世界知的所有権機関
国際事務局

PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

9803197-7
IPOS COPY

(51) 国際特許分類6
G06T 1/00

A1

(11) 国際公開番号 WO98/14906

(43) 国際公開日 1998年4月9日(09.04.98)

(21) 国際出願番号 PCT/JP97/03520

(22) 国際出願日 1997年10月2日(02.10.97)

(30) 優先権データ

特願平8/262173	1996年10月2日(02.10.96)	JP
特願平8/284321	1996年10月25日(25.10.96)	JP
特願平8/284826	1996年10月28日(28.10.96)	JP
特願平9/35320	1997年2月19日(19.02.97)	JP
特願平9/161224	1997年6月18日(18.06.97)	JP
特願平9/183689	1997年7月9日(09.07.97)	JP

(71) 出願人（米国を除くすべての指定国について）
日本電信電話株式会社
(NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]
〒163-14 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 Tokyo, (JP)
(72) 発明者；および
(75) 発明者／出願人（米国についてのみ）
浅野陽子(ASANO, Yoko)[JP/JP]
〒236 神奈川県横浜市金沢区能見台通45-1-305 Kanagawa, (JP)
岡崎哲夫(OKAZAKI, Tetsuo)[JP/JP]
〒234 神奈川県横浜市港南区港南台1-24-2-202 Kanagawa, (JP)
外村佳伸(TONOMURA, Yoshinobu)[JP/JP]
〒236 神奈川県横浜市金沢区富岡西2-47-4 Kanagawa, (JP)
浜田 洋(HAMADA, Hiroshi)[JP/JP]
〒223 神奈川県横浜市港北区新吉田町1526-65 Kanagawa, (JP)
(74) 代理人
弁理士 志賀正武(SHIGA, Masatake)
〒169 東京都新宿区高田馬場三丁目23番3号
ORビル Tokyo, (JP)

(81) 指定国 CN, GB, SG, US.

添付公開書類
国際調査報告書
補正書

(54)Title: METHOD AND APPARATUS FOR GRAPHICALLY DISPLAYING HIERARCHICAL STRUCTURE

(54)発明の名称 階層構造の図的表示方法および装置

(57) Abstract

An apparatus for graphically displaying a hierarchical structure which has a data structure analysis unit (31) which reads and analyzes data on the hierarachical structure of a device or function corresponding to a branch point, relay point or node, a node arrangement arithmetic unit (32) which arranges nodes in a layer under one node on one ellipse and arranges nodes in a lower layer on one ellipse which is larger than the former one and concentric with the former one in accordance with the analysis results of the data structure analysis unit (31), a link wiring arithmetic unit (33) which calculates a link wiring showing the connection relations between the nodes in accordance with the analysis results of the data structure analysis unit (31) and the node arrangement positions of the node arrangement arithmetic unit (32), and a picture generating unit (34) which generates a picture to be outputted to a display part by using the calculation results of the node arrangement arithmetic unit (32) and the link wiring arithmetic unit (33).



S1101 ... Determine ratios of the sizes of the ellipses of the layers.
S1102 ... Determine the minor axis/major axis ratio of the ellipse.
S1103 ... Determine the ellipse ratio.
S1104 ... Generate an ellipse in a first layer.
S1105 ... Arrange nodes in the first layer.
S1106 ... Generate the locus of the ellipse in a second layer.
S1107 ... Determine the position of the center of the ellipse in the second layer.
S1108 ... Generate ellipses of the second layer.
S1109 ... Arrange nodes in the second layer.
S1110 ... Generate the locus of the ellipse in a third layer.
S1111 ... Determine the position of the center of the ellipse in the third layer.
S1112 ... Generate ellipses of the third layer.
S1113 ... Arrange nodes in the third layer.

（５７）要約

階層構造の図的表示装置は、分岐点、中継点あるいは節点に相当する装置ないし機能の階層構造に関するデータの読み込み、解析を行うデータ構造解析部３１と、データ構造解析部３１の解析結果より、同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、下位の同一階層の楕円を、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置することでノード配置位置の算出を行うノード配置算出部３２と、データ構造解析部３１の解析結果およびノード配置算出部３２のノード配置位置より、前記ノード間の接続関係を表すリンク配線の算出を行うリンク配線算出部３３と、ノード配置算出部３２およびリンク配線算出部３３からの算出結果を利用して出力装置への出力のための図形の作成を行う図形作成部３４とを備える。

ＰＣＴに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に記載されたＰＣＴ加盟国を同定するために使用されるコード（参考情報）

AL	アルバニア	ES	スペイン	LK	スリランカ	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FR	フランス	LS	レソト	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	GA	ガボン	LT	リトアニア	SK	スロヴァキア共和国
AZ	アゼルバイジャン	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SL	シエラレオネ
BA	ボズニア・エルツェゴビナ	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	SN	セネガル
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MC	モナコ	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ共和国	TD	チャード
BF	ブルギナ・ファソ	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GW	ギニアビサウ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	ML	マリ	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	IE	アイルランド	MW	マラウイ	UA	ウクライナ
CF	中央アフリカ共和国	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UG	ウガンダ
CG	コンゴー	IS	アイスランド	NE	ニジェール	US	米国
CH	スイス	IT	イタリア	NL	オランダ	UZ	ウズベキスタン
CI	コート・ジボアール	JP	日本	NO	ノルウェー	VN	ヴィエトナム
CM	カメルーン	KE	ケニア	NZ	ニュー・ジーランド	YU	ユーゴスラビア
CN	中国	KG	キルギスタン	PL	ポーランド	ZW	ジンバブエ
CU	キューバ	KP	朝鮮民主主義人民共和国	PT	ポルトガル		
CZ	チェッコ共和国	KR	大韓民国	RO	ルーマニア		
DE	ドイツ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア連邦		
DK	デンマーク	LC	セントルシア	SD	スーダン		
EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン				

明 細 書

階層構造の図的表示方法および装置

技術分野

本発明は、分岐点、中継点あるいは節点に相当する装置ないし機能を表すノードとノード間の接続関係を表すリンクとを用いて前記ノード間の序列いわゆる階層構造を図的に表現する階層構造の表示方法に関わり、特に、多数のノードから構成される大規模階層構造を同一画面上に表示する際の見やすさと操作性の改善を図った階層構造の表示方法に関する。

背景技術

従来、この種の表示方法としては、図２に示すように、いわゆるツリー表示を用いて階層構造を図的に表示していた。すなわち、上位階層のノードを画面の上部に配置し、下位階層のノードを画面の下部に配置していた。また、例えば通信網のように、一般に同一階層に属するノード間に接続関係がある場合には、図３に示すように、同一階層を表すプレーンを使用して、この面上にノードを配置し、ノード間をリンクで接続することにより、階層構造を表現していた。

しかしながら、このようなツリー表示を用いて、例えばコンピュータのディスプレイ画面上に階層構造を表示する場合、ノード数の多い下位階層のノードを画面の下部に配置すると、表示領域の制約のために、配置できるノード数が制限されるという問題があった。例えば、ノード数が数百個から千個程度に達する大規模階層構造を表示しようとすると、特に下位ノードにおいては、ノード同士の重なりが多く発生し、ノード間を接続するリンクの識別が難しくなるとともに、ノ

ードやリンクを画面上で直接指定して操作することが困難になるという問題点があった。特に、同一階層に属するノード間に接続関係があったり、下位階層のノードが複数の上位階層ノードと接続関係にあるような、複雑な階層構造の場合には、見易すさや操作性の低下が著しかった。

本発明は、上述した従来のツリー表示の問題点を解決するためになされたもので、同一階層に属するノードを、一定の規則に従って作成した円を用いて空間的に配置することによって、多数のノードから構成される大規模階層構造を同一画面上に見やすく表示するとともに操作性の改善を図った、階層構造の図的表示方法および装置を提供することを目的とする。

発明の開示

本発明は、分岐点、中継点あるいは節点に相当する装置ないし機能であるノードとノード間の接続関係により、前記ノード間の階層構造を図的に表示する方法において、同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、下位の同一階層の楕円を、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に中心を配置する。これにより、上下階層の楕円が上位楕円の外側に下位楕円を配置することになり、多数のノードから構成される大規模階層構造の上下関係を同一画面上に見やすく表示することができ、同一階層のノードを楕円状に配置することにより、構造表現の規則性を保ちつつ限られた表示領域内にノードを空間的に効率良く配置することができる。

また、本発明は、上述の楕円を、円として階層構造の図的表示を行う。これにより、円を用いることにより楕円より演算処理が容易となるとともに、ノード数が数百個から千個程度に達する大規模階層構造においても、ノードやリンクの間隔を広げて見やすく表示するとともにノードやリンクを画面上で容易に直接指定して操作することができる。

また、本発明は、上述のノードを配置する円の半径を下位階層のノード数に基

づいて算出する。これにより、ノード数が数百個から千個程度に達する大規模階層構造や階層数あるいはノード数に偏りがある構造においても、ノードやリンクの間隔を広げて見やすく表示すると共に、ノードやリンクを画面上で容易に直接指定して操作することができる。

また、本発明は、上述のノードを配置する円の半径を下位階層の階層数に基づいて算出する。これにより、ノード数が数百個から千個程度に達する大規模階層構造や階層数あるいはノード数に偏りがある構造においても、ノードやリンクの間隔を広げて見やすく表示すると共に、ノードやリンクを画面上で容易に直接指定して操作することができる。

また、本発明は、上述の階層構造の図的表示において、上位階層ノードと2つ以上下位の階層ノードが直結されている場合には、同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、上下階層のノードが直結して該階層に相当するノードが存在しない部分がある中間層のノードを、下位階層ノードを配置する楕円内部に作成した楕円上に配置する。これにより、ノードの接続関係を表すリンク表示の重なりを削減すると共に、ノードの階層関係を認識しやすく表示することができる。

また、本発明は、上述の階層構造の図的表示において、複数の階層構造間が接続されている場合には、最上位階層のノードが独立となる単位の階層構造の数で表示部の表示領域を分割し、各階層構造の最上位階層に属するノードについては、各表示領域の中心に描いた楕円の円周上に配置し、同一ノード配下の同一階層を配置する楕円の中心を、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置するようにし、別の階層構造と接続している部分のノードを最接近させる位置に配置する。これにより、2つの階層構造の接続部分のノードを最接近させることにより、リンクの重複を回避することができ、ノードやリンクを画面上で容易に直接指定して操作することができる。

また、本発明は、上述の階層構造の図的表示において、ノードの上下関係を表すリンクは、上位階層のノードから発した直線を他のリンクと重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続する。これにより、階層に対応させて放射状に配置したノードの上下関係を表すリンクを、上位階層のノードから発した1

本の直線を、他のリンク表示と重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続することができ、ノード数が数百個から千個程度に達する大規模階層構造においても、リンクの間隔を広げて見やすく表示することができると共に、リンクを画面上で容易に直接指定して操作することができ。

図面の簡単な説明

図１は、本発明が適用される装置の構成例を示すブロック図である。

図２は、従来のツリー表示による階層構造の表示例である。

図３は、従来のプレーンを使用したツリー表示による階層構造の表示例である。

図４は、実施例１における図１のデータ表示処理部における処理を表したフローチャートの一例である。

図５は、実施例１における図１の階層構造データ格納部に格納されているデータの階層構造の一部をツリー表示で表現した図の一例である。

図６は、実施例１に関わる表示領域の縦横比の一例である。

図７は、実施例１に関わる各階層の楕円比率の一例である。

図８は、実施例１に関わる第１階層のノード配置の一例である。

図９は、実施例１に関わる第２階層の楕円の中心軌跡の一例である。

図１０は、実施例１に関わる第２階層の楕円の一例である。

図１１は、実施例１に関わる第２階層のノード配置の一例である。

図１２は、実施例１に関わる第３階層の楕円の中心軌跡の一例である。

図１３は、実施例１に関わる第３階層の楕円の中心の一例である。

図１４は、実施例１に関わる第３階層の楕円の一例である。

図１５は、実施例１に関わる第３階層のノード配置の一例である。

図１６は、実施例１における図１の階層構造データ格納部に格納されているデータの階層構造の一部をツリー表示で表現した図の他の一例である。

図１７は、実施例１における他の例に関わる各階層の楕円比率の一例である

。

図１８は、実施例１における他の例に関わる第１階層のノード配置の一例である。

図１９は、実施例１における他の例に関わる第２階層の楕円の中心軌跡の一例である。

図２０は、実施例１における他の例に関わる第２階層の楕円の一例である。

図２１は、実施例１における他の例に関わる第２階層のノード配置の一例である。

図２２は、実施例１における他の例に関わる第３階層の楕円の中心軌跡の一例である。

図２３は、実施例１における他の例に関わる第３階層の楕円の中心の一例である。

図２４は、実施例１における他の例に関わる第３階層の楕円の一例である。

図２５は、実施例１における他の例に関わる第３階層のノード配置の一例である。

図２６は、図１に示すデータ表示処理部における処理フローチャートの一例である。

図２７は、実施例２における最上位階層におけるノードを説明するための図である。

図２８は、実施例２における第２位階層におけるノードの配置を説明するための図である。

図２９は、実施例２における第３位階層におけるノードの配置を説明するための図である。

図３０は、実施例２における表示例である。

図３１は、実施例２における他の表示例である。

図３２は、実施例３における図１のデータ表示処理部における処理フローチャートの一例である。

図３３は、実施例３の最上位階層ノードの表示処理を説明する図である。

図３４は、図３３の続きを示す図である。

図３５は、実施例３の第二階層ノードの表示処理のノード配置円の中心点決定を説明する図である。

図３６は、図３５のノード配置円の一つの中心点を用いた第二階層ノードの表示処理を説明する図である。

図３７は、図３６の続きを示す図である。

図３８は、図３５のノード配置円の別の中心点を用いた第二階層ノードの表示処理を説明する図である。

図３９は、図３８の続きを示す図である。

図４０は、図３９の続きを示す図である。

図４１は、実施例３の第三階層ノードの表示処理を説明する図である。

図４２は、図４１の続きを示す図である。

図４３は、実施例４における図１のデータ表示処理部における処理フローチャートの一例である。

図４４は、図１の階層構造データ格納部に格納されているデータの階層構造をツリー表示で表現した具体例である。

図４５は、実施例４の最上位階層ノードの表示処理を説明する図である。

図４６は、図４５の続きを示す図である。

図４７は、実施例４の第二階層ノードの表示処理を説明する図である。

図４８は、図４７の続きを示す図である。

図４９は、実施例４の別の第二階層ノードの表示処理を説明する図である。

図５０は、図４９の続きを示す図である。

図５１は、実施例４の第三階層ノードの表示処理を説明する図である。

図５２は、図５１の続きを示す図である。

図５３は、実施例５における図１のデータ表示処理部における処理を表したフローチャートの一例である。

図５４は、実施例５における階層構造データ格納部に格納されているデータの階層構造をツリー表示で表現した図の一例である。

図５５は、実施例５に関わる最上位階層ノード配置楕円の作成の一例である。

図５６は、実施例５に関わる最上位階層ノード配置の一例である。

図５７は、実施例５に関わる最上位階層ノードのリンク作成の一例である。

図５８は、実施例５に関わる一部のノードが存在しない中間層の下位階層のノード配置楕円の作成の一例である。

図５９は、実施例５に関わる下位階層ノード配置の一例である。

図６０は、実施例５に関わる中間層ノード配置楕円の作成の一例である。

図６１は、実施例５に関わる中間層ノード配置の一例である。

図６２は、実施例５に関わる中間層ノード、下位階層ノードのリンク作成の一例である。

図６３は、実施例６における図１のデータ表示処理部における処理を表したフローチャートの一例である。

図６４は、実施例６における図１の階層構造データ格納部に格納されているデータの階層構造をツリー表示で表現した図の一例である。

図６５は、実施例６における表示領域の分割を説明する図である。

図６６は、実施例６における最上位階層ノードの配置円の作成を説明する図である。

図６７は、実施例６にける最上位階層ノードの配置とリンク作成を説明する図である。

図６８は、実施例６における第二階層ノード配置円の中心点の決定を説明する図である。

図６９は、実施例６における下位階層なしの第二階層ノードの配置円とリンク作成を説明する図である。

図７０は、実施例６における下位階層ありの第二階層ノードの配置円の作成を説明する図である。

図７１は、実施例６における下位階層あり且つ他階層構造との接続ありの第二階層ノードの配置とリンク作成を説明する図である。

図７２は、実施例６における下位階層ノードありの第二階層ノードの配置とリンク作成を説明する図である。

図７３は、実施例６における第三階層ノード配置円の中心点の決定を説明す

る図である。

図７４は、実施例６における第三階層ノードの配置とリンク作成を説明する図である。

図７５は、実施例６における他階層構造との接続ありの第三階層ノードの配置とリンク作成を説明する図である。

図７６は、実施例６における一方の階層構造に対応する図的表示例を示す図である。

図７７は、実施例６における各々の階層構造に対応する図的表示例を示す図である。

図７８は、実施例６における最終的な複合型階層構造の図的表示例を示す図である。

図７９は、実施例７におけるデータ表示処理部の処理手順を示すフローチャートである。

図８０は、実施例７における階層構造データ格納部に格納された階層構造データの一例をツリー表示で示した図である。

図８１は、図８０の階層構造データについて、ノードを放射円状に配置した図である。

図８２は、実施例７による第２階層の偶数個のノードに対するリンク表示の一例を示す図である。

図８３は、実施例７による第２階層の奇数個のノードに対するリンク表示の一例を示す図である。

図８４は、図８０の階層構造データについて、実施例７による処理結果の一例を示す図である。

図８５は、図１におけるデータ表示処理部３０の構成をより詳細に示した図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施例について図面により詳述する。

図１は、本発明が適用される装置構成例であり、階層構造に関するデータを入力する入力部１０、入力された階層構造データを格納する階層構造データ格納部２０、該格納された階層構造データを図的表示の階層構造図に変換するデータ表示処理部３０、該変換された階層構造図を表示するディスプレィ４０、これら各部の制御を行う制御部５０から構成される。なお、階層構造データ格納部２０には、階層構造データの他に、ディスプレィ４０の表示領域に関するデータも格納される。本発明は、データ表示処理部３０に特徴があり、階層データ格納部２０に格納されたデータを用いて、大規模階層構造を同一画面上に見やすく表示するための処理がこのデータ表示処理部においてなされる。

以下では、実施例別にデータ表示処理部３０における処理手順をフローチャートおよびその説明のための図面を用いて詳細に説明していく。

（実施例１）

以下、本発明の実施例１を図面を用いて具体的に説明する。

本発明の主要部であるデータ表示処理部３０は、階層構造データ格納部２０に格納されたデータを用いて、ノードを配置すべき各階層の楕円の位置と大きさを算出し、ノードについては例えば円や三角形、ノード間を接続するリンクについては直線への置き換えを行い、作成した階層構成図を制御部５０を介してディスプレイ４０へ表示する。

図４は、データ表示処理部３０における処理手順を表したフローチャートの一例である。図４の処理手順のプログラムはあらかじめ装置に内蔵されていてもよいし、フロッピーディスクやＣＤ－ＲＯＭ等の記録媒体に記録されて、該記録媒体からロードすることでもよい。

まず、本実施例の第１の例における階層構造の楕円配置の処理過程を説明する。なお、本実施例での処理は次のような設定の下で行われるものとする。

（１）階層構造データ格納部２０には、図５のような３階層の階層構造のデータが格納されているものとする。図５は便宜上、階層構造データ格納部２０に格納されているデータの階層構造をツリー表示で表現したものである。なお、階層構

造データ格納部２０には階層構造データの他に、ディスプレイ４０の表示領域に関するデータも格納されているものとする。

（２）図４のフローチャートにおいて、各階層の楕円の大きさの比の決定（ステップＳ１１０１）では、階層毎の楕円の大きさは全て同一とし、同一楕円上に配置されるノード数について、各階層の平均値に応じて各階層の楕円の大きさの比を決定するものとする。ここでは（図５の例）、各階層のノード数の平均値は、第１階層が４、第２階層が８、第３階層が８となるものとする。楕円の短径：長径の比の決定（ステップＳ１１０２）では、楕円の短径：長径の比は全て同じとし、表示領域の縦横比に応じた比率にするものとする。ここでは、縦横比が２：３の表示領域に表示するものとし、楕円の短径：長径の比は、２：３とする。楕円比率の決定（ステップＳ１１０３）では、表示領域の縦横の長さを、楕円の大きさの比の決定（ステップＳ１１０１）と楕円の短径：長径の比の決定（ステップＳ１１０２）で求めた比率で配分するものとする。

（３）第１階層の楕円の作成（ステップＳ１１０４）では、先に求めた楕円比率に基づき第１階層の楕円を描くものとする。第１階層のノードの配置（ステップＳ１１０５）では、第１階層のノード数に応じて、楕円の円周を等分する位置にノードを配置するものとする。

（４）第２階層の楕円の中心軌跡の作成（ステップＳ１１０６）では、第１階層の楕円の中心から、短径・長径が（第１階層の短径・長径＋第２階層の楕円の短径・長径）となる大きさの楕円を作成するものとする。第２階層の楕円の中心位置の決定（ステップＳ１１０７）では、第１階層の楕円の中心と第１階層のノードとを結ぶ直線の延長が、先に求めた第２階層の楕円の中心軌跡となる楕円と交わる交点を第２階層の楕円の中心とするものとする。第２階層の各楕円の作成（ステップＳ１１０８）では、先に定めた点を各々中心として、楕円比率の決定（ステップＳ１１０３）で求めた大きさの楕円を作成するものとする。第２階層のノードの配置（ステップＳ１１０９）では、第１階層の楕円の中心と第１階層の各ノードとを結ぶ直線の延長が、各第２階層の楕円と交わる点を始点に、楕円の円周を（楕円上に配する第２階層のノード数＋１）個に等分し、始点を除く分割点にノードを配置するものとする。

（５）第３階層の楕円の中心軌跡の作成（ステップＳ１１１０）では、各第２階層の楕円の中心から、短径・長径が（第２階層の短径．長径＋第３階層の楕円の短径・長径）となる大きさの楕円を作成し、さらに、第１階層の楕円の中心から、短径・長径が（第１階層の短径・長径＋第３階層の楕円の短径・長径）となる大きさの楕円を作成して、先に作成した第２階層の楕円の中心からの楕円の円周の内、２つの楕円の交点を端とする長い方の弧を、第３階層の楕円の中心軌跡とするものとする。第３階層の楕円の中心位置の決定（ステップＳ１１１１）では、先に求めた第３階層の楕円の中心軌跡を（第２階層のノード数－１）個に等分し、２つの端点を含む分割点を第３階層の楕円の中心とするものとする。第３階層の各楕円の作成（ステップＳ１１１２）では、先に定めた点を各々中心として、楕円比率の決定（ステップＳ１１０３）で求めた大きさの楕円を作成するものとする。第３階層のノードの配置（ステップＳ１１１３）では、第２階層の楕円の中心と第２階層の各ノードとを結ぶ直線の延長が、各第３階層の楕円と交わる点を始点に、楕円の円周を（楕円上に配する第３階層のノード数＋１）個に等分し、始点を除く分割点にノードを配置するものとする。

図６から図１５は、本実施例における階層構造の楕円配置の処理過程の具体的説明図である。以下、これを参照して処理過程を説明する。なお、図４に示すフローチャートを具体的に説明するために使用する図５から図１５で用いられる符号と、他の図面で用いられる符号とが同じ場合があっても、図５から図１５の範囲では同一符号は同一のものを示すものとし、他の図における同一の符号とは関連がないものとする。

まず、階層構造のデータを入力し、各階層のノード数の平均値を求めると、図５の例の場合、第１階層が４、第２階層が８、第３階層が８となる。そこで、各階層の楕円の大きさの比は、１：２：２と決定する（ステップＳ１１０１）。次に、図６のように、表示領域４００の縦横比が２：３であるので、それに対応させて、楕円の短径：長径の比を２：３と決定する（ステップＳ１１０２）。次に、図６の表示領域４００の縦横の長さを各階層の楕円の大きさの比１：２：２で分割して楕円の大きさを求める比率を算出し、各階層の楕円の短径・長径を、図７に示すように、第１階層は$\alpha 1$・$\alpha 2$、第２階層は$\beta 1$・$\beta 2$、第３・階層はγ

1・γ2に決定する（ステップS1103）。その後、各階層の楕円の作成、ノードの配置を順次実行する。

まず、短径・長径がα1・α2の第1階層の楕円Aを描く（ステップS1104）。そして、第1階層の4つのノードm1、m2、m3、m4を、楕円Aの円周を等分する位置に配置する（ステップS1105）。図8はこれを示したものである。

次に、第2階層の楕円の中心軌跡として、図9のように、第1階層の楕円Aの中心から、短径・長径がα1+β1・α2+β2となる大きさの楕円bを作成する（ステップS1106）。次に、図10のように、楕円Aの中心Oと第1階層の各ノードm1，m2，m3，m4とを結ぶ直線の延長が、それぞれ楕円bと交わる交点i1、i2、i3、i4を求めて、これら交点i1、i2、i3、i4を各々第2階層の楕円の中心とし（ステップS1107）、短径・長径がβ1・β2の第2階層の楕円B1、B2、B3、B4を各々作成する（ステップS1108）。そして、第1階層のノードm1配下の第2階層のノードm11～m19について、まず、楕円Aの中心Oとノードm1とを結ぶ直線の延長と楕円B1との交点を始点に楕円B1の円周を（9+1）個に等分し、該楕円B1上に、始点を除く分割点にノードm11～m19を配置する（ステップS1109）。図11はこれを示したものである。なお、図11では、中心Oとノードm1とを結ぶ直線上の延長と楕円B1との交点をノードm1と同じ点としている。以下、楕円B2～B4上へのノードm2，m3，m4配下の第2階層ノード配置についても同様に行う。

次に、図12のように、楕円B1の中心i1から、短径・長径がβ1+γ1・β2+γ2となる大きさの楕円c1を作成し、さらに、楕円Aの中心Oから、短径・長径がα1+γ1・α2+γ2となる大きさの楕円c'を作成して、楕円c1の円周の内、楕円c1と楕円c'の交点を端とする長い方の弧（図12の太線部分）を、楕円B1に属するノードm11～m19配下の第3階層の楕円の中心軌跡とし（ステップS1110）、図13のように、これを（9－1）個に等分し、2つの端点を含む分割点j1～j9をそれぞれノードm11～m19配下の第3階層の楕円の中心とする（ステップS1111）。さらに、これら分割点j

１～ｊ９を中心として、図１４のように、短径・長径がγ１・γ２のノードｍ１１～ｍ１９配下の第３階層の楕円Ｃ１１～Ｃ１９を作成する（ステップＳ１１１２）。そして、まず、楕円Ｃ１１上に配置する第３階層のノードｍ１１１～ｍ１１９について、楕円Ｃ１１の中心ｊ１とノードｍ１１とを結ぶ直線の延長と楕円Ｃ１１との交点を始点に楕円Ｃ１１の円周を（９＋１）個に等分し、始点を除く分割点にノードｍ１１１～ｍ１１９を配置する（ステップＳ１１１３）、図１５はこれを示したものである。以下、楕円Ｃ１２～Ｃ１９へのノード配置についても同様に行う。

その後、楕円Ｂ２～Ｂ４配下の第３階層のノード配置についても、もしも存在すれば、ステップＳ１１１０～Ｓ１１１３を繰り返して同様に行えばよい。

上述の第１の例の説明においては、階層構図データ格納部２０には、図５のような３階層の階層横造のデータが格納されているものとしたが、階層数や階層構造は任意である。

また、図４のフローチャートにおいて、各階層の楕円の大きさの比の決定（ステップＳ１１０１）では、階層毎の楕円の大きさは全て同一としたが、ノード数に応じて大きさを変化させてもよい。また、各階層のノード数の平均値に応じて各階層の楕円の大きさの比を決定するものとしたが、各階層のノード数の最大値に対応させてもいいし、階層に応じて大きさの算出に重みづけしてもよい。楕円の短径：長径の比の決定（ステップＳ１１０２）では、楕円の短径：長径の比は全て同じとし、表示領域の縦横比に応じた比率にするものとしたが、別に表示領域の縦横比に依存させなくてもよい。また、ここでは、図６のような表示領域に表示するものとしたが、表示領域の大きさは任意である。楕円比率の決定（ステップＳ１１０３）では、表示領域の縦横の長さを、楕円の大きさの比の決定（ステップＳ１１０１）と楕円の短径：長径の比の決定（ステップＳ１１０２）で求めた比率で配分するものとしたが、全階層の楕円を表示領域に一度に表示できなくてもよいならば、表示領域の大きさに依存させる必要はない。

第１階層のノードの配置（ステップＳ１１０５）では、第１階層のノード数に応じて、楕円の円周を等分する位置にノードを配置するものとしたが、配分の仕方は、等分ではなく下位階層の構造に依存させてもよい。

第２階層の楕円の中心軌跡の作成（ステップＳ１１０６）では、第１階層の楕円の中心から、短径・長径が（第１階層の短径・長径＋第２階層の楕円の短径・長径）となる大きさの楕円を作成するものとしたが、階層毎の楕円の大きさが同一ではない場合は、最大の楕円の大きさの短径・長径を考慮するようにする。第２階層のノードの配置（ステップＳ１１０９）では、第１階層の楕円の中心と第１階層の各ノードとを結ぶ直線の延長が、各第２階層の楕円と交わる点を始点に、楕円の円周を（楕円上に配する第２階層のノード数＋１）個に等分し、始点を除く分割点にノードを配置するものとしたが、配分の仕方は、等分ではなく下位階層の構造に依存させてもよい。

第３階層の楕円の中心軌跡の作成（ステップＳ１１１０）では、各第２階層の楕円の中心から、短径・長径が（第２階層の短径・長径＋第３階層の楕円の短径・長径）となる大きさの楕円を作成し、さらに、第１階層の楕円の中心から、短径・長径が（第１階層の短径・長径＋第３階層の楕円の短径・長径）となる大きさの楕円を作成して、先に作成した第２階層の楕円の中心からの楕円の円周の内、２つの楕円の交点を端とする長い方の弧を、第３階層の楕円の中心軌跡とするものとしたが、階層毎の楕円の大きさが同一ではない場合は、最大の楕円の大きさの短径・長径を考慮するようにする。第３階層の楕円の中心位置の決定（ステップＳ１１１１）では、先に求めた第３階層の楕円の中心軌跡を（第２階層のノード数－１）個に等分し、２つの端点を合む分割点を第３階層の楕円の中心とするものとしたが、配分の仕方は、等分ではなく各第３階層の楕円に配分するノード数に依存させてもよい。

次に、実施例１における第２の例の階層構造の楕円配置の処理過程を図面を用いて説明する。なお、本例の説明において使用する図６および図１６から図２５に使用される符号と、他の図面で使用される符号とが同じ場合があっても、図６および図１６から図２５の範囲では同一符号は同一のものを示すものとし、他の図における同一の符号とは関連がないものとする。

なお、本例での処理は次のような設定の下で行われるものとする。

（１）階層構造データ格納部２０には、図１６のような３階層の階層構造のデー

タが格納されているものとする。

（２）図４に示すデータ表示処理部３０のフローチャートにおいて、各階層の楕円の大きさの比の決定（ステップＳ１１０１）では、楕円の大きさは配置するノード数に応じた大きさにするものとし、各階層で同一楕円上に配置するノード数の最大値を、階層の楕円の大きさの比として決定するものとする。ここでは（図１６の場合）、各階層のノード数の最大値は、第１階層が４、第２階層が８、第３階層が１０となるものとする。楕円の短径：長径の比の決定（ステップＳ１１０２）では、楕円の短径：長径の比は全て同じとし、表示領域の縦横比に応じた比率にするものとする。ここでは、図６のような表示領域に表示するものとし、楕円の短径：長径の比は、２：３とする。楕円比率の決定（ステップＳ１１０３）では、表示領域の縦横の長さを、楕円の大きさの比の決定（ステップＳ１１０１）と楕円の短径：長径の比の決定（ステップＳ１１０２）で求めた比率で配分して、ノード数から楕円の大きさを求める比率を算出するものとする。

（３）第１階層の楕円の作成（ステップＳ１１０４）では、楕円比率の決定（ステップＳ１１０３）で算出された大きさの第１階層の楕円を描くものとする。第１階層のノードの配置（ステップＳ１１０５）では、第１階層の各ノード配下の第２階層のノード数に応じて、楕円の円周を分割し、ノードを配置するものとする。

（４）第２階層の楕円の中心軌跡の作成（ステップＳ１１０６）では、第１階層の楕円の中心から、短径・長径が（第１階層の短径・長径＋第２階層の最大楕円の短径・長径）となる大きさの楕円を作成するものとする。第２階層の楕円の中心位置の決定（ステップＳ１１０７）では、第１階層の楕円の中心と第１階層のノードとを結ぶ直線の延長が、先に求めた第２階層の楕円の中心軌跡となる楕円と交わる交点を第２階層の楕円の中心とするものとする。第２階層の各楕円の作成（ステップＳ１１０８）では、先に定めた点を各々中心として、楕円比率の決定（ステップＳ１１０３）で算出した比率に基づいて求めた大きさの楕円を作成するものとする。第２階層のノードの配置（ステップＳ１１０９）では、第１階層の楕円の中心と第１階層の各ノードとを結ぶ直線の延長が、各第２階層の楕円と交わる点を始点に、楕円の円周を（楕円上に配する第２階層の各ノード配下の

第３階層のノード数＋１）個に等分し、始点を除く分割点を各ノード配下の第３階層のノード数に応じて配分して、各ノードを配置するものとする。

（５）第３階層の楕円の中心軌跡の作成（ステップＳ１１１０）では、各第２階層の楕円の中心から、短径・長径が（第２階層の各楕円の短径・長径＋第３階層の最大楕円の短径・長径）となる大きさの楕円を作成し、さらに、第１階層の楕円の中心から、短径・長径が（第１階層の楕円の短径・長径＋第３階層の最大楕円の短径・長径）となる大きさの楕円を作成して、先に作成した第２階層の楕円の中心からの楕円の円周の内、２つの楕円の交点を端とする長い方の弧を、第３階層の楕円の中心軌跡とするものとする。第３階層の楕円の中心位置の決定（ステップＳ１１１１）では、先に求めた第３階層の楕円の中心軌跡を（楕円上に配する第２階層の各ノード配下の第３階層のノード数－１）個に等分し、２つの端点を含む分割点を各ノード配下の第３階層のノード数に応じて配分して、第３階層の楕円の中心とするものとする。第３階層の各楕円の作成（ステップＳ１１１２）では、先に定めた点を各々中心として、楕円比率の決定（ステップＳ１１０３）で算出した比率に基づいて求めた大きさの楕円を作成するものとする。第３階層のノードの配置（ステップＳ１１１３）では、第２階層の楕円の中心と第２階層の各ノードとを結ぶ直線の延長が、各第３階層の楕円と交わる点を始点に、楕円の円周を（楕円上に配する第３階層のノード数＋１）個に等分し、始点を除く分割点にノードを配置するものとする。

図１７から図２５は、本例による階層構造の楕円配置の処理過程の具体的説明図である。以下、これを参照して処理過程を説明する。

まず、各階層のノード数の最大値を求めると、図１６より、第１階層が４、第２階層が８、第３階層が１０となる。そこで、各階層の楕円の大きさの比は、２：４：５とする（ステップＳ１１０１）。次に、先の図６に示したと同様に、表示領域の縦横比は２：３であるので、それに対応させて、楕円の短径：長径の比を２：３と決定する（ステップＳ１１０２）。次に、表示領域の縦横の長さを各階層の楕円の大きさの比２：４：５で分割して楕円の大きさを求める比率を算出し、各階層の最大楕円の短径・長径は、図１７に示すように、第１階層はα３・α４、第２階層はβ３・β４、第３階層はγ３・γ４に決定する（ステップＳ１

１０３）。その後、各階層の楕円の作成、ノードの配置を順次実行する。

まず、短径・長径がα３・α４の第１階層の楕円Ｄを描く（ステップＳ１１０４）。図１６の場合、第１階層の４つのノードｎ１，ｎ２，ｎ３，ｎ４配下の第２階層のノード数は、各々８，６，４，６なので、そのノード数に応じて楕円Ｄの円周を分割し、４つのノードを配置する（ステップＳ１１０５）。図１８はこれを示したものである。

次に、第２階層の楕円の中心軌跡として、図１９のように、第１階層の楕円Ｄの中心から、短径・長径がα３＋β３・α４＋β４となる大きさの楕円ｅを作成する（ステップＳ１１０６）。次に、図２０に示すように、楕円Ｄの中心Ｏと第１階層の各ノードｎ１～ｎ４とを結ぶ直線の延長が、それぞれ楕円ｅと交わる交点ｋ１，ｋ２，ｋ３，ｋ４を求めて、これら交点を各々第２階層の楕円の中心とし（ステップＳ１１０７）、配置するノード数に応じた大きさの第２階層の楕円Ｅ１、Ｅ２、Ｅ３、Ｅ４を各々作成する（ステップＳ１１０８）。そして、まず、楕円Ｅ１上に第２階層のノードｎ１１～ｎ１８を第３階層のノード数に応じて配置する（ステップＳ１１０９）。即ち、図１６より、各ノードｎ１１～ｎ１８配下の第３階層のノード数は、４，６，４，３，６，４，７，５なので、楕円Ｄの中心とノードｎ１とを結ぶ直線の延長と楕円Ｅ１との交点を始点に楕円Ｅ１の円周を４＋６＋４＋３＋６＋４＋７＋５＋１＝４０個に等分し、始点を除く分割点を各ノード配下の第３階層のノード数に応じて配分して、各ノードｎ１１～ｎ１８を配置する。以下、楕円Ｅ２～Ｅ４へのノード配置についても同様に行う。図２１はこれを示したものである。

次に、図２２のように、楕円Ｅ１の中心から、短径・長径がβ３＋γ３・β４＋γ４となる大きさの楕円ｆ１を作成し、さらに、楕円Ｄの中心から、短径・長径がα３＋γ３・α４＋６４となる大きさの楕円ｆ’を作成して、楕円ｆ１の円周の内、楕円ｆ１とｆ’の交点を端とする長い方の弧（図２２の太線）を、楕円Ｅ１に属するノードｎ１１～ｎ１８配下の第３階層の楕円の中心軌跡とする（ステップＳ１１１０）。次に、この中心軌跡を３９－１個に等分し、２つの端点を含む分割点を各ノードｎ１１～ｎ１８配下の第３階層のノード数に応じて配分して、図２３のｑ１～ｑ８のように、各々第３階層の楕円の中心とする（ステップ

Ｓ１１１１）。さらに、これら配分点ｑ１～ｑ８を中心として、図２４のように短径・長径がγ３・γ４のノードｎ１１～ｎ１８配下の第３階層の楕円Ｆ１１～Ｆ１８を作成する（ステップＳ１１１２）。そして、まず、楕円Ｆ１１上に配置する第３階層のノードｎ１１１～ｎ１１４について、楕円Ｆ１１の中心ｑ１とノードｎ１１とを結ぶ直線の延長と楕円Ｆ１１との交点を始点に楕円Ｆ１１の円周を（４＋１）個に等分し、始点を除く分割点にノードｎ１１１～ｎ１１４を配置する（ステップＳ１１１３）。楕円Ｆ１２～Ｆ１８へのノード配置についても同様に行う。図２５はこれを示したものである。

その後、楕円Ｅ２～Ｅ４配下の第３階層のノード配置についても、もしも存在すれば、ステップＳ１１１０～Ｓ１１１３を繰り返して同様に行う。

上述の実施例１における第２の例の説明においては、階層構造データ格納部２０には、図１６のような３階層の階層構造のデータが格納されているものとしたが、階層数や階層構造は任意である。

また、データ表示処理部３０にかかる図４のフローチャートにおいて、各階層の楕円の大きさの比の決定（ステップＳ１１０１）では、楕円の大きさは配置するノード数に応じた大きさにするものとししたが、階層に応じて大きさの算出に重みづけしてもよい。楕円の短径：長径の比の決定（ステップＳ１１０２）では、楕円の短径：長径の比は全て同じとし、表示領域の縦横比に応じた比率にするものとしたが、別に表示領域の縦横比に依存させなくてもよい。また、ここでも、表示領域の縦横比は２：３としたが、表示領域の大きさは任意である。楕円比率の決定（ステップＳ１１０３）では、表示領域の縦横の長さを、楕円の大きさの比の決定（ステップＳ１１０１）と楕円の短径：長径の比の決定（ステップＳ１１０２）で求めた比率で配分して、ノード数から楕円の大きさを求める比率を算出するものとしたが、全階層の楕円を表示領域に一度に表示できなくてもよいならば、表示領域の大きさに依存させる必要はない。

第１階層のノードの配置（ステップＳ１１０５）では、第１階層の各ノード配下の第２階層のノード数に応じて、楕円の円周を分割し、ノードを配置するものとしたが、配下の階層のノード全てを考慮してもよい。また、円周の長さを分割するのではなく、中心の角度等で分割してもよい。

第２階層の楕円の中心位置の決定（ステップＳ１１０７）では、第１階層の楕円の中心と第１階層のノードとを結ぶ直線の延長が、先に求めた第２階層の楕円の中心軌跡となる楕円と交わる交点を第２階層の楕円の中心とするものとしたが、楕円の大きさに応じて、第１階層の楕円の中心からの距離を変化させてもよい。第２階層のノードの配置（ステップＳ１１０９）では、第１階層の楕円の中心と第１階層の各ノードとを結ぶ直線の延長が、各第２階層の楕円と交わる点を始点に、楕円の円周を（楕円上に配する第２階層の各ノード配下の第３階層のノード数＋１）個に等分し、始点を除く分割点を各ノード配下の第３階層のノード数に応じて配分して、各ノードを配置するものとしたが、ノードの配置の仕方は任意で、円周の長さではなく、中心の角度等で分割してもよい。

第３階層の楕円の中心軌跡の作成（ステップＳ１１１０）では、各第２階層の楕円の中心から、短径・長径が（第２階層の各楕円の短径・長径＋第３階層の最大楕円の短径・長径）となる大きさの楕円を作成するものとしたが、「第３階層の最大楕円の短径・長径」に関しては、第３階層の楕円全てを考慮するのではなく、その第２階層の楕円上に配するノード配下の第３階層の楕円のうちで最大の楕円の短径・長径としてもよい。また、第１階層の楕円の中心から、短径・長径が（第１階層の短径・長径＋第３階層の最大楕円の短径・長径）となる大きさの楕円を作成するものとしたが、同様に「第３階層の最大楕円の短径・長径」に関しては、各第２階層の楕円上に配するノード配下の第３階層の楕円のうちで最大の楕円の短径・長径としてもよい。第３階層の楕円の中心位置の決定（ステップＳ１１１１）では、先に求めた第３階層の楕円の中心軌跡を（楕円上に配する第２階層の各ノード配下の第３階層のノード数－１）個に等分し、２つの端点を含む分割点を各ノード配下の第３階層のノード数に応じて配分して、第３階層の楕円の中心とするものとしたが、円弧の長さで分割するのではなく、中心の角度等で分割してもよい。第３階層の各楕円の作成（ステップＳ１１１２）では、先に定めた点を各々中心として、楕円比率の決定（ステップＳ１１０３）で算出した比率に基づいて求めた大きさの楕円を作成するものとしたが、楕円の大きさに応じて、第２階層の楕円の中心からの距離を変化させてもよい。第３階層のノードの配置（ステップＳ１１１３）では、第２階層の楕円の中心と第２階層の各ノー

ドとを結ぶ直線の延長が、各第３階層の楕円と交わる点を始点に、楕円の円周を（楕円上に配する第３階層のノード数＋１）個に等分し、始点を除く分割点にノードを配置するものとしたが、配置の仕方は任意で、他の楕円との配置関係を考慮してもよい。また、さらに下位階層がある場合は、下位階層の構造に依存させてもよい。

以上説明したように、実施例１に示す本発明によれば、階層構造を図的に表現して、特定ノードの上下階層関係を表示する際に、同一階層に属するノードを同一楕円上に配置し、特定のノードについて上下階層のノードとの関係の把握を重視するために、上下階層の楕円が重複しないように上位楕円の外側に下位楕円を配置することにより、多数のノードから構成される大規模階層構造の上下関係を同一画面上に見やすく表示することができ、同一階層のノードを楕円状に配置することにより、構造表現の規則性を保ちつつ限られた表示領域内にノードを空間的に効率良く配置することができるという利点がある。

また、同一楕円上に配置するノード数に応じて楕円の大きさを変化させることによって、ノード数の多少による楕円上への配置の粗密を緩和させることができ、楕円の大きさに応じて同一階層の楕円の配置を変化させることによって、同一階層の楕円の重なり度合を均等にすることができ、さらに、下位階層の楕円の配置に応じて、上位階層の楕円上へのノード配置を変化させることによって、下位階層の楕円との位置関係が最適な位置に上位階層のノードを配置させることができるという利点がある。

（実施例２）

以下、実施例２について図面により詳述する。

本実施例における、データ表示処理部３０は、階層構造データ格納部２０に格納されたデータを用いて、ノードを配置すべき各階層の円の位置と大きさを算出し、さらに均等分割角を用いて円の円周上に各階層のノードを配置する位置を算出し、ノードについては例えば円や三角形、ノード間を接続するリンクについては直線への置き換えを行い、このようにして生成された階層構造図を制御部５０

を介してディスプレイ４０へ表示するものである。

本実施例は上述したように、特に、楕円を円に限定して、ノードを配置すべき各階層の円の位置と大きさを算出し、さらに均等分割角を用いて円の円周上に各階層のノードを配置する位置を算出する階層構造の図的表示に関する。

図２６は、データ表示処理部３０における処理手順の一実施例を示したフローチヤートである。ここでは、図２６に基づき、３階層の階層構造を有する場合の階層構造図の表示について説明する。

なお、本実施例の具体的処理の例の説明において使用する図２７から図３１に使用される符号と、他の図面で使用される符号とが同じ場合があっても、図２７から図３１の範囲では同一符号は同一のものを示すものとし、他の図における同一の符号とは関連がないものとする。

〈前処理〉

階層構造図を作成するために、階層構造データ格納部２０から階層構造に関するデータ及び階層構造図を表示するディスプレイ４０の表示領域に関するデータを読み込む（ステップＳ２１１０、Ｓ２１２０）。

〈最上位階層ノード配置〉

図２７は、最上位階層におけるノードの配置を説明するための図である。ここで、ｗ1とｗ２は表示領域の縦横の辺で、ここでは　ｗ１＜ｗ２　とする。最上位階層に関し、まず、ノード数から均等分割角αをα＝３６０°／ｉ（ｉ：最上位階層に属するノード数、ｉ≧２とする）として算出する（ステップＳ２１３０）。次に、図２７に示すごとく、表示領域の中心点ａから垂線ｆ１を下ろし、辺ｗ２との交点をｂとし、ａからｆ１が均等分割角αの二等分線となるように直線ｆ２、ｆ３を引き、ｗ２との交点をそれぞれｃ、ｄとして、二等辺三角形△ａｃｄを決定する（ステップＳ２１４０）。次に、ｃよりａｃｄの二等分線１４を引き、ｆ１との交点をｅとし、ｅを中心点として△ａｃｄに内接する円の半径Ｍを求め、内接円Ｕを決定する（ステップＳ２１５０）。次に、最上位階層のノードを配置する円として、ａを中心点とし、半径Ｌ（Ｌ＝０．５ｗ１－２Ｍ）の円Ｖを描く（ステップＳ２１６０）。そして、均等分割角αを用いて、円Ｖの円周上に第１階層に属するノードｐ１，ｐ２，・・・ｐｉ（ｉはノード数）を等間隔に

配置する（ステップＳ２１７０）。この場合、ｐ１はｆ１と該円Ｖの円周との交点上に配置し、ｐ２は例えば、時計回りに、ａから∠ｆ１・ａ・ｆ５＝αとなるように直線ｆ５を引き、円Ｖの円周との交点に配置し、以下同様にして、順次、ｐ３，・・・ｐｉを配置する。なお、最上位階層に属するノード数が１の場合は、表示領域の中心点ａにノードを配置すればよい。

〈第２位階ノード配置〉

図２８は、第２位階層におけるノードの配置を説明するための図である。図２８に示すごとく、まず、第２階層ノードの中心点群を配置するための中心円として、ａを中心点とし、半径Ｎ＝Ｌ＋Ｍ（すなわちａとｅを結ぶ直線の長さ）の円Ｗを描く（ステップＳ２１８０）。次に、ステップＳ２１５０で求めた点ｅを第２階層ノードの中心点群の第１の中心点とし、以下、ｆ５と円Ｗとの交点ｅ２を求めて第２の中心点とし、同様にして、中心点ｅ３，・・・，ｅｊを求める（ステップＳ２１９０）。

次に、中心点ｅに注目し、ｐ１配下の当該第２階層ノードのノード数から、均等分割角βをβ＝３６０°／ｍ＋１（ｍ：ｐ１配下の第２階層に属するノード数、ｍ≧２とする）として算出する（ステップＳ２２００）。次に、ｅからｗ２に下ろした垂線ｆＭが均等分割角βの二等分線となるように直線ｆ６、ｆ７を引き、ｗ２との交点をそれぞれｆ、ｇとして、二等辺三角形△ｅｆｇを決定する（ステップＳ２２１０）。次に、ｆより∠ｅｆｇの二等分線ｆ８を引き、ｆＭとの交点をｈとし、ｈを中心点として△ｅｆｇに内接する円の半径Ｐを求め、内接円Ｘを決定する（ステップＳ２２２０）。次に、ノードを配置する円として、ｅを中心点とし、半径Ｑ（Ｑ＝Ｍ－２Ｐ）の円Ｙを描く（ステップＳ２２３０）。そして、均等分割角βを用いて、円Ｙの円周上に、ｐ１配下の第２階層に属すノードｑ１、ｑ２、・・・ｑｍ（ｍはノード数）を等間隔に配置する（ステップＳ２２４０）。ここで、ａ、ｅを結ぶ直線ｆＥと円Ｙとの交点をｑ０とする。このｑ０は、最上位ノードｐ１と当該第２階層ノードを結ぶリンクの通り道となることから、該ｑ０にはノードを配置せず、ｅから時計回りに、∠ｆＥ・ｅ・ｆ９＝βとなるように直線ｆ９を引き、円周との交点にｑ１を配置する。同様にしてｑ２，・・・ｑｍを配置する。なお、ノード数が１の場合は、前記中心点ｅにノードを配置すれ

ばよい。

以下、第２階層ノードの各中心点ｅ２，ｅ３，・・・，ｅｊについて、ステップＳ２２００からステップＳ２２４０の作業を繰り返し、第２階層に属するノードを全て配置する（ステップＳ２２５０）。

〈第３位階層ノード配置〉

図２９は、第３位階層におけるノードの配置を説明するための図である。ここでは、便宜上、最上位階層ノードｐ１配下の第３階層ノードの配置について説明する。図２９に示すごとく、まず、ｐ１配下の第３階層ノードの中心点群を配置するための中心円として、ｅを中心点として、半径Ｒ（Ｒ＝Ｐ＋Ｑ）の円Ｚを描く（ステップＳ２２６０）。次に、第２階層ノードｑ１配下の第３階層ノードの中心点として、ｆ９と円Ｚとの交点をｈ１とし、該ｈ１を中心点として半径Ｐの円Ｘ１を描く（ステップＳ２２７０）。次に、ノード数から均等分割角γをγ＝３６０°／ｎ＋１（ｎ：ｑ１配下の第３階層に属するノード数、ｎ≧２とする）として算出する（ステップＳ２２８０）。そして、円Ｘ１の円周上にｑ１配下の第３階層に属するノードｒ１、ｒ２、・・・ｒｎを等間隔する（ステップＳ２２９０）。ここで、ｒ１は、ｈ１から時計回りに、∠ｅ・ｈ１・ｒ１＝γとなるように円Ｘ１の円周上に配置する。同様に、順次、ｒ２、・・・ｒｎを配置する。なお、ノード数が１の場合は、前記中心点ｈ１にノードを配置すればよい。

同様にして、ｑ２，・・・，ｑｍに関する円Ｚとの交点ｈ２，・・・，ｈｍを求め、円Ｘ２，・・・，Ｘｍを描き、ステップＳ２２８０、Ｓ２２９０の作業を繰り返し、円Ｘ３，・・・，Ｘｍの円周上に、ｑ２・・・，ｑｍ配下の第３階層に属するノードを配置する（ステップＳ２３００）。

図２６のフローチャートでは省略したが、このようにして作成された階層構造図を、ディスプレイ４０に表示する場合には、読み込んだ階層構造データに基づいて、ノードとノードを例えば直線で接続して表示すればよい。

図３０は、本実施例を３階層構造に適用した場合の表示例であり、最上位階層ノード数が５、第２位階層ノード数が３０、第３位階層ノード数が２６０であるが、同様にノードやリンクの間隔は十分広く確保されている。

図３１は、本実施例によるデータ表示処理語の他の適用例であり、３階層構造

において、最上位階層ノード数が７、第２位階層ノード数が４９、第３位階層ノード数が４９０であるが、同様にノードやリンクの間隔は十分広く確保されている。

以上説明したように、実施例２に示す発明によれば、階層構造を図的に表示する場合、最上位階層に属するノードについては、ディスプレイの表示領域の中心点を用いて描いた円の円周上に、当該階層に属するノード数から算出される均等分割角を用いて等間隔に配置し、第２階層以下のノードについては、最上位ノードを配置した円の外側の表示領域の周辺部全域にわたって、階層およびノード数に応じて大きさが最大となるように算出され、描画された円の円周上に配置することにより、ノード数が数百個から千個程度に達する大規模階層構造においても、ノードやリンクの間隔を広げて見やすく表示するとともにノードやリンクを画面上で容易に直接指定して操作することができるという利点がある。

（実施例３）

本実施例におけるデータ表示処理部３０の処理は、階層構造データ格納部２０に格納されたデータを用いて、ノードを配置すべき各階層の円の位置と大きさを算出し、ノードについては例えば円や三角形、ノード間を接続するリンクについては直線への置き換えを行い、このようにして生成された階層構造図を制御部５０を介してディスプレイ４０へ表示する。

以下に、実施例３にかかる階層構造の図的表示を具体的に説明する。

本実施例は、最上位階層ノードの表示処理と下位階層ノードの表示処理を同一処理手順の繰り返しで行うが、特に、ノード配置円の大きさやノード配置を”下位階層のノード数”を考慮して算出する実施例である。

図３２は、図１のデータ表示処理部３０における本実施例の処理手順を表わしたフローチャートの一例である。同一階層ノードの表示処理Ｓ３２３０は、ノード配置円の中心点の決定処理Ｓ３２３１と同一階層ノードに属するノードの表示処理Ｓ３２３２に大別される。ここで、同一上位階層ノードに属するノードの表示処理Ｓ３２３２は、その上位階層ノードの数だけ繰り返され、さらに、ノード配置円の中心点の決定処理Ｓ３２３１と当該同一上位階層ノードに属するノード

の表示処理Ｓ３２３２とは、下位階層のあるノードの数だけ繰り返される。

同一階層ノードの表示処理Ｓ３２３０において、ノード配置円の中心点の決定Ｓ３２３１では、上位階層ノード配置円の中心点から、上位階層ノード配置円を作成した時の内接円の中心までの距離を半径とする円を作成し、上位階層ノード配置円の中心点から上位階層の各ノードを結ぶ直線の延長線が円と交差する点を、各上位階層ノードに属するノードを配置する円の中心点と決定する。ただし、最上位階層のノード配置円の中心点は、表示領域の中心とする。

同一上位階層ノードに属するノードの表示処理Ｓ３２３２において、表示領域の決定Ｓ３２３３では、ノード配置円の中心点の決定Ｓ３２３１で決定した点を中心とし、上位階層ノードの分割角の延長線との内接円を作成し、その内接円内を表示領域とする。ただし、最上位階層の表示領域は、表示領域データの読み込みＳ３２２０で読み込んだ領域全体とする。分割角の重みづけＳ３２３４では、各ノードの最下位階層のノード数によって、重みづけを行う。この際、最上位階層以外では、上位階層ノードからのリンク表示スペースとして、仮想ノードｎ０を第一のノードとして加える。下位階層がない場合は、分割角を等分する。分割角の算出Ｓ３２３５では、最下位階層以外の場合は、上位階層ノードの分割角ａ°に対して、分割角の最大値は（９０＋ａ／２）°となるようにする。内接円の作成Ｓ３２３６では、分割角の算出Ｓ３２３５で算出した最大分割角で区分した表示領域内の領域に対する内接円を作成する。ただし、最下位階の場合、この内接円の作成Ｓ３２３６はスキップする。ノードの配置円の作成Ｓ３２３７では、ノード配置円の中心点から内接円に接するまでの距離を半径とする円を作成する。ただし、最下位階層では、表示領域の決定Ｓ３２３３で求めた表示領域の円をノード配置円とする。ノードの配置Ｓ３２３８では、各ノードの分割角の二等分線がノード配置円に交わった点にノードを配置する。同一円内ノードのリンク作成Ｓ３２３９では、ノード間を直線で結んでリンクを作成する。上位階層とのリンク作成Ｓ３２４０では、上位階層の円の中心点から現注目階層の円の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、基点と各ノードを直線で結ぶ。

以下に、本実施例の動作例を説明する。本実施例でも、表示対象の階造構造は

図４４に示す構造とし、さらに、同一上位階層ノードに属する同一階層のノードは、最下位階を除きすべて接続関係があるものとする。本実施例による具体的処理過程を図３３から図４２に示す。

なお、本実施例の動作例の説明において使用する図４４および図３３から図４２使用される符号と、他の図面で使用される符号とが同じ場合があっても、図４４および図３３から図４２の範囲では同一符号は同一のものを示すものとし、他の図における同一の符号とは関連がないものとする。

最初に、階層構造図を作成するために、図４４のような構造の階層構造データと階層構造図を表示するディスプレィの表示領域に関するデータを読み込む（ステップＳ３２１０、Ｓ３２２０）。

次に、まず、最上位階層ノードｎ１～ｎ５の表示処理Ｓ３２３０を実行する。図３３と図３４は、このときの処理過程を示した図である。

最上位階層に関して、ノード配置円の中心点１５０１を表示領域の中心と決定する（ステップＳ３２３１）。その後、以下の処理Ｓ３２３２を実行する。最上位階層の表示領域として、表示領域データの読み込みＳ３２２０で読み込んだ領域全体とする（ステップＳ３２３３）。各ノードの最下位階のノード数から各ノードの分割角を、本例では５、８、９、４、４と重みづけする（ステップＳ３２３４）。そのうち最大が９であるため、最大分割角は、３６０°×（９／（５＋８＋９＋４＋４）＝１０８°と算出される（ステップＳ３２３５）。現注目階層は最下位階層ではないので、円の中心点１５０１から表示領域の境界１５０２までの最短距離の直線１５０３を二等分線とする１０８°の角で区分した領域（図３３では１５０１、１５０４、１５０５で囲まれた領域）を作成し、この領域の内接円１５１０を作成する（ステップＳ３２３６）。表示領域の中心点１５０１から、該作成した内接円１５１０が円の中心点から表示領域の境界までの最短距離の直線１５０３と交差する点１５０６までを半径とする円１５００をノード配置円として作成する（ステップＳ３２３７）。重みづけした分割角にしたがって、ノード配円１５００を６０°、９６°、１０８°、４８°、４８°に分割し、各角の二等分線と円周との交点にノードｎ１～ｎ５を配置する（ステップＳ３２３８）。これらのノードｎ１～ｎ５を直線で結び、図３４のようにリンクを作成

する（ステップＳ３２３９）。

現注目階層に対する上位階層はないので、当該最上位階層に関するノード表示処理は終わり、次に、第二階層のノード表示処理Ｓ３２３０に進む。

まず、最上位階層のノードｎ１～ｎ５に属する第二階層のノードｎ１１～ｎ５４に関して、最上位階層のノード配置円の中心点から、最上位階層のノード配置円を求める時に作成した内接円の中心までの距離を半径とする円（これを図３３に１５３０で示す）を作成し、図３５に示すように、最上位階層ノード配置円の中心点から最上位階層の各ノードを結ぶ直線の延長線が円と交差する点を各々ｅ１～ｅ５として、各上位階層ノードに属するノードを配置する円の中心点と決定する（ステップＳ３２３１）。

次に、まず、ノードｎ１に属する第二階層のノードｎ１１～ｎ１５に関して表示処理Ｓ3_２３２を実行する。図３６と図３７は、このときの処理過程を示した図である。まず、点ｅ１を中心とするノードｎ１の分割角の延長線との内接円１８００を当該ノードの表示領域とする（ステップＳ３２３３）。ノードｎ１１～ｎ１５には下位階層がないので、該ノード数５に仮想ノードｎ０を加えた６で分割角を等分する（ステップＳ３２３４）。したがって、各分割角は３６０°／（５＋１）＝６０°となる（ステップＳ３２３５）。ノードｎ１１～ｎ１５は最下位階層なので、表示領域の決定Ｓ３２３３で求めた表示領域の円１８００をノード配置円とする（ステップＳ３２３７）。該ノード配置円１８００を６０°に等分し、図３６のように、各角の二等分線と円周との交点にノードｎ０、ｎ１１～ｎ１５を配置する（ステップＳ３２３８）。ノードｎ１１～ｎ１５は最下位階層で同一階層内のノード間に接続関係はないので、ステップＳ３２３９は省略し、ノードｎ１とのリンクとして、最上位階層の円の中心点から現注目階層の円の中心点への直線１８０１上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け（ここでは、ｅ１点とする）、図３７のように、基点と各ノードを直線で結ぶ（ステップＳ３２４０）。

次に、ノードｎ２に属する第二階層のノードｎ２１～ｎ２４に関して表示処理Ｓ３２３２を実行する。図３８から図４０は、このときの処理過程を示した図である。まず、点ｅ２を中心とするノードｎ２の分割角の延長線との内接円として

、図３８に示すような円２０１０をそのノードの表示領域とする（ステップＳ３２３３）。ノードｎ２１～ｎ２４には下位階層があるため、仮想ノードｎ０を第一のノードとして加え、各ノードの最下位階層のノード数から各ノードの分割角を１，２，２，２，２と重みづけする（ステップＳ３２３４）。最大が２であるため、最大分割角は、３６０°×（２／（１＋２＋２＋２＋２）＝８０°と算出される（ステップＳ３２３５）。ノードｎ２１～ｎ２９は最下位階層でないため、円２０１０の中心点ｅ２から表示領域の境界までの最短距離の直線を二等分線とする８０°の角で区分した領域を作成し、その領域の内接円２１１０を作成する（ステップＳ３２３６）。点ｅ２から、作成した内接円までの距離を半径とする図３９のような円２１００をノード配置円として作成する（ステップＳ３２３７）。重みづけした分割角にしたがって、ノード配置円２１００を４０°，８０°，８０°，８０°，８０°に分割し、各角の二等分線と円周との交点にノードｎ０、ｎ２１～ｎ２４を順に配置する（ステップＳ３２３８）。これらのノードｎ０、ｎ２１～ｎ２４を直線で結び、リンクを作成する（ステップＳ３２３９）。さらに、ノードｎ２とのリンクとして、最上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、図４０のように、基点と各ノードを直線で結ぶ（ステップＳ３２４０）。

ノードｎ３に属する第二階層のノードｎ３１～ｎ３３、ノードｎ４に属する第二階層のノードｎ４１～ｎ４４、ノードｎ５に属する第二階層のノードｎ５１～ｎ５４に関しても同様に表示処理Ｓ３２３２を実行する。

次に、第三階層のノード表示処理Ｓ３２３０に進む。まず、ノードｎ２１～ｎ２４に属する第三階層のノードについて表示処理Ｓ３２３０を実行する。図４１と図４２は、このときの処理過程の一部を示した図である。

ノードｎ２１～ｎ２４に属する第三階層のノードに関して、まず、上位階層ノード配置円（図３９の２１００）の中心点ｅ２から、該上位階層のノード配置円を求める時に作成した内接円（図３９の２１１０）の中心までの距離を半径とする円を作成し（これを図３９に２１２０で示す）、図４１に示すように、点ｅ２から上位階層の各ノードを結ぶ直線の延長線が円と交差する点を各々ｅ２１～ｅ２４として、各上位階層ノードに属するノードを配置する円の中心点と決定する

（ステップＳ３２３１）。

次に、まず、ノードｎ２１に属する第三階層のノードに関して表示処理Ｓ３２３２を実行する。まず、点ｅ１１を中心とするノードｎ１１の分割角の延長線との内接円２３００を当該ノードの表示領域とする（ステップＳ３２３３）。下位階層がないので、ノード数２に仮想ノードｎ０を加えた３で分割角を等分する（ステップＳ３２３４）。したがって、各分割角は３６０°／（２＋１）＝１２０°となる（ステップＳ３２３５）。該注目階層は最下位階層なので、表示領域の決定Ｓ３２３３で求めた表示領域の円２３００をノード配置円とする（ステップＳ３２３７）。該ノード配置円２３００を１２０°に等分し、各角の二等分線と円周との交点にノードを配置する（ステップＳ３２３８）。該注目階層は最下位階層で同一階層内のノード間に接続関係はないので、処理Ｓ３２３９は省略し、ノードｎ１１とのリンクとして、最上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、図４２のように、基点と各ノードを直線で結ぶ（ステップＳ３２４０）。

ノードｎ２２～ノードｎ２４に属する第三階層のノードに関しても、同様に表示処理Ｓ３２３２を実行する。さらに、ノード３１～ｎ３３に属する第三階層のノードに関して表示処理Ｓ３２３０を実行する。

ここで、同一上位階層ノードに属するノードの表示Ｓ３２３２において、表示領域の決定Ｓ３２３３では、ノード配置円の中心点の決定Ｓ３２３１で決定した点を中心とし、上位階層ノードの分割角の延長線との内接円を作成し、その内接円内を表示領域としたが、上位階層ノードの分割角の延長線内を全て表示領域としてもよい。分割角の重みづけＳ３２３４では、各ノードの最下位階層のノード数によって重みづけを行うものとしたが、重みづけの比率は任意である。また、最下位階層だけではなく、下位の全ての階層のノード数で重みづけを行ってもよい。下位階層がない場合は、分割角を等分するものとしたが、等分ではなく表示領域に応じて配分してもよい。分割角の算出Ｓ３２３５では、最下位階層以外の場合は、上位階層ノードの分割角ａ°に対して、分割角の最大値は（９０＋ａ／２）°となるようにしたが、設定する最大値は任意である。ノード配置円の作成Ｓ３３２７では、ノード配置円の中心点から内接円に接するまでの距離を半径と

する円を作成するものとしたが、それよりも小さい半径の円でもよい。最下位階層では、表示領域の決定Ｓ３２３３で求めた表示領域の円をノード配置円としたが、それよりも小さい半径の円でもよい。同一円内ノードのリンク作成Ｓ３３２９では、リンクはノード間を直線で結ぶものとしたが、円周上で隣に位置するノードとのリンクは、円弧を用いてもよい。上位階層とのリンク作成Ｓ３２４０では、上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、基点と各ノードを直線で結ぶものとしたが、基点は、上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上でなくてもよい。

なお、上述の実施例の説明においては、図１の階層構造データ格納部２０には、図４４のような階層構造のデータが格納されているものとしたが、格納されているデータの構造は任意である。また、同一上位階層ノードに属する同一階層のノードに接続関係がなくてもよい。

以上説明したように、実施例３に示す発明によれば、階層構造を図的に表示する場合に、同一階層に属するノードを一定の規則に従って作成した円を用いて放射状に配置し、その下位階層に属するノードをさらに放射状に円を配置して表示し、同一円周上のノードを下位階層のノード数に応じて配置することにより、下位階層が大きいノードに対して、下位階層のノードの表示領域を広くとるができ、ノード数が数百個から千個程度に達する大規模階層構造や階層数あるいはノード数に偏りがある構造においても、ノードやリンクの間隔を広げて見やすく表示すると共に、ノードやリンクを画面上で容易に直接指定して操作することができるという利点がある。

（実施例４）

本実施例におけるデータ表示処理部３０の処理は、階層構造データ格納部２０に格納されたデータを用いて、ノードを配置すべき各階層の円の位置と大きさを算出し、ノードについては例えば円や三角形、ノード間を接続するリンクについては直線への置き換えを行い、このようにして生成された階層構造図を制御部５

０を介してディスプレイ４０へ表示する。

以下に、実施例４にかかる階層構造の図的表示を具体的に説明する。

なお、本実施例は、最上位階層に属するノードについては、表示部の表示領域の中心点を中心に描いた円の円周上に配置し、第２階層以下のノードについては、上位階層の円の外側に配置するようにするが、特に、これらの円の大きさやノード配置を”下位階層の階層数”を考慮して算出する実施例である。

図４３は、図１のデータ表示処理部３０における本実施例の処理手順を表わしたフローチャートの一例である。最上位階層ノードの表示処理Ｓ３１３０において、ノード配置円の中心点の決定Ｓ３１３１では、最上位階層のノード配置円の中心点を表示領域の中心とする。分割角の重みづけＳ３１３２では、各ノードの下位の階層数によって重みづけを行う。最大分割角の算出Ｓ３１３３では、重みづけをもとに各ノードの分割角のうちの最大分割角を算出する。内接円の作成Ｓ３１３４では、この算出された最大分割角で区分した領域に対し、ノード配置円の中心点から表示領域の境界までの最短距離部分で内接円を作成する。ノード配置円の作成Ｓ３１３５では、ノード配置円の中心点から内接円に接するまでの距離を半径とする円すなわちノード配置円を作成する。ノードの配置Ｓ３１３６では、各ノードの分割角の二等分線がノード配置円に交わった点にノードを配置する。同一円内ノードのリンク作成Ｓ３１３７では、ノード間を直線で結んでリンクを作成する。

同一階層ノードの表示処理Ｓ３１４０は、同一上位階層ノードに属するノードの表示処理Ｓ３１４１が上位階層ノードの数だけ繰り返され、さらに、これが下位階層のあるノードの数だけ繰り返される。

同一上位階層ノードに属するノードの表示処理Ｓ３１４１において、表示可能領域の決定Ｓ３１４２では、上位階層ノードの分割角の延長線と上位階層ノード配置円作成時の内接円で閉じた領域を当該ノードの表示可能領域とする。ただし、第２階層ノード配置円の表示可能領域は、最上位階層ノードの分割角の延長線と表示領域の境界で閉じた領域を表示可能領域とする。内接円の作成Ｓ３１４３では、表示可能領域の決定Ｓ３１４２で決定された領域に対して、最大内接円を

作成する。ノード配置円の中心点の決定Ｓ３１４４では、内接円の作成Ｓ３１４３で作成された内接円の中心をノード配置円の中心点とする。ノード配置円の半径の算出Ｓ３１４５では、下位階層のノードの内少なくとも１つのノードに更に下位階層がある場合は、前記内接円の半径の１／５に、下位階層の全てのノードが最下位階層の場合、もしくは現注目階層が最下位階層の場合は、前記内接円の半径の１／２に設定する。分割角の重みづけＳ３１４６では、各ノードの下位の階層数によって重みづけを行う。この際、上位階層ノードからのリンク表示スペースとして、仮想ノードｎ０を第一のノードとして加える。下位階層がない場合は、分割角を等分する。ノードの配置Ｓ３１４７では、ノード配置円の中心点と上位ノード配置円の中心点を結ぶ直線を基線として第一のノード（仮想ノードｎ０）に対する分割角の二等分線とし、順に各ノードの分割角の二等分線がノード配置円に交わった点にノードを配置する。同一円内ノードのリンク作成Ｓ３１４８では、ノード間を直線で結んでリンクを作成する。上位階層とのリンク作成Ｓ３１４９では、上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、基点と各ノードを直線で結ぶ。

以下に、本実施例の動作例を説明する。なお、本実施例の動作例の説明において使用する図４４から図５２で使用される符号と、他の図面で使用される符号とが同じ場合があっても、図４４から図５２の範囲では同一符号は同一のものを示すものとし、他の図における同一の符号とは関連がないものとする。

以下の動作例において、表示対象の階層構造は図４４に示す構造とする。さらに、同一上位階層ノードに属する同一階層のノードは、最下位層を除きすべて接続関係があるものとする。図４４の階層構造について、本実施例による具体的処理過程を図４５から図５２に示す。

最初に、階層構造図を作成するために、図４４のような構造の階層構造データと階層構造図を表示するディスプレイの表示領域に関するデータを読み込む（ステップＳ３１１０，Ｓ３１２０）。

次に、まず、最上位階層ノードｎ１～ｎ５の表示処理Ｓ３１３０を実行する。図４５と図４６は、このときの処理過程を示した図である。

最上位階層に関して、ノード配置円の中心点６０１を表示領域の中心と決定す

る（ステップＳ３１３１）。各ノードｎ１～ｎ５の階層数から、ここでは、各ノードの分割角を２，３，３，２，２と重みづけする（ステップＳ３１３２）。そのうち最大が３であるため、最大分割角は、３６０°×（３／（２＋３＋３＋２＋２）＝９０°と算出される（ステップＳ３１３３）。中心点６０１から表示領域の境界６０２までの最短距離の直線６０３を二等分線とする最大分割角９０°の角で区分した領域（図４５の６０１，６０４，６０５で囲まれた領域）を作成し、その領域の内接円６１０を作成する（ステップＳ３１３４），表示領域の中心点６０１から、作成した内接円６１０が中心点６０１から表示領域の境界までの最短距離の直線６０３と交差する点６０６までを半径とする円６００をノード配置円として作成する（ステップＳ３１３５）。重みづけした分割角にしたがって、円６００を６０°，９０°，９０°，６０°，６０°に分割し、各角の二等分線と円周との交点にノードｎ１～ｎ５を配置する（ステップＳ３１３６）。これらのノードを直線で結び、図４６のようにリンクを作成する（ステップＳ３１３７）。

次に、同一上位階層ノードに属するノードの表示処理Ｓ３１４１として、まず、ノードｎ１に属する第二階層のノードｎ１１～ｎ１５に関して表示処理を実行する。図４７と図４８は、このときの処理過程を示した図である。まず、最上位階層のノード配置円の中心点からの上位階層ノードｎ１の分割角の延長線６０４，６０５が、表示領域の境界とで区切られた領域（ここでは、図４５の６０１，６０４，６０５で囲まれた領域と同一領域）を当該ノードの表示可能領域とする（ステップＳ３１４２）。この表示領域の内接円８１０を作成する（ステップＳ３１４３）。この内接円８１０の中心をノード配置円の中心点と決定する（ステップＳ３１４４）。現在注目の階層は最下位階層なので、内接円８１０の半径の１／２の長さをノード配置円の半径としてノード配置円８００を作成する（ステップＳ３１４５）。ノードｎ１１～ｎ１５には下位階層がないので、そのノード数５に仮想ノードｎ０を加えた６で分割角を等分する（ステップＳ３１４６）。ノード配置円８００の中心点と上位ノード配置円の中心点を結ぶ直線８０１を基線として、これを第一のノード（仮想ノードｎ０）に対する分割角の二等分線とし、３６０°／（５＋１）＝６０°ずつに分割して、図４７に示すように、各角

の二等分割線と円周との交点に仮想ノードｎ０からノードｎ１１～ｎ１５を順に配置する（ステップＳ３１４７）。これらのノードｎ１１～ｎ１５を直線で結び、リンクを作成する（ステップＳ３１４８）。さらに、ノードｎ１とのリンクとして、最上位階層の円（図４５の６００）の中心点から現階層の円８００の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点９００を設け、図４８のように、基点９００と各ノードを直線で結ぶ（ステップＳ３１４９）。

次に、ノードｎ２に属する第二階層のノードｎ２１～ｎ２４に関して表示処理Ｓ３１４１を実行する。図４９と図５０は、このときの処理過程を示した図である。まず、最上位階層のノード配置円の中心からの、上位階層ノードｎ２の分割角の延長線１００２、１００３が表示領域の境界とで区切られた領域を当該ノードの表示可能領域とする（ステップＳ３１４２）。この表示領域の内接円１０１０を作成する（ステップＳ３１４３）。この内接円１０１０の中心をノード配置円の中心点と決定する（ステップＳ３１４４）。該階層のノードには更に下位階層があるので、内接円１０１０の半径の１／５の長さをノード配置円の半径としてノード配置円１０００を作成する（ステップＳ３１４５）。仮想ノードｎ０を第一のノードとして加え、各ノードの階層数から各ノードの分割角を１，２，２，２，２と重みづけする（ステップＳ３１４６）。ノード配置円１０００の中心点と上位ノード配置円の中心点を結ぶ直線１００１を基線として、これを第一のノード（仮想ノードｎ０）に対する分割角の二等分線とし、ノード配置円１０００を４０°，８０°，８０°，８０°，８０°に分割し、図４９のように、各角の二等分線と円周との交点に仮想ノードｎ０からノードｎ２１～２４を順に配置する（ステップＳ３１４７）。これらのノードｎ２１，～ｎ２４を直線で結び、リンクを作成する（ステップＳ３１４８）。さらに、ノードｎ２とのリンクとして、最上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点１１００を設け、図５０のように、基点１１００と各ノードを直線で結ぶ（ステップＳ３１４９）。

ノードｎ３に属する第二階層のノードｎ３１～ｎ３３、ノードｎ４に屈する第二階層のノードｎ４１～ｎ４４、ノードｎ５に属する第二階層のノードｎ５１～ｎ５２に関しても、同様に表示処理Ｓ３１４１を実行する。

次に、ノードｎ２１に属する第三階層のノードに関して表示処理１４１を実行する。図５１と図５２は、このときの処理過程を示した図である。

まず、上位階層のノード配置円（図４９の１０００）の中心からの上位階層のノードｎ２１の分割角の延長線１２０２、１２０３と上位階層ノード配置円作成時の内接円（図４９の１０１０）で閉じた領域を表示可能領域とする（ステップＳ３１４２）。この表示領域の内接円１２１０を作成する（ステップＳ３１４３）。この内接円１２１０の中心をノード配置円の中心点と決定する（ステップＳ３１４４）。現在注目の階層は最下位階層なので、内接円１２１０の半径の１／２の長さをノード配置円１２００の半径としてノード配置円を作成する（ステップＳ３１４５）。下位階層がないので、当該第三階層ノードのノード数３に仮想ノードｎ０を加えた４で分割角を等分する（ステップＳ４１４６）。ノード配置円１２００の中心点と上位ノード配置円の中心点を結ぶ直線１２０１を基線として、これを第一のノード（仮想ノードｎ０）に対する分割角の二等分線とし、３６０°／（３＋１）＝９０°ずつに分割して、図５０のように、各角の二等分割線と円周との交点にノードを順に配置する（ステップＳ３１４７）。これらのノードを直線で結び、リンクを作成する（ステップＳ３１４８）。さらに、ノードｎ２１とのリンクとして、上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線１２０１上に既に作成したリンクと重複しない位置に基点１３００を設け、図５２のように、基点１３００と各ノードを直線で結ぶ（ステップＳ３１４９）。

ノードｎ２２、ノードｎ２３、およびノードｎ３１～ｎ３３に属する第三階層のノードに関しても、同様に表示処理Ｓ３１４１を実行する。

ここで、最上位階層ノードの表示処理Ｓ３１３０において、分割角の重みづけＳ３１３２では、各ノードの下位の階層数によって、例えば２，３のように重みづけを行うものとしたが、重みづけの比率は任意である。ノード配置円の作成１３５では、ノード配置円の中心点から内接円に接するまでの距離を半径とする円を作成するものとしたが、それよりも小さい半径の円でよい。同一円内ノードのリンク作成Ｓ３１３８では、リンクはノード間を直線で結ぶものとしたが、円周上で隣に位置するノードとのリンクは、円弧を用いてもよい。

また、同一上位階層ノードに属するノードの表示処理Ｓ３１４１において、内

接円の作成Ｓ３１４３では、表示可能領域の決定Ｓ３１４２で決定した領域に対して、最大内接円を作成するものとしたが、表示可能領域が大きい場合、最大内接円よりも小さい円で代用してもよい。ノード配置円の半径の算出Ｓ３１４５では、下位階層のノードの内少なくとも１つのノードに更に下位階層がある場合は、前記内接円の半径の１／５に、下位階層の全てのノードが最下位階層の場合、もしくは現階層が最下位階層の場合は、前記内接円の半径の１／２に設定するものとしたが、内接円の半径に対するノード配置円の半径の割合は、変更可能である。また、最上位階層ノード配置円作成と同様に、最大分割角における内接円を作成して、ノード配置円の中心点から内接円に接するまでの距離を半径とする円を作成してもよい。分割角の重みづけ１４６では、各ノードの下位の階層数によって、重みづけを行うものとしたが、重みづけの比率は任意である。また、下位階層がない場合は、分割角を等分するものとしたが、必ずしも等分でなくてもよい。同一円内ノードのリンク作成Ｓ３１４８では、リンクはノード間を直線で結ぶものとしたが、円周上で隣に位置するノードとのリンクは、円弧を用いてもよい。上位階層とのリンク作成Ｓ３１４９では、上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、基点と各ノードを直線で結ぶものとしたが、基点は、上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上でなくてもよい。

なお、上述の実施例の説明においては、図１の階層構造データ格納部２０には、図４４のような階層構造のデータが格納されているものとしたが、格納されているデータの構造は任意である。また、同一上位階層ノードに属する同一階層のノードに接続関係がなくてもよい。

以上説明したように、実施例４に示す発明によれば、階層構造を図的に表示する場合に、同一階層に属するノードを一定の規則に従って作成した円を用いて放射状に配置し、その下位階層に属するノードをさらに放射状に円を配置して表示し、同一円周上のノードを下位階層の階層数に応じて配置することにより、下位階層が大きいノードに対して、下位階層のノードの表示領域を広くとるができ、ノード数が数百個から千個程度に達する大規模階層構造や階層数あるいはノード

数に偏りがある構造においても、ノードやリンクの間隔を広げて見やすく表示すると共に、ノードやリンクを画面上で容易に直接指定して操作することができるという利点がある。

（実施例５）

以下、本発明の実施の形態を図面を用いて具体的に説明する。

本実施例におけるデータ表示処理部３０は、階層構造データ格納部２０に格納されたデータからノードを配置すべき各階層の楕円の位置と大きさを算出し、ノードについては例えば円や三角形、ノード間を接続するリンクについては直線への置き換えを行い、作成した階層構成図を制御部５０を介してディスプレイ４０へ表示する。

本実施例では、特に、階層構造を図的に表示する場合において、上位階層ノードとその２つ下位の階層ノードが直接接続されているような場合の階層構造の図的表示についてのものである。

図５３はデータ表示処理部３０における処理手順を表したフローチャートの一例である。図５３の処理手順のプログラムはあらかじめ装置に内蔵されていてもよいし、フロッピーディスクやＣＤ－ＲＯＭ等の記録媒体に記録されて、該記録媒体からロードすることでもよい。

次に、図５３のフローチャートに基づいて本発明における階層構造の図的表示の動作例を説明する。

階層構造データ格納部２０に格納されているデータとしては、図５４のような、一部のノードが存在しない中間層がある構造が存在するものとする。図５４は便宜上、階層構造データ格納部２０に格納されているデータの階層構造をツリー表示で表現したものである。

なお、本実施例の動作例の説明において使用する図５４から図６２で使用される符号と、他の図面で使用される符号とが同じ場合があっても、図５４から図６２の範囲では同一符号は同一のものを示すものとし、他の図における同一の符号とは関連がないものとする。

図５３において、データの読み込み（ステップＳ４０１０）では、階層構造デ

ータ格納部２０に格納されているデータを読み込む。ここでは、図５４に示す階層構造データが読み込まれる。ノード配置楕円の作成（ステップＳ４０２０）では、読み込んだデータのうち、同一ノード配下の同一階層のデータを対象に、楕円の位置と大きさを算出して楕円を作成する。ここでは、便宜上、楕円の短径と長径の比は１：１の円とする。後述するように、最上位の円は図５５のように作成され、ノードａ１配下の階層の円は、図５８のように作成される。一部のノードが存在しない中間層があるかどうかの判定（ステップＳ４０３０）では、同一階層データに対して下位階層へのリンクはあるものの、ノードが存在しない部分があるかどうかを判定する。ノードの配置（ステップＳ４０４０）では、ステップＳ４０２０で作成された楕円（円）上にノードを等間隔に配置する。

ノードの二重楕円配置処理（ステップＳ４０５０）において、中間層ノード配下に下位階層のノードが存在するかどうかの判定（ステップＳ４０５１）では、中間層に存在するノードに対して、各ノードの配下に下位階層のノードが存在するかどうかを判定する。下位階層にダミーノードの追加（ステップＳ４０５２）では、中間層に存在するノードの配下に下位階層のノードが存在しないノードに対して、下位階層にダミーノードを１つ追加する。下位階層ノードの配置（ステップＳ４０５３）では、一部のノードが存在しない中間層の下位のノードを、ステップＳ４０２０で作成した楕円（円）上に等間隔に配置する。中間層ノードの配置（ステップＳ４０５４）において、楕円の作成（ステップＳ４５４１）では、中間層ノードを配置する楕円の大きさとして、短径・長径が、ステップＳ４０５３で配置した下位階層ノードの楕円（円）の１／２の大きさとなるように算出し、同ステップＳ４０５３で配置した楕円（円）の中心と同じ点を中心として、楕円（円）を作成する。ノードの配置（ステップＳ４５４２）では、配置するノード配下の下位階層のノードと楕円（円）の中心とを結ぶ直線が、ステップＳ４５４１で作成した楕円（円）と交わる点にノードを配置する。配下のノードが複数存在する場合、それらのノードが配置されている楕円（円）に沿って結ぶ円弧を等分する点を求め、その点と楕円（円）の中心とを結ぶ直線が、配置楕円（円）と交わる点にノードを配置する。

リンク作成（ステップＳ４０６０）では、上位階層ノードと現階層配置楕円（

円）の中心を直線で結び、その点を基点として各ノードを直線で結ぶ。ただし、ダミーノードに対してはリンクを結ばない。

他に未表示のノードがあるかの判定（ステップＳ４０７０）では、他に未表示のノードがある場合にはステップ２０に戻り、未表示のノードがない場合には処理を終了とする。

図５５から図６２は、本実施例における階層構造の図的表示の処理過程の具体的説明図である。以下、これらを参照して図５３の処理過程を説明する。

まず、図５４のような構造の階層構造データを読み込む（ステップＳ４０１０）。次に、最上位階層に関して、図５５のようなノード配置円Ａを作成する（ステップＳ４０２０）。図５４に示すように、最上位階層には、下位階層へのリンクはあるものの、ノードが存在しない部分は存在しないので（ステップＳ４０３０）、ａ１～ａ５の５つのノードを図５６のように等間隔に配置する（ステップＳ４０４０）。そして、これらのノードａ１～ａ５を、図５７に太線で示すようにリンクで結ぶ（ステップＳ４０６０）。ステップＳ４０７０で他の未表示のノードがあるか判定し、また下位に未表示のノードがあるので、ステップＳ４０２０に戻る。

次に、ノードａ１配下の階層の配置楕円として、図５８のようなノード配置円Ｃを作成する（ステップＳ４０２０）。ノードａ１の一つ下位の階層には、ｂ１～ｂ３の３つのノードしかなく、ノードａ１から直接二つ下位の階層のノードｃ４，ｃ７に接続されている部分があるので（ステップＳ４０３０）、以下のように、ノードの二重楕円配置処理を行う（ステップＳ４０５０）。まず、中間層のノードｂ１～ｂ３に対して、下位階層にノードが存在するかどうかを判定し（ステップＳ４０５１）、ノードｂ３には配下のノードが存在しないので、配下にダミーノードｄを追加する（ステップＳ４０５２）。次に、下位階層のノードｃ１～ｃ７とダミーノードｄの８つのノードを円Ｃ上に図５９のように等間隔に配置する（ステップＳ４０５３）。次に、中間層ノードの配置処理を行う（ステップＳ４０５４）。まず、中間層のノードｂ１～ｂ３を配置する円として、円Ｃの内部に大きさが１／２の円Ｂを図６０のように作成する（ステップＳ４５４１）。次に、円Ｃ上に、ノードｃ１，ｃ３を結ぶ円弧を二等分する点としてノードｃ２

の点を、ノードｃ５，ｃ６を結ぶ円弧を二等分する点として２点の中間点ｃ’を求め、図６１のように、二重円の中心Ｏから円Ｃ上のｃ２，ｃ’，ｄを結ぶ直線と円Ｂとの交点に、各々中間層のノードｂ１，ｂ２，ｂ３を配置する（ステップＳ４５４２）。そして、これらのノードを図６１のようにリンクで結ぶ（ステップＳ４０６０）。

以下、ステップＳ４０２０～Ｓ４０７０を繰り返して、ノードａ２～ａ５配下のノードに関しても、同様にして配置する。

上述の実施例の説明においては、階層構造データ格納部２０には、図５４のような階層横造のデータが格納されているものとしたが、格納されているデータの構造は任意で、また、３階層でなくてもよい。

図５４のフローチャートにおいて、データの読み込み（ステップＳ４０１０）では、階層構造データ格納部２０に格納されているデータを読み込むものとしたが、一度にすべてのデータを読み込まなくてもよい。ノード配置楕円の作成（ステップＳ４０２０）では、読み込んだデータのうち、同一ノード配下の同一階層のデータを対象に、楕円の位置と大きさを算出して楕円を作成するものとしたが、楕円の位置や大きさの算出方法は任意で、データ構造やノード数を考慮して算出してもよいし、予め定まった楕円の配置を作成しておいてもよい。また、中間層の楕円を内側に配置する二重楕円になる場合は、楕円の大きさを大きくするようにしてもよい。また、ここでは、楕円の短径と長径の比は１：１の円とするものとしたが、楕円の形や大きさは任意で、表示領域の縦横比に対応させて定めればよい。

ノードの配置（ステップＳ４０４０）では、ノード配置楕円の作成（ステップＳ４０２０）で作成した楕円上にノードを等間隔に配置するものとしたが、ノードの配置方法としては、等間隔ではなく各ノード配下のデータ構造を考慮して配分してもよい。

ノードの二重楕円配置処理（ステップＳ４０５０）において、中間層に存在するノードの配下に下位階層のノードが存在しないノードに対しては、中間層ノードを配置する領域を確保するために下位階層にダミーノードを１つ追加するものとしたが（ステップＳ４０５２）、ダミーノードを追加せずに、中間層配置楕円

上の適当な位置に配置するようにしてもよい。下位階層ノードの配置（ステップＳ４０５３）では、一部のノードが存在しない中間層の下位のノードを、ノード配置楕円の作成（ステップＳ４０２０）で作成した楕円上に等間隔に配置するものとしたが、ノードの配置方法は任意で、等間隔ではなく、上位の中間層にノードが存在するノードは、間隔を狭めて配置するなど、中間層のノードを考慮して配分してもよい。中間層ノードの配置（ステップＳ４０５４）において、楕円の作成（ステップＳ４５４１）では、中間層ノードを配置する楕円の大きさとして、短径・長径が、下位階層ノードの配置（ステップＳ４０５３）で配置した楕円の１／２の大きさとなるように算出するものとしたが、下位階層配置楕円より小さければ大きさは任意である。また、下位階層ノードの配置（ステップＳ４０５３）で配置した楕円の中心と同じ点を中心として、楕円を作成するものとしたが、下位階層配置楕円の内部に位置していれば、中心を同一にしなくてもよい。ノードの配置（ステップＳ４５４２）では、配置するノード配下の下位階層のノードと楕円の中心とを結ぶ直線が、楕円の作成（ステップＳ４５４１）で作成した楕円と交わる点にノードを配置するものとしたが、配置方法は任意で、楕円上に等間隔で配置してもよい。

リンク作成（ステップＳ４０６０）では、上位階層ノードと現階層配置楕円の中心を直線で結び、その点を基点として各ノードを直線で結ぶものとしたが、基点の位置は任意で、上位階層ノードを基点としてもよい。

また、上述した実施例１から４において、上位階層ノードとその２つ下位の階層ノードが直接接続されているような場合には、本実施例に示す階層構造の図的表示を適用するとよい。

以上説明したように、実施例５に示す発明によれば、階層構造を図的に表示する場合に、上位階層ノードとその２つ下位の階層ノードが直接接続されているように、該当する階層のノードが存在しない場合がある階層のノードを、下位階層の配置楕円の内側に第２の楕円を作成して該楕円上に配置することにより、ノードの接続関係を表すリンク表示の重なりを削減すると共に、ノードの階層関係を認識しやすく表示することができるという利点がある。

（実施例６）

以下、本実施例例を図面を用いて具体的に説明する。

本実施例のデータ表示処理部３０は、階層構造データ格納部２０に格納されたデータを用いて、ノードを配置すべき各階層の円の位置と大きさを算出し、ノードについては例えば円や三角形、ノード間を接続するリンクについて直線への置き換えを行い、このようにして生成された階層構造図を制御部５０を介してディスプレイ４０へ表示する。

そして、本実施例では、特に、２つの階層構造が接続しているような接続関係が複雑な大規模な複合階層構造を同一画面上に表示する際の接続関係を見やすく、かつ、操作しやすくするための階層構造の図的表示に関するものである。

図６３は、図１のデータ表示処理部３０における処理手順を表したフローチャートの一例である。この図６３に従って本発明の一実施例に係わる複合階層構造の図的表示作成過程を説明する。

なお、本実施例において図６３に示すフローチャートにおける動作例の説明のために図６４から図７８を使用するが、この図６４から図７８で使用される符号と、他の図面で使用される符号とが同じ場合があっても、図６４から図７８の範囲では同一符号は同一のものを示すものとし、他の図における同一の符号とは関連がないものとする。

図６３に示す処理は次のような設定の下で行われるものとする。

（１）　階層構造データ格納部２０には、図６４のような階層構造のデータが格納されているものとする。さらに、同一階層構造内の同一上位階層ノードに属する同一階層のノードは、最下位層を除きすべて接続関係があるものとする。また、階層構造データ格納部２０には、階層構造データの他に、ディスプレイ４０の表示領域に関するデータも格納されているとする。なお、図６４は便宜上、階層構造データ格納部２０に格納されているデータの階層構造をツリー表示で表現したものである。

（２）　表示領域データの読込み（ステップＳ５０２０）で読み込まれる表示領域は矩形とし、表示領域の分割（ステップＳ５０３０）では、その矩形と平行な

直線で表示領域を等分に分割するものとする。同一階層ノードの表示（ステップＳ５０４０）において、ノード配置円の中心点の決定（ステップＳ５０４１）では、上位階層ノード配置円の中心点から、上位階層ノード配置円を作成した時の内接円の中心までの距離を半径とする円を作成し、上位階層ノード配置円の中心点から上位階層の各ノードを結ぶ直線の延長線が円と交差する点を、各上位階層ノードに属するノードを配置する円の中心点と決定するものとする。ただし、最上位階層のノード配置円の中心点は、各表示領域の中心とするものとする。

（３）　同一上位階層ノードに属するノードの表示（ステップＳ５０４２）において、表示領域の決定（ステップＳ５４２１）では、ノード配置円の中心点の決定（ステップＳ５０４１）決定した点を中心点とし、上位階層ノードの分割角の延長線との内接円を作成し、その内接円内を表示領域とする。ただし、最上位階層の表示領域は、表示領域の分割（ステップＳ５０３０）で等分に分割した領域全体とする。分割角の重みづけ（ステップＳ５４２２）では、各ノードの最下位階層のシード数によって、重みづけを行うものとする。この際、最上位階層以外では、上位階層ノードからのリンク表示スペースとして、仮想ノードｎ０を第一のノードとして加えるものとする。下位階層がない場合は、分割角を等分するものとする。分割角の算出（ステップＳ５４２３）では、最下位階層以外の場合は、上位階層ノードの分割角ａ°に対して、分割角の最大値は（９０＋ａ／２）°となるようにする。内接円の作成（ステップＳ５４２５）では、分割角の算出（ステップＳ５４２３）で算出した最大分割角で区分した表示領域内の領域に対する内接円を交成するものとする。ノード配置円の作成（ステップＳ５４２６）では、ノード配置円の中心点から内接円に接するまでの距離を半径とする円を作成するものとする。ただし、最下位階層では、表示領域の決定（ステップＳ５４２１）で求めた表示領域の円をノード配置円とする。ノードの配置（ステップＳ５４２７）では、各ノードの分割角の二等分線がノード配置円に交わった点にノードを配置するものとし、他方の階層構造と接続しているノードまたはその上位ノードを、他方の表示領域に最短になる位置に配置するようにする。同一円内ノードのリンク作成（ステップＳ５４２８）では、リンクはノード間を直線で結ぶものとする。上位階層とのリンク作成（ステップＳ５４２９）では、上位階層の円

の中心点からの現階層の円の中心点への直線上で既に作成したりンクと重復しない位置に基点を設け、基点と各ノードを直線で結ぶものとする。

（４）　他の階層構造とのリンク作成（ステップＳ５０７０）では、別の階層構造と接続のあるノード間を直線で結ぶものとする。

以下、図６３のフローチャートに従って説明するが、本実施例における階層構造図の具体的処理過程を図６５から図７８に示す。

最初に、階層構造図を作成するために、図６４のような構造の階層構造データと階層構造図を表示するディスプレイの表示領域に関するデータを読み込む（ステップＳ５０１０、Ｓ５０２０）。次に、読み込んだ表示領域を図６５のように等分に分割する（ステップＳ５０３０）。

上記分割した各領域にそれぞれ階層構造を割り当てて、順次、同一階層ノードの表示処理を実行する（ステップＳ５０４０）。同一階層ノードの表示処理は、ある階層構造について、同一上位階層ノードに属するノードの表示処理（ステップＳ５０４２）が上位階層ノードの数だけ繰り返され（ステップＳ５０４３）、さらに、これが下位階層のあるノードの数だけ繰り返される（ステップＳ５０５０）。このようにして、ある階層構造の表示処理が終了すると、次に、他の階層構造について同様の処理が繰り返される（ステップＳ５０６０）。以下では、分割した領域１に図６４の左側の階層構造を割り当てるとして、その階層構造図の作成過程を説明する。なお、図６４の右側の階層構造の処理も同様である。

まず、最上位階層に関して、ノード配置円の中心点を各表示領域の中心と決定する（ステップＳ５０４１）。次に、着目する階層構造について、最上位階層の表示領域としては、分割した領域１と決定する（ステップＳ５４２１）。次に、各ノードの最下位階層のノード数から各ノードの分割角を、本例では４、５、８、７と重みづけする（ステップＳ５４２２）。そのうち、最大が８であるため、最大分割角は、３６０°×（８／（４＋５＋８＋７））＝１２０°と算出される（ステップＳ５４２３）。次に、最下位階層か判定し（ステップＳ５４２４）、最下位階層ではないので、円の中心点からの表示領域の境界までの最短距離の直線を二等分線とする１２０°の角で区分した領域を作成し、その領域の内接円を作成する（ステップＳ５４２５）。次に、表示領域の中心点から、作成した内接

円が円の中心点から表示領域の境界までの最短距離の直線と交差する点までを半径とする円をノード配置円として作成する（ステップＳ５４２６）。図６６はここまでの処理過程を示したもので、１００がノード配置円の中心点、１０５が内接円、１１０がノード配置円である。

次に、他方の階層構造と接続しているノードの上位ノードとして、本例ではｎ３のノードを双方の表示領域の中心を結ぶ直線とノード配置円１１０が交わった点に配置し、その点が分割角の二等分線上になるように、重みづけした分割角にしたがって、ノード配置円１１０を６０°、７５°、１２０°、１０５°に分割し、各角の二等分線と円周との交点にノードを配置する（ステップＳ５４２７）。次に、これらのノードを直線で結び、リンクを作成する（ステップＳ５４２８）。図６７はここまでの処理過程を示したもので、ｎ１～ｎ４が図６４に示す最上位階層のノード、これらを結ぶ直線がリンクである。

ここで、最上位階層のノード表示処理は終わり（ステップＳ５０４３）、次に第二階層のノードの処理に進む。

最上位階層ノードｎ１～ｎ４に属する第二階層のノードに関して、まず、最上位階層ノード配置円の中心点１００から、最上位階層のノード配置円を求める時に作成した内接円１０５の中心までの距離を半径とする円１１５を作成し、最上位階層ノード配置円の中心点から最上位階層の各ノードを結ぶ直線の延長線が円と交差とする点を各々ｅ１～ｅ４として、各最上位階層ノードに属するノードを配置する円の中心点と決定する（ステップＳ５０４１）。これを示したのが図６８である。

次に、ノードｎ１に属する第二階層のノードｎ１１～ｎ１４に関して、まず、点ｅ１を中心とするノードｎ１の分割角の延長線との内接円をそのノードの表示領域とする（ステップＳ５４２１）。ノードｎ１１～ｎ１４には下位階層がないので、ノード数４に仮想ノードｎ０を加えた５で分割角を等分する（ステップＳ５４２２）。したがって、各分割角は３６０°／（４＋１）＝７２°となる（ステップＳ５４２３）。ノードｎ１１～ｎ１４は最下位階層なので（ステップＳ５４２４）、ステップＳ５４２１で求めた表示領域の円をノード配置円とする（ステップＳ５４２６）。図６８の１２０が当該ノード配置円を示している。この円

を７２°に等分し、各角の二等分線と円周との交点にノードを配置する（ステップＳ５４２７）。ノードｎ１１～ｎ１４は最下位階層で、同一階層内のノード間に接続関係はないので、ステップＳ５４２８をスキップし、ノードｎ１とのリンクとして、最上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上に既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、基点と各ノードを直線で結ぶ（ステップＳ５４２９）。図６９はここまでの処理過程を示したもので、ここでは点ｅ１を基点とした例を示している。

ノードｎ２に属する第二階層のノードｎ２１～ｎ２５に関しても、上記ノードｎ１に属する第二階層のノードと同様の処理が行われる。その結果を図７０に示しておく。

次に、ノードｎ３に属する第二階層のノードｎ３１～ｎ３４に関しては、まず、点ｅ３を中心とするノードｎ３の分割角の延長線との内接円１０５をそのノードの表示領域とする（ステップＳ５４２１）。仮想ノードｎ０を第一のノードとして加え、各ノードｎ３１～ｎ３４の最下位階層のノード数から各ノードの分割角を１、２、２、２、２と重みづけとする（ステップＳ５４２２）。最大が２であるため、最大分割角は、３６０°×（２／（１＋２＋２＋２＋２））＝８０°と算出される（ステップＳ５４２３）。次にノードｎ３１～ｎ３４は最下位階層ではないので（ステップＳ５４２４）、円の中心点ｅ３から表示領域の境界までの最短距離の直線を二等分線とする８０°の角で区分した領域を作成し、その領域の内接円を作成する（ステップＳ５４２５）。点ｅ３から、作成した内接円までの距離を半径とする円をノード配置円として作成する（ステップＳ５４２６）。図７０はここまでの処理過程を示したもので、１２５が領域の内接円、１３０がノード配置円である。

次に、仮想ノードｎ０を上位ノード配置円１１０に最短の位置に配置し、他方の階層構造と接続しているノードの上位ノードとしてのｎ３２のノードの分割角の二等分線と円周との交点が、他方の表示領域に最短になるように、当該ノード配置円１３０を重みづけした分割角にしたがって、円を４０°、８０°、８０°、８０°、８０°に分割し、各角の二等分線と円周との交点にノードｎ３１～ｎ３４を配置する（ステップＳ５４２７）。次に、これらのノードを直線で結び、

リンクを作成する（ステップＳ５４２８）。さらに、ノードｎ３とのリンクとして、最上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、該基点と各ノードを直線で結ぶ（ステップＳ５４２９）。図７１はここまでの処理過程を示したものである。

ノードｎ４に属する第二階層のノードｎ４１～ｎ４３に関しても、上記ノードｎ３に属する第二階層のノードと同様の処理が行われる。ただし、ノードｎ４１～ｎ４３では、他方の階層構造と接続しているノードはないため、ノードの配置位置を考慮する必要はない。図７２はここまでの処理過程を示したものである。

次に、ノードｎ３１～ｎ３４に属する第三階層のノードに関して、上位階層ノード配置円の中心点ｅ３から、上位階層のノード配置円１３０を求める時に作成した内接円１２５の中心までの距離を半径とする円を作成し、点ｅ３から上位階層の各ノードを結ぶ直線の延長線が円と交差する点を各々ｅ３１～ｅ３４として、各上位階層ノードに属するノードを配置する円の中心点と決定する（ステップＳ５０４１）。図７３はこれを示したもので、１３５が中心点ｅ３から内接円１２５の中心までの距離を半径とする円である。

次に、ノードｎ３１に属する第三階層のノードに関して、まず、点ｅ３１を中心とするノードｎ３１の分割角の延長線との内接円をそのノードの表示領域とする（ステップＳ５４２１）。図７４に、該内接円を１４０で示す。該第三階層のノードには下位階層がないので、ノード数２に仮想ノードｎ０を加えた３で分割角を等分する（ステップＳ５４２２）。したがって、各分割角は３６０°／（２＋１）＝１２０°となる（ステップＳ５４２３）。次に、該第三階層のノードは最下位階層なので（すテップＳ５４２４）、その表示領域の円１４０をノード配置円とする（ステップＳ５４２６）。該ノード配置円１４０を１２０°に等分し、各角の二等分線と円周との交点にノードを配置する（ステップＳ５４２７）。該第三階層のノードは最下位階層で同一階層内のノード間に接続関係はないので、ステップＳ５４２８をスキップし、ノードｎ３１とのリンクとして、最上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上に既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、該基点と各ノードを直線で結ぶ（ステップＳ５４２９）。図７４はここまでの処理過程を示したものである。

ノードｎ３２に属する第三階層のノードに関しては、まず、点ｅ３２を中心とするノードｎ３２の分割角の延長線との内接円をそのノードの表示領域とする（ステップＳ５４２１）。図７５に、該内接円を１５０で示す。ここでも、下位階層がないので、ノード数２に仮想ノードｎ０を加えた３で分割角を等分する（ステップＳ５４２２）。したがって、各分割角は３６０°／（２＋１）＝１２０°となる（ステップＳ５４２３）。そして、最下位階層なので（ステップＳ５４２４）、その表示領域の円１５０をノード配置円とする（ステップＳ５４２６）。該ノード配置円１５０を１２０°に等分し、他方の階層構造と接続しているノードが他方の表示領域に最短になるように、各角の二等分線と円周との交点にノードを配置する（ステップＳ５４２７）。そして、ステップＳ５４２８をスキップし、ノードｎ３２とのリンクとして、最上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上に既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、基点と各ノードを直線で結ぶ（ステップＳ５４２９）。図７５はここまでの処理過程を示したものである。

ノードｎ３３～ｎ３４、ノードｎ４１～ｎ４３に属する第三階層のノードに関しても、ノードｎ３１に属する第三階層のノードと同様の処理を行う。

この結果、図６４の左側の階層構造に対して、図７６のような階層構造図が作成される。

続いて、他方の階層構造についても、同様の処理を行なうことにより、図６４の左右の階層構造に対して、それぞれ図７７のような階層構造図が作成される。最後に、双方の階層構造間を接続しているノード間を直線で結ぶ（ステップＳ５０７０）。これにより、図６４のような複合型階層構造に対して、図７８のような階層構造が完成する。

上述の実施例の説明においては、図１の階層構造データ格納部２０には、図６４のような階層構造のデータが格納されているものとしたが、格納されているデータの構造は任意で、２つの階層構造が同じ構造でなくてもよい。また、同一上位階層ノードに属する同一階層のノードに接続関係がなくてもよい。

さらに、表示領域は矩形とし、表示領域の分割（ステップＳ５０３０）では、その矩形と平行な直線で表示領域を等分に分割するものとしたが、表示領域の分

割方法は任意で傾めに区切ってもよいし、等分でなくてもよい。

さらに、同一上位階層ノードに屈するノードの表示処理（ステップＳ５０４２）において、表示領域の決定（ステップＳ５４２１）では、ノード配置円の中心点の決定（ステップＳ５０４１）で決定した点を中心点とし、上位階層ノードの分割角の延長線と内接円を作成し、その内接円内を表示領域としたが、上位階層ノードの分割角の延長線内を全て表示領域としてもよい。分割角の重みづけ（ステップＳ５４２２）では、各ノードの最下位階層のノード数によって、重みづけを行うものとしたが、重みづけの比率は任意である。また、最下位置階層だけではなく、下位の全ての階層のノード数で重みづけを行ってもよい。下位階層がない場合は、分割角を等分するものとしたが、等分ではなく表示領域に応じて配分してもよい。分割角の算出（ステップＳ５４２３）では、最下位階層以外の場合は、上位階層ノードの分割角ａ°に対して、分割角の最大値は（９０＋ａ／２）°となるようにしたが、設定する最大値は任意である。ノード配置円の作成（ステップＳ５４２６）では、ノード配置円の中心点から内接円に接するまでの距離を半径とする円を作成するものとしたが、それよりも小さい半径の円でもよい。最下位階層では、表示領域の決定（ステップＳ５４２１）で求めた表示領域の円をノード配置円としたが、それよりも小さい半径の円でもよい。ノードの配置（ステップＳ５４２７）では、各ノードの分割角の二等分線がノード配置円に交わった点にノードを配置するものとし、他方の階眉構造と接続しているノードまたはその上位ノードを、他方の表示領域に最短になる位置に配置するものとしたが、他方の階層構造が既に作成されている場合は、他方の階層構造の接続関係にあるノードに対して最短の位置になるように配置してもよい。同一円内ノードのリンク作成（ステップＳ５４２８）では、リンクはノード間を直線で結ぶものとしたが、円周上で隣に位置するノードとのリンクは、円弧を用いてもよい。上位階層とのリンク作成（ステップＳ５４２９）では、上位階層の円の中心点からの現階層の円の中心点への直線上で既に作成したリンクと重複しない位置に基点を設け、該基点と各ノードを直線で結ぶものとしたが、基点は、上位階層の円の中心点から現階層の円の中心点への直線上でなくてもよい。

他の階層構造とのリンク作成（ステップＳ５０７０）では、別の階層構造と接

続のあるノード間を直線で結ぶものとしたが、他のノードやノンクとの重複が最小になるような曲線を用いて結んでもよい。

また、上述した実施例１から５において、２つの階層構造が接続しているような場合には、本実施例に示す階層構造の図的表示を適用するとよい。

以上説明したように、実施例６に示す発明により、階層構造を図的に表示する場合に、同一階層に属するノードを一定の規則に従って作成した円を用いて放射状に配置し、ノード数の多い下位階層のノードをさらに外側に円形に配して表示することにより、粗密を軽減してノードやリンクを見やすく表示し、且つ、２つの階層構造の接続部分のノードを最接近させることにより、リンクの重複を回避することができ、ノードやリンクを画面上で容易に直接指定して操作することができるという利点がある。

（実施例７）

本実施例におけるデータ表示処理部３０は、階層構造データ格納部２０に格納されたデータを用いて、各階層のノードの配置位置を算出し、ノード間を接続するリンクの配線を行って、制御部５０を介してディスプレイ４０へ表示を行う。

本実施例における階層構造の図的表示方法は、特に、放射円状に配置されたノード間の階層構造のリンク表示をする場合に、階層に対応させて放射状に配置したノードの上下関係を表すリンクを、上位階層のノードから発した１本の直線を、他のリンク表示と重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続することに関する。

図７９は、データ表示処理部３０における本実施例の処理手順の一実施例を表したフローチャートである。以下、図７９に基づき、本発明による階層構造のリンク表示処理の一実施例を詳述する。

なお、本実施例において図７９に示すフローチャートにおける動作例の説明において図８０から図８４を使用するが、この図８０から図８４で使用される符号と、他の図面で使用される符号とが同じ場合があっても、図８０から図８４の範囲では同一符号は同一のものを示すものとし、他の図における同一の符号とは関

連がないものとする。

階層構造データ格納部２０には、図８０のような階層構造に関するデータが格納されているものとする。図８０では、分かりやすいように、階層構造データ格納部２０に格納されるデータの階層構造をツリー表示で表現している。

〈ノード配置〉

データ表示処理部３０では、まず、階層構造データ格納部２０から図８０に示すような階層構造データを読み込み、図８１に示すように、最上位階層のノード円をほぼ中央にして、下位階層のノード円を上位階層のノード円の外側に放射状に配置し、同一階層に属するノードを同一円上に配置する（ステップＳ６１００）。この時、ノードの上下関係は、上位階層のノードの外側に同一円周上に配置されている下位階層のノードはすべて、上位階層の同一ノードに属するようにする。例えば、ノードｐ１の外側の同一円周上に配置されているノードｑ１～ｑ４はノードｐ１に属し、ノードｑ１の外側の同一周上に配置されているノードｒ１～ｒ４はノードｑ１に属する。

このような放射円状のノード配置については、上述の実施例２や実施例３等で詳述してあるので、ここでの説明は省略する。基本原理は、最上位階層に属するノードは、表示領域の中心点を用いて描いた円の円周上に、当該階層に属するノード数から算出される均等分割角を用いて等間隔に配置し、第２位階層以下のノードは、前記円の外側に、同様に円形に配置するというものである。なお、各階層のノードを配置する円の半径は、下位階層の階層数やノード数に基づいて算出してもよく、また、各階層のノードを円一円周上に配置する位置は、同様に各ノードの下位階層の階層数やノード数から算出される分割角を用いて決めてもよい。

〈リンク配線〉

次に、データ表示処理部３０では、各ノード間のリンクの配線処理を行う。ここで、同一階層間の接続関係としては、同一上位階層ノードに属するノードは、最下位層を除きすべて接続関係があるものとする。

まず、最上位階層のノードｐ１、ｐ２、ｐ３、ｐ４間のリンクについては、すべて直線で結ぶ（ステップＳ６１１０）。

次に、第２階層に関して、まず、最上位階層のノードｐ１配下の第２階層に属するノードｑ１、ｑ２、ｑ３、ｑ４についてリンク配線を行う。ここで、ノードｑ１～ｑ４は最下位階層ではないので、当該ノードｑ１、ｑ２、ｑ３、ｑ４のノード間を結ぶリンクについては、すべて直線で結ぶ（ステップＳ６１１１）。また、ノードｑ１～ｑ４のノード数は偶数なので、上位階層のノードｐ１と当該ノードｑ１、ｑ２、ｑ３、ｑ４を結ぶリンクについては、図８２に示すように、まず、ノードｐ１からノードｑ１、ｑ２、ｑ３、ｑ４を配する円の中心ｅ１まで直線をひき（ステップＳ６１１２）、次に、点ｅ１を基点に各ノードｑ１、ｑ２、ｑ３、ｑ４に直線をひいてリンクを結ぶ（ステップＳ６１１３）。

次に、最上位階層のノードｐ２配下の第２階層に属するノードｓ１、ｓ２、ｓ３についてリンク配線を行う。ノードｓ１～ｓ３も最下位階層ではないので、当該各ノードｓ１、ｓ２、ｓ３のノード間を結ぶリンクについては、すべて直線で結ぶ（ステップＳ６１１１）。さらに、上位階層のノードｐ２と当該ノードｓ１、ｓ２、ｓ３を結ぶリンクについては、ノードｓ１～ｓ３のノード数が奇数なので、図８３に示すように、上位階層のノードｐ２とノードｓ１、ｓ２、ｓ３を配する円の中心ｅ２を結ぶ補助線をひき（ステップＳ６１１４）、その直線上でノードｐ２からノードｓ１、ｓ２、ｓ３を配する円周と接するまでの部分の任意の位置に点ｊを設定する（ステップＳ６１１５）。そして、上位階層のノードｐ２と点ｊを直線で結び（ステップＳ６１１６）、点ｊから各ノードｓ１、ｓ２、ｓ３に直線をひいてリンクを結ぶ（ステップＳ６１１７）。

以下、最上位階層のノードｐ３、ｐ４配下の第２階層に属するノードに対して、同様にリンクを結ぶ。

次に、第３階層に関して、まず、上位階層である第２階層のノードｑ１配下の第３階層に属するノードｒ１、ｒ２、ｒ３、ｒ４についてリンク配線を行う。ここで、ノードｒ１～ｒ４は最下位階層であるので、各ノードｒ１、ｒ２、ｒ３、ｒ４のノード間を結ぶリンクは不要である。上位階層のノードｑ１と当該ノードｒ１、ｒ２、ｒ３、ｒ４を結ぶリンクについて、ノードｑ１から当該ノードｒ１、ｒ２、ｒ３、ｒ４を配する円の中心まで直線をひき（ステップＳ６１１８）、その円の中心を基点にして、各ノードｒ１、ｒ２、ｒ３、ｒ４に直線をひいてリ

ンクを結ぶ（ステップＳ６１１９）。

以下、第２階層の各ノード配下の第３階層に属するノードに対して、同様にリンクを結ぶ。

以上の処理により、図８０に示した階層構造データのツリー状のリンク表示は図８４のようになる。

なお、上述の実施例の説明においては、階層構造データ格納部には、図８０のような階層構造に関するデータが格納されているものとしたが、格納されているデータ構造は任意である。

また、階層構造変換部における本実施例のリンク配線処理のフローでは、ノード数が奇数個の時のみ基点をずらす処理を行ったが、これは奇数個に限定するものではなく、偶数個の時にも同様の処理を行ってもよい。

さらに、上述の本実施例では触れなかったが、同じ階層のノード間のリンクと上下階層のノード間のリンクで、直線の色や太さを異ならせて表現してもよい。

また、上述した実施例１から６において、上位階層のノードから発した１本の直線を、他のリンク表示と重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続する場合には、本実施例に示す階層構造の図的表示を適用するとよい。

以上説明したように、実施例７に示す発明によれば、放射円状に配置されたノード間の階層構造のリンク表示をする場合に、階層に対応させて放射状に配置したノードの上下関係を表すリンクを、上位階層のノードから発した１本の直線を、他のリンク表示と重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続することにより、ノード数が数百個から千個程度に達する大規模階層構造においても、リンクの間隔を広げて見やすく表示することができると共に、リンクを画面上で容易に直接指定して操作することができるという利点がある。

（データ表示処理部３０の詳細な構成）

図８５は、図１において本発明の特徴をなすデータ表示処理部３０のより詳細な構成図である。以下では、図８５を用いてデータ表示処理部３０の構成をより詳細に説明する。なお、図８５において、図１の各部に対応する部分には同一の

符号を付けている。

図８５より、データ表示処理部３０は、データ構造解析部３１と、ノード配置算出部３２と、リンク配線算出部３３と図形作成部３４により構成させれている。

そして、データ構造解析部３１は、分岐点、中継点あるいは節点に相当する装置ないし機能の階層構造に関するデータを階層構造データ格納部２０から読み込み、解析を行う。ノード配置算出部３２は、データ構造解析部３１の解析結果より、同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、下位の同一階層の楕円を、上位階層の楕円の外側に配置することでノード配置位置の算出を行う。リンク配線算出部３３は、データ構造解析部３１の解析結果およびノード配置算出部３２のノード配置位置より、ノード間の接続関係を表すリンク配線の算出を行う。そして、図形作成部３４は、ノード配置算出部３２およびリンク配線算出部３３からの算出結果を利用してディスプレイ４０への出力のための図形の作成を行う。なお、図形作成部３４で作成した図形は、制御部５０を介してディスプレイ４０に表示される。ここでは、表示装置として、ディスプレイ４０を例にしているが、これに限定されものではなく、プリンタ等の印刷装置であってもよい。

さらに、ノード配置算出部３２は、ノードを配置する軌跡を算出するノード配置軌跡算出部３２ａと、ノードを配置する位置を決定するノード位置算出部３２ｂと、各階層の配置位置の算出を行う階層配置位置算出部３２ｃにより構成される。階層構造データ格納部２０に格納されるデータは、一般に複数階層、複数ノードとなっているので、表示処理が終了するまで、順次ノード配置軌跡算出部３２ａ、ノード位置算出部３２ｂ、階層配置位置算出部３２ｃにより処理が行われることになる。この際に、各部で算出された結果を次の部の処理で利用している。

また、リンク配線算出部３３は、上位階層のノードから発した直線を他のリンクと重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続するリンク分岐位置算出部３３ａを備えている。

次に上述した実施例１から実施例７の説明で用いたデータ表示処理部３０の動

作を示すフローチャートが、図８５に示すどの部の動作となるかを説明する。なお、実施例１から実施例７の説明で用いたデータ表示処理部３０の動作を示すフローチャートは、主に、ノード配置算出部３２、リンク配線算出部３３に係るものである。

図４に示す実施例１におけるフローチャートにおいて、各ステップと処理部との対応は以下のようになる。ステップＳ１１０１～Ｓ１１０３はデータ構造解析部３１により行われ、他のステップはノード配線算出部３２により行われる。なお、ステップＳ１１０４、Ｓ１１０７、Ｓ１１０８、Ｓ１１１１、Ｓ１１１２はノード配置軌跡算出部３２ａにより行われ、Ｓ１１０５、Ｓ１１０９、Ｓ１１１３はノード位置算出部３２ｂにより行われ、Ｓ１１０６、Ｓ１１１０は階層配置位置算出部３２ｃにより行われる。

図２６に示す実施例２におけるフローチャートにおいての対応は以下のようになる。ステップＳ２１１０、Ｓ２１２０はデータ構造解析部３１により行われ、他の処理はノード配置算出部３２により行われる。そして、図２６における最上位ノードの配置においては、ステップＳ２１３０～Ｓ２１６０がノード配置軌跡算出部３２ａにより行われ、ステップＳ２１７０がノード位置算出部３２ｂにより行われる。また、第２階層ノードの配置においては、ステップＳ２１８０が階層配置位置算出部３２ｃにより行われ、ステップＳ２１９０～Ｓ２２３０がノード配置軌跡算出部３２ａにより行われ、ステップＳ２２４０がノード位置算出部３２ｂにより行われる。また、第３階層ノードの配置においては、ステップＳ２２６０が階層配置位置算出部３２ｃにより行われ、ステップＳ２２７０～Ｓ２２８０がノード配置軌跡算出部３２ａにより行われ、ステップＳ２２９０がノード位置算出部３２ｂにより行われる。なお、条件判断Ｓ２２５０、Ｓ２３００は、ノード配置軌跡算出部３２ａ、ノード位置算出部３２ｂ、階層配置位置算出部３２ｃをとりまとめるノード配置算出部３２により行われる。

図３２に示す実施例３におけるフローチャートにおいての対応は以下のようになる。ステップＳ３２１０、Ｓ３２２０はデータ構造解析部３１により行われる。そして、ステップＳ３２３９～Ｓ３２４０がリンク配線算出部３３により行われ、他のステップはノード配線算出部３２により行われる。

図４３に示す実施例４におけるフローチャートにおいての対応は以下のようになる。ステップＳ３１１０、Ｓ３１２０はデータ構造解析部３１により行われる。そして、ステップＳ３１３７、Ｓ３１４８～Ｓ３１４９がリンク配線算出部３３により行われ、他のステップはノード配線算出部３２により行われる。

図５３に示す実施例５におけるフローチャートにおいての対応は以下のようになる。ステップＳ４０１０はデータ構造解析部３１により行われる。そして、ステップＳ４０６０がリンク配線算出部３３により行われ、他のステップはノード配線算出部３２により行われる。

図６３に示す実施例６におけるフローチャートにおいての対応は以下のようになる。ステップＳ５０１０、Ｓ５０２０はデータ構造解析部３１により行われる。そして、ステップＳ５４２８～Ｓ５４２９、Ｓ５０７０がリンク配線算出部３３により行われ、他のステップはノード配線算出部３２により行われる。

図７９に示す実施例７におけるフローチャートにおいての対応は以下のようになる。ステップＳ６１００はノード配置算出部３２により行われる。そして、他のステップはリンク配線算出部３３におけるリンク分岐位置算出部３３ａにより行われる。

このデータ表示処理部３０を含む階層構造の図的表示装置を用いることで、限られた面積の中に、重複なく多くのノードを自動的に配置できるようになる。

なお、図１におけるデータ表示処理部３０における階層構造の図的表示を実現するためのプログラムをＣＤ－ＲＯＭやＦＤ、ハードディスク等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータに読み込ませ、実行することにより階層構造の図的表示を行ってもよい。

以上説明した階層構造の図的表示方法や装置を用いる、あるいは、階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体をコンピュータに読み読み取り実行させることにより、上位階層ノードに対して下位階層ノードを同心楕円の外側に配置し、同一階層のノードが同一楕円上に位置するように配置するため、ノード数の多い下位階層の表示領域が広く、ノードやリンクの重複を削減することができる

。また、階層構造に基づいて楕円の大きさを算出するため、限られた表示領域内に全階層のノードを一度に表示することができる。さらに、ノードの配置やリンクの配線を自動的に算出して表示するため、構造の変化にも即座に対応できる。

なお、以上説明した階層構造の図的表示方法および装置は、階層構造を成す大規模ネットワーク構成全体を限られた画面内に表示し、ネットワークの状態を監視したり、表示オブジェクトを操作して構成を変更したり、各機器の詳細データを表示したりする際の表示技術として利用される。これは、ＬＡＮの障害を検出し、その障害規模を推測するＬＡＮ監視システムや、ＬＡＮを介して提供するサービスの品質レベルを監視・制御するサービス管理システム等に応用される。また、インターネットサービスプロバイタ等の接続関係を表示する際にも応用可能である。

請求の範囲

1. 分岐点、中継点あるいは節点に相当する装置ないし機能であるノードとノード間の接続関係により、前記ノード間の階層構造を図的に表示する方法において、

同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、

下位の同一階層の楕円を、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置する

階層構造の図的表示方法。

2. 前記楕円の大きさは、

前記同一楕円上に配置するノード数に応じて変化させる

請求の範囲第1項記載の階層構造の図的表示方法。

3. 前記楕円の短径・長径の比は、

表示領域の縦横比に対応させて決定し、

該楕円の短径・長径の長さは、

前記同一楕円上に配置するノード数の比に対応させて各楕円の短径・長径の長さを算出する

請求の範囲第2項記載の階層構造の図的表示方法。

4. 前記同一楕円上へのノードの配置は、

下位階層のノード数に応じて、楕円上へのノードの配置を変化させる

請求の範囲第1項記載の階層構造の図的表示方法。

5. 前記下位階層のノード数に応じた楕円上へのノードの配置は、

前記同一楕円に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて、ノードを配置する楕円の円周を分割し、

各分割した円弧の中点に各ノードを配置する

各ステップを含む請求の範囲第4項記載の階層構造の図的表示方法。

6. 前記同一階層における楕円の配置は、

前記同一楕円上に配置するノード数に応じて、同一階層の楕円の配置を変化させる

請求の範囲第1項記載の階層構造の図的表示方法。

7．　前記同一楕円上に配置するノード数に応じた同一階層の楕円の配置は、

上位階層より大きい同心楕円を作成し、

該同心楕円の円周、または円周の一部を同一階層のノードを配置する各楕円の中心を設定する中心軌跡とし、

前記各楕円上に配置するノード数の比に対応させて中心軌跡の円弧を分割し、

分割した円弧の中点を各楕円の中心位置と決定する

各ステップを含む請求の範囲第6項記載の階層構造の図的表示方法。

8．　前記ノード間の階層構造の図的表示は、

ノード間の階層構造に基づいて、各階層の楕円の大きさの比、楕円の短径及び長径の比を決定し、更に表示領域に応じて各階層の楕円の大きさを決定し、

該決定値に基づいて第1階層の楕円を作成し、

該楕円上に第1階層の各ノード配下のノード数に応じてノードを配置し、

前記第1階層の楕円を中心に、第1階層と第2階層の楕円が重ならない距離に第2階層の楕円の中心軌跡を作成し、

該第2階層の楕円の中心軌跡を中心として、第2階層の各楕円に配置するノード数に応じた位置に、配置するノード数に応じた大きさの第2階層の楕円を作成し、

該楕円上に第2階層の各ノード配下のノード数に応じてノードを配置し、

第3階層以降について、前記処理と同様の処理を繰り返す

各ステップを含む請求の範囲第1項記載の階層構造の図的表示方法。

9．　前記楕円は、円であることを特徴とする

請求の範囲第1項記載の階層構造の図的表示方法。

10．　前記ノードを配置する円の大きさは、

各ノード配下の下位階層のノードを配置する円が最大となるように決定する

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

11．　前記各ノード配下の下位階層のノードを配置する円が最大となるような決定は、

ノードを配置する円の中心角を同一円上に配置するノード数で等分割し、

その分割線と表示境界線とで形成される最小の領域において内接円を作成し、

最下位階層を除く階層に対しては、円の中心から内接円までの長さまたはそれ以下をノードを配置する円の半径とし、最下位階層に対しては、内接円の半径に等しいかまたはそれ以下を、ノードを配置する円の半径とする

各ステップを含む請求の範囲第１０項記載の階層構造の図的表示方法。

１２．　前記ノードを配置する円へのノードの配置は、

配置するノード数に応じて円の中心角を等分割して配置する

請求の範囲第９項記載の階層構造の図的表示方法。

１３．　前記配置するノード数に応じて円の中心角を等分割して配置は、

最上位階層のノードについては、配置するノード数でノードを配置する円の中心角を等分割し、

第２階層以下のノードについては、同一円上に配置するノード数に１を加えた値で中心角を等分割して、ノードを配置する

各ステップを含む請求の範囲第１２項記載の階層構造の図的表示方法。

１４．　前記同一階層の円の配置は、

上位階層の円と同じ中心で、上位階層の円の半径に、同一階層の円の内最大の円の半径を加えた長さまたはそれ以上の長さを半径とする円上に、該同一階層の円を等間隔で配置する

請求の範囲第９項記載の階層構造の図的表示方法。

１５．　前記同一階層の円の配置は、

第２階層以下のノードについて、上位階層の円の中心を中心とし、

半径が上位階層の円の半径に、上位階層の円の半径算出時に作成した内接円の半径を加えた長さの円を作成し、

上位階層の円の中心から上位ノードへの直線の延長線と作成した円との交点を、ノードを配置する円の中心とする

各ステップを含む請求の範囲第１４項記載の階層構造の図的表示方法。

１６．　前記ノード間の階層構造の図的表示は、

ノードを配置する円の中心角を同一円上に配置するノード数で等分割し、

その分割線と表示境界線とで形成される最小の領域において内接円を作成し、

円の中心から内接円までの距離もしくは内接円の半径から、ノードを配置する

円の半径を算出してノードを配置する円を作成し、

配置するノード数に応じて中心角を等分割してノードを配置し、

上位階層の円の半径に内接円の半径を加えた長さの円を作成し、上位階層の円の中心から上位ノードへの直線の延長との交点を、第2階層以下のノードを配置する円の中心とし、

未表示のノードについて、前記処理と同様の処理を繰り返す

各ステップを含む請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

17. 前記ノードを配置する円の半径は、

下位階層のノード数に基づいて算出する

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

18. 前記下位階層のノード数に基づいた算出は、

最下位階層を除く階層の場合、ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて分割し、その最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径とし、

最下位階層に対しては、上位階層のノードが配置される時に作成した各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、その内接円の半径に等しい長さを、ノードを配置する円の半径とする

各ステップを含む請求の範囲第17項記載の階層構造の図的表示方法。

19. 前記各階層のノードを同一円周上に配置する位置は、

各ノードの下位階層のノード数から算出される分割角を用いて配する

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

20. 前記各ノードの下位階層のノード数から算出される分割角を用いた配置は、

最下位階層を除く階層に対しては、ノードを配置する円の半径を算出する時に作成した各分割角に応じてノードを配置し、

最下位階層に対しては、同一円上に配置するノード数に応じて等分割してノードを配置する

各ステップを含む請求の範囲第19項記載の階層構造の図的表示方法。

２１．　第２階層以下のノードにおけるノードを配置する円の中心は、

上位階層のノードを配置する円の半径を算出する時に作成した各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、

該内接円中心をノードを配置する各円の中心とする

請求の範囲第９項記載の階層構造の図的表示方法。

２２．　前記ノード間の階層構造の図的表示は、

ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて分割し、

最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を作成し、

分割した角に応じてノードを配置し、

各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、各内接円の中心を下位階層のノードを配置する各円の中心とし、

未表示のノードについて、前記処理と同様の処理を繰り返す、

各ステップを含む請求の範囲第９項記載の階層構造の図的表示方法。

２３．　前記ノードを配置する円の半径は、

下位階層の階層数に基づいて算出する

請求の範囲第９項記載の階層構造の図的表示方法。

２４．　前記下位階層の階層数に基づいた算出は、

最下位階層を除く階層に対しては、ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、その最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径とし、

最下位階層に対しては、上位階層のノードが配置される時に作成した各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、その内接円の半径に等しい長さを、ノードを配置する円の半径とする

各ステップを含む請求の範囲第２３項記載の階層構造の図的表示方法。

２５．　前記各階層のノードを同一円周上に配置する位置は、

CLMS

各ノードの下位階層の階層数から算出される分割角を用いて配する

請求の範囲第９項記載の階層構造の図的表示方法。

２６．　前記各ノードの下位階層の階層数から算出される分割角を用いた配置は、

最下位階層を除く階層に対しては、ノードを配置する円の半径を算出する時に作成した各分割角に応じてノードを配置し、

最下位階層に対しては、同一円上に配置するノード数に応じて等分割してノードを配置する

各ステップを含む請求の範囲第２５項記載の階層構造の図的表示方法。

２７．　第２階層以下のノードにおけるノードを配置する円の中心は、

上位階層のノードを配置する円の半径を算出する時に作成した各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、

その中心をノードを配置する各円の中心とする

請求の範囲第９項記載の階層構造の図的表示方法。

２８．　前記ノード間の階層構造の図的表示は、

ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、

最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を作成し、

分割した角に応じてノードを配置し、

各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、各内接円の中心を下位階層のノードを配置する各円の中心とし、

未表示のノードについて、前記処理と同様の処理を繰り返す、

各ステップを含む請求の範囲第９項記載の階層構造の図的表示方法。

２９．　上位階層ノードと２つ以上下位の階層ノードが直結されている場合には、

同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、

上下階層のノードが直結して該階層に相当するノードが存在しない部分がある

中間層のノードを、下位階層ノードの配置楕円内部に作成した楕円上に配置する

請求の範囲第１項もしくは第９項、第１７項、第２３項のいずれかに記載の階層構造の図的表示方法。

３０．　上位階層ノードと２つ以上下位の階層ノードが直結されている場合には、

同一ノード配下の同一階層のノードを対象に楕円を作成し、

一部のノードが存在しない中間層があるか判定し、

一部のノードが存在しない中間層がないと判定された場合は、作成した楕円上に同一階層のノードを配置し、

一部のノードが存在しない中間層があると判定された場合は、作成した楕円上に下位階層のノードを配置し、前記楕円の内部に第２の楕円を作成して、該第２の楕円上に該中間層のノードを配置し、

未表示のノードがあるか判定し、未表示のノードがあれば上記処理を繰り返し、なければ処理を終了とする

各ステップを含む請求の範囲第２９項記載の階層構造の図的表示方法。

３１．　複数の階層構造間が接続されている場合には、

最上位階層のノードが独立となる単位の階層構造の数で表示部の表示領域を分割し、

各階層構造の最上位階層に属するノードについては、各表示領域の中心に描いた楕円の円周上に配置し、

下位階層のノードについては、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置するようにし、別の階層構造と接続している部分のノードを最接近させる位置に配置する

各ステップを含む請求の範囲第１項もしくは第９項、第１７項、第２３項、第２９項のいずれかに記載の階層構造の図的表示方法。

３２．　各階層の楕円を配置する際、および同一楕円上へノードを配置する際には、

表示領域の分割線に対して最短の位置を基点とし、その基点に別の階層構造と接続している部分のノードまたはその上位階層の楕円を配置する

請求の範囲第３１項記載の階層構造の図的表示方法。

３３．　前記ノードの上下関係を表すリンクは、

上位階層のノードから発した直線を他のリンクと重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続する

請求の範囲第１項もしくは第９項、第１７項、第２３項、第２９項、第３１項のいずれかに記載の階層構造の図的表示方法。

３４．　前記リンクの分岐点は、

該階層のノードを配置する円の中心点と上位ノードを結ぶ直線上で、上位階層のノードから発した直線が下位階層の楕円と接するまでの位置で直線を分岐させて下位階層の各ノードに接続する

請求の範囲第３３項記載の階層構造の図的表示方法。

３５．　分岐点、中継点あるいは節点に相当する装置ないし機能の階層構造に関するデータの読み込み、解析を行うデータ構造解析部と、

前記データ構造解析部の解析結果より、同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、下位の同一階層の楕円を、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置することでノード配置位置の算出を行うノード配置算出部と、

前記データ構造解析部の解析結果および前記ノード配置算出部のノード配置位置より、前記ノード間の接続関係を表すリンク配線の算出を行うリンク配線算出部と、

前記ノード配置算出部および前記リンク配線算出部からの算出結果を利用して出力装置への出力のための図形の作成を行う図形作成部と

を備えた階層構造の図的表示装置。

３６．　前記データ構造解析部は、

解析したノード間の階層構造に基づいて、前記ノード配置算出部においてノード配置のために用いる各階層の楕円の大きさの比、楕円の短径及び長径の比を決定し、更に表示領域に応じて各階層の楕円の大きさを決定を行い、

前記ノード配置算出部は、

前記データ構造解析部による決定値に基づいて第ｎ階層（ｎは１以上の整数）のノードを配置する軌跡である楕円を作成するノード配置軌跡算出部と、

前記ノード配置軌跡算出により算出された楕円上に第ｎ階層の各ノード配下のノード数に応じてノードを配置するノード位置算出部と、

前記第ｎ階層の楕円を中心に、第ｎ階層と第（ｎ＋１）階層の楕円が重ならない距離に第（ｎ＋１）階層の楕円の中心軌跡を作成することで階層配置位置の算出を行う階層配置位置算出部と

を備え、

前記ノード配置軌跡算出部は、

第１階層の場合には所定位置に楕円の作成を行い、

第ｍ階層（ｍは２以上の整数）の階層の場合には、前記階層配置位置算出部で算出された第ｍ階層の楕円の中心軌跡上の、第ｍ階層の各楕円に配置するノード数に応じた位置に中心を設定して、配置するノード数に応じた大きさの第ｍ階層の楕円を作成する

ことでノードを配置する軌跡である楕円を作成する

請求の範囲第３５項記載の階層構造の図的表示装置。

３７．　前記ノード配置算出部でノード配置の為に利用する楕円は、円とする

請求の範囲第３５項記載の階層構造の図的表示装置。

３８．　前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する円の中心角を同一円上に配置するノード数で等分割し、その分割線と表示境界線とで形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの距離もしくは内接円の半径から、ノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を算出することでノードを配置する軌跡を算出するノード配置軌跡算出部と、

前記ノード配置軌跡算出部で算出された円上に配置するノード数に応じて中心角を等分割してノードを配置する位置を算出するノード位置算出部と、

第１階層の場合には所定位置に第１階層のノードを配置する円の中心を定め、第ｎ階層（ｎは２以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出部で算出された第（ｎ－１）階層の円の半径に前記内接円の半径を加えた長さの同心円を作成し、該第（ｎ－１）階層の円の中心から第（ｎ－１）階層の各ノードへの直線の延長との交点を、第ｎ階層のノードを配置する各円の中心として、階層配置位

置を算出する階層配置位置算出部と

を備えた請求の範囲第３７に記載の階層構造の図的表示装置。

３９．　前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する円の半径を下位階層のノード数に基づいて算出する

請求の範囲第３７項記載の階層構造の図的表示装置。

４０．　前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて分割し、最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を作成することで、ノードを配置する軌跡を算出するノード配置軌跡算出部と、

前記ノード配置軌跡算出部で算出した円上において分割した角に応じてノードを配置するノード位置算出部と、

第１階層の場合には所定位置に第１階層のノードを配置する円の中心を定め、第ｎ階層（ｎは２以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出部で算出された第（ｎ－１）階層の円の半径に前記内接円の半径を加えた長さの同心円を作成し、該第（ｎ－１）階層の円の中心から第（ｎ－１）階層の各ノードへの直線の延長との交点を、第ｎ階層のノードを配置する各円の中心として、階層配置位置を算出する階層配置位置算出部と

を備えた請求の範囲第３７項記載の階層構造の図的表示装置。

４１．　前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する円の半径を下位階層の階層数に基づいて算出する

請求の範囲第３７項記載の階層構造の図的表示装置。

４２．　前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する軌跡を算出する配置軌跡算出部と、ノードを配置する位置を算出するノード位置算出部と、階層の配置位置を算出する階層配置位置算出部とを備え、

前記ノード配置軌跡算出部は、第１階層の場合にはノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し

、最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径として算出してノードを配置する円を作成し、第ｍ階層（ｍは２以上の整数）の場合には、前記階層配置位置算出部で作成した内接円から半径を算出して円を作成することで、ノードを配置する軌跡を算出し、

前記ノード位置算出部は、第１階層の場合には前記ノード配置軌跡算出部で算出した円上において分割した角に応じてノードを配置し、第ｐ階層（ｐは２以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出部で作成した円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、分割した角に応じて円上にノードを配置し、

前記階層配置位置算出部は、第１階層の場合には所定位置に第１階層のノードを配置する円の中心を定め、第ｎ階層（ｎは２以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出部またはノード位置算出部による第（ｎ－１）階層の各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、各内接円の中心をノードを配置する各円の中心とすることで階層配置位置の算出を行う

請求の範囲第３７項記載の階層構造の図的表示装置。

４３．　前記ノード配置算出部は、

上位階層ノードと２つ以上下位の階層ノードが直結されている場合には、

同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、

上下階層のノードが直結して該階層に相当するノードが存在しない部分がある中間層のノードを、下位階層ノードの配置楕円内部に作成した楕円上に配置する

請求の範囲第３５項もしくは第３７項、第３９項、第４１項のいずれかに記載の階層構造の図的表示装置。

４４．　前記ノード配置算出部は、

同一ノード配下の同一階層のノードを対象に楕円を作成し、

一部のノードが存在しない中間層があるか判定し、

一部のノードが存在しない中間層がないと判定された場合は、作成した楕円上に同一階層のノードを配置し、

一部のノードが存在しない中間層があると判定された場合は、作成した楕円上

に下位階層のノードを配置し、前記楕円の内部に第２の楕円を作成して、該第２の楕円上に該中間層のノードを配置する

請求の範囲第４３項記載の階層構造の図的表示装置。

４５．　前記ノード配置算出部は、

複数の階層構造間が接続されている場合には、

最上位階層のノードが独立となる単位の階層構造の数で表示部の表示領域を分割し、

各階層構造の最上位階層に属するノードについては、各表示領域の中心に描いた楕円の円周上に配置し、

下位階層のノードについては、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置するようにし、別の階層構造と接続している部分のノードを最接近させる位置に配置する

請求の範囲第３５項もしくは第３７項、第３９項、第４１項、第４３項のいずれかに記載の階層構造の図的表示装置。

４６．　前記ノード配置算出部は、

各階層の楕円を配置する際、および同一楕円上へノードを配置する際に、表示領域の分割線に対して最短の位置を基点とし、その基点に別の階層構造と接続している部分のノードまたはその上位階層の楕円を配置する

請求の範囲第４５項記載の階層構造の図的表示装置。

４７．　前記リンク配線算出部は、

上位階層のノードから発した直線を他のリンクと重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続するリンク分岐位置算出部を

備えた請求の範囲第３５項もしくは第３７項、第３９項、第４１項、第４３項、第４５項のいずれかに記載の階層構造の図的表示装置。

４８．　前記リンク分岐位置算出部は、

該階層のノードを配置する円の中心点と上位ノードを結ぶ直線上で、上位階層のノードから発した直線が下位階層の楕円と接するまでの位置で直線を分岐させて下位階層の各ノードに接続する

請求の範囲第４８項記載の階層構造の図的表示装置。

４９．　分岐点、中継点あるいは節点に相当する装置ないし機能の階層構造に関するデータの読み込み、解析を行うデータ構造解析機能と、

前記データ構造解析機能の解析結果より、同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、下位の同一階層の楕円を、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置することでノード配置位置の算出を行うノード配置算出機能と、

前記データ構造解析機能の解析結果および前記ノード配置算出機能のノード配置位置より、前記ノード間の接続関係を表すリンク配線の算出を行うリンク配線算出機能と、

前記ノード配置算出機能および前記リンク配線算出機能からの算出結果を利用して出力装置への出力のための図形の作成を行う図形作成機能と

をコンピュータに実行させるための階層構造の図的表示プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

５０．　前記データ構造解析機能は、

解析したノード間の階層構造に基づいて、前記ノード配置算出機能においてノード配置のために用いる各階層の楕円の大きさの比、楕円の短径及び長径の比を決定し、更に表示領域に応じて各階層の楕円の大きさを決定を行い、

前記ノード配置算出機能は、

前記データ構造解析機能による決定値に基づいて第ｎ階層（ｎは１以上の整数）のノードを配置する軌跡である楕円を作成するノード配置軌跡算出機能と、

前記ノード配置軌跡算出により算出された楕円上に第ｎ階層の各ノード配下のノード数に応じてノードを配置するノード位置算出機能と、

前記第ｎ階層の楕円を中心に、第ｎ階層と第（ｎ＋１）階層の楕円が重ならない距離に第（ｎ＋１）階層の楕円の中心軌跡を作成することで階層配置位置の算出を行う階層配置位置算出機能と

を備え、

前記ノード配置軌跡算出機能は、

第１階層の場合には所定位置に楕円の作成を行い、

第ｍ階層（ｍは２以上の整数）の階層の場合には、前記階層配置位置算出機能で算出された第ｍ階層の楕円の中心軌跡上の、第ｍ階層の各楕円に配置するノー

ド数に応じた位置に中心を設定して、配置するノード数に応じた大きさの第ｍ階層の楕円を作成する

ことでノードを配置する軌跡である楕円を作成する

請求の範囲第４９項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

５１．　前記ノード配置算出機能でノード配置の為に利用する楕円は、円とする

請求の範囲第４９項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

５２．　前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する円の中心角を同一円上に配置するノード数で等分割し、その分割線と表示境界線とで形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの距離もしくは内接円の半径から、ノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を算出することでノードを配置する軌跡を算出するノード配置軌跡算出機能と、

前記ノード配置軌跡算出機能で算出された円上に配置するノード数に応じて中心角を等分割してノードを配置する位置を算出するノード位置算出機能と、

第１階層の場合には所定位置に第１階層のノードを配置する円の中心を定め、第ｎ階層（ｎは２以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出機能で算出された第（ｎ－１）階層の円の半径に前記内接円の半径を加えた長さの同心円を作成し、該第（ｎ－１）階層の円の中心から第（ｎ－１）階層の各ノードへの直線の延長との交点を、第ｎ階層のノードを配置する各円の中心として、階層配置位置を算出する階層配置位置算出機能と

を備えた請求の範囲第５１に記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

５３．　前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する円の半径を下位階層のノード数に基づいて算出する

請求の範囲第４９項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

５４．　前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて分割し、最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を作成することで、ノードを配置する軌跡を算出するノード配置軌跡算出機能と、

前記ノード配置軌跡算出機能で算出した円上において分割した角に応じてノードを配置するノード位置算出機能と、

第１階層の場合には所定位置に第１階層のノードを配置する円の中心を定め、第ｎ階層（ｎは２以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出機能で算出された第（ｎ－１）階層の円の半径に前記内接円の半径を加えた長さの同心円を作成し、該第（ｎ－１）階層の円の中心から第（ｎ－１）階層の各ノードへの直線の延長との交点を、第ｎ階層のノードを配置する各円の中心として、階層配置位置を算出する階層配置位置算出機能と

を備えた請求の範囲第５１項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

５５．　前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する円の半径を下位階層の階層数に基づいて算出する

請求の範囲第５１項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

５６．　前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する軌跡を算出する配置軌跡算出機能と、ノードを配置する位置を算出するノード位置算出機能と、階層の配置位置を算出する階層配置位置算出機能とを備え、

前記ノード配置軌跡算出機能は、第１階層の場合にはノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径として算出してノードを配置する円を作成し、第ｍ階層（ｍは２以上の整数）の場合には、

前記階層配置位置算出機能で作成した内接円から半径を算出して円を作成することで、ノードを配置する軌跡を算出し、

前記ノード位置算出機能は、第１階層の場合には前記ノード配置軌跡算出機能で算出した円上において分割した角に応じてノードを配置し、第ｐ階層（ｐは２以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出機能で作成した円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、分割した角に応じて円上にノードを配置し、

前記階層配置位置算出機能は、第１階層の場合には所定位置に第１階層のノードを配置する円の中心を定め、第ｎ階層（ｎは２以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出機能またはノード位置算出機能による第（ｎ－１）階層の各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、各内接円の中心をノードを配置する各円の中心とすることで階層配置位置の算出を行う

請求の範囲第５１項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

５７．　前記ノード配置算出機能は、

上位階層ノードと２つ以上下位の階層ノードが直結されている場合には、

同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、

上下階層のノードが直結して該階層に相当するノードが存在しない部分がある中間層のノードを、下位階層ノードの配置楕円内機能に作成した楕円上に配置する

請求の範囲第４９項もしくは第５１項、第５３項、第５５項のいずれかに記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

５８．　前記ノード配置算出機能は、

同一ノード配下の同一階層のノードを対象に楕円を作成し、

一機能のノードが存在しない中間層があるか判定し、

一機能のノードが存在しない中間層がないと判定された場合は、作成した楕円上に同一階層のノードを配置し、

一機能のノードが存在しない中間層があると判定された場合は、作成した楕円上に下位階層のノードを配置し、前記楕円の内機能に第２の楕円を作成して、該

第２の楕円上に該中間層のノードを配置する

請求の範囲第５７項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

５９．　前記ノード配置算出機能は、

複数の階層構造間が接続されている場合には、

最上位階層のノードが独立となる単位の階層構造の数で表示機能の表示領域を分割し、

各階層構造の最上位階層に属するノードについては、各表示領域の中心に描いた楕円の円周上に配置し、

下位階層のノードについては、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置するようにし、別の階層構造と接続している部分のノードを最接近させる位置に配置する

請求の範囲第４９項もしくは第５１項、第５３項、第５５項、第５７項のいずれかに記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

６０．　前記ノード配置算出機能は、

各階層の楕円を配置する際、および同一楕円上へノードを配置する際に、表示領域の分割線に対して最短の位置を基点とし、その基点に別の階層構造と接続している部分のノードまたはその上位階層の楕円を配置する

請求の範囲第５９項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

６１．　前記リンク配線算出機能は、

上位階層のノードから発した直線を他のリンクと重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続するリンク分岐位置算出機能を

備えた請求の範囲第４９項もしくは第５１項、第５３項、第５５項、第５７項、第５９項のいずれかに記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

６２．　前記リンク分岐位置算出機能は、

該階層のノードを配置する円の中心点と上位ノードを結ぶ直線上で、上位階層のノードから発した直線が下位階層の楕円と接するまでの位置で直線を分岐させ

9803191-7
IPOS COPY

て下位階層の各ノードに接続する

請求の範囲第６１項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

補正書の請求の範囲

[１９９８年1月２２日（２２．０１．９８）国際事務局受理：出願当初の請求の範囲４８は補正された；他の請求の範囲は変更なし。（１８頁）]

１．　分岐点、中継点あるいは節点に相当する装置ないし機能であるノードとノード間の接続関係により、前記ノード間の階層構造を図的に表示する方法において、

同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、

下位の同一階層の楕円を、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置する

階層構造の図的表示方法。

２．　前記楕円の大きさは、

前記同一楕円上に配置するノード数に応じて変化させる

請求の範囲第１項記載の階層構造の図的表示方法。

３．　前記楕円の短径・長径の比は、

表示領域の縦横比に対応させて決定し、

該楕円の短径・長径の長さは、

前記同一楕円上に配置するノード数の比に対応させて各楕円の短径・長径の長さを算出する

請求の範囲第２項記載の階層構造の図的表示方法。

４．　前記同一楕円上へのノードの配置は、

下位階層のノード数に応じて、楕円上へのノードの配置を変化させる

請求の範囲第１項記載の階層構造の図的表示方法。

５．　前記下位階層のノード数に応じた楕円上へのノードの配置は、

前記同一楕円に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて、ノードを配置する楕円の円周を分割し、

各分割した円弧の中点に各ノードを配置する

各ステップを含む請求の範囲第４項記載の階層構造の図的表示方法。

６．　前記同一階層における楕円の配置は、

前記同一楕円上に配置するノード数に応じて、同一階層の楕円の配置を変化させる

請求の範囲第１項記載の階層構造の図的表示方法。

* C L M S *

7． 前記同一楕円上に配置するノード数に応じた同一階層の楕円の配置は、

上位階層より大きい同心楕円を作成し、

該同心楕円の円周、または円周の一部を同一階層のノードを配置する各楕円の中心を設定する中心軌跡とし、

前記各楕円上に配置するノード数の比に対応させて中心軌跡の円弧を分割し、

分割した円弧の中点を各楕円の中心位置と決定する

各ステップを含む請求の範囲第6項記載の階層構造の図的表示方法。

8． 前記ノード間の階層構造の図的表示は、

ノード間の階層構造に基づいて、各階層の楕円の大きさの比、楕円の短径及び長径の比を決定し、更に表示領域に応じて各階層の楕円の大きさを決定し、

該決定値に基づいて第1階層の楕円を作成し、

該楕円上に第1階層の各ノード配下のノード数に応じてノードを配置し、

前記第1階層の楕円を中心に、第1階層と第2階層の楕円が重ならない距離に第2階層の楕円の中心軌跡を作成し、

該第2階層の楕円の中心軌跡を中心として、第2階層の各楕円に配置するノード数に応じた位置に、配置するノード数に応じた大きさの第2階層の楕円を作成し、

該楕円上に第2階層の各ノード配下のノード数に応じてノードを配置し、

第3階層以降について、前記処理と同様の処理を繰り返す

各ステップを含む請求の範囲第1項記載の階層構造の図的表示方法。

9． 前記楕円は、円であることを特徴とする

請求の範囲第1項記載の階層構造の図的表示方法。

10． 前記ノードを配置する円の大きさは、

各ノード配下の下位階層のノードを配置する円が最大となるように決定する

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

11． 前記各ノード配下の下位階層のノードを配置する円が最大となるような決定は、

ノードを配置する円の中心角を同一円上に配置するノード数で等分割し、

その分割線と表示境界線とで形成される最小の領域において内接円を作成し、

* C L M S *

最下位階層を除く階層に対しては、円の中心から内接円までの長さまたはそれ以下をノードを配置する円の半径とし、最下位階層に対しては、内接円の半径に等しいかまたはそれ以下を、ノードを配置する円の半径とする

各ステップを含む請求の範囲第１０項記載の階層構造の図的表示方法。

１２．　前記ノードを配置する円へのノードの配置は、

配置するノード数に応じて円の中心角を等分割して配置する

請求の範囲第９項記載の階層構造の図的表示方法。

１３．　前記配置するノード数に応じて円の中心角を等分割して配置は、

最上位階層のノードについては、配置するノード数でノードを配置する円の中心角を等分割し、

第２階層以下のノードについては、同一円上に配置するノード数に１を加えた値で中心角を等分割して、ノードを配置する

各ステップを含む請求の範囲第１２項記載の階層構造の図的表示方法。

１４．　前記同一階層の円の配置は、

上位階層の円と同じ中心で、上位階層の円の半径に、同一階層の円の内最大の円の半径を加えた長さまたはそれ以上の長さを半径とする円上に、該同一階層の円を等間隔で配置する

請求の範囲第９項記載の階層構造の図的表示方法。

１５．　前記同一階層の円の配置は、

第２階層以下のノードについて、上位階層の円の中心を中心とし、

半径が上位階層の円の半径に、上位階層の円の半径算出時に作成した内接円の半径を加えた長さの円を作成し、

上位階層の円の中心から上位ノードへの直線の延長線と作成した円との交点を、ノードを配置する円の中心とする

各ステップを含む請求の範囲第１４項記載の階層構造の図的表示方法。

１６．　前記ノード間の階層構造の図的表示は、

ノードを配置する円の中心角を同一円上に配置するノード数で等分割し、

その分割線と表示境界線とで形成される最小の領域において内接円を作成し、

円の中心から内接円までの距離もしくは内接円の半径から、ノードを配置する

* C L M S *

円の半径を算出してノードを配置する円を作成し、

配置するノード数に応じて中心角を等分割してノードを配置し、

上位階層の円の半径に内接円の半径を加えた長さの円を作成し、上位階層の円の中心から上位ノードへの直線の延長との交点を、第2階層以下のノードを配置する円の中心とし、

未表示のノードについて、前記処理と同様の処理を繰り返す

各ステップを含む請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

17. 前記ノードを配置する円の半径は、

下位階層のノード数に基づいて算出する

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

18. 前記下位階層のノード数に基づいた算出は、

最下位階層を除く階層の場合、ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて分割し、その最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径とし、

最下位階層に対しては、上位階層のノードが配置される時に作成した各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、その内接円の半径に等しい長さを、ノードを配置する円の半径とする

各ステップを含む請求の範囲第17項記載の階層構造の図的表示方法。

19. 前記各階層のノードを同一円周上に配置する位置は、

各ノードの下位階層のノード数から算出される分割角を用いて配する

請求の範囲第9項記載の階層構造の図的表示方法。

20. 前記各ノードの下位階層のノード数から算出される分割角を用いた配置は、

最下位階層を除く階層に対しては、ノードを配置する円の半径を算出する時に作成した各分割角に応じてノードを配置し、

最下位階層に対しては、同一円上に配置するノード数に応じて等分割してノードを配置する

各ステップを含む請求の範囲第19項記載の階層構造の図的表示方法。

２１．　第２階層以下のノードにおけるノードを配置する円の中心は、

上位階層のノードを配置する円の半径を算出する時に作成した各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、

該内接円中心をノードを配置する各円の中心とする

請求の範囲第９項記載の階層構造の図的表示方法。

２２．　前記ノード間の階層構造の図的表示は、

ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて分割し、

最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を作成し、

分割した角に応じてノードを配置し、

各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、各内接円の中心を下位階層のノードを配置する各円の中心とし、

未表示のノードについて、前記処理と同様の処理を繰り返す、

各ステップを含む請求の範囲第９項記載の階層構造の図的表示方法。

２３．　前記ノードを配置する円の半径は、

下位階層の階層数に基づいて算出する

請求の範囲第９項記載の階層構造の図的表示方法。

２４．　前記下位階層の階層数に基づいた算出は、

最下位階層を除く階層に対しては、ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、その最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径とし、

最下位階層に対しては、上位階層のノードが配置される時に作成した各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、その内接円の半径に等しい長さを、ノードを配置する円の半径とする

各ステップを含む請求の範囲第２３項記載の階層構造の図的表示方法。

２５．　前記各階層のノードを同一円周上に配置する位置は、

* C L M S *

各ノードの下位階層の階層数から算出される分割角を用いて配する

請求の範囲第９項記載の階層構造の図的表示方法。

２６．　前記各ノードの下位階層の階層数から算出される分割角を用いた配置は、

最下位階層を除く階層に対しては、ノードを配置する円の半径を算出する時に作成した各分割角に応じてノードを配置し、

最下位階層に対しては、同一円上に配置するノード数に応じて等分割してノードを配置する

各ステップを含む請求の範囲第２５項記載の階層構造の図的表示方法。

２７．　第２階層以下のノードにおけるノードを配置する円の中心は、

上位階層のノードを配置する円の半径を算出する時に作成した各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、

その中心をノードを配置する各円の中心とする

請求の範囲第９項記載の階層構造の図的表示方法。

２８．　前記ノード間の階層構造の図的表示は、

ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、

最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を作成し、

分割した角に応じてノードを配置し、

各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、各内接円の中心を下位階層のノードを配置する各円の中心とし、

未表示のノードについて、前記処理と同様の処理を繰り返す、

各ステップを含む請求の範囲第９項記載の階層構造の図的表示方法。

２９．　上位階層ノードと２つ以上下位の階層ノードが直結されている場合には、

同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、

上下階層のノードが直結して該階層に相当するノードが存在しない部分がある

中間層のノードを、下位階層ノードの配置楕円内部に作成した楕円上に配置する

請求の範囲第１項もしくは第９項、第１７項、第２３項のいずれかに記載の階層構造の図的表示方法。

３０．　上位階層ノードと２つ以上下位の階層ノードが直結されている場合には、

同一ノード配下の同一階層のノードを対象に楕円を作成し、

一部のノードが存在しない中間層があるか判定し、

一部のノードが存在しない中間層がないと判定された場合は、作成した楕円上に同一階層のノードを配置し、

一部のノードが存在しない中間層があると判定された場合は、作成した楕円上に下位階層のノードを配置し、前記楕円の内部に第２の楕円を作成して、該第２の楕円上に該中間層のノードを配置し、

未表示のノードがあるか判定し、未表示のノードがあれば上記処理を繰り返し、なければ処理を終了とする

各ステップを含む請求の範囲第２９項記載の階層構造の図的表示方法。

３１．　複数の階層構造間が接続されている場合には、

最上位階層のノードが独立となる単位の階層構造の数で表示部の表示領域を分割し、

各階層構造の最上位階層に属するノードについては、各表示領域の中心に描いた楕円の円周上に配置し、

下位階層のノードについては、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置するようにし、別の階層構造と接続している部分のノードを最接近させる位置に配置する

各ステップを含む請求の範囲第１項もしくは第９項、第１７項、第２３項、第２９項のいずれかに記載の階層構造の図的表示方法。

３２．　各階層の楕円を配置する際、および同一楕円上へノードを配置する際には、

表示領域の分割線に対して最短の位置を基点とし、その基点に別の階層構造と接続している部分のノードまたはその上位階層の楕円を配置する

請求の範囲第３１項記載の階層構造の図的表示方法。

３３．　前記ノードの上下関係を表すリンクは、

上位階層のノードから発した直線を他のリンクと重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続する

請求の範囲第１項もしくは第９項、第１７項、第２３項、第２９項、第３１項のいずれかに記載の階層構造の図的表示方法。

３４．　前記リンクの分岐点は、

該階層のノードを配置する円の中心点と上位ノードを結ぶ直線上で、上位階層のノードから発した直線が下位階層の楕円と接するまでの位置で直線を分岐させて下位階層の各ノードに接続する

請求の範囲第３３項記載の階層構造の図的表示方法。

３５．　分岐点、中継点あるいは節点に相当する装置ないし機能の階層構造に関するデータの読み込み、解析を行うデータ構造解析部と、

前記データ構造解析部の解析結果より、同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、下位の同一階層の楕円を、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置することでノード配置位置の算出を行うノード配置算出部と、

前記データ構造解析部の解析結果および前記ノード配置算出部のノード配置位置より、前記ノード間の接続関係を表すリンク配線の算出を行うリンク配線算出部と、

前記ノード配置算出部および前記リンク配線算出部からの算出結果を利用して出力装置への出力のための図形の作成を行う図形作成部と

を備えた階層構造の図的表示装置。

３６．　前記データ構造解析部は、

解析したノード間の階層構造に基づいて、前記ノード配置算出部においてノード配置のために用いる各階層の楕円の大きさの比、楕円の短径及び長径の比を決定し、更に表示領域に応じて各階層の楕円の大きさを決定を行い、

前記ノード配置算出部は、

前記データ構造解析部による決定値に基づいて第ｎ階層（ｎは１以上の整数）のノードを配置する軌跡である楕円を作成するノード配置軌跡算出部と、

前記ノード配置軌跡算出により算出された楕円上に第ｎ階層の各ノード配下のノード数に応じてノードを配置するノード位置算出部と、

前記第ｎ階層の楕円を中心に、第ｎ階層と第（ｎ＋１）階層の楕円が重ならない距離に第（ｎ＋１）階層の楕円の中心軌跡を作成することで階層配置位置の算出を行う階層配置位置算出部と

を備え、

前記ノード配置軌跡算出部は、

第１階層の場合には所定位置に楕円の作成を行い、

第ｍ階層（ｍは２以上の整数）の階層の場合には、前記階層配置位置算出部で算出された第ｍ階層の楕円の中心軌跡上の、第ｍ階層の各楕円に配置するノード数に応じた位置に中心を設定して、配置するノード数に応じた大きさの第ｍ階層の楕円を作成する

ことでノードを配置する軌跡である楕円を作成する

請求の範囲第３５項記載の階層構造の図的表示装置。

３７．　前記ノード配置算出部でノード配置の為に利用する楕円は、円とする

請求の範囲第３５項記載の階層構造の図的表示装置。

３８．　前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する円の中心角を同一円上に配置するノード数で等分割し、その分割線と表示境界線とで形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの距離もしくは内接円の半径から、ノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を算出することでノードを配置する軌跡を算出するノード配置軌跡算出部と、

前記ノード配置軌跡算出部で算出された円上に配置するノード数に応じて中心角を等分割してノードを配置する位置を算出するノード位置算出部と、

第１階層の場合には所定位置に第１階層のノードを配置する円の中心を定め、第ｎ階層（ｎは２以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出部で算出された第（ｎ－１）階層の円の半径に前記内接円の半径を加えた長さの同心円を作成し、該第（ｎ－１）階層の円の中心から第（ｎ－１）階層の各ノードへの直線の延長との交点を、第ｎ階層のノードを配置する各円の中心として、階層配置位

置を算出する階層配置位置算出部と

を備えた請求の範囲第３７に記載の階層構造の図的表示装置。

３９．　前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する円の半径を下位階層のノード数に基づいて算出する

請求の範囲第３７項記載の階層構造の図的表示装置。

４０．　前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて分割し、最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を作成することで、ノードを配置する軌跡を算出するノード配置軌跡算出部と、

前記ノード配置軌跡算出部で算出した円上において分割した角に応じてノードを配置するノード位置算出部と、

第１階層の場合には所定位置に第１階層のノードを配置する円の中心を定め、第ｎ階層（ｎは２以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出部で算出された第（ｎ－１）階層の円の半径に前記内接円の半径を加えた長さの同心円を作成し、該第（ｎ－１）階層の円の中心から第（ｎ－１）階層の各ノードへの直線の延長との交点を、第ｎ階層のノードを配置する各円の中心として、階層配置位置を算出する階層配置位置算出部と

を備えた請求の範囲第３７項記載の階層構造の図的表示装置。

４１．　前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する円の半径を下位階層の階層数に基づいて算出する

請求の範囲第３７項記載の階層構造の図的表示装置。

４２．　前記ノード配置算出部は、

ノードを配置する軌跡を算出する配置軌跡算出部と、ノードを配置する位置を算出するノード位置算出部と、階層の配置位置を算出する階層配置位置算出部とを備え、

前記ノード配置軌跡算出部は、第１階層の場合にはノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し

、最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径として算出してノードを配置する円を作成し、第m階層（mは2以上の整数）の場合には、前記階層配置位置算出部で作成した内接円から半径を算出して円を作成することで、ノードを配置する軌跡を算出し、

前記ノード位置算出部は、第1階層の場合には前記ノード配置軌跡算出部で算出した円上において分割した角に応じてノードを配置し、第p階層（pは2以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出部で作成した円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、分割した角に応じて円上にノードを配置し、

前記階層配置位置算出部は、第1階層の場合には所定位置に第1階層のノードを配置する円の中心を定め、第n階層（nは2以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出部またはノード位置算出部による第（n－1）階層の各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、各内接円の中心をノードを配置する各円の中心とすることで階層配置位置の算出を行う

請求の範囲第37項記載の階層構造の図的表示装置。

43．　前記ノード配置算出部は、

上位階層ノードと2つ以上下位の階層ノードが直結されている場合には、

同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、

上下階層のノードが直結して該階層に相当するノードが存在しない部分がある中間層のノードを、下位階層ノードの配置楕円内部に作成した楕円上に配置する

請求の範囲第35項もしくは第37項、第39項、第41項のいずれかに記載の階層構造の図的表示装置。

44．　前記ノード配置算出部は、

同一ノード配下の同一階層のノードを対象に楕円を作成し、

一部のノードが存在しない中間層があるか判定し、

一部のノードが存在しない中間層がないと判定された場合は、作成した楕円上に同一階層のノードを配置し、

一部のノードが存在しない中間層があると判定された場合は、作成した楕円上

に下位階層のノードを配置し、前記楕円の内部に第２の楕円を作成して、該第２の楕円上に該中間層のノードを配置する

請求の範囲第４３項記載の階層構造の図的表示装置。

４５．　前記ノード配置算出部は、

複数の階層構造間が接続されている場合には、

最上位階層のノードが独立となる単位の階層構造の数で表示部の表示領域を分割し、

各階層構造の最上位階層に属するノードについては、各表示領域の中心に描いた楕円の円周上に配置し、

下位階層のノードについては、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置するようにし、別の階層構造と接続している部分のノードを最接近させる位置に配置する

請求の範囲第３５項もしくは第３７項、第３９項、第４１項、第４３項のいずれかに記載の階層構造の図的表示装置。

４６．　前記ノード配置算出部は、

各階層の楕円を配置する際、および同一楕円上へノードを配置する際に、表示領域の分割線に対して最短の位置を基点とし、その基点に別の階層構造と接続している部分のノードまたはその上位階層の楕円を配置する

請求の範囲第４５項記載の階層構造の図的表示装置。

４７．　前記リンク配線算出部は、

上位階層のノードから発した直線を他のリンクと重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続するリンク分岐位置算出部を

備えた請求の範囲第３５項もしくは第３７項、第３９項、第４１項、第４３項、第４５項のいずれかに記載の階層構造の図的表示装置。

４８．　前記リンク分岐位置算出部は、

該階層のノードを配置する円の中心点と上位ノードを結ぶ直線上で、上位階層のノードから発した直線が下位階層の楕円と接するまでの位置で直線を分岐させて下位階層の各ノードに接続する

請求の範囲第４７項記載の階層構造の図的表示装置。

４９．　分岐点、中継点あるいは節点に相当する装置ないし機能の階層構造に関するデータの読み込み、解析を行うデータ構造解析機能と、

前記データ構造解析機能の解析結果より、同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、下位の同一階層の楕円を、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置することでノード配置位置の算出を行うノード配置算出機能と、

前記データ構造解析機能の解析結果および前記ノード配置算出機能のノード配置位置より、前記ノード間の接続関係を表すリンク配線の算出を行うリンク配線算出機能と、

前記ノード配置算出機能および前記リンク配線算出機能からの算出結果を利用して出力装置への出力のための図形の作成を行う図形作成機能と

をコンピュータに実行させるための階層構造の図的表示プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

５０．　前記データ構造解析機能は、

解析したノード間の階層構造に基づいて、前記ノード配置算出機能においてノード配置のために用いる各階層の楕円の大きさの比、楕円の短径及び長径の比を決定し、更に表示領域に応じて各階層の楕円の大きさを決定を行い、

前記ノード配置算出機能は、

前記データ構造解析機能による決定値に基づいて第ｎ階層（ｎは１以上の整数）のノードを配置する軌跡である楕円を作成するノード配置軌跡算出機能と、

前記ノード配置軌跡算出により算出された楕円上に第ｎ階層の各ノード配下のノード数に応じてノードを配置するノード位置算出機能と、

前記第ｎ階層の楕円を中心に、第ｎ階層と第（ｎ＋１）階層の楕円が重ならない距離に第（ｎ＋１）階層の楕円の中心軌跡を作成することで階層配置位置の算出を行う階層配置位置算出機能と

を備え、

前記ノード配置軌跡算出機能は、

第１階層の場合には所定位置に楕円の作成を行い、

第ｍ階層（ｍは２以上の整数）の階層の場合には、前記階層配置位置算出機能で算出された第ｍ階層の楕円の中心軌跡上の、第ｍ階層の各楕円に配置するノー



ド数に応じた位置に中心を設定して、配置するノード数に応じた大きさの第m階層の楕円を作成する

ことでノードを配置する軌跡である楕円を作成する

請求の範囲第４９項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

５１．　前記ノード配置算出機能でノード配置の為に利用する楕円は、円とする

請求の範囲第４９項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

５２．　前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する円の中心角を同一円上に配置するノード数で等分割し、その分割線と表示境界線とで形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの距離もしくは内接円の半径から、ノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を算出することでノードを配置する軌跡を算出するノード配置軌跡算出機能と、

前記ノード配置軌跡算出機能で算出された円上に配置するノード数に応じて中心角を等分割してノードを配置する位置を算出するノード位置算出機能と、

第１階層の場合には所定位置に第１階層のノードを配置する円の中心を定め、第ｎ階層（ｎは２以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出機能で算出された第（ｎ－１）階層の円の半径に前記内接円の半径を加えた長さの同心円を作成し、該第（ｎ－１）階層の円の中心から第（ｎ－１）階層の各ノードへの直線の延長との交点を、第ｎ階層のノードを配置する各円の中心として、階層配置位置を算出する階層配置位置算出機能と

を備えた請求の範囲第５１に記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

５３．　前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する円の半径を下位階層のノード数に基づいて算出する

請求の範囲第４９項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

* C L M S *

５４．　前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層のノード数の比に対応させて分割し、最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径を算出してノードを配置する円を作成することで、ノードを配置する軌跡を算出するノード配置軌跡算出機能と、

前記ノード配置軌跡算出機能で算出した円上において分割した角に応じてノードを配置するノード位置算出機能と、

第１階層の場合には所定位置に第１階層のノードを配置する円の中心を定め、第ｎ階層（ｎは２以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出機能で算出された第（ｎ－１）階層の円の半径に前記内接円の半径を加えた長さの同心円を作成し、該第（ｎ－１）階層の円の中心から第（ｎ－１）階層の各ノードへの直線の延長との交点を、第ｎ階層のノードを配置する各円の中心として、階層配置位置を算出する階層配置位置算出機能と

を備えた請求の範囲第５１項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

５５．　前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する円の半径を下位階層の階層数に基づいて算出する

請求の範囲第５１項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

５６．　前記ノード配置算出機能は、

ノードを配置する軌跡を算出する配置軌跡算出機能と、ノードを配置する位置を算出するノード位置算出機能と、階層の配置位置を算出する階層配置位置算出機能とを備え、

前記ノード配置軌跡算出機能は、第１階層の場合にはノードを配置する円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、最大分割角の延長線と表示境界線で形成される最小の領域において内接円を作成し、円の中心から内接円までの長さをノードを配置する円の半径として算出してノードを配置する円を作成し、第ｍ階層（ｍは２以上の整数）の場合には、

前記階層配置位置算出機能で作成した内接円から半径を算出して円を作成することで、ノードを配置する軌跡を算出し、

前記ノード位置算出機能は、第１階層の場合には前記ノード配置軌跡算出機能で算出した円上において分割した角に応じてノードを配置し、第ｐ階層（ｐは２以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出機能で作成した円の中心を同一円上に配置する各ノード配下の下位階層の階層数の比に対応させて分割し、分割した角に応じて円上にノードを配置し、

前記階層配置位置算出機能は、第１階層の場合には所定位置に第１階層のノードを配置する円の中心を定め、第ｎ階層（ｎは２以上の整数）の場合には、前記ノード配置軌跡算出機能またはノード位置算出機能による第（ｎ－１）階層の各分割角の延長線と表示境界線で形成される領域において内接円を作成し、各内接円の中心をノードを配置する各円の中心とすることで階層配置位置の算出を行う

請求の範囲第５１項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

５７．　前記ノード配置算出機能は、

上位階層ノードと２つ以上下位の階層ノードが直結されている場合には、

同一ノード配下の同一階層のノードを同一楕円上に配置し、

上下階層のノードが直結して該階層に相当するノードが存在しない部分がある中間層のノードを、下位階層ノードの配置楕円内機能に作成した楕円上に配置する

請求の範囲第４９項もしくは第５１項、第５３項、第５５項のいずれかに記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

５８．　前記ノード配置算出機能は、

同一ノード配下の同一階層のノードを対象に楕円を作成し、

一機能のノードが存在しない中間層があるか判定し、

一機能のノードが存在しない中間層がないと判定された場合は、作成した楕円上に同一階層のノードを配置し、

一機能のノードが存在しない中間層があると判定された場合は、作成した楕円上に下位階層のノードを配置し、前記楕円の内機能に第２の楕円を作成して、該

第２の楕円上に該中間層のノードを配置する

請求の範囲第５７項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

５９．　前記ノード配置算出機能は、

複数の階層構造間が接続されている場合には、

最上位階層のノードが独立となる単位の階層構造の数で表示機能の表示領域を分割し、

各階層構造の最上位階層に属するノードについては、各表示領域の中心に描いた楕円の円周上に配置し、

下位階層のノードについては、上位階層の楕円より大きい同心楕円上に配置するようにし、別の階層構造と接続している部分のノードを最接近させる位置に配置する

請求の範囲第４９項もしくは第５１項、第５３項、第５５項、第５７項のいずれかに記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

６０．　前記ノード配置算出機能は、

各階層の楕円を配置する際、および同一楕円上へノードを配置する際に、表示領域の分割線に対して最短の位置を基点とし、その基点に別の階層構造と接続している部分のノードまたはその上位階層の楕円を配置する

請求の範囲第５９項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

６１．　前記リンク配線算出機能は、

上位階層のノードから発した直線を他のリンクと重複しない位置で分岐させて下位階層の各ノードに接続するリンク分岐位置算出機能を

備えた請求の範囲第４９項もしくは第５１項、第５３項、第５５項、第５７項、第５９項のいずれかに記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体。

６２．　前記リンク分岐位置算出機能は、

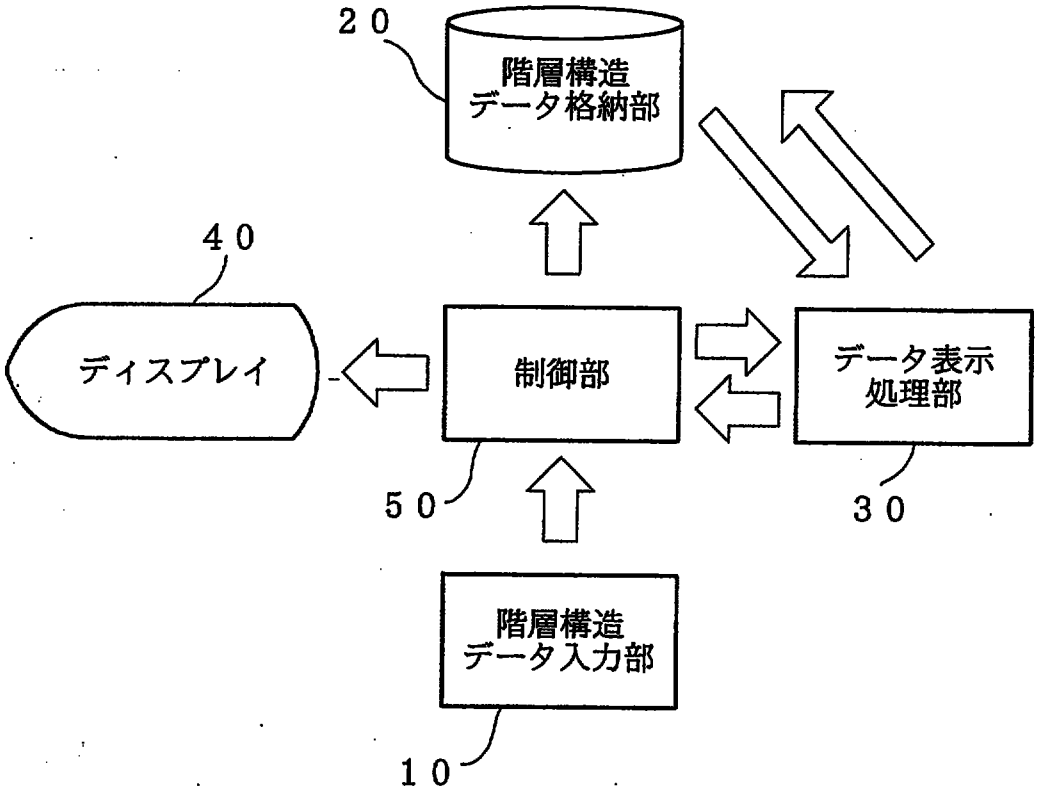
該階層のノードを配置する円の中心点と上位ノードを結ぶ直線上で、上位階層のノードから発した直線が下位階層の楕円と接するまでの位置で直線を分岐させ

て下位階層の各ノードに接続する

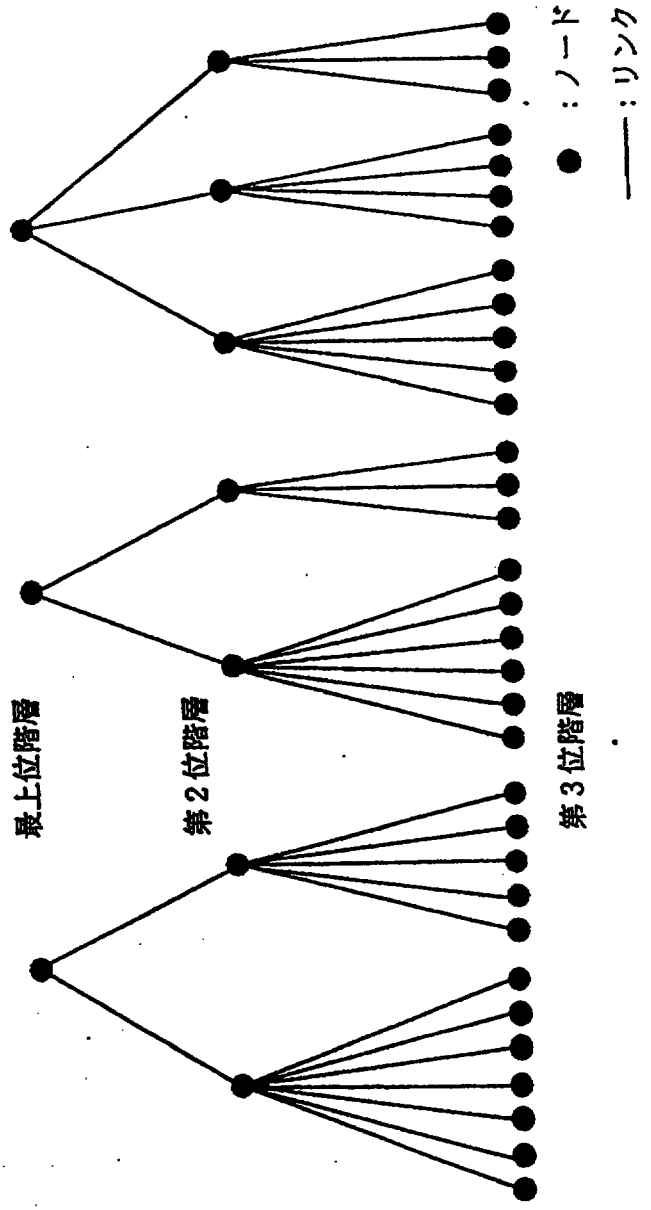
請求の範囲第６１項記載の階層構造の図的表示プログラムを記録した記録媒体

。

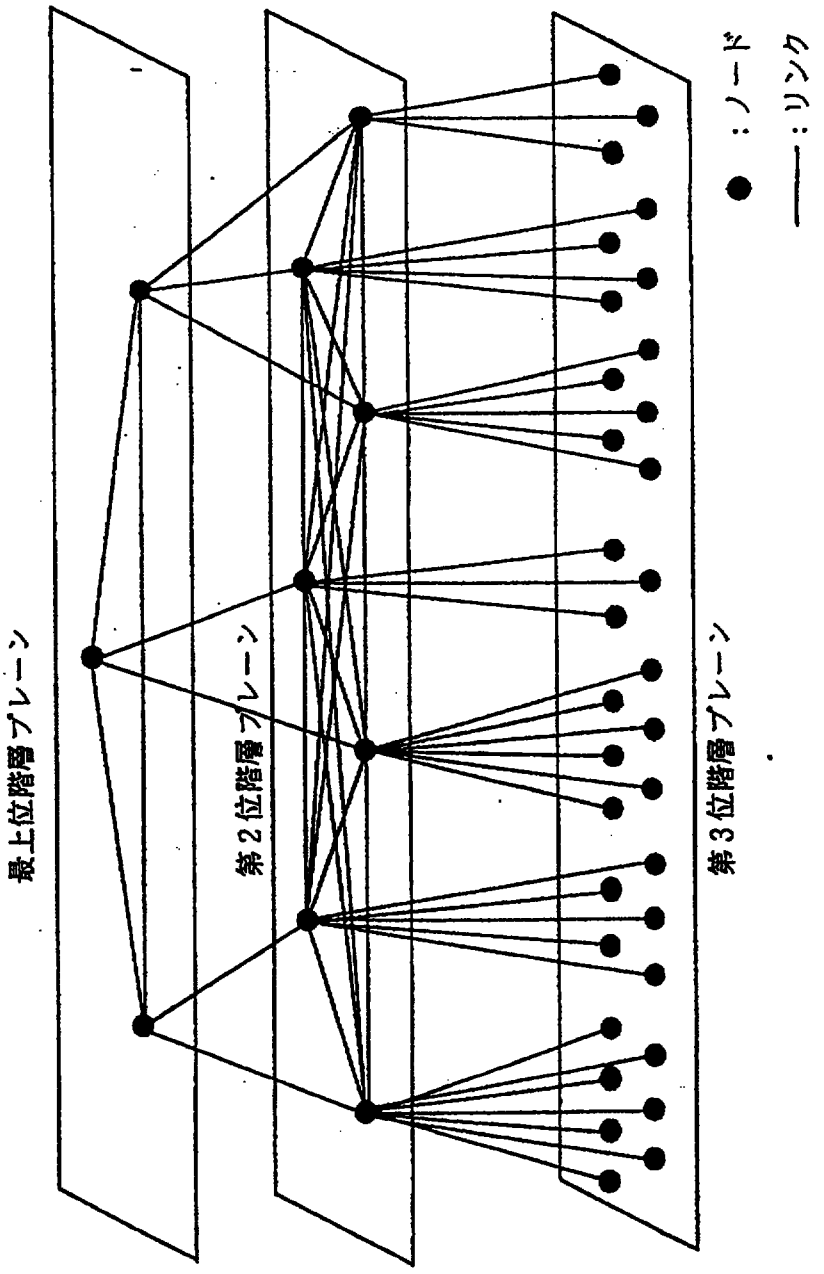
【図１】



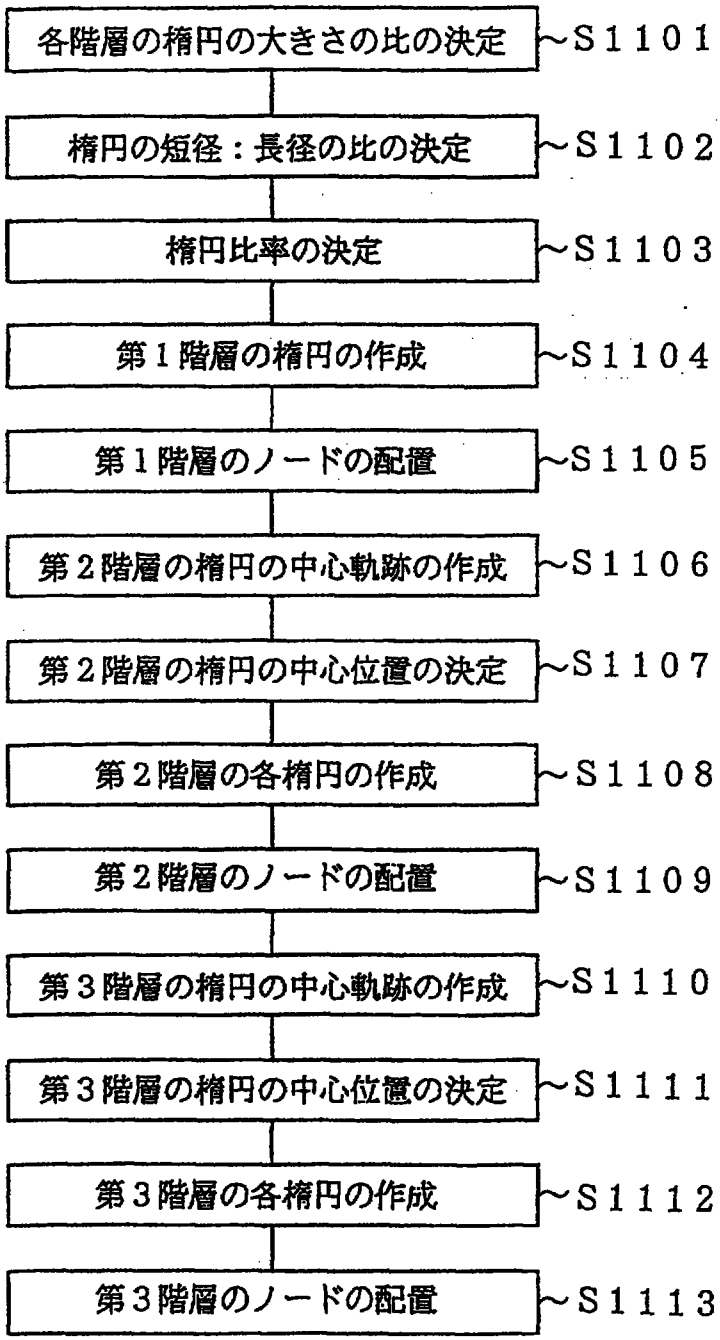
【図２】



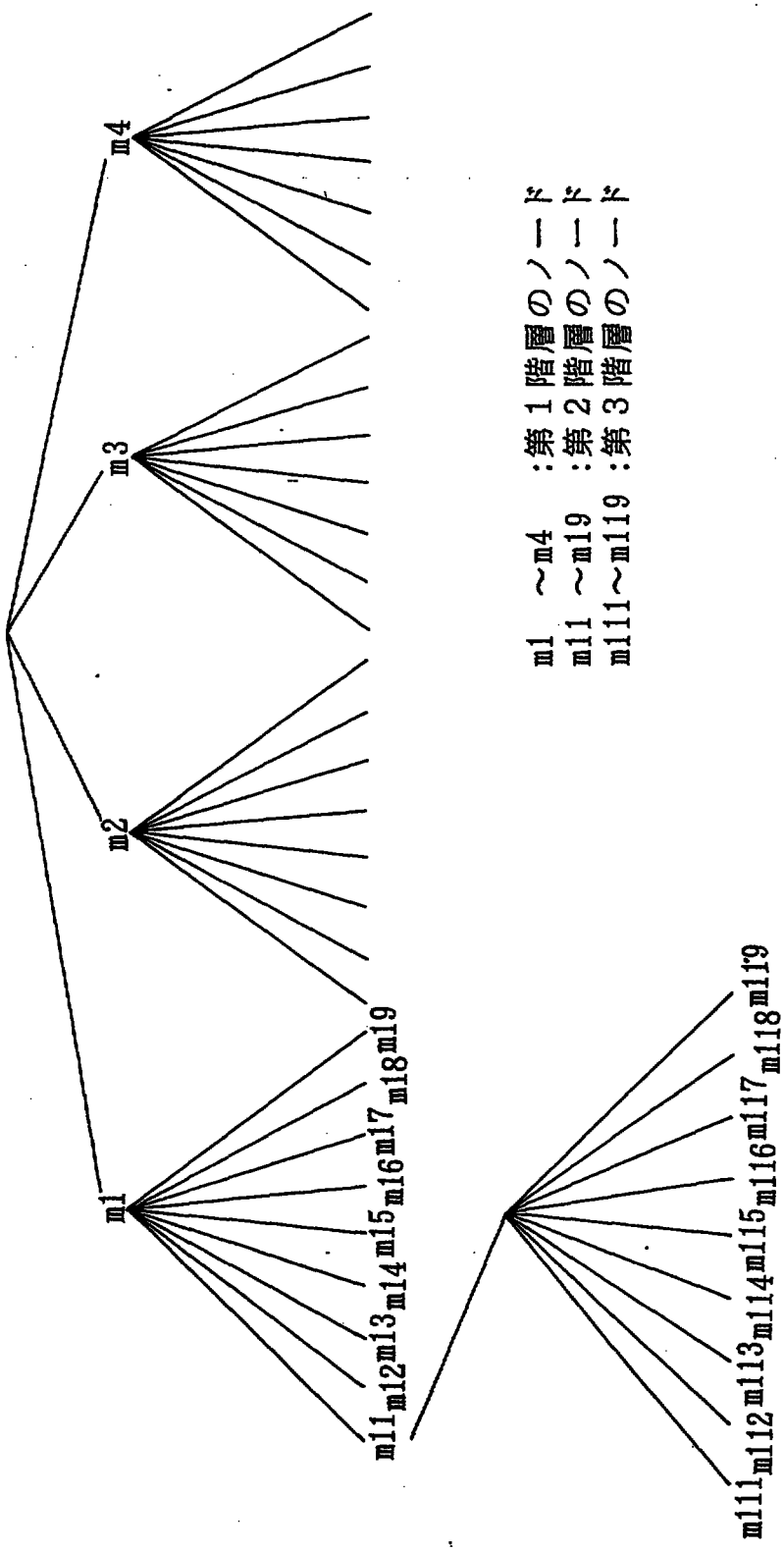
【図３】



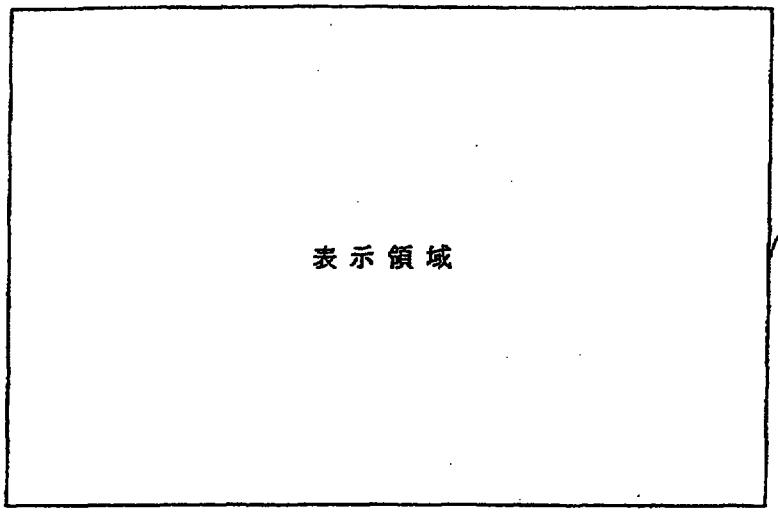
【図４】


各階層の楕円の大きさの比の決定
S1101
楕円の短径：長径の比の決定
S1102
楕円比率の決定
S1103
第１階層の楕円の作成
S1104
第１階層のノードの配置
S1105
第２階層の楕円の中心軌跡の作成
S1106
第２階層の楕円の中心位置の決定
S1107
第２階層の各楕円の作成
S1108
第２階層のノードの配置
S1109
第３階層の楕円の中心軌跡の作成
S1110
第３階層の楕円の中心位置の決定
S1111
第３階層の各楕円の作成
S1112
第３階層のノードの配置
S1113

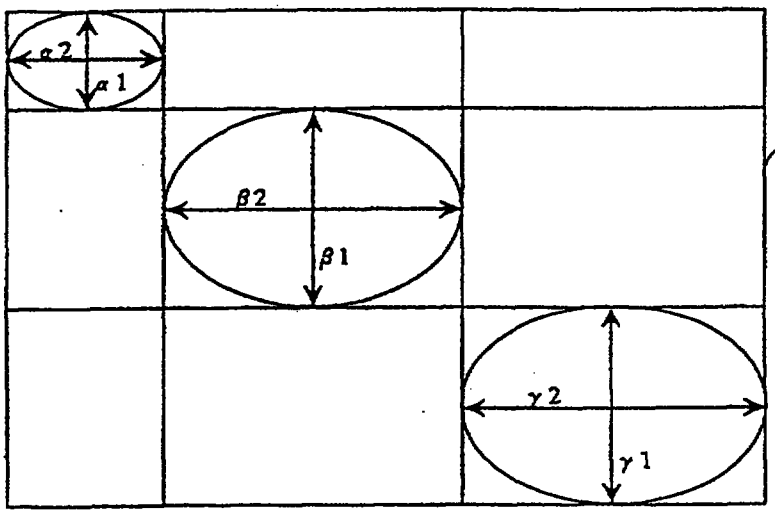
【図5】


m1
m2
m3
m4
m11 m12 m13 m14 m15 m16 m17 m18 m19
m111 m112 m113 m114 m115 m116 m117 m118 m119
m1 ～m4 :第1階層のノード
m11 ～m19 :第2階層のノード
m111～m119 :第3階層のノード

【図６】

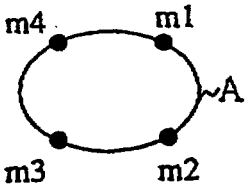


【図７】



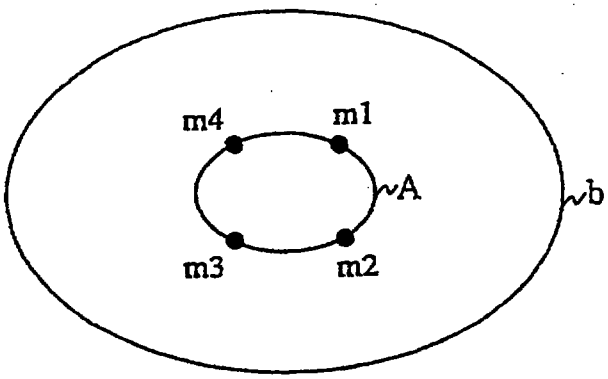
α１・α２：第１階層の楕円の短径・長径
β１・β２：第２階層の楕円の短径・長径
γ１・γ２：第３階層の楕円の短径・長径

【図８】



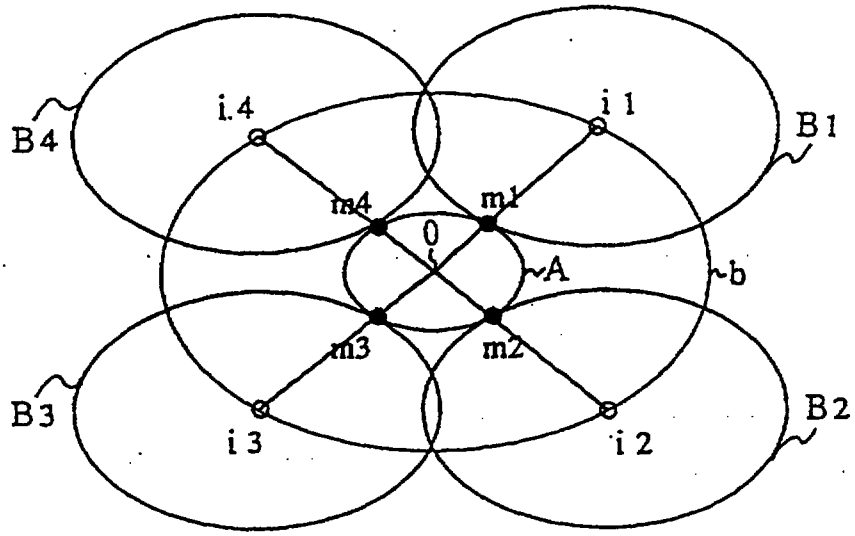
A：第１階層の楕円

【図９】



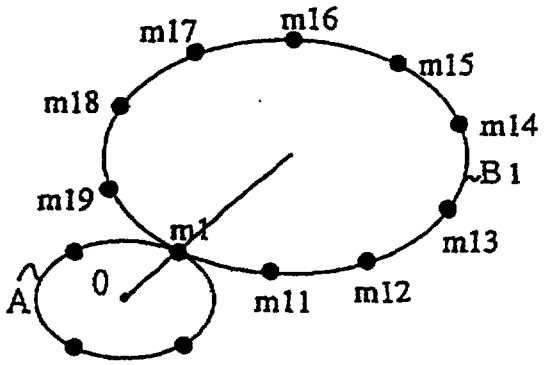
b：第２階層の楕円の中心軌跡

【図１０】

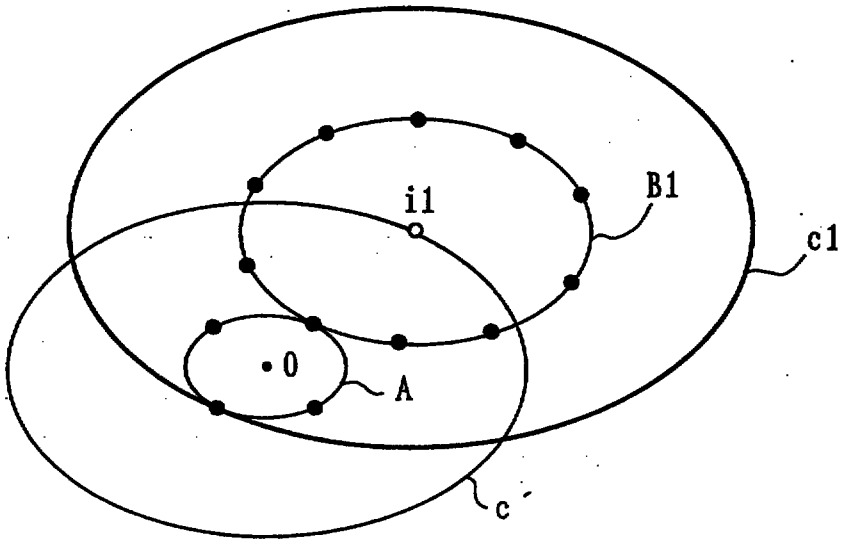


0：楕円Ａの中心
i1～i4：第２階層の楕円の中心
B1～B4：第２階層の楕円

【図１１】

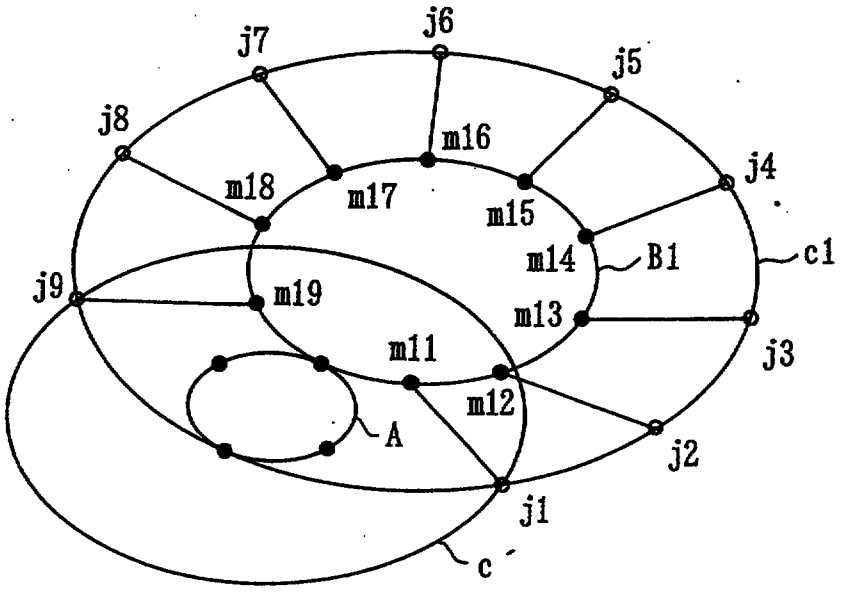


【図１２】



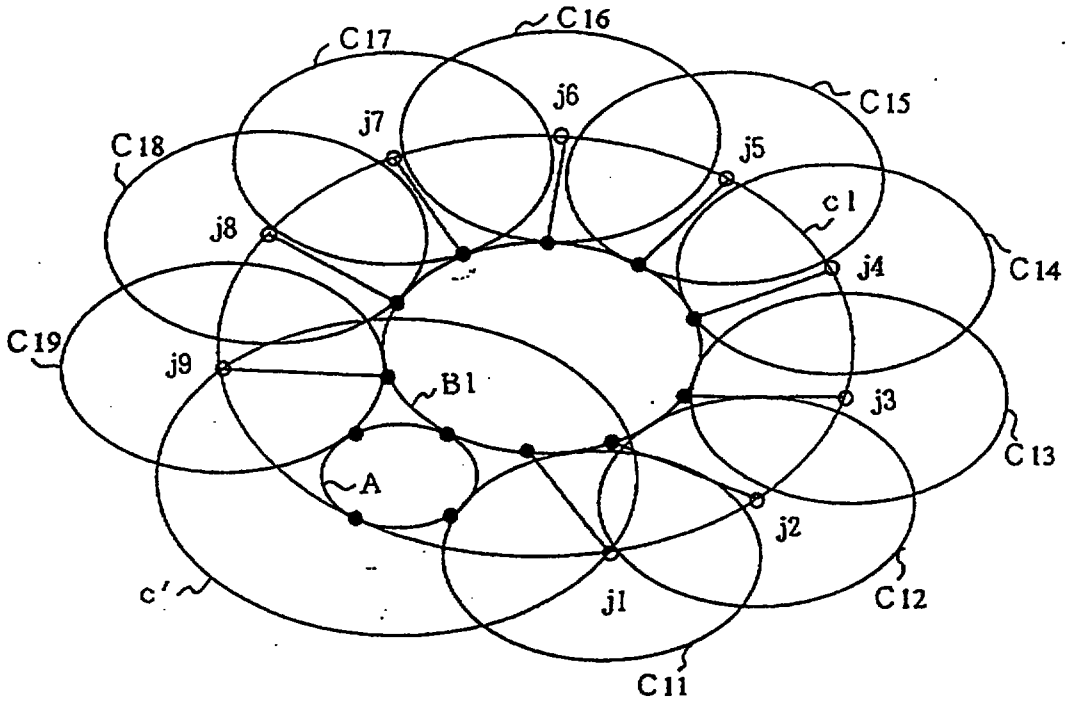
c1:第３階層の楕円の中心軌跡(太線部分)

【図１３】



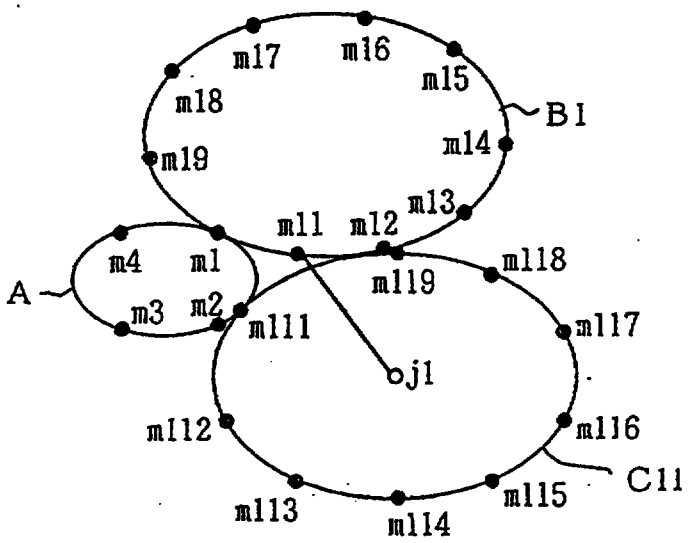
j1～j9:第３階層の楕円の中心

【図１４】

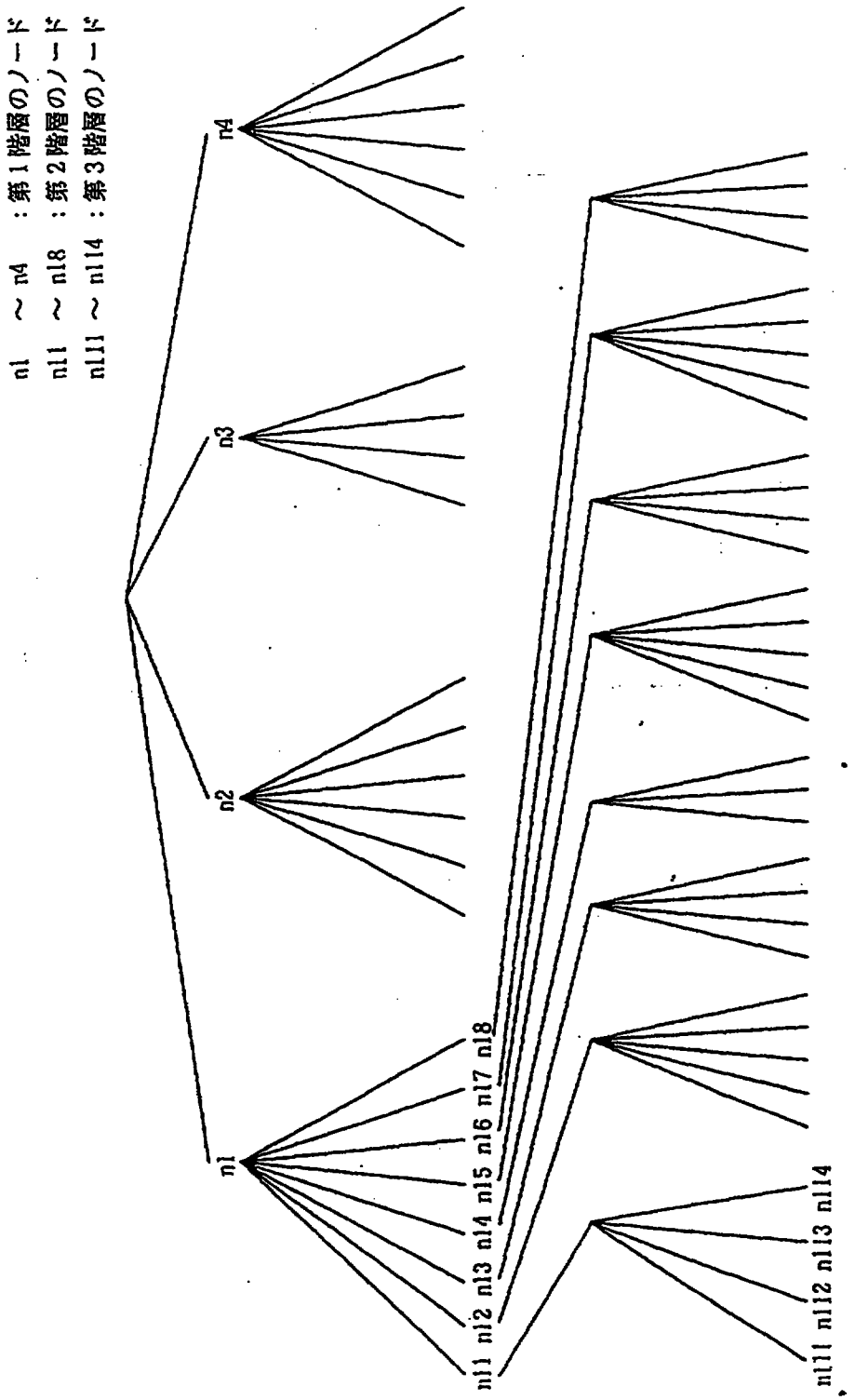


c11～c19：第３階層の楕円

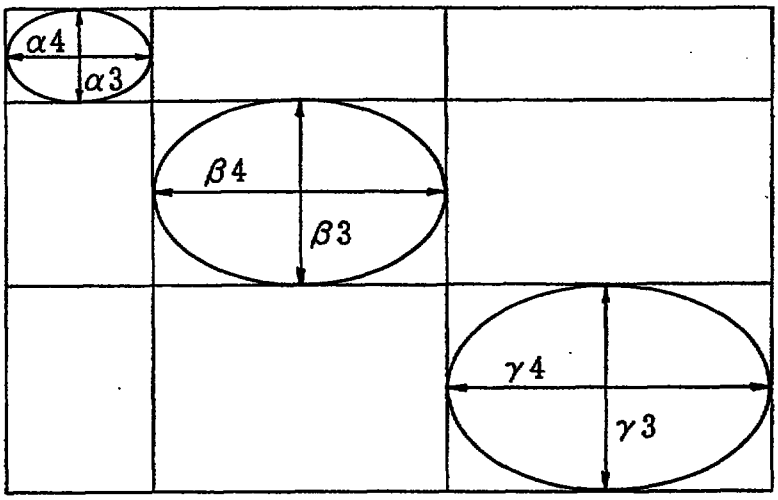
【図１５】



【図16】

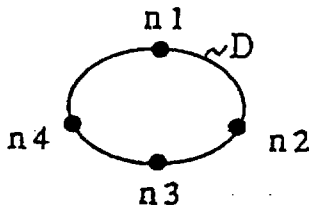

n1 ～ n4 ：第1階層のノード
n11 ～ n18 ：第2階層のノード
n111 ～ n114 ：第3階層のノード
n1
n2
n3
n4
n11 n12 n13 n14 n15 n16 n17 n18
n111 n112 n113 n114

【図17】



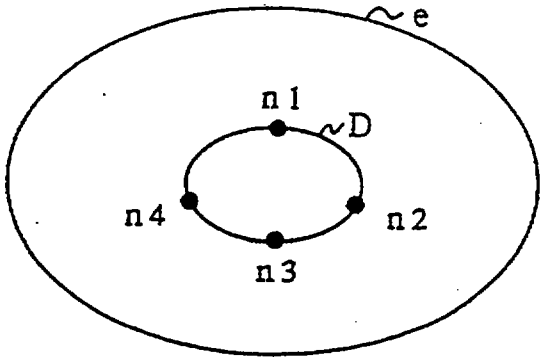
α3・α4 ： 第1階層の楕円の短径・長径
β3・β4 ： 第2階層の楕円の短径・長径
γ3・γ4 ： 第3階層の楕円の短径・長径

【図18】



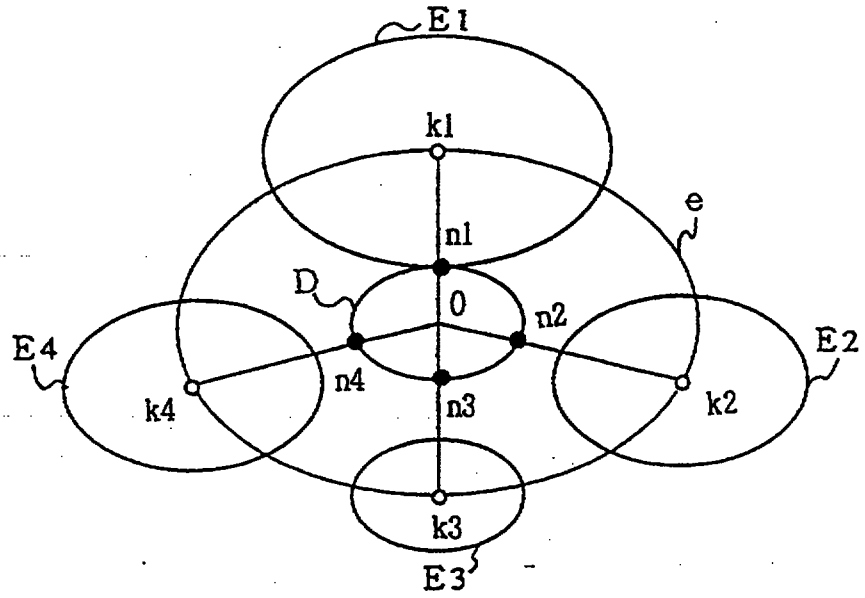
D：第1階層の楕円

【図19】



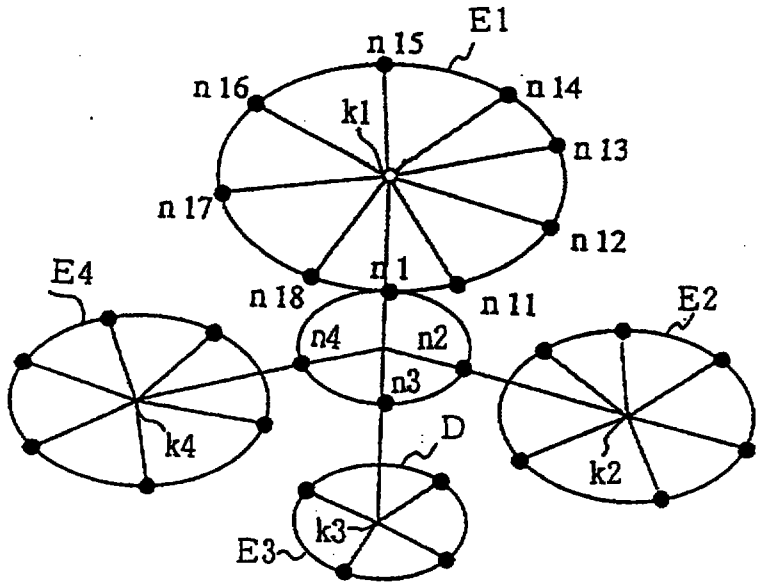
e：第2階層の楕円の中心軌跡

【図２０】

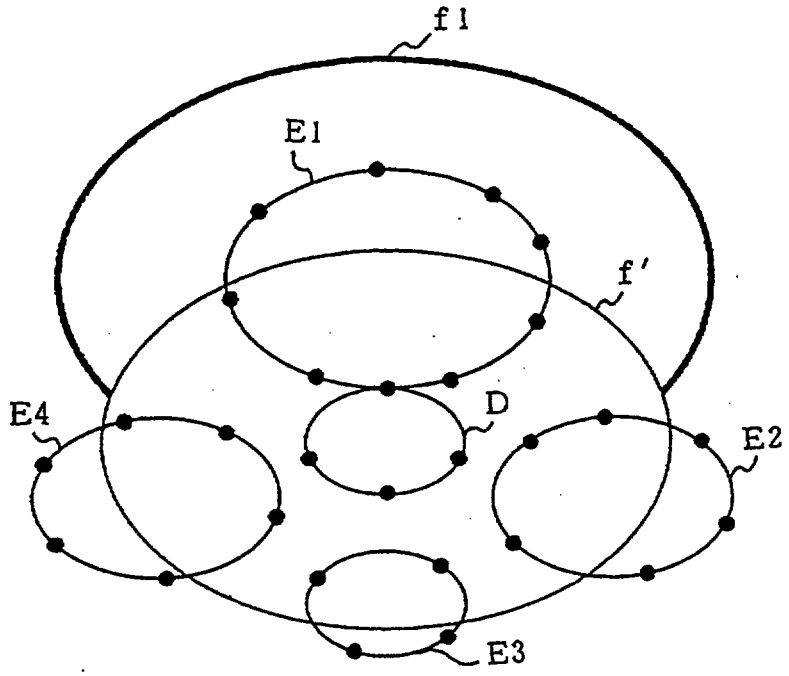


k1～k4：第２階層の楕円の中心
E1～E4：第２階層の楕円

【図２１】

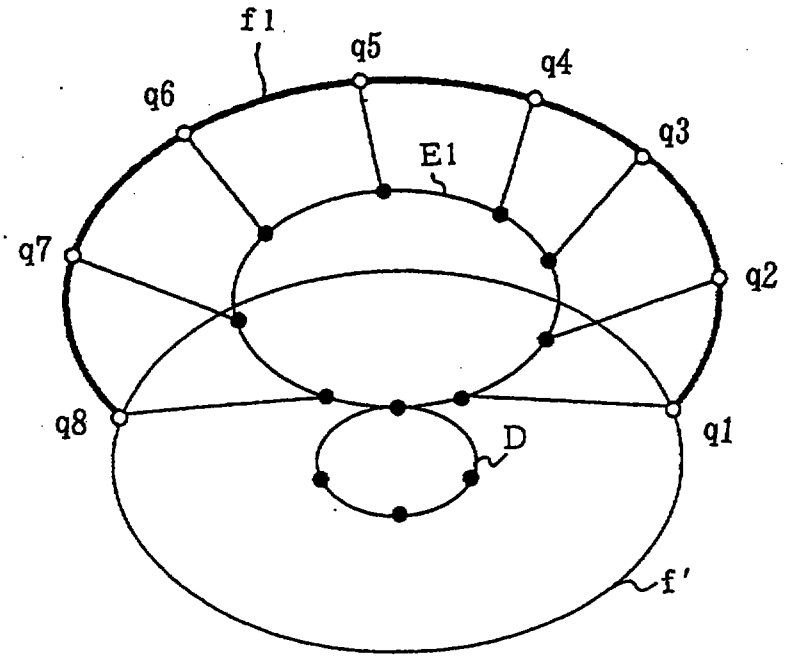


【図２２】



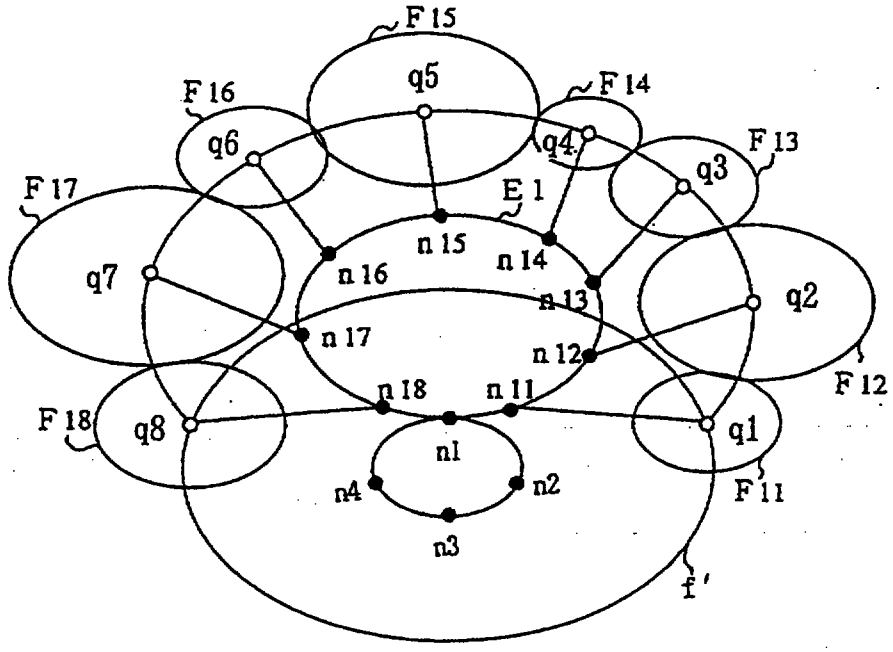
f１：第３階層の楕円の中心軌跡（太線部）

【図２３】



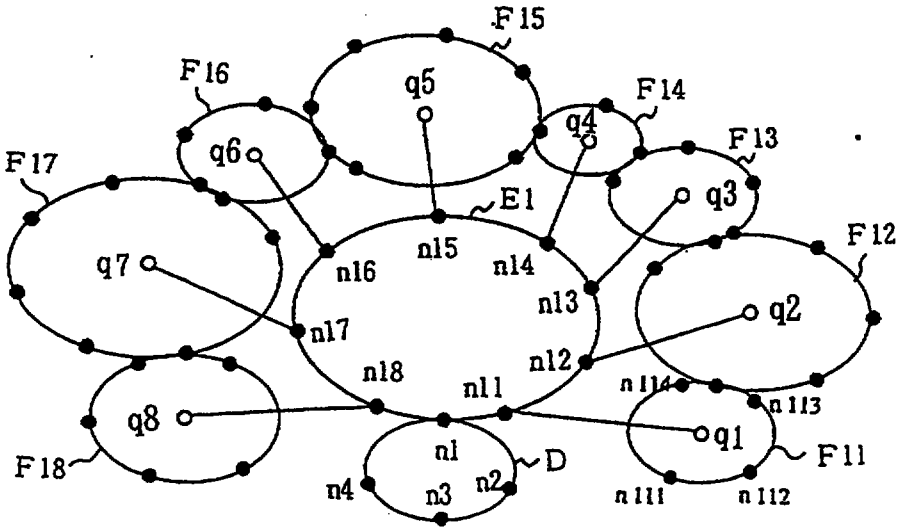
q1 ～q7 ：第３階層の楕円の中心

【図２４】

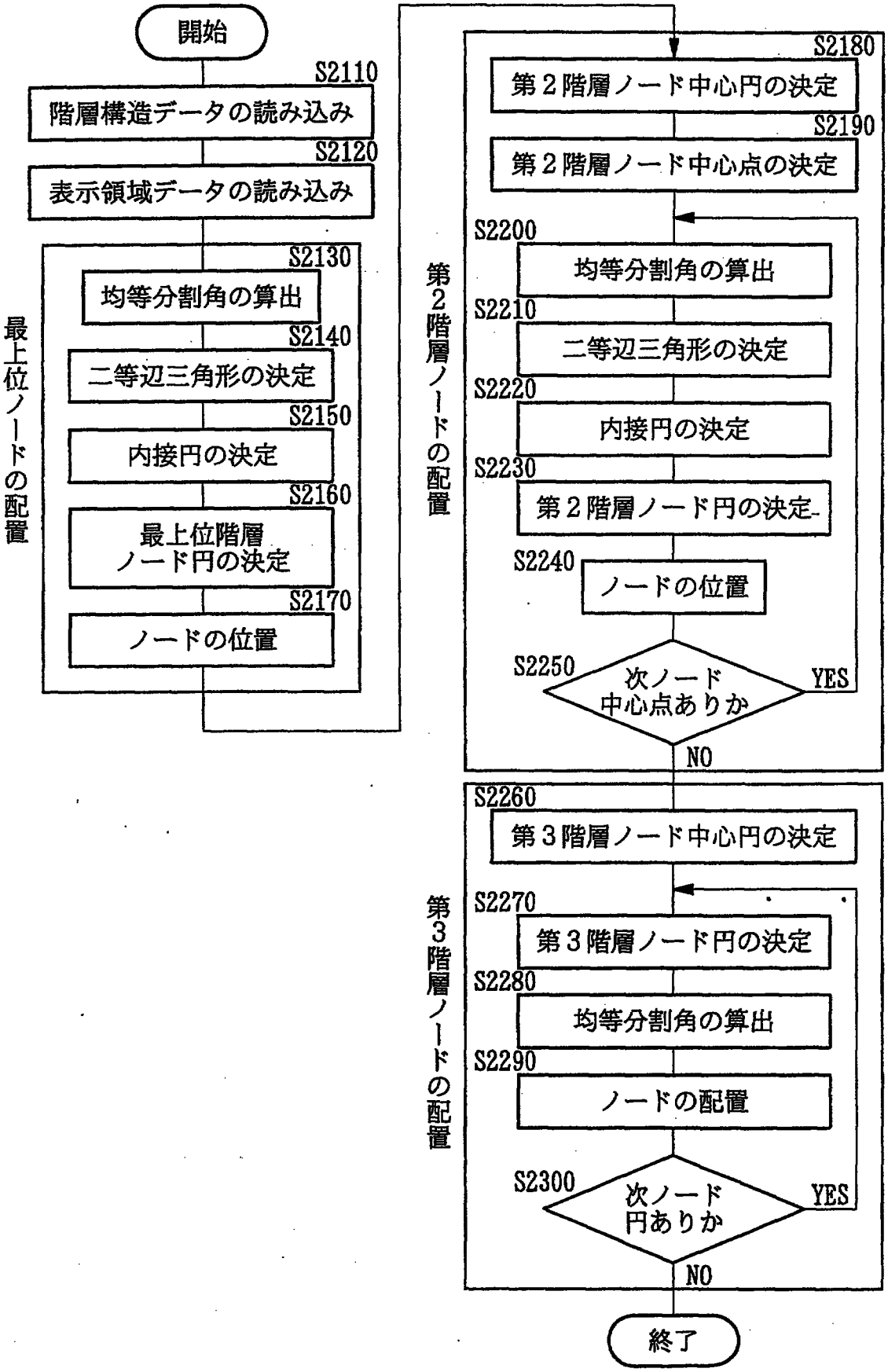


F11～F18：第３階層の楕円

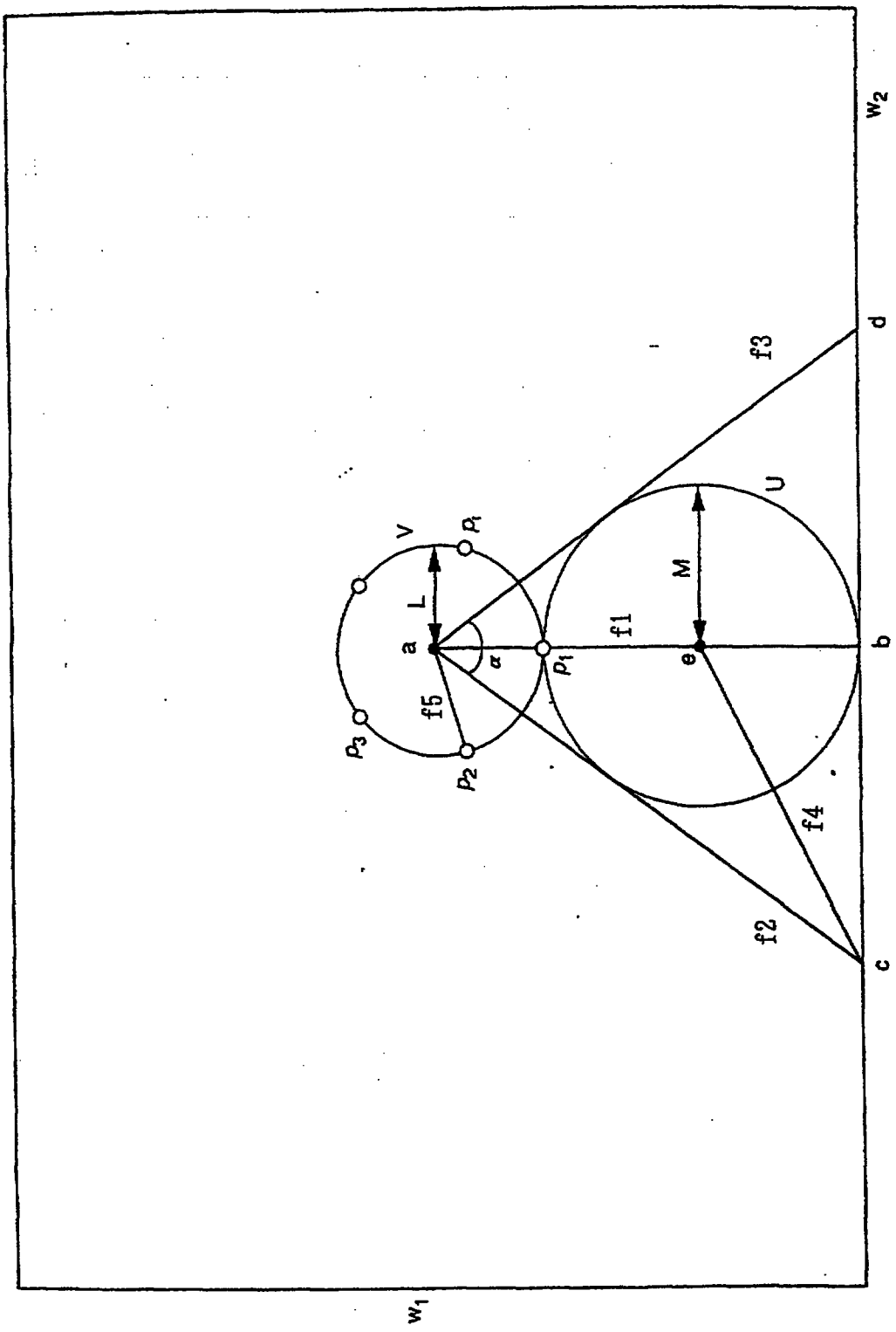
【図２５】



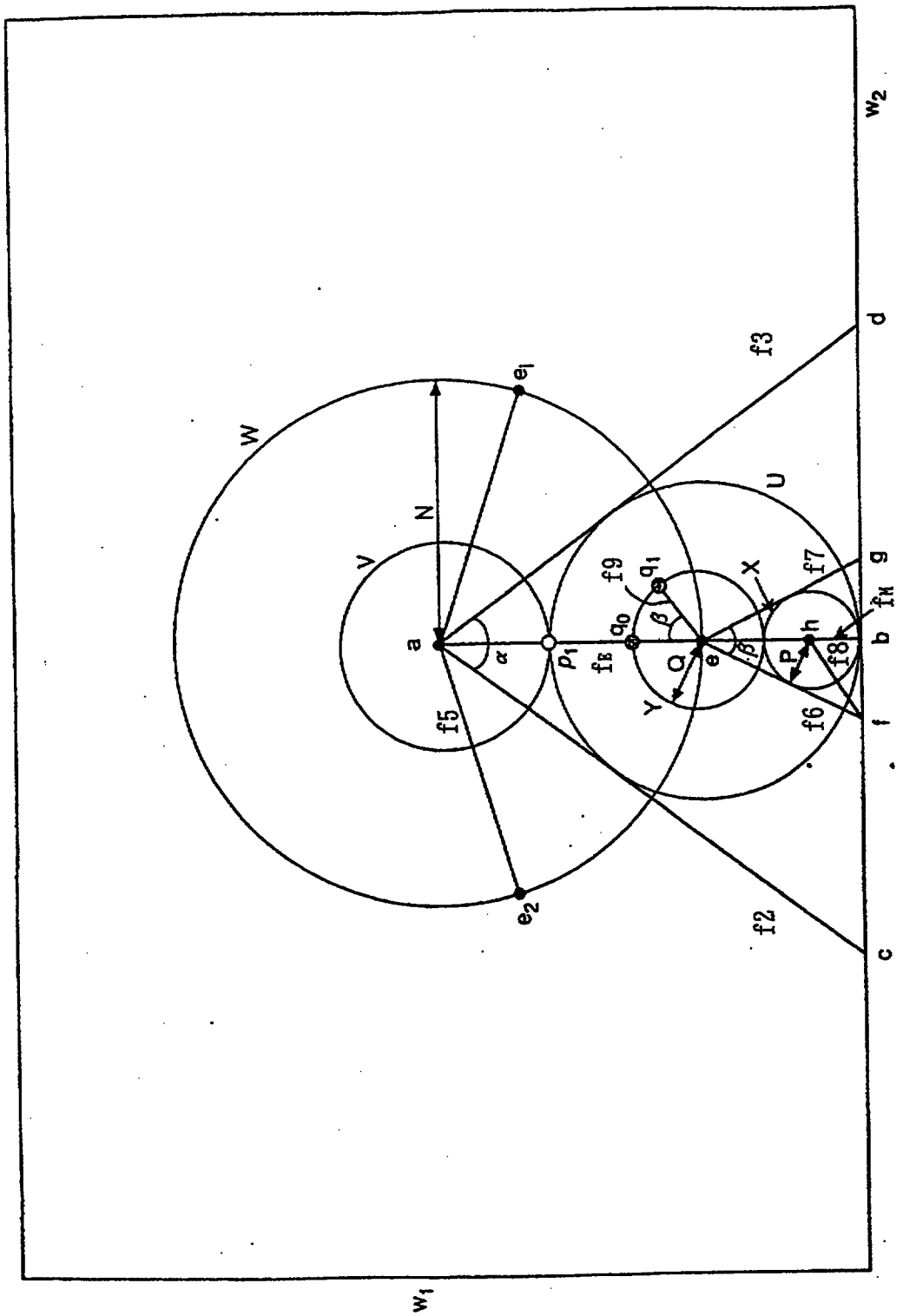
【図２６】


開始
S2110
階層構造データの読み込み
S2120
表示領域データの読み込み
最上位ノードの配置
S2130
均等分割角の算出
S2140
二等辺三角形の決定
S2150
内接円の決定
S2160
最上位階層ノード円の決定
S2170
ノードの位置
第２階層ノードの配置
S2180
第２階層ノード中心円の決定
S2190
第２階層ノード中心点の決定
S2200
均等分割角の算出
S2210
二等辺三角形の決定
S2220
内接円の決定
S2230
第２階層ノード円の決定
S2240
ノードの位置
S2250
次ノード中心点ありか
YES
NO
第３階層ノードの配置
S2260
第３階層ノード中心円の決定
S2270
第３階層ノード円の決定
S2280
均等分割角の算出
S2290
ノードの配置
S2300
次ノード円ありか
YES
NO
終了

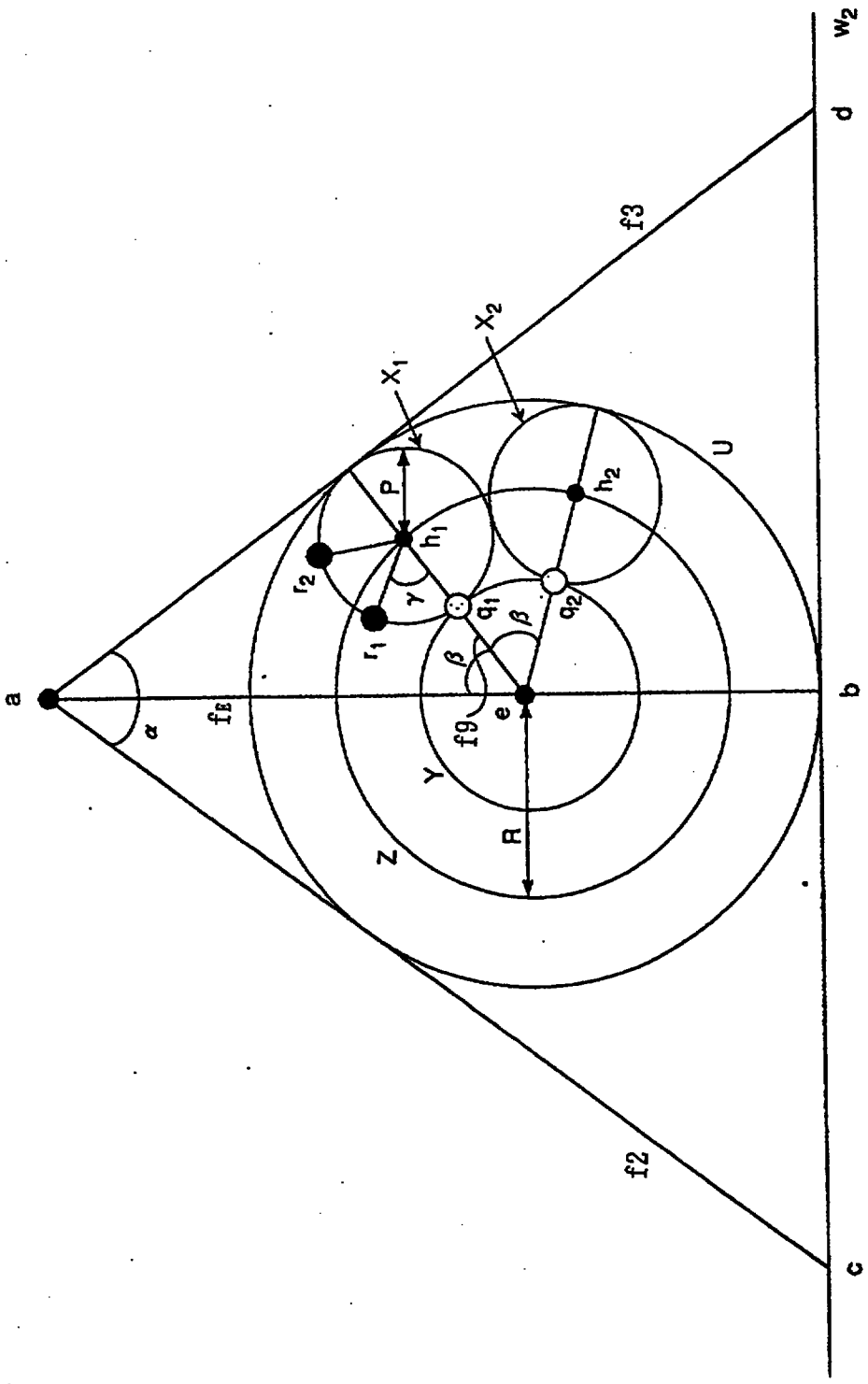
【図27】



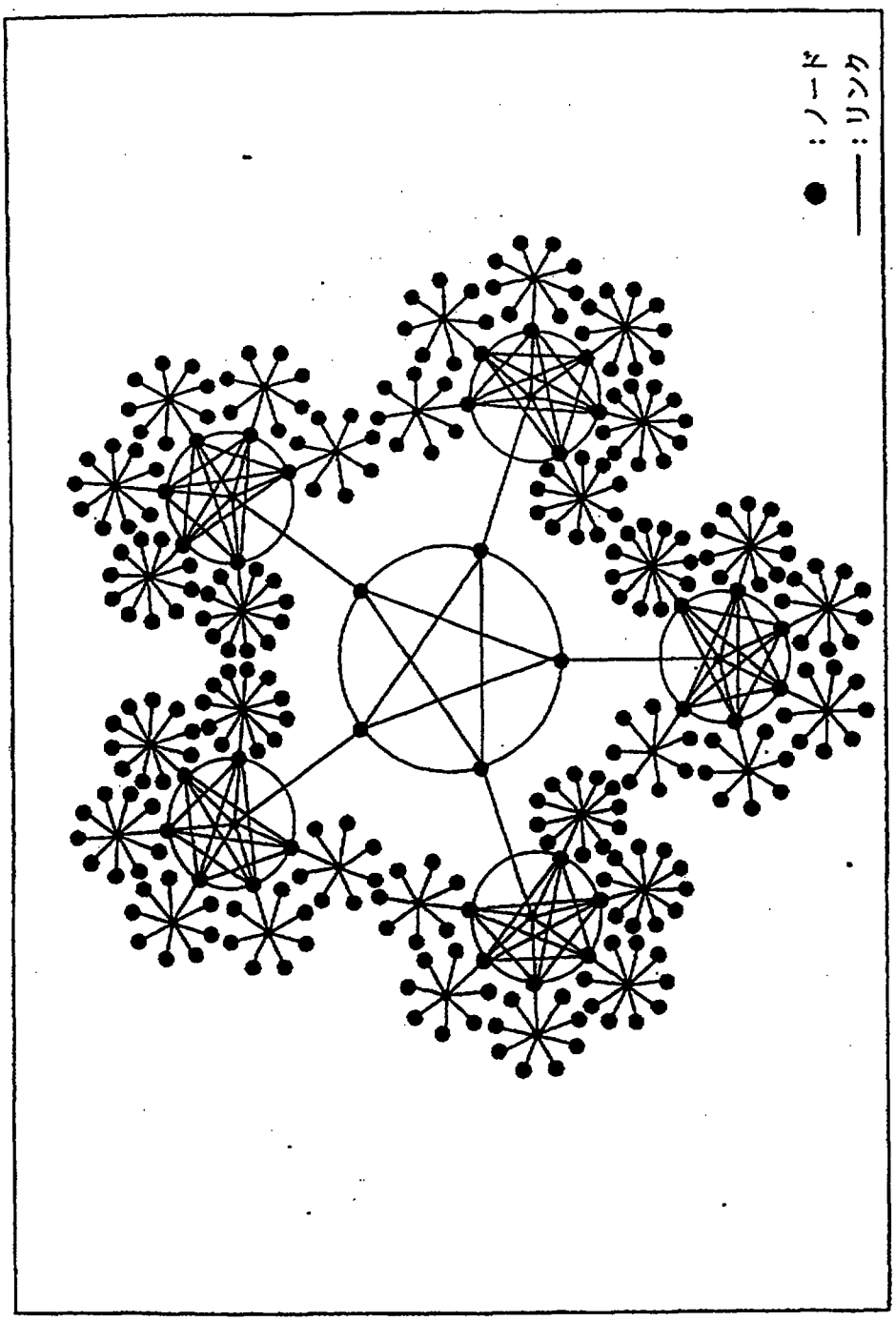
【図28】


W
V
U
N
a
e_1
e_2
p_1
q_0
q_1
f9
f_E
f_M
f2
f3
f5
f6
f7
f8
X
Y
P
Q
e
h
α
β
w_1
w_2
b
c
d
f
g

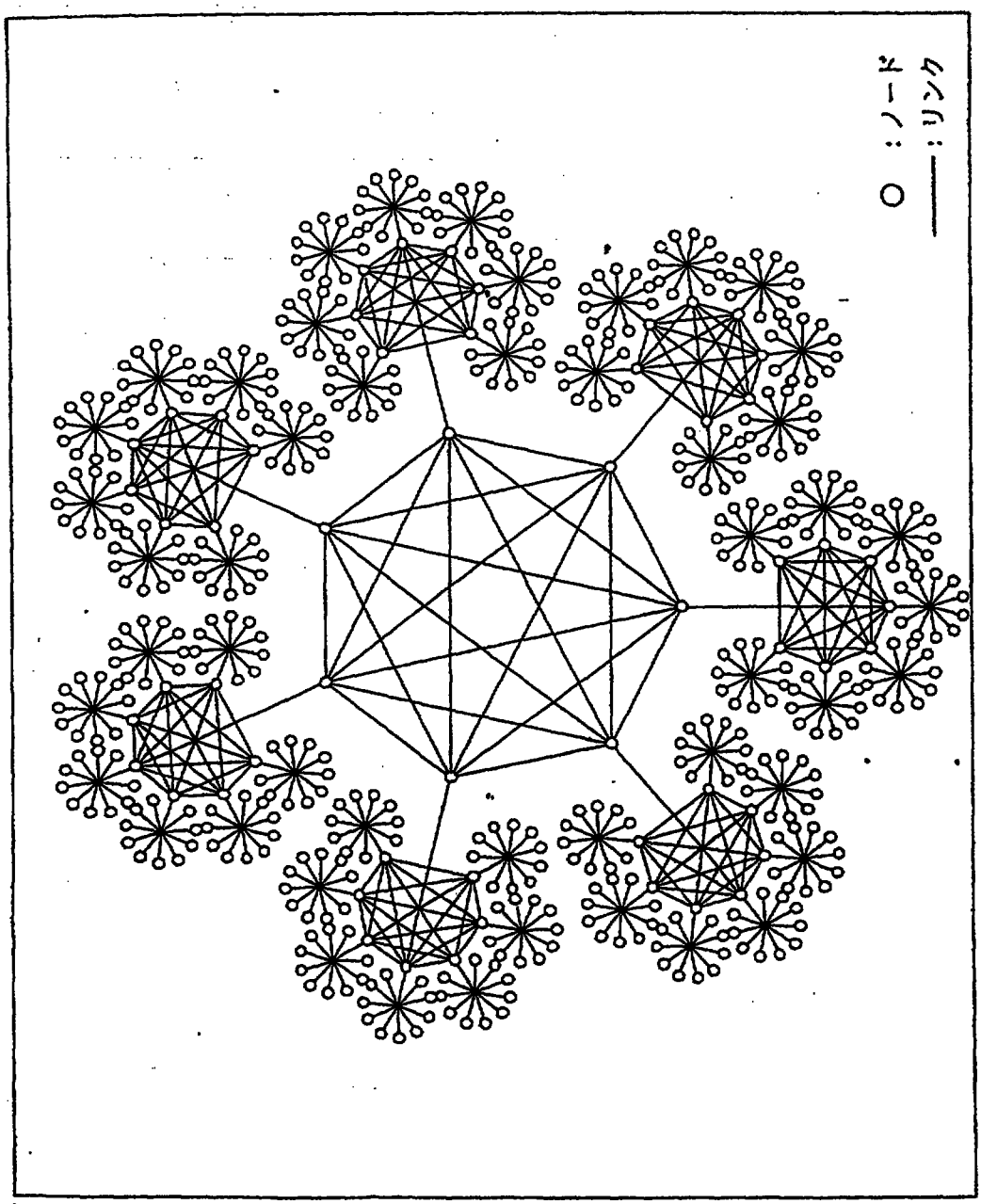
【図29】



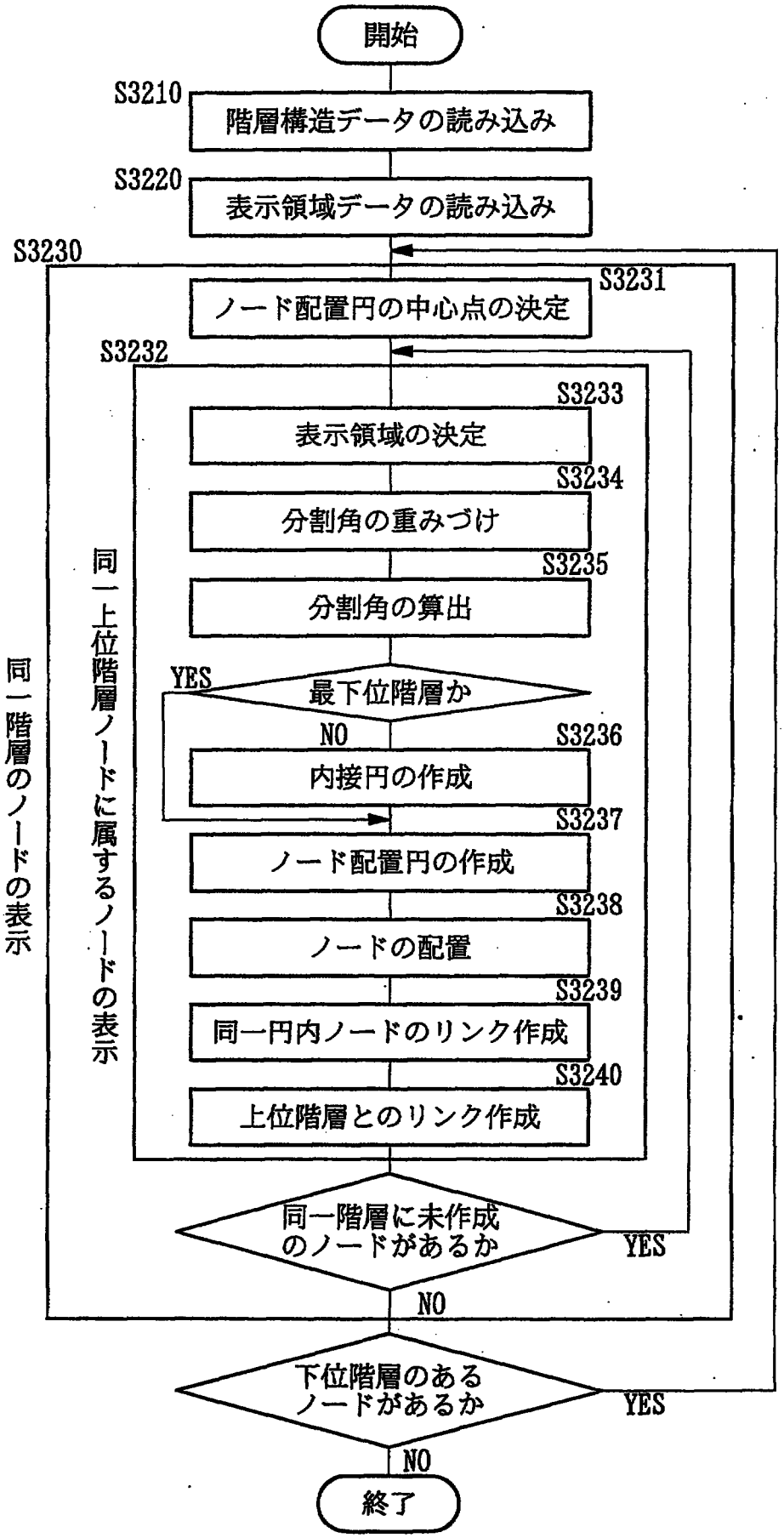
【図３０】



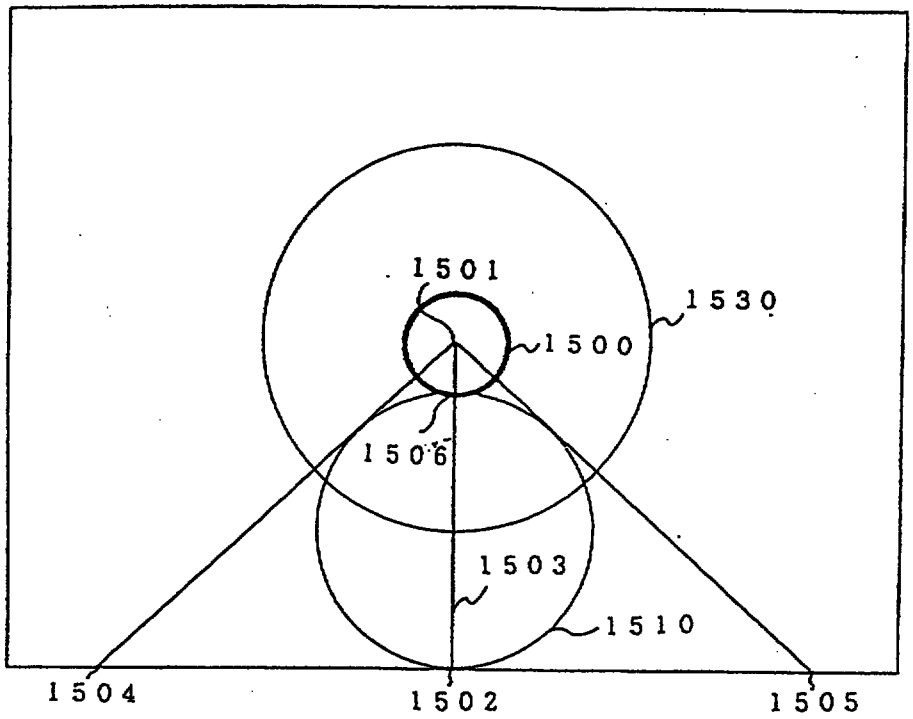
【図３１】



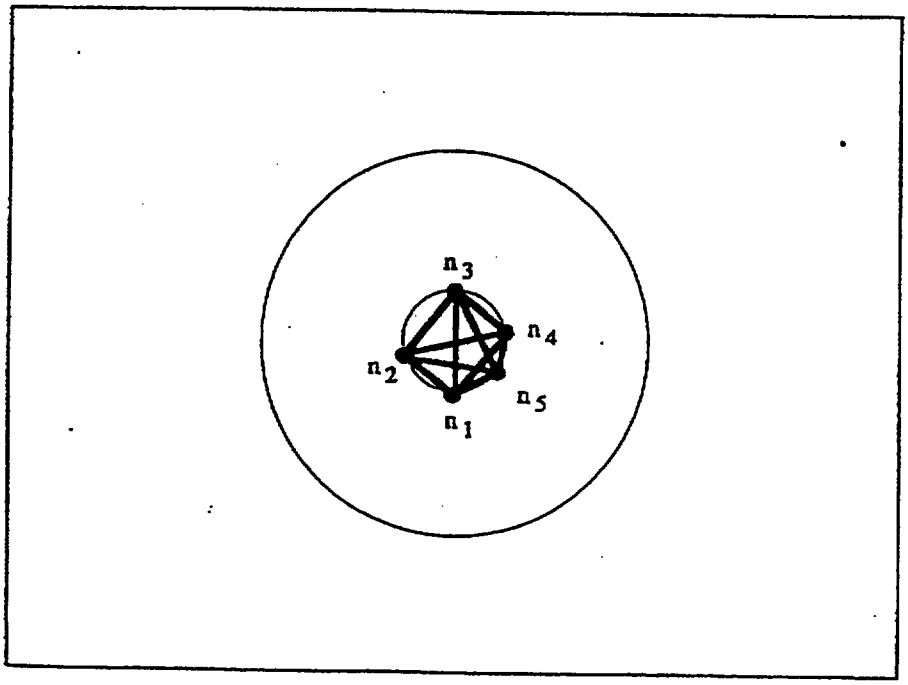
【図３２】


開始
S3210
階層構造データの読み込み
S3220
表示領域データの読み込み
S3230
S3231
ノード配置円の中心点の決定
S3232
S3233
表示領域の決定
S3234
分割角の重みづけ
S3235
分割角の算出
YES
最下位階層か
NO
S3236
内接円の作成
S3237
ノード配置円の作成
S3238
ノードの配置
S3239
同一円内ノードのリンク作成
S3240
上位階層とのリンク作成
同一階層に未作成のノードがあるか
YES
NO
下位階層のあるノードがあるか
YES
NO
終了
同一階層のノードの表示
同一上位階層ノードに属するノードの表示

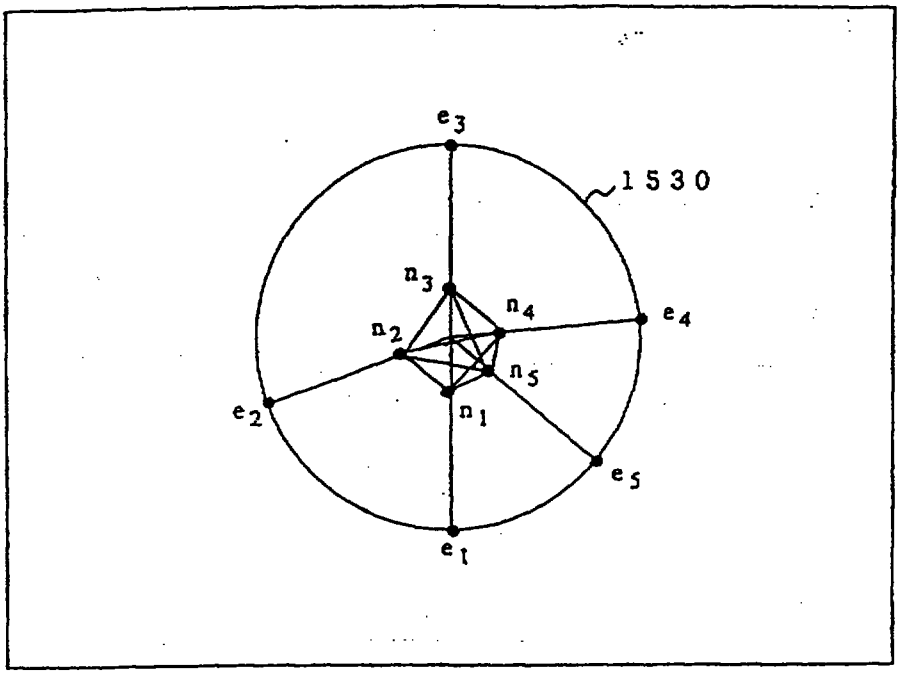
【図３３】



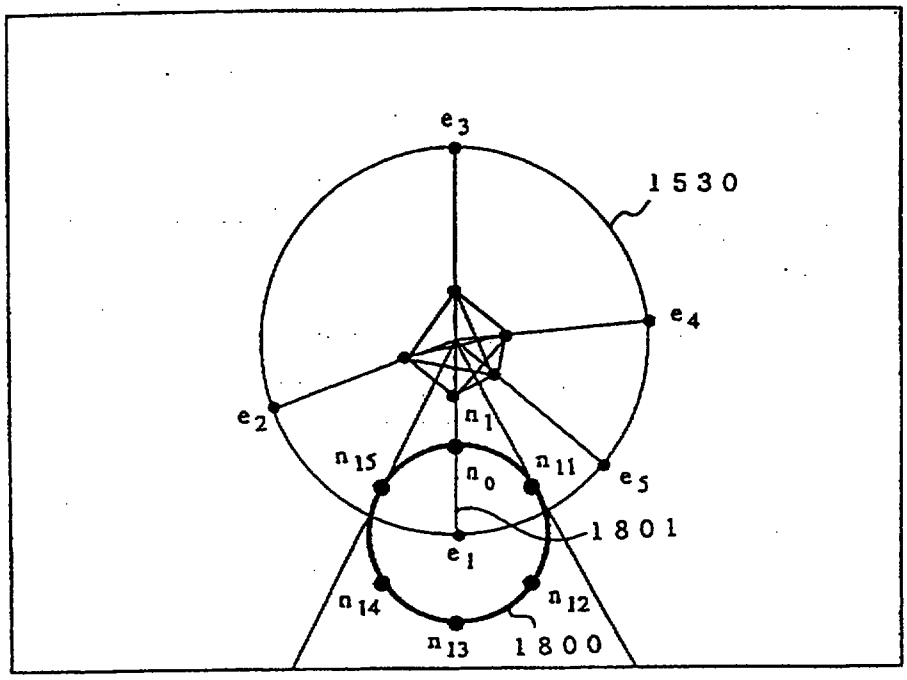
【図３４】



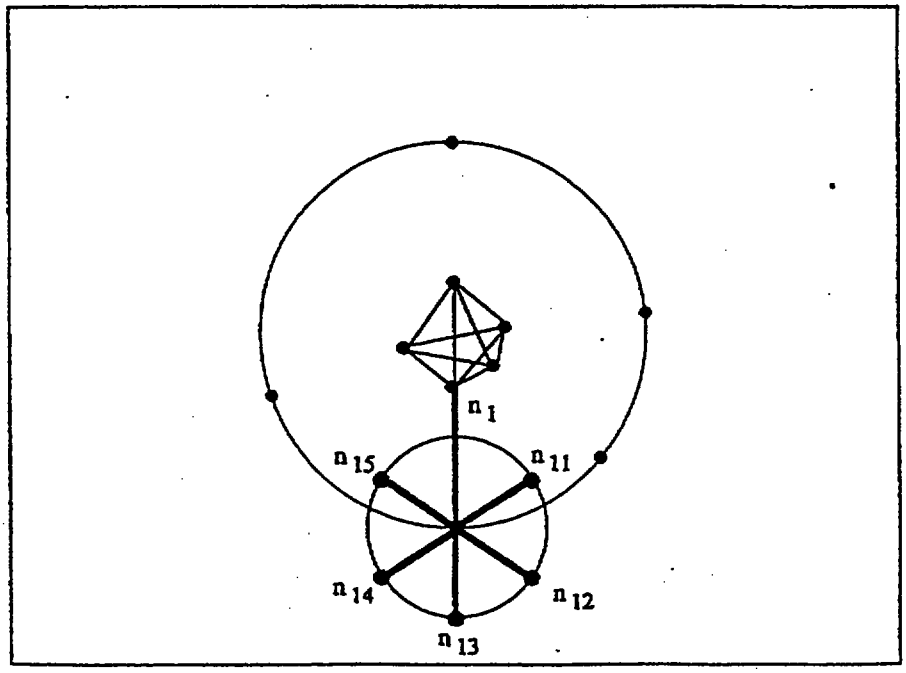
【図３５】



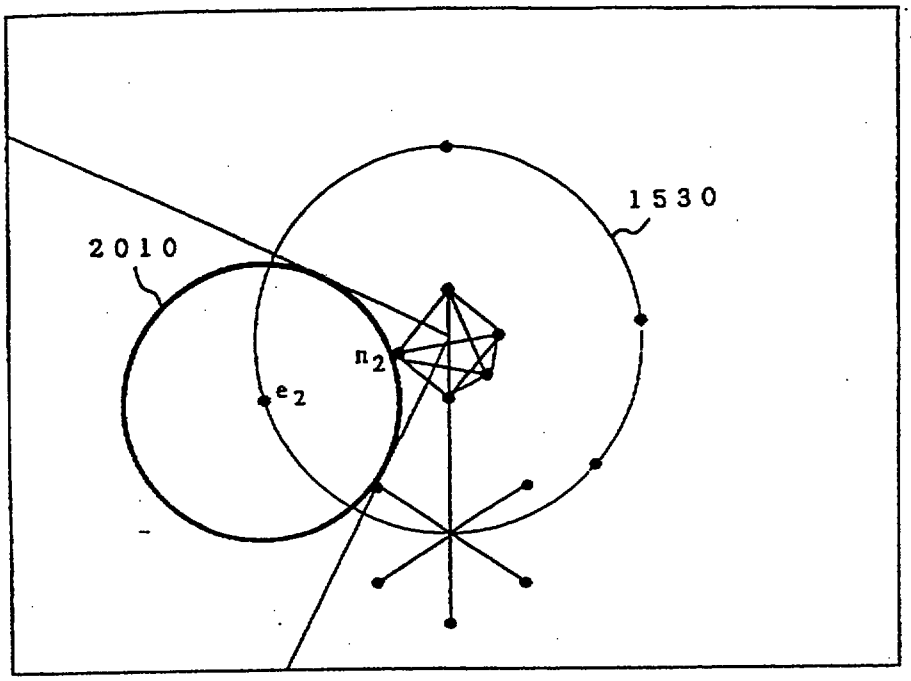
【図３６】


e3
1530
e4
e2
n1
n15
n0
n11
e5
1801
e1
n14
n12
n13
1800

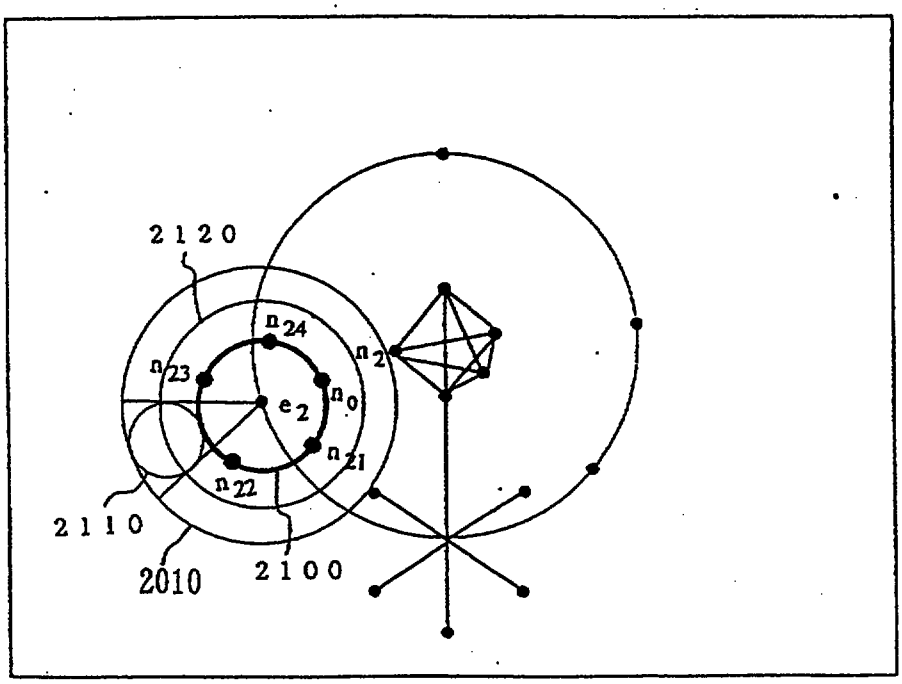
【図３７】


n1
n15
n11
n14
n12
n13

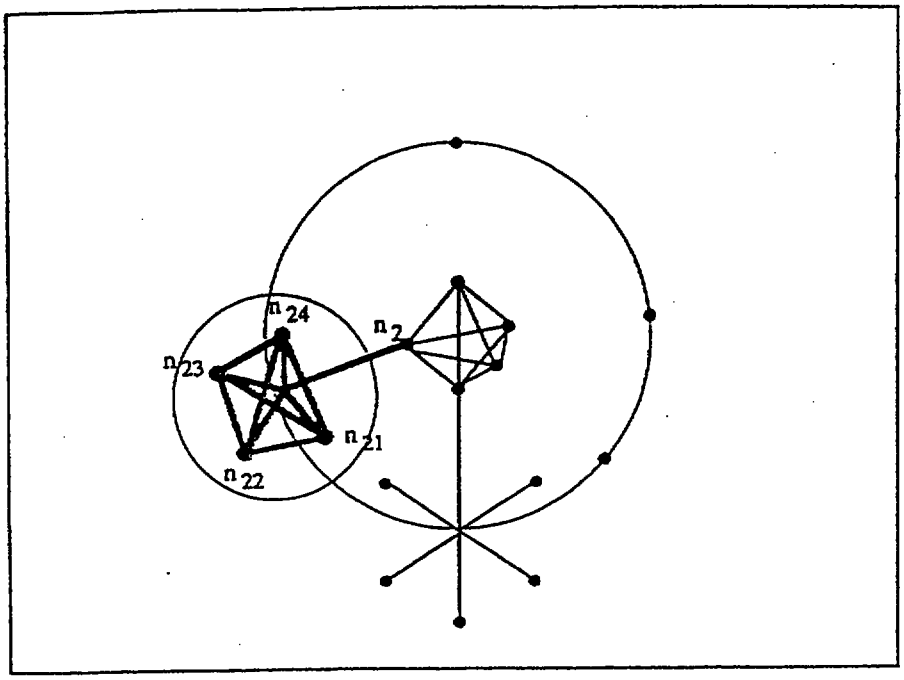
【図３８】



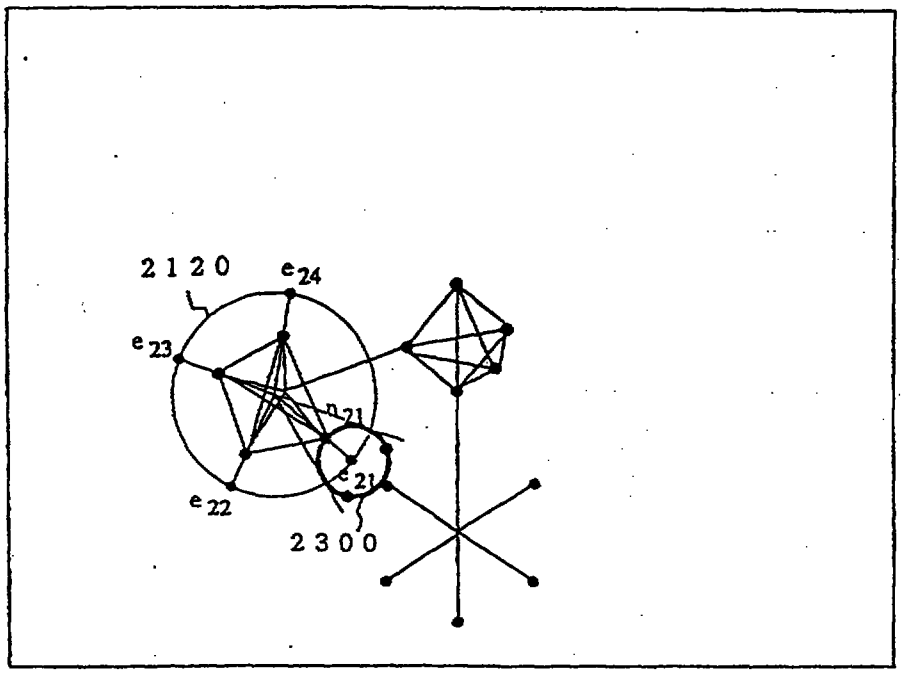
【図３９】



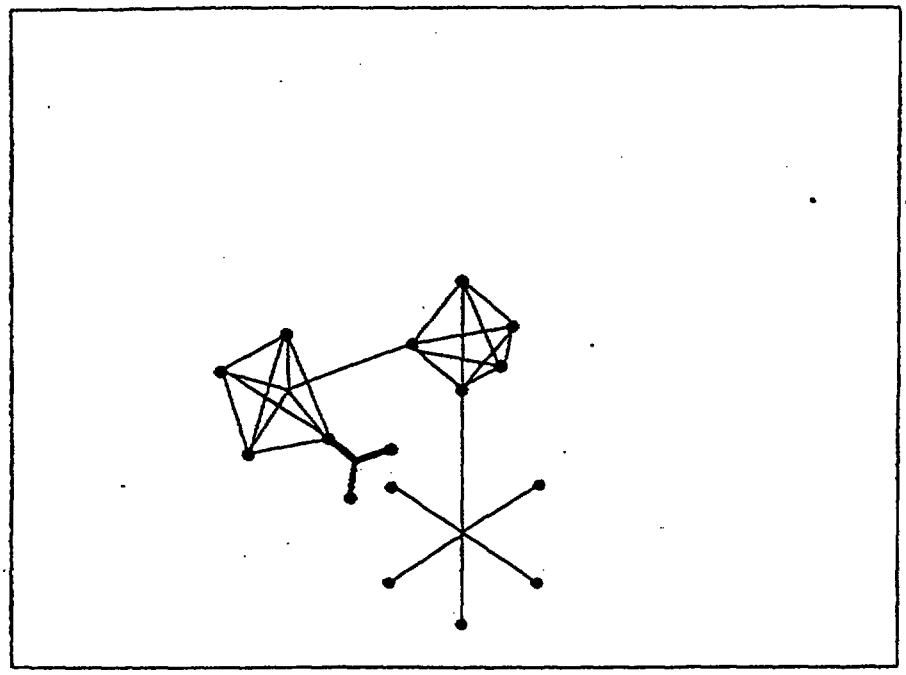
【図４０】



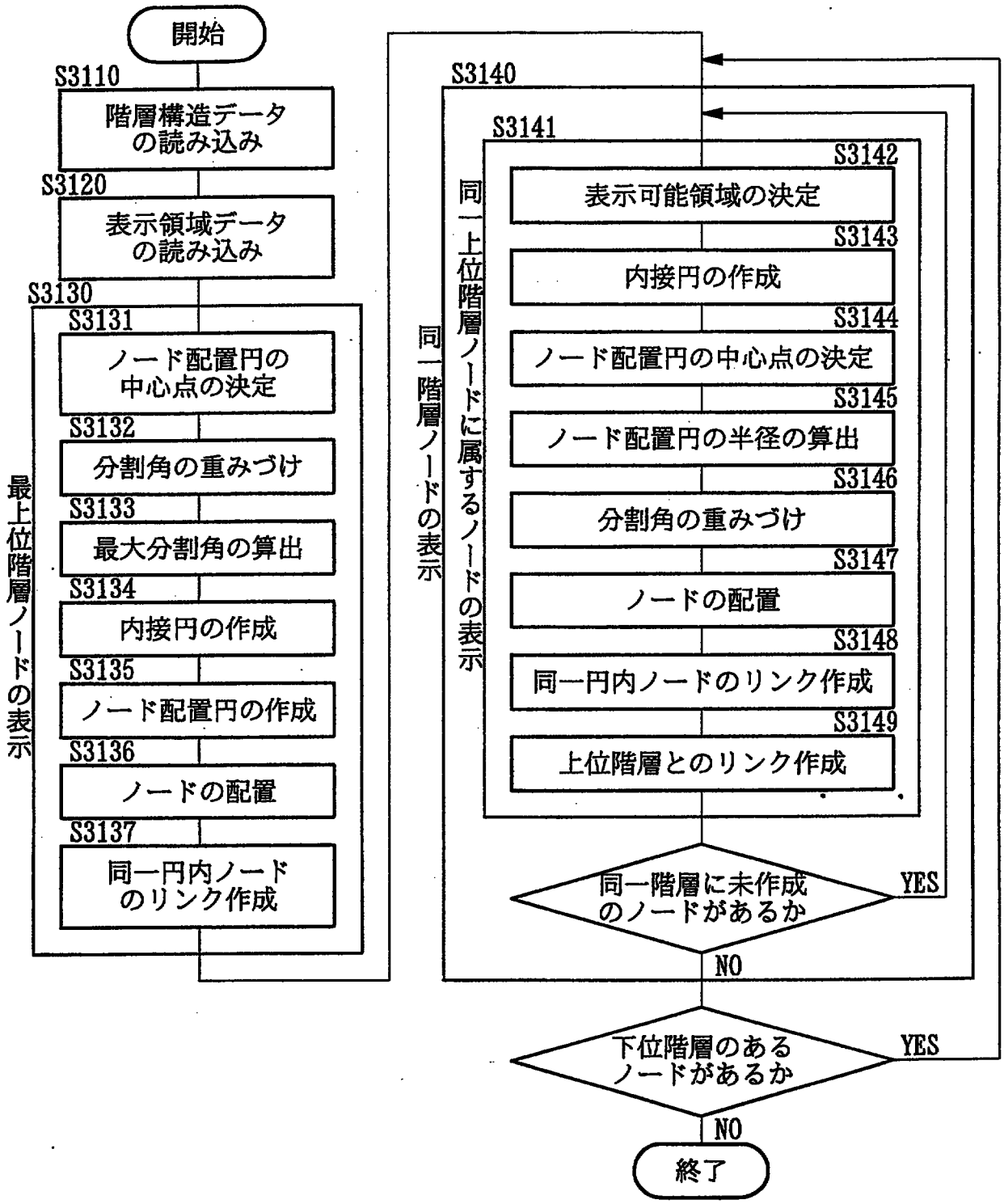
【図４１】



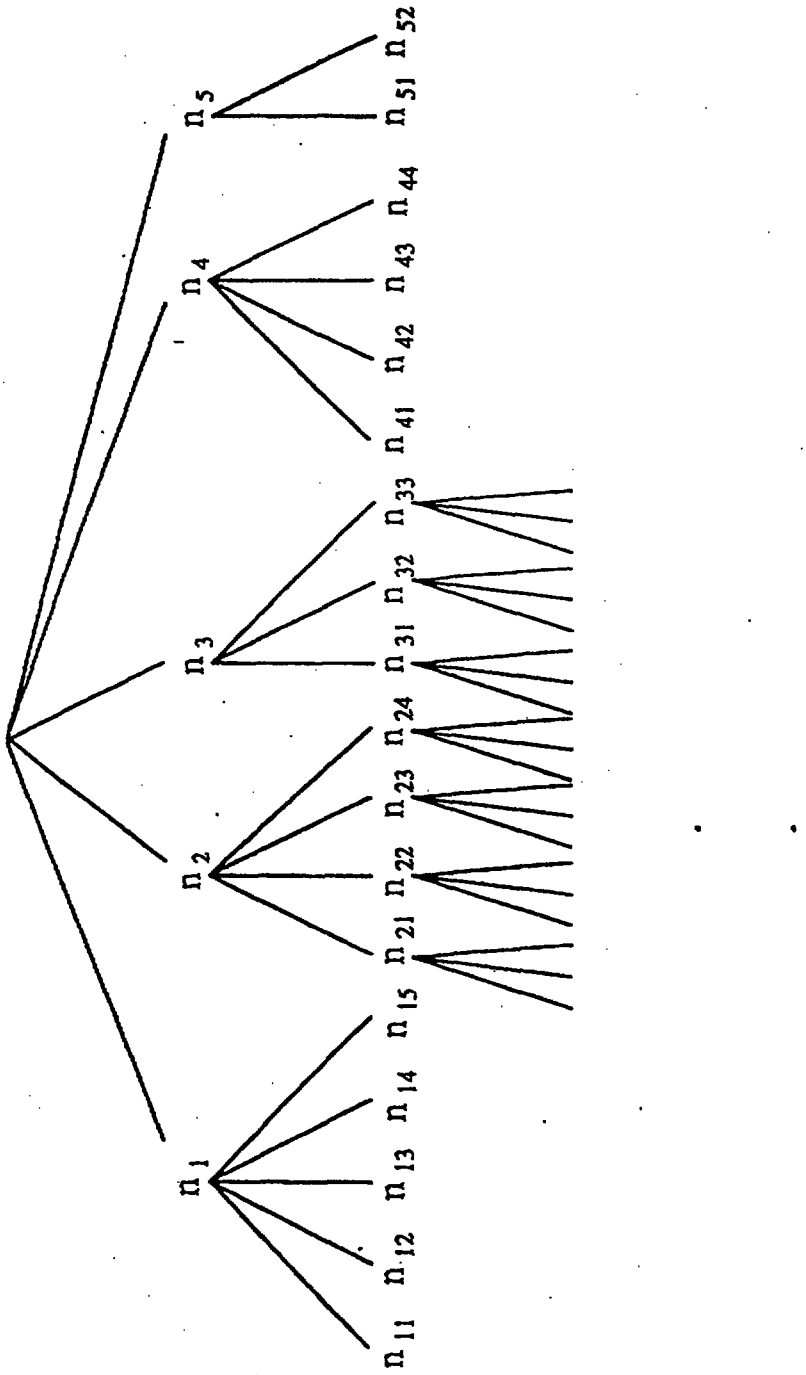
【図４２】



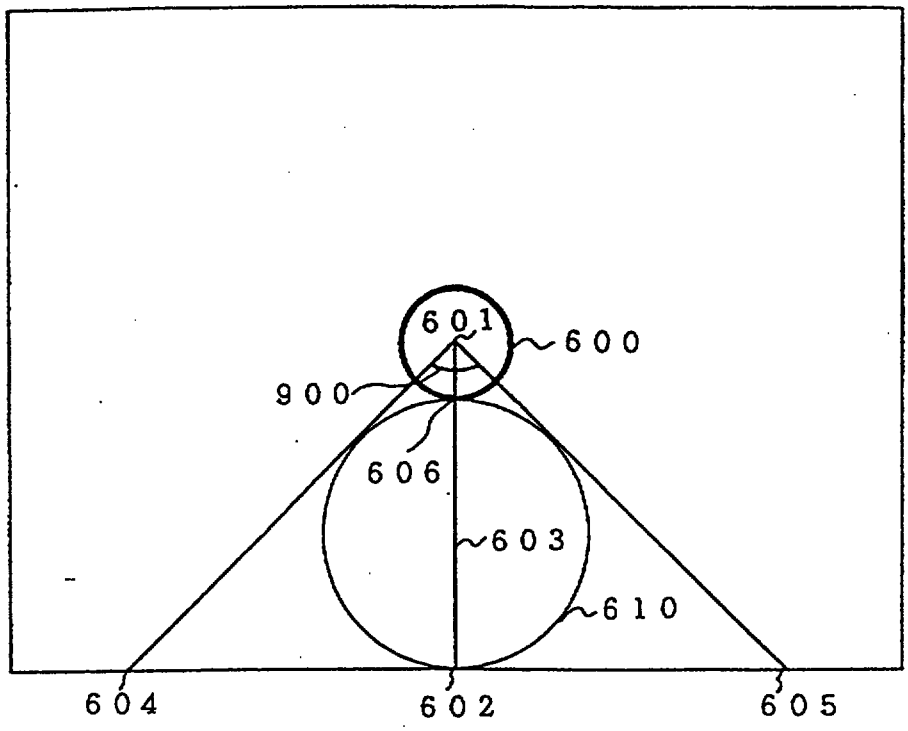
【図43】


開始
S3110
階層構造データの読み込み
S3120
表示領域データの読み込み
S3130
最上位階層ノードの表示
S3131
ノード配置円の中心点の決定
S3132
分割角の重みづけ
S3133
最大分割角の算出
S3134
内接円の作成
S3135
ノード配置円の作成
S3136
ノードの配置
S3137
同一円内ノードのリンク作成
S3140
同一階層ノードの表示
S3141
同一上位階層ノードに属するノードの表示
S3142
表示可能領域の決定
S3143
内接円の作成
S3144
ノード配置円の中心点の決定
S3145
ノード配置円の半径の算出
S3146
分割角の重みづけ
S3147
ノードの配置
S3148
同一円内ノードのリンク作成
S3149
上位階層とのリンク作成
同一階層に未作成のノードがあるか
YES
NO
下位階層のあるノードがあるか
YES
NO
終了

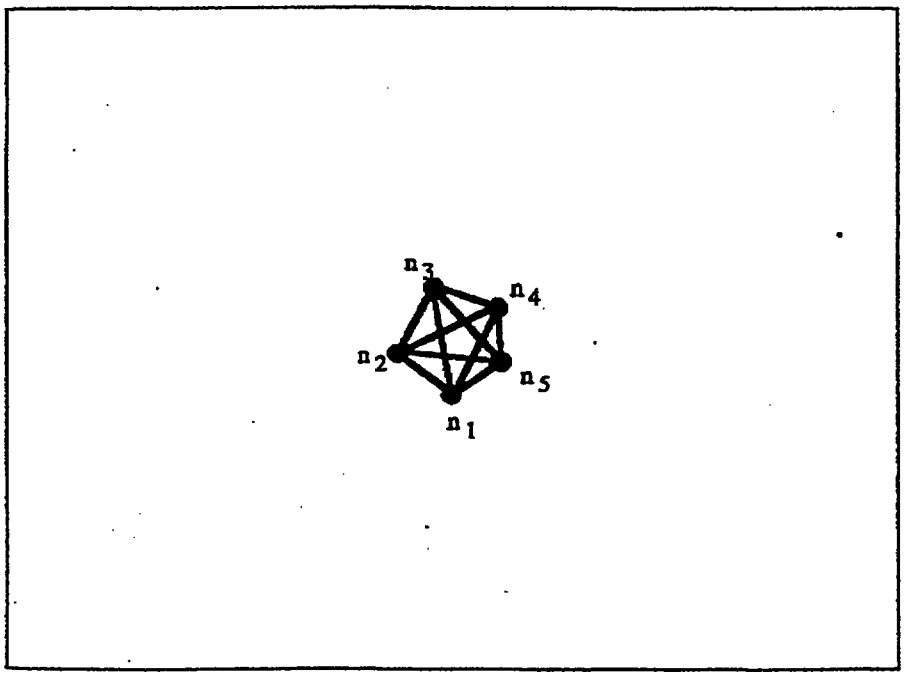
【図44】


n1
n11
n12
n13
n14
n15
n2
n21
n22
n23
n24
n3
n31
n32
n33
n4
n41
n42
n43
n44
n5
n51
n52

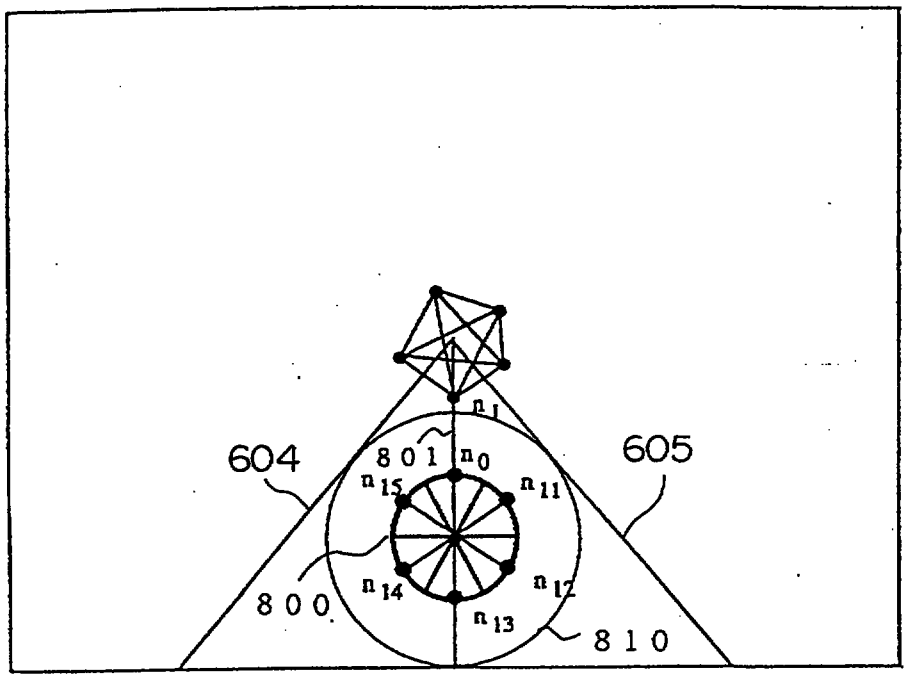
【図45】



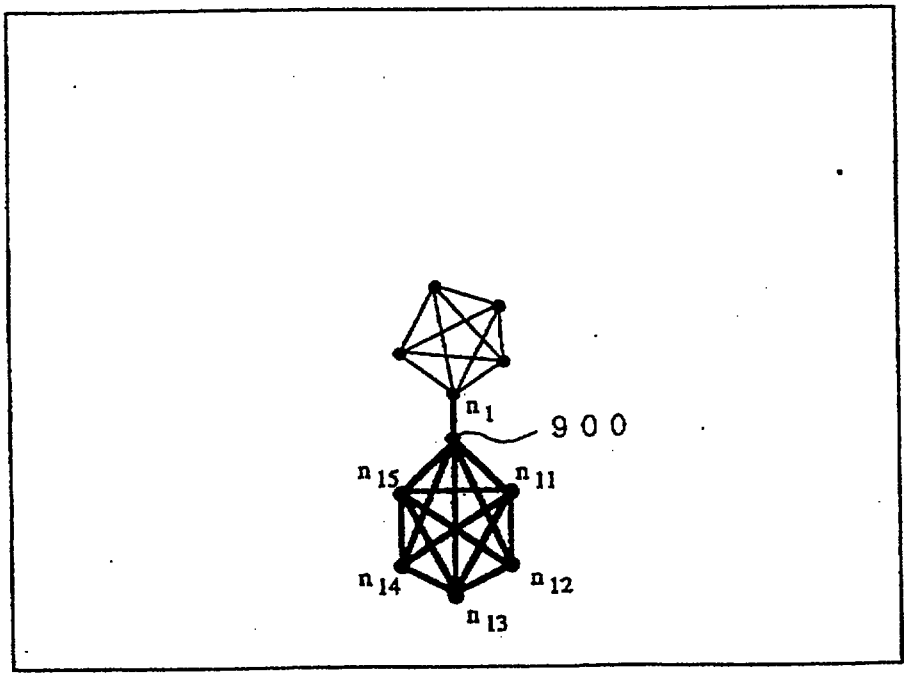
【図46】



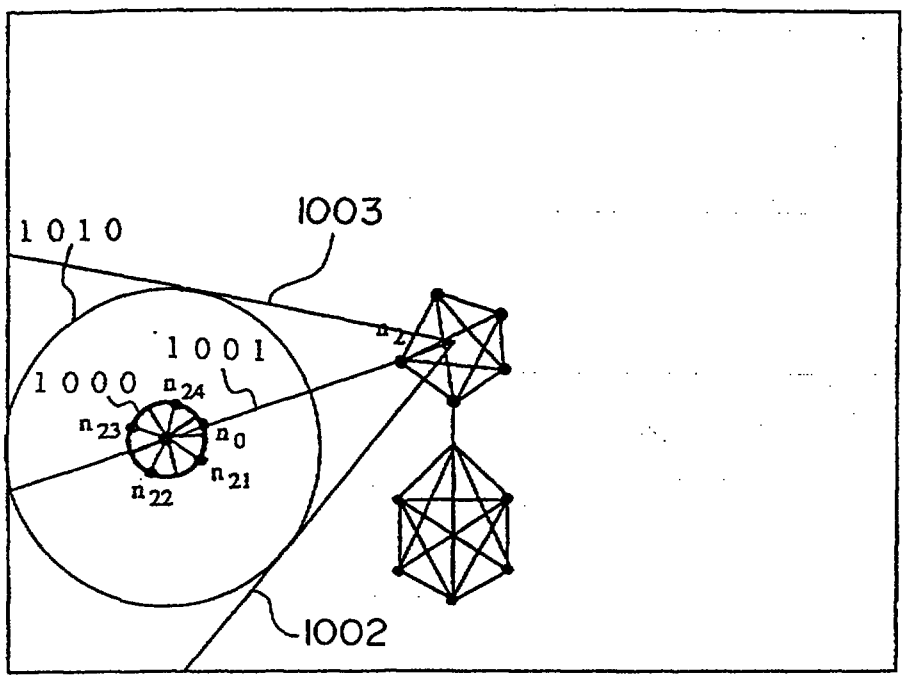
【図47】



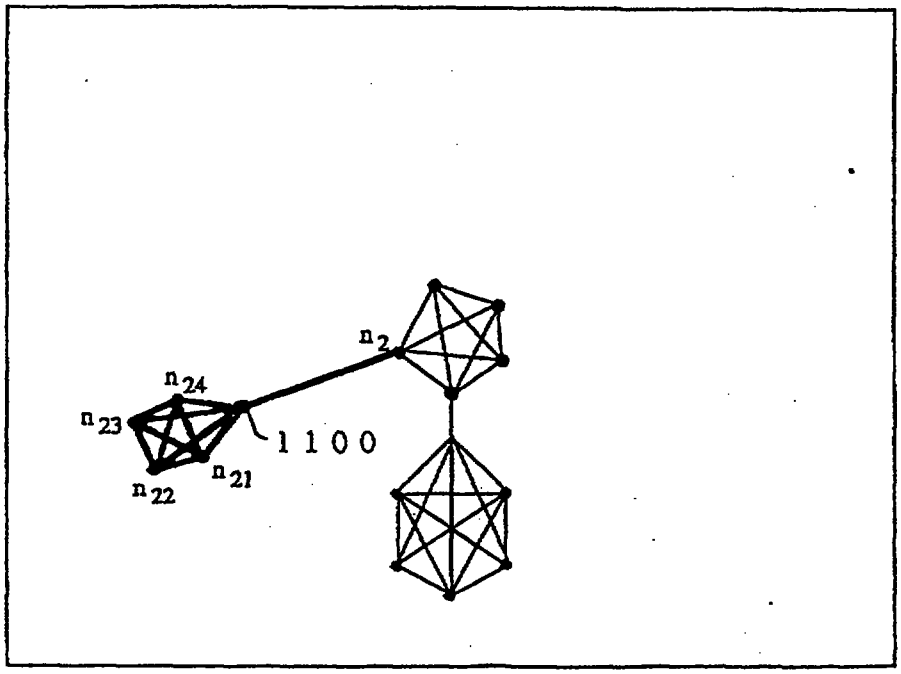
【図48】



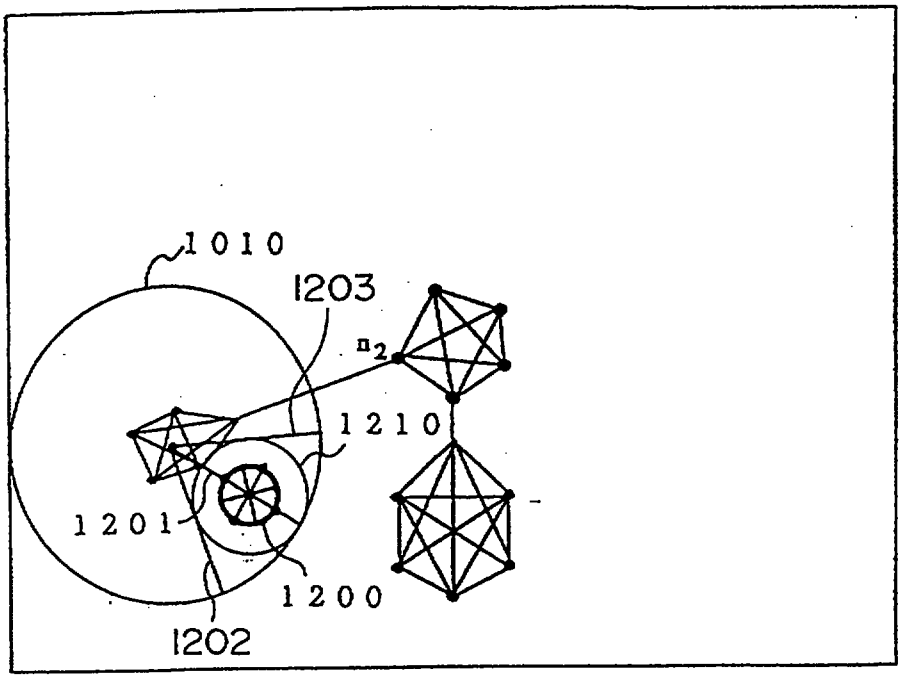
【図49】


1010
1003
1001
1000
n24
n23
n0
n21
n22
n2
1002

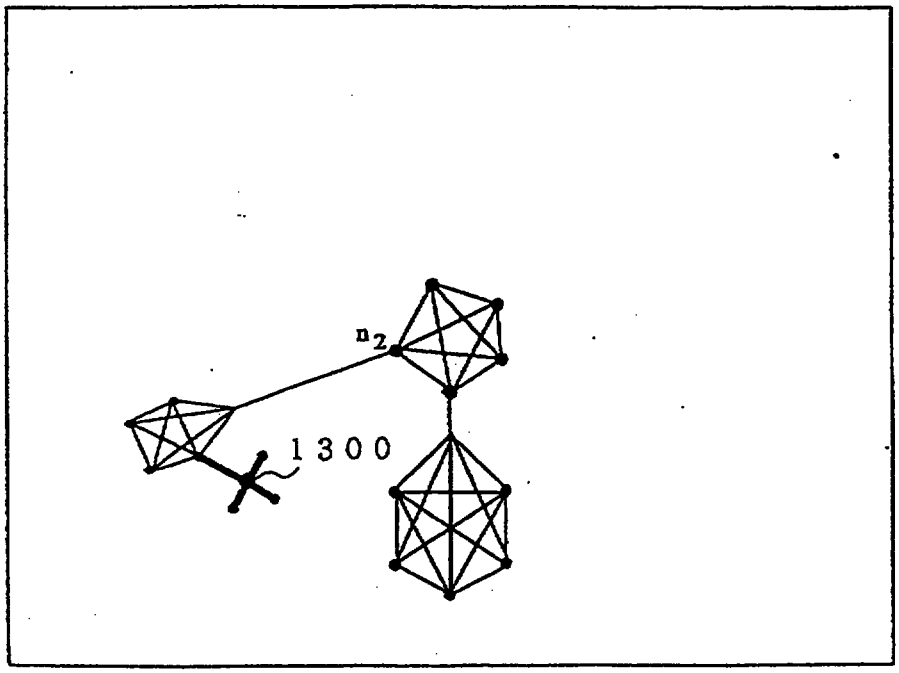
【図50】


n2
n24
n23
1100
n21
n22

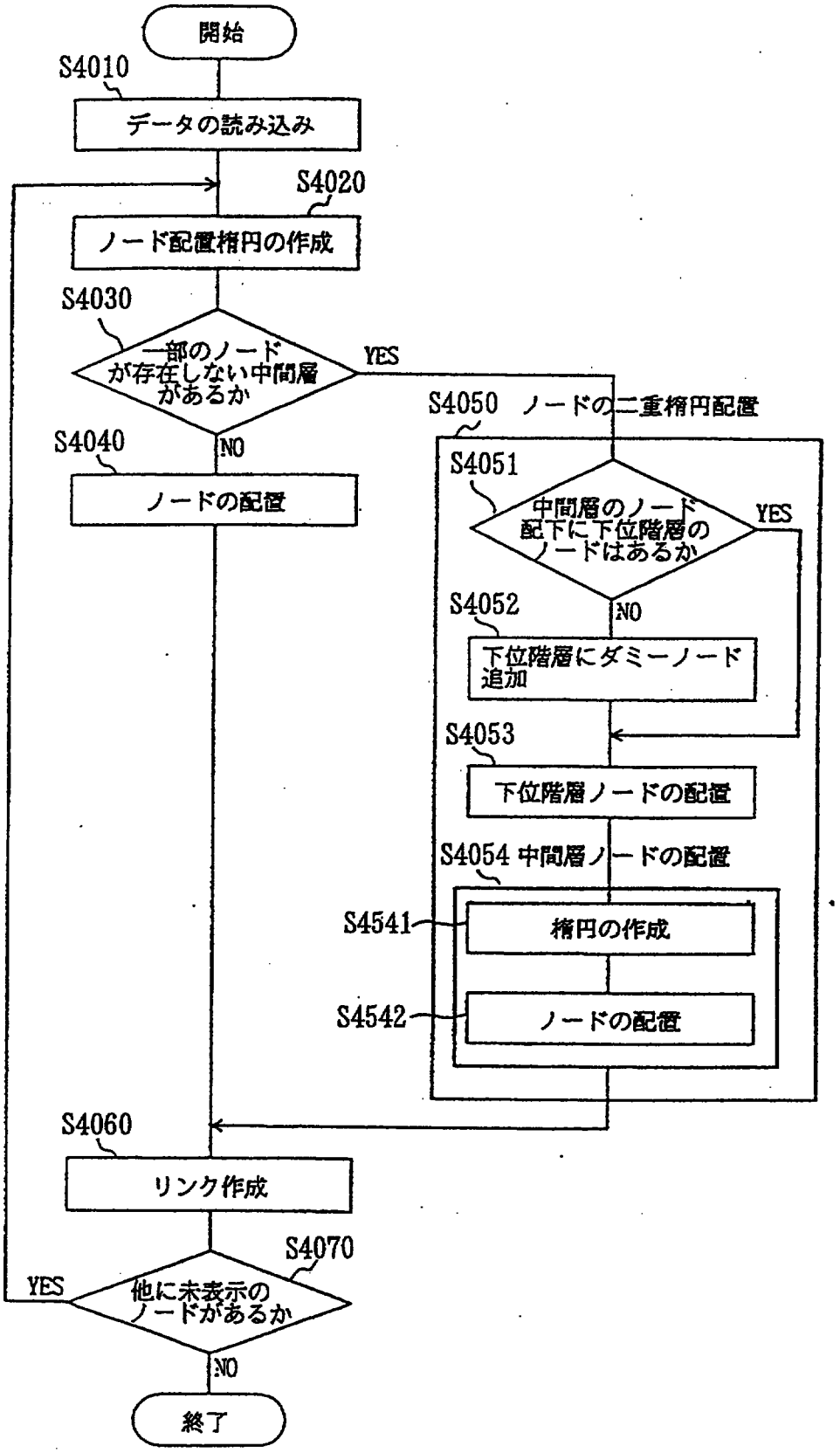
【図51】



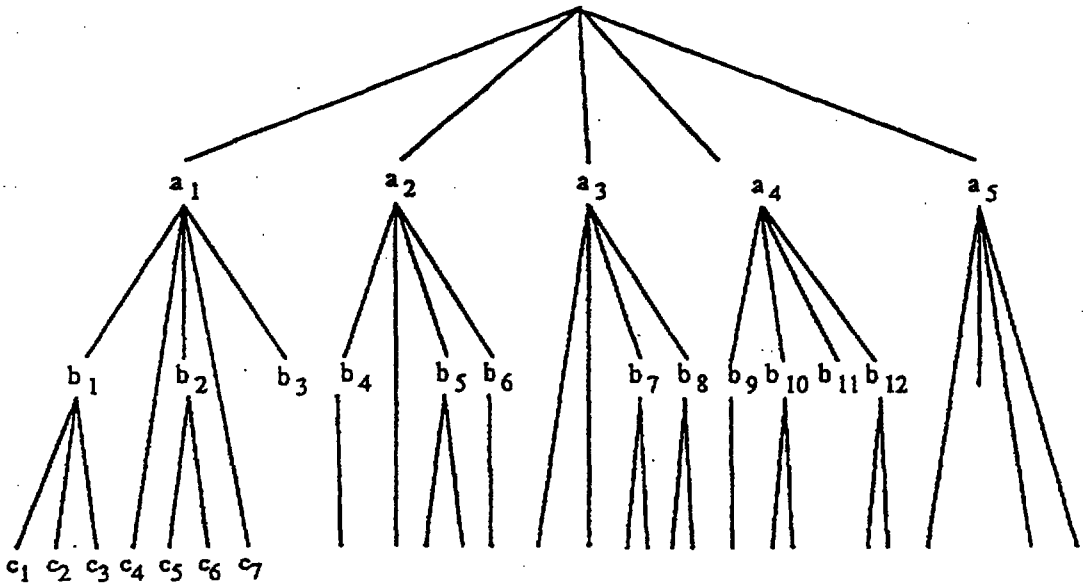
【図52】



【図５３】

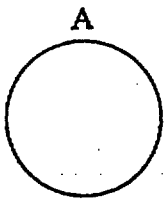

開始
S4010
データの読み込み
S4020
ノード配置楕円の作成
S4030
一部のノードが存在しない中間層があるか
YES
NO
S4040
ノードの配置
S4050 ノードの二重楕円配置
S4051
中間層のノード配下に下位階層のノードはあるか
YES
NO
S4052
下位階層にダミーノード追加
S4053
下位階層ノードの配置
S4054 中間層ノードの配置
S4541
楕円の作成
S4542
ノードの配置
S4060
リンク作成
S4070
他に未表示のノードがあるか
YES
NO
終了

【図５４】



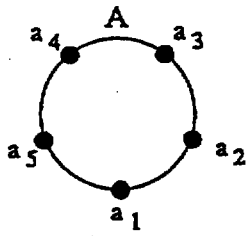
a_1～a_5 ：最上位階層ノード
b_1～b_5 ：中間層ノード
c_1～c_7 ：下位階層ノード

【図55】

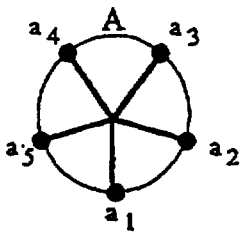


A：最上位階層ノード配置楕円（円）

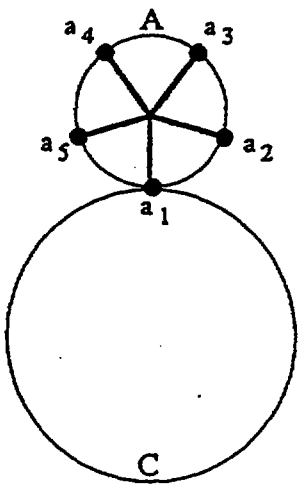
【図56】



【図５７】

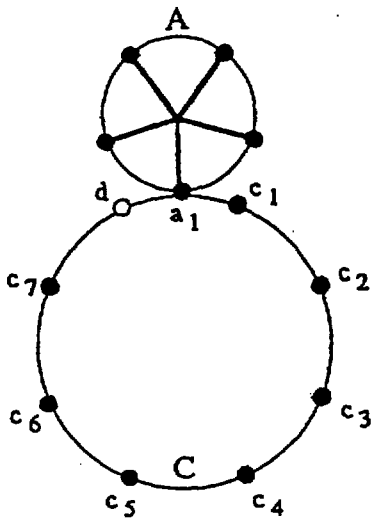


【図５８】

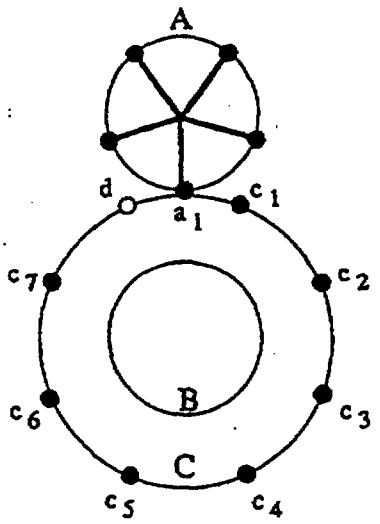


C：下位階層ノード配置楕円（円）

【図59】

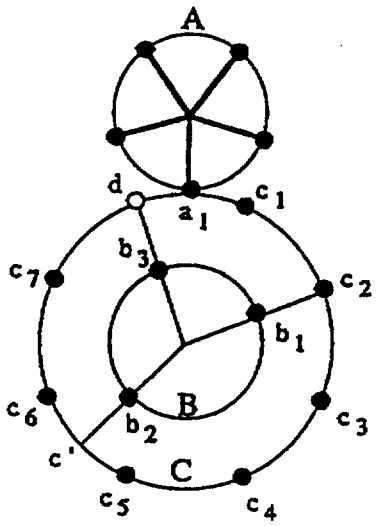


【図60】

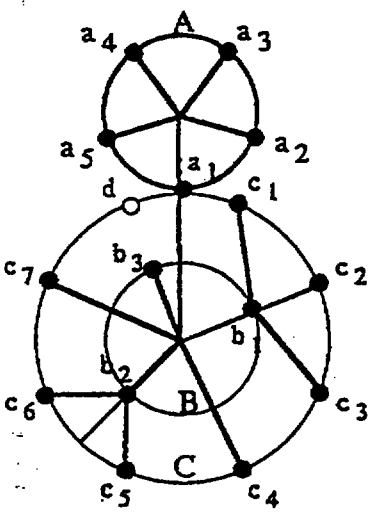


B：中間層ノード配置楕円（円）
d：ダミーノード

【図６１】



【図６２】

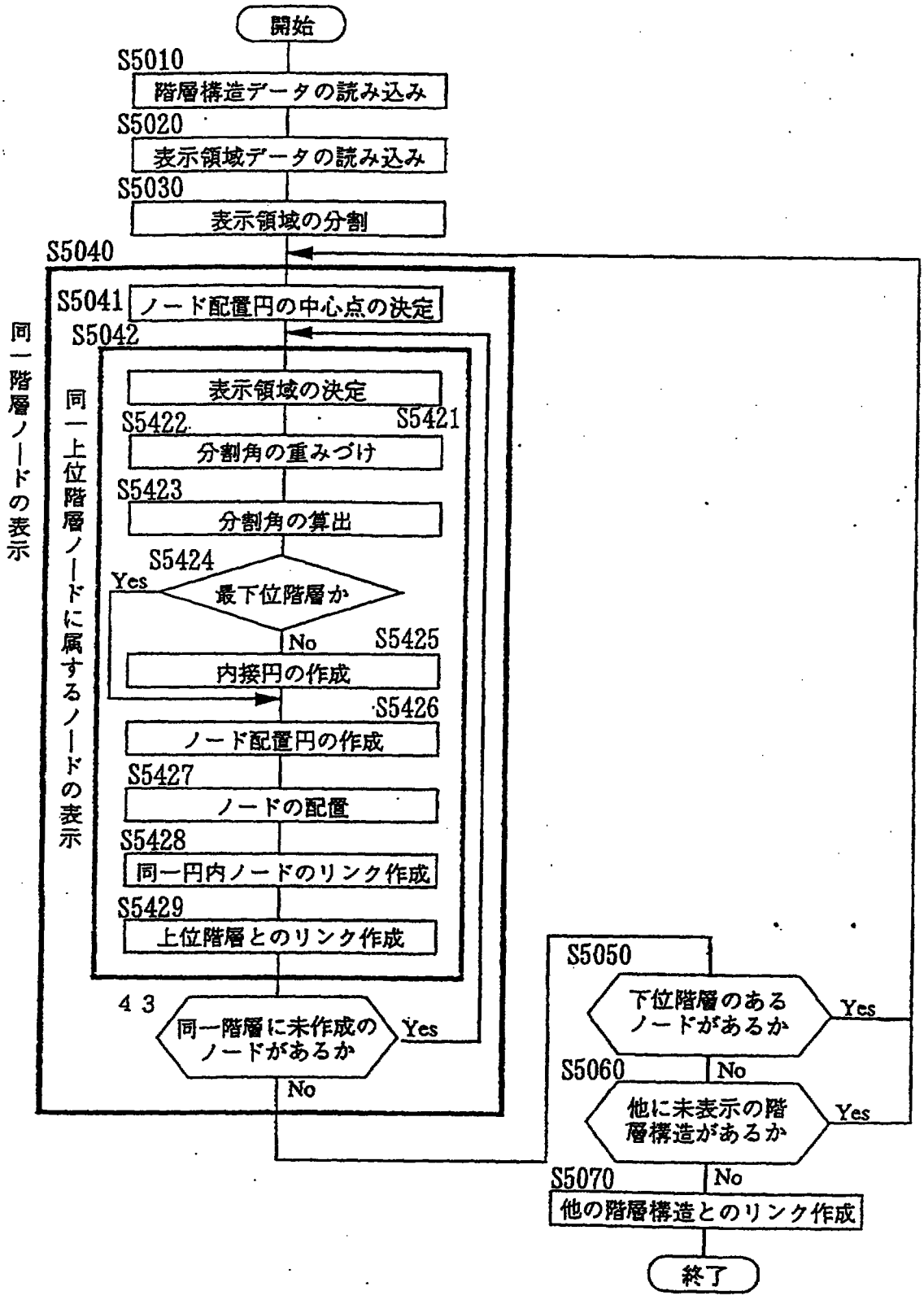


A：最上位階層ノード配置楕円
a_1～a_5：最上位階層ノード

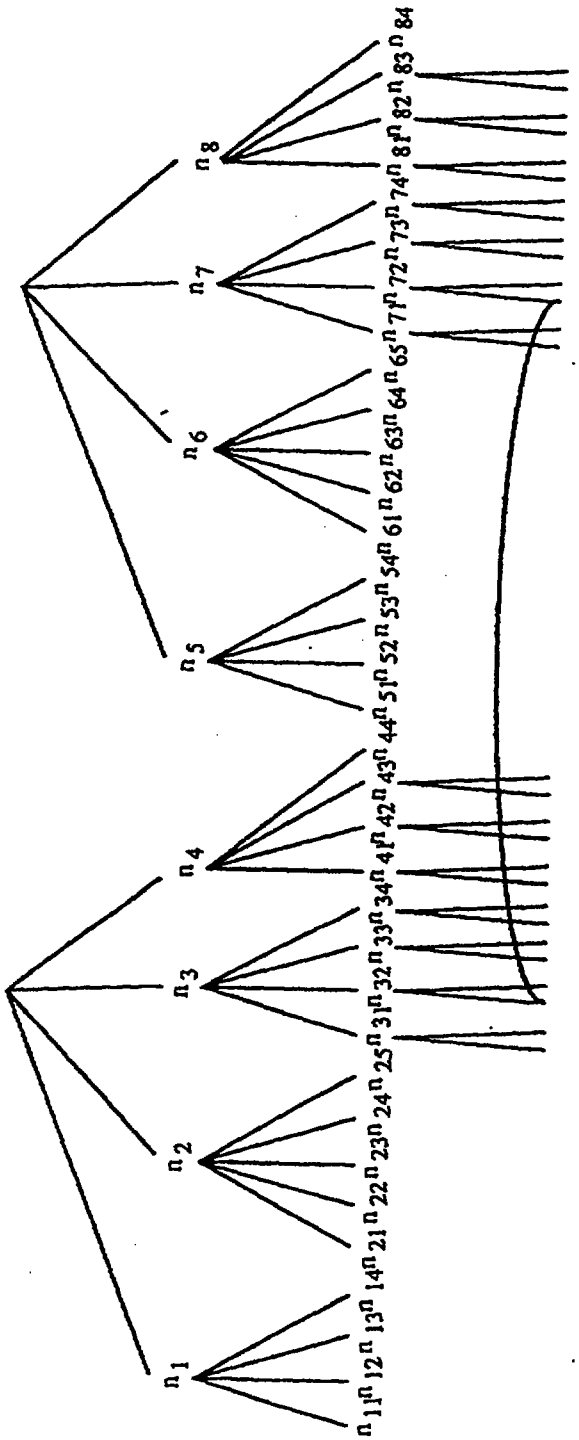
B：中間階層ノード配置楕円
b_1～b_5：中間層ノード

C：下位階層ノード配置楕円
c_1～c_5：下位階層ノード

【図６３】

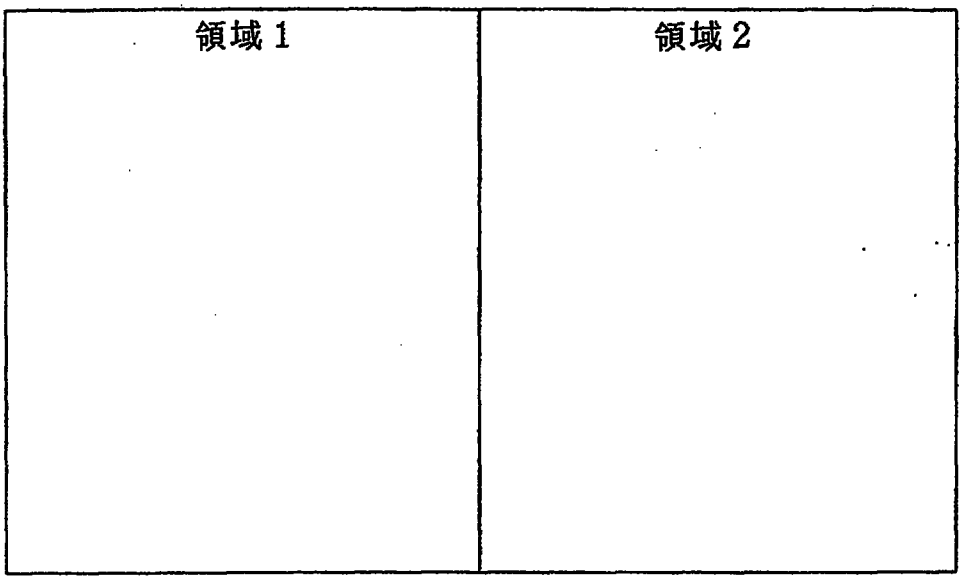

開始
S5010
階層構造データの読み込み
S5020
表示領域データの読み込み
S5030
表示領域の分割
S5040
同一階層ノードの表示
S5041
ノード配置円の中心点の決定
S5042
同一上位階層ノードに属するノードの表示
表示領域の決定
S5422
S5421
分割角の重みづけ
S5423
分割角の算出
S5424
Yes
最下位階層か
No
S5425
内接円の作成
S5426
ノード配置円の作成
S5427
ノードの配置
S5428
同一円内ノードのリンク作成
S5429
上位階層とのリンク作成
43
同一階層に未作成のノードがあるか
Yes
No
S5050
下位階層のあるノードがあるか
Yes
S5060
No
他に未表示の階層構造があるか
Yes
S5070
No
他の階層構造とのリンク作成
終了

【図64】


n1
n2
n3
n4
n5
n6
n7
n8
n11 n12 n13 n14 n21 n22 n23 n24 n25 n31 n32 n33 n34 n41 n42 n43 n44 n51 n52 n53 n54 n61 n62 n63 n64 n65 n71 n72 n73 n74 n81 n82 n83 n84

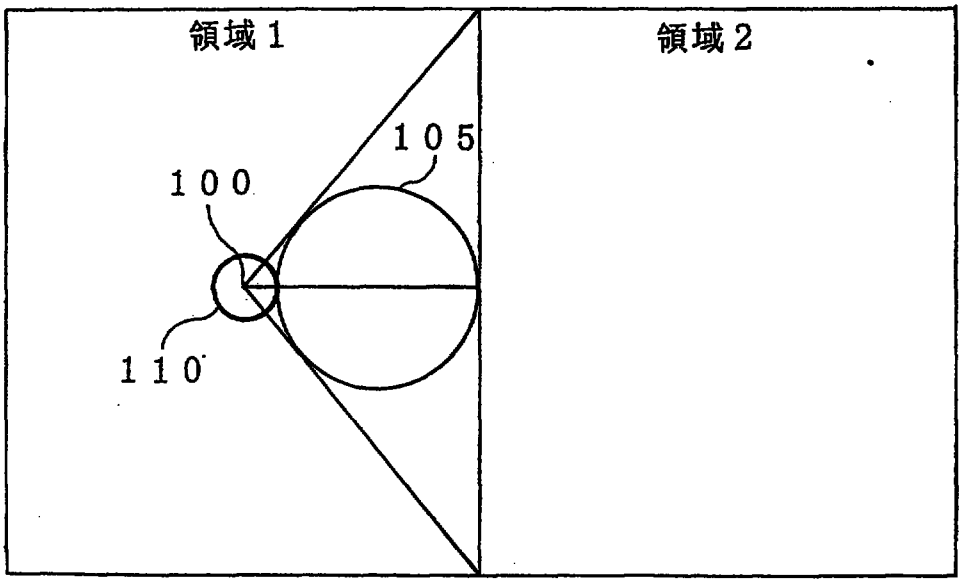
【図６５】

表示領域の分割



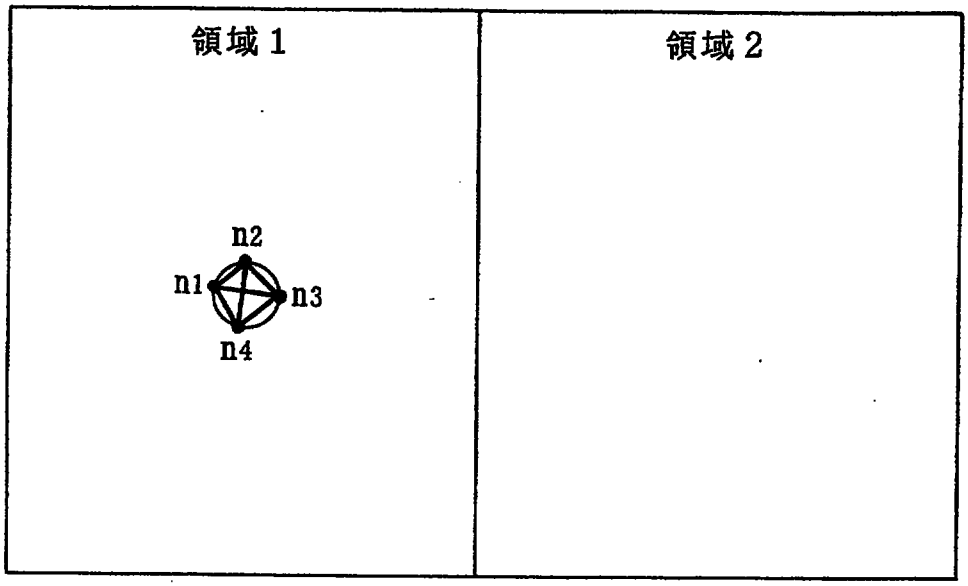
【図６６】

最上位階層ノードの配置円の作成



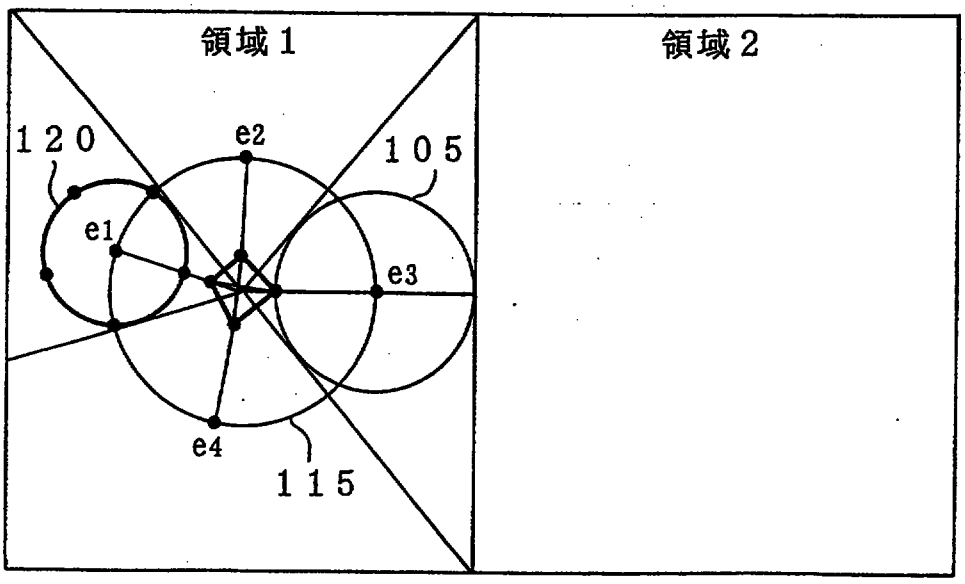
【図67】

最上位階層ノードの配置とリンク作成



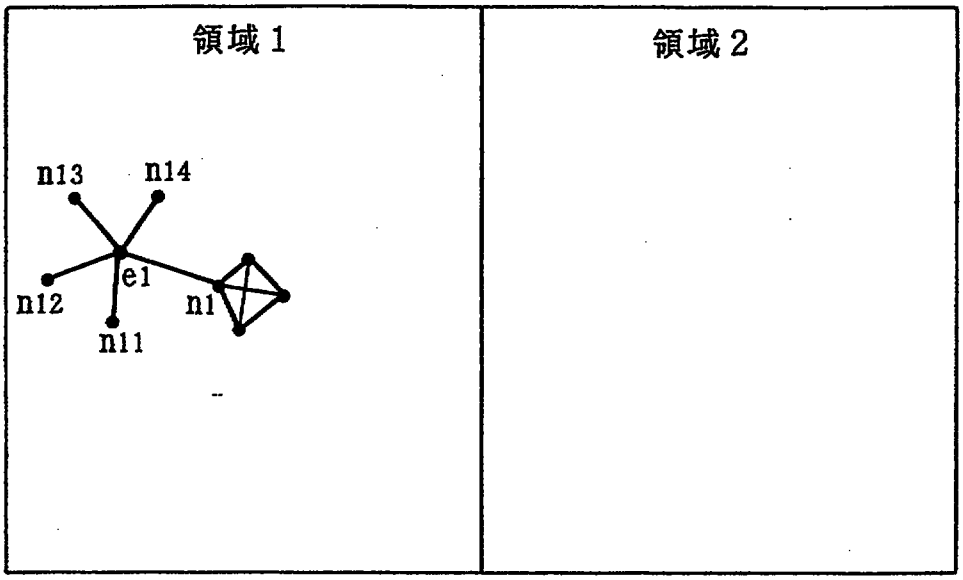
【図68】

第二階層ノード配置用の中心点の決定



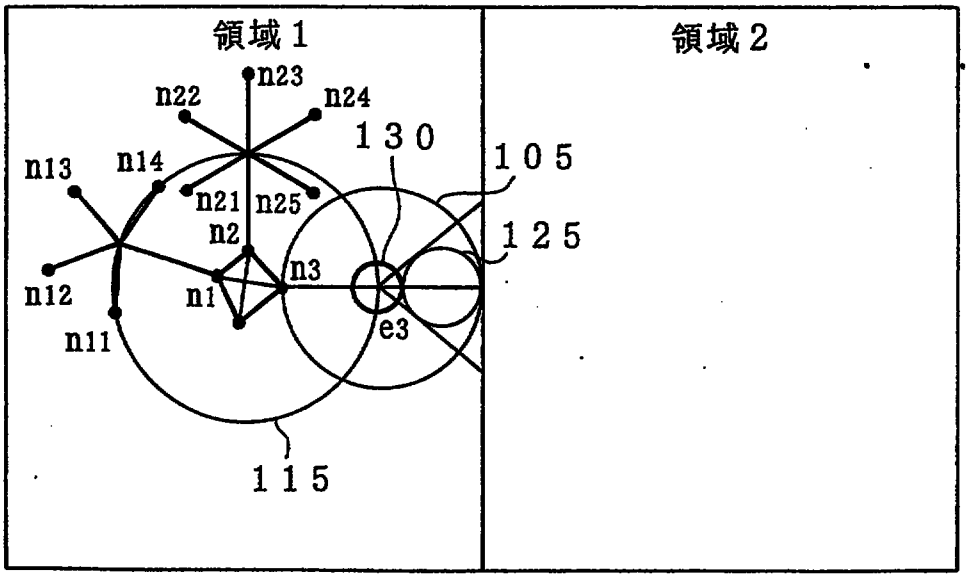
【図６９】

第二階層ノードの配置とリンク作成
（下位階層ノードなし）



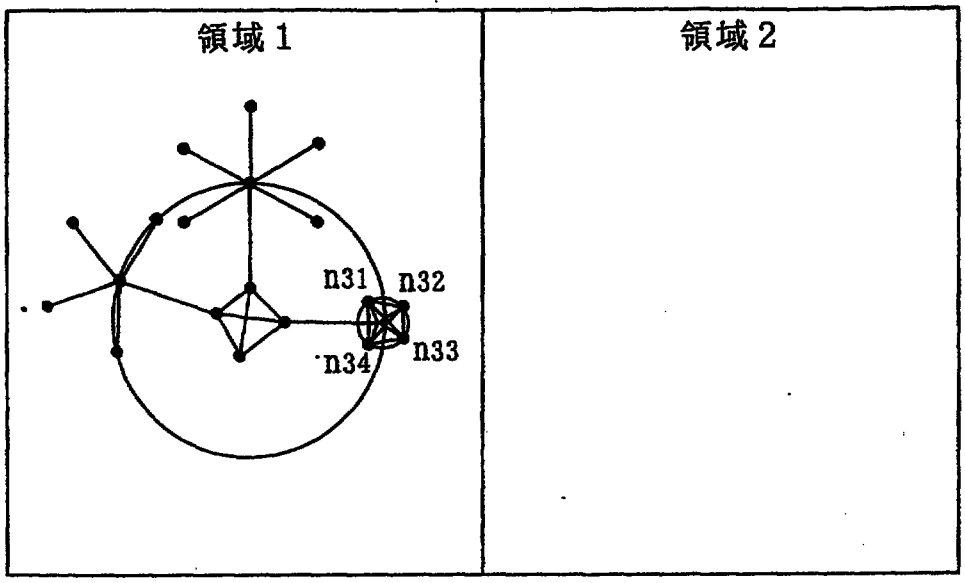
【図７０】

第二階層ノードの配置用の作成
（下位階層ノードあり）



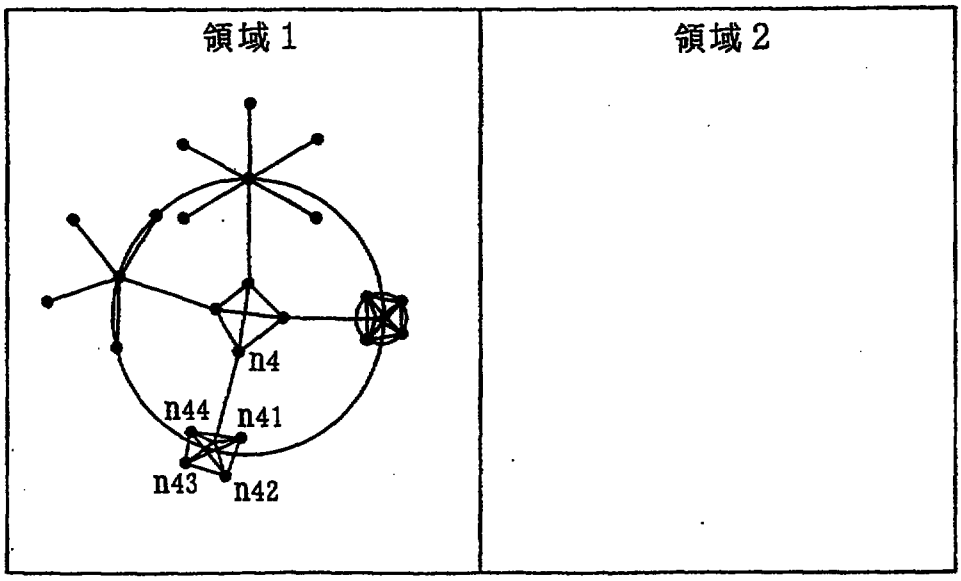
【図７１】

第二階層ノードの配置とリンク作成
（下位階層ノードあり、他階層構造との接続あり）



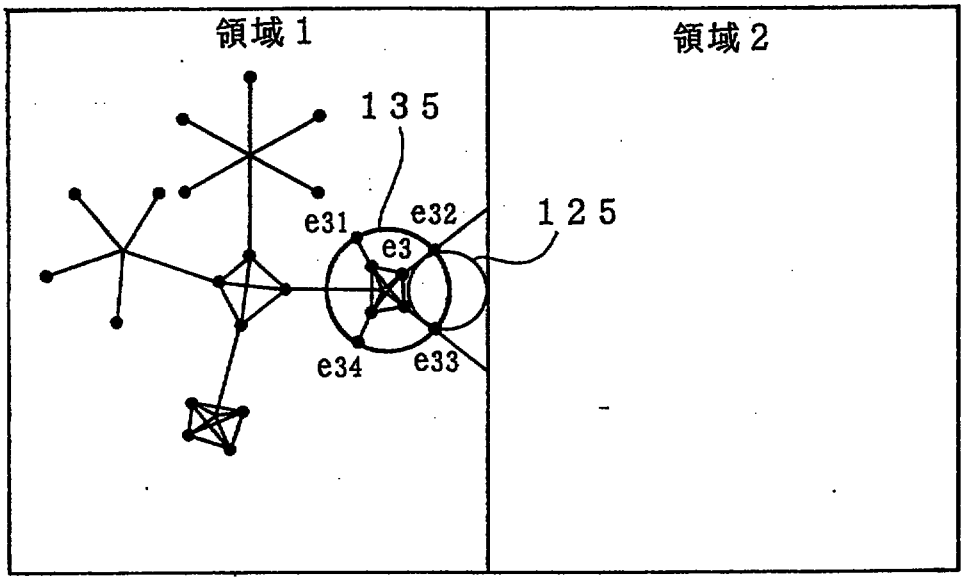
【図７２】

第二階層ノードの配置とリンク作成
（下位階層ノードあり）



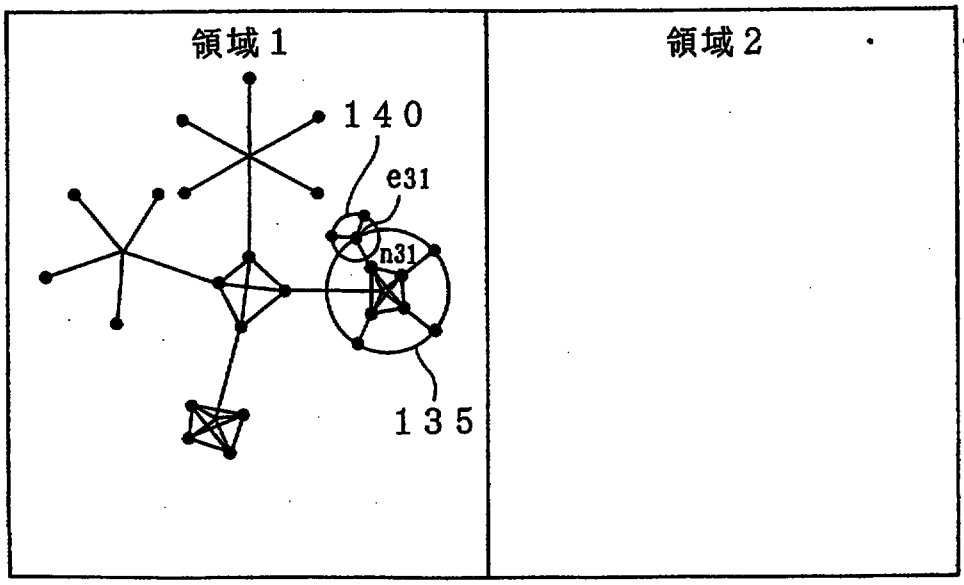
【図７３】

第三階層ノード配置用の中心点の決定



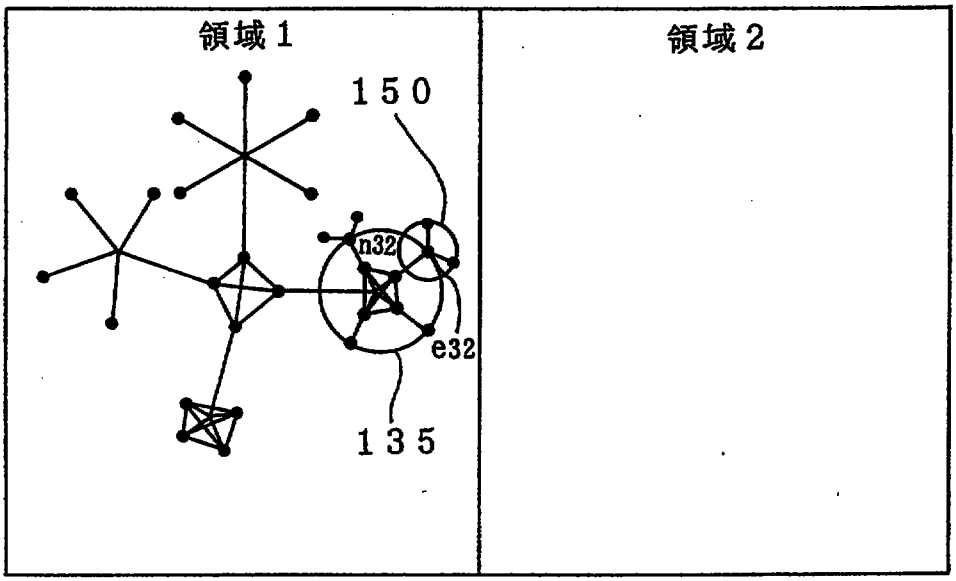
【図７４】

第三階層ノードの配置とリンク作成



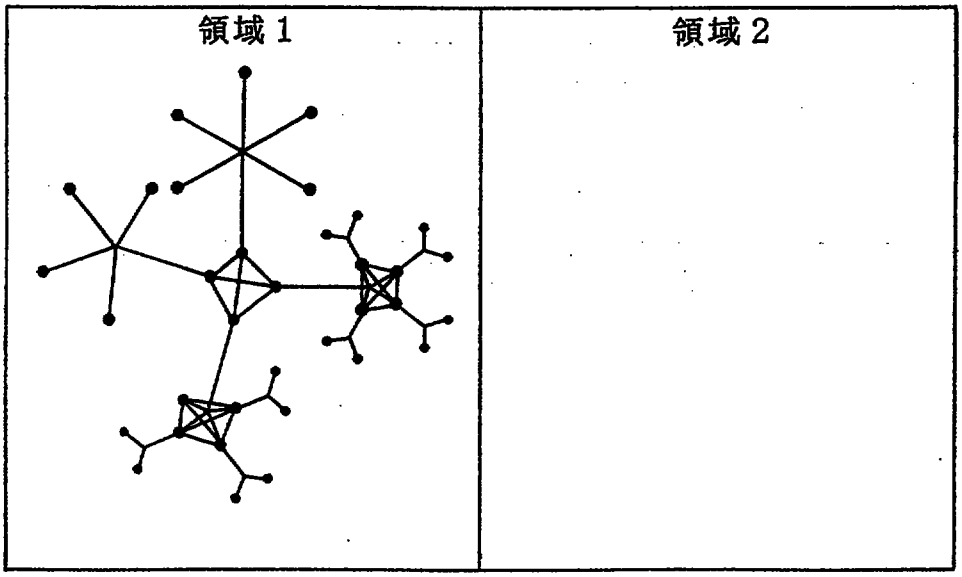
【図７５】

第三階層ノードの配置とリンク作成
（他位階層との接続あり）



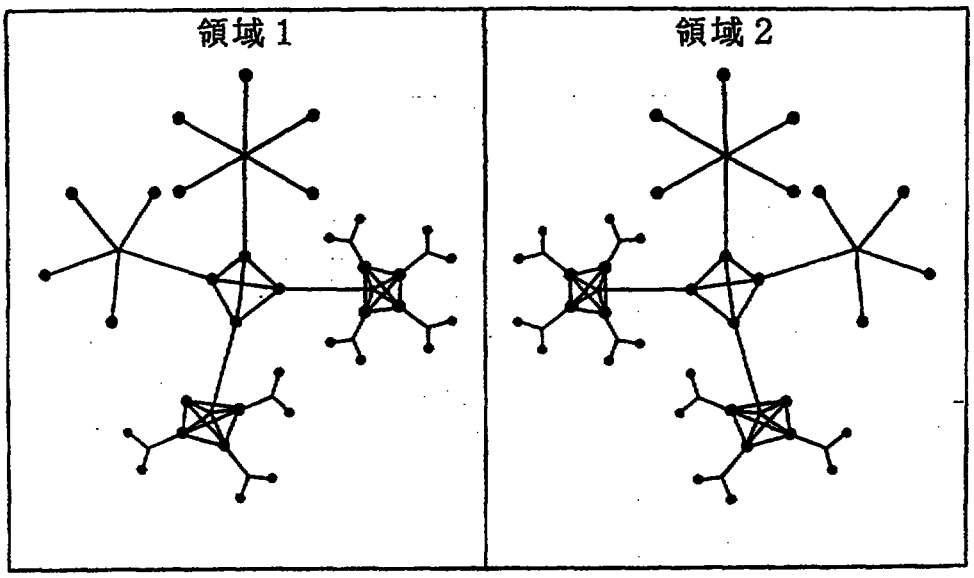
【図７６】

一方の階層構造に対応する図的表示



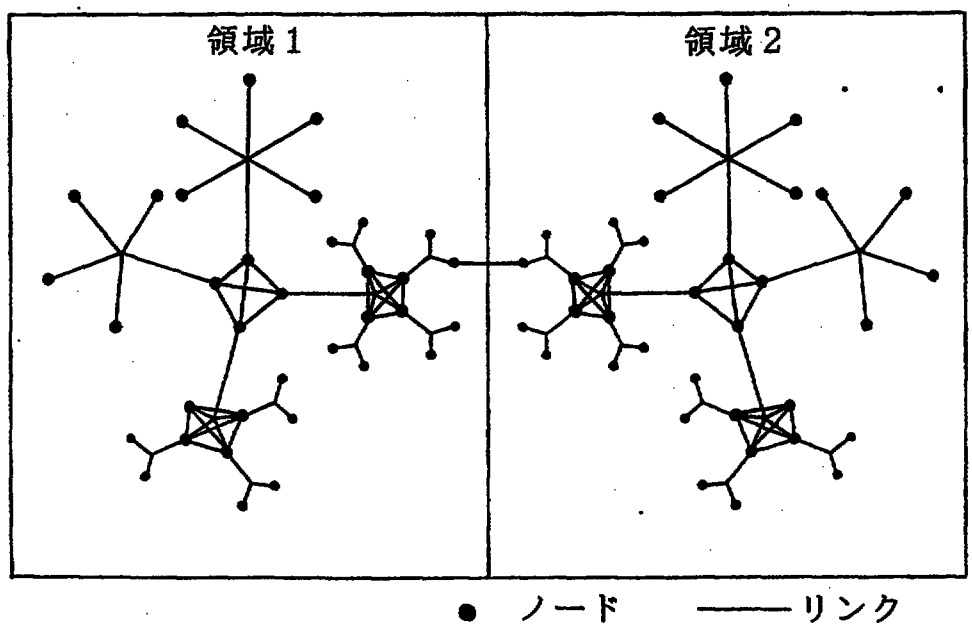
【図７７】

各々の階層構造に対応する図的表示

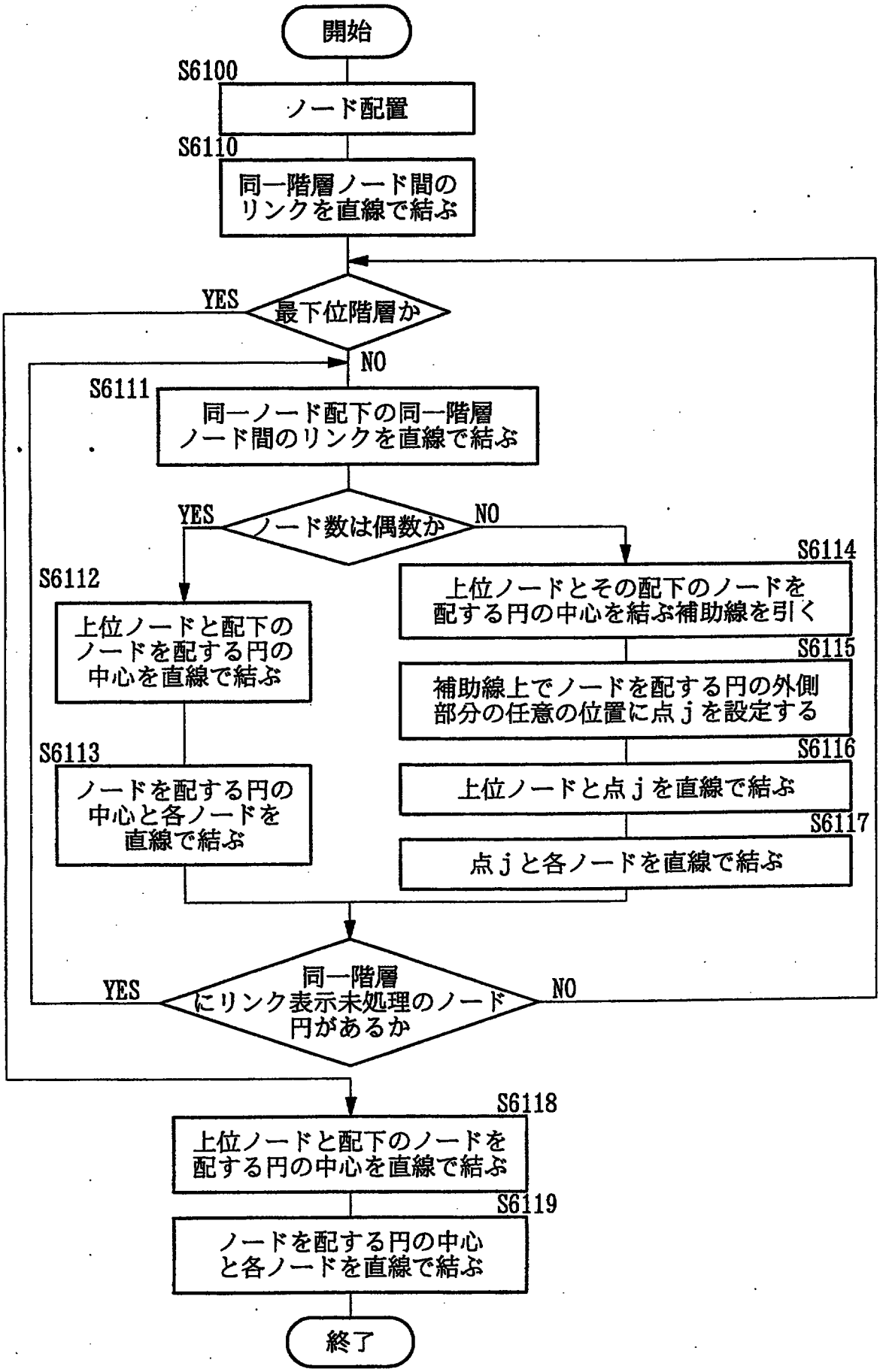


【図７８】

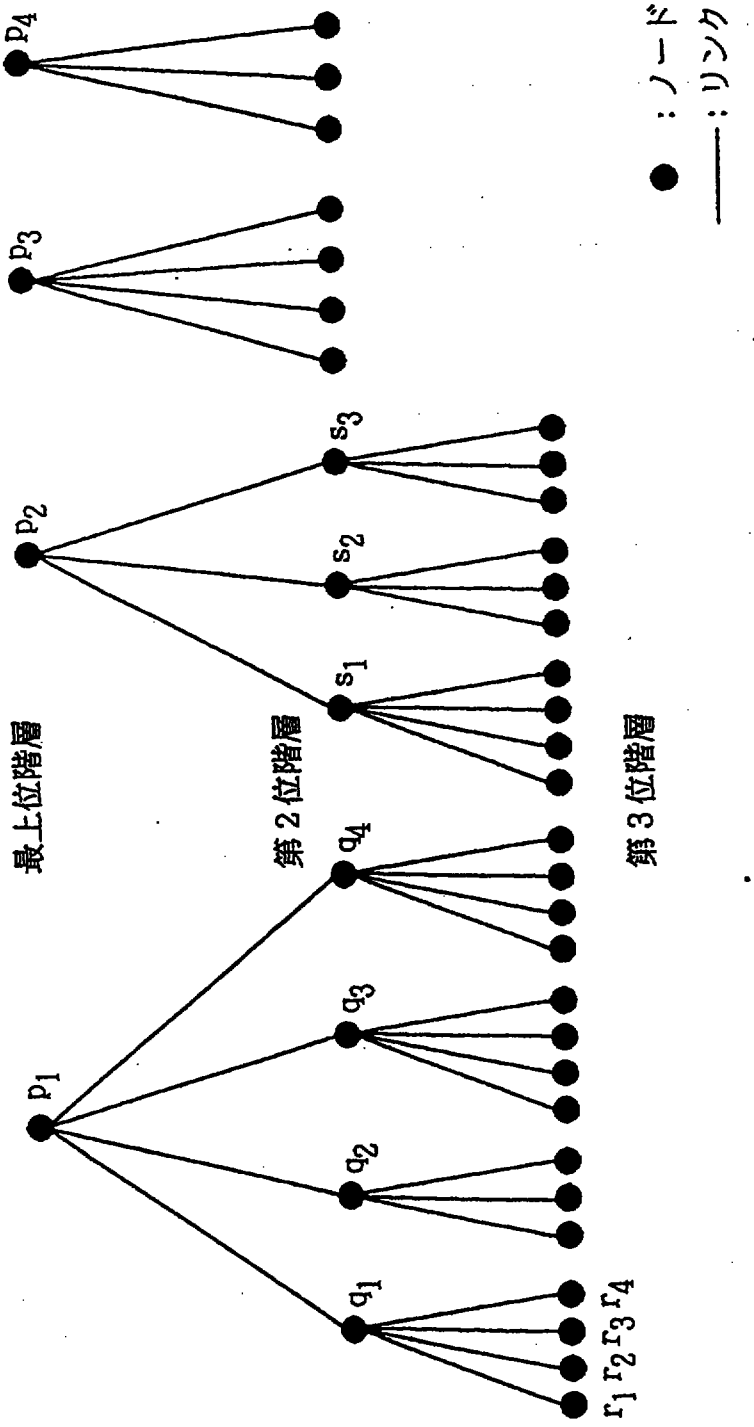
最終的複合型階層構造の図的表示



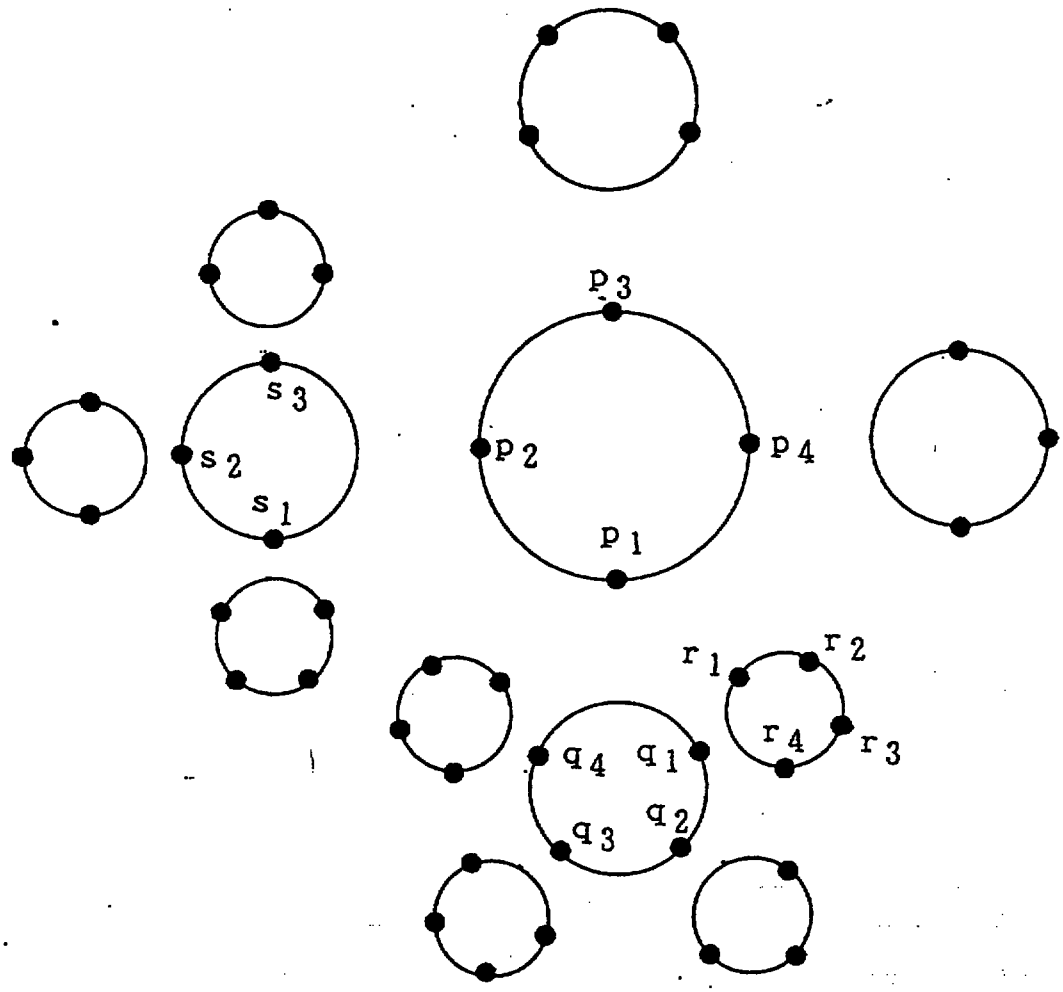
【図７９】


開始
S6100
ノード配置
S6110
同一階層ノード間のリンクを直線で結ぶ
YES
最下位階層か
NO
S6111
同一ノード配下の同一階層ノード間のリンクを直線で結ぶ
YES
ノード数は偶数か
NO
S6112
上位ノードと配下のノードを配する円の中心を直線で結ぶ
S6113
ノードを配する円の中心と各ノードを直線で結ぶ
S6114
上位ノードとその配下のノードを配する円の中心を結ぶ補助線を引く
S6115
補助線上でノードを配する円の外側部分の任意の位置に点ｊを設定する
S6116
上位ノードと点ｊを直線で結ぶ
S6117
点ｊと各ノードを直線で結ぶ
YES
同一階層にリンク表示未処理のノード円があるか
NO
S6118
上位ノードと配下のノードを配する円の中心を直線で結ぶ
S6119
ノードを配する円の中心と各ノードを直線で結ぶ
終了

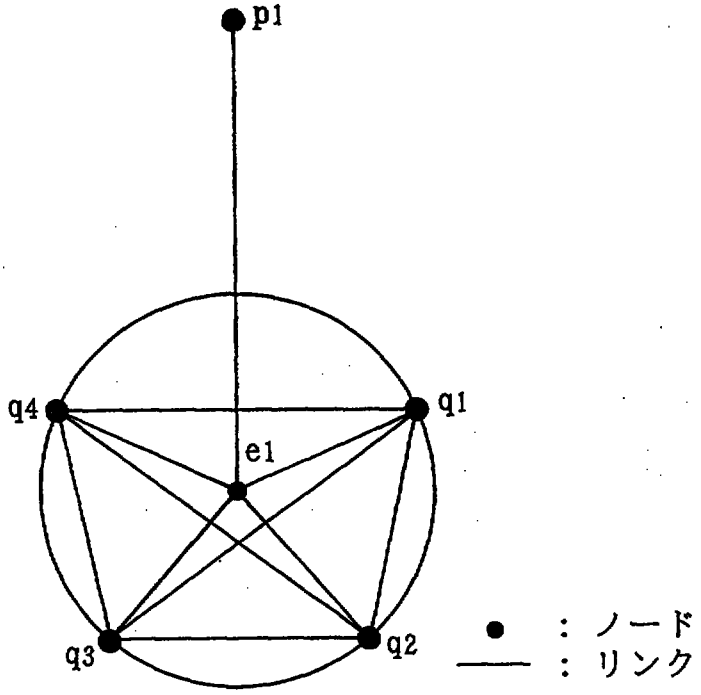
【図80】


●：ノード
——：リンク
最上位階層
第2位階層
第3位階層
p1
p2
p3
p4
q1
q2
q3
q4
s1
s2
s3
r1 r2 r3 r4

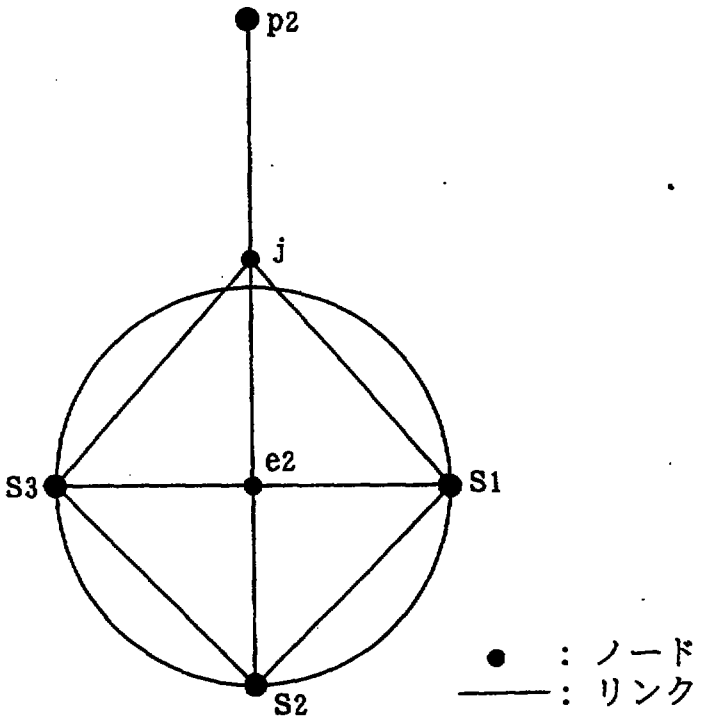
【図81】



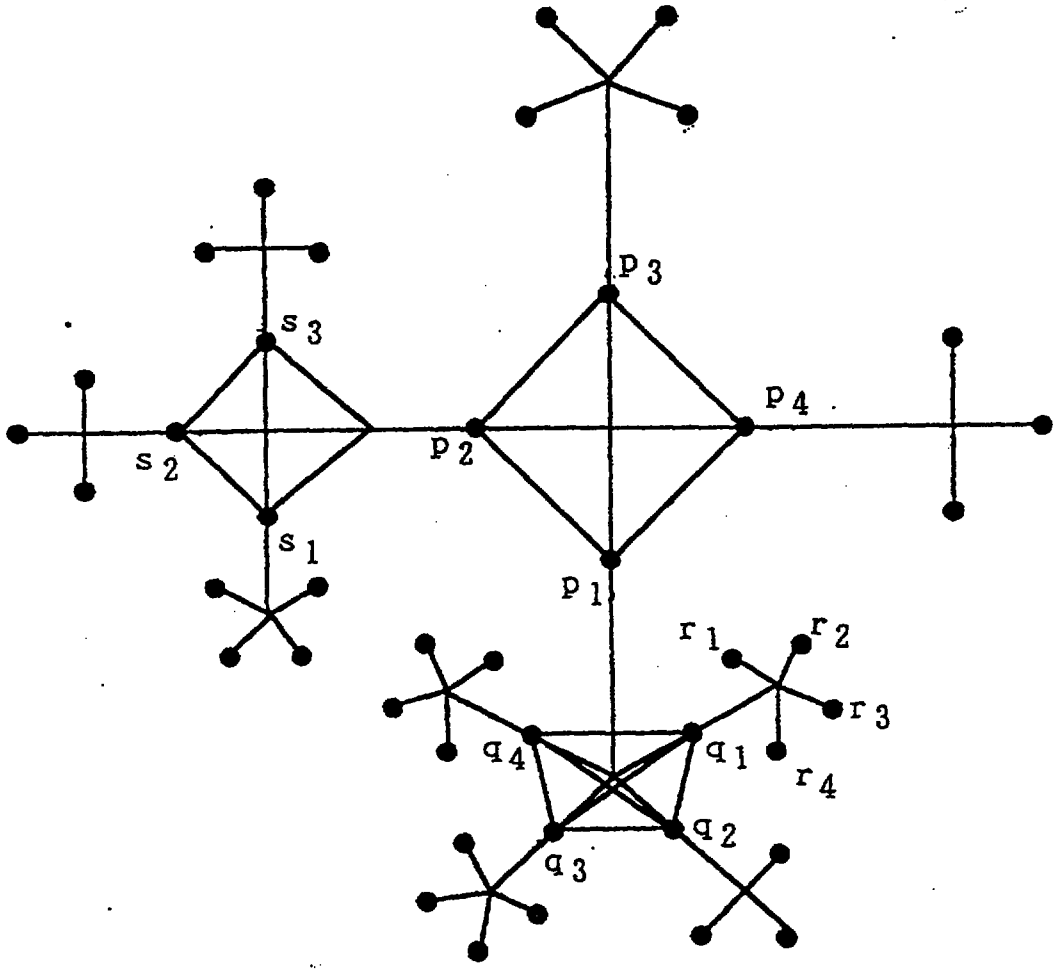
【図８２】



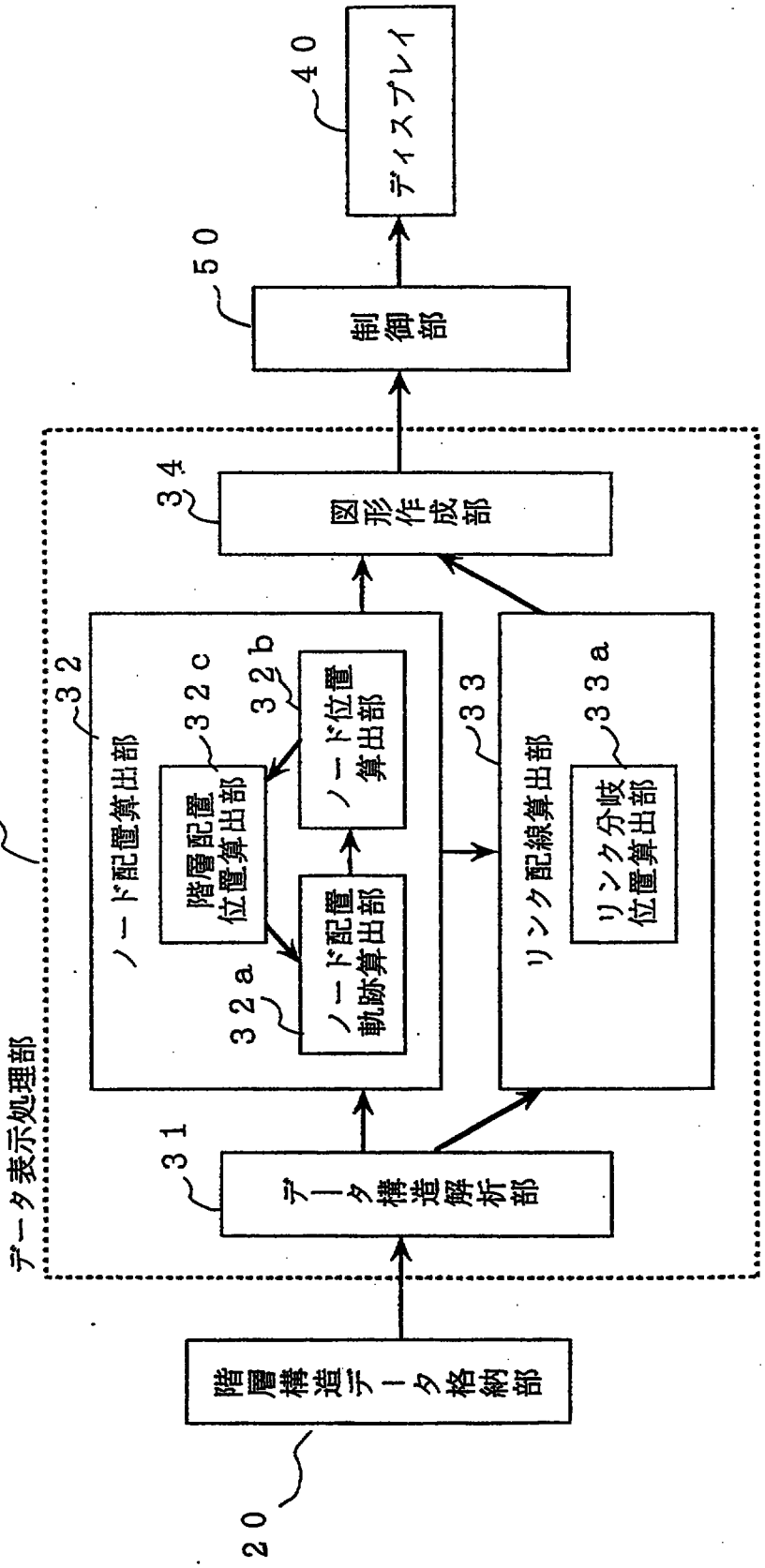
【図８３】



【図84】



【図８５】


階層構造データ格納部
20
データ表示処理部
30
データ構造解析部
31
ノード配置算出部
32
ノード軌跡算出部
32a
階層配置位置算出部
32c
ノード位置算出部
32b
リンク配線算出部
33
リンク分岐位置算出部
33a
図形作成部
34
制御部
50
ディスプレイ
40

Specification

METHOD AND APPARATUS FOR DISPLAY OF HIERARCHICAL STRUCTURES

Field of the Invention

The present invention relates to a display method for hierarchical structures which show the hierarchical structure of a sequence of nodes using a node which shows the apparatus or function corresponding to a branch point, a junction point, or a nodal point, and a link showing the connection relationships between nodes, and in particular, relates to a method of display for a hierarchical structure with an improved operability and visual simplicity when displaying on one surface a large scale hierarchical structure composed of a plurality of nodes.

Background of the Invention

Conventionally, as shown in Fig. 2, for this type of display method, a hierarchical structure is graphically displayed using what is termed a "tree display". That is, the higher layers are arranged on the upper part of the screen, and the lower layers are arranged on the lower part of the screen. For example, in a communication network, generally, when there are connection relationships between nodes on the same layer, as is shown in Fig. 3, the nodes are arranged on the screen using a plane to show the one layer, and by connecting the nodes with links, the hierarchical structure is displayed.

However, when displaying a hierarchical structure on the display screen of a computer using, for example, this kind of tree display, the problem arises that when the numerous lower layer nodes are arranged on the lower part of the screen, the number of nodes that can be displayed is restricted because of the limitation of the display area. In addition, the problem arises that when displaying, for example, a large scale hierarchical structure

having hundreds or thousands of nodes, the lower nodes of the same layer in particular will frequently overlap, and it is difficult to distinguish the links connecting the nodes. Additionally, manipulating the nodes and links on the screen by direct command becomes difficult. In particular, in the case of a complex hierarchical structure having connection relationships between nodes on the same layer, or lower layer connection nodes having a connection relationship with a plurality of upper layer nodes, the ease of viewing and the operability are seriously degraded.

The object of the present invention is to resolve the above-described tree display problems by presenting a method and apparatus for graphic display of multi-layered structures which improves the ease of viewing and operability of large scale hierarchical structures comprising a plurality of nodes on the same screen by spatially arranging the nodes of the same layer using a circles generated according to preset rules.

Disclosure of the Invention

In a method which graphically displays the hierarchical structure of nodes according to the connection relationships between nodes which are apparatuses or functions that correspond to a branch point, a junction pint, and a nodal point, the present invention arranges on one ellipse nodes of the same layer which are subordinate to the same node, and arranges the centers of subordinate ellipses of the same layer on a concentric ellipse larger then the ellipse of the upper layer. In this manner, the vertical layers of the ellipses place the lower ellipses on the outside of the upper ellipses, and the vertical relationships of a large scale hierarchical structure comprising a plurality of nodes can be displayed on the same screen in a manner which is easy to view. By arranging the nodes of the same layer on an ellipse, nodes can be spatially arranged within a limited display area efficiently while maintaining the regularity of the structural representation.

The present invention also may carry out the graphical display of the hierarchical

structure using circles instead of the above-described ellipses. In this manner, by using a circle, the arithmetic processing is simplified, and even in a large scale hierarchical structure having from hundreds to about a thousand nodes, the spaces between the nodes and links are increased and are easy to see, in addition to being able to use direct commands easily to manipulate the nodes and links on the screen.

Further, the present invention calculates the radii of the circles on which the above-described nodes are arranged based on the number of lower layer nodes. In this manner, even in large scale hierarchical structures having hundreds or thousands of nodes, or structures having an asymmetrical number of layers or number of nodes, along with spreading the space between nodes and links to facilitate viewing, the nodes and links on the screen are easily manipulated by direct command.

Additionally, the present invention calculates the radii of the circles on which the above-described nodes are arranged based on the number of lower layers. In this manner, even in large scale hierarchical structures having hundreds or thousands of nodes, or structures having an asymmetrical number of layers or number of nodes, along with increasing the space between nodes and links to make them easy to view, the nodes and links on the screen are easily manipulated by direct command.

In addition, when a node and its two lower layer nodes are directly connected in the above-described graphical display of the hierarchical structure, the present invention arranges on one ellipse the nodes of the same layer subordinate to the same upper node, and arranges the middle layer nodes having a part in which the upper and lower layer nodes are directly connected but there is no node corresponding to that layer, on an ellipse generated within the ellipse arranging the lower layer nodes. In this manner, along with eliminating overlapping of the link display showing the connection relations between nodes, the relationships between the connections of the layers of nodes can be displayed so as to be easily discriminated.

Furthermore, in the graphical display of hierarchical structures described-above,

when a plurality of hierarchical structures are connected, the present invention partitions the display area of the display according to the number of the multi-layered structures in units of the highest independent layer of nodes, and arranges the nodes included in the highest layer of each hierarchical structure on the circumference of an ellipse drawn in the center of each display area. The present invention arranges the centers of the ellipses on which the layers subordinated to the same node are arranged on concentric circles which are larger than the upper layers, and arranges the nodes of the part connected with different hierarchical structures at adjacent positions. In this manner, by making the nodes of the connected parts of two hierarchical structures adjacent to each other, the overlap of links can be avoided, and nodes and links on the screen can be easily manipulated by direct command.

Finally, in the graphic display of the above-described hierarchical structure, the present invention branches the links showing vertical relationships between nodes at a position which does not overlap with other links issuing from the highest layer nodes, and connects them to each node of the lower layer. In this manner, the present invention can branch links showing vertical relationships between nodes arranged radially corresponding with layers at a position where one line issuing from an upper layer node branches where it does not overlap with the display of another link, and connects them with each node of the lower layer. Even in a large scale hierarchical structure having from hundreds to about a thousand nodes, the space between the links can be spread out and displayed in an easily viewed manner, and the links can be easily manipulated by direct command on the screen.

Brief Description of the Drawings

Fig. 1 is a block diagram showing an example of the construction of the apparatus used in the present invention.

Fig. 2 is an example of a conventional display of a hierarchical structure by tree display.

Fig. 3 is an example of a conventional display of a hierarchical structure showing trees using

planes.

Fig. 4 is an example of a flowchart showing the processing in the data display processing unit of Fig. 1 in the first embodiment.

Fig. 5 is an example of a drawing showing a part of a hierarchical structure of data displayed with trees stored in the hierarchical structure data storage unit of Fig. 1 in the first embodiment.

Fig. 6 is an example of the abscissa-ordinate ratio of the display area in the first embodiment.

Fig. 7 is an example of the ratios of the ellipses of each layer in the first embodiment.

Fig. 8 is an example of the node arrangement of the first layer in the first embodiment.

Fig. 9 is an example of the locus for the centers of the ellipses for the second layer in the first embodiment.

Fig. 10 is an example of ellipses of the second layer in the first embodiment.

Fig. 11 is an example of the node arrangement of the second layer in the first embodiment.

Fig. 12 is an example of the locus for the centers of the ellipses of the third layer in the first embodiment.

Fig. 13 is an example of the centers of the ellipses of the third layer in the first embodiment.

Fig. 14 is an example of the ellipses of the third layer in the first embodiment.

Fig. 15 is an example of the node arrangement of the third layer in the first embodiment.

Fig. 16 is another example of a figure showing the data of part of a hierarchical structure stored in the hierarchical structure data unit of Fig. 1 displayed by trees displayed in the first embodiment.

Fig. 17 is an example of the ellipse ratio of each layer in another example in the first embodiment.

Fig. 18 is an example of the node arrangement of the first layer in another example in the first embodiment.

Fig. 19 is an example of the locus for the centers of the ellipses of the second layer in another

example in the first embodiment.

Fig. 20 is an example of the ellipses of the second layer in another example in the first embodiment.

Fig. 21 is an example of the node arrangement of the second layer in another example in the first embodiment.

Fig. 22 is an example of the locus for the centers of the ellipses of the third layer in another example in the first embodiment.

Fig. 23 is an example of the centers of the ellipses of the third layer in another example in the first embodiment.

Fig. 24 is an example of the ellipses of the third layer in another example in the first embodiment.

Fig. 25 is an example of the node arrangement in the third layer in another example in the first embodiment.

Fig. 26 is an example of the processing flowchart in the data processing unit in Fig. 1.

Fig. 27 is an explanatory drawing of the nodes in the highest layer in the second embodiment.

Fig. 28 is an explanatory drawing of the arrangement of nodes in the second layer in the second embodiment.

Fig. 29 is an explanatory drawing of the arrangement of nodes in the third layer in the second embodiment.

Fig. 30 is a display example in the second embodiment.

Fig. 31 is another display example in the second embodiment.

Fig. 32 is an example of a processing flowchart in the data display processing unit of Fig. 1 in the third embodiment.

Fig. 33 is an explanatory drawing of the display processing for the highest nodes in the third embodiment.

Fig. 34 is a figure showing the continuation of Fig. 33.

Fig. 35 is an explanatory drawing of the determination the central points of the node arrangement circle of the display processing of the second layer nodes in the third embodiment.

Fig. 36 is an explanatory drawing of the display processing of second layer nodes using one central point of the node arrangement circle of Fig. 35.

Fig. 37 is a figure showing a continuation of Fig. 36.

Fig. 38 is an explanatory drawing of the display processing of the second layer nodes using different central point in the node arrangement circle of Fig. 35.

Fig. 39 is a continuation of Fig. 38.

Fig. 40 is a continuation of Fig. 39.

Fig. 41 is an explanatory drawing of the data processing of the third layer nodes in the third embodiment.

Fig. 42 is a continuation of Fig. 41.

Fig. 43 is an example of a processing flowchart in the data processing unit of Fig. 1 in the fourth embodiment.

Fig. 44 is a specific example showing with a tree display the data of a hierarchical structure stored in the hierarchical structure data storage unit of Fig. 1.

Fig. 45 is an explanatory drawing of the display processing of the highest multi-layer nodes in the fourth embodiment.

Fig. 46 is a continuation of Fig. 45.

Fig. 47 is an explanatory drawing of the display processing of second layer nodes in the fourth embodiment.

Fig. 48 is a continuation of Fig. 47.

Fig. 49 is an explanatory drawing of a different display processing of a second layer node in the fourth embodiment.

Fig. 50 is a continuation of Fig. 49.

Fig. 51 is an explanatory drawing of data processing of the third layer nodes in the fourth embodiment.

Fig. 52 is a continuation of Fig. 51.

Fig. 53 is an example of a flowchart showing the processing in the data processing unit of Fig. 1 in the fifth embodiment.

Fig. 54 is an example of a drawing in which the data of a hierarchical structure stored in the hierarchical structure data storage unit is shown with a tree display in the fifth embodiment.

Fig. 55 is an example of a drawing of a highest layer node arrangement ellipse in the fifth embodiment.

Fig. 56 is an example of the node arrangement of the highest layer in the fifth embodiment.

Fig. 57 is an example of a link construction of the highest layer nodes in the fifth embodiment.

Fig. 58 is an example of the construction of node arrangement ellipse of the lower layer of the middle layer in which part of the nodes do not exist in the fifth embodiment.

Fig. 59 is an example of the lower layer node arrangement in the fifth embodiment.

Fig 60 is an example of the construction of a middle layer node arrangement ellipse in the fifth embodiment.

Fig. 61 is an example of the middle layer node arrangement in the fifth embodiment.

Fig. 62 is an example of the link construction of between a middle layer node and lower layer nodes in the fifth embodiment.

Fig. 63 is an example of a flowchart showing the processing in the data display processing unit of Fig 1 in the sixth embodiment.

Fig. 64 is an example of a drawing showing the data of a hierarchical structure stored in the hierarchical structure data storage unit of Fig. 1 with a tree display in the sixth embodiment.

Fig. 65 is an explanatory drawing of the partition of the display area in the sixth embodiment.

Fig. 66 is an explanatory drawing of the construction of an arrangement circle for the highest

layer node in the sixth embodiment.

Fig. 67 is a drawing to explain the link construction and the arrangement of the highest layer nodes in the sixth embodiment.

Fig. 68 is a drawing to explain the determination of the central point of a second layer node arrangement circle in the sixth embodiment.

Fig. 69 is an explanatory drawing of the construction of links and the arrangement circle for a second layer nodes without lower layers in the sixth embodiment.

Fig. 70 is an explanatory drawing showing the construction for an arrangement circle of the second layer nodes having lower layers in the sixth embodiment.

Fig. 71 is an explanatory drawing of the construction of links and node arrangements of the second layer nodes having lower layers and connections with another hierarchical structure in the sixth embodiment.

Fig. 72 is an explanatory drawing of the construction of links and the arrangement of second layer nodes having lower layer nodes in the sixth embodiment.

Fig. 73 is an explanatory drawing of the determination of the center points of the third layer node arrangement circle in the sixth embodiment.

Fig. 74 is an explanatory drawing of the construction of links and the arrangement of third layer nodes in the sixth embodiment.

Fig. 75 is an explanatory drawing of the construction of links and the arrangement of third layer nodes having connections with other hierarchical structures in the sixth embodiment.

Fig. 76 is a drawing showing an example of a graphic display corresponding to one of the hierarchical structures in the sixth embodiment.

Fig. 77 is a drawing showing an example of graphic display corresponding to each hierarchical structure in the sixth embodiment.

Fig. 78 is a drawing showing an example of graphic display of the final composite hierarchical structure in the sixth embodiment.

Fig. 79 is a flowchart showing the processing sequence of the data display processing unit in the seventh embodiment.

Fig. 80 is a drawing showing an example of the multi-layer data stored in the multi-layer data storage unit by tree display in the sixth embodiment.

Fig. 81 is a drawing of the hierarchical structure data of Fig. 80 with nodes arranged radially on circles.

Fig. 82 is a drawing showing an example of the link display for the even numbered nodes of the second layer in the seventh embodiment.

Fig. 83 is a drawing showing an example the link display for the odd numbered nodes of the second layer in to the seventh embodiment.

Fig. 84 is a drawing showing an example of the processing results for the hierarchical structure data of Fig. 80 in the seventh embodiment.

Fig. 85 is a drawing showing in detail the structure of the data display processing unit 30 in Fig. 1.

Preferred Embodiments

Embodiments of the present invention will be explained below in detail with reference to the figures.

Fig. 1 is an example of an apparatus applying the present invention, comprising the input part 10 which inputs data related to the hierarchical structures, the hierarchical structure data storage unit 20 which stores the input hierarchical structure data, the data display processing unit 30 which converts the stored hierarchical structure data into the graphic display of the hierarchical structure image, the display 40 which shows the converted hierarchical structure image, and the controller 50 which controls each of these parts. Furthermore, in the hierarchical structure data storage unit 20, the data related to the display area of the display 40 is also stored, in addition to the hierarchical structure data. The

present invention is characterized by the data display processing unit 30, and using the data stored in the multi-layer data storage unit, the processing for displaying in an easy-to-view manner on the same screen large scale multi-storage structures is carried out in this data display processing unit.

Below, the processing sequence in the data display processing unit 30 according to several embodiments will be explained in detail using the flowcharts and the explanatory figures.

[First Embodiment]

The first embodiment of the present invention will be specifically explained below using the figures.

Using data stored in the hierarchical structure data storage unit 20, the data display processing unit 30, which is the principle part of the present invention, calculates the positions and sizes of the ellipses for each layer on which the nodes will be arranged, carries out the replacing of nodes with, for example, circles and triangles, and the links which connect the nodes with straight lines, and displays the constructed multi-layer image on the display 40 via the controller 50.

Fig. 4 is an example of a flowchart showing the processing sequence in the data display processing units. The processing sequence program in Fig. 4 can be preinstalled in the apparatus or recorded on a recording medium such as a floppy disk or CD-ROM, and then loaded from the recording medium.

First, the processing steps for the placement of ellipses for the hierarchical structure in the first embodiment will be explained. Moreover, the processing of the present invention is carried out maintaining the following settings:

(1) In the hierarchical structure data storage unit 20, the data of a three-layer hierarchical structure such as that shown in Fig. 5 is stored. For ease of understanding, Fig. 5 shows the

hierarchical structure data stored with a tree display in the hierarchical structure data storage unit 20. Moreover, in addition to the hierarchical structure data, data related to the display area of display 40 is also stored in the hierarchical structure data storage unit 20.

(2) In the flowchart of Fig. 4, in the determination of the ratio of the sizes of the ellipses for each layer (step S 1101), the sizes of ellipses for each layer are all identical, and for the number of nodes which are arranged on the same ellipse, the ratios of the sizes of the ellipses of each layer are determined according to the mean value of each layer. Here (for example, Fig. 5), the mean value of the number of nodes for each layer is set to 4 for the first layer, 8 for the second, and 8 for the third. In the determination of the minor axis and major axis of each ellipse, the ratios of the minor and major axes are all made identical, and the ratios are set according to the ratios of the abscissa to the ordinate of each display area. Here, the ratio of the abscissa to ordinate is shown for a display area of 2:3; therefore, the ratio of the major axis to the minor axis is 2:3. In the determination of the ellipse ratios (step S 1103), the lengths of the abscissa and ordinate of the display area are distributed according to the ratios found in the determination of the ratio of the sizes of the ellipses (step S 1101) and the determination of the ratios of the minor and major axes of the ellipses (step S 1102).

(3) In the construction of the first layer ellipse (step S 1104), the first layer ellipse is drawn based on the previously found ellipse ratio. In the arrangement of the nodes of the first layer (step S 1105), the nodes are positioned on the circumference of the ellipse evenly spaced depending on the number of nodes in the first layer.

(4) In constructing the locus for the centers of the ellipses for the second layer (step S 1106), an ellipse is constructed concentric to the first layer ellipse and whose minor axis and major axis are:

ellipse minor axis and major axis of first layer +

ellipse minor axis and major axis of second layer.

In determining the position of the centers of the ellipses of the second layer (step S

1107), the points at which the extensions of straight lines connecting the center of the ellipse of the first layer and the nodes of the first layer intersect the ellipse which is the previously found locus for the centers of the ellipses of the second layer comprise the centers for the ellipses of the second layer. In the arrangement of the nodes of the second layer (step S 1109), starting with the points where the lines extending from the center of the ellipse of the first layer and traversing each node of the first layer intersect the ellipses of the second layer, the circumferences of the ellipses are partitioned into [the number of nodes of the second layer subordinated to an upper ellipse + 1] equal parts, and excluding the starting point, the nodes are arranged on the partition points.

(5) In constructing the locus for the centers of the ellipses of the third layer (step S 1110), an ellipse is constructed concentric to the second layer ellipse and whose minor axis and major axis are:

minor axis and major axis of second layer + minor axis and major axis of third layer

followed by the construction of an ellipse concentric to the first layer ellipse and whose minor axis and major axis are:

first layer minor axis and major axis + third layer minor axis and major axis

and within the circumference of the ellipse concentric to the ellipse of the second layer constructed in the previous step, the lengthwise arc whose ends intersect with the two ellipses comprises the locus for the centers for the ellipses of the third layer. In determining the position of the centers of the ellipses of the third layer (step S 1111), the locus for the centers of the ellipses of the third layer found above is partitioned into [second layer nodes + 1] equal parts, and the partition points, including the two end points, are made the centers of the ellipses of the third layer. In constructing each of the ellipses of the third layer (step 1112), using each of the previously found points as the centers, ellipses whose sizes are found by the determination of ellipse ratios (step S 1103) are constructed. In the arrangement of the nodes of the third layer (step S 1113), starting with the points where the lines extending from the

center of the ellipse of the second layer and traversing each node of the second layer intersect the ellipses of the third layer, the circumferences of the ellipses are partitioned into [number of nodes of the third layer subordinated to an upper ellipse + 1] equal parts, and excluding the starting point, the nodes are arranged on the partition points.

Figs. 6 through 15 concretely explain the processing of the arrangement of ellipses of the hierarchical structure in the present embodiment. Processing will be explained below with reference thereto. Moreover, there are cases where the reference numerals used in Figs. 5 through 15 for concretely explaining the flowchart in Fig. 4 are the same as the reference numerals used in other figures, and while the same reference numeral indicates the same item in Fig. 5 through Fig. 15, they are not related to items indicated by the same numbers in other figures.

First, in the case of Fig. 5, when the data of the hierarchical structure is input and the average value of the number of nodes in each layer is found, the first layer is found to be 4, the second layer is 8, and the third layer is 8. Here, the ratio of the sizes of the ellipses for each layer is determined to be 1:2:2 (step S 1101). Then, as shown in Fig. 6, because the ordinate to abscissa ratio of the display area 400 is 2:3, the ratios of the minor axes to the major axes are determined to be 2:3 (step S 1102). Next, the lengths of the ordinate and abscissa of the display area 400 of Fig. 6 are partitioned so that the sizes of the ellipses of each layer have a ratio of 1:2:2, the ratio is found for the sizes of the ellipses, and as shown in Fig. 7, the minor axes and major axes of the ellipses of each layer are determined to be $\alpha 1$ and $\alpha 2$ for the first layer, $\beta 1$ and $\beta 2$ for the second layer, and $\gamma 1$ and $\gamma 2$ for the third layer (step S 1103). Subsequently, the ellipses are similarly constructed for each layer, and then their nodes are arranged.

First, ellipse A of the first layer with the minor axis and major axis being $\alpha 1$ and $\alpha 2$, respectively, is drawn (step S 1104). Then, the four nodes m1, m2, m3, and m4 of the first layer are arranged at positions separated equally on the circumference of ellipse A (step S

1105). This is shown in Fig. 8.

Next, as the locus for the centers of the ellipses for the second layer, shown in Fig. 9, ellipse b whose minor axis and major axis are $\alpha 1 + \beta 1$ and $\alpha 2 + \beta 2$, respectively, is constructed on the center of ellipse A of the first layer (step S 1106). Next, as shown in Fig. 10, the extension of the straight lines joining the center O of ellipse A and each of the nodes m1, m2, m3, and m4 of the first layer intersects with points i1, i2, i3, and i4 on ellipse b, and the intersection points i1, i2, i3, and i4 are made the centers of the ellipses of the second layer (step S 1107), and each ellipse B1, B2, B3, and B4 of the second layer (step S 1108) with minor axes and major axes of $\beta 1$ and $\beta 2$, respectively, is constructed. In addition, for the nodes m11 ~ m19 of the second layer subordinate to node m1 of the first layer, starting from the line extending from the center O of ellipse A and traversing node m1 and intersecting the ellipse B1, the circumference of ellipse B1 is partitioned into [9 + 1] equal parts, and on ellipse B1, excluding the starting point, the nodes m11 ~ m19 are arranged on the partition points (step S 1109). This is shown in Fig. 11. In Fig. 11, the intersection of the extension of the straight line joining the center O and node m1 and ellipse B1 is the same point as the node m1. Hereinbelow, this is the same for the arrangement of nodes of the second layer on ellipses B2 ~ B4 subordinate to nodes m2, m3, and m4.

Next, as shown in Fig. 12, an ellipse c1 whose minor axis and major axis are $\beta 1 + \gamma 1$ and $\beta 2 + \gamma 2$, respectively, concentric to ellipse c1 is constructed on center O of ellipse B1, and subsequently, an ellipse c' whose minor axis and major axis are $\alpha 1 + \gamma 1$ and $\alpha 2 + \gamma 2$, respectively, is constructed on the center O of ellipse A. Within the circumference of ellipse c1, the lengthwise arc whose ends are the intersections of ellipse c1 and ellipse c' (the segment with the bold line in Fig. 12) is made the locus for the centers of ellipses for the third layer subordinate to nodes m11 ~ m19 included on ellipse B1 (step S 1110), and as shown in Fig. 13, it is partitioned into [9 - 1] equal parts. The partition points j1 ~ j9, including the two end points, are made the centers of ellipses of the third layer subordinate respectively to

nodes m11 ~ m19 (step 1111). Further, making the partition points j1 ~ j9 the centers, as shown in Fig. 14, ellipses C11 ~ C19 of the third layer subordinate to nodes m11 ~ m19 and whose minor axis and major axis are γ1 and γ2, respectively, are constructed (step 1112). In addition, for the nodes m111 ~ m119 of the third layer subordinate to ellipse C11, starting on the intersection of the extension of the straight line connecting the center j1 of ellipse C11 and node m11, the circumference of ellipse C11 is partitioned into [9 + 1] equal parts, and excluding the starting point, nodes m111 ~ m119 are arranged (step S 1113). This is shown in Fig. 15. Below, the arrangement of the nodes for ellipses C12 ~ C19 is the same.

Subsequently, steps S 1110 ~ S 1113 can be repeated for the arrangement of nodes of the third layer subordinate to ellipses B2 ~ B4, if they exist.

In the above explanation of the first example, the hierarchical structure of the third layer shown in Fig. 5 is stored in the hierarchical structure data storage 20, but the number of layers and the hierarchical structure are arbitrary.

Also, in the flowchart of Fig. 4, in the determination of the ratios of the sizes of the ellipses of each layer (step S 1101), the size of the ellipses for each layer were identical, but the size can be changed as a function of the number of nodes. Additionally, the ratio of the sizes of the ellipses of each layer was determined as a function of the average value of the number of nodes for each layer, but this can be determined as a function of the largest value for the number of nodes for each layer, or the calculation of size can be weighted as a function of the layers. In the determination of the ratio of the minor axis to the major axis of the ellipses (step S 1102), the ratio of the minor axis to the major axis of the ellipses was identical, and a function of the ordinate to abscissa ratio of the display screen, but it need not depend in particular on the ordinate to abscissa ratio of the display area. Also, a display screen such as that shown in Fig. 6 was used, but the size of the display screen is arbitrary. In the determination of the ellipse ratios (step S 1103), the length of the ordinate and abscissa of the display area was divided according to the ratio found by determining the ratio of the size of

the ellipse (step S 1101) and the ratio of the minor axis and the major axis of the ellipse (step S 1102), but if it is not necessary to display at one time ellipses of all layers on the display area, this length need not depend on the size of the display area.

In the arrangement of the nodes of the first layer (step S 1105), the nodes are arranged positioned on an equally divided circumference of an ellipse depending on the number of nodes in the first layer. The manner of the distribution, however, does not have to be equal, and can depend on the structure of the lower layers.

In constructing the locus for the centers of the ellipses of the second layer (step S 1106), the size of the ellipse on the center of the ellipse of the first layer had a minor axis and major axis of::

minor axis and major axis of first layer + minor axis and major axis of second layer.

However, when the sizes of the ellipses of each layer are not identical, they should be based on the size of the minor axis and the major axis of the largest ellipse. In the arrangement of the nodes of the second layer (step S 1109), starting with the point of intersection between the extension of the straight line connecting the center of the ellipse of the first layer and the nodes of the first layer and each ellipse of the second layer, the circumference of the ellipse is partitioned into [number of nodes of the second layer subordinate to the upper ellipse + 1] equal parts, and except for the starting point, the nodes are arranged on these partition points. However, the manner of distribution does not have to be equal and can depend on the structure of the lower layers.

In constructing the locus for the centers of the ellipses of the third layer (step S 1110), the size of an ellipse on the center of the ellipse of the second layer had a minor axis and major axis of:

minor axis and major axis of second layer + minor axis and major axis of third layer.

Next, an ellipse is constructed on the center of the ellipse of the first layer had a minor axis and major axis of:

minor axis and major axis of first layer + minor axis and major axis of third layer

and within the circumference of the ellipse concentric to the ellipse of the second layer just constructed, the lengthwise arc whose two ends intersect the two ellipses is made the locus for the centers of the ellipses of the third layer. However, if the sizes of the ellipses of each layer are not identical, they should be based on the size of the minor axis and major axis of the largest ellipse. In determining the positions for the centers of the ellipses of the third layer (step S 1111), the locus for the centers of the ellipses of the third layer found above are partitioned into [number of nodes of the second layer - 1] equal parts, and the partition points, including the two end points, are made the centers of the ellipses of the third layer, but this manner of distribution does not have to be equal, and can depend on the number of nodes which are distributed over each of the ellipses of the third layer.

Next, a second example of the processing of the arrangement ellipses of the hierarchical structure of the first embodiment will be explained using the figures. Moreover, the reference numerals used in Fig. 6 and Figs. 16 to 25 used in the explanation of the present example are sometimes the same as reference numerals used in other figures, but even if the same reference numeral indicates the same item in Fig. 6 and Figs. 16 to 25, they have no relation with the same reference numeral in the other figures.

Moreover, in the processing of the present example, the following settings are used:

(1) In the hierarchical structure data storage unit 20, the data for the hierarchical structure having three layers such as is hown in Fig. 16 is stored.

(2) In the flowchart of the data display processing unit 30 shown in Fig. 4, in the determination of the ratios of the sizes of each layer of the ellipses (step S 1101), the sizes of the ellipses depend on the number of arranged nodes, and the largest value for the number of nodes arranged on each layer of the same ellipse is chosen as the ratio of the axes of the layers of the ellipses. Here (in the case of Fig. 16), the largest value for the number of nodes is 4

for the first layer, 8 for the second, and 10 for the third. In determining the ratios of the minor axes to the major axes of the ellipses (step S 1102), the ratios of the minor axes and major axes are all the same, and their ratios depend on the ordinate to abscissa ratio of the display area. Here, as in a display area such as Fig. 6, the ratios of the minor axes to major axes of the ellipses are 2:3. In determining the ratios of the ellipses (step 1103), the lengths of the ordinates and abscissas of the display area are distributed according to the ratios found by the determination of the ratios of the sizes of the ellipses (step S 1101) and the determination of the ratios of the minor axes and major axes of the ellipses (step S 1102), and the ratios which give the sizes of the ellipses from the number of nodes are calculated.

(3) In constructing the ellipse of the first layer (step S 1104), the ellipse of the first layer, whose size is calculated by the determination of the ellipse ratios (step S 1103), is drawn. In the arrangement of the nodes of the first layer (step S 1105), the circumference of the ellipse is partitioned depending on the number of nodes of the second layer subordinate to each node of the first layer, and then the nodes are arranged.

(4) In constructing the locus for the centers of the ellipses of the second layer (step 1106), an ellipse is drawn on the center of the ellipse of the first layer and whose minor axis and major axis are:

minor axis and major axis of first layer + minor axis and major axis of second layer.

In determining the positions of the centers of the ellipses of the second layer (step S 1107), the intersections of the extensions of the straight lines connecting the center of the ellipse of the first layer and the nodes of the first layer and the ellipse which is the locus for centers of the previously found ellipses of the second layer become the centers of the ellipses of the second layer. In constructing each ellipse of the second layer (step S 1108), each of the previously found points is made a center, and ellipses whose sizes are based on the ratios calculated from the determination of the ellipse ratios (step S 1103) are constructed. In the arrangement of nodes of the second layer (step S 1109), starting with the intersection of the extensions of the

straight lines joining the center of the ellipse of the first layer and each node of the first layer and each ellipse of the second layer, the circumference of the ellipse is partitioned into [number of nodes of the third layer subordinate to each node of the second layer under an upper ellipse + 1] equal parts, and except for the starting node, each partition point is distributed according to the number of nodes in the third layer subordinate to each node, and each node is arranged.

(5) In constructing the locus for the centers of the ellipses of the third layer (step S 1110), an ellipse having a minor axis and major axis of:

minor axis and major axis of second layer +

minor axis and major axis of largest ellipse of third layer,

is constructed on each ellipse of the second layer, an ellipse having a minor axis and major axis of:

minor axis and major axis of ellipse of first layer +

minor axis and major axis of largest ellipse of third layer,

is constructed centered on the ellipse of the first layer, and finally within the circumference of the ellipse on the center of the ellipse of the second layer previously constructed, the lengthwise arc whose ends are the intersections with the two ellipses becomes the locus for the centers of the ellipses of the third layer. In determining the positions of the centers of the ellipses of the third layer (step S 1111), the locus for the centers of the ellipses of the third layer previously found is partitioned into [number of nodes of the third layer subordinate to each node of the second layer under one ellipse - 1], and the partition points, including the two end points, are distributed according to the number of nodes on the third layer subordinate to each node, and become the centers of the ellipses of the third layer. In constructing each ellipse of the third layer (step S 1112), the previously found points are each made a center, and ellipses whose size is found based on the ratios calculated with the determination of the ellipse ratios (step S 1103) are constructed. In the arrangement of the

nodes of the third layer (step S 1113), starting at the intersection of the extension of the straight lines connecting the centers of the ellipses of the second layer and each node of the second layer and each ellipse of the third layer, the circumference of the ellipses is partitioned into [number of nodes of third layer under one ellipse + 1] equal parts, and except for the starting points, the nodes are arranged on the partition points.

Figs. 17 to 25 are concrete explanatory drawings of the processing of the ellipse arrangement of the hierarchical structure according to the present example. Below, the processing will be explained in reference to the figures.

First, when the largest value of the number of nodes of each layer is found, from Fig. 16, the first layer is found to be 4, the second layer is 8, and the third layer is 10. Here, the ratio of the sizes of the ellipses of each layer is 2:4:5 (step S 1101). Next, in the same manner shown in the above-cited Fig. 6, the ordinate to abscissa ratio of the display area is 2:3, and corresponding to this, the ratio of the minor axis to major axis of the ellipses is determined to be 2:3 (step S 1102). Next, the length of the ordinate and abscissa of the display area is divided according to the 2:4:5 ratio of the sizes of the ellipses of each layer, and the ratio found from the sizes of the ellipses is calculated, and the minor axis and major axis of the largest ellipse of each layer, as shown in Fig. 17, are determined to be $\alpha 3$ and $\alpha 4$ for the first layer, $\beta 3$ and $\beta 4$ for the second layer, and $\gamma 3$ and $\gamma 4$ for the third layer (step S 1103). Subsequently, the ellipses of each layer are constructed, and the arrangement of nodes is executed in sequence.

First, ellipse D of the first layer with a minor axis and major axis of $\alpha 3$ and $\alpha 4$ is drawn (step S 1104). In the case of Fig. 16, the number of nodes of the second layer subordinate to the four nodes n1, n2, n3, and n4 of the first layer are 8, 6, 4, and 6, respectively, so the circumference of ellipse D is partitioned according to this number of nodes, and the four nodes are arranged (step S 1105). This is shown in Fig. 18.

Next, as the locus for the centers of the ellipses of the second layer, as shown in Fig.

19, an ellipse E with a size having a minor axis and major axis of $\alpha 3 + \beta 3$ and $\alpha 4 + \beta 4$, respectively, is constructed (step S 1106) on the center of the ellipse D of the first layer. Next, as shown in Fig. 20, finding the intersections k1, k2, k3, and k4 where the extension of the straight lines connecting the center O of ellipse D and each node n1, n2, n3, and n4 of the first layer and the ellipse e, these intersections become the centers of each of the ellipses of the second layer (step S 1107), and each ellipse E1, E2, E3, and E4 of the second layer having a size depending on the number of arranged nodes is constructed (step S 1108). Then, first, the nodes n11 ~ n18 on the second layer on ellipse E1 are arranged according to the number of nodes of the third layer (step S 1109). That is, as in Fig. 16, because the number of nodes of the third layer subordinate to each node n11 ~ n18 are 4, 6, 4, 3, 6, 4, 7, and 5, respectively, starting from the intersection point of the extension of the straight line connecting the center of ellipse D and the node n1 and the ellipse E, the circumference of the ellipse E1 is partitioned into [4 + 6 + 4 + 3 + 6 + 4 + 7 + 5 + 1 = 40] equal parts, and excluding the starting point, the partition points are distributed according to the number of nodes of the third layer subordinate to each node, and each of the nodes n11 ~ n18 are arranged. Hereinbelow, the node arrangement of ellipses E2 ~ E4 is the same. This is shown in Fig. 21.

Next, as shown in Fig. 22, an ellipse f1 is constructed on the center of ellipse E1 having a minor axis and major axis of $\beta 3 + \gamma 3$ to $\beta 4 + \gamma 4$, respectively, and further, an ellipse f' is constructed on the center of ellipse D having a minor axis and major axis of $\alpha 3 + \gamma 3$ to $\alpha 4 + \gamma 4$, respectively, and within the circumference of ellipse f1, the lengthwise arc (bolded in Fig. 22) having as ends the intersection points of ellipse f1 and ellipse f' is made the locus for the ellipses of the third layer subordinate to the nodes n11 ~ n18 included in ellipse E1 (step S 1110). Next, this locus for the centers is partitioned into [39 - 1] equal parts, and the partition points, including the two end points, are distributed according to the number of nodes for the third layer subordinate to each of the nodes n11 ~ n18, and like q1 ~ q8 in Fig. 23, they become the centers of the ellipses of the third layer (step S1111). Further, making

the partition points q1 ~ q8 the centers, as shown in Fig. 24, the ellipses F11 ~ F18 of the third layer subordinate to nodes n11 ~ n18 having a minor axis and major axis of γ3 and γ4 (step S 1112) are constructed. Then, first, for nodes n111 ~ n114 of the third layer arranged on ellipse F11, starting at the intersection point of the extension of the straight line connecting the center q1 of ellipse F11 and the node n11 and the ellipse F11, the circumference of ellipse F11 is partitioned into [4 + 1] equal parts, and except for the starting point, the nodes n111 ~ n114 are arranged on the partition points (step S 1113). The arrangement of nodes of ellipses F12 ~ F18 is carried out in the same manner. This is shown in Fig. 25.

Subsequently, for the arrangement of the nodes of the third layer subordinate to ellipses E2 ~ E4, if they exist, steps S 1110 to S 1113 are repeated in the same manner.

In the explanation of the second example of the above-described first embodiment, in the hierarchical structure data storage unit 20, as shown in Fig. 16, the data for a hierarchical structure of three layers is stored, but the number of layers and the structure of the layers is arbitrary.

Additionally, in the flowchart in Fig. 4 for the data display processing unit 30, in the determination of the ratio of the sizes of the ellipses of each layer (step S 1101), the size of the ellipses depends on the number of nodes to be arranged on it, but the calculation of the size can also be weighted depending on the layers. In the determination of the ratios of the minor axis to major axis of the ellipses (step S 1102), the ratios of the minor axis to major axis were all the same, depending on the ratio of the ordinate to abscissa of the display area, but the ratio need not be dependent on the ratio of the ordinate to abscissa of the display area. In addition, here as well, the ratio of the ordinate to abscissa of the display area was set to 2:3, but the size of the display area is arbitrary. In the determination of the ratios of the ellipses (step S 1103), the ratios are distributed by the determination of the length of the ordinate and abscissa of the display area (S 1101) and the determination of the ratio of the minor axis to major axis of the ellipses (step S 1102), and are calculated as ratios which find the size of the

ellipse from the number of nodes. However, if it is not important that all layers be displayed in the display area all at once, it is not necessary to depend on the size of the display area.

In the arrangement of the nodes of the first layer (step S 1105), the circumference of the ellipse is partitioned according to the number of nodes of the second layer subordinate to each node of the first layer, but it can also be based on all the nodes of the subordinate layers. In addition, rather than partition the length of the ellipses, partitioning can be carried out according to central angles.

In determining the position of the centers of the ellipses of the second layer (step S 1107), the intersections where the extensions of the straight lines connecting the center of the ellipse of the first layer and the node of the first layer crosses the ellipse that is the locus for the centers of the ellipses of the second layer previously found become the centers of the ellipses of the second layer. However, depending on the size of the ellipses, the distance from the center of the ellipse of the first layer can be changed. In arranging the nodes of the second layer (step S 1109), starting from the point where the extensions of the straight lines connecting the center of the ellipse of the first layer and each node of the first layer intersects each ellipse of the second layer, the circumference is partitioned into [number of nodes of the third layer subordinate to each node of the second layer on the ellipse + 1] equal parts, and excluding the starting point, the partition points are distributed according to the number of nodes of the third layer subordinate to each node, and each node is arranged. However, the manner of the arrangement of nodes is arbitrary, and the partition be carried out by a central angle rather then a length of the circumference.

In drawing the locus for the centers of the ellipses of the third layer (step S 1110), an ellipse having a size whose minor axis and major axis are:

minor axis and major axis of each ellipse of second layer +

minor axis and major axis of the largest ellipse of the third layer.

is constructed on the center of each ellipse of the second layer. However, with respect to the

"minor axis and major axis of the largest ellipse of the third layer," this can be based on the minor axis and major axis of the largest ellipse among the ellipses of the third layer subordinate to the nodes of the nodes disposed on the second layer rather than all the ellipses of the third layer. In addition, an ellipse on the center of the ellipse of the first layer of a size whose minor axis and major axis is [minor axis and major axis of the first layer + minor axis and major axis of the largest ellipse of the third layer], was constructed. However, similarly with respect to the "minor axis and major axis of the largest ellipse of the third layer," using the minor axis and major axis of the largest ellipse among the ellipses of the third layer subordinate to the nodes disposed on each ellipse of the second layer is also satisfactory. In deciding the position of the center of the ellipses of the third layer (step S 1111), the locus of the center of the ellipses of the third layer previously found are partitioned into [number of nodes of the third layer subordinate to each node of the second layer disposed in the ellipse - 1] equal parts, and the partition points, including the end points, are distributed according to the number of nodes on the third layer subordinate to each node, and these were made the centers of the ellipses of the third layer. However, it is not necessary to divide them according to the length of the arc, but rather dividing them by a central angle is satisfactory. In constructing each ellipse of the third layer (step S 1112), the previously decided points are each made a center, and the ellipses are constructed with a size found based on the ratios calculated in the determination of the ellipse ratios (step S 1103). However, depending on the size of the ellipses, the distance from the center of the ellipses of the second layer can be changed. In the determination of the arrangement of the nodes of the third layer (step S 1113), starting with the point where the extension of the straight line connecting the centers of the ellipses of the second layer and each node of the second layer intersects each ellipse of the third layer, the circumference of the ellipses are partitioned into [number of nodes of the third layer disposed on the ellipses + 1] equal parts, and the nodes of the partition points excluding the starting point, are arranged. However, the manner of arrangement is arbitrary, and can be

based on the arrangement relationships with other ellipses. In addition, in the case in which there are further subordinate layers, it can depend on the structure of the subordinate layers.

As explained above, according to the present invention shown in the first embodiment, a hierarchical structure is graphically displayed, and the when showing the vertical layer relationships between particular nodes, the nodes included in the same layer are arranged on the same ellipse, and in order to emphasize understanding the relationships between nodes of vertical layers for particular nodes, by arranging the lower ellipses on the outside of the higher ellipses so that the upper and lower layer ellipses do not overlap, it is possible to display on one screen in an easily viewed manner the vertical relationships of a large scale hierarchical structure constructed from a plurality of nodes, and by arranging nodes of the same layer elliptically, the advantage is obtained that it is possible to arrange nodes within a limited display area while preserving the regularity of the representation of the structure.

In addition, by changing the size of the ellipses according to the number of nodes arranged on the same ellipse, it is possible to make the extent of overlapping of ellipses of the same layer uniform. Furthermore, by changing the arrangement of nodes on the ellipses of the higher layers according to the arrangement of ellipses of the lower layers, the advantage is obtained that the positional relationships between the ellipses of the lower layers can arrange the nodes of the upper layers in a most appropriate position.

[Second Embodiment]

In this embodiment, the data display processing unit 30 uses data stored in the hierarchical structure data storage unit 20 to calculate for each layer the positions and sizes of the circles upon which the nodes are arranged, and further, using an equally partitioned angle, calculates for each layer the position on which the nodes on the circumference of the circle are arranged. It interchanges circles and triangles, for example, for the nodes and straight

lines for the links which connect the nodes. In this way, the generated hierarchical structure figure is displayed on the display screen via the controller 50.

This present embodiment, as just described, relates in particular to the graphical display of a multi-layered structure which defines the ellipses as circles, calculates for each layer the position and size of the circles upon which the nodes will be arranged, and further, using an equally partitioned angle, calculates for each layer the position on which the nodes are arranged on the circumference of the circle.

Fig. 26 is a flowchart showing an embodiment of the processing sequence in the data display processing unit 30. Here, based on Fig. 26, the display of a hierarchical structure image having a hierarchical structure with three layers will be explained.

Moreover, even when the reference numerals used in Figs. 27 to 31 used in explaining the example of concrete processing of the present embodiment are the same as the reference numerals used in other figures, they only express identical items in the range of Figs. 27 to 31, and have no relationship to identical reference numerals in other figures.

<Preprocessing:>

In order to construct the hierarchical structure image, data related to the hierarchical structure and data related to the display area of the display 40 which displays the hierarchical structure image are input from the hierarchical structure data storage unit 20 (steps S 2110, S 2120).

<Arranging nodes of the highest layer:>

Fig. 27 is an explanatory drawing of the arrangement of nodes in the highest layer. Here, w1 and w2 are the edge of the ordinate and abscissa of the display area, and here, $w1 < w2$. For the highest layer, first, the equipartition angle α is calculated as $\alpha = 360°/i$ (i = number of nodes included in the highest layer; $i \geq 2$) (step S 2130). Next, in the manner shown in Fig. 27, from the center point a of the display area, a perpendicular line is dropped, its intersection with edge w2 made point b. From a, straight lines f2 and f3 are drawn so that f1 bisects the equipartition angle α, the intersections with w2 are made c and d, determining the isosceles

triangle Δ acd (step S 2140). Next, from c, the bisector f4 of ∠acd is drawn, and its intersection with f1 being e, with e as the center point, the circle of radius M inscribed in the triangle Δ acd is found, and the inscribed circle U is determined (step S 2150). Next, as the circle on which the nodes of the highest layer are arranged, with a as the center point, the circle V of radius L (L = 0.5wl - 2M) is drawn (step S 2160). Using the equipartition angle α, the nodes p1, p2, ... pi (i is the number of nodes) included in the first layer are arranged equally spaced on the circumference of circle V (step S 2170). In this case, p1 is arranged on the intersection of f1 and the circumference of said circle V, and p2, for example, is arranged clockwise on the intersection with the circumference of straight line f1, drawn such that from α, ∠f1 · a · f5 = α, and in the same manner, p3, ..., pi are arranged in sequence. Moreover, when the number of nodes of the highest layer is 1, the node can be arranged at the central point a of the display area.

<Arrangement of nodes of the second layer:>

Fig. 28 is an explanatory diagram of the arrangement of nodes in the second layer. In the manner shown in Fig. 28, first, as a central circle for arrangement of the group of central points for the nodes of the second layer, a is the center point, and the circle W with radius N = L + M (that is, the length of a straight line connecting a and e) is drawn (step S 2180). Next, the point e found in step S 2150 is made the first center point of the group of center points of the nodes of the second layer, and below, finding the intersections e2 of f5 and circle W, they are made the second central point. In the same manner, center points e3, ..., ej are found (step S 2190).

Next, paying attention to center point e, from the number of nodes of the second layer subordinate to p1, the bisecting angle β is calculated as β = 360°/m + 1 (m is the number of nodes included in the second layer subordinate to p1; m ≥ 2) (step S 2200). Next, straight lines f6 and f7 are drawn such that the perpendicular line fM dropped from e to w2 forms the bisector of equipartition angle β, and with f and g being their respective intersections with w2,

the isosceles triangle Δ efg is found (step S 2210). Next, the bisector f8 of angle ∠ efg is drawn from f, and h being the intersection with fM, a circle is found with radius P inscribed in triangle Δ efg, with h is the center point, and the inscribed circle X is found (step S 2220). Next, as a circle for arranging nodes, a circle Y of radius Q (Q = M - 2P) with center point e is drawn (step S 22230). And using the equipartition angle β, on the circumference of circle Y, nodes q1, q2, ..., qm (m being the number of nodes) included in the second layer subordinate to p1 are arranged equally spaced (step S 2240). Here, q0 is the intersection of straight line fE connecting a and e and the circle Y. This q0 becomes the locus for the link connecting the highest node p1 and the nodes of the relevant second layer, so this q0 has no nodes arranged on it, and clockwise from e straight line f9 is drawn so that ∠ fE · e· f9 = β, and q1 is arranged on the intersection with the circumference. In the same manner, q2, ..., qm are arranged. Moreover, when there is one node, it can be arranged on the above mentioned center point e.

Below, for each center point e2, e3, ..., ej of the nodes of the second layer, the operations from steps S 2200 to S 2240 are repeated, and all the nodes included in the second layer are arranged (step S 2250).

<Arrangement of the nodes of the third layer:>

Fig. 29 is an explanatory figure for the arrangement of nodes on the third layer. Here, for the sake of convenience, we will explain the placement of the nodes of the third layer subordinate to p1 of the highest layer. As shown in Fig. 29, first, as a central circle for arranging the group of center points for the nodes of the third layer subordinate to p1, e being the center point, circle Z of radius R (R = P + Q) is drawn (step S 2260). Next, as a center point for the nodes of the third layer subordinate to node q1 of the second layer, h1 being the intersection between f9 and circle Z, a circle X1 having a radius P and said h1 being the center point is drawn (step S 2270). Next, from the number of nodes, the equipartition angle γ is calculated as γ = 360°/n + 1 (n being the number of nodes included in the third layer subordinate to q1; n ≥ 2) (step S 2280). And the nodes r1, r2, ..., rn included in the third

layer subordinate to q1 are arranged equally spaced on the circumference of circle X1 (step 2290). Here, r1 is arranged clockwise from h1 on the circumference of circle X1 such that $\angle e \cdot h1 \cdot r1 = \gamma$. In the same way, r2, ..., rn are arranged in sequence. Moreover, when the number of nodes is 1, it can be arranged on the above-mentioned center point h1.

In the same manner, intersection points h1, ..., hm with circle Z in relation to q2, ..., qm are found, circles X2, ..., Xm are drawn, the operations of steps S 2280 and S 2290 are repeated, and the nodes included on layer three subordinate to q2, ..., qm are arranged on the circumference of circles X2, ..., Xm (step S 2230).

The flowchart for Fig. 26 has been omitted, but when the multi-structure figure constructed in this manner is displayed on the display 40, based on the input hierarchical structure data, nodes can be displayed as connected with, for example, straight lines.

Fig. 30 is a display example when the present embodiment is applied to a three layer structure. The number of nodes of the highest layer is 5, the second layer is 30, and the third layer is 260, but the space between nodes and links is sufficiently guaranteed.

Fig. 31 is an example of the application of another data display processing unit of the present embodiment, and in the three layer structure, the number of nodes of the highest layer is 7, the second layer is 49,and the third layer is 490, but the space between nodes and links is sufficiently guaranteed.

As explained above, according to the invention of the second embodiment, when the hierarchical structure is displayed graphically, for the nodes included in the highest layer using the center point of the display area of the display, on the circumference of a drawn circle, using a equipartition angle calculated from the number of nodes included in the respective layer, the nodes are arranged equally spaced, and the nodes of the second layer and below are arranged on the circumference of circles whose size is calculated so that the size as a function of the layers and the number will be the maximum covering the entire peripheral area of the display area outside the center on which the highest nodes are arranged. In this

way, even in a very large scale hierarchical structure whose number of nodes reaches from hundreds to about a thousand, the space between the nodes and links is wide and easy to view, and the nodes and links can be easily manipulated by direct command on the screen. This is advantageous.

[The Third Embodiment]

The data display processing unit 30 in the present embodiment uses data stored in the hierarchical structure data storage unit 20 to calculate the position and size of the circles of each layer upon which nodes will be arranged, replaces the nodes with, for example, circles or triangles, links with straight lines, and via controller 50, displays on display 40 the hierarchical structure image generated in this manner.

Below, the graphical display of the hierarchical structure in the third embodiment will be concretely explained.

The present embodiment repeats the display processing of nodes of the highest layer and the display processing of the nodes of the lower layers in the same processing sequence, but in particular, this embodiment calculates the size of the node arrangement circles and the arrangement of the nodes based on "the number of nodes of the lower layers."

Fig. 32 is an example of a flowchart expressing the processing sequence of the present example in the data display processing unit 30 of Fig. 1. The display processing S 3230 of the nodes of the same layer is roughly divided into the determination processing S 3231 of the center circle of the node arrangement circle and the display processing S 3232 of the nodes included in the same layer. Here, the display processing S 3232 repeats only for the number of nodes of the upper layer, and further, the determination processing S 3231 of the center point of the node arrangement circles and the display processing S 3232 of the nodes included in the same relevant upper layer repeats only for a certain number of nodes of the lower layers.

In display processing S 3230 of the same layer, in the determination of the center point of the node arrangement circle S 3231, a circle whose radius is the distance from the center point of the upper layer node arrangement circle to the center of the inscribed circle constructed when the upper layer node arrangement circle was generated, and the point at which the extension of a straight line from the center point of the upper layer node arranging circle connecting each node of the upper layer intersects the circle is set as the center point of the circle on which the nodes included in each of the upper layers is set. However, the center point of the node arrangement circle of the highest layer is the center of the display area.

In the display processing S 3232 of the nodes included in the same upper layer, at the determination of the display area S 3233, the point chosen with the determination of the center point of the node arrangement circle S 3231 being the center, an inscribed circle in the extended lines of the partition angle of the upper layer nodes is generated, and the display area is within this inscribed circle. However, the display area of the highest layer is the entire area input with the input of the display area data S 3220. In weighting the partition angle S 3234, weighting is carried out depending on the number of nodes in the lowest layers. At this time, except for the highest layer, as a link display space from the highest layer nodes, a fictitious node n0 is added as the first node. When there are no lower layers, the partition angle is equally divided. In the calculation of the partition angles, except for the lowest layers, the largest value of the partition angle is $(90 + a / 2)°$ for the partition angle a of the nodes of the upper layers. In the construction of the inscribed circle S 3236, an inscribed circle was generated for the area in the display area divided by the largest partition angle calculated in the calculation of the partition angle S 3235. However, in the case of the lowest layer, the generation of the inscribed circle S 3236 was skipped. In the construction of the arrangement circle of the nodes S 3237, a circle whose radius is the distance from the center point of the node arrangement circle to the point of contact with the inscribed circle is constructed. However, in the lowest layer, the circle of the display area found in the

determination of the display area S 3233 is the node arrangement circle. In the arrangement of nodes S 3238, the nodes are arranged on points where the bisector of the partition angle of each node intersects the node arrangement circle. In constructing the links for the nodes of the same circle S 3239, links connecting nodes with straight lines are constructed. In the creation of the links of the highest layer S 3240, a base point is provided at a position not overlapping links already constructed on the straight line to the center point of the circle of the layer concerned from the center point of the circle of the upper layer, and the base point and each node are connected with straight lines.

Below, an example of the operation of the present embodiment will be explained. In the present embodiment as well, the hierarchical structure of the display object is the structure shown in Fig. 44. Further, nodes on the same layer included under the same upper layer node all have a connection relation, except with those of the lowest layer. The specific processing is shown in Figs. 33 to 42.

Moreover, in the explanation of the example of operation of the present embodiment, even if the reference numerals used in Fig. 44 and Figs. 33 to 42 are the same as reference numerals used in other figures, within the range of Fig. 44 and Figs. 33 to 42, the same reference numerals indicate the same item and have no relation to identical reference numerals in the other figures.

First, in order to make the hierarchical structure image, the hierarchical structure data of a structure such as that shown in Fig. 44 and the data related to the display area of the display which displays the multi-layer image are input (steps S 3210 and S 3220).

Next, first the display processing S 3230 of nodes n1 ~ n5 of the highest layer is carried out. Fig. 33 and Fig. 34 are figures showing the processing at this time.

In relation to the highest layer, the center point 1501 of the node arrangement circle is chosen to be the center of the display area (step S 3231). Subsequently, the processing S 3232 below is carried out. The entire area input with the input of the display area data S

3220 is the display area for the highest layer (step S 3233). From the number of nodes in the lowest layer of each node, the partition angle for each node is weighted (step S 3234): in this example, 5, 8, 9, 4, and 4. Because the largest among these is 9, the largest partition angle is calculated to be 360° x (9 / (5 + 8 + 9 + 4 + 4)) = 108° (step S 3235). Because the layer concerned here is not the lowest layer, an area (in Fig. 33, the areas surrounded by 1501, 1504, 1505) demarcated by the 108° angle and whose bisector is the shortest straight line 1503 from the center point 1501 of the circle to the border of the display area 1502 is constructed, and the inscribed circle 1510 of this area is constructed (step S 3236). A circle 1500 whose radius is from the center point 1501 of the display area to the point 1506 at which the above constructed inscribed circle 1510 intersects the shortest straight line 1503 between the center point of the circle and the border of the display area is constructed as the node arrangement circle (step S 3237) According to the weighted partition angle, the node arrangement circle 1500 is partitioned into 60°, 96°, 108°, 48°, and 48°, and the nodes n1 ~ n5 are arranged on the intersections of the bisector of each angle and the circle circumference (step S 3238). These nodes n1 ~ n5 are connected with straight lines, and as shown in Fig. 34, links are constructed (step S 3239).

Because there is no highest layer with respect to the layer concerned, the node display processing with respect to the relevant highest layer ends, and next moves to the node display processing S 3230 of the second layer.

First, for nodes n11 ~ n54 of the second layer under the nodes n1 ~ n5 of the highest layer, a circle (shown as 1530 in Fig. 33) is constructed whose radius is the distance from the center point of the node arrangement circle of the highest layer to the center of the inscribed circle constructed when finding the node arrangement circle of the highest layer, and as shown in Fig. 35, the points where the extensions of straight lines from the center point of the highest layer node arrangement circle connecting each node of the highest layer intersect with the circle are e1 ~ e5, and the center points of circles on which nodes are arranged under each

of the higher layer nodes are determined (step S 3231).

Next, first, for nodes n11 ~ n15 of the second layer under node n1 display processing S 3232 is carried out. Fig. 36 and Fig. 37 are figures showing the processing at this step. First, the inscribed circle 1800, whose center is e1 and between the extensions of the partition angle of node n1, is the display area of the relevant node (step S 3233). Because nodes n11 ~ n15 have no lower layers, the fictitious node n0 is added to the 5 said nodes, and the partition angle is equally divided into 6 parts (step S3234). Thus, each partition angle is 360° / (5 + 1) = 60° (step S 3235). Because nodes n11 ~ n15 are lowest layers, the circle 1800 of the display area found in determining the display area S 3233 is made the node arrangement circle (step S 3237). Said node arrangement circle 1800 is equally divided by 60°, and as shown in Fig. 36, the nodes n0 and n11 ~ n15 are arranged on the intersections of each bisector and the circumference (step S 3238). Because nodes n11 ~ n15 have no connection relationship with nodes in the same layer at the lowest layer, step S 3239 is omitted, and as the link with the node n1, a base point (here, e1) is provided at a position not overlapping already constructed links on the straight line 1801 from the center point of the circle of the highest layer to the center point of the circle of the layer concerned, and as shown in Fig. 37, the base point and each node are connected by straight lines (step S 3240).

Next, the display processing S 3232 for the nodes n21 ~ n24 on the second layer under node n2 is carried out. Figs. 38 to 40 are figures showing the processing at this step. First, as the inscribed circle, whose center is e2 and between the extensions of the partition angle of node n2, the circle shown in Fig. 38 is made the display area of this node (step S 3233). Because for nodes n21 ~ n24 there are lower layers, the fictitious node n0 is added as a first node, and from the number of nodes of the lowest layer the partition angle of each node is weighted as 1, 2, 2, 2, and 2 (step S 3234). Because the largest is 2, the largest partition angle is calculated as 360° x (2 / (1 + 2 + 2 + 2 + 2))= 80° (step S 3235). Because nodes n21 ~ n29 are not the lowest layer, an area demarcated by the 80° angle and whose bisector is

the shortest straight line from the center point e2 of the circle 2010 to the border of the display area is constructed, and the inscribed circle 2110 of this area is constructed (step S 3236). A circle 2100 as shown in Fig. 39 whose radius is the distance from point e2 to the constructed inscribed circle is made the node arrangement circle (step 3237). According to the weighted partition angle, the node arrangement circle 2100 is partitioned into 40°, 80°, 80°, 80°, and 80°, and the nodes n0 and n21 ~ n24 are arranged in order on the intersections of the bisector of each angle and the circle circumference (step S 3238). These nodes n0 and n21 ~ n24 are connected with a straight line, and links are constructed (step S 3239). Furthermore, as the link with the node n2, a base point is provided at a position not overlapping already constructed links on the straight line from the center point of the circle of the highest layer to the center point of the circle of the layer concerned, and as shown in Fig. 40, the base point and each node are connected by straight lines (step S 3240).

The display processing S 3232 for nodes n31 ~ n33 of the second layer under node n3, nodes n41 ~ n44 under the second layer under node n4, and nodes n51 ~ n54 under the second layer under node n5, is carried out in the same manner.

Next, the node display processing S 3230 moves to the third layer. First, the display processing S 3230 is carried out for the nodes of the third layer under nodes n21 ~ n24. Figs. 41 and 42 are figures showing a part of the display processing at this step.

For the nodes of the third layer under nodes n21 ~ n24, first, a circle is constructed whose radius is the distance from the center point e2 of the upper layer node arrangement circle (2100 is Fig. 39) to the center of the inscribed circle (2110 in Fig. 39) constructed when finding the node arrangement circle of said upper layer, and as shown in Fig. 41, the points where the extension of the straight lines connecting each node of the upper layer from point e2 intersect the circle are each made e21 ~ e24, and the center points of the circle on which the nodes under each upper layer node are arranged, are determined (step S 3231).

Next, first, the display processing S 3232 for the nodes of the third layer under the

node n21 is carried out. First, the inscribed circle 2300, whose center is e11 and between the extensions of the partition angle of node n21, is made the display area of the relevant node (step S 3233). Because there are no lower layers, a fictitious node n0 is added to the two nodes, and the partition angle is equally divided (step S 3234). Therefore, each partition angle is 360° / (2 + 1) = 120° (step S 3235). Because the layer concerned is the lowest layer, the circle 2300 of the display area found in determining the display area S3233 is made the node arrangement circle (step S 3237). The node arrangement circle 2300 is equally divided by 120°, and the nodes are arranged on the intersections of the bisector of each angle with the circumference (step S 3238). Because the layer concerned is the lowest layer and has no connection relation with the nodes of the same layer, processing S 3239 is omitted, and as the link with the node n21, a base point is provided at a position not overlapping already constructed links on the straight line from the center point of the circle of the highest layer to the center point of the circle of the layer concerned, and as shown in Fig. 42, the base point and each node are connected by straight lines (step S 3240).

For the nodes of the third layer under nodes n22 ~ n24 as well, display processing S 3232 is carried out in the same way. Furthermore, for the nodes of the third layer under nodes n31 ~ n33, display processing S 3230 is carried out.

Here, in the display S 3232 of nodes under the same node of the higher layer, in determining the display area S 3233, an inscribed circle, whose center was chosen when determining the center point for the node arrangement circle S 3231 and between the extensions of the partition angle of the upper layer node, is constructed, and the interior of this inscribed circle is made the display area, but inside the extensions of the partition angle of the upper layer node can be made the entire display area as well. In weighting the partition angles S 3234, the weighting was done by the number of nodes in the lowest layer of each node, but the ratio of the weight is arbitrary. Also, not only the lowest layer, but weighting by the number of nodes of all the lower layers can be done as well. When there are no lower

layers, the partition angle is divided equally, but besides equal division, it can be allocated according to the display area. In the calculation of the partition angle S 3235, except for the cases of the lowest layers, the largest value of the partition angle with respect to the partition angle a° of the upper layer node was (90 + a / 2)°, but the setting of the largest value is arbitrary. In the construction of the node arrangement circle S 3237, a circle whose center is the distance from the center point of the node arrangement circle to the contact with the inscribed circle is constructed, but a circle of smaller radius than this is also possible. In the lowest layer, the circle of the display area found in determining the display area S 3233 was made the node arrangement circle, but a circle of smaller radius than this is also possible. In constructing the link of the nodes on the same circle S 3239, the links were straight lines connecting the nodes, but the links of the nodes positioned adjacently on the circumference could also use arcs. In constructing the links between the layers S 3240, a base point is provided at a position not overlapping already constructed links on the straight line from the center point of the circle of the upper layer to the center point of the circle of the layer concerned, and the base point and each node is connected by straight lines, but the base point need not be on the straight line from the center point of the circle of the upper layer to the center point of the circle of the layer concerned.

Moreover, in the explanation of the above-described embodiment, in the hierarchical structure data of Fig. 1, data of the hierarchical structure such as that in Fig. 44 was stored, but the structure of the data stored is arbitrary. Also, there need be no connection relation between the nodes of the same layer under the same upper layer node.

As explained above, according to the invention shown in the third embodiment, when graphically displaying a hierarchical structure, using a circle constructed according to definite rules, the nodes included on the same layer are radially arranged, and further the nodes included in its lower layer are displayed arranged radially on a circle, and by arranging

the nodes on the same circumference according to the number of nodes on the lower layer, for the nodes of large lower layers, the display area of the lower layer nodes can be broadened, achieving the advantage that even in a large scale hierarchical structure having hundreds to about a thousand layers of nodes or in structures in which the number of nodes is irregular, the space between nodes and links can be widened and displayed in a manner easily viewed, and the nodes and links can be easily manipulated by direct command on the screen.

[Fourth Embodiment]

The processing of the data display processing unit 30 in the present embodiment used data stored in the hierarchical structure data storage unit 20 to calculate the position and size of the circle of each layer for arranging nodes, and carries out exchanging nodes with, for example, circles or triangles and replacing links that connect nodes with lines. In this manner, the hierarchical structure image generated is displayed on display 40 via the controller 50.

Below, the graphical display of a hierarchical structure of the fourth embodiment will be concretely explained.

Moreover, the present embodiment arranges the nodes included in the highest layer on the circumference of a circle drawn centered on the center point of the display area of the display, and arranges the nodes of the second layer and below on the circle of the upper layers, but in particular, this embodiment calculates the size of these circles and the positions of the nodes based on the "number of lower layers."

Fig. 43 is an example of a flowchart showing the processing sequence in the data display processing unit 30 of Fig. 1 in the present embodiment. In the display processing of the highest layer nodes S 3130, in determining the center point of the node arrangement circle S 3131, the central point of the node arrangement circle of the highest layer is made the center of the display area. In the weighting of the partition angles S 3132, the weighting is carried

out according to the number of layers under each node. In the calculation of the largest partition angle S 3133, based on the weighting, the largest partition angle among the partition angles of each node is calculated. In constructing the inscribed circle S 3134, an inscribed circle is constructed on the shortest distance part from the center point of the node arrangement circle to the border of the display area with respect to the area divided by the largest calculated partition angle. In constructing the node arrangement circle S 3135, a circle, that is, the node arrangement circle, whose radius is the distance from the center point of the node arrangement circle to the point of contact with the inscribed circle, is constructed. In arranging the nodes S 3136, the nodes are arranged on the points where the bisector of the partition angle of each node intersects the node arrangement circle. In constructing the links for the nodes on the same circle S 3137, the links are constructed connecting the nodes with a straight line.

The display processing of the nodes of the same layer S 3140 repeats the display processing of the nodes under the same higher layer node S 3141 only by the number of upper layer nodes, and further, repeats it only for a certain number of nodes of the lower layers.

In the display processing of the same node of the higher layer S 3141, in determining the possible area of the display S 3142, the area enclosed by the extensions of the partition angle of the higher layer node and the inscribed circle used in constructing the upper layer node arrangement circle constructed is made the possible area of the display of the relevant node. However, the possible area of the display of the node arrangement circle of the second layer is the area enclosed by the extension of the partition angle of the highest layer node and the border of the display area. In constructing the inscribed circle S 3143, the largest inscribed circle with respect to the area chosen in the determination of the possible area of the display S 3142 is constructed. In the determination of the center point of the node arrangement circle S 3144, the center of the inscribed circle generated in the construction of the inscribed circle S 3143 is made the center point of the node arrangement circle. In the

calculation of the radius of the node arrangement circle S 3145, when for at least one node among the nodes of the lower layer there is a further lower layer, it is set to 1/5 of the above inscribed circle, and when all the nodes of the lower layer are the lowest layer, or when the layer concerned is the lowest layer, it is set to 1/2 the radius of the above inscribed circle. In the weighting of the partition angles S 3146, the weighting is carried out by the number of lower layers of each node. At this time, as the link display space from the higher layer nodes, the fictitious node n0 is added as the first node. When there are no lower layers, the partition angle is equally divided. In the arrangement of the nodes S 3147, the straight line connecting the center point of the node arrangement circle and the center point of the upper node arrangement circle is made the bisector of the partition angle with respect to the first node (fictitious node n0) as base line, and the nodes are arranged on the points at which the bisector of the partition angle of each node intersects the node arrangement circle. In constructing the links for the nodes on the same circle S 3148, links are constructed with straight lines connecting the nodes. In constructing the links of the upper layer S 3149, a base point is provided at a position not overlapping already constructed links on the straight line from the center point of the circle of the upper layer to the center point of the circle of the layer concerned, the base point and each node are connected by straight lines.

Below, an example of the operation of the present embodiment will be explained. Moreover, even if the reference numerals in Fig. 44 to Fig. 52 used in the explanation of the example of the operation of the present embodiment and the reference numerals used in other figures are the same, the same reference numerals in the range of Figs. 44 to 52 denote the same item, and have no connection with the same reference numerals of other figures.

In the example of operation below, the hierarchical structure of the display object is the structure shown in Fig. 44. Furthermore, except for the lowest layer, the nodes of the same layer under the same node of the upper layer all have connection relations. For the hierarchical structure in Fig. 44, the concrete processing of the present embodiment is shown

in Figs. 45 to 52.

First, in order to construct the hierarchical structure image, the hierarchical structure data of a structure such as that in Fig. 44 and the data related to the display area of the display displaying the hierarchical structure image are input (steps S 3110 and S 3120).

Next, first, the display processing of nodes n1 ~ n5 of the highest layer S 3130 is carried out. Fig. 45 and Fig. 46 are figures showing the processing at this time.

For the highest layer, the center point 601 of the node arrangement circle is chosen to be the center of the display area (step S 3131). From the number of layers of each node n1 ~ n5, here, the partition angle of each node is weighted at 2, 3, 3, 2, 2, (step S 3132). Because the largest among these is 3, the largest partition angle is calculated as 360° x (3 / (2 + 3 + 3 + 2 + 2)) = 90° (step S 3133). An area (the area surrounded by 601, 604, and 605 in Fig. 45) is constructed demarcated by the 90° angle of the greatest partition angle, and whose bisector is the straight line 603, which is the shortest distance from the center point 601 and the border of the display area 602, the inscribed circle 610 of this area is constructed (step S 3134), and a circle 600 whose radius is from the center point 601 of the display area to the point 606 where the constructed inscribed circle 610 intersects with the shortest line from the center point 601 to the border of the display area, is constructed as the node arrangement circle (step S 3135). According to the weighted partition angles, the circle 600 is partitioned at 60°, 90°, 90°, 60°, and 60°, and the nodes n1 ~ n5 are arranged on the intersections of the bisector of each angle and the circumference (step S 3136). These nodes are connected with a straight line, and the links as shown in Fig. 46 are constructed (step S 3137).

Next, as the display processing S 3141 of the nodes under the same node of the upper layer, first, for the nodes n11 ~ n15 of the second layer under the node n1, the display processing is carried out. Fig. 47 and Fig. 48 are figures showing the processing at this step. First, the area (here, the same area as the area surrounded by 601, 604, and 605 in Fig. 45) that the extensions 604 and 605 of the partition angle of node n1 of the upper layer from the

center point of the node distribution circle of the highest layer demarcate with the border of the display area is made the possible display area of the relevant node (step S 3142). The inscribed circle 810 of this display area is constructed (step S 3143). The center of this inscribed circle 810 is determined as the center point of the node arrangement circle (step S 3144). Because the layer concerned is the lowest layer, a node arrangement circle 800, with the radius of the node arrangement circle being 1/2 the length of the radius of the inscribed circle 810, is constructed (step S 3145). Because nodes n11 ~ n15 have no lower layer, a fictitious node n0 is added to the 5 nodes, and the partition angle is divided into 6 equal parts (step S 3146). The line 801 connecting the center point of the node arrangement circle 800 and the center point of the upper node arrangement circle is made the base line, and the base line is made the bisector of the partition angle with respect to the first node (fictitious node n0), which is divided into 360° / (5 + 1) = 60°. As shown in Fig. 47, nodes n11 ~ n15 are arranged in sequence from node n0 on the intersections of the bisector of each angle and the circumference (step S 3147). These nodes n11 ~ n15 are connected by straight lines, and links constructed (step S 3148). Furthermore, as the link for node n1, a base point 900 is provided on a point not overlapping with already constructed links on the straight line from the center point of the circle of the highest layer (600 in Fig. 45) to the center point of the circle 800 of the present layer, and as shown in Fig. 48, the base point 900 and each node are joined with straight lines (step S 3149).

Next, display processing S 3141 is carried out for nodes n21 ~ n24 of the second layer under node n2. Fig. 49 and Fig. 50 are figures showing the processing at this step. First, an area which is demarcated by the extension 1002 of the partition angle of upper layer node n2 from the center of the node arrangement circle of the highest layer and the border of the display area is made the possible display area for the relevant node (step S 3142). The inscribed circle 1010 of this display area is constructed (step S 3143). The center of this inscribed circle 1010 is chosen as the center point of the node arrangement circle (step S

3144). Because the nodes of said layer have further lower layers, a node arrangement circle 1000 is constructed whose radius is 1/5 the radius of the inscribed circle 1010 (step S 3145). Adding the fictitious node as the first node, the partition angle of each node is weighted as 1, 2, 2, 2, 2, and 2 from the number of layers of each node (step S 3146). Making the straight line 1001 connecting the center point of node arrangement circle 1000 and the center point of the upper node arrangement circle the base line, this base line is made the bisector of the partition angle with respect to the first node (the fictitious node n0), and the node arrangement circle 1000 is divided into 40°, 80°, 80°, 80°, and 80°, and as shown in Fig. 49, the nodes n21 ~ n24 are arranged in sequence from fictitious node n0 on the intersections of the bisector of each angle and the circumference (step S 3147). These nodes n21 ~ n24 are connected with straight lines, and the links are constructed (step S 3148). Furthermore, as the link for node n2, a base point 1100 is provided on a point not overlapping with already constructed links on the straight line from the center point of the circle of the highest layer to the center point of the circle of the present layer, and as shown in Fig. 50, the base point 1100 and each node are joined with straight lines (step S 3149).

For nodes n31 ~ n33 on the second layer under node n3, nodes n41 ~ n44 on the second layer under node n4, and nodes n51 ~ n52 of the second layer under node n5, the same display processing S 3141 is carried out.

Next, display processing 141 for the nodes of the third layer under node n21 is carried out. Fig. 51 and Fig. 52 are figures showing the processing at this step.

First, the area enclosed by the extensions 1202 and 1203 of the partition angle of node n21 of the upper layer from the center of the node arrangement circle (1000 in Fig. 49) of the upper layer and the inscribed circle (1010 in Fig. 49) made when constructing the upper layer node arrangement circle is made the possible display area (step S 3142). The inscribed circle 1210 of this display area is constructed (step S 3144). Because the layer of present concern is the highest layer, a node arrangement circle is constructed with a node arrangement

radius 1200 that is 1/2 the radius of the inscribed circle 1210 (step S 3145). Because there are no lower layers, a fictitious node n0 is added to the number of nodes of the relevant third layer nodes (3 nodes), and the partition angle is divided into 4 equal parts (step S 3166). The straight line 1201 connecting the center point of the node arrangement circle 1200 and the center point of the upper node arrangement circle is made the base line, and this base line is made the bisector of the partition angle for the first node (fictitious node n0), and partitioned into 360° / (3 + 1) = 90°. As shown in Fig. 51, the nodes are arranged in sequence on the intersections of the bisector of each angle and the circumference (step S 3147). These nodes are connected with straight lines, and links are constructed (step S 3148). Furthermore, as the link for node n21, a base point 1300 is provided on a point not overlapping with already constructed links on the straight line 1201 from the center point of the circle of the highest layer to the center point of the circle of the present layer, and as shown in Fig. 52, the base point 1300 and each node are joined with straight lines (step S 3149).

For node n22, node n23, and nodes n31 ~ n33 under the third layer nodes, the same display processing S 3141 is carried out.

Here, in the display processing S 3130 of the nodes of the highest layer, in the weighting of the partition angles S 3132, a weighting of, for example, 2 or 3, according to the number of layers under each node was carried out, but the ratios of the weighting are arbitrary. In construction of the node arrangement circle S 3135, a circle is constructed whose radius is the distance from the center point of the node arrangement circle to contact with the inscribed circle, but a circle of a radius smaller than this is also possible. In constructing the links of nodes on the same circle S 3138, the links are connected with straight lines, but the links of nodes positioned adjacently on the circumference can also use arcs.

In addition, in the display processing S 3141 of the nodes under the same node of an upper layer, in constructing the inscribed circle S 3134, for the area chosen in the determination of the possible display area S 3142, the largest inscribed circle was constructed,

but when the possible display area is large, it is possible to use a circle smaller than the largest inscribed circle. In the calculation of the radius of the node arrangement circle S 3145, when at least 1 of the nodes of the lower layer has a lower layer, the radius is set to 1/5 that of the above-mentioned inscribed circle, and when all the nodes of the lower layer are the lowest layer, or the layer concerned is the lowest layer, the radius is set to 1/2 the radius of the above-mentioned inscribed circle, but the partitioning of the radius of the node arrangement circles with respect to the radius of the inscribed circle can be changed. Also, like construction of the node arrangement layer of the highest layer, it is possible to construct the inscribed circle in the largest partition angle, or construct a circle whose radius is the distance from center point of the node arrangement circle to contact with the inscribed circle. In weighting the partition angles S 3146, the weighting was carried out according to the number of lower layers of each node, but the ratios of the weightings is arbitrary. Also, when there are no lower layers, the partition angle was divided equally, but it is not necessary that they be divided equally. In the construction of the links of nodes on the same circle S 3148, the links connected the nodes with straight lines, but the links of nodes positioned adjacently on the circumference can use arcs as well. In the construction of links of the upper layers S 3149, a base point is provided on a point not overlapping with already constructed links on the straight line from the center point of the circle of the highest layer to the center point of the circle of the present layer, and the base point and each node are joined with straight lines, but the base point need not be on the straight line from the center point of the circle of the upper layer to the center point of the circle of the layer concerned.

Moreover, in the explanation of the above-described embodiment, in the multi-layer data storage unit 20 of Fig. 1, a hierarchical structure such as that shown in Fig. 44 is stored, but the structure of the stored data is arbitrary. Also, there need not be any connection relation between the nodes of the same layer under the same node of an upper layer.

As explained above, according to the fourth embodiment of the invention, when graphically displaying a hierarchical structure, a circle upon which nodes under the same layer are radially arranged is constructed according to fixed rules, the nodes under its lower layer are arranged radially on a circle and are displayed, and by arranging the nodes on the same circumference according to the number of layers of the lower layers, for nodes with large lower layers, the display area of the nodes of the lower layers can be widened, and this has the advantage that even large scale hierarchical structures having from hundreds to about a thousand nodes, or a structure whose number of layers or number of nodes is irregular can be displayed widening the spaces of nodes and links for easy viewing, and the nodes and links can be manipulated easily by direct command on the screen.

[Fifth embodiment]

Below, the embodiment of the present invention will be concretely explained using the figures.

The data display processing unit 30 of the present embodiment calculates the position and size of an ellipse of each layer where nodes will be positioned from the data stored in the hierarchical structure data storage unit 20, exchanges the nodes with, for example, circles and triangles, exchanges the links connecting the nodes with straight lines, and displays the generated hierarchical structure image on the display 40 via the controller 50.

When a hierarchical structure is graphically displayed, the present embodiment concerns, in particular, the graphic display of a hierarchical structure when the nodes of the upper layer are directly connected with its two lower layers.

Fig. 53 is an example of a flowchart showing the processing sequence in the data display processing unit 30. The program of the processing sequence of Fig. 53 can be stored in the apparatus in advance, or stored on a recording device such as a floppy disc or CD-ROM, and loaded from this medium.

Next, based on the flowchart of Fig. 53, an example of the operation of the graphical display of a hierarchical structure in the present invention will be explained.

As data stored in the hierarchical structure data storage unit 20, a structure such as that shown in Fig. 54 having a middle layer where part of the nodes do not exist may be given. For the sake of convenience, Fig. 54 shows the data of the hierarchical structure stored in the hierarchical structure data storage unit 20 as a tree display.

Moreover, in explaining the operation of the present invention, even if the reference numerals in Figs. 54 to 62 are the same as the reverence numerals used in other figures, within the range of Figs. 54 to 62, the same reference numeral indicates the same item, and has no connection with the same reference numeral of the other figures.

In Fig. 53, in inputting the data (step S 4010), data stored in the data storage unit 20 is input. Here, the hierarchical structure data shown in Fig. 54 is input. In making the node arrangement ellipse (step S 4020), among the input data, using the data of the same layer under the same node, the position and size of the ellipse is calculated, and the ellipse is constructed. Here, for the sake of convenience, the ratio of the minor axis to the major axis is 1:1. As will be described later, the highest circle is constructed as shown in Fig. 55, and the circle of the layer subordinate to node a1 is constructed as shown in Fig. 58. In deciding whether or not there is a part of the middle layer without nodes (step S 4030), for the data of the same layer it is decided whether or not there is a part with links to a lower layer, but without nodes. In the arrangement of nodes (step S 4040), nodes are arranged equally spaced on the ellipse (circle) constructed in step S 4020.

In the processing of the double arrangement ellipse of the nodes (step S 4050), in deciding whether or not nodes exist on the lower layer subordinate to middle layer nodes (step S 4051), for the nodes existing on the middle layer, it is decided whether or not nodes of a lower layer subordinate to each node exist. In adding dummy nodes to the lower layers (step S 4052), for nodes without nodes of lower layers subordinate to nodes existing on the middle

layer, one dummy node is added to the lower layer. In arranging the lower layer nodes (step S 4053), the nodes under a part of the middle layer without nodes are arranged equally spaced on the node (circle) constructed in step S 4020. In arranging the middle layer nodes (step S 4054), in the construction of the ellipse (step S 4541), the size of the ellipse on which the middle layer nodes are arranged is calculated such that the size is 1/2 of the ellipse (circle) of the lower layer nodes arranged in step S 4053, the same point as the center of the ellipse (circle) that was arranged in the same step S 4053 is made the center, and the ellipse (circle) is constructed. In arranging the nodes (step S 4542), the nodes are arranged on the points where a straight line connecting the nodes of the lower layer subordinate to the arranged node and the center of the ellipse (circle) intersect with the ellipse (circle) constructed in step S 4541. When a plurality of subordinate nodes exist, points are found in equally dividing an arc along the ellipse (circle) on which these nodes are arranged, and the nodes are arranged on points where a line connecting these points and the center of the ellipse (circle) intersect the arrangement ellipse (circle).

In constructing links (step S 4060), the nodes of the upper layer and the center of the arrangement ellipse (circle) concerned are connected with a straight line, this point is made the base point, and each node is connected with the straight line. However, dummy nodes are not connected to the links.

In deciding whether or not there are other undisplayed nodes (step S 4070), if there are other undisplayed nodes, step S 4020 is returned to, and when there are no undisplayed nodes, the processing is terminated.

Figs. 55 to 62 are concrete explanatory figures of the processing of the graphic display of the hierarchical structure in the present embodiment. Below, the processing of Fig. 53 will be explained with reference thereto.

First, hierarchical structure data for a structure such as that shown in Fig. 54 is input (step S 4010). Next, for the highest layer, node arrangement circle A as shown in Fig. 55 is

constructed (step S 4020). As shown in Fig. 54, on the highest layer, because there are no parts having links to the lower layer and on which nodes do not exist (step S 4030), the five nodes a1 ~ a5 are arranged equally spaced as shown in Fig. 56 (step S 4040). Additionally, these nodes a1 ~ a5 are joined by links shown in the bold line in Fig. 57 (step S 4060). In step S 4070, it is decided whether or not there are undisplayed nodes, and step S 4020 is returned to because there are still undisplayed nodes below.

Next, as an arrangement ellipse of the layer subordinate to node a1, the node arrangement circle C, such as that shown in Fig. 58, is constructed (step S 4020). On the layer one below the node a1, there are only the three nodes b1 ~ b3, and from node a1, because there is a part connected to nodes c4 and c7 two layers down (step S 4030), as shown below, double ellipse processing of the nodes is carried out (step S 4050). First, for middle layer nodes b1 ~ b3, it is decided whether there are nodes on the lower layer (step S 4051), and because there are no nodes subordinate to node b3, a subordinate dummy node is added (step S 4052). Next, the eight nodes comprising the nodes c1 ~ c7 of the lower layer and the dummy node are arranged equally separated on the circle C, as shown in Fig. 59 (step S 4053). Next, the processing of the arrangement of the middle nodes is carried out (step S 4054). First, as the circle on which the middle layer nodes b1 ~ b3 are arranged, inside circle C, a circle 1/2 the size thereof is constructed, as shown in Fig. 60 (step S 4541). Next, on circle C, point C2, which is the midpoint that bisects the arc connecting the nodes c1 and c3, and c', which is the midpoint that bisects the arc connecting nodes c5 and c6, are found, and as shown in Fig. 61, on the intersection of the straight line from the center O of the double circle connecting c2, c', and d on the circle C with circle B, each middle layer node b1, b2, b3 is arranged (step S 4542). And as shown in Fig. 62, these nodes are connected by links (step S 4060).

Below, steps S 4020 ~ 4070 are repeated, and the nodes subordinate to nodes a2 ~ a5 also are arranged in the same manner.

In the explanation of the embodiment above, in hierarchical structure data storage unit 20, the data for the hierarchical structure shown in Fig. 54 is stored, but the structure of the stored data is arbitrary. In addition, there need not be three layers.

In the flowchart in Fig. 54, in the inputting of data (step S 4010), data stored in the hierarchical structure data stored unit 20 was input, but all of the data can be input at once. In constructing the node arrangement ellipses (step S 4020), among the data input, the ellipse was constructed whose position and size were based on the data of the same layer subordinate to the same node, but the method of calculating the position and size of the ellipse is arbitrary, and can be calculated based on the data structure and the number of nodes, or the arrangement can be carried out with predetermined ellipses. Also, in the case of double ellipses by which middle layer ellipses are arranged on the outside of an ellipse, the size of the ellipse can be made larger. Also, here, the ratio of the minor axis to the major axis of the ellipse was 1:1, but the shape and size of the ellipse is arbitrary and can be determined according to the ratio of the abscissa to ordinate of the display area.

In the arrangement of the nodes (step S 4040), the nodes are arranged equally separated on the ellipses constructed in the construction of the node arrangement ellipse (step S 4020), but as a method of arrangement of the nodes, they do not have to be equally spaced, but could be arranged based on the data structure of each subordinate node.

In the processing of the double ellipses for the nodes (step S 4050), for nodes subordinate to nodes of the middle layer and have no lower layer nodes, one dummy node was added to the lower layer in order to secure the area in which the middle layer nodes are arranged (step S 4052), but without adding dummy variables, they can be arranged at an appropriate position on the middle layer arrangement ellipse. In the arrangement of the lower layer nodes (step 4053), nodes under the middle layer, a part of which has no nodes, are arranged equally spaced on an ellipse constructed in the construction of the node arrangement ellipses (step S 4020), but the method of arranging the nodes is arbitrary, and they need not be

equally spaced, but the spacing of the nodes for which nodes on the upper middle layer exist, can, for example, be reduced, or distributed based on the nodes of the middle layers. In the arrangement of the middle layer nodes (step S 4054), in the construction of the ellipses (step S 4541), for the size of the ellipse arranging the middle layer nodes, the minor axis and the major axis are calculated such that the size of the ellipse is 1/2 of the ellipse arranged in the arranging of the middle layer nodes (step S 4053), but the size of the ellipse is arbitrary if its size is less than the size of the ellipse of the arranging lower layer. Also, in the arrangement of the lower layer nodes (step S 4053), the point which is the same as the center of the arranged ellipses was made the center, and the ellipse constructed, but if arranged within the lower layer arrangement ellipse, the centers need not be identical. In the arrangement of the nodes (step S 4542), the nodes are arranged on the points where a straight line connecting the nodes of the lower layer of arranged subordinate nodes and the ellipse constructed in the construction of the ellipses (step S 4541), but the method of arrangement is arbitrary, and they can be arranged equally spaced on the ellipse.

In constructing the links (step S 4060), the upper layer nodes and the center of the arrangement ellipse of the layer concerned are joined by a straight line, and making this point a base point, each node is connected by straight lines, but the position of the base point is arbitrary, and an upper layer node can also be made a base point.

In addition, in the above-described first through fourth embodiments, when the upper layer nodes and its two lower layer nodes are directly connected, the graphical display of the hierarchical structure shown in the present embodiment can be applied.

As explained above, according to the invention shown in the fifth embodiment, when graphically displaying hierarchical structures, by constructing a second ellipse inside the arrangement ellipse of the lower layers and arranging nodes of layers which have cases of nodes of the relevant layer not existing, so that upper layer nodes are directly connected to the

nodes two layers down, on that ellipse, in addition having the advantage of eliminating the overlapping of link displays which show connection relations between nodes, the layer relations of the nodes can be displayed in a manner easily understood.

[Sixth Embodiment]

Below, the present embodiment will be concretely explained using the figures.

The data display processing unit 30 of the present embodiment uses data stored in a hierarchical structure data storage unit 20, calculates the position and size of a circle for each layer on which nodes will be positioned, replaces nodes with, for example, circles or triangles, and the links connecting nodes with straight lines, and display the hierarchical structure generated in this manner on the display 40 via controller 50.

In addition, the present embodiment, in particular, relates to graphical display of a hierarchical structure for making it easy to view and manipulate connection relationships when these connection relationships, in which two hierarchical structures are connected, show a complicated large scale hierarchical structure on one screen.

Fig. 63 is an example of a flowchart showing the processing sequence in the data display processing unit 30 of Fig. 1. According to Fig. 63, the construction process of the graphical display of a composite hierarchical structure related to an embodiment of the present invention will be explained.

Moreover, in the present embodiment, Figs. 64 to 78 will be used in order to explain an example of the operations in the flowchart shown in Fig. 63, but even if the reference numerals used in Figs. 64 to 78 are the same as the reference figures used in the other figures, within the range of Figs. 64 to 78, the same reference numerals denote the same item, and have no connection to the same reference numerals of the other figures.

The processing shown in Fig. 63 are carried out at the following settings:

(1) In the hierarchical structure data storage unit 20, data for a hierarchical structure such as

that shown in Fig. 64 is stored. Furthermore, except for the lowest layer, the nodes of the same layer under the same node of an upper layer within the same hierarchical structure all have connection relations. Also, in the hierarchical structure storage unit 20, in addition to hierarchical structure data, the data related to the display area of display 40 is also stored. Moreover, for the sake of convenience, Fig. 64 shows the data of the hierarchical structure stored in the hierarchical structure data storage unit 20 as a tree display.

(2) The display area which is input during the input of the display area data (step S 5020) is a rectangle, and in the partition of the display area (step S 5030), this display area is divided into equal parts by a straight line parallel to this rectangle. In the display of nodes of the same layer (step S 5040), in the determination of the center point for the node arrangement circle (step S 5041), a circle whose radius is the distance from the center point of the upper layer node arrangement circle to the center of an inscribed circle from when the upper layer node arrangement circle was constructed, and the points at which the extension of a straight line from the center point of the upper layer node arrangement circle connecting each node of the upper layer intersect this circle determine the center point of a circle on the nodes under each upper layer are arranged. However, the center point of the node arrangement circle of the highest layer is the center of each display area.

(3) In the display of nodes under the same node of the upper layer (step S 5042), in the determination of the display area (step S 5421), the point determined in the determination of the center point of the node arrangement circle (step S 5041) is made the center point, and the inscribed circle is constructed within the extensions of the partition angles of the upper node and the interior of the inscribed circle is made the display area. However, the display area of the highest layer is the display area equally divided by the partition of the display area (step S 5030). In weighting the partition angle (step S 5422), the weighting is according to the number of nodes of the lowest layer for each node. At this step, other than the highest layer, as the link display space from the higher layer node, fictitious node n0 is added as the first

node. In the case that there is no lower layer, the partition angle is divided equally. In the calculation of the partition angle (step S 5423), other than the lowest layer, for the partition angle a° of the upper node, the largest value of the partition angle will be (90 + a / 2)°. In constructing the inscribed angle (step S 5425), the inscribed circle is composed for the area in the display area divided by the largest partition angle calculated in the partition angle partition (step S 5423). In constructing the node arrangement circle (step S 5426), a circle is constructed whose radius is the distance from the center point of the node arrangement up to where it meets the inscribed circle. However, in the lowest layer, the circle of the display area found in the determination of the display area (step S 5421) is made the node arrangement circle. In the arrangement of the nodes (step S 5427), the nodes are arranged on the points where the bisector of the partition angle of each node intersects the node arrangement circle, and the nodes which connect with the other hierarchical structures and the upper nodes are arranged at positions which are the shortest distance to the other display area. In constructing the links of the nodes on the same circle (step S 5428), the links connect the nodes with straight lines. In constructing the links with the upper layers (step S 5429), a base point is provided at a position not overlapping with links already constructed with straight lines from the center point of the upper layer to the center point of the circle of the layer concerned, and the base point and each node is connected with straight lines.

(4) In constructing the links between the other hierarchical structures (step S 5070), nodes which are connections with other hierarchical structures are connected with straight lines.

Below, an explanation will be given using the flowchart in Fig. 63, and the specific processing of the hierarchical structure image in the present embodiment is shown in Figs. 65 to 78.

First, in order to construct the hierarchical structure image, the hierarchical structure data of a structure such as that shown in Fig. 64 and the data related to the display area of the display which shows the hierarchical structure image is input (step S 5010, S 5020). Next,

the input display area is partitioned into equal parts as shown in Fig. 65 (step S 5030).

A hierarchical structure is allotted respectively to each of the above divided areas, and the display processing of the nodes of the same layer is carried out sequentially (step S 5040). The display processing of nodes of the same layer for any hierarchical structure repeats the display processing (step S 5042) of nodes under the same node of the upper layer step only for the number of upper layer nodes (step S 5043), and further, repeats the same processing for the other hierarchical structures (step S 5050). In this manner, the display processing of a hierarchical structure is completed, and next, the processing is repeated in the same manner for the other hierarchical structures (step S 5060). Below, the hierarchical structure on the left side of Fig. 64 is allotted in the partitioned area 1, and the construction process of its hierarchical structure image is explained. Moreover, the processing of the hierarchical structure on the right side of Fig. 64 is the same.

First, for the highest layer, the center of each display area is determined to be the center point of the node display circle (step S 5041). Next, for the hierarchical structure concerned, as the display area for the highest layers, the partitioned area 1 is determined (step S 5421). Next, in the present example, the partition angles of each node are weighted 4, 5, 8, 8 depending on the number of nodes of the lowest layer of each node (step S 5422). Among these, because the largest is 8, the largest partition angle is calculated as 360° x (8 / (4 + 5 + 8 + 7)) = 120° (step S 5423). Next, it is decided whether or not this is the lowest layer (step S 5424), and because it is not the lowest layer, an area is constructed divided by the 120° which is the bisector of the straight line of the shortest distance from the center point of the circle to the border of the display area, and the inscribed circle of this area is constructed (step S 5425). Next, a circle, whose radius is from the center point of the display area to the point where the constructed inscribed circle intersects the straight line of the shortest distance from the center point of the circle to the border of the display area, is constructed as the node arrangement circle (step S 5426). Fig. 66 shows the processing up to this point, and 100 is

the center point of the node arrangement circle, 105 is the inscribed circle, and 110 is the node arrangement circle.

Next, as the upper node of the node connected with the other hierarchical structure, in this example, node n3 is arranged on the point there the straight line connecting the center of both display areas and the node arrangement circle 110 intersect, this point being such that it is on the line bisecting the partition angle, and according to the weighted partition angles, the node arrangement circle 110 is partitioned 60°, 75°, 120°, and 105°; the nodes are then arranged on the intersections of the bisector of each angle and the circumference (step S 5427). Next, these nodes are connected with straight lines, and the links are constructed (step S 5428). Fig. 67 shows the processing up to this point, and n1 ~ n4 are the nodes of the highest layer shown in Fig. 64. The lines that connect these nodes are the links.

Here, the node display processing of the highest layer ends (step S 5043), and next, processing moves to the second layer nodes.

For the nodes of the second layer under the nodes n1 ~ n4 of the highest layer, first, a circle 115 is constructed whose radius is the distance from center point 100 of the highest layer node arrangement circle to the center point of the inscribed circle 105 constructed when finding the node arrangement circle of the highest layers, and from the center point of the highest node arrangement circle, the points where the extensions of the straight lines connecting each node of the highest layer intersect the circle are each made e1 ~ e4, and these are determined to be the center points of circles arranging the nodes under each node of the highest layer nodes (step S 5041). This is shown in Fig 68.

Next, for the nodes n11 ~ n14 of the second layer under the node n1, first, the inscribed circle whose center is e1 and is between the extensions of the partition angle of node n1 is made the display area of these nodes (step S 5421). In nodes n11 ~ n14, because they do not have a lower layer, a fictitious node n0 is added to the 4 nodes, and the partition angle is divided by 5 equal parts. Therefore, each partition angle becomes 360° / (4 + 1) = 72°

(step S 5423). Because nodes n11 ~ n14 are the lowest layer (step S 5424), the circle of the display found in step S 5421 is the node arrangement circle (step S 5426). 120 of Fig. 68 shows this node arrangement circle. This circle is equally divided by 72°, and the nodes are arranged on the intersections of the bisector of each angle and the circumference (step S 5427). Because nodes n11 ~ n14 are the lowest layer, and there is no connection relationship between the nodes on the same layer, step S 5428 is skipped, and as the links with node n1, a base point is provided at a position not overlapping the already constructed links on the straight line from the center point of the circle of the highest layer to the center point of the circle of the layer concerned, and the base point and each node are connected by straight lines (step S 5429). Fig. 69 shows the processing up to this point, and here an example is shown in which e1 is the base point.

For nodes n21 ~ n25 of the second layer under the node n2 as well, processing is carried out in the same manner as for the nodes of the second layer under the above-described node n1. The result is shown in Fig. 70.

Next, for the nodes n31 ~ n34 of the second layer under node n3, first, the inscribed circle 105 whose center is point e3 and inside the extensions of the partition angle of node n3 is made the display area of these nodes (step S 5421). Fictitious node n0 is added as the first node, and the partition angles of each node are weighted according to the number of nodes of the lowest layer of each node n31 ~ n34 as 1, 2, 2, and 2 (step S 5422). Because the largest is 2, the largest partition angle is calculated as 360° x (2 / (1 + 2 + 2 + 2 + 2)) = 80° (step S 5423). Next, because nodes n31 ~ n34 are not the lowest nodes (step S 5424), an area is constructed divided by the 80° angle which is the bisector of the straight line having the shortest distance from the center point e3 of the circle to the border of the display area, and the inscribed circle of this area is constructed (step S 5425). The circle whose radius is the distance from the point e3 to the constructed inscribed circle is constructed as the node arrangement circle (step S 5426). Fig. 70 shows the processing up to this point, and 125 is

the inscribed circle of the area, 130 is the node arrangement circle.

Next, the fictitious node n0 is arranged at a position on the upper node arrangement circle 110, and according to the weighting of the relevant node arrangement circle 130, the circle is partitioned at 40°, 80°, 80°, 80°, and 80° in such a way that the intersections between the bisector of the partition angle of the node n32, as an upper node of the node connected with the other hierarchical structure and the circumference, are made the shortest distance to the other display area. Then the nodes n21 ~ n34 are arranged on the intersections of each bisector of the angles and the circumference (step S 5427). Next, these nodes are connected with straight lines, and the links are constructed (step S 5428). Further, as a link with node n3, a base point is provided at a position not overlapping the links already constructed on the line from the center point of the circle of the highest layer to the center point of the circle of the layer concerned, and this base point and each link is connected by straight lines (step S 5429). Fig. 71 shows the processing up to this step.

Similarly, for the nodes n41 ~ n43 of the second layer under node n4, the nodes of the second layer under the above-mentioned node n3 are processed in the same way. However, for nodes n41 ~ n43, because there are no nodes connecting to the other hierarchical structure, it is not necessary to consider the arrangement position of the nodes. Fig. 72 shows the processing up to this point.

Next, for the nodes of the third layer under the nodes n31 ~ n34, a circle is constructed whose radius is the distance from the center point e3 of the upper layer node arrangement circle to the center of the inscribed circle constructed when finding the node arrangement circle 130 of the upper layer, and the points where the extensions of straight lines from the point e3 connecting each node of the upper surface are each made e31 ~ e34, and the center point of the circles on which the nodes under each of the upper layers are arranged is determined (step S 5041). Fig. 73 shows this, and 135 is a circle whose radius is the distance from the center point e3 to the center of the inscribed circle 125.

Next, for the nodes of the third layer under the node n31, first, the inscribed circle whose center is point e 31 and is between the extensions of the partition angle of node 31, is made the display area (step S 5421). In Fig. 74, this inscribed circle is 140. Because the nodes of this third layer have no lower layer, a fictitious node is added to the 2 nodes, and the partition angle is equally divided by 3 (step 5422). Therefore, each partition angle is 360° / (2 + 1) = 120° (step S 5423). Next, because the nodes of this third layer are the lowest layer (step S 5424), the circle 140 of this display area becomes the node arrangement circle (step S 5426). This node arrangement circle is divided equally by 120°, and nodes are arranged on the intersection of the bisector of each angle and the circumference (step S 5427). Because these third layer nodes are the lowest layer, and there are no connection relationships with other nodes of the same layer, step S 5428 is skipped, and as a link with node n31, a base point is provided at a position not overlapping with already constructed links on a straight line from the center point of the circle of the highest layer to the center point of the circle of the layer concerned, and this base point and each node are connected with straight lines (step S 5429). Fig. 74 shows the processing up to this point.

For the nodes of the third layer under node n32, first, an inscribed circle whose center is point e32 and is between the extensions of the partition angle of node n32 is made the display area of these nodes (step S 5421). In Fig. 75, this inscribed circle is denoted by 150. Here as well, because there is not a lower layer, the fictitious node n0 is added to the number of nodes, 2, and the partition angle is divided into three equal parts (step S 5422). Therefore, each partition angle will be 360° / (2 + 1) = 120° (step S 5423). In addition, because it is a lowest layer (step S 5424), this circle 150 of this display area is made the node arrangement circle (step S 5426). Each node arrangement circle 150 is equally divided by 120°, and nodes are arranged on the intersections of the bisectors of each angle and the circumference in such a way that the nodes connecting to the other hierarchical structure are the shortest distance to the other display area (step S 5427). Additionally, step S 5428 is

skipped, and as a link with node n32, a base point is provided at a position not overlapping the already constructed links on a line from the center point of the circle of the highest layer to the center point of the circle of the layer concerned, and the base point and each node are connected with straight lines (step S 5429). Fig. 75 shows the processing up to this step.

Likewise, for the nodes of the third layer under the nodes n33 ~ n34, and nodes n41 ~ n43, the nodes of the third layer under nodes n31 are processed in the same way.

As a result, for the hierarchical structure on the left side of Fig. 64, the multi-layer image as shown in Fig. 76 is constructed.

Continuing the process, the other hierarchical structures are processed in the same manner. For the hierarchical structures on the left and right of Fig. 64, the multi-layer images such as those shown in Fig. 77 are constructed. Finally, the nodes connecting both hierarchical structures are connected with straight lines (step S 5070). In this manner, for the composite hierarchical structure such as that shown in Fig. 64, the hierarchical structure is completed as shown in Fig. 78.

In the explanation of the above-described embodiment, in the hierarchical structure data storage unit 20 of Fig. 1, a hierarchical structure such as that shown in Fig. 64 was stored, but the structure of the data is arbitrary, and the two hierarchical structures need not have the same structure. Also, there need not be any connection relationships between the nodes of the same layer under the same node of the upper layer.

Furthermore, the display area was a rectangle, and in the partition of the display area (step S 5030), the display area was equally partitioned by a straight line parallel to this rectangle, but the method of partitioning the display area is arbitrary, and can be divided at an angle, and need not be equal.

Furthermore, in the display processing of the nodes under the same node of the upper layer (step S 5042), in determining the display area (step S 5421), the point determined in the determination of the center point of the node arrangement circle (step S 5041) is made the

center point, an inscribed circle is constructed between the extensions of the partition angle of the upper layer nodes, and this inscribed circle was made the display area, but is it also possible that the area in the extensions of the partition angles of the upper layer nodes in its entirety is made the display area. In the weighting of the partition angles (step S 5422), weighting was carried out according to the number of nodes of the lowest layer of each node, but the proportions of the weightings are arbitrary. Additionally, not only the lowest layer, but also the weighting, can be carried out by the number of nodes of all the lower layers. In the case that there is no lower layer, the partition angles are evenly spaced, but they can also be arranged according to the display area, and not evenly spaced, In the calculation of the partition angle (step S 5423), for the partition angle a° of the upper layer nodes, the largest value of the partition angle is (90 + a / 2)°, but the largest value set is arbitrary. In the construction of the node arrangement circle (step S 5426), a circle is constructed whose radius is the distance from the center point of the node arrangement circle to the contact with the inscribed circle, but a circle with a smaller radius is also possible. In the lowest layer, the circle of the display area found in the determination of the display area (step S 5421) was made the node arrangement circle, but a circle with a smaller radius is also possible. In the arrangement of the nodes (step S 5427), the nodes were arranged on points where the bisector of the partition angle of each node intersects the node arrangement circle, and nodes connected with other hierarchical structures or those upper nodes are arranged in positions that are the shortest distance from the other display area, but when the other hierarchical structure is already constructed, they can be arranged on the position which is the shortest distance from the nodes having a connection relationship with the other hierarchical structure. In constructing links of the nodes of the same circle (step S 5428), the links connect nodes with a straight line, but the links between nodes positioned adjacently on the circumference can also use arcs. In constructing the links with the upper layers (step S 5429), a base point is provided on a position not overlapping already constructed links on a straight line from the

center point of the circle of the upper layer to the center point of the circle of the layer concerned, and this base point and each node are connected with straight lines, but the base point need not be on a straight line from the center point of the circle of the upper layer to the center point of the circle of the layer concerned.

In constructing the links between other hierarchical structures (step S 5070), nodes having connections with different hierarchical structures are connected with a straight line, but curves which minimize overlap between other nodes and links can be used to connect them.

Additionally, in the above-mentioned embodiments 1 through 5, when two hierarchical structures are connected, a graphical display of the hierarchical structure indicated in the present embodiment can be adopted.

As explained above, according to the invention shown in embodiment 6, when graphically displaying hierarchical structures, the nodes in the same layer can be arranged radially using circles constructed according to determined rules, and by displaying nodes of lower layers having a high number of nodes distributed on further outside circles, the advantage is obtained that the roughness is decreased, and the nodes and links are displayed in a manner easy to view, and by making the nodes of the connecting parts of two hierarchical structures close, the advantage is obtained that overlapping links can be avoided, and the nodes and links can be easily manipulated by direct command on the screen.

[Seventh Embodiment]

Using data stored in the hierarchical structure data storage unit 20, the data display processing unit 30 of the present embodiment calculates the arrangement positions of the nodes for each layer and the distribution of links connecting nodes is carried out, and the displayed on display 40 via the controller 50.

The method of graphical display of hierarchical structures of the present embodiment relates, in particular, to connecting each node of the lower layers by branching the links showing the horizontal relationships of radially arranged nodes corresponding to the layers at positions not overlapping with other link displays, when displaying of links of hierarchical structures between radially arranged nodes.

Fig. 79 is a flowchart showing an embodiment of the processing sequence of the present embodiment in the data display processing unit 30. Below, based on Fig. 79, an embodiment of the link display processing of the hierarchical structure according to the present invention is explained in detail.

Moreover, in the explanation of the example of operation in the flowchart shown in Fig. 79 in the present embodiment, Fig. 80 to Fig. 84 are used, and even if the reference numerals used from Fig. 80 to Fig. 84 are the same as those used in other diagrams, within the range of Fig. 80 to Fig. 84, they denote the same items, and have no relationship to the reference numerals of the other figures.

In the hierarchical structure data storage unit 20, the data for a hierarchical structure such as that shown in Fig. 80 is stored. In Fig. 80, for ease of understanding, the hierarchical structure data stored in the hierarchical structure data storage unit 20 is displayed as a tree.

<Node Arrangement:>

In the data display unit 30, first, from the hierarchical structure data storage unit 20 a hierarchical structure such as that shown in Fig. 80 is input, and as shown in Fig. 81, the node circle of the highest layer is nearly in the center, the node circle of the lower layers are arranged radially outside the node circle of the highest node circle, and the nodes included in the same layer are arranged on the same circle (step S 6100). At this time, the horizontal relationships between the nodes are such that the nodes of the lower layers arranged on the same circumference outside the nodes of the highest layer are all under the same node of the higher layer. For example, nodes q1 ~ q4 arranged on the same circumference outside of

node p1 are under p1, and the nodes r1 ~ r4 are arranged on the same circumference outside the node q1 under node q1.

Because this kind of radial node arrangement has been explained in detail in the above-described first embodiment and second embodiment, its explanation will be omitted here. The nodes included in the highest layer are arranged, equally spaced using equally divided partition angles calculated from the number of nodes included in the relevant layer, on the circumference of a circle drawn using the center point of the display area, and the nodes of the second layer and below are arranged in the same manner on a circle outside the above-mentioned circle. Moreover, the radius of the circle on which the nodes of each layer are arranged can be calculated based on the number of layers in the lower layers or the number of nodes in the lower layer, and in addition, in the same manner, the positions at which the nodes of each layer are arranged on the same circumference can be determined using the partition angle calculated from the number of layers or number of nodes of the lower layer of each node.

<Link connection:>

Next, in the data display processing unit 30, the distribution processing for the links between each node is carried out. Here, as connection relationship within the same layer, the nodes under the same node of the higher layer all have a connection relationship except the lowest layer.

First, the links between nodes p1, p2, p3, and p4 of the upper layer are all connected with straight lines (step S 6110).

Next, for the second layer, first, for nodes q1, q2, q3, and q4 on the second layer subordinate to node p1 of the highest layer, link distribution is carried out. Here, because nodes q1 ~ q4 are not lowest nodes, for the links connecting the relevant node q1, q2, q3, or q4, all are connected with straight lines (step S 6111). Also, because nodes q1 ~ q4 are even numbers, for the links connecting node p1 of the upper layer to the relevant node q1, q2, q3,

and q4, as shown in Fig. 82, first, a straight line is extended from the node p1 to the center e1 of the circle on which nodes q1, q2, q3, and q4 are arranged (step S 6112), and next, point e1 is made a base point, straight lines extended to nodes q1, q2, q3 and q4, and the links connected (step S 6113).

Next, the link distribution is carried out for nodes s1, s2, and s3, which are on the second layer subordinate to node p2 of the highest layer. Because nodes s1 ~ s3 are not the lowest layer, each of the relevant nodes s1, s2, and s3, are all connected with straight lines (step S 6111). Furthermore, for the links connecting node p2 of the upper layer with the relevant node s1, s2 and s3, because nodes s1 ~ s3 are odd numbered, as shown in Fig. 83, a supplementary line connecting node p2 of the upper layer to the center e2 of the circle on which the nodes s1, s2, and s3 are arranged (step S 6114). On this line, at an arbitrary position on the section from the node p2 to the contact with the circumference arranging nodes s1, s2 and s3, point j is set (step S 6115). And a straight line connects node p2 of the upper layer with point j (step S 6116), and a straight line is extended from point j to each node s1, s2, and s3, and links are connected (step S 6117).

Below, the nodes on the second layer subordinate to nodes p3 and p4 of the highest layer connect links in the same manner.

Next, for the third layer, first, the link distribution is carried out for the nodes r1, r2, r3, and r4 on the third layer subordinate to node q1 of the second layer and having an upper layer. Here, because nodes r1 ~ r4 are the lowest layer, a link connecting each node r1, r2, r3, and r4 is unnecessary. For the links connecting node q1 of the upper layer and the relevant node r1, r2, r3, or r4, a straight line is extended from node q1 to the center of the circle subordinate to the relevant node r1, r2, r3, or r4 (step S 6118), the center of this circle is made a base point, a straight line is extended of reach node r1, r2, r3, and r4, and they are connected with a link (step S 6119).

Below, the nodes included in the third layer subordinate to each node of the second

layer are connected by links in the same manner.

By the above processing, the link display of the tree of the hierarchical structure shown in Fig. 80 takes the form shown in Fig. 84.

Moreover, in the explanation of the above-described embodiments, in the hierarchical structure data storage unit, data related to a hierarchical structure such as that in Fig. 80 is stored, but the stored data structure is arbitrary.

In addition, in the flow of link distribution processing of the present embodiment in the multi-layer transformation unit carries out shift-processing of the base point only when the number of nodes is odd, but this is not limited to an odd number, and the processing can be carried out in the same manner when the number is even.

Furthermore, while not mentioned in the above described embodiment, the links between nodes of the same layer and the links of nodes of upper and lower layers can be shown to be of different colors and thicknesses.

Additionally, in the first through sixth embodiments described above, when branching a straight line issuing from the upper node to each node of the lower layer at a position not overlapping with other link displays and connecting it to each node of the lower layer, the graphical display of the hierarchical structure shown in the present embodiment can be applied.

As described above, according to the invention shown in the seventh embodiment, when the link display of a hierarchical structure of nodes is arranged radially, by connecting the links showing the horizontal relationships of nodes radially arranged corresponding to the layer to each node of the lower layer, and branching them at positions not overlapping with other link displays, even in a large scale hierarchical structure having from hundreds to about a thousand nodes, it has the advantage that the spaces between links can be widened and made easily viewed, in addition to the links being easily manipulated on the screen.

<Detailed structure of the data display processing unit 30:>

Fig. 85 is a more detailed structural diagram of the data display processing unit 30 characterizing the present invention in Fig. 1. Below, using Fig. 85, a more detailed explanation of the data display processing unit 30 will be made. Moreover, in Fig. 85, the same reference numeral is attached to the parts corresponding to the parts in Fig. 1.

From Fig. 85, the data display processing unit 30 is formed from a data structure analysis unit 31, a node arrangement calculation unit 32, and a link distribution calculation unit 33, and a display construction unit 34.

In addition, the data structure analysis unit 31 inputs data related to the hierarchical structure of the apparatus or function corresponding to the branch point, relay point, or end point, from the hierarchical structure data storage unit 20, and analyses it. The node arrangement calculation unit 32 arranges nodes of the same layer subordinate to the same node on the same ellipse according to the results of the analysis of the data structure analysis unit 31, and calculates the node arrangement position by arranging the ellipses of the same lower level on the outside the ellipse of the upper layer. The link distribution calculation unit 33 calculates the link distribution showing the connection relation between nodes from the results of analysis of the data structure analysis unit 31 and the node arrangement position of the node arrangement calculation unit 32. In addition, the display construction 34 used the results of the calculation from the node arrangement calculation unit 32 and the link connection calculation unit 33 to generate the image for output to the display 40. Moreover, the image generated by the display construction unit 34 is displayed on display 40 via the controller 50. Here, as a display apparatus, display 40 is given as an example, but it is not limited to this, and a printing apparatus such as a computer printer, for example, could also be used.

Furthermore, the node arrangement calculation unit 32 is constructed from the node arrangement locus calculation unit 32a, the node position calculation unit 32 which

determines the positions arranging the nodes, and the layer arrangement position calculation unit 32c which carried out calculation of the arrangement positions of each layer. Because the data stored in the hierarchical structure data storage unit 20 generally becomes a plurality of layers and a plurality of nodes, until the display processing ends, processing is carried out in sequence by the node arrangement locus calculation unit 32a, the node position calculation unit 32b, and the layer arrangement position calculating unit 32c. At this time, the result calculated in each part is used in the processing of the next part.

In addition, the link connection calculation unit 33 causes straight lines issuing from the nodes of the upper layers to branch at positions not overlapping with other links, and the link branching calculation unit 33a connecting each node of the lower layers is provided.

Next, the flowchart showing the operation of the data display processing unit 30 used in explaining the embodiments 1 through 7 explains the operation of the parts shown in Fig. 85. Moreover, the flowchart showing the operation of the data display processing unit 30 used in the explanation of embodiments 1 through 7 is mainly related to the node arrangement calculation unit 32 and the link connection calculation unit 33.

In the flowchart in the first embodiment shown in Fig. 4, the correspondences between each step and the processing unit are as follows. Steps S 1101 to S 1103 are carried out by the data structure analysis unit 31, and the other steps are carried out by the node arrangement calculation unit 32. Moreover, steps S 1104, S 1107, S 1108, S 1111, and S 1112 are carried out by the node arrangement locus calculation unit 32a, S 1105, S1109, and S 1113 are carried out by the node position calculation unit 32b, and the steps S 1106 and S 1110 are carried out by the layer arrangement position calculation unit 32c.

The correspondences in the flowchart in the second embodiment shown in Fig. 26 is as follows. Steps S 2110 and 2120 are carried out by the data structure analysis unit 31, and the other processing is carried out by the node arrangement calculation unit 32. In addition, in the arrangement of the highest layer in Fig. 26, steps S 2130 to S 2160 are carried out by

the node arrangement locus calculation unit 32a, and the step S 2170 is carried out by the node position calculation unit 32b. In addition, in the arrangement of the nodes of the second layer, Step S 2180 is carried out by the node arrangement position calculation unit 32c, steps 2190 to 2230 are carried out by the node arrangement locus calculation unit 32a, and the step S 2240 are carried out by the node position calculation unit 32b. Also, in the arrangement of the nodes of the third layer, step S 2260 is carried out in the layer arrangement position calculation unit 32c, steps S 2270 to S 2280 are carried out in the node arrangement locus calculation unit 32a, and step S 2290 is carried out in the node position calculation unit 32b. Moreover, the condition decisions S 2250 and S 2300 are carried out by the node arrangement calculation unit 32, which comprises the node arrangement locus calculation unit 32a, the node position calculation unit 32b, and the layer arrangement position calculation unit 32c.

The correspondences in the flowchart in the third embodiment shown in Fig. 32 are as follows. Steps S 3210 and S 3220 are carried out by the data structure analysis unit 31. In addition, steps S 3239 to S 3240 are carried out by the link connection calculation unit 33, and the other steps are carried out by the node arrangement calculation unit 32.

The correspondences in the flowchart in the fourth embodiment shown in Fig. 43 are as follows. Steps S 3110 and S 3120 are carried out by the data structure analysis unit 31. In addition, steps S 3137, and steps S 3148 and S 3149 are carried out by the link connection calculation unit 33, and the other steps are carried out by the node arrangement calculation unit 32.

The correspondences in the flowchart in the fifth embodiment shown in Fig. 53 are as follows. Steps S 4010 is carried out by the data structure analysis unit 31. In addition, step S 4060 is carried out by the link connection calculation unit 33, and the other steps are carried out by the node arrangement calculation unit 32.

The correspondences in the flowchart in the sixth embodiment shown in Fig. 63 are

explained as follows. Steps S 5010 and S 5020 are carried out by the data structure analysis unit 31. In addition, steps S 5428 and 5429, and step S 5070 are carried out by the link connection calculation unit 33, and the other steps are carried out by the node arrangement calculation unit 32.

The correspondences in the flowchart in the seventh embodiment shown in Fig. 79 are as follows. Step S 6100 is carried out by the node arrangement calculation unit 32. In addition, the other steps are carried by the link branch position calculation unit 33a in the link connection calculation unit 33.

By using the graphical display apparatus of the hierarchical structure which includes this data display processing unit 30, on a limited area, a multiplicity of nodes can be automatically arranged without overlap.

Moreover, the program for realizing the graphical display of the hierarchical structure in the data display processing unit 30 in Fig. 1 can be recorded on a computer readable recording medium such as a CD-ROM, FD, or hard disk, and the programs recorded on this recording medium input into a computer, and by being executed, produce a graphical display of a hierarchical structure.

Using the graphical display methods and apparatuses of a hierarchical structure described above, or by reading a recording medium on which a graphical program for a hierarchical structure is recorded into a computer, for the upper layer nodes the lower layer nodes are arranged on the outside of a concentric ellipse, and in order to arrange the nodes such that their position is on the same ellipse, the display area of the lower layers with many nodes is broadened, and the overlapping of nodes and links will disappear. In addition, because the calculation of the size of the ellipses are based on the hierarchical structure, in a limited display area the nodes of all layers can be displayed at one time. Furthermore, because the arrangement of nodes and the distribution of links is calculated automatically, it can respond instantly to changes in the structure.

Moreover, the graphical display methods and apparatuses for the hierarchical structure explained above display a large scale network construction which is a hierarchical structure as a whole on a limited screen, and when used as a display technology, monitors the condition of the network, and by manipulating the displayed object, changes the structure, and displays the detailed data for each machine. This can be applied a LAN motoring system that detects damage to a LAN and assesses the scale of the damage, a service control system that monitors and controls the quality level of service provided through a LAN, etc. Also, it can be applied to display the connection relations of, for example, internet service providers.

This Sheet Has Been Replaced

What is claimed is:

1. A graphical display method for hierarchical structures, which can display graphically hierarchical structures of nodes from the nodes that are branch points, relay points, or end points corresponding to apparatuses or functions and the connection relationships between the nodes, the method comprising the steps of

arranging the nodes of the same layer subordinate to the same node on the same ellipse, and

arranging the subordinate ellipse of the same layer is arranged concentrically on an ellipse larger than the ellipse of the upper layer.

2. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 1 wherein the size of said ellipse changes depending on the number of nodes arranged on said same ellipse.

3. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 2 wherein

the ratio of the minor axis to the major axis of said ellipse determined corresponding to the ordinate to abscissa ratio of the display area and

the length of the minor axis and major axis of the ellipse calculated corresponding to the ratio of the number of nodes arranged on said same ellipse.

4. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 1 wherein:

the arrangement of nodes on said same ellipse is changed according to the number of nodes on the lower layer.

* C L M S *

REPLACED SHEETS SG

☐ Description : paged ..... to paged .....
☑ Claim(s) : paged 73 to paged 98
☐ Drawing(s) : paged ..... to paged .....
☐ Abstract : paged ..... to paged .....

5. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 4 wherein said arrangement of nodes on the ellipse according to the number of nodes of the lower layer is carried out by the steps of:

partitioning the circumference of the ellipse on which the nodes are arranged corresponding to according to the ratio of the number of nodes of the lower layer subordinate to each node arranged in said same ellipse, and

arranging each node on the center point of each partitioned arc.

6. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 1 wherein:

the arrangement of the ellipses in said same layer is changed according to the number of nodes arranged in said same ellipse.

7. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 6 wherein said arrangement of ellipses of the same layer according to the number of nodes arranged on said same ellipse carried out by the steps of:

constructing a concentric ellipse larger than the upper layer,

determining the circumference of said concentric ellipse or a part of the circumference as a locus of the centers of each ellipse upon which nodes are of the same layer arranged,

partitioning an arc of the locus of the centers according to the ratio of the number of nodes arranged of said each ellipse, and

determining the center point of the partitioned arc as a center position of each ellipse.

8. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 1 wherein said graphical display of the hierarchical structure of the nodes is carried out by:

determining the ratio of the size of the ellipse of each layer and the ratio of the minor

This Sheet Has Been Replaced

axis and major axis of the ellipses based on the hierarchical structure of the nodes, and determining a size of the ellipses of each layer according to a display area

constructing ellipse of the first layer based on said determined value,

constructing the locus of the centers of ellipses of the second layer centered on said ellipse of the first layer, and at a distance where the ellipses of the first layer and the second layer do not overlap,

constructing ellipses of the second layer centered on the locus for the centers of ellipses of the second layer at a position depending on the number of nodes arranged on each ellipse of the second layer, and whose size is a function of the number of arranged nodes,

arranging nodes on the ellipses according to the number of nodes subordinate to each node of the second layer, and

repeating the processing in the same manner as said processing for the third.

9. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 1 wherein said ellipse is a circle.

10. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein:

the size of the circle upon which said nodes are arranged is determined such that the circle upon which the nodes of the lower layer subordinate to each node are arranged is made the largest.

11. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 10 wherein said determination in which the circle on which the nodes of the lower layer subordinate to each node is made the largest is carried out by the steps of:

partitioning the center angle of the circle on which the nodes are arranged by the number of nodes arranged on the same circle,

* C L M S *

constructing an inscribed circle in the smallest area formed by this partition line and the display border line, and

for the layer excluding the lowest layer, making the radius of the circle upon which the nodes are arranged the length from the center of the circle to the inscribed circle, or less, or for the lowest layer, making the radius of the circle upon which nodes are arranged equal to the radius of the inscribed circle, or less.

12. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein:

the arrangement of the nodes on the circle is carried out by equally partitioning the center angle of the circle according to the number of arranged nodes.

13. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 12 wherein said equal partitioning of the center angle of the circle according to the number of arranged nodes is carried out by the steps of:

equally partitioning the center angle of the circle upon which nodes are arranged by the number of arranged nodes for the highest layer, and

equally partitioning the center angle by a value adding 1 to the number of nodes arranged on the same circle, and arranging the nodes for the nodes of the second layer and less.

14. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein said arrangement of circles of the same layer is performed by:

arranging the circles of the said same layer equally spaced on a circle whose center is the center of the circle of the upper layer and whose radius is the length adding the radius of the largest circle on the circle of the same layer to the radius of the upper layer, or more.

This Sheet Has Been Replaced

15. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 14 wherein said arrangement of circles of the same layer is carried out by the steps of:

determining the center of the circle of the upper layer as the center for nodes of the second layer or less,

constructing a circle, the length of whose radius is the radius of the circle of the upper layer added to the radius of the inscribed circle constructed when calculating the radius of the circle of the upper layer, and

determining the intersection of the extensions of straight lines from the center of the circle of the upper layer to the upper node and the constructed circle as the center of the circle on which the nodes are arranged.

16. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein said graphical display of a hierarchical structure of the nodes is carried out by the steps of:

equally partitioning a center angle of the circle upon which nodes are arranged by the number of nodes arranged on the same circle,

constructing an inscribed circle in the smallest area formed by this partition line and the display border line,

constructing a circle upon which nodes are arranged, the radius thereof being determined as the distance from the center of the circle to the inscribed circle, or from the radius of the inscribed circle,

arranging nodes by equally partitioning the center angle according to the number of arranged nodes,

constructing a circle whose radius is the radius of the circle of the upper layer added to the radius of the inscribed circle, and determining the intersection of the extensions of the straight lines from the center of the circle of the upper layer to the upper nodes as the center of a circle on which the nodes of the second layer and less are arranged, and

* C L M S *

repeating the processing in the same manner as the above processing for undisplayed nodes.

17. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein:

said radius of a circle upon which said nodes are arranged is calculated based on the number of nodes in the lower layers.

18. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 17 wherein said calculation based on the number of nodes of the lower layer is carried out by the steps of:

partitioning the center of a circle on which nodes are arranged according to the ratio of the number of nodes of the lower layers subordinate to each node arranged on the same circle, constructing an inscribed circle in the smallest area formed by the extensions of its greatest partition angle and the display border line, making the radius of the circle upon which nodes are arranged the length from the center of the circle to the inscribed circle, in the case excluding the lowest layer, and

constructing an inscribed circle in the area formed by the extensions of each partition angle formed when the nodes of the upper layer are arranged, and the display border line making the radius of the circle upon which nodes are arranged the equal length of the radius of its inscribed circle for the lowest layer.

19. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein:

said position of the nodes of each layer on the same circumference upon is arranged according to the partition angle calculated from the number of nodes of the lower layers of each node.

20. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 19 wherein

said arrangement according to the partition angle calculated from the number of nodes of the lower layer of each node is carried out by the steps of:

arranging the nodes according to each partition angle constructed when calculating the radius of the circle upon which nodes are arranged for the layers excluding the lowest layer, and

arranging the nodes by partitioning according to the number of nodes arranged on the same circle for the lowest layer.

21. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein said center of the circle upon which nodes are arranged among the nodes in the second layer or lower is carried out by the steps of:

constructing an inscribed circle in the area formed by the extensions of each partition angle constructed when calculating the radius of the circle upon which nodes of the upper layer are arranged and the display border line, and

determining the center of said inscribed circle as the center of each circle upon which nodes are arranged.

22. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein said graphical display of the hierarchical structure of nodes is carried out by the steps of:

partitioning the center of a circle upon which nodes are arranged according to the ratio of the number of nodes on the lower layer subordinate to each node arranged on the same circle,

constructing an inscribed circle in the smallest area formed by the extensions of the largest partition angles and the display border line, and constructing a circle upon which nodes are arranged calculating the radius of the circle upon which nodes are arranged to be the length from the center of the circle to the inscribed circle,

This Sheet Has Been Replaced

arranging the nodes according to the partitioned angle,

constructing an inscribed circle in the area formed by the extensions of each partition angle and the display border line, and determining the center of each inscribed circle as the center of each circle upon which nodes of the lower layer are arranged, and

repeating in the same manner said processing for any undisplayed nodes.

23. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein:

the radius of the circle upon which the nodes are arranged is calculated based on the number of layers in the lower layers.

24. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 23 wherein said calculation based on the number of layers in the lower layers is carried out by the steps of:

partitioning the center of a circle upon which the nodes are arranged according to the ratio of the number of layers on the lower layer subordinate to each node arranged on the same circle, constructing an inscribed circle in the smallest area formed by the extensions of the largest partition angles and the display border line, and determining the length from the center of the circle to the inscribed circle as the radius of the circle upon which circles are arranged, for the layers excluding the lowest layers, and

constructing an inscribed circle in the area formed by the extensions of each partition angle formed when the nodes are disposed in the upper layer and the display border line, and determining the length equal to the radius of this inscribed circle as the radius of the circle upon which nodes are arranged, for the lowest layer.

25. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein said position of the arrangement on the same circumference of nodes of each layer is carried

* C L M S *

out using the partition angle calculated from the number of layers of the lower layer of each node.

26. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 25 wherein said positioning using the partition angles calculated from the number of layers of the lower layers of each of said nodes is carried out by the steps of:

positioning the nodes according to each partition angle formed when calculating the radius of the circle upon which nodes are arranged for the layers excluding the lowest layer, and

positioning the nodes equally spaced according to the number of nodes arranged on the same circle for the lowest layers.

27. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein said center of the circle upon which the nodes of the second layer and below are arranged is carried out by the steps of:

constructing an inscribed circle constructed in an area formed by the extensions of each partition angle formed when calculating the radius of the circle upon which the upper layer nodes are arranged and the display border line, and

determining the center of the inscribed circle as the center of the circles upon which the nodes are arranged.

28. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein said graphical display of the hierarchical structures of said nodes is carried out by the steps of:

partitioning the center of the circle upon which nodes are arranged according to the ratio of the number of layers of the lower layers subordinate to each node positioned on the same circle,

constructing an inscribed circle in the smallest area formed by the extensions of the

largest partition angles and the display border line, constructing a circle upon which the nodes are arranged by determining the length form the center of the circle to the inscribed circle as the radius of the circle upon which the nodes are arranged, and arranging the node according to the positioned angle, and

processing in the same manner as the above processing is repeated in the same manner for undisplayed nodes.

29. A graphical display method for hierarchical structures according to Claims 1, 9, 17, and 23 wherein when nodes of the upper layer and nodes two or more layers lower are directly connected:

the nodes of the same layer subordinate to the same node are arranged on the same ellipse, and

nodes of the middle layers where there are parts for which corresponding nodes do not exist in said layers because of direct connection between the upper and lower nodes are arranged on ellipses constructed in the interior of node arranging ellipses of the lower layer nodes.

30. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 29 wherein when the nodes of the upper layer nodes and the nodes two or more layers lower are directly connected, the graphical display method is carried out by the steps of:

constructing an ellipse for the nodes of the same layer subordinate to the same node,

arranging the nodes of the same layer on the constructed ellipse when it is decided that there are no middle layers where some nodes do not exist,

arranging the nodes of a lower layer on the constructed ellipse, constructing the second ellipse in the interior of said ellipse, and arranging the nodes of the middle layer on said second ellipse when it is decided that there are middle layers where nodes do not exist,

This Sheet Has Been Replaced



and

determining whether or not there are any undisplayed nodes, repeating the above processing if there are undisplayed nodes, and ending the processing if there are none.

31. A graphical display method for hierarchical structures according to Claims 9, 17, 23, and 29 wherein when a plurality of hierarchical structures is connected, the graphical display method is carried out by the steps of:

partitioning the display area of the display part by the number of unitary hierarchical structures whose nodes of the highest layer are independent,

arranging nodes included in the same highest layer of each hierarchical structure on the circumference of the ellipse drawn in the center of each display area for, and

arranging the nodes of lower layers on a concentric ellipse larger than the ellipse of the upper layer nodes, and arranging as near as possible the positions of nodes of the part connecting other hierarchical structures.

32. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 31 wherein the arranging the ellipses of each layer, and arranging the nodes on the same ellipse is carried out by determining the position of the shortest distance on the ellipse to the partition line of the display area as the base point, and arranging the nodes which connect with the other hierarchical structures the ellipses of this upper layer on this base point.

33. A graphical display method for hierarchical structures according to Claims 9, 17, 23, 29, and 31 wherein said links showing the vertical relationships of the nodes are carried out by branching at a position where straight lines issuing from the upper layer nodes do not overlap the other links, and connecting them to each node of the lower layer.



This Sheet Has Been Replaced

34. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 33 wherein the branch point of said links connects each node of the lower at the point which is located on a straight line from the center of the ellipse where the nodes of said layer are connected to the upper node, and on the straight line issuing from the node of the upper layer up to where it is tangent to the ellipse of the lower layer.

35. A graphical display apparatus for hierarchical structures comprising:

a data structure analysis unit which reads data related to the hierarchical structure of apparatuses and functions corresponding to branch points, relay points, and end points analyses the input data,

a node arrangement calculation unit which arranges the nodes of the same layer subordinate to the same node on the same ellipse from the results of analysis of the said data structure analysis unit, and carries out calculation of the node arrangement positions by arranging ellipses of the same lower layer on concentric ellipses larger than the ellipse of the upper layer,

a link connection calculation unit which carries out calculation of the link connections showing the connection relationships between said nodes from the results of the analysis of said data structure analysis unit and the node arrangement positions of said node arrangement calculation unit, and

an image construction unit which carries out construction of the output image for output to an apparatus using the calculation results from said node arrangement calculation unit the said link connection calculation unit.

36. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 35 wherein said node arrangement calculation unit is provided with:

a node arrangement locus calculation unit which constructs an ellipse which is the

* C L M S *

locus for arranging nodes of the n^{th} layer (n is an integer equal to or greater than 1) based on the value determined by said data structure analysis unit,

a node position calculation unit which arranges nodes on an ellipse calculated by said node arrangement locus calculation according to the number of nodes subordinate to each node of the n^{th} layer, and

a layer arrangement position calculation unit which carries out calculation of the layer arrangement position by constructing a locus centered on the ellipse of said n^{th} layer for the centers of ellipses of the $(n + 1)^{th}$ layer at a distance where ellipses of the n^{th} layer and the $(n + 1)^{th}$ layer do not overlap, and further

said node arrangement locus calculation unit constructs ellipses which are the locus of the node arrangement by:

constructing an ellipse in a prescribed position in the case of the first layer, and

constructing an ellipse for the m^{th} layer (m is an integer equal to or greater than 2) whose size depends on the number of arranged nodes, and sets the center at a position depending on the number of nodes arranged on each ellipse of the m^{th} layer on the locus for the center of ellipses of the m^{th} layer calculated by the said layer arrangement position calculation unit in the case of layers of the m^{th} layer (m is an integer equal to or greater than 2).

37. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 35 wherein the ellipse used in order to arrange nodes by said node arrangement calculation unit is a circle.

38. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 37 wherein said node arrangement calculation unit is provided with:

a node arrangement locus calculation unit which calculates the locus on which nodes are arranged by equally partitioning the center angle of a circle upon which nodes are arranged by the number of nodes arranged on the same layer, constructing an inscribed circle in the smallest area formed by this partition line and the display border line, and calculating a circle upon which nodes are arranged by calculating the radius of the circle upon which nodes are arranged from the distance from the center of the circle to the inscribed circle or the radius of the inscribed circle,

a node position calculation unit which calculates the positions on which nodes are arranged by partitioning the central angle according to the number of nodes arranged on the circle calculated by said node arrangement locus calculation unit, and

a layer arrangement calculation unit which calculates the layer arrangement positions by fixing the center of the circle upon which nodes of the first layer are arranged at a predetermined position in the case of the first layer, and in the case of the n^{th} layer (n is an integer equal to or greater than 2), constructing a concentric circle whose radius is the radius of the circle of the $(n - 1)^{th}$ layer calculated by said node arrangement locus calculation unit added to the radius of said inscribed circle, and determining the intersection of the straight line from the center of said $(n - 1)^{th}$ layer to each node of the $(n - 1)^{th}$ layer as the center of each circle upon which the nodes of the n^{th} layer are arranged.

39. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 37 wherein said node arrangement calculation unit which carries out calculations of the radius of the circle upon which nodes are arranged based on the number of nodes of the lower layer.

40. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 37 wherein said node arrangement calculation unit is furnished with:

a node arrangement locus calculation unit which partitions the center of a circle upon

This Sheet Has Been Replaced

which nodes are arranged according to the ratio of the number of nodes of the lower layer subordinate to each node arranged on the same circle, constructs an inscribed circle in the smallest area formed by the extensions of the largest partition angle and the display border line, and calculates the locus which arranges nodes by constructing a circle upon which nodes are arranged by calculating the radius of the circle upon which nodes are arranged as the length from the center of the circle to the inscribed circle,

a node position calculation unit upon which arranges the nodes according to the partitioned angle on the circle calculated by said node arrangement locus calculation unit, and

a layer arrangement position calculation unit which calculates the layer arrangement position by fixing the center of the circle upon which the nodes of the first layer are arranged on a predetermined position in the case of the first layer, and in the case of the n^{th} layer(n is an integer equal to or greater than 2), constructing a concentric circle whose radius is the result of adding the radius of the circle of the $(n - 1)^{th}$ layer calculated by said node arrangement locus calculation unit and the radius of said inscribed circle, and determining the intersection of the extensions from the center of the circle of said $(n - 1)^{th}$ layer to each node of the of the $(n - 1)^{th}$ layer as the center of each circle upon which the nodes of the n^{th} layer are arranged.

41. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 37 wherein said node arrangement calculation unit calculates the radius of the circle upon which nodes are arranged based on the number of layers of the lower layer.

42. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 37 wherein said node arrangement calculation unit is provided with a arrangement locus calculation unit which calculates the locus upon which nodes are arranged, a node position calculation unit which calculates the position upon which nodes are arranged, and a layer arrangement position calculation unit which calculates the arrangement position of the layer,

* C L M S *

This Sheet Has Been Replaced



and wherein

said node arrangement locus calculation unit which calculates the locus upon which nodes are arranged, in the case of the first layer by partitioning the center of the circle upon which nodes are arranged in proportion to the number of layers of the lower layer subordinate to each node positioned on the same circle, constructing an inscribed circle in the smallest area formed by the extensions of the largest partition angle and the display border line, and constructing a circle upon which nodes are arranged by calculating the length from the center of the circle to the inscribed circle as the radius of a circle upon which nodes are arranged, and in the case of the m^{th} layer (m is a integer equal to or greater than 2), by constructing a circle by calculating the radius from the constructed inscribed circle by said layer arrangement position calculation unit,

said node position calculation unit which arranges nodes on a circle calculated by said node arrangement locus calculation according to the partitioned angle in the case of the first layer, and in the case of the p^{th} layer (p is an integer equal to or greater than 2) partitions the center of the circle constructed by said node arrangement locus calculation unit according to the ratio of the number of layers of the lower layers subordinated to each node arranged on the same circle, and arranges the nodes on the circle according to the partitioned angle, and

said layer arrangement position calculation unit calculates the arrangement position of the layer by determining the center of a circle upon which the nodes of the first layer are arranged at a predetermined position in the case of the first layer, and in the case of the n^{th} layer by constructing an inscribed circle in the area formed by the display border line and the extensions of each partition angle of the $(n - 1)^{th}$ layer by said node arrangement locus calculation unit or node position calculation unit, and by determining the center of each inscribed circle as the center of each circle upon which nodes are arranged.

43. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claims 35, 37,



This Sheet Has Been Replaced

39, and 41wherein said node arrangement calculation unit, in the case that an upper layer node is directly connected to a node two or more layers below:

arranges on the same ellipse nodes of the same layer subordinate to the same node, and

arranges the nodes of the middle layer for which part has no nodes corresponding to the relevant layer when the nodes of vertical layers are directly connected on an ellipse constructed in the ellipse upon which nodes of the lower layer are arranged.

44. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 43 wherein said node arrangement calculation unit:

constructs an ellipse with its object being the nodes of the same layer subordinate to the name node,

determines whether there is a middle layer whose nodes have no nodes in one part,

arranges nodes of the same layer on the constructed ellipse in the case that it is determined that there are no layers without nodes in one part, and

arranges nodes of the lower layer on the constructed ellipse, constructs a second ellipse in said ellipse, and arranges the nodes of said middle layer on the second ellipse in the case that it is determined that there are layers without nodes in one part.

45. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claims 35, 37, 39, 41, and 43 wherein said node arrangement calculation unit, in the case of a plurality of hierarchical structure is connected:

partitions the display area of the display part by the number of unitary hierarchical structures in which the upper layer nodes are independent,

arranges on the circumference of an ellipse drawn on the center of each display area in the case of the nodes included in the highest layer of each hierarchical structure, and

* C L M S *

This Sheet Has Been Replaced

arranges at nearest positions the nodes of the part connecting the other hierarchical structures in such a way that nodes of the lower layers are arranged on a concentric ellipse larger than the ellipse of the upper layer in the case of the nodes of lower layers.

46. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 45 wherein said node arrangement calculation unit determines the position closest to the partition lines of the display area as a base point, and arranges on the base point the nodes the other hierarchical layers or their upper layer ellipses when arranging the ellipses of each layer or when arranging the nodes on the same ellipse.

47. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 35, 37, 39, 41, 43, 45 wherein said link connection calculation unit is provided with:

a link branch position calculation unit which branches straight lines issuing from the nodes of the upper layer at a position where they do not overlap with other links, and connects each node of the lower layer.

48. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 48 wherein the branch point of said links connects each node of the lower at the point which is located on a straight line from the center of the ellipse where the nodes of said layer are connected to the upper node, and on the straight line issuing from the node of the upper layer to where it is tangent to the ellipse of the lower layer.

49. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program for executing on a computer, the program performing the functions comprising:

a data structure analysis function that reads data related to the hierarchical structure

* C L M S *

of apparatuses and functions corresponding to branch points, relay points, and end points, and analyses the input data,

a node arrangement calculation function which carries out calculation of the node arrangement position from the results of analysis of said data structure analysis function by arranging the nodes of the same layer subordinate to the same node on the same ellipse and arranging the ellipses of the same lower layer on a concentric circle larger than the ellipse of the upper layer

a link connection calculation function which carries out calculation of the link connections showing the connection relationships of said nodes from the results of the analysis of said data structure analysis function and the node arrangement position of said node arrangement calculation function, and

an image generation function which carries out construction of the image for output to the output apparatus by using the results of calculation from said node arrangement calculation function and said link connection calculation function.

50. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 49 which constructs an ellipse which is the locus upon which nodes are arranged by:

said data structure analysis function determining the ratio of the size of the ellipses of each layer and the ratio of the minor axis and major axis of the ellipse used for node arrangement in said node arrangement calculation function based on the hierarchical structure of the analyzed nodes, and further determining the size of the ellipses of each layer according tot the display area, and

wherein said node arrangement calculation function is furnished with:

a node arrangement locus calculation unit which constructs an ellipse which is the locus for arranging nodes of the n^{th} layer (n is an integer equal to or greater than 1) based on

This Sheet Has Been Replaced

the value determined by said data structure analysis function,

a node position calculation function which arranges the nodes on an ellipse calculated by said node arrangement locus calculation according to the number of nodes subordinate to the same node of the n^{th} layer, and

a layer arrangement position calculation unit which carries out calculation of the layer arrangement positions by constructing a locus for the center of ellipses of the $(n + 1)^{th}$ layer at a distance where the n^{th} layer and the $(n + 1)^{th}$ layer do not overlap on the center of the ellipse of said n^{th} layer, and further

said node arrangement locus calculation unit construct ellipses at a predetermined position for the first layer, and

constructing an ellipse for the m^{th} layer (m is an integer equal to or greater than 2) whose size depends on the number of arranged nodes, and sets the center at a position depending on the number of nodes arranged on each ellipse of the m^{th} layer calculated by said layer arrangement position calculation unit in the case of layers of the m^{th} layer (m is an integer equal to or greater than 2).

51. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 49 wherein the ellipse used in order to arrange nodes by said node arrangement calculation unit is a circle.

52. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 51 provided with:

a node arrangement locus calculation function which calculates the locus on which nodes are arranged by equally partitioning the center angle of a circle upon which nodes are arranged by the number of nodes arranged on the same layer, constructing an inscribed circle in the smallest area formed by this partition line and the display border line, and calculating a

* C L M S *

This Sheet Has Been Replaced

circle upon which the nodes are arranged by calculating the radius of the circle upon which nodes are arranged from the distance from the center of the circle to the inscribed circle or the radius of the inscribed circle,

a node position calculation function which calculates the position on which nodes are arranged by equally partitioning the center angle according the number of nodes arranged on the circle calculated by said node arrangement locus calculation function, and

a layer arrangement calculation unit which calculates the layer arrangement positions by fixing the center of the circle upon which nodes of the first layer are arranged at a predetermined position in the case of the first layer, and in the case of the n^{th} layer (n is an integer equal to or greater than 2), constructing a concentric circle whose radius is the result of adding the radius of the circle of the $(n - 1)^{th}$ layer calculated by said node arrangement calculation unit and the radius of said inscribed circle, and determining the intersection of the straight line from the center of said $(n - 1)^{th}$ layer to each node of the $(n - 1)^{th}$ layer as the center of each circle upon which the nodes of the n^{th} layer are arranged.

53. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 49 wherein said node arrangement calculation function calculates the radius of the circle upon which nodes are arranged based on the number of nodes in the lower layers.

54. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 51 wherein said node arrangement calculation function is provided with:

a node arrangement locus calculation function which partitions the center of a circle upon which nodes are arranged according to the ratio of the number of nodes of the lower layer subordinate to each node arranged on the same circle, constructs an inscribed circle in

* C L M S *

the smallest area formed by the extensions of the largest partition angle and the display border line, and calculates the locus which arranges nodes by constructing a circle upon which nodes are arranged by calculating the radius of the circle upon which nodes are arranged as the length from the center of the circle to the inscribed circle,

a node position calculation function which arranges the nodes according the partitioned angle on the circle calculated by said node arrangement locus calculation unit, and

a layer arrangement position calculation function which calculates the layer arrangement position by fixing the center of the circle upon which nodes of the first layer are arranged on a predetermined position in the case of the first layer, and in the case of the n^{th} layer (n is an integer equal to or greater than 2), constructing a concentric circle whose radius is the result of adding the radius of the circle of the $(n - 1)^{th}$ layer calculated by said node arrangement locus calculation unit and the radius of said inscribed circle, and determining the intersection of the extensions from the center of the circle of said $(n - 1)^{th}$ layer to each node of the $(n - 1)^{th}$ layer as the center of each circle upon which the nodes of the n^{th} layer are arranged.

55. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 51 wherein said node arrangement calculation function calculates the radius of the circle upon which nodes are arranged based on the number of layers of the lower layers.

56. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 51 wherein said node arrangement calculation function is furnished with:

an arrangement locus calculation unit which calculates the locus upon which nodes are arranged, a node position calculation unit which calculates the position upon which nodes

This Sheet Has Been Replaced

are arranged, and a layer arrangement position calculation unit which calculates the arrangement position of the layer, and wherein

said node arrangement locus calculation function which calculates the locus upon which nodes are arranged, in the case of the first layer by partitioning the center of the circle upon which nodes are arranged in proportion to the number of layers of the lower layer subordinate to each node positioned on the same circle, constructing an inscribed circle in the smallest area formed by the extensions of the largest partition angle and the display border line, and constructing a circle upon which nodes are arranged by calculating the length from the center of the circle to the inscribed circle as the radius of the circle upon which nodes are arranged, and for the m^{th} layer (m is an integer equal to or greater than 2) by constructing a circle by calculating the radius from the constructed inscribed circle by said layer arrangement position calculation function,

said node position calculation unit arranging nodes on the circle calculated by said node arrangement locus calculation according to the partitioned angle function for the first layer, and for the p^{th} layer (p is an integer equal to or greater than 2) partitions the center of the circle constructed by said node arrangement locus calculation function according to the ratio of the number of layers of the lowers layers subordinate to each node arranged on the same circle, and arranges nodes on this circle according to the partitioned angles, and

said layer arrangement position calculation function calculates the arrangement position of the layer, by determining the center of a circle upon which nodes of the first layer are arranged at a predetermined position in the case of the first layer, and in the case of the n^{th} layer by constructing an inscribed circle in the area formed by the display border line and said node position calculation unit, and by determining the center of each inscribed circle as the center of each circle upon which nodes are arranged.

57. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure

* C L M S *

This Sheet Has Been Replaced

graphical display program according to Claims 49, 51, 53, and 55 wherein said node arrangement calculation function:

arranges nodes of the same layer subordinate to the same node on the same ellipse when the upper layer nodes are directly connected to the nodes 2 or more layers below, and

arranges the nodes of the middle layer where upper and lower nodes are directly connected and there are parts without nodes corresponding to said layer on an ellipse constructed by the function in the arrangement ellipse of the lower nodes.

58. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 57 wherein said node arrangement calculation function:

constructs an ellipse with its object being the nodes of the same layer subordinate to the same node,

determines whether there is a middle layer whose nodes do not have nodes in one part,

arranges nodes of the same layer on the constructed ellipse in the case that it is determined that there are no layers without nodes in one part, and

arranges nodes of the lower layer on the constructed ellipse, constructs a second ellipse in said ellipse, and arranges the nodes of the middle layer on said second ellipse in the case that it is determined that there are middle layers without nodes in one part.

59. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claims 49, 51, 53, 55 and 57 wherein, in the case of a plurality of hierarchical structures are connected, said node arrangement calculation function:

partitions the display area of the display function by the number of unitary hierarchical structures in which the nodes of the highest layers are independent,

This Sheet Has Been Replaced

arranges on the circumference of an ellipse drawn at the center of each display area in the case of nodes included in the highest layer of each hierarchical structure, and

arranges at nearest positions nodes of the part connecting the other hierarchical structures in such a way that the nodes on the lower layers are arranged on a concentric ellipse larger then the ellipse of the upper layer in the case of nodes of lower layers.

60. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 59 wherein said node arrangement calculation function determines the position closest to the partition lines of the display area as a base point, and arranges on the base point the nodes which connect with the other hierarchical layers or their upper layer ellipses when arranging the ellipses of each layer or when arranging the nodes on the same ellipse.

61. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 49, 51, 53, 55, 57, and 59 wherein said link connection calculation function is provided with:

a link branch position calculation function which branches straight lines issuing from nodes of the upper layers at a position where they do not overlap with other links, and connects each node of the lower layer.

62. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 61 wherein said link branch position calculation function connects each node of the lower layer by branching a straight line at a position up to where the straight line issuing from the node of the upper layer meets the ellipse of the lower layer on the straight line connecting the center point of the circle upon which the nodes of the layer are arranged and the upper node, and connecting each node of

* C L M S *

This Sheet Has Been Replaced

the lower layer.

* C L M S *

What is claimed is:

1. A graphical display method for hierarchical structures, which can display graphically hierarchical structures of nodes from the nodes that are branch points, relay points, or end points corresponding to apparatuses or functions and the connection relationships between the nodes, the method comprising the steps of

arranging the nodes of the same layer subordinate to the same node on the same ellipse, and

arranging the subordinate ellipse of the same layer is arranged concentrically on an ellipse larger than the ellipse of the upper layer.

2. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 1 wherein the size of said ellipse changes depending on the number of nodes arranged on said same ellipse.

3. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 2 wherein

the ratio of the minor axis to the major axis of said ellipse determined corresponding to the ordinate to abscissa ratio of the display area and

the length of the minor axis and major axis of the ellipse calculated corresponding to the ratio of the number of nodes arranged on said same ellipse.

4. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 1 wherein:

the arrangement of nodes on said same ellipse is changed according to the number of nodes on the lower layer.

* C L M S *

5. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 4 wherein said arrangement of nodes on the ellipse according to the number of nodes of the lower layer is carried out by the steps of:

partitioning the circumference of the ellipse on which the nodes are arranged corresponding to according to the ratio of the number of nodes of the lower layer subordinate to each node arranged in said same ellipse, and

arranging each node on the center point of each partitioned arc.

6. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 1 wherein:

the arrangement of the ellipses in said same layer is changed according to the number of nodes arranged in said same ellipse.

7. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 6 wherein said arrangement of ellipses of the same layer according to the number of nodes arranged on said same ellipse carried out by the steps of:

constructing a concentric ellipse larger than the upper layer,

determining the circumference of said concentric ellipse or a part of the circumference as a locus of the centers of each ellipse upon which nodes are of the same layer arranged,

partitioning an arc of the locus of the centers according to the ratio of the number of nodes arranged of said each ellipse, and

determining the center point of the partitioned arc as a center position of each ellipse.

8. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 1 wherein said graphical display of the hierarchical structure of the nodes is carried out by:

determining the ratio of the size of the ellipse of each layer and the ratio of the minor

axis and major axis of the ellipses based on the hierarchical structure of the nodes, and determining a size of the ellipses of each layer according to a display area

constructing ellipse of the first layer based on said determined value,

constructing the locus of the centers of ellipses of the second layer centered on said ellipse of the first layer, and at a distance where the ellipses of the first layer and the second layer do not overlap,

constructing ellipses of the second layer centered on the locus for the centers of ellipses of the second layer at a position depending on the number of nodes arranged on each ellipse of the second layer, and whose size is a function of the number of arranged nodes,

arranging nodes on the ellipses according to the number of nodes subordinate to each node of the second layer, and

repeating the processing in the same manner as said processing for the third.

9. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 1 wherein said ellipse is a circle.

10. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein:

the size of the circle upon which said nodes are arranged is determined such that the circle upon which the nodes of the lower layer subordinate to each node are arranged is made the largest.

11. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 10 wherein said determination in which the circle on which the nodes of the lower layer subordinate to each node is made the largest is carried out by the steps of:

partitioning the center angle of the circle on which the nodes are arranged by the number of nodes arranged on the same circle,

constructing an inscribed circle in the smallest area formed by this partition line and the display border line, and

for the layer excluding the lowest layer, making the radius of the circle upon which the nodes are arranged the length from the center of the circle to the inscribed circle, or less, or for the lowest layer, making the radius of the circle upon which nodes are arranged equal to the radius of the inscribed circle, or less.

12. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein:

the arrangement of the nodes on the circle is carried out by equally partitioning the center angle of the circle according to the number of arranged nodes.

13. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 12 wherein said equal partitioning of the center angle of the circle according to the number of arranged nodes is carried out by the steps of:

equally partitioning the center angle of the circle upon which nodes are arranged by the number of arranged nodes for the highest layer, and

equally partitioning the center angle by a value adding 1 to the number of nodes arranged on the same circle, and arranging the nodes for the nodes of the second layer and less.

14. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein said arrangement of circles of the same layer is performed by:

arranging the circles of the said same layer equally spaced on a circle whose center is the center of the circle of the upper layer and whose radius is the length adding the radius of the largest circle on the circle of the same layer to the radius of the upper layer, or more.



15. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 14 wherein said arrangement of circles of the same layer is carried out by the steps of:

determining the center of the circle of the upper layer as the center for nodes of the second layer or less,

constructing a circle, the length of whose radius is the radius of the circle of the upper layer added to the radius of the inscribed circle constructed when calculating the radius of the circle of the upper layer, and

determining the intersection of the extensions of straight lines from the center of the circle of the upper layer to the upper node and the constructed circle as the center of the circle on which the nodes are arranged.

16. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein said graphical display of a hierarchical structure of the nodes is carried out by the steps of:

equally partitioning a center angle of the circle upon which nodes are arranged by the number of nodes arranged on the same circle,

constructing an inscribed circle in the smallest area formed by this partition line and the display border line,

constructing a circle upon which nodes are arranged, the radius thereof being determined as the distance from the center of the circle to the inscribed circle, or from the radius of the inscribed circle,

arranging nodes by equally partitioning the center angle according to the number of arranged nodes,

constructing a circle whose radius is the radius of the circle of the upper layer added to the radius of the inscribed circle, and determining the intersection of the extensions of the straight lines from the center of the circle of the upper layer to the upper nodes as the center of a circle on which the nodes of the second layer and less are arranged, and

* C L M S *

repeating the processing in the same manner as the above processing for undisplayed nodes.

17. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein:

said radius of a circle upon which said nodes are arranged is calculated based on the number of nodes in the lower layers.

18. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 17 wherein said calculation based on the number of nodes of the lower layer is carried out by the steps of:

partitioning the center of a circle on which nodes are arranged according to the ratio of the number of nodes of the lower layers subordinate to each node arranged on the same circle, constructing an inscribed circle in the smallest area formed by the extensions of its greatest partition angle and the display border line, making the radius of the circle upon which nodes are arranged the length from the center of the circle to the inscribed circle, in the case excluding the lowest layer, and

constructing an inscribed circle in the area formed by the extensions of each partition angle formed when the nodes of the upper layer are arranged, and the display border line making the radius of the circle upon which nodes are arranged the equal length of the radius of its inscribed circle for the lowest layer.

19. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein:

said position of the nodes of each layer on the same circumference upon is arranged according to the partition angle calculated from the number of nodes of the lower layers of each node.

20. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 19 wherein

said arrangement according to the partition angle calculated from the number of nodes of the lower layer of each node is carried out by the steps of:

arranging the nodes according to each partition angle constructed when calculating the radius of the circle upon which nodes are arranged for the layers excluding the lowest layer, and

arranging the nodes by partitioning according to the number of nodes arranged on the same circle for the lowest layer.

21. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein said center of the circle upon which nodes are arranged among the nodes in the second layer or lower is carried out by the steps of:

constructing an inscribed circle in the area formed by the extensions of each partition angle constructed when calculating the radius of the circle upon which nodes of the upper layer are arranged and the display border line, and

determining the center of said inscribed circle as the center of each circle upon which nodes are arranged.

22. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein said graphical display of the hierarchical structure of nodes is carried out by the steps of:

partitioning the center of a circle upon which nodes are arranged according to the ratio of the number of nodes on the lower layer subordinate to each node arranged on the same circle,

constructing an inscribed circle in the smallest area formed by the extensions of the largest partition angles and the display border line, and constructing a circle upon which nodes are arranged calculating the radius of the circle upon which nodes are arranged to be the length from the center of the circle to the inscribed circle,

* C L M S *

arranging the nodes according to the partitioned angle,

constructing an inscribed circle in the area formed by the extensions of each partition angle and the display border line, and determining the center of each inscribed circle as the center of each circle upon which nodes of the lower layer are arranged, and

repeating in the same manner said processing for any undisplayed nodes.

23. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein:

the radius of the circle upon which the nodes are arranged is calculated based on the number of layers in the lower layers.

24. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 23 wherein said calculation based on the number of layers in the lower layers is carried out by the steps of:

partitioning the center of a circle upon which the nodes are arranged according to the ratio of the number of layers on the lower layer subordinate to each node arranged on the same circle, constructing an inscribed circle in the smallest area formed by the extensions of the largest partition angles and the display border line, and determining the length from the center of the circle to the inscribed circle as the radius of the circle upon which circles are arranged, for the layers excluding the lowest layers, and

constructing an inscribed circle in the area formed by the extensions of each partition angle formed when the nodes are disposed in the upper layer and the display border line, and determining the length equal to the radius of this inscribed circle as the radius of the circle upon which nodes are arranged, for the lowest layer.

25. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein said position of the arrangement on the same circumference of nodes of each layer is carried

out using the partition angle calculated from the number of layers of the lower layer of each node.

26. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 25 wherein said positioning using the partition angles calculated from the number of layers of the lower layers of each of said nodes is carried out by the steps of:

positioning the nodes according to each partition angle formed when calculating the radius of the circle upon which nodes are arranged for the layers excluding the lowest layer, and

positioning the nodes equally spaced according to the number of nodes arranged on the same circle for the lowest layers.

27. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein said center of the circle upon which the nodes of the second layer and below are arranged is carried out by the steps of:

constructing an inscribed circle constructed in an area formed by the extensions of each partition angle formed when calculating the radius of the circle upon which the upper layer nodes are arranged and the display border line, and

determining the center of the inscribed circle as the center of the circles upon which the nodes are arranged.

28. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 9 wherein said graphical display of the hierarchical structures of said nodes is carried out by the steps of:

partitioning the center of the circle upon which nodes are arranged according to the ratio of the number of layers of the lower layers subordinate to each node positioned on the same circle,

constructing an inscribed circle in the smallest area formed by the extensions of the

* C L M S *

largest partition angles and the display border line, constructing a circle upon which the nodes are arranged by determining the length form the center of the circle to the inscribed circle as the radius of the circle upon which the nodes are arranged, and arranging the node according to the positioned angle, and

processing in the same manner as the above processing is repeated in the same manner for undisplayed nodes.

29. A graphical display method for hierarchical structures according to Claims 1, 9, 17, and 23 wherein when nodes of the upper layer and nodes two or more layers lower are directly connected:

the nodes of the same layer subordinate to the same node are arranged on the same ellipse, and

nodes of the middle layers where there are parts for which corresponding nodes do not exist in said layers because of direct connection between the upper and lower nodes are arranged on ellipses constructed in the interior of node arranging ellipses of the lower layer nodes.

30. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 29 wherein when the nodes of the upper layer nodes and the nodes two or more layers lower are directly connected, the graphical display method is carried out by the steps of:

constructing an ellipse for the nodes of the same layer subordinate to the same node,

arranging the nodes of the same layer on the constructed ellipse when it is decided that there are no middle layers where some nodes do not exist,

arranging the nodes of a lower layer on the constructed ellipse, constructing the second ellipse in the interior of said ellipse, and arranging the nodes of the middle layer on said second ellipse when it is decided that there are middle layers where nodes do not exist,

and

determining whether or not there are any undisplayed nodes, repeating the above processing if there are undisplayed nodes, and ending the processing if there are none.

31. A graphical display method for hierarchical structures according to Claims 9, 17, 23, and 29 wherein when a plurality of hierarchical structures is connected, the graphical display method is carried out by the steps of:

partitioning the display area of the display part by the number of unitary hierarchical structures whose nodes of the highest layer are independent,

arranging nodes included in the same highest layer of each hierarchical structure on the circumference of the ellipse drawn in the center of each display area for, and

arranging the nodes of lower layers on a concentric ellipse larger than the ellipse of the upper layer nodes, and arranging as near as possible the positions of nodes of the part connecting other hierarchical structures.

32. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 31 wherein the arranging the ellipses of each layer, and arranging the nodes on the same ellipse is carried out by determining the position of the shortest distance on the ellipse to the partition line of the display area as the base point, and arranging the nodes which connect with the other hierarchical structures the ellipses of this upper layer on this base point.

33. A graphical display method for hierarchical structures according to Claims 9, 17, 23, 29, and 31 wherein said links showing the vertical relationships of the nodes are carried out by branching at a position where straight lines issuing from the upper layer nodes do not overlap the other links, and connecting them to each node of the lower layer.

* C L M S *

34. A graphical display method for hierarchical structures according to Claim 33 wherein the branch point of said links connects each node of the lower at the point which is located on a straight line from the center of the ellipse where the nodes of said layer are connected to the upper node, and on the straight line issuing from the node of the upper layer up to where it is tangent to the ellipse of the lower layer.

35. A graphical display apparatus for hierarchical structures comprising:

a data structure analysis unit which reads data related to the hierarchical structure of apparatuses and functions corresponding to branch points, relay points, and end points analyses the input data,

a node arrangement calculation unit which arranges the nodes of the same layer subordinate to the same node on the same ellipse from the results of analysis of the said data structure analysis unit, and carries out calculation of the node arrangement positions by arranging ellipses of the same lower layer on concentric ellipses larger than the ellipse of the upper layer,

a link connection calculation unit which carries out calculation of the link connections showing the connection relationships between said nodes from the results of the analysis of said data structure analysis unit and the node arrangement positions of said node arrangement calculation unit, and

an image construction unit which carries out construction of the output image for output to an apparatus using the calculation results from said node arrangement calculation unit the said link connection calculation unit.

36. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 35 wherein said node arrangement calculation unit is provided with:

a node arrangement locus calculation unit which constructs an ellipse which is the

* C L M S *

locus for arranging nodes of the n^{th} layer (n is an integer equal to or greater than 1) based on the value determined by said data structure analysis unit,

a node position calculation unit which arranges nodes on an ellipse calculated by said node arrangement locus calculation according to the number of nodes subordinate to each node of the n^{th} layer, and

a layer arrangement position calculation unit which carries out calculation of the layer arrangement position by constructing a locus centered on the ellipse of said n^{th} layer for the centers of ellipses of the $(n + 1)^{th}$ layer at a distance where ellipses of the n^{th} layer and the $(n + 1)^{th}$ layer do not overlap, and further

said node arrangement locus calculation unit constructs ellipses which are the locus of the node arrangement by:

constructing an ellipse in a prescribed position in the case of the first layer, and

constructing an ellipse for the m^{th} layer (m is an integer equal to or greater than 2) whose size depends on the number of arranged nodes, and sets the center at a position depending on the number of nodes arranged on each ellipse of the m^{th} layer on the locus for the center of ellipses of the m^{th} layer calculated by the said layer arrangement position calculation unit in the case of layers of the m^{th} layer (m is an integer equal to or greater than 2).

37. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 35 wherein the ellipse used in order to arrange nodes by said node arrangement calculation unit is a circle.

38. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 37 wherein said node arrangement calculation unit is provided with:

a node arrangement locus calculation unit which calculates the locus on which nodes are arranged by equally partitioning the center angle of a circle upon which nodes are arranged by the number of nodes arranged on the same layer, constructing an inscribed circle in the smallest area formed by this partition line and the display border line, and calculating a circle upon which nodes are arranged by calculating the radius of the circle upon which nodes are arranged from the distance from the center of the circle to the inscribed circle or the radius of the inscribed circle,

a node position calculation unit which calculates the positions on which nodes are arranged by partitioning the central angle according to the number of nodes arranged on the circle calculated by said node arrangement locus calculation unit, and

a layer arrangement calculation unit which calculates the layer arrangement positions by fixing the center of the circle upon which nodes of the first layer are arranged at a predetermined position in the case of the first layer, and in the case of the n^{th} layer (n is an integer equal to or greater than 2), constructing a concentric circle whose radius is the radius of the circle of the $(n - 1)^{th}$ layer calculated by said node arrangement locus calculation unit added to the radius of said inscribed circle, and determining the intersection of the straight line from the center of said $(n - 1)^{th}$ layer to each node of the $(n - 1)^{th}$ layer as the center of each circle upon which the nodes of the n^{th} layer are arranged.

39. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 37 wherein said node arrangement calculation unit which carries out calculations of the radius of the circle upon which nodes are arranged based on the number of nodes of the lower layer.

40. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 37 wherein said node arrangement calculation unit is furnished with:

a node arrangement locus calculation unit which partitions the center of a circle upon

* C L M S *

which nodes are arranged according to the ratio of the number of nodes of the lower layer subordinate to each node arranged on the same circle, constructs an inscribed circle in the smallest area formed by the extensions of the largest partition angle and the display border line, and calculates the locus which arranges nodes by constructing a circle upon which nodes are arranged by calculating the radius of the circle upon which nodes are arranged as the length from the center of the circle to the inscribed circle,

a node position calculation unit upon which arranges the nodes according to the partitioned angle on the circle calculated by said node arrangement locus calculation unit, and

a layer arrangement position calculation unit which calculates the layer arrangement position by fixing the center of the circle upon which the nodes of the first layer are arranged on a predetermined position in the case of the first layer, and in the case of the n^{th} layer(n is an integer equal to or greater than 2), constructing a concentric circle whose radius is the result of adding the radius of the circle of the $(n - 1)^{th}$ layer calculated by said node arrangement locus calculation unit and the radius of said inscribed circle, and determining the intersection of the extensions from the center of the circle of said $(n - 1)^{th}$ layer to each node of the of the $(n - 1)^{th}$ layer as the center of each circle upon which the nodes of the n^{th} layer are arranged.

41. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 37 wherein said node arrangement calculation unit calculates the radius of the circle upon which nodes are arranged based on the number of layers of the lower layer.

42. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 37 wherein said node arrangement calculation unit is provided with a arrangement locus calculation unit which calculates the locus upon which nodes are arranged, a node position calculation unit which calculates the position upon which nodes are arranged, and a layer arrangement position calculation unit which calculates the arrangement position of the layer,

and wherein

said node arrangement locus calculation unit which calculates the locus upon which nodes are arranged, in the case of the first layer by partitioning the center of the circle upon which nodes are arranged in proportion to the number of layers of the lower layer subordinate to each node positioned on the same circle, constructing an inscribed circle in the smallest area formed by the extensions of the largest partition angle and the display border line, and constructing a circle upon which nodes are arranged by calculating the length from the center of the circle to the inscribed circle as the radius of a circle upon which nodes are arranged, and in the case of the m^{th} layer (m is a integer equal to or greater than 2), by constructing a circle by calculating the radius from the constructed inscribed circle by said layer arrangement position calculation unit,

said node position calculation unit which arranges nodes on a circle calculated by said node arrangement locus calculation according to the partitioned angle in the case of the first layer, and in the case of the p^{th} layer (p is an integer equal to or greater than 2) partitions the center of the circle constructed by said node arrangement locus calculation unit according to the ratio of the number of layers of the lower layers subordinated to each node arranged on the same circle, and arranges the nodes on the circle according to the partitioned angle, and

said layer arrangement position calculation unit calculates the arrangement position of the layer by determining the center of a circle upon which the nodes of the first layer are arranged at a predetermined position in the case of the first layer, and in the case of the n^{th} layer by constructing an inscribed circle in the area formed by the display border line and the extensions of each partition angle of the $(n - 1)^{th}$ layer by said node arrangement locus calculation unit or node position calculation unit, and by determining the center of each inscribed circle as the center of each circle upon which nodes are arranged.

43. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claims 35, 37,

39, and 41wherein said node arrangement calculation unit, in the case that an upper layer node is directly connected to a node two or more layers below:

arranges on the same ellipse nodes of the same layer subordinate to the same node, and

arranges the nodes of the middle layer for which part has no nodes corresponding to the relevant layer when the nodes of vertical layers are directly connected on an ellipse constructed in the ellipse upon which nodes of the lower layer are arranged.

44. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 43 wherein said node arrangement calculation unit:

constructs an ellipse with its object being the nodes of the same layer subordinate to the name node,

determines whether there is a middle layer whose nodes have no nodes in one part,

arranges nodes of the same layer on the constructed ellipse in the case that it is determined that there are no layers without nodes in one part, and

arranges nodes of the lower layer on the constructed ellipse, constructs a second ellipse in said ellipse, and arranges the nodes of said middle layer on the second ellipse in the case that it is determined that there are layers without nodes in one part.

45. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claims 35, 37, 39, 41, and 43 wherein said node arrangement calculation unit, in the case of a plurality of hierarchical structure is connected:

partitions the display area of the display part by the number of unitary hierarchical structures in which the upper layer nodes are independent,

arranges on the circumference of an ellipse drawn on the center of each display area in the case of the nodes included in the highest layer of each hierarchical structure, and

* C L M S *

arranges at nearest positions the nodes of the part connecting the other hierarchical structures in such a way that nodes of the lower layers are arranged on a concentric ellipse larger than the ellipse of the upper layer in the case of the nodes of lower layers.

46. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 45 wherein said node arrangement calculation unit determines the position closest to the partition lines of the display area as a base point, and arranges on the base point the nodes the other hierarchical layers or their upper layer ellipses when arranging the ellipses of each layer or when arranging the nodes on the same ellipse.

47. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 35, 37, 39, 41, 43, 45 wherein said link connection calculation unit is provided with:

a link branch position calculation unit which branches straight lines issuing from the nodes of the upper layer at a position where they do not overlap with other links, and connects each node of the lower layer.

48. A graphical display apparatus for hierarchical structures according to Claim 47 wherein the branch point of said links connects each node of the lower at the point which is located on a straight line from the center of the ellipse where the nodes of said layer are connected to the upper node, and on the straight line issuing from the node of the upper layer to where it is tangent to the ellipse of the lower layer.

49. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program for executing on a computer, the program performing the functions comprising:

a data structure analysis function that reads data related to the hierarchical structure

of apparatuses and functions corresponding to branch points, relay points, and end points, and analyses the input data,

a node arrangement calculation function which carries out calculation of the node arrangement position from the results of analysis of said data structure analysis function by arranging the nodes of the same layer subordinate to the same node on the same ellipse and arranging the ellipses of the same lower layer on a concentric circle larger than the ellipse of the upper layer

a link connection calculation function which carries out calculation of the link connections showing the connection relationships of said nodes from the results of the analysis of said data structure analysis function and the node arrangement position of said node arrangement calculation function, and

an image generation function which carries out construction of the image for output to the output apparatus by using the results of calculation from said node arrangement calculation function and said link connection calculation function.

50. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 49 which constructs an ellipse which is the locus upon which nodes are arranged by:

said data structure analysis function determining the ratio of the size of the ellipses of each layer and the ratio of the minor axis and major axis of the ellipse used for node arrangement in said node arrangement calculation function based on the hierarchical structure of the analyzed nodes, and further determining the size of the ellipses of each layer according tot the display area, and

wherein said node arrangement calculation function is furnished with:

a node arrangement locus calculation unit which constructs an ellipse which is the locus for arranging nodes of the n^{th} layer (n is an integer equal to or greater than 1) based on

the value determined by said data structure analysis function,

a node position calculation function which arranges the nodes on an ellipse calculated by said node arrangement locus calculation according to the number of nodes subordinate to the same node of the n^{th} layer, and

a layer arrangement position calculation unit which carries out calculation of the layer arrangement positions by constructing a locus for the center of ellipses of the $(n + 1)^{th}$ layer at a distance where the n^{th} layer and the $(n + 1)^{th}$ layer do not overlap on the center of the ellipse of said n^{th} layer, and further

said node arrangement locus calculation unit construct ellipses at a predetermined position for the first layer, and

constructing an ellipse for the m^{th} layer (m is an integer equal to or greater than 2) whose size depends on the number of arranged nodes, and sets the center at a position depending on the number of nodes arranged on each ellipse of the m^{th} layer calculated by said layer arrangement position calculation unit in the case of layers of the m^{th} layer (m is an integer equal to or greater than 2).

51. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 49 wherein the ellipse used in order to arrange nodes by said node arrangement calculation unit is a circle.

52. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 51 provided with:

a node arrangement locus calculation function which calculates the locus on which nodes are arranged by equally partitioning the center angle of a circle upon which nodes are arranged by the number of nodes arranged on the same layer, constructing an inscribed circle in the smallest area formed by this partition line and the display border line, and calculating a

circle upon which the nodes are arranged by calculating the radius of the circle upon which nodes are arranged from the distance from the center of the circle to the inscribed circle or the radius of the inscribed circle,

a node position calculation function which calculates the position on which nodes are arranged by equally partitioning the center angle according the number of nodes arranged on the circle calculated by said node arrangement locus calculation function, and

a layer arrangement calculation unit which calculates the layer arrangement positions by fixing the center of the circle upon which nodes of the first layer are arranged at a predetermined position in the case of the first layer, and in the case of the n^{th} layer (n is an integer equal to or greater than 2), constructing a concentric circle whose radius is the result of adding the radius of the circle of the $(n - 1)^{th}$ layer calculated by said node arrangement calculation unit and the radius of said inscribed circle, and determining the intersection of the straight line from the center of said $(n - 1)^{th}$ layer to each node of the $(n - 1)^{th}$ layer as the center of each circle upon which the nodes of the n^{th} layer are arranged.

53. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 49 wherein said node arrangement calculation function calculates the radius of the circle upon which nodes are arranged based on the number of nodes in the lower layers.

54. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 51 wherein said node arrangement calculation function is provided with:

a node arrangement locus calculation function which partitions the center of a circle upon which nodes are arranged according to the ratio of the number of nodes of the lower layer subordinate to each node arranged on the same circle, constructs an inscribed circle in

* C L M S *

the smallest area formed by the extensions of the largest partition angle and the display border line, and calculates the locus which arranges nodes by constructing a circle upon which nodes are arranged by calculating the radius of the circle upon which nodes are arranged as the length from the center of the circle to the inscribed circle,

a node position calculation function which arranges the nodes according the partitioned angle on the circle calculated by said node arrangement locus calculation unit, and

a layer arrangement position calculation function which calculates the layer arrangement position by fixing the center of the circle upon which nodes of the first layer are arranged on a predetermined position in the case of the first layer, and in the case of the n^{th} layer (n is an integer equal to or greater than 2), constructing a concentric circle whose radius is the result of adding the radius of the circle of the $(n - 1)^{th}$ layer calculated by said node arrangement locus calculation unit and the radius of said inscribed circle, and determining the intersection of the extensions from the center of the circle of said $(n - 1)^{th}$ layer to each node of the $(n - 1)^{th}$ layer as the center of each circle upon which the nodes of the n^{th} layer are arranged.

55. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 51 wherein said node arrangement calculation function calculates the radius of the circle upon which nodes are arranged based on the number of layers of the lower layers.

56. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 51 wherein said node arrangement calculation function is furnished with:

an arrangement locus calculation unit which calculates the locus upon which nodes are arranged, a node position calculation unit which calculates the position upon which nodes

* C L M S *

are arranged, and a layer arrangement position calculation unit which calculates the arrangement position of the layer, and wherein

said node arrangement locus calculation function which calculates the locus upon which nodes are arranged, in the case of the first layer by partitioning the center of the circle upon which nodes are arranged in proportion to the number of layers of the lower layer subordinate to each node positioned on the same circle, constructing an inscribed circle in the smallest area formed by the extensions of the largest partition angle and the display border line, and constructing a circle upon which nodes are arranged by calculating the length from the center of the circle to the inscribed circle as the radius of the circle upon which nodes are arranged, and for the m^{th} layer (m is an integer equal to or greater than 2) by constructing a circle by calculating the radius from the constructed inscribed circle by said layer arrangement position calculation function,

said node position calculation unit arranging nodes on the circle calculated by said node arrangement locus calculation according to the partitioned angle function for the first layer, and for the p^{th} layer (p is an integer equal to or greater than 2) partitions the center of the circle constructed by said node arrangement locus calculation function according to the ratio of the number of layers of the lowers layers subordinate to each node arranged on the same circle, and arranges nodes on this circle according to the partitioned angles, and

said layer arrangement position calculation function calculates the arrangement position of the layer, by determining the center of a circle upon which nodes of the first layer are arranged at a predetermined position in the case of the first layer, and in the case of the n^{th} layer by constructing an inscribed circle in the area formed by the display border line and said node position calculation unit, and by determining the center of each inscribed circle as the center of each circle upon which nodes are arranged.

57. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure

graphical display program according to Claims 49, 51, 53, and 55 wherein said node arrangement calculation function:

arranges nodes of the same layer subordinate to the same node on the same ellipse when the upper layer nodes are directly connected to the nodes 2 or more layers below, and

arranges the nodes of the middle layer where upper and lower nodes are directly connected and there are parts without nodes corresponding to said layer on an ellipse constructed by the function in the arrangement ellipse of the lower nodes.

58. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 57 wherein said node arrangement calculation function:

constructs an ellipse with its object being the nodes of the same layer subordinate to the same node,

determines whether there is a middle layer whose nodes do not have nodes in one part,

arranges nodes of the same layer on the constructed ellipse in the case that it is determined that there are no layers without nodes in one part, and

arranges nodes of the lower layer on the constructed ellipse, constructs a second ellipse in said ellipse, and arranges the nodes of the middle layer on said second ellipse in the case that it is determined that there are middle layers without nodes in one part.

59. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claims 49, 51, 53, 55 and 57 wherein, in the case of a plurality of hierarchical structures are connected, said node arrangement calculation function:

partitions the display area of the display function by the number of unitary hierarchical structures in which the nodes of the highest layers are independent,

arranges on the circumference of an ellipse drawn at the center of each display area in the case of nodes included in the highest layer of each hierarchical structure, and

arranges at nearest positions nodes of the part connecting the other hierarchical structures in such a way that the nodes on the lower layers are arranged on a concentric ellipse larger then the ellipse of the upper layer in the case of nodes of lower layers.

60. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 59 wherein said node arrangement calculation function determines the position closest to the partition lines of the display area as a base point, and arranges on the base point the nodes which connect with the other hierarchical layers or their upper layer ellipses when arranging the ellipses of each layer or when arranging the nodes on the same ellipse.

61. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 49, 51, 53, 55, 57, and 59 wherein said link connection calculation function is provided with:

a link branch position calculation function which branches straight lines issuing from nodes of the upper layers at a position where they do not overlap with other links, and connects each node of the lower layer.

62. A computer readable recording medium on which is recorded a hierarchical structure graphical display program according to Claim 61 wherein said link branch position calculation function connects each node of the lower layer by branching a straight line at a position up to where the straight line issuing from the node of the upper layer meets the ellipse of the lower layer on the straight line connecting the center point of the circle upon which the nodes of the layer are arranged and the upper node, and connecting each node of

the lower layer.

* C L M S *