

明 細 書

発明の名称： アンテナ装置及び通信装置

技術分野

[0001] 本発明は、例えば無線LANシステム用の通信装置などの比較的高い周波数帯域を無線通信に利用する通信装置用に適用して好適なアンテナ装置、及びそのアンテナ装置を備えた通信装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、数百MHzから数GHzの比較的高い周波数帯域を無線伝送に使用する無線伝送システムが各種普及している。例えば、無線LANシステムとして、2GHz帯や5GHz帯などを使ったものが開発されている。このような帯域を使った無線通信装置が備えるアンテナ装置として、各種方式のものが開発され、実用化されている。

特許文献1には、この種の通信装置用のアンテナの一例についての記載がある。特許文献1に記載のものは、複数のアンテナ素子を配置して、いわゆるダイバーシティ効果を持たせるようにしたものである。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表2009-514292号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、無線伝送システムで無線伝送に使用する帯域として、比較的に広い帯域を使用するものが増えており、数百MHzから数GHzなどの比較的高い周波数帯域用のアンテナとして、広帯域のものが望まれている。

[0005] また、ダイバーシティ効果を持ったアンテナについても、簡単かつ小型な構成で、より良好なダイバーシティ特性を持ったアンテナが望まれている。

[0006] 本発明は、広帯域の特性を持ったアンテナ装置を提供することを目的とする。

また本発明は、良好なダイバーシティ特性を持ったアンテナ装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、第1のアンテナ素子と、第2のアンテナ素子と、第1のアンテナ素子と前記第2のアンテナ素子とがそれぞれ別の伝送線路を介して接続される分岐回路とを有したアンテナ装置である。

そして、第1のアンテナ素子と分岐回路を接続する伝送線路と、第2のアンテナ素子と前記分岐回路を接続する伝送線路との長さを変えて一方の伝送線路で遅延処理を行う。

[0008] この遅延調整を行うことにより、第1及び第2のアンテナ素子の入力インピーダンス及び／又は位相を調整して、第1及び第2のアンテナ素子単独でのアンテナ特性よりも広帯域な特性となるようにした。

発明の効果

[0009] 本発明によると、2つのアンテナ素子を備えたアンテナ装置として、1つのアンテナ素子単独でのアンテナ特性よりも広帯域な特性となり、比較的簡単な構成で広帯域特性を持った良好なアンテナ装置が得られる。また、そのアンテナ装置を備えた通信装置の無線通信特性を良好にすることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の第1の実施の形態のアンテナ装置の例を示す構成図である。

[図2]本発明の第1の実施の形態のアンテナ装置の配置例を示す説明図である。

[図3]本発明の第1の実施の形態のアンテナ装置の別の配置例を示す説明図である。

[図4]本発明の第1の実施の形態のアンテナ装置の周波数特性の一例を示す特性図である。

[図5]図3の例のアンテナ装置の具体的な配置例を示す構成図である。

[図6]図5の例のアンテナ装置の配置状態を示す説明図である。

[図7]図3の例のアンテナ装置の別の具体的な配置例を示す斜視図である。

[図8] 図7の要部を拡大して示す斜視図である。

[図9] 図7の例の特性図である。

[図10] 図7の例の特性図である。

[図11] 図7の例の特性図である。

[図12] 本発明の第2の実施の形態のフテナ装置の例を示す構成図である。

[図13] 本発明の第2の実施の形態のハイブリッド回路の例を示す構成図である。

る。

[図14] 本発明の第2の実施の形態のフテナ装置の周波数特性の一例を示す

特性図である。

[図15] 本発明の第2の実施の形態のフテナ装置の指向性特性の一例を示す

特性図である。

[図16] 本発明の第2の実施の形態のフテナ装置の指向性特性の一例を示す

特性図である。

[図17] 本発明の第3の実施の形態のフテナ装置の例を示す構成図である。

[図18] 本発明の第3の実施の形態のハイブリッド回路の例を示す構成図であ

る。

[図19] 本発明の第3の実施の形態のフテナ装置の周波数特性の一例を示す

特性図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下の順序で本発明の実施の形態を説明する。

1. 第1の実施の形態

1. 1 フテナ装置の構成 (図1)

1. 2 フテナ素子の配置例 (例1: 図2)

1. 3 フテナ素子の配置例 (例2: 図3)

1. 4 特性例 (図4)

1. 5 例2のフテナの配置例 (図5, 図6)

1. 6 例2のフテナの別の配置例 (図7, 図8)

1. 7 図7の構成の特性例 (図9, 図10, 図11)

2. 第2の実施の形態

2. 1 アンテナ装置の構成 (図12, 図13)

2. 2 特性例 (図14, 図15, 図16)

3. 第3の実施の形態

3. 1 アンテナ装置の構成 (図17, 図18)

3. 2 特性例 (図19)

4. 変形例

[0012] [1. 第1の実施の形態]

以下、本発明の第1の実施の形態の例を、図1～図4を参照して説明する。

[0013] [1. 1 アンテナ装置の構成]

図1は、本実施の形態のアンテナ装置を備えた通信装置の構成例を示した図である。

図1に示したアンテナ装置の構成の概要を説明すると、第1アンテナ素子11と、第2アンテナ素子12と、第1アンテナ素子11と第2アンテナ素子12とがそれぞれ別の伝送線路15, 16を介して接続される分配回路13とを有する。そして、第1アンテナ素子11と分配回路13を接続する伝送線路15と、第2アンテナ素子12と分配回路13を接続する伝送線路16との長さを変えて一方の伝送線路で遅延処理を行うようにした。このような遅延処理を行うことで、第1及び第2アンテナ素子11, 12の入力インピーダンス及び／又は位相を調整して、第1及び第2アンテナ素子11, 12単独でのアンテナ特性よりも広帯域な特性となるようにした。

[0014] 次に、図1に示したアンテナ装置の具体的構成について説明する。

通信装置10は、例えば数百MHzから数GHzの周波数帯域で無線通信を行う無線通信装置であり、その通信装置10に取り付けられたアンテナ装置として、第1アンテナ素子11と第2アンテナ素子12とを備える。

本実施の形態の場合には、それぞれのアンテナ素子11, 12は、いわゆる逆F型モノポールアンテナとして構成してあり、それぞれのアンテナ素子

11, 12は同じ長さの素子としてある。2つのアンテナ素子11, 12の配置例の詳細については後述するが、ここでは棒状の2つのアンテナ素子11, 12が所定の間隔をあけて、ほぼ直線状に並ぶように配置してある。なお、図1の例では、2つのアンテナ素子11, 12は直線状に配置してあるが、2つのアンテナ素子11, 12を、ある程度の角度を持って配置させてもよい。

[0015] 第1アンテナ素子11は、第1アンテナ素子11の給電点11aを、伝送線路15を介して分配回路（分岐回路）13に接続しており、第2アンテナ素子12は、アンテナ素子12の給電点12aを、伝送線路16を介して分配回路13に接続してある。分配回路13は、2つの伝送線路15, 16を内部で接続して、2つのアンテナ素子11, 12で受信して得た信号を合成して給電ポート14に供給する。また、送信時には給電ポート14に得られる信号を、2つのアンテナ素子11, 12に分配（分岐）させる。

ここで、2つの伝送線路15, 16の中で、一方の伝送線路16については、他方の伝送線路15よりも長さを長くして、遅延線路として機能するようにしてある。例えば、2GHz帯の送受信アンテナとして構成させた場合に、伝送線路15の長さL1を100mmとし、遅延線路として機能する伝送線路16の長さL2を160mmとする。この長さL1, L2の値は一例である。

[0016] [1. 2 アンテナ素子の配置例（例1）]

図2は、アンテナ素子11, 12の配置例を示したものである。

図2に示すように、それぞれが逆F型モノポールアンテナとして構成されたアンテナ素子11, 12は、接地電位部であるGND面17の表面に、その表面からわずかな距離を離して、直線状に並ぶように配置してある。

そして、第1アンテナ素子11の給電点11aを、伝送線路15に接続してある。給電点11aは、接続導体11bを介してGND面17と接続させてある。

また、第2アンテナ素子12の給電点12aを、伝送線路16に接続して

ある。給電点 1 2 a は、接続導体 1 2 b を介して GND 面 1 7 と接続させてある。

この図 2 の例の場合には、第 1 アンテナ素子 1 1 の給電点 1 1 a と、第 2 アンテナ素子 1 2 の給電点 1 2 a とを近接させてある。

[0017] [1. 3 アンテナ素子の配置例 (例 2)]

図 3 は、アンテナ素子 1 1' , 1 2' の別の配置例を示したものである。

この図 3 の例の場合にも、2 つのアンテナ素子 1 1' , 1 2' は直線上に配置してある。そして、その 2 つのアンテナ素子 1 1' , 1 2' の配置関係を図 2 の例とは逆にしたものである。

即ち、図 3 に示すように、それぞれが逆 F 型モノポールアンテナとして構成されたアンテナ素子 1 1' , 1 2' は、第 1 アンテナ素子 1 1' の給電点 1 1 a と、第 2 アンテナ素子 1 2' の給電点 1 2 a とを離して配置してある。そして、第 1 アンテナ素子 1 1' の先端と第 2 アンテナ素子 1 2' の先端とを近接させてある。

この図 3 の例の場合にも、2 つのアンテナ素子 1 1' , 1 2' は直線状に配置してあるが、2 つのアンテナ素子 1 1' , 1 2' を、ある程度の角度を持って配置させてもよい。

アンテナ装置を構成する場合、図 2 に示す配置と、図 3 に示す配置のいずれを適用してもよい。また、後述する第 2, 第 3 の実施の形態でもアンテナ素子の配置は説明しないが、この図 2 又は図 3 の構成が適用可能である。

[0018] [1. 4 特性例]

図 4 は、本実施の形態のアンテナ素子の周波数特性例を示したものであり、横軸が周波数で 2 GHz 帯を示してあり、縦軸がリターンロスを示す。

図 4 において、破線で示す特性 S 1 は、第 1 アンテナ素子 1 1 単独で使したアンテナ装置の場合の周波数特性である。実線で示す特性 S 2 は、図 1 に示した本実施の形態の構成のアンテナ装置の場合の周波数特性である。

この図 4 で例えば -10 dB 以上のリターンロスが得られる周波数範囲がアンテナ装置として使用できる範囲であるとした場合、1 本のアンテナ素子

を単独で使したアンテナ装置の特性 S_1 の場合には、送受信できる帯域幅が約 144 MHz である。これに対して、図 1 の構成のアンテナ装置の特性 S_2 の場合には、送受信できる帯域幅が約 483 MHz である。

従って、本実施の形態の構成のアンテナ装置によると、アンテナ特性を非常に広帯域化することができる。この広帯域化は、伝送線路 15, 16 の内の一方の伝送線路 16 を長くした遅延線路として構成したことによるものである。即ち、遅延線路を有することで、それぞれのアンテナ素子 11, 12 の入力インピーダンス又は位相が調整され、総合的な特性 S_2 を、1 本のアンテナ素子だけの特性 S_1 よりも広帯域化することができる。例えば上述したように、一方の伝送線路 15 を 100 mm とし、他方の伝送線路 16 を 160 mm とし、長さを 60 mm とし、 2 GHz の周波数に対して約 70° の位相差を設けたことになり、その位相差の信号の合成で広帯域化が図れている。

[0019] [1. 5 例 2 のアンテナの配置例]

次に、図 3 の例のアンテナ装置のより具体的な構成例について、図 5 及び図 6 を参照して説明する。

図 5 及び図 6 に示したアンテナ装置の構成の概要を説明すると、第 1 アンテナ素子 11 と、第 2 アンテナ素子 12 とを、距離 D_1 だけ離して設置する。距離 D_1 は、各アンテナ素子上の電流分布における絶対値が最大になる箇所を結ぶ距離である。第 1 アンテナ素子 11 と第 2 アンテナ素子 12 とは、それぞれ別の伝送線路 15, 16 を介して分配回路 13 に接続する。伝送線路 15, 16 の距離の差を、距離 D_2 とする。そして、 m を 0 以上の整数、 n を 1 以上の整数としたとき、 $|D_1 - D_2| = m \cdot \lambda_0$ 、ならびに、 $D_1 + D_2 = n \cdot \lambda_0$ の条件を満足するように構成する。

[0020] 図 5 及び図 6 を参照して具体的な例について説明すると、図 5 に示した構成は、図 3 に示したアンテナ装置と同じである。図 5 では、第 1 アンテナ素子 11' と第 2 アンテナ素子 12' との距離 D_1 の設定状態を示している。この距離 D_1 は、第 1 アンテナ素子 11' の素子上の電流分布における絶対

値が最大になる箇所 11c と、第2アンテナ素子 12' の素子上の電流分布における絶対値が最大になる箇所 12c との距離である。

また、第1アンテナ素子 11' と分配回路 13 を接続する伝送線路 15 の長さを L_1 とし、第2アンテナ素子 12' と分配回路 13 を接続する伝送線路 16 の長さを L_2 としたとき、 $L_2 - L_1 = D_2$ とする。つまり、伝送線路 15 と伝送線路 16 の長さの差を、 D_2 とする。この距離 D_2 は、伝送線路で構成される遅延線の長さに相当する。

このように定義した距離 D_1 、 D_2 を簡易的に図6に示すと、2つのアンテナ素子 11、12 は、距離 D_1 だけ離れて設置されると共に、伝送線路の長さが D_2 だけ異なることになる。図6では、アンテナ素子 11、12 と示してあるが、アンテナ素子 11'、12' でも同じである。

図6に示したアンテナ装置の構成について説明すると、このように D_1 、 D_2 を定義したとき、以下の式となるように D_1 、 D_2 の値を決めて、アンテナ装置を製作するのが好ましい。

$$|D_1 - D_2| = m \cdot \lambda_0$$

$$D_1 + D_2 = n \cdot \lambda_0$$

ここで、 m は0以上の整数であり、 n は1以上の整数である。 λ_0 はアンテナ装置で送信又は受信を行う中心周波数の波長である。

[0021] 好ましい例としては、例えば $m=0$ かつ $n=1$ とする構成が考えられる。このようにすることで、第1アンテナ素子 11 から第2アンテナ素子 12 への結合と、第2アンテナ素子 12 から第1アンテナ素子 11 への結合のどちらも同相となる。このため、個々のアンテナが結合して、1つの大きなアンテナとして動作し、アンテナ体積が拡大することになり、放射効率が拡大する。また、伝送線路の長さの違いで生じる遅延線の損失が小さくなる。

[0022] 図5及び図6の D_1 、 D_2 について、別の例について説明する。次に示す式のように設定してもよい。

$$D_1 = (1/4 + m') \lambda_0$$

$$D_2 = (1/4 + n') \lambda_0$$

ここで、 m' は0以上の整数であり、 n' は0以上の整数である。 λ_0 はアンテナ装置で送信又は受信を行う中心周波数の波長である。

この例の場合には、 $m' = n' = 0$ が最も望ましい。

この例のように設定した場合には、第1アンテナ素子11から第2アンテナ素子12への結合は同相になり、第2アンテナ素子12から第1アンテナ素子11への結合は逆相になる。従って、第1アンテナ素子11から第2アンテナ素子12へ向かう放射指向性が強くなる。

[0023] 図5及び図6のD1, D2について、さらに別の例について説明する。次に示す式のように設定してもよい。

$$D1 = (3/4 + m') \lambda_0$$

$$D2 = (1/4 + n') \lambda_0$$

ここで、 m' は0以上の整数であり、 n' は0以上の整数である。 λ_0 はアンテナ装置で送信又は受信を行う中心周波数の波長である。

この例の場合には、 $m' = n' = 0$ が最も望ましい。

この例のように設定した場合には、第1アンテナ素子11から第2アンテナ素子12への結合は逆相になり、第2アンテナ素子12から第1アンテナ素子11への結合は同相になる。従って、第2アンテナ素子12から第1アンテナ素子11へ向かう放射指向性が強くなる。

[0024] これらの各例から判るように、2つのアンテナ素子の距離D1と遅延線の距離D2を任意にコントロールすることで、所望の指向性と放射効率に調整することが可能となる。

[0025] [1. 6 例2のアンテナの別の配置例]

図7及び図8は、図3に示したアンテナ装置を、接地電位部であるGND面17の端面に配置した例である。図8は図7のアンテナ素子部分を拡大して示した図である。

図7及び図8に示したアンテナ装置の構成の概要を説明すると、第1アンテナ素子11'と、第2アンテナ素子12'とを、所定の距離だけ離して、接地電位部であるGND面17の端辺17aに配置する。各アンテナ素子1

1' , 12' を平行に伸ばす方向と、端辺 17a とを平行にする。さらに。各アンテナ素子 11' , 12' を端辺 17a から離す高さ方向を、GND面 17 の面として広がっている方向と平行とする。第 1 アンテナ素子 11' と第 2 アンテナ素子 12' との設置状態、及びそれぞれのアンテナ素子に接続される伝送線路の構成については、例えば、図 5 及び図 6 など説明した構成が適用される。

[0026] 図 7 及び図 8 を参照して、具体的な構成例について説明する。この例では、アンテナ装置で送信又は受信を行う周波数の中心周波数が 2 GHz の場合における、1 つの例として各部の寸法を示してある。

図 7 に示すように、接地電位部である GND 面 17 は、縦方向の長さ V1 を約 190 mm としてあり、横方向の長さ H1 を約 300 mm としてある。この GND 面 17 のサイズは、例えばノート型パーソナルコンピュータ装置に搭載される基板のサイズを想定している。

[0027] そして図 7 に示すように、GND 面 17 の端辺 17a に、第 1 アンテナ素子 11' と第 2 アンテナ素子 12' とが、先端側が近接して向き合った状態で、所定の距離だけ離して、接地電位部である GND 面 17 の端辺 17a に配置してある。各アンテナ素子 11' , 12' を平行に伸ばす方向と、端辺 17a とは平行にしてある。各アンテナ素子 11' , 12' の長さ La (図 8) は、約 38 mm としてある。給電点 11a , 12a から接続導体 11b , 12b が端辺 17a と平行に伸びた長さ Lb は、約 8.5 mm としてある。

[0028] 各アンテナ素子 11' , 12' を端辺 17a から離す高さ方向は、GND 面 17 の面として広がっている方向と平行としてある。このアンテナ素子 11' , 12' を端辺 17a から離す高さ Ha (図 8) は、約 5 mm としてある。

図 8 に拡大して示すように、各アンテナ素子 11' , 12' を構成する素材は、厚さ Ta が約 0.1 mm で、幅 Tb が約 2 mm の線材を使用してある。

さらに、接続導体 11b, 12b を含んだ各アンテナ素子 11', 12' の長さ D_a (図 8) を、約 102mm としてある。この D_a は、2つのアンテナ素子 11', 12' の先端間の距離を含んだ長さである。

なお、図 8 ではアンテナ素子 11', 12' の内の一方の長さ、高さ、厚さ、幅だけを示してあるが、2つのアンテナ素子 11', 12' でこれらの値は同じとしてある。

各アンテナ素子 11', 12' に接続される伝送線路と分配回路の構成については、例えば、図 5 及び図 6 などでも説明した構成が適用される。

[0029] [1. 7 図 7 の構成の特性例]

次に、図 7 及び図 8 の構成のアンテナ装置の放射特性例を、図 9, 図 10, 図 11 に示す。

図 9 は、スミスチャートで示した特性である。特性 S 11 は、第 1 アンテナ素子 11' だけを配置したアンテナ装置の放射特性であり、特性 C 11 は、図 7 に示すように 2つのアンテナ素子 11', 12' を備えた構成の場合の放射特性である。

図 10 は、リターンロス特性として示したものであり、2GHz を中心として 1.3GHz から 2.8GHz までの特性を示している。特性 S 12 は、第 1 アンテナ素子 11' だけを配置したアンテナ装置のリターンロス特性であり、特性 C 12 は、図 7 に示すように 2つのアンテナ素子 11', 12' を備えた構成の場合のリターンロス特性である。

図 11 は、放射効率特性として示したものであり、2GHz を中心として 1.3GHz から 2.8GHz までの特性を示している。特性 S 13 は、第 1 アンテナ素子 11' だけを配置したアンテナ装置の放射効率特性であり、特性 C 13 は、図 7 に示すように 2つのアンテナ素子 11', 12' を備えた構成の場合の放射効率特性である。

図 11 の放射効率特性から判るように、2つのアンテナ素子 11', 12' を備えた本実施の形態の例の構成の方が、1本のアンテナ素子だけの場合に比べて、放射効率特性が良くなっている。

[0030] [2. 第2の実施の形態]

以下、本発明の第2の実施の形態の例を、図12～図16を参照して説明する。この図12～図16において、既に説明した第1の実施の形態に対応する部分には同一符号を付す。

この第2の実施の形態においては、図1に示した分配回路13の代わりに、 90° 移相器であるハイブリッド回路を接続した例である。

[0031] [2. 1 アンテナ装置の構成]

図12は、本実施の形態のアンテナ装置を備えた通信装置の構成例を示した図である。

このアンテナ装置の構成の概要を説明すると、第1アンテナ素子11と、第2アンテナ素子12とを備える。第1アンテナ素子11と第2アンテナ素子12とは、それぞれ別の伝送線路15、16で、 90° ハイブリッド回路23に接続してある。第1アンテナ素子11と 90° ハイブリッド回路23を接続する伝送線路15と、第2アンテナ素子12と 90° ハイブリッド回路23を接続する伝送線路16との長さを変えて一方の伝送線路で遅延処理を行うようにした。 90° ハイブリッド回路23は、それぞれのアンテナ素子11、12が接続される2つのポートの入カインピーダンス及び／又は位相を所定状態に設定したものである。

[0032] 次に、図12を参照して、具体的な構成について説明する。

通信装置20は、例えば数百MHzから数GHzの周波数帯域で無線通信を行う無線通信装置であり、その通信装置20に取り付けられたアンテナ装置として、第1アンテナ素子11と第2アンテナ素子12とを備える。各アンテナ素子11、12の配置例については、ここでは第1の実施の形態で図1、図2などで説明した構成をそのまま適用する。

[0033] そして、第1アンテナ素子11は、第1アンテナ素子11の給電点11aを、伝送線路15を介して 90° ハイブリッド回路23に接続してある。第2アンテナ素子12は、第2アンテナ素子12の給電点12aを、伝送線路16を介して 90° ハイブリッド回路23に接続してある。伝送線路15と

伝送線路 16 は長さを変えてあり、伝送線路 16 が遅延線路として機能するようにしてある点についても、第 1 の実施の形態と同様である。但し遅延線路の長さは第 1 の実施の形態で説明した長さと同じであるとは限らない。

[0034] 90° ハイブリッド回路 23 は、2 つの給電ポート 21, 22 と接続させた構成としてあり、例えば、それぞれの給電ポート 21, 22 をそれぞれ別の通信回路と接続させる。

図 13 は、90° ハイブリッド回路 23 の構成の一例を示した図である。ここでは、配線基板上の導電体パターン 24 で 90° ハイブリッド回路 23 を構成させてあり、第 1 ポート 23 a と第 2 ポート 23 b と第 3 ポート 23 c と第 4 ポート 23 d を備える。導電体パターン 24 を配置した基板の横方向の長さ L11 を約 70 mm とし、縦方向の長さ L12 を約 68 mm とする。

第 1 ～第 4 ポート 23 a ～ 23 d は、四角形状に接続した導電体パターン 24 で隣接するポートと接続させた構成としてある。例えば、第 1 ポート 23 a は伝送線路 15 を介して第 1 アンテナ素子 11 と接続してあり、第 2 ポート 23 b は伝送線路 16 を介して第 2 アンテナ素子 12 と接続してある。また、第 3 ポート 23 c は給電ポート 21 と接続してあり、第 4 ポート 23 d は給電ポート 22 と接続してある。

[0035] このような導電体パターン 24 で 4 つのポート 23 a ～ 23 d が接続された 90° ハイブリッド回路 23 を用意することで、2 つのアンテナ素子 11, 12 からの信号に対して、ある周波数で 90° 位相差を与えて合成することになる。さらに、その合成信号を、90° 位相差で第 3 ポート 23 c と第 4 ポート 23 d とに得ることになる。

さらに、アンテナ素子として、ある 2 つの周波数（例えば 800 MHz と 2 GHz）で動作するものを用いることにより、当該 2 つの周波数にて 90° 位相差を与えて合成すると共に、90° 位相差で取り出すことになる。

[0036] 90° ハイブリッド回路 23 が 90° 移相器である場合には、その 90° ハイブリッド回路 23 の 4 つのポート 23 a ～ 23 d の信号を S 行列で示す

と、以下のようになる。

[0037] [数1]

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 & -j & -1 & 0 \\ -j & 0 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 0 & -j \\ 0 & -1 & -j & 0 \end{bmatrix}$$

[0038] [2. 2 特性例]

図14は、90°ハイブリッド回路23の第3ポート23c及び第4ポート23dに得られる信号（即ち給電ポート21、22に得られる信号）の周波数特性例を示したものである。破線の特性S21は、1つの第1アンテナ素子11だけを使用した場合の特性を参考を示したものであり、実線の特性S12が、第3ポート23c及び第4ポート23dに得られる信号である。

この図14に示した特性S12から判るように、複数の周波数帯域で広帯域化が図られていることが判る。図14の例では、例えば800MHz帯と2GHz帯で広帯域化が図られている。

[0039] また、第3ポート23cに得られる信号と、第4ポート23dに得られる信号とでは、ダイバーシティ効果も有する。即ち、例えば図15は、第3ポート23cに得られる信号の放射パターン（X-Y平面）の例であり、図16は、第4ポート23dに得られる信号の放射パターンの例である。この図15のパターンと図16のパターンを比較すると判るように、所定角度シフトした状態であり、異なる方向に感度を持つことが判る。

従って、第3ポート23cに得られる信号を、給電ポート21から通信回路に供給して受信される信号と、第4ポート23dに得られる信号を、給電ポート22から通信回路に供給して受信される信号とでは、空間ダイバーシティ効果が得られる。

[0040] なお、90°ハイブリッド回路23は、2つの周波数などの複数の周波数に対して、約90°の位相差を持たせるように構成してもよい。

[0041] [3. 第3の実施の形態]

以下、本発明の第3の実施の形態の例を、図17～図19を参照して説明する。この図17～図19において、既に説明した第1、第2の実施の形態に対応する部分には同一符号を付す。

この第3の実施の形態においては、図12に示した90°ハイブリッド回路23の代わりに、180°移相器であるハイブリッド回路を接続した例である。

[0042] [3. 1 アンテナ装置の構成]

図17は、本実施の形態のアンテナ装置を備えた通信装置の構成例を示した図である。

このアンテナ装置の構成の概要を説明すると、第1アンテナ素子11と、第2アンテナ素子12とを備える。第1アンテナ素子11と第2アンテナ素子12とは、それぞれ別の伝送線路15、16で、180°ハイブリッド回路33に接続してある。第1アンテナ素子11と180°ハイブリッド回路33を接続する伝送線路15と、第2アンテナ素子12と180°ハイブリッド回路33を接続する伝送線路16との長さを変えて一方の伝送線路で遅延処理を行うようにした。

[0043] 次に、図17を参照して、具体的な構成について説明する。

通信装置30は、例えば数百MHzから数GHzの周波数帯域で無線通信を行う無線通信装置であり、その通信装置30に取り付けられたアンテナ装置として、第1アンテナ素子11と第2アンテナ素子12とを備える。各アンテナ素子11、12の配置例については、ここでは第1の実施の形態で図1、図2などで説明した構成をそのまま適用する。

[0044] そして、第1アンテナ素子11は、第1アンテナ素子11の給電点11aを、伝送線路15を介して180°ハイブリッド回路33に接続してある。第2アンテナ素子12は、第2アンテナ素子12の給電点12aを、伝送線路16を介して180°ハイブリッド回路33に接続してある。伝送線路15と伝送線路16は長さを変えてあり、伝送線路16が遅延線路として機能

するようになっている点についても、第1の実施の形態と同様である。但し遅延線路の長さは第1の実施の形態で説明した長さと同じであるとは限らない。

[0045] 180°ハイブリット回路33は、2つの給電ポート31、32と接続させた構成としてあり、例えば、それぞれの給電ポート31、32をそれぞれ別の通信回路と接続させる。

図18は、180°ハイブリット回路33の構成の一例を示した図である。ここでは、配線基板上の導電体パターン34で180°ハイブリット回路33を構成させてあり、第1ポート33aと第2ポート33bと第3ポート33cと第4ポート33dを備える。導電体パターン34を配置した基板の横方向の長さL31を約73mmとし、縦方向の長さL32を約65mmとする。

[0046] 第1～第4ポート33a～33dは、四角形状に接続した導電体パターン34で隣接するポートと接続させた構成としてあるが、第3ポート33cと第4ポート33dとの間にはメアンダ部34aを設けてある。この導電体パターン34の形状は一例であり、その他のパターン形状としてもよい。

第1ポート33aは伝送線路15を介して第1アンプ素子11と接続し
てあり、第2ポート33bは伝送線路16を介して第2アンプ素子12と
接続してある。また、第3ポート33cは給電ポート31と接続してあり、
第4ポート33dは給電ポート32と接続してある。

[0047] このような導電体パターン34で4つのポート33a～33dが接続され
た180°ハイブリット回路33を用意することで、2つのアンプ素子1
1、12からの信号に対して、ある周波数で180°位相差を与えて合成す
ることになる。さらに、その合成信号を、180°位相差で第3ポート33
cと第4ポート33dとに得ることになる。

さらに、アンプ素子として、ある2つの周波数（例えば800MHzと
2GHz）で動作するものを用いることにより、当該2つの周波数にて、1
80°位相差を与えて合成すると共に、180°位相差で取り出すことにな

る。

[0048] 180° ハイブリッド回路33が180° 移相器である場合には、その180° ハイブリッド回路33の4つのポート33a～33dの信号をS行列で示すと、以下のようになる。

[0049] [数2]

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

[0050] [3. 2 特性例]

図19は、180° ハイブリッド回路33の第3ポート33c及び第4ポート33dに得られる信号（即ち給電ポート31、32に得られる信号）の周波数特性例を示したものである。破線の特性S31は、1つの第1アンテナ素子11だけを使用した場合の特性を参考を示したものであり、実線の特性S32が、第3ポート33c及び第4ポート33dに得られる信号である。

この図19に示した特性S32から判るように、複数の周波数帯域で広帯域化が図られていることが判る。図19の例では、例えば800MHz帯と2GHz帯で広帯域化が図られている。なお、周波数特性だけを見た場合、図14の90° ハイブリッド回路23と図19の180° ハイブリッド回路33は同じ特性である。

[0051] また、第3ポート33cに得られる信号と、第4ポート33dに得られる信号とでは、ダイバーシティ効果も有する。但し、位相差180° であるので、図15および図16の90° 位相差の例とは放射パターンが異なる。

[0052] なお、180° ハイブリッド回路33は、2つの周波数などの複数の周波数に対して、約180° の位相差を持たせるように構成してもよい。

[0053] [4. 変形例]

上述した第2及び第3の実施の形態では、伝送線路15, 16の内の一方を遅延線路とした上で、 90° ハイブリッド回路23又は 180° ハイブリッド回路33を接続したが、伝送線路15, 16は同じ長さとしてもよい。即ち、 90° ハイブリッド回路23や 180° ハイブリッド回路33だけの調整で、広帯域化やダイバーシティの効果を得るようにしてもよい。また、第2及び第3の実施の形態では、2つの給電ポートを設けて、ダイバーシティ受信が行える構成としたが、ダイバーシティ受信が不要である場合には、1つの給電ポートを設けるだけでよい。

[0054] また、ここまでの説明では、それぞれの実施の形態で、遅延線路やハイブリッド回路で位相を調整すると説明したが、アンテナ素子の入力インピーダンスを調整するようにしてもよい。即ち、遅延線路で入力インピーダンスと位相のいずれか一方又は双方を調整して、広帯域化を図る構成としてもよい。或いは、 90° ハイブリッド回路23又は 180° ハイブリッド回路33で、入力インピーダンスと位相のいずれか一方又は双方を調整して、広帯域化を図る構成としてもよい。

[0055] また、第1, 第2のアンテナ素子は、逆Fアンテナを例として説明したが、その他の方式のアンテナ素子を適用してもよい。この場合、第1及び第2のアンテナ素子のインピーダンスが同じ周波数特性を有するものを使用する場合の他に、第1及び第2のアンテナ素子のインピーダンスが異なる周波数特性を有する構成としてもよい。

[0056] また、各実施の形態の例で説明した特性の算出に使用した中心周波数は、アンテナ装置で使用する周波数帯の完全に中心になる周波数でなくても良く、ほぼ中心となる周波数でよい。或いは、例えばアンテナ装置で送信又は受信を行う代表となる周波数でもよい。

符号の説明

[0057] 10…通信装置、11, 11'…第1アンテナ素子、11a…給電点、11b…接続導体、11c…電流分布最大箇所、12, 12'…第2アンテナ素子、12a…給電点、12b…接続導体、12c…電流分布最大箇所、1

3…分配回路、14…給電ポート、15…伝送線路、16…伝送線路（遅延線路）、17…GND面、17a…端辺、20…通信装置、21…給電ポート、22…給電ポート、23…90°ハイブリッド回路、24…導電体パターン、30…通信装置、31…給電ポート、32…給電ポート、33…180°ハイブリッド回路、34…導電体パターン、34a…メアンダ部

請求の範囲

[請求項1]

第1のアンテナ素子と、

第2のアンテナ素子と、

前記第1のアンテナ素子と前記第2のアンテナ素子とがそれぞれ別の伝送線を介して接続される分岐回路とを有し、

前記第1のアンテナ素子と前記分岐回路を接続する伝送線と、前記第2のアンテナ素子と前記分岐回路を接続する伝送線との長さを変えて一方の伝送線で遅延処理を行うことで、前記第1及び第2のアンテナ素子の入力インピーダンス及び／又は位相を調整して、前記第1及び第2のアンテナ素子単独でのアンテナ特性よりも広帯域な特性となるようにした

アンテナ装置。

[請求項2]

前記第1のアンテナ素子の電流分布における絶対値が最大になる箇所と、前記第2のアンテナ素子の電流分布における絶対値が最大になる箇所との間の距離をアンテナ間距離とし、前記2つの伝送線の長さの違いにより生じる遅延線の長さを遅延線距離としたとき、

前記アンテナ間距離と前記遅延線距離の差の絶対値は、アンテナ装置で送信又は受信を行う周波数の波長の0以上の整数倍と等しくし、

前記アンテナ間距離と前記遅延線距離を加算した値は、アンテナ装置で送信又は受信を行うほぼ中心周波数の波長の1以上の整数倍と等しくした

請求項1記載のアンテナ装置。

[請求項3]

前記分岐回路として、前記それぞれのアンテナ素子が接続される2つのポートの入力インピーダンス及び／又は位相を所定状態に設定したハイブリッド回路として構成した

請求項1記載のアンテナ装置。

[請求項4]

前記分岐回路として、通信回路に接続されるポートとして2つのポートを備えたハイブリッド回路として構成し、

前記通信回路に接続される２つのポートに得られる受信信号として、ダイバーシティ特性を有する

請求項１記載のアンテナ装置。

[請求項５] 前記分岐回路として、前記それぞれのアンテナ素子が接続される２つのポートの入カインピーダンス及び／又は位相を所定状態に設定すると共に、通信回路に接続されるポートとして２つのポートを備えたハイブリッド回路として構成し、

前記通信回路に接続される２つのポートに得られる受信信号として、ダイバーシティ特性を有する

請求項１記載のアンテナ装置。

[請求項６] 前記ハイブリッド回路は、第１の周波数に対して約 90° の位相差を与える

請求項５記載のアンテナ装置。

[請求項７] 前記ハイブリッド回路は、第１の周波数に対して約 180° の位相差を与える

請求項５記載のアンテナ装置。

[請求項８] 前記ハイブリッド回路は、第１の周波数に対して約 90° の位相差を与えると共に、第２の周波数に対しても約 90° の位相差を与える

請求項５記載のアンテナ装置。

[請求項９] 前記ハイブリッド回路は、第１の周波数に対して約 180° の位相差を与えると共に、第２の周波数に対しても約 180° の位相差を与える

請求項５記載のアンテナ装置。

[請求項１０] 前記第１及び第２のアンテナ素子のインピーダンスが同じ周波数特性を有する

請求項５記載のアンテナ装置。

[請求項１１] 前記第１及び第２のアンテナ素子のインピーダンスが異なる周波数特性を有する

請求項 1 記載のアンテナ装置。

[請求項12]

アンテナ装置を有する通信装置であって、

前記アンテナ装置として、

第 1 のアンテナ素子と、

第 2 のアンテナ素子と、

前記第 1 のアンテナ素子と前記第 2 のアンテナ素子とがそれぞれ別の伝送線路を介して接続される分岐回路とを有し、

前記第 1 のアンテナ素子と前記分岐回路を接続する伝送線路と、前記第 2 のアンテナ素子と前記分岐回路を接続する伝送線路との長さを変えて一方の伝送線路で遅延処理を行うことで、前記第 1 及び第 2 のアンテナ素子の入力インピーダンス及び／又は位相を調整して、前記第 1 及び第 2 のアンテナ素子単独でのアンテナ特性よりも広帯域な特性となるようにした

通信装置。

[請求項13]

前記第 1 のアンテナ素子の電流分布における絶対値が最大になる箇所と、前記第 2 のアンテナ素子の電流分布における絶対値が最大になる箇所との間の距離をアンテナ間距離とし、前記 2 つの伝送線路の長さの違いにより生じる遅延線の長さを遅延線距離としたとき、

前記アンテナ間距離と前記遅延線距離の差の絶対値は、アンテナ装置で送信又は受信を行う周波数の波長の 0 以上の整数倍と等しくし、

前記アンテナ間距離と前記遅延線距離を加算した値は、アンテナ装置で送信又は受信を行うほぼ中心周波数の波長の 1 以上の整数倍と等しくした

請求項 1 2 記載の通信装置。