

明 細 書

発明の名称：分電盤及び電力線通信システム

技術分野

[0001] 本発明は、電力を供給するための電力線を信号の通信回線として使用する分電盤及び電力線通信システムに関する。

背景技術

[0002] 電力線通信（Power Line Communication：P L C）システムは、電力を供給するための電力線を信号の通信回線として使用するものである。電力線通信システムは、漏洩電磁波が少ないため、屋内用の通信システムとして利用される。この電力線通信システムには、特開２０１８－２３０７６号公報（特許文献１）に開示されるような専用の通信装置（P L Cモデム）が用いられる。一般に、P L Cモデムは、電力を供給するためのコンセント（electrical outlet）に電氣的に接続されることにより、複数の家電機器の間の電力線通信を可能とする。

[0003] 図１は、従来の電力線通信システムの概略図であり、分電盤１、コンセント５、P L Cモデム６、及び複数の家電機器７の電氣的な接続状態を示す。分電盤１は、主幹ブレーカ２、複数の分岐ブレーカ３及び母線８を含む。図面を簡略化するため、分岐ブレーカ３の数は３つとした。各分岐ブレーカ３の二次側には、電力線４を介して、３つのコンセント５が電氣的に接続される。各コンセント５には、P L Cモデム６と、複数の家電機器７とが電氣的に接続される。図１中の矢印は、一のP L Cモデム６から他のP L Cモデム６に電力線通信を行う場合の信号の経路を示す。一のP L Cモデム６から送信された信号は、一のコンセント５から一の電力線４を経由して、分電盤１の一の分岐ブレーカ３に到達する。その後、信号は、分電盤１の母線８から他の分岐ブレーカ３及び他の電力線４を経由して、他のP L Cモデム６に受信される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2018-23076号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところが、図1に示す従来の電力線通信システムでは、PLCモデム6から送信された信号の波形が減衰し易いという問題があった。図1中の矢印の線の太さは、信号の波形の減衰を表す。信号の波形が減衰する原因として、例えば、家電機器7に内蔵されたコンデンサは、PLCモデム6から送信される信号の波形を減衰させる。また、家庭用の電力線4は、線径が細くインピーダンスが大きいため、PLCモデム6から送信される信号の波形を減衰させる。さらに、図1において、一のPLCモデム6の信号は、分岐ブレーカ3によって分岐され、通信対象である他のPLCモデム6、及び通信対象ではない第3のPLCモデム6に送信される。このように、従来の電力線通信システムでは、家電機器7の影響、電力線4の線径、及び信号経路の長さなどによって信号の波形が減衰され、及び通信速度が低下するといった問題があった。このため、建物内で高い通信品質が求められる場合は、専用の通信線を増設するほかに方法がなかった。

[0006] 本発明は、上述した従来の問題点を解決するためになされたものであり、信号の波形の減衰を復元することができ、電力線を用いた通信の品質を大幅に向上させることが可能な分電盤及び電力線通信システム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] (1) 上記目的を達成するために、本発明の分電盤は、主幹ブレーカ、母線及び複数の分岐ブレーカを含み、前記複数の分岐ブレーカのそれぞれが、前記母線を介して、前記主幹ブレーカの二次側に電氣的に接続された分電盤であって、前記主幹ブレーカの一次側、又は前記母線を介して、前記主幹ブレーカの二次側かつ前記複数の分岐ブレーカの一次側に電氣的に接続されたP

ＬＣモデムをさらに備え、前記ＰＬＣモデムが、受信した信号を増幅し、電力線を介して前記信号を送信するように構成されたことを特徴とする。

[0008] (2) 上記目的を達成するために、本発明の第１の電力線通信システムは、少なくとも１つの電力線を介して電氣的に接続された複数の分電盤を含み、前記複数の分電盤のそれぞれが、主幹ブレーカ、母線及び複数の分岐ブレーカを含み、前記複数の分岐ブレーカのそれぞれが、前記母線を介して、前記主幹ブレーカの二次側に電氣的に接続された電力線通信システムであって、前記複数の分電盤のそれぞれが、前記主幹ブレーカの一次側、又は前記母線を介して、前記主幹ブレーカの二次側かつ前記複数の分岐ブレーカの一次側に電氣的に接続されたＰＬＣモデムをさらに備え、前記ＰＬＣモデムが、受信した信号を増幅して送信するように構成され、一の前記ＰＬＣモデムから送信された前記信号が、前記電力線を介して、他の前記ＰＬＣモデムに受信されることを特徴とする。

[0009] (3) 好ましくは、上記(2)の電力線通信システムにおいて、前記複数の分電盤のそれぞれの前記主幹ブレーカの一次側が、前記電力線によって直列接続される。

[0010] (4) 好ましくは、上記(2)又は(3)の電力線通信システムにおいて、少なくとも３つの前記分電盤を含み、いずれか１つの前記分電盤の前記ＰＬＣモデムが、他の２つの前記分電盤の前記ＰＬＣモデムの間における前記信号の送受信を中継するように構成される。

[0011] (5) 好ましくは、上記(2)～(4)のいずれかの電力線通信システムにおいて、前記複数の分電盤のそれぞれの前記ＰＬＣモデムが、前記主幹ブレーカの一次側に電氣的に接続される。

[0012] (6) 好ましくは、上記(2)～(5)のいずれかの電力線通信システムにおいて、前記複数の分電盤のそれぞれの前記ＰＬＣモデムが、前記複数の分岐ブレーカのうちのいずれか１つを介して前記信号を受信する。

[0013] (7) 上記目的を達成するために、本発明の第２の電力線通信システムは、複数の電力線を介して電氣的に接続された少なくとも１つの親分電盤と複数

の子分電盤とを含み、前記親分電盤及び前記複数の子分電盤のそれぞれが、主幹ブレーカ、母線及び複数の分岐ブレーカを含み、前記複数の分岐ブレーカのそれぞれが、前記母線を介して、前記主幹ブレーカの二次側に電氣的に接続され、前記親分電盤の前記主幹ブレーカの一次側が、電力の引込線に電氣的に接続され、前記親分電盤の少なくとも1つの前記分岐ブレーカの二次側が、前記電力線を介して、前記複数の子分電盤のうちの少なくとも1つの前記主幹ブレーカの一次側に電氣的に接続された電力線通信システムであって、前記親分電盤が、前記母線を介して、前記主幹ブレーカの二次側かつ前記複数の分岐ブレーカの一次側に電氣的に接続された親P L Cモデムをさらに備え、前記複数の子分電盤のそれぞれが、前記主幹ブレーカの一次側に電氣的に接続された子P L Cモデムをさらに備え、前記子P L Cモデムが、前記子分電盤の前記複数の分岐ブレーカのうちの少なくとも1つを介して信号を受信し、前記信号を増幅し、前記電力線を介して前記信号を送信するように構成され、前記親P L Cモデムが、前記電力線を介して前記信号を受信し、前記信号を増幅して送信するように構成されたことを特徴とする。

[0014] (8) 好ましくは、上記(7)の電力線通信システムにおいて、少なくとも2つの前記子分電盤を含み、前記親P L Cモデムが、2つの前記子分電盤の前記子P L Cモデムの間における前記信号の送受信を中継するように構成される。

発明の効果

[0015] 本発明の分電盤及び電力線通信システムによれば、信号の波形の減衰を復元することができ、電力線を用いた通信の品質を大幅に向上させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]従来の電力線通信システムを示す概略図である。

[図2]本発明の第1の実施形態に係る電力線通信システムを示す概略図である。

。

[図3]同じ部屋内でのL A N通信1の信号経路を示すフローチャートである。

[図4]同じ部屋内でのL A N通信 2 の信号経路を示すフローチャートである。

[図5]同じ部屋内でのL A N通信 3 の信号経路を示すフローチャートである。

[図6]異なる部屋間でのL A N通信 1 の信号経路を示すフローチャートである

。

[図7]異なる部屋間でのL A N通信 2 の信号経路を示すフローチャートである

。

[図8]異なる部屋間でのL A N通信 3 信号経路を示すフローチャートである。

[図9]異なる部屋間でのL A N通信 4 の信号経路を示すフローチャートである

。

[図10]異なる部屋間でのL A N通信 5 の信号経路を示すフローチャートであ

る。

[図11]孫P L C モデムを用いたW A N通信の信号経路を示すフローチャートである。

[図12]ローカルコントローラを用いたW A N通信の信号経路を示すフローチャートである。

[図13]本発明の第 2 の実施形態に係る電力線通信システムを示す概略図である。

[図14]図 2 に示す電力線通信システムの使用態様の一例を示す概略図である

。

発明を実施するための形態

[0017] 1. 第 1 の実施形態

まず、本発明の分電盤を含む電力線通信システムの第 1 の実施形態について、図 2 を参照して説明する。

[0018] 1. 1 電力線通信システムの概要

図 2 に示すように、本実施形態の電力線通信システムは、親分電盤 1 0 及び 3 つの子分電盤 2 0 を含む。親分電盤 1 0 及び 3 つの子分電盤 2 0 は、例えば、同じ建物内の異なる部屋又は異なるフロアにそれぞれ設置される。なお、親分電盤 1 0 及び 3 つの子分電盤 2 0 の設置場所は、特に限定されるも

のではない。例えば、本実施形態の電力通信システムは、一般住宅に適用される。例えば、親分電盤１０は、リビングルームＬに設置される。３つの子分電盤２０は、リビングルームＬ以外の部屋Ｒ１、Ｒ２、Ｒ３にそれぞれ設置される。各部屋Ｒ１、Ｒ２、Ｒ３には、コンセント５が設けられ、及び様々の家電機器７が設置される。なお、リビングルームＬにも、図示しないコンセントが設けられており、様々の家電機器が設置される。

[0019] 親分電盤１０は、親ＰＬＣモデム１６、ブロードバンドネットワークゲートウェイ１７及びローカルコントローラ１８を備える。３つの子分電盤２０は、子ＰＬＣモデム２３及びローカルコントローラ２４を備える。各部屋Ｒ１、Ｒ２、Ｒ３のコンセント５には、コンセントプラグ式の孫ＰＬＣモデム２５が電氣的に接続される。ここで、本発明における「ＰＬＣモデム」の用語は、データ通信に用いられる信号を乗せたキャリア波を、電力線に重畳させ、及び電力線から分離させることが可能な構成を広く含む。

[0020] 親ＰＬＣモデム１６は、ブロードバンドネットワークゲートウェイ１７を介して、ブロードバンドネットワークと通信する。また、親ＰＬＣモデム１６は、電力線１４を介して、３つの子分電盤２０のそれぞれの子ＰＬＣモデム２３と通信する。さらに、親ＰＬＣモデム１６は、ローカルコントローラ１８を介して、リビングルームＬに設置された図示しない家電機器と通信する。

[0021] 上述したように、子ＰＬＣモデム２３は、電力線１４を介して、親ＰＬＣモデム１６と通信する。また、子ＰＬＣモデム２３は、電力線１５を介して、他の２つの子分電盤２０のそれぞれの子ＰＬＣモデム２３と通信する。さらに、子ＰＬＣモデム２３は、電力線４を介して、孫ＰＬＣモデム２５と通信する。これに加え、子ＰＬＣモデム２３は、ローカルコントローラ２４を介して、部屋Ｒ１、Ｒ２、Ｒ３のいずれかに設置された家電機器７と通信する。

[0022] １．２ 親分電盤

親分電盤１０は、主幹ブレーカ１１、母線１２、４つの分岐ブレーカ１３

、上述した親P L Cモデム1 6、上述したブロードバンドネットワークゲートウェイ1 7、上述したローカルコントローラ1 8を備える。主幹ブレーカ1 1の一次側は、電力の引込線に電氣的に接続される。電力会社から提供される電力は、引込線を介して、主幹ブレーカ1 1の一次側から親分電盤1 0に供給される。

[0023] 主幹ブレーカ1 1の二次側は、母線1 2に電氣的に接続される。母線1 2には、4つの分岐ブレーカ1 3が電氣的に接続される。このうちの1つの分岐ブレーカ1 3の二次側は、電力線1 4を介して、部屋R 1内の子分電盤2 0に電氣的に接続される。電力線1 4は、複数の分電盤を電氣的に接続するための線径の太い電線である。残り3つの分岐ブレーカ1 3のそれぞれの二次側は、消費電力の大きいエアコンディショナ1 9に電氣的に接続される。

[0024] 親P L Cモデム1 6は、母線1 2を介して、主幹ブレーカ1 1の二次側かつ4つの分岐ブレーカ1 3の一次側に電氣的に接続される。親P L Cモデム1 6には、ブロードバンドネットワークゲートウェイ1 7及びローカルコントローラ1 8が電氣的に接続される。親P L Cモデム1 6は、データや情報などの高周波信号（以下、単に「信号」という）を電力線に重畳させ、及び電力線から信号を分離させる。また、親P L Cモデム1 6は、受信した信号を増幅させて送信する。さらに、親P L Cモデム1 6は、信号を暗号化して送信することもできる。暗号化された信号は、共通鍵を用いることによって複合される。

[0025] ブロードバンドネットワークゲートウェイ1 7は、親P L Cモデム1 6とブロードバンドネットワークとを中継する。親P L Cモデム1 6は、ブロードバンドネットワークゲートウェイ1 7を介して、大容量のインターネット通信が可能となる。

[0026] ローカルコントローラ1 8は、無線又は有線により、リビングルームLに設置された図示しない家電機器と信号の送受信が可能な構成となっている。無線には、例えば、W i - F i（登録商標）、B l u e t o o t h（登録商標）及び赤外線などの通信手段が含まれる。有線には、例えば、金属ケーブル

ル又は光ファイバを用いた有線LANが含まれる。

[0027] 1. 3 子分電盤

3つの子分電盤20のそれぞれは、主幹ブレーカ21、複数の分岐ブレーカ22、上述した子PLCモデム23、上述したローカルコントローラ24を備える。上述したように、部屋R1内の子分電盤20の主幹ブレーカ21の一次側は、電力線14を介して、親分電盤10の分岐ブレーカ13に電氣的に接続される。3つの子分電盤20は、電力線15によって、部屋R1、R2、R3の順番で渡り配線（transition wiring）される。渡り配線とは、複数の機器を順番に直列接続する配線方式をいう。電力線15は、複数の分電盤を電氣的に接続するための線径の太い電線である。電力は、部屋R1内の子分電盤20の主幹ブレーカ21に供給され、渡り配線された電力線15を介して、部屋R2、R3内のそれぞれの子分電盤20に供給される。

[0028] 主幹ブレーカ21の二次側には、3つ又は2つの分岐ブレーカ22が電氣的に接続される。このうちの少なくとも1つの分岐ブレーカ22の二次側は、電力線4を介して、コンセント5に電氣的に接続される。電力線4は、家庭用の線径の細い配線である。コンセント5には、上述した孫PLCモデム25が電氣的に接続される。

[0029] 各子分電盤20の主幹ブレーカ21の一次側には、子PLCモデム23が電氣的に接続される。子PLCモデム23には、ローカルコントローラ24が電氣的に接続される。子PLCモデム23は、親PLCモデム11と同様の機能を有する。すなわち、子PLCモデム23は、信号を電力線に重畳させ、及び電力線から信号を分離させる。また、子PLCモデム23は、受信した信号を増幅させる。さらに、子PLCモデム16は、信号を暗号化して送信することもできる。暗号化された信号は、共通鍵を用いることによって複合される。

[0030] 各子分電盤20のローカルコントローラ24は、親分電盤10のローカルコントローラ18と同様の機能を有する。すなわち、ローカルコントローラ24は、無線又は有線により、部屋R1、R2、R3のいずれかに設置され

た家電機器 7 と信号の送受信が可能な構成となっている。ここでいう家電機器 7 は、例えば、照明機器、テレビ、冷蔵庫、電子レンジ、スマートフォン、スマートスピーカ、各種計測機器、人感センサや温度センサなどのセンサ類、リモートコントローラである。ローカルコントローラ 24 は、エアコンディショナ 19 とともに信号の送受信が可能である。

[0031] 1. 4 孫 PLC モデム

孫 PLC モデム 25 は、例えば、コンセント 5 に抜き差しされるプラグを備え、コンセント 5 に電氣的に直結される。孫 PLC モデム 25 には、パーソナルコンピュータ及びネットワークオーディオプレイヤーなどのインターネットに接続可能な IoT (Internet of Things) 家電機器 7、その他の電力線通信が可能な家電機器 7 が電氣的に接続される。孫 PLC モデム 25 は、信号を電力線 4 に重畳させ、及び電力線 4 から信号を分離させる。

[0032] また、孫 PLC モデム 25 は、送信される信号の強度を設定することが可能である。信号の強度が大きいと、信号の波形の減衰が相対的に小さくなり、複数の家電機器 7 の間における電力線通信が安定する。一方、信号の強度が小さいと、複数の家電機器 7 のそれぞれから送信された信号の混信が低減する。信号の強度は、孫 PLC モデム 25 の通信範囲に応じて設定するとよい。例えば、同じ部屋 R1 内で通信する場合は、孫 PLC モデム 25 の信号の強度が大きくなるように設定する。かつ異なる部屋 R1、R2、R3 間で通信する場合は、孫 PLC モデム 25 の信号の強度が小さくなるように設定する。これらの設定により、1つの建物内における複数の信号の混信が低減する。

[0033] 1. 5 電力線通信システムによる通信方法

部屋 R1、R2、R3 に設置された複数の家電機器 7 は、本実施形態の電力線通信システムによって、ローカルエリアネットワーク (LAN) 通信及びワイドエリアネットワーク (WAN) 通信を行うことが可能である。図 3 ～図 10 は、LAN 通信における 8 態様の信号経路を示すフローチャートである。図 11 及び図 12 は、WAN 通信における 2 態様の信号経路を示すフ

ローチャートである。以下、電力線通信システムによる通信方法について、図3～図12を参照しつつ説明する。なお、図3～図12中の（L）、（R1）、（R2）、（R3）は、親分電盤10、子分電盤20、家電機器7などが設置された部屋を示すものであり、以下の通信方法の説明に用いられる。

[0034] 1. 5. 1 LAN通信

＜同じ部屋内でのLAN通信＞

例えば、同じ部屋R1に設置された複数の家電機器7は、図3～図5に示す3態様の信号経路によってLAN通信を行うことが可能である。

[0035] ＜＜第1の態様＞＞

図3は、同じ部屋R1に設置された2つの孫PLCモデム25を用いたLAN通信の信号経路を示す。

[0036] 図3において、第1の家電機器7（R1）から送信された信号は、第1の孫PLCモデム25（R1）に受信される。第1の孫PLCモデム25（R1）に受信された信号は、第1の電力線4（R1）を介して、部屋R1に設置された子分電盤20に受信される。子分電盤20に受信された信号は、第1の分岐ブレーカ22（R1）、第2の分岐ブレーカ22（R1）及び第2の電力線4（R1）を介して、第2の孫PLCモデム25（R1）に送信される。第2の孫PLCモデム25（R1）に受信された信号は、第2の家電機器7（R1）に送信される。第2の家電機器7（R1）は、受信した信号に基づき処理を実行する。

[0037] ＜＜第2の態様＞＞

図4は、同じ部屋R1に設置された2つの孫PLCモデム25を用いたLAN通信であって、部屋R1に設置された子分電盤20の子PLCモデム23を経由する信号経路を示す。

[0038] 図4において、第1の家電機器7（R1）から送信された信号は、第1の孫PLCモデム25（R1）に受信される。第1の孫PLCモデム25（R1）に受信された信号は、第1の電力線4（R1）を介して、部屋R1に設

置された子分電盤 20 に送信される。子分電盤 20 に受信された信号は、第 1 の分岐ブレーカ 22 (R1) 及び主幹ブレーカ 21 (R1) を介して、子 PLC モデム 23 (R1) に送信される。子 PLC モデム 23 (R1) は、受信した信号を増幅する。子 PLC モデム 23 (R1) によって増幅された信号は、主幹ブレーカ 21 (R1)、第 2 の分岐ブレーカ 22 (R1) 及び第 2 の電力線 4 (R1) を介して、第 2 の孫 PLC モデム 25 (R1) に送信される。第 2 の孫 PLC モデム 25 (R1) に受信された信号は、第 2 の家電機器 7 (R1) に送信される。第 2 の家電機器 7 (R1) は、受信した信号に基づく処理を実行する。

[0039] 図 4 に示す LAN 通信の信号経路では、電力線通信の過程で減衰した信号の波形を、子 PLC モデム 23 の増幅機能によって復元することができる。すなわち、第 1 の家電機器 7 から送信された信号は、第 2 の家電機器 7 に受信される前に、第 1 及び第 2 の電力線 4 を通過する。家庭用の電力線 4 は、線径が細くインピーダンスが大きいため、通過する信号の波形を減衰させる。子 PLC モデム 23 は、第 1 の電力線 4 を通過した信号を増幅することにより、減衰した信号の波形を復元する。これにより、同じ部屋 R1 内に設置された複数の家電機器 7 の電力線通信が安定する。

[0040] <<第 3 の態様>>

図 5 は、同じ部屋 R1 に設置された孫 PLC モデム 25 及びローカルコントローラ 24 を用いた LAN 通信の信号経路を示す。

[0041] 図 5 において、第 1 の家電機器 7 (R1) から送信された信号は、第 1 の孫 PLC モデム 25 (R1) に受信される。第 1 の孫 PLC モデム 25 (R1) に受信された信号は、第 1 の電力線 4 (R1) を介して、部屋 R1 に設置された子分電盤 20 に送信される。子分電盤 20 に受信された信号は、第 1 の分岐ブレーカ 22 (R1) 及び主幹ブレーカ 21 (R1) を介して、子 PLC モデム 23 (R1) に送信される。子 PLC モデム 23 (R1) は、受信した信号を増幅する。子 PLC モデム 23 (R1) によって増幅された信号は、ローカルコントローラ 24 (R1) を介して、第 2 の家電機器 7 (

R 1) に送信される。第2の家電機器7 (R 1) は、受信した信号に基づく処理を実行する。

[0042] 図5に示すLAN通信の信号経路では、ローカルコントローラ24によって、孫PLCモデム25に電氣的に接続されていない第2の家電機器7との通信が可能となる。さらに、子PLCモデム23によって増幅された信号は、第2の電力線4を通過することなく、ローカルコントローラ24から第2の家電機器7に送信される。これにより、第2の家電機器7に受信される信号の波形の減衰がさらに低減される。

[0043] <異なる部屋間でのLAN通信>

例えば、異なる部屋R 1、R 3に設置された複数の家電機器7は、図6～図10に示す5態様の信号経路によってLAN通信を行うことが可能である。

[0044] <<第1の態様>>

図6は、部屋R 1に設置された孫PLCモデム25と、部屋R 3に設置された孫PLCモデム25とを用いたLAN通信の信号経路を示す。

[0045] 図6において、部屋R 1に設置された家電機器7 (R 1) から送信された信号は、孫PLCモデム25 (R 1) に受信される。孫PLCモデム25 (R 1) に受信された信号は、電力線4 (R 1) を介して、部屋R 1に設置された子分電盤20に送信される。部屋R 1の子分電盤20に受信された信号は、分岐ブレーカ22 (R 1) 及び主幹ブレーカ21 (R 1) を介して、子PLCモデム23 (R 1) に送信される。子PLCモデム23 (R 1) は、受信した信号を増幅する。子PLCモデム23 (R 1) によって増幅された信号は、渡り配線された2つの電力線15を介して、部屋R 3に設置された子分電盤20に送信される。

[0046] 部屋R 3の子分電盤20に送信された信号は、子PLCモデム23 (R 3) に受信される。子PLCモデム23 (R 3) は、受信した信号を増幅する。子PLCモデム23 (R 3) によって増幅された信号は、主幹ブレーカ21 (R 3)、分岐ブレーカ22 (R 3) 及び電力線4 (R 3) を介して、孫

PLCモデム25(R3)に送信される。孫PLCモデム25(R3)に受信された信号は、部屋R3に設置された家電機器7(R3)に送信される。家電機器7(R3)は、受信した信号に基づく処理を実行する。

- [0047] 図6に示すLAN通信の信号経路では、部屋R1に設置された家電機器7から送信された信号は、渡り配線された2つの電力線15を通過する前後において、2つの子PLCモデム23により合計2回増幅される。これにより、電力線通信の過程で減衰した信号の波形が復元される。さらに、電力線通信に用いられるブレーカ用の電力線15は、線径が太くインピーダンスが小さい。このため、2つの電力線15を通過する信号の波形の減衰が低減される。したがって、部屋R1から部屋R3までの信号経路が長い場合であっても、部屋R1、R3間における電力線通信が安定する。

- [0048] <<第2の態様>>

図7は、部屋R1に設置された孫PLCモデム25と、部屋R3に設置された孫PLCモデム25とを用いたLAN通信であって、部屋R2に設置された子分電盤20の子PLCモデム23を経由する信号経路を示す。

- [0049] 図7において、部屋R1に設置された家電機器7(R1)から送信された信号は、孫PLCモデム25(R1)に受信される。孫PLCモデム25(R1)に受信された信号は、電力線4(R1)を介して、部屋R1に設置された子分電盤20に送信される。部屋R1の子分電盤20に受信された信号は、分岐ブレーカ22(R1)及び主幹ブレーカ21(R1)を介して、子PLCモデム23(R1)に送信される。子PLCモデム23(R1)は、受信した信号を増幅する。子PLCモデム23(R1)によって増幅された信号は、渡り配線された電力線15を介して、部屋R2に設置された子分電盤20に送信される。

- [0050] 部屋R2の子分電盤20に送信された信号は、子PLCモデム23(R2)に受信される。子PLCモデム23(R2)は、受信した信号を増幅する。子PLCモデム23(R2)によって増幅された信号は、渡り配線された電力線15を介して、部屋R3に設置された子分電盤20に送信される。

[0051] 部屋R3の子分電盤20に送信された信号は、子PLCモデム23(R3)に受信される。子PLCモデム23(R3)は、受信した信号を増幅する。子PLCモデム23(R3)によって増幅された信号は、主幹ブレーカ21(R3)、分岐ブレーカ22(R3)及び電力線4(R3)を介して、孫PLCモデム25(R3)に送信される。孫PLCモデム25(R3)に受信された信号は、部屋R3に設置された家電機器7(R3)に送信される。家電機器7(R3)は、受信した信号に基づく処理を実行する。

[0052] 図7に示すLAN通信の信号経路では、部屋R1に設置された家電機器7から送信された信号は、渡り配線された2つの電力線15を通過する前、途中、後において、3つの子PLCモデム23により合計3回増幅される。これにより、電力線通信の過程で減衰した信号の波形がより良好に復元される。したがって、部屋R1から部屋R3までの信号経路がより長い場合であっても、部屋R1、R3間における電力線通信が安定する。

[0053] <<第3の態様>>

図8は、部屋R1に設置された孫PLCモデム25と、部屋R3に設置された孫PLCモデム25とを用いたLAN通信であって、リビングルームLに設置された親分電盤10の親PLCモデム16を経由する信号経路を示す。

[0054] 図8において、部屋R1に設置された家電機器7(R1)から送信された信号は、孫PLCモデム25(R1)に受信される。孫PLCモデム25(R1)に受信された信号は、電力線4(R1)を介して、部屋R1に設置された子分電盤20に送信される。部屋R1の子分電盤20に受信された信号は、分岐ブレーカ22(R1)及び主幹ブレーカ21(R1)を介して、子PLCモデム23(R1)に送信される。子PLCモデム23(R1)は、受信した信号を増幅する。子PLCモデム23(R1)によって増幅された信号は、電力線14を介して、リビングルームLに設置された親分電盤10に送信される。

[0055] リビングルームLの親分電盤10に送信された信号は、分岐ブレーカ13

(L) を介して、親 PLC モデム 16 (L) に受信される。親 PLC モデム 16 (L) は、受信した信号を増幅する。親 PLC モデム 16 (L) によって増幅された信号は、分岐ブレーカ 13 (L)、電力線 14 及び渡り配線された電力線 15 を介して、部屋 R3 に設置された子分電盤 20 に送信される。

[0056] 部屋 R3 の子分電盤 20 に送信された信号は、子 PLC モデム 23 (R3) に受信される。子 PLC モデム 23 (R3) は、受信した信号を増幅する。子 PLC モデム 23 (R3) によって増幅された信号は、主幹ブレーカ 21 (R3)、分岐ブレーカ 22 (R3) 及び電力線 4 (R3) を介して、孫 PLC モデム 25 (R3) に送信される。孫 PLC モデム 25 (R3) に受信された信号は、部屋 R3 に設置された家電機器 7 (R3) に送信される。家電機器 7 (R3) は、受信した信号に基づく処理を実行する。

[0057] 図 8 に示す LAN 通信の信号経路では、部屋 R1 に設置された家電機器 7 から送信された信号は、渡り配線された 2 つの電力線 15 を通過する前後において、部屋 R1 の子 PLC モデム 23、リビングルーム L の親 PLC モデム 16 及び部屋 R3 の子 PLC モデム 23 により合計 3 回増幅される。これにより、電力線通信の過程で減衰した信号の波形がより良好に復元される。したがって、部屋 R1 から部屋 R3 までの信号経路がより長い場合であっても、部屋 R1、R3 間における電力線通信が安定する。

[0058] なお、図 8 に示す LAN 通信の信号経路において、好ましくは、リビングルーム L の親 PLC モデム 16 から送信された信号が、渡り配線された 2 つの電力線 15 を通過する途中で、部屋 R2 の子 PLC モデム 23 により増幅されるようにするとよい。このような信号経路とした場合、部屋 R1 に設置された家電機器 7 から送信された信号は、渡り配線された 2 つの電力線 15 を通過する前、途中、後において、1 つの親 PLC モデム 16 と 3 つの子 PLC モデム 23 とにより合計 4 回増幅される。

[0059] <<第 4 の態様>>

図 9 は、部屋 R1 に設置された孫 PLC モデム 25 と、部屋 R3 に設置さ

れたローカルコントローラ24とを用いたLAN通信の信号経路を示す。

[0060] 図9において、部屋R1に設置された家電機器7(R1)から送信された信号は、孫PLCモデム25(R1)に受信される。孫PLCモデム25(R1)に受信された信号は、電力線4(R1)を介して、部屋R1に設置された子分電盤20に送信される。部屋R1の子分電盤20に受信された信号は、分岐ブレーカ22(R1)及び主幹ブレーカ21(R1)を介して、子PLCモデム23(R1)に送信される。子PLCモデム23(R1)は、受信した信号を増幅する。子PLCモデム23(R1)によって増幅された信号は、渡り配線された2つの電力線15を介して、部屋R3に設置された子分電盤20に送信される。

[0061] 部屋R3の子分電盤20に送信された信号は、子PLCモデム23(R3)に受信される。子PLCモデム23(R3)は、受信した信号を増幅する。子PLCモデム23(R3)によって増幅された信号は、ローカルコントローラ24(R3)を介して、部屋R3に設置された家電機器7(R3)に送信される。家電機器7(R3)は、受信した信号に基づく処理を実行する。

[0062] 図9に示すLAN通信の信号経路では、部屋R3に設置されたローカルコントローラ24によって、部屋R3において、孫PLCモデム25に電氣的に接続されていない家電機器7との通信が可能となる。さらに、部屋R3に設置された子PLCモデム23によって増幅された信号は、部屋R3において、線径の細い家庭用の電力線4を通過することなく、ローカルコントローラ24から家電機器7に送信される。これにより、部屋R3の家電機器7に受信される信号の波形の減衰がさらに低減される。

[0063] <<第5の態様>>

図10は、部屋R1に設置されたローカルコントローラ24と、部屋R3に設置されたローカルコントローラ24とを用いたLAN通信の信号経路を示す。

[0064] 図10において、部屋R1に設置された家電機器7(R1)は、同じ部屋

R 1 の子分電盤 2 0 のローカルコントローラ 2 4 (R 1) に信号を送信する。ローカルコントローラ 2 4 (R 1) に受信された信号は、子 P L C モデム 2 3 (R 1) に送信される。子 P L C モデム 2 3 (R 1) は、受信した信号を増幅する。子 P L C モデム 2 3 (R 1) によって増幅された信号は、渡り配線された 2 つの電力線 1 5 を介して、部屋 R 3 に設置された子分電盤 2 0 に送信される。

[0065] 部屋 R 3 の子分電盤 2 0 に送信された信号は、子 P L C モデム 2 3 (R 3) に受信される。子 P L C モデム 2 3 (R 3) は、受信した信号を増幅する。子 P L C モデム 2 3 (R 3) によって増幅された信号は、ローカルコントローラ 2 4 (R 3) を介して、部屋 R 3 に設置された家電機器 7 (R 3) に送信される。家電機器 7 (R 3) は、受信した信号に基づく処理を実行する。

[0066] 図 1 0 に示す L A N 通信の信号経路では、線径の細い家庭用の電力線 4 を用いることなく、異なる部屋 R 1、R 3 に設置された複数の家電機器 7 の間における電力線通信を行うことができる。これにより、部屋 R 3 の家電機器 7 に受信される信号の波形の減衰がさらに低減される。

[0067] さらに、図 1 0 に示す L A N 通信の信号経路によれば、部屋 R 1、R 2、R 3 に設置された子分電盤 2 0 の主幹ブレーカ 2 1 及び分岐ブレーカ 2 2 が遮断された場合でも、渡り配線された 2 つの電力線 1 5 を介して、異なる部屋 R 1、R 3 に設置された複数の家電機器 7 の間における電力線通信を行うことができる。すなわち、子分電盤 2 0 の子 P L C モデム 2 3 及びローカルコントローラ 2 4 は、主幹ブレーカ 2 1 の一次側に電氣的に接続される。これにより、主幹ブレーカ 2 1 及び分岐ブレーカ 2 2 が遮断された場合でも、異なる部屋 R 1、R 3 に設置された複数の家電機器 7 の間における電力線通信の信号経路は遮断されない。

[0068] 1. 5. 2 W A N 通信

例えば、部屋 R 1、R 2、R 3 に設置された複数の家電機器 7 は、図 1 1 及び図 1 2 に示す 2 態様の信号経路によって W A N 通信 (インターネット通

信)を行うことが可能である。

[0069] <第1の態様>

図11は、部屋R1に設置された孫PLCモデム25を用いたWAN通信の信号経路を示す。

[0070] 図11において、部屋R1に設置された家電機器7(R1)から送信された信号は、孫PLCモデム25(R1)に受信される。孫PLCモデム25(R1)に受信された信号は、電力線4(R1)を介して、部屋R1に設置された子分電盤20に送信される。部屋R1の子分電盤20に受信された信号は、分岐ブレーカ22(R1)及び主幹ブレーカ21(R1)を介して、子PLCモデム23(R1)に送信される。子PLCモデム23(R1)は、受信した信号を増幅する。子PLCモデム23(R1)によって増幅された信号は、電力線14を介して、リビングルームLに設置された親分電盤10に送信される。

[0071] リビングルームLの親分電盤10に送信された信号は、分岐ブレーカ13(L)を介して、親PLCモデム16(L)に受信される。親PLCモデム16(L)は、受信した信号を増幅する。親PLCモデム16(L)によって増幅された信号は、ブロードバンドネットワークゲートウェイ17(L)に送信される。ブロードバンドネットワークゲートウェイ17(L)は、受信した信号をプロトコル変換する。プロトコル変換された信号は、例えば、光回線などのインターネット回線に送信される。

[0072] <第2の態様>

図12は、部屋R1に設置された子分電盤20のローカルコントローラ24を用いたWAN通信の信号経路を示す。

[0073] 図12において、部屋R1に設置された家電機器7(R1)は、同じ部屋R1の子分電盤20のローカルコントローラ24(R1)に信号を送信する。ローカルコントローラ24(R1)に受信された信号は、子PLCモデム23(R1)に送信される。子PLCモデム23(R1)は、受信した信号を増幅する。子PLCモデム23(R1)によって増幅された信号は、電力

線 14 を介して、リビングルーム L に設置された親分電盤 10 に送信される。

[0074] リビングルーム L の親分電盤 10 に送信された信号は、分岐ブレーカ 13 (L) を介して、親 PLC モデム 16 (L) に受信される。親 PLC モデム 16 (L) は、受信した信号を増幅する。親 PLC モデム 16 (L) によって増幅された信号は、ブロードバンドネットワークゲートウェイ 17 (L) に送信される。ブロードバンドネットワークゲートウェイ 17 (L) は、受信した信号をプロトコル変換する。プロトコル変換された信号は、例えば、光回線などのインターネット回線に送信される。

[0075] 2. 第 2 の実施形態

次に、本発明の分電盤を含む電力線通信システムの第 2 の実施形態について、図 13 を参照して説明する。なお、図 13 に示す電力線通信システムにおいて、上述した第 1 の実施形態と同じ構成については、同一の符号を付して、詳細な説明を省略する。

[0076] 図 13 において、第 2 の実施形態の電力線通信システムは、部屋 R1、R2、R3 のそれぞれに設置された子分電盤 20 の構成が、上述した第 1 の実施形態と異なる。すなわち、子分電盤 20 の主幹ブレーカ 21 と分岐ブレーカ 22 との間には、ブロッキングフィルタ 30 が電氣的に接続される。ブロッキングフィルタ 30 は、所定の値を超える高周波をブロックする機能を有する。例えば、ブロッキングフィルタ 30 は、日本の商用電源周波数である 50 Hz 又は 60 Hz の電流を通過させ、50 Hz 又は 60 Hz を超える高周波信号をブロックする。

[0077] ここで、部屋 R1、R2、R3 のそれぞれに設置されたコンセント 5 には、様々な家電機器 7 が電氣的に接続される。これらの家電機器 7 は、高周波ノイズを発生させる。高周波ノイズは、電力線 4、15 を通じて、部屋 R1、R2、R3 のそれぞれに設置された子分電盤 20 の子 PLC モデム 23 に伝送される。ブロッキングフィルタ 30 は、家電機器 7 から発生した高周波ノイズが子 PLC モデム 23 に伝送されることを阻止する。これにより、異

なる部屋 R 1、R 2、R 3 間で送受信される信号の劣化が防止され、電力線通信の通信品質が向上する。

[0078] なお、本実施形態の電力線通信システムにおいて、同じ部屋 R 1、R 2 又は R 3 内に設置された孫 PLC モデム 25 と子 PLC モデム 23 とは、電力線通信を行うことができない。孫 PLC モデム 25 と子 PLC モデム 23 との間で送受信される信号（高周波信号）が、ブロッキングフィルタ 30 によってブロックされるからである。このため、本実施形態の電力線通信システムでは、以下に述べる信号経路により LAN 通信及び WAN 通信を行う。

[0079] 例えば、同じ部屋 R 1 に設置された複数の家電機器 7 は、部屋 R 1 に設置された 2 つの孫 PLC モデム 25 を用いて、図 3 に示す信号経路により LAN 通信を行う。部屋 R 2、R 3 についても同様である。

[0080] 例えば、異なる部屋 R 1、R 3 に設置された複数の家電機器 7 は、部屋 R 1 に設置されたローカルコントローラ 24 と、部屋 R 3 に設置されたローカルコントローラ 24 とを用いて、図 10 に示す信号経路により LAN 通信を行う。部屋 R 1、R 2、R 3 のその他の組み合わせでも同様である。

[0081] 例えば、部屋 R 1 に設置された複数の家電機器 7 は、同じ部屋 R 1 に設置されたローカルコントローラ 24 を用いて、図 12 に示す信号経路により WAN 通信を行う。部屋 R 2、R 3 についても同様である。

[0082] 3. 電力線通信システムの使用態様

次に、本実施形態の電力線通信システムの使用態様について、具体的に説明する。

[0083] 3. 1 老人又は病人などを介護するための使用

本実施形態の電力線通信システムは、図 2 に示す一般住宅で老人又は病人などを介護するために使用することができる。

[0084] 図 2 に示す部屋 R 1、R 2、R 3 の少なくとも 2 つは、介護者及び被介護者（老人又は病人など）のそれぞれのための居室として使用される。例えば、部屋 R 1 は、介護者のための居室として使用される。部屋 R 3 は、被介護者のための居室として使用される。

[0085] 被介護者の部屋 R 3 には、複数の家電機器 7 として、例えば、被介護者のバイタル情報（例えば、体温、血圧、脈拍、S p O 2 等）を測定するための各種センサ、被介護者の状態を監視するためのカメラ、被介護者と連絡するためのマイク、スピーカ及び呼び出し信号の送信機などが設置される。これらの家電機器 7 は、部屋 R 3 に設置された孫 P L C モデム 2 5、子分電盤 2 0 の分岐ブレーカ 2 2 又はローカルコントローラ 2 4 に電氣的に接続される。

[0086] 介護者の部屋 R 1 には、被介護者の家電機器 7 から送信されたバイタル情報、画像信号、音声信号及び呼び出し信号を受信して処理することが可能な家電機器 7 が設置される。このような家電機器 7 は、例えば、パーソナルコンピュータ又はスマートフォンである。パーソナルコンピュータ又はスマートフォンは、部屋 R 1 に設置された孫 P L C モデム 2 5 又は子分電盤 2 0 のローカルコントローラ 2 4 に電氣的に接続される。

[0087] 介護者の部屋 R 1 に設置された家電機器 7 と、被介護者の部屋 R 3 に設置された家電機器 7 とは、図 6 ～図 1 0 に示すいずれかの信号経路により L A N 通信を行う。部屋 R 1 にいる介護者は、パーソナルコンピュータ又はスマートフォンのディスプレイ、マイク及びスピーカにより、部屋 R 3 にいる被介護者の健康状態を管理したり、被介護者と会話したりすることができる。

[0088] なお、被介護者の部屋 R 3 に設置された複数の家電機器 7 は、部屋 R 1 に限らず、部屋 R 2 及びリビングルーム L に設置された複数の家電機器 7 とともに電力線通信を行うことが可能である。したがって、部屋 R 1、R 2 及びリビングルーム L の全ての部屋で、部屋 R 3 にいる被介護者の情報を共有することが可能である。

[0089] 3. 2 報知器としての使用

本実施形態の電力線通信システムは、図 2 に示す一般住宅で発生した異常を住人に知らせる報知器として使用することができる。

[0090] 図 2 に示す一般住宅のリビングルーム L、部屋 R 1、R 2、R 3 及び一般住宅内のその他の場所に複数種類のセンサ（家電機器 7）を設置する。複数

種類のセンサは、例えば、人感センサ、火災報知器、上述した被介護者が使用する呼び出し信号の送信機等である。一方、リビングルームLに設置された親分電盤10の親PLCモデム16と、部屋R1、R2、R3のそれぞれに設置された子PLCモデム23とは、受信した信号を選別する機能を備える。

[0091] 緊急性の高い異常を知らせるための信号、例えば、火災報知器の検知信号は、親PLCモデム16と全ての子PLCモデム23とに受信され、リビングルームL及び部屋R1、R2、R3のそれぞれに設置された家電機器7に送信される。これにより、全ての部屋の住人に火災発生が報知される。

[0092] 緊急性の低い異常を知らせるための信号、例えば、人感センサの検知信号は、親PLCモデム16と全ての子PLCモデム23とに受信されるが、親PLCモデム16のみが、リビングルームLに設置された家電機器7に検知信号を送信する。これにより、リビングルームLにいる住人だけに、人の来訪が報知される。

[0093] 特定の住人に異常を知らせるための信号、例えば、被介護者が使用する送信機の呼び出し信号は、親PLCモデム16と全ての子PLCモデム23とに受信されるが、介護者のいる部屋R1に設置された子PLCモデム23のみが、同じ部屋R1に設置された家電機器7に呼び出し信号を送信する。これにより、部屋R1にいる介護者だけに、被介護者からの呼び出しが報知される。

[0094] 3. 3 集合住宅などへの適用

本実施形態の電力線通信システムは、図14に示す集合住宅 (apartment building) の管理人室 (building manager room) 及び複数の住戸 (dwelling unit) に適用することができる。

[0095] 図14に示す集合住宅には、1つの管理人室Mと、4つの住戸D1、D2、D3、D4とが含まれる。管理人室Mには、親分電盤10が設置される。住戸D1、D2のそれぞれは3つの部屋R1、R2、R3を有する。住戸D3、D4のそれぞれは2つの部屋R1、R2を有する。部屋R1、R2、R

3のそれぞれには、子分電盤20が設置される。

[0096] 住戸D1、D2のそれぞれに設置された3つの子分電盤20は、2つの電力線15によって渡り配線されている。渡り配線された3つの子分電盤20のうちの1つは、1つの電力線14によって、管理人室Mに設置された親分電盤10の分岐ブレーカ13に電氣的に接続される。一方、住戸D3、D4のそれぞれに設置された2つの子分電盤20は、1つの電力線15によって渡り配線されている。渡り配線された2つの子分電盤20のうちの1つは、1つの電力線14によって、管理人室Mに設置された親分電盤10の分岐ブレーカ13に電氣的に接続される。

[0097] 例えば、1つの住戸D1の同じ部屋R1に設置された複数の家電機器7は、部屋R1に設置された1つの子分電盤20によってLAN通信を行う。また、1つの住戸D1の異なる部屋R1、R2、R3に設置された複数の家電機器7は、部屋R1、R2、R3に設置された3つの子分電盤20によってLAN通信を行う。住戸D2、D3、D4についても同様である。

[0098] 例えば、管理人室Mに設置された親分電盤10と、住戸D1、D2、D3、D4に設置された複数の子分電盤20とは、電力線14を介した電力線通信を行うことができないようにしてもよい。例えば、子分電盤20に、受信した信号を選別する機能を持たせ、子分電盤20から親分電盤10に信号が送信されないようにする。親分電盤10と子分電盤20との電力線通信を制限することにより、住戸D1、D2、D3、D4のLAN通信における情報セキュリティを向上させることができる。

[0099] 上記とは逆に、管理人室Mに設置された親分電盤10と、住戸D1、D2、D3、D4に設置された子分電盤20とが、電力線14を介した電力線通信を行うことができるようにしてもよい。親分電盤10と子分電盤20と間の電力線通信を可能とすることにより、管理人室Mにおいて、住戸D1、D2、D3、D4の情報を一括で管理することが可能となる。例えば、住戸D1、D2、D3、D4の電力使用量を、管理人室Mに設置された測定機器によって一括で管理することができる。

[0100] 例えば、住戸D 1、D 2、D 3、D 4に設置された複数の子分電盤20の間で、親分電盤10を介した電力線通信を行うことができるようにしてもよい。例えば、同じ世帯の構成員が住戸D 1、D 2に居住する場合は、住戸D 1、D 2に設置された複数の子分電盤20の間で電力線通信を行うことができれば便利である。この場合、管理人室Mに設置された親分電盤10と、住戸D 1、D 2に設置された複数の子分電盤20とが、電力線14を介した電力線通信を行うことができるようにすればよい。

[0101] このように、住戸D 1、D 2、D 3、D 4に設置された複数の子分電盤20の間で、親分電盤10を介した電力線通信を行うことは、複数の住戸の間で1つの親PLCモデム16を共有することを意味する。すなわち、複数の住戸に設置された複数の子分電盤20の間で送受信される信号は、親分電盤10の親PLCモデム16によって増幅される。この結果、複数の住戸の間における電力線通信が安定し、通信品質が向上する。

[0102] なお、本実施形態の電力線通信システムは、上述した集合住宅に限らず、例えば、オフィスビルに適用することが可能である。本実施形態の電力線通信システムにより、オフィスビルを構成する複数のフロア又は複数の部屋に設置された複数の事務機器の間で、上記と同様の電力線通信を行うことが可能である。

[0103] 4. 本実施形態の電力線通信システムの技術的な効果

上述した本実施形態の電力線通信システムは、以下に述べる技術的な効果を奏する。

[0104] 家電機器7から送信された信号の波形は、電力線4、14、15の線径、信号経路の長さ、及び家電機器7の影響などにより減衰される。本実施形態の電力線通信システムによれば、減衰された信号の波形が、1つ以上の子PLCモデム23及び／又は親PLCモデム16の増幅機構によって復元される。これにより、複数の家電機器7の間における電力線通信が安定し、通信品質が向上する。

[0105] 本実施形態の電力線通信システムは、子分電盤20の主幹ブレーカ21の

一次側に、子P L Cモデム 2 3を電氣的に接続し、子P L Cモデム 2 3の二次側に、ローカルコントローラ 2 4を電氣的に接続した構成となっている。これにより、子分電盤 2 0の主幹ブレーカ 2 1及び分岐ブレーカ 2 2が遮断された場合でも、2つのローカルコントローラ 2 4を用いた電力線通信を行うことが可能である。この場合、線径の細い家庭用の電力線 4を用いることなく、線径の太い分電盤用の電力線 1 4、1 5を用いて電力線通信を行うことができる。この結果、信号の波形の減衰がより低減される。

符号の説明

- [0106] 1 分電盤（従来技術）
- 2 主幹ブレーカ
- 3 分岐ブレーカ
- 4 電力線
- 5 コンセント
- 6 P L Cモデム
- 7 家電機器
- 8 母線
- 1 0 親分電盤（本発明）
- 1 1 主幹ブレーカ
- 1 2 母線
- 1 3 分岐ブレーカ
- 1 4 電力線
- 1 5 電力線
- 1 6 親P L Cモデム
- 1 7 ブロードバンドネットワークゲートウェイ
- 1 8 ローカルコントローラ
- 1 9 エアコンディショナ
- 2 0 子分電盤（本発明）
- 2 1 主幹ブレーカ

- 2 2 分岐ブレーカ
- 2 3 子 P L C モデム
- 2 4 ローカルコントローラ
- 2 5 孫 P L C モデム
- 3 0 ブロッキングフィルタ