

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2006-505969

(P2006-505969A)

(43) 公表日 平成18年2月16日(2006.2.16)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4L 12/28 (2006.01)	HO4L 12/28 200Z	5K033
HO4B 3/54 (2006.01)	HO4B 3/54	5K046

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2004-507157 (P2004-507157)
 (86) (22) 出願日 平成15年5月28日 (2003.5.28)
 (85) 翻訳文提出日 平成17年1月31日 (2005.1.31)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2003/017002
 (87) 国際公開番号 W02003/100996
 (87) 国際公開日 平成15年12月4日 (2003.12.4)
 (31) 優先権主張番号 60/383, 838
 (32) 優先日 平成14年5月28日 (2002.5.28)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

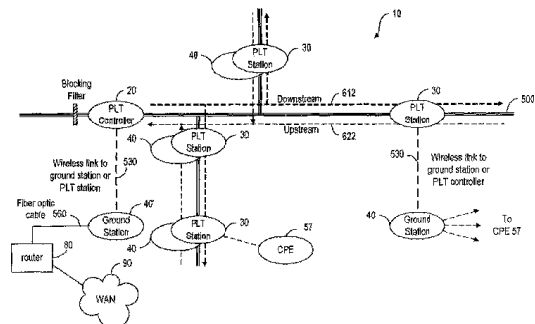
(71) 出願人 504438864
 アンペリオン, インコーポレイティド
 アメリカ合衆国, マサチューセッツ O1
 810, アンドーバー, トゥー テック
 ドライブ
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100113826
 弁理士 倉地 保幸
 (74) 代理人 100108383
 弁理士 下道 晶久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力系統の中圧ケーブルを使用して広帯域通信を提供する通信システム

(57) 【要約】

中圧 (MV) ケーブル (500) を使用して、1つの配信センタ (PLTコントローラ) (20) と複数の電力線通信 (PLT) ステーション (30) を含むネットワークセグメント (10) において、RF 信号を搬送する広帯域サービス通信システム (8) である。PLTコントローラ (20) は、配信モデム (62) を具備しており、この配信モデムは、カブラを介し、MVケーブル (500) を通じて、PLTステーション (30) との間でダウンストリーム及びアップストリームRF 信号を搬送する。それぞれのPLTステーション (30) は、モデム (32) を具備しており、このモデムは、カブラを介して、ダウンストリーム及びアップストリームRF 信号を搬送し、例えば、無線リンクを介して媒体信号を1つ又は複数の顧客宅内機器 (CPE) に搬送する。PLTコントローラ (20) は、アップストリーム通信、すべてのダウンストリーム通信の転送、及び制御に関して、それぞれのPLTステーション (30) を制御している。PLTコントローラ (20) は、ルータ (80) を介してWAN (90) に接続し、媒体信号をWAN (



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

連係してネットワークセグメントを定義する配信センタと少なくとも 1 つの遠隔場所との間で広帯域通信を提供する通信システムであって、配電系統の中圧 (M V) ケーブルが前記ネットワークセグメントの通信チャネル (媒体) として機能する、通信システムにおいて、

前記通信システムは、電力線通信 (P L T) コントローラと少なくとも 1 つの電力線通信 (P L T) ステーション (3 0) を具備し、

前記電力線通信 (P L T) コントローラは、

第 1 (ダウンストリーム) 媒体信号によって変調された第 1 (ダウンストリーム) R F 信号を生成するべく前記第 1 媒体信号を受信し、第 2 (アップストリーム) 媒体信号を抽出するべく第 2 (アップストリーム) R F 信号を復調する配信モデム (6 2) であって、前記 M V ケーブルと協働して、前記 M V ケーブル上において前記第 2 (アップストリーム) R F 信号を受信するべく前記 M V ケーブルを前記第 1 (ダウンストリーム) R F 信号によって励起する手段 (6 4 、 6 6) を含む配信モデムと、

前記配信モデムと動作可能に通信する電力線通信 (P L T) コントローラモジュール (2 3) であって、前記少なくとも 1 つの遠隔場所の中の少なくとも 1 つに前記第 1 (ダウンストリーム) 媒体信号を抽出させるべく前記第 1 (ダウンストリーム) 媒体信号の生成を制御する手段を有し、前記少なくとも 1 つの遠隔場所における第 2 (アップストリーム) 媒体信号の生成を制御する手段を更に有する P L T コントローラモジュールとを備え、

前記各電力線通信 (P L T) ステーション (3 0) は、

前記第 1 (ダウンストリーム) 媒体信号を抽出するべく前記第 1 (ダウンストリーム) R F 信号を復調する第 2 モデム (3 2) であって、前記 M V ケーブルと協働して、前記第 1 (ダウンストリーム) R F 信号を受信し、前記 M V ケーブルを前記第 2 (アップストリーム) R F 信号によって励起する手段 (3 4 、 3 6) を有する第 2 モデムと、

前記第 2 モデム (3 2) と動作可能に通信する P L T ステーションモジュール (3 1) であって、前記抽出した第 1 (ダウンストリーム) 媒体信号が当該 P L T ステーション宛てである場合に前記信号を受け入れる手段を有し、前記第 2 (アップストリーム) R F 信号を形成するためその変調のために前記第 2 モデムに提示するべく前記第 2 (アップストリーム) 媒体信号を生成する手段を更に有する P L T ステーションモジュールとを備え、

前記 P L T コントローラは、前記少なくとも 1 つの P L T ステーションに配信するためのすべての第 1 (ダウンストリーム) R F 信号の生成を制御すると共に、前記少なくとも 1 つの P L T ステーションから前記 P L T コントローラへの前記第 2 (アップストリーム) R F 信号の生成をも制御する、

ことを特徴とする通信システム。

【請求項 2】

前記 P L T コントローラモジュールは、時分割多重 (T D M) を使用して前記第 1 (ダウンストリーム) 媒体信号の生成を制御しており、該時分割多重 (T D M) は、前記第 2 (アップストリーム) 媒体信号の生成を制御する手段としても使用されている請求項 1 記載の通信システム。

【請求項 3】

前記 P L T コントローラは、前記中圧ケーブルを使用しない第 1 及び第 2 媒体信号の受信及び送信のための無線トランシーバモジュール (2 7) を更に有する請求項 1 記載の通信システム。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つの遠隔場所 (7 0) 内に顧客宅内機器 (C P E) を更に有し、前記ネットワークセグメント内の前記少なくとも 1 つの P L T ステーションの前記第 2 モデムは、無線周波数リンクによる前記顧客宅内機器との間の前記第 1 及び第 2 媒体信号の受信及び送信のための無線トランシーバモジュール (2 7) を更に有する請求項 1 記載の通信システム。

10

20

30

40

50

【請求項 5】

前記無線トランシーバの前記無線周波数リンクは、前記ネットワークセグメントと同等の無線周波数フットプリントを具備している請求項 4 記載の通信システム。

【請求項 6】

前記 P L T コントローラとの間の第 1 及び第 2 媒体信号の受信及び転送のために、前記 P L T コントローラと通信状態にあるグラウンドステーションを更に具備している請求項 1 記載の通信システム。

【請求項 7】

前記 P L T コントローラと通信状態にある前記グラウンドステーションは、ルータと更に通信し、該ルータは、広域ネットワークと更に通信する請求項 6 記載の通信システム。

10

【請求項 8】

前記少なくとも 1 つの P L T ステーションの少なくとも 1 つは、顧客宅内機器 (C P E) と更に通信する請求項 7 記載の通信システム。

【請求項 9】

前記少なくとも 1 つの P L T ステーションの少なくとも 1 つは、第 2 グラウンドステーションと通信し、該第 2 グラウンドステーションが、顧客宅内機器 (C P E) と通信する請求項 7 記載の通信システム。

【請求項 10】

前記通信システムは、

複数の更なるネットワークセグメント (10 a、10 b、10 c . . .) と、

20

1 つ又は複数のリピータ (50、51) であって、それぞれのリピータが、2 つのネットワークセグメントを接続し、1 つのネットワークセグメントから別のネットワークセグメントに転送するための前記第 1 (ダウンストリーム) R F 信号を受信するための手段を具備し、前記別のネットワークセグメントから前記 1 つのネットワークセグメントに転送するための前記第 2 (アップストリーム) R F 信号を受信するための手段を更に具備している、1 つ又は複数のリピータと、

を有している請求項 1 記載の通信システム。

【請求項 11】

前記リピータは、第 1 ネットワークセグメント内の P L T ステーションと第 2 ネットワークセグメント内の P L T コントローラとを有し、更なるダウンストリーム転送が意図されている前記第 1 ネットワークセグメントからの第 1 (ダウンストリーム) R F 信号は、前記リピータの前記 P L T ステーションに対して、前記第 1 R F 信号を検索し、前記第 1 R F 信号を前記リピータの前記 P L T コントローラに転送するように指示する手段を具備しており、更なるアップストリーム転送が意図されている前記第 2 ネットワークセグメントの前記第 2 R F 信号は、前記リピータの前記 P L T ステーションが前記第 2 R F 信号を前記第 1 ネットワークセグメントの前記 P L T コントローラに更に転送するように、前記リピータの前記 P L T コントローラから前記リピータの前記 P L T ステーションへの前記第 2 R F 信号の転送を指示する手段を更に具備している請求項 9 記載の通信システム。

30

【請求項 12】

前記リピータを形成する、前記第 1 ネットワークセグメントの P L T ステーション及び第 2 ネットワークセグメントの P L T コントローラは、コンピュータ内に収容されており、前記コンピュータのバックプレーンを介して互いに通信する請求項 11 記載の通信システム。

40

【請求項 13】

前記リピータ (インターリンク) を形成する、前記第 1 ネットワークセグメントの P L T ステーション及び第 2 ネットワークセグメントの P L T コントローラは、それぞれ、無線トランシーバモジュール (27) を更に具備し、前記 P L T ステーション及び P L T コントローラは、前記無線トランシーバモジュールを介して互いに通信する請求項 11 記載の通信システム。

【請求項 14】

50

光ファイバリンクを更に具備し、前記リピータ（インターリンク）を形成する、前記第1ネットワークセグメントのP L Tステーション及び第2ネットワークセグメントのP L Tコントローラは、前記光ファイバリンクを介して互いに通信する請求項11記載の通信システム。

【請求項15】

前記M Vケーブルと電氣的接触状態にない導電性リンクを更に具備し、前記リピータ（インターリンク）を形成する前記第1ネットワークセグメントのP L Tステーション及び第2ネットワークセグメントのP L Tコントローラは、前記導電性リンクを介して互いに通信する請求項11記載の通信システム。

【請求項16】

前記通信システムが広域ネットワークと通信することを許可する前記P L Tコントローラと関連付けられた手段を更に有する請求項1記載の通信システム。

【請求項17】

広域ネットワークと通信する前記手段は、前記P L Tコントローラと動作可能に通信するルータである請求項16記載の通信システム。

【請求項18】

前記ルータは、前記P L Tコントローラとは離れた場所に在る請求項17記載の通信システム。

【請求項19】

前記P L Tコントローラ及び前記ルータは、無線トランシーバモジュールによって互いに通信する請求項18記載の通信システム。

【請求項20】

前記P L Tコントローラと前記ルータは、有線リンクによって互いに通信する請求項18記載の通信システム。

【請求項21】

前記有線リンクは、光ファイバリンクである請求項20記載の通信システム。

【請求項22】

前記ネットワークセグメントは、前記中圧ケーブルの少なくとも一部に物理的にオーバーラップし得る請求項10記載の通信システム。

【請求項23】

前記P L Tコントローラは、時分割マルチアクセス時間スロットの割当を制御する第1命令により、そのネットワークセグメント内のP L Tステーションによるアップストリーム媒体信号の生成を制御する請求項1記載の通信システム。

【請求項24】

それぞれの隣接ネットワークセグメントは、前記第1及び第2R F信号を生成するための共通物理レイヤ符号化方式の異なる領域を使用しており、リピータの前記P L Tステーションは、前記P L Tコントローラの前記ネットワークセグメントの前記符号化方式を使用して前記リピータの前記P L Tコントローラと通信し、前記リピータの前記P L Tコントローラは、前記P L Tステーションの前記ネットワークセグメントの前記符号化方式を使用して前記リピータの前記P L Tステーションと通信する請求項10記載の通信システム。

【請求項25】

前記物理レイヤ符号化方式は、前記P L Tコントローラと前記少なくとも1つのP L Tステーションとの間における第1及び第2R F信号の転送のための時分割マルチアクセス時間スロットによる請求項24記載の通信システム。

【請求項26】

それぞれのネットワークセグメント内における前記符号化方式は、周波数分割マルチアクセス方式を更に使用する請求項24記載の通信システム。

【請求項27】

前記周波数分割マルチアクセス符号化方式は、直交周波数分割多重化による請求項26

10

20

30

40

50

記載の通信システム。

【請求項 28】

前記物理レイヤ符号化方式は、衝突回避機能付き符号分割マルチアクセスによる請求項 24 記載の通信システム。

【請求項 29】

前記物理レイヤ符号化方式は、ウェーブレットを使用する請求項 24 記載の通信システム。

【請求項 30】

前記配電システムは、地下配電システムを有している請求項 1 記載の通信システム。

【請求項 31】

前記配電システムは、地上配電システムを有している請求項 1 記載の通信システム。

10

【請求項 32】

前記配電システムは、地下及び地上配電システムの組み合わせたものである請求項 1 記載の通信システム。

【請求項 33】

連係してネットワークセグメントを定義する配信センタと少なくとも 1 つの遠隔場所との間で広帯域通信を提供する方法であって、配電システムの中圧 (MV) ケーブルが、前記ネットワークセグメントの通信チャネル (媒体) として機能する、通信方法において、

前記配信センタにおいて、

第 1 (ダウストリーム) 媒体信号によって変調された第 1 (ダウストリーム) RF 信号を生成するべく前記第 1 媒体信号を受信し、第 2 (アップストリーム) 媒体信号を抽出するべく第 2 (アップストリーム) RF 信号を復調する段階と、

20

前記第 1 (ダウストリーム) RF 信号によって前記 MV ケーブルを励起する段階と、

前記 MV ケーブル上において前記第 2 (アップストリーム) RF 信号を受信する段階と

、
前記少なくとも 1 つの遠隔場所の中の少なくとも 1 つに前記第 1 (ダウストリーム) 媒体信号を抽出させるべく、前記第 1 (ダウストリーム) 媒体信号の生成を制御する段階と、

前記少なくとも 1 つの遠隔場所の中の 1 つの遠隔場所に対して、前記第 2 (アップストリーム) 媒体信号を含む前記第 2 (アップストリーム) RF 信号を生成するように指示するべく、前記少なくとも 1 つの遠隔場所における第 2 (アップストリーム) 媒体信号の生成を制御する段階とを備え、

30

それぞれの遠隔場所において、

前記第 1 (ダウストリーム) RF 信号が前記遠隔場所宛てである場合に、前記第 1 (ダウストリーム) RF 信号を受信する段階と、

前記第 1 (ダウストリーム) 媒体信号を抽出するべく前記第 1 (ダウストリーム) RF 信号を復調する段階と、

前記第 2 (アップストリーム) 媒体信号を生成する段階と、

RF 信号を前記第 2 媒体信号によって変調して前記第 2 (アップストリーム) RF 信号を形成し、前記 MV ケーブルを前記第 2 (アップストリーム) RF 信号によって励起する段階とを備える

40

ことを特徴とする通信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本特許出願は、2002年5月28日付けで出願された米国仮特許出願第60/383,838号に基づくものであり、アメリカ合衆国法典第35巻第119条(e)項に基づいて、この出願に対する優先権を主張するものである。

本発明は、電力線通信 (Power Line Communication: PLC)、即ち、発電システムによって発電された電力を配電網によって供給しつつ、配電網の1つ

50

又は複数の中圧ケーブル (Medium Voltage Cable) を使用して広帯域通信サービスを提供することに関するものである。

【背景技術】

【0002】

(概要)

本発明は、配電網を使用する通信サービスに関するものである。以下、配電網に対する電力の供給に使用する発電システムの全般的な背景、送電システムの全般的な背景、送電系統、配電網、並びに電力線通信 (即ち、配電網を使用した情報の配送) に関する背景情報を提供する。

【0003】

(発電系統)

電力は、世界中において、3つの個別の系統を使用してユーザーに供給されている。通常、発電施設に配置されている発電系統は、発電機を使用して、なんらかの形態の位置又は運動エネルギーを電気に変換する。これらの発電機は、通常、燃焼、水力、風力、又は原子力を源として動力が供給されている。

【0004】

(送電系統)

送電系統は、通常、発電系統に電氣的に接続されており、発電された電気を発電系統から電気の消費地に対して長距離にわたって供給する。送電系統は、発電された電力から高圧 (High Voltage: HV) (当技術分野においては、60,000~1,000,000ボルトとされている) を生成する変圧器から構成されている。送電系統は、交流 (AC) 又は直流 (DC) のいずれかを送電可能であり、通常、送電には、「高圧」電線 (ケーブル) と呼ばれるものを使用する。送電系統は、通常、1つ又は複数の変電所 (Substation) において終了するが、これらの変電所は、電気の消費者の近くに位置している。送電系統においては、大型変圧器、過負荷及び雷保護装置、スイッチ、及び様々な網の検知及び制御装置を使用している。送電線は、通常、高架であって、電線は、普通、絶縁されていないアルミニウムから製造されている。

【0005】

(配電網)

配電網とは、変電所から電気の個々の消費者に電力を供給するのに使用する一連の電線 (ケーブル) 及びコンポーネントのことである。配電網においては、通常、中圧 (Medium Voltage: MV) (当技術分野においては、4,000~50,000ボルトとされている) を使用し、ほとんどの場合に、ACを使用している。そして、電力の供給者にとって便利な場所に配置された変圧器をMV配電系統に接続し、90~600ボルトの低圧 (Low Voltage: LV) の電気を生成して、電気の消費者に配送するのである。1つのLV変圧器により、1つの顧客、いくつかの顧客、又は数百の顧客に電力供給が可能である。配電系統においては、変圧器、スイッチ、再投入器、雷及び障害保護装置、コンデンサ、メーター、及びその他の検知及び制御装置を使用している。配電線は、高架であってよく、それらは、絶縁又は非絶縁であってよい。又、配電線は、地下電線 (ケーブル) であってもよく、これらには、通常、同軸の1つ又は複数の接地リード線によって包囲された中心電力導体が含まれている。

【0006】

配電網は、しばしば、樹状トポロジーで配備されており、変電所に配置されている樹木の根と、ここから伸長する「フィーダ」と呼ばれる主要な幹を有している。そして、それぞれのフィーダは、当技術分野において「ラテラル (Lateral)」とも呼ばれる複数の枝を具備しており、これらのラテラルは、フィーダから外に伸長している。そして、1つのラテラルが、その他の複数のラテラルに供給可能である。これらのフィーダ及びラテラルは、しばしば、変電所から25km (15.54マイル) 以上延長している。

【0007】

かなり頻繁に、樹木の「葉」、即ち、最も外側のラテラルは、地理的にループ状に配列

10

20

30

40

50

されており、この結果、変電所から消費者に対して、複数の経路が存在している。これらのループは、安全性や障害検出並びに補正の問題を引き起こすため、通常は、一箇所において、自動スイッチ又は手動の通常開路点により、開路状態にある。停電が発生した場合には、この通常開路点を閉じて、代替りの電流経路を提供することにより、その障害状態の影響を受ける消費者の数を減らすことができる。

【0008】

電力線通信(PLC)とは、これらの送電系統及び配電網を再利用して情報を供給する技術のことである。当技術分野において周知のように、PLCシステムは、電気の消費者の構内において、すべてがLV(低圧)電力で動作する顧客宅内(CP)ネットワークと、HV又はMVで送電及び/又は配電網上で動作するアクセスネットワークという2つのカテゴリーに分かれている。PLCシステム及び装置においては、追加信号によって配電装置が影響を受けることのないように、50又は60Hzの電力信号に情報信号を重畳している。

10

【0009】

PLCにおいては、狭帯域又は広帯域データ伝送を使用可能である。狭帯域PLCは、電気事業により(及び、このために)、送電及び配電網における制御及び検知信号の伝送用に1970年代から既に使用されている。これらのシステムにおいては、非常に頻繁に、50又は60Hzのゼロ交差期間において、高周波パルスを生成し、これらのパルス又はそれらの非存在を使用して情報を搬送している(例:電力メーターの読取値など)。

【0010】

例えば、1Mb/s以上の情報を搬送する広帯域PLCにおいては、通常、スペクトル拡散又は周波数ホッピング技術を使用している。本来の設計目標であった50又は60Hzを上回る信号の電力線による搬送は容易ではないため、このような技法が使用されているのである。周波数が高いほど、迅速に減衰し、特に、高架のワイヤは、非常に雑音が多く、ラジオやテレビ信号、並びにその他の狭帯域及び広帯域雑音を有している。政府の電磁妨害規制により、この雑音レベルを上回るPLC電力レベルの単純な増強は禁止されているため、PLC変調方式は、通常、この雑音を静的又は動的に回避するべく設計される。又、送電又は配電系統の様々なコンポーネントによって発生する信号の減衰に対抗するべく、信号を手動又は自動的に調節することも可能である。

20

【0011】

PLCは、しばしば、IP(Internet Protocol)、TCP(Transmission Control Protocol)、及びUDP(User Datagram Protocol)などのプロトコルを使用して、パケット化されたデータを搬送するために使用される。Appletalkなどのその他のプロトコルも使用可能である。これらの場合には、PLCネットワークは、当技術分野において、ISO(International Standards Organization)のOSI(Open System Interconnection)基準モデルのレイヤ1と呼ばれているものにおいて動作するリピータ、OSIのレイヤ2において動作するブリッジ又はデータスイッチ、OSIのレイヤ3において動作するルータ、又はOSIのレイヤ4~7において動作するゲートウェイを含むデータ転送要素の集合として、データ領域において動作可能である。

30

40

【0012】

トポロジーの面において、このデータネットワークを送電又は配電網に整合させるという制約は存在していない。例えば、データ信号は、ラテラル又はフィードから変電所に向かって電力線を伝播可能であるが、電力がこのようには伝播することは、絶対にならない。同様に、重畳されたPLCデータネットワークを樹状トポロジーに構成する場合にも、その根ノードは、配電系統の根ノード(変電所)に対応するものであってもよいし、或いは、対応していなくてもよい。実際には、PLCネットワークは、IEEE(International Electrical and Electronic Engineering) 802.1Dのスパニングツリー、RIP(Routing Inform

50

ation Protocol)、又はOSPF (Open Shortest Path First) プロトコルなどの当技術分野において周知のプロトコルを使用することにより、ループや複雑なメッシュのトポロジーを使用して、PLCネットワークにおけるパケットの経路を決定することができる。

【0013】

又、PLCネットワークは、テレフォニーやケーブルテレビシステムに使用されているものなどのパケット化されていない音声やビデオストリームも搬送可能である。テレフォニーストリームは、T1、E1、又はSONET (Synchronous Optical Network) フレーミングとして当技術分野において一般に周知の標準的なテレフォニーフレーミング法を使用してフォーマット可能である。ビデオ信号の場合には、NTSC (National Television System Committee)、DVB (Digital Video Broadcast)、又はMPEG (Moving Picture Experts Group) などの変調、符号化、及びフレーミング技術を使用することができる。

10

【0014】

(PLC)

前述のように、多くの制約の下に、配電網の中圧電力線上において、広帯域などの高速RF (無線周波数) 通信を実装可能である。図1からわかるように、このネットワークの物理的トポロジーは、樹木の枝分れに似ている。樹木の根は、中圧フィーダに対応しており、これは、送電系統の変電所 (即ち、送電系統がフィーダに接続する枝上の地点) から発している。このフィーダは、接地導体を有する三相の三線電力線である。この電力線の下流方向に、様々な間隔で、枝がメインフィーダから発しており、更に電力を分配している。これらの枝は、三相、三相の中のいずれか2つ、又は単相であってよい。これらの枝は、電力の供給に必要な最後の変圧器又はその他の配電コンポーネントによって終端されており、これ以外の終端は、ほとんど存在しない。線路障害の管理と配電制御のために、適切な場所に、様々なスイッチングコンポーネント (手動スイッチ、自動再投入器 (Recloser) 及びセクショナルライザ (Sectionalizer)、並びにヒューズを含む) が挿入されている。図1の「R」及び「S」というラベルが付加されている四角形は、「再投入器」と「セクショナルライザ」である。再投入器とセクショナルライザは、代表的な自動スイッチ装置である。線路に沿って力率又は電圧レベルを調節するべく、その他のコンポーネント (コンデンサ及びレギュレータ変圧器) が存在してもよい。そして、これらのコンポーネントのいずれもが、RF信号の伝播に対して障壁をもたらす可能性があり、これらの周りにRFブリッジを生成するための更なる装置が必要とされることになる。根から、最遠の枝先までの電力線の長さは、25 km以上であってよい。ステーション間における長距離にわたるRF信号の減衰 (又は、電力線に沿ったRF障壁) のために、ネットワークステーションの中に、ネットワーク内のその他のステーションを「聴取」できなくなるものが出てくる可能性が高い。この最後の点は、このシステムには、ピアツーピアネットワークアーキテクチャが適していないことを意味するものである。

20

30

【0015】

一般的な配電網においては、停電地域の電力を回復したり、負荷の均衡や線路の冗長性などのその他の理由から、スイッチを閉じることによってループを形成可能である。MV線路に沿い、配電変圧器によって、中圧電力線の4 ~ 30 KVの電圧レベルを低圧 (LV) 電力線の110 ~ 600 Vのレンジに降圧する。

40

【0016】

特に、高架線路を使用する際の電力線環境においては、電気的な雑音が多く、多くの狭帯域雑音源と相当の広帯域雑音を有している。このような環境で動作する通信システムにおいては、その雑音耐性を改善するためのあらゆる実際的な手段を使用しなければならない。

【0017】

電力線の雑音及びRF伝送特性は、天候と線路に接続されている電氣的負荷の程度及び

50

種類によって変化する。特定の電力線トポロジーにより、通信用の使用法に関して媒体を劣化させる独特な反射パターンや共振状態が生成される可能性がある。このことから、M V電力線通信システムは、環境特性の変化に対して適合可能でなければならず、単一の周波数に依存するものであってはならない（即ち、狭帯域システムであってはならない）ことがわかる。

【0018】

電力線の主な機能は、電力を供給することにある。通信ネットワークは、この機能を損なってはならない。従って、いずれかの電力導体を遮断する通信装置を線路内に挿入することはできない。このことから、電力媒体上にR F信号を導入すると共に、この媒体からR F信号を抽出する結合装置の製造は、技術的に困難なものになるであろうことがわかる。又、この媒体が高周波信号のフィルタリングに有用ではないため、電力線上においてR F信号を互いに分離することも困難であり、且つ、その低レベルのプロトコルにより、その他の近傍セグメントからのネットワークセグメント内へのトラフィックの漏洩を識別し拒否できなければならない。

10

【0019】

この電力線上におけるデータ通信は、双方向であり、且つ、三相の線路と单相の線路上において機能しなければならない。即ち、この制約は、必要な双方向性を提供する周波数ドメインの多重化により、通信の際に、時間に依存した方式で、線路上の方向を反転させるか（真性ハーフデュプレックス媒体として使用する）、或いは、媒体をフルデュプレックスモードを使用することを意味している。

20

【0020】

このM V電力線R Fネットワークの主な機能は、アクセスネットワークの機能である。顧客は、インターネットにアクセスするための手段や共有媒体上において仮想プライベートネットワークを実装する手段として、通信アクセスを利用するのであり、M V電力線ネットワークは、ローカルエリアネットワークではない。

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0021】**

従って、以上の制約を満足しつつ、中圧配電網上において広帯域通信サービスを提供することが有利であり、望ましい。

30

【課題を解決するための手段】**【0022】**

本発明によれば、連係してネットワークセグメントを定義する配信センタと少なくとも1つの遠隔場所との間で、広帯域通信を提供する通信システムが提供され、配電系統の中圧（M V）ケーブルが、ネットワークセグメント用の通信チャンネル（媒体）として機能し、この通信システムは、電力線通信（P L T）コントローラと少なくとも1つの電力線通信（P L T）ステーション（30）を具備し、電力線通信（P L T）コントローラは、第1（ダウンストリーム）媒体信号によって変調された第1（ダウンストリーム）R F信号を生成するべく第1媒体信号を受信し、第2（アップストリーム）媒体信号を抽出するべく第2（アップストリーム）R F信号を復調する配信モデム（62）であって、M Vケーブルと協働して、M Vケーブル上で第2（アップストリーム）R F信号を受信するべくM Vケーブルを第1（ダウンストリーム）R F信号によって励起する手段（64、66）を含む配信モデムと、この配信モデムと動作可能に通信する電力線通信（P L T）コントローラモジュール（23）であって、少なくとも1つの遠隔場所の中の少なくとも1つに第1（ダウンストリーム）媒体信号を抽出させるべく、第1（ダウンストリーム）媒体信号の生成を制御する手段と、少なくとも1つの遠隔場所における第2（アップストリーム）媒体信号の生成を制御する手段を更に具備するP L Tコントローラモジュールと、を備え、前記少なくとも1つの電力線通信（P L T）ステーション（30）の各ステーションは、第1（ダウンストリーム）媒体信号を抽出するべく第1（ダウンストリーム）R F信号を復調する第2モデム（32）であって、M Vケーブルと協働して第1（ダウンストリー

40

50

ム) R F 信号を受信し、M V ケーブルを第 2 (アップストリーム) R F 信号によって励起する手段 (3 4、3 6) を有する第 2 モデムと、この第 2 モデム (3 2) と動作可能に通信する P L T ステーションモジュール (3 1) であって、抽出した第 1 (ダウンストリーム) 媒体信号がその P L T ステーション宛てである場合に抽出した第 1 (ダウンストリーム) 媒体信号を受け入れる手段を有し、第 2 (アップストリーム) R F 信号を形成するためその変調のために第 2 モデムに提示するべく第 2 (アップストリーム) 媒体信号を生成する手段を更に有する P L T ステーションモジュールと、を備え、これにより、P L T コントローラは、少なくとも 1 つの P L T ステーションに配信するためのすべての第 1 (ダウンストリーム) R F 信号の生成を制御すると共に、少なくとも 1 つの P L T ステーションから P L T コントローラへの第 2 (アップストリーム) R F 信号の生成も制御することを特徴とする。 10

【 0 0 2 3 】

好ましくは、第 1 及び第 2 媒体信号の中の少なくとも 1 つは、配信モデムとの間において、無線周波数リンクによって伝送される。

【 0 0 2 4 】

通信信号の電力網への注入と、これからの抽出は、通常、カプラを使用して行われる。当技術分野において周知のように、一般的なカプラのタイプには、2 つのものが存在する。まず、容量性カプラは、データと 0 ~ 6 0 H z の電力信号とを分離しつつ、高周波数において 2 つの信号をリンクするべく標準的な容量効果を使用するものである。容量性カプラは、電気的にはコンデンサであって、1 つのプレートが、H V、M V、又は L V 導体に 20 付着しており、もう一方のプレートが、通信信号源又は宛先に接続されている。このコンデンサのプレート間における絶縁により、2 つのネットワークの絶縁が提供されている。

【 0 0 2 5 】

別の結合方法は、当技術分野において「誘導性結合」と呼ばれているものであり、これは、データと 0 ~ 6 0 H z の電力信号を分離しつつ、高周波数において 2 つの信号をリンクするべく標準的な電磁効果を使用している。誘導性カプラは、電気的には変圧器であって、1 つのコイルは、H V、M V、又は L V 導体によって形成されており (1 巻回コイル)、他方のコイルは、通信信号源又は宛先に接続されている。この 2 つのコイル間における絶縁により、2 つのネットワークの絶縁が提供されている。

【 0 0 2 6 】

P L C カプラは、通常、1 M H z ~ 5 0 M H z 又はこれ以上の周波数において、2 つのネットワークをリンクすると共に、D C ~ 1 0 0 H z の周波数においては、2 つのネットワークを絶縁する。 30

無線信号は、いかなる形式のものでもよく、情報 (データ) を伝送する。

【 0 0 2 7 】

好ましくは、この通信システムは、1 つ又は複数の遠隔場所に、顧客宅内機器 (C P E) を更に有しており、ネットワークセグメント内の少なくとも 1 つの P L T ステーションのリモートモデムが、無線周波数リンクにより、顧客宅内機器との間で、第 1 及び第 2 媒体信号の中の少なくとも 1 つを伝送する。

【 0 0 2 8 】

尚、同軸ケーブル、遮蔽及び非遮蔽のツイストペアワイヤ、光ファイバなどの媒体によって、及び無線リンクによって、データネットワークを接続可能であることに更に留意されたい。パケット化されたデータを無線で搬送する方法の 1 つが、I E E E 8 0 2 規格委員会によって規定されており、当技術分野において、8 0 2 . 1 1 として知られている。3 つの別個の変調及びプロトコルセットが、8 0 2 . 1 1 a、8 0 2 . 1 1 b、及び 8 0 2 . 1 1 g である。これらの規格には、規定された無線ネットワークにおいてパケット化されたデータを搬送するための O S I のレイヤ 1 及び 2 において使用するフォーマット及びプロトコルが規定されている。8 0 2 . 1 1 b 及び 8 0 2 . 1 1 b プロトコルは、2 . 4 G H z のスペクトルを使用しており、8 0 2 . 1 1 a プロトコルは、5 . 8 G H z のスペクトルを使用している。 40

【 0 0 2 9 】

802.11規格においては、マスタ/スレーブとピアツーピアという2つの動作モードを提供している。マスタ/スレーブ動作モードにおいては、無線搬送の使用を所望するノードは、アクセスポイントと係連しなければならない。即ち、すべてのデータは、アクセスポイントとの間で搬送され、この結果、通信を所望する2つの無線ノードのデータは、一方のノードから、まずは、アクセスポイントに向かい、その後、もう一方のノードに向かわなければならない。一方、当技術分野において、「アドホック」とも呼ばれているピアツーピア動作モードにおいては、アクセスポイントは使用しない。この場合には、すべてのノードが、もう一方のノードに対してデータを伝送可能である。

【 0 0 3 0 】

リモートモデムの無線周波数リンクは、ネットワークセグメントの物理的なフットプリントと同等の高周波フットプリントを具備していることが有利である。

【 0 0 3 1 】

有利には、この通信システムは、複数の更なるネットワークセグメント(10a、10b、10c...)と;それぞれが2つのネットワークセグメントを接続(span)し、1つのネットワークセグメントから別のネットワークセグメントに転送される第1(ダウンストリーム)RF信号を受信する手段を具備すると共に、別のネットワークセグメントから1つのネットワークセグメントに転送される第2(アップストリーム)RF信号を受信する手段を更に具備する1つ又は複数のリピータ(50、51)と;を更に有している。

【 0 0 3 2 】

有利には、このリピータを形成する第1ネットワークセグメントのPLTステーションと第2ネットワークセグメントのPLTコントローラは、コンピュータ内に収容されており、コンピュータのバックプレーンを介して互いに通信する。

【 0 0 3 3 】

或いは、この代わりに、このリピータを形成する第1ネットワークセグメントのPLTステーションと第2ネットワークセグメントのPLTコントローラは、物理的に互いに分離されており、通信リンクを介して互いに通信する。この通信リンクは、無線リンクであるか、或いは、中圧ケーブルとは別個の有線リンクである。尚、本明細書においては、このようなリピータをインターリンクと呼ぶ。

【 0 0 3 4 】

有利には、この通信システムは、通信システムが広域ネットワークと通信できるようにする手段を更に有しており、この広域ネットワークと通信するための手段は、PLTコントローラと動作可能に通信するルータである。有利には、このルータは、PLTコントローラから離れた場所に位置しており、PLTコントローラとルータは、互いに、無線リンク、又は光ファイバリンクなどの有線リンクによって通信する。

【 0 0 3 5 】

有利には、ネットワークセグメントは、中圧ケーブルの少なくとも一部と物理的にオーバーラップ可能である。

【 0 0 3 6 】

PLTコントローラは、好ましくは、時分割マルチアクセス時間スロットの割当を制御することにより、そのネットワーク内におけるPLTステーションのアップストリーム媒体信号を制御する。

【 0 0 3 7 】

有利には、それぞれの隣接ネットワークセグメントは、共通物理レイヤ符号化方式の異なる領域を使用しており、この物理レイヤ符号化方式は、時分割マルチアクセス符号化方式であるか、或いは、周波数分割マルチアクセス方式であり、この周波数分割マルチアクセス符号化方式は、直交周波数分割マルチ(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)である。更には、物理レイヤ符号化方式は、衝突回避機能付き符号分割マルチアクセス(Code Division Mul

10

20

30

40

50

multiple Access with Collision Avoidance)であるか、或いは、ウェブレットを使用する。又、本発明によれば、通信ネットワーク内の配信センタと1つ又は複数の遠隔場所間において広帯域通信を提供する方法も提供され、配信センタと遠隔場所は、連係してネットワークセグメントを定義しており、配電系統の中圧ケーブルが、ネットワークセグメントの通信チャンネル(媒体)として機能する。

【0038】

本発明による通信方法は、連係してネットワークセグメントを定義する配信センタと少なくとも1つの遠隔場所との間で、広帯域通信を提供する段階を有し、配電系統の中圧(MV)ケーブルが、ネットワークセグメントの通信チャンネル(媒体)として機能する通信方法であって、配信センタにおいて、第1(ダウストリーム)媒体信号によって変調された第1(ダウストリーム)RF信号を生成するべく第1媒体信号を受信し、第2(アップストリーム)媒体信号を抽出するべく第2(アップストリーム)RF信号を復調する段階と、第1(ダウストリーム)RF信号によってMVケーブルを励起する段階と、MVケーブル上において第2(アップストリーム)RF信号を受信する段階と、少なくとも1つの遠隔場所の中の少なくとも1つに第1(ダウストリーム)媒体信号を抽出させるべく第1(ダウストリーム)媒体信号の生成を制御する段階と、少なくとも1つの遠隔場所の中の1つの遠隔場所に対して、第2(アップストリーム)媒体信号を含む第2(アップストリーム)RF信号を生成するように指示するべく、少なくとも1つの遠隔場所における第2(アップストリーム)媒体信号の生成を制御する段階とを備え、それぞれの遠隔場所において、第1(ダウストリーム)RF信号がその遠隔場所宛てである場合に、その第1RF信号を受信する段階と、第1(ダウストリーム)媒体信号を抽出するべく第1(ダウストリーム)RF信号を復調する段階と、第2(アップストリーム)媒体信号を生成する段階と、RF信号を前記第2媒体信号によって変調して第2(アップストリーム)RF信号を形成し、MVケーブルをこの第2(アップストリーム)RF信号によって励起する段階と、を備えることを特徴とする。

10

20

【0039】

本発明については、図2a~図13との関連で、以下の説明を参照することにより、明らかになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0040】

図1は、代表的な配電網8の物理的なトポロジーを示している。到来する高圧電力は、高圧送電線9によって供給される。配電変電所11が、この高圧電力を受電し、これを中圧(通常、4~50kV)電力に変換する。そして、この中圧(MV)電力が、MVフィーダ19によって分配される。一般的なフィーダは、図1に示されているように、複数の枝(「ラテラル」21と呼ぶ)を具備可能である。これらのフィーダは、例えば、25キロメートル(15.54マイル)など、何キロメートルにもわたって延長可能である。

30

【0041】

又、図1には、一般的なMVフィーダが、再投入器(R)13、セクショナライザ(S)15、及び切断要素17などの様々な自動スイッチ装置を含んでいることも示されている。当技術分野において周知のように、再投入器は、フィーダを過負荷から保護するべく、サーキットブレーカのように機能する。セクショナライザ15と切断要素17は、通常、フィーダの障害部分を分離すると共に、フィーダ線路の経路をリルーティングするのに使用するスイッチである。従って、一般的な切断要素17は、通常開路状態にある(NO)スイッチとして機能し、フィーダの経路に障害が発生した場合に、これに対して閉じるように命令することにより、MV電力を受電するためのフィーダの代替経路を提供することができる。

40

【0042】

後述のように、これらMV要素のいずれもが、PLC通信に対して障害をもたらす可能性がある。

【0043】

50

図 2 a に示されているように、配電網 8 のインフラを使用する M V (中圧) 電力線通信 (P L C) 用の基本構築ブロックは、ネットワークセグメント 1 0 であり、これは、1 つの電力線通信 (P L T) コントローラ 2 0 によって制御されると共に、M V 電力線ケーブル 5 0 0 を使用して 1 つ又は複数の P L T ステーション 3 0 に接続されている。尚、この P L C ネットワークセグメントは、配電網 8 又はそのフィーダ 1 9 と必ずしも同一である必要はないことに留意されたい。ネットワークセグメントは、物理的なネットワーク実装であると共に、論理的なネットワーク構造でもある。即ち、これは、セグメントが、配電線又はケーブルを物理的な通信媒体として使用して物理的に構築されており、(ブリッジによって) 連結可能であるという意味において物理的な実装である。これらのセグメントは、オーバーラップ又はネスティング可能である。又、これは、セグメントが、M A C (Media Access Control) レイヤによって実装されたデータトラフィック管理ドメインを表すという意味において、論理的なネットワーク構造である。M A C レイヤプロトコルは、セグメント内への無関係なフレームの漏洩を拒否可能にするべく、一意の識別子 (セグメント I D) を内蔵可能であり、或いは、この代わりに、M A C アドレスを利用して、セグメントメンバ装置間におけるトラフィックを識別することも可能である。

10

【 0 0 4 4 】

好ましくは、P L T コントローラ 2 0 と P L T ステーション 3 0 の両方は、無線グランドステーション 4 0 に接続するべく使用可能な I E E E 8 0 2 . 1 1 x 無線ポートを具備している (ここで、x は、特定の I E E E 無線規格 (例 : a、b、又は g) のいずれかを意味している)。図 2 b、図 3、及び図 4 に示されているように、1 つの P L T ステーション 3 0 を別のセグメントの P L T コントローラ 2 0 に接続することにより、P L C 通信媒体 (M V ケーブル) を使用することなしに、1 つのセグメントから別のセグメントへのダウンストリーム及びアップストリーム通信の転送を可能にするリピータ 5 0 を形成することができる。図 4 及び図 6 b に示されているように、状況によっては、P L T スイッチ機器 (再投入器 1 3、セクショナルライザ 1 5、切断要素 1 7) やその他の環境的な要因により、M V ケーブル上の R F 信号の転送に障害 5 3 が生じる場合がある (但し、A C 電力は流れることができる)。このような R F 障害の領域を橋絡するために、インターリンク 5 1 を使用する。インターリンクは、リピータと同一であるが、通常、P L T ステーションと P L T コントローラが互いに物理的に分離されており、これらの間で、無線通信リンク 5 3 0 を使用している。この結果、無線通信リンク 5 3 0 が R F 障害を効果的に回避 (span) することにより、R F 障害の物理的な長さとは無関係に、1 つのネットワークセグメントを別のネットワークセグメントに接続するインターリンクにより、R F 障害を橋絡することができる。或いは、この代わりに、通信リンク 5 3 0 は、有線によるものであってもよい (電氣的又は光学的なもの)。尚、導電性ワイヤによる場合には、この導電性リンクは、M V ケーブル 5 0 2 と電氣的な接触状態にはない。

20

30

【 0 0 4 5 】

図 3 に示されているように、R F 遮断フィルタ 2 5 が M V ケーブル上のネットワークセグメント (例 : 1 0 a 及び 1 0 b) 間に挿入されている場合にも、リピータ 5 0 を使用することにより、これらのネットワークセグメントを接続することができる。尚、このような R F 障壁は、隣接するネットワークセグメントの高周波信号を分離するという目的で、ある時点において経済的に実現可能となる。但し、現時点においては、このような R F 障壁は、経済的に実現可能ではなく、従って、少なくとも隣接するネットワークセグメントの R F 信号は、オーバーラップしており、これに相応して、ネットワークセグメント自体も、オーバーラップすると共に / 又は、互いの内部においてネスティング可能である。ネットワークセグメント間において通信するは、リピータは依然として必要であり、これは、それぞれの R F 信号 (ダウンロード又はアップロード) が、その信号が生成されたネットワークセグメントとその信号を関連付ける情報を含んでおり、このため、リピータがなければ、異なるネットワークセグメントによって無視されることになるためである。このようなりピータにより、広帯域通信サービスを複数のネットワークセグメントにわたっ

40

50

て提供可能である。

【0046】

通常、ネットワークセグメントは、FDMA（周波数ドメインマルチアクセス）割当によって極性を付与し、ダウンストリーム及びアップストリームチャンネルを形成する。PLTコントローラは、すべてのデータ（本明細書においては、これをしばしば「媒体信号」と呼ぶ）を、ダウンストリーム方向に、そのセグメント上のPLTステーションに対して伝送する。一方、PLTステーションは、アップストリーム方向に、それらのセグメントのPLTコントローラに対して伝送するのみである。PLTコントローラとPLTステーションは、いずれも、通常、電力線ネットワーク上におけるフルデュプレックス装置であるが、コントローラ及びステーションのハーフデュプレックス実装も、PLC通信に
10
関係する当業者には、容易に明らかであろう。PLTステーションは、それがリピータ50又はインターリング51の一部を構成していない限り、そのネットワークセグメントのPLTコントローラと通信するのみであり、リピータ又はインターリングの一部を構成している場合には、PLTステーションは、転送メカニズムにより、そのリピータ又はインターリンクのPLTコントローラと更に通信可能である。前述のように、このような転送メカニズムには、当技術分野において周知のコンピュータバスアーキテクチャを使用するバックプレーンに基づいた通信が含まれている（無線通信（例：802.11x）、並びに、場合によっては、有線通信（例えば、高速シリアルリンクを使用する光ファイバ又は導電体ワイヤなど））。

【0047】

電力事業においては、通常、PLT装置とグラウンドステーション間における光ファイバケーブルは、回避することが望ましい。即ち、無線接続が好ましいのである。但し、光ファイバケーブルやその他の技法も使用可能であろう。
20

【0048】

ネットワークセグメント10は、本発明による通信システムの基本構築ブロックである。図2aに示されているように、1つのコントローラ20が、それぞれのネットワークセグメント10を管理しており、これには、ネットワークセグメント上のパケット伝送に係る関連PLTステーション30によるアクセスの制御も含まれる。PLTコントローラ20は、無線リンク530によってヘッドエンドグラウンドステーション40'に接続可能である。このコントローラ20にリンクされているヘッドエンドグラウンドステーション
30
40'は、インターネットなどの広域ネットワーク90に対するアクセスを提供するべく、通常、ルータ80に対する（光ファイバケーブル560などの）通信リンクを具備している。複数のPLTコントローラが、それぞれ、広域ネットワークに対するこのようなアクセスを具備可能である。

【0049】

PLTステーション30に（例えば、無線リンクを介して）リンクされているグラウンドステーション40は、通常、無線リンクを通じて、或いは、その他の短距離リンク（例：光ファイバ、Ethernet、低圧電力線通信セグメント）により、顧客宅内機器（CPE）57にリンクしている（図4を参照）（尚、CPE57には、3つのグラウンドステーションのみがリンクされるように示されているが、これは、図示のその他のグラウンド
40
ステーションにも適用可能である）。図4及び図5に示されているように、PLTステーション30は、通常、PLTステーション及びCPEの両方に含まれている無線トランシーバモジュール27を介して、顧客宅内機器（CPE）57と直接通信することも可能である。更には、図2b及び図3に示されているように、リピータ50は、無線リンク又はグラウンドステーションを必要とすることなく、1つのセグメントから別のセグメントに広帯域サービスを拡張するためのPLTステーション30及びPLTコントローラ20を有している。

【0050】

図4に示されているように、インターリンク51は、ネットワークセグメント10a内に、PLTステーション30を、そして、ネットワークセグメント10b内に、PLTコ
50

ントローラ20を有しており、これらは、セクショナルライザ「S」及び、恐らくは、遮断フィルタ25(BF)の両方をバイパスするべく、無線リンク530を介して互いに通信可能であって、前述のように、これらを使用することにより、1つのネットワークセグメント(10a)のRF信号が隣接ネットワークセグメント(10b又は10c)のRF信号と干渉することを防止することができる。同様に、別のインターリンク51を使用し、RF障害をバイパスすることも可能である。RF障害が存在しない場合には、図6aに示されているものなどのリピータ50を使用し、これら2つのネットワークセグメント間の通信を実現することができる。

【0051】

図5は、配信センタ(PLTコントローラ20)と1つ又は複数の遠隔場所29間において広帯域通信を提供する通信システム内の様々な通信コンポーネントを示している。尚、この図5には、1つのPLTステーション30しか示されていないが、複数のPLTステーションをPLTコントローラ20と関連付けることにより、ネットワークセグメント10を形成可能である。ネットワークセグメント10は、PLTコントローラ20が配置されている第1場所910に、配信センタ60を、そして、1つ又は複数の遠隔場所930に、少なくとも1つのPLTステーション30を具備している。この図5に示されているように、配電システムの1つの中圧ケーブル502が、ネットワークセグメント10の通信チャンネル(媒体)として機能している。但し、複数の中圧ケーブル500を使用して、通信チャンネル(媒体)として機能させることも可能である(図3を参照されたい)。コントローラ20は、PLTコントローラモジュール23から媒体信号610を受信する配信モデム62を具備している。このモデムは、高周波(RF)信号を媒体信号610によって変調し、ダウンストリーム変調RF信号612を形成する。高周波信号610は、オーディオ及びビデオデータや別のタイプのデータを含むあらゆるタイプの情報(データ)であってよい。又、PLTコントローラは、第1カプラ64をも具備しており、これは、中圧ケーブル502上に取り付けられ、ダウンストリーム変調RF信号612によって中圧ケーブルを誘導励起するべく配信モデム62に接続されている。尚、誘導性の結合が示されているが、当技術分野においては、容量性の結合を使用して情報によってMVケーブルを励起したり、或いは、それらの情報をMVケーブルから受信することも可能であることは周知である。又、PLTコントローラ60は、第2カプラ66をも有しており、これは、復調によって配信モデム62がアップストリーム変調RF信号622から(図示されてはいない)媒体信号を抽出できるように、中圧ケーブル502上のアップストリーム変調RF信号622によって誘導励起可能である。

【0052】

図5に示されているように、遠隔場所930のPLTステーション30は、ダウンストリーム変調RF信号612からダウンストリーム媒体信号610を受信するべくリモートモデム32に接続された第3カプラ34と、アップストリーム変調RF信号622を中圧ケーブル502上に伝達するべくリモートモデム32に接続された第4カプラ36を含んでいる。

【0053】

PLTコントローラ20は、アップストリーム通信と関連して、ネットワークセグメント10内のPLTステーション30のそれぞれを制御する。そして、それぞれのPLTステーションは、例えば、IEEE802.11a無線ポートを介して無線周波数リンクによって顧客宅内機器70にアップストリーム及びダウンストリーム媒体信号を搬送するべく、PLTステーションモジュール31と、通常は無線であるトランシーバモジュール27を更に含んでいる。尚、無線トランシーバモジュール27の無線周波数リンクは、ネットワークセグメント10と同等の物理的なフットプリント700を具備可能である。

【0054】

PLTコントローラは、通常、時分割多重(TDM)プロトコルの時間スロットを制御することにより、PLTステーションとのダウンストリーム及びアップストリーム通信を制御する。本発明の好適な実施例においては、これらのTDM技術をマスタ/スレーブ関

係において使用している。P L Tコントローラは、P L Tコントローラとの通信を所望するP L Tステーションの関連アドレス（識別子）を有する1つ又は複数のポールリストを維持管理している。そして、P L Tステーションが、P L Tコントローラとの通信を所望する場合に、ポールリストに参加できるように、非同期コンテンツに基づいたアクセスを提供する。

【0055】

即ち、P L Tコントローラは、時間スロットを使用して、指定されているP L Tステーションに対して第1 R F信号を転送することができる。必要に応じて、複数のステーションに対応する時間スロットを使用することにより、複数のP L Tステーションに対して、同一の第1 R F信号を送信可能である。これは、しばしば、ブロードキャストメッセージと呼ばれている。

10

【0056】

又、P L Tコントローラは、その転送に特定の時間スロットを指定することにより、P L Tステーションによる第2（アップストリーム）媒体信号の生成を可能にすることもできる。

【0057】

第1 R F信号が、現在のネットワークセグメント外のステーション宛てである場合には、P L Tコントローラは、第1媒体信号を抽出した後にリピータ又はインターリンクの残りの部分を形成しているP L Tコントローラに対して転送するように、適切な時間スロットを使用することにより、リピータ50又はインターリンク51の一部を形成しているP L Tステーションに対して指示することができる。このようにして、ダウンストリーム媒体信号が、1つのネットワークセグメントから次のものに転送されることになる。

20

【0058】

同様に、特定のネットワークセグメント外のステーション宛ての第2（アップストリーム）R F信号は、リピータ又はインターリンクの一部を形成しているP L Tコントローラから、そのリピータ又はインターリンクのP L Tステーションに対して転送可能である。そして、P L Tステーションは、第2 R F信号をその宛先に更に転送するべく、その第2 R F信号をP L Tステーションのネットワークセグメント内のP L Tコントローラに転送することができる。

【0059】

30

図4、図5、図6 a、及び図6 bに示されている通信システムによれば、通常、異なる周波数帯域を使用することにより、データを同一の中圧ケーブルを通じて、上流及び下流に同時送信可能である。場所間におけるこのフル（全）デュプレックス広帯域サービスは、電話サービス、ビデオサービス、インターネットサービス、及び高速データ転送を必要とするその他のサービスなどの様々な通信ニーズに同時に応えることができる。

【0060】

尚、ネットワークセグメント内においては、図5に示されているように、P L Tコントローラ20と特定のP L Tステーション30間における距離は、電氣的な雑音状態に応じて、数キロメートルであってよいことに留意されたい。

【0061】

40

（本発明の実装）

以下、本発明の実装に関連するネットワーク装置、プロトコル、リンクレイヤに対するインターフェイス、及びセキュリティ問題の具体的な詳細項目について説明する。尚、これらの詳細内容は、本発明の範囲を逸脱することなしに、様々な方法で変更可能であることに留意されたい。又、このような具体的な実装の詳細については、既に提示した詳細内容に鑑み、当業者には周知である。

【0062】

（1．ネットワーク装置）

（1．1 バックホールルータ）

図2 a、図2 c、図4、及び図5に示されているように、ルータ80は、（広域ネット

50

ワーク 90 への)バックホール接続におけるルーティングを提供している。尚、ネットワークセグメントが、1つ又は複数のその他のネットワークセグメントに接続されている場合には、そのネットワークセグメントは、その P L T コントローラに関連付けられているルータを具備する必要はない。

【 0 0 6 3 】

(1 . 2 ヘッドエンドグランドステーション 4 0)

図 2 a に示されているように、ヘッドエンドグランドステーション 4 0 は、変換ブリッジ構成 (T r a n s l a t i n g B r i d g e C o n f i g u r a t i o n) の無線アクセスポイントである (例: I E E E 8 0 2 . 1 1 a アクセスポイント)。当然のことながら、I E E E 8 0 2 . 1 1 b 及び 8 0 2 . 1 1 g を含むその他の無線規格を利用することも可能である。このヘッドエンドグランドステーションは、M V 電力線に電氣的な接続を行うことによって安全性メカニズムを損なうことなしに、M V 電力線に対してリンクする低電圧レベルのアクセスメカニズムを提供している。P L T コントローラと無線でリンクされているヘッドエンドグランドステーションの場合には、バックホールルータと接続するためのシングル又はデュアルの光ファイバケーブルポートが存在している。ヘッドエンドグランドステーションは、通常、例えば、S N M P (S i m p l e N e t w o r k M a n a g e m e n t P r o t o c o l) などのネットワーク管理インターフェイスをサポートしている。

10

【 0 0 6 4 】

(1 . 3 グランドステーション 4 0)

無線グランドステーションは、変換ブリッジ構成の I E E E 8 0 2 . 1 1 x アクセスポイントである。グランドステーションは、M V 電力線に電氣的な接続を行うことによって安全性メカニズムを損なうことなしに、M V 電力線にリンクするための低電圧レベルのアクセスメカニズムを提供している。P L T ステーションと無線でリンクされているグランドステーションの場合には、グランドステーションは、無線、或いはなんらかのその他の媒体を使用することにより、顧客宅内機器 5 7 にリンクしている。グランドステーションは、例えば、S N M P などのネットワーク管理インターフェイスをサポートする必要がある。

20

【 0 0 6 5 】

(1 . 4 P L T コントローラ 2 0)

図 2 a に示されているように、P L T コントローラ 2 0 は、M V 電力線ネットワークを、グランドステーション内の無線アクセスポイント、又はアップストリームネットワークセグメントステーションとリンクして、リピータ 5 0 又はインターリンク 5 1 を形成する変換ブリッジである。これは、そのセグメント上のステーションから伝送されるすべてのアップストリームトラフィックを受信すると共に、すべてのダウンストリームトラフィックをそのセグメント上のステーションに対して伝送する。これは、アップストリームトラフィックの搬送に使用する T D M A (時分割マルチアクセス) スロットに対する割当を制御することにより、そのセグメント上のすべてのステーションによるデータ伝送のためのアクセスを制御する。尚、それぞれのセグメントは、1つのコントローラと複数の P L T ステーションを具備することができる。

30

40

【 0 0 6 6 】

P L T コントローラは、変電所内 (又は、この近傍) の三相の中圧フィーダ上に配備可能である。或いは、この代わりに、フィーダから分岐した単相又は三相の枝上に、これを配備すると共に、光ファイバケーブルを通じてバックホールルータに接続することも可能である。この構成の場合には、光ファイバケーブルは、M V フィーダに沿って配置され、関連する無線グランドステーションと接続される。P L T コントローラは、通常、例えば、S N M P などのネットワーク管理インターフェイスをサポートしている。

【 0 0 6 7 】

(1 . 5 P L T ステーション 3 0)

P L T ステーション 3 0 は、電力線ネットワークを、無線グランドステーション、又は

50

、別の（ダウンストリーム）セグメントのコントローラにリンクして、インターリンクを形成する変換ブリッジである。P L Tステーション内に組み込まれている無線ステーションは、無線アクセスポイントであって、通常、グラウンドステーションアクセスポイントと連係するが、顧客宅内機器との直接的な連係をサポートすることも可能である（グラウンドステーション接続が不要になる）。P L Tステーションは、そのセグメントのコントローラから転送されたデータを受信し、例えば、指定されたT D M Aスロットにより、その無線ポートからそのセグメントのコントローラにデータを伝送する。P L Tステーションは、通常、例えば、S N M Pなどのネットワーク管理インターフェイスをサポートしている。

【 0 0 6 8 】

10

（ 1 . 6 リピータ50及びインターリンク51 ）

図3に示されているように、リピータ50は、P L Cトラフィック（通信）を受信し、同一方向にそれを再送するトランスペアレント（明白で理解容易）なブリッジである。これは、P L Tステーション30とP L Tコントローラ20を有している。リピータは、電力線R F信号を受信し、それをM A Cフレームに復号化した後に、それを再度符号化して同一方向に再送する。アナログからデジタルへの変換により、更に高度な信号処理が可能となる。リピータは、通常、例えば、S N M Pなどのネットワーク管理インターフェイスをサポートしている。尚、インターリンク51は、M Vケーブル上のR F障害53を回避可能であるという点を除いて、リピータ50と同一である。

【 0 0 6 9 】

20

（ 2 . 信号のリンク ）

（ 2 . 1 線路欠陥（障害）の無線バイパス ）

中圧ケーブルに、高周波データ伝送に対する欠陥（障害）が含まれている場合があり、高周波信号を中圧ケーブルの更に下流に伝播させるには、これらをバイパスすることが必要となる。このような障害は、インターリンクを使用してバイパスする。図7に、インターリンクによるチャネル悪化の代表的な無線バイパスが概略的に示されている。

【 0 0 7 0 】

（ 2 . 2 無線アップリンク ）

中圧ケーブルの信号源は、中圧ケーブル上にその源を発するものではない。エンドツーエンド通信経路を形成するべく、変調及び中圧ケーブル上への注入のために、信号源（媒体源）から配信モデムに信号を伝送する方法が必要となる。例えば、媒体信号は、W A N 90に源を発するものであってよく、図5に示されているように、ルータ80を介してP L Tコントローラ20に搬送する。無線アップリンクは、図8にも概略的に示されている。

30

【 0 0 7 1 】

（ 2 . 3 無線ダウンリンク ）

中圧ケーブルの信号の宛先は、中圧ケーブル上において終わるものではない。エンドツーエンドの通信経路を形成するべく、配信モデム62から信号の宛先に信号を伝送する方法が必要となる。例えば、配信モデム62によって変調されたダウンストリーム媒体信号は、図5に示されているように、中圧ケーブル502を介してC P E 52に搬送され、次いで、P L Tステーション30のリモートモデム32に搬送される。図9に、無線ダウンリンクが概略的に示されている。

40

【 0 0 7 2 】

（ 地下M Vケーブルの実施例 ）

以上においては、高架のM V配電系統との関連において、本発明による中圧ケーブルを使用して広帯域通信を提供するP L Cシステムについて説明した。しかしながら、本発明は、地下M V配電系統、或いは高架及び地下M V配電系統の組み合わせを使用して実装することも可能である。図10a及び図10bに、地下M V電力ケーブルを使用する通信システムが概略的に示されている。図10aに示されているように、ヘッドエンドアクセスポイント110、顧客宅内アクセスポイント120、及び信号リピーティングサイト13

50

0において、地上(Pad)設置型変圧器82を使用して、変調RF信号をMV電力ケーブル上に伝達する(又は、これから受信する)。この変圧器82には、変調RF信号を処理するべく、シャーシ92が接続されている。図10bに示されているように、地上設置型変圧器は、図5に示されているカプラ34、36、64、及び66に類似した送信カプラ84及び受信カプラ86を有している。シャーシ92は、カプラとの間の変調RF信号の処理のためのアナログフロントエンドモジュール94と、少なくとも1つの電源72、74、及びモジュール94に電力供給する任意選択のバックアップ電池72を有している。モジュール94は、図10aに示されているように、ヘッドエンドアクセスポイント110と顧客宅内アクセスポイント120間のデータリンクとして機能する。図11には、更なる詳細が示されている。尚、DS2 CPEモジュール71には、スペインのバレンシアに所在するDS2社(DS2 of Valencia, Spain)が製造する媒体信号の変調/復調用チップを使用している。又、図12には、アナログフロントエンドの1つのバージョンが示されており、図13a~図13cには、別のバージョンが示されている。

10

【0073】

(3. プロトコル)

(3.1 物理レイヤ)

2つの広帯域物理レイヤ(PHY)符号化法は、直交周波数分割多重(OFDM)と、CDMA/CA(Code Division Multiple Access with Collision Avoidance: 衝突回避機能付き符号分割マルチアクセス)における同様のスペクトル拡散である。OFDMは、その相対的に大きなスペクトル効率のために、CDMAを上回る相当の性能上の利点を提供することができる。

20

【0074】

いずれの場合にも、更なる信号処理を使用して、有効信号対雑音比を改善すると共に、著しいインパルス雑音環境における安定性を提供する。尚、以下においては、OFDM法についてのみ説明する。

【0075】

PHYレイヤは、Home Plug(登録商標)規格(又は、802.11a規格(OFDM))に類似した方式で実装可能であり、これには、論理的に別個のフレーム制御及びフレームデータブロックと、それぞれに別個の転送誤り訂正符号化を具備するフレーム構造が含まれている。以下の説明から、有効信号対雑音比の改善のために適用する信号処理の量に関する指標を得ることができる。

30

【0076】

(3.1.1 送信機処理)

送信機においては、フレーム制御符号化において、プロダクト符号化マトリックスとビットインターリーバを使用しており、フレームデータは、スクランブラ、リードソロモン(Reed-Solomon)エンコーダ、次いで、畳み込み(Convolutional)エンコーダ、ビットパンクチャラ、そして、最後にビットインターリーバを通過する。又、高雑音環境における機能強化された安定性のために、既定のビットインターリーバをHome Plug(登録商標)ROBOインターリーバによって置換することも可能である。ROBOインターリーバによれば、更に4重の冗長性が符号化データに導入されることになる。

40

【0077】

符号化フレーム制御及びフレームデータビットストリームを周波数ドメインにおける利用可能なOFDMキャリアにマッピングし、高速フーリエ逆変換を使用して時間ドメインにおけるアナログRF信号に変換する。

【0078】

変調方式には、QAM(Quadrature Amplitude Modulation)(例: QAM16~QAM1024)、フレーム制御ビット用のコヒーレントBPSK(Pi-Phase Shift Keying)、及びデータビット用のDBPS

50

K (D i f f e r e n t i a l B i - P h a s e S h i f t K e y i n g) 又は D Q P S K (D i f f e r e n t i a l Q u a d r a t u r e - P h a s e S h i f t K e y i n g) が含まれる。コヒーレント B P S K 及び D B P S K は、それぞれのシンボルにおいて、キャリアあたり 1 ビットを符号化する。一方、D Q P S K の場合には、それぞれのシンボルにおいて、キャリアあたり 2 ビットを符号化するが、安定性は劣る。推定したチャネル特性によって許容される場合には、更に効率的な変調方式及び符号化方式を使用する。そして、変調方式を動的に選択し、所与のチャネルにおける通信を最適化する。

【 0 0 7 9 】

(3 . 1 . 2 受信機処理)

受信機においては、受信した R F 信号をサンプリングしてデジタル表現に変換し、次いで、高速フーリエ変換によって周波数ドメインにマッピングする。この変換結果を極表現に変換して復調する。フレーム制御シンボルをデインターリーブし (介在させず) 、プロダクトマトリックス符号化をプロダクトデコーダによって反転させる。データシンボルをデインターリーブし、デパンクチャする (破壊させず) と共に、V i t e r b i デコーダ、リードソロモンデコーダ、及びデスクランブラを連続して通過させる。

【 0 0 8 0 】

(3 . 2 M A C (M e d i a A c c e s s C o n t r o l) レイヤ)

M A C (M e d i a A c c e s s C o n t r o l) レイヤは、後述するように、実行すべきいくつかの主要な機能を具備している。

【 0 0 8 1 】

(3 . 2 . 1 リンクの初期化)

コントローラは、P L T ネットワークセグメントの初期化を管理する。電源投入の際に、コントローラは、そのセグメントに参加するためのインビテーションの定期的なブロードキャストを開始する。ステーションは、この参加インビテーションを受信すると、(そのインビテーション内に指定されている) 適切なアップストリームスロットにおいて、セグメントに対する参加要求を返す。

【 0 0 8 2 】

1 つのネットワークセグメントから別のものに M A C フレームが漏洩する可能性があるために、初期化プロセスの際の異なるセグメント内のステーションとコントローラ間における不適切な関連付けを防止するメカニズムを実装する。最も簡単な方法は、電力線上での伝送をコントローラとステーションに許容する前に、コントローラとステーションの両方に同一のセグメント番号を提供する方法である。無関係なセグメントフレームの受信を防止することを意図した標準的な M A C 手順により、不適切なコントローラに対するステーションの応答が防止されると共に、コントローラによる不適切なステーションの受け入れも防止される。

【 0 0 8 3 】

ステーションがセグメントへの参加のインビテーションに回答した後に、コントローラは、後述するチャネル推定制御機能を起動して、ステーションに対するダウンストリームトラフィック用の最適なキャリア及び変調を評価する。又、ステーションも、チャネル推定制御機能を起動して、自身がコントローラに送信することになるアップストリームトラフィック用の最適なキャリア及び変調を評価する。

【 0 0 8 4 】

コントローラとステーション間における最初の通信においては、それぞれの装置がもう一方からの伝送を受信できる可能性を極大化するべく選定された既定のキャリア選択肢及び変調方式を使用するが、チャネル推定制御機能が完了した後に、キャリア及び変調方式の選択内容を変更してチャネル効率を改善することができる。

【 0 0 8 5 】

(3 . 2 . 2 チャネル推定制御機能)

コントローラとステーション間におけるチャネル又は接続は、トーン (キャリア) の実

10

20

30

40

50

行可能性及び様々な変調方法の許容性に鑑み、独自のものであってよい。従って、チャネルの属性を検出する手段が必要となる。

【0086】

ステーションに対する新しい接続を初期化するコントローラ、又はコントローラに対する新しい接続を初期化するステーションは、MACプロトコルデータユニット(MPDU)伝送の前にチャネル推定要求エントリを付加する。この要求を受信すると、受信側のエンティティ(コントローラ又はステーション)は、第1PHYブロックの特性を分析して、接続用の最適なトーンと変調の組を判定する。そして、受信側のエンティティは、この情報を要求者に返す。このチャネル推定応答を受信すると、元の要求側のエンティティは、有効チャネル推定タイムアウトの満了まで(或いは、タイムアウト期間内に接続が既定の回数だけエラーを経験するまで)、その設定を当該受信者に対する以降のすべての伝送に使用する。

10

【0087】

既存の接続の場合には、有効チャネル推定タイムアウトの満了時に、接続状態にあるコントローラとステーションの両方において、新しいチャネル推定手順を実行する。この方法によれば、接続の「健全状態」を効果的に監視し、環境条件の変化の際に、最適なデータ通信について適合させることができる。

【0088】

新しいチャネル用の初期チャネル推定要求は、コンテンションベースのアクセススロットを使用してステーションから伝送される。そして、コントローラは、この要求に対して、Controller_No_Responseタイムアウト期間内に応答する。このタイムアウト期間内に応答を受信できない場合には、要求側のステーションは、1~16のランダムなバックオフカウントを採取し、再度チャネル推定手順を要求する前に、その数に相当するコンテンションスロットだけ待機する。無応答タイムアウトが繰り返された場合には、更に大きなカウント範囲からバックオフ(後ずさり)カウントを取得するが、この範囲は、それぞれの反復ごとに2の因数により、最大1~256の範囲まで拡張される。尚、ステーションは、コントローラからブロードキャストされる同期情報を受信するまで、伝送できないことに留意されたい。

20

【0089】

Home Plug(登録商標)の場合には、20MHzの帯域にわたって128個のキャリアを分散させた後に、約4MHz~20MHzから84個のキャリアを選択してチャネルを形成している。キャリア選択肢と変調方式は、チャネル推定プロセスの後に選択される。そして、これらの選択は、ネットワーク上の通信ノードのそれぞれのペア間において、リンクごとに行われる。

30

【0090】

PLTにおいては、20MHzを上回る帯域幅を使用可能であるが、リピータを実現するために必要なチャネルホッピングをサポートするべく(又は、セグメント間におけるフレーム漏洩の影響を軽減するために)、複数の同時ダウンストリームチャネル及び複数の同時アップストリームチャネルを実装しなければならないであろう。

【0091】

(3.2.3 リンクアップストリーム同期機能)

コントローラは、必要なQoS(Quality of Service)とセグメントステーションによるフェアな使用法を確保するために、アップストリームTDMAスロットの整然とした割当を実現する責任を担っている。

40

【0092】

初期化の際には、コントローラは、コンテンションのないTDMAスロットの現在の数、シンボルにおけるそれらのサイズ(選択した変調方式によって左右されない時間に関係する重要な唯一の尺度単位は、OFDMシンボルである)、及びコンテンションのないスロットに続くコンテンションベースのアクセススロットのサイズに関する記述を含むMAC同期ビーコンフレームのブロードキャストを開始する。このスロットのサイズは、PH

50

Yブロックを収容するのに十分な大きさでなければならない。複数のスロットを連結することにより、セグメント上における最悪のケースの往復伝播時間を上回る保護時間とローカルクロックスキューのマージンを有するパケット断片を格納することができる。既定値が必要となる可能性があり、コントローラは、セグメントの往復伝播時間を計測し、更に適切なスロット構成をブロードキャストすることができる。コントローラは、スロットのそれぞれの新しいシーケンスの開始時点において、新しい同期ビーコンをブロードキャストする。個々のステーションは、このコントローラのビーコンを受信し、必要な数のスロット時間だけ遅延させた後にその割り当てられているスロット又はコンテンツベースのスロットにおいて伝送を開始するまで、その伝送を保留する。

【 0 0 9 3 】**(3 . 2 . 4 リンクアップストリームアクセスの初期化)**

ステーションは、PLTコントローラから割当を付与されるまで、コンテンツ(主張)のないスロットにおいて伝送することはできない。ステーションは、サービス及び平均ビットレートのクラスと送信データ量のスロットを要求することにより、割当プロセスを開始する。この要求は、コンテンツベースのアクセススロット時間において伝送する。そして、コントローラは、この要求を満たすべくTDMAスロットの割当を試みる。

【 0 0 9 4 】

原則的に、アクセスのために競合しなければならないのは、ステーションからの最初の伝送割当要求のみである。継続中のものに対する更なる要求やアップストリーム割当の増大は、現在のアップストリーム伝送上においてピギーバック(抱き合せ)される。そして、割当は、延長されない限り、要求された量のデータ伝送が完了した際に満了する。ステーションが異なるサービスクラスを必要とするトラフィックを伝送する際には、別個であって且つ同時の割当が必要となる。

【 0 0 9 5 】**(3 . 2 . 5 衝突の解決)**

セグメント内のステーションによるアップストリームチャネルに対するアクセスの要求は、コンテンツアクセス用に予約されている1つ又は複数の時間スロットにおいて伝送される。アクセスの取得に成功したステーションには、セグメントコントローラから通知が行われ、適切なスロット割当情報が付与される。一方、アクセスの取得に失敗したステーションは、別のステーションに対するスロットの割当を検出するか、或いは最大許容タイムアウト内に割当応答が無いことにより、これを検出する。アクセスの取得に失敗したステーションは、次のアクセス要求に使用するコンテンツスロット番号を再計算する。

【 0 0 9 6 】

この衝突解決機能には、(a)ランダムバックオフアルゴリズムと(b)p-パーシスタントアルゴリズムという2つの異なるメカニズムを使用可能である。ランダム指数バックオフアルゴリズムの場合には、毎回、新しくアクセスの取得を試みる際に、増大する遅延範囲から番号をランダムに採取することにより、使用する遅延スロットを選択する。一方、p-パーシスタントの場合には、ステーションが次のスロットにおいてアクセスを要求することになる確率は、セグメント内のステーションの数と反比例関係にある。平均して、採取したn個の中の1つのみにより、次のコンテンツスロットの使用が許容されるように、ランダムな番号が生成され評価される。尚、いずれのメカニズムも、IEEE 802.14規格の方法において使用されている。

【 0 0 9 7 】**(3 . 2 . 6 リンクステータス機能)**

PLTステーションは、認知しているリンクステータスについて定期的に報告可能である必要がある。これは、MACヘッダ内にフィールドを含めるか、或いは、現在のリンクステータスについてコントローラからステーションに対して定期的にポーリングさせることにより、実現することができる(好ましい方法は、通常のステーショントラフィック内にリンクステータスを埋め込んで返す方法である)。

10

20

30

40

50

【0098】

(3.2.7 パケットのフラグメント(断片)化と再アセンブル)

長いパケットは、短いパケットに比べて、ビット誤りを引き起こす雑音の影響を受ける可能性が高い。所与のビット誤り率について、伝送可能な最適なサイズのパケットが存在する。又、最適なサイズパケットは、エラーの回復に使用する再送メカニズムの影響も受けることになる。

【0099】

PLT MACは、最大4096バイトのパケットデータを搬送する(尚、最大パケットサイズは、少なくとも、最大Ethernetパケットサイズ(1504+VLAN/QOS/MPLSレイヤ2の拡張)であるべきであるが、「ジャンボ」パケットをサポートするべく更に大きくすることができよう。又、その他のANSI規格においては、更に大きな(4kバイト)パケットサイズが指定されているため、Ethernetによって指定されている最大パケットサイズに限定する特別な理由は存在しない)。128バイトよりも長いパケットは、伝送のために、128バイトのフラグメント(断片)に断片化する(断片が小さいほど、雑音の多い物理環境において搬送に成功する確率が高くなる)。MACレイヤセグメントの搬送は、接続指向(Connection-oriented)、又は無接続(Connectionless)となるように構成可能である。

【0100】

接続指向の搬送の場合には、再アセンブルを支援するべく、断片に対して連番を付与する。消失した又はエラーが発生したユニキャスト断片を再送可能である。それぞれの発信元/宛先の接続ごとに、断片番号の別個の組を維持管理する(且つ、サービスクラスを割り当てる)。この断片番号は、通常、長さが8ビットである(断片番号の最小有用範囲は、最大MACフレームサイズと断片サイズの関数である)。ウィンドウ化されたアクノリッジシステムを使用可能である。断片番号付きフィールドのサイズは、最悪のケースのシステム遅延の際にも、番号がラップアラウンド(循環)しないように、十分に大きなものでなければならない。伝送ウィンドウは、最大断片連番値の半分未満であるべきである。

【0101】

反復伝送は、TDMAスロット割当アルゴリズムに影響を与える。コントローラは、特定のステーションから伝送された断片が消失又は損傷したと判定した場合には、そのステーション用のスロット割当を調節し、別の割当と衝突することなしに、反復を許容することができる。コントローラによって送信された断片の自動的な反復の場合には、スロット割当アルゴリズムは、受信ステーションが最後の断片を認識できるように、伝送完了の後に、少なくとも、もう1つのスロットを割り当てる必要がある。そして、コントローラは、最後の断片の認識を待つためのタイムアウトを実装する。又、空のアクノリッジ(認識)フレームが必要であることをコントローラ又はステーションのいずれかに通知するべく、MACフレームには、Last_Fragmentというインジケータが必要である。通常、接続指向の伝送におけるMACフレームは、次の断片と共に、受信した最新の断片用の認識を有している。

【0102】

(3.2.8 ネットワークセグメントの識別)

基本ネットワーク構築ブロックは、1つのコントローラと1つ又は複数のステーションを含む電力線セグメントである。共有されている電力線導体に沿った漏洩により、或いは、異なるネットワークセグメントの長い平行線路の経路による容量性結合により、セグメント上に、近くの電力線ネットワークセグメントのパケットが現れる可能性がある。それぞれのMACプロトコルパケットは、セグメントを管理するコントローラに割り当てられたローカルに一意の識別子のフィールドを含んでいる。この結果、セグメント上のそれぞれのステーションは、「無関係」なパケットを識別し、それらを拒否することができる(リピータ又はインターリンクを使用することにより、隣接ネットワークセグメントを信号が越境(span)するようになっている場合を除く)。IDは、設定及びインストール問題を回避するべく、通常、グローバルに一意である。既定では、コントローラのPLT

10

20

30

40

50

MACアドレスがセグメントIDとして使用される。尚、このセグメントIDフィールドは、セグメント間におけるパケットの漏洩が重要ではないと考えられる場合には、任意選択である。

【0103】

(3.2.9 MACアドレッシング)

MACアドレスは、その他のIEEE 802.2規格に対応するLAN実装との互換性を確保するべく、通常、グローバルに一意であって、長さは48ビットである。更に小さなアドレスを使用可能であるが、この場合には、同一ネットワーク内の2つのMAC(即ち、接続されているすべてのセグメント)が同一アドレスを具備しないことを保証するための管理及び設定上の問題が伴うことになる。

10

【0104】

(4. リンクレイヤに対するMACサービスインターフェイス)

MACサービスインターフェイスは、IEEE 802.3規格に対応している。Home Link(登録商標)におけると同様に、MAC間プロトコルネゴシエーション用のEthernetフレームタイプを登録することが望ましいであろう。MACは、LLCに対するIEEE 802.2規格のタイプI無接続サービスをサポートしている。

【0105】

(5. セキュリティとプライバシー)

セキュリティは、保護されているローカルエリアネットワークの外縁部に位置するファイアウォールにおいて始まる。ユーザートラフィックは、一旦アクセスネットワークを横断すれば、ユーザー独自のネットワークによって提供されている保護を具備するのみである(例:アプリケーションレベルの暗号化やIPsecなどのハイレベルなセキュリティプロトコル、又は仮想プライベートネットワークを実装するトンネリングプロトコル、或いは、SSLプロトコルの使用によるもの)。アクセスネットワークを保護する方法は存在しない。

20

【0106】

電力線ネットワークは、アクセスネットワークであり、ローカルエリアネットワークではない。従って、これが、ユーザートラフィックに対してセキュリティを提供する必要はない。電力線ネットワークは、発信元と宛先間の広域ネットワークを横断する際のユーザートラフィックが伝播する経路の一部に過ぎず、従って、通常、この経路の大部分は保護されていない。

30

【0107】

電力線に直接的に(電氣的に)接続することなしに、低圧(又は、接地近傍電位)及び中圧ライン間においてデータを移動させるには、無線や光ファイバケーブルなどの別の媒体が必要である。電力線ネットワークに対しては、通常、IEEE 802.11a無線アクセスポイントとして通常実装されるグランドステーションを介してアクセスする。この場合には、既存の802.11のアクセスセキュリティであるWEP(Wired Equivalent Privacy)を使用可能である。

【0108】

最大限、本発明のアクセスポイントにおいて、WEPを有効にすると共に、ブロードキャストシステムIDを無効にすることにより、「サービスの盗難」の可能性を最小化するための対策を講じることができる。所与の無線ネットワークとの関係は、例えば、電力線ネットワーク又はアクセスポイントの所有者が管理しているリモートRADIOUSサーバーを介した認証プロセスによって制御可能である。但し、この場合にも、アクセスは、MACアドレスのなりすましに対しては脆弱な状態に留まることになる。WEP暗号化は、128ビット暗号化であってよく、所与のキーによって暗号化されたパケットのパケット数が10,000~100,000パケットを超過した際に、キーを変更可能である(WEPの128ビット暗号化は、1~5百万パケットを調査することによって解読可能であって、これらのパケットは、アクティブな802.11bノードから数時間以内に収集可能であり、且つ、通常のラップトップコンピュータ上において数分で分析可能であること

40

50

が既に検証済みである。40ビット暗号化の場合にも、128ビット暗号化と同一の問題が発生するが、この解読は格段に容易である)。

【0109】

だれかが適当なカスタム機器を使用して、電力線ネットワークから放出されるRF放射を盗聴する可能性が存在している。但し、この場合には、なにも危険に晒されることにはならず、ハイレベルなプロトコルを使用するローカルエリアネットワーク間における安全な通信は、保護された状態に留まることになる。このような盗聴は、検出不可能であり、サービスの盗難は発生しない。尚、RF放射を利用してPLTフレームデータにアクセスする能力は、並外れて高度な技術と、重要なハードウェア及びソフトウェアリソースに対するアクセスを意味するものであり、PLTトラフィックは、容易には観察できないことに留意されたい。

10

【0110】

だれかが、配電変圧器の二次側に無関係な機器を装着し、変圧器を通じたRF漏洩を利用してネットワークにアクセスする可能性が存在している。起り得るサービスの盗難から保護するには、ネットワークにおいて新しいノードの送受信を許容する前に、その新しいノードを認証するべきである。これは、無線の場合と同様に、電力線ネットワークの所有者が管理するリモートRADIUSサーバーから許可を取得することにより、実装可能であろう。尚、この場合に、盗聴を防止するための唯一の対策は、ユーザーペイロードの暗号化である。

【0111】

MACフレームペイロードデータを適度なレベルで暗号化することにより、PLTネットワーク上のトラフィックの盗聴の難易度を更に上げることができる(例:43ビット又は56ビットキーによるシングルDES暗号化を使用する)。この暗号化は、1つのセグメント内において共通キーを使用すると共に、セグメントごとに異なるキーを使用するセグメント単位のものであってよい。ユーザーデータは、PLTセグメントに入る際に暗号化され、暗号解読は、PLTセグメントから出る際にのみ可能である。リピータは、通過するフレームを暗号化又は暗号解読することはなく、従って、キーは、リピータの挿入によって生成されるセグメント間において共有されることになる。

20

【0112】

PLTセグメントは、論理的なネットワークである。これは、そのセグメント内に漏洩する可能性のある無関係なMACフレームを拒否するのに使用可能なセグメント識別子を具備している。任意選択のMACペイロードデータのセグメント単位の暗号化は、プライバシー又はセキュリティを目的として提供可能である。

30

【0113】

(要約)

本発明によれば、第1場所におけるデータ信号が、無線リンクを介して、中圧ケーブル上に存在する高周波配信モデムに伝送される。このデータ信号により、RF信号が配信モデムにおいて変調され、これが、変調RF信号用の伝送チャネル又は媒体として機能する中圧ケーブルに接続される。この高周波信号は、第2場所において、中圧ケーブルから、変調信号をデータ信号に変換して戻す復調器に接続される。そして、このデータ信号は、無線リンクを介して、更なる配信のために伝送される。当然のことながら、無線リンクを介したこのようなデータ信号の伝送には、なんらかの形態の無線信号の変調を必要とする。

40

【0114】

一方、データは、第2場所から第1場所に、通常、異なる周波数帯域を使用して同様の方式で送信される。このような場所間におけるフルデュプレックス広帯域サービスは、電話サービス、ビデオサービス、インターネットサービス、及びその他の高速データ転送を必要とするサービスなどの様々な通信ニーズに同時に応えることができる。MVケーブルは、高架ケーブルであってよいが(例:電柱上のもの)、地下などの別の場所に配置することも可能である。

50

【 0 1 1 5 】

これらのすべての通信は、1つ又は複数のネットワークセグメントによって実行され、それぞれのネットワークセグメントは、1つのP L Tコントローラと1つ又は複数のP L Tステーションを具備している。P L Tコントローラは、P L Tステーションに対するすべてのダウンストリーム通信の割当を制御すると共に、P L TステーションからP L Tコントローラへのアップストリーム通信をも制御する。リピータとインターリンクは、ネットワークセグメント間における通信を可能にする。以上、本発明の好適な実施例に関連して本発明について説明したが、当業者であれば、本発明の範囲を逸脱することなしに、その形態及び詳細における以上の及び様々なその他の変更、省略、及び逸脱を実行可能であることを理解するであろう。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 1 6 】

【 図 1 】 中圧配電システムのトポロジーを示す概略図である。

【 図 2 a 】 本発明による電力線ネットワークセグメントを示す概略図である。

【 図 2 b 】 リピータを示す概略図である。

【 図 2 c 】 ルータ、コントローラ、及び広域ネットワーク間における通信を示す概略図である。

【 図 3 】 R F 障壁をバイパスするべく使用されているリピータを示す概略図である。

【 図 4 】 本発明によるネットワークトポロジー内のネットワークセグメント間におけるインターリンクを示す概略図である。

20

【 図 5 】 本発明による電力線ネットワークセグメント内の様々な通信コンポーネントを示す概略図である。

【 図 6 a 】 コンピュータ内に収容されている複数のコンポーネントを具備するリピータを示す概略図である。

【 図 6 b 】 R F 障害を回避するコンポーネントを物理的に別個に具備するリピータを示す概略図である。

【 図 7 】 チャネル悪化の無線によるバイパスを示す概略図である。

【 図 8 】 無線アップリンクを示す概略図である。

【 図 9 】 無線ダウンリンクを示す概略図である。

【 図 1 0 a 】 地下M Vケーブルを使用する通信システムを示す概略図である。

30

【 図 1 0 b 】 地下通信システムと関連付けられたネットワークコンポーネントを示す概略図である。

【 図 1 1 】 地下通信システムと関連付けられた電子ボックスを示す概略図である。

【 図 1 2 】 アナログフロントエンドの1つのバージョンを示す回路図である。

【 図 1 3 a 】 アナログフロントエンドの別のバージョンを示す回路図の一部を示す図である。

【 図 1 3 b 】 回路図の別の部分を示す図である。

【 図 1 3 c 】 回路図の更に別の部分を示す図である。

【 図 1 】

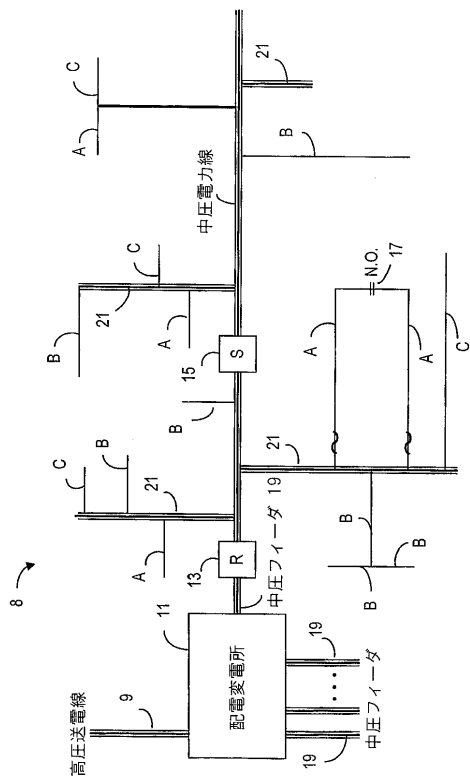


FIG. 1

≡≡≡ 三相
 ≡≡ 二相
 ≡ 単相A,B,又はC

【 図 2 b 】

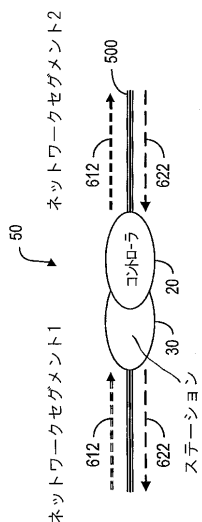


FIG. 2b

【 図 2 a 】

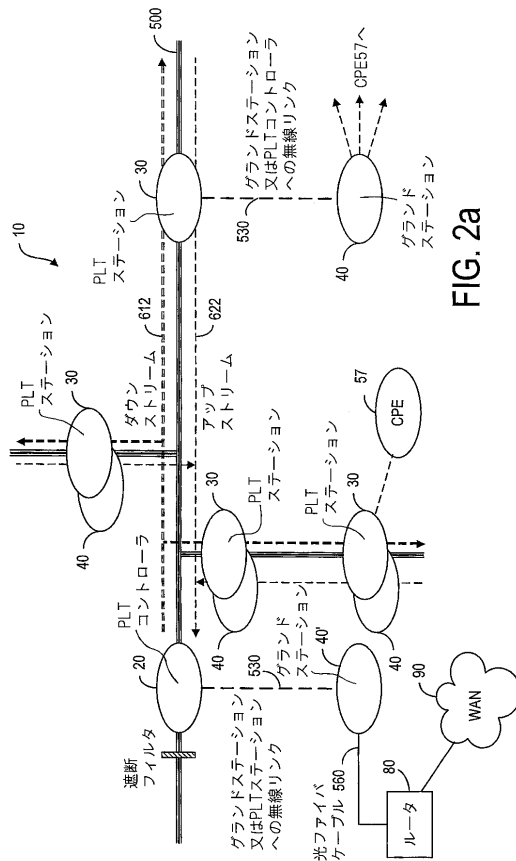


FIG. 2a

【 図 2 c 】

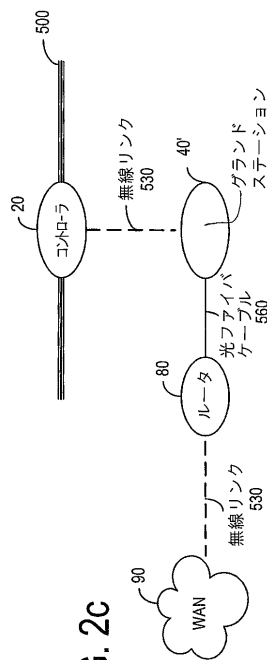


FIG. 2c

【 図 3 】

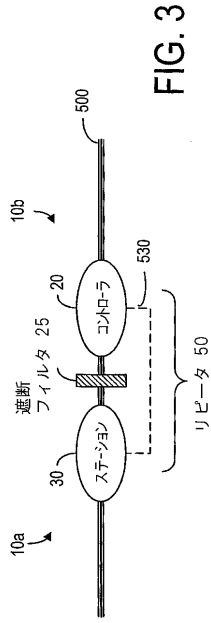


FIG. 3

【 図 4 】

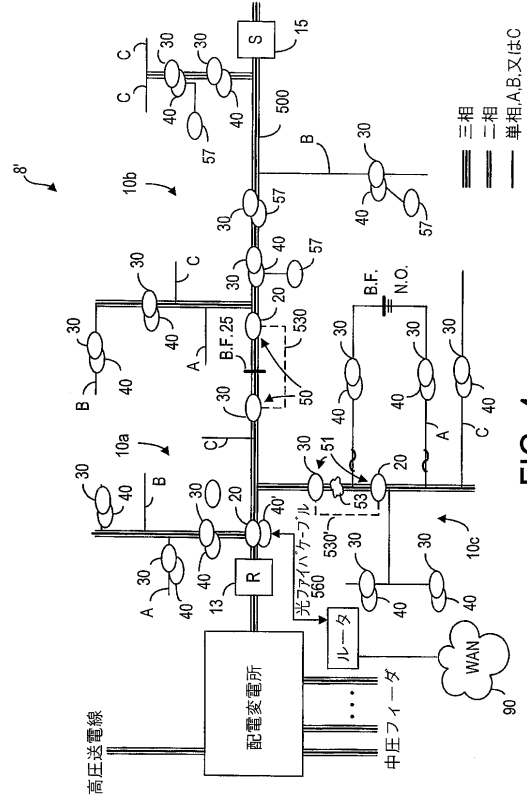


FIG. 4

【 図 5 】

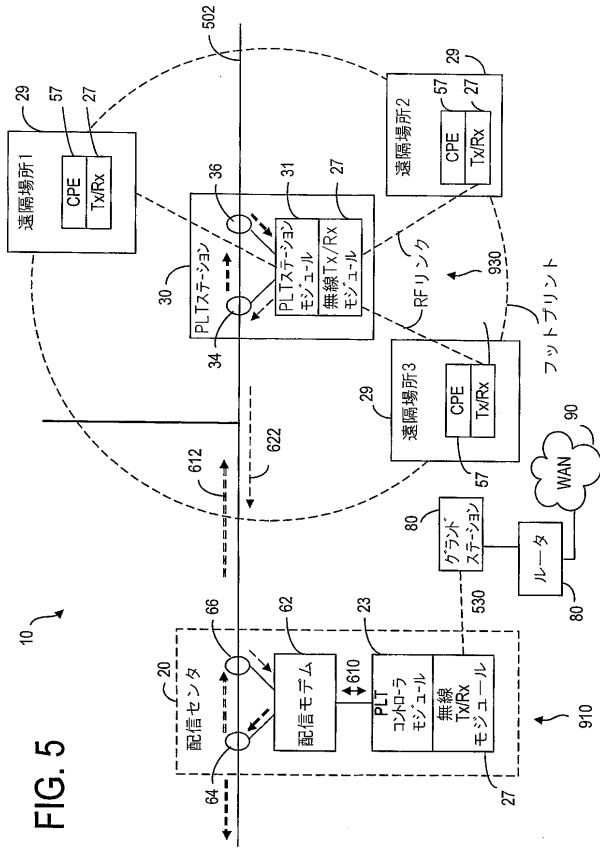


FIG. 5

【 図 6 a 】

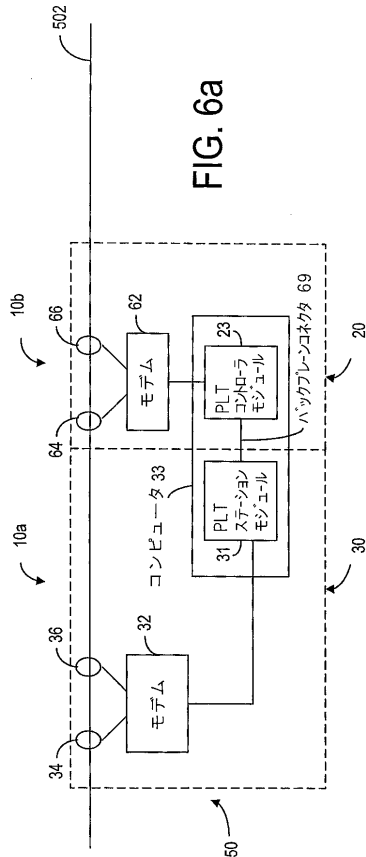


FIG. 6a

【 図 6 b 】

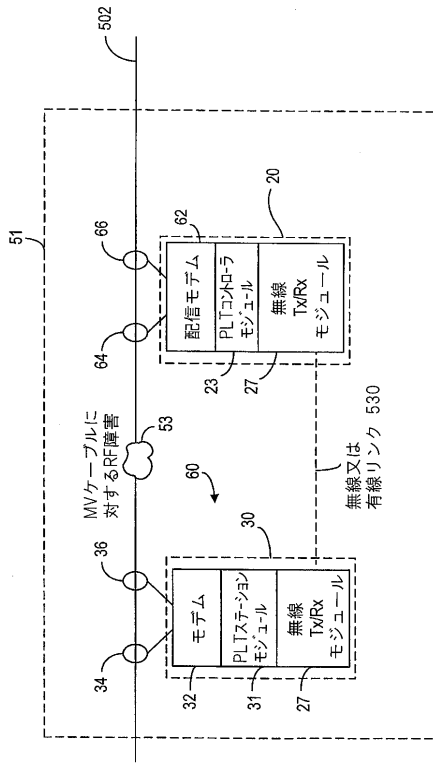


FIG. 6b

【 図 7 】

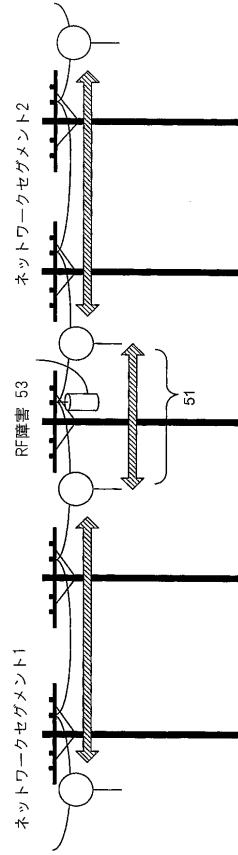


FIG. 7

【 図 8 】

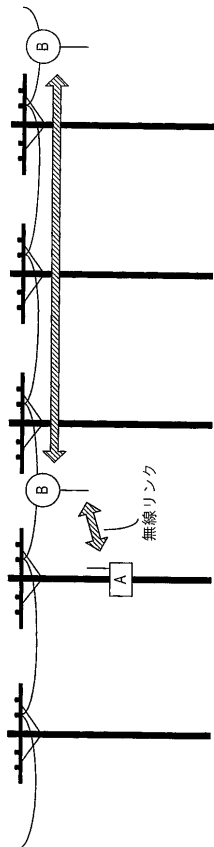


FIG. 8

A: 配信モデムリンクへのアップリンク
 B: 配信モデム

【 図 9 】

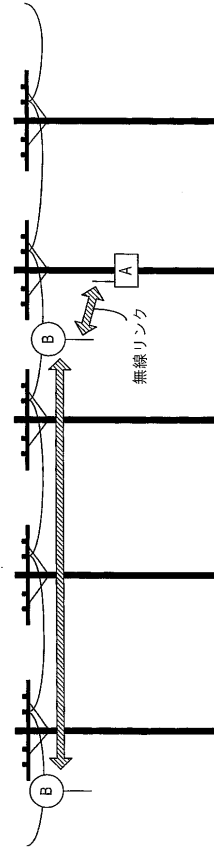


FIG. 9

A: 配信モデムアップリンクへのバックホール
 B: 配信モデム

【 図 1 0 a 】

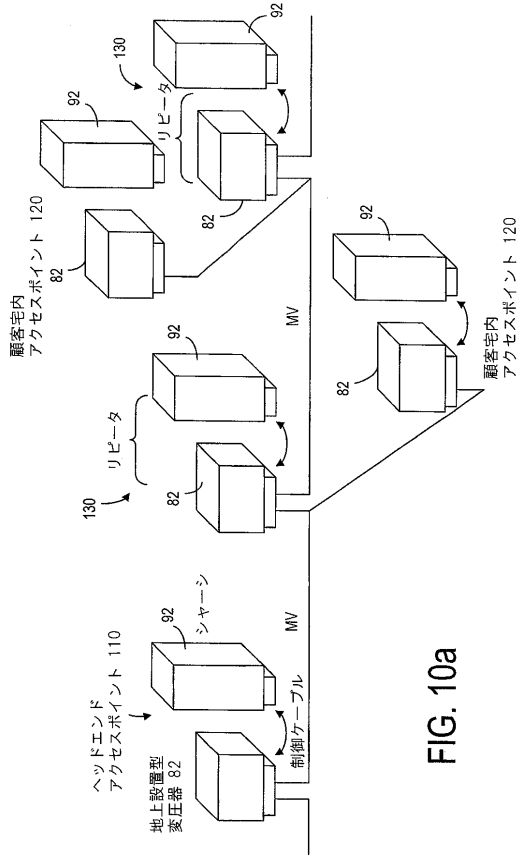


FIG. 10a

【 図 1 0 b 】

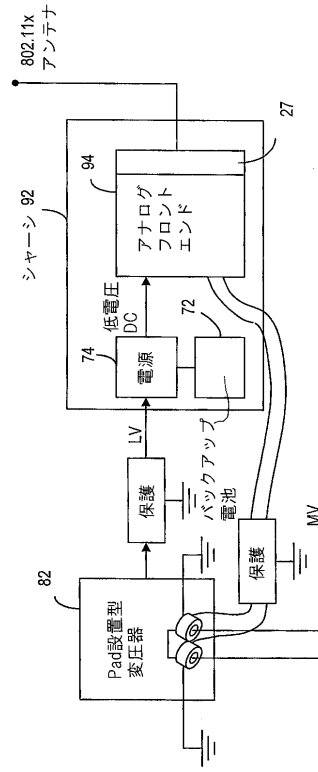


FIG. 10b

【 図 1 1 】

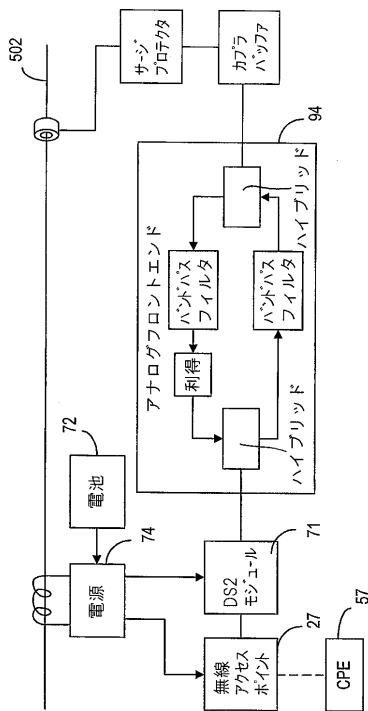


FIG. 11

【 図 1 2 】

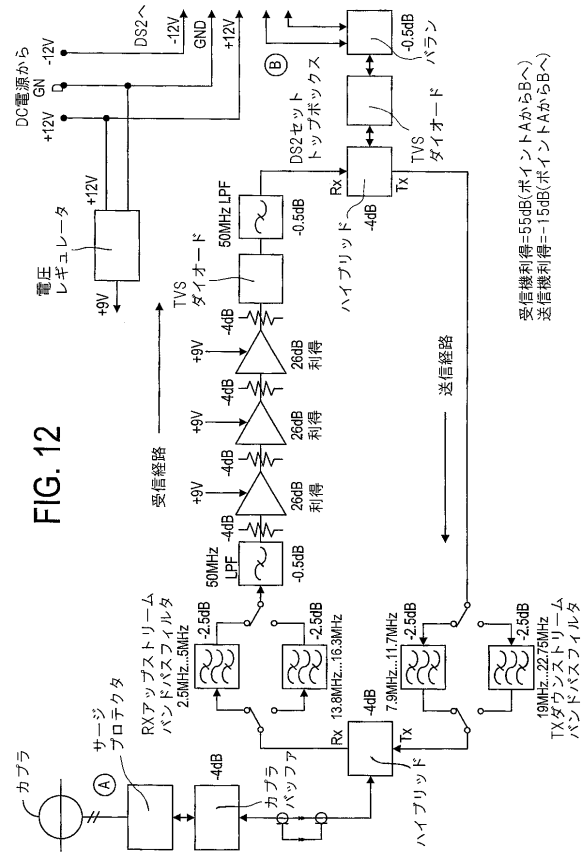


FIG. 12

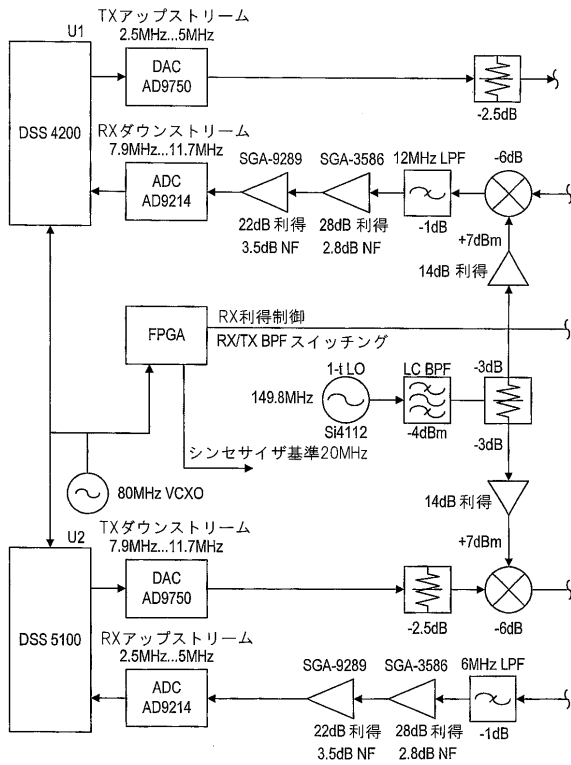
受信機利得=55dB(ポイントAからBへ)
送信機利得=-15dB(ポイントAからBへ)

【 図 1 1 1 】

【 図 1 1 2 】

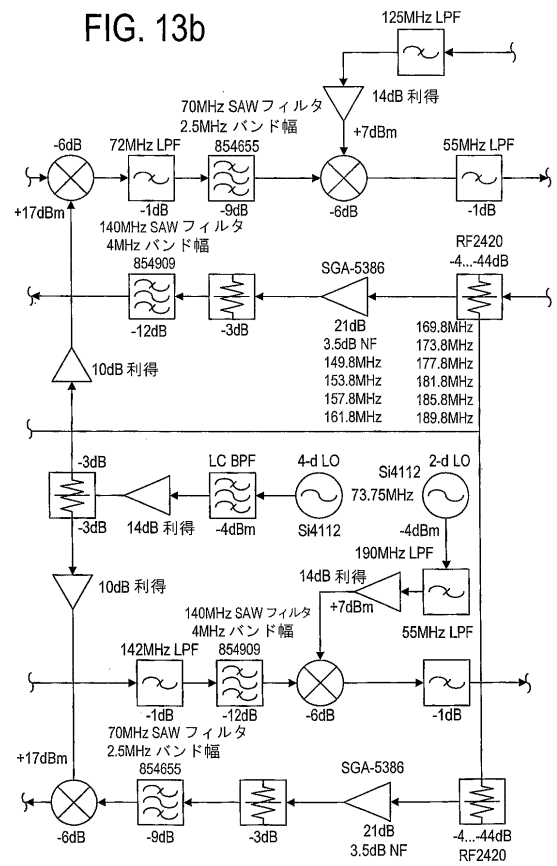
【 図 1 3 a 】

FIG. 13a



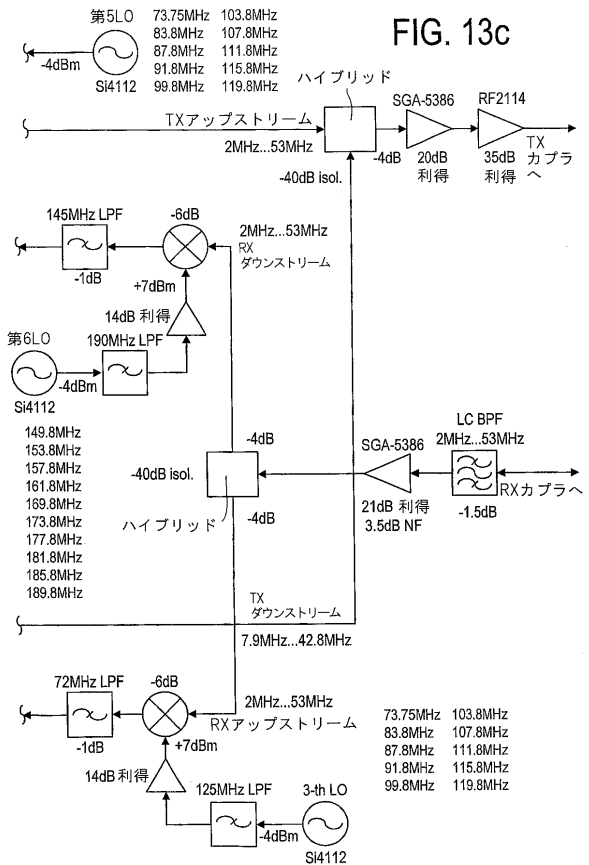
【 図 1 3 b 】

FIG. 13b



【 図 1 3 c 】

FIG. 13c



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US03/17002		
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER				
IPC(7) : H04J 3/00 US CL : 370/498				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED				
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 370/498, 276, 279, 293, 294, 351, 352, 353, 354, 357, 360, 386, 396, 400, 404, 405, 442, 498				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
A	US 5,922,047 A (NEWLIN et al) 13 July 1999, see figures 1 and 2, column 3, lines 47-67, column 4, lines 1-18, column 6, lines 57-67, and column 7, lines 1-50.	1-33		
A	US 5,684,826 A (RATNER) 04 November 1997, see Figures 1 and 2, column 2, lines 47-67, column 3, lines 1-67; and column 4, lines 1-48.	1-33		
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.				
* Special categories of cited documents: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="width: 50%; border: none;"> "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family </td> </tr> </table>			"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search 02 February 2004 (02.02.2004)		Date of mailing of the international search report 18 FEB 2004		
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (703)305-3230		Authorized officer Eburin Sam <i>Karen A. Wood</i> Telephone No. (703) 308 - 9294		

フロントページの続き

(81) 指定国 AP(GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(特許庁注：以下のものは登録商標)

E T H E R N E T

(74) 代理人 100082898

弁理士 西山 雅也

(72) 発明者 ハント, フィリップ ジー.

アメリカ合衆国, ニューハンプシャー 03841, ハンプステッド, アパートメント 2, メイン ストリート 94

(72) 発明者 リレイ, ポール エム.

アメリカ合衆国, ニューハンプシャー 03062, ナシュア, ゴールドフィンチ レーン 29

(72) 発明者 コップ, ローウェル イー.

アメリカ合衆国, マサチューセッツ 01890, ウィンチェスター, サンセット ロード 23

Fターム(参考) 5K033 CA11 CA17 DB09 DB18 DB22 DB23

5K046 AA03 AA05 BB05 PS03 PS05 PS34 PS55

【要約の続き】

90) との間で搬送可能である。