

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4995676号
(P4995676)

(45) 発行日 平成24年8月8日(2012.8.8)

(24) 登録日 平成24年5月18日(2012.5.18)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 4 L	12/44	(2006.01)	HO 4 L	12/44	2 0 0
HO 4 B	10/20	(2006.01)	HO 4 B	9/00	N
HO 4 J	14/02	(2006.01)	HO 4 B	9/00	E
HO 4 J	14/00	(2006.01)			

請求項の数 16 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-234043 (P2007-234043)</p> <p>(22) 出願日 平成19年9月10日 (2007.9.10)</p> <p>(65) 公開番号 特開2008-72714 (P2008-72714A)</p> <p>(43) 公開日 平成20年3月27日 (2008.3.27)</p> <p>審査請求日 平成22年6月11日 (2010.6.11)</p> <p>(31) 優先権主張番号 60/825,277</p> <p>(32) 優先日 平成18年9月12日 (2006.9.12)</p> <p>(33) 優先権主張国 米国 (US)</p> <p>(31) 優先権主張番号 60/882,024</p> <p>(32) 優先日 平成18年12月27日 (2006.12.27)</p> <p>(33) 優先権主張国 米国 (US)</p>	<p>(73) 特許権者 504080663 エヌイーシー ラボラトリーズ アメリカ インク NEC Laboratories Am erica, Inc. アメリカ合衆国 08540 ニュージャ ージー州 プリンストン スイート 20 0 インディペンデンス ウェイ 4</p> <p>(74) 代理人 100123788 弁理士 宮崎 昭夫</p> <p>(74) 代理人 100106138 弁理士 石橋 政幸</p> <p>(74) 代理人 100127454 弁理士 緒方 雅昭</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パッシブ光ネットワーク (PON) 上で無線通信を提供するシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

顧客に携帯サービスと固定サービスを提供するように構成された無線基地局であって、サービスプロバイダの電話局において単一の筐体内で光加入者端局装置と統合されて当該無線基地局と前記光加入者線端局装置との間での資源の共有を可能にし、筐体バックプレーンを介して前記光加入者端局装置と接続され、前記光加入者端局装置との間で共通の変調器と受信機とを共用する無線基地局と、

前記電話局で前記無線基地局に接続され、前記無線基地局からの無線信号がリンクを通してパッシブなファイバーネットワーク信号と並列に送信されるように、前記無線基地局の無線動作のアンテナをリモートサイトまで拡張するリンクを提供するパッシブ光ネットワークと、

を有し、

前記無線信号をエリア内に送信するために波長分割多重化が使用され、前記エリア内の受信機に前記無線信号を分配するためにサブキャリア変調多重化が使用され、

前記無線基地局は、前記リモートサイトのパワーアンプとクロックシンセサイザを調節するために利得制御及び周波数情報を前記リモートサイトに送信する、ネットワークシステム。

【請求項 2】

前記無線信号は無線周波数信号である、請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 3】

前記無線信号は中間周波数信号である、請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 4】

前記無線信号はデジタル化された信号である、請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 5】

前記複数の信号は波長分割多重化方式を使用することにより並列に進行することが可能である、請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 6】

ネットワークシステムは有線サービスと無線サービスを同時に含む、請求項 1 に記載のネットワークシステム。

10

【請求項 7】

前記無線基地局は、前記電話局にある屋内ユニットと、遠隔に設置された複数の屋外ユニットとを含み、前記複数の屋外ユニットは、該複数の屋外ユニットの各々に関連づけられた個々の波長に対して一意的なサブキャリアを可能にする並列信号検出方法を使用する、請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 8】

前記無線基地局は、前記電話局にある屋内ユニットと、前記電話局から遠隔に設置された屋外ユニットとを含み、前記ネットワークは、所与のセルを有する分散型アンテナネットワークを更に有する、請求項 1 に記載のネットワークシステム。

【請求項 9】

20

有線サービスと無線サービスを同時に提供する方法であって、

顧客に携帯サービスと固定サービスを提供するように構成されている無線基地局をサービスプロバイダの電話局において光加入者線端局装置と単一の筐体内で統合し、前記無線基地局と前記光加入者線端局装置との間で資源の共有を可能にすることと、

前記電話局でパッシブ光ネットワークを前記無線基地局に接続して、前記無線基地局の無線動作のアンテナをリモートサイトまで拡張するリンクを提供することと、

前記無線基地局から前記リンクを通してパッシブなファイバーネットワーク信号と並列に無線信号を送信することと、

を含み、

前記無線基地局は、筐体バックプレーンを介して前記光加入者端局装置と接続され、かつ、前記光加入者端局装置との間で共通の変調器と受信機とを共用し、

30

前記無線信号をエリア内に送信するために波長分割多重化が使用され、前記エリア内の受信機に前記無線信号を分配するためにサブキャリア変調多重化が使用され、

前記無線基地局は、前記リモートサイトのパワーアンプとクロックシンセサイザを調節するために利得制御及び周波数情報を前記リモートサイトに送信する、方法。

【請求項 10】

無線信号の送信は無線周波数信号を送信することを含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

無線信号の送信は中間周波数信号を送信することを含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 12】

40

無線信号の送信はデジタル化された信号を送信することを含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 13】

送信は、サブキャリア変調および波長分割多重化方式の少なくとも 1 つを含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 14】

前記無線基地局は、前記電話局にある屋内ユニットと、遠隔に設置された複数の屋外ユニットとを含み、前記方法は、該複数の屋外ユニットの各々に関連づけられた個々の波長に対して一意的なサブキャリアを可能にする並列信号検出方法を使用することを更に有する、請求項 9 に記載の方法。

50

【請求項 15】

前記無線基地局は、前記電話局にある屋内ユニットと、前記電話局から遠隔に設置された屋外ユニットとを含み、前記方法は、所与のネットワークセル内にアンテナモジュールを分配することを更に含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 16】

前記光加入者線端局装置と前記無線基地局は共通のプロセッサを共用する、請求項 9 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はネットワークシステムに関し、より詳細には、無線インタフェースが専用の光ファイバリンクを通して拡張されるネットワークに関する。

【背景技術】

【0002】

インターネットプロトコル (IP) テレビ (IPTV) のようなブロードバンドアプリケーションの出現は、その低価格化と大容量化により、「ファイバー・トゥ・ザ・「x」」 (FTTx: 特定形態の顧客宅内へのファイバー) の速やかな配備を、特にパッシブ光ネットワーク (PON) により促進している。PON の加入者数の増加とともに、PON 機器の年間売上高はそれに応じて成長していくものと予想される。

【0003】

ブロードバンド無線アクセス ((BWA) 技術は、その高い柔軟性および迅速なサービス展開の可能性により高い関心を集め、従来の有線によるユーザや、ケーブルおよびDSL が利用できない農村地域のユーザに対するブロードバンドサービスを可能にしている。BWA の採用が進む速さは、IEEE 802.16d/e WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) が標準化されて以降、非常に速くなった。したがって、グローバルなWiMAX 機器の市場は大幅に成長すると予測されている。

【0004】

サービスプロバイダは、無線と有線のネットワークを既存のアクセスネットワークソリューションの範囲内で別々に処理していた。このことは、これらの個別のネットワークの間を接続する専用リンクを設定することを含んでいる。

【0005】

電話局から基地局に接続するための専用リンクに対して、現在のソリューションは、T1/E1 または T3/OC-3 のような複数の時分割多重 (TDM) リンク、イーサネット (登録商標) のような非同期パケットリンク、またはマイクロ波/無線のポイントツーポイントリンクを使用して、加入者装置のトラフィックを基地局で終端している。他のソリューションでは、ファイバー上の無線周波数 (RoF) が情報を送信するために使用されている。このようなソリューションは、各基地局に対して専用のファイバリンクを必要とするので、高価な実装が必要となる。

【0006】

これらのソリューションには以下の欠点がある。それらは電話局への専用の有線回線の接続が必要である。なお、マイクロ波/無線のポイントツーポイントリンクは専用の有線回線の接続を不要にするが、購入および維持が高価なマイクロ波/無線通信機器が付加的に必要となる。さらに、基地局と電話局間のインタフェースおよび/または機器とが管理コストを増加させる。

【0007】

他の手法として、既存のネットワークインフラを利用するというものがある。例えば、住宅地区に無線サービスを提供するために、PON ONU (光ネットワークユニット) で無線トラフィックを終端している既設のPON ネットワークを使用することができる。この手法は、有線通信の容量が基地局に専用とはならず、その容量が異なるアプリケーシ

10

20

30

40

50

ョン間で共有されるという点を除けば、上述した手法と同様である。このソリューションでは無線サービスを搬送するのに、ある有線帯域を割り当てる必要があるため、トラフィックの多いシナリオにおいて実現するのは難しい場合が多い。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

専用リンクまたはカスケード接続は経済的ではない。適切なソリューションは、ネットワーク管理を単純化しつつ、既存のまたは構築中のネットワークインフラを最大限に活用すべきである。無線アクセス技術の展開の柔軟性および容易性と、光アクセス技術のブロードバンド性は互いに優良に補完しあう。この相補的關係および2つの技術の迅速な開発が、光ネットワークとブロードバンド無線アクセスネットワークの両者を統合した、異種混合のネットワークのコスト効率の良い実装を提供する。この異種混合のネットワークは、ネットワーク資源を効率的に活用し、管理費および維持費を低減することもできるはずである。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

本原理に基づくPONネットワーク上の無線通信は、これらの要件を備えている。PONおよび無線アクセスネットワークは、近い将来に広く配置されるだろう本実施形態により、PONインフラを利用してサービスエリアを拡大し、有線接続では経済的に接続できない顧客のみならず、携帯/移動端末の顧客にもブロードバンド無線サービスを迅速に配信する。本手法は、また無線基地局(BS)を電話局に統合(プルアップ)することによりPON帯域幅を節約する。

20

【0010】

(具体的な技術例としてWiMAXを利用して)無線基地局を電話局に統合し、かつ低コストで携帯サービスと固定サービスの両方を顧客に配信可能にするソリューションが開示される。無線基地局がギガビットPON(GPON)インフラを利用してリモートサイトまでアンテナ(RFモジュール)を拡張し、その結果、無線信号が同一のPONファイバーリンクを通してPON信号と並行して送信される。ファイバー上の無線信号は、ファイバー上の中間周波数(IF、アナログ)、またはファイバー上のデジタル化された信号(例えばデジタル化されたIF信号)であってもよい。信号を並列に送信する多重化方式は、サブキャリア変調(SCM)多重化方式および/または光波長分割多重方式(WDM)を含んでいてもよい。受信機側では、信号を分離するためにフィルタを使用することもできる。

30

【0011】

一実施形態において、波長分割多重化パッシブ光ネットワーク(WDM-PON)を使用することができ、このネットワークの多重化方式は、WDM、SCM、およびTDM(時分割多重化方式)を含んでいてもよい。SCM多重化方式を利用して必要な容量を扱うことができる場合、PON上の無線通信は、個々の波長に一意的なサブキャリアを利用する「並列信号検出」(PSD)も利用することができ、基地局(BS)の屋内ユニット(IDU)またはBS屋外ユニット(ODU)の各位置で単一の光受信機が用いられる。本発明の実施形態は、PONのような既設のファイバーリンク上の帯域幅を利用して情報を送信することを良好に許容するので、大幅にコストが低減される。

40

【0012】

ネットワークシステムおよび方法はサービスプロバイダの電話局に統合された無線基地局を含んでいる。その無線基地局は顧客に携帯サービスおよび固定サービスを提供するように構成される。パッシブ光ネットワークは、電話局で無線基地局に接続され、無線基地局からの無線信号がリンクを通してパッシブなファイバーネットワーク信号と並列に送信されるように、無線基地局の無線動作のアンテナをリモートサイトまで拡張するリンクを提供する。

【0013】

50

有線サービスおよび無線サービスを同時に提供する方法は、顧客に携帯サービスおよび固定サービスを提供するように構成されている無線基地局をサービスプロバイダの電話局に統合すること、電話局でパッシブ光ネットワークを無線基地局に接続してリンクを提供し、無線基地局の無線動作のアンテナをリモートサイトまで拡張すること、無線基地局からリンクを通してパッシブなファイバーネットワーク信号と並列に無線信号を送信すること、を含んでいる。

【0014】

これらおよび他の特徴および利点は、添付の図面に関して読まれるべき、その例示となる実施形態に関する以下の詳細な説明から明白になるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本原理による実施形態は、ネットワークの管理を単純化しながら、既存のまたは構築中のネットワークインフラを最大限に利用するように考案された、パッシブ光ネットワーク(PON)ソリューション上の無線通信を提供する。本原理よれば、マイクロ波アクセス(WiMAX)の世界的相互運用が、複数の距離にわたって無線データを提供することを目的として、例示の電気通信技術として使用されるだろう。無線アクセス技術としてのWiMAXおよび光アクセス技術としてのGPON(ギガビットPON)を例示目的のためにここで説明するが、他の技術も考えられるので、本発明はこれに制限されるものとして解釈されるべきでない。

【0016】

なお、図に示した構成要素をハードウェア、ソフトウェア、またはそれらの組み合わせの種々の形態で実施できることが理解されるに違いない。これらの要素は、1つまたは2つ以上の構成要素のハードウェアおよびソフトウェアの組み合わせで実施されるのが好ましい。この構成要素は、プロセッサおよびメモリ、および入力/出力インタフェースを持つ適切にプログラムされた汎用のデジタルコンピュータ等を含んでいてもよい。ソフトウェアは、ファームウェア、常駐のソフトウェア、マイクロコード等を含んでいるが、これに限定されるものではない。

【0017】

ここで、類似の参照番号が同一または類似の要素を示す図面、および最初に図1を参照して、PONネットワークアーキテクチャ100上の無線通信を一実施形態により例証的に示す。アーキテクチャ100は、GPON基地局102とWiMAX基地局104の両者を電話局108に統合している。WiMAX信号はGPONファイバーリンク110を通してGPON信号と並列に送信される。電話局108は、ギガビットイーサネット(登録商標)(GbE)、ポイントオブサービス(POS)、光クロスコネクタ(OC-X)等のような、システム機能およびコアインタフェースを実行し、保持しているクライアントインタフェース/送出プロセッサ101を含んでいてもよい。ルーティングエンジン105およびスイッチファブリック107も、顧客への信号および顧客からの信号を適切にルーティングするように設けられている。再構成可能な光アド/ドロップマルチプレクサ(roadm)モジュール103が信号をルートするために設けられている。電話局108は、インターネットまたは公衆交換電話網(PSTN)140の末端にあるエッジノード112であるのが好ましい。エッジノード112は、屋内ユニットであることが好ましいWiMAX基地局104、および他の有線アクセスインタフェース、例えばコアインタフェースのみならずPON OLT(光加入者線端局装置)をも統合している。

【0018】

WiMAX屋内ユニット104は、WiMAX MAC(媒体アクセス制御)と中間周波数(IF)PHY(物理層)とを含んでいる。リモート無線タワー120は、無線周波数(RF)機能がタワー120のためのリモートノードに残されるので、単純化される。WiMAX屋内ユニット104(例えば電話局108の内部)と屋外の(例えばリモートタワー120)ユニット(IDUとODU)間の信号は、GPONファイバーリンク110を通して送信される。干渉を回避し、GPON容量を確保するために、サブキャリア変

10

20

30

40

50

調 (SCM) は好ましい多重化方式であり、例えば、WiMAX 信号 124 は、ベースバンド GPON 信号から分離することのできるサブキャリア周波数 f_1 に変調される。

【0019】

このアーキテクチャ 100 は、GPON 帯域幅を占有することなく無線基地局を電話局 108 まで引き上げて、搬送波が有線および無線の両方の顧客を同時にサポートすることを可能にするものであり、設備、設置、および運転のコストを低減しうる。有線の用途および無線の用途の要求が共に高まるにつれ、このソリューションは非常に有用である。GPON リンク 110 は、複数の家庭 133 (FTTH) および企業 135 (FTTB) にサービスを提供する、ファイバー 130 およびスプリッタ 132 のネットワークを通して信号を分配する。

10

【0020】

図 2A、2B および 2C を参照して、本原理による PON ネットワークアーキテクチャ上で無線通信をサポートするオーバーレイシステムアーキテクチャが示されている。図 2A は、WiMAX BS 屋内ユニット 104 および GPON OLT 102 を備えた電話局の装置図を示している。図 2B はリモート WiMAX RF モジュール 104' を示している。図 2C は、同一の筐体 (シャーシ) に統合された電話局の装置を示している。本原理による実施形態は、OLT 102 と WiMAX 基地局 (BS) 104 が同一の筐体 (図 2C) に統合されているか、または別々に (図 2A) 配置されている (WiMAX サービスが既存の GPON ネットワーク上に配置されるか、または WiMAX BS および GPON OLT が異なるベンダーによって提供される場合に有用である) かのいずれかの事例をサポートする。

20

【0021】

図 2A の OLT 102 と WiMAX BS 104 を分離したソリューションでは、GPON OLT 102 とリモート加入者装置 (GPON 配分ファイバーによる) を別々に接続している、WiMAX BS 104 からの 2 つの光ファイバーインタフェース 204 および 206 がある。図 2C の単一筐体のソリューションでは、OLT 102 は筐体バックプレーン 210 を通して WiMAX BS 104 に接続でき、また同じ電気光 (E/O) 変調器 211 および受信機 212 を共有できる。

【0022】

図 2A の WiMAX BS 104 は、OFDM (直交周波数分割多重) モデム 220 (上位レイヤ処理と同様に) と、SCM 変調器 211 (周波数 f_1 を使用した) と、光送信機 224 および受信機 226 と、光マルチプレクサ/デマルチプレクサ (MUX/DEMUX) 228 と、光カプラ/スプリッタ 230 と、を含んでいる。図 2A の OFDM モデム 220 の入力/出力信号は、議論を簡単にするために例として IF を使用するものとする。光送信機 224 は、SCM 変調信号によって駆動される粗い波長分割多重化方式 (CWDM) レーザ、または CWDM レーザ および SCM 変調信号によって駆動される個別の変調器であってもよい。GPON システムは、下りストリーム および 上りストリーム に対して、好ましくは 1490 nm および 1310 nm の光波長を別々に使用して、無線信号が GPON ネットワークを通過できることを確保しているため、SCM 変調無線信号も、下りストリーム 波長として 1490 nm、上りストリーム 波長として 1310 nm を使用する。なお、他の波長の組み合わせも考えられる。

30

40

【0023】

干渉なく他の波長をサポートする GPON システムでは、GPON 上で WDM を使用した無線信号も可能である。光カプラ/スプリッタ 230 は、OLT 102 への上りストリーム 信号を分離し、OLT 102 からの下りストリーム 信号を無線下りストリーム 信号と結合する。

【0024】

図 2B を参照して、BS 屋外ユニット 104' の概念を示す簡単な概略図が示されている。アップ/ダウンコンバータ 234 は IF 信号を無線周波数に変換し、または受信した RF 信号を、アンテナ 235 を通して受信された信号から IF に戻す。光ファイバーリン

50

ク上の異なる信号の種類、およびWiMAXのBS屋内ユニット104および屋外ユニット104'に関連するアーキテクチャについて、より詳細に後に説明する。

【0025】

無線通信リンクの拡張：ファイバー上の無線信号は、本原理によるPONネットワーク上の無線通信の1つの基本である。一般に、ファイバー上の無線通信は、例えば、ファイバー上のRF信号、ファイバー上のIF信号、およびファイバー上のデジタル無線信号を含むことができる。ファイバー上のRF信号およびIF信号はファイバー上のアナログ信号である。これは本質的にマルチチャネル効果を持ち、搬送波対雑音比(CNR)要件により、デジタルリンクと比較して、より大きな電力を必要とする。システム性能は、リンクの種々の光および電気部品のノイズ、および装置の非線形性による相互変調/ひずみ

10

【0026】

一実施形態において、以下では、デフォルトによりIDU104とODU102間の半2重信号伝送を仮定する、例えば、IDUからODUとその逆方向の信号の伝送は同時に起こらない。そうでなければ、システムでは異なるファイバーまたは波長が必要であるが、それは代替実施形態で実施することができる。

【0027】

図3を参照して、WiMAX基地局104のファイバーシステム300上のRFを示すダイアグラムが例証的に示されている。WiMAX BS IDU104のRF変調器302によって出力されたRF変調出力は、エアーチャネルに送信される信号である。RF変調出力は、レーザおよびRF信号によって駆動される線形のレーザまたは変調器であってもよい光送信機224を駆動する。出力光信号は光ファイバー110を通過して屋外ユニット104'に送信される。WiMAX BS ODU104'内で、光受信機226は光RF信号を電気信号に変換し、パワーアンプ(PA)306でアンテナ235を駆動する。類似した動作は逆方向でも行われる。

20

【0028】

ファイバー上のRFはリモートシステムを著しく単純化する。一実施形態において、使用される唯一のモジュールは、光送信機/受信機224、226およびパワーアンプ306である。集中化されたチャネル周波数管理が存在し、複数の基地局がセントラルオシレータ(CO)装置(図示されない)を共有できるように、セントラルノード308が周波数変換を行なう。ファイバー上のRFの他の恩恵は、それがエアーインタフェースおよび上位レイヤプロトコルに依存しないことである。ファイバー上のRFは高速の光/電気インタフェースを使用し、検出された無線信号のRF電力および位相ノイズに分散効果がある。

30

【0029】

もし、WDM技術がPON上の無線通信のシステムに適用されなければ、SCM多重化方式は実行可能性が低く、かつ各PONネットワークは1つのWiMAX基地局をサポートできるだけなので、ファイバー上のRFは困難かもしれない。

【0030】

図4を参照して、ファイバー上のIFを使用したシステム400が例証的に示されている。RF信号を直接送信するファイバー上のRFと異なり、ファイバー上のIFは、屋内ユニット(104)と屋外ユニット(104')間のIF変調器404からの比較的低い中間周波数(fm)を使用する。リモート(屋外)システム104'において、RF変調器402がエアーチャネル周波数(fc)への信号をさらに変調する。また受信信号用と送信信号用に個別のパワーアンプ(図示されない)がある。ファイバー上のRFと比較して、ファイバー上のIFは分散効果を低減するが、周波数がさらに低いので、より低速の光/電気インタフェースが必要である。

40

【0031】

集中化されたチャネル周波数管理を可能にするために、1つのソリューションは、IF

50

基本周波数および周波数オフセットを使用して信号を変調するBS ODU 104'で、中間周波数を調整することが挙げられる。このソリューションは、全通信帯域をカバーする帯域幅を使用する。例えば、BSが5.775 GHzから5.825 GHzまでの周波数を使用する場合、周波数帯は更に10のサブチャンネルに分割され、各サブチャンネルはたった5 MHzになるが、各BSのIFチャンネルにはなお50 MHzの幅がある。

【0032】

他のソリューションは、BS IDU 104からODU 104'に周波数制御情報を送ること、およびそのODU 104'がクロックシンセサイザを用いて周波数オフセットを制御することが挙げられる。この制御情報は、専用チャンネルを通して送信されたデジタル信号であってもよく、そのチャンネルは異なる基地局の間で共有することができる。これらのソリューションは、BS ODU 104'での周波数変換用に局部発振器(LO)を使用する。

10

【0033】

ファイバー上のRFとIFの間の比較では、ファイバー上のデジタル化された信号はより複雑なBS ODUを使用するが、BS IDUとODU間の信号の伝送は、熟慮されたデジタルハードウェア、無視できる分散効果、伝送距離の増加により比較的単純となる。

【0034】

図5Aおよび5Bを参照して、ファイバー上のデジタル化された信号のためのシステム500が例証的に示されている。BSが商用PHY製品を使用するために、1つのソリューションは、デジタル出力信号を直接送信する(図5A)か、またはアナログ/デジタル変換器(A/D)502を使用してアナログ出力をデジタル化する(図5B)ことである。フレーミングモジュール504は、利得および周波数制御情報をデータと一緒に「フレーム」にカプセル化し、フレーム化された情報は、ファイバーチャンネルを通してODU 104'に送信される。BS ODU 104'では、デフレマ505によってフレームから抽出された利得情報がパワーアンプ(PA)506を制御し、一方、周波数情報は、クロックシンセサイザ508を制御して無線周波数を発生させる。図5Aおよび5Bにおいて、GCは利得制御を示し、FCは周波数制御を示し、PAはパワーアンプである。

20

【0035】

図5Aおよび5Bのソリューションの1つの欠点は、高いデータ転送速度である。例えば、帯域幅がナイキスト基準によれば20 MHzの場合、サンプリングレートは40 MHzになり、各サンプルが、例えば10ビットに定量化されるとすると、ビットレートは400 Mbit/sになる。代替のソリューションは、図6に示すように、MAC-PHYインタフェース510で基地局を拡大することである。

30

【0036】

図6を参照して、BS MAC 510とPHY間では相互作用があるので、ctrl/data/framingおよびstatus抽出モジュール606がデータおよび制御情報をフレームにカプセル化し、それらをODU 104'に送信するか、またはODU 104'から受け取ったデータおよびステータスを抽出する。したがって、BS ODU 104'で、ctrl/status/data/frm/defrmモジュール607はコマンドおよびデータを抽出するか、またはステータスおよびデータ情報をカプセル化する。次のモジュールは、変調し易いOFDM信号を出力するOFDM PHY 608である。制御およびステータス情報はいつでも、そして同時にでも交換できるので、光伝送は全2重であるべきであり、それは、2つのファイバー、2つのSCM信号、または2つの波長が使用されることを意味している。

40

【0037】

ファイバーソリューション上のデジタル信号は、エアインタフェース依存性があるかもしれないし、リモートノードで周波数変換を必要とするかもしれない。さらに、伝送距離は無線システムのプロトコルタイミング要件によって制限されているかもしれない。しかしながら、ワイヤレスネットワークのデータレートが比較的低い(例えばWiMAXは

50

最大75Mbps)ことにより、伝送距離は依然として無視できない。

【0038】

GPON上の無線通信は、ネットワークでの伝送距離および無線チャネル数のような要求性能に基づいて、ファイバー上のIFまたはファイバー上のデジタル化された信号を使用することができる。多くの無線チャネルと長い伝送距離を必要とするネットワークにとって、MAC-PHYインタフェースでの無線信号の拡張はこれらの要件を満たすだろうし、少ない無線チャネルと短い伝送距離を必要とするシステムにとって、ファイバー上のIFはより良いソリューションになるかもしれない。

【0039】

ファイバー上の無線通信に関する原理は、更にWDM-PONネットワークまで拡張することができる。WDM-PON内では、多重化方式は、WDM、SCM、およびTDM(時分割多重化方式)を含んでいてもよい。

10

【0040】

図7を参照して、異なる位置に対してWDMを、同じ位置内の各アンテナに対してSCMを使用した一例のシステム700が例証的に示されている。表1は、デジタル化された信号で可能な多重化方式、およびコストの比較を表にしたものである。表1のアンテナ欄において、Pはポイントを意味し、MPは複数の点を意味している。

【0041】

表1 多重化方法とその比較

【0042】

20

【表1】

		各アンテナからのデジタル化されたRF信号の多重化方法	各位置からの信号の多重化方法	逆多重化方法	コスト
単一のアンテナ	P-P				次世代無線システムに不適切
	P-MP		WDM SCM	WDM SCM	
複数のアンテナ	P-P	CDM		CDM(TDM)	中位
		SCM		SCM	高い
		WDM		WDM	非常に高い
	P-MP	CDM	WDM	WDM & CDM	高い
			SCM	SCM & CDM	高い
		SCM	WDM	WDM & SCM	高い
WDM	SCM	SCM	高い		
WDM	WDM	WDM	非常に高い		

30

【0043】

SCM多重化方式を使用して必要とされる容量を処理できる場合、他のソリューションは各個々の波長に対して一意的なサブキャリアを使用することを含み、単一の光受信機が複数のBS IDU104で、または複数のBS ODU104'の各位置で使用されてもよい。この技術は「並列信号検出」(PSD)と呼ばれている。光受信機はサブキャリア変調器より高価なので、PSDは機器費用を大きく削減することができる。

40

【0044】

複数のMUX/DeMUXまたは光カプラ702がリンク110上の光を送受信する。リンク110は、光の複数の波長を同時に搬送できる光ファイバー704を含んでいる。各ODU104'は光の異なる波長を送受信し、これらの信号は、複数の電気信号カプラ/スプリッタ706へ変調器710に/から与えられ、複数の光送信機224および複数の受信機226によって光信号に/から変換され、MUX/DeMUX702によって多重化または逆多重化される。

【0045】

図8を参照して、機器費用を低減するために光受信機がサブキャリア変調器802に置き換えられた場合のソリューションの一例が例証的に示されている。

50

【 0 0 4 6 】

本発明はシステムコストおよび管理コストを低減し、基地局間のリアルタイムな情報 / 資源の共有を可能にするものである。各基地局に対して、コスト削減は少なくとも 1 , 0 0 0 ドルであり、管理されるインタフェース数は 3 から 1 に削減された。本発明は、単純化されたネットワークアーキテクチャによるネットワーク障害が生じた場合の診断の複雑さも軽減する。基地局が処理資源を共有する場合には、さらにコストが低減される。

【 0 0 4 7 】

ここに記載された実施形態は、エッジノードに集約された処理から恩恵を得ることができ、そしてそれは機器費用をさらに低減できる。これは、複数の統合基地局間で処理モジュール（例えばプロセッサ）を共有することが可能であるという事実からもたらされる。特に W i M A X 基地局数が増加した場合、ここに説明しているようなオーバレイソリューションには管理すべきインタフェース / 機器の最少数がある。本原理によるオーバレイソリューションの他の恩恵は、システムの集中化された性質および機器数の低減によるシステム障害の場合に、管理の観点から診断および修理が単純化されることである。

10

【 0 0 4 8 】

ネットワーク性能： 密な O N U または疎なユーザ分布があるエリアでは、図 9 に示すように、同一の W i M A X 基地局に接続された、いくつかの O N U で、分散型アンテナネットワークを構築することが可能である。

【 0 0 4 9 】

図 9 を参照して、各セル 9 0 4 の中心にある単一の中央アンテナの代わりに、例えば、最高 7 つまでのモジュール 9 0 2 をセル 9 0 4 に地理的に分配して、従来のセルと比較してアクセス距離を縮小する。シミュレーションの結果、分散型アンテナのネットワークは、無線ネットワークの処理能力の改善を支援できることが明らかになった。

20

【 0 0 5 0 】

同一の符号化されていないデータが、単一の中央アンテナによって従来のセル内と、複数のアンテナモジュール 9 0 2 によってセル 9 0 4 内で送信されると仮定する。公平な比較のために、更に、複数のアンテナモジュール 9 0 2 を持つセル 9 0 4 において、従来のセル構造での全送信電力と同じ全送信電力 P に対して、中心にあるアンテナモジュール 9 0 2 の送信電力は 0 . 4 P で、まわりの他の 6 つの分散型アンテナモジュールは 0 . 1 P と同じ送信電力があるものと仮定する。表 2 は例示的シミュレーション結果を示している。カバレッジエリアは異なる変調方式を使用して改善されており、したがって、無線ネットワークの処理能力が改善されたことになる。

30

【 0 0 5 1 】

表 2 分散型アンテナ (D A) ソリューションとの性能比較

【 0 0 5 2 】

【表 2】

変調	BPSK	QPSK	16 QAM	64 QAM
従来のソリューション	45%	31%	15%	8%
DAによるソリューション	100%	100%	88%	68%
カバレッジエリアの改善	222%	323%	587%	825%

40

【 0 0 5 3 】

P O N 上の無線通信によるソリューションは、分散型アンテナを使用しての処理能力の改善に加えて、ネットワークの弾力性も改善することができる。

【 0 0 5 4 】

本原理により、P O N インフラストラクチャーを利用して有線サービスと無線サービスの両方を提供する、新規な P O N 上の無線通信のシステムが提供される。コスト分析は、

50

このソリューションがネットワーク性能を改善するのみならず、機器および管理コストを効果的に低減できることを示している。光ネットワーク上の無線信号が提供される。既存のB/G/GE-PONシステムに対して、SCM多重化方式が可能であり、ある場合にはWDM多重化が適用可能である。

【0055】

パッシブ光ネットワーク(PON)上の無線通信のシステムおよび方法の好ましい実施形態を説明したが、(それらは例証となるがそれに限定されるように意図されているものではない)上記の教示を考慮して、当業者により修正および変形がなされてもよいことに留意されたい。したがって、添付の請求項によって略述されるような本発明の範囲と精神を逸脱することなく、開示された特定の実施形態において、変更がなされてもよいことが理解されるべきであろう。このように、特許法によって義務づけられている詳細で緻密な説明により、本発明の側面を説明したが、特許請求の範囲および特許証により所望の保護される範囲は添付の請求項に記載されている。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】一例示の実施形態によるGPONネットワークアーキテクチャ上のWiMAXを示す図である。

【図2A】複数のユニットが接続されるが個別の場合に、WiMAX基地局屋内ユニットとGPON光加入者線端局装置(OLT)との組み合わせを示す概略図である。

【図2B】WiMAX基地局屋外ユニットを示す概略図である。

【図2C】単一の筐体に統合されたWiMAX基地局屋内ユニットとGPON光加入者線端局装置(OLT)の組み合わせを示す概略図である。

【図3】ファイバー上の無線周波数(RF)を使用するWiMAX基地局屋内ユニットおよび屋外ユニットを示す概略図である。

【図4】ファイバー上の中間周波数(IF)を使用するWiMAX基地局屋内ユニットおよび屋外ユニットを示す概略図である。

【図5A】ファイバー上のデジタル化された無線信号を使用するWiMAX基地局屋内ユニットおよび屋外ユニットを示す概略図である。

【図5B】ファイバー上のデジタル化された無線信号を使用するWiMAX基地局屋内ユニットおよび屋外ユニットを示す概略図である。

【図6】MAC-PHYインタフェースで無線信号拡張を有するWiMAX基地局屋内ユニットおよび屋外ユニットを示す概略図である。

【図7】サブキャリア変調(SCM)および波長分割多重化方式が複数の位置に対して使用される場合に、WDM-PONシステムにおけるWiMAX基地局屋内ユニットおよび屋外ユニットを示す概略図である。

【図8】並列信号検出(PSD)を利用して、複数のリモート屋外ユニットから多重波長信号を受け取る単一の検出器を有するWiMAX基地局屋内ユニットを示す概略図である。

【図9】無線基地局の分散型アンテナインフラストラクチャーを示すダイアグラムである。

【符号の説明】

【0057】

- | | |
|------|------------------------------------|
| 100 | PONネットワークアーキテクチャ |
| 101 | クライアントインタフェース/送出プロセッサ |
| 102 | GPON OLT |
| 103 | 再構成可能な光アッド/ドロップマルチプレクサ(roadm)モジュール |
| 104 | WiMAX基地局 |
| 104' | リモートWiMAX RFモジュール |
| 105 | ルーティングエンジン |
| 107 | スイッチファブリック |

10

20

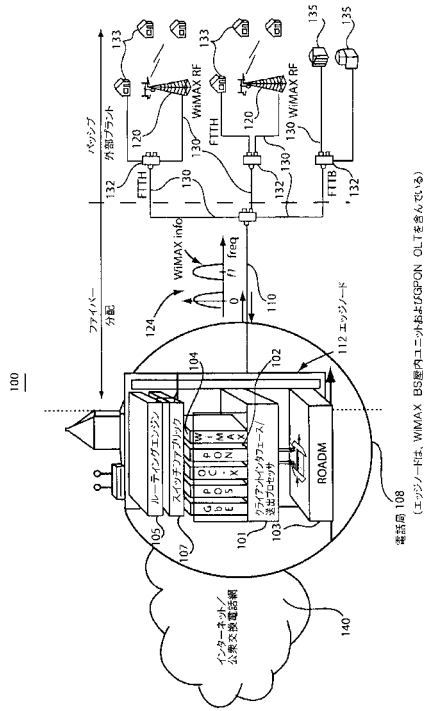
30

40

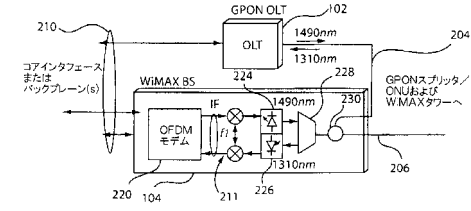
50

1 0 8	電話局	
1 1 0	G P O Nファイバーリンク	
1 1 2	エッジノード	
1 2 0	リモート無線タワー	
1 3 0	ファイバー	
1 3 2	スプリッタ	
1 3 3	家庭	
1 3 5	企業	
1 4 0	公衆交換電話網	
2 0 4、2 0 6	光ファイバーインタフェース	10
2 1 0	筐体バックプレーン	
2 1 1	S C M変調器	
2 2 4	光送信機	
2 2 6	光受信機	
2 2 8	光マルチプレクサ/デマルチプレクサ (M U X / D e M U X)	
2 3 0	光カプラ/スプリッタ	
2 3 4	アップ/ダウンコンバータ	
2 3 5	アンテナ	
3 0 0	ファイバーシステム	
3 0 2	R F 変調器	20
3 0 6	パワーアンプ (P A)	
3 0 8	セントラルノード	
4 0 0	ファイバー上の I F を使用したシステム	
4 0 2	R F 変調器	
4 0 4	I F 変調器	
5 0 0	ファイバー上のデジタル化された信号のためのシステム	
5 0 2	アナログ/デジタル変換器 (A / D)	
5 0 4	フレーミングモジュール	
5 0 5	デフレーマ	
5 0 6	パワーアンプ (P A)	30
5 0 8	クロックシンセサイザ	
5 1 0	M A C - P H Y インタフェース	
6 0 6	c t r l / d a t a / f r a m i n g および s t a t u s 抽出モジュール	
6 0 7	c t r l / s t a t u s / d a t a f r m / d e f r m モジュール	
6 0 8	O F D M P H Y	
7 0 0	異なる位置に対して W D M を、同じ位置内の各アンテナに対して S C M を使 用した一例のシステム	
7 0 2	M U X / D e M U X または光カプラ	
7 0 4	光ファイバー	
7 0 6	電気信号カプラ/スプリッタ	40
7 1 0	変調器	
8 0 2	サブキャリア変調器	
9 0 2	モジュール	
9 0 4	セル	

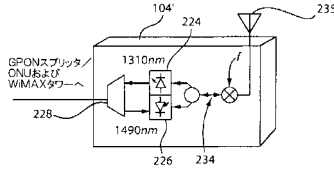
【図1】



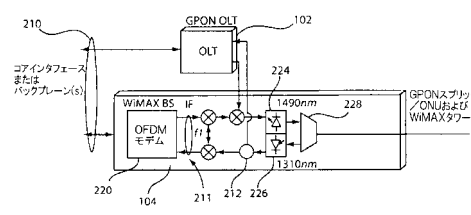
【図2A】



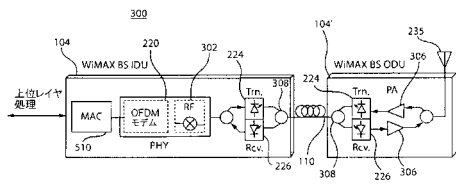
【図2B】



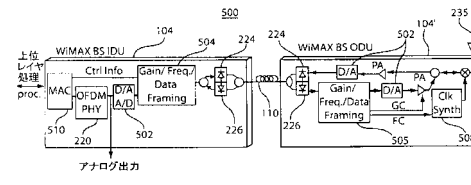
【図2C】



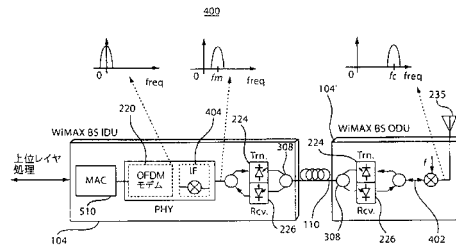
【図3】



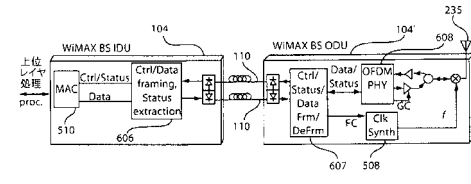
【図5B】



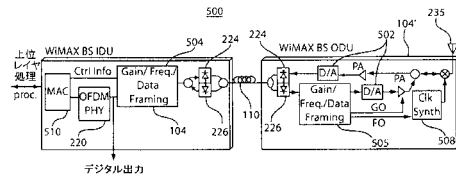
【図4】



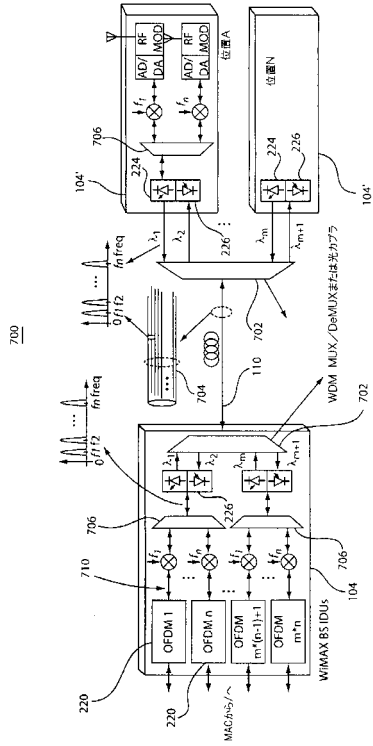
【図6】



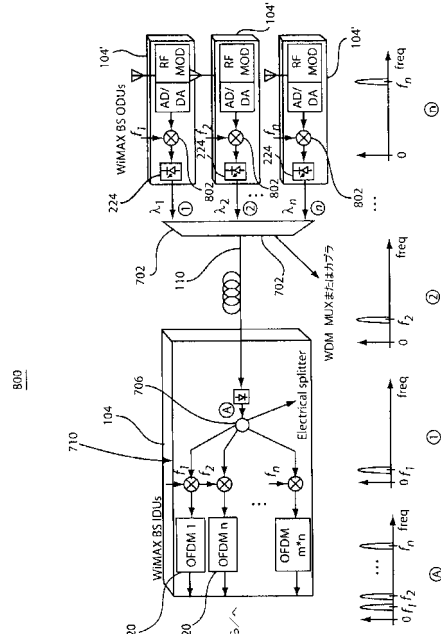
【図5A】



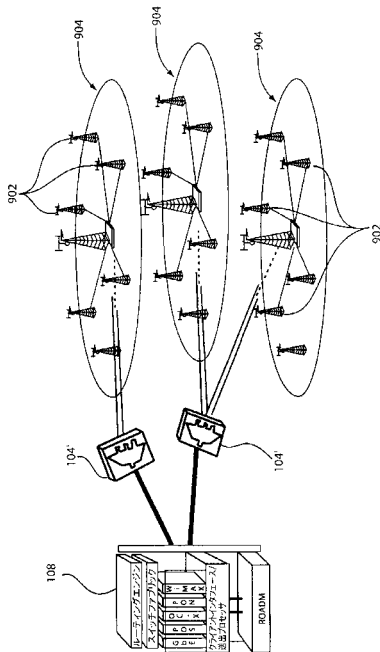
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ジュンキアン フ
アメリカ合衆国 08536 ニュージャージー州 プレインズボロー クウェイル リッジ ド
ライブ 3806
- (72)発明者 ティン ワン
アメリカ合衆国 08540 ニュージャージー州 プリンストン ハルステッド プレイス 2
1
- (72)発明者 ダユー キアン
アメリカ合衆国 08540 ニュージャージー州 プリンストン メドウ ロード 465 ア
partment 9201
- (72)発明者 ユアンキュ ルオ
アメリカ合衆国 08520 ニュージャージー州 ハイットタウン ヨークシャー ドライブ 2
2 アpartment 11ビー
- (72)発明者 末村 剛彦
東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内
- (72)発明者 渋谷 真
東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内

審査官 岩田 玲彦

(56)参考文献 特開2003-047035(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/44
H04B 10/20
H04J 14/00
H04J 14/02