

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5028179号
(P5028179)

(45) 発行日 平成24年9月19日(2012.9.19)

(24) 登録日 平成24年6月29日(2012.6.29)

(51) Int.Cl.		F I	
HO4L 12/44	(2006.01)	HO4L 12/44	B
HO4B 10/20	(2006.01)	HO4L 12/44	200
		HO4B 9/00	N

請求項の数 4 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-203298 (P2007-203298)	(73) 特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(22) 出願日	平成19年8月3日(2007.8.3)	(74) 代理人	110000350 ポレール特許業務法人
(65) 公開番号	特開2009-38753 (P2009-38753A)	(72) 発明者	坂本 憲弘 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立コミュニケーションテクノ ロジー キャリアネットワーク事業部内
(43) 公開日	平成21年2月19日(2009.2.19)	(72) 発明者	矢島 祐輔 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立コミュニケーションテクノ ロジー キャリアネットワーク事業部内
審査請求日	平成22年3月3日(2010.3.3)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 PONシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光集線装置と、この光集線装置に接続された幹線ファイバと、この幹線ファイバに接続された光スプリッタと、複数の加入者ファイバを介して前記光スプリッタと接続された複数の光加入者装置とから構成されたPONシステムにおいて、

前記光集線装置は、

レンジングトランスミッションの受信期間において、第1のオフセットを選択して受信する信号の識別用の第1の閾値を演算し、

前記レンジングトランスミッションの受信期間以外において、前記第1のオフセットよりも小さい第2のオフセットを選択して受信する信号の識別用の第2の閾値を演算し、

前記第1のオフセットは、前記第1の閾値を前記光集線装置が最遠の光加入者装置から受信する光信号のピーク値よりも小さくする値であることを特徴とするPONシステム。

【請求項2】

請求項1に記載のPONシステムであって、

前記光集線装置は、前記複数の光加入者装置から受信する上り信号のタイムスロット情報を基に、前記レンジングトランスミッションの受信期間か否かを判別することを特徴とするPONシステム。

【請求項3】

請求項1に記載のPONシステムであって、

前記第1のオフセットは、前記第1の閾値を前記光加入者装置から受信する最も弱い光

信号のピーク値とホワイトノイズのレベルとの差の半分の大きさとする値であることを特徴とするPONシステム。

【請求項4】

請求項1に記載のPONシステムであって、

前記第1のオフセットまたは前記第2のオフセットを選択するセレクタを備えることを特徴とするPONシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の加入者接続装置が光伝送回線を共有するPON(Passive Optical Network)システムおよび光集線装置に係り、特にバースト受信特性の傾きが緩やかなPONシステムおよび光集線装置に関する。 10

【背景技術】

【0002】

PONシステムは、光集線装置(OLT:Optical Line Terminal)と複数の光加入者装置(ONU:Optical Network Unit)とから構成される。ONUは、ONUに接続された端末(PC他)からの電気信号をEO変換し、光信号でONU加入者光ファイバ光スプリッタを介しOLTへの幹線光ファイバで時分割多重してOLTに送信する。OLTは、各種信号処理を実施することで、あるONUの端末と他のONUの端末との通信、またはNW(NetWork)の端末との通信を行う。 20

【0003】

各ONUは、非特許文献1(ITU-T勧告G984.1)の8章および9章に規定されるように、光ファイバ長0~20km、20km~40kmないし40km~60kmの3範囲の中の一つの範囲に設置される。しかし、最近のONUと最遠のONUでは、伝送距離が20kmも異なり、伝送遅延が異なるので、各ONUから出力される光信号同士が衝突・干渉する可能性がある。そこで、非特許文献3(ITU-T勧告G.984.3)の10章に規定されたレンジング技術を用いて、各ONUがあたかも等距離(たとえば20km)に設置されたかのように各ONUからの出力信号の遅延を調整する。この結果、幹線光ファイバ上で各ONUからの光信号が干渉しないようにしている。なお、干渉は調整できても光ファイバの長さの違いによる減衰は、PONシステムでは調整できない。 30

【0004】

更に各ONUからの信号の先頭には、非特許文献2(G.984.2)の8.8.3章に規定されたように12byteからなる干渉防止用のガードタイム、受信器の識別閾値の決定およびクロック抽出に利用されるプリアンプル、受信信号の区切りを識別するために利用されるデリミタが付加されている。

【0005】

非特許文献3(ITU-T勧告G.984.3)の8.2章の規定では、複数のONUからOLTに向けて伝送される信号は上り信号と呼ばれ、プリアンプル、デリミタ、ペイロード信号より構成されており、また同勧告8章の図14-2に示すように、各上り信号の直前には前のバースト信号との衝突防止のためにガードタイムが設定される。 40

【0006】

一方、同勧告8.1章の規定によれば、OLTより複数のONUに向けて送信される信号は下り信号と呼ばれ、フレーム同期パターン、PLOAM領域、US Bandwidth MAP領域、フレームペイロードから構成されている。OLTは同勧告8.1.3.6章に示すようにUS Bandwidth MAPと呼ばれる領域を用いて、各ONUの上り送信許可タイミングを指定する。US Bandwidth MAP領域は送信許可の開始を指定するStart値と終了を指定するEnd値を備えており、それぞれバイト単位の指定が行われる。この値を、送信を許可するという意味でgrant値とも呼ぶ。そして、End値と次のStart値の差は、上り無信号領域であり、上記ガードタイムに対応する。なお、個々のONUにはT-COUTと呼ばれる複数の帯域割り当て単位が割り 50

付け可能であり、上記上り送信許可タイミングの指定は T - C O U T 毎に行われる。

【 0 0 0 7 】

レンジングでは、O L T が O N U に対して距離測定用の信号を送信するよう要求する。O N U が距離測定フレームを返すと O L T はその信号を受信し、距離測定用の信号の送信要求から距離測定用の信号受信までの時間、すなわち往復遅延時間を測定して、O N U が O L T からどれだけ離れているかを知る。続いて O L T は全ての O N U を等距離に見せるため、各 O N U に対して等化遅延量と呼ばれる時間だけ送信を遅延させるように指示を送る。例えば全ての O N U が 2 0 k m の往復遅延時間を持つようにするには、“(2 0 k m の往復遅延時間) - (測定された往復遅延時間)” に等しい等化遅延量を O N U に指示する。O N U は、指示された等化遅延量だけ固定的に遅延させてデータを送信する回路を備えており、上記指示により、全ての O N U が 2 0 k m の往復遅延時間を持つように上りデータ送信が行われる。

10

特許文献 1 には、上述した P O N システムにおけるレンジングについて、詳細な記載がある。

【 0 0 0 8 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 0 3 6 9 2 0 号公報

【非特許文献 1】I T U - T 勧告 G . 9 8 4 . 1

【非特許文献 2】I T U - T 勧告 G . 9 8 4 . 2

【非特許文献 3】I T U - T 勧告 G . 9 8 4 . 3

【非特許文献 4】I T U - T 勧告 G . 9 8 3 . 1

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

上記のような P O N バースト受信回路では、レンジングの際に使用されるレンジング窓という無信号タイムスロット区間に発生するホワイトノイズ(以下ノイズ)をガードするために、‘ 1 ’ ‘ 0 ’ 判別閾値に対してオフセットをはかせる。閾値にこのオフセットをはかせることで、受信信号のピーク値とボトム値の中間に位置するはずの閾値が、オフセット分ピーク値寄りになる。故に、オフセットを使用しない時に比べて、‘ 1 ’ を ‘ 0 ’ と誤って識別する確率が高くなり、バースト受信特性の傾きが急峻になる。一方、非特許文献 3 (I T U - T 勧告 G . 9 8 4 . 3) には、リードソロモン符号を用いた $1 e - 4$ の誤り率を $1 e - 1 2$ 相当に訂正できる誤り訂正技術 F E C (Forward Error Correction) が規定されており、P O N バースト受信特性の傾きが緩やかな程、大きなコーディングゲイン (Coding Gain) が得られる。

30

【 0 0 1 0 】

本発明の目的は、P O N バースト受信において、より大きなコーディングゲインを得るべく、バースト受信特性の傾きを緩やかにすることにある。また、本発明の他の目的は、バースト受信特性に優れた P O N システムと光集線装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

上記課題は、レンジング窓内のレンジングトランスミッションに対するオフセットと、レンジング窓以外のタイムスロットのバーストデータに対するオフセットを切り替えることで解決される。レンジングトランスミッションに対するオフセットは第 1 の値を使用し、それ以外のバーストデータに対するオフセットは、第 1 の値よりも低い第 2 の値を使用する。

40

【 0 0 1 2 】

また、光集線装置と、この光集線装置に接続された幹線ファイバと、この幹線ファイバに接続された光スプリッタと、複数の加入者ファイバを介して光スプリッタと接続された複数の光加入者装置とから構成され、光集線装置は、上り無信号区間に発生するノイズをガードするために使用するオフセットを選択可能に構成された P O N システムにより、解決できる。

50

【 0 0 1 3 】

さらに、O E 変換部と、このO E 変換部の出力を識別する識別部と、この識別部を制御する制御部とから構成され、制御部は、レンジングトランスミッションの受信期間において、識別部に対して第 1 のオフセットとするよう制御し、レンジングトランスミッションの受信期間以外において、識別部に対して第 2 のオフセットとするよう制御し、識別部は、第 1 のオフセットまたは第 2 のオフセットに基づいて、識別用の閾値を演算する光集線装置により、達成できる。

【 0 0 1 4 】

さらにまた、O E 変換部と、このO E 変換部の出力を第 1 のオフセットを用いて識別する第 1 の識別部と、O E 変換部の出力を第 2 のオフセットを用いて識別する第 2 の識別部と、第 1 の識別部と第 2 の識別部の一方を選択するセレクタと、このセレクタを制御する制御部とから構成され、制御部は、レンジングトランスミッションの受信期間において、第 1 の識別部を選択し、レンジングトランスミッションの受信期間以外において、第 2 の識別部を選択する光集線装置により、達成できる。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 1 5 】

本発明により、P O N バースト受信特性の傾きを緩やかにすることが可能となり、F E C 効果を向上させることができる。また、バースト受信特性に優れた P O N システムと光集線装置を提供することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

20

【 0 0 1 6 】

以下本発明の実施の形態について、実施例を用い図面を参照しながら説明する。なお、実質同一部位には同じ参照番号を振り、説明は繰り返さない。

【 0 0 1 7 】

図 1 は光アクセスネットワークのブロック図である。光アクセスネットワーク 1 0 は、O L T 1、O N U 2、スプリッタ 3、O L T 1 とスプリッタ 3 との間の幹線ファイバ 8 およびスプリッタ 3 と O N U 2 との間の加入者ファイバ 9 で構成されている。O N U 2 は I P システム 4 および T D M システム 5 に接続されている。また、O L T 1 は I P ネットワーク 6 および T D M ネットワーク 7 に接続されている。

【 0 0 1 8 】

30

T D M システム 5 からの T D M 信号は光アクセスネットワーク 1 0 を介して T D M ネットワーク 7 に収容される。また I P システム 4 からの信号は光アクセスネットワーク 1 0 を介して I P ネットワーク 7 へと収容される。これらの信号を上り信号と呼ぶ。

【 0 0 1 9 】

また、逆に T D M ネットワーク 7 からの T D M 信号は、光アクセスネットワーク 1 0 を介して T D M システム 5 に収容される。また I P ネットワーク 6 からの信号は光アクセスネットワーク 1 0 を介して I P システム 4 へと収容される。これらの信号を下り信号と呼ぶ。

なお、以下説明する図 1 1 までのブロック図において、信号の流れる方向（上り、下り）は、図 1 に合わせている。

40

【 0 0 2 0 】

図 2 は O L T のブロック図である。幹線ファイバ 8 からの上り光信号は、光電変換モジュール 7 1 で電気に変換された後、O L T P O N 送受信ブロック 7 2 で G E M 終端される。変換された電気信号は、G E M 終端によって、イーサネット（登録商標）信号および T D M 信号に変換される。イーサネット信号と T D M 信号は、それぞれイーサネット P H Y 7 3 および T D M P H Y 7 4 を介して、I P ネットワーク 6 および T D M ネットワーク 7 へと送られる。

【 0 0 2 1 】

I P ネットワーク 6 および T D M ネットワーク 7 から到来する下り信号は、それぞれイーサネット P H Y 7 3 または T D M P H Y 7 4 で受信された後、O L T P O N 送受信ブ

50

ロック72に送信される。OLT PON送受信ブロック72は、GEMフレーム組み立てを行った後、光電変換モジュール71を介して幹線光ファイバ8へ送出する。MPU75、RAM76および制御系インターフェース77は、OLT1を制御するためのマイコン、RAMおよび外部よりOLT1に設定を行うためのインターフェースである。

【0022】

図3はONUのブロック図である。加入者ファイバ9からの下り光信号は、光電変換モジュール81で電気に変換された後にONU PON送受信ブロック82にてGEM終端される。ONU PON送受信ブロック82は、変換された電気信号を、イーサネットフレームおよびTDM信号に変換する。イーサネットフレームおよびTDM信号は、それぞれイーサネットPHY 83およびTDM PHY 84を介して、IPシステム4およびTDMシステム5へと送出される。

10

【0023】

IPシステム4およびTDMシステム5からの上り信号は、それぞれイーサネットPHY 83またはTDM PHY 84で受信された後、ONU PON送受信ブロック82に送信される。ONU PON送受信ブロック82は、GEMフレーム組み立てを行った後、光電変換モジュール81を介して、加入者ファイバ9へ送出する。MPU85、RAM86および制御系インターフェース87は、ONU2を制御するためのマイコン、RAMおよび外部よりONU2に設定を行うためのインターフェースである。

【0024】

図4はOLTのPON送受信ブロックのブロック図である。光電変換モジュール71からの上りPONフレーム信号は、PON受信部90で同期処理とGEM切り出し処理を行った後に、切り出されたペイロードは、受信GEM組立部91に送信される。受信GEM組立部91は、複数の短期フレームに分割されて送信されたGEMの組み立てを行う。その後、組み立てられたGEMは、受信GEMバッファ92に格納されて、OLT受信テーブル93のテーブル情報に応じて、OLT上りイーサネットGEM終端部94とOLT上りTDM GEM終端部96に振り分けられる。

20

【0025】

OLT上りイーサネットGEM終端部94は、GEMフレームからイーサネットフレームを取り出し、取り出したイーサネットフレームをOLT上りイーサネットインターフェース95を介してイーサネットPHY 73へと送出する。OLT上りTDM GEM終端部96は、GEMフレームからTDM信号を抜き出し、抜き出したTDM信号を所望のタイミングでOLT上りTDMインターフェース97を介してTDM PHY 74へと送出する。

30

【0026】

下り信号に関しては、OLT下りTDMインターフェース104は、TDM PHY 74からTDM信号を受信する。OLT下りTDM GEM終端部103は、TDM信号をバッファリングしてGEMを生成する。OLT下りイーサネットインターフェース106は、イーサネットPHY 73からのイーサフレームを受信する。OLT下りイーサネットGEM終端部105は、GEMの生成を行う。OLT送信スケジューラ102は、OLT下りTDM GEM終端部103を制御して、周期的にTDMのGEMを送信GEMバッファ101に送出する。OLT送信スケジューラ102は、また、OLT下りイーサネットGEM終端部105を制御して、空いたタイミングでイーサ信号のGEMを送信GEMバッファ101に送出する。OLT送信スケジューラ102は、送信GEMバッファ101を制御して、周期的にTDM信号のGEMとイーサ信号のGEMを送信GEM組立部100に転送する。送信GEM組立部100は、PONフレームのペイロード分のGEMを組み立て、PON送信部99に転送する。PON送信部99は、ヘッダを生成した後、PONフレームの送信を行う。

40

【0027】

OLT1とONU2との距離測定であるレンジングを行う場合には、レンジング制御部98がレンジング信号を、OLT送信スケジューラ102により許可されたタイミングで

50

、PON送信部99より送出する。ONU2からの応答がPON受信部90を介してレンジング制御部98に戻ってくることで、レンジングが完了する。

なお、MPUインターフェース107は、MPU75の各制御ブロックに対する制御を仲介する。

【0028】

図5はONUのPON送受信ブロックのブロック図である。光电変換モジュール81からの下り信号は、PON受信部127が受信する。PON受信部127は、同期処理、GEM切り出し処理を行う。受信GEM組立部126は、複数の短期フレームに分割されて送信されたGEMの組み立てを行う。組み立てられたGEMは、受信GEMバッファ125に格納されて、ONU受信テーブル124のテーブル情報に応じて、ONU下りイーサネットGEM終端部121とONU下りTDM GEM終端部123に振り分ける。ONU下りイーサネットGEM終端部121は、GEMからイーサネットフレームを抜き出す。イーサネットフレームは、ONU下りイーサネットインターフェース120を介して、イーサネットPHY83へ送出される。ONU下りTDM GEM終端部123は、GEMからTDM信号が抜き出し、予め定められたタイミングでONU下りTDMインターフェース122を介して、TDM PHY84へと送出される。

【0029】

上り信号に関しては、ONU上りTDMインターフェース134がTDM信号を受信する。ONU上りTDM GEM終端部133は、TDM信号をバッファリングしてGEMを組み立てる。ONU上りイーサネットインターフェース136は、イーサフレームを受信する。ONU上りイーサネットGEM終端部135は、GEMの生成を行う。ONU送信スケジューラ131は、ONU上りTDM GEM終端部133を制御して、周期的にTDMのGEMを、送信GEMバッファ132に転送する。また、ONU送信スケジューラ131は、ONU上りイーサネットGEM終端部135を制御して、空いたタイミングで、イーサネットのGEMを、送信GEMバッファ132に転送する。ONU送信スケジューラ131は、送信GEMバッファ132を制御して、周期的にTDMのGEMとイーサネットのGEMを送信GEM組立部130に転送する。送信GEM組立部130は、PONフレームのペイロード分のGEMを組み立て、PON送信部129に転送する。PON送信部129は、ヘッダを生成した後、PONフレームの送信を行う。

【0030】

レンジングを要求された場合には、PON受信部127で受信したレンジング要求信号をレンジング制御部128で処理し、折り返しPON送信部129を介してレンジング受信信号を送り返す。

なお、MPUインターフェース137は、MPU85の各制御ブロックに対する制御を仲介する。

【0031】

図1に戻って、OLT1はONU2-1、...、ONU2-2までの距離をITU-T勧告G.984.3に示されるレンジング手順によってそれぞれ測定する。OLT1は、ONU2に対し、すべてのONU2がOLT1から等距離に見えるように等化遅延量の設定を行う。この設定により、すべてのONUが例えば20kmに接続されているように扱うことができる。また、幹線ファイバ8での、各ONUからの上り信号の衝突を防いでいる。

【0032】

図6はOLTのPON受信部とPON送信部のブロック図である。また、図7はONUのPON受信部とPON送信部のブロック図である。図6(a)において、OLT PON受信部90は、上り信号のスクランブルを解除するデスクランブラ901と、デスクランブル信号のフレーム同期を取るフレーム同期部902と、情報ワードとFECパリティを分離し、情報ワードの誤り修正を行なうFECデコーダ903と、PONフレーム終端部904と、暗号を復号する暗号デコーダ905とから構成される。図6(b)において、OLT PON送信部99は、下り信号を暗号化する暗号エンコーダ991と、暗号化

10

20

30

40

50

データをPONフレーム化するPONフレーム生成部992と、PONフレームにFECパリティを加えるFECエンコーダ993と、フレーム同期信号を挿入するフレーム同期信号挿入部994と、スクランブラ995とから構成される。

【0033】

図7(a)のONU PON受信部127は、図6(a)のOLT PON受信部90と信号の流れを除いて同一構成である。また、図7(b)のONU PON送信部129は、図6(b)のOLT PON送信部99と信号の流れを除いて同一構成である。したがって、説明を省く。

【0034】

図8を参照して、図2および図4を用いて説明したOLTの他のブロック図を説明する。ここで、図8はOLTの機能ブロック図である。図8において、データIF201は、IPネットワーク6およびTDMネットワーク7からの信号を受信する。この信号は、一旦下りデータバッファ202に格納される。下りPONフレーム生成部203は、ITU-T勧告G.984.3に記載されるPON下りフレーム信号フォーマットに基づき、下りデータバッファ202からの信号をGEMフレームペイロードに、上りタイムスロット制御部214からの信号を下りPONフレーム内グラント指示領域に格納して送信する。下りPONフレームは、並列/直列変換部204にて直列信号に変換される。直列信号は、E/O205で、電気信号から光信号に変換され、WDMフィルタ207を介して幹線ファイバ8に送信される。

【0035】

幹線ファイバ8からの上り信号は、WDM207にて波長分離される。波長分離された上り信号は、O/E208にて光信号から電気信号に変換される。変換された電気信号は、ATC(Automatic Threshold Control: 識別部)209にて適切な閾値による0値または1値の識別が行われる。クロック抽出部210は、識別された信号から、クロック抽出およびリタイミングを実施する。さらに直列/並列変換部211は、ITU-T勧告G.984.3に記載されたPON上りフレーム信号フォーマットのデリミタ領域を検出して、上り信号の切れ目を識別し、直列信号を並列信号に変換する。上りPONフレーム終端部212は、上りフレームに含まれるユーザ信号と制御信号を識別し、ユーザ信号について、上りデータバッファ213へ出力する。

【0036】

上りタイムスロット制御部214は、制御信号の一つである各加入者側装置の送信データ蓄積状況を示す通知情報(キュー情報)を、上りPONフレーム終端部212より抽出する。上りタイムスロット制御部214は、管理者が予め指定した帯域制御情報と通知されたキュー情報とに基づいて、各加入者側装置に割り当てるべき上りタイムスロットを計算する。上りタイムスロット制御部214は、上り帯域管理テーブル215の内容を周期的に更新する。また、上りタイムスロット制御部214は、管理している上りタイムスロット情報を基に、各加入者装置からの上りバースト信号の切れ目を判断し、ATC209へリセット信号216を通知する。更に、上りタイムスロット制御部214は、管理している上りタイムスロット情報を基に、レンジング窓領域を判断し、レンジング窓領域とそれ以外のタイムスロット領域の区別するオフセット切替信号217をATCへ通知する。

【0037】

上りPONフレーム終端部212より出力されたユーザ信号は、上りデータバッファ213に一旦格納され、データIF201を経由して、IPネットワーク6またはTDMネットワーク7に向けて送信される。

【0038】

図9を参照して、OLT光信号受信部の構成を説明する。ここで、図9はOLT光信号受信部を構成するO/EとATCのハードウェアブロック図である。図9において、O/E208は、高電圧バイアス源221に接続されたAPD(Avalanche Photo Diode)220と、TIA(Trans-Impedance Amplifier)222により、構成される。

【0039】

10

20

30

40

50

A P D 2 2 0 は、高電圧で逆バイアスされて、受信光信号をアバランシェ効果により増幅して電流に変換する。この増幅作用により、1 G b i t / s を超える高速信号が - 3 0 d b 程度の微弱な光信号として入力される場合も、正しくデータを識別することが可能である。変換された電流は、抵抗 2 2 3 と増幅器 2 2 4 から構成される T I A 2 2 2 にて電圧変換される。

【 0 0 4 0 】

受信信号の電圧は、A T C 2 0 9 にて、振幅の 1 / 2 の値 2 2 9 にオフセット 2 1 8 が加えられた値に閾値が設定されて、' 0 ' または ' 1 ' に識別された信号が出力される。増幅器 2 2 5 の出力は、トランジスタ 2 2 7 - 1 のベースからエミッタへのダイオード機能を用いてピーク値検出が行なわれコンデンサ 2 2 8 に保持されて、値 2 2 9 として与えられる。各 O N U からの信号受信直前にリセット信号 2 1 6 がトランジスタ 2 2 7 - 2 に与えられ、コンデンサ 2 2 8 に保持された値 2 2 9 が放電されて ' 0 ' レベルまでリセットされる。

【 0 0 4 1 】

図 1 0 および図 1 1 を参照して、さらに詳細な A T C の構成を説明する。ここで、図 1 0 および図 1 1 は、A T C および周辺回路のブロック図である。

図 1 0 において、A T C 2 0 9 A は、A T C 2 0 9 とセクタ 2 3 2 とから構成する。O / E 2 0 8 は、電圧変換された受信信号を、A T C 2 0 9 に入力する。A T C 2 0 9 A は、上りタイムスロット制御部 2 1 4 より、レンジング窓に対して入力するリセット信号 2 1 6 と共に、オフセット切替信号 2 1 7 を入力し、セクタ 2 3 2 にてレンジング用オフセット 2 3 0 を選択する。この時 A T C 2 0 9 に入力されるオフセット 2 1 8 はレンジング用オフセット 2 3 0 と同値となる。また、レンジング窓以外のタイムスロットについては、入力するリセット 2 1 6 と共に、オフセット切替信号 2 1 7 を入力し、セクタ 2 3 2 にてバーストデータ用オフセット 2 3 1 を選択する。この時 A T C 2 0 9 に入力されるオフセット 2 1 8 はバーストデータ用オフセット 2 3 1 と同値になる。A T C 2 0 9 A は、選択されたオフセットを用いて受信データを識別し、クロック抽出部 2 1 0 に送信する。

【 0 0 4 2 】

図 1 1 において、A T C 2 0 9 B は、2 台の A T C 2 0 9 とセクタ 2 3 3 とから構成する。A T C 2 0 9 - 1 は、レンジング用オフセット 2 3 0 が固定的に入力される。一方、A T C 2 0 9 - 2 には、バーストデータ用オフセット 2 3 1 が固定的に入力される。O / E 2 0 8 は、電圧変換された受信信号を、2 台の A T C 2 0 9 に入力する。上りタイムスロット制御部 2 1 4 からのオフセット切替信号でセクタ 2 3 3 は、レンジング窓のタイムスロットでは A T C 2 0 9 - 1 の出力信号を、レンジング窓以外のタイムスロットでは A T C 2 0 9 - 2 の出力信号を選択し、クロック抽出部 2 1 0 に送信する。

【 0 0 4 3 】

図 1 2 と図 1 3 を参照して、上りバースト信号とレンジングトランスミッションとの受信を説明する。ここで、図 1 2 はオフセット一定での上りバースト信号とレンジングトランスミッションとの受信を説明する図である。図 1 3 は異なるオフセットでの上りバースト信号とレンジングトランスミッションとの受信を説明する図である。

【 0 0 4 4 】

図 1 2 において、横軸は時間軸、O L T 1 部分の縦軸は受信レベルと閾値、O L T 1 の受信レベル原点と O N U 2 - 1 と O N U 2 - 2 との部分の縦軸は、距離を表す。すなわち、O L T 1 と O N U 2 - 1 とは 1 0 k m、O L T 1 と O N U 2 - 2 とは 2 0 k m の距離を有する。バーストデータに対するオフセットとレンジング窓内のレンジングトランスミッションに対するオフセットとは、同じ値である。バーストデータおよびレンジングトランスミッションに対する閾値は、バーストデータの振幅の 1 / 2 よりオフセット分高い値で ' 1 ' ' 0 ' 判別される。

【 0 0 4 5 】

図 1 2 は、光アクセスネットワーク 1 0 に新たに O N U 2 - 1、O N U 2 - 2 が加わっ

10

20

30

40

50

た状態をしめす。すなわち、OLT 1 がレンジングリクエスト 1 を送信すると、ONU 2 - 1、ONU 2 - 2 は、それぞれレンジングトランスミッションをOLT 1 に送信する。このときOLT 1 は、レンジング窓 1 をあけた状態にあり、最初に受信したONU 2 - 1 のレンジングトランスミッションを処理する。次に、OLT 1 がレンジングリクエスト 2 を送信すると、ONU 2 - 2 は、レンジングトランスミッションをOLT 1 に送信する。このときOLT 1 は、レンジング窓 2 をあけた状態にあり、最初に受信したONU 2 - 2 のレンジングトランスミッションを処理する。なお、図中の下向き矢印は、上りタイムスロット制御部 214 がバースト信号の切れ目およびレンジング窓の終了を判断して、ATC 218 に送信するリセット信号である。

【0046】

図 13 において、バーストデータに対するオフセットはバーストデータ用オフセット値であり、レンジングトランスミッションに対するオフセット値はレンジング用オフセット値である。レンジング用オフセット値は、図 12 のオフセットと同じ値を使用し、バーストデータ用オフセット値は図 12 のオフセットより低い値を使用する。このため、バーストデータ 2 の閾値は、図 12 に比べて、閾値が振幅の 1/2 により近い値となる。

【0047】

このように、レンジング用オフセット値に対してバーストデータ用オフセット値を小さくできるのは、信号待ちの窓（バーストデータ待ちの窓）では、OLT 1 はそのタイミングによって、どのONU 2 からのバーストデータが予測できるからである。また、仮にデリミタの検出をミスしたとしても、後段論理で廃棄可能である。これに対して、レンジング窓では、レンジングは距離を計るためであり、どのタイミングでレンジングトランスミッションを受信するかOLT 1 は、予期できない。レンジング窓でオフセットを下げるとホワイトノイズを正規のレンジングトランスミッションと誤判断することがあり、これを防止する閾値（最遠のONU からの受信レベルとホワイトノイズとの差の半分）を維持する必要がある。また、レンジングは、何度も実行できる。

【0048】

図 14 および図 15 を参照して、バースト受信信号のピーク値、ボトム値、閾値、オフセットを説明する。ここで、図 14 はオフセットが高いときのバースト受信信号のピーク値、ボトム値、閾値、オフセットを説明する図である。また、図 15 はオフセットが低いときのバースト受信信号のピーク値、ボトム値、閾値、オフセットを説明する図である。

【0049】

図 14 (a) は受信パワーが大きいとき（ONU - OLT 間が近いとき）、(b) は受信パワーが小さいとき（ONU - OLT 間が遠いとき）を示している。ここで、オフセットは図 12 のオフセット値であり、閾値は（ピーク値 + オフセット値）/ 2 である。図 14 (b) から明らかなように、受信パワーが小さいとき、閾値がピーク値の近傍にあり、'1' を '0' と誤る誤識別の発生確率が高い。

【0050】

一方、図 15 (a) は受信パワーが大きいとき、(b) は受信パワーが小さいときを示している。ここで、オフセットは図 13 のオフセット値であり、閾値は（ピーク値 + オフセット値）/ 2 である。図 15 (b) では、受信パワーが小さいときでも、閾値がアイパターンの中央にあり、誤識別の発生確率が低い。

【0051】

図 16 を参照して、バースト受信特性を説明する。ここで、図 16 はオフセット量をパラメータとする受信光パワーと誤り率の関係を示す図である。図 16 において、縦軸は信号誤り率、横軸は受信光パワーである。受信光パワーが -30 dBm 程度あれば、オフセットの量に依存せず誤り率 $1e^{-12}$ を得られる。しかし、受信光パワーが下がるにつれて、誤り率が増加する。オフセットが高いと、この増加率が顕著であり、PON バースト受信特性の傾きが急である。FEC を適用することにより、 $1e^{-4}$ の誤り率を $1e^{-12}$ 相当に訂正できる。誤り訂正できる $1e^{-4}$ の誤り率を与える受信光パワーと、誤り訂正なしで誤り率 $1e^{-12}$ となる受信光パワーとの差がコーディングゲインであり、オフ

10

20

30

40

50

セットがレンジング窓と同じとき 2.5 dB であるのに対し、バーストデータに対してオフセットを下げることにより、5 dB を達成している。

【0052】

以上説明したように、本実施例に拠れば、PONバースト受信特性の傾きを緩やかにすることが可能となり、FEC効果を向上させることができる。この結果、特性に優れたPONシステムと光集線装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】光アクセスネットワークのブロック図である。

【図2】OLTのブロック図である。

【図3】ONUのブロック図である。

【図4】OLTのPON送受信ブロックのブロック図である。

【図5】ONUのPON送受信ブロックのブロック図である。

【図6】OLTのPON受信部とPON送信部のブロック図である。

【図7】ONUのPON受信部とPON送信部のブロック図である。

【図8】OLTの機能ブロック図である。

【図9】OLT光信号受信部を構成するO/EとATCのハードウェアブロック図である。

【図10】ATCおよび周辺回路のブロック図である(その1)。

【図11】ATCおよび周辺回路のブロック図である(その2)。

【図12】オフセット一定での上りバースト信号とレンジングトランスミッションとの受信を説明する図である。

【図13】異なるオフセットでの上りバースト信号とレンジングトランスミッションとの受信を説明する図である。

【図14】オフセットが高いときのバースト受信信号のピーク値、ボトム値、閾値、オフセットを説明する図である。

【図15】オフセットが低いときのバースト受信信号のピーク値、ボトム値、閾値、オフセットを説明する図である。

【図16】オフセット量をパラメータとする受信光パワーと誤り率の関係を示す図である。

【符号の説明】

【0054】

1...光集線装置(OLT)、2...光加入者装置(ONU)、3...スプリッタ、4...IPシステム、5...TDMシステム、6...IPネットワーク、7...TDMネットワーク、8...幹線ファイバ、9...加入者ファイバ、10...光アクセスネットワーク、71...光電変換モジュール、72...OLT PON送受信ブロック、73...イーサネットPHY、74...TDM PHY、75...MPU、76...RAM、77...制御系インターフェース、81...光電変換モジュール、82...ONU PON送受信ブロック、83...イーサネットPHY、84...TDM PHY、85...MPU、86...RAM、87...制御系インターフェース、90...PON受信部、91...受信GEM組立部、92...受信GEMバッファ、93...OLT受信テーブル、94...OLT上りイーサネットGEM終端部、95...OLT上りイーサネットインターフェース、96...OLT上りTDM GEM終端部、97...OLT上りTDMインターフェース、98...レンジング制御部、99...PON送信部、100...送信GEM組立部、101...送信GEMバッファ、102...OLT送信スケジューラ、103...OLT下りTDM GEM終端部、104...OLT下りTDMインターフェース、105...OLT下りイーサネットGEM終端部、106...OLT下りイーサネットインターフェース、107...MPU IF、120...ONU下りイーサネットインターフェース、121...ONU下りイーサネットGEM終端部、122...ONU下りTDMインターフェース、123...ONU下りTDM GEM終端部、124...ONU受信テーブル、125...受信GEMバッファ、126...受信GEM組立部、127...PON受信部、128...レンジ

10

20

30

40

50

ング制御部、129...PON送信部、130...送信GEM組立部、131...ONU送信スケジューラ、132...送信GEMバッファ、133...ONU上りTDM GEM終端部、134...ONU上りTDMインターフェース、135...ONU上りイーサネットGEM終端部、136...ONU上りイーサネットインターフェース、137...MPUIF、201...データIF、202...下りデータバッファ、203...下りPONフレーム生成部、204...並列/直列変換部、205...E/O、207...WDMフィルタ、208...O/E、209...ATC、210...クロック抽出部、211...直列/並列変換部、212...上りPONフレーム終端部、213...上りデータバッファ、214...上りタイムスロット制御部、215...上り帯域管理テーブル、220...APD、221...高電圧バイアス源、222...TIA、223...抵抗、224...増幅器、225...増幅器、227...トランジスタ、228...コンデンサ、232...セレクタ、233...セレクタ、901...デスクランブラ、902...フレーム同期部、903...FECデコーダ、904...PONフレーム終端部、905...暗号デコーダ、991...暗号エンコーダ、992...PONフレーム生成部、993...FECエンコーダ、994...フレーム同期信号挿入部、995...スクランブラ。

10

【図1】

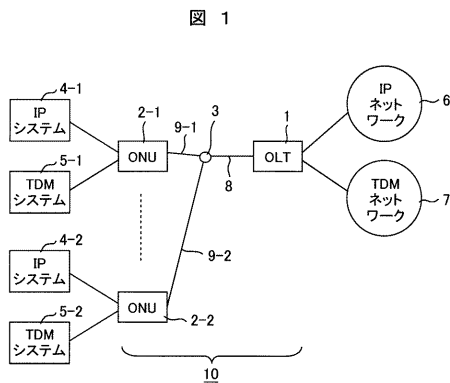


図 1

【図3】

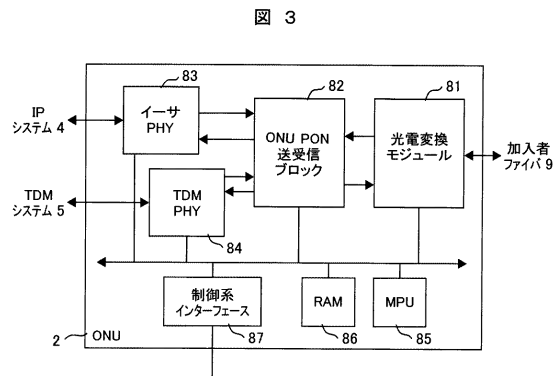


図 3

【図2】

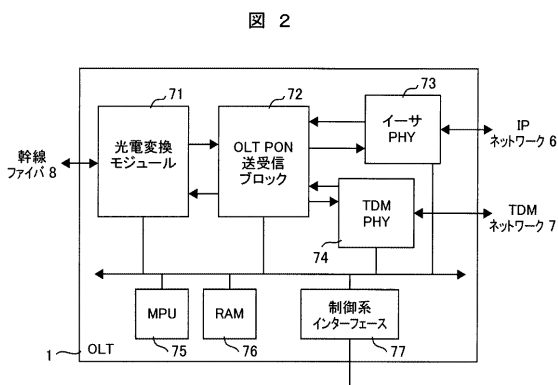
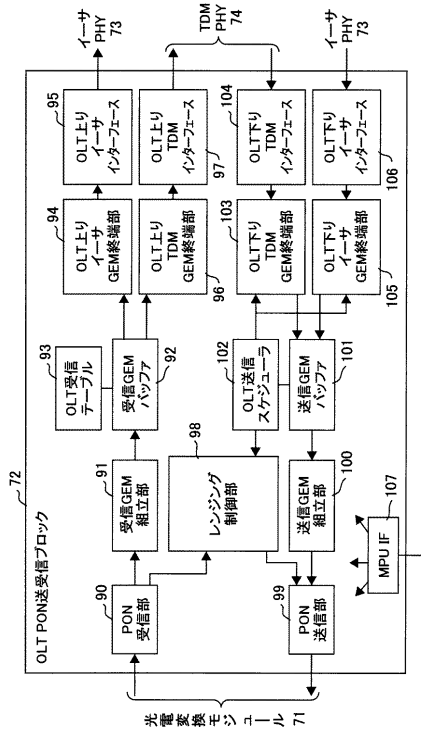


図 2

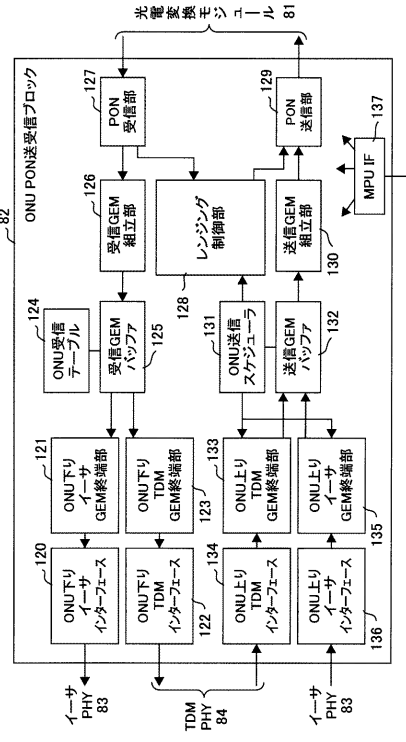
【図4】

図4



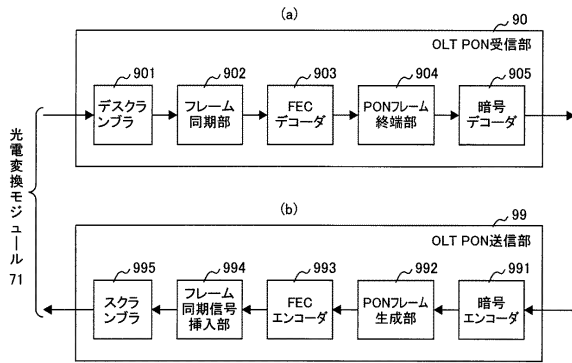
【図5】

図5



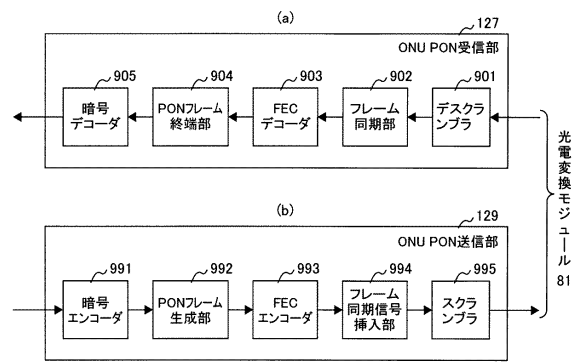
【図6】

図6



【図7】

図7



【 図 1 2 】

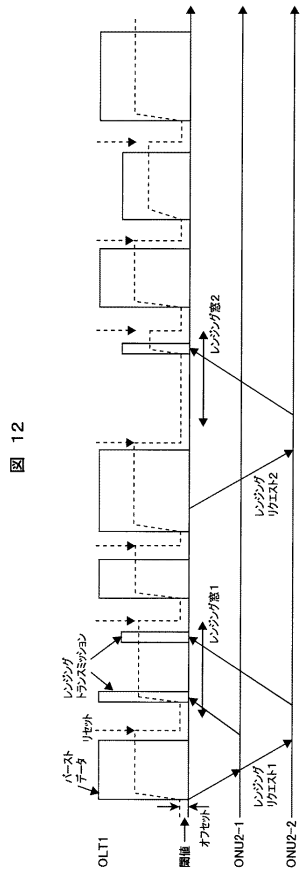


図 12

【 図 1 3 】

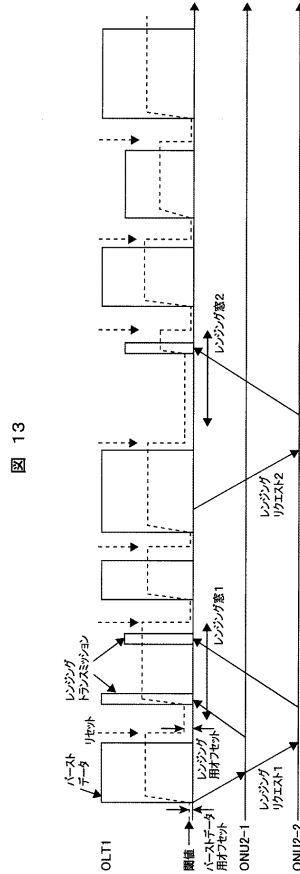


図 13

【 図 1 4 】

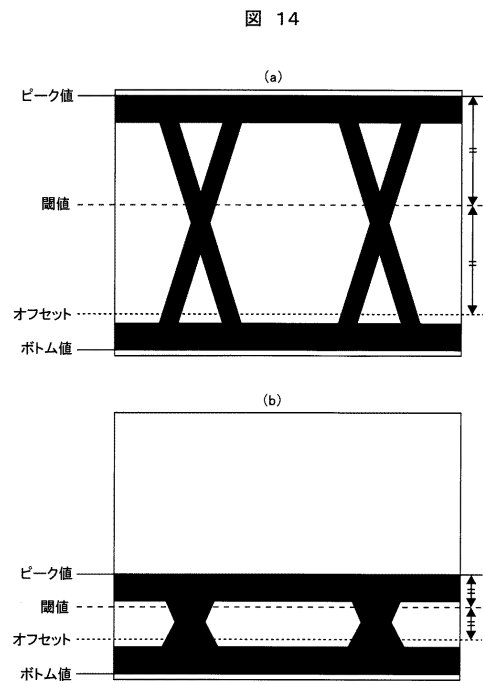


図 14

【 図 1 5 】

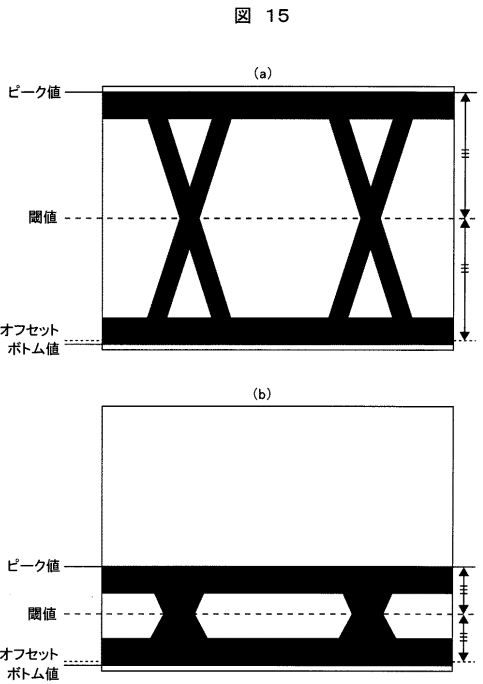
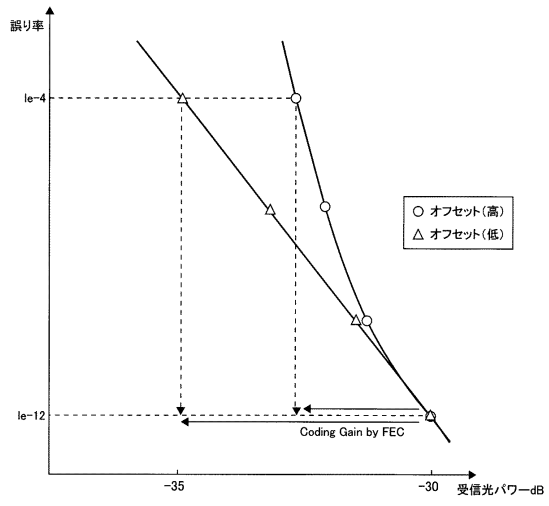


図 15

【 図 16 】

図 16



フロントページの続き

(72)発明者 加沢 徹

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立コミュニケーションテクノロジー キャリアネットワーク事業部内

審査官 玉木 宏治

(56)参考文献 特開平09-181687(JP,A)

特開2003-304202(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/00-66

H04B 10/20