

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-192002

(P2017-192002A)

(43) 公開日 平成29年10月19日(2017.10.19)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
HO4B	10/29	(2013.01)	HO4B	9/00	290	5K033
HO4L	12/44	(2006.01)	HO4L	12/44	200	5K102

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2016-79903 (P2016-79903)
 (22) 出願日 平成28年4月12日 (2016.4.12)

(71) 出願人 000002130
 住友電気工業株式会社
 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
 (74) 代理人 100087701
 弁理士 稲岡 耕作
 (74) 代理人 100101328
 弁理士 川崎 実夫
 (74) 代理人 100110799
 弁理士 丸山 温道
 (72) 発明者 梅田 大助
 大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内
 Fターム(参考) 5K033 CA11 CA17 DA15 DB06 DB18 DB22

最終頁に続く

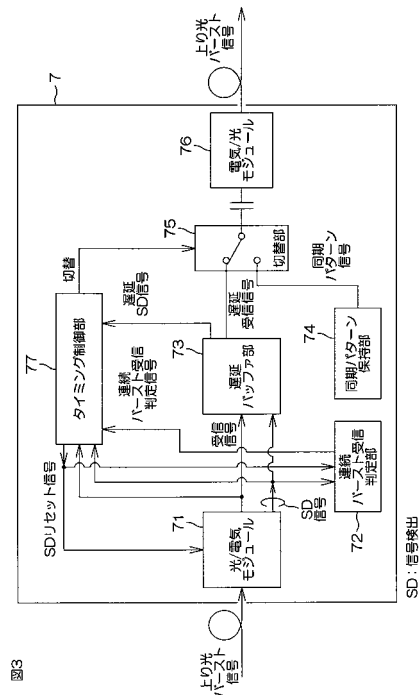
(54) 【発明の名称】 光信号中継装置および中継方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 PONシステムにおいてバースト信号同士の間隔を広げることなく、各光バースト信号のプリアンブル部分を補完することができる光信号中継装置および制御方法を提供する。

【解決手段】 受信した光バースト信号をバースト受信信号に変換する光/電気変換モジュール71において、ひとつのバースト受信信号の終了を検出すれば、所定のリセット時間 T_{rst} が経過した後、次のバースト受信信号の検出を始める信号検出部と、バースト受信信号を蓄積して遅延させ、当該遅延されたバースト受信信号を出力する遅延バッファ部73と、所定の時間にわたって、連続バースト受信判定信号を出力する連続バースト信号受信判定部72とを備える。連続バースト信号受信判定部72が存在する期間にわたって、バッファ部から出力される遅延されたバースト受信信号の同期パターンを、同期パターン信号に切り替えるように制御する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光バースト信号の中継をする光信号中継装置であって、
受信した光バースト信号をバースト受信信号に変換する光 / 電気変換モジュールと、
前記光 / 電気変換モジュールにより変換された前記バースト受信信号を検出している期間中、SD信号を出力する信号検出部であって、ひとつのバースト受信信号の終了を検出すれば、所定のリセット時間が経過した後、次のバースト受信信号の検出を始める前記信号検出部と、

前記光 / 電気モジュールから出力される前記バースト受信信号を蓄積して遅延させ、当該遅延されたバースト受信信号を出力する遅延バッファ部と、

光バースト信号の同期パターンを、同期パターン信号として保持している同期パターン保持部と、

前記遅延バッファ部から出力される遅延されたバースト受信信号と、前記同期パターン保持部が保持している同期パターン信号との切替を行う切替部と、

前記切替部の切替を制御するタイミング制御部と、

前記切替部によって切替えられた出力信号を、光バースト信号に変換する電気 / 光変換器とを備え、

前記信号検出部の出力を監視し、ひとつのSD信号の終了後、次のSD信号が前記リセット時間経過時に検出されていると判定した場合、所定の時間にわたって、連続バースト受信判定信号を出力する連続バースト信号受信判定部をさらに備え、

前記タイミング制御部は、前記連続バースト信号受信判定信号が存在する期間にわたって、前記バッファ部から出力される遅延されたバースト受信信号の同期パターンを、前記同期パターン信号に切り替えるように前記切替部を制御するものである、光信号中継装置。

【請求項 2】

前記連続バースト信号受信判定部が連続バースト信号受信判定信号を出力する所定の時間は、前記リセット時間が経過して最小のバースト間隔を確保するための時間が経過した後である、請求項 1 に記載の光信号中継装置。

【請求項 3】

前記遅延バッファ部はさらに、前記信号検出部から出力されるSD信号を蓄積して遅延させ、当該遅延されたSD信号を出力し、

前記切替部は、前記遅延されたSD信号が存在する期間と、前記連続バースト信号受信判定信号が存在する期間の両方にわたって、前記バッファ部から出力される遅延されたバースト受信信号を、前記同期パターン信号に切り替えるものである、請求項 1 又は請求項 2 に記載の光信号中継装置。

【請求項 4】

連続バースト信号受信判定部は、前記信号検出部の出力を監視し、ひとつのSD信号の終了後、次のSD信号が前記リセット時間経過時に検出されなかった場合、前記連続バースト信号受信判定信号を出力しない、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の光信号中継装置。

【請求項 5】

前記遅延バッファ部がバースト受信信号を遅延させる時間は、少なくとも前記リセット時間である、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の光信号中継装置。

【請求項 6】

前記連続バースト信号受信判定部が連続バースト信号受信判定信号を出力する所定の時間は、前記次のSD信号が検出された後、さらに、リセット時間までの範囲で設定される、請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の光信号中継装置。

【請求項 7】

光バースト信号の中継をする光信号中継方法であって、

受信した光バースト信号をバースト受信信号に変換し、

前記変換されたバースト受信信号を検出し、ひとつのバースト受信信号の終了を検出す

10

20

30

40

50

れば、所定のリセット時間が経過した後、次のバースト受信信号の検出を始め、その検出している期間中、SD信号を出力し、

前記変換されたバースト受信信号を蓄積して遅延させ、

前記光バースト信号の同期パターンを、同期パターン信号として保持し、

前記遅延されたバースト受信信号と、前記保持している同期パターン信号との切替を行い、

前記切替えられた出力信号を光バースト信号に変換する、中継方法であって、

前記信号検出部の出力を監視し、ひとつのSD信号の終了後、次のSD信号が前記リセット時間経過時に検出されたと判定した場合、所定の時間にわたって、連続バースト受信判定信号を出力し、

前記連続バースト受信判定信号が存在する期間にわたって、前記バッファ部から出力される遅延されたバースト受信信号の同期パターンを、前記同期パターン信号に切り替える、中継方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、PON (Passive Optical Network) システムにおいて局側装置 (OLT) と宅側装置 (ONU) との間の光信号を、光/電気モジュールで光/電気変換した後に、再び電気/光モジュールで光信号に変換して中継する光中継装置に関するものであり、特に宅側装置 (ONU) から局側装置 (OLT) への光バースト信号の中継技術に関する。

【背景技術】

【0002】

光加入者線局側装置 OLT (Optical Line Terminal ; 以下「局側装置」という) と、複数の光加入者線終端装置 ONU (Optical Network Unit ; 以下「宅側装置」という) との間を、光ファイバ通信ネットワークを介して、双方向通信する光通信システムがある。

この光通信システムにおいて、局側装置 OLT と各宅側装置 ONU との間を、それぞれ光ファイバで放射状に結んだ (Single Star) 光ファイバ通信ネットワークが構築され、実用化されている。このネットワークの構成では、システムや通信機器などの構成は簡単になるが、1つの宅側装置 ONU が、一本の光ファイバを占有しており、局側装置 OLT にこの光ファイバを直接配線接続しなければならない。よって、宅側装置 ONU が N 局あれば、局側装置 OLT から直接配線接続される光ファイバが N 本必要となり、光通信システムの低価格化を図るのが困難である。

【0003】

そこで、局側装置 OLT から配線接続される1本の光ファイバを、複数の宅側装置 ONU で共有する光通信システムとして、PON (Passive Optical Network) システムが実用化されている。

このPONシステムでは、特に外部からの電源供給を必要とせずに入力された信号を受動的に分岐・多重する受動型光分岐器 (以下、単に「光カブラ」ともいう) と、局側装置 OLT とが光ファイバを介して接続されている。さらに光カブラで分岐された光ファイバが、宅側装置 ONU の数に合わせて備えられている。

【0004】

局側装置 OLT と N 局の宅側装置 ONU とは、光ファイバ及び光カブラを介して接続された1対Nの伝送を基本としている。これにより、1つの局側装置 OLT に対して、多くの宅側装置 ONU を割り当てることができ、全体的な設備コストを抑えることができる。

このようなPONシステムでは、1つの宅側装置 ONU から局側装置 OLT に向かって、多数の0と1を含むひとかたまりの信号 (光バースト信号という) が伝送される。他の宅側装置 ONU から、光バースト信号が伝送される。局側装置 OLT は、これらの光バースト信号が時間的に競合しないように、各宅側装置 ONU に対して、光バースト信号を送出する時間スロットを割り当てている。すなわち、各光バースト信号は、時分割方式で多重化されて、局側装置 OLT まで伝送される。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

一方、宅側装置 O N U から局側装置 O L T までの距離が長い場合、光バースト信号の減衰を補うため、光信号を光 / 電気モジュールでバースト受信信号に変換し、再び電気 / 光モジュールで光変換して中継することが行われている。この中継装置を「光信号中継装置」という。

光バースト信号には同期ビット部がプリアンプル（ペイロード）として設けられている。この同期ビット部は本来、局側装置 O L T の光バースト信号受信回路が使用するために設けられている。

【 0 0 0 6 】

光信号中継装置では、局側装置 O L T の光バースト信号受信回路の動作に支障がないように、同期ビット部を正確に再現して中継する必要がある。

光信号中継装置でプリアンプルのビット情報の再現が不正確になることがある。光信号中継装置でプリアンプルのビット情報の再現が不正確になると、局側装置 O L T の光バースト信号の受信に支障をきたす恐れがある。

【 0 0 0 7 】

そこで、光バースト信号を中継する際のバースト信号受信時に、バースト信号のプリアンプルを、その先頭位置から補完して中継する技術が提案されている（特許文献 1 参照）。

ところで、前述したバースト信号のプリアンプルを補完する技術では、光信号中継装置で受信される 1 つの光バースト信号の始まりの時点を正確に把握する必要がある。この光バースト信号の始まりの時点を検知するのは、光信号中継装置内に設置された光 / 電気モジュールの役割である。

【 0 0 0 8 】

すなわち、光 / 電気モジュールの光検出素子の後段に設置された後置増幅器（ポストアンプ、比較器）にピークホールド回路が設置されていて（特許文献 2 参照）、ピークホールド回路によってバースト受信信号の振幅の立ち上がりを検出することで、高速に（光信号中継装置内の受信器がバースト信号を再生して同期が確立するよりも早い時点で）バースト信号の先頭を検出でき、このタイミングに基づき、プリアンプルを補完することができる。

【 0 0 0 9 】

また、バースト信号の終了を検出したことに基づいてピークホールド回路をリセットするリセット回路も、次のバースト信号の受信態勢に入るために、必要である。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 0 】

【 特許文献 1 】 特許第 4761135 号 公 報

【 特許文献 2 】 特許第 4172475 号 公 報

【 特許文献 3 】 特許第 5056909 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 1 】

前記リセット回路は、バースト信号のパターンをモニタして、バースト信号の終了を検出し、リセット信号を生成する。具体的には、0 信号の連続（G E - P O N の場合）やバースト終了デリミタ（1 0 G - E P O N の場合）に基づいてバースト信号の終了を検出して、リセット信号を生成する。

前記リセット回路がバースト信号の終了を検出してリセット信号を生成し、解除するまでの時間、すなわちピークホールド用キャパシタに蓄積された電荷を放電するための時間（リセット時間）が設定される。

【 0 0 1 2 】

リセット時間はピークホールド回路だけでなく、ピークホールド回路の前段にある前置

10

20

30

40

50

増幅器(プリアンプ)や交流結合回路のバースト信号に対する応答を考慮して設定する必要がある。ピークホールド回路しか考慮されていないと、次のような不都合がある。すなわちバースト信号の終了に基づき、ピークホールド回路をリセットしても、前段にある前置増幅器(プリアンプ)や交流結合回路に電荷が残っているため、残った電荷が次のバースト信号と誤検出されてしまうおそれがある。

そこで、リセット時間は前置増幅器(プリアンプ)や交流結合回路の電荷が放電する時間よりも長く設定する必要がある。

【0013】

リセット時間は、前置増幅器(プリアンプ)や交流結合回路の電荷が放電する時間よりも長いという条件さえ満たしていれば、短いほうがよいが(つまり前置増幅器や交流結合回路の電荷が放電する時間と同じか、それより少し長い程度でよい)、最近では、PONシステムの符号化方式として、IEEE802.3av 10G-EPONで64B/66B符号が採用されており、これは従来のIEEE802.3ah GE-PONの8B/10B符号とは違って、符号0と符号1のバランス(マーク率)の偏りがある程度許容されている。このため、前置増幅器(プリアンプ)や交流結合回路の応答を遅く設定したほうよい。

10

【0014】

なお、特許文献3には、10G-EPONで使用している64B/66B符号で符号化された信号を受信する際の0信号、1信号の偏り(ベースラインワダ)に関する記述がある。

このため、10G-EPONではGE-PONよりも長いリセット時間が必要になる。

この場合問題となるのは、隣接するバースト信号が短い時間間隔で入ってきた場合である。前に入ってきたバースト信号がリセットされないまま次のバースト信号が入ってきて、リセット時間中、信号検出ができないので、次のバースト信号の先頭付近のビットを大きく欠損してしまう。これでは前記特許文献1記載のプリアンプを補完する技術を適用しようとしても、光バースト信号のプリアンプの途中からの補完はできるかもしれないが、プリアンプの先頭付近からの補完が困難になる。

20

【0015】

次のバースト信号が入ってくるのを遅らせることも考えられるが、PONシステム全体として、隣接するバースト信号同士の時間間隔(ギャップ)を広げなければならなくなり、ネットワーク帯域の利用効率が低下してしまう。

本発明は、かかる実情に鑑み、PONシステムにおいてバースト信号同士の時間間隔(ギャップ)を広げることなく、中継装置に光バースト信号が続いて入ってきても、それぞれの光バースト信号のプリアンプを極力多く補完できる光信号中継装置および中継方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明の光信号中継装置は、受信した光バースト信号をバースト受信信号に変換する光/電気変換モジュールと、前記光/電気変換モジュールにより変換された前記バースト受信信号を検出している期間中、信号検出(Signal_Detection)信号(以下、SD信号と表記)を出力する信号検出部であって、ひとつのバースト受信信号の終了を検出すれば、所定のリセット時間が経過した後、次のバースト受信信号の検出を始める前記信号検出部と、前記光/電気モジュールから出力される前記バースト受信信号を蓄積して遅延させ、当該遅延されたバースト受信信号を出力する遅延バッファ部と、前記光バースト信号の同期パターンを、同期パターン信号として保持している同期パターン保持部と、前記遅延バッファ部から出力される遅延されたバースト受信信号と、前記同期パターン保持部が保持している同期パターン信号との切替を行う切替部と、前記切替部の切替を制御するタイミング制御部と、前記切替部によって切替えられた出力信号を、光バースト信号に変換する電気/光変換器とを備え、前記信号検出部の出力を監視し、ひとつのSD信号の終了後、次のSD信号が前記リセット時間経過時に検出されたと判定した場合、所定の時間にわたって、連続バースト受信判定信号を出力する連続バースト信号受信判定部をさらに備え、前記タイミング制御部は、前記連続バースト受信判定信号が存在する期間にわたって、前記

40

50

バッファ部から出力される遅延されたバースト受信信号の同期パターンを、前記同期パターン信号に切り替えるように前記切替部を制御するものである。

【0017】

前記光信号中継装置によれば、以下のような作用が得られる。受信した光バースト信号をバースト受信信号に変換し、ひとつのバースト受信信号の終了を検出すれば、所定のリセット時間が経過した後、次のバースト受信信号の検出を始め、その検出している期間中、SD信号を出力し、前記変換されたバースト受信信号を蓄積して遅延させ、前記光バースト信号の同期パターンを、同期パターン信号として保持し、前記遅延されたバースト受信信号と、前記保持している同期パターン信号との切替を行い、前記切替えられた出力信号を光バースト信号に変換する場合に、前記信号検出部の出力を監視し、ひとつのSD信号の終了後、次のSD信号が前記リセット時間経過時に検出されていると判定した場合、所定の時間にわたって、連続バースト受信判定信号を出力し、前記連続バースト受信判定信号が存在する期間にわたって、前記バッファ部から出力される遅延されたバースト受信信号の同期パターンを、前記同期パターン信号に切り替えることができる。

10

【0018】

この作用により、ひとつの光バースト信号の終了後、次の光バースト信号が、前記リセット時間経過前に入ってきた場合（本明細書では連続受信ということがある）でも、遅延バッファリングと、連続バースト受信判定信号とを利用して、次のバースト信号の頭の部分から同期パターン信号で補完することができる。

前記連続バースト信号受信判定部が連続バースト受信判定信号を出力する所定の時間は、前記リセット時間が経過して最小のバースト間隔を確保するための時間が経過した後であることが好ましい。最小のバースト間隔を確保することができ、PONシステムの局側装置（OLT）の処理がやりやすくなる。

20

【0019】

前記遅延バッファ部はさらに、前記信号検出部から出力されるSD信号を蓄積して遅延させ、当該遅延されたSD信号を出力し、前記切替部は、前記遅延されたSD信号が存在する期間と、前記連続バースト受信判定信号が存在する期間の両方にわたって、前記バッファ部から出力される遅延されたバースト受信信号を、前記同期パターン信号に切り替えるものであれば、SD信号が検出される前の部分も補完することができる。

【0020】

連続バースト信号受信判定部は、前記信号検出部の出力を監視し、ひとつのSD信号の終了後、次のSD信号が前記リセット時間経過時に検出されなかった場合、前記連続バースト受信判定信号を出力しないようにする。この場合、次に入ってきたバースト受信信号のうち、SD信号が検出された後の部分を補完することができる。なお、バースト信号が連続していない場合にSD信号が検出される前の部分を補完して中継すると、中継装置よりも局側装置（OLT）側でバースト信号が衝突してしまうおそれがある。

30

【0021】

前記遅延バッファ部がバースト受信信号を遅延させる時間は、少なくとも前記リセット時間であることが好ましい。SD信号の終了後、次のSD信号が、前記リセット時間経過前に入ってきた部分を遅延時間分だけ補完することができる。

40

なお、この遅延時間の上限はプリアンブル時間とすることが好ましい。プリアンブル時間より長ければ、SD信号のタイミングに基づいて処理する必要はなく、データ区間の先頭を見つけて、そのタイミングに応じて処理することができるからである。

【0022】

前記連続バースト信号受信判定部が連続バースト受信判定信号を出力する所定の時間は、前記次のSD信号検出された後、さらに、リセット時間までの範囲で設定されることが好ましい。これにより、連続バースト受信判定信号を出力する時間分だけ、SD信号より前の部分を補完することができる。なお、この時間をリセット時間より長く設定すると、前のバースト信号と衝突してしまうことがある。

【0023】

50

本発明の中継方法は、前記前記光信号中継装置に係る発明と実質同一発明に係るものである。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、中継装置に光パースト信号が連続して入ってきても、あとに入ってきた光パースト信号のプリアンプ部分を極力多く補完することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】局側装置OLTと複数の宅側装置ONUとを、光ファイバで接続した光通信システムの構成例を示す概略図である。

10

【図2】時分割方式を用いて、各宅側装置ONUから光ファイバを介して局側装置OLTへ送られる、上り光フレーム信号の光パースト伝送を示す模式図である。

【図3】光信号中継装置の構成を示すブロック図である。

【図4】光/電気モジュールの詳細な内部構成を示すブロック図である。

【図5】ポストアンプの詳細な内部構成を示すブロック図である。

【図6】光信号中継装置内の各部の信号波形図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明の実施の形態を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

20

図1は、局側装置OLTと複数の宅側装置ONUとを、光ファイバで接続した光通信システム1の構成例を示す概略図である。

光通信システム1は、制御局側局舎に備えられる局側装置OLT2と、複数の加入者宅に備えられる宅側装置ONU3a, 3b, . . . (以下、総称するときは「宅側装置ONU3」という)と、局側装置OLT2に接続された幹線光ファイバ4a及び各宅側装置ONU3に接続された支線光ファイバ4b(以下、総称するときは「光ファイバ4」という)と、幹線光ファイバ4aと複数の支線光ファイバ4bとを接続するための光カプラ5と、幹線光ファイバ4aの途中に挿入された光信号中継装置7を備えている。

【0027】

宅側装置ONU3は、各加入者が光ネットワークサービスを楽しむための装置であり、加入者宅内に設置されている。宅側装置ONU3は、パーソナルコンピュータ(以下、単にPCという)9などの端末装置に接続される。

30

光カプラ5は、外部からの電源供給を特に必要とせず、一方に接続された光ファイバ4から入力される信号を、受動的に分岐・多重化して、他方に接続された光ファイバ4に出力することができるスターカプラで形成されている。これにより、1つの局側装置OLT2に対して、多くの宅側装置ONU3を割り当てることができ、全体的な設備コストを抑えることができる。

【0028】

局側装置OLT2及び宅側装置ONU3を含むこの光通信システム1は、例えば、ギガビットイーサネット(登録商標)(Gigabit Ethernet)技術を取り込み、光ファイバを用いた1.25Gbpsの通信速度のアクセス区間通信を実現するGE-PON(Gigabit Ethernet-Passive Optical Network; IEEE802.3ah)システムを構築している。しかしGE-PONにかぎらず、他のPONシステムを採用することも可能である。例えば、10G-EPON(IEEE802.3av)システムを採用してもよい。

40

【0029】

このGE-PONシステム又は10G-EPONシステムに従えば、局側装置OLT2と宅側装置ONU3とは、可変長なフレームを単位として、相互の通信を行う。このフレームは、サンプリング・データを含む同期ビット部と、64バイト以上のデータ部とを有している。

以下、宅側装置ONU3と局側装置OLT2との信号の、下り方向と上り方向との信号

50

の送受信手順を説明する。

【0030】

まず、インターネット網などの上位のネットワークから宅側装置ONU3へ向けて送られる下り方向の信号の流れを説明する。

上位のネットワークから信号を受け取った局側装置OLT2において、中継されるべき論理リンクを特定するために、所定のブリッジ処理が行われる。このとき、局側装置OLT2は、フレーム信号に、論理リンク識別子を含む同期ビット部やPONヘッダなどの情報を付加し、光信号に変換して、幹線光ファイバ4aに送る。

【0031】

この下りの光信号は、特定の宅側装置ONU3を指定した送信信号と、宅側装置ONU3を指定しないアイドル信号との組み合わせで構成されており、途絶えることのない連続信号となっている。

幹線光ファイバ4aに送られた光信号は、光信号中継装置7を通り、光カプラ5で分岐され、各支線光ファイバ4bを介して、各宅側装置ONU3に送られる。このとき、当該論理リンクを備えている宅側装置ONU3のみが、所定の光信号を取り込むことができる。そして、当該フレーム信号を取り込んだ宅側装置ONU3は、宅内ネットワークインタフェースを中継し、PC9などの端末装置にデータを送る。

【0032】

次に、各宅側装置ONU3からインターネット網などの上位のネットワークへ向けて送られる上り方向の信号の流れを説明する。

各PC9からのデータは、各宅側装置ONU3を介して、光バースト信号に変換される。光バースト信号を構成するビットの伝送レートは、例えばGE-PONの場合1.25 Gbps、10G-EPONの場合10.3125 Gbpsである。

【0033】

これらの光バースト信号は各支線光ファイバ4を介して送信され、光カプラ5を介して、幹線光ファイバ4a上をそれぞれの光バースト信号が、多重化されて送られる。

このとき、これらの光バースト信号は、互いに時間的に競合しないように送信されるよう、制御を受ける。この制御は、局側装置OLT2から各宅側装置ONU3へデータを送信するとき、各宅側装置ONU3に対して、上り光信号を送信してもよい期間ウィンドウ（以下、単にウィンドウともいう）が割り当てられ、制御フレームとして通知されることで行われる。したがって、同一の光通信システム1において、各宅側装置ONU3から送られる上り光信号は、競合を回避することができる。

【0034】

このようにして、宅側装置ONU3と局側装置OLT2との相互の光通信が行われる。

図2は、時分割方式を用いて、各宅側装置ONU3から光ファイバ4を介して局側装置OLT2へ送られる、上り光フレーム信号の光バースト伝送を示す模式図である。

上り光フレーム信号は、宅側装置ONU3aからの光バースト信号6a、宅側装置ONU3bからの光バースト信号6b、宅側装置ONU3cからの光バースト信号6cなどが互いに時間的に競合しないように、ウィンドウによる制御を受けて、送信される。

【0035】

各宅側装置ONU3からの光バースト信号に含まれる信号は、プリアンブルPAを構成する同期ビット部と、複数のフレームやセルが含まれたデータ部DATAなどの信号とを含む。

同期ビット部は、局側装置OLT2内に備わる光バーストビット同期回路のビット同期確立のために用いられている。同期ビット部のパターンは、GE-PONでは8B10Bのアイドル信号となっている。そのマーク率（0,1の比率）は通常50%、ビット数は固定となっている。10G-EPONでは固定の66ビットの同期パターンの繰り返し信号となっている。そのマーク率は、同期ビット部においては、通常50%、ビット数は固定となっている。

【0036】

10

20

30

40

50

図 3 は、本発明の光信号中継装置 7 の構成を示すブロック図であり、図 4、図 5 は、その中の光 / 電気モジュール 7 1 の細部を示す。図 6 は、光信号中継装置 7 内の各部の信号波形図である。

光信号中継装置 7 は、光パースト信号をパースト受信信号（パースト受信信号という；図 6（a）参照）に変換し、光信号に戻して中継する装置である。

【0037】

本実施の形態では、光信号中継装置 7 は、双方向の光信号中継装置 7 であって、一方が宅側装置 ONU から局側装置 OLT への上りの光パースト信号を中継し、他方が局側装置 OLT から宅側装置 ONU への下りの光連続信号を中継する。

上りの光パースト信号を中継する光信号中継装置 7 は、図 3 に示すように、光パースト信号をパースト受信信号に変換する光 / 電気モジュール 7 1 と、光パースト信号の受信開始 / 受信終了を検出することのできるタイミング制御部 7 7 とを備えている。

【0038】

光 / 電気モジュール 7 1 は、図 4 に示すように、光 / 電気変換素子 7 1 1 と、光 / 電気変換素子 7 1 1 による光検出信号（パースト受信信号という）を増幅するプリアンプ 7 1 2 と、プリアンプ 7 1 2 の出力に対してキャパシタを介して AC 結合されプリアンプ 7 1 2 の出力信号をさらに増幅するポストアンプ 7 1 3 とを備えている。

ポストアンプ 7 1 3 は、図 5 に示すように、プリアンプ 7 1 2 の出力信号を増幅する増幅部 8 1 と、パースト受信信号を所定の閾値を用いて二値化する二値化部 8 2 とを備えている。ポストアンプ 7 1 3 は、さらにパースト受信信号が存在しているかどうかを検出するためのピークホールド回路 8 3（強度検出回路）と、信号検出部 8 4 とを備えている。信号検出部 8 4 は、ピークホールド回路 8 3 の出力を検出閾値と比較し、ピークホールド回路 8 3 の出力が検出閾値を超えている時間だけ、SD 信号（図 6（b）参照）を出力する。

【0039】

ピークホールド回路 8 3 は、タイミング制御部 7 7 から SD リセット信号（図 6（c）参照）を受け入れる。この SD リセット信号は、タイミング制御部 7 7 がパースト受信信号をモニタし、例えば、パースト受信信号の二値のうち "0" が所定時間続いたことを検出した場合に、パースト受信信号が終了したと判断し、ピークホールド回路 8 3 に送る信号（SD リセット信号）である。この SD リセット信号の時間をリセット時間 T_{rst} という。リセット時間 T_{rst} は、光信号中継装置 7 で設定される時間であり、リセット時間 T_{rst} が短かすぎると、SD リセット信号でピークホールド回路 8 3 をリセットしても、前段にあるプリアンプ 7 1 2 や交流結合回路（AC 結合）に電荷が残っているため、残った電荷が次のパースト信号と誤検出されてしまうおそれがある。

【0040】

またリセット時間 T_{rst} は、PON システムで使われる最小のパースト信号長より短く設定することが好ましい。最小のパースト信号以上に設定すると、連続パースト受信判定を出力する場合、リセット時間内に、光信号中継装置 7 を通らない ONU（例えば図 1 に示す ONU 3 d）が送信する次のパースト信号が重なるおそれがあるからである。パースト信号長より短く設定することにより、このような次のパースト信号と衝突しないことが保証される。

【0041】

図 3 を参照して、光 / 電気モジュール 7 1 は、光パースト信号有りの状態を示す信号検出信号（SD 信号）をタイミング制御部 7 7 に供給する。タイミング制御部 7 7 は、この SD 信号をもとに光パースト信号の受信開始を知ることができる。また、タイミング制御部 7 7 は光 / 電気モジュール 7 1 の出力をモニタして受信終了を知ることができる。受信終了を検知した時、前述したように、SD リセット信号を光 / 電気モジュール 7 1 に供給する。

【0042】

本発明の実施形態では、連続パースト受信判定部 7 2 を設けている。この連続パースト

10

20

30

40

50

受信判定部 72 は、SD 信号と SD リセット信号とを入力して、ひとつの SD 信号が終了し、前記リセット時間 T_{rst} の経過した時点で、次の SD 信号が検出されていると判定した場合、所定の時間にわたって、連続バースト受信判定信号をタイミング制御部 77 に出力する回路である。ひとつの SD 信号が終了し、前記リセット時間 T_{rst} の経過後、次の SD 信号が検出されていない場合には、前記連続バースト受信判定信号を出力しない。

【0043】

「前記リセット時間 T_{rst} の経過後、次の SD 信号が検出されている」ならば、ひとつのバースト受信信号が終了し、前記リセット時間 T_{rst} が経過する前に、すでに次のバースト受信信号が入ってきている。つまり、隣接する上りの光バースト信号が、ほぼ連続した状態で光信号中継装置 7 に入ってきている、ということである。連続バースト受信判定部 72 は、このような、上りの光バースト信号の連続受信状態を判定する。

10

【0044】

連続バースト受信判定信号の継続期間は、前記リセット時間 T_{rst} の経過時点を 0 とすると、時点 T_1 から T_2 までである（図 6 (d) 参照）。 $T_2 - T_1$ は、 $0 < (T_2 - T_1) < T_{rst}$ を満たす値に設定される。 T_2 は、 T_{rst} 以上、1 つの光バースト信号の中の同期ビット部が続く時間以下の値に設定される。

0 でない T_1 を設ける意味は、光信号中継装置 7 から出力される隣接するバースト信号間に、最小のバースト間隔を確保するためである。 T_2 は T_{rst} に等しいか、それよりも長い値に設定するとよい（図 6 (d) では、 $T_2 = T_{rst}$ の場合が例示されている）。

【0045】

20

光 / 電気モジュール 71 で変換されたバースト受信信号は、クロック再生部（図示せず）に入力される。クロック再生部は、光バースト信号に基づいて、光バースト信号の各ビットに同期したクロック信号を抽出する。この信号を「再生クロック」という。そして再生クロックによってバースト受信信号の各ビットをサンプリングして遅延バッファ部 73 に書き込む。

【0046】

遅延バッファ部 73 は遅延時間に応じた深さを持つ FIFO メモリで構成され、光信号中継装置 7 の基準クロックで読み出す。基準クロックには、局側端局装置 OLT 2 から子局 ONU 3 への下り信号を中継する際に抽出した再生クロックを用いることができる。

なお、再生クロックを用いず、外部から基準クロックを入力して、その基準クロックに基づいて時間管理することとしてもよい。

30

【0047】

図 6 (e) は遅延バッファ部 73 に書き込まれる前のバースト受信信号を示し、図 6 (f) は、遅延バッファ部 73 に書き込まれた後のバースト受信信号を示す。遅延バッファ部 73 の中の遅延時間 T_{delay} は、 T_{rst} に等しいか又はそれ以上の値に設定するとよい（図 6 (f) では、 $T_2 = T_{rst}$ の場合が例示されている）。遅延時間 T_{delay} の設定の上限は、1 つの光バースト信号の中で同期ビット部が続く時間である。

【0048】

切替部 75 は、同期パターン保持部 74 から出力される同期パターン信号と、遅延バッファ部 73 から出力されるバースト受信信号とを、タイミング制御部 77 からの切替信号に基づいて切り替える。

40

本発明のひとつの実施形態では、タイミング制御部 77 は、連続バースト受信判定信号が継続している期間中（図 6 (d) 参照）、切替部 75 に切替え信号を送り、遅延されたバースト受信信号を、同期パターン信号に切替えさせる。したがって遅延されたバースト受信信号が、同期パターン信号で置き換えられる。この置き換えにより、「次のバースト受信信号」に対して、最小のバースト間隔を設けた上で、リセット信号期間中に受信することができなかつたバースト受信信号の最初の部分を補完することができる。

【0049】

本発明の他の実施形態では、バースト受信信号だけでなく、SD 信号も遅延バッファ部 73 に送り込み、遅延バッファ部 73 から、遅延されたバースト受信信号と SD 信号とを

50

取り出す。バースト受信信号とSD信号の遅延時間は、ともに同じ時間であってもよい。

この場合、遅延されたSD信号の波形を図6(g)に示す。タイミング制御部77は、連続バースト受信判定信号が継続している期間中(図6(d)参照)と、遅延されたSD信号が継続している期間中(図6(g)参照)との論理和(図6(h)参照)をとり、その論理和に基づいて、切替部75に切替え信号を送り、遅延されたバースト受信信号を、同期パターン信号に切替えさせる。

【0050】

なお、タイミング制御部77は、論理和が続いている期間中、切替部75に切替え信号を送り続けることとすれば、データ部分も同期パターンに置き換えてしまうおそれがあるので、プリアンブル時間内で切り替えを解除するようにしている。

この「他の実施形態」では、「次のバースト受信信号」に対して、最小のバースト間隔を設けた上で、リセット時間のためにSD信号が発生しなかった同期パターンの前の部分と、リセット時間が過ぎてSD信号が発生した同期パターンの後の部分とのいずれも、同期パターン信号で置き換えることができる。

【0051】

なおいずれの実施形態でも、前述したように、遅延バッファ部73と同期パターン保持部74とは再生クロック若しくは基準クロックで同期されており、切替え制御も再生クロック若しくは基準クロックで同期させることで、切替による周波数変動や位相変動は発生しない。なお、切替時に同期パターンが壊れる可能性があるが、せいぜい切り替えた1ビットの前後に限定されるので、周波数変動/位相変動は発生せず、マーク率も大きく変動することはなく、局側装置OLTの受信に影響を及ぼすことはない。

【0052】

電気/光モジュール76は、このようにして同期ビット部の先頭が正しい同期パターンに置換された復元信号を、光バースト信号に変換する(図6(j)参照)。

以上のようにして、光バースト信号を、その正確な符号形態を保ったまま中継することができる。

なお、ひとつのSD信号が終了し、次のSD信号が前記リセット時間 T_{rst} の経過時点よりも遅く入ってきた場合、つまり光バースト信号が連続して入ってこない場合の処理を、図6を用いて説明する。

【0053】

この場合、バースト受信信号を遅延させることはいままで説明したとおりであるが、連続バースト受信判定信号は発生しない(図6(d)の左の部分を参照)。したがって、遅延されたSD信号(図6(h)参照)に基づいて切替部75に切替え信号を送り、遅延されたバースト受信信号の先頭部分を同期パターン信号に切替えさせる。この処理によって、損傷しているかもしれないバースト受信信号の始めの部分を同期パターン信号で置き換えることができる。なお、バースト信号が連続していない場合にSD信号が検出される前の部分を補完して中継すると、中継装置よりも局側装置(OLT)側でバースト信号が衝突してしまうおそれがある。例えば、図3の場合、中継装置7からの中継信号と子局ONU3dからのバースト信号6dと衝突する可能性があり、この衝突を回避することができる。

【0054】

以上で、本発明の実施形態を説明したが、本発明の実施は、前記に限定されるものではなく、本発明の範囲で種々の変更を施すことが可能である。

本発明の権利範囲は、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図されている。

【符号の説明】

【0055】

- 1 光通信システム
- 7 光信号中継装置
- 71 光/電気モジュール

10

20

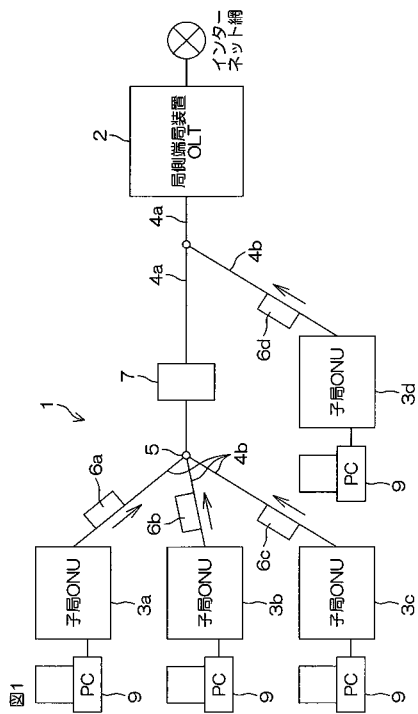
30

40

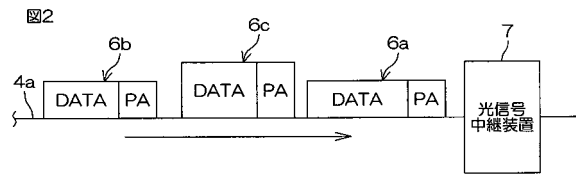
50

- 7 2 連続バースト受信判定部
- 7 3 遅延バッファ部
- 7 4 同期パターン保持部
- 7 5 切替部
- 7 6 電気/光モジュール
- 7 7 タイミング制御部
- 8 4 信号検出部

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

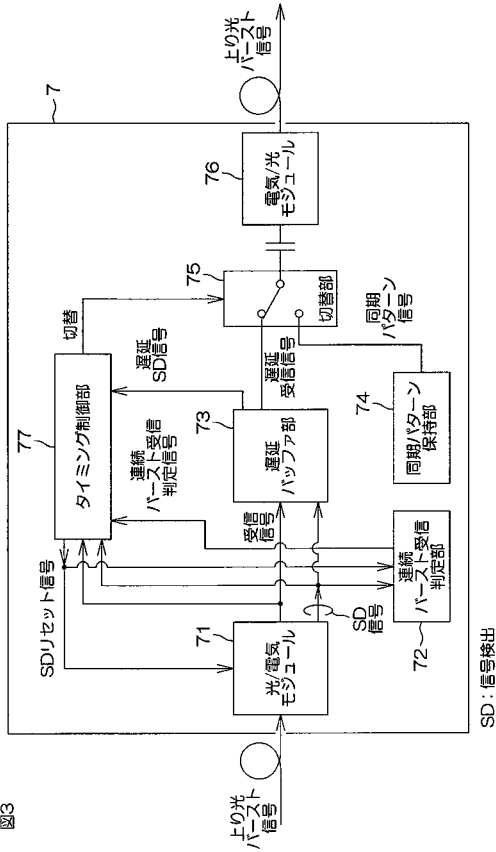
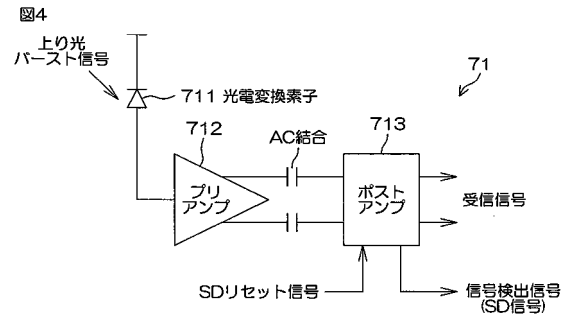


図3

【 図 4 】



【 図 5 】

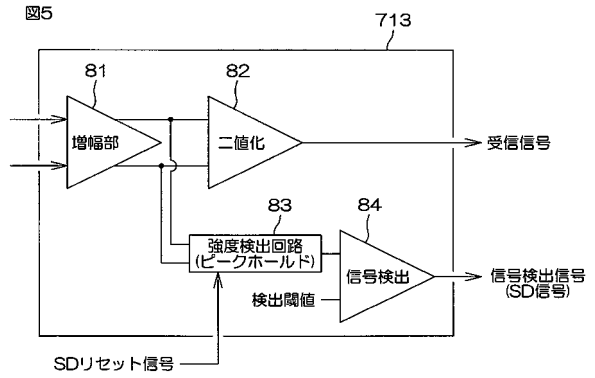


図5

【 図 6 】

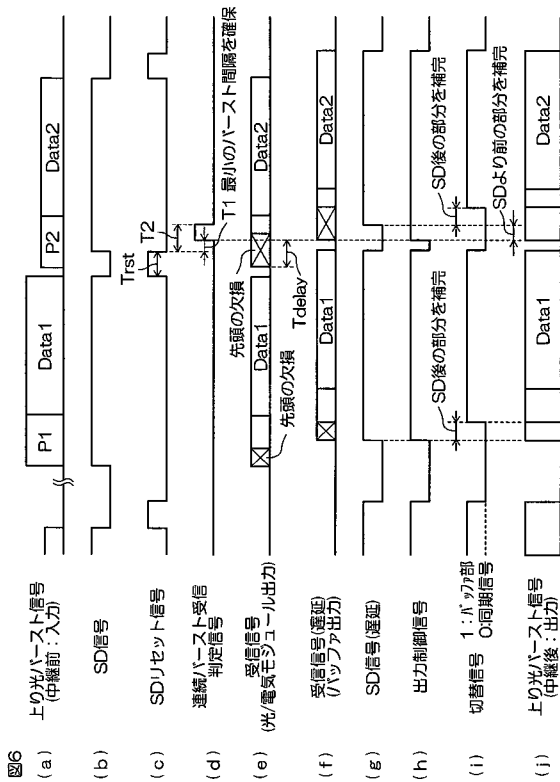


図6

フロントページの続き

Fターム(参考) 5K102 AA63 AA65 AD11 AL08 AL12 PH49 PH50 RC04 RD04 RD27
RD28