

(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2008-294851  
(P2008-294851A)

(43) 公開日 平成20年12月4日(2008.12.4)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
HO4L	12/44	(2006.01)	HO4L	12/44	200	5K033
HO4B	10/20	(2006.01)	HO4L	12/44	B	5K102
HO4J	14/00	(2006.01)	HO4B	9/00	N	
HO4J	14/02	(2006.01)	HO4B	9/00	E	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2007-139601 (P2007-139601)  
(22) 出願日 平成19年5月25日 (2007.5.25)

(71) 出願人 000208891  
KDDI株式会社  
東京都新宿区西新宿二丁目3番2号  
(74) 代理人 100090284  
弁理士 田中 常雄  
(72) 発明者 小原 一步  
埼玉県ふじみ野市大原二丁目1番15号株  
式会社KDDI研究所内  
Fターム(参考) 5K033 AA01 DA16 DA20 DB16 DB22  
5K102 AD01 AM02 AM07

(54) 【発明の名称】 PONシステム

(57) 【要約】

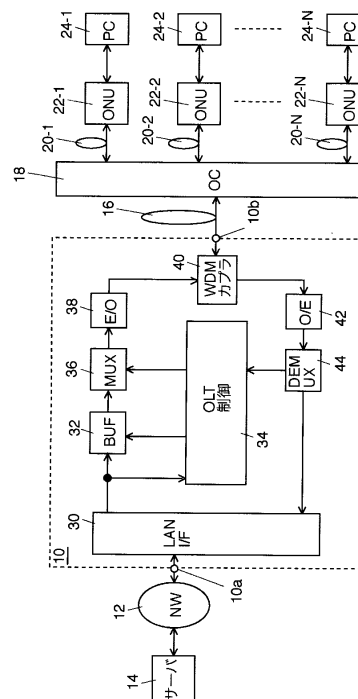
【課題】

下りのTCPスループットを改善する。

【解決手段】

局側の光終端装置(10)は、光ファイバ(16)、光カップラ(18)及び光ファイバ(22-1~22-N)からなる光伝送路を介して、各ユーザ宅に設置されるユーザ側光終端装置(22-1~22-N)と光学的に接続する。光終端装置(10)は、制御信号を含み光伝送路の帯域の全部をユーザ側光終端装置(22-1~22-N)の内の1つに割り当てる。通信が終了したら、別のONUに光伝送路の帯域の全部を割り当てる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

局側光終端装置と、各ユーザ宅に設置される複数のユーザ側光終端装置と、当該局側光終端装置と当該複数のユーザ側光終端装置とを接続する光伝送路とからなる P O N システムであって、

当該局側光終端装置が、制御信号を含み当該光伝送路の帯域の全部を当該複数のユーザ側光終端装置の内の 1 つに割り当てることを特徴とする P O N システム。

## 【請求項 2】

当該光伝送路の帯域の全部を割り当てられたユーザ側光終端装置は、上り信号の間にアイドル信号を当該光伝送路に送出することを特徴とする請求項 1 に記載の P O N システム。

10

## 【請求項 3】

当該局側光終端装置は、当該光伝送路の帯域の全部を割り当てられたユーザ側光終端装置を循環的に切り替えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の P O N システム。

## 【請求項 4】

当該局側光終端装置は、当該複数のユーザ側光終端装置の内、最も多くの帯域を要求するユーザ側光終端装置に、当該光伝送路の帯域の全部を割り当てることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の P O N システム。

## 【発明の詳細な説明】

20

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、受動光ネットワーク ( P O N ) システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

光ファイバを用いたアクセス技術としては、代表的には、1 ユーザに1本の光ファイバを割り当てるポイント・ツー・ポイント方式と、1本の光ファイバを複数ユーザで共有し、L 2 スイッチ、D S L A M 及び光スイッチなどの能動デバイスを用いて光信号を振り分けるアクティブ・ダブル・スター方式と、1本の光ファイバを複数ユーザで共有し、光カプラなどの受動デバイスを用いて光信号を振り分ける受動光ネットワーク ( Passive Optical Network ) 方式がある。

30

## 【0003】

ポイント・ツー・ポイント方式は、光ファイバの芯線コスト及び配線コストが高くなり、また、局側装置の装置容量も大きくなる。アクティブ・ダブル・スター方式では、能動デバイスの信頼性は受動デバイスに比べて低く、能動デバイスの故障による影響が大きい。P O N 方式は、コスト及び信頼性の観点で上記 2 方式よりも優れている。

## 【0004】

P O N システムでは、ユーザ側装置である光終端装置 ( O N U : Optical Network Unit ) から、局側装置である光終端装置 ( O L T : Optical Line Terminal ) への上り光信号の伝送に、時分割多元アクセス ( T D M A ) が利用される。O L T は、各光終端装置 ( O N U : Optical Network Unit ) の上り通信を時分割で許可する。従って、P O N システムの光伝送路上には、無通信時でも、帯域管理のためのフレームが行き交っている。

40

## 【0005】

一般的に、P O N システムでは、1つのO L T に3 2 台のO N U が接続されるが、技術的には、6 4 台、又は1 2 8 台のO N U も接続可能である。O N U の台数が増えると、それに伴って、帯域管理用のフレームも増えることとなる。

## 【0006】

P O N システムでは、各O N U からO L T までの距離差に起因して、O L T が受信する上り光信号の光パワーがO N U 毎に異なる。加えて、クロック精度もO N U によって異なる。これらをO L T が吸収できるように、上り光信号は、データに先行して、C D R ( C I

50

ock and Data Recovery) のための期間、及び A G C (Automatic Gain Control) のための期間を装備するように規定されている。E P O N ( I E E E 8 0 2 . 3 ) では、C D R 及び A G C はそれぞれ 4 0 0 n s 以下と規定されている。O N U 数が増えるに従い、C D R 及び A G C の総時間が増加する。

【 0 0 0 7 】

図 9 は、4 台の O N U 1 , 2 , 3 , 4 が接続する P O N システムで、O N U 1 のみが上りデータを送信し、残る O N U 2 , 3 , 4 は上りデータを送信しない状況のシーケンス例を示す。O N U 1 は、O L T による帯域割り当てに応じて、O L T により指示される送信タイミングでデータ D a t a \_ 1 を送信する。その上り光信号は、A G C , C D R 及びデータ D a t a \_ 1 を含む。他の O N U 2 , 3 , 4 は、O L T により許可された送信タイミ

10

【 0 0 0 8 】

O L T は、各 O N U が送信する上り光信号間に一定のガードバンド期間が入るように、各 O N U の上り光信号の送信タイミング及び期間を設定する。ガードバンド期間により、共有される光伝送路上での衝突を避けることができる。

【 0 0 0 9 】

T D M A の 1 基準サイクル期間内に、全 O N U 1 , 2 , 3 , 4 からの上り光信号が配分される。従って、データを送信したい O N U 1 は、1 基準サイクル期間内の割り当てられた帯域内で送信しきれなかったデータを、次の基準サイクル期間まで待たなければいけ

20

【 0 0 1 0 】

この遅延は下り通信で問題となる。通常、H T T P や F T P では T C P が使われる。T C P のスループットは、W S / R T T で表される。W S はフレーム受信のウィンドウサイズ(バイト)であり、R T T はラウンドトリップタイム(s)である。W S は通常、一定であるので、T C P のスループットは伝送遅延に反比例する。この結果、P O N における上り通信の遅延の増大は、H T T P / F T P のダウンロード速度の低下に帰結する。

【 0 0 1 1 】

特許文献 1 には、Q o S (Quality of Service) を保証するための帯域割当方法が記載されている。特許文献 2 には、電話トラフィックなど、遅延に敏感なトラヒックを収容するために、固定帯域割当と可変帯域割当を組み合わせる技術が記載されている。

30

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 0 9 7 1 1 2 号公報

【特許文献 2】特願 2 0 0 7 - 0 7 4 7 4 0 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 2 】

利用状況により、速度優先で大量のデータをダウンロード又はアップロードしたい場合がある。例えば、遠隔医療で高精細な画像データを診断用に転送する場合である。

【 0 0 1 3 】

常時、上り帯域を共有する従来の P O N システムでは、先に説明したように、上り通信を必要としない O N U も、帯域管理用のフレームを送信しており、これが、光伝送路の転送レートの最大利用を妨げている。

40

【 0 0 1 4 】

本発明は、1 台の O N U が低遅延で高スループットを享受できる P O N システムを提示することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 5 】

本発明に係る P O N システムは、局側光終端装置と、各ユーザ宅に設置される複数のユーザ側光終端装置と、当該局側光終端装置と当該複数のユーザ側光終端装置とを接続する

50

光伝送路とからなるPONシステムであって、当該局側光終端装置が、制御信号を含み当該光伝送路の帯域の全部を当該複数のユーザ側光終端装置の内の1つに割り当てることを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、一時的に1つのユーザ側光終端装置が光伝送路を専用できる。これにより、遅延が小さくなり、下りのTCPスループットが劇的に改善する。大容量のデータを送る場合、上りの実効帯域において改善が見込める。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。

【実施例1】

【0018】

図1は、本発明の一実施例の概略構成ブロック図を示す。

【0019】

センター局に配置される光終端装置(OLT)10のアップリンクポート10aは上位ネットワーク12に接続し、上位ネットワーク12には、サーバ14が接続する。アップリンクポート10aと上位ネットワーク12のインターフェースは、1000Base-T又は1000Base-SX等である。

【0020】

OLT10のPONポート10bは、光ファイバ16を介して1:Nの光カップラ18に接続する。光カップラ18は、光ファイバ16からの下り光信号をN分割し、各分割光信号を光ファイバ20-1~20-Nに出力する。各光ファイバ20-1~20-Nの他端は、各ユーザ宅に配置される光終端装置(ONU)22-1~22-Nに接続する。各ONU22-1~22-Nには、コンピュータ(PC)24-1~24-Nが接続する。勿論、1台のONUに、ルータ又はゲートウェイを介して複数のコンピュータを接続することもできる。

【0021】

OLT10は、各ONU22-1~22-Nの送信タイミングと送信期間を制御し、ONU22-1~22-3と上位ネットワーク12との間のデータ伝送を中継する。本実施例では、OLT10は、各ONU22-1~22-NにTDMAによる上り送信の機会を与える共用モードと、特定の1台のONUのみに通信機会を与える専用モードを選択可能である。

【0022】

上位ネットワーク12からの下りデータ信号は、アップリンクポート10aを介してLANインターフェース30に入力する。LANインターフェース30は、下りデータ信号をバッファ32に格納する。OLT10を制御するOLT制御装置34は、下り通信状況を監視するために、LANインターフェース30からバッファ32への下りデータ信号をモニタ又はスヌープする。バッファ32は、記憶した下りデータ信号を、それらの優先順位順等で多重装置36に出力する。詳細は後述するが、専用モードでは、OLT制御装置34は、専用を許可したONU宛ての下りデータ信号以外の下りデータ信号をバッファ32から削除する。

【0023】

OLT制御装置34は、ONU22-1~22-Nに対する種々の制御信号(例えば、各ONU22-1~22-Nの送信タイミングと送信期間を指示するGateメッセージ等)を多重装置36に出力する。

【0024】

多重装置36は、バッファ32からの下りデータ信号にOLT制御装置34からの制御信号を時間軸上で多重し、多重信号を電気/光(E/O)変換器38に印加する。多重装置36は常に、OLT制御装置34からの制御信号を、バッファ32からの下りデータ信

10

20

30

40

50

号よりも優先する。電気/光変換器38は、多重装置36からの多重信号を光信号(下り光信号)に変換し、WDM光カップラ40に印加する。WDM光カップラ40は、電気/光変換器38からの下り光信号を、PONポート10bを介して光ファイバ16に出力する。一般的なPONでは、下り光信号には1.49μmのレーザ光が使用され、上り光信号には1.31μmのレーザ光が用いられる。

【0025】

OLT10のPONポート10bから出力される下り光信号は、光ファイバ16、光カップラ18、光ファイバ20-1~20-Nを介して各ONU22-1~22-Nに入力する。

【0026】

各ONU22-1~22-Nは、関連する光ファイバ20-1~20-Nから入力する下り光信号を電気信号に変換し、各ONU22-1~22-Nに宛てた制御信号(PONシステムの管理に関わる信号)については、自分宛かどうにかかわらず取り込み、その他のデータ信号については、それぞれ、自分の配下のコンピュータ24-1~24-N宛のものだけを取り込む。各ONU22-1~22-Nは、取り込んだ制御信号を後述するように内部処理し、取り込んだPC24-1~24-N宛のデータ信号を配下のPC-24-1~24-Nに供給する。

【0027】

他方、コンピュータ24-1~24-Nは、上位ネットワーク12に向けたデータ信号をそれぞれONU22-1~22-Nに出力する。各ONU22-1~22-Nは、OLT10により許可された送信タイミング及び送信期間で、上り光信号をそれぞれ光ファイバ20-1~20-Nに出力する。この上り光信号は、配下のコンピュータ24-1~24-Nからの、上位ネットワーク12に接続する機器(例えば、サーバ14)に宛てたデータ信号(サーバ14等に対する制御信号及び応答信号を含む)と、各ONU22-1~22-NがOLT10に向けて出力する制御信号を搬送する。OLTユニット10に宛てた制御信号は、論理リンク確立のための制御信号及び応答信号(例えば、Gateメッセージに回答するReportメッセージ等)などを含む。

【0028】

光カップラ18は、各光ファイバ20-1~20-Nからの上り光信号を光ファイバ16に出力する。光ファイバ16がONU22-1~22-Nにより共有される。このようにして、各ONU22-1~22-Nから出力される上り光信号が、OLT10のPONポート10bを介してWDM光カップラ40に入力する。

【0029】

WDM光カップラ40は、PONポート10bからの上り光信号を光/電(O/E)気変換器42に供給する。光/電気変換器42は、WDM光カップラ40からの上り光信号を電気上り信号に変換する。分離装置44は、光/電気変換器42から出力される電気上り信号の全てをOLT制御装置34に供給し、上位ネットワーク12に宛てた上り信号をLANインターフェース30に供給する。OLT制御装置34は、分離装置44から電気上り信号の全てを受信することで、個々のONUの上位ネットワーク12との間の通信の開始・終了をモニタできる。

【0030】

LANインターフェース30は、分離装置44からの上り信号を上位ネットワーク12に出力する。

【0031】

図2は、ONU22-1の概略構成ブロック図を示す。他のONU22-2~22-Nの構成も、ONU22-1と同じである。

【0032】

光ファイバ20-1からの下り光信号は、WDM光カップラ50を介して光/電気(O/E)変換器52に入射する。光/電気変換器52は、WDM光カップラ50からの下り光信号を電気下り信号に変換する。分離装置54は、光/電気変換器52から出力される

10

20

30

40

50

電気下り信号の全てをONU制御装置56に供給し、コンピュータ24-1に宛てた下り信号をLANインターフェース58に供給する。ONU制御装置54は、分離装置54から電気下り信号の全てを受信することで、配下のコンピュータ24-1の上位ネットワーク12との間の通信の開始・終了をモニタでき、また、他のONU22-2~22-Nに対するOLT10の制御状況を知ることができる。ONU制御装置54は、ONU22-1の全体を制御する。

**【0033】**

LANインターフェース58は、コンピュータ24-1からの上りデータ信号をバッファ60に格納する。ONU制御装置56は、上り通信状況を監視するために、LANインターフェース58からバッファ60への上りデータ信号をモニタ又はスヌープする。

10

**【0034】**

ONU制御装置56は、OLT10からの送信許可信号(EPONでは、ONU22-1に対する論理リンクに送信許可を与えるGATEフレーム)に従い、バッファ60の上りデータを多重装置62に読み出させる。多重装置62は、バッファ60からの上りデータを電気/光変換器64に出力する。OLT10により上り通信を許可された期間内にバッファ60に上りデータがない場合、ONU制御装置56は、所定パターンのアイドル信号を多重装置62に出力し、多重装置62は、ONU制御装置56からのアイドル信号を電気/光変換器64に出力する。勿論、多重装置62がアイドル信号発生装置を内蔵しても良い。アイドル信号の信号パターンは、EPONであればIEEE802.3に準拠したアイドルパターンからなる。

20

**【0035】**

ONU制御装置56が常時、アイドル信号を多重装置62に供給し、多重装置62が、バッファ60に上りデータがあるときには、その上りデータを、上りデータが無い時にはアイドル信号を、電気/光変換器64に供給するようにしてもよい。

**【0036】**

ONU制御装置56は、上述したOLT10への制御信号又は応答信号を多重装置62に供給する。多重装置62は一般的には、制御信号、データ信号及びアイドル信号の順に優先的に電気/光変換器64に出力する。

**【0037】**

ONU制御装置56は、配下のコンピュータ24-1からの上り通信が終了したと判断した場合、OLT10に通信終了を通知する信号を送信する。例えば、IEEE802.3準拠のEPONでは、ONU22-1は、「要求帯域=0」のReportフレームをOLT10に送信する。ONU制御装置56は、この後、多重装置62に信号の電気/光変換器64への出力を停止させる。

30

**【0038】**

このように、上り通信を許可された期間内では、上りデータ信号の合間にアイドル信号を挿入することで、OLT10は、バースト受信を避けることができる。

**【0039】**

一般的には、ONU制御装置56は通信終了を示す信号以外にも、OLT10への種々の制御信号を多重装置62に出力する。そのような制御信号は、一般的には、論理リンク確立のための応答信号や上り信号の帯域要求等、例えば、Gateメッセージに応答するReportメッセージなどを含む。

40

**【0040】**

多重装置62は、バッファ60からの上りデータ信号にOLT制御装置56からの制御信号及びアイドル信号を時間軸上で多重し、多重信号を電気/光(E/O)変換器64に印加する。多重装置62は、ONU制御装置56からの制御信号をバッファ60からの上りデータ信号より優先し、アイドル信号を最低優先順位とする。

**【0041】**

電気/光変換器64は、多重装置62からの多重信号を光信号(上り光信号)に変換し、WDM光カップラ50に印加する。WDM光カップラ50は、電気/光変換器64から

50

の上り光信号を、光ファイバ20-1に出力する。

【0042】

このように、ONU22-1から光ファイバ20-1に出力された上り光信号は、先に説明したように、光ファイバ20-1、光カップラ18及び光ファイバ16を介してOLT10に入射する。

【0043】

本実施例は、従来の共用モードでも動作するが、特定のONUに光ファイバ16を専用させる専用モードでも動作する。本実施例の特徴的な動作である専用モードの動作を説明する。

【0044】

図3は、共用モード（従来のPONシステム）と専用モードでの上り光信号のタイミングチャートを示す。図3(a)は、共用モード（従来のPONシステム）での上り光信号のタイミングチャートを示し、図3(b)は、専用モードでの上り光信号のタイミングチャートを示す。共用モードでは、フレーム毎にCDRとAGCの期間が必要になる。これに対し、専用モードでは、フレーム間にアイドル信号を配置するので、CDRとAGCの期間は最初に1つだけ必要とされるに過ぎない。

【0045】

図4は、本実施例における専用モードでの帯域割当て動作のフローチャートを示す。OLT制御装置34は、先ず、専用を許可するONUを決定する(S1)。例えば、論理リンク識別子(LLID)の小さい順、又は、通信の優先度順等によって決定する。

【0046】

決定したONUにOLT10から通信許可信号（又は上り信号の帯域を割り当てる信号）を送信する(S2)。この通信許可信号を受信したONUは、希望のサーバとの間で通信を開始し(S3)、OLT10は、専用を許可したONUの通信の終了をモニタする(S4)。専用モードでは、OLT10は、上位ネットワーク12からの下りデータで、専用を許可したONU向けでないデータは、バッファ32から削除する。

【0047】

TCP通信では、IETFのRFC791で規定されるIPヘッダの'Protocol'部には、TCPを表す'00000110'（16進数で0x06、10進数で6）がセットされる。また、TCPのコネクション確立の際、送信装置（例えば、サーバ14）は、RFC793で規定されているTCPヘッダの'Control Bits'部の中の'SYN'ビットに'1'がセットされたTCPフレームを受信装置（例えば、コンピュータ24-1~24-Nの何れか）に送信する。TCPコネクションを切断するときには、送信装置は、TCPヘッダの'Control Bits'部の'FIN'ビットに'1'がセットされたTCPフレームを受信装置に送信する。従って、下り信号のIPヘッダの'Protocol'部によりTCP通信を判別でき、TCPヘッダの'Control Bits'部の中の'SYN'ビットによりTCP通信の開始を判別でき、TCPヘッダの'Control Bits'部の'FIN'ビットによりTCP通信の終了を判別できる。

【0048】

また、データの有無によっても、下りTCP通信の有無を判別できる。即ち、IPヘッダにおける'Protocol'部がTCPを表す'00000110'（16進数で0x06、10進数で6）であり、TCPヘッダにおける'Control Bits'部の'ACK'ビットが'0'である場合、これは、下りTCP通信による下りデータの存在を示す。ACKビットは既定のパケットを受信したことを伝えるために用いられるので、'ACK'ビットが'0'である場合、その下りTCPフレームは、下りデータを搬送するフレームである。

【0049】

OLT10は、専用を許可したONUの通信の終了を検出すると(S4)、次に専用を許可するONUを決定する(S5)。先に説明したように、例えば、論理リンク識別子（

10

20

30

40

50

LLID)の小さい順、又は、通信の優先度順等によって、次に専用を許可するONUを決定する。ステップS2に進み、新たに決定したONUに通信許可信号を送信する。

【0050】

このようにして、各ONU22-1~22-Nに光伝送路を一時的に専用させる。勿論、通信を許可したONUが実際には、通信を必要としていない場合、当該ONUからの上り通信データが存在しない。OLT10は、この状態を検出すると、即座に、次のONUに通信を許可する。

【0051】

専用モードのみのPONシステムでは、パーストレシーバが不要になる。代わりに、CDR/AGC期間が相対的に長くなり、帯域使用効率が低下する。しかし、高価なパーストレシーバが不要になるというコスト低減効果が大きく、システムコストを劇的に削減できる。

10

【0052】

図5は、専用モードでのOLT制御装置34の制御動作のフローチャートを示す。OLT制御装置34は、光伝送路の専用を許可するONUを指定する変数*i*を1で初期化する(S11)。図5では、光伝送路の専用を許可されたONUをONU(*i*)と表記する。OLT制御装置34は、タイマT1を開始し(S12)、タイマT0を開始する(S13)。タイマT0は、通信途絶時にONU(*i*)を強制的に切り替えるためのタイマである。タイマT1は、ONU(*i*)が光伝送路を専用できる期間(専用期間)を規定するタイマである。タイマT0、T1の設定値は運用方針によるが、例えば、タイマT0を数十ms~数秒といった短い時間とし、タイマT1を数分といった長い時間に設定するのが好ましい。即ち、T0<T1が好ましい。

20

【0053】

OLT制御装置34は、ONU(*i*)に定期的に通信許可信号を送信し(S14)、ONU(*i*)からの通信要求信号を受け付ける(S17)。この通信許可信号は、IEEE802.3のEPONでは、LLID(*i*)に送信許可を与えるGate信号を相当する。ONU(*i*)からの通信要求信号を受信したら(S17)、OLT制御装置34は、タイマT0を再度、開始し(S13)、ONU(*i*)に定期的に通信許可信号を送信する(S14)。

【0054】

ONU(*i*)に通信を許可している間に、タイマT1がタイムアウトしたら(S15)、変数*i*をインクリメントして、光伝送路を専用するONUを切り替える(S20)。また、TCPのFINビットによるTCP通信の終了を検知した場合にも(S16)、変数*i*をインクリメントして、光伝送路を専用するONUを切り替える(S20)。ONU(*i*)から通信終了信号を受信した場合も(S18)、変数*i*をインクリメントして、光伝送路を専用するONUを切り替える(S20)。

30

【0055】

TCPのFINビットによるTCP通信の終了を検知せず(S16)、ONU(*i*)からの通信要求信号を受信せず(S17)、しかも、ONU(*i*)から通信終了信号を受信しないままに(S18)、タイマT0がタイムアウトした場合も(S19)、変数*i*をインクリメントして、光伝送路を専用するONUを切り替える(S19)。これは、典型的には、ONU(*i*)との間の通信が途絶した状態である。タイマT0がタイムアウトしなければ(S19)、S14以降を繰り返す。

40

【0056】

変数*i*がONUの台数Nを越えない場合には(S21)、ステップS12に戻り、タイマT0、T1を再度、開始し(S12、S13)、ステップS14以降を繰り返す。また、変数*i*がONUの台数Nを越えた場合には(S21)、ステップS11に戻り、変数*i*を1で初期化し(S11)、タイマT0、T1を再度、開始し(S12、S13)、ステップS14以降を繰り返す。

【0057】

50



図6は、専用モードでのONU制御装置56の制御動作のフローチャートを示す。ONU(i)は、OLT10からの通信許可信号を待機する(S31)。通信許可信号を受信すると(S31)、まず、送信すべき上りデータ信号がバッファ60にあるかどうかを確認する(S32)。

【0058】

送信すべき上りデータ信号がバッファ60にある場合(S32)、タイマT2を開始し(S33)、OLT10に通信要求信号を送信する(S35)。通信要求信号は、例えば、EPONの場合、帯域要求を非ゼロとしたReportフレームである。ONU(i)は、帯域を専用して、バッファ60の上りデータ信号をOLT10に送信する(S36)。ONU(i)は、バッファ60に上りデータ信号が無い場合には、上述のように、アイドル信号をOLT10に送信する(S36)。自ONU宛ての通信許可信号を受信したら(S37)、ステップS32に戻る。上りデータが無い場合にアイドル信号をOLT10に送信することで、OLT10は、パースト受信を避けることが出来る。

10

【0059】

送信すべき上りデータ信号がバッファ60にない場合(S32)、タイマT2がタイムアウトしたかどうかを調べる(S34)。タイマT2は、送信すべき上りデータが無いときに、専用を維持する期間を規定するタイマである。例えば、下りがファイルのダウンロードの場合、上り信号は受信を確認するACKパケットのように伝送容量が極めて小さいものになり、しばしば、バッファ60が空になる。タイマT2を設定することで、一時的にバッファ60に上り信号が無い場合に、通信終了と誤認してしまうことを防止できる。

20

【0060】

タイマT2がタイムアウトしていなければ(S34)、ONU(i)は、OLT10に通信要求信号を送信し(S35)、帯域を専用した状態での上りデータ信号又はアイドル信号の送信を続ける(S36)。

【0061】

タイマT2がタイムアウトしていたら(S34)、ONU(i)は、OLT10に通信終了信号を送信し(S40)、上りデータ信号及びアイドル信号の光伝送路への送信を停止する(S41)。ステップS31に戻り、通信許可信号を待機する。

【0062】

帯域を専用しているときに、他ONU宛ての通信許可信号を受信したら(S38)、即座に、上りデータ信号又はアイドル信号の光伝送路への送信を停止し(S41)、通信許可信号を待機する(S31)。

30

【0063】

上りデータ信号中で、TCPのFINビットによるTCP通信の終了を検知したら(S39)、ONU(i)は、OLT10に通信終了信号を送信し(S40)、上りデータ信号及びアイドル信号の光伝送路への送信を停止する(S41)。ステップS31に戻り、通信許可信号を待機する。

【0064】

自ONU宛ての通信許可信号を受信せず(S37)、他ONU宛ての通信許可信号を受信せず(S38)、且つ、TCPのFINビットによるTCP通信の終了を検知しないとき(S39)、帯域の専用を継続する(S36)。

40

【実施例2】

【0065】

上記実施例1では、全ONU22-1~22-Nに順番に、例えば、LLIDの順番に帯域占有許可を与えているので、通信不要のONUに対しても、一時的に帯域が割り当てられる。これは、帯域使用効率を悪化させる。

【0066】

実施例2では、全ONU22-1~22-Nから帯域要求を徴収し、もっとも要求帯域の大きいONUに帯域占有を許可する。図7は、実施例2におけるOLT10の動作フローチャートを示す。図8は、図7に対応するONU22-1~22-Nの動作フローチャ

50

ートを示す。

【0067】

OLT10は、全ONU2-1～22-Nに帯域要求を問い合わせる(S51)。例えば、IEEE802.3ahのEPONでは、各ONUに、送信時刻と送信タイミングを指定するGateフレームを送信する。各ONU22-1～22-Nは、OLT10からの帯域要求の問合せに対して、バッファ60の上りデータの有無を調べ、指定された送信時刻と送信タイミングでバッファ60の上りデータ量をOLT10に帯域要求として回答する。IEEE802.3ahのEPONでは、Reportフレームを用いることで要求帯域情報を送信可能である。要求帯域が0の場合、「要求帯域=0」としてOLT10に通知する。

10

【0068】

OLT10は各ONU22-1～22-Nからの帯域要求を受信し(S52)、要求帯域の最も大きいONUを、帯域を専用するONUとして決定する(S53)。ステップS53に続くステップS54～S61は、図5のステップS13～S19と同じである。帯域を専用するONUの順送りをしないので、図5のステップS20、S21は不要になり、スルーされる。即ち、タイマT1がタイムアウトしたら(S57)、ステップS51に戻り、再度、全ONUから帯域を専用するONU(i)を決定する。TCPのFINビットによるTCP通信の終了を検知した場合にも(S58)、ステップS51に戻り、再度、全ONUから帯域を専用するONU(i)を決定する。ONU(i)から通信終了信号を受信したら(S60)、ステップS51に戻り、再度、全ONUから帯域を専用するONU(i)を決定する。タイマT0がタイムアウトした場合(S61)、ステップS51に戻り、再度、全ONUから帯域を専用するONU(i)を決定する。

20

【0069】

各ONU22-1～22-Nの動作は、図6とは、ステップS51の帯域要求の問合せに対応する回答処理が追加される点で異なり、帯域を専用するONUとい指定された後の処理は、図6と同じである。

【0070】

OLT10からの帯域要求の問合せを受信したら(S71)、帯域要求信号をOLT10に送信する(S72)。OLT10からの通信許可信号を受信したら(S73)、その通信許可信号が自分宛か、他のONU宛てかを調べる(S74)。他のONU宛てであれば(S74)、再度、OLTからの帯域要求の問合せを待つ(S71)。自分宛であれば、図6に示すフローのステップS32以降と同様に、光伝送を専用する(S75)。

30

【0071】

上記各実施例では、簡単のため、IEEE802.3ahを例に説明したが、本発明では、光伝送路部分のビットレートは問わない。特に、実施例1は、10GE-PONのようにパーストレシーバの作成が難しい高速PONにおいて効果を発揮する。

【0072】

特定の説明用の実施例を参照して本発明を説明したが、特許請求の範囲に規定される本発明の技術的範囲を逸脱しないで、上述の実施例に種々の変更・修整を施しうることは、本発明の属する分野の技術者にとって自明であり、このような変更・修整も本発明の技術的範囲に含まれる。

40

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図1】本発明の一実施例の概略構成ブロック図である。

【図2】ONU22-1の概略構成ブロック図である。

【図3】共用モードと専用モードでの上り光信号のタイミングチャートを示す。

【図4】本実施例の専用モードでの基本的な動作フローチャートである。

【図5】OLT10の動作フローチャートである。

【図6】ONU22-1～22-Nの動作フローチャートである。

【図7】OLT10の別の動作フローチャートである。

50

【図8】図7に対応するONUの動作フローチャートである。

【図9】4台のONU1, 2, 3, 4が接続するPONシステムで、ONU1のみが上りデータを送信し、残るONU2, 3, 4は上りデータを送信しない状況のシーケンス例を示す。

【符号の説明】

【0074】

10：光終端装置（OLT）

10a：アップリンクポート

10b：PONポート

12：上位ネットワーク

14：サーバ

16：光ファイバ

18：光カップラ

20-1～20-N：光ファイバ

22-1～22-N：光終端装置（ONU）

24-1～24-N：コンピュータ

30：LANインターフェース

32：バッファ

34：OLT制御装置

36：多重装置

38：電気/光変換器

40：WDM光カップラ

42：光/電気変換器

44：分離装置

50：WDM光カップラ

52：光/電気変換器

54：分離装置

58：LANインターフェース

60：バッファ

62：多重装置

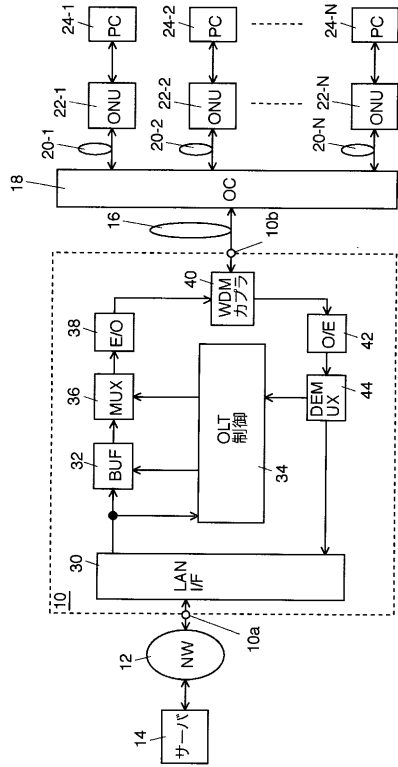
64：電気/光変換器

10

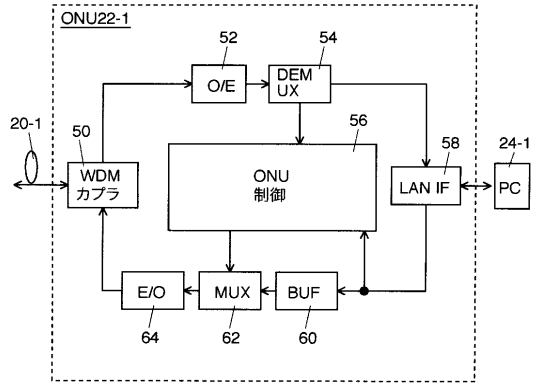
20

30

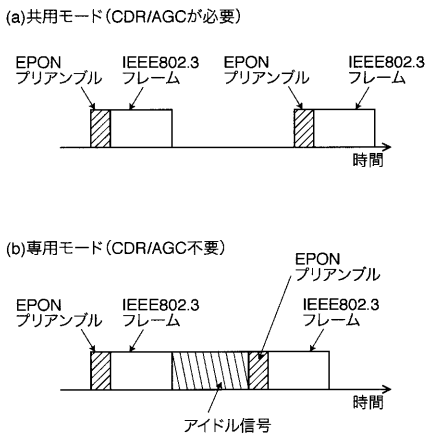
【 図 1 】



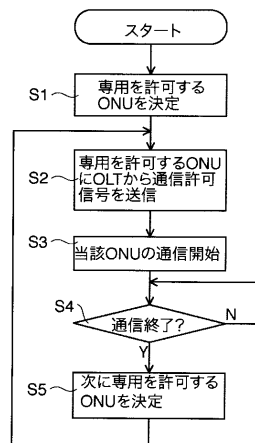
【 図 2 】



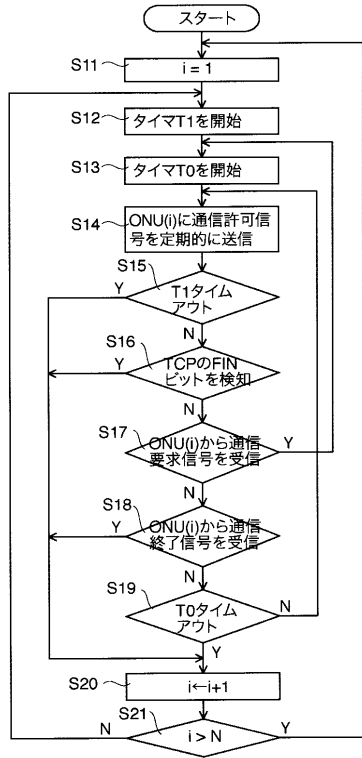
【 図 3 】



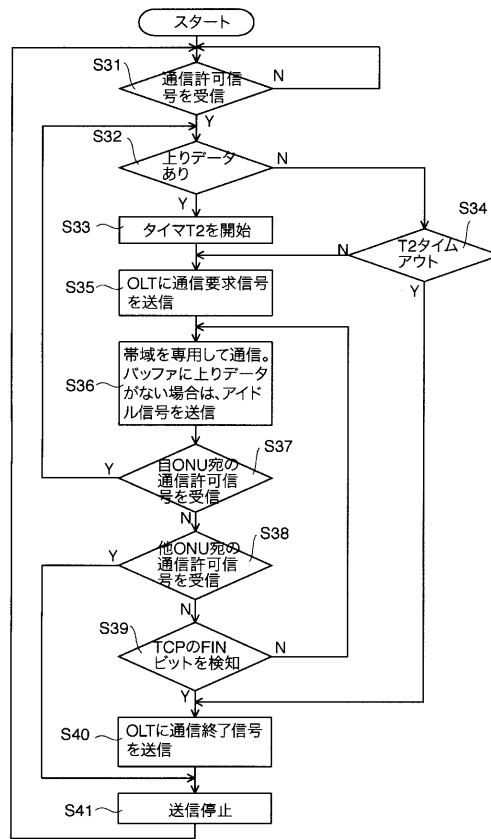
【 図 4 】



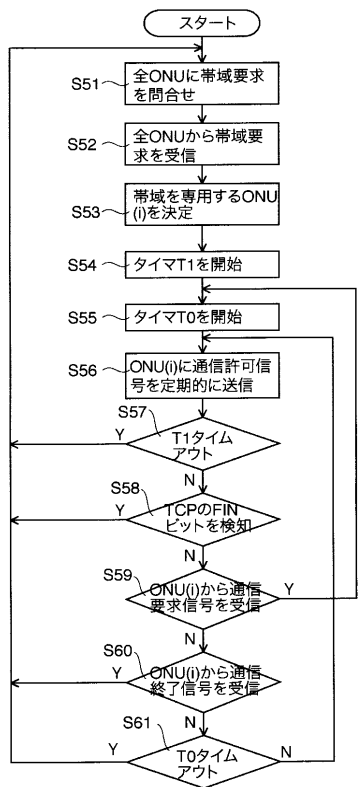
【 図 5 】



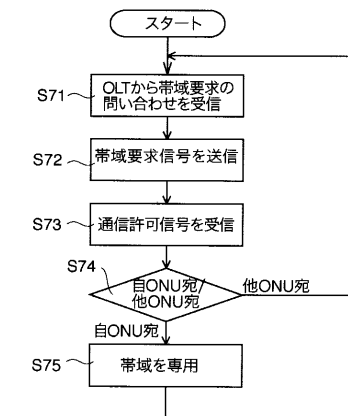
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

