

(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2010-74214

(P2010-74214A)

(43) 公開日 平成22年4月2日(2010.4.2)

(51) Int.Cl.
H04L 12/44 (2006.01)F I
H04L 12/44 200テーマコード (参考)
5K033

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2008-235982 (P2008-235982)
(22) 出願日 平成20年9月16日 (2008.9.16)(71) 出願人 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
(74) 代理人 100107010
弁理士 橋爪 健
(74) 代理人 100134061
弁理士 菊地 公一
(72) 発明者 新部 真央
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
(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
最終頁に続く

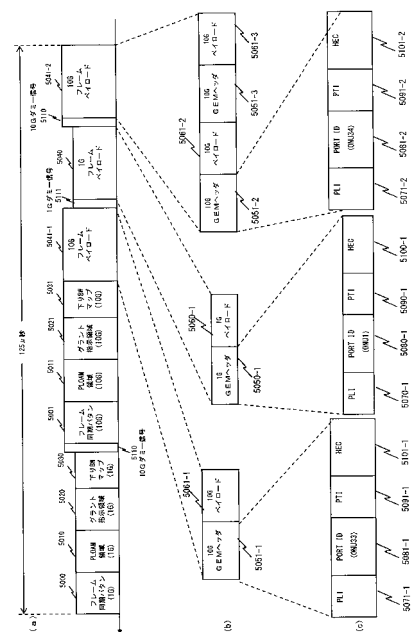
(54) 【発明の名称】 受動光網システム及び光多重終端装置

(57) 【要約】

【課題】親局から複数の子局への通信信号が時分割多重されて伝送される受動光網システムにおいて、伝送速度の異なる複数の子局を混在収容する。

【解決手段】親局(O L T)は伝送速度毎にレンジングを行うことで、伝送速度の異なる複数の子局全てを伝送速度毎に把握し、各子局に応じた適正な伝送速度の信号を含むフレームを作製する。フレームを作成する際、複数の伝送速度の信号が混在した下り信号において、伝送速度が切り替わる場所にダミー信号5110、5111を配置し、各O N Uにおいて伝送速度が変更される時に起こる光レベルの変動に伴う受信信号レベルの変動への追従に引き当てる時間を確保する。その結果、各O N Uは追従にかかる時間の間に発生する受信エラーを回避する。

【選択図】図5 - 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の伝送速度及び第 2 の伝送速度の信号を時分割多重して通信する親局と、
第 1 の伝送速度で前記親局と通信する第 1 の子局と、第 2 の伝送速度で前記親局と通信する第 2 の子局とを含む複数の子局と、
前記親局からの信号がスプリッタを介して各子局に送信されるための光ファイバ網とを備え、
前記複数の子局は、
多重された信号の伝送速度の変化による受信信号のレベルの変化に追従して、受信信号を所定レベルに調整する自動利得調整回路
を有し、
前記親局は、
第 1 の伝送速度のペイロード及び / 又はオーバーヘッド情報と、第 2 の伝送速度のペイロード及び / 又はオーバーヘッド情報と、伝送速度が変化する箇所に挿入されるダミー信号とを時分割多重して前記子局に送信する受動光網システム。

10

【請求項 2】

前記親局は、
多重された信号が第 1 の伝送速度から第 2 の伝送速度へ変化する箇所には、第 2 の伝送速度のダミー信号を用い、
多重された信号が第 2 の伝送速度から第 1 の伝送速度へ変化する箇所には、第 1 の伝送速度のダミー信号を用いる請求項 1 に記載の受動光網システム。

20

【請求項 3】

前記自動利得調整回路は、ダミー信号を受信する期間に、受信信号のレベルの変化に追従する請求項 1 に記載の受動光網システム。

【請求項 4】

前記親局は、
子局識別情報と該子局が通信する伝送速度情報とが対応して予め記憶された伝送速度情報記憶部と、
前記子局へ送信する信号の送信タイミングを決定し、前記伝送速度情報記憶部を参照して、各送信タイミングで送信される各子局への信号の伝送速度情報に基づき伝送速度が変化する箇所を判断し、該箇所にダミー信号を挿入するための送信タイミングを追加する帯域情報作製部と
を有する請求項 1 に記載の受動光網システム。

30

【請求項 5】

前記親局は、
第 1 の伝送速度の第 1 信号を前記光ファイバ網を介して前記複数の子局に送信し、及び、第 2 の伝送速度の第 2 信号を前記光ファイバ網を介して前記複数の子局に送信する信号送信部
を有し、

第 1 信号を受信した前記第 1 の子局から送信される第 1 応答信号を受信すると、該第 1 の子局識別情報に対応して、第 1 の伝送速度を示す伝送速度情報を前記伝送速度情報記憶部に記憶し、

40

第 2 信号を受信した前記第 2 の子局から送信される第 2 応答信号を受信すると、該第 2 の子局識別情報に対応して、第 2 の伝送速度を示す伝送速度情報を前記伝送速度情報記憶部に記憶する請求項 4 に記載の受動光網システム。

【請求項 6】

前記第 1 及び第 2 信号は、前記親局から各子局までの伝送距離が異なることによる信号の遅延量の違いを調整するためのレンジング処理におけるレンジングリクエスト信号であり、

前記第 1 及び第 2 応答信号は、該レンジング処理におけるレンジングレスポンス信号で

50

ある請求項 5 に記載の受動光網システム。

【請求項 7】

前記親局は、

前記子局へ送信するデータを格納するキューと、

前記キューに格納されているデータの宛先を示す前記子局識別情報を取得するキュー情報監視部と、

ダミー信号を生成するダミー信号生成部と、

前記帯域情報作製部での送信タイミングに従い、前記キューに記憶された各子局へのデータと、前記ダミー信号生成部からのダミー信号とを時分割多重したフレームを組み立てて出力するフレーム組み立て部と

10

をさらに有する請求項 4 に記載の受動光網システム。

【請求項 8】

前記帯域情報作製部は、

第 1 の伝送速度の信号が連続して送信されるように送信タイミングを決定し、第 2 の伝送速度の信号が連続して送信されるように送信タイミングを決定し、該第 1 の伝送速度の信号と第 2 の伝送速度の信号の間にダミー信号を挿入する請求項 4 に記載の受動光網システム。

【請求項 9】

前記帯域情報作製部は、

第 1 の伝送速度のペイロードに割り当てる送信タイミングの長さと第 2 の伝送速度のペイロードに割り当てる送信タイミングの長さとの割合が予め設定され、第 1 の伝送速度のデータを該割合に応じた範囲で連続させて送信タイミングを決定し、第 2 の伝送速度のデータを該割合に応じた範囲で連続させて送信タイミングを決定する請求項 8 に記載の受動光網システム。

20

【請求項 10】

前記帯域情報作製部は、

前記伝送速度情報記憶部を参照し、第 1 の伝送速度の子局の数と、第 2 の伝送速度の子局の数に従い、前記割合を決定する請求項 9 に記載の受動光網システム。

【請求項 11】

前記帯域情報作製部は、

前記割合に応じた範囲で第 1 及び第 2 の伝送速度のデータの送信タイミングを決定した後、いずれかの帯域が余っている場合には、該帯域を用いて第 1 又は第 2 の伝送速度のデータを送信する送信タイミングを決定する請求項 9 に記載の受動光網システム。

30

【請求項 12】

前記親局は、決定された送信タイミングの情報と、各送信タイミングで送信されるデータの伝送速度情報とを、前記複数の子局に送信し、

前記子局は、該送信タイミングと伝送速度情報に従い、前記光ファイバ網から入力され、前記自動利得調整回路でレベルが調整された受信信号から、自子局の第 1 又は第 2 の伝送速度に対応するタイミングのデータを取り込む請求項 4 に記載の受動光網システム。

【請求項 13】

前記親局は、決定された送信タイミングの情報と、各送信タイミングで送信されるフレームの宛先を示す子局識別情報とを、前記複数の子局に送信し、

前記複数の子局は、該送信タイミングと子局識別情報に従い、前記光ファイバ網から入力され、前記自動利得調整回路でレベルが調整された受信信号から、子局識別情報が自子局を示すタイミングのデータを取り込む請求項 4 に記載の受動光網システム。

40

【請求項 14】

第 1 の伝送速度及び第 2 の伝送速度の信号を時分割多重して通信する光多重終端装置と、第 1 の伝送速度で前記光多重終端装置と通信する第 1 の光網終端装置と、第 2 の伝送速度で前記光多重終端装置と通信する第 2 の光網終端装置とを含む複数の光網終端装置と、前記光多重終端装置からの信号がスプリッタを介して各光網終端装置に送信されるための

50

光ファイバ網とを備え、前記光網終端装置が、多重された信号の伝送速度の変化による受信信号のレベルの変化に追従して、受信信号を所定レベルに調整する自動利得調整回路を有する光受動網システムにおける前記光多重終端装置であって、

第1の伝送速度のペイロード及び/又はオーバヘッド情報と、第2の伝送速度のペイロード及び/又はオーバヘッド情報と、伝送速度が変化する箇所に挿入されるダミー信号とを時分割多重したフレームを生成するフレーム組み立て部と、

前記フレーム組み立て部で生成されたフレームを光信号に変換して前記光網終端装置に送信する送信部と

を備えた前記光多重終端装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、受動光網システム及び光多重終端装置に係り、特に、複数の加入者接続装置が光伝送回線を共有する受動光網システム及び光多重終端装置に関する。

【背景技術】

【0002】

大容量の画像信号やデータを通信網を介して送受信する為に、通信網の高速・広帯域化が加入者を通信網へ接続するアクセス網でも進められ、国際電気通信連合（以下ITU-Tと称す）の勧告G.984.1-3等で規定された光受動網システム（Passive Optical Network system：以下PONと称する）の導入が図られている。PONは、上位の通信網と接続される光多重終端装置（Optical Line Terminator：以下OLTと称する）と、複数の加入者の端末（PCや電話）を収容する光網終端装置（Optical Network Unit：以下ONUと称する）とを、基幹光ファイバと光スプリッタと複数の支線光ファイバとを有する光受動網で接続したシステムである。具体的には、各ONUに接続された端末（PC他）からの信号を光信号で支線光ファイバから光スプリッタを介して基幹光ファイバで光学（時分割）多重してOLTに送り、OLTが各ONUからの信号を通信処理して上位の通信網に送信する、あるいは、OLTに接続される他のONUに送信するという形態で通信を行うものである。

20

【0003】

30

PONの開発・導入は64kbit/秒のような低速信号を扱うシステムから始まり、固定長のATMセルを最大約600Mbit/秒で送受信するBPON（Broadband PON）、イーサネット（登録商標）の可変長パケットを最大約1Gbit/秒で送受信するイーサネット（登録商標）PON（EPON）や、より高速な2.4Gbit/秒程度の信号を扱うITU-T勧告G.984.1、G.984.2およびG.984.3で標準化されたGPON（Gigabit PON）の導入が進められている。更に、今後は10Gbit/秒から40Gbit/秒の信号を扱うことが可能な高速PONの実現が求められている。これらの高速PONを実現する手段としては、多数の信号を時分割多重するTDM（Time Division Multiplexing）、波長多重するWDM（Wavelength Division Multiplexing）多重、符号多重するCDM（Code Division Multiplexing）多重等の多重化方法が検討されている。尚、現状のPONはTDMを採用しており、例えば、GPONは、上り（ONUからOLT）の信号と下り（OLTからONU）の信号とで異なる波長を用い、OLTと各ONU間の通信は、各ONUに対して信号の通信時間を割り当てる構成である。また、従来の固定長信号を処理する構成から、より多様な種別の信号（音声、画像、データ等）を扱い易いバースト状の可変長信号（バースト信号）も処理する構成になってきている。今後の高速PONも、上述したように様々な多重化方法が検討されているが、TDMを採用する方向での検討が主になりつつある。

40

上記各PONの形態では、様々な場所に点在する加入者宅にONUを設置するためOLTからONUまでの距離が異なる。すなわち、OLTから各ONU迄の基幹光ファイバと

50

支線光ファイバを合わせた光ファイバの長さ（伝送距離）がばらつくため、各ONUとOLT間の伝送遅延がばらつく。各ONUが異なるタイミングで信号を送信しても、基幹光ファイバ上で各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。このため、各PONにおいては、例えばG. 984. 3の10章で規定したような、レンジングと称される技術を用いて、OLTとONUとの間の距離測定を行った後に、各ONUからの信号出力が衝突しないように各ONUの出力信号の遅延を調整するようにしている。

【0004】

更に、OLTは、動的帯域割り当て（Dynamic Bandwidth Assignment：以下DBAと称する）と称される技術を用いて各ONUからの送信要求に基づき該ONUに送信を許可する信号の帯域を決めると、上述したレンジングで測定した遅延量も考慮した上で、各ONUからの光信号が基幹光ファイバ上で衝突・干渉しないように各ONUへ送信タイミングを指定するようにしている。すなわち、PONは、OLTと各ONU間で送受信される信号のタイミングがシステム内で管理された状態で通信の運用がなされるように構成されている。

OLTと各ONU間との信号の送受信においては、例えばG. 984. 2の8. 3. 3章の規定によれば、OLTが基幹光ファイバで多重された各ONUからの信号を識別して処理できるように、各ONUからの信号の先頭に最大12バイトからなる干渉防止用のガードタイム、OLT内受信器の信号識別閾値の決定およびクロック抽出に利用するプリアンブル、受信信号の区切りを識別するデリミタと呼ばれるバーストオーバーヘッドバイトとPONの制御信号（オーバーヘッドあるいはヘッダと称することもある）がデータ（ペイロードと称することもある）に付加される。尚、各データは可変長のバーストデータであるため、各データの先頭には、可変長データを処理するためのGEM（G-PON Encapsulation Method）ヘッダと呼ばれるヘッダも付加される。また、OLTから各ONU宛の信号には、各ONUがOLTからの信号を識別して処理できるように、OLTから各ONUに向けて送信される信号の先頭に、先頭を識別するためのフレーム同期パターン、監視・保守・制御情報を送信するPLOAM領域、各ONUの信号送信タイミングを指示するグラント指示領域と呼ばれるオーバーヘッド（ヘッダと称されることもある）が各ONU宛に時分割多重化されたデータに付加される構成である。尚、多重化される各ONU宛のデータには、ONUからの信号と同様に、可変長データを処理するためのGEMヘッダが付加されている。OLTは、グラント指示領域を用いて各ONUの上り送信許可タイミング（送信開始（Start）と終了（Stop））を各ONUにバイト単位で指定する。この送信許可タイミングをグラントと称している。そして、各ONUが該許可タイミングでOLT宛のデータを送信すると、これらが光ファイバー上で光学（時分割）多重されOLTで受信される。

【0005】

【非特許文献1】ITU-T勧告G. 984. 1

【非特許文献2】ITU-T勧告G. 984. 2

【非特許文献3】ITU-T勧告G. 984. 3

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

PONでは、OLTから複数のONUへの信号が時分割多重されて全ONUへ伝送される。すなわち、各ONUは、ONUに提供される信号の帯域（信号量）が小さくとも、OLTから各ONUへの通信信号の全てを一旦受信し、自ONU宛の通信内容をヘッダ（具体的には、GPONならGEMヘッダのPORT ID、EPONならLLIDと称されるONUの識別子）を用いて識別して、識別された信号だけをONU内部に取り込んで加入者（ユーザ）の装置に転送している。上述したように、PONは、BPONからGPONへの移行のように、低速信号を処理するものから、より高速信号を処理するものへと開発・導入が進んできている。しかし、各PONとも標準化が進み、信号の伝送速度や制御信号のやり取り・プロトコルは古いPONも吸収するように配慮はされているが完全に互

換性を有する形ではなく、P O N 毎に異なった形で決まってきたのが現状である。このため、通信サービス容量の拡大によりO N U が従来技術で対応している伝送速度以上の速度をサポートする必要が生じた時は、B P O N をG P O N に入れ替えるというように、P O N 全体の伝送速度を拡大した新しいP O N を採用（入れ替え）する必要がある。すなわち、O L T およびO L T に接続される全てのO N U を新しく伝送容量を拡大したP O N に合わせて新しい設備に交換する必要がある。

【 0 0 0 7 】

P O N の導入や利用形態を考えると、より高速なサービス容量提供のニーズが増えてはいくものの、瞬時にニーズが全て代わるものではなく、一部ユーザでの利用が始まり徐々に増えていくと考えられ、この間は既存のP O N でも充分という加入者も多数存在する。既存のP O N を新たなP O N に交換することは、上述のように、全てのO L T とO N U の交換を行うことであり、交換のために多くの費用が必要となる。また、上記通信サービス容量の拡大の実体を考えると、あるユーザにとっては未だ必要の無い設備の交換も行うことにもなり、P O N を導入するキャリアやP O N を利用するユーザにとって割高な費用負担をもたらすことにもなりかねない。このため、伝送速度の異なるP O N の設備を相互接続したり、既存のP O N の設備を収容しつつ新しいP O N へと移行できるような、規格や性能が異なる複数のP O N を混在させて運用出来るような構成のP O N とその通信方法が求められる。

ここで高速な信号や低速な信号など、複数の伝送速度のP O N を混在する場合、信号送信時には光信号のビットレートの違いによる光レベルの相違が考えられる。このとき、受信側のO N U は、入力信号のレベル変動に追従するため数百ナノ秒程度の引き込み時間が一般的に必要である。O L T 配下の各O N U は、この入力信号（受信信号）のレベル変動へ追従できなければ、伝送速度切り替え直後から受信信号レベル変動へ追従するまでの一部のデータが受信エラーを起こす場合がある。この課題を解決するためには、伝送速度の切り替えに対応できる高機能な受信機をO N U 側で採用すればよいが、O N U 自体のコストが上昇する課題がある。

【 0 0 0 8 】

本発明は、以上の点に鑑み、伝送速度の異なる複数の仕様（規格）のP O N を混在させて運用出来る構成のO L T と、それぞれ1つの伝送速度を送受信できるO N U とを有する受動光網システム及び光多重終端装置を提供することを目的とする。より具体的には、本発明は、O L T と各O N U との信号の通信を時分割多重で行うP O N において、信号の伝送速度の異なる複数のO N U を混在収容して運用できる構成のO L T とO N U を備えた受動光網システム及び光多重終端装置を提供することを目的のひとつとする。また、本発明は、O L T が複数の伝送速度の異なるフレームを混在して送信し、各伝送速度のフレーム切り替え時にO N U が受信時において光レベルの変動に伴う受信信号レベルの変動に追従できるようなフレーム構成を用いることを目的のひとつとする。本発明は、各O N U がエラー無く自身に対応可能な伝送速度のフレームを送受信することを可能にすることを目的のひとつとする。

本発明は、通信サービス容量拡大の要求が発生しても対応するO L T およびO N U のみ交換することで、通信装置の交換費用を抑制することを目的のひとつとする。また、本発明は、高速な信号と低速な信号が混在した下り信号を受信するO N U において、レベル変動に対して高速応答が可能な高機能な部品を採用する必要が無く、より安価なO N U で混在信号を送受信可能とすることを目的のひとつとする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

P O N のO L T と各O N U 間で送受信される信号は、上述したような距離に応じて送信タイミングを補正する等の立上げ動作を行った後、サービス状態へ移行する。サービス状態（通常運用時）は、ユーザの要求や契約に応じた高速サービスを提供する。

P O N は、上述したレンジングやD B A の技術に基づき信号の送受信タイミングが管理された状態で運用されるものである。したがって、複数の速度のデータが混載していても

、それらの位置（送受信タイミング）を把握して処理できる。すなわち、各ONUが自ONUの受信可能な伝送速度の到達タイミングや、自ONU宛のフレームが到達するタイミングが理解できれば、エラーを回避して通信が可能である。

本発明は、上記PONの特性に着目したもので、上記課題を達成するために、信号の伝送速度の異なる複数のONUを混在収容する場合、OLTは各ONUに合った伝送速度のデータの混在したフレームを作製し、各伝送速度の信号間にONUが追従できるような時間を確保するためのダミー信号を配置する構成と、フレーム内に伝送速度毎の信号の到着タイミングを通知する構成を有する。

【0010】

具体的には、PONが通常運用に移行する前に、伝送速度毎にレンジングを行い、OLTが配下の各ONUの伝送速度を把握する。このとき、通常運用時の下り信号送信時における伝送速度毎のデータ格納量の閾値（又は割合）を決定する。通常運用時にそれぞれの伝送速度に対応した各ONUへフレームを送信する際は、上位網から転送される各ONU宛のデータと前述で判明した各ONUの伝送速度を照らし合わせ、OLT内で各ONUに合った伝送速度へ変換し、高速と低速が混在したフレームを作製する。このとき、上位網から転送されてくるデータの優先度を判断し、例えば、優先度の高いものから閾値を超えない範囲で、各伝送速度のデータを格納するフレーム構成とする。また、各伝送速度の切り替え時、ONUが伝送速度の変更（光レベルの変動）に伴う受信信号レベルの変動に追従できるようにするため、本来のデータとは関係ないダミー信号を追加する。このダミー信号は本来のデータ伝送には関係無いデータなので、なるべく必要最小限の挿入に留める。このとき構成したフレームの高速な部分と低速な部分のタイミング情報は下りBW（Band Width）マップと称し、各伝送速度のオーバーヘッド内に追加して配下の各ONUへ転送される。

【0011】

この構成によって各ONUは、異なる伝送速度が混在したフレームが転送された場合でもダミー信号の効果で各伝送速度に追従でき、下りBWマップの通知に基づいて次フレーム到達時に、対応した伝送速度のフレームが到着するタイミング又は、自ONU宛のタイミング毎にエラー無く受信動作が行える。この構成によって、各ONUはエラーを検出することなく、目的のフレームを受信することができる。また、ヘッダに付与したグラント指示に基づいて、OLTが伝送速度の異なる各ONUからの信号の受信時に、伝送速度毎に受信機を切り替えることによって、異なる伝送速度での通信を行う。

本受動光網システムは、例えば、親局と伝送速度の異なる複数の子局とを光スプリッタを含む光ファイバ網で接続した受動光網システムであって、

前記子局は、第1の伝送速度の第1のデータのみを送受信可能な子局と、該第1の伝送速度より高速な第2の伝送速度の第2のデータのみを送受信可能な子局が親局に接続されている受動光網システムであって、

前記親局は、第1の伝送速度の第1のデータと該第1の伝送速度より高速な第2の伝送速度の第2のデータをそれぞれの子局へ送信する際、

通常運用前に各子局の送受信可能な伝送速度情報を把握することができ、データ送信時における各伝送速度の送信量の閾値を決定する調整回路と、（ONU伝送速度情報記憶・閾値決定部）

各子局宛のデータの照会を行う調整回路と、（優先度別キュー情報監視部）

前記複数の伝送速度のデータの間に、前記子局がエラー無く受信可能にするためのダミー信号を組み込む組み込み回路と、（ダミー信号生成部）

前記各子局宛のデータと前記各子局の伝送速度情報を照会し、送信タイミングを調整する調整回路と、（下りBWマップテーブル作成部又は下りBWマップ生成部）

受信したデータを前述したタイミングを基に、適切な伝送速度に変換する組み立て回路とを備え、（下り1G/10G信号切り替え部）

前記親局は受信したデータの宛先を前記各子局宛のデータと前記各子局の伝送速度情報を照会する調整回路を基に適切な伝送速度に変換し、第1のデータもしくは第2のデータを

10

20

30

40

50

時分割多重し、該フレームを前記指定されたタイミングで前記複数の子局に送信することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

上述の受動光網システムにおいて、前記親局は、前記単一の伝送速度のみを送受信可能な子局の該伝送速度情報を把握でき、該子局へ送信する際に伝送速度毎の帯域の割り当ての割合を決定する調整回路をもち、

前記親局は、複数の子局に対し、複数の伝送速度を混在したデータを送信する際、各子局の伝送速度情報と、親局の上位層から来るデータの宛先を照らし合わせ、前記調整回路にて決定した帯域割り当ての割合を加味して各子局における複数の伝送速度のデータの到達タイミングを求め、該データを、制御に用いるオーバーヘッド内に生成し、該タイミング情報に基づいて、各子局で受信可能な伝送速度へ親局がデータを変換して、時分割多重されたフレームを組み立てることを特徴とする受動光網システム。

上述の受動光網システムにおいて、前記親局は、複数の子局から送信されたデータを受信する際、親局が作製した、各子局からの送信タイミングを参照し、該送信タイミングに基づいて、到達する伝送速度を予測し、切り替える切り替え制御部をもつ。

【 0 0 1 3 】

本発明の第 1 の解決手段によると、

第 1 の伝送速度及び第 2 の伝送速度の信号を時分割多重して通信する親局と、

第 1 の伝送速度で前記親局と通信する第 1 の子局と、第 2 の伝送速度で前記親局と通信する第 2 の子局とを含む複数の子局と、

前記親局からの信号がスプリッタを介して各子局に送信されるための光ファイバ網とを備え、

前記複数の子局は、

多重された信号の伝送速度の変化による受信信号のレベルの変化に追従して、受信信号を所定レベルに調整する自動利得調整回路を有し、

前記親局は、

第 1 の伝送速度のペイロード及び / 又はオーバーヘッド情報と、第 2 の伝送速度のペイロード及び / 又はオーバーヘッド情報と、伝送速度が変化する箇所に挿入されるダミー信号とを時分割多重して前記子局に送信する受動光網システムが提供される。

また、本発明の第 2 の解決手段によると、

第 1 の伝送速度及び第 2 の伝送速度の信号を時分割多重して通信する光多重終端装置と、第 1 の伝送速度で前記光多重終端装置と通信する第 1 の光網終端装置と、第 2 の伝送速度で前記光多重終端装置と通信する第 2 の光網終端装置とを含む複数の光網終端装置と、前記光多重終端装置からの信号がスプリッタを介して各光網終端装置に送信されるための光ファイバ網とを備え、前記光網終端装置が、多重された信号の伝送速度の変化による受信信号のレベルの変化に追従して、受信信号を所定レベルに調整する自動利得調整回路を有する光受動網システムにおける前記光多重終端装置であって、

第 1 の伝送速度のペイロード及び / 又はオーバーヘッド情報と、第 2 の伝送速度のペイロード及び / 又はオーバーヘッド情報と、伝送速度が変化する箇所に挿入されるダミー信号とを時分割多重したフレームを生成するフレーム組み立て部と、

前記フレーム組み立て部で生成されたフレームを光信号に変換して前記光網終端装置に送信する送信部と

を備えた前記光多重終端装置が提供される。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

本発明によると、伝送速度の異なる複数の仕様（規格）の P O N を混在させて運用出来る構成の O L T と、それぞれ 1 つの伝送速度を送受信できる O N U とを有する受動光網システム及び光多重終端装置を提供することができる。より具体的には、本発明によると、O L T と各 O N U との信号の通信を時分割多重で行う P O N において、信号の伝送速度の

異なる複数のONUを混在収容して運用できる構成のOLTとONUを備えた受動光網システム及び光多重終端装置を提供することができる。また、本発明によると、OLTが複数の伝送速度の異なるフレームを混在して送信し、各伝送速度のフレーム切り替え時にONUが受信時において光レベルの変動に伴う受信信号レベルの変動に追従できるようなフレーム構成を用いることができる。本発明によると、各ONUがエラー無く自身が対応可能な伝送速度のフレームを送受信することが可能である。

本発明によると、通信サービス容量拡大の要求が発生しても対応するOLTおよびONUのみ交換することで、通信装置の交換費用を抑制することができる。また、本発明によると、高速な信号と低速な信号が混在した下り信号を受信するONUにおいて、レベル変動に対して高速応答が可能な高機能な部品を採用する必要が無く、より安価なONUで混在信号を送受信可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、図面を参照して、本実施の形態によるPONの構成と動作を、ITU-T勧告G.984で規定されたGPONと、今後導入が予想されている次世代GPONである伝送速度を上昇させた、10GPONとが混在するPONの構成と動作を例に挙げて詳細に説明する。

以下の説明では、GPONと同様な可変長のデータを時分割多重して処理する構成のPONを想定したもので、OLTから各ONUへの下りデータの伝送速度は、GPONが1 Gbit/秒(1.24416 Gbit/秒だが、以下、簡略化して1 Gbit/秒もしくは1 Gと称する)で10GPONが10 Gbit/秒(9.95328 Gbit/秒だが、以下同様に10 Gbit/秒もしくは10 Gと称する)を例にとり説明する。また、ONUからOLTへの上りデータの伝送速度は、GPONが1 Gbit/秒(1.24416 Gbit/秒だが、以下同様に1 Gbit/秒もしくは1 Gと称する)で10GPONが5 Gbit/秒(4.97664 Gbit/秒だが、以下同様に5 Gbit/秒もしくは5 Gと称する)を例にとり説明する。尚、これらの伝送速度等の数値は一例であり、本実施の形態がこの数値に限定されるものではない。

【0016】

(全体構成)

図1は、PONを使用した光アクセス網の構成例を示す網構成図である。

アクセス網1は、PON10を介して上位の通信網である公衆通信網(PSTN)/インターネット20(以下、上位網と称することがある)と加入者の端末(Tel:400、PC:410等)とを接続して通信を行う網である。PON10は、上位網20と接続されるOLT(以下、親局と称することがある)200、加入者の端末(電話(Tel)400、PC410等)を収容する複数のONU(以下、子局と称することがある)300および310とを備える。また、基幹光ファイバ110と光スプリッタ100と複数の支線光ファイバ120を含む光受動網でOLT200と各ONU300、310を接続して上位網20と加入者端末400、410との通信、または、加入者端末400、410同士の通信を行う。

ONU300は、10GPON(下りが10 Gbit/秒)のONUで、ONU310は、GPON(下りが1 Gbit/秒)のONUである。2者のONUが混在する場合でも現状の勧告G.984に従えば、OLT200に対しONU300/310は、最大64台迄接続可能である。図1の例では、4台のONU300または310が図示されており、下りデータ信号10 Gbit/秒の伝送速度でデータが受信できる10 GのONU#33、34(300-1、3)と、下りデータ信号1 Gbit/秒の伝送速度でデータが受信できる1 GのONU#1、n(310-2、n)が混在してOLT200に接続されている。

詳細は後述するが、OLT200からONU300/310の方向に伝送される下り信号130は、伝送速度毎のオーバーヘッド、フレームペイロードが格納されており、各伝送速度が切り替わる箇所には、ダミー信号が挿入されている。各ONU300/310宛の

10

20

30

40

50

信号は時分割多重されて同報される。各 ONU 300 / 310 は、受信した信号を自身の伝送速度であるかを判断するか、又は、自宛の信号であるか否かを判定し、信号の宛先に基づいて、電話 400 や PC 410 に送る。また、ONU 300 / 310 から OLT 200 の上り方向では、ONU 300 - 1 から伝送される上り信号 150 - 1、ONU 310 - 2 から伝送される上り信号 150 - 2、ONU 300 - 3 から伝送される上り信号 150 - 3、ONU 310 - n から伝送される信号 150 - n が、光スプリッタ 100 を介して光学的に時分割多重された光多重化信号 140 となり、OLT 200 へ伝送される。尚、各 ONU 300 / 310 と OLT 200 の間のファイバ長が異なるため、信号 140 は振幅が異なる信号が多重化される形態をとる。

尚、例えば、下り信号 130 は波長帯 1.5 μ m の光信号、上り信号 140 / 150 は波長帯 1.3 μ m の光信号が用いられ、両方の光信号が同じ光ファイバ 110、120 を波長多重 (WDM) されて送受信されることができる。

【0017】

(信号構成)

図 5 - 1、図 5 - 2 は、それぞれ OLT から ONU への光信号の信号構成図である。

10G PON の光信号の構成は現状未規定であるが、GPON と 10G PON のどちらも可変長のデータを扱うものなので、現在勧告で規定された GPON と同様な信号構成による時分割多重で各速度の信号を処理するのが現実 (実用) 的と考えられる。従って、以下の実施の形態では、GPON で規定された信号構成をベースに PON の動作説明を行う。もちろん、これらの信号構成や PON の動作は、一例であり、本実施の形態がこの構成や動作に限定されるものではない。また、図 5 - 1 と図 5 - 2 の構成の違いは、後述する下り信号 130 作製の過程で利用される下り BW マップの違いによる。

OLT 200 から各 ONU 300 / 310 への信号は下り信号 130 と呼ばれ、図 5 - 1 (a)、図 5 - 2 (a) で示したように、例えば 125 μ 秒のフレームに、オーバーヘッドとペイロードとを含む。オーバーヘッドは、各伝送速度について、各 ONU 300 / 310 が信号の先頭を見つけるためのフレーム同期パタン 5000 / 5001、各 ONU 300 / 310 に対する監視・保守・制御に関する情報を送信する PLOAM 領域 5010 / 5011、各 ONU 300 / 310 から OLT 200 への上り信号送信タイミングを指定するグラント指示領域 5020 / 5021、該フレームの伝送速度毎のフレームペイロード 5040 / 5041 のタイミング情報及び各 ONU 300 / 310 が次に受信する 125 μ 秒のフレームにおける伝送速度毎のオーバーヘッドのタイミング情報及び各 ONU 300 / 310 が伝送速度の変更 (光レベルの変動) に伴う受信信号レベルの変動への追従を可能にするために設けられたダミー信号 5110 / 5111 のタイミング情報を示した下り BW マップ 5030 / 5031 を含む。ペイロードは、各 ONU 300 / 310 へのデータを時分割多重した 1G フレームペイロード 5040、10G フレームペイロード 5041 が格納されており、さらに、各伝送速度のオーバーヘッドの間や各伝送速度のフレームペイロード間に前述したダミー信号 5110 / 5111 が挿入された構成となっている。この下り信号 130 は、各 ONU 300 / 310 に同報される。各 ONU 300 / 310 は、オーバーヘッドの下り BW マップから得ている情報から、自 ONU に対応する伝送速度の受信信号の到達するタイミングや、受信信号が自 ONU 宛の信号であるか否かを判定して、図 15 や図 16 に示す ONU の構成例で説明する各種動作を行い、受信したデータを宛先端末 400、410 へ送信する。

【0018】

図 5 - 1 (b)、図 5 - 2 (b) は、各伝送速度のフレームペイロード 5040 / 5041 の詳細構成を示した構成図である。各 ONU 300 / 310 宛のデータ (10G ペイロード 5061 や 1G ペイロード 5060) は、ONU 毎のデータ識別子等各 ONU でのデータ受信に用いられる GEM ヘッダ (10G GEM ヘッダ 5051 や 1G GEM ヘッダ 5050) が付加された形でそれぞれのフレームペイロード 5040 / 5041 内部に時分割多重される。図 5 - 1 (c)、図 5 - 2 (c) は GEM ヘッダ 5050 / 5051 の構成を示した構成図である。各バイトの詳細は勧告 G. 984 に規定されたものであ

10

20

30

40

50

り、説明を省略する。

図 6 は、ONU から OLT への光信号の構成例を示す信号構成図である。

各 ONU 300 / 310 から OLT 200 への信号は上り信号 150 と呼ばれ、図 6 (a) で示したように、パーストデータ 6120 / 6121 と、パーストオーバーヘッド 6100 / 6101 とを有する。パーストデータ 6120 / 6121 は、各 ONU 300 / 310 の監視・保守・制御に関する情報を送信する PLOAM 領域 6020 / 6021、各 ONU 300 / 310 が送信を待っているデータの量を OLT 200 に通知するキュー長領域 6030 / 6031 を含む制御信号 6110 / 6111 と、該 ONU の端末 400、410 からのデータを入れた可変長のフレームペイロード 6040 / 6041 とを有する。パーストオーバーヘッド 6100 / 6101 は、OLT 200 が各 ONU 300 / 310 からのパーストデータ 6120 / 6121 を認識して処理するためのプリアンブル領域 6000 / 6001 と、デリミタ領域 6010 / 6011 とを有する。尚、プリアンブル領域 6000 / 6001 の前に示したガードタイム 6200 は、各 ONU からの送信信号を分離するための無信号（光信号 OFF 状態）領域であり、勧告 G. 984 では、このガードタイム 6200 とパーストオーバーヘッド 6100 / 6101 の合計が最大 12 バイトと規定されている。図 1 で示したように、各 ONU 300 / 310 からの上りは、光スプリッタ 100 を通った後に基幹光ファイバ 110 上で時分割多重され、多重光信号 140 となり、OLT 200 に伝送される。

10

【0019】

図 6 (b) は、フレームペイロード 6040 / 6041 の詳細構成を示した構成図である。各 ONU 300 / 310 からのデータ（1G ペイロード 6311 や 5G ペイロード 6310）は、下り信号 130 と同様に ONU 毎のデータ識別子等 OLT 200 でのデータ受信に用いられる GEM ヘッダ 6300 / 6301 が付加された形でフレームペイロード 6040 / 6041 内部に時分割多重される。同図 (c) は GEM ヘッダ 6300 / 6301 の構成を示した構成図である。各バイトの詳細は勧告 G. 984 に規定されたものであり、説明を省略する。

20

尚、本実施の形態においては、各 ONU 300 / 310 からの上り信号 150 の送信タイミングは、ITU-T 勧告 G. 984 で規定された GPON と同様に決定されることができる。具体的には前述した、PON システムの立上げ時にレンジングと称されるシステム運用に必要な制御パラメータを確定させ、OLT 200 や各 ONU 300 / 310 に設定された後、OLT 200 が各 ONU 300 / 310 から受信したキュー長レポートと契約に基づく許容トラヒックに基づき各 ONU へ送信を許可するデータ量（帯域）を決定する。各 ONU 300 / 310 へ該決定帯域に対応した送信許可タイミング（グラント指示）をグラント指示領域 5020 / 5021 で通知する。各 ONU 300 / 310 は、該タイミングで上り信号 150 を OLT 200 に向け送信する。

30

【0020】

(OLT)

図 7 は、OLT 200 の構成例を示すブロック図である。

OLT 200 は、例えば、網 IF 7001 と、パケットバッファ部 7010 と、GEM ヘッダ生成部 7180 と、オーバーヘッド生成部 7170 と、ダミー信号生成部 7250 と、下り PON フレーム組み立て部 7020 と、下り 1G / 10G 信号切り替え部 7030 と、E/O 7060 と、WDM フィルタ 7070 と、O/E 7080 と、セクタ 7090 と、1G ATC 7100 と、10G ATC 7110 と、上り PON フレーム分解部 7120 と、通信処理部 7130 と、パケットバッファ部 7140 と、網 I/F 7150 と、レンジング信号終端部 7210 と、上り 1G / 10G 切り替え制御部 7205 とを備える。また、下り BW マップ生成部 7160 は、後述するように、優先度別キュー情報監視部と、下り BW マップテーブル作製部と、ONU 伝送速度情報記憶部又は ONU 伝送速度情報記憶・閾値決定部を有する。

40

【0021】

OLT 200 は、各 ONU 300 / 310 へ送信する伝送速度 10 Gbit / 秒のデータ

50

を上位網 20 から網 I F 7 0 0 1 で受信する。網 I F 7 0 0 1 は、上位網とのインタフェースである。受信データはパケットバッファ部 7 0 1 0 に到達し、その中の優先度別キューバッファ（後述する図 8 - 1、図 8 - 2 の 7 0 1 0 - 1 ~ 7 0 1 0 - n）に一旦蓄積される。下り P O N フレームの組み立ては、下り B W マップ生成部 7 1 6 0 が生成する下り B W マップ（詳細は後述する）に基づき、優先度別キューバッファ（後述する図 8 - 1、図 8 - 2 の 7 0 1 0 - 1 ~ 7 0 1 0 - n）、G E M ヘッダ生成部 7 1 8 0、オーバヘッド生成部 7 1 7 0、ダミー信号生成部 7 2 5 0、下り P O N フレーム組み立て部 7 0 2 0 が動作して行われる（詳細は後述する）。その後、下り B W マップに基づき作製された下り P O N フレーム内の信号について、下り 1 G / 1 0 G 信号切り替え部 7 0 3 0 が必要な部分を 1 G 信号へ変換させ、下り信号 1 3 0 を生成する。生成された下り信号 1 3 0 は電気信号を光信号に変換する E / O 7 0 6 0 や W D M フィルタ 7 0 7 0 を経由し、各 O N U 3 0 0 / 3 1 0 へ送信される。

【 0 0 2 2 】

また、図 1 で示した上り信号 1 4 0 を受信する際は、まず W D M フィルタ 7 0 7 0、O / E 7 0 8 0、セクタ 7 0 9 0 を通過する。このとき、この上り信号 1 4 0 に対応したグラント指示（図 10）を参照し、伝送速度に応じて 1 G A T C 7 1 0 0、1 0 G A T C 7 1 1 0 のいずれかを經由して上り P O N フレーム分解部 7 1 2 0 へ到達する。各 A T C には、自系伝送速度のデータの到達時にリセット信号が挿入される。このリセット信号は、各 O N U 3 0 0 / 3 1 0 からの上り信号（図 1 : 1 5 0）が時分割多重されて O L T 2 0 0 で受信されるが、この光信号のレベルがばらつくため、各上り信号 1 5 0 のそれぞれを受信する毎に一旦 O L T 2 0 0 の受信回路 7 1 0 0、7 1 1 0 で信号受信レベルをリセットして、高速かつ正確な上り信号受信を実施させる効果も持つ。その後、上り P O N フレーム分解部 7 1 2 0 が上り P O N フレームを分解し、通信処理部 7 1 3 0 へペイロード情報を転送する。通信処理部 7 1 3 0 は、転送されたペイロード情報をイーサパケットへ処理し、パケットバッファ部 7 1 4 0 へ転送し、網 I F 7 1 5 0 を通じて上位網へ通信させる。

また、キュー長レポートを得た O L T 2 0 0 は、新たなグラント指示を作製する。具体的には、上り P O N フレーム分解部 7 1 2 0 が上り P O N フレームから分解したキュー長レポートをグラント指示生成部 7 1 9 0 へ送る。キュー長レポートには、各 O N U 3 0 0 / 3 1 0 からの次回送信時の送信希望の情報量などが掲載されている。この情報に基づき、グラント指示生成部 7 1 9 0 は、グラント指示を生成する。具体的な生成法は、G . 9 8 4 に規定されているので説明を省略する。このとき、例えば下り B W マップ生成部 7 1 6 0 の O N U 伝送速度情報記憶部又は O N U 伝送速度情報記憶・閾値決定部がグラント指示生成部 7 1 9 0 へ O N U 毎の伝送速度情報（図 4（c））を通知している。本実施の形態で規定するグラント指示は、従来のグラント指示にこの O N U 毎の伝送速度情報を加えたものである（図 10）。このグラント指示を受け取った上り 1 G / 1 0 G 切り替え制御部 7 2 0 5 が、受信するタイミングによって、O / E 7 0 8 0、セクタ 7 0 9 0、1 G A T C 7 1 0 0、1 0 G A T C 7 1 1 0 を切り替えることで、O L T 2 0 0 はエラーを起こすことなく、各 O N U 3 0 0 / 3 1 0 からのデータを受信できる。

【 0 0 2 3 】

（ O N U ）

図 15 は、1 0 G 用 O N U 3 0 0 の構成例を示すブロック図である。図 16 は 1 G 用 O N U 3 1 0 の構成例を示すブロック図である。

1 G 用 O N U 3 1 0 の各ブロックの機能は、1 0 G 用 O N U 3 0 0 と伝送速度の違いに対応させれば、機能は同一のもとなるので、以下 1 0 G 用 O N U 3 0 0 について説明し、1 G 用 O N U 3 1 0 の詳細な説明は省略する。

1 0 G O N U 3 0 0 は、例えば、W D M フィルタ 1 5 0 0 0 と、O / E 1 5 0 1 0 と、1 0 G A G C 1 5 0 2 0 と、下り P O N フレーム分離部 1 5 0 4 0 と、下り B W マップ終端部 1 5 0 5 0 と、1 G / 1 0 G 信号タイミング制御部 1 5 0 6 0 と、フレーム振分

10

20

30

40

50

0と、グラント終端部15070と、レンジングリクエスト終端部15180と、GEMヘッダ生成部15130と、オーバヘッド生成部15140と、キュー長監視部15150と、送信制御部15120と、上りPONフレーム生成部15160と、E/O15170を備える。オーバヘッド生成部15140は、レンジングレスポンス生成部15190を有する。パケットバッファ部15090、15110、ユーザIF15100は、適宜の数を有することができる。

【0024】

まず、下り信号の受信について説明する。支線光ファイバ120から受信した下り信号130は、WDMフィルタ15000を介して光信号を電気信号に変換するO/E15010で電気信号に変換される。O/E15010の後段には、受信信号を一定のレベルへ調整する機能を有するAGC(Automatic Gain Control)と呼ばれる自動利得調整回路が存在する(10G AGC15020)。本実施の形態では、下り信号130が1G信号と10G信号が混在されているので、本来ならばこのAGCが高機能なものでなければ1G信号と10G信号の受信信号レベルの切り替わりに即座に対応できず、一部読み取り不可の部分が発生する場合がある。しかし、本実施の形態では下り信号130へダミー信号5110/5111を挿入していることで、追従するまでの時間の間はダミー信号が流され、本来のデータの受信にはエラーが起こらない。10G AGC15020から転送された下りPONフレームは、下りPONフレーム分離部15040にて、下りPONフレームの分離が行われる。

下りPONフレーム分離部15040は、受信した下りPONフレームに多重化されたオーバヘッドやペイロードを分離するもので、詳細な動作は省略するが、フレーム同期ボタン5001で下り信号130の先頭を見つけると、PLOAM領域5011に入っていたPON制御メッセージに基づき、ONUの動作に必要な設定を行ったり、自ONUの監視結果やOLT200に要求する制御内容等を含む制御メッセージを作製して上り信号150のPLOAM領域6020に入れてOLT200に送信する。尚、下りPONフレーム分離部15040にて分解されたオーバヘッド内の下りBWマップを下りBWマップ終端部15050が確認した後、下りBWマップ終端部15050はその情報を1G/10G信号タイミング制御部15060へ通知する。1G/10G信号タイミング制御部15060が次回到達時のフレームのオーバヘッドに対し、そのタイミング情報を下りPONフレーム分離部15040へ通知することで、下りPONフレーム分離部15040は1G信号と10G信号の判断を行いながら、10G信号のオーバヘッドを読み取り、処理できる。また、グラント終端部15070は、グラント指示領域5021に入っていたグラント指示から自ONU宛のグラント指示を抽出し、自ONUの上り信号の送信タイミングに応じて、パケットバッファ部15110の情報を抽出する。抽出された情報により上り信号150を生成し、OLT200に送信する。

【0025】

更に、下りPONフレーム分離部15040は、10Gフレームペイロード5041に多重化された10G GEMヘッダ5051の内容を確認する。ここで、10G GEMヘッダ5051が自ONU宛のものであれば、該GEMヘッダに続く10Gペイロード5061のデータをフレーム振分部15080に送信し、他のGEMヘッダやペイロードのデータは廃棄する。この際、先ほど取り込んだオーバヘッド内の下りBWマップには該下りPONフレームのフレームペイロード内の自身が対応可能な伝送速度の情報の状況や自ONU宛の信号の状況が含まれている。下りPONフレーム分離部15040は、1G/10G信号タイミング制御部15060からそのタイミング情報を取得することで、1G信号であるため無視して構わない領域(O/E15010や10G AGC15020や下りPONフレーム分離部15040は10G信号用なので、1G信号には正確に動作できず、本来ならば1G信号をエラー信号として扱ってしまう)や10G信号成分を判別できる。また、自ONU宛のGEMヘッダ5051や10Gペイロード5061を判別することができる。また、自ONU宛のデータを取得することができる。

フレーム振分部15080は、受信したデータを宛先の端末400/410毎にパケッ

10

20

30

40

50

トバッファ部 15090 に一旦蓄積後、端末とのインタフェースであるユーザ I F 15100 を介して各端末 400 / 410 に送信する。

【0026】

次に、上り信号の送信について説明する。以下、図 15、図 16 の符号をあわせて示す。

各端末 400 / 410 が送信するデータは、ユーザ I F 15100 / 16100 を介してパケットバッファ 15110 / 16110 に一旦蓄積される。グラント終端部 15070 / 16070 が受け取ったグラント指示領域 5020 / 5021 のタイミング情報に基づき、上り P O N フレーム生成部 15160 / 16160 で以下のように上り信号 150 に組み立てられる。上り信号 150 は、E / O 15170 / 16170 で電気信号から光信号に変換された後、W D M フィルタ 15000 / 16000 を介して支線ファイバ 120 経由で O L T 200 に送信される。

【0027】

(1) O L T 200 によりグラント指示で決定された帯域 (送信を許可するデータ量) だけデータを各パケットバッファ部 15110 / 16110 から読み出して 5 G ペイロード (図 6 : 6310) 又は、1 G ペイロード (図 6 : 6311) を生成する。

(2) G E M ヘッダ生成部 15130 / 16130 が生成した G E M ヘッダ (図 6 : 6300 / 6301) を 5 G ペイロード 6310 や 1 G ペイロード 6311 の前に付けてフレームペイロード (図 6 : 6040 / 6041) を作製する。G E M ヘッダ 6300 / 6301 は図 6 (c) に示した構成で、各バイトの詳細は勧告 G . 984 に規定されたもので説明を省略する。

(3) 送信制御部 15120 / 16120 は、自 O N U 300 / 310 の監視結果や O L T 200 に要求する制御内容等を含む制御メッセージを上り信号 150 の P L O A M 領域 6020 / 6021 に入れる。また、キュー長監視部 15150 / 16150 は、各パケットバッファ部 15110 / 16110 に蓄積された O L T 200 への送信を待っているデータの量を監視し、このデータ量をキュー長レポートとして P L O A M 領域 6020 / 6021 とフレームペイロード 6040 / 6041 の間に規定されたキュー長領域 6030 / 6031 に入れる。

(4) P L O A M 領域 6020 / 6021 とキュー長領域 6030 / 6031 を含む制御信号 6110 / 6111 がフレームペイロード 6040 / 6041 の前に付加されたバーストデータ 6120 / 6121 には、オーバヘッド生成部 15140 / 16140 が生成したプリアンブル領域 6000 / 6001 とデリミタ領域 6010 / 6011 を含むバーストオーバヘッド 6100 / 6101 が更に前に付加され、上り信号 150 が組み立てられる。この上り信号 150 は、O L T 200 から指定されたグラント指示に基づき、ガードタイム 6200 も付加して指定されたタイミングで送信される。

【0028】

(立ち上がり時の動作)

図 2 - 1、図 2 - 2 は、立ち上がり時の O L T の動作を示したフロー図である。図 3 - 1 は、1 G O N U 310 の立ち上がり時の動作を示すフロー図である。図 3 - 2 は、10 G O N U 300 の立ち上がり時の動作を示すフロー図である。ただし、図 2 - 1 と図 2 - 2 のフローの違いは、後述する閾値決定に関するステップ (図 2 - 2 : 2110) の有無が異なるものである。

O L T 200 と O N U 300 / 310 は立ち上がり時に、レンジングと呼ばれる距離補正を行う。まず O L T 200 側では、レンジングリクエスト生成部 7230 がレンジングリクエスト信号を各 O N U 300 / 310 に対し送信する。なお、1 G と 10 G のレンジング処理のいずれを先にやってもよい。このとき、O L T 200 の配下には、伝送速度の異なる O N U 300 / 310 が配置されているので、まず O L T 200 は伝送速度の遅い 1 G O N U 310 に対して、1 G 信号でレンジングリクエスト信号 (図 2 - 1、図 2 - 2 とともに 2010) を送信する。10 G O N U 300 は、1 G 信号でレンジングリクエスト信号を受け取った際、エラーとして認識するため、レンジングレスポンス信号を返さな

い。このとき、詳細は後述するが、OLT 200内ではオーバヘッド生成部 7170 や下りPONフレーム組み立て部 7020 は10G信号で信号を組み立てているので、レンジングリクエスト生成部 7230 は1G信号のレンジングを行う間、下り1G/10G信号切り替え部 7030 に対して1G信号へ速度変換するように指示を出す。

【0029】

1G信号のレンジングリクエスト信号を受信した1G ONU 310 (図3-1:3020)では、レンジングリクエスト終端部 16180 がレンジングリクエスト信号を受け取り、レンジングレスポンス生成部 16190 がレンジングレスポンス信号を生成し、レンジングレスポンス信号を返す(図3-1:3030)。10G ONU 300 は、1G信号を受信した際エラー信号として認識するので、レンジングレスポンス信号を送信しない。OLT 200 は、レンジング信号終端部 7210 でレンジングレスポンス信号を受信し、受け取ったレンジングレスポンス信号を基にして距離測定の実施やONU IDの確定を行う。OLT 200 がレンジングレスポンス信号を受け取る際、受け取る伝送速度は1G信号なので、レンジングリクエスト生成部 7230 が上り1G/10G切り替え制御部 7205 に対して1G信号で受信するよう指令を出している。また、OLT 200 内のONU ID生成部 7240 がONU伝送速度情報記憶部 8010 もしくはONU伝送速度情報記憶・閾値決定部 8030 へ割り当てたONU IDを通知する。また、レンジングリクエスト生成部 7230 も、下りBWマップ生成部 7160 内のONU伝送速度情報記憶部 8010 もしくはONU伝送速度情報記憶・閾値決定部 8030 へ現在のレンジングリクエスト信号の伝送速度を通知している。ONU伝送速度情報記憶部 8010 もしくはONU伝送速度情報記憶・閾値決定部 8030 は前述の情報を基にして、図4(a)のようなONU IDと伝送速度を対応させて記憶する。その後、1G ONU 310 は距離測定結果やONU IDを受け取り、port IDの設定を行い通常運用へ移行する(図2-1、図2-2ともに2020~2050。図3-1:3040、3050)。なお、距離測定の仕方やONU IDやport IDの割り当ての詳細内容は、G.984に記載されているので、説明を省略する。

【0030】

次にOLT 200 は、10G信号のレンジングリクエスト信号を配下の各ONU 300/310へ送信する(図2-1、図2-2ともに2060)。このとき、1G ONU 310 は10G信号のレンジングリクエスト信号を受け取った際、エラーとして認識するため、レンジングレスポンス信号を返さない。10G ONU 300 は、レンジングリクエスト信号を受信し、1G ONU 310と同様に、OLT 200へレンジングレスポンス信号を送信し、OLT 200との間で距離測定の実施、ONU IDやport IDの設定を行いながら通常運用へ移行する(この流れが図2-1、図2-2ともに2070~2100。図3-2:3070~3100)。このときOLT 200 は10G信号で送受信を行っているので、レンジングリクエスト生成部 7230 が10G信号でレンジングを行う間は、下り1G/10G信号切り替え部 7030 や上り1G/10G切り替え制御部 7205 に対して10Gで動作させるように指示を出している。また、OLT 200 は1G ONU 310の時と同様に10G ONU 300に対し、距離測定の実施、ONU IDやport IDの設定などを行いつつ、ONU伝送速度情報記憶部 8010 もしくはONU伝送速度情報記憶・閾値決定部 8030 が図4(b)のようなONU IDと伝送速度を対応して記憶する。その後、先に記憶した図4(a)との情報を組み合わせ、最終的にONU伝送速度情報記憶部 8010 もしくはONU伝送速度情報記憶・閾値決定部 8030 が図4(c)のように、配下全てのONU IDと伝送速度の対応表を完成させる。OLT 200 は配下全てのONU 300/310に対し、距離測定の実施、ONU IDやport IDの設定や全ONU 300/310の伝送速度の状態を把握しながら立ち上がり処理を行い、通常運用へ移行する(図2-1、図2-2ともに2120)。このとき、ONU伝送速度情報記憶部 8010 またはONU伝送速度情報記憶・閾値決定部 8030 は図4(c)のONU IDと伝送速度との対応表を下りBWマップテーブル作製部(図8-1の8020-1、図8-2の8020-2)へ通知する。通知されたON

10

20

30

40

50

U I Dと伝送速度との対応表は、通常運用時に図 8、図 9、図 11などで後述する下り B Wマップ生成に利用される。

【 0 0 3 1 】

また、図 4 (c) の O N U I Dと伝送速度との対応表は、ダミー信号を極力減らした下り信号 1 3 0 の構成を作製する場合、伝送速度毎の閾値決定のために利用されることもある。具体的には、図 4 (c) の対応表が完成すると、O L T 2 0 0 内の O N U 伝送速度情報記憶・閾値決定部 8 0 3 0 は、下り信号 1 3 0 作製時におけるフレームペイロードの伝送速度毎に、確保する帯域 (又は送信タイミングの長さ) の閾値・割合を決定する (図 2 - 2 : 2 1 1 0) 。図 4 (c) を例とすると、1 G O N U 3 1 0 は配下に 1 6 台、1 0 G O N U 3 0 0 は 4 8 台存在する。このとき、例では 1 0 G O N U 3 0 0 の方が配下に多く収容されているとわかるので、通常運用時の下り信号 1 3 0 作製時には配下の O N U の比率通りに、フレームペイロード全体の 7 5 % を 1 0 G 信号、残りの 2 5 % を 1 G 信号の割り当ての閾値と決定することができる。尚、フレームペイロード全体の 7 5 % や 2 5 % に相当する帯域の値、送信タイミングの長さ等の閾値を求めてもよい。前述の割り当ては一例であり、本実施の形態がこの割り当て方に固執するものではなく、適宜割り当てることができる。また、1 0 G 信号と 1 G 信号を割り当てる閾値を決定する場合は、優先すべき伝送速度のフレームや顧客との契約などで割り当ての閾値を変更させてもよい。O N U 伝送速度情報記憶・閾値決定部 8 0 3 0 は前述の 1 0 G 信号と 1 G 信号を割り当てる閾値を決定すると、その閾値を下り B Wマップテーブル作製部 (図 8 - 2 : 8 0 2 0 - 2) へ通知する。通知された情報は、通常運用時に図 8 - 2、図 9 - 2、図 11などで後述する下り B Wマップ生成に利用される。なお、ステップ 2 1 1 0 は省略してもよい。

【 0 0 3 2 】

(下り B Wマップの生成法 1)

図 8 - 1 は、O L T 2 0 0 に備えられた下り B Wマップ生成部 7 1 6 0 の構成例を示すブロック図 (1) である。また、図 9 - 1 に下り B Wマップ生成のフロー図 (1) を示す。

まず、図 8 - 1 に示す下り B Wマップ生成部 7 1 6 0 (ここでは 7 1 6 0 - 1 とする) の構成及び図 9 - 1 に示した下り B Wマップ生成のフローに従うことによって作製される下り B Wマップ生成の過程を示す。ここで生成される下り B Wマップに基づいて、図 5 - 1 に示した下り信号 1 3 0 が作製される。図 8 - 1 の下り B Wマップ生成部 7 1 6 0 - 1 はパケットバッファ部 7 0 1 0 の各優先度別キューバッファ 7 0 1 0 - 1 ~ 7 0 1 0 - n から優先度別キュー情報を得る優先度別キュー情報監視部 8 0 0 0 と、レンジング時の結果から O N U 毎の伝送速度情報を記憶している O N U 伝送速度情報記憶部 8 0 1 0 と、図 9 - 1 のフローに従って下り B Wマップを作製する下り B Wマップテーブル作製部 8 0 2 0 - 1 とを有する。

優先度別キュー情報監視部 8 0 0 0 が各優先度別キューバッファ 7 0 1 0 - 1 ~ 7 0 1 0 - n からキュー情報を取り込む。このキュー情報の中には、下り信号 1 3 0 で送信される各 O N U 宛の宛先や送信量などの情報が含まれている。O N U 伝送速度情報記憶部 8 0 1 0 は、下り B Wマップテーブル作製部 8 0 2 0 - 1 へ事前に各 O N U の適用伝送速度 (図 4 (c)) を通知している。各 O N U の適用伝送速度を得ている下り B Wマップテーブル作製部 8 0 2 0 - 1 は各情報のデータ量や優先度や宛先を照らし合わせ、下り B Wマップを生成する。

例を挙げると、優先度別キューバッファには優先度が優先度 1 から優先度 4 まで設定されており、優先度 1 には O N U 番号 3 3、優先度 2 には O N U 番号 1、優先度 3 には O N U 番号 3 4、優先度 4 には O N U 番号 3 5 の情報が、それぞれ格納されているとする。優先度別キュー情報監視部 8 0 0 0 は、この格納された各宛先と情報量を取り込み、下り B Wマップテーブル作製部 8 0 2 0 - 1 へ通知する (図 9 - 1 : 9 0 1 0) 。下り B Wマップテーブル作製部 8 0 2 0 - 1 は、事前に O N U 伝送速度情報記憶部 8 0 1 0 が作製した各 O N U の伝送速度情報 (図 4 (c)) を参照し、送信する情報の優先度と、宛先の O N U 番号 (又は I D) と各宛先に対する伝送速度 (図中 S i g n a l) と確保する帯域 (デ

ータ量)の対応表を作製する(図9-1:9020、図11-1)。下りBWマップテーブル作製部8020-1は図11-1の対応表を作製した後、信号の伝送速度が変わる箇所(例えば、10G信号から1G信号へ変わる箇所や、1G信号から10G信号へ変わる箇所)へ挿入するダミー信号5110/5111の情報や、今回作製しているフレームの次に送信するフレームのオーバーヘッド部のタイミング情報を追加する(図9-1:9070、図11-2)。また、帯域に応じて送信タイミング情報(Start、End)を割当てて。この図11-2の一覧が下りBWマップとなる。図11-2の例では、例えば、優先度順にペイロードを並べている。

【0033】

ダミー信号5110/5111は、下り信号130の内部が1G信号から10G信号へ切り替わる場合は、各ONU300/310は10G信号に対して追従をしなければならないので、10G信号のダミー信号5110を用いる。また、下り信号130の内部が10G信号から1G信号へ切り替わる場合は、各ONU300/310は1G信号に対して追従をしなければならないので、1G信号のダミー信号5111を用いる。このダミー信号5110/5111の効果で、各ONU300/310は、フレーム全体の中で伝送速度の変更(光レベルの変動)に伴う受信信号レベルの変動が生じた時に、その変動に追従する時間を得ることが可能である。つまり、ダミー信号を受信している間は各ONU300/310は受信エラーを起こすことがあるが、その間は本来のデータとは関係無いデータを受信しているので、エラーを起こしていても問題無い。ONU300/310は、ダミー信号を受信し終わる時には受信信号レベルの追従を完了しているので、ONU300/310は本来のデータを受信信号レベルの追従が完了した後に受信すればよい。なお、ダミー信号の長さは、例えば、各ONUの性能によって予め決めるなど、適宜定めることができる。また、各ONU300/310は受信する下り信号130内に格納されている下りBWマップを参照することによって、該フレームのフレームペイロード内の自身が対応可能な伝送速度の信号や自宛のフレームペイロードを判別し、自伝送速度の信号を、エラー無く受信することが可能になる。その他にも各ONU300/310は該フレームの次に到達するフレームのオーバーヘッド部のタイミング情報を得ることによって、次フレーム受信時にオーバーヘッド部の受信が可能となり、そのオーバーヘッド部に格納されている下りBWマップを参照することによって、そのフレームのフレームペイロードの状況を把握し、そのフレーム全体をエラー無く受信することができる。

【0034】

(下りBWマップの生成法2)

図8-2は、OLT200に備えられた下りBWマップ生成部7160の構成例を示すブロック図(2)である。また、図9-2に下りBWマップ生成のフロー図(2)を示す。下りBWマップ生成部7160を図8-2に示す構成を用い、図9-2の下りBWマップ生成のフローを適用すると、図5-2に示した下り信号130が生成される基となる下りBWマップが生成される。下りBWマップ生成部7160(ここでは7160-2とする)の構成は図8-1の場合と比べると、ONU伝送速度情報記憶部8010の代わりにONU伝送速度情報記憶・閾値決定部8030が搭載されている。また、下りBWマップテーブル作製部8020-2は図9-2の下りBWマップ生成のフローに従って下りBWマップを生成する。図9-2の下りBWマップ生成のフローは、図9-1の下りBWマップ生成のフローに比べ、OLT200が決定した閾値に基づいてフレームペイロードの割り当てを行うフローを追加したものとなっている。

ここでは、同じ伝送速度のペイロードをまとめて、挿入されるダミー信号の数を抑え、ダミー信号によるリソース消費を抑える。

優先度別キュー情報監視部8000は図8-1の説明の時と同様に、各優先度別キューバッファ7010-1~7010-nからキュー情報を取り込む。このキュー情報の中には、下り信号130で送信される各ONU宛の宛先や送信量などの情報が含まれている。ONU伝送速度情報記憶・閾値決定部8030は、下りBWマップテーブル作製部8020-2へ事前に各ONUの適用伝送速度(図4(c))と伝送速度毎のフレーム生成時の

閾値を通知している。各ONU 300 / 310の適用伝送速度を得ている下りBWマップテーブル作製部8020-2は各情報のデータ量や優先度や宛先の他に通常運用前に決定した伝送速度毎の情報量の閾値を照らし合わせ、下りBWマップを生成する。

【0035】

例を挙げると、優先度別キューバッファには優先度が優先度1から優先度4まで設定されており、優先度1にはONU番号33、優先度2にはONU番号1、優先度3にはONU番号34、優先度4にはONU番号35の情報が、それぞれ格納されているとする。優先度別キュー情報監視部8000は、この格納された各宛先と情報量を取り込み、下りBWマップテーブル作製部8020-2へ通知する(図9-2:9010)。下りBWマップテーブル作製部8020-2は、事前にONU伝送速度情報記憶・閾値決定部8030が作製した各ONUの伝送速度(図4(c))を参照し、送信する情報の優先度と宛先と各宛先に対する伝送速度と確保する帯域(データ量)の対応表を作製する(図9-2:9020、図11-1)。その後、伝送速度毎の情報量の閾値(例えば、10G信号ならばペイロードに使用可能な帯域の75%、1G信号ならばペイロードに使用可能な帯域の25%)を参照し、フレームペイロードの領域を確保していく。具体的には、10G信号のフレームペイロードを構成する場合、優先度1、優先度3、優先度4のフレーム情報を取り出して帯域の確保をするが、合計した帯域の合計が前述したように閾値として決定しているフレームペイロード全体の75%を超えていない場合は、そのまま10G信号のフレームペイロードとして確保していき、全体の75%の閾値を超えている場合は、優先度の最も低い優先度4のフレームから順次除いていき、閾値を超えない程度になった時に、その確保したフレームの領域を10G信号のフレームペイロードとして設定する。1G信号についても同様の操作を行う。ここで、片方の伝送速度のフレームペイロードが閾値を超え、もう片方の伝送速度のフレームペイロードが閾値以下で確保された場合は、閾値を超えた伝送速度のフレームペイロードの閾値を増やし、増えた帯域へ搭載できなかったフレームを搭載して、効率の良いフレームペイロード構成を作り出す(この流れが、図9-2:9030~9060)。このように伝送速度毎にフレームペイロードを集中して構成するようにすることで、下り信号130には本来関係の無いダミー信号の数を最低限に抑えることができる。

【0036】

こうしてフレームペイロードの構成を決定した下りBWマップテーブル作製部8020-2は、図8-1、図9-1の説明の時と同様に、各伝送速度が切り替わる箇所に設けるダミー信号5110/5111の情報や次フレーム送信時のフレームに搭載されるオーバーヘッド部のタイミング情報を加え、下りBWマップを図11-3のように生成する(図9-2:9070、9080)。ダミー信号を加える効果や次回送信するフレームのオーバーヘッド部のタイミング情報を追加する効果は前述した通りなので、ここでの説明は省略する。

尚、これらの図中に示した割り当て帯域は一例であり、本実施の形態がこの帯域に縛られるものではない。

下りBWマップテーブル作製部8020は生成した下りBWマップを、下りPONフレームのオーバーヘッド部に搭載させるだけでなく、下り1G/10G信号切り替え部7030へも通知する。通知を受けた下り1G/10G信号切り替え部7030は、その下りBWマップを基にして、下りPONフレーム組み立て部7020から送られる下りPONフレームを10G/1Gへ振り分ける。

尚、先の例では、上位網20からのデータ振り分けを優先度別に優先度1~優先度4と、4段階に分割しているが、これは振り分け例として挙げており、必ずしもこの分割数を規定しているわけではなく、適宜の分割数でよい。また、グラント指示や下りBWマップを除くオーバーヘッド部やGEMヘッダの生成は、勧告G.984で定められているので、ここでは省略する。

【0037】

(下り信号の生成)

10

20

30

40

50

OLT 200の下りPONフレーム組み立て部7020は、下りBWマップ生成部7160が生成する下りBWマップに基づいて動作するパケットバッファ部7010、GEMヘッダ生成部7180、オーバヘッド生成部7170、ダミー信号生成部7250を用いて以下のように下り信号130を組み立てる。

(1) オーバヘッド生成部7170からの信号を受けフレーム同期パタン5000/5001、PLOAM領域5010/5011、グラント指示領域5020/5021、下りBWマップ5030/5031を含むオーバヘッド部を組み立てる。尚、オーバヘッド部を構成している、フレーム同期パタン、PLOAM領域、グラント指示領域、下りBWマップは伝送する伝送速度分用意する。また伝送速度が変更される箇所には、ダミー信号生成部7250がダミー信号5110/5111を設置する。ダミー信号5110/5111は、伝送速度が1G信号から10G信号へ切り替わる場合は10Gダミー信号5110を設置し、伝送速度が10G信号から1G信号へ切り替わる場合は1Gダミー信号5111を設置する。これは、各ONU300/310が伝送速度の変更(光レベルの変動)に伴う受信信号レベル変動への追従を可能にするため、ダミー信号5110/5111は切り替わる後の伝送速度のものが必要なためである。

(2) オーバヘッド部の後のフレームペイロードに各ONU300/310宛のデータを、該フレーム用に生成された下りBWマップの決定順に各ONU300/310宛のGEMヘッダ5050/5051をGEMヘッダ生成部7180から受け、データを入れる。

(3) フレーム長が125μ秒になるようフレームペイロード5040/5041内に時分割多重する各ONU300/310宛のデータの長さや順序を下りBWマップが定めているので、この決定に従い(2)を繰り返す。また(1)と同様に、ダミー信号生成部7250がフレームペイロード5040/5041間の各伝送速度の切り替え時に下りBWマップに従い、ダミー信号5110/5111を設置する。

下りPONフレーム組み立て部7020で組み立てられた下りPONフレームは、生成された下りBWマップの該フレームのタイミング情報に基づき、下り1G/10G信号切り替え部7030にて1G信号と10G信号へと振り分けられる。このとき、オーバヘッド部は、複数分(本実施の形態では1G信号用と10G信号用の2個分)作製されているので、複数のオーバヘッド部のタイミングに合わせて、下り1G/10G信号切り替え部7030が働くことで、オーバヘッド部分も1G信号の構成が生成される。こうして下り信号130が構成され、光変調部(E/O:7060)で電気信号から光信号に変換され、WDMフィルタ7070を介して基幹光ファイバ110や光スプリッタ100や支線光ファイバ120を経由し、各ONU300/310に同報される。なお、伝送速度に応じて出力する光信号のレベルを変えてもよい。

【0038】

(各ブロックの具体的構成例)

図12は、OLTに備えた下り1G/10G信号切り替え部7030の構成例を示したブロック図である。

下り1G/10G信号切り替え部7030は10G書込みCLK(クロック)12020-1、10G読出しCLK12030を内蔵したメモリ部A12010と10G書込みCLK12020-2、1G読出しCLK12050を内蔵したメモリ部B12040、書込み・読出し制御部12005を内蔵したスケジューラ12000を有する。下りPONフレーム組み立て部7020で作製された下りPONフレームは下り1G/10G信号切り替え部7030内のメモリ部A12010、メモリ部B12040へ転送される。このとき、OLT200はフレーム内の1G信号へ変換すべき箇所を下りBWマップを生成することで把握している。下りBWマップ生成部7160は下りBWマップの情報をスケジューラ12000へ転送している。スケジューラ12000は下りBWマップ生成部7160から該フレームのタイミング情報を受け取り、書込み・読出し制御部12005がメモリ部A12010、メモリ部B12040へ対し、到達するフレームの書込みを指示する。このとき、フレームペイロードのタイミング情報は、この下りPONフレームを作製する時に利用した下りBWマップを参照すればよいが、オーバヘッド部のタイミング情

報は、この下り P O N フレームの前に送信した下り P O N フレームを作製する時に利用した下り B W マップを参照する。具体的には、スケジューラ 1 2 0 0 0 内の書込み・読出し制御部 1 2 0 0 5 は下り B W マップから 1 0 G 信号部分についてはメモリ部 A 1 2 0 1 0 へ書込み指示を与え、1 G 信号へ変換する部分についてはメモリ部 B 1 2 0 4 0 へ書込みを指示する。両者のメモリには 1 0 G の速度で書込みを行うための 1 0 G 書込み C L K 1 2 0 2 0 が搭載されているので、問題無く書込みが行われる。その後スケジューラ 1 2 0 0 0 内の書込み・読出し制御部 1 2 0 0 5 は下り B W マップに従って、各メモリ部へ読出し指令を出す。このとき、メモリ部 A 1 2 0 1 0 は 1 0 G の速度で読出しを行うための 1 0 G 読出し C L K 1 2 0 3 0 で読出しを行い 1 0 G 信号がそのまま転送され、メモリ部 B 1 2 0 4 0 は 1 G の速度で読出しを行うための 1 G 読出し C L K 1 2 0 5 0 で読出しを行い 1 G 信号へ変換して転送する。読み出された 1 0 G 信号、1 G 信号は E / O 7 0 6 0 へ転送される。尚、通常運用前のレンジング時において、1 G 信号でレンジングを行う時はレンジングリクエスト生成部 7 2 3 0 がスケジューラ 1 2 0 0 0 に対し、転送されてくるフレームを常に 1 G 信号で E / O 7 0 6 0 へ転送するよう指令を出し、1 0 G 信号でレンジングを行う時はレンジングリクエスト生成部 7 2 3 0 がスケジューラ 1 2 0 0 0 に対し、転送されてくるフレームを常に 1 0 G 信号で E / O 7 0 6 0 へ転送するよう指令を出している。本実施の形態で述べた構成において、上位網 2 0 から転送される信号が 1 0 G 信号で構成されているのは一例であり、本実施の形態がこの数値に限定されるものではない。上位網 2 0 から転送される伝送速度が異なる場合、適宜下り 1 G / 1 0 G 信号切り替え部 7 0 3 0 内の書込み用の C L K を変更するなどの対応をとればよい。

【 0 0 3 9 】

図 1 3 は E / O 7 0 6 0 の構成例を示したブロック図である。

L D (レーザダイオード)ドライバ 1 3 0 0 0 内には伝送速度毎のラインに差動動作のトランジスタ 1 3 0 3 0 / 1 3 0 4 0 が内蔵されている。このとき、電流源の容量を変更することで、伝送速度に対応した送信パワーを持った発光を L D 1 3 0 5 0 が行うことができる。1 0 G 信号の送信パワーについてはまだ規定されていないが、現在の G P O N と異なる場合は、こうした構成で伝送速度毎の送信パワーを実現すればよい。具体的には、差動動作のトランジスタ 1 3 0 3 0 / 1 3 0 4 0 に各伝送速度の信号が入力されると、接続されている電流源 1 3 0 1 0 / 1 3 0 2 0 の容量に対応した電流が L D 1 3 0 5 0 に流れ、L D 1 3 0 5 0 は特定の送信パワーを持った発光を行う。こうして、伝送速度毎の電気信号が光信号に変換され、各 O N U 3 0 0 / 3 1 0 へ送信される。

図 1 4 は、O / E 7 0 8 0、セクタ 7 0 9 0、1 G A T C 7 1 0 0、1 0 G A T C 7 1 1 0 の構成例を示したブロック図である。

【 0 0 4 0 】

高電圧バイアス源 1 4 0 0 0 に接続された A P D (アバランシェフォトダイオード) 1 4 0 1 0 が高電圧で逆バイアスされて受信した光信号をアバランシェ効果により増幅して電流に変換している。この増幅作用により、信号が微弱な光信号として入力される場合でも正しくデータを識別することが可能となる。変換された電流は抵抗と増幅器から構成される T I A (トランスインピーダンスアンプ) 1 4 0 2 0 で電圧に変換され、セクタ 7 0 9 0 へ転送される。このとき 1 0 G 信号については、まだ明確に規定されていないが、1 G 信号と光レベルが異なる可能性がある。そうした場合、O L T 2 0 0 は自らが作製したグラント指示のタイミングに従い、伝送速度毎に T I A 1 4 0 2 0 内の抵抗値を切り替えることで対応できる。具体的にはグラント指示に従い、O L T 2 0 0 内の上り 1 G / 1 0 G 切り替え制御部 7 2 0 5 が T I A 1 4 0 2 0 内の抵抗を切り替える役割を持つ M O S F E T 1 4 0 3 0 / 1 4 0 5 0 へ切り替え信号を送ることで、T I A 1 4 0 2 0 内の抵抗値を変更することができる。例えば 1 G 信号用の抵抗 1 4 0 6 0 を 1 k Ω としている場合、1 0 G 信号用の抵抗 1 4 0 4 0 では、1 0 0 Ω などの抵抗値に設定すればよい。次にセクタ 7 0 9 0 では T I A 1 4 0 2 0 同様、方路を切り替えるための M O S F E T 1 4 0 8 0 / 1 4 0 9 0 が搭載されている。M O S F E T 1 4 0 8 0 / 1 4 0 9 0 は上り 1 G / 1 0 G 切り替え制御部 7 2 0 5 からの指令によって O / E 7 0 8 0 から転送されてくる受

信信号を適切な方路へ切り替えて、後段の1G ATC7100、10G ATC7110へ転送している。このときATC(Auto Threshold Control)と呼ばれる自動閾値調整回路では振幅の1/2に閾値14120/14170が設定されて、0値または1値に識別された信号が出力される。増幅器14100/14150の出力はトランジスタ14110/14160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われてコンデンサ14130/14180に保持されて、増幅器14100/14150の閾値14120/14170として与えられる。各ONU300/310からの信号受信直前にリセット信号がトランジスタ14140/14190に与えられ、コンデンサ14130/14180に保持された閾値14120/14170が放電されて0レベルまでリセットされる。閾値14120/14170はコンデンサ14130/14180の値に依存するが、10G信号にはまだ明確な規定が無いため、1G信号と10G信号を扱う場合閾値が異なることを考慮して、1G ATC7100のコンデンサ14180の容量を100pFとした場合、10G ATC7110のコンデンサ14130の容量は10pFとするように、2種類のコンデンサを搭載している。

【0041】

本実施の形態で述べた抵抗14040/14060の抵抗値やコンデンサ14130/14180の値は一例であり、本実施の形態がこの数値に限定されるものではない。

上述したOLT200の構成と動作によれば、1Gbit/秒で動作するGPONに新たな10Gbit/秒のような高速データの伝送が要求されるようになって、これら伝送速度の異なる信号を混在収容して運用できる構成のOLTとONUを備えたPON、および、その通信方法が容易に提供出来るようになる。

以上で説明したように、本実施の形態のPON、OLT、ONUの構成と動作により、既存のPONの設備を収容しつつ新しいPONへと移行できるような、PONを混在させて運用出来るような構成のPONとその通信方法が容易に提供出来るようになる。また、複数の仕様(規格)の異なるPONを混在させて運用出来るような構成のPONとその通信方法を容易に提供出来るようになる。尚、複数のPONを混在させても、各PONの内容が誤って解釈されることはなく警報や誤動作が発生することがない。また、OLTから複数のONUへの通信信号は時分割多重されて伝送されるPONにおいて、伝送速度の異なる複数のONUを混在収容することを可能とし、通信サービス容量の拡大に要求が発生しても対応するOLTおよびONUのみ交換することで、通信装置の交換費用を抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】PONを使用した光アクセス網の構成例を示す網構成図である。

【図2-1】レンジング時のOLT動作の流れを示すフロー図(1)である。

【図2-2】レンジング時のOLT動作の流れを示すフロー図(2)である。

【図3-1】レンジング時のONU動作の流れを示すフロー図(1)である。

【図3-2】レンジング時のONU動作の流れを示すフロー図(2)である。

【図4】ONU伝送速度情報記憶部やONU伝送速度情報記憶・閾値決定部で作成したONUと伝送速度の対応を示したテーブル構成図である。

【図5-1】OLTからONUへの光信号の構成例を示す信号構成図(1)である。

【図5-2】OLTからONUへの光信号の構成例を示す信号構成図(2)である。

【図6】ONUからOLTへの光信号の構成例を示す信号構成図である。

【図7】1G/10G用OLTの構成例を示すブロック図である。

【図8-1】下りBWマップ生成部を示した構成図(1)である。

【図8-2】下りBWマップ生成部を示した構成図(2)である。

【図9-1】下りBWマップ生成の流れを示すフロー図(1)である。

【図9-2】下りBWマップ生成の流れを示すフロー図(2)である。

【図10】グラント指示の構成例を示したテーブル構成図である。

【図11-1】下りBWマップの構成過程のテーブル構成図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1 - 2】下り B W マップの構成例を示したテーブル構成図 (1) である。

【図 1 1 - 3】下り B W マップの構成例を示したテーブル構成図 (2) である。

【図 1 2】下り 1 G / 1 0 G 信号切り替え部の構成例を示すブロック図である。

【図 1 3】O L T の E / O の構成例を示すブロック図である。

【図 1 4】O L T の O / E、セレクタ、1 G A G C、1 0 G A G C の構成例を示すブロック図である。

【図 1 5】1 0 G 用 O N U の構成例を示すブロック図である。

【図 1 6】1 G 用 O N U の構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

【 0 0 4 3 】

1 0 P O N

1 0 0 スプリッタ

1 1 0、1 2 0 光ファイバ

1 3 0 下り信号

1 4 0、1 5 0 上り信号

2 0 0 O L T

3 0 0、3 1 0 O N U

4 0 0、4 1 0 端末

5 1 1 0、5 1 1 1 ダミー信号

5 0 5 0、5 0 5 1、6 3 0 0、6 3 0 1 G E M ヘッダ

5 0 6 0、5 0 6 1 下り信号ペイロード

6 3 1 0、6 3 1 1 上り信号ペイロード

7 0 1 0 パケットバッファ、キュー

7 0 2 0 下り P O N フレーム組み立て部

7 2 3 0 レンジングリクエスト生成部

7 2 5 0 ダミー信号生成部

8 0 0 0 優先度別キュー情報監視部

8 0 1 0 O N U 伝送速度情報記憶部

8 0 2 0 下り B W マップテーブル作製部

8 0 3 0 O N U 伝送速度情報記憶・閾値決定部

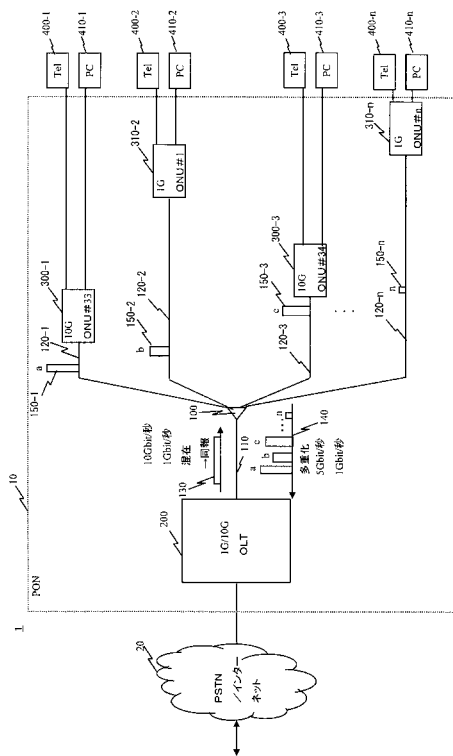
1 5 0 2 0、1 6 0 2 0 A G C

10

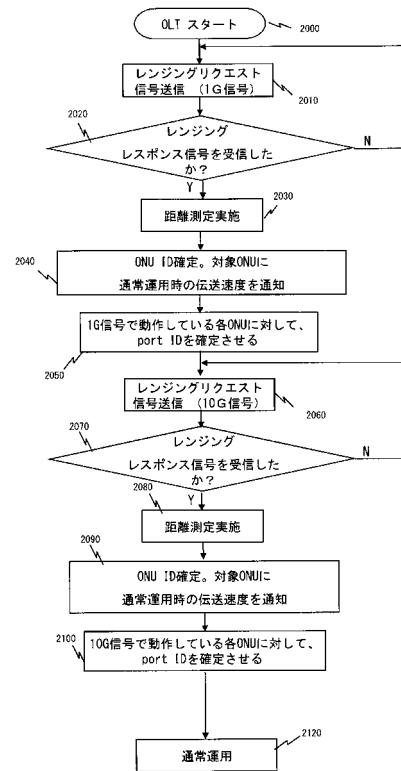
20

30

【図 1】



【図 2 - 1】



【図 2 - 2】

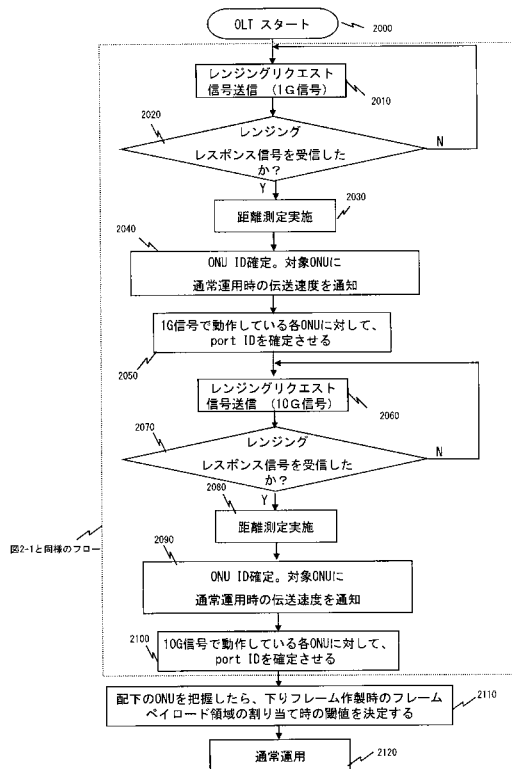
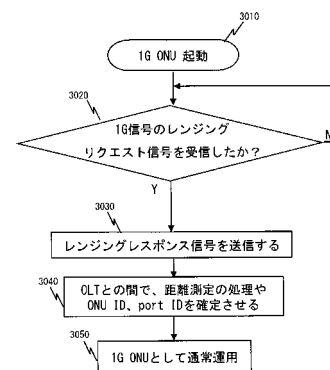
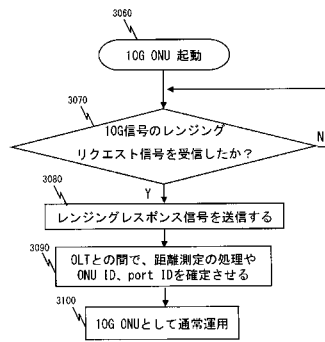


図2-1と同等のフロー

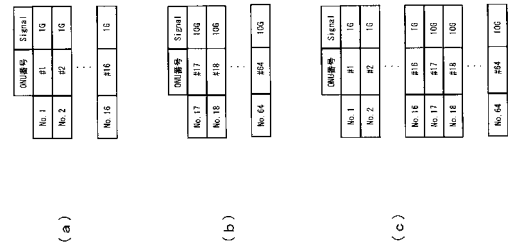
【図 3 - 1】



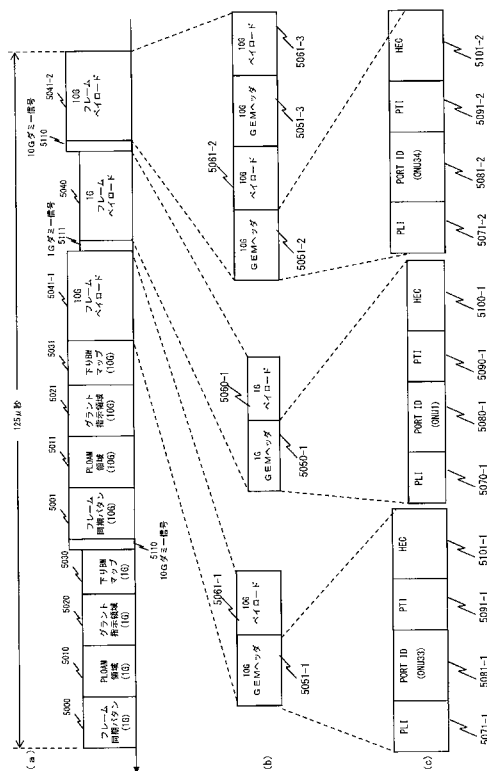
【図 3 - 2】



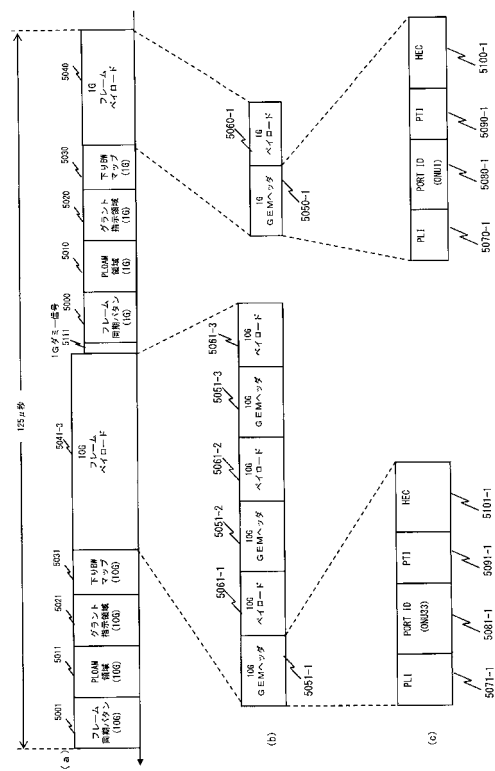
【図 4】



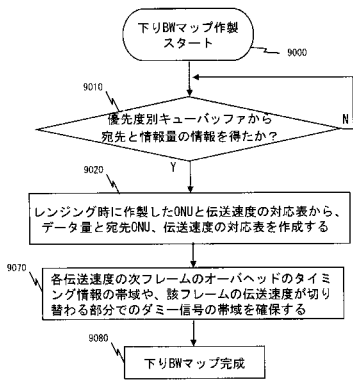
【図 5 - 1】



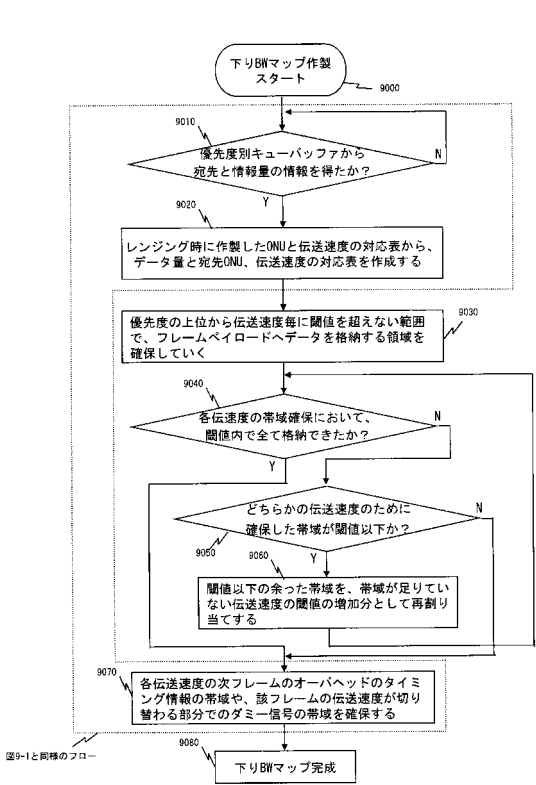
【図 5 - 2】



【 図 9 - 1 】



【 図 9 - 2 】



【 図 1 0 】

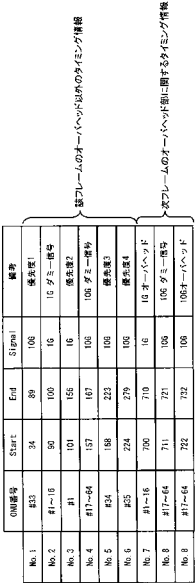
ONU番号		Start	End	Signal	番号
No. 1	#23	310	350	55	優先度1
	#1	350	400	15	優先度2
No. 2	#24	410	450	55	優先度3
	#2	450	500	15	優先度4

...

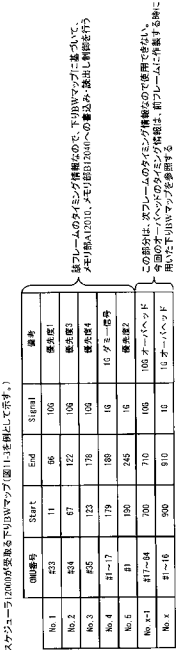
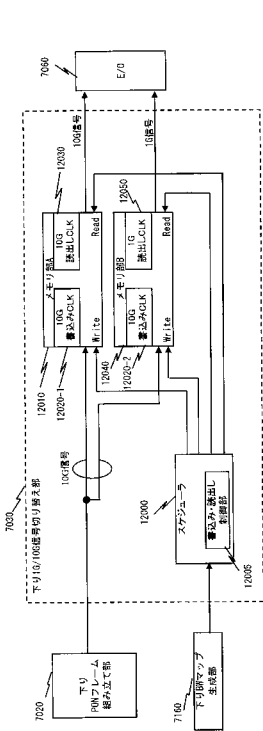
【 図 1 1 - 1 】

ONU番号		データ量	Signal	番号
No. 1	#23	50	100	優先度1
	#1	50	10	優先度2
No. 2	#24	50	100	優先度3
	#25	50	100	優先度4

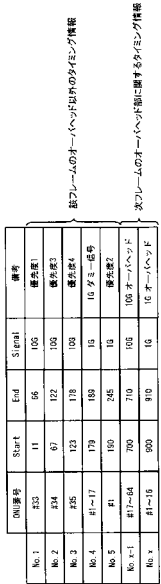
【図 1 1 - 2】



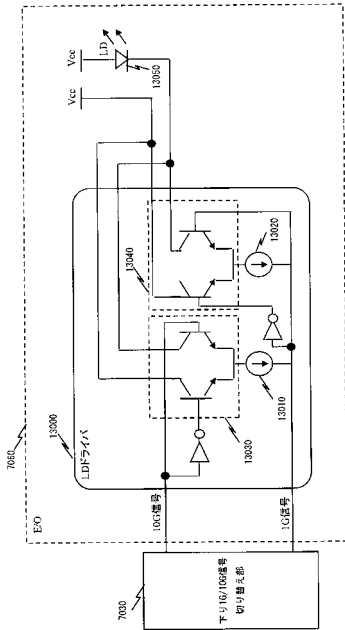
【図 1 2】



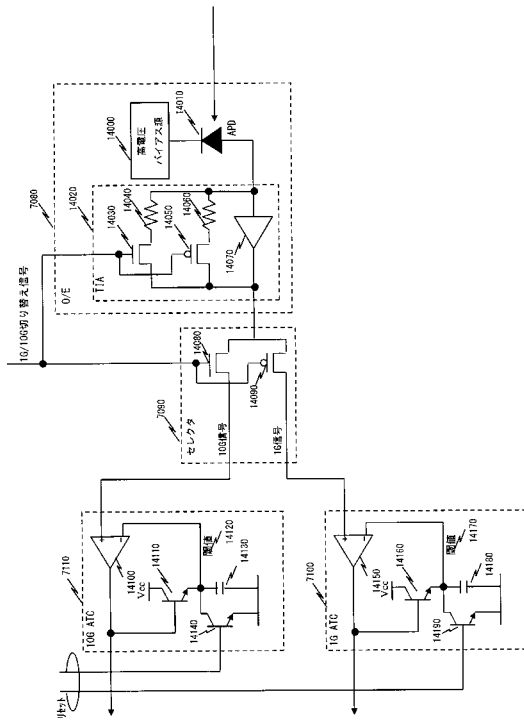
【図 1 1 - 3】



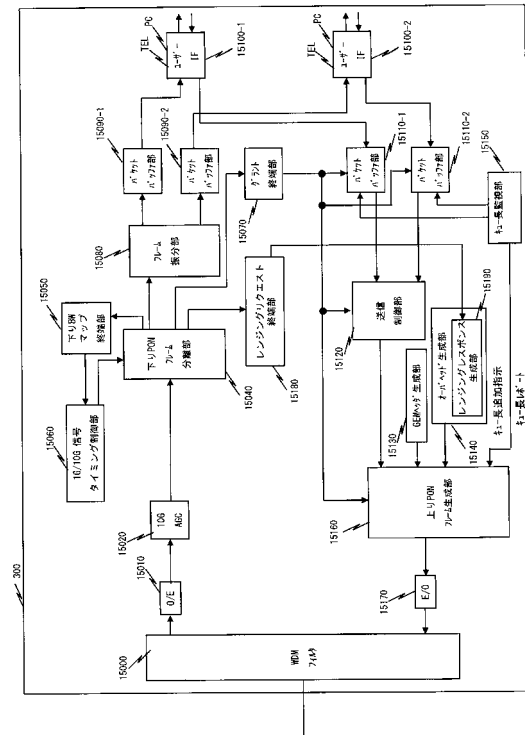
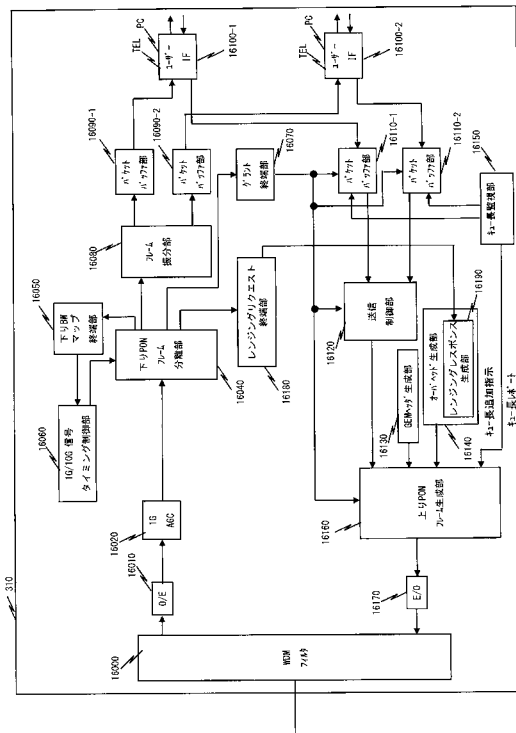
【図 1 3】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 清瀬 健

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 2 1 6 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

(72)発明者 西野 良祐

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 2 1 6 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

F ターム(参考) 5K033 AA04 AA09 CA11 DA01 DB02 DB22