(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5111622号
(P5111622)
(45)発行日　平成25年1月9日(2013.1.9)　(24)登録日　平成24年10月19日(2012.10.19)

(51)Int.Cl.　F I
H04L 12/44 (2006.01)　H04L 12/44　200

請求項の数 7　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2010-550364(P2010-550364)
(86)(22)出願日　平成21年2月10日(2009.2.10)
(86)国際出願番号　PCT/JP2009/052226
(87)国際公開番号　WO2010/092666
(87)国際公開日　平成22年8月19日(2010.8.19)
審査請求日　平成23年4月15日(2011.4.15)

(73)特許権者　000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号
(74)代理人　100089118
弁理士　酒井　宏明
(72)発明者　向井　宏明
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内
(72)発明者　小崎　成治
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内

審査官　大石　博見

最終頁に続く

(54)【発明の名称】高速光信号制御部、親局装置およびグラント割り当て方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
伝送速度が速い高速光信号と当該高速光信号よりも遅い低速光信号が混在し、上り信号通信にＴＤＭＡ方式を採用するＰＯＮシステムにおいて、高速光信号の送受信を制御する高速光信号制御装置と低速光信号の送受信を制御する低速光信号制御装置とを備える親局装置における前記高速光信号制御装置であって、
高速光信号を用いて通信を行う子局装置である高速光信号ＰＯＮ子局装置からＲｅｐｏｒｔフレームを受信し、当該フレームからＲｅｐｏｒｔ情報を抽出する高速光信号制御メッセージ終端手段と、
前記低速光信号制御装置からＧａｔｅフレームを受信し、当該フレームからＧａｔｅ情報を抽出する低速光信号制御メッセージ終端手段と、
前記高速光信号制御メッセージ終端手段からＲｅｐｏｒｔ情報を取得した場合に、当該Ｒｅｐｏｒｔ情報を自親局装置のＲｅｐｏｒｔ情報として生成し直して出力し、また、前記低速光信号制御メッセージ終端手段からＧａｔｅ情報を取得した場合に、前記高速光信号制御メッセージ終端手段から取得したＲｅｐｏｒｔ情報に基づいて、自親局装置に割り当てられたグラントを前記高速光信号ＰＯＮ子局装置に対して割り当てるグラント割り当て手段と、
前記グラント割り当て手段から取得したＲｅｐｏｒｔ情報に基づいてＲｅｐｏｒｔフレームを生成し、当該Ｒｅｐｏｒｔフレームを前記低速光信号制御装置へ出力する低速光信号制御メッセージ生成手段と、

前記グラント割り当て手段により割り当てられたグラントに基づいてＧａｔｅフレームを生成し、当該Ｇａｔｅフレームを前記高速光信号ＰＯＮ子局装置へ出力する高速光信号制御メッセージ生成手段と、
を備えることを特徴とする高速光信号制御装置。
【請求項２】
前記グラント割り当て手段は、
前記高速光信号制御メッセージ終端手段からＧａｔｅ情報を取得した場合に、前記低速光信号制御装置とタイムスタンプの同期を取ることを特徴とする請求項１に記載の高速光信号制御装置。
【請求項３】
伝送速度が速い高速光信号と当該高速光信号よりも遅い低速光信号が混在し、上り信号の通信にＷＤＭＡ方式を採用するＰＯＮシステムにおいて、前記高速光信号の送受信を制御する高速光信号制御装置を備える親局装置における前記高速光信号制御装置であって、
高速光信号を用いて通信を行う子局装置である高速光信号ＰＯＮ子局装置からＲｅｐｏｒｔフレームを受信し、当該フレームからＲｅｐｏｒｔ情報を抽出する高速光信号制御メッセージ終端手段と、
前記高速光信号制御メッセージ終端手段からＲｅｐｏｒｔ情報を取得した場合に、当該Ｒｅｐｏｒｔ情報に基づいて、前記高速光信号ＰＯＮ子局装置に対してグラントを割り当てるグラント割り当て手段と、
前記グラント割り当て手段により割り当てられたグラントに基づいてＧａｔｅフレームを生成し、当該Ｇａｔｅフレームを前記高速光信号ＰＯＮ子局装置へ出力する高速光信号制御メッセージ生成手段と、
を備えることを特徴とする高速光信号制御装置。
【請求項４】
伝送速度が速い高速光信号と当該高速光信号よりも遅い低速光信号が混在し、上り信号の通信にＴＤＭＡ方式を採用するＰＯＮシステムにおいて、高速光信号と低速光信号の送受信を制御する親局装置であって、
請求項１または２に記載の高速光信号制御装置と、
低速光信号を用いて通信を行う子局装置である低速光信号ＰＯＮ子局装置および前記高速光信号制御装置からＲｅｐｏｒｔフレームを受信し、当該Ｒｅｐｏｒｔフレームに含まれるＲｅｐｏｒｔ情報に基づいて前記低速光信号ＰＯＮ子局装置および前記高速光信号制御装置に対してグラントを割り当て、さらに、割り当てたグラントの情報を含むＧａｔｅフレームを生成し、当該Ｇａｔｅフレームを前記低速光信号ＰＯＮ子局装置および前記高速光信号制御装置へ出力する低速光信号制御装置と、
を備えることを特徴とする親局装置。
【請求項５】
前記低速光信号送受信装置は、
前記高速光信号制御装置へグラントを割り当てる場合に、固定されたグラント長を割り当てることを特徴とする請求項４に記載の親局装置。
【請求項６】
前記低速光信号送受信装置は、
前記高速光信号制御装置へグラントを割り当てる場合に、前記高速光信号制御装置からのＲｅｐｏｒｔ情報に基づいてグラント長を適宜変更して割り当てることを特徴とする請求項４に記載の親局装置。
【請求項７】
伝送速度が速い高速光信号と当該高速光信号よりも遅い低速光信号が混在し、上り信号の通信にＴＤＭＡ方式を採用するＰＯＮシステムにおけるグラント割り当て方法であって、
前記親局装置が、
高速光信号の送受信を制御する高速光信号制御装置と、

低速光信号の送受信を制御する低速光信号制御装置と、
を備える場合において、
高速光信号を用いて通信を行う子局装置である高速光信号ＰＯＮ子局装置が、前記高速光信号制御装置宛にＲｅｐｏｒｔフレームを送信する子局装置Ｒｅｐｏｒｔ送信ステップと、
前記高速光信号制御装置が、前記高速光信号ＰＯＮ子局装置から受信したＲｅｐｏｒｔフレームを、自親局装置のＲｅｐｏｒｔフレームとして生成し直して前記低速光信号制御装置へ出力する制御装置Ｒｅｐｏｒｔ送信ステップと、
前記低速光信号制御装置が、低速光信号を用いて通信を行う子局装置である低速光信号ＰＯＮ子局装置から受信したＲｅｐｏｒｔフレーム、および前記高速光信号制御装置から受信したＲｅｐｏｒｔフレーム、のそれぞれに含まれるＲｅｐｏｒｔ情報に基づいてグラントを割り当てる低速光信号グラント割り当てステップと、
前記低速光信号制御装置が、割り当てたグラントに基づいてＧａｔｅフレームを生成し、当該Ｇａｔｅフレームを前記高速光信号制御装置へ出力する低速光信号Ｇａｔｅ送信ステップと、
前記高速光信号制御装置が、前記高速光信号ＰＯＮ子局装置から受信したＲｅｐｏｒｔフレームに含まれるＲｅｐｏｒｔ情報に基づいて、自親局装置に割り当てられたグラントを前記高速光信号ＰＯＮ子局装置に対して割り当てる高速光信号グラント割り当てステップと、
前記高速光信号制御装置が、割り当てたグラントに基づいてＧａｔｅフレームを生成し、当該Ｇａｔｅフレームを前記高速光信号ＰＯＮ子局装置へ出力する高速光信号Ｇａｔｅ送信ステップと、
を含むことを特徴とするグラント割り当て方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、１Ｇ／１０Ｇが共存するＰＯＮシステムにおける高速光信号制御部に関する。

【背景技術】
【０００２】
近年、親局装置（ＯＬＴ：Optical Line Terminal）と複数の子局装置（ＯＮＵ：Optical Network Unit）が、光ファイバで接続されるＰＯＮ（Passive Optical Network）システムの開発が行われており、上り下りともに１Ｇｂｐｓクラスの伝送速度でデータ通信を行う１Ｇ－ＰＯＮ（1gigabit－Passive Optical Network）システムが普及している。また、上り下りの伝送速度を１０Ｇｂｐｓクラスに高速化した１０Ｇ－ＰＯＮ（10gigabit－Passive Optical Network）システムの検討が始められている。既存の１Ｇ－ＰＯＮシステムを運用している地域に１０Ｇ－ＰＯＮシステムを導入する場合、光ファイバ網を新規に敷設するとコストがかかるため、運用中の光ファイバ網を既存の１Ｇ－ＰＯＮシステムと共用しながら、加入者単位で１０Ｇ－ＰＯＮシステムにアップグレードする必要がある。
【０００３】
アップグレードする方法として２つの方法があり、どちらが選択されるかは通信事業者のサービス形態に依存する。下記非特許文献１において、１Ｇ／１０Ｇで上り波長がオーバーラップする場合として、ＴＤＭＡ（Time Division Multiple Access）方式による共存方法が開示されている。この場合、既存のＯＬＴを１Ｇ／１０ＧデュアルレートＯＬＴに置き換える。また、下記非特許文献２において、１Ｇ／１０Ｇで上り波長がオーバーラップしない場合において、ＷＤＭＡ（Wave Division Multiple Access）方式による共存方法が開示されている。この場合、既存の１Ｇ用のＯＬＴに１０Ｇ用のＯＬＴとＷＤＭ（Wavelength Division Multiplexing）を追加する。
【０００４】

【非特許文献１】ＩＥＥＥ　Ｄｒａｆｔ８０２．３ａｖ　Ｄ２．０
【非特許文献２】ＩＴＵ－Ｔ　Ｇ．９８４．５
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
しかしながら、上記従来の技術（非特許文献１）によれば、ＴＤＭＡを想定して１Ｇ／１０Ｇ用のＯＬＴを作る場合、１０Ｇ用の光信号制御部（ＯＬＴＭＡＣ：Optical Line Terminal Media Access Control）と１Ｇ用のＯＬＴＭＡＣの両方の機能を持つ１Ｇ／１０Ｇ用のＯＬＴＭＡＣが必要となる。そのため、１Ｇ／１０Ｇの共存状態が終わり全てのＯＮＵが１０Ｇ用のＯＮＵに切り替わった場合、１Ｇ／１０Ｇ用のＯＬＴは不要な１Ｇ用の回路を持つことになり、割高であり、低消費電力化ができない、という問題があった。
【０００６】
また、上記１Ｇ／１０Ｇ用と共通のＯＬＴＭＡＣを用いて、ＷＤＭＡのＯＬＴに使用する場合、および、既存の１Ｇ－ＰＯＮシステムを使用していない地域に１０Ｇ－ＰＯＮシステムを新たに適用する場合、同様に、１０Ｇ用として使用するＯＬＴが不要な１Ｇ用の回路を持つことになり、割高であり、低消費電力化ができない、という問題があった。
【０００７】
本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、１０Ｇ用のＰＯＮシステムの光信号を制御しつつ、ＴＤＭＡ方式において、既存の１Ｇ用のＯＬＴと共存可能な１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ（高速光信号制御部）を得ることを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、伝送速度が速い高速光信号と当該高速光信号よりも遅い低速光信号が混在し、上り信号をＴＤＭＡ方式によって通信を行うＰＯＮシステムにおいて、高速光信号の送受信を制御する高速光信号制御装置と低速光信号の送受信を制御する低速光信号制御装置とを備える親局装置における前記高速光信号制御装置であって、高速光信号を用いて通信を行う子局装置である高速光信号ＰＯＮ子局装置からＲｅｐｏｒｔフレームを受信し、当該フレームからＲｅｐｏｒｔ情報を抽出する高速光信号制御メッセージ終端手段と、前記低速光信号制御装置からＧａｔｅフレームを受信し、当該フレームからＧａｔｅ情報を抽出する低速光信号制御メッセージ終端手段と、前記高速光信号制御メッセージ終端手段からＲｅｐｏｒｔ情報を取得した場合に、当該Ｒｅｐｏｒｔ情報を自親局装置のＲｅｐｏｒｔ情報として生成し直して出力し、また、前記低速光信号制御メッセージ終端手段からＧａｔｅ情報を取得した場合に、前記高速光信号制御メッセージ終端手段から取得したＲｅｐｏｒｔ情報に基づいて、自親局装置に割り当てられたグラントを前記高速光信号ＰＯＮ子局装置に対して割り当てるグラント割り当て手段と、前記グラント割り当て手段から取得したＲｅｐｏｒｔ情報に基づいてＲｅｐｏｒｔフレームを生成し、当該Ｒｅｐｏｒｔフレームを前記低速光信号制御装置へ出力する低速光信号制御メッセージ生成手段と、前記グラント割り当て手段により割り当てられたグラントに基づいてＧａｔｅフレームを生成し、当該Ｇａｔｅフレームを前記高速光信号ＰＯＮ子局装置へ出力する高速光信号制御メッセージ生成手段と、を備えることを特徴とする。
【発明の効果】
【０００９】
本発明にかかる１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ（高速光信号制御部）ば、ＴＤＭＡ方式において、容易かつ低コストで１０Ｇ－ＯＬＴ用の構成を追加でき、１０Ｇ－ＰＯＮシステムに移行後は低消費電力化ができる、という効果を奏する。また、ＷＤＭＡ方式に使用する場合や１Ｇ－ＰＯＮシステムを使用していない地域に１０Ｇ－ＰＯＮシステムを展開する場合についても、共通の１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣを使用しつつ、割高にならず、消費電力の増加を回避できる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】
【００１０】
【図１】図１は、１Ｇ／１０ＧＯＬＴ部の構成例を示す図である。
【図２】図２は、信号の波長配置を示す図である。
【図３】図３は、データを送信するまでの処理を示すタイムチャートである。
【図４－１】図４－１は、１０Ｇ－ＰＯＮシステムを追加したＴＤＭＡシステムの構成例を示す図である。
【図４－２】図４－２は、１０Ｇ－ＰＯＮシステムを追加したＷＤＭＡシステムの構成例を示す図である。
【図５】図５は、１０Ｇ－ＰＯＮシステムへのアップグレードの状態遷移を示す図である。
【符号の説明】
【００１１】
１　ＷＤＭ部
２　スプリッタ部
３　１０Ｇ－ＰＨＹ部
４　１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部
５　ＷＤＭ部
６　１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部
７　ＷＤＭ部
８　ＷＤＭ部
９　１Ｇ－ＰＨＹ部
３１　受信部
３２　ＢＣＤＲ部
３３　送信部
４１　ＷＤＭ部
４２　１０Ｇ制御メッセージ終端部
４３　ＤＢＡスケジューラ部
４４　１Ｇ制御メッセージ生成部
４５　１Ｇ制御メッセージ終端部
４６　１０Ｇ制御メッセージ生成部
４７　ＷＤＭ部
６１　ＷＤＭ部
６２　１Ｇ制御メッセージ終端部
６３　ＤＢＡスケジューラ部
６４　１Ｇ制御メッセージ生成部
６５　ＷＤＭ部
９１　受信部
９２　ＢＣＤＲ部
９３　送信部
１００　１Ｇ／１０Ｇ－ＯＬＴ部
【発明を実施するための最良の形態】
【００１２】
以下に、本発明にかかる１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣの実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。
【００１３】
実施の形態.
本実施の形態の１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ（Optical Line Terminal Media Access Control）を含む親局装置（ＯＬＴ：Optical Line Terminal）は、１Ｇ－ＰＯＮシステムの子局装置（ＯＮＵ：Optical Network Unit）と１０Ｇ－ＰＯＮシステムのＯＮＵがそ

れぞれ複数接続するＰＯＮシステムを制御する。図１は、本実施の形態における１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣを含む親局装置（１Ｇ／１０Ｇ－ＯＬＴ）の構成例を示す図である。１Ｇ／１０Ｇ－ＯＬＴ部１００は、１Ｇ－ＰＯＮシステムに接続するＯＮＵとの通信を制御し、また、１０Ｇ－ＰＯＮシステムに接続するＯＮＵとの通信を制御する。１Ｇ／１０Ｇ－ＯＬＴ部１００は、ＷＤＭ（Wavelength Division Multiplexing）部１と、スプリッタ部２と、１０Ｇ－ＰＨＹ（Physical Layer Device）部３と、１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４と、ＷＤＭ部５と、１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６と、ＷＤＭ部７と、ＷＤＭ部８と、１Ｇ－ＰＨＹ部９と、を備える。

【００１４】

ＷＤＭ部１は、ＰＯＮインタフェースから受信した各ＯＮＵからの光信号をスプリッタ部２へ出力する。また、ＷＤＭ部８から受信した合波後の光信号をＰＯＮインタフェースを経由して各ＯＮＵへ出力する。スプリッタ部２は、１：２分岐するスプリッタであり、受信した１Ｇ／１０Ｇ混在の上り光信号を分岐して１０Ｇ－ＰＨＹ部３と１Ｇ－ＰＨＹ部９へ出力する。

【００１５】

１０Ｇ－ＰＨＹ部３は、１０Ｇ－ＰＯＮシステムにおいて１０Ｇ光信号の送受信を行う。光信号を受信した場合には電気信号に変換する処理を行い、また、１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４から受信した電気信号を光信号に変換する。１０Ｇ－ＰＨＹ部３は、受信部３１と、ＢＣＤＲ（Burst Clock and Data Recovery）部３２と、送信部３３を備える。受信部３１は、受信した光信号を電気信号に変換して出力する。ＢＣＤＲ部３２は、バースト的に受信した電気信号からクロックとデータの分離をして、ビット同期を行う。送信部３３は、送信する信号を電気信号から光信号に変換する。

【００１６】

１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４は、１０Ｇ－ＰＯＮシステムを制御するＯＬＴのＭＡＣ部である。本実施の形態では、１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４は、１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６と接続している場合、１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６に対してＯＮＵとして動作する。１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４は、ＷＤＭ部４１と、１０Ｇ制御メッセージ終端部４２と、ＤＢＡ（Dynamic Bandwidth Assignment）スケジューラ部４３と、１Ｇ制御メッセージ生成部４４と、１Ｇ制御メッセージ終端部４５と、１０Ｇ制御メッセージ生成部４６と、ＷＤＭ部４７と、備える。

【００１７】

ＷＤＭ部４１は、１０Ｇ－ＰＨＹ部３からの信号を分岐して、１０Ｇ制御メッセージ生成部４２とＳＮＩ（Service Node Interface）へ出力する。１０Ｇ制御メッセージ終端部４２は、１０Ｇ－ＰＯＮシステムに接続する各ＯＮＵからのＲｅｐｏｒｔフレームから Ｒｅｐｏｒｔ情報を抽出し、ＤＢＡスケジューラ部４３へ出力する。ＤＢＡスケジューラ部４３は、１０Ｇ制御メッセージ部４２からのＲｅｐｏｒｔ情報に基づいて、自装置のＲｅｐｏｒｔ情報として生成し直して１Ｇ制御メッセージ部４４へ出力する。また、１０Ｇ－ＰＯＮシステムに接続する各ＯＮＵからのＲｅｐｏｒｔ情報に基づいて、１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６から割り当てられた帯域（グラント）を、１０Ｇ－ＰＯＮシステムに接続する各ＯＮＵに対して割り当てる制御を行う。１Ｇ制御メッセージ生成部４４は、ＤＢＡスケジューラ部４３からのＲｅｐｏｒｔ情報に基づいて、１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４（１０Ｇ－ＰＯＮシステム）としてのＲｅｐｏｒｔフレームを生成して１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６へ出力する。１Ｇ制御メッセージ終端部４５は、１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６から受信したＧａｔｅフレームからＧａｔｅ情報を抽出してＤＢＡスケジューラ部４３へ出力する。１０Ｇ制御メッセージ生成部４６は、ＤＢＡスケジューラ部４３が割り当てたグラントに基づいてＧａｔｅフレームを生成し、１０Ｇ－ＰＯＮシステムの各ＯＮＵ宛に出力する。ＷＤＭ部４７は、１０Ｇ制御メッセージ生成部４６からのＧａｔｅフレームとＳＮＩからの信号を合波して１０Ｇ－ＰＨＹ部３へ出力する。

【００１８】

ＷＤＭ部５は、１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４からのＭＰＣＰ（Multi－Point Control P

rotocol)制御フレームと、１Ｇ－ＰＨＹ部９からの受信信号を合波して１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６へ出力する。ＭＰＣＰ制御フレームには、Ｒｅｐｏｒｔフレームおよびｇａｔｅフレームが含まれる。

【００１９】

１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６は、１Ｇ－ＰＯＮシステムを制御するＯＬＴのＭＡＣ部である。また、１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４に対して、１Ｇ－ＰＯＮシステムにおけるＯＮＵと同様に、ＴＤＭＡにおけるグラントの割り当てを行う。１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６は、ＷＤＭ部６１と、１Ｇ制御メッセージ終端部６２と、ＤＢＡスケジューラ部６３と、１Ｇ制御メッセージ生成部６４と、ＷＤＭ部６５と、備える。

【００２０】

ＷＤＭ部６１は、ＷＤＭ部５からの信号を分岐して、１Ｇ制御メッセージ生成部６２とＳＮＩへ出力する。１Ｇ制御メッセージ終端部６２は、１Ｇ－ＰＯＮシステムに接続する各ＯＮＵおよび１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４からのＲｅｐｏｒｔフレームからＲｅｐｏｒｔ情報を抽出し、ＤＢＡスケジューラ部６３へ出力する。ＤＢＡスケジューラ部６３は、１G-ＰＯＮシステムの各ＯＮＵおよび１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４からのＲｅｐｏｒｔ情報に基づいて、１Ｇ－ＰＯＮシステムの各ＯＮＵおよび１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４に対してグラントを割り当てる制御を行う。１Ｇ制御メッセージ生成部６４は、ＤＢＡスケジューラ部６３が割り当てたグラントに基づいてＧａｔｅフレームを生成し、１Ｇ－ＰＯＮシステムの各ＯＮＵおよび１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４宛に出力する。ＷＤＭ部６５は、１Ｇ制御メッセージ生成部６４からのＧａｔｅフレームとＳＮＩからの信号を合波してＷＤＭ部７へ出力する。

【００２１】

ＷＤＭ部７は、１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６からの信号を分岐して、１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４および１Ｇ－ＰＨＹ部９へ出力する。ＷＤＭ部８は、１０Ｇ－ＰＨＹ部３からの下り１０Ｇ光信号と１Ｇ－ＰＨＹ部９からの下り１Ｇ光信号を合波して、ＷＤＭ部１へ出力する。

【００２２】

１Ｇ－ＰＨＹ部９は、１Ｇ－ＰＯＮシステムにおいて１Ｇ光信号の送受信を行う。光信号を受信した場合には電気信号に変換する処理を行い、また、１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６から受信した電気信号を光信号に変換する。１Ｇ－ＰＨＹ部９は、受信部９１と、ＢＣＤＲ部９２と、送信部９３を備える。受信部９１は、受信した光信号を電気信号に変換して出力する。ＢＣＤＲ部９２は、バースト的に受信した電気信号からクロックとデータの分離をして、ビット同期を行う。送信部９３は、送信する信号を電気信号から光信号に変換する。

【００２３】

つぎに、本実施の形態で使用する各ＰＯＮシステムにおける信号の波長配置について説明する。図２は、各信号の波長配置を示す図である。ＩＥＥＥで規定する既存の１Ｇ－ＰＯＮシステムでは、上り信号が１２６０～１３６０ｎｍ帯であり、下り信号が１４８０～１５００ｎｍ帯である。一方、新たに追加する１０Ｇ－ＰＯＮシステムでは、上り信号が１２６０～１２８０ｎｍ帯であり、下り信号が１５７４～１５８０ｎｍ帯である。このように、上り信号の帯域が重なるため、１Ｇと１０Ｇの両方のＰＯＮシステムに対してＴＤＭＡ方式におけるグラントの割り当てが可能なＯＬＴＭＡＣ部が必要となる。

【００２４】

なお、ＩＴＵ－Ｔで規定する１Ｇ－ＰＯＮシステムでは、１Ｇの上り信号はＲｅｄｕｃｅｄタイプ（帯域が１２９０～１３３０ｎｍ）が主流であるため、使用する信号の帯域が重ならない。そのため、ＷＤＭＡ方式による共存が可能となる。

【００２５】

つづいて、本実施の形態における各ＰＯＮシステムにおけるＯＬＴとＯＮＵの信号の送受信について説明する。図３は、各ＰＯＮシステムのＯＮＵがデータを送信するまでの処理を示すタイムチャートである。ここでは、１０Ｇ－ＰＯＮシステムには、２つのＯＮＵ

（１０Ｇ－ＯＮＵ＃１，１０Ｇ－ＯＮＵ＃２）が接続されている。また、１Ｇ－ＰＯＮシステムには、２つのＯＮＵ（１Ｇ－ＯＮＵ＃１，１Ｇ－ＯＮＵ＃２）および１Ｇ－ＯＮＵ＃３として１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４が接続されている。各ＯＮＵがＲｅｐｏｒｔフレームを送信してから、割り当てられたグラントに従ってデータを送信するときの処理について説明する。

【００２６】

まず、１０Ｇ－ＯＮＵ＃１がデータを送信するまでの処理について説明する。１０Ｇ－ＯＮＵ＃１は、データを送信するため、Ｒｅｐｏｒｔ情報を含んだＲｅｐｏｒｔフレームを１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４宛に送信する。１Ｇ／１０Ｇ－ＯＬＴ部１００では、ＷＤＭ部１でＲｅｐｏｒｔフレームを受信後、スプリッタ部２で分岐して１０Ｇ－ＰＨＹ部３へ出力する。ここで、受信部３１が光信号を電気信号に変換し、ＢＣＤＲ部３２でクロックとデータを分離してビット同期を行ってからＲｅｐｏｒｔフレームを１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４へ出力する。１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４では、ＷＤＭ部４１を経由して、１０Ｇ制御メッセージ終端部４２がＲｅｐｏｒｔフレームを受信する。１０Ｇ制御メッセージ終端部４２は、ＲｅｐｏｒｔフレームからＲｅｐｏｒｔ情報を抽出し、ＤＢＡスケジューラ部４３へ出力する。ＤＢＡスケジューラ部４３は、他のＯＮＵ（１０Ｇ－ＯＮＵ＃２）からのＲｅｐｏｒｔ情報を受け取った後、各１０Ｇ－ＯＮＵからのＲｅｐｏｒｔ情報を１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４（１Ｇ－ＯＮＵ＃３）のＲｅｐｏｒｔ情報として生成し、１Ｇ制御メッセージ生成部４４へ出力する。１Ｇ制御メッセージ生成部４４は、受信した各Ｒｅｐｏｒｔ情報に基づいて、１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４（１Ｇ－ＯＮＵ＃３）としてのＲｅｐｏｒｔフレームを生成し、ＷＤＭ部５を経由して１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６へ出力する。

【００２７】

１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６では、ＷＤＭ部６１を経由して１Ｇ制御メッセージ終端部６２がＲｅｐｏｒｔフレームを受信する。１Ｇ制御メッセージ終端部６２は、ＲｅｐｏｒｔフレームからＲｅｐｏｒｔ情報を抽出し、ＤＢＡスケジューラ部６３へ出力する。ＤＢＡスケジューラ部６３は、他のＯＮＵ（１Ｇ－ＯＮＵ＃１，１Ｇ－ＯＮＵ＃２）からのＲｅｐｏｒｔ情報を受け取った後、それぞれのＲｅｐｏｒｔ情報に基づいて、各ＯＮＵへＣｙｃｌｅ＃ｎ内の帯域（グラント）を割り当てる制御を行う。このとき、１Ｇ－ＯＮＵ＃３（１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４）へ割り当てるグラントは、ＤＢＡパラメータの変更で固定としてもよいし、１Ｇ－ＯＮＵ＃３からのＲｅｐｏｒｔ情報に基づいて可変としてもよい。各ＯＮＵへ割り当てたグラントを、１Ｇ制御メッセージ生成部６４へ出力する。１Ｇ制御メッセージ生成部６４は、１Ｇ－ＯＮＵ＃３（１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４）に割り当てられたグラントに基づいて１Ｇ－ＯＮＵ＃３（１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４）宛にＧａｔｅフレームを生成し、ＷＤＭ部６５を経由して、ＷＤＭ部７へ出力する。ＷＤＭ部７は、１Ｇ－ＯＮＵ＃３（１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４）宛のＧａｔｅフレームを１Ｇ－ＯＮＵ＃３（１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４）へ出力する。

【００２８】

１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４では、１Ｇ制御メッセージ終端部４５がＧａｔｅフレームからＧａｔｅ情報を抽出し、ＤＢＡスケジューラ部４３へ出力する。このＧａｔｅ情報に含まれる割り当てられたグラント（ＧＳ（Grant Starttime）３から始まる１０Ｇ－ＰＯＮ用グラント）は、１Ｇ－ＯＮＵ＃３（１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４）に割り当てられたグラントであるとともに、１０Ｇ－ＰＯＮシステムに割り当てられたグラントでもある。ＤＢＡスケジューラ部４３は、まず、受信したＧａｔｅ情報に基づいて、１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６とタイムスタンプの同期をとる。これによって、データを送信するＣｙｃｌｅ＃ｎのスロットにおいて、グラントのスタートタイムの整合が取れる。つぎに、１０Ｇ－ＯＮＵ＃１と１０Ｇ－ＯＮＵ＃２からのＲｅｐｏｒｔ情報に基づいて、１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６から割り当てられたグラントを、さらに、各１０Ｇ－ＯＮＵへ割り当てる制御を行う。各ＯＮＵへ割り当てたグラントを、１０Ｇ制御メッセージ生成部４６へ出力する。１０Ｇ制御メッセージ生成部４６は、１０Ｇ－ＯＮＵ＃１に割り当てられたグラントに基づいて１０Ｇ－ＯＮＵ＃１宛にＧａｔｅフレームを生成し、ＷＤＭ部４７を経由して、１０Ｇ－Ｐ

ＨＹ部３へ出力する。

【００２９】

１０Ｇ－ＰＨＹ部３では、送信部３３がＧａｔｅフレームを電気信号から光信号に変換後、ＷＤＭ部８へ出力する。ＷＤＭ部８は、１０Ｇ－ＰＨＹ部３からの光信号（Ｇａｔｅフレーム）と１Ｇ－ＰＨＹ部９からの光信号を合波してＷＤＭ部１へ出力する。ＷＤＭ部１は、合波後の信号を、ＰＯＮインタフェースを経由して１０Ｇ－ＯＮＵ＃１へ出力する。１０Ｇ－ＯＮＵ＃１は、Ｇａｔｅフレームを受信し、割り当てられたグラントの開始タイミング（ＧＳ３）およびグラント長に従ってデータの送信を行う。以降、１０Ｇ－ＯＮＵ＃１は、１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４からのＧａｔｅフレームに従って、データの送信を行う。なお、つぎに送信すべきデータがある場合、１０Ｇ－ＯＮＵ＃１は、データの送信とあわせてＲｅｐｏｒｔフレームを１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４へ送信する。

【００３０】

１０Ｇ－ＯＮＵ＃２がＲｅｐｏｒｔフレームを１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４へ送信し、Ｇａｔｅフレームを受信してからデータを送信するまでの処理は、上記１０Ｇ－ＯＮＵ＃１の場合と同様である。１０Ｇ－ＯＮＵ＃２は、１０Ｇ－ＯＮＵ＃２に割り当てられたグラントの開始タイミング（ＧＳ４）およびグラント長に従ってデータの送信を行う。

【００３１】

このように、１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４は、１０Ｇ－ＰＯＮシステムに接続する各１０Ｇ－ＯＮＵからのＲｅｐｏｒｔ情報を１Ｇ－ＯＮＵ＃３のＲｅｐｏｒｔ情報として１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６へ送信する。１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６は、他の１Ｇ－ＯＮＵと同様の扱いで１Ｇ－ＯＮＵ＃３（１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４）へグラントを割り当てる。１Ｇ－ＯＮＵ＃３（１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４）は、自装置へ割り当てられたグラントを各１０Ｇ－ＯＮＵへ再度割り当てることによって、１０Ｇ－ＰＯＮシステムにおけるデータの送受信の制御ができる。すなわち、１Ｇ－ＰＯＮ用として割り当てられたグラントと１０Ｇ－ＰＯＮ用として割り当てられたグラントが重なることなく、Ｃｙｃｌｅ＃ｎ内のグラントを利用することができる。本実施の形態では、１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４は、１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６に対して１Ｇ－ＯＮＵとして振舞うことによって、１Ｇ－ＰＯＮシステムと１０Ｇ－ＰＯＮシステムの共存が可能となる。なお、１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４は、１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６が無い場合（１０Ｇ－ＰＯＮシステム）ではマスタとして動作する。

【００３２】

つぎに、１Ｇ－ＯＮＵ＃１がデータを送信するまでの処理について説明する。１Ｇ－ＯＮＵ＃１は、データを送信するため、Ｒｅｐｏｒｔ情報を含んだＲｅｐｏｒｔフレームを１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６宛に送信する。１Ｇ／１０Ｇ－ＯＬＴ部１００では、ＷＤＭ部１でＲｅｐｏｒｔフレームを受信後、スプリッタ部２で分岐して１Ｇ－ＰＨＹ部９へ出力する。ここで、受信部９１で光信号を電気信号に変換し、ＢＣＤＲ部９２でクロックとデータを分離してビット同期を行ってからＲｅｐｏｒｔフレームをＷＤＭ部５へ出力する。ＷＤＭ部５は、Ｒｅｐｏｒｔフレームを１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６へ出力する。１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６では、ＷＤＭ部６１を経由して、１Ｇ制御メッセージ終端部６２がＲｅｐｏｒｔフレームを受信する。１Ｇ制御メッセージ終端部６２は、Ｒｅｐｏｒｔフレームから Ｒｅｐｏｒｔ情報を抽出し、ＤＢＡスケジューラ部６３へ出力する。ＤＢＡスケジューラ部６３は、他のＯＮＵ（１Ｇ－ＯＮＵ＃２，１Ｇ－ＯＮＵ＃３（１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４））からのＲｅｐｏｒｔ情報を受け取った後、それぞれのＲｅｐｏｒｔ情報に基づいて、各ＯＮＵへＣｙｃｌｅ＃ｎ内のグラントを割り当てる制御を行う。各ＯＮＵへ割り当てたグラントを、１Ｇ制御メッセージ生成部６４へ出力する。１Ｇ制御メッセージ生成部６４は、１Ｇ－ＯＮＵ＃１に割り当てられたグラントに基づいて１Ｇ－ＯＮＵ＃１宛にＧａｔｅフレームを生成し、ＷＤＭ部６５を経由して、ＷＤＭ部７へ出力する。

【００３３】

ＷＤＭ部７は、１Ｇ－ＯＮＵ＃１宛のＧａｔｅフレームを１Ｇ－ＰＨＹ部９へ出力する。１Ｇ－ＰＨＹ部９では、送信部９３がＧａｔｅフレームを電気信号から光信号に変換後、ＷＤＭ部８へ出力する。ＷＤＭ部８は、１Ｇ－ＰＨＹ部９からの光信号（Ｇａｔｅフレ

ーム）と１０Ｇ－ＰＨＹ部３からの光信号を合波してＷＤＭ部１へ出力する。ＷＤＭ部１は、合波後の信号を、ＰＯＮインタフェースを経由して１Ｇ－ＯＭＵ＃１へ出力する。１Ｇ－ＯＮＵ＃１は、Ｇａｔｅフレームを受信し、割り当てられたグラントの開始タイミング（ＧＳ１）およびグラント長に従ってデータの送信を行う。以降、１Ｇ－ＯＮＵ＃１は、１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６からのＧａｔｅフレームに従って、データの送信を行う。なお、つぎに送信すべきデータがある場合、１Ｇ－ＯＮＵ＃１は、データの送信とあわせてＲｅｐｏｒｔフレームを１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６へ送信する。

【００３４】

１Ｇ－ＯＮＵ＃２がＲｅｐｏｒｔフレームを１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部６へ送信し、Ｇａｔｅフレームを受信してからデータを送信するまでの処理は、上記１Ｇ－ＯＮＵ＃１の場合と同様である。１Ｇ－ＯＮＵ＃２は、１Ｇ－ＯＮＵ＃２に割り当てられたグラントの開始タイミング（ＧＳ２）およびグラント長に従ってデータの送信を行う。

【００３５】

上記１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣ部４を用いて１０Ｇ－ＰＯＮのサービスを提供するシステムの構成を、ＴＤＭＡ方式とＷＤＭＡ方式について説明する。図４－１と図４－２に、それぞれの方式において１０Ｇ－ＰＯＮシステムを追加したときのシステムの構成を示す。図４－１では、ＴＤＭＡ方式として、既存の１Ｇ－ＯＬＴに使用していた各構成を全て利用して新たに１Ｇ／１０Ｇ－ＯＬＴを構成する。なお、図１と異なり、ＰＨＹ部がデュアルレートの場合、受信部を１つにすることも可能である。

【００３６】

また、図４－２では、ＷＤＭＡ方式として、既存の１Ｇ－ＯＬＴをそのまま使用し、新たに１０Ｇ－ＯＬＴとＷＤＭを追加する。本実施の形態の１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣを用いることにより、ＴＤＭＡ方式、ＷＤＭＡ方式の両方で共通に使用でき、かつ、両方の方式で既存の構成を無駄にすることなく１Ｇ／１０Ｇが共存するＰＯＮシステムを構成できる。また、上記１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣをＬＳＩ化する場合、１Ｇ／１０Ｇのデュアルレートの ＯＬＴＭＡＣを作る場合よりも回路規模を小さくできる。

【００３７】

つぎに、図５に１０Ｇ－ＰＯＮシステムへアップグレードする具体例を示す。既存のＯＤＮ（Optical Distribution Network）を運用しつつ、１Ｇ－ＯＬＴの交換ができない事業者に対して、１０Ｇ－ＯＬＴを増設することでアップグレードを行う。まず、既存の１Ｇ－ＰＯＮシステム（図５（ａ））に対して、１０Ｇ－ＯＬＴを増設する（図５（ｂ））。その後、利用者が順次１Ｇ－ＯＮＵから１０Ｇ－ＯＮＵへ切り替える（図５（ｃ））。最終的に全ての利用者が１０Ｇ－ＯＮＵへ切り替わったところで、１Ｇ－ＯＬＴを取り除く（図５（ｄ））。増設する１０Ｇ－ＯＬＴは１０Ｇ用の新サービスに特化して構築でき、かつ、不要になった時点で１Ｇ－ＯＬＴを取り除くことができる。ＴＤＭＡ方式およびＷＤＭＡ方式、いずれの方式においても適用可能である。

【００３８】

以上説明したように、本実施の形態では、１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣは、１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣと接続するときは、１Ｇ－ＰＯＮシステムのＯＮＵとして扱われ、１０Ｇ－ＰＯＮシステムに接続する各ＯＮＵからのＲｅｐｏｒｔ情報を、１つの１Ｇ－ＯＮＵとしてまとめて１Ｇ－ＯＬＴＭＡＣへ送信し、自装置に割り当てられたグラントを１０Ｇ－ＰＯＮシステムに接続する各ＯＮＵへ割り当てることとした。これにより、既存の１Ｇ－ＯＬＴの構成をそのまま利用しつつ容易にアップグレードができ、不要になった時点で１Ｇ－ＯＬＴの構成を取り除くことで、低消費電力化も可能となる。

【００３９】

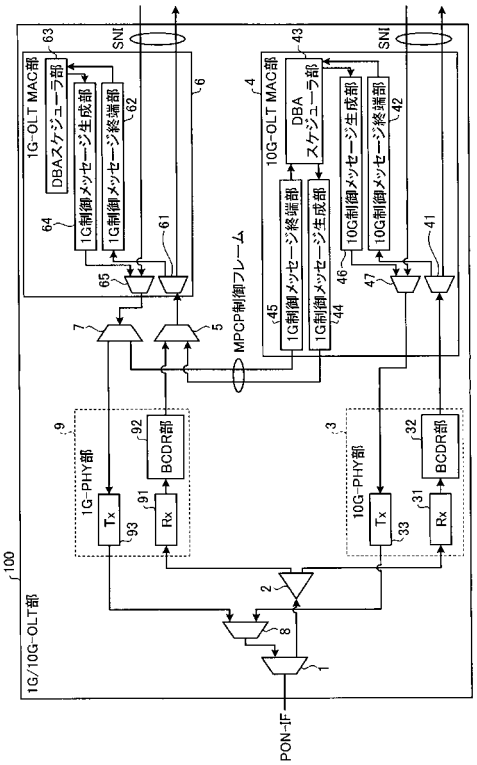
なお、本実施の形態では１０Ｇ－ＰＯＮの用語を用いて説明したが、ＩＥＥＥで規定する１０Ｇ－ＥＰＯＮ（10Gigabit－Ethernet（登録商標） Passive Optical Network）が含まれるものとする。

【産業上の利用可能性】

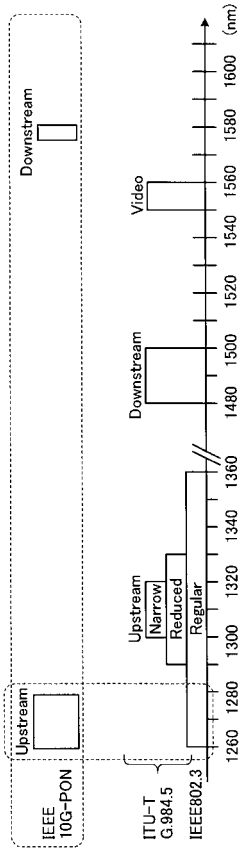
【００４０】

以上のように、本発明にかかる１０Ｇ－ＯＬＴＭＡＣは、ＰＯＮシステムに有用であり、特に、１Ｇ－ＰＯＮシステムから１０Ｇ－ＰＯＮシステムへのアップグレードに適している。

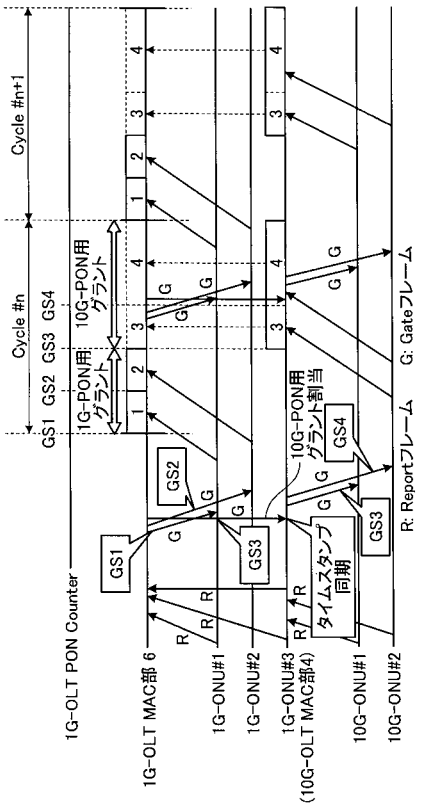
【図１】



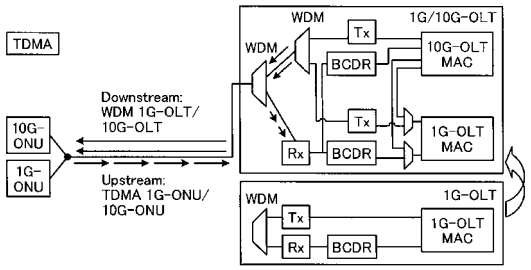
【図２】



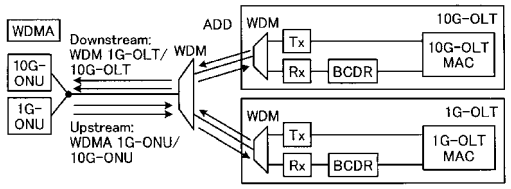
【図３】


Cycle #n+1
Cycle #n
GS1 GS2 GS3 GS4
1G-PON用 グラント
10G-PON用 グラント
G: Gateフレーム
R: Reportフレーム
10G-PON用 グラント割当
タイムスタンプ 同期
1G-OLT PON Counter
1G-OLT MAC部 6
1G-ONU#1
1G-ONU#2
1G-ONU#3 (10G-OLT MAC部4)
10G-ONU#1
10G-ONU#2

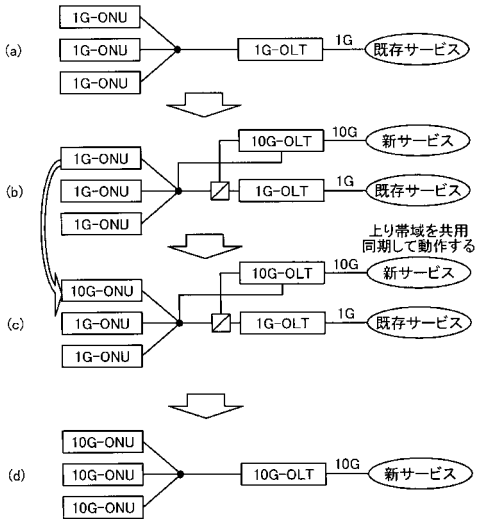
【図４－１】


TDMA
10G-ONU
1G-ONU
Downstream: WDM 1G-OLT/ 10G-OLT
Upstream: TDMA 1G-ONU/ 10G-ONU
WDM
1G/10G-OLT
Tx
Rx
BCDR
10G-OLT MAC
1G-OLT MAC
1G-OLT

【図４－２】


WDMA
10G-ONU
1G-ONU
Downstream: WDM 1G-OLT/ 10G-OLT
Upstream: WDMA 1G-ONU/ 10G-ONU
ADD
WDM
10G-OLT
1G-OLT
Tx
Rx
BCDR
10G-OLT MAC
1G-OLT MAC

【図５】


(a)
(b)
(c)
(d)
1G-ONU
10G-ONU
1G-OLT
10G-OLT
1G
10G
既存サービス
新サービス
上り帯域を共用
同期して動作する

フロントページの続き

(56)参考文献　国際公開第２００８／０７２３４７（WO，Ａ１）
特開２００９－１０６８７（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００９／３０１６１（WO，Ａ３）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H04L 12/44