

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6538579号
(P6538579)

(45) 発行日 令和1年7月3日(2019.7.3)

(24) 登録日 令和1年6月14日(2019.6.14)

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

請求項の数 9 (全 28 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-19793 (P2016-19793) (22) 出願日 平成28年2月4日(2016.2.4) (65) 公開番号 特開2017-139643 (P2017-139643A) (43) 公開日 平成29年8月10日(2017.8.10) 審査請求日 平成30年3月13日(2018.3.13)</p> <p>(出願人による申告)平成24年度 国立研究開発法人情報通信研究機構、エラスティック光アグリゲーションネットワークの研究開発 委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(73) 特許権者 000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 (74) 代理人 110001689 青稜特許業務法人 (72) 発明者 栖川 淳 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 (72) 発明者 若山 浩二 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内</p> <p>審査官 松崎 孝大</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光アクセスネットワークシステム、局側装置、及びその制御プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

動作仕様の切替に、異なる切替時間を要する複数の加入者装置、および前記加入者装置と光ファイバを介して接続し、前記切替時間を複数段階の切替時間クラスに分類し、分類された前記切替時間クラスに基づいて、前記加入者装置を宛て先とするトラフィックを制御する局側装置を有し、前記加入者装置は、前記動作仕様の切替前の第1の通信可能な状態、前記動作仕様の切替後の第2の通信可能な状態、および前記動作仕様の切替に伴い通信不可能な状態を有し、前記第1の通信可能な状態から前記第2の通信可能な状態への遷移に前記通信不可能な状態を継続する前記切替時間を要し、
前記動作仕様は、前記光ファイバを介して前記局側装置と送受信する、前記加入者装置に含まれる光送受信器が用いる波長であり、
前記局側装置は、前記切替時間クラスに対応した切替時間クラス毎キュー、ユーザーデータフレームの宛先の前記加入者装置の前記切替時間クラスを特定し、特定した前記切替時間クラスに対応した前記切替時間クラス毎キューに前記ユーザーデータフレームを振り分けるフレーム振り分け処理部、および、前記切替時間クラス毎キューから前記ユーザーデータフレームを読み出すスケジューラを有することを特徴とする光アクセスネットワークシステム。

【請求項2】

動作仕様の切替に、異なる切替時間を要する複数の加入者装置、および

前記加入者装置と光ファイバを介して接続し、
 前記切替時間を複数段階の切替時間クラスに分類し、分類された前記切替時間クラスに基づいて、前記加入者装置を宛て先とするトラフィックを制御する局側装置を有し、
 前記加入者装置は、前記動作仕様の切替前の第1の通信可能な状態、前記動作仕様の切替後の第2の通信可能な状態、および前記動作仕様の切替に伴い通信不可能な状態を有し、前記第1の通信可能な状態から前記第2の通信可能な状態への遷移に前記通信不可能な状態を継続する前記切替時間を要し、
 前記動作仕様は、前記加入者装置に含まれる論理回路の仕様であり、
 前記局側装置は、前記切替時間クラスに対応した切替時間クラス毎キュー、ユーザーデータフレームの宛先の前記加入者装置の前記切替時間クラスを特定し、特定した前記切替時間クラスに対応した前記切替時間クラス毎キューに前記ユーザーデータフレームを振り分けるフレーム振り分け処理部、および、前記切替時間クラス毎キューから前記ユーザーデータフレームを読み出すスケジューラを有することを特徴とする光アクセスネットワークシステム。

10

【請求項3】

前記局側装置は、前記加入者装置の前記第1の通信可能な状態において、
 前記スケジューラを制御して、前記加入者装置が宛先の前記ユーザーデータフレームの、前記切替時間クラス毎キューからの読み出しを停止し、前記第2の通信可能な状態への切替指示メッセージを前記加入者装置へ送信し、
 前記第2の通信可能な通信状態への切替完了メッセージの前記加入者装置からの受信に
 応答して前記スケジューラを制御して、前記加入者装置が宛先の前記ユーザーデータフレームの、前記切替時間クラス毎キューからの読み出しを再開することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の光アクセスネットワークシステム。

20

【請求項4】

前記切替時間クラス毎キューの各サイズは、前記切替時間クラスの各々に対応する前記切替時間の範囲に基づいて設定されることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の光アクセスネットワークシステム。

【請求項5】

前記切替時間は、前記加入者装置の前記仕様の切替に要する調整時間及び前記加入者装置と前記局側装置との間のラウンドトリップタイムに基づいて算出することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の光アクセスネットワークシステム。

30

【請求項6】

前記加入者装置からの前記調整時間を含む制御フレームの受信に
 応答して、前記局側装置は、前記制御フレームを送信した前記加入者装置を特定する識別子と前記調整時間の対応を取得することを特徴とする請求項5に記載の光アクセスネットワークシステム。

【請求項7】

前記切替時間クラスに基づいて、前記加入者装置を前記局側装置および他の局側装置のいずれかに接続することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の光アクセスネットワークシステム。

【請求項8】

動作仕様の切替に、異なる切替時間を要する複数の加入者装置と光ファイバを介して接続し、
 前記切替時間を複数段階に分類した切替時間クラスに対応した切替時間クラス毎キュー、
 入力されたユーザーデータフレームの宛先の前記加入者装置の前記切替時間クラスを特定し、特定した前記切替時間クラスに対応する前記切替時間クラス毎キューに前記ユーザーデータフレームを振り分けるフレーム振り分け処理部、および
 前記切替時間クラス毎キューから前記ユーザーデータフレームを読み出すスケジューラを有することを特徴とする局側装置。

40

【請求項9】

50

光アクセスネットワークシステムの動作仕様の切替に、異なる切替時間を要する複数の加入者装置と光ファイバを介して接続する局側装置に実行させる制御プログラムであって

、
前記局側装置は、
前記切替時間を複数段階の切替時間クラスに分類し、
分類された前記切替時間クラスに基づいて、前記加入者装置を宛て先とするトラフィックを制御し、

前記局側装置は、前記切替時間クラスに対応した切替時間クラス毎キューを備え、
入力されたユーザーデータフレームの宛先の前記加入者装置の前記切替時間クラスを特定し、

特定した前記切替時間クラスに対応した前記切替時間クラス毎キューに前記ユーザーデータフレームを振り分けて格納し、

前記切替時間クラス毎キューから前記ユーザーデータフレームを読み出して、前記加入者装置へ送信することを特徴とする制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光アクセスネットワークシステム、局側装置、及びその制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、インターネットの普及に伴い、ネットワークにおける通信の高速化への要求が高まっている。この高速化への要求にこたえるため、PON (Passive Optical Network) の普及が進んでいる。PONは、局に置かれる局側装置 (OLT: Optical Line Terminal) と各ユーザー宅に設置される加入者装置 (ONU: Optical Network Unit) との間を接続するため、OLTに接続される1本の光ファイバ (以下、ファイバ) を、光スプリッタによって複数に分岐させ、分岐された複数のファイバの各々を複数のONUの各々に接続する光アクセスネットワークである。

【0003】

このようなPONによって光アクセスネットワークシステムを構築した場合、ファイバの敷設コストが安く、かつ広帯域の光伝送を用いるため高速通信が可能である。このため、現在、世界各国でPONの普及が進んでいる。PONを用いた方法の中でも、OLTからONUへの下り伝送用の光回線と、ONUからOLTへの上り伝送用の光回線とに、異なる波長の光信号を用い、さらに、ONU毎の信号を時分割するTDM (Time Division Multiplexing) - PONが広く利用されている。TDM - PONは、B - PON (Broadband PON)、E - PON (Ethernet (登録商標) PON)、G - PON (Gigabit Capable PON)、10G - EPON、及び、XG - PON (10 Gigabit Capable PON) 等の標準規格に採用されている。

【0004】

次世代のPONの候補として、従来のTDM - PONを複数の波長で束ねるWDM (Wavelength Division Multiplexing) / TDM - PONを用いる方法がある。このWDM / TDM - PONは、複数の波長を利用することでより大容量の通信を実現できる。このWDM / TDM - PONにおいては、ONUは送受信に用いる波長を可変にする方法が知られている。

【0005】

WDM / TDM - PONの次の世代の方式として、複数のサブキャリアを束ねて通信するOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) - PONを用いる方法がある。このOFDM - PONでは、複数のサブキャリアを用いて通信することで高い周波数

10

20

30

40

50

利用効率を実現できる。このOFDM-PONでは、通信に用いるサブキャリアの割当やサブキャリア数をトラフィック状況に応じて変更することが知られている。また、このOFDM-PONにおいて、多様なパラメータである波長、シンボルレート、多値数、サブキャリア数を変更することでより柔軟な光アクセスネットワークシステムを実現することができる。

【0006】

光アクセスネットワークシステムの機能変更や光周波数（波長）の利用効率向上のために、ONUは、使用する光信号の波長の切替や信号処理や誤り訂正符号などの回路の変更等の動作仕様の切替を、光アクセスネットワークシステムの運用中に実現する必要がある。

10

【0007】

特許文献1は、波長切替の状態に応じてトラフィックを振り分けて処理する、OLTのバッファ構成を開示している。波長切替対象のONU宛のパケットを切替キューに送り、非切替対象のONU宛のパケットをスルーキューに送るONU振分部と、切替キュー及びスルーキューからパケットを読み出すスケジューラ部を備えている。特許文献1の技術によれば、切替に伴うフレームロスを防止し、切替処理中パケットを保持する切替キューを収容ONU台数より少なくできる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2015-50623号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

波長切替に対応する特許文献1は、同時に切替えるONU数分の切替キュー（バッファ）をOLTが備える。多数のONUの波長を同時に切替する際には、OLTが用意する切替キューの数が多くなる。

【0010】

一方、同時に切替える全ONUで共用する切替キュー（バッファ）をOLTが備える場合、最も波長切替時間の長いONUの波長切替完了まで切替キューにバッファリングすることになり、波長切替時間が短いONUは、波長切替時間の長いONUの影響を受けて、波長切替に伴うレイテンシ劣化が生じる。

30

【0011】

ONUの回路変更も、回路切替時間に相当する時間、ONUの所定の動作を中断するという点において、ONUの波長切替と同様である。

【0012】

そこで、光アクセスネットワークシステムの、使用する波長や回路のような動作仕様切替のためのOLTのバッファの容量削減と切替時間に伴うレイテンシの劣化抑制が必要となる。

【課題を解決するための手段】

【0013】

開示する光アクセスネットワークシステムは、動作仕様の切替に、異なる切替時間を要する複数の加入者装置、および、加入者装置と光ファイバを介して接続し、切替時間を複数段階の切替時間クラスに分類し、分類された切替時間クラスに基づいて、加入者装置宛でのトラフィックを制御する局側装置を有する。

【発明の効果】

【0014】

開示する光アクセスネットワークシステムによれば、光アクセスネットワークシステムの動作仕様切替のために用いるOLTのバッファの容量削減と切替時間に伴うレイテンシの劣化抑制を実現できる。

50

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】光アクセスネットワークシステムの構成図である。

【図2】実施例1のOLTの構成図である。

【図3】実施例1のOLTのハードウェア構成図である。

【図4】実施例1のONUの構成図である。

【図5】実施例1のOLT制御部の処理フローチャートである。

【図6】実施例1のONU切替時間クラス管理テーブルの例である。

【図7】実施例1の波長調整時間を収集するシーケンス図である。

【図8】実施例1の波長切替シーケンス図である。

10

【図9】実施例2のOLTの構成図である。

【図10】実施例2のONUの構成図である。

【図11】実施例2による回路書き換えシーケンス図である。

【図12】実施例3のOLTの構成図である。

【図13】実施例3のOLT制御部の処理フローチャートである。

【図14】実施例3の波長切替シーケンス図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本実施形態では、動作仕様の切替に、異なる切替時間を要する複数の加入者装置（ONU）、および、ONUと光ファイバを介して接続する局側装置（OLT）を有する光アクセスネットワークシステムを説明する。OLTは、ONUの動作仕様の切替時間を複数段階の切替時間クラスに分類し、分類された切替時間クラスに基づいて、ONU宛てのトラフィックを制御する。

20

【0017】

なお、ONUは、動作仕様の切替前の第1の通信可能な状態、仕様の切替後の第2の通信可能な状態、および仕様の切替に伴い通信不可能な状態を有し、第1の通信可能な状態から第2の通信可能な状態への遷移に、通信不可能な状態を継続する切替時間を要する。

【0018】

以下、切り替える動作仕様を、ONUが有する光送受信器の波長である光アクセスネットワークシステムを実施例1として説明し、切り替える動作仕様を、ONUが有する論理回路の仕様である光アクセスネットワークシステムを実施例2として説明する。さらに、実施例3として、光アクセスネットワークシステムとして、波長切替時間が異なるONUの波長を切替えるWDM/TDM-PONシステムの場合について説明する。

30

【実施例1】

【0019】

複数のOLTで波長多重する光ネットワークシステムでは、シンボルレートやサブキャリア数を変更すると、OLTで利用する光周波数（波長）を変更する。各OLTの波長を変更することで複数のOLTが効率よく光周波数を利用することができる。このような場合、OLTの波長及びそのOLTに接続するONUの波長も変更する必要がある。本実施例の光アクセスネットワークシステムは、このような必要性に応える。

40

【0020】

（光アクセス網）

図1は、光アクセスネットワークシステム（以下、光アクセス網）の構成図である。光アクセス網は、4台のOLT10（10-A～10-D）、光スプリッタ30、31、複数のONU20（20-A-1～20-D-n4）、及び複数の端末50（50-A-1～50-D-n4）を備える。OLT10は、局側装置であり、ONU20は加入者装置である。

【0021】

複数のOLT10は、ネットワーク60と接続する。ネットワーク60は、インターネットであってもよいし、LAN等のネットワークであってもよい。OLT10は、ネット

50

ワーク 60 から受信した信号を、ONU 20 に送信する。また、OLT 10 は、ONU 20 から受信した信号を、ネットワーク 60 に送信する。

【0022】

複数の OLT 10 (10-1 ~ 10-4) は、光スプリッタ 30 と接続する。光スプリッタ 30 は、幹線光ファイバ 40-0 を介して光スプリッタ 31 と接続する。光スプリッタ 31 は、支線の光ファイバ 40 (40-A-1 ~ 40-D-n4) を介して ONU 20 (20-A-1 ~ 20-D-n4) と接続する。端末 50 (50-A-1 ~ 50-D-n4) は、それぞれ ONU 20 (20-A-1 ~ 20-D-n4) と接続する。

【0023】

ONU 20 から OLT 10 への通信を上り通信、上り通信に用いる波長を上り波長と呼ぶ。逆に、OLT 10 から ONU 20 への通信を下り通信、下り通信に用いる波長を下り波長と呼ぶ。

10

【0024】

複数の OLT 10 の信号の多重方法について説明する。ONU 20-A-1 ~ 20-A-n1 は、下り波長 A_d 及び上り波長 A_u を用いて、OLT 10-1 と通信する。ONU 20-B-1 ~ 20-B-n1 は、下り波長 B_d 及び上り波長 B_u を用いて、OLT 10-2 と通信する。ONU 20-C-1 ~ 20-C-n1 は、下り波長 C_d 及び上り波長 C_u を用いて、OLT 10-3 と通信する。ONU 20-D-1 ~ 20-D-n1 は、下り波長 D_d 及び上り波長 D_u を用いて、OLT 10-4 と通信する。光スプリッタ 30 は複数の OLT 10 から受信した信号を合波して幹線ファイバ 40-0 に出力する。また、光スプリッタ 30 は、幹線ファイバ 40-0 から入力された光信号を複数の OLT 10 に分波して出力する。光スプリッタ 31 も同様に分波、合波する。

20

【0025】

このように、本実施例の光アクセス網において、複数の OLT 10 は、異なる波長で波長多重して ONU 20 と通信する。また、本実施例の OLT 10 は、下り波長と上り波長とが異なる波長を利用して、下り通信と上り通信とを多重する。

【0026】

OLT 10 - ONU 20 間の下り通信に関して説明する。幹線光ファイバ 40-0 を通る光信号は、OLT 10 から ONU 20 へ向けたすべての波長の光信号が多重されて含まれる。そのため、ONU 20 はそれらすべての波長の下り光信号を受信する。

30

【0027】

ONU 20 は、波長多重された下り光信号から自らが用いる波長を受信する。更に、ONU 20 は、OLT 10 から受信したフレーム内の識別子である LLID (ロジカルリンク ID) に基づいて、自 ONU 20 宛てのフレームか否かを判定することによって、同じ波長の光信号によるフレームの中から自 ONU 20 宛てのフレームを特定する。例えば、ONU 20-A-1 は、ONU 20-A-1 ~ ONU 20-A-n1 宛てのフレームを含む光信号を受信する。そして、ONU 20-A-1 は、LLID に基づいて ONU 20-A-1 宛てのフレームを、通信プロトコルの上位層の処理に転送し、それ以外のフレームは廃棄する。このようにして、OLT 10 と複数の ONU 20 とが下り通信する。

【0028】

40

OLT 10 - ONU 20 間の上り通信に関して説明する。ONU 20-A-1 ~ ONU 20-A-n1 の各々は、同じ上り波長 A_u を用いて、OLT 10 から指示された期間に自らが生成したバースト光信号を送信する。

【0029】

このように各 ONU 20 に指示された期間 (ONU 20 毎に異なる期間) にバースト光信号を送信することによって、複数の ONU 20 からの上り光信号が衝突するのを防ぐ。OLT 10 は、時分割で多重された複数の ONU 20 からのバースト光信号を受信する。このようにして、OLT 10 と複数の ONU 20 とが上り通信することができる。そして、複数の OLT 10 と複数の ONU 20 とが同一の光ファイバ 40 を共有して通信することができる。

50

【0030】

(OLT10の機能構成)

図2は、本実施例のOLT10の構成図である。OLT10は、光送受信器110、PON PHY/MAC (PON Physical/Media Access Control) 処理部120、マルチプレクサ130、デマルチプレクサ140、MPCP (Multi-Point Control Protocol) 処理部150、下りトラフィック処理部160、上りトラフィック処理部170、およびOLT制御部180を含む。ここでは、ONU20が、波長Aの光信号を送受信する場合について説明する。

【0031】

光送受信器110は、電気信号と光信号を相互に変換する。光送受信器110は、光スプリッタ30から入力された上り波長Auの上り光信号を受信し、受信した上り光信号を電流信号に変換する。さらに、光送受信器110は、変換後の電流信号を電圧信号に変換及び増幅し、アナログの電気信号をデジタル信号に変換して、PON PHY/MAC 処理部120に出力する。

10

【0032】

また、光送受信器110は、PON PHY/MAC 処理部120から入力された電気信号を下り波長AdのOFDM (直交周波数分割多重: Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) - PONにおける光信号に変換し、この変換によって生成された光信号を下り光信号として光スプリッタ30に出力する。これによって、光送受信器110は、下りトラフィックを下り波長Adの下り光信号に変換し、下り光信号をONU20に送信する。

20

【0033】

光送受信器110は、OLT制御部180からの指示に従って、OFDM - PONにおける光信号のパラメータを、光送受信器110内の光送信部及び光受信部に設定する。これらのパラメータは、OLT制御部180において変更可能である。

【0034】

光信号のパラメータとは、波長、変調方式、シンボルレート、サブキャリア数、及び、サンプリングレート等である。光送受信器120は、これらのパラメータを変更することによって、下り光信号及び上り光信号の伝送容量を変更することができる。光送受信器110は、送信光信号の波長を調整可能なレーザーを用いる装置を光送信部として有することで、光送信部が送信する波長を変更できる。また、光送受信器110は、受信光信号の波長を調整可能な光フィルタを用いる装置を光受信部として有することで、光受信部が受信する波長を変更できる。

30

【0035】

(PON PHY/MAC 処理部120)

PON PHY/MAC 処理部120は、PON区間のPHY (Physical) 層及びMAC (Media Access Control) 層の処理を実行する処理部である。PON PHY/MAC 処理部120は、マルチプレクサ処理部130から入力された下り方向のMACフレームに対して、MACフレームのプリアンブル部分に送信先に対応するLLIDを付与した後、FEC (Forward Error Correction) エンコード処理や64B66B等の符号化処理を実行する。更に、PON PHY/MAC 処理部120は、符号化された信号をパラレル信号からシリアル信号に変換して、光送受信器110に出力する。

40

【0036】

また、PON PHY/MAC 処理部120は、光送受信器110からデジタル変換された上りの電気信号を受信し、シリアル信号としての電気信号をパラレル信号に変換して、FECデコード処理や64B66B等の復号化処理を実行する。更に、復号化により出力されたMACフレームのプリアンブル部分を解析し、LLIDを除去してデマルチプレクサ140に出力する。

【0037】

50

(マルチプレクサ130)

マルチプレクサ130は、MPCP処理部150から入力されたMPCP制御フレームと下りトラフィック処理部160から入力された下りユーザーデータフレームを多重して、PON PHY/MAC処理部120に出力する。

【0038】

(デマルチプレクサ140)

デマルチプレクサ140は、PON PHY/MAC処理部120からMACフレームを受信して、MACフレームのヘッダ情報を解析し、MPCP制御フレームと上りユーザーデータフレームを識別し、MPCP制御フレームをMPCP処理部150に出力し、上りユーザーデータフレームを上りトラフィック処理部170に出力する。

10

【0039】

(MPCP処理部150)

MPCP処理部150は、OLT10とONU20間でやりとりされるMPCP制御フレームの送信及び受信の処理をおこなう。MPCP処理部150では、ONU20に対して上り送信許可を与えるGATEフレーム、新規接続したONU20に対する送信許可を与えるDiscovery GATEフレーム、ONU20に対して登録を指示するREGISTERフレームを発行し、マルチプレクサに出力する。また、MPCP処理部150は、ONU20が上りデータ量を通知するREPORTフレーム、ONU20が登録要求を通知するREGISTER_REQフレームをデマルチプレクサ140から受信する。

【0040】

20

(下りトラフィック処理部160)

下りトラフィック処理部160は、ネットワーク60からユーザーデータフレームを受信し、受信したユーザーデータフレームのヘッダ情報を解析し、ユーザーデータフレームを複数のキューに振り分け、さらにそれら複数のキューからユーザーデータフレームを読み出し、マルチプレクサ130に出力する。

【0041】

下りトラフィック処理部160は、スケジューラ1610、クラス毎キュー1620、フレーム振り分け処理部1630を含む。フレーム振り分け処理部1630は、ネットワーク60から受信した下りのユーザーデータフレームのヘッダ情報を解析し、ユーザーデータフレームの宛先のONU20の切替時間クラスを特定し、特定したクラスに基づいて、複数のクラス毎キュー1620に振り分ける。ここでは、ユーザーデータフレームの送信先アドレスや付与されたVLANタグのVLAN-IDから宛先となるONU20を特定し、更に、宛先ONU20に対応する切替時間クラス(後述)を特定し、切替時間クラスに対応したクラス毎キュー1620に出力する。スケジューラ1610は、クラス毎キュー1620からユーザーデータフレームを読み出して、マルチプレクサ140に出力する。このスケジューラ1610は、OLT制御部180からの指示を受けて、キュー毎に読み出しの停止、読み出しの再開を実行する。この構成によれば、OLT制御部180が下り波長Adの波長切替完了のタイミングに基づいて、下りトラフィック処理部160での各クラスのキューの読み出しを制御することが可能である。

30

【0042】

40

(クラス毎キューの構成)

OLT10が備える複数のクラス毎キュー1620のサイズは、すべて同一でもよいし、クラスによって異なるサイズを用いてもよい。例えば、波長切替時間が長いクラスのキューのサイズを大きくし、波長切替時間が短いクラスのキューのサイズを小さくしてもよい。波長切替時間の長さに応じて各クラスのキューサイズを設定することでOLT10の備えるメモリ量を削減できる。

【0043】

(上りトラフィック処理部170)

上りトラフィック処理部170は、デマルチプレクサ140から上りのユーザーデータフレームを受信して、一旦バッファに蓄積して、必要があれば、優先度制御や帯域制御を実

50

施してネットワーク60に出力する。

【0044】

(OLT制御部180)

OLT制御部180は、OLT10内の下りトラフィック処理部160、MPCP処理部150、光送受信器110の動作をモニタし、これらの処理部に対してパラメータの設定変更などを実行する。OLT制御部180は、光送受信器110に対して送信波長、受信波長の設定指示をおこなう。また、OLT制御部180は、下りトラフィック処理部160に対して、各クラスキューからのユーザーデータフレームの読みだしの停止、再開指示を出す。また、OLT制御部180は、MPCP処理部150に対して波長切替に関する制御フレーム送信の指示を出したり、MPCP処理部から波長切替制御フレームの受信イベントをモニタしたりする。OLT制御部180の動作の詳細については後述する。

10

【0045】

本実施例のOLT10の構成によれば、OLT10は、波長切替の制御と連携して下りトラフィックの制御が可能であり、また、切替時間のクラス毎にトラフィックを制御することが可能である。

(OLTのハードウェア構成)

図3は、OLT10のハードウェア構成図である。OLT10は、光送受信器110、PON論理回路190、CPU191、およびメモリ192を有する。各部はバスを介して相互に接続されており、相互に制御用のデータをやりとりすることが可能である。OLT10の機能構成で述べた、PON PHY/MAC処理部120、マルチプレクサ130、デマルチプレクサ140、MPCP処理部150、下りトラフィック処理部160、および上りトラフィック処理部170は、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)やFPGA(Field Programmable Gate Array)などの論理回路で実現され、OLT制御部180は、CPU191とメモリ192により実現される。

20

【0046】

(ONU20)

図4は、本実施例のONU20の構成図である。ONU20は、光送受信器210、PON PHY/MAC処理部220、マルチプレクサ230、デマルチプレクサ240、MPCP処理部250、上りトラフィック処理部260、下りトラフィック処理部270、およびONU制御部280を含む。ここでは、ONU20が、波長Aの光信号を送受信する場合について説明する。

30

【0047】

光送受信器210は、電気信号と光信号を相互に変換する。光送受信器210は、光スプリッタ31から入力された下り波長Adの下り光信号を受信し、受信した下り光信号を電流信号に変換する。さらに、光送受信器210は、変換後の電流信号を電圧信号に変換及び増幅し、アナログの電気信号をデジタル信号に変換して、PON PHY/MAC処理部220に出力する。

【0048】

また、光送受信器210は、PON PHY/MAC処理部220から入力された電気信号を上り波長AuのOFDM(直交周波数分割多重:orthogonal frequency-division multiplexing)-PONにおける光信号に変換し、この変換によって生成された光信号を上り光信号として光スプリッタ31に出力する。これによって、光送受信器210は、上りトラフィックを上り波長Auの上り光信号に変換し、上り光信号をOLT10に送信する。

40

【0049】

光送受信器210は、ONU制御部280からの指示に従って、OFDM-PONにおける光信号のパラメータを光送受信器210内の光送信部及び光受信部に設定する。これらのパラメータは、OLT制御部180からの指示に基づいてONU制御部280において変更可能である。

50

【 0 0 5 0 】

光信号のパラメータとは、波長、変調方式、シンボルレート、サブキャリア数、及び、サンプリングレート等である。光送受信器 2 1 0 は、送信光信号の波長を調整可能なレーザを用いる装置を光送信部として有することで、光送信部が送信する波長を変更できる。また、光送受信器 2 1 0 は、受信光信号の波長を調整可能な光フィルタを用いる装置を光受信部として有することで、光受信部が受信する波長を変更できる。

【 0 0 5 1 】

(P O N P H Y / M A C 処理部 2 2 0)

P O N P H Y / M A C 処理部 2 2 0 は、P O N 区間の P H Y 層及び M A C 層の処理を実行する処理部である。P O N P H Y / M A C 処理部 2 2 0 は、マルチプレクサ処理部 2 3 0 から入力された上り方向の M A C フレームに対して、M A C フレームのプリアンブル部分に送信先に対応する L L I D を付与した後、F E C エンコード処理や 6 4 B 6 6 B 等の符号化処理を実行する。更に、P O N P H Y / M A C 処理部 2 2 0 は、符号化された信号をパラレル信号からシリアル信号に変換して、光送受信器 2 1 0 に出力する。

10

【 0 0 5 2 】

また、P O N P H Y / M A C 処理部 2 2 0 は、光送受信器 2 1 0 からデジタル変換された下りの電気信号を受信し、シリアル信号としての電気信号をパラレル信号に変換して、F E C デコード処理や 6 4 B 6 6 B 等の復号化処理を実行する。更に、復号化により出力された M A C フレームのプリアンブル部分を解析し、L L I D を除去してデマルチプレクサ 2 4 0 に出力する。

20

【 0 0 5 3 】

(マルチプレクサ 2 3 0)

マルチプレクサ 2 3 0 は、M P C P 処理部 2 5 0 から入力された M P C P 制御フレームと上りトラフィック処理部 2 6 0 から入力された上りユーザーデータフレームを多重して、P O N P H Y / M A C 処理部 2 2 0 に出力する。

【 0 0 5 4 】

(デマルチプレクサ 2 4 0)

デマルチプレクサ 2 4 0 は、P O N P H Y / M A C 処理部 2 2 0 から M A C フレームを受信して、M A C フレームのヘッダ情報を解析し、M P C P 制御フレームと下りユーザーデータフレームを識別し、M P C P 制御フレームを M P C P 処理部 2 5 0 に出力し、下りユーザーデータフレームを下りトラフィック処理部 2 7 0 に出力する。

30

【 0 0 5 5 】

(M P C P 処理部 2 5 0)

M P C P 処理部 2 5 0 は、O L T 1 0 と O N U 2 0 間でやりとりされる M P C P 制御フレームの送信及び受信の処理をおこなう。M P C P 処理部 2 5 0 では、O N U 2 0 が上りデータ量を通知する R E P O R T フレーム、O N U 2 0 が登録要求を通知する R E G I S T E R _ R E Q フレームを発行し、マルチプレクサ 2 3 0 に出力する。また、M P C P 処理部 2 5 0 は、O N U 2 0 に対して上り送信許可を与える G A T E フレーム、新規接続した O N U 2 0 に対する送信許可を与える D i s c o v e r y G A T E フレーム、O N U 2 0 に対して登録を指示する R E G I S T E R フレームをデマルチプレクサ 2 4 0 から受信する。

40

【 0 0 5 6 】

(上りトラフィック処理部 2 6 0)

上りトラフィック処理部 2 6 0 は、端末 5 0 からユーザーデータフレームを受信し、一旦バッファに蓄積して、必要があれば、優先度制御等を実施し、マルチプレクサ 2 3 0 に出力する。

【 0 0 5 7 】

(下りトラフィック処理部 2 7 0)

下りトラフィック処理部 2 7 0 は、デマルチプレクサ 2 4 0 から下りユーザーデータフレームを受信して、一旦バッファに蓄積して、優先度制御や帯域制御を実施して端末 5 0 に

50

出力する。

【0058】

(ONU制御部280)

ONU制御部280は、ONU20内の上りトラフィック処理部260、MPCP処理部250、光送受信器210の動作をモニタし、これらの処理部に対してパラメータの設定変更などを実行する。ONU制御部280は、光送受信器210に対して送信波長、受信波長の設定指示をおこなう。また、ONU制御部280は、MPCP処理部250に対して波長切替に関する制御フレーム送信の指示を出したり、MPCP処理部250から波長切替制御フレームの受信イベントをモニタしたりする。

【0059】

本実施例のONU20の構成によれば、ONU20は、OLT10からの波長切替を指示する制御フレームを受信して、ONU20が備える光送受信器210の波長を変更し、変更後の波長にて制御フレームをOLT10に送信することが可能である。

【0060】

(OLT制御部180の処理)

図5は、本実施例のOLT制御部180の処理フローチャートである。

【0061】

OLT制御部180は、波長切替のトリガーの検出にตอบสนองして、処理の実行を開始する(S101)。波長切替のトリガーは、OLT10に直接またはネットワーク(ネットワーク60又は他のネットワーク)を介して接続されたオペレーション端末(図示略)からの指示、及び/又はOLT10内でのトラフィック量の変化の検出である。

【0062】

OLT制御部180は、OLT10に登録されているすべてのONU20(以下、すべてのONU20とは、OLT10に登録されている切替対象のすべてのONU20の意味である。)に対して、波長切替要求を表す制御フレームをMPCP処理部150を介して送信する(S102)。なお、波長切替要求を表す制御フレームの送信と共に、上りの送信許可を表すGATEフレームを送信してもよい。GATEフレームを送信することで、ONU20が波長切替要求に対する応答を迅速に送信することが可能となる。

【0063】

OLT制御部180は、波長切替要求を送信したONU20から波長切替要求応答の受信を待つ(S103)。予め設定した時間(タイムアウト時間)内にすべてのONU20から波長切替要求応答を受信した場合には、S104に移る。タイムアウト時間内にすべてのONU20から波長切替要求応答を受信できなかった場合には、OLT制御部180はS118に移る。OLT制御部180は、波長切替要求応答を受信できなかった旨を表す警報メッセージを発行する(S118)。この警報メッセージは、OLT10と接続されたオペレーション端末に送信され、そのオペレーション端末にて表示される。

【0064】

OLT制御部180は、波長切替要求を送信したONU20から受信した波長切替要求応答のメッセージを解析し、メッセージ内のACK/NACKを確認する(S104)。OLT制御部180は、すべてのONU20からのメッセージにおいてACKを確認した場合にはS105に移り、少なくとも1台のONU20からのメッセージにおいてNACKを確認した場合には、OLT10は波長切替の処理を中断し、S117に移る。OLT制御部180は、ONUから切替拒否があった旨を表すイベント発生メッセージを発行する(S117)。このメッセージは、例えば、OLT10と接続されたオペレーション端末に送信され、そのオペレーション端末にて表示される。

【0065】

OLT制御部180は、波長切替対象の全ONU20に波長切替指示メッセージを送信する(S105)。波長切替指示メッセージは、変更後の送信波長や受信波長の情報、および波長切替時刻を含む。波長切替指示メッセージはONU20毎にユニキャストで送信してもよいし、ブロードキャストにて全ONUに送信してもよい。

10

20

30

40

50

【0066】

OLT制御部180は、下りトラフィック処理部160のスケジューラ1610を制御してクラス毎キュー1620からの下りユーザーデータフレームの読み出しを停止する(S106)。その結果、下りトラフィック処理部160は下りユーザーデータフレームの出力を停止し、下りユーザーデータフレームをクラス毎キュー1620に蓄積する。

【0067】

OLT制御部180は、OLT10内の光送受信器110に波長切替の指示を出す(S107)。波長切替の指示には、変更後の送信波長や受信波長の情報、および波長切替時刻が含まれる。波長切替の指示を受信した光送受信器110は、指示に従い送信波長や受信波長を変更する。

10

【0068】

OLT制御部180は、波長切替対象のONU20からの切替完了通知の受信を所定時間待ち、所定時間内に切替完了通知を受信するか否かを判定する(S108)。OLT制御部180は、波長切替対象のONU20から切替完了通知を受信した場合にはS109に移り、所定時間内に切替完了通知を受信しなかった場合にはS114に移る。OLT制御部180は、ONU20に波長切替指示を送信した時刻からの経過時間を計測し、経過時間と予め設定した閾値との大小を判定する(S114)。閾値は、波長切替対象のONU20のすべてから切替完了通知の受信を確認するためのタイムアウト時間であり、個々のONU20に対するタイムアウト時間ではない。OLT制御部180は、経過時間 閾値である場合にS108に戻り、経過時間 > 閾値である場合に、S115に移る。OLT制御部180は、ONU切替時間クラス管理テーブル(後述)でステータスが切替中のONU20を登録解除状態に強制的に遷移させ(S115)、S116に移る。OLT制御部180は、切替処理タイムアウトが発生したことを表すアラームを発行し(S116)、処理を終了する。このアラームは、OLT10と接続されたオペレーション端末に送信され、そのオペレーション端末にて表示される。

20

【0069】

OLT制御部180は、切替完了通知を受信したONU20の、切替完了通知に含まれるONU-IDを特定し、ONU切替時間クラス管理テーブルで該当するONU-IDのステータスを切替完了に変更する(S109)。

【0070】

OLT制御部180は、ONU切替時間クラス管理テーブルを参照して、特定したONU-IDのONU20が属するクラス(#x)を特定する(S110)。

30

【0071】

OLT制御部180は、特定したクラス#xに所属するすべてのONU20のステータスをONU切替時間クラス管理テーブルから取得し、該当するすべてのONU20のステータスが切替完了になっているか否かを判定する(S111)。OLT制御部180は、切替完了である場合にS112に移り、切替完了でない場合にS108に戻る。

【0072】

OLT制御部180は、特定したクラス#xに対応するキューからの読み出し再開を下りトラフィック処理部160に指示する(S112)。指示を受けた下りトラフィック処理部160は、スケジューラ1610を制御してクラス#xに対応するキューからのユーザーデータフレームの読み出しを再開し、クラス#xに蓄積していたユーザーデータフレームが光送受信器110を介して送信される。

40

【0073】

OLT制御部180は、ONU切替時間クラス管理テーブルを参照して登録されているONU20のステータスを確認し、すべてのONU20のステータスが切替完了となっているか否かを判定する(S113)。OLT制御部180は、切替完了である場合には処理を終了し、切替完了でない場合にはS108に戻る。

【0074】

以上で述べたように、OLT制御部180は、切替時間クラス毎に蓄積されたトラフィ

50

ックの送信再開処理を実行できる。

【0075】

(ONU切替時間クラス管理テーブル)

図6は、OLT制御部180が備える、ONU切替時間クラス管理テーブルの例である。ONU切替時間クラス管理テーブルは、ONU20の識別子を表すONU-ID、ONUの切替状態を表すステータス、ONUの光送受信器の波長調整に要する波長調整時間、ONU-OLT間のラウンドトリップタイム、およびONUが所属するクラス番号を有する。ONU切替時間クラス管理テーブルは、新規にONU20が登録されるとエントリが追加される。波長調整時間やラウンドトリップの値は、ONU20の初期登録時にONU20からOLT10に通知され、OLT10は通知された値をONU切替時間クラス管理テ

10

【0076】

ONU-IDは、OLT10に接続されたONU20を識別できるのであれば、どのような値でも構わない。例えば、ONU20に割り当てているVLAN IDを用いても、ONU20のシリアル番号(固有の装置番号)を用いても構わない。

【0077】

ステータスは、ONU20の切替状態を表し、「登録(切替完了)」、「切替中」、または「登録解除状態」を表す値が入力される。

【0078】

クラス番号は、各クラスでの切替時間範囲を予め設定しておき、ONU20の波長調整時間とラウンドトリップタイムから切替時間を算出し、算出した切替時間を含む切替時間範囲に対応するクラスを表す番号である。

20

【0079】

(ONU波長調整時間収集シーケンス)

図7は、OLT10がONU20の波長調整時間を収集するシーケンス図である。OLT10はONU20に対して、制御フレームの一種であるDiscovery GATEフレームを送信する。この制御フレームは、OLT10に接続するすべてのONU20にブロードキャストされる。

【0080】

ONU20は、Discovery GATEフレームを受信すると、既にOLT10に登録済みの場合はこの制御フレームに回答せず、未登録の場合にこの制御フレームに回答する。図7の例では、ONU20は起動直後であり、OLT10に未登録であるので回答する。ONU20は、Discovery GATEフレームへの応答フレームであるREGISTER_REQフレームを送信する。この応答フレームを送信する際に、ONU20はONU20内の光送受信器210の波長調整時間を波長調整時間を応答フレーム内の所定のフィールドに格納して送信する。ONU20は、ONU20の光送受信器210の、下り受信部の波長調整時間DS_Tuning_Time及び上り送信部の波長調整時間US_Tuning_Timeを応答フレーム内の所定のフィールドに格納して送信する。

30

【0081】

OLT10は、REGISTER_REQフレームを受信した登録対象のONU20に対して制御フレームの一種である、REGISTERフレーム及びGATEフレームを送信する。ONU20はREGISTERフレームを受信すると、応答としてREGISTER_ACKを発行し、受信したGATEフレームで指定された送信許可期間内にREGISTER_ACKをOLT10に送信する。OLT10はREGISTER_ACKを受信すると、ONU切替時間クラス管理テーブルにエントリを追加し、ONU-IDに対応付けて波長調整時間を設定する。設定する波長調整時間は、上り及び下りの波長調整時間である。

40

【0082】

以上のONU波長調整時間収集シーケンスにより、OLT10はONU20を登録する

50

際に、ONU 20の波長調整時間を収集でき、収集したONU 20の波長調整時間をONU-IDに対応付けたONU切替時間クラス管理テーブルを構築することができる。

【0083】

(波長切替シーケンス)

図8は、本実施例による波長切替シーケンス図である。ここでは、説明を分かり易くするために、切替要求や切替指示においてアラームが発生する事象が発生しないとする。また、ONU 1、ONU 2、ONU 3、ONU 4の順で波長切替時間が大きくなるとし、ONU 1、ONU 2はクラス1、ONU 3、ONU 4はクラス2に属するとする。

【0084】

OLT 10は、ONU 20の登録時に、前述のONU波長調整時間収集シーケンスにより、ONU 20の光送受信器210の波長調整時間を収集する。波長調整時間とラウンドトリップタイムから、波長切替時間を算出しておく。

【0085】

オペレーション端末(図中、OpS)などから、OLT 10及びそのOLT 10に接続するONU 20が用いる波長を変更する指示を受けると、OLT制御部180は前述の処理(図5)を実行する。

【0086】

OLT 10は切替対象のすべてのONU 20に対して、波長切替要求メッセージを含む制御フレームと上り送信許可を表すGATEフレームを送信する。その後、OLT 10はONU 20からの波長切替要求応答を受信する。ここでは、波長切替要求応答はACK応答とする。

【0087】

OLT 10は切替対象のすべてのONU 20に対して、波長切替指示メッセージを送信する。ここでは、ブロードキャストで送信する。

【0088】

OLT 10は、スケジューラ1610を制御してクラス毎のキュー1620からのユーザーデータフレームの読み出しを停止し、OLT 10からのユーザーデータフレームの送信を停止する。その後、OLT 10の光送受信器110の波長の切替を実行する。また、OLT 10は、波長の切替中にネットワーク60から受信したトラフィック(ユーザーデータフレーム)をクラス毎キュー1620に蓄積する。

【0089】

ONU 20はOLT 10から波長切替指示メッセージを受信し、受信したメッセージで指定された波長切替時刻に波長切替を実行する。ONU 1~ONU 4は、それぞれの波長調整時間経過後に波長切替が完了する。

【0090】

OLT 10は、波長切替を実行したONU 20に対して上り送信許可を表すGATEフレームを送信する。GATEフレームの送信は、OLT 10の光送受信器の波長切替完了後に定期的に送信してもよいし、ONU 20の波長調整時間に基づいて、波長切替完了後にGATEフレームを送信してもよい。

【0091】

ONU 20は波長切替完了後にGATEフレームを受信すると、送信許可期間にOLT 10宛てに切替完了通知メッセージを送信する。ここでは、ONU 1、ONU 2、ONU 3、ONU 4の順に波長切替が完了するため、切替完了通知メッセージもONU 1、ONU 2、ONU 3、ONU 4の順に送信される。OLT 10は、ONU 1及びONU 2から波長切替完了通知メッセージを受信すると、クラス1に属するONU 20(O NU 1及びONU 2)のすべてで波長切替が完了しているので、スケジューラ1610を制御してクラス1用キューからのユーザーデータフレームの読み出しを再開する。クラス1用キューから読み出しを再開すると、クラス1用キューで蓄積されていたONU 1宛てユーザーデータフレーム及びONU 2宛てユーザーデータフレームが送信される。その後、OLT 10は、ONU 3及びONU 4からも波長切替完了通知メッセージを受信し、クラス2に属

10

20

30

40

50

するONU 20 (ONU 3及びONU 4)のすべてで波長切替が完了しているので、スケジューラ1610を制御してクラス2用キューからのユーザーデータフレームの読み出しを再開する。OLT 10がクラス2用キューからのユーザーデータフレームの読み出しを再開すると、クラス2用キューで蓄積されていたONU 3宛て及びONU 4宛てのユーザーデータフレームが送信される。

【0092】

この波長切替シーケンスによれば、波長調整時間の異なるONU 20の波長切替において、切替時間クラス毎に蓄積した下りトラフィック(下りのユーザーデータフレーム)を切替完了時に送信再開できる。

【0093】

(OLT - ONUの対応づけ)

本実施例による波長切替では、各ONU 20がどのOLT 10に所属(接続)するかは与えられているものとして説明したが、これに限定されない。例えば、複数のOLT #1、#2がある場合に、各OLTで収容するONU切替時間クラスの種別を少なくするように、OLT 10とONU 20の接続組み合わせを決定してもよい。例えば、対象の光アクセス網において、複数のONU 20の各々が切替時間クラス1と切替時間クラス2とのいずれかに所属する場合に、OLT #1では、切替時間クラス1に所属するONU 20を接続し、OLT #2では切替時間クラス2に所属するONU 20を接続すれば、OLT #1およびOLT #2の各々が収容する切替時間クラスキューはそれぞれ1種類で済み、OLT 10に必要なメモリ量を低減することが可能である。

【0094】

(切替時間クラスの分類方法)

本実施例による切替時間クラスの分類では、各クラスでの切替時間の範囲は予め設定されていたが、これに限定されない。例えば、ONU 20の切替時間が狭い範囲に分布している場合には、各切替時間クラスでの範囲を狭くし、より細かい粒度で波長切替を実現でき、複数のONU 20の波長を切替えることで生じるレイテンシ劣化を抑制することが可能である。

【0095】

(実施例1による効果)

本実施例によれば、切替時間が異なるONU 20が混在する光アクセス網で、ONU 20の波長切替する場合、切替に伴うレイテンシの劣化を抑えることができる。また、OLT 10が備えるキューの数は切替時間クラス分で良く、OLT 10が備えるバッファの容量を低減できる。また、キューの数は切替時間クラス分で良いので、フレームの振分けやスケジューラの論理回路の規模を縮小できる。

【実施例2】

【0096】

波長切替だけでなく、光アクセス網の機能変更や性能向上のために、他の動作仕様、例えば、信号処理や誤り訂正符号などの回路仕様を変更する。回路仕様を変更する場合には、OLT及びONUの論理回路を書き換えることで実現できる。一般に、サービスを維持しながら論理回路を書換える方法には、FPGAのある面に現用の論理回路を保持し、他の面に新論理回路を書込み、その後にスイッチにより新論理回路に切替える2面方式を用いると、新論理回路への切替に要する時間は短い。一方、一旦受信したフレームをバッファに蓄積して、新論理回路に書換えて、切替後にバッファを開放する一面切替方式だと、回路書き換え時間分だけ長く切替時間を要する。

【0097】

実施例1では、光アクセス網における波長切替について説明した。本実施例においては、波長の代わりに誤り訂正符号や信号処理方法、MACのプロトコル等の回路仕様を切り替える場合について述べる。ONUの論理回路はFPGAで実装することを想定し、誤り訂正符号などの変更は、FPGAに書込む回路データの書換により実現する。回路切替(回路仕様の切替)に要する時間は、ONUに搭載されたFPGAデバイスの種別や、回路

10

20

30

40

50

の切替方法によっても異なる。以下、実施例 1 と異なる点を中心に本実施例を説明する。

【 0 0 9 8 】

(O L T 1 1 の構成)

図 9 は、本実施例の O L T 1 1 の構成図である。O L T 1 1 は、光送受信器 1 1 0、P O N P H Y / M A C 処理部 1 2 1、マルチプレクサ 1 3 0、デマルチプレクサ 1 4 0、M P C P 処理部 1 5 0、下りトラフィック処理部 1 6 0、上りトラフィック処理部 1 7 0、O L T 制御部 1 8 1、および F P G A 回路データファイル格納部 1 9 3 を含む。実施例 1 の O L T 1 0 に比べて、本実施例の O L T 1 1 の主な相違点は、(1) P O N P H Y / M A C 処理部 1 2 1 の論理回路が F P G A により構成されている点、(2) F P G A 回路データファイル格納部 1 9 3 を備えている点、および (3) O L T 制御部 1 8 1 が光送受信器 1 1 0 の波長を変更する代わりに、P O N P H Y / M A C 処理部 1 2 1 の回路の一部を書換える点である。

10

【 0 0 9 9 】

本実施例の P O N P H Y / M A C 処理部 1 2 1、マルチプレクサ 1 3 0、デマルチプレクサ 1 4 0、M P C P 処理部 1 5 0、下りトラフィック処理部 1 6 0、および上りトラフィック処理部 1 7 0 は、回路を部分的に、かつ、動的に回路書き換え可能な F P G A で構成される。ここでは、P O N P H Y / M A C 処理部 1 2 1 の回路の書き換えを説明する。

【 0 1 0 0 】

F P G A 回路データファイル格納部 1 9 3 は、O L T 1 1 の F P G A の回路書き換え用の複数のデータファイルを格納している。O L T 制御部 1 8 1 は、O L T の回路書き換え時に、データファイルにアクセスして、そのデータファイルを用いて O L T 1 0 内の F P G A の回路書き換えを実行する。

20

【 0 1 0 1 】

下りトラフィック処理部 1 6 0 は、実施例 1 と同様に、ネットワーク 6 0 から受信した下りのユーザーデータフレームの宛先 O N U 2 0 に対応する切替時間に基づいて、ユーザーデータフレームをクラス毎キュー 1 6 2 0 に振り分けて処理する。切替時間として、実施例 1 では波長調整時間を用いたが、本実施例では、回路書き換え時間を用いる。

【 0 1 0 2 】

本実施例による O L T 1 1 によれば、O L T 1 1 の P O N P H Y / M A C 処理部 1 2 1 の論理回路の一部が書換可能であり、また、回路の書き換え時間に基づいて、フレームを振分け、回路の書換時間クラス毎にトラフィックを制御することが可能である。

30

【 0 1 0 3 】

(O N U 2 0 の構成)

図 1 0 は、本実施例の O N U 2 1 の構成図である。O N U 2 1 は、光送受信器 2 1 0、P O N P H Y / M A C 処理部 2 2 1、マルチプレクサ 2 3 0、デマルチプレクサ 2 4 0、M P C P 処理部 2 5 0、上りトラフィック処理部 2 6 0、下りトラフィック処理部 2 7 0、O N U 制御部 2 8 1、および F P G A 回路データファイル格納部 2 9 0 を含む。実施例 1 の O N U 2 0 に比べて、本実施例の O N U 2 1 の主な相違点は、(1) F P G A 回路データファイル格納部 2 9 0 を備えている点と、(2) P O N P H Y / M A C 処理部 2 2 1 が回路を書き換え可能な F P G A で実現されている点である。

40

【 0 1 0 4 】

F P G A 回路データファイル格納部 2 9 0 は、O L T 1 1 より送信された F P G A 回路データファイルを格納する。F P G A 回路データファイルは、F P G A 回路全体を書き換えるものでも、F P G A の一部の回路を書き換えるものでもよい。例えば、O N U 2 1 の P C S (P h y s i c a l C o d i n g S u b l a y e r) 処理の F E C デコーダ回路のみを書き換えるものでよい。

【 0 1 0 5 】

M P C P 処理部 2 5 0 は、O L T - O N U 間の制御フレームの送受信を行う。M P C P 処理部 2 5 0 は、O L T 1 1 から F P G A 回路データファイルをダウンロードする。また

50

、 O L T 1 1 からの F P G A 回路データ書き換え指示を表す制御フレームを受信する。

【 0 1 0 6 】

O N U 制御部 2 8 1 は、 M P C P 処理部 2 5 0 を介して受信した F P G A 回路データファイルを F P G A 回路データファイル格納部 2 9 0 に格納する。また、 M P C P 処理部 2 5 0 を介して、回路データ書き換え指示を示す制御フレームの受信を検出すると、 F P G A 回路データファイル格納部 2 9 0 から回路データファイルを読み出し、対象となる F P G A の特定エリアに書き込む処理を行う。

【 0 1 0 7 】

本実施例による O N U 2 1 の構成によれば、 O L T 1 1 からの F P G A の回路データファイルをダウンロードでき、また、 O L T 1 1 からの指示に従い、 F P G A 回路データの書き換えを実行し、回路切替完了後に、 O L T 1 1 に切替完了通知メッセージを送信できる。

10

【 0 1 0 8 】

(O L T 制御部 1 8 1 の処理)

本実施例の O L T 制御部 1 8 1 は、実施例 1 の O L T 制御部 1 8 0 とほぼ同じように動作する。実施例 1 による波長調整の処理を、本実施例では回路の書換処理に置き換えることで実現できる。例えば、波長切替トリガーを回路切替トリガーに置き換える。また、実施例 1 の O L T 1 0 の光送受信器 1 1 0 の波長切替を、本実施例の O L T 1 1 の P H Y / M A C 処理部 2 2 1 の回路書換に置き換える。

【 0 1 0 9 】

(O N U 切替時間クラス管理テーブル)

本実施例では、実施例 1 の各 O N U 2 0 の波長調整時間の代わりに、各 O N U 2 1 の回路書換時間を備え、回路書換時間とラウンドトリップタイムに基づいて、切替時間クラスを特定する。

20

【 0 1 1 0 】

(回路書き換えシーケンス)

図 1 1 は、本実施例による回路書き換えシーケンス図である。ここでは、説明を分かりやすくするために、切替要求や切替指示においてアラームが発生する事象が発生しないとする。また、 O N U 1、 O N U 2、 O N U 3、 O N U 4 の順で回路書き換え時間が大きくなるとし、 O N U 1、 O N U 2 はクラス 1、 O N U 3、 O N U 4 はクラス 2 に属するとする。

30

【 0 1 1 1 】

O L T 1 1 は、 O N U 2 1 の登録時に、 O N U 2 1 が備える F P G A 回路の書換時間を収集する。 F P G A 回路の書換時間を収集する方法は、実施例 1 で述べた波長調整時間を収集する方法と同様である。

【 0 1 1 2 】

オペレーション端末 (図中、 OpS) などから、 O L T 1 1 は、 O L T 1 1 及びその O L T 1 1 に登録されている O N U 2 1 の回路を変更する指示を受ける。例えば、回路を変更する指示は、 O L T 1 1 の P O N P H Y / M A C 処理部 1 2 1 に含まれる P H Y 送信部の F E C エンコーダ回路と O N U 2 1 の P O N P H Y / M A C 処理部 2 2 1 に含まれる P H Y 受信部の F E C デコーダ回路を変更する指示である。この指示を受けると、 O L T 制御部 1 8 1 は前述の処理を実行する。

40

【 0 1 1 3 】

O L T 1 1 は切替対象のすべての O N U 2 1 に対して、変更対象の回路及び切り替え後の回路データファイルを特定するファイル名称などを含む回路切替要求メッセージを格納した制御フレームと上り送信許可を表す G A T E フレームを送信する。その後、 O L T 1 1 は O N U 2 1 からの回路切替要求応答を受信する。ここでは、回路切替要求応答は A C K 応答とする。

【 0 1 1 4 】

O N U 2 1 は、回路切替要求応答に引き続き、回路切替要求メッセージ中で特定された回路データファイルのダウンロードを O L T 1 1 に要求する。ただし、回路切替要求メッ

50

ページ中で特定された回路データファイルが F P G A 回路データファイル格納部 2 9 0 に格納されている場合は、O N U 2 1 はダウンロードを要求しなくてもよい。O L T 1 1 は、切替対象のすべての O N U 2 1 から回路切替要求に対する A C K を受信すると、ダウンロードを要求してきた各 O N U 2 1 に対して回路データファイルを送信する。

【 0 1 1 5 】

O L T 1 1 は切替対象のすべての O N U 2 1 に対して、回路切替指示メッセージを送信する。ここでは、ブロードキャストで送信する。

【 0 1 1 6 】

O L T 1 1 は、スケジューラ 1 6 1 0 を制御してクラス毎のキュー 1 6 2 0 からのユーザーデータフレームの読み出しを停止し、O L T 1 1 からの下りユーザーデータフレームの送信を停止する。その後、O L T 1 1 の P H Y / M A C 処理部 1 2 1 の回路の書換を実行する。また、O L T 1 1 は、回路の切替中（書換中）に受信した下りトラフィックをクラス毎キュー 1 6 2 0 に蓄積する。

10

【 0 1 1 7 】

O N U 2 1 は O L T 1 1 から回路切替指示メッセージを受信し、受信したメッセージで指定された回路切替時刻に回路切替を実行する。O N U 1 ~ O N U 4 は、それぞれの回路書換時間経過後に回路切替が完了する。

【 0 1 1 8 】

O L T 1 1 は回路切替を実行した O N U 2 1 に対して上り送信許可を表す G A T E フレームを送信する。G A T E フレームの送信は、O L T 1 1 の P H Y / M A C 処理部 1 2 1 の回路切替完了後に定期的に送信してもよいし、O N U 2 1 の回路書換時間に基づいて、回路切替完了後に G A T E フレームを送信してもよい。

20

【 0 1 1 9 】

O N U 2 1 は回路切替完了後に G A T E フレームを受信すると、送信許可期間に O L T 2 1 宛てに切替完了通知メッセージを送信する。ここでは、O N U 1、O N U 2、O N U 3、O N U 4 の順に回路切替が完了するため、切替完了通知メッセージも O N U 1、O N U 2、O N U 3、O N U 4 の順に送信される。O L T 1 1 は、O N U 1 及び O N U 2 から回路切替完了通知メッセージを受信すると、クラス 1 に所属する O N U 2 1 のすべてで回路切替が完了しているので、スケジューラ 1 6 1 0 を制御してクラス 1 用キューからのユーザーデータフレームの読み出しを再開する。クラス 1 用キューから読み出しを再開すると、クラス 1 用キューで蓄積されていた O N U 1 宛てユーザーデータフレーム及び O N U 2 宛てユーザーデータフレームが送信される。その後、O L T 1 1 は、O N U 3 及び O N U 4 から回路切替完了通知メッセージを受信し、クラス 2 に所属する O N U 2 1 のすべてで回路切替が完了しているので、スケジューラ 1 6 1 0 を制御してクラス 2 用キューからのユーザーデータフレームの読み出しを再開する。O L T 1 1 がクラス 2 用キューからのユーザーデータフレームの読み出しを再開すると、クラス 2 用キューで蓄積されていた O N U 3 宛て及び O N U 4 宛てのユーザーデータフレームが送信される。

30

【 0 1 2 0 】

この回路切替シーケンスによれば、回路書換時間の異なる O N U 2 1 の回路切替する場合、切替時間クラス毎に蓄積した下りトラフィック（下りのユーザーデータフレーム）を切替完了時に送信再開できる。

40

【 0 1 2 1 】

本実施例によれば、回路仕様切替時間が異なる O N U 2 1 が混在する光アクセス網で、O N U 2 1 の回路仕様切替する場合においても、切替に伴うレイテンシの劣化を抑えることができる。また、O L T 1 1 が備えるキューの数は切替時間クラス分で良く、O L T 1 が備えるバッファの容量を低減できる。

【 実施例 3 】

【 0 1 2 2 】

実施例 1 では、O L T 1 2 及びその O L T 1 2 に接続する O N U 2 0 全ての波長の切替を説明した。実施例 3 では、O L T 1 2 の波長は固定となる W D M / T D M - P O N シ

50

ステムで、波長切替時間が異なるONU 20の波長を切替える場合について述べる。ここでは、OLT 12は4種の波長 1 ~ 4を多重した光信号を送受信可能であり、ONU 20は送受信する光信号の4種の波長から1つを選択可能とする。また、本実施例では、必ずしも全てのONU 20の波長でなくてよく、複数のONUの波長を切替える。以下では、実施例1と異なる点を中心に述べる。

【0123】

(OLT 12)

図12は、本実施例のOLT 12の構成図である。OLT 12は、OSU # 1 ~ # 4、OLT制御部15、スイッチング処理部16、SNI下りトラフィック処理部17、およびSNI上りトラフィック処理部18を含む。OSU # 1 ~ # 4は、それぞれ光送受信器110、PON PHY/MAC処理部120、マルチプレクサ130、デマルチプレクサ140、MPCP処理部150、下りトラフィック処理部1601、および上りトラフィック処理部1701を含む。SNI下りトラフィック処理部17は、フレーム振り分け処理部173、Normalキューおよびクラス毎キュー172、スケジューラ171を有する。

10

【0124】

光送受信器110は、電気信号と光信号を相互に変換する。光送受信器110は、光スプリッタ30から入力された上り波長 Auの上り光信号を受信し、受信した上り光信号を電流信号に変換する。さらに、光送受信器110は、変換後の電流信号を電圧信号に変換及び増幅し、アナログの電気信号をデジタル信号に変換して、PON PHY/MAC

20

【0125】

光送受信器110は、PON PHY/MAC処理部120から入力された電気信号を下り波長 Adの光信号に変換し、この変換によって生成された光信号を下り光信号として光スプリッタ30に出力する。これによって、光送受信器110は、下りトラフィックを下り波長 Adの下り光信号に変換し、下り光信号をONU 20に送信する。本実施例は、OLT 12の波長は固定であるため、光送受信器110は、OLT制御部15からの指示に従った波長の変更は不要である。

【0126】

PON PHY/MAC処理部120、マルチプレクサ130、デマルチプレクサ140、およびMPCP処理部150は、実施例1と同様である。

30

【0127】

各OSUの下りトラフィック処理部1601および上りトラフィック処理部1701は、実施例1と異なり、ONU 20の波長切替中のトラフィックを蓄積しない。

【0128】

スイッチング処理部16は、4つのOSU # 1 ~ # 4とSNI処理部(SNI下りトラフィック処理部17およびSNI上りトラフィック処理部18)との間のスイッチングを行う。SNI下りトラフィック処理部17からスイッチング処理部16にユーザーデータフレームが入力されると、ユーザーデータフレームは、その宛先に基づいて、OSU # 1 ~ # 4のいずれか又はすべてに転送される。スイッチング処理部16は、ユーザーデータフレームのMACアドレスに基づいてスイッチングしてもよいし、ユーザーデータフレームに付与されたVLANタグのVLAN-IDに基づいてスイッチングしてもよい。また、各OSUからスイッチング処理部16に入力されたユーザーデータフレームはSNI上りトラフィック処理部18に転送される。

40

【0129】

SNI下りトラフィック処理部17は、実施例1の下りトラフィック処理部160と同様に、フレーム振り分け部173、キュー172、およびスケジューラ171を有する。本実施例のOLT 12は、ONU 20の波長切替中のトラフィックを各OSU内で蓄積せずに、SNI下りトラフィック処理部17で蓄積する。これは、ONU 20の波長切替前後でONU 20が通信相手とするOSUが異なるためである。例えば、OSU # 1 ~ # 4の

50

各々が、波長を 1 ~ 4の各々を用いるとして、ONU 20の波長を 1から 2に変更する場合、ONU 20は波長切替前はOSU # 1と通信し、波長切替後はOSU # 2と通信することになる。また、キュー 172は、通常時に利用するNormalキューと波長切替時に利用するクラス毎キューを有する。これは、本実施例では、波長切替するONU 20と波長切替しないONU 20が存在するため、波長切替しないONU 20宛てのトラフィック(ユーザーデータフレーム)はNormalキューを介して転送される。波長切替対象のONU 20宛てトラフィック(ユーザーデータフレーム)は、波長切替中に、クラス毎キューに蓄積される。

【0130】

本実施例のOLT 12によれば、ONU 20が用いる波長が切り替わるWDM/TDM - PONシステムにおいて、ONU 20の波長の切替指示が可能であり、また、ONU 20の波長調整時間やラントリップタイムに基づいたクラス単位で、ONU 20の波長切替中に、ネットワーク60から受信した下りトラフィック(ユーザーデータフレーム)を蓄積することが可能である。

10

【0131】

(ONU 20)

本実施例のONU 20は、実施例1のONU 20と同様であるので説明を省略する。

【0132】

(OLT制御部15の処理)

図13は、OLT制御部15の処理フローチャートである。OLT制御部15は、波長切替のトリガーの検出に反応して、処理の実行を開始する。(S301)。波長切替のトリガーは、OLT 10に直接またはネットワーク(ネットワーク60又は他のネットワーク)を介して接続されたオペレーション端末からの指示、及び/又はOLT 12内でのONU 20毎トラフィック量の変化を検出である。

20

【0133】

OLT制御部15は、切替対象となるONU 20に対して、波長切替要求を表す制御フレームを、各OSUのMPCP処理部150を介して送信する(S302)。なお、波長切替要求を表す制御フレームの送信と共に、上りの送信許可を表すGATEフレームを送信してもよい。GATEフレームを送信することで、ONU 20が波長切替要求に対する応答を迅速に送信することが可能となる。

30

【0134】

OLT制御部15は、波長切替要求を送信したONU 20から波長切替要求応答を受信するまで待つ(S303)。予め設定した時間内に、波長切替要求を送信したすべてのONU 20から波長切替要求応答を受信した場合には、OLT制御部15はS304に移る。時間内に全てのONU 20から波長切替要求応答を受信できなかった場合には、OLT制御部15はS318に移る。OLT制御部15は、波長切替要求応答を受信できなかった旨を表す警報メッセージを発行する(S318)。この警報メッセージは、OLT 12と接続されたオペレーション端末に送信され、そのオペレーション端末にて表示される。

【0135】

OLT制御部15は、波長切替要求を送信したONU 20から受信した波長切替要求応答のメッセージを解析し、メッセージ内のACK/NACKを確認する(S304)。OLT制御部15は、切替対象のすべてのONU 20からのメッセージにおいてACKを確認した場合にはS305に移り、少なくとも1台のONU 20からのメッセージにおいてNACKを確認した場合には、OLT 12は波長切替の処理を中断し、S317に移る。OLT制御部15は、ONU 20から切替拒否があった旨を表すイベント発生メッセージを発行する(S317)。このメッセージは、例えば、OLT 12と接続されたオペレーション端末に送信され、そのオペレーション端末にて表示される。

40

【0136】

OLT制御部15は、波長切替対象のONU 20に波長切替指示メッセージを送信する(S305)。波長切替指示メッセージは、変更後の送信波長や受信波長の情報、および

50

波長切替時刻を含む。波長切替指示メッセージはONU毎にユニキャストで送信してもよいし、ブロードキャストにて全ONUに送信してもよい。

【0137】

OLT制御部15は、SNI下りトラフィック処理部17のスケジューラを171を制御してNormalキューからの下りユーザーデータフレームの読み出しを停止し、下りユーザーデータフレームをクラス毎キューに蓄積する(S306)。その結果、SNI下りトラフィック処理部17は下りユーザーフレームの出力を停止する。

【0138】

OLT制御部15は、波長切替対象のONU20からの切替完了通知の受信を所定時間待ち、所定時間内に切替完了通知を受信するか否かを判定する(S308)。OLT制御部15は、波長切替対象のONU20から切替完了通知を受信した場合にはS309に移り、所定時間内に切替完了通知を受信しなかった場合にはS314に移る。OLT制御部15は、ONU20に波長切替指示を送信した時刻からの経過時間を計測し、経過時間と予め設定した閾値との大小を判定する(S314)。閾値は、波長切替対象のONU20のすべてから切替完了通知の受信を確認するためのタイムアウト時間であり、個々のONU20に対するタイムアウト時間ではない。OLT制御部15は、経過時間 閾値である場合にはS308に戻り、経過時間>閾値である場合は、S315に移る。OLT制御部15は、ONU切替時間クラス管理テーブルでステータスが切替中のONU20を登録解除状態に強制的に遷移させ(S315)、S316に移る。OLT制御部15は、切替処理タイムアウトが発生したことを表すアラームを発行し(S316)、処理を終了する。このアラームは、OLT12と接続されたオペレーション端末に送信され、そのオペレーション端末にて表示される。

【0139】

OLT制御部15は、切替完了通知を受信したONU20のONU-IDを特定し、ONU切替時間クラス管理テーブルで該当するONU-IDのステータスを切替完了に変更する(S309)。

【0140】

OLT制御部15は、ONU切替時間クラス管理テーブルを参照して、特定したONU-IDの所属するクラス(#x)を特定する(S310)。

【0141】

OLT制御部15は、特定したクラス#xに所属するすべてのONU20のステータスをONU切替時間クラス管理テーブルから取得し、該当するすべてのONU20のステータスが切替完了になっているか否かを判定する(S311)。切替完了である場合にはS312に移り、切替完了でない場合にはS308に戻る。

【0142】

OLT制御部15は、スケジューラ171を制御して、特定したクラス#xに対応するキューからユーザーデータフレームの読み出し再開をSNI下りトラフィック処理部17に指示する(S312)。指示を受けたSNI下りトラフィック処理部17は、スケジューラ171を制御して、クラス#xに対応するキューからのユーザーデータフレームの読み出しを再開し、クラス#xに蓄積していたユーザーデータフレームが送信される。

【0143】

OLT制御部15は、ONU切替時間クラス管理テーブルから登録されているONUのステータスを確認し、すべてのONUで切替完了となっているか否かを判定する(S313)。すべてのクラス#xに対応するキューからのユーザーデータフレームの読み出しが完了したならば、SNI下りトラフィック処理部17は、スケジューラ171を制御して、Normalキューからの下りユーザーデータフレームの読み出しに備え、OLT制御部15は処理を終了する。切替完了でない場合、OLT制御部15はS308に戻る。

【0144】

以上で述べたように、OLT12の波長切替をせずに、ONU20の波長切替をおこなうWDM/TDM-PONにおいても、OLT制御部15は、切替時間クラス毎に蓄積さ

10

20

30

40

50

れたトラフィックの送信再開処理を実行できる。

(波長切替シーケンス)

図14は、本実施例による波長切替シーケンス図である。ここでは、説明を分かり易くするために、切替要求や切替指示においてアラームが発生する事象が発生しないとする。また、ONU1、ONU2、ONU3、ONU4の順で波長調整時間が大きくなるとし、ONU1、ONU2はクラス1、ONU3、ONU4はクラス2に属するとする。また、ONU1、ONU2、ONU3、ONU4は、用いる波長を波長1から、波長2に変更するとする。

【0145】

OLT12は、ONU20の登録時に、実施例1で説明したONU波長調整時間収集シーケンスにより、ONU20の光送受信器210の波長調整時間を収集する。

10

【0146】

オペレーション端末(図中、OpS)やOLT制御部15が備える動的波長制御部(図示略)から、OLT10及びそのOLT10に登録したONU20が用いる波長を変更する指示を受けると、OLT制御部15は前述の処理(図13)を実行する。なお、OLT制御部15が備える動的波長制御部は、ONU20の下りトラフィック量を計測して各ONU20に割り当てる波長を動的に決定し、ONU20の波長に変更がある場合に変更指示を出す。

【0147】

OLT12は切替対象のすべてのONU20であるONU1~4に対して、波長切替要求メッセージを含む制御フレームと上り送信許可を表すGATEフレームをOSU#1を介して送信する。その後、OLT12はONU20の波長切替要求応答をOSU#1を介して受信する。ここでは、波長切替要求応答はACK応答とする。

20

【0148】

OLT12は切替対象のすべてのONU20に対して、波長切替指示メッセージをOSU#1を介して送信する。ここでは、ユニキャストでONU20毎に送信する。

【0149】

OLT12は、SNI下りトラフィック処理部17のスケジューラ171を制御してNormalキューからの下りユーザーデータフレームの読み出しを停止し、OLT12からのONU20への下りユーザーデータフレームの送信を停止する。また、OLT12は、フレーム振り分け処理部173を制御して、波長切替中にネットワーク60から受信した下りトラフィック(下りユーザーデータフレーム)をクラス毎キューに蓄積する。ここでは、OLT12は、ONU1、ONU2宛て下りユーザーデータフレームをクラス1キューに蓄積し、ONU3、ONU4宛て下りユーザーデータフレームをクラス2キューに蓄積する。OLT12は、それ以外の宛先(切替対象外)のフレームをNormalキューを介して転送する。

30

【0150】

実施例1と同様に、ONU20はOLT12から波長切替指示メッセージを受信し、受信したメッセージで指定された波長切替時刻に波長切替を実行する。ONU1~ONU4は、それぞれの波長調整時間経過後に波長切替が完了する。

40

【0151】

OLT12は、波長切替を実行したONU20に対して、上り送信許可を表すGATEフレームをOSU#2を介して送信する。GATEフレームの送信は、OLT12の光送受信器110の切替完了後に定期的に送信してもよいし、ONU20の波長調整時間に基づいて、波長切替完了後に合わせてGATEフレームを送信してもよい。

【0152】

ONU20は波長切替完了後にGATEフレームを受信すると、送信許可期間にOLT12宛てに切替完了通知メッセージを送信する。ここでは、ONU1、ONU2、ONU3、ONU4の順に波長切替が完了するため、切替完了通知メッセージもONU1、ONU2、ONU3、ONU4の順に送信される。OLT12は、ONU1及びONU2から

50

波長切替完了通知メッセージをOSU#2を介して受信すると、クラス1に属するONU20(ONU1及びONU2)のすべてで波長切替が完了しているため、スケジューラ171を制御してクラス1用キューからの下りユーザーデータフレームの読み出しを再開する。クラス1用キューから読み出しを再開すると、クラス1用キューで蓄積されていたONU1宛てフレーム及びONU2宛てフレームがOSU#2を介して送信される。その後、OLT12は、ONU3及びONU4からも波長切替完了通知メッセージを受信し、クラス2に属するONU20(ONU3及びONU4)のすべてで波長切替が完了しているため、スケジューラ171を制御してクラス2用キューからの下りユーザーデータフレームの読み出しを再開する。OLT12がクラス2用キューからの下りユーザーデータフレームの読み出しを再開すると、クラス2用キューで蓄積されていたONU3宛て及びONU4宛ての下りユーザーデータフレームがOSU#2を介して送信される。

10

【0153】

図示を省略しているが、OLT12は、クラス毎のキューからの下りユーザーデータフレームの読み出しの完了後、OLT12は、フレーム振り分け処理部173を制御して、ネットワーク60から受信した下りトラフィック(下りユーザーデータフレーム)をNormalキューに蓄積し、スケジューラ171を制御して、Normalキューから下りトラフィックを読み出し、スイッチング処理部16およびOSU#2を介して送信する。

【0154】

本実施例によれば、ONU20の波長を切替するWDM/TDM-PONで波長切替時間の異なるONU20が混在する場合においても、切替時間クラス毎に蓄積した下りトラフィックを切替完了時に送信再開でき、レイテンシ劣化の抑制とOLT12に必要なバッファの容量の低減を両立することができる。

20

【0155】

なお、本実施形態は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、様々なサービス用途の多数の種類のセンサーやアクチュエーター等をゲートウェイで収容する場合にも適用可能である。センサー種別やサービスによって要件が異なるため、切替時間が異なることが想定される。このようなセンサーやアクチュエーターを同時に切替える場合にも、OLTに備えた機能をゲートウェイに備えることで実現可能である。

【0156】

また、上記した実施例は分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明したすべての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加、削除又は置換をすることが可能である。

30

【0157】

また、上記の各構成、機能及び処理部等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル又はファイル等の情報は、メモリ、ハードディスク、若しくはSSD(Solid State Drive)等の記録装置、又は、ICカード、若しくはSDカード等の記録媒体に置くことができる。

40

【0158】

また、制御線及び情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしもすべての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆どすべての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

【0159】

説明した実施形態によれば、光アクセスネットワークシステムの仕様切替のためのOLTのバッファの容量削減と切替時間に伴うレイテンシの劣化抑制を実現できる。

【符号の説明】

50

【 図 3 】

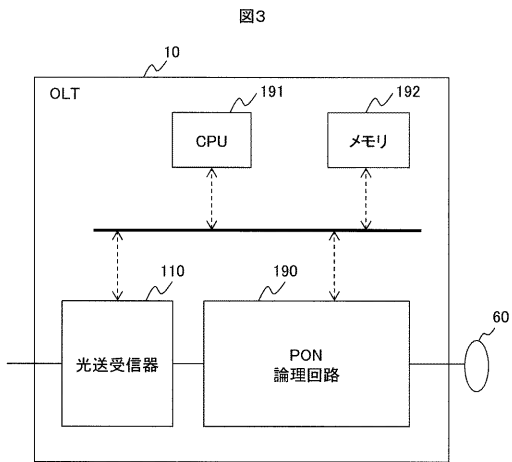


図3

【 図 4 】

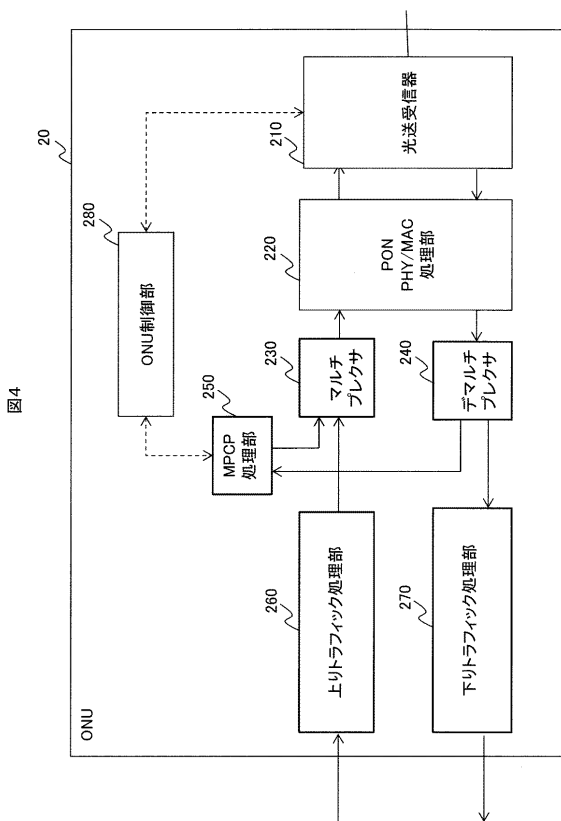


図4

【 図 5 】

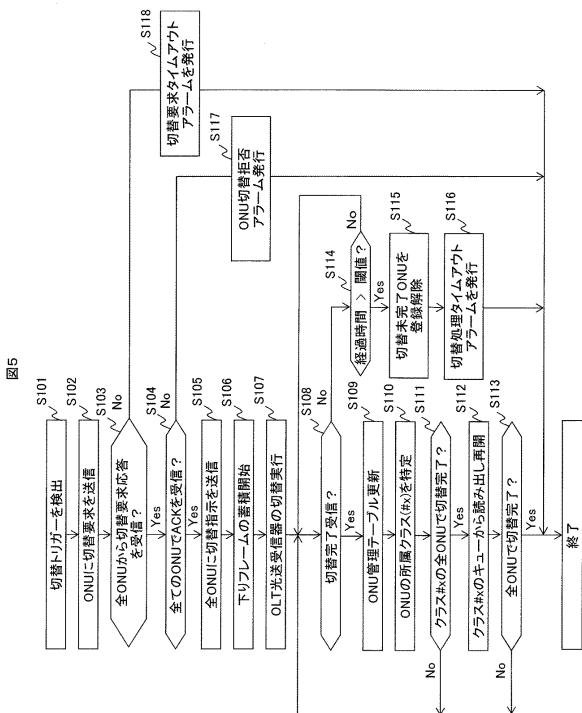


図5

【 図 6 】

ONU-ID	ステータス	波長調整時間	ラウンドトリップタイム	クラス番号
1	登録(切替完了)	0.1 ms	50 μs	Class 1
2	切替中	1 ms	50 μs	Class 1
3	登録(切替完了)	2 ms	200 μs	Class 2
4	切替中	2 ms	400 μs	Class 2
...				
256	切替中	25 ms	400 μs	Class 3

図6

【図7】

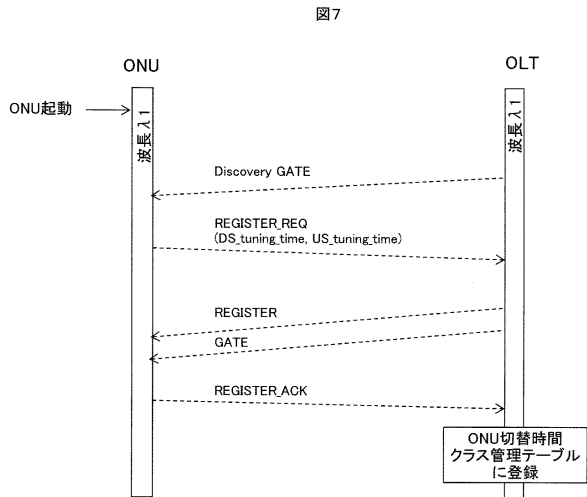


図7

【図8】

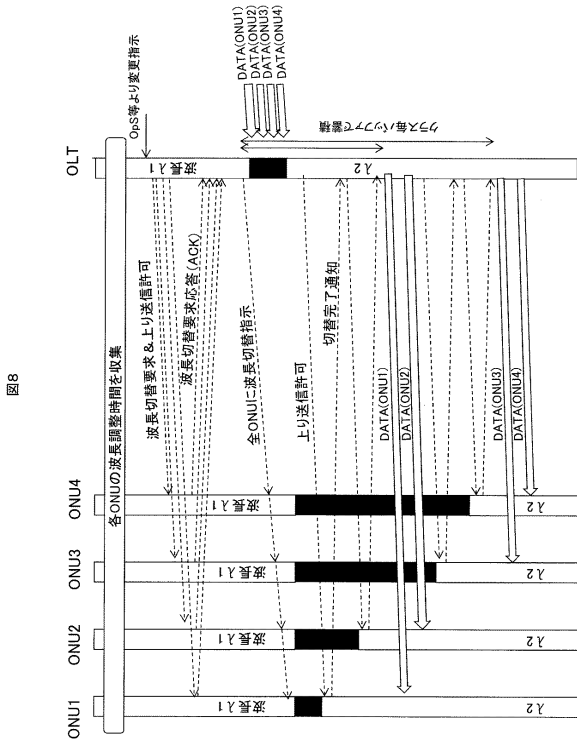


図8

【図9】

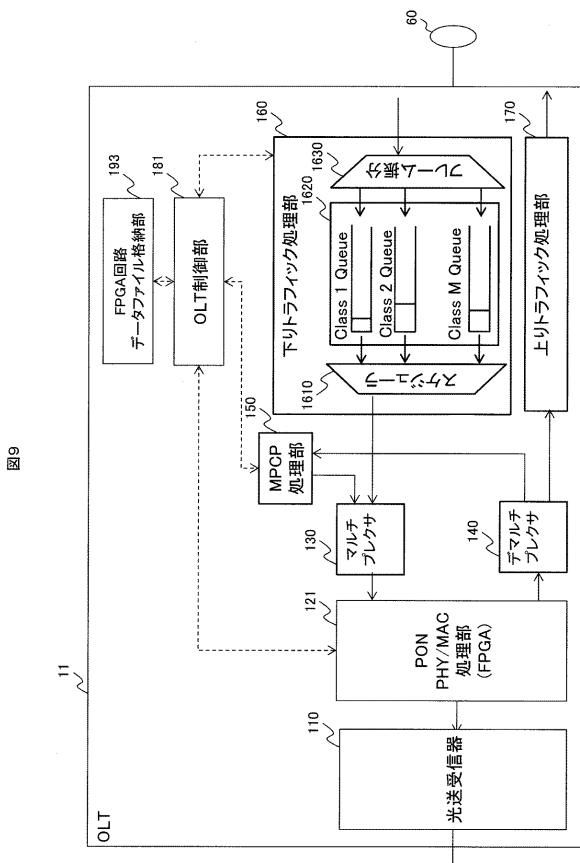


図9

【図10】

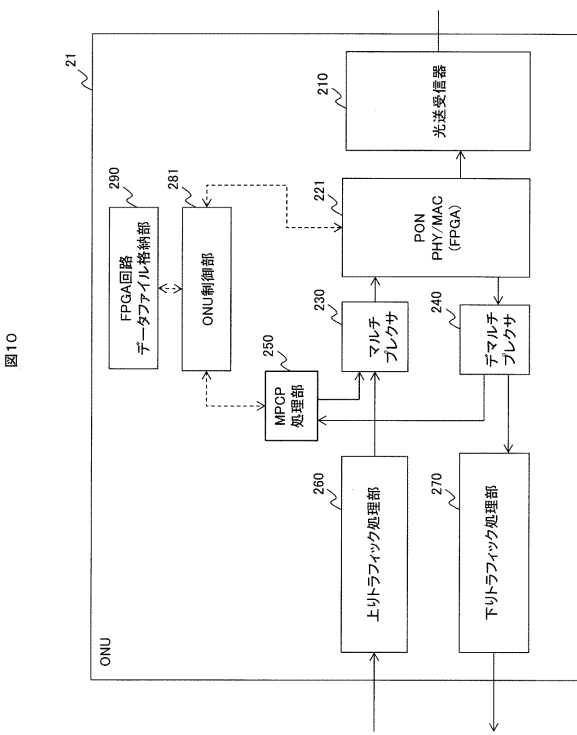


図10

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2014-195192(JP,A)
特開2015-050500(JP,A)
特開2015-065679(JP,A)
特開2015-149703(JP,A)
特開2015-170958(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0211834(US,A1)
米国特許出願公開第2015/0125153(US,A1)
米国特許出願公開第2015/0365191(US,A1)
米国特許出願公開第2015/0365192(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/44