

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4168059号  
(P4168059)

(45) 発行日 平成20年10月22日(2008.10.22)

(24) 登録日 平成20年8月8日(2008.8.8)

(51) Int. Cl. F I  
 HO4L 12/44 (2006.01) HO4L 12/44 200  
 HO4B 10/20 (2006.01) HO4B 9/00 N

請求項の数 20 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2006-107790 (P2006-107790)	(73) 特許権者	000153465
(22) 出願日	平成18年4月10日(2006.4.10)		株式会社日立コミュニケーションテクノ
(65) 公開番号	特開2007-282037 (P2007-282037A)		ジー
(43) 公開日	平成19年10月25日(2007.10.25)		東京都品川区南大井六丁目26番3号
審査請求日	平成20年3月12日(2008.3.12)	(74) 代理人	110000350
早期審査対象出願			ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	遠藤 英樹
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所 中央研究所内
		(72) 発明者	水谷 昌彦
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所 中央研究所内
		(72) 発明者	高瀬 誠由
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所 中央研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 PONシステムおよび局側装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

受動光網を介して接続される局側装置(OLT)と複数の加入者接続装置(ONU)とを備え、上記局側装置が通信網を介してフレーム転送装置に接続されているPONシステムであって、

上記局側装置が、

上記フレーム転送装置の複数の出力ポートのそれぞれを特定する出力ポート番号と、上記出力ポート番号で特定される上記フレーム転送装置の出力ポートを使用する加入者接続装置の識別子との対応関係を保持し、上記複数の加入者接続装置から上記局側装置に送信された上りフレームにおいて通知される帯域要求に基づいて、上記複数の加入者接続装置のそれぞれに、上りフレーム送信帯域を割り当てる局側装置制御部と、

上記複数の加入者接続装置のそれぞれに上記局側装置制御部によって割り当てられた上記上りフレーム送信帯域を通知する下りフレームを生成する下りフレーム生成部とを備え、

上記局側装置制御部が、上記フレーム転送装置から該フレーム転送装置の何れかの出力ポートが輻輳状態になったことを示す輻輳発生通知を受信した場合に、該輻輳発生通知に含まれる輻輳状態にある出力ポートを示す出力ポート番号と上記対応関係とから、上記輻輳状態の出力ポートを使用する加入者接続装置の識別子を特定し、上記特定された識別子に対応する加入者接続装置には、上記上りフレーム送信帯域として、上記出力ポートが輻輳状態になる前よりも少ない帯域を割り当てることを特徴とするPONシステム。

## 【請求項 2】

前記局側装置制御部が、前記輻輳発生通知を受信した場合に、前記特定された加入者接続装置以外の他の加入者接続装置には、前記上りフレーム送信帯域として、上記特定された加入者接続装置の使用する前記フレーム転送装置の出力ポートが輻輳状態になる前よりも多くの帯域を割り当てることを特徴とする請求項 1 に記載の P O N システム。

## 【請求項 3】

前記局側装置制御部が、前記フレーム転送装置における前記出力ポートの輻輳状態が解消した場合に、前記フレーム転送装置から輻輳状態が解消した出力ポートを示す出力ポート番号を含む輻輳解除通知を受信し、該出力ポート番号と前記対応関係に基づいて、上記出力ポート番号が示す出力ポートを使用する加入者接続装置の識別子を特定し、該特定された識別子に対応する加入者接続装置に、前記上りフレーム送信帯域として、上記出力ポートが輻輳状態にあったときよりも多くの帯域を割り当てることを特徴とする請求項 1 に記載の P O N システム。

10

## 【請求項 4】

前記局側装置制御部が、  
前記複数の加入者接続装置のそれぞれの識別子と対応して、該識別子で特定される加入者接続装置が使用する前記フレーム転送装置の出力ポートが輻輳中であるか否かを示す輻輳フラグを記憶し、

上記複数の加入者接続装置のうちの何れかの加入者接続装置の上記輻輳フラグが輻輳中であることを示している場合、上記輻輳フラグが上記輻輳中を示している識別子に対応する加入者接続装置には、前記上りフレーム送信帯域として、上記フレーム転送装置の出力ポートが輻輳状態になる前よりも少ない帯域を割り当て、上記輻輳フラグが上記輻輳中でないことを示している識別子に対応する加入者接続装置には、前記上りフレーム送信帯域として、上記輻輳フラグが輻輳中を示す加入者接続装置が存在しないときよりも多くの帯域を割り当てることを特徴とする請求項 1 に記載の P O N システム。

20

## 【請求項 5】

前記フレーム転送装置から前記輻輳発生通知を受信した場合に、上記輻輳発生通知に含まれる出力ポート番号によって特定される加入者接続装置の識別子と対応する前記輻輳フラグを輻輳中の状態に切り替え、輻輳解除通知を受信した場合に、該輻輳解除通知に含まれる出力ポート番号によって特定される加入者接続装置の識別子と対応する前記輻輳フラグを輻輳中でないことを示す状態に変更することを特徴とする請求項 4 に記載の P O N システム。

30

## 【請求項 6】

前記輻輳状態にある出力ポートを使用中の加入者接続装置に割り当てべき固定帯域を予め記憶しておき、上記輻輳状態にある出力ポートを使用中の加入者接続装置には、上記固定帯域を割り当てることを特徴とする請求項 1 に記載の P O N システム。

## 【請求項 7】

前記輻輳発生通知は、前記フレーム転送装置の何れかの出力ポートにおける前記上りフレームの送信帯域が所定の閾値を超えた場合に、上記フレーム転送装置から前記局側装置に通知されることを特徴とする請求項 1 に記載の P O N システム。

40

## 【請求項 8】

前記輻輳解除通知は、前記フレーム転送装置で輻輳状態にあった出力ポートの前記上りフレームの送信帯域が所定の閾値以下となった場合に、上記フレーム転送装置から前記局側装置に通知されることを特徴とする請求項 3 に記載の P O N システム。

## 【請求項 9】

前記局側装置制御部が、  
前記下りフレーム生成部による下りフレームの生成周期よりも長い周期で、前記複数の加入者接続装置のそれぞれへの前記上りフレーム送信帯域の帯域割当量計算処理を行い、  
前記特定された加入者接続装置以外の他の加入者接続装置には、前記輻輳発生通知の受信時以降に実行される上記帯域割当量計算処理によって、該輻輳発生通知の受信前よりも

50

多くの帯域を割り当てることを特徴とする請求項 2 に記載の P O N システム。

【請求項 1 0】

前記局側装置制御部が、

前記下りフレーム生成部による下りフレームの生成周期よりも長い周期で、前記複数の加入者接続装置のそれぞれへの前記上りフレーム送信帯域の帯域割当量計算処理を行い、

前記フレーム転送装置から前記輻輳解除通知を受信した場合に、前記対応関係に基づいて、該輻輳解除通知に含まれる出力ポート番号に対応する加入者接続装置の識別子を特定しておき、次回の帯域割当量計算処理時に、上記特定された加入者接続装置の識別子と対応する前記輻輳フラグを輻輳中でないことを示す状態に変更することを特徴とする請求項 4 に記載の P O N システム。

10

【請求項 1 1】

受動光網を介して複数の加入者接続装置に接続され、更に通信網を介してフレーム転送装置に接続された局側装置であって、

上記フレーム転送装置の複数の出力ポートのそれぞれを特定する出力ポート番号と、上記出力ポート番号で特定される上記フレーム転送装置の出力ポートを使用する加入者接続装置の識別子との対応関係を保持し、上記複数の加入者接続装置から送信された上りフレームにおいて通知される帯域要求に基づいて、上記複数の加入者接続装置のそれぞれに上りフレーム送信帯域を割り当てる制御部と、

上記複数の加入者接続装置のそれぞれに、上記制御部によって割り当てられた上記上りフレーム送信帯域を通知する下りフレームを生成する下りフレーム生成部とを備え、

20

上記制御部が、上記フレーム転送装置から該フレーム転送装置の何れかの出力ポートが輻輳状態になったことを示す輻輳発生通知を受信した場合に、該輻輳発生通知に含まれる輻輳状態にある出力ポートを示す出力ポート番号と上記対応関係とから、上記輻輳状態の出力ポートを使用する加入者接続装置の識別子を特定し、上記特定された加入者接続装置に対応する加入者接続装置には、上記上りフレーム送信帯域として、上記出力ポートが輻輳状態になる前よりも少ない帯域を割り当てることを特徴とする局側装置。

【請求項 1 2】

前記制御部が、前記輻輳発生通知を受信した場合に、前記特定された加入者接続装置以外の他の加入者接続装置には、前記上りフレーム送信帯域として、上記特定された加入者接続装置の使用する前記フレーム転送装置の出力ポートが輻輳状態になる前よりも多くの帯域を割り当てることを特徴とする請求項 1 1 に記載の局側装置。

30

【請求項 1 3】

前記制御部が、前記フレーム転送装置における前記出力ポートの輻輳状態が解消した場合に、前記フレーム転送装置から輻輳状態が解消した出力ポートを示す出力ポート番号を含む輻輳解除通知を受信し、該出力ポート番号と前記対応関係に基づいて、上記出力ポート番号が示す出力ポートを使用する加入者接続装置の識別子を特定し、該特定された識別子に対応する加入者接続装置に、前記上りフレーム送信帯域として、上記出力ポートが輻輳状態にあったときよりも多くの帯域を割り当てることを特徴とする請求項 1 1 に記載の局側装置。

【請求項 1 4】

40

前記制御部が、

前記複数の加入者接続装置のそれぞれの識別子と対応して、該識別子で特定される加入者接続装置が使用する前記フレーム転送装置の出力ポートが輻輳中であるか否かを示す輻輳フラグを記憶し、

上記複数の加入者接続装置のうちの何れかの加入者接続装置の上記輻輳フラグが輻輳中であることを示している場合は、上記輻輳フラグが輻輳中を示している識別子に対応する加入者接続装置には、前記上りフレーム送信帯域として、上記フレーム転送装置の出力ポートが輻輳状態になる前よりも少ない帯域を割り当て、上記輻輳フラグが輻輳中でないことを示している識別子に対応する加入者接続装置には、前記上りフレーム送信帯域として、上記輻輳フラグが輻輳中を示す加入者接続装置が存在しないときよりも多くの帯域を割

50

り当ててことを特徴とする請求項 1 1 に記載の局側装置。

【請求項 1 5】

前記フレーム転送装置から前記輻輳発生通知を受信した場合に、上記輻輳発生通知に含まれる出力ポート番号によって特定される加入者接続装置の識別子と対応する前記輻輳フラグを輻輳中の状態に切り替え、前記輻輳解除通知を受信した場合に、該輻輳解除通知に含まれる出力ポート番号によって特定される加入者接続装置の識別子と対応する上記輻輳フラグを輻輳中でないことを示す状態に変更することを特徴とする請求項 1 4 に記載の局側装置。

【請求項 1 6】

前記輻輳状態にある出力ポートを使用中の加入者接続装置に割り当てべき固定帯域を予め記憶しておき、上記輻輳状態にある出力ポートを使用中の加入者接続装置には、上記固定帯域を割り当ててことを特徴とする請求項 1 1 に記載の局側装置。

10

【請求項 1 7】

前記輻輳発生通知は、前記フレーム転送装置の何れかの出力ポートにおける前記上りフレームの送信帯域が所定の閾値を超えた場合に、上記フレーム転送装置から通知されることを特徴とする請求項 1 1 に記載の局側装置。

【請求項 1 8】

前記輻輳解除通知は、前記フレーム転送装置で輻輳状態にあった出力ポートの前記上りフレームの送信帯域が所定の閾値以下となった場合に、上記フレーム転送装置から通知されることを特徴とする請求項 1 3 に記載の局側装置。

20

【請求項 1 9】

前記制御部が、

前記下りフレーム生成部による下りフレームの生成周期よりも長い周期で、前記複数の加入者接続装置のそれぞれへの前記上りフレーム送信帯域の帯域割当量計算処理を行い、

前記特定された加入者接続装置以外の他の加入者接続装置には、前記輻輳発生通知の受信時以降に実行される帯域割当量計算処理によって、該輻輳発生通知の受信前よりも多くの帯域を割り当ててことを特徴とする請求項 1 2 に記載の局側装置。

【請求項 2 0】

前記制御部が、

前記下りフレーム生成部による下りフレームの生成周期よりも長い周期で、前記複数の加入者接続装置のそれぞれへの前記上りフレーム送信帯域の帯域割当量計算処理を行い、

前記フレーム転送装置から前記輻輳解除通知を受信した場合に、前記対応関係に基づいて、該輻輳解除通知に含まれる出力ポート番号に対応する加入者接続装置の識別子を特定しておき、次回の帯域割当量計算処理時に、上記特定された加入者接続装置の識別子と対応する前記輻輳フラグを輻輳中でないことを示す状態に変更することを特徴とする請求項 1 4 に記載の局側装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、受動光網（PON：Passive Optical Network）によって接続された局側装置（OLT：Optical Line Terminal）と複数の加入者側装置（ONU：Optical Network Unit）とからなるPONシステムに関し、更に詳しくは、OLTと接続されたフレーム転送装置の何れかの出力ポートが輻輳状態となった場合のPON区間の帯域制御に関する。

40

【背景技術】

【0 0 0 2】

インターネットへの接続サービスを提供するキャリア網は、複数の加入者を直接収容するアクセス網と、複数のアクセス網を束ねる中継網（以下、メトロ網と言う）とから構成されている。また、アクセス網の1つの形態として、受動光網PONがある。

PONは、OLTと複数のONUを光信号の分岐機能を備えた光ファイバ網で接続し、各ONUが、OLTから通知されたアクセス権（データ送信時間帯）情報に従って、時分

50

割でOLTにデータを伝送するネットワークシステムである。PONは、OLTに接続された光ファイバを光スプリッタ（光カプラ）で複数の支線光ファイバに分岐し、ユーザ宅に配置されたONUを各支線光ファイバに接続することによって、光スプリッタとOLTとの間の光ファイバ区間を複数のONUで共用できるため、光ファイバの敷設費用が安く済み、ONUを介して多数のユーザ端末を収容できるという利点がある。

#### 【0003】

PONシステムのOLTは、例えば、ゲートウェイ（GW）を介して、メトロ網に接続される。GWは、複数のOLTを収容し、各OLTとメトロ網との間で可変長フレームをヘッダに従って転送するフレーム転送装置である。メトロ網は、OLTを収容するGW以外に、例えば、ISP網を収容するGWを含む。従って、ONUに接続された各ユーザ端末は、OLT、GW、ISP網を介して、インターネットをアクセスできる。

10

#### 【0004】

PONには、光ファイバ区間（PON区間）で固定長のATMセルによって情報を伝送するB-PON（Broadband PON）、ギガビットクラスの高速度データ転送を可能にするG-PON（Gigabit PON）、イーサネット（登録商標）サービスに適したGE-PON（Giga-Ethernet PON）がある。

可変長フレームの転送が可能なG-PONでは、OLTは、PON区間に特有のフレームであるGTC（G-PON Transmission Convergence）ダウンストリームフレームを生成し、各ONU宛のパケットデータを含むGEM（G-PON Encapsulation Mode）フレームをGTCダウンストリームフレームのペイロードにマッピングする。上記GTCダウンストリームフレームは、光スプリッタ（光カプラ）によって複数の支線光ファイバにブロードキャストされる。各ONUは、GTCペイロードから抽出されたGEMフレームのヘッダ部が示す宛先ONU識別情報（ONUポートID）をチェックして、自分宛のパケットデータを選択的に受信して、ユーザ端末に転送する。

20

#### 【0005】

PONのOLTは、各ONUにおける送信待ちデータの蓄積量（送信キュー長）に応じて、ONU毎にデータ送信時間帯（タイムスロット）を割り当てる動的帯域割当て（DBA：Dynamic Bandwidth Allocation）機能を備えている。DBAでは、所定周期T内で、1つまたは複数のONUにタイムスロットを割り当てる。従って、1つのONUに割当て可能な最大のタイムスロットはTとなり、光ファイバ回線の帯域をBとすると、ONUに割当て可能な最大帯域B（limit）はT×Bとなる。OLTのDBA機能は、ONUにおける送信待ちデータ量に応じて、周期T内で割当て可能な最大帯域B（limit）を複数のONUに分配する。

30

#### 【0006】

G-PONでは、各タイムスロットは、送信開始時刻と送信終了時刻によって指定される。OLTは、ONU識別情報とタイムスロットとを示すONU別の帯域制御情報をGTCダウンストリームフレームのヘッダ部に設定して、各ONUに通知する。PONでは、支線光ファイバ区間の長さが不均一になるため、ONUからOLTに向かう上りフレームの伝送遅延時間がONU毎に異なる。そのため、OLTは、ONU毎の伝送遅延時間を測定しておき、各ONUに予め等価遅延時間を通知している、各ONUは、OLTからタイムスロットの割り当てを受けると、指定された送信開始時刻を上記等価遅延時間で補正して、適切なタイミングでデータ送信を開始する機能を備えている。

40

#### 【0007】

OLTは、ONUから受信した上りフレームをGWに転送する。この場合、OLTの送信バッファで容量不足が発生すると、フレームが廃棄される可能性がある。このようなフレーム廃棄を回避するため、例えば、特開2004-159203号公報（特許文献1）には、OLT内のバッファで蓄積データ量が所定の閾値を超えた時、PON区間のアクセス権を調整し、そのOLTに収容されている全てONUからの送信データ量を制限するパケット転送装置が提案されている。以下の説明では、蓄積データ量が所定の閾値を超え、そのまま放置すればフレーム廃棄が発生するような状態を輻輳と定義する。

50

## 【 0 0 0 8 】

通信ネットワーク分野では、通信フレームの廃棄を防止する技術として、輻輳が発生したノード装置からデータ送信元装置に輻輳の発生を通知し、データ送信元装置にデータ送信を停止、または送信データ量を調整させるバックプレッシャ（BP）が知られている。例えば、特開2004-153505公報（特許文献2）には、IEEE（Institute of Electrical and Electronic Engineers）802.3準拠のポーズフレームを用いて輻輳を制御するデータフレーム伝送システムが提案されている。上記特許文献2では、輻輳が発生すると、データフレーム伝送装置が、データ送信元となる伝送装置にポーズフレームを送信する。ポーズフレームを受信した伝送装置は、ポーズフレームのペイロード部分で指定された期間、データフレーム伝送を停止または帯域を制限する。

10

## 【 0 0 0 9 】

【特許文献1】特開2004-159203号公報

【特許文献2】特開2004-153505号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 1 0 】

インターネット接続サービスをキャリア網では、加入者端末とメトロ網との間に、例えば、VLAN（Virtual Local Area Network）やMPLS（Multi-Protocol Label Switching）などの通信プロトコルによって設定された論理パスが利用される。論理パスを利用すると、特定の加入者端末から送信されたユーザフレームを予め決められた経路に沿って転送できる。しかしながら、論理パスを設定すると、データ量の多い論理パスが集中したゲートウェイ（GW）において輻輳が発生し、状況によっては、転送フレームの一部が廃棄される可能性がある。

20

## 【 0 0 1 1 】

複数のPONを収容したGWでは、特定の出力ポートが輻輳状態になった時、各PONのOLTにバックプレッシャをかけることによって、輻輳ポートでのフレーム廃棄を回避することができる。すなわち、輻輳が発生した時、特許文献1のようにPON区間のアクセス権調整機能を備えたOLTに対して、GWからバックプレッシャをかければ、OLTからGWに向かうデータ量を削減できる。また、特許文献2の技術を応用すれば、OLTは、ポーズフレームで指定された期間、PON区間のアクセス権を調整することになる。

30

## 【 0 0 1 2 】

然るに、OLTを収容しているGWは、複数の入出力ポート（回線インタフェース）を備えているため、特定の出力ポートに送信データが集中しても、多くの場合、その他の出力ポートではバッファ容量に余裕がある。以下の説明では、転送データが集中して、出力バッファ容量が不足したポートを「輻輳ポート」、出力バッファ容量に余裕があるポートを「通常ポート」と呼ぶ。また、輻輳ポートを通過する論理パスを「輻輳ポートパス」、通常ポートを通過する論理パスを「通常ポートパス」と呼ぶことにする。

## 【 0 0 1 3 】

このように、GWに輻輳ポートと通常ポートとが共存した状態で、特許文献1の輻輳制御を適用すると、GWに接続された全てのOLTが、それぞれに接続されている全てのONUからの送信データ量を抑制することになる。従って、各OLTからのデータ送信の抑制によって、GWでの輻輳が解消されたとしても、輻輳制御期間中は、通常ポートパスを利用している加入者（ONU）の帯域までもが制限され、アクセス網全体のスループットが低下するという問題がある。

40

また、特許文献1の輻輳制御によれば、輻輳制御期間中は、輻輳ポートパスの利用者と通常ポートパスの利用者を区別することなく、各ONUの割当て帯域が削減されるため、出力帯域の制限によってONUの送信バッファが溢れた場合、通常ポートパスの利用者にもフレーム廃棄の被害が及ぶという問題がある。

## 【 0 0 1 4 】

本発明の目的は、OLTと接続されたフレーム転送装置（GW）側で輻輳が発生した時

50

、PON区間の上り帯域を有効に利用した輻輳制御が可能なPONシステムおよび帯域制御方法を提供することにある。

本発明の他の目的は、OLTと接続されたフレーム転送装置(GW)側で輻輳が発生した時、GWの通常ポートを利用しているONUの割当て帯域を低下させることなく、輻輳制御できるPONシステムおよび帯域制御方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記目的を達成するため、本発明によるPONシステムは、受動光網PONで複数の加入者側装置(ONU)に接続され、通信回線を介してフレーム転送装置(GW)に接続された局側装置(OLT)が、GWから輻輳状態となった出力ポート番号を示す輻輳発生通知を受信した時、上記輻輳出力ポート番号をもつGW出力回線を利用中のONUの識別子を特定し、PON区間の帯域制御をONUへの通常の帯域割当てモードから、上記特定ONU識別子をもつONUには現在帯域よりも少ない輻輳時許容帯域を割り当て、他のONUには各々の送信キュー長に応じた帯域を割り当てる帯域抑制モードに切替えることを特徴とする。

10

【0016】

更に詳述すると、本発明のPONシステムでは、OLTが、GWの出力ポート番号と、該出力ポート番号で特定されるGW出力回線を利用するONUの識別子との対応関係を記憶した輻輳制御テーブルと、各ONUから上りPONフレームで通知された送信キュー長を記憶しておき、上記各ONUに対して、PON区間の次の上りフレーム送信帯域として、各々の送信キュー長に応じて配分された帯域を動的に割り当てるOLT制御部と、上記OLT制御部によって割り当てられたフレーム送信帯域に基いて、ONU毎の上りフレーム送信帯域を示す帯域制御情報を含む下りPONフレームを生成する下りフレーム生成部とを備え、上記OLT制御部が、上記GWから輻輳状態となった出力ポート番号を示す輻輳発生通知を受信した時、上記帯域制御テーブルから上記輻輳出力ポート番号と対応するONU識別子を特定し、PON区間の帯域制御をONUへの通常の帯域割当てモードから、上記特定ONU識別子をもつONUには現在帯域よりも少ない輻輳時許容帯域を割り当て、他のONUには各々の送信キュー長に応じた帯域を割り当てる帯域抑制モードに切替えることを特徴とする。

20

【0017】

本発明の1実施例では、上記OLT制御部が、上記各ONUの識別子と対応して、ONUから通知された送信キュー長と、該送信キュー長に応じて所定周期で算出された割当て帯域と、輻輳フラグとを記憶する帯域制御テーブルを備え、上記GWから輻輳発生通知を受信した時、上記帯域制御テーブルで特定されたONU識別子と対応する輻輳フラグを輻輳表示状態に切り替え、上記帯域抑制モードの帯域制御において、輻輳フラグが正常状態のONUには、各々の送信キュー長に応じた帯域を割り当て、輻輳フラグが輻輳表示状態のONUには、輻輳時許容帯域を割り当てるようにしたことを特徴とする。

30

【0018】

また、本発明の1実施例では、上記下りフレーム生成部が、上記帯域制御テーブルが示す輻輳フラグの状態に応じてONU毎の帯域制御情報を生成し、各下りPONフレームで、輻輳フラグが正常状態のONUには、上記送信キュー長に応じた帯域を通知し、輻輳フラグが輻輳表示状態のONUには、上記輻輳時許容帯域を通知することを特徴とする。

40

尚、上記OLT制御部は、GWから輻輳状態が解消した出力ポート番号を示す輻輳解除通知を受信した時、上記帯域制御テーブルから上記輻輳解消出力ポート番号と対応するONU識別子を特定しておき、所定のタイミングで、上記帯域制御テーブルの上記特定ONU識別子と対応する輻輳フラグを正常状態に切り替える。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、OLTが接続されたGWの特定の出力ポートが輻輳状態となった時、OLT側で、上記輻輳出力ポートに向かう通信フレームを送信する特定ONUの帯域を選

50

択的に削減し、それによって生じるPON区間の余剰帯域を他のONUに配分することが可能となるため、システム全体のスループットを低下させることなく、GWの輻輳状態を解消することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【実施例1】

【0021】

図1は、本発明が適用される通信ネットワークの1例を示す。

キャリア網は、それぞれ受動光網(PON:Passive Optical Network)によって接続された局側装置(OLT)10(10-1-1~10-2-n)と複数の加入者側装置(ONU)30(30-1~30-n)とからなるアクセス網と、回線101(101-1~101-4)で相互に接続された複数のフレーム転送装置(GW:Gateway)50(50-1~50-4)からなるメトロ網から構成される。

10

【0022】

加入者端末TE(TE-1-1~TE-n-m)は、回線109(109-1~109-n-m)を介してONU30に接続され、PONとOLT10を介してメトロ網に接続される。メトロ網を形成するGW50には、GW50-1、50-2のように、回線105(105-1-1~105-2-n)を介してOLT10に接続されたものと、GW50-3、50-4のように、回線102(102-1、102-2)を介してISP網103(103-1、103-2)に接続されたものがある。各ISP網103には、ISPサーバ90(90-1、90-2)が設置され、加入者端末TEは、ISPサーバ90を介して、インターネット114をアクセスする。接続回線101、102、105、109上では、例えば、イーサネット(登録商標)プロトコルに従って通信フレームが転送される。

20

【0023】

受動光網PONは、OLT10に収容された光ファイバ106(106-1~106-n)と、各ONU30に接続された支線光ファイバ108(108-1-1~108-n-m)と、光スプリッタ107(107-1~107-n)とからなり、例えば、ITU-T勧告G.984.1によるG-PONを構成している。

30

【0024】

OLT10から光ファイバ106に送出された下り方向の光信号は、光スプリッタ107で複数の支線光ファイバ108に分岐され、支線光ファイバ108に接続された複数のONU30にブロードキャストされる。逆に、各ONU30から支線光ファイバ108に送出された上り方向の光信号は、光スプリッタ107で光ファイバ106に多重化した形で、OLT10に転送される。本実施例では、上り方向の光信号と下り方向の光信号が、同一光ファイバを周波数多重によって送信されるものとするが、PON区間の光ファイバ106、108を上り方向用と下り方向用に分けて、上り方向の光信号と下り方向の光信号に同一波長の光信号を適用できる構成にしてもよい。また、図1では、メトロ網が、複数のGW50を回線101でリング状に接続した構成となっているが、メトロ網は、これらのGW50を他の接続形態、例えば、メッシュ状に接続した構成となってもよい。

40

【0025】

本発明は、上記メトロ網上に、ONU30毎に固定のデータ経路(パス)が存在することを前提とする。例えば、ONU30-1に接続されたユーザが、ISP網103-1のプロバイダとインターネットへの接続サービス契約を交わしていた場合を想定する。この場合、GW50-1は、OLT10-1-1を介して受信したONU30-1からの通信フレームを常にISP網103-1との接続回線101-2に転送する。ISP網103-1のISPサーバ90-1は、加入者端末TEとの間でユーザ認証やIPアドレス割当などの所定の通信手順を実行した後、加入者端末TEとインターネット104との通信を許容する。

50



## 【 0 0 2 6 】

同様に、ONU 30 - n に接続されたユーザも、ISP 網 103 - 1 のプロバイダとインターネットへの接続サービス契約を交わしていた場合、GW 50 - 1 は、OLT 10 - 1 - n を介して受信した ONU 30 - n からの受信フレームも、常に接続回線 101 - 2 に転送することになる。

## 【 0 0 2 7 】

本発明では、各 OLT 10 が、PON を介して接続された各 ONU 30 からの送信フレームが GW 50 のどの出力ポートを通過するかを予め知っており、GW の送信キューが輻輳状態になった時、ONU 30 と GW の出力ポートとの対応関係を利用して、PON 区間での帯域制御を実行する。

10

## 【 0 0 2 8 】

図 2 は、OLT 10 から ONU 30 に送信される PON 区間の下りフレームのフォーマットの 1 例を示す。ここでは、G - PON に適用される GTC ダウンストリームフレームのフォーマットを示してある。

## 【 0 0 2 9 】

GTC ダウンストリームフレーム 60 は、ヘッダ部 (PCBd) 61 と、GTC ペイロード 62 とからなっている。GTC ペイロード 62 は、特定の ONU 宛のユニキャストフレームや、複数の ONU が受信すべきブロードキャストフレームまたはマルチキャストフレームを、PON 区間に固有のフォーマットである GEM フレーム形式で複数フレーム含んでいる。各 ONU は、GTC ペイロード 62 から抽出された GEM フレームのヘッダが示す ONU 識別子をチェックし、受信処理すべきフレームを選択する。

20

## 【 0 0 3 0 】

OLT 10 は、GTC ダウンストリームフレーム 60 を基本フレーム周期 TF、例えば、125 マイクロ秒毎に周期的に送出する。GTC ダウンストリームフレームのヘッダ部 61 は、受信側 (ONU 30 側) でフレーム同期を取るための特定の信号パターンを含む Psync フィールド 611 と、各 ONU 103 に上りフレームの送信時間帯を通知するための帯域情報フィールド 613 と、各 ONU に起動、停止など制御情報を通知するための ONU 制御情報フィールド 614 と、その他のフレーム情報フィールド 612 とからなる。フレーム情報フィールド 612 には、例えば、そのフレームでの FEC 処理の有無、フレームカウンタ、BIP、ヘッダ長などの情報が含まれる。但し、フレーム情報フィールド 612 と ONU 制御情報フィールド 614 の内容は、状況に応じて削除される場合がある。

30

## 【 0 0 3 1 】

帯域情報フィールド 613 は、ONU 毎の複数の帯域制御情報フィールド 613 - 1、613 - 2、・・・からなる。各帯域制御情報フィールド 613 - i は、ONU を識別するための帯域制御 ID (Alloc - ID) 621 と、上りフレームの送信時間帯 (割当て帯域) を示す送信開始時刻 622 および送信終了時刻 623 と、その他の制御情報 624 を示している。その他の制御情報 624 としては、例えば、ONU から OLT への送信キューの状態通知の要否や、上りフレームでの FEC の要否などを指定する制御情報が含まれる。

40

## 【 0 0 3 2 】

帯域情報フィールド 613 で通知される帯域情報の宛先 ONU (Alloc - ID) 621 は、ペイロード部 62 に含まれる GEM フレームの宛先 ONU とは無関係である。OLT 10 は、125 マイクロ秒 × N (例えば、N = 4 ~ 6) の周期で、制御下にある各 ONU 30 に割り当てべき帯域を計算する。OLT 10 は、各 ONU における上り送信キューの状態 (例えば、送信待ちデータ量を示すキュー長) に応じて、送信待ちデータ量の多い ONU に長い送信時間帯が割当てられるように、上り方向の 125 マイクロ秒 × N の送信時間帯を複数の時間帯に分割して、各 ONU の割当て帯域を決定する。

## 【 0 0 3 3 】

例えば、OLT 10 に m 台の ONU 30 が接続されていた場合、各 GTC ダウンストリ

50

ームフレームは、m台のONUのうちの一部に対する帯域制御情報を含み、OLT10は、連続するN回のGTCダウンストリームフレームの送信によって、全ONUへの割当て帯域通知を完了する。各ONUは、受信したGTCダウンストリームフレームから自All-IDをもつ帯域制御情報を見つけて、その帯域制御情報が示す送信開始時刻622と送信終了時刻623に従って、上り方向のデータ送信を行う。

【0034】

本発明では、GW50が出力ポート毎に送信キュー長QLを監視し、送信キュー長QLが予め決められた第1閾値HT1を超えた時、バッファ不足による通信フレーム廃棄の発生を未然に防止するために、OLT10に対して、出力ポート番号を指定した輻輳発生通知フレームを送信する。各OLT10は、上記輻輳発生通知フレームで指定された出力ポート（以下、輻輳ポートと言う）に向かう特定ONUからの送信データ量だけを抑制する帯域抑制モードで、各OLTに帯域を割り当てる。

10

【0035】

GW50は、OLTへのバックプレッシャによって、輻輳ポートの送信キュー長が、上記第1閾値TH1よりも低い第2閾値TH2以下に減少した時、各OLT10に対して、出力ポート番号を指定した輻輳解除通知フレームを送信する。各OLT10は、上記輻輳解除通知フレームで指定された出力ポートに向かう送信データ量の抑制を解除し、各ONUにおける上り送信キュー状態に応じた正常モードの帯域割当て制御に戻る。

【0036】

図1に示したネットワーク構成の場合、例えば、回線101-2と接続された出力ポートの送信キュー長が第1閾値TH1を超えた時、GW50-1からOLT10-1-1~10-1-nに輻輳発生通知フレームが送信され、OLT10-1-1~10-1-nが、ISP網103を介してインターネット104と通信中のONUに対する割当て帯域を減少させることになる。

20

【0037】

後述するように、本発明の1実施例では、各OLTが、接続関係にあるGW50の出力ポート番号とONU識別子との対応関係を記憶した輻輳制御テーブルを備えており、GW50から輻輳発生通知フレームを受信した時、上記輻輳制御テーブルから輻輳ポート番号と対応するONU識別子を特定し、このONU識別子をもつONUへの割当て帯域を減少させるように、帯域抑制モードでの各OLTへの帯域を割り当てを行う。

30

【0038】

また、本発明の1実施例では、各OLTが、ONU識別子と対応して、送信キュー長と、現在の割当て帯域と、予め決められた輻輳時許容帯域との関係を示す帯域制御テーブルを備えており、輻輳ポート番号と対応するONU識別子が特定された時、このONU識別子をもつONUへの割当て帯域を上記帯域制御テーブルで指定された輻輳時許容帯域まで減少させる。また、帯域抑制モードでは、ONUから輻輳ポートに向かう送信データ量の減少によって、PON区間での帯域に余裕ができるため、OLT10は、輻輳ポート以外の正常ポートにデータを送信している他のONUへの割当て帯域を増加することによって、PON区間の帯域を有効に利用する。

【0039】

40

図3は、GW50からOLT10に送信される輻輳発生/解除通知フレーム（バックプレッシャ制御フレーム）のフォーマットの1例を示す。

バックプレッシャ制御フレームには、例えば、イーサネットのVLAN（Virtual Local Area Network）タグ付きのフレームフォーマットが適用される。バックプレッシャ制御フレームは、宛先MAC（Media Access Control）アドレス601と、送信元MACアドレス602と、VLANタグ603と、輻輳ビット604と、輻輳ポート番号605とを含む。

【0040】

宛先MACアドレス601は、GW50に收容された各OLT10のMACアドレスを示し、送信元MACアドレス602は、GWとOLT10との接続回線を收容しているネ

50

ットワークインタフェースのMACアドレスを示す。VLANタグ603には、このフレームがバックプレッシャ制御フレームであることを示す特定の値が設定されている。輻輳ビット604には、輻輳発生通知フレームの場合は「1」、輻輳解除通知フレームの場合は「0」が設定される。輻輳ポート番号605は、輻輳が検知されたGW出力ポート番号を示す。

#### 【0041】

上記バックプレッシャ制御フレームを受信した各OLTは、VLANタグ603の値によって、受信フレームがバックプレッシャ制御フレームであることを認識し、輻輳ビット604の値によって、受信フレームが輻輳発生通知か輻輳解除通知かを判断できる。また、輻輳ポート番号605と、前述した輻輳制御テーブルおよび帯域制御テーブルによって、割当て帯域を減少させるべきONUを特定することができる。

10

#### 【0042】

図4は、OLT10の構成例を示すブロック図である。

OLT10は、OLT制御部11と、パラメータメモリ12と、PONの光ファイバ106に接続された光送受信部13と、GW50と接続するためのイーサネット回線105に接続されたイーサネットインタフェース(IF)14と、上記光送受信部13とイーサネットインタフェース14との間に接続された上り信号処理回路および下り信号処理回路からなる。パラメータメモリ12には、図5、図6で後述する帯域制御テーブル120と、輻輳制御テーブル130が形成されている。

#### 【0043】

上り信号処理回路は、光送受信部13で受信した光信号を電気信号に変換する光/電気変換部15と、光/電気変換部15に接続された上りフレーム終端部16と、上りフレーム終端部15から出力された上りフレームを一時的に蓄積する上りデータバッファ17と、上りデータバッファ17からフレームを読み出し、イーサネットIF14に送信する上りフレーム送信部18とからなる。上りフレーム終端部16は、光/電気変換部15の出力信号から上りフレームを再生し、フレームヘッダから抽出した送信元キュー長などの制御情報をOLT制御部11に出力すると共に、受信フレームをイーサネット形式のデータフレームに変換して、上りデータバッファ304に出力する。

20

#### 【0044】

下り信号処理回路は、イーサネットIN14に接続されたフレーム解析部19と、フレーム解析部19から出力されたユーザフレームを一時的に蓄積する下りデータバッファ20と、図2で説明した下りPONフレーム(GTCダウンストリームフレーム)を所定周期TFで生成し、下りPONフレームのペイロードに、下りデータバッファ20から読み出したユーザフレームまたはOLT制御部11から出力された制御フレームをGEMフレーム形式でマッピングする下りフレーム生成部21と、下りフレーム生成部21から出力された下りPONフレームを電気信号として送信するための下りフレーム送信部22と、下りフレーム送信部22から出力された電気信号を光信号へ変換する電気/光変換部23とからなる。フレーム解析部19は、イーサネットIN14からの受信フレームを解析し、ユーザフレームは下りデータバッファ20に出力し、バックプレッシャ制御フレームはOLT制御部11に転送する。

30

#### 【0045】

OLT制御部11は、パラメータメモリ12に形成された帯域制御テーブル120が示す送信元キュー長に基いて、各ONU30に割当てべき帯域を所定周期で計算し、結果を帯域制御テーブル120に反映する。OLT制御部11が行う割当て帯域の計算については、後で図9を参照して詳述する。

40

#### 【0046】

帯域制御テーブル120は、図5に示すように、ONU識別子である帯域制御ID(Alloc-ID)121と対応した複数のテーブルエントリからなる。各テーブルエントリは、ONU毎に予め決められた輻輳時許容帯域(Bcon)122および最大制御帯域(Bmax)123と、OLT制御部11によって算出された割当て帯域(BW)124

50

と、ONUの送信元キュー長(SQ)125と、輻輳フラグ126と、繰越帯域127とを示す。送信元キュー長(SQ)125は、上りフレーム終端部303から通知された各ONU30の最新の送信キュー長の値を示している。

【0047】

輻輳制御テーブル130は、図6に示すように、GW出力ポート番号131と対応して、輻輳フラグ132と、GW出力ポート番号131で特定されたGW出力回線を利用するONUの識別子(帯域制御ID)133との関係を示す複数のテーブルエントリからなっている。

【0048】

OLT制御部11は、フレーム解析部19から図3に示したバックプレッシャ制御フレームを受信した時、上記パラメータメモリ12に形成された輻輳制御テーブル130を参照して、バックプレッシャ制御フレームが示す輻輳ポート番号605と対応するテーブルエントリの輻輳フラグ132を受信フレームの輻輳ビット605に合わせて更新し、輻輳制御対象となるONU識別子(帯域制御ID)133を特定する。この後、OLT制御部11は、帯域制御テーブル120から上記帯域制御ID133と対応するテーブルエントリを検索し、輻輳フラグ126の値を更新する。但し、バックプレッシャ制御フレームが輻輳発生通知フレーム(輻輳フラグ=「1」)の場合は、輻輳フラグ126が直ちに「1」に変更されるが、バックプレッシャ制御フレームが輻輳解除通知フレーム(輻輳フラグ=「0」)の場合は、輻輳フラグ126は、次の帯域計算時に「0」に変更される。

【0049】

図7は、ONU30の構成例を示すブロック図である。

ONU30は、ONU制御部31と、加入者端末TEと接続するためのイーサネット回線109に接続されたイーサネットインタフェース(IF)32と、PONの支線光ファイバ108に接続された光送受信部33と、上記イーサネットIF32と光送受信部33との間に接続された上り信号処理回路および下り信号処理回路とからなる。

ONU制御部31は、上りデータバッファ管理部311と、制御フレーム生成部312と、上り送信タイミング生成部313とからなっている。

【0050】

上り信号処理回路は、イーサネットIFで受信した上りユーザフレームを一時的に蓄積するための上りデータバッファ34と、上りPONフレームを生成する上りフレーム生成部35と、上りフレーム生成部35で生成された上りPONフレームを上り送信タイミング生成部313が示す時間帯で送信するための上りフレーム送信部36と、上りフレーム送信部36から出力された電気信号を光信号へ変換する電気/光変換部37とからなる。

【0051】

下り信号処理回路は、光送受信部33で受信した支線光ファイバ108からの光信号を電気信号に変換する光/電気変換部38と、光/電気変換部38に接続された下りフレーム終端部39と、下りフレーム終端部39から出力された自ONU宛のユーザフレームを一時的に蓄積する下りデータバッファ40と、下りデータバッファ40から読み出したユーザフレームおよび制御フレーム生成部312から供給された制御フレームをイーサネットIF32に送出するための下りフレーム送信部41とからなる。

【0052】

下りフレーム終端部39は、光/電気変換部38の出力信号を下りPONフレーム(GTCダウストリームフレーム)に変換し、フレームヘッダ(PCBd)から抽出した自ONUへの割当て帯域情報を上り信号タイミング生成部313に供給すると共に、GTCペイロードから自ONU宛のユーザフレームを抽出し、イーサネット形式のデータフレームに変換して、下りデータバッファ40に出力する。

【0053】

上り送信タイミング生成部313は、上記割当て帯域情報が示す送信開始時刻、送信終了時刻と、予めOLT10から通知してある等価遅延時間とに基いて、上りフレームの送信時間帯を決定し、上りフレーム生成部35、上りフレーム送信部36、上りバッファ管

10

20

30

40

50

理部 3 1 1 を制御する。

【 0 0 5 4 】

上りデータバッファ管理部 3 1 1 は、上りデータバッファ 3 4 のデータ蓄積量（送信キュー長）を監視しており、送信キュー長が所定閾値以上となった時、制御フレーム生成部 3 1 2 にポーズフレーム生成のための制御信号を発生し、上り送信タイミング生成部 3 1 3 から指示されたタイミングで、現在の送信キュー長を上りフレーム生成部 3 5 に通知する。上りフレーム生成部 3 5 は、上り送信タイミング生成部 3 1 3 から指示に従って、ヘッダに上りバッファ管理部 3 1 1 から通知された送信キュー長情報を含み、ペイロードに上りデータバッファ 3 4 から読み出したユーザフレームを含む上り P O N フレームを生成し、上りフレーム送信部 3 6 に出力する。

10

【 0 0 5 5 】

制御フレーム生成部 3 1 2 は、上りデータバッファ管理部 3 1 1 からの制御信号に応じて、加入者端末 T E にデータ送信を抑制させるための制御フレーム（ポーズフレーム）を生成し、これを下りフレーム送信部 4 1 に出力する。下りフレーム送信部 4 1 は、制御フレーム生成部 3 1 2 からのポーズフレームがなければ、下りデータバッファ 4 0 から読み出したユーザフレームをイーサネット I F 3 2 に送出し、ポーズフレームが発生した場合は、ポーズフレームをイーサネット I F 3 2 に送出する。

【 0 0 5 6 】

加入者端末 T E が、上記ポーズフレームに回答してデータ送信を抑制した結果、上りデータバッファ 3 4 のキュー長が輻輳解除閾値を下回った時、上りデータバッファ管理部 3 1 1 から制御フレーム生成部 3 1 2 に輻輳解除の制御信号が与えられる。上記制御信号に回答して、制御フレーム生成部 3 1 2 は、データ送信の抑制を解除する制御フレームを生成し、これを下りフレーム送信部 4 1 に出力する。

20

【 0 0 5 7 】

図 8 は、G W 5 0 - 1 の構成例を示すブロック図である。

G W 5 0 - 1 は、それぞれイーサネット回線（1 0 5 または 1 0 1）と接続される複数のネットワークインタフェース（N I F : Network InterFace）部 5 1（5 1 - 1 ~ 5 1 - q）と、これらの N I F 部 5 1 を相互接続するフレーム中継部 5 2 と、G W 管理部 5 3 と、G W 管理部 5 3 が参照する G W 管理情報を保持した管理情報テーブル 5 4 とからなっている。各 N I F 部 5 1 は、イーサネットの入出力回線を収容するイーサネット I F 5 1 1 に接続された入力回線インタフェース部 5 1 A と、出力回線インタフェース部 5 1 B とからなる。

30

【 0 0 5 8 】

入力回線インタフェース部 5 1 A は、ヘッダ処理のためのパラメータ情報を保持するパラメータテーブル 5 1 3 と、イーサネット I F 5 1 1 から受信したフレームのヘッダを解析し、パラメータテーブル 5 1 3 に従って、受信フレームに内部ルーティング情報を含む内部ヘッダを付加する入力ヘッダ解析処理部 5 1 2 と、入力ヘッダ解析処理部 5 1 2 から出力されたフレームを一時的に蓄積する入力フレームバッファ 5 1 4 と、入力フレームバッファ 5 1 4 からフレームを読み出し、フレーム中継部 5 2 に出力する入力フレーム読み出し部 5 1 5 とからなる。

40

【 0 0 5 9 】

フレーム中継部 5 2 は、各入力回線インタフェース部 5 1 A から受信したフレームを、内部ルーティング情報で決まる特定出力ポートの出力回線インタフェース部 5 1 B に中継する。前述したように、本発明では、キャリア網内では O N U 毎に固定のパスが設定してあるため、上記フレーム中継部 5 2 によるフレーム転送において、O N U 1 0 3 毎にフレームの出力ポートが固定的となる。

【 0 0 6 0 】

出力回線インタフェース部 5 1 B は、パラメータテーブル 5 1 7 と、フレーム中継部 5 2 から受信したフレームのヘッダを解析し、内部ヘッダの除去とパラメータテーブル 5 1 7 の設定に従ったヘッダ処理を行う出力ヘッダ解析処理部 5 1 6 と、出力ヘッダ解析処理

50

部 5 1 6 から出力されたフレームを一時的に蓄積する出力フレームバッファ 5 1 8 と、出力フレームバッファ 5 1 9 のデータの蓄積量（キュー長）を監視し、GW 管理部 5 3 にキュー長情報を出力するキュー長モニタ 5 1 9 と、出力フレームバッファ 5 1 8 から出力フレームを読み出して、イーサネット I F 5 1 1 に送出するための出力フレーム読出し部 5 2 0 と、バックプレッシャ制御フレーム生成部 5 2 1 とからなる。

【 0 0 6 1 】

パラメータテーブル 5 1 7 には、ヘッダ処理に必要なパラメータ情報と、バックプレッシャ制御フレームの生成に必要な宛先 M A C アドレス（O L T の M A C アドレス）と送信元 M A C アドレス（イーサネット I F の M A C アドレス）が記憶されている。但し、O L T が接続されていない出力回線インタフェース部 5 1 B では、これらの M A C アドレスを記憶する必要はない。管理情報テーブル 5 4 には、輻輳発生を検知するための第 1 閾値 T H 1 と、輻輳解除を検知するための第 2 閾値 T H 2 と、出力ポート（出力回線インタフェース部 5 1 B ）毎の輻輳状態を示す輻輳フラグが記憶されている。ここで、第 1 閾値と第 2 閾値は、 $T H 1 > T H 2$  の関係にある。

10

【 0 0 6 2 】

GW 管理部 5 3 は、各出力回線インタフェース部 5 1 B のキュー長モニタ 5 1 9 からキュー長 Q L を受信すると、キュー長 Q L を閾値 T H 1 、 T H 2 と比較する。GW 管理部 5 3 は、或る出力ポート P i の出力フレームバッファ 5 1 8 のキュー長 Q L が第 1 閾値 T h 1 を超えた時、管理情報テーブル 5 4 の上記出力ポート P i と対応する輻輳フラグを「 1 」に設定し、他の出力ポートに所属するバックプレッシャ制御フレーム生成部 5 2 1 に対して、輻輳発生を通知する。

20

【 0 0 6 3 】

GW 管理部 5 3 は、輻輳フラグが「 1 」に設定された出力ポート P i については、キュー長モニタ 5 1 9 からその後受信する出力フレームバッファ 5 1 8 のキュー長 Q L を第 2 閾値 T H 2 と比較し、キュー長 Q L が第 2 閾値 T H 2 を下回った時点で、輻輳フラグを「 0 」に変更し、他の出力ポートに所属するバックプレッシャ制御フレーム生成部 5 2 1 に対して、輻輳解除を通知する。上記輻輳発生通知と輻輳解除通知には、V L A N タグの値と、輻輳の発生 / 解除を示す輻輳ビットと、輻輳が発生（または解除）した出力回線インタフェース部 5 1 B を示す出力ポート番号とが含まれている。

30

【 0 0 6 4 】

各出力回線インタフェース部 5 1 B のバックプレッシャ制御フレーム生成部 5 2 1 は、GW 管理部 5 3 から輻輳発生通知または輻輳解除通知を受信すると、パラメータテーブル 5 1 7 から M A C アドレス情報を読み出し、図 3 に示したバックプレッシャ制御フレームを生成して、出力フレーム読出し部 5 2 0 に出力する。出力フレーム読出し部 5 2 0 は、バックプレッシャ制御フレームを受信すると、出力フレームバッファ 5 1 8 から読み出し中の 1 つのフレームの送信が完了した時点で、バックプレッシャ制御フレームイーサネット I F 5 1 1 に送出し、その後で出力フレームバッファ 5 1 8 からのフレームの読出し / 送信動作を再開する。

【 0 0 6 5 】

図 9 は、O L T 1 0 の O L T 制御部 1 1 が実行する帯域制御処理 1 1 0 のフローチャートを示す。O L T 制御部 1 1 は、図 2 に示した基本フレーム周期 T F （ 1 2 5 マイクロ秒周期）で帯域制御処理 1 1 0 を実行し、 $T F \times N$  周期で各 O N U への割当て帯域を計算する。以下の説明では、N の値を M A X 、帯域制御処理 1 1 0 の実行回数をパラメータ i で表す。

40

【 0 0 6 6 】

帯域制御処理 1 1 0 において、O L T 制御部 1 1 は、パラメータ i の値をインクリメント（ $i = i + 1$ ）し（ステップ 1 1 1 ）、GW から新たなバックプレッシャ制御フレームを受信したか否かをチェックする（ 1 1 2 ）。もし、バックプレッシャ制御フレームを受信されていなければ、パラメータ i の値が M A X に達したか否かを判定し（ 1 1 7 ）、i の値が M A X よりも小さければ、この処理を終了する。パラメータ i の値が M A X に達し

50

ていた場合、後述する割当て帯域の計算と、帯域制御テーブル 120 の更新を実行する。

【0067】

GWから新たなバックプレッシャ制御フレームを受信していた場合、OLT制御部 11 は、受信フレームに含まれる輻輳ビット 604 をチェックする(113)。もし、輻輳ビット 604 が「1」、すなわち、受信フレームが輻輳発生通知フレームの場合、OLT制御部 11 は、輻輳制御テーブル 130 と帯域制御テーブル 120 において、受信フレームが示す輻輳ポート番号 605 と対応する輻輳フラグ 132、126 を「1」に設定(114)した後、パラメータ  $i$  の値が MAX に達したか否かを判定する(117)。

【0068】

ステップ 114 は、具体的には、OLT制御部 11 が、輻輳制御テーブル 130 から輻輳ポート番号 605 に該当するテーブルエントリを検索して、輻輳フラグ 132 を「1」に設定した後、該テーブルエントリが示す帯域制御 ID 133 に従って帯域制御テーブル 120 を参照し、帯域制御 ID 133 と対応する各テーブルエントリの輻輳フラグ 126 を「1」に設定することを意味している。

【0069】

受信フレームに含まれる輻輳ビット 604 が「0」、すなわち、受信フレームが輻輳解除通知フレームの場合、OLT制御部 11 は、輻輳ポート番号 605 の値を輻輳解除ポート番号としてワークエリアに記憶(116)した後、パラメータ  $i$  の値が MAX に達したか否かを判定する(117)。パラメータ  $i$  の値が MAX よりも小さければ、この処理を終了する。

【0070】

パラメータ  $i$  の値が MAX に達していた場合、OLT制御部 11 は、ワークエリアの輻輳解除ポート番号をチェックし(118)、もし、輻輳解除ポート番号が記憶されていなければ、帯域制御テーブル 120 に基いて各 ONU に割り当てるべき新たな帯域を計算し、帯域制御テーブル 120 に新たな割当て帯域 124 を記憶する(121)。この後、パラメータ  $i$  の値を初期値「1」に設定して、この処理を終了する。

【0071】

ワークエリアに輻輳解除ポート番号が記憶されていた場合、OLT制御部 11 は、輻輳制御テーブル 130 と帯域制御テーブル 120 において、上記輻輳解除ポート番号と対応する輻輳フラグ 132、126 を「0」に変更し(119)、ワークエリアの輻輳解除ポート番号をクリア(120)した後、各 ONU に割り当てるべき新たな帯域を計算する(121)。

【0072】

本発明において、OLT制御部 11 が実行する帯域割当ての計算モードには、通常モードと帯域抑制モードとがある。通常モードでは、例えば、ITU-T 勧告 G983.4、G984.3 に規定された動的帯域割り当て(DBA: Dynamic Bandwidth Allocation) 機能によって、帯域制御テーブル 120 が示す送信元キュー長 125 に応じた帯域が各 ONU が割り当てられる。具体的に言うと、例えば、帯域制御テーブル 120 が示す送信元キュー長 125 の合計値を求め、キュー長の合計値と各 ONU の送信元キュー長 125 との比率によって、ONU 毎の重みを計算し、この重みの値に従って、PON 区間の TF × N 期間の上り帯域を各 ONU に分配する。

【0073】

帯域抑制モードの帯域割当ては、GWの何れかの出力ポートで輻輳が発生した場合に実行される。帯域抑制モードでは、帯域制御テーブル 120 で輻輳フラグ 126 が「1」状態にある ONU に対して、輻輳時許容帯域 122 が示す帯域が割り当てられる。輻輳時許容帯域 122 は、通常モードで割当てられる割当て帯域 124 よりも小さいため、GWの輻輳ポートに向かう論理パスの通信帯域を割当て帯域 124 から輻輳時許容帯域 122 に減少させた場合、PON 区間の上り帯域に余裕ができる。そこで、本発明の帯域抑制モードでは、例えば、PON 区間の TF × N 期間の上り帯域から、輻輳フラグ 126 が「1」状態にあるテーブルエントリが示す輻輳時許容帯域 122 の合計値を減算し、残った帯

10

20

30

40

50

域を上述した通常モードと同様の方法で他のONUに分配する。

【0074】

図10は、本発明でOLT10が行う通常モードと帯域抑制モードの帯域割当てを模式的に示した図である。

ここでは、簡単化のために、OLT10に8台のONU30が接続され、OLT制御部11が、基本フレーム周期TFの3倍( $N=3$ )の周期TDで、各ONUへの割当て帯域を計算する場合について説明する。また、通常モードでの割当て帯域と、帯域抑制モードでの割当て帯域との違いを判り易くするため、各ONUの送信キュー長が、図示された期間内では一定とする。斜線で示したフレームF2(F12、F22)、F3(F13、F23)、F6(F16、F26)は、GWの輻輳ポートに向かうONU2、ONU3、ONU6の割当て帯域を表している。

10

【0075】

本実施例では、OLT制御部11が、周期TDで帯域制御テーブル120の割当て帯域124の値を更新し、下りフレーム生成部21が、下りPONフレームの帯域情報フィールド613によって、上記帯域制御テーブル120が示す割当て帯域124を各ONUに通知する。OLT制御部11は、GW50から輻輳通知を受信すると、図9で説明したように、帯域制御テーブル120の輻輳ポートと対応する輻輳フラグ126を「1」に設定する。本実施例では、下りフレーム生成部21は、帯域制御テーブル120の輻輳フラグ126をチェックし、輻輳フラグ126が「0」のONUに対しては、割当て帯域124を通知し、輻輳フラグ126が「1」のONUに対しては、輻輳時許容帯域122を通知する。

20

【0076】

図10の(A)に示したフレーム周期TF(1)~TF(3)は、横軸を時間軸として、通常モードで割り当てられたONU1~ONU8の上りフレーム送信帯域を示している。(B)は、ONU2がフレームF12を送信中に、OLT制御部11がGW50から輻輳通知を受信した場合のフレーム周期TF(4)~TF(6)における上りフレーム送信帯域を示す。

【0077】

上述したように、OLT制御部11は、周期TDで帯域制御テーブル120の割当て帯域124の値を更新しているため、フレーム周期TF(4)~TF(6)の間内では、各ONUの割当て帯域124の値は変更されない。しかしながら、本実施例では、下りフレーム生成部21が、輻輳フラグ126が「1」のONUに対して輻輳時許容帯域122を通知している。これによって、GWの輻輳ポートに向かうONU6からの上りフレームの帯域が減少し、結果的に、フレーム周期TF(6)の最後に空き帯域BW(V)が発生している。

30

【0078】

OLT制御部11が、フレーム周期TF(6)とTF(7)との間で、帯域制御テーブル120の割当て帯域124の値を更新すると、図(C)に示すように、フレーム周期TF(6)TF(7)~TF(6)TF(9)では、ONU1~ONU8に通知される帯域が変化する。帯域抑制モードの帯域割当てによって、輻輳ポートに向かう上りフレームを送信中のONU2、ONU3、ONU6の帯域は全て輻輳時許容帯域122となり、正常ポートに向かう上りフレームを送信中のその他のONUの帯域は、正常モードの時よりも増加する。図10では、ONU7が上りフレームF27を送信している間に、OLT制御部11が、GW50から輻輳解除通知を受信した場合を想定している。本実施例では、帯域抑制モードによる最適な帯域制御期間T2の前後に過渡期間T1とT2が発生している。

40

【0079】

図11は、OLTの下りフレーム生成部21が、基本フレーム周期TF(125マイクロ秒周期)で実行する下りPONフレーム生成処理210のフローチャートを示す。

【0080】

50



下りフレーム生成部 21 は、図 2 に示した GTC フレームヘッダ (PCBd) の Psync フィールド 611 とフレーム情報フィールド 612 (ステップ 211)、帯域情報フィールド 613 (ステップ 212)、ONU 制御情報フィールド 614 (ステップ 213) を生成した後、下りデータバッファ 20 から読み出したユーザフレームと、OLT 制御部 11 が生成した制御フレームを GEM フレーム形式でマッピングした GTC ペイロード 62 を生成する (214)。

【0081】

図 12 は、帯域情報フィールドの生成処理 (212) の詳細フローチャートの 1 例を示す。OLT 制御部 11 が帯域制御テーブル 120 に設定した割当て帯域 124 は、TF × N 期間における各 ONU の上り帯域を示している。下りフレーム生成部 21 は、帯域制御テーブル 120 の帯域制御 ID 121 が示す全 ONU 30 に対して、帯域制御テーブル 120 が示す割当て帯域 124 を N 個の下り PON フレームに分けて通知する。

10

【0082】

図 12 において、パラメータ  $i$  は、図 10 に示した期間 TD 内の基本フレーム周期 TF の位置を示し、パラメータ  $j$  は、帯域制御テーブル 120 におけるテーブルエントリの位置を示す。また、MAX は、期間 TD に含まれる基本フレーム周期の数 N を示している。

【0083】

下りフレーム生成部 21 は、パラメータ  $i$  の値を「MAX + 1」と比較し (ステップ 220)、 $i = \text{MAX} + 1$ 、つまり、新たな期間 TD に入った時、パラメータ  $i$ 、 $j$  の値を初期値「1」に設定し (221)、今回生成する下り PON フレーム (第  $i$  基本フレーム周期) で ONU に割当て可能な帯域のトータル値 (使用可能 BW) を初期値に設定する (222)。

20

【0084】

下りフレーム生成部 21 は、次に、パラメータ  $j$  と帯域制御テーブル 120 のテーブルエントリ数とを比較し (223)、パラメータ  $j$  がテーブルエントリ数を越えた場合は、この処理を終了する。パラメータ  $j$  がテーブルエントリ数を越えていなければ、下りフレーム生成部 21 は、帯域制御テーブル 120 から第  $j$  テーブルエントリを読み出し (224)、輻輳フラグ 126 をチェックする (225)。輻輳フラグ 126 が「1」の場合、下りフレーム生成部 21 は、変数 BW ( $j$ ) に上記第  $j$  テーブルエントリが示す輻輳時許容帯域 122 の値を設定し (226)、輻輳フラグ 126 が「0」の場合は、変数 BW ( $j$ ) に上記第  $j$  テーブルエントリが示す割当て帯域 124 の値を設定する (227)。

30

【0085】

下りフレーム生成部 21 は、次に、上記第  $j$  テーブルエントリの繰越帯域 127 をチェックし (228)、繰越帯域 127 がゼロの場合は、使用可能 BW と BW ( $j$ ) とを比較する (231)。繰越帯域 127 がゼロでなければ、下りフレーム生成部 21 は、BW ( $j$ ) に繰越帯域 127 の値を設定し (229)、上記第  $j$  テーブルエントリの繰越帯域 127 をクリア (230) した後、使用可能 BW と BW ( $j$ ) とを比較する (231)。

【0086】

ここで、繰越帯域は、例えば、図 10 に F3 で示すように、第  $j$  テーブルエントリで指定された帯域 (輻輳時許容帯域または割当て帯域) が、2 つの基本フレーム周期に跨った場合に、次の基本フレーム周期で ONU に通知される帯域部分を意味している。実際の応用においては、第  $j$  テーブルエントリで指定された帯域を 1 つの基本フレーム周期で通知しておき、繰越帯域を次の基本フレーム周期の使用可能 BW から差し引いてもよい。

40

【0087】

使用可能 BW が BW ( $j$ ) 以上であれば、下りフレーム生成部 21 は、BW ( $j$ ) に基いて、送信開始時刻と送信終了時刻を計算する (234)。もし、使用可能 BW が BW ( $j$ ) よりも少ない場合、下りフレーム生成部 21 は、BW ( $j$ ) に使用可能 BW を設定し (232)、不足した帯域を第  $j$  テーブルエントリに繰越帯域として記憶 (233) した後、BW ( $j$ ) に基いて、送信開始時刻と送信終了時刻を計算する (234)。

50

## 【 0 0 8 8 】

下りフレーム生成部 2 1 は、下り P O N フレームに、上記第 j テーブルエントリが示す帯域制御 I D に付随させて上記送信開始時刻と送信終了時刻とを含む帯域制御情報を設定し ( 2 3 5 )、使用可能 B W から B W ( j ) の値を差し引き ( 2 3 6 )、使用可能 B W の値を予め決められた帯域最小値 B W min と比較する ( 2 3 7 )。下りフレーム生成部 2 1 は、使用可能 B W が B W min 以上であれば、パラメータ j の値をインクリメントして ( 2 3 8 )、制御シーケンスをステップ 2 2 3 に戻し、使用可能 B W が B W min よりも小さければ、パラメータ i の値をインクリメントして ( 2 3 9 )、この処理を終了する。

## 【 0 0 8 9 】

図 1 3 は、G W 5 0、O L T 1 0、O N U 3 0 の間で実行される本発明による輻輳制御のシーケンス図を示している。

10

## 【 0 0 9 0 】

G W 5 0 は、出力ポート (出力回線インタフェース) 毎のキュー長 Q L を監視し、キュー長 Q L が閾値 T H 1 を超えた時、バックプレッシャ制御フレーム (輻輳発生通知) を発行し (輻輳発生検知 4 0 1)、そのキュー長 Q L が閾値 T H 2 を下回った時、輻輳ポートを指定したバックプレッシャ制御フレーム (輻輳解除通知) を発行する (輻輳解除検知 4 0 4)。バックプレッシャ制御フレーム (輻輳発生 / 解除通知) は、G W 5 0 に接続されている全ての O L T 宛に送信される。

## 【 0 0 9 1 】

O L T 1 0 は、基本フレーム周期 T F で、下り P O N フレーム D F 1、D F 2、D F 3、D F 4、・・・を送信している (S Q 0 1、S Q 0 2、S Q 0 4、S Q 0 5)。G W 5 0 の出力ポートが正常状態にある間、O L T 1 0 は、通常モードで割り当てた帯域 (U - B W s) を各 O N U に通知している。O L T 1 0 に接続された O N U 3 0 - k は、自分宛の帯域制御情報を含む下り P O N フレーム D F 2 を受信すると、帯域制御情報が示す送信開始時刻に等価遅延を加えた適切なタイミング ( T S ) で、上りフレーム U F i の送信を開始する (S Q 0 3)。

20

## 【 0 0 9 2 】

O L T 1 0 は、G W 5 0 から輻輳発生通知を受信すると、輻輳制御テーブル 1 3 0 と帯域制御テーブル 1 2 0 において、通知された G W 出力ポート番号と対応する輻輳フラグを「 1 」に設定する ( 4 0 2 )。輻輳フラグが「 1 」となった後、O L T 1 0 が帯域割当て周期 T D で帯域割当て処理 ( 4 0 3 ) を実行して、帯域制御テーブル 1 2 0 が更新されるまでの期間が、図 1 0 で説明した過渡期間 T 1 となる。

30

## 【 0 0 9 3 】

G W 5 0 が輻輳状態にある時、帯域制御テーブル 1 2 0 が一旦更新されると、O L T 1 0 による帯域制御が最適制御期間 T 2 となる。最適制御期間 T 2 に送信される下り P O N フレーム (S Q 1 1、S Q 1 2、S Q 1 4) は、G W の正常ポートを利用する O N U には拡張割当て帯域 (E - B W s) を通知し、輻輳ポートを利用する O N U には輻輳時許容帯域 (C - B W s) を通知している。従って、もし、O N U 3 0 - k が輻輳ポートを利用していた場合、O N U 3 0 - k は、輻輳時許容帯域で上りフレーム U F i + 1 を送信 (S Q 1 3) することになる。

40

## 【 0 0 9 4 】

O L T 1 0 は、G W 5 0 から輻輳解除通知を受信すると、輻輳解除ポート番号を記憶しておき ( 4 0 5 )、帯域割当て周期 T D で行う次回の帯域割当て処理 ( 4 0 6 ) において、輻輳フラグを「 0 」に変更する。従って、G W 5 0 が輻輳解除通知を発行してから、O L T 1 0 が帯域割当て処理 ( 4 0 6 ) を実行する迄の間は、下り P O N フレーム (S Q 1 5) が各 O N U に拡張割当て帯域、または輻輳時許容帯域を通知する過渡期間 T 3 となる。

## 【 0 0 9 5 】

輻輳解除通知を受信した O L T 1 0 が、帯域制御テーブル 1 2 0 を一旦更新すると、O L T 1 0 の帯域制御は、下り P O N フレームで各 O N U に通常時の割当て帯域 (U - B W

50

s) を通知する通常モードとなる (SQ21、SQ22)。従って、送信帯域を抑制されていた ONU30-k も、通常の割当て帯域で上りフレーム UFi+2 を送信できる (SQ23)。

【0096】

図14は、GW50のキュー長モニタ519で観測される或る出力フレームバッファ518のデータ蓄積量(送信キュー長)QLの経時変化と、OLT10が行う帯域制御との関係を示す。TH1は、輻輳発生を検知するための第1閾値、TH2は、輻輳解除を検知するための第2閾値を示し、TDは、OLT10が実行する帯域計算の周期を示している。

【0097】

GW管理部53は、GWの各出力ポート(出力回線インタフェース部)51Bのキュー長モニタ519から、所定周期、例えば、基本フレーム周期TFで、送信キュー長QLを読み込み、キュー長QLが第1の閾値TH1を超えた時、バックプレッシャ制御フレーム生成部521に輻輳発生通知フレームを発行させ、輻輳状態にあった出力ポートのキュー長QLが閾値TH2を下回った時、バックプレッシャフレーム生成部521に輻輳解除通知フレームを発行させている。従って、GW50では、輻輳発生から輻輳解除までの期間が輻輳期間となる。

【0098】

第1閾値TH1は、出力フレームバッファ518の容量よりも小さい値に設定してあるため、輻輳発生通知フレームは、出力フレームバッファが満杯になる前に発行される。また、出力フレームバッファ518は、輻輳発生通知に応答して、各OLT10が帯域を抑制するまでの間のキュー長増加を十分に吸収できるだけの余裕を残している。OLT制御部11は、GW10から帯域発生通知を受信すると、前述した過渡期間T1、T3と最適制御期間T3とからなる帯域抑制モードで、各ONUへの割当て帯域を制御する。

【0099】

図15は、OLT10における帯域抑制モード期間151、152と、輻輳が発生したGWポートの通過フレームを送信中のONU(以下、輻輳パスONUと呼ぶ)における送信キュー長153と割当て帯域154の経時変化を模式的に示している。

【0100】

図16は、OLT10における帯域抑制モード期間151、152と、輻輳のないGW出力ポートの通過フレームを送信中のONU(以下、通常パスONUと呼ぶ)における送信キュー長153と割当て帯域155の経時変化を模式的に示している。

【0101】

ここでは、本発明による帯域制御効果をより判り易くするため、通常パスONUと輻輳パスONUの送信キュー長変化を同一として、割当て帯域の変化にのみ着目する。OLT制御部11における帯域制御は、基本フレーム周期TFだけ遅れて各ONUに反映される。帯域抑制モード期間151、152以外の期間では、各ONUには、通常モードの帯域計算による送信キュー長153に応じた割当て帯域BW(j)が通知される。

【0102】

OLT制御部11が、時刻t1とt2の間で帯域抑制モード期間151に入ってから、次の帯域割当て処理が実行される迄の間は、過渡期間T1となる。輻輳パスONUに対して、もし過渡期間T1内に次の割当て帯域を通知できた場合、輻輳パスONUの帯域は、図15に示すように、過渡期間T1内に輻輳時許容帯域Bconに抑制される。OLT制御部11が、時刻t2の直前で帯域割当て処理を実行すると、帯域抑制モードは最適制御期間T2に入る。本実施例では、輻輳パスONUへの割当て帯域は、輻輳時許容帯域Bconに維持され、この状態は、GW出力ポートが輻輳状態を脱して、帯域抑制モードが過渡期間T3に遷移した後も継続する。輻輳パスONUの帯域は、OLT10の帯域制御が通常モードに遷移した時、送信キュー長SQに応じた割り当て帯域に戻る。

【0103】

本発明によれば、OLT10が帯域抑制モードとなった時、輻輳パスONUの割当て帯

10

20

30

40

50

域のみが削減されるため、通常パスONUでは、図16に示すように、帯域抑制モードの過渡期間T1における割当て帯域は従前通りとなる。OLT制御部11の帯域抑制モードが最適制御期間T2に入ると、輻輳パスONUの帯域削減によってPON区間に生じた余裕帯域が、送信キュー長に応じて複数の通常パスONUに分配される。従って、図に示すように、最適制御期間T2では、通常パスONUの割当て帯域が増加する。但し、通常パスONUの帯域は、通常モード時と同様、送信キュー長に応じて割り当てられるため、時刻t8に示すように、送信キュー長SQが短くなれば、割当て帯域は減少する。

【0104】

上述した実施例では、OLT制御部11が、帯域抑制モード期間において、輻輳パスONUの帯域を輻輳時許容帯域Bconに維持しているが、輻輳パスONUに対して、輻輳時許容帯域を上限として、送信元キュー長に応じた帯域割当てを行うようにしてもよい。同様に、通常パスONUに対して、帯域制御テーブル120が示す最大制御帯域123を上限として、送信元キュー長に応じた帯域割当てを行うようにしてもよい。

【0105】

実施例では、各ONUの輻輳時許容帯域を予め固定値として与えているが、輻輳時許容帯域としては、輻輳発生前にONUに割当てられている帯域値に所定の減少率を乗算して得られる動的な値を適用してもよい。

【0106】

また、実施例では、GW50の各出力回線インタフェース部51Bに、バックプレッシャ制御フレーム生成部521を設け、GW管理部53からの指示に従って、上記バックプレッシャ制御フレーム生成部521が、輻輳発生通知フレームと輻輳解除通知フレームを生成しているが、バックプレッシャ制御フレーム（輻輳発生通知フレームと輻輳解除通知フレーム）をGW管理部53で生成するようにしてもよい。

【0107】

この場合、各出力回線インタフェース部51Bに、バックプレッシャ制御フレーム生成部521に代えて、バックプレッシャ制御フレームバッファを設けておき、管理情報テーブル54に、例えば、GW出力ポート番号と対応して、OLTとの接続ポート番号、接続ポートのMACアドレス、OLTのMACアドレスを記憶しておく。GW管理部53は、出力ポートPiで輻輳発生を検知した時、管理情報テーブル54を参照してバックプレッシャ制御フレームを生成し、これをOLT接続ポート番号と対応する出力回線インタフェース部51Bのバックプレッシャ制御フレームバッファに出力する。出力フレーム読み出し部520には、バックプレッシャ制御フレームバッファを出力フレームバッファ518よりも優先させて、フレームの読み出しと送信を行わせる。

【実施例2】

【0108】

図17は、本発明が適用されるネットワークの他の実施例を示す。

本実施例では、キャリア網を構成するGW500-1、500-2が、OLT機能を備えた回線インタフェース（PONインタフェース）を備え、PONの光ファイバ106（106-1-1～106-2-n）を直接収容できるようになっている。

【0109】

図18は、GW500-1の構成を示す。

GW500-1は、複数のネットワークインタフェース部510（510-1～510-q）と、これらのインタフェース部510を相互接続するフレーム中継部52と、GW管理部53と、管理情報テーブル54とからなり、PONの光ファイバ106を収容するネットワークインタフェース部51-1は、図8で示したイーサネットIF511に代えて、PONインタフェース（IF）5110を備えている。キャリア網の回線101（101-1、101-2）を収容するネットワークインタフェース部は、図8に示したイーサネットIF511を備えている。

【0110】

PONインタフェース（IF）5110は、図4に示したOLT10の構成要素のうち

10

20

30

40

50

、イーサネット I F 1 4、上りフレーム送信部 1 8、フレーム解析部 1 9を除いた構成要素からなり、O L T 制御部 1 1 が G W 管理部 5 3 と接続されている。

【 0 1 1 1 】

本実施例によれば、O L T 制御部 1 1 が、G W 管理部 5 3 から直接的に輻輳発生通知と輻輳解除通知を受信できるため、図 3 に示したバックプレッシャ制御フレームの生成に必要な宛先 M A C アドレスの管理が不要となる。また、本実施例によれば、G W 内の出力ポートに輻輳が発生した時、O L T 制御部 1 1 が、輻輳パス O N U の割当て帯域を素早く低減できるため、輻輳パス O N U に対するバックプレッシャによる輻輳回避を迅速化することが可能となり、G W の出力フレームバッファのメモリ容量を小さくできる。

尚、実施例では、G - P O N への適用例について説明したが、本発明による帯域制御は、G - P O N 以外、例えば、G E - P O N にも適用可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 1 2 】

【 図 1 】 本発明が適用されるネットワーク構成の 1 例を示す図。

【 図 2 】 P O N 区間の下りフレームのフォーマットの 1 例を示す図。

【 図 3 】 G W から送信される輻輳発生 / 解除通知フレームのフォーマットの 1 例を示す図。

【 図 4 】 O L T の構成例を示すブロック図。

【 図 5 】 O L T が備える帯域制御テーブルの 1 例を示す図。

【 図 6 】 O L T が備える輻輳制御テーブルの 1 例を示す図。

【 図 7 】 O N U の構成例を示すブロック図。

【 図 8 】 G W の構成例を示すブロック図。

【 図 9 】 O L T が実行する帯域制御処理の 1 例を示すフローチャート。

【 図 1 0 】 O L T が行う通常モードと帯域抑制モードの帯域割当てを模式的に示した図。

【 図 1 1 】 O L T が実行する下り P O N フレーム生成処理を示すフローチャート。

【 図 1 2 】 図 1 1 における帯域情報フィールドの生成処理 2 1 2 の 1 例を示す詳細フローチャート。

【 図 1 3 】 G W、O L T、O N U の間で実行される輻輳制御シーケンスの 1 例を示す図。

【 図 1 4 】 G W の出力フレームバッファのキュー長変化と、O L T が行う帯域制御との関係を説明するための図。

【 図 1 5 】 G W の輻輳ポートを通過するフレームを送信中の O N U における送信キュー長と割当て帯域の経時変化を模式的に示した図。

【 図 1 6 】 G W の通常ポートを通過するフレームを送信中の O N U における送信キュー長と割当て帯域の経時変化を模式的に示した図。

【 図 1 7 】 本発明が適用される通信ネットワークの他の実施例を示す図。

【 図 1 8 】 図 1 7 における G W 5 0 0 - 1 の構成例を示すブロック図。

【 符号の説明 】

【 0 1 1 3 】

1 0 : 局側装置 ( O L T )、3 0 : 加入者側装置 ( O N U )、5 0 : フレーム転送装置 ( G W )、O L T 制御部、1 2 : パラメータメモリ、2 1 : 下りフレーム生成部、5 1 : ネットワークインタフェース、5 2 : フレーム中継部、5 3 : G W 制御部、5 4 : 管理テーブル、5 1 8 : 出力バッファ、5 1 9 : キュー長モニタ、5 2 0 : 出力フレーム読み出し部、5 2 1 : B P 制御フレーム生成部、1 2 0 : 帯域制御テーブル、1 3 0 : 輻輳制御テーブル。

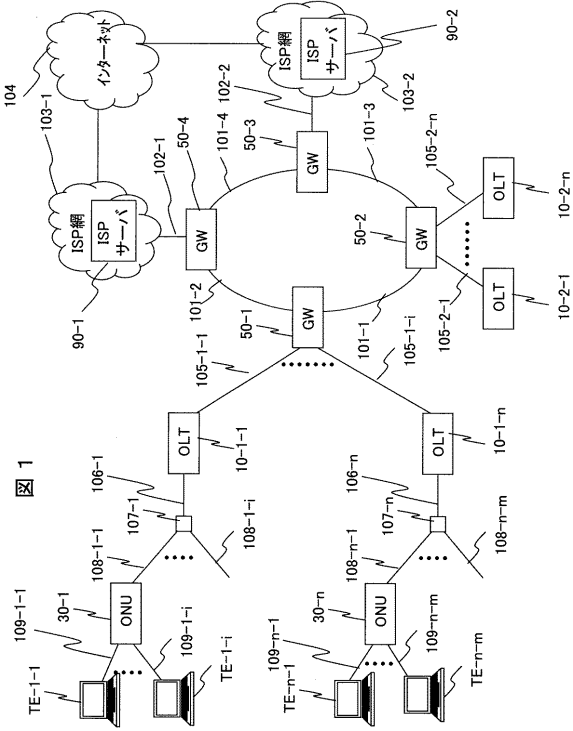
10

20

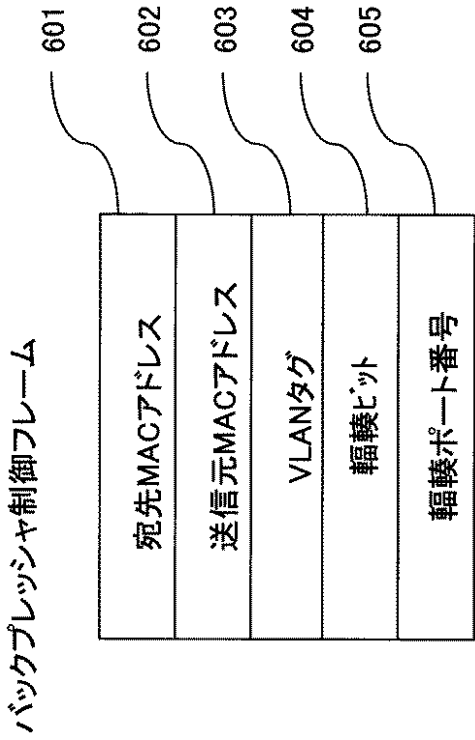
30

40

【図 1】

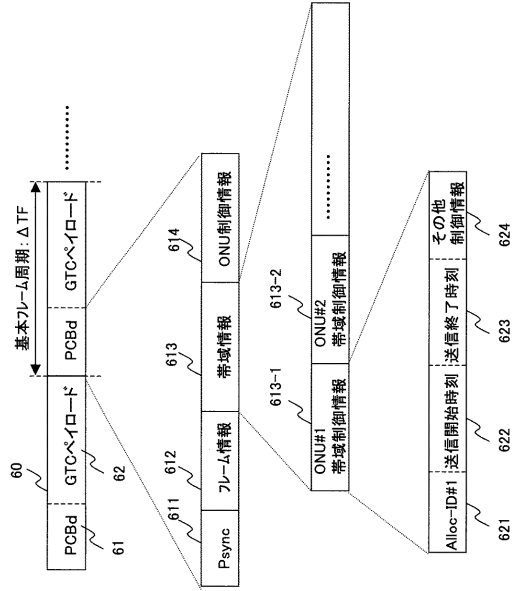


【図 3】



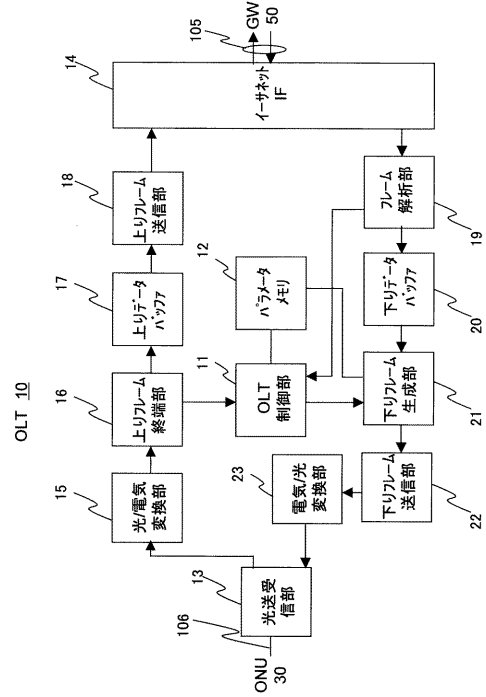
【図 2】

図 2 PON区間下りフレーム(GTCダウンストリームフレーム)



【図 4】

図 4





【 図 9 】

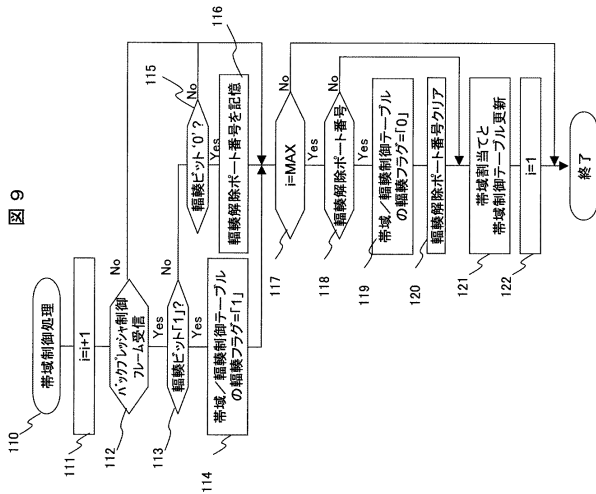
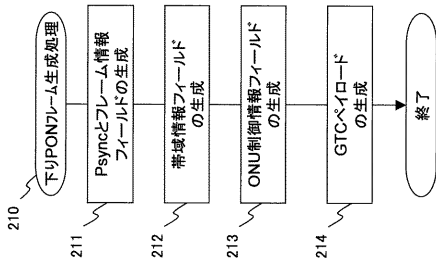


図 11

【 図 1 1 】



【 図 1 0 】

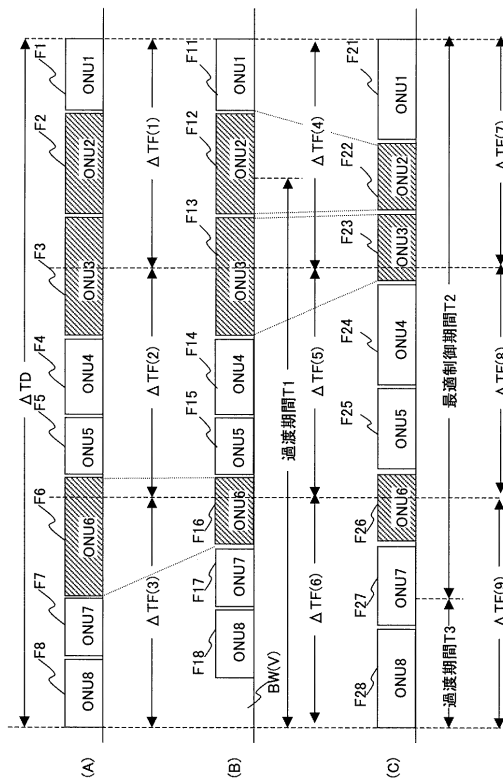


図 10

【 図 1 2 】

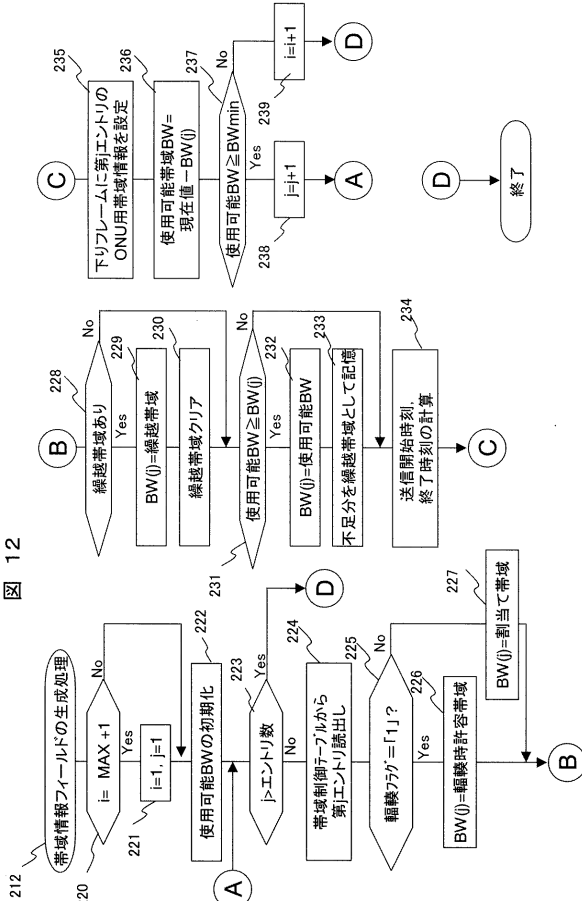


図 12



【図 13】

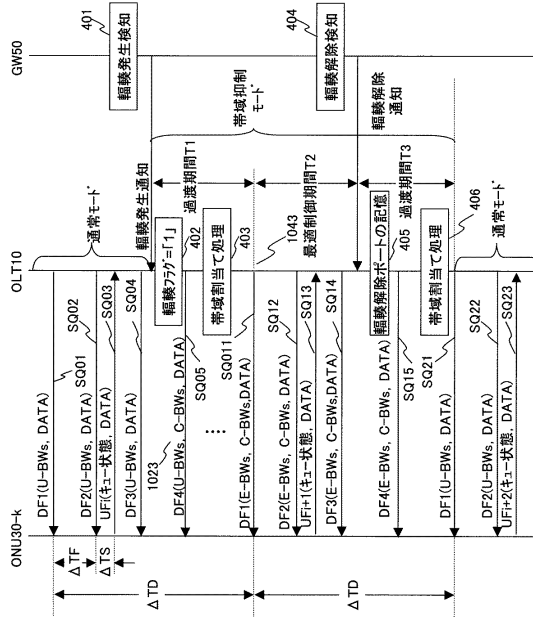


図 13

【図 14】

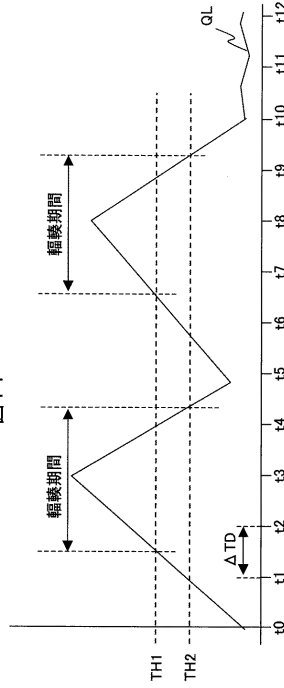


図 14

【図 15】

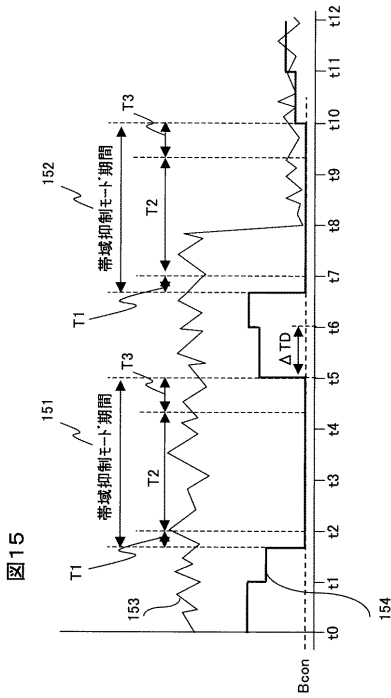


図 15

【図 16】

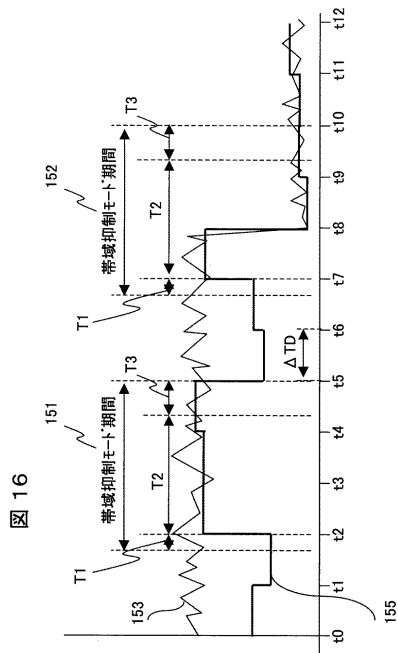


図 16

【 図 17 】

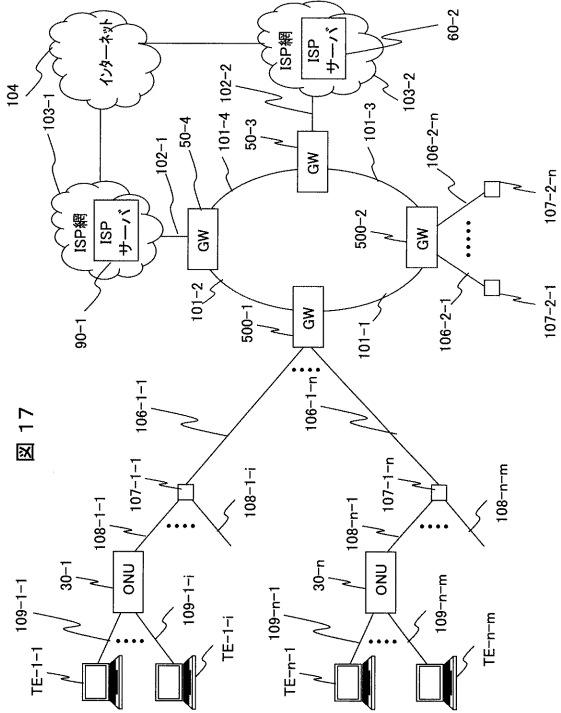


図 17

【 図 18 】

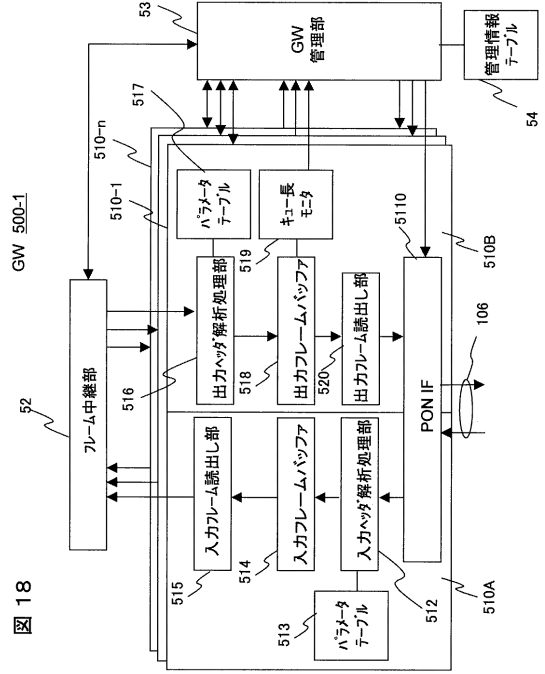


図 18

## フロントページの続き

- (72)発明者 坂本 健一  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所 中央研究所内
- (72)発明者 芦 賢浩  
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 菅野 隆行  
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 山本 信行  
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

審査官 岩田 玲彦

- (56)参考文献 特開2004-153505(JP, A)  
遠藤英樹・水谷昌彦・高瀬誠由・坂本健一・芦賢浩, G-PONシステムと多重化装置における帯域制御方式の一検討, 電子情報通信学会技術研究報告 CS2006-13, 日本, 社団法人電子情報通信学会, Vol. 106 No. 8, pp63-68

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/44  
H04B 10/20