

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4612713号  
(P4612713)

(45) 発行日 平成23年1月12日(2011.1.12)

(24) 登録日 平成22年10月22日(2010.10.22)

(51) Int.Cl. F I  
H O 4 L 12/56 (2006.01) H O 4 L 12/56 2 O O C

請求項の数 26 (全 39 頁)

(21) 出願番号	特願2008-207691 (P2008-207691)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成20年8月12日(2008.8.12)		株式会社日立製作所
(62) 分割の表示	特願2006-278946 (P2006-278946) の分割		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
原出願日	平成17年5月26日(2005.5.26)	(74) 代理人	100075513 弁理士 後藤 政喜
(65) 公開番号	特開2008-271611 (P2008-271611A)	(72) 発明者	▲高▼瀬 誠由
(43) 公開日	平成20年11月6日(2008.11.6)		東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
審査請求日	平成20年8月12日(2008.8.12)	(72) 発明者	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
		(72) 発明者	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	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
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パケット転送装置及びネットワークシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パケット転送装置がデータを転送するパケット転送方法において、  
 前記パケット転送装置は、パケットを送受信するインターフェース部、受信したパケットを宛先のインターフェース部へ出力するスイッチ及びパケットの送信タイミングを制御するシェーピング部を備え、  
 前記シェーピング部は、前記受信したパケットを一時的に格納するパケットバッファを備え、  
 前記パケット転送方法は、  
 前記シェーピング部がパケットの送出帯域を制御する帯域制御ステップと、  
 前記シェーピング部が前記パケットバッファから読み出されるパケットを決定するリクエスト選択ステップとを含み、  
 前記帯域制御ステップは、  
 前記シェーピング部が、トークンパケットアルゴリズムを用いて前記受信したパケットの前記パケットバッファからの読み出しは最低保証帯域以下であるか否かを判定する第1タイミング生成ステップと、  
 前記シェーピング部が、リーキーパケットアルゴリズムを用いて前記受信したパケットの前記パケットバッファからの読み出しは最大許容帯域以下であるか否かを判定する第2タイミング生成ステップと、を含み、  
 前記トークンパケットアルゴリズムはトークンパケットに保持されるトークン量が正で

10

20

ある場合に前記パケットバッファからの前記パケットの読み出しは最低保証帯域以下であると判定し、前記リーキーパケットアルゴリズムはリーキーパケットに保持されるトークン量が0である場合に前記パケットバッファからの前記パケットの読み出しは最大許容帯域以下であると判定するものであって、

前記リクエスト選択ステップは、前記第1タイミング生成ステップにおいて前記パケットバッファからの前記パケットの読み出しは最低保証帯域を超過すると判定され、かつ前記第2タイミング生成ステップにおいて前記パケットバッファからの前記パケットの読み出しは最大許容帯域以下であると判定された場合に、前記シェーピング部が、前記パケットバッファから前記パケットを読み出し可能と決定するステップを含むことを特徴とするパケット転送方法。

10

**【請求項2】**

前記リクエスト選択ステップは、前記第1タイミング生成ステップにおいて前記パケットバッファからの前記パケットの読み出しは最低保証帯域以下と判定され、かつ前記第2タイミング生成ステップにおいて前記パケットバッファからの前記パケットの読み出しは最大許容帯域を超過すると判定された場合に、前記シェーピング部が、前記パケットバッファから前記パケットを読み出し可能と決定するステップを、さらに含むことを特徴とする請求項1に記載のパケット転送方法。

**【請求項3】**

前記パケット転送装置は、前記シェーピング部を制御する制御部を備え、

前記パケット転送方法は、さらに、前記第1タイミング生成ステップにおいて前記パケットバッファからの前記パケットの読み出しは最低保証帯域以下と判定され、かつ前記第2タイミング生成ステップにおいて前記パケットバッファからの前記パケットの読み出しは最大許容帯域を超過すると判定された場合に、前記制御部が、前記リクエスト選択ステップで前記パケットバッファから前記パケットを読み出し可能又は不可能と決定するモードの設定が変更するステップを含むことを特徴とする請求項1に記載のパケット転送方法。

20

**【請求項4】**

前記第1タイミング生成ステップでは、前記トークンパケットアルゴリズムにおいて、前記トークンパケットに保持されるトークン量が負の値をとることを許容することを特徴とする請求項1から3のいずれか一つに記載のパケット転送方法。

30

**【請求項5】**

前記リクエスト選択ステップは、前記第1タイミング生成ステップ及び前記第2タイミング生成ステップで出力される信号に基づいて、前記パケットバッファから読み出される前記パケットを決定するステップを含むことを特徴とする請求項1から3のいずれか一つに記載のパケット転送方法。

**【請求項6】**

前記制御部が、前記第1タイミング生成ステップ及び前記第2タイミング生成ステップによるタイミング生成の有効又は無効を切り替えるステップを、さらに含むことを特徴とする請求項3に記載のパケット転送方法。

**【請求項7】**

前記リクエスト選択ステップは、前記第1タイミング生成ステップにおいて前記パケットバッファからの前記パケットの読み出しは最低保証帯域を超過すると判定され、かつ前記第2タイミング生成ステップにおいて前記パケットバッファからの前記パケットの読み出しは最大許容帯域を超過すると判定された場合に、前記シェーピング部が、前記パケットバッファから前記パケットを読み出し不可能と決定することを特徴とする請求項1から3のいずれか一つに記載のパケット転送方法。

40

**【請求項8】**

前記リクエスト選択ステップは、前記第1タイミング生成ステップにおいて前記パケットバッファからの前記パケットの読み出しは最低保証帯域以下と判定され、かつ前記第2タイミング生成ステップにおいて前記パケットバッファからの前記パケットの読み出しは

50

最大許容帯域以下と判定された場合に、前記シェーピング部が、前記パケットバッファからパケットを読み出し可能と決定することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一つに記載のパケット転送方法。

【請求項 9】

前記帯域制御ステップは、前記シェーピング部が、前記受信したパケットをベストエフォートで送出するための前記パケットの送出タイミングを出力する第 3 タイミング生成ステップを含むことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一つに記載のパケット転送方法。

【請求項 10】

前記帯域制御ステップは、前記シェーピング部が、前記受信したパケットをベストエフォートで送出するための前記パケットの送出タイミングを出力する第 3 タイミング生成ステップを含み、

前記パケット転送方法は、さらに、前記制御部が、前記各タイミング生成部によるタイミング生成の有効又は無効を設定することを特徴とする請求項 3 又は 6 に記載のパケット転送方法。

【請求項 11】

前記パケット転送方法は、さらに、前記シェーピング部が、前記第 1 タイミング生成ステップにおいて前記トークンパケットに保持されるトークン量に最大値を設定するステップを含むことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一つに記載のパケット転送方法。

【請求項 12】

前記帯域制御ステップは、前記シェーピング部が、前記受信したパケットをベストエフォートで送出するための前記パケットの送出タイミングを出力する第 3 タイミング生成ステップを含み、

前記シェーピング部は、前記各タイミング生成ステップによるタイミング生成の有効又は無効を保持する有効 / 無効保持部を備え、

前記パケット転送方法は、さらに、前記制御部が、前記各タイミング生成ステップによるタイミング生成の有効又は無効を、前記有効 / 無効保持部に設定するステップを含むことを特徴とする請求項 3 又は 6 に記載のパケット転送方法。

【請求項 13】

前記インターフェース部は、受信した光信号を電気信号に変換する光・電気変換部を備えることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一つに記載のパケット転送方法。

【請求項 14】

局側光終端装置と加入者側光終端装置とが光ファイバ網で接続されたネットワークシステムにおける前記局側光終端装置と前記加入者側光終端装置との間のパケット転送方法において、

前記局側光終端装置は、コアネットワークに接続されており、

前記局側光終端装置は、可変長パケットを格納した固定長フレームを送受信するインターフェース部、受信した前記可変長パケットの宛先のインターフェース部に出力するスイッチ及び前記可変長パケットの送信タイミングを制御するシェーピング部を備え、

前記シェーピング部は、前記受信した可変長パケットを一時的に格納するパケットバッファを備え、

前記パケット転送方法は、

前記シェーピング部が前記可変長パケットの送出帯域を制御する帯域制御ステップと、前記シェーピング部が前記パケットバッファから読み出される前記可変長パケットを決定するリクエスト選択ステップとを含み、

前記帯域制御ステップは、

前記シェーピング部が、トークンパケットアルゴリズムを用いて前記受信したパケットの前記パケットバッファからの読み出しは最低保証帯域以下であるか否かを判定する第 1 タイミング生成ステップと、

前記シェーピング部が、リーキーパケットアルゴリズムを用いて前記受信したパケット

10

20

30

40

50

の前記パケットバッファからの読み出しは最大許容帯域以下であるか否かを判定する第2  
タイミング生成ステップと、を含み、

前記トークンバケットアルゴリズムはトークンバケットに保持されるトークン量が正で  
ある場合に前記パケットバッファからの前記可変長パケットの読み出しは最低保証帯域以  
下であると判定し、前記リーキーバケットアルゴリズムはリーキーバケットに保持される  
トークン量が0である場合に前記パケットバッファからの前記可変長パケットの読み出し  
は最大許容帯域以下であると判定するものであって、

前記リクエスト選択ステップは、前記第1タイミング生成ステップにおいて前記パケッ  
トバッファからの前記可変長パケットの読み出しは最低保証帯域を超過すると判定され、  
かつ前記第2タイミング生成部において前記パケットバッファからの前記可変長パケット  
の読み出しは最大許容帯域以下と判定された場合に、前記シェーピング部が、前記パケッ  
トバッファから前記可変長パケットを読み出し可能と決定するステップを含むことを特徴  
とするパケット転送方法。

10

**【請求項15】**

前記リクエスト選択ステップは、前記第1タイミング生成ステップにおいて前記パケッ  
トバッファからの前記可変長パケットの読み出しは最低保証帯域以下と判定され、かつ前  
記第2タイミング生成ステップにおいて前記パケットバッファからの前記可変長パケット  
の読み出しは最大許容帯域を超過すると判定された場合に、前記シェーピング部が、前記  
パケットバッファから前記可変長パケットを読み出し可能と決定するステップを、さらに  
含むことを特徴とする請求項14に記載のパケット転送方法。

20

**【請求項16】**

前記局側光終端装置は、前記シェーピング部を制御する制御部を備え、  
前記パケット転送方法は、さらに、前記第1タイミング生成ステップにおいて前記パケッ  
トバッファからの前記可変長パケットの読み出しは最低保証帯域以下と判定され、かつ  
前記第2タイミング生成ステップにおいて前記パケットバッファからの前記可変長パケッ  
トの読み出しは最大許容帯域を超過すると判定された場合に、前記制御部が、前記リクエ  
スト選択ステップで前記パケットバッファから前記可変長パケットを読み出し可能又は不  
可能と決定するようにモードの設定が変更するステップを含むことを特徴する請求項14  
に記載のパケット転送方法。

30

**【請求項17】**

前記第1タイミング生成ステップでは、前記トークンバケットアルゴリズムにおいて、  
前記トークンバケットに保持されるトークン量が負の値をとることを許容することを特徴  
とする請求項14から16のいずれか一つに記載のパケット転送方法。

**【請求項18】**

前記リクエスト選択ステップは、前記第1タイミング生成ステップ及び前記第2タイミ  
ング生成ステップから出力される信号に基づいて、前記パケットバッファから読み出され  
る前記可変長パケットを決定するステップを含むことを特徴とする請求項14から16の  
いずれか一つに記載のパケット転送方法。

**【請求項19】**

前記制御部が、前記第1タイミング生成ステップ及び前記第2タイミング生成ステップ  
によるタイミング生成の有効又は無効を切り替えるステップを、さらに含むことを特徴と  
する請求項16に記載のパケット転送方法。

40

**【請求項20】**

前記リクエスト選択ステップは、前記第1タイミング生成ステップにおいて前記パケッ  
トバッファからの前記可変長パケットの読み出しは最低保証帯域を超過すると判定され、  
かつ、前記第2タイミング生成ステップにおいて前記パケットバッファからの前記可変長  
パケットの読み出しは最大許容帯域を超過すると判定された場合に、前記シェーピング部  
が、前記パケットバッファからの前記可変長パケットを読み出し可能と決定することを特  
徴とする請求項14から16のいずれか一つに記載のパケット転送方法。

**【請求項21】**

50

前記リクエスト選択ステップは、前記第 1 タイミング生成部において前記パケットバッファからの前記可変長パケットの読み出しは最低保証帯域以下と判定され、かつ、前記第 2 タイミング生成部において前記パケットバッファからの前記可変長パケットの読み出しは最大許容帯域以下と判定された場合に、前記シェーピング部が、前記パケットバッファから前記可変長パケットを読み出し可能と決定することを特徴とする請求項 1 4 から 1 6 のいずれか一つに記載のパケット転送方法。

【請求項 2 2】

前記帯域制御ステップは、前記シェーピング部が、前記受信した可変長パケットをベストエフォートで送出するための前記パケットの送出タイミングを出力する第 3 タイミング生成ステップを含むことを特徴とする請求項 1 4 から 1 6 のいずれか一つに記載のパケット転送方法。

10

【請求項 2 3】

前記帯域制御ステップは、前記シェーピング部が、前記受信した可変長パケットをベストエフォートで送出するための前記パケットの送出タイミングを出力する第 3 タイミング生成ステップを含み、

前記パケット転送方法は、さらに、前記制御部が、前記各タイミング生成ステップによるタイミング生成の有効又は無効を設定することを特徴とする請求項 1 6 又は 1 9 に記載のパケット転送方法。

【請求項 2 4】

前記パケット転送方法は、さらに、前記シェーピング部が、前記第 1 タイミング生成ステップにおいて前記トークンパケットに保持されるトークン量に最大値を設定するステップを含むことを特徴とする請求項 1 4 から 1 6 のいずれか一つに記載のパケット転送方法。

20

【請求項 2 5】

前記帯域制御ステップは、前記シェーピング部が、前記受信した可変長パケットをベストエフォートで送出するための前記パケットの送出タイミングを出力する第 3 タイミング生成ステップを含み、

前記シェーピング部は、前記各タイミング生成ステップによるタイミング生成の有効又は無効を保持する有効 / 無効保持部を備え、

前記パケット転送方法は、さらに、前記制御部が、前記各タイミング生成ステップによるタイミング生成の有効又は無効を、前記有効 / 無効保持部に設定するステップを含むことを特徴とする請求項 1 6 又は 1 9 に記載のパケット転送方法。

30

【請求項 2 6】

前記インターフェース部は、受信した光信号を電気信号に変換する光・電気変換部を備えることを特徴とする請求項 1 4 から 1 6 のいずれか一つに記載のパケット転送方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パケット転送装置に関し、特に、光インターフェースを備えたパケット転送装置に好適な帯域制御技術に関する。

40

【背景技術】

【0002】

近年のネットワーク技術の進歩によって、ネットワークアクセスは、ダイヤルアップ等のナローバンドアクセスサービスから、F T T H (Fiber To The Home) 等のブロードバンドアクセスサービスに移行している。これに伴い、ネットワークを利用したアプリケーションも、通信帯域の変化による影響が少ないアプリケーション(メール、World Wide Web、データ転送等)より、リアルタイム性が必要なアプリケーション(ストリーミング、V o I P、ネットバンキング等)が増加している。これによって、通信帯域が安定したネットワークが要求されている。

【0003】

50

しかし、現状のネットワークサービスは、複数ユーザがベストエフォートで帯域を共有している。このため、安定した帯域の確保が困難で、リアルタイム性のあるネットワークアプリケーションには不適切な場合がある。よって、契約体系に応じて利用できる帯域を異ならせたネットワークサービスが求められている。

このような帯域制御を実現するために、現在のネットワークで多く利用されている可変長パケット通信（例えば、Ethernet（登録商標、以下同じ））の帯域を保証するために、リーキーバケットを利用したトラヒックシェーパが提案されている（例えば、特許文献1参照。）。

#### 【0004】

特許文献1に記載された技術によると、リーキーバケットに最低保証帯域と最大制御帯域を表す閾値を設定する。パケットの水位が最低保証帯域以下のキューからパケットの送出を許可する。また、余剰帯域が発生した場合は、パケットを保持し、かつパケットの水位が最大制御帯域未満のキューからパケットの送出を許可する。また、パケットの水位が最大制御帯域を越えたキューはパケットの有無に関わらずフレームの送出が禁止される。このようにすることで、最低保証帯域と最大許容帯域の制御を実現する。

#### 【0005】

また、トークンバケットの動作原理は非特許文献1に記載されている。また、リーキーバケットの動作原理は非特許文献2に記載されている。

#### 【特許文献1】特開2003-198611号公報

【非特許文献1】P.F. Chimento, "Standard Token Bucket Terminology", 2000年5月18日, インターネットURL<<http://qbone.internet2.edu/bb/Traffic.pdf>>

【非特許文献2】The ATM Forum Technical Committee, "Traffic Management Specification Version 4.0", 4.4.2章

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

しかし、前述した従来技術では、空帯域を利用して最低帯域以上のデータを送出した後に、ネットワークに輻輳が発生すると、空帯域を利用してデータを送信したユーザは、パケットの水位が最低保証帯域以下になるまでパケットを送出できない。よって、その間、最低帯域が確保されない問題があった。

#### 【0007】

本発明の第1の目的は、ユーザ毎に、ベストエフォートサービス、契約帯域保証サービス、最大許容帯域制御サービス及びこれらの組み合わせによるサービスが提供できる帯域制御装置を有するパケット転送装置を提供することである。特に、特許文献1に記載された技術によると、ベストエフォートのみサービスや、契約帯域保証とベストエフォートによる空帯域利用とを組み合わせたサービスは提供できない点の改善が求められる。

#### 【0008】

本発明の第2の目的は、近年普及してきたFTTHアクセスサービスを提供するPONシステムの局舎側装置にも適応可能なトラヒックシェーピング装置を提供することである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0009】

本発明の代表的な一例を示せば以下の通りである。すなわち、パケット転送装置がデータを転送するパケット転送方法において、前記パケット転送装置は、パケットを送受信するインターフェース部、受信したパケットを宛先のインターフェース部へ出力するスイッチ及びパケットの送信タイミングを制御するシェーピング部を備え、前記シェーピング部は、前記受信したパケットを一時的に格納するパケットバッファを備え、前記パケット転送方法は、前記シェーピング部がパケットの送出帯域を制御する帯域制御ステップと、前記シェーピング部が前記パケットバッファから読み出されるパケットを決定するリクエスト選択ステップとを含み、前記帯域制御ステップは、前記シェーピング部が、トークンバ

10

20

30

40

50

ケットアルゴリズムを用いて前記受信したパケットの前記パケットバッファからの読み出しは最低保証帯域以下であるか否かを判定する第1タイミング生成ステップと、前記シェーピング部が、リーキーパケットアルゴリズムを用いて前記受信したパケットの前記パケットバッファからの読み出しは最大許容帯域以下であるか否かを判定する第2タイミング生成ステップと、を含み、前記トークンパケットアルゴリズムはトークンパケットに保持されるトークン量が正である場合に前記パケットバッファからの前記パケットの読み出しは最低保証帯域以下であると判定し、前記リーキーパケットアルゴリズムはリーキーパケットに保持されるトークン量が0である場合に前記パケットバッファからの前記パケットの読み出しは最大許容帯域以下であると判定するものであって、前記リクエスト選択ステップは、前記第1タイミング生成ステップにおいて前記パケットバッファからの前記パケットの読み出しは最低保証帯域を超過すると判定され、かつ前記第2タイミング生成ステップにおいて前記パケットバッファからの前記パケットの読み出しは最大許容帯域以下であると判定された場合に、前記シェーピング部が、前記パケットバッファから前記パケットを読み出し可能と決定するステップを含む。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明によると、最大許容帯域の制御にリーキーパケットアルゴリズムを用い、最低保証帯域の制御にトークンパケットアルゴリズムを用いることによって、厳密に帯域を制御することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0011】

(実施形態1)

図1は、本発明の第1の実施の形態のネットワークシステムの概念図である。

【0012】

第1の実施の形態のネットワークシステムは、コアネットワークA201、アクセスネットワークB202、アクセスネットワークC203及びアクセスネットワークD204を備える。コアネットワークA201及びアクセスネットワークB202～D204は、光ファイバ網である。

【0013】

アクセスネットワークB202、アクセスネットワークC203及びアクセスネットワークD204の各々と、コアネットワークA201とは、ネットワークノード300によって接続されている。アクセスネットワークB202～D204には、ユーザ端末100が接続されている。

30

【0014】

図2は、第1の実施の形態のネットワークノード300のブロック図である。

【0015】

ネットワークノード300は、スイッチ310、複数の回線インターフェース320及び制御部330を備える。

【0016】

スイッチ310は、回線インターフェース320が受信したパケットの送出先を決定し、送出先の回線インターフェース320に送る。

40

【0017】

回線インターフェース320は、光モジュール321、パケット送信回路322、パケット受信回路323及びトラヒックシェーピング部340を備える。

【0018】

トラヒックシェーピング部340は、パケットの送出タイミングを定める。本実施の形態では、トラヒックシェーピング部340を、回線インターフェース320内に設けたが、回線インターフェース320とは別に(例えば、回線インターフェース320の前段に)設けてもよい。

【0019】

50

光モジュール 3 2 1 は、光ファバー網を終端する光電気変換器であり、ネットワーク A 2 0 1 等から送信された光信号を受信し、光 - 電気変換によって、電気信号を生成する。また、ネットワーク A 2 0 1 等に対して所定のタイミングで光信号を送信する。

【 0 0 2 0 】

パケット送信回路 3 2 2 は、トラヒックシェーピング部 3 4 0 によって定められたタイミングでパケットを送出する。

【 0 0 2 1 】

パケット受信回路 3 2 3 は、光モジュール 3 2 1 が受信した光信号からパケットを抽出し、スイッチ 3 1 0 に送る。

【 0 0 2 2 】

制御部 3 3 0 は、トラヒックシェーピング部 3 4 0 で使用される各種閾値及び各動作モードの有効又は無効を設定し、その設定内容をトラヒックシェーピング部 3 4 0 に送る。

【 0 0 2 3 】

図 3 は、第 1 の実施の形態のトラヒックシェーピング部 3 4 0 のブロック図である。

【 0 0 2 4 】

トラヒックシェーピング部 3 4 0 は、複数の帯域制御部 3 4 1、パケットバッファ 3 4 5、最低保証帯域 ( M F R ) リクエスト選択部 3 4 6、最大許容帯域 ( P F R ) リクエスト選択部 3 4 7、ベストエフォート ( B E ) リクエスト選択部 3 4 8 及びリクエスト選択部 3 4 9 を備える。

【 0 0 2 5 】

トラヒックシェーピング部 3 4 0 は、処理速度の観点からハードウェアで構成するとよいが、ソフトウェアで構成してもよい。

【 0 0 2 6 】

パケットバッファ 3 4 5 は、入力されたデータを格納する複数のキューを備え、リクエスト選択部 3 4 9 からの送出許可信号によってキューに格納されたデータの読み出しを許可する。

【 0 0 2 7 】

また、パケットバッファ 3 4 5 は、キューから読み出されるパケット長を判定し、送出パケット長信号をパケットを送出するキューに対応する帯域制御部 3 4 1 に出力する。さらに、パケットバッファ 3 4 5 は、キューにパケットが格納されているか否かを示すパケット有無信号を帯域制御部 3 4 1 に出力する。パケット有無信号は、対応するキューにパケットが格納されていれば " 1 " を、キューにパケットが格納されていなければ " 0 " となる。

【 0 0 2 8 】

帯域制御部 3 4 1 は、パケットバッファ 3 4 5 に備えられたキュー毎に設けられ、各キューからのパケットの送出を制御する。帯域制御部 3 4 1 は、最低保証帯域排出タイミング生成部 3 4 2、最大許容帯域排出タイミング生成部 3 4 3 及びベストエフォート読出リクエスト生成部 3 4 4 を備え、各生成部による制御アルゴリズムによって、パケットの送出タイミングを制御する。

【 0 0 2 9 】

M F R リクエスト選択部 3 4 6 は、複数の帯域制御部 3 4 1 の最低保証帯域排出タイミング生成部 3 4 2 からの信号を一つ選択する。例えば、ラウンドロビンによって、順に、帯域制御部 3 4 1 からの信号を選択するとよい。そして、選択した帯域制御部 3 4 1 に対応するキューのパケット送出リクエストを、リクエスト選択部 3 4 9 に送る。

【 0 0 3 0 】

P F R リクエスト選択部 3 4 7 は、複数の帯域制御部 3 4 1 の最大許容帯域排出タイミング生成部 3 4 3 からの信号を一つ選択する。例えば、ラウンドロビンによって、順に、帯域制御部 3 4 1 からの信号を選択するとよい。そして、選択した帯域制御部 3 4 1 に対応するキューのパケット送出リクエストを、リクエスト選択部 3 4 9 に送る。

【 0 0 3 1 】

10

20

30

40

50

BE リクエスト選択部 348 は、複数の帯域制御部 341 のベストエフォート読出リクエスト生成部 344 からの信号を一つ選択する。例えば、ラウンドロビンによって、順に、帯域制御部 341 からの信号を選択するとよい。そして、選択した帯域制御部 341 に対応するキューの packets 送付リクエストを、リクエスト選択部 349 に送る。

【0032】

リクエスト選択部 349 は、MFR リクエスト選択部 346、PFR リクエスト選択部 347、BE リクエスト選択部 348 から packets 送付リクエストを受信すると、受信した packets 送付リクエストのいずれかを選択し、packets バッファの複数のキューのうち packets を送付してもよいキューを指示する送付許可信号を送付する。なお、packets 送付リクエストの優先順位は MFR 選択部 346、PFR リクエスト選択部 347、BE リクエスト選択部 348 の順で高くし、優先順位が高い送付許可リクエストがある場合は優先順位の低い送付許可リクエストが選択されないように設定することが望ましい。

10

【0033】

図 4 は、第 1 の実施の形態の最低保証帯域排出タイミング生成部 342 のブロック図である。

【0034】

最低保証帯域 (MFR) 排出タイミング生成部 342 は、最低帯域を保証して、packets の送付タイミングを制御する。最低保証帯域制御は、ユーザとキャリア間で契約帯域のデータ転送を確実に保証することが約束されたサービスを提供する。なお、契約帯域を超えてデータを送付するか否かは、ベストエフォートサービス、又は最大許容帯域サービスを適用するか否かの問題である。よって、最低保証帯域制御には非特許文献 1 に記載のトークン packets アルゴリズムが適している。

20

【0035】

トークン packets アルゴリズムは、トークンを保持するトークン packets とそのトークン packets に一定周期でトークンを加算するモデルで表現され、主に帯域制御に用いられるアルゴリズムである。

【0036】

以下、トークン packets アルゴリズムを説明する。トークン packets アルゴリズムでは、トークン packets に一定周期で加算するトークンが packets の送付帯域に対応している。トークン packets にトークンがある場合は帯域を遵守しているとして packets の送付許可を与える。また、packets を送付した場合は、トークン packets から送付 packets サイズに相当するトークンを減算する。また、トークン packets にはある量までトークンを保持する機能を持たせておく。

30

【0037】

このようにすることで、トークン packets アルゴリズムでは、他ユーザの packets 送付のため等、何らかの理由で packets の送付ができず、ある期間で最低保障帯域以下での packets 送付を余儀なくされた場合、空き帯域が生じたときには保持しているトークン量だけパースト的に packets を送付する権利を与える制御が可能である。このような制御が可能なトークン packets アルゴリズムは、最低保証帯域の制御に適している。

【0038】

しかし、トークン packets アルゴリズムは、前述したように、パースト的な packets 送付を許容することから最大許容帯域制御にはあまり適さないとも言える。

40

【0039】

トークン packets アルゴリズムでは packets の送付許可を出すタイミングで 2 通りの考え方があり、一つはトークン packets に packets サイズ分のトークンが貯まってから packets の送付許可を出し、packets 送付後に packets サイズ分のトークンをトークン packets から減算する方法である。

【0040】

もう一つは、トークン packets のトークン量が 0 より大きければ packets の送付許可を出し、packets 送付後に packets サイズ分のトークンをトークン packets から減算する方

50

法である。後者の方法では、トークンバケットのトークン値はマイナスの値を保持する。

【 0 0 4 1 】

両方式ともその特性はほぼ同じであり、本発明の実施例では後者のトークンバケットを採用しているが、前者を採用しても同じ効果が得られる。

【 0 0 4 2 】

トークンバケットアルゴリズムの他に帯域を制御するアルゴリズムには、リーキーバケットアルゴリズムがある。

【 0 0 4 3 】

リーキーバケットアルゴリズムは、穴が開いており、その穴から一定量でトークンが漏れ出すバケツ（リーキーバケット）にバケット送出毎に送出バケットサイズに相当するトークンを加算するモデルで表現される。

10

【 0 0 4 4 】

リーキーバケットアルゴリズムを説明する。リーキーバケットアルゴリズムでは、一定量で漏れ出す（一定周期で減算される）トークンがバケットの送出帯域に対応している。リーキーバケットが空ならば帯域を遵守しているとしてバケットの送出許可を与える。また、バケットを送出した場合は、リーキーバケットに送出バケットサイズに相当するトークンを加算する。また、リーキーバケットアルゴリズムのトークンは、マイナスの値を取ることではなく、トークンが " 0 " になるとその値を保持する。

【 0 0 4 5 】

そのため、トークンバケットアルゴリズムのように、他のユーザのバケット送出のため等、何らかの理由でバケットの送出ができず、ある期間で設定帯域以下でのバケット送出を余儀なくされた場合でも、設定帯域以上のパースト的なバケットの転送を許容しない。このような制御が可能なリーキーバケットアルゴリズムは、最大許容帯域の制御に適している。

20

【 0 0 4 6 】

最低保証帯域排出タイミング生成部 3 4 2 は、トークンバケットパラメータ保持部 3 4 2 1、トークン減算部 3 4 2 2、トークン加算部 3 4 2 3、トークン加算量保持部 3 4 2 4、最大トークン値保持部 3 4 2 5、トークン量判定部 3 4 2 6、MFRモード有効/無効保持部 3 4 2 7 及び AND 回路 3 4 2 8 を備える。

【 0 0 4 7 】

トークンバケットパラメータ保持部 3 4 2 1 は、トークンバケットアルゴリズムに用いられるパラメータ（トークンバケットに蓄積されるトークン量（TP））を保持する。トークンバケットパラメータ保持部 3 4 2 1 に蓄積されるトークンは、送出バケット長に基づいて減算され、一定時間に一定量が加算される。

30

【 0 0 4 8 】

トークン減算部 3 4 2 2 は、バケットバッファ 3 4 5 から出力された送出バケット長信号に基づいて、トークンバケットパラメータ保持部 3 4 2 1 から、バケット長に対応する量のトークンを減算する。

【 0 0 4 9 】

トークン加算量保持部 3 4 2 4 は、定期的に加算されるトークンの加算量を保持しており、制御部 3 3 0 によって設定される。トークンの加算量は、バケットバッファ 3 4 5 内のキュー毎に設定されており、利用者毎の最低保証帯域に対応して定められている。

40

【 0 0 5 0 】

最大トークン値保持部 3 4 2 5 は、トークンバケットパラメータ保持部 3 4 2 1 で蓄積できる最大のトークン量を保持しており、制御部 3 3 0 によって設定される。

【 0 0 5 1 】

トークン加算部 3 4 2 3 は、一定時間に一定量のトークンを加算する。具体的には、トークン加算部 3 4 2 3 は、トークン加算信号（例えば、クロック信号）が入力されると、トークン加算量保持部 3 4 2 4 に保持された量のトークンを加算する。トークン加算部 3 4 2 3 は、トークン加算後のトークンバケットパラメータ保持部 3 4 2 1 の値が最大ト

50

クン値保持部 3 4 2 5 の値より大きくなった場合は、トークンバケットパラメータ保持部 3 4 2 1 へ最大トークン値保持部 3 4 2 5 の値を設定する。

【 0 0 5 2 】

トークン量判定部 3 4 2 6 は、トークンバケットパラメータ保持部 3 4 2 1 に蓄積されるトークン量 ( T P ) の正負を判定し、 T P = 0 であれば " 1 " を、 T P < 0 であれば " 0 " を A N D 回路 3 4 2 8 に出力する。

【 0 0 5 3 】

M F R モード有効 / 無効保持部 3 4 2 7 は、制御部 3 3 0 によって設定された、M F R モードの有効又は無効の情報を保持し、M F R モードが有効であれば " 1 " を、M F R モードが無効であれば " 0 " を A N D 回路 3 4 2 8 に出力し続ける。

10

【 0 0 5 4 】

A N D 回路 3 4 2 8 は、M F R モード有効 / 無効保持部 3 4 2 7 から出力される信号、トークン量判定部 3 4 2 6 から出力される信号、パケットバッファ 3 4 5 から出力されるパケット有無信号及び P F R 許容判定部 3 4 3 5 から出力される信号の論理和を計算する。論理和の結果はパケット送出リクエストであり、M F R リクエスト選択部 3 4 6 に送られる。すなわち、最低保証帯域制御をする場合で、T P = 0 であり、パケットバッファ 3 4 5 にパケットが格納されていて、かつ、P F R 許容判定部 3 4 3 5 から " 1 " が出力されている場合、M F R リクエスト選択部 3 4 6 には " 1 " が送られる。

【 0 0 5 5 】

図 5 は、第 1 の実施の形態の最大許容帯域排出タイミング生成部 3 4 3 のブロック図である。

20

【 0 0 5 6 】

最大許容帯域 ( P F R ) 排出タイミング生成部 3 4 3 は、許容される最大帯域を制御する。最大許容帯域制御は、ユーザとキャリア間で契約帯域以下にデータ転送を確実に制限することが約束されたサービスを提供する。よって、リーキーバケットアルゴリズムが最大許容帯域制御に適している。

【 0 0 5 7 】

最大許容帯域 ( P F R ) 排出タイミング生成部 3 4 3 は、リーキーバケットパラメータ保持部 3 4 3 1、トークン加算部 3 4 3 2、トークン減算部 3 4 3 3、トークン減算量保持部 3 4 3 4、P F R 許容判定部 3 4 3 5、トークン量判定部 3 4 3 6、P F R モード有効 / 無効保持部 3 4 3 7 及び A N D 回路 3 4 3 8 を備える。

30

【 0 0 5 8 】

リーキーバケットパラメータ保持部 3 4 3 1 は、リーキーバケットアルゴリズムに用いられるパラメータ ( リーキーバケットに蓄積されるトークン量 ( T L ) ) を保持する。リーキーバケットパラメータ保持部 3 4 3 1 に蓄積されるトークンは、送出パケット長に基づいて加算され、一定時間に一定量が減算される。

【 0 0 5 9 】

トークン加算部 3 4 3 2 は、パケットバッファ 3 4 5 から出力された送出パケット長信号に基づいて、リーキーバケットパラメータ保持部 3 4 3 1 に、パケット長に対応する量のトークンを加算する。

40

【 0 0 6 0 】

トークン減算量保持部 3 4 3 4 は、定期的に減算されるトークンの減算量を保持しており、制御部 3 3 0 によって設定される。

【 0 0 6 1 】

トークン減算部 3 4 3 3 は、一定時間に一定量のトークンを減算する。具体的には、トークン減算部 3 4 3 3 は、トークン減算信号 ( 例えば、クロック信号 ) が入力されると、トークン減算量保持部 3 4 3 4 に保持された量のトークンを減算する。

【 0 0 6 2 】

トークン量判定部 3 4 3 6 は、リーキーバケットパラメータ保持部 3 4 3 1 に蓄積されるトークン量 ( T L ) を判定し、T L = 0 であれば " 1 " を、T L > 0 であれば " 0 " を

50

、 P F R 許容判定部 3 4 3 5 及び A N D 回路 3 4 3 8 に出力する。

【 0 0 6 3 】

P F R 許容判定部 3 4 3 5 は、 P F R 制御の有効 / 無効及びリーキーバケットに蓄積されるトークン量に基づいて、 M F R 制御を有効にするか否かを、図 8 に示す論理で判定する。その結果、 M F R 制御を有効にする場合には " 1 " を出力し、 M F R 制御を無効にする場合には " 0 " を出力する。

【 0 0 6 4 】

P F R モード有効 / 無効保持部 3 4 3 7 は、制御部 3 3 0 によって設定された、 P F R モードの有効又は無効の情報を保持し、 P F R モードが有効であれば " 1 " を、 P F R モードが無効であれば " 0 " を A N D 回路 3 4 3 8 に出力する。

10

【 0 0 6 5 】

A N D 回路 3 4 3 8 は、 P F R モード有効 / 無効保持部 3 4 3 7 から出力される信号、トークン量判定部 3 4 3 6 から出力される信号及びパケットバッファ 3 4 5 から出力されるパケット有無信号の論理和を計算する。論理和の結果はパケット送出リクエストであり、 P F R リクエスト選択部 3 4 6 に送られる。すなわち、最大許容帯域を制御する場合で、 T L = 0 であり、かつ、パケットバッファ 3 4 5 にパケットが格納されている場合、 P F R リクエスト選択部 3 4 6 には " 1 " が送られる。

【 0 0 6 6 】

図 6 は、第 1 の実施の形態のベストエフォート読出リクエスト生成部 3 4 4 のブロック図である。

20

【 0 0 6 7 】

ベストエフォート ( B E ) 読出リクエスト生成部 3 4 4 は、 B E モード有効 / 無効保持部 3 4 4 7 及び A N D 回路 3 4 4 8 を備える。

【 0 0 6 8 】

B E モード有効 / 無効保持部 3 4 4 7 は、制御部 3 3 0 によって設定された、 B E モードの有効又は無効の情報を保持し、 B E モードが有効であれば " 1 " を、 B E モードが無効であれば " 0 " を A N D 回路 3 4 4 8 に出力する。

【 0 0 6 9 】

A N D 回路 3 4 4 8 は、 B E モード有効 / 無効保持部 3 4 3 7 から出力される信号及びパケットバッファ 3 4 5 から出力されるパケット有無信号の論理和を計算する。論理和の結果はパケット送出リクエストであり、 B E リクエスト選択部 3 4 6 に送られる。すなわち、 B E モード制御する場合で、かつ、パケットバッファ 3 4 5 にパケットが格納されている場合、 B E リクエスト選択部 3 4 6 には " 1 " が送られる。

30

【 0 0 7 0 】

図 7 は、第 1 の実施の形態の動作モード制御テーブル 4 0 0 の説明図である。

【 0 0 7 1 】

動作モード制御テーブル 4 0 0 は、制御部 3 3 0 に格納されており、ユーザによって設定されたモード毎に、 M F R 制御、 P F R 制御及び B E 制御をするかを定める。動作モード制御テーブル 4 0 0 は、帯域制御部 3 4 1 の数だけ制御部 3 3 0 に設けられ、キュー毎に異なる帯域制御モードの設定を可能とする。

40

【 0 0 7 2 】

動作モード制御テーブル 4 0 0 は、モード番号 4 0 1、 M F R 制御有無 4 0 2、 P F R 制御有無 4 0 3 及び B E 制御有無 4 0 4 を含む。

【 0 0 7 3 】

M F R 制御有無 4 0 2 は、最低保証帯域制御を行うか否かを定めるパラメータである。 P F R 制御有無 4 0 3 は、最大許容帯域制御を行うか否かを定めるパラメータである。 B E 制御有無 4 0 4 は、ベストエフォート制御を行うか否かを定めるパラメータである。

【 0 0 7 4 】

動作モード制御テーブル 4 0 0 にはモード 1 ~ モード 5 が規定される。第 1 の実施の形態のネットワークノードは、これらの 5 種類のモードによる異なる帯域制御を実現するこ

50

とができる。

【0075】

モード1では、ベストエフォート制御を有効にし、最低保証帯域制御と最大許容帯域制御とを無効にする。この効果として、ベストエフォート読出リクエスト生成部344のみが動作するので、従来どおりのベストエフォートサービスが提供できる。

【0076】

モード2では、最低保証帯域制御を有効にし、最大許容帯域制御及びベストエフォート制御を無効にする。この効果として、ユーザ毎の最低帯域を保証する制御をしながらパケットを転送することができ、契約帯域を確実に保証することができる。

【0077】

モード3では、最低保証帯域制御及び最大許容帯域制御を有効にし、ベストエフォート制御を無効にする。この効果として、回線が混雑している場合、ユーザは最低保証帯域でパケットを転送することができる。また、回線に空きがある場合、ユーザは空帯域を利用し、設定した最大許容帯域までパケットを転送することができる。

【0078】

なお、図8で後述するように、モード3には、空き帯域が生じており、かつ、最低保証帯域未満でパケットを転送するとき(トークンバケットパラメータ保持部3421のトークンが常に正のとき)に最大許容帯域を超えてパケットを送出するかどうかによって最低帯域優先モードと最大帯域優先モードの2種類のモードにさらに分類される。

【0079】

モード4では、最低保証帯域制御及びベストエフォート制御を有効にし、最大許容帯域制御を無効にする。この効果として、回線が混雑している場合、ユーザは最低保証帯域でパケットを転送することができる。また、回線に空きがある場合、ユーザは空帯域を利用し、無制限にベストエフォートでパケットを転送することができる。

【0080】

モード5では、最大許容帯域制御を有効にし、最低保証帯域制御及びベストエフォート制御を無効にする。この効果として、ユーザ毎の契約帯域以下に確実にトラヒックを制限しながらパケットを転送することができる。

【0081】

なお、第1の実施の形態によれば、特許文献1に記載された技術では不可能であった制御(ベストエフォート制御や、契約帯域保証とベストエフォートによる空帯域利用とを組み合わせた制御)も提供することができる。

【0082】

図8は、第1の実施の形態のPFR許容判定テーブル410の説明図である。

【0083】

PFR許容判定テーブル410は、PFR許容判定部3435に格納されており、ユーザ送出力が最低保証帯域以下ではあるが、最大許容帯域を超えた場合にパケットの転送を許可するか否かの判定に用いられる。このような状況はユーザがパケットを最低保証帯域以下で転送し続けており、あるときに最大許容帯域を超える帯域でバースト的にパケットを転送した場合に発生する(トークンバケットのトークン、リーキーバケットのトークン共に正の場合)。すなわち、PFR許容判定テーブル410は、前述したモード3において、最大許容帯域と最低保証帯域とのいずれを優先して制御するかを定める。

【0084】

つまり、過去一定時間、最低保証帯域以下でデータを転送し続けていると、トークンバケット内にトークンが溜まった状態になり、パケット送出力許可と判定される。しかし、この状態のまま次にユーザがバースト的にパケットを転送した場合、リーキーバケットからトークンを減算しきれないため、リーキーバケット内にもトークンが溜まった状態になり、パケット送出力禁止と判定される。PFR許容判定テーブル410は、このようにトークンバケットとリーキーバケットとが矛盾した判定結果を出した場合に、どちらの判定結果を優先的に適用するかを定める。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 5 】

P F R 許容判定テーブル 4 1 0 は、最低帯域優先制御フラグ 4 1 1、P F R モード有効 / 無効情報 4 1 2、トークン量判定結果 4 1 3 及び判定結果 4 1 4 を含む。P F R 許容判定テーブル 4 1 0 は、これらの情報 4 1 1 ~ 4 1 3 を全て考慮して、P F R 制御としてパケット送出許可と判定した場合は " 1 " を、パケット送出禁止と判定した場合は " 0 " を、判定結果として出力する。

## 【 0 0 8 6 】

最低帯域優先制御フラグ 4 1 1 は、モード 3 (最低保証帯域及び最大許容帯域制御サービス) において、最低保証帯域を優先するのか、最大許容帯域を優先して制御するのかを定める。すなわち、最低帯域優先制御フラグ 4 1 1 = " 1 " の場合は、最低保証帯域を優先して制御する最低帯域優先モードなので、P F R 許容判定部 3 4 3 5 からの出力は " 1 " となり、最低保証帯域制御が有効となる。

10

## 【 0 0 8 7 】

P F R モード有効 / 無効情報 4 1 2 は、P F R モード有効 / 無効保持部 3 4 3 7 に保持された P F R モードの有効又は無効の情報である。

## 【 0 0 8 8 】

トークン量判定結果 4 1 3 は、トークン量判定部 3 4 3 6 のリーキーバケットパラメータ保持部 3 4 3 1 に蓄積されるトークン量の判定結果である。

## 【 0 0 8 9 】

判定結果 4 1 4 は、最低保証帯域排出タイミング生成部 3 4 2 に対して出力される判定結果である。

20

## 【 0 0 9 0 】

最低帯域優先制御フラグ 4 1 1 = " 0 " の場合は、モード 3 において、最大許容帯域を優先して制御する最大帯域優先モードとなり、リーキーバケットに格納されたトークン量によって、最低保証帯域制御の有効又は無効が定まる。

## 【 0 0 9 1 】

図 9 は、第 1 の実施の形態の最低保証帯域排出タイミング生成部 3 4 2 において実行されるトークン減算処理のフローチャートである。

## 【 0 0 9 2 】

まず、トークン減算部 3 4 2 2 は、パケットバッファ 3 4 5 から送出パケット長信号を受信すると ( S 1 0 1 )、送出されたパケット長に相当するトークンをトークンバケットパラメータ保持部 3 4 2 1 から減算する ( S 1 0 2 )。

30

## 【 0 0 9 3 】

次に、トークン量判定部 3 4 2 6 は、トークンバケットパラメータ保持部 3 4 2 1 に蓄積されたトークン量 ( T P ) の正負を判定し ( S 1 0 3 )、判定結果を A N D 回路 3 4 2 8 に出力する。

## 【 0 0 9 4 】

次に、A N D 回路 3 4 2 8 は、入力された信号の論理和を計算する ( S 1 0 4 )。すなわち、 $T P > 0$  であり、M F R モードが有効であり、P F R 許容状態であり、かつ、パケットバッファ 3 4 5 にパケットが蓄積されている場合に、最低保証帯域でのパケット送信タイミングであると判定し、パケット送出リクエストを生成して最低保証帯域リクエスト選択部 3 4 6 に送出する ( S 1 0 5 )。

40

## 【 0 0 9 5 】

一方、 $T P > 0$ 、M F R モードが有効、P F R 許容状態、又は、パケットバッファ 3 4 5 にパケットが蓄積されているのいずれかの条件を満たしていなかった場合には、最低保証帯域制御によるパケット送信タイミングではないので、パケット送出リクエストを生成せず、この処理を終了する。

## 【 0 0 9 6 】

図 1 0 は、第 1 の実施の形態の最低保証帯域排出タイミング生成部 3 4 2 において実行される定期トークン加算処理のフローチャートである。

50

## 【 0 0 9 7 】

まず、トークン加算部 3 4 2 3 は、トークン加算信号を受信すると ( S 1 1 1 )、トークンバケットパラメータ保持部 3 4 2 1 に蓄積されるトークンの量にトークン加算量保持部 3 4 2 4 の値を加算した値と最大トークン値保持部 3 4 2 5 の値との大小を比較する ( S 1 1 2 )。

## 【 0 0 9 8 】

その結果、トークン加算量保持部 3 4 2 4 の値を加算した後のトークン量が最大トークン値以下である場合は、トークン加算量保持部 3 4 2 4 で保持されるトークンの加算量、トークンバケットパラメータ保持部 3 4 2 1 に加算する ( S 1 1 3 )。

## 【 0 0 9 9 】

一方、加算後のトークン量が最大トークン値を超える場合は、最大トークン値保持部 3 4 2 5 に保持される値を、トークンバケットパラメータ保持部 3 4 2 1 に設定する ( S 1 1 4 )。

## 【 0 1 0 0 】

その後、トークン量判定部 3 4 2 6 は、トークンバケットパラメータ保持部 3 4 2 1 に蓄積されたトークン量 ( T P ) の正負を判定し ( S 1 1 5 )、判定結果を A N D 回路 3 4 2 8 に出力する。

## 【 0 1 0 1 】

次に、A N D 回路 3 4 2 8 は、入力された信号の論理和を計算する ( S 1 1 6 )。すなわち、 $T P > 0$  であり、M F R モードが有効であり、P F R 許容状態であり、かつ、パケットバッファ 3 4 5 にパケットが蓄積されている場合に、最低保証帯域でのパケット送信タイミングであると判定し、パケット送出リクエストを生成して最低保証帯域リクエスト選択部 3 4 6 に送出する ( S 1 1 7 )。

## 【 0 1 0 2 】

一方、 $T P > 0$ 、M F R モードが有効、P F R 許容状態、又は、パケットバッファ 3 4 5 にパケットが蓄積されている、のいずれかの条件を満たしていなかった場合には、最低保証帯域制御によるパケット送信タイミングではないので、パケット送出リクエストを生成せず、この処理を終了する。

## 【 0 1 0 3 】

図 1 1 は、第 1 の実施の形態の最大許容帯域排出タイミング生成部 3 4 3 において実行されるトークン加算処理のフローチャートである。

## 【 0 1 0 4 】

まず、トークン加算部 3 4 3 2 は、パケットバッファ 3 4 5 から送出パケット長信号を受信すると ( S 1 2 1 )、送出されたパケット長に相当するトークンをリーキーバケットパラメータ保持部 3 4 3 1 に加算する ( S 1 2 2 )。

## 【 0 1 0 5 】

次に、トークン量判定部 3 4 3 6 は、リーキーバケットパラメータ保持部 3 4 3 1 に蓄積されたトークン量 ( T L ) の有無を判定し ( S 1 2 3 )、判定結果を A N D 回路 3 4 3 8 に出力する。

## 【 0 1 0 6 】

次に、A N D 回路 3 4 3 8 は、入力された信号の論理和を計算する ( S 1 2 4 )。すなわち、 $T L = 0$  であり、P F R モードが有効であり、かつ、パケットバッファ 3 4 5 にパケットが蓄積されている場合に、最大許容帯域制御によるパケット送信タイミングであると判定し、パケット送出リクエストを生成して最大許容帯域リクエスト選択部 3 4 7 に送出する ( S 1 2 5 )。

## 【 0 1 0 7 】

一方、 $T L = 0$ 、P F R モードが有効、又は、パケットバッファ 3 4 5 にパケットが蓄積されているのいずれかの条件を満たしていなかった場合には、最大許容帯域制御によるパケット送信タイミングではないので、パケット送出リクエストを生成せず、この処理を終了する。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 0 8 】

図 1 2 は、第 1 の実施の形態の最大許容帯域排出タイミング生成部 3 4 3 において実行される定期トークン減算処理のフローチャートである。

## 【 0 1 0 9 】

まず、トークン減算部 3 4 3 3 は、トークン減算信号を受信すると ( S 1 3 1 )、リーキーバケットパラメータ保持部 3 4 3 1 に蓄積されるトークンの量からトークン減算量保持部 3 4 3 4 の値を減算した値と " 0 " とを比較する ( S 1 3 2 )。

## 【 0 1 1 0 】

その結果、トークン減算量保持部 3 4 3 4 の値減算後のトークン量が " 0 " より大きい場合は、トークン減算量保持部 3 4 3 4 で保持しているトークンの減算量を、リーキーバケットパラメータ保持部 3 4 3 1 から減算する ( S 1 3 3 )。

10

## 【 0 1 1 1 】

一方、減算後のトークン量が " 0 " 以下の場合は、リーキーバケットパラメータ保持部 3 4 3 1 に " 0 " 設定する ( S 1 3 4 )。

## 【 0 1 1 2 】

その後、トークン量判定部 3 4 3 6 は、リーキーバケットパラメータ保持部 3 4 3 1 に蓄積されたトークン量 ( T L ) の有無を判定し ( S 1 3 5 )、判定結果を AND 回路 3 4 3 8 に出力する。

## 【 0 1 1 3 】

次に、AND 回路 3 4 3 8 は、入力された信号の論理和を計算する ( S 1 3 6 )。すなわち、 $T L = 0$  であり、PFR モードが有効であり、かつ、パケットバッファ 3 4 5 にパケットが蓄積されている場合に、最大許容帯域制御によるパケット送信タイミングであると判定し、パケット送出リクエストを生成して最大許容帯域リクエスト選択部 3 4 7 に送出する ( S 1 3 7 )。

20

## 【 0 1 1 4 】

一方、 $T L = 0$ 、PFR モードが有効、又は、パケットバッファ 3 4 5 にパケットが蓄積されている、のいずれかの条件を満たしていなかった場合には、最大許容帯域制御によるパケット送信タイミングではないので、パケット送出リクエストを生成せず、この処理を終了する。

## 【 0 1 1 5 】

図 1 3 は、第 1 の実施の形態の動作モード " 2 " ( 最低保証帯域 ) 実施時のトークンバケットのトークンの動作を表す説明図である。

30

## 【 0 1 1 6 】

動作モード " 2 " は、トークンバケットアルゴリズムを用いて、式  $R \times T + B$  を用いて帯域を制御する方法で、最低帯域の保証に適している ( 図 7 参照 )。なお、 $R$  は単位時間あたりに加算するトークン量、 $T$  は時間、 $B$  はバケットの深さ ( 蓄積できるトークンの最大量 ) である。

## 【 0 1 1 7 】

トークンバケットアルゴリズムは、最低保証帯域サービスにおけるパケット送出制御に用いられる。なお、本説明図では、パケットバッファ 3 4 5 には、常に、ユーザのパケットが格納されていることを前提としている。

40

## 【 0 1 1 8 】

トークンバケットアルゴリズムでは、一定周期に一定量のトークンをバケットの中に加算する。この一定量の加算トークン量が設定する最低保証帯域に相当する。そして、トークン量が正になればパケット送出権が発生する。パケットが送出されると、送出されたパケットの長さに対応するトークンが減算される。

## 【 0 1 1 9 】

具体的には、トークンが加算され、トークン量 ( T P )  $> 0$  になると、パケット送出権が発生し、パケットを送出する。そして、パケットを送出すると送出したパケット長に相当するトークンをバケットから減算する ( 5 0 1 )。

50

## 【 0 1 2 0 】

その後も、一定周期に一定量のトークンをトークンバケットに加算して、トークン量が正になればパケットを送出する。しかし、 $TP > 0$ であっても、他ユーザがパケット送出中などの場合には、パケットの送出ができない場合もある（502）。

## 【 0 1 2 1 】

また、トークンバケットにトークンを加算した結果、最大トークン値に到達したら、それ以上のトークンを加算できないように制御される（503）。

## 【 0 1 2 2 】

その後、他ユーザによるパケット送出が終了すれば、パケットを送出する。さらに、帯域に空きがあり、 $TP > 0$ であれば、パケットを連続して送出することができる。

10

## 【 0 1 2 3 】

このようなトークンバケットアルゴリズムによって、最低帯域を保証するように制御される。

## 【 0 1 2 4 】

図14は、第1の実施の形態の動作モード"3"の"最大帯域優先モード"（図7及び図8参照）のトークンバケットとリーキーバケットのトークンの動作を表す説明図である。

## 【 0 1 2 5 】

動作モード3では、トークンバケットとリーキーバケットの両方を用いて帯域の制御を行う。

20

## 【 0 1 2 6 】

動作モード"3"は、リーキーバケットアルゴリズムは、式  $R \times T$  を用いて帯域を制御する方法で、最大許容帯域の制限に適している。なお、 $R$ は単位時間あたりにバケットから減算するトークン量、 $T$ は時間である。

## 【 0 1 2 7 】

リーキーバケットアルゴリズムは、最大許容帯域制御サービスにおけるパケット送出制御に用いられる。なお、本説明図では、パケットバッファ345には、常に、ユーザBのパケットが格納されていることを前提としている。

## 【 0 1 2 8 】

リーキーバケットは、一定周期に一定量のトークンをバケットから減算する。この一定量の減算トークン量が設定する最大許容帯域に相当する。そして、トークンが"0"になるとパケット送出権が発生する。パケットが送出されると、送出されたパケットの長さに対応するトークンが加算される。

30

## 【 0 1 2 9 】

本実施の形態の装置は、トークンバケットアルゴリズム及びリーキーバケットアルゴリズムを組み合わせているので、最低保証帯域及び最大許容帯域の双方の制御が実現する。

## 【 0 1 3 0 】

パケットを送出すると、リーキーバケットアルゴリズムでは、キューから送出されるパケットの長さに対応するトークンを加える。トークンを加えた結果、リーキーバケットのトークンは正となり、キューへのパケット送出許可信号は発生しない。リーキーバケットからは一定周期に一定量のトークンが減算されるので、やがて、トークン（ $TL$ ）が"0"になり、パケット送出権が発生する。一方、トークンバケットアルゴリズムでは、キューから送出されるパケットの長さに対応するトークンを減じる。トークンを減じた結果、トークンバケットのトークンが負となった場合、キューへのパケット送出許可信号は発生しない。トークンバケットには一定周期に一定量のトークンが加算されるので、やがて、トークン量（ $TP$ ）が正になり、パケット送出権が発生する。すなわち、 $TP > 0$ 、かつ、 $TL = 0$ であれば、パケットを送出することができる。

40

## 【 0 1 3 1 】

しかし、空き帯域がある場合は、 $TP = 0$ であっても、 $TL = 0$ ならば、パケットの送出を許可する。この空帯域を利用したパケット送出時に、 $TP = 0$ の場合はトークンを減

50

算しない(511)。これは、TP=0のパケットの送出時にトークンを減算すると、輻輳時にパケットの送出が抑制され、最低帯域が保証できない可能性があるからである。このようにすると、最低帯域を保証しつつ、空き帯域があれば最大許容帯域まで利用してパケットを送出することができる。

【0132】

しかし、モード"3"の"最大帯域優先モード"では、TP>0かつ空き帯域があっても、TL>0であれば、パケットの送出は禁止される(512)。これは、TP>0であっても、TL>0の場合にパケットを送出すると、最大許容帯域を超えてしまい、最大許容帯域を制限できなくなるからである。これは、"最大帯域優先モード"では、TL>0の場合に、PFR許容判定部から"0"が送出されるためである。

10

【0133】

図15は、第1の実施の形態の動作モード"3"の"最低帯域優先モード"(図7及び図8参照)のトークンパケットとリーキーパケットのトークンの動作を表す説明図である。

【0134】

輻輳時および空帯域が発生し最低保証帯域以上の帯域を利用してパケットの送出を許可する動作は図14に示した動作モード"3"の"最大帯域優先モード"と同一である(521)。

【0135】

一方、"最低帯域優先モード"では、TP>0かつTL>0の場合の動作が"最大帯域優先モード"と異なる。"最低帯域優先モード"ではTP>0かつTL>0であっても、帯域に空きがあれば、パケットの送出が許可される(522)。このようすることで、何らかの理由(例えば、他ユーザによる回線占有)によって、ユーザの使用帯域が最低保証帯域以下となってしまった場合に、バースト的にパケットを送出して、今まで使用できなかった帯域を取り戻すことができ、結果的に最低保証帯域の保証をより確実にする。これは、"最低帯域優先モード"では、TLの値に関わらず、PFR許容判定部から"1"が送出されるためである。

20

【0136】

図16は第1の実施の形態においてトラヒックの変動が発生した場合の各ユーザトラヒック量の変化を示す説明図である。

30

【0137】

ユーザAは、最低保証帯域サービス(モード1)の提供を受けている。ユーザBは、最低保証帯域かつ最大許容帯域制御のサービス(モード3の最大帯域優先モード)の提供を受けている。ユーザCは、最低保証帯域かつベストエフォート(モード4)のサービスの提供を受けている。ユーザDは、ベストエフォート(モード1)のサービスの提供を受けている。

【0138】

このように、本実施の形態では、帯域制御部341毎にモードの設定を変更することによって、ユーザ毎に異なるサービス形態を提供することが可能である。また、帯域制御部341毎にトークン加算量保持部3424の設定値、トークン減算量保持部の値3434の設定値を変えて保持することによって、ユーザ毎に異なる回線帯域を提供することが可能である。

40

【0139】

図16のある時点では、ユーザA、B、Cからは設定した最低保証帯域を遵守する間隔でパケットが到着しており、到着パケットをネットワークノードから送出している。また、ユーザDはパケットの送出を行っていない(1601)。

【0140】

その後、ユーザBのパケットが最低保証帯域以上に本ネットワークノードに到着し始める。このとき、ユーザBの実際のパケット到着量は不明であるが、ユーザAとユーザCの最低保証帯域は確保されており、ユーザBのパケットは空帯域を利用してのみ送出されて

50

いる(1602)。これは、リクエスト選択部349ではMFRリクエスト選択部346から送られてきたパケット送出リクエストを最優先して選択するためである。

【0141】

その後、ユーザAから到着するパケットがユーザAの最低保証帯域以下になりさらに空帯域が発生した。また、ユーザBから到着するパケットが更に増加した。このとき、ユーザBのパケットは設定している最大許容帯域まで送出される。但し、空帯域がまだあったとしても、最大帯域以上のパケットは転送されない(1603)。

【0142】

これは、MFR排出タイミング生成部342において、トークンパケットパラメータ保持部の値が"0"以下、つまりは最低保証帯域を超過している場合、パケットの有無に関わらずパケット送出リクエストが送出されないためである。また、同様にPFR排出タイミング生成部343において、リーキーパケットパラメータ保持部の値が"0"より大きい、つまりは最大許容帯域を超過している場合、パケットの有無に関わらずパケット送出リクエストが送出されないためである。

10

【0143】

その後、ユーザBの到着パケットが減少し、ユーザAとユーザCの到着パケットが増加した。また、ユーザDからパケットが到着するようになった。ユーザAには、最低保証帯域サービスのみが提供のみが提供されているため、設定帯域以上にパケットは送出されない。一方、ユーザCには、最低保障帯域かつベストエフォート(モード4)のサービスが提供さであるため、ベストエフォートサービスの提供を受けているユーザDとユーザCと

20

【0144】

これは、最低保証帯域サービスかつベストエフォートサービスでは、空帯域を利用して最低保証帯域以上のパケットを送出する場合、帯域制御部341のMFR排出タイミング部のトークンパケットパラメータ保持部3421の値が"0"以下であり、MFR排出タイミング部からはパケット送出リクエストが送出されず、BE読み出しリクエスト生成部344からのみパケット送出リクエストが送出されからである。

【0145】

以上説明したように、第1の実施の形態では、最低保証帯域制御のためのトークンパケット、最大許容帯域制御のためのリーキーパケットの双方を、帯域の制御単位(キュー毎)に備える。さらに、空帯域が発生した場合にのみパケットの転送が許可されるベストエフォート用のスケジューラを備える。よって、ユーザ毎に、ベストエフォートサービス、契約帯域保証サービス、最大許容帯域制御サービス及びこれらの組み合わせによるサービスを提供することができる。

30

【0146】

(実施形態2)

図17は、本発明の第2の実施の形態のネットワーク構成を示すブロック図である。

【0147】

本発明の実施の形態のネットワークは、インターネット1110、電話網(又は、専用線網)1120、ONU1200及びOLT1300を備える。

40

【0148】

ONU(Optical Network Unit)1200は、光ファイバ網の加入者側の終端装置である。ONU1200には、加入者側に設けられたEthernet及び電話回線(又は、専用線)が接続されている。

【0149】

ONU1200は、OLT1300から送信された光信号を受信し、光-電気変換によって、電気信号を生成する。また、ONU1200は、Ethernet及び電話回線から入力されたい信号を多重化して、OLT1300から指定されたタイミングで光信号を送信する。

【0150】

50

OLT (Optical Line Terminal) 1300 は、光ファイバ網の局側の終端装置である。OLT 1300 は、インターネット 1110 及び電話網 1120 に接続されている。

【0151】

インターネット 1110 は、データの伝送終了まで回線を占有する必要がないネットワーク (パケット交換網) であって、可変帯域通信を提供する。電話網 1120 は、回線交換網 (例えば、ISDN 網) であり、データの伝送終了まで回線を占有するネットワーク (例えば、ISDN 網等の回線交換網) であって、固定帯域通信を提供する。

【0152】

ONU 1200 と OLT 1300 とは、光ファイバ網で接続されている。ONU 1200 と OLT 1300 との間の経路上にはスプリッタが設けられる。スプリッタは、光ファイバ網の途中に設けられる分岐装置であり、例えば、スターカプラが使用される。

10

【0153】

スプリッタが複数の ONU 1200 からの信号を多重化して、OLT 1300 へ伝送するネットワーク区間が PON (Passive Optical Network) 区間となる。

【0154】

図 20 は、第 2 の実施の形態の PON 区間でデータを伝送する PON フレームの構成図である。

【0155】

PON 区間の下りフレーム 1501 は固定長であり、フレームヘッダ 1502 とペイロードを含む構成に分かれている。一般的にペイロードには TDM データが先に格納され、Ethernet データが後に格納されるため、ここでは、ペイロードを TDM ペイロード 1503 及び Ethernet ペイロード 1504 に分けて表現する。さらに、Ethernet ペイロード 1504 には、Ethernet パケット以外のパケットが格納されることもあるが、ここでは可変長パケットの代表として Ethernet としている。

20

【0156】

TDM 用ペイロード 1503 及び Ethernet 用ペイロード 1504 は、読出選択部 1352 によって、PON フレーム 1501 中に配置される。

【0157】

フレームヘッダ 1502 は、ONU 1200 の制御情報 (PON 区間上りの帯域、ONU 1200 の構成情報など) を含む可変長のデータである。なお、フレームヘッダ 1502 以外の領域がデータに割り当てられるペイロードである。

30

【0158】

TDM 用ペイロード 1503 は、固定帯域データに割り当てられる可変長の領域である。

【0159】

Ethernet 用ペイロード 1504 は、可変帯域データに割り当てられる可変長の領域である。すなわち、可変帯域データは、フレームヘッダ 1502 及び TDM 用ペイロード以外の領域に割り当てられる。

【0160】

Ethernet 用ペイロード 1504 には、複数の GEM パケット 1509 が含まれている。PON 区間において、Ethernet パケットは GEM パケット 1509 にカプセル化され転送される。GEM パケット 1509 はパケットの宛先及びパケット長などの情報が格納されている GEM ヘッダ 1505 と、GEM ペイロード 1506 を含む。GEM ペイロードには Ethernet フレームが含まれる。

40

【0161】

ここで、PON 下りフレーム 1501 は固定長である。そのため、図 20 に示すように Ethernet ペイロードに収まりきれない Ethernet パケット 1510 が現れる。この時、OLT 1300 は、Ethernet パケットを二つに分割し、それぞれを GEM パケットに格納する。すなわち、分割された Ethernet パケットの前半 1507 は現在パケット格納中の Ethernet 用ペイロードへ格納され、後半 1508 は次の Ethernet 用ペイロードの先頭に格納さ

50

れる。

【0162】

図18は、第2の実施の形態のOLT1300のブロック図である。

【0163】

OLT1300は、スイッチ1310、PON回線インターフェース1320、制御部1330、パケット交換インターフェース1328及び回線交換インターフェース1329を備える。ここでは簡単のため、パケット交換インターフェース1328、回線交換インターフェース1329、PON回線インターフェース1320は各1つづつとなっているが、複数毎あっても良い。

【0164】

スイッチ1310は、送られたデータの内部ヘッダを参照して、当該データを送信するインターフェースを決定し、決定したインターフェースにデータを送る。

【0165】

PON回線インターフェース1320は、PON区間の光ファバー網を終端し、光-電気変換によって、受信した光信号から電気信号を生成する。そして、受信したフレームのヘッダを解析し、内部ヘッダを付加してスイッチ1310に送る。

【0166】

制御部1330は、トラヒックシェーピング部1340で使用する各種閾値及び各動作モードの有効又は無効を設定し、その設定内容をトラヒックシェーピング部1340に送る。

【0167】

パケット交換インターフェース1328は、OLT1300をインターネット1110に接続するインターフェースである。パケット交換インターフェース1328は、インターネット1110にパケットを送信し、インターネット1110からパケットを受信する。

【0168】

回線交換インターフェース1329は、OLT1300を電話網1120に接続するインターフェースである。回線交換インターフェース1329は、電話網1120にデータを送信し、電話網1120からデータを受信する。

【0169】

PON回線インターフェース1320は、光モジュール1321、パケット送信回路1322、パケット受信回路1323、ヘッダ付与回路1325及びトラヒックシェーピング部1340を備える。

【0170】

光モジュール1321は、PON区間の光ファバー網を終端する光電気変換器であり、ONU1200から送信された光信号を受信し、光-電気変換によって、電気信号を生成する。また、ONU1200に対して所定のタイミングで光信号を送信する。

【0171】

パケット送信回路1322は、トラヒックシェーピング部1340によって定められたタイミングでパケットを送出する。

【0172】

パケット受信回路1323は、光モジュール1321が受信した光信号からパケットを抽出し、スイッチ1310に送る。

【0173】

ヘッダ付与回路1325は、トラヒックシェーピング部1340からパケットを受信すると、PON区間の転送に使用するPON下りフレーム1501を生成する。ヘッダ付与回路1325は、PON下りフレームのヘッダを作成し、作成したヘッダのヘッダサイズをフレームヘッダ長信号としてトラヒックシェーピング部1340へ送る。また、PON下りフレーム1501のペイロードへパケットを格納する準備が完了すると、フレーム送出許可信号を送出する。フレーム送出許可信号は、ペイロードが満載になるまでの間

10

20

30

40

50

送出され続ける。また、図示を省略するが、ヘッダ付与回路には、受信パケット長をカウントするカウンタが存在し、PON下りフレーム1501のペイロードが満載になると、フレーム送出許可信号の送出を停止する。

【0174】

トラヒックシェーピング部1340は、パケットの送出タイミングを定める。

【0175】

図19は、第2の実施の形態のトラヒックシェーピング部1340のブロック図である。

【0176】

トラヒックシェーピング部1340は、複数の帯域制御部1341、MFRリクエスト選択部1346、PFRリクエスト選択部1347、BERリクエスト選択部1348、リクエスト選択部1349、TDMパケットバッファ1350、Ethernetパケットバッファ1351、読出選択部1352、フラグメントバッファ1353、読出データ長制御部1354及び読出データ長カウンタ1355を備える。

【0177】

トラヒックシェーピング部1340は、処理速度の観点からハードウェアで構成するとよいが、ソフトウェアで構成してもよい。

【0178】

Ethernetパケットバッファ1351は、パケット交換インターフェース1328から入力されたデータを格納する複数のキューを備え、リクエスト選択部1349からの送出許可信号によってキューに格納されたデータを送出する。

【0179】

また、Ethernetパケットバッファ1351は、キューから送出されるパケット長を判定し、送出パケット長信号を帯域制御部1341と読出データ長制御部1354に出力する。さらに、Ethernetパケットバッファ1351は、キューにパケットが格納されているかを示すパケット有無信号を帯域制御部1341に出力する。パケット有無信号は、対応するキューにパケットが格納されていれば"1"を、パケットが格納されていなければ"0"となる。

【0180】

TDMパケットバッファ1350は、回線交換インターフェース1329から入力されたデータを格納する複数のキューを備え、リクエスト選択部349からの送出許可信号によってキューに格納されたデータを送出する。

【0181】

また、TDMパケットバッファ1350は、キューから送出されるパケット長を判定し、送出パケット長信号を読出データ長制御部1354に出力する。

【0182】

帯域制御部1341は、Ethernetパケットバッファ1351に備えられたキュー毎に設けられ、各キューからのパケットの送出を制御する。帯域制御部1341は、最低保証帯域(MFR)排出タイミング生成部1342、最大許容帯域(PFR)排出タイミング生成部1343及びベストエフォート(BE)読出リクエスト生成部1344を備え、各生成部による制御アルゴリズムによって、パケットの送出タイミングを制御する。

【0183】

最低保証帯域排出タイミング生成部1342は、前述した第1の実施の形態の最低保証帯域排出タイミング生成部342(図4)と同じ構成である。また、最大許容帯域排出タイミング生成部1343は、前述した第1の実施の形態の最大許容帯域排出タイミング生成部343(図5)と同じ構成である。また、ベストエフォート読出リクエスト生成部1344は、前述した第1の実施の形態のベストエフォート読出リクエスト生成部344(図6)と同じ構成である。

【0184】

MFRリクエスト選択部1346は、複数の帯域制御部1341の最低保証帯域排出タ

10

20

30

40

50

イミシング生成部 1342 からの信号を一つ選択する。例えば、ラウンドロビンによって、順に、帯域制御部 1341 からの信号を選択するとよい。そして、選択した帯域制御部 1341 に対応するキューの packets 送出リクエストを、リクエスト選択部 1349 に送る。

【0185】

PFR リクエスト選択部 1347 は、複数の帯域制御部 1341 の最大許容帯域排出タイミング生成部 1343 からの信号を一つ選択する。例えば、ラウンドロビンによって、順に、帯域制御部 1341 からの信号を選択するとよい。そして、選択した帯域制御部 1341 に対応するキューの packets 送出リクエストを、リクエスト選択部 1349 に送る。

10

【0186】

BE リクエスト選択部 1348 は、複数の帯域制御部 1341 の最低保証帯域排出タイミング生成部 1342 からの信号を一つ選択する。例えば、ラウンドロビンによって、順に、帯域制御部 1341 からの信号を選択するとよい。そして、選択した帯域制御部 1341 に対応するキューの packets 送出リクエストを、リクエスト選択部 1349 に送る。

【0187】

リクエスト選択部 1349 は、MFR リクエスト選択部 1346、PFR リクエスト選択部 1347、BE リクエスト選択部 1348 から packets 送出リクエストを受信すると、受信した packets 送出リクエストのいずれかを選択し、packet バッファの複数のキューのうち packets を送出してもよいキューを指示する送出許可信号を送出する。なお、packets 送出リクエストの優先順位は MFR 選択部 1346、PFR リクエスト選択部 1347、BE リクエスト選択部 1348 の順で高くし、優先順位が高い送出許可リクエストがある場合は優先順位の低い送出許可リクエストが選択されないように設定することが望ましい。

20

【0188】

読出選択部 1352 は、TDM packet バッファ 1350 及びリクエスト選択部 1349 へ packets 送出許可を出す。読出選択部 1352 は、ヘッダ付与回路 1325 からフレーム送出許可信号を受信すると、まず、TDM packet バッファ 1350 へと TDM 送出許可信号を送出する。TDM packet バッファ 1350 に蓄積されるデータが空になり、かつ、まだ送出許可信号を受信している場合、読出選択部 1352 はリクエスト選択部 1349 へ Ethernet 送出許可信号を送出する。読出選択部 1352 は、フレーム送出許可信号を受信している間は Ethernet 送出許可信号を送出し続け、フレーム送出許可信号を受信しなくなると、Ethernet 送出許可信号を停止する。また、読出選択部 1352 は、TDM packet バッファ 1350 に格納された固定帯域データ及び Ethernet packet バッファ 1351 に格納された可変帯域データを多重化し、フレーム許可信号に従ってヘッダ付与回路 1325 に送る。また、読出選択部 1352 は受信 packet の内部ヘッダ情報を元に GEM ヘッダを作成し、Ethernet packet をカプセル化する。

30

【0189】

読出データ長制御部 1354 は、ヘッダ付与回路 1325 からフレームヘッダ長信号を受信すると、その値を読出データ長カウンタ 1355 に加算する。加算時、読出データ長カウンタの値が負の値であった場合、フラグメントバッファ 1353 に、フラグメント化された Ethernet packet が格納されているので、読出信号を送出してフラグメントバッファからの packets 送出を許可する。

40

【0190】

読出データ長制御部 1354 は、読出完了信号をフラグメントバッファ 1353 から受信すると、リクエスト選択部 1349 へ選択許可信号を送出する。

【0191】

さらに、読出データ長制御部 1354 は、TDM packet バッファおよび Ethernet packet バッファからの送出 packet 長信号を受信すると、その値を読出データ長カウンタ 1355 から減算する。また、減算の結果、読出データ長カウンタ値が負になった場合、Et

50

hernetパケットを図20に示すように2つに分割するためのフラグメント信号をフラグメントバッファ1353に送出する。また、読出データ長カウンタが0以下になった場合は選択許可信号を停止する。

【0192】

フラグメントバッファ1353は、フラグメント信号を受信すると、PONフレームに収容するパケットの送出を停止し、送出が停止されたパケットを一時的に保持する。すなわち、PONフレームに収容できなかった可変帯域データは、フラグメントバッファ1353に一時的に格納され、次のフレームのタイミングで読出選択部1352に送る。

【0193】

読出データ長カウンタ1355は、下りPONフレームのペイロードに搭載できるデータ長を表しており、TDMパケットバッファ1350又はEthernetパケットバッファ1351からパケットを送信する毎に、そのパケット長に相当する値が減算される。読出データ長カウンタ1355は負の値を保持することもある。

【0194】

図21は、第2の実施の形態の読出選択処理のフローチャートであり、読出選択部1352において実行される。

【0195】

まず、読出選択部1352は、フレーム送出許可信号を受信しているか否かを判定する(S1001)。

【0196】

その結果、フレーム送出許可信号の受信中であれば、可変帯域データ(Ethernetパケット)を割り当てる前に固定帯域データ(TDMパケット)を割り当てるために、TDM送出許可信号をTDMパケットバッファ1350に送信し(S1002)、TDMパケットバッファ1350からTDMパケットを読み出す。

【0197】

その後、全てのTDMパケットの読み出しが完了したか否かを判定する(S1003)。TDMパケットの読み出しが完了していなければ、ステップS1001に戻り、フレーム送信許可信号受信中であれば、TDMパケットバッファ1350からTDMパケットを読み出す。

【0198】

一方、TDMパケットの読み出しが完了していれば、Ethernet送出許可信号をEthernetパケットバッファ1351に送信し(S1004)、Ethernetパケットバッファ1351からEthernetパケットを読み出す。

【0199】

その後、フレーム送出許可信号を受信しているか否かを判定する(S1005)。フレーム送出許可信号の受信中であれば、ステップS1004に戻り、Ethernet送出許可信号を送信し、Ethernetパケットを読み出す。

【0200】

一方、フレーム送出許可信号の受信中でなければ、PONフレームにEthernetパケットを割り当てることができないので、Ethernet送出許可信号を停止する(S1006)。

【0201】

図22は、第2の実施の形態の読出データ長制御部の読出データ長カウンタ値計算処理のフローチャートであり、読出データ長制御部1354にて実行される。

【0202】

まず、読出データ長制御部1354は、受信したフレームヘッダ長信号から、フレームヘッダ長を特定する(S1011)。

【0203】

次に、読出データ長カウンタ値の正負を判定する(S1012)。

【0204】

その結果、読出データ長カウンタ値が負であれば、固定長のPON下りフレーム長と負

10

20

30

40

50

の読出データカウンタ値とを加算し、そこから、PONフレームのヘッダ長を減じた値を、読出データカウンタに設定する(S1013)。

【0205】

一方、読出データ長カウンタ値が"0"以上であれば、PONフレーム長からPONフレームのヘッダ長を減じた値を、読出データカウンタに設定する(S1014)。

【0206】

その後、選択許可送信信号をリクエスト選択部1349に送信する(S1015)。その後、TEMパケットバッファ1350または、Ethernetパケットバッファ1351からパケットが読み出されると、送出パケット長信号を受信する(S1016)。

【0207】

送出パケット長信号を受信すると、送出されたパケット長を特定して、特定された送出パケット長を読出データ長カウンタ値から減じる(S1017)。

【0208】

その後、読出データ長カウンタ値の正負を判定する(S1018)。

【0209】

その結果、読出データ長カウンタ値が正であれば、PONフレームにまだパケットを収容することができるので、ステップS1016に戻り、送出パケット長受信待ちとなる。一方、読出データ長カウンタ値が"0"以下であれば、PONフレームにこれ以上のパケットを収容できないので、ステップS1019に進む。

【0210】

ステップS1019では、読出データ長カウンタ値の正負を判定する。その結果、読出データ長カウンタ値が負であれば、パケットがPONフレームに収容しきれないので、フラグメント信号をフラグメントバッファ1353に送信する(S1020)。その後、選択許可信号の出力を停止し(S1021)、この処理を終了する。

【0211】

一方、読出データ長カウンタ値が"0"以上(すなわち、読出データ長カウンタ値="0")であれば、パケットがPONフレームに収容されたので、この処理を終了する。

【0212】

以上説明したように、第2の実施の形態では、最低保証帯域制御のためのトークンパケット、最大許容帯域制御のためのリーキーパケット、ベストエフォート用のスケジューラを、帯域の制御単位(キュー毎)に備える。さらに、トラフィックシェーピング部1321に、TDMパケットバッファ1350、Ethernetパケットバッファ1351、フラグメントバッファ1353、読出選択部1352、読出データ長制御部1354及び読出データ長カウンタ1355を備える。よって、近年普及してきたFTTHアクセスサービスを提供するPONシステムの局舎側装置においても、ユーザ毎に、ベストエフォートサービス、契約帯域保証サービス、最大許容帯域制御サービス及びこれらの組み合わせによるサービスを提供することができる。

【0213】

特許請求の範囲に記載した以外の本発明の観点の代表的なものとして、次のものがあげられる。

【0214】

(2)前記シェーピング部は、パケットの送出帯域を制御する帯域制御部を備え、

前記帯域制御部は、前記トークンパケットアルゴリズムを用いて前記最低保証帯域を保証し、又は、前記リーキーパケットアルゴリズムを用いた前記最大許容帯域以下へ制限することを特徴とする請求項1に記載のパケット転送装置。

【0215】

(3)前記インターフェース部は、受信した光信号を電気信号に変換する光・電気変換部を備えることを特徴とする請求項1に記載のパケット転送装置。

【0216】

(4)前記シェーピング部は、前記受信したパケットを一時的に格納するパケットバッ

10

20

30

40

50

ファと、前記パケットバッファから読み出されるパケットを選択するリクエスト選択部と、を備え、

前記帯域制御部は、

前記受信したパケットの前記最低保証帯域を前記トークンパケットアルゴリズムを用いて保証するための前記パケットの送出タイミングを出力する第1タイミング生成部と、

前記受信したパケットの送出帯域を前記リーキーパケットアルゴリズムを用いて前記最大許容帯域以下に制限するための前記パケットの送出タイミングを出力する第2タイミング生成部と、

前記受信したパケットをベストエフォートで送出するための前記パケットの送出タイミングを出力する第3タイミング生成部と、を備え、

前記リクエスト選択部は、前記第1タイミング生成部、前記第2タイミング生成部及び前記第3タイミング生成部から出力された信号のいずれかを選択して、前記パケットバッファから読み出されるパケットを選択することを特徴とする(2)に記載のパケット転送装置。

#### 【0217】

(5)前記第1タイミング生成部は、トークンパケットパラメータ保持部、トークン減算部、トークン加算部及びトークン量判定部を備え、

前記トークン減算部は、前記パケットバッファから送出されたパケット長に対応するトークンを前記トークンパケットパラメータ保持部から減じ、

前記トークン加算部は、所定量のトークンを前記トークンパケットパラメータ保持部に周期的に加え、

前記トークン量判定部は、前記トークンパケットパラメータ保持部に保持されたトークン量が正であれば、前記パケットバッファからパケットを読み出し可能と判定することを特徴とする(4)に記載のパケット転送装置。

#### 【0218】

(6)前記第2タイミング生成部は、リーキーパケットパラメータ保持部、トークン加算部、トークン減算部及びトークン量判定部を備え、

前記トークン加算部は、前記パケットバッファから送出されたパケット長に対応するトークンを前記リーキーパケットパラメータ保持部に加え、

前記トークン減算部は、所定量のトークンを前記リーキーパケットパラメータ保持部から周期的に減算し、

前記トークン量判定部は、前記リーキーパケットパラメータ保持部に保持されたトークン量が0であれば、前記パケットバッファからパケットを読み出し可能と判定することを特徴とする(4)に記載のパケット転送装置。

#### 【0219】

(7)前記シェーピング部は、前記リーキーパケットアルゴリズムの有効又は無効、前記トークンパケットアルゴリズムの有効又は無効、及び、前記ベストエフォート制御の有効又は無効、を制御することを特徴とする請求項1に記載のパケット転送装置。

#### 【0220】

(8)データを転送するパケット転送装置において、

パケットを送受信するインターフェース部、受信したパケットの宛先のインターフェース部に出力するスイッチ、パケットの送信タイミングを制御するシェーピング部及び前記シェーピング部を制御する制御部を備え、

前記シェーピング部は、

前記受信したパケットの送出帯域をトークンパケットアルゴリズムを用いて最低保証帯域を保証するように制御する第1タイミング生成部と、

前記受信したパケットの送出帯域をリーキーパケットアルゴリズムを用いて最大許容帯域以下に制限するように制御する第2タイミング生成部と、

前記受信したパケットの送出帯域をベストエフォートで制御する第3タイミング生成部と、を備え、

10

20

30

40

50

前記制御部は、前記各タイミング生成部による制御の有効又は無効を切り替えることを特徴とするパケット転送装置。

【0221】

(9) 前記制御部は、前記第3タイミング生成部による制御を有効とし、前記第1タイミング生成部及び前記第2タイミング生成部による制御を無効とすることによって、ベストエフォートでパケットを転送することを特徴とする(8)に記載のパケット転送装置。

【0222】

(10) 前記制御部は、前記第1タイミング生成部による制御を有効とし、前記第2タイミング生成部及び前記第3タイミング生成部による制御を無効とすることによって、ユーザ毎の最低保証帯域を保証しながらパケットを転送することを特徴とする(8)に記載のパケット転送装置。

10

【0223】

(11) 前記制御部は、前記第1タイミング生成部及び前記第2タイミング生成部による制御を有効とし、前記第3タイミング生成部による制御を無効とすることによって、ユーザ毎の最低保証帯域を保証し、かつユーザ毎の送出帯域を最大許容帯域以下に制限しながらパケットを転送することを特徴とする(8)に記載のパケット転送装置。

【0224】

(12) 前記制御部は、前記第1タイミング生成部及び前記第3タイミング生成部による制御を有効とし、前記第2タイミング生成部による制御を無効とすることによって、ユーザ毎の最低保証帯域を保証しつつ、空き帯域を有効に利用しながらパケットを転送することを特徴とする(8)に記載のパケット転送装置。

20

【0225】

(13) 前記制御部は、前記第2タイミング生成部による制御を有効とし、前記第1タイミング生成部及び前記第3タイミング生成部による制御を無効とすることによって、ユーザ毎の送出帯域を最大許容帯域以下に制限しながらパケットを転送することを特徴とする(8)に記載のパケット転送装置。

【0226】

(14) 前記制御部は、前記各タイミング生成部による制御の有効又は無効を設定することを特徴とする(8)に記載のパケット転送装置。

【0227】

(15) 前記シェーピング部は、前記第1タイミング生成部に保持されるトークン量の最大値を保持する最大トークン値保持部を備え、

前記制御部は、前記トークン量の最大値を設定することを特徴とする(8)に記載のパケット転送装置。

30

【0228】

(16) 前記シェーピング部は、前記各タイミング生成部による制御の有効又は無効を保持する有効/無効保持部を備え、

前記制御部は、前記各タイミング生成部による制御の有効又は無効を、前記有効/無効保持部に設定することを特徴とする(8)に記載のパケット転送装置。

【0229】

(17) データを転送するパケット転送装置において、  
可変長パケットを格納した固定長フレームを送受信するインターフェース部、前記受信した可変長パケットを宛先のインターフェース部に出力するスイッチ及び前記可変長パケットの送信タイミングを制御するシェーピング部を備え、

前記シェーピング部は、前記可変長パケットの送出帯域を制御する帯域制御部及び前記受信した可変長パケットを一時的に格納するパケットバッファを備え、

前記シェーピング部は、前記パケットバッファから読み出された前記可変長パケットが前記パケット転送装置から送出される前記固定長フレームに収容しきれないときに、当該可変長パケットの一部を他の固定長フレームに収容することを特徴とするパケット転送装置。

40

50

## 【 0 2 3 0 】

( 1 8 ) 前記シェーピング部は、前記パケットバッファから読み出された前記可変長パケットを一時的に格納するフラグメントバッファを備え、

前記シェーピング部は、前記パケットバッファから読み出された前記可変長パケットが前記パケット転送装置から送出される前記固定長フレームに収容できないときに、当該可変長パケットの少なくとも一部を前記フラグメントバッファに一時的に格納することを特徴とする( 1 7 )に記載のパケット転送装置。

## 【 0 2 3 1 】

( 1 9 ) 前記シェーピング部は、前記パケットバッファから読み出されたデータ量を計数する読出データ長制御部を備え、

前記読出データ長制御部は、前記パケットバッファから読み出されたデータ量の計数結果によって、前記パケットバッファから読み出された前記可変長パケットが前記パケット転送装置から送出される前記固定長フレームに収容できるか否かを判定することを特徴とする( 1 7 )に記載のパケット転送装置。

## 【 0 2 3 2 】

( 2 0 ) 前記読出データ長制御部は、前記パケットバッファから読み出された前記可変長パケットが前記パケット転送装置から送出される前記固定長フレームに収容できないと判定したら、前記フラグメントバッファにフラグメント信号を出力し、

前記フラグメント信号によって、前記パケットバッファから読み出された前記可変長パケットの少なくとも一部を、前記フラグメントバッファに一時的に格納することを特徴とする( 1 9 )に記載のパケット転送装置。

## 【 0 2 3 3 】

( 2 1 ) 局側光終端装置と加入者側光終端装置とが光ファイバ網で接続されたネットワークシステムにおいて、

前記局側光終端装置は、コアネットワークに接続されており、

前記局側光終端装置は、可変長パケットを格納した固定長フレームを送受信するインターフェース部、受信した前記可変長パケットの宛先のインターフェース部に出力するスイッチ及び前記可変長パケットの送信タイミングを制御するシェーピング部を備え、

前記シェーピング部は、前記可変長パケットの送出帯域を制御する帯域制御部を備え、  
前記帯域制御部は、

トークンパケットアルゴリズムを用いて、入力された前記可変長パケットの最低保証帯域を保証し、

リーキーパケットアルゴリズムを用いて、入力された前記可変長パケットの送出帯域を最大許容帯域以下に制限することを特徴とするネットワークシステム。

## 【 0 2 3 4 】

( 2 2 ) 前記インターフェース部は、受信した光信号を電気信号に変換する光・電気変換部を備えることを特徴とする( 2 1 )に記載のネットワークシステム。

## 【 0 2 3 5 】

( 2 3 ) 前記シェーピング部は、前記受信した可変長パケットを一時的に格納するパケットバッファと、前記パケットバッファから読み出される前記可変長パケットを選択するリクエスト選択部と、を備え、

前記帯域制御部は、

前記受信した可変長パケットの前記最低保証帯域を前記トークンパケットアルゴリズムを用いて保証するための前記可変長パケットの送出タイミングを出力する第1タイミング生成部と、

前記受信した可変長パケットの送出帯域を前記リーキーパケットアルゴリズムを用いて前記最大許容帯域以下に制限するための前記可変長パケットの送出タイミングを出力する第2タイミング生成部と、

前記受信した可変長パケットの送出帯域をベストエフォートで制御するための前記可変長パケットの送出タイミングを出力する第3タイミング生成部と、を備え、

10

20

30

40

50

前記リクエスト選択部は、前記第1タイミング生成部、前記第2タイミング生成部及び前記第3タイミング生成部から出力された信号のいずれかを選択して、前記パケットバッファから読み出されるパケットを選択することを特徴とする(21)に記載のネットワークシステム。

【0236】

(24)前記第1タイミング生成部は、トークンパケットパラメータ保持部、トークン減算部、トークン加算部及びトークン量判定部を備え、

前記トークン減算部は、前記パケットバッファから送出されたパケット長に対応するトークンを前記トークンパケットパラメータ保持部から減じ、

前記トークン加算部は、所定量のトークンを前記トークンパケットパラメータ保持部に周期的に加え、

前記トークン量判定部は、前記トークンパケットパラメータ保持部に保持されたトークン量が正であれば、前記パケットバッファからパケットを読み出し可能と判定することを特徴とする(23)に記載のネットワークシステム。

【0237】

(25)前記第2タイミング生成部は、リーキーパケットパラメータ保持部、トークン加算部、トークン減算部及びトークン量判定部を備え、

前記トークン加算部は、前記パケットバッファから送出されたパケット長に対応するトークンを前記リーキーパケットパラメータ保持部に加え、

前記トークン減算部は、所定量のトークンを前記リーキーパケットパラメータ保持部から周期的に減算し、

前記トークン量判定部は、前記リーキーパケットパラメータ保持部に保持されたトークン量が0であれば、前記パケットバッファからパケットを読み出し可能と判定することを特徴とする(23)に記載のネットワークシステム。

【0238】

(26)局側光終端装置と加入者側光終端装置とが光ファイバ網で接続されたネットワークシステムにおいて、

前記局側光終端装置は、コアネットワークに接続されており、

前記局側光終端装置は、可変長パケットを格納した固定長フレームを送受信するインターフェース部、前記受信した可変長パケットの宛先のインターフェース部に出力するスイッチ、前記可変長パケットの送信タイミングを制御するシェーピング部及び前記シェーピング部を制御する制御部を備え、

前記シェーピング部は、

前記受信した可変長パケットの送出帯域をトークンパケットアルゴリズムを用いて最低保証帯域を保証するように制御する第1タイミング生成部と、

前記受信した可変長パケットの送出帯域をリーキーパケットアルゴリズムを用いて最大許容帯域以下に制限するように制御する第2タイミング生成部と、

前記受信した可変長パケットの送出帯域をベストエフォートで制御する第3タイミング生成部と、を備え、

前記制御部は、前記各タイミング生成部による制御の有効又は無効を切り替えることを特徴とするネットワークシステム。

【0239】

(27)前記制御部は、前記第3タイミング生成部による制御を有効とし、前記第1タイミング生成部及び前記第2タイミング生成部による制御を無効とすることによって、ベストエフォートで前記可変長パケットを転送することを特徴とする(26)に記載のネットワークシステム。

【0240】

(28)前記制御部は、前記第1タイミング生成部による制御を有効とし、前記第2タイミング生成部及び前記第3タイミング生成部による制御を無効とすることによって、ユーザ毎の最低保証帯域を保証しながら前記可変長パケットを転送することを特徴とする(

10

20

30

40

50

26)に記載のネットワークシステム。

【0241】

(29)前記制御部は、前記第1タイミング生成部及び前記第2タイミング生成部による制御を有効とし、前記第3タイミング生成部による制御を無効とすることによって、ユーザ毎の最低保証帯域を保証し、かつユーザ毎のパケット送出帯域を最大許容帯域以下に制限しながら前記可変長パケットを転送することを特徴とする(26)に記載のネットワークシステム。

【0242】

(30)前記制御部は、前記第1タイミング生成部及び前記第3タイミング生成部による制御を有効とし、前記第2タイミング生成部による制御を無効とすることによって、ユーザ毎の最低保証帯域を保証しつつ、空き帯域を有効に利用しながらパケットを転送することを特徴とする(26)に記載のネットワークシステム。

10

【0243】

(31)前記制御部は、前記第2タイミング生成部による制御を有効とし、前記第1タイミング生成部及び前記第3タイミング生成部による制御を無効とすることによって、ユーザ毎のパケット送出帯域を最大許容帯域以下に制限しながらパケットを転送することを特徴とする(26)に記載のネットワークシステム。

【0244】

(32)前記制御部は、前記各タイミング生成部による制御の有効又は無効を設定することを特徴とする(26)に記載のネットワークシステム。

20

【0245】

(33)前記シェーピング部は、前記第1タイミング生成部に保持されるトークン量の最大値を保持する最大トークン値保持部を備え、

前記制御部は、前記トークン量の最大値を設定することを特徴とする(26)に記載のネットワークシステム。

【0246】

(34)前記シェーピング部は、前記各タイミング生成部による制御の有効又は無効を保持する有効/無効保持部を備え、

前記制御部は、前記各タイミング生成部による制御の有効又は無効を、前記有効/無効保持部に設定することを特徴とする(26)に記載のネットワークシステム。

30

【0247】

(35)局側光終端装置と加入者側光終端装置とが光ファイバ網で接続されたネットワークシステムにおいて、

前記局側光終端装置は、コアネットワークに接続されており、

前記局側光終端装置は、可変長パケットを格納した固定長フレームを送受信するインターフェース部、前記受信した可変長パケットを宛先のインターフェース部に出力するスイッチ及び前記可変長パケットの送信タイミングを制御するシェーピング部を備え、

前記シェーピング部は、前記可変長パケットの送出帯域を制御する帯域制御部及び受信した前記可変長パケットを一時的に格納するパケットバッファを備え、

前記シェーピング部は、前記パケットバッファから読み出された前記可変長パケットが前記パケット転送装置から送出される前記固定長フレームに収容しきれないときに、当該可変長パケットの一部を他の固定長フレームに収容することを特徴とするネットワークシステム。

40

【0248】

(36)前記シェーピング部は、前記パケットバッファから読み出された前記可変長パケットを一時的に格納するフラグメントバッファを備え、

前記シェーピング部は、前記パケットバッファから読み出された前記可変長パケットが前記パケット転送装置から送出される前記固定長フレームに収容できないときに、当該可変長パケットの少なくとも一部を前記フラグメントバッファに一時的に格納することを特徴とする(35)に記載のネットワークシステム。

50

【 0 2 4 9 】

( 3 7 ) 前記シェーピング部は、前記パケットバッファから読み出されたデータ量を計数する読出データ長制御部を備え、

前記読出データ長制御部は、前記パケットバッファから読み出されたデータ量の計数結果によって、前記パケットバッファから読み出された前記可変長パケットが前記パケット転送装置から送出される前記固定長フレームに収容できるか否かを判定することを特徴とする( 3 5 )に記載のネットワークシステム。

【 0 2 5 0 】

( 3 8 ) 前記読出データ長制御部は、前記パケットバッファから読み出された前記可変長パケットが前記パケット転送装置から送出される前記固定長フレームに収容できないと判定したら、前記フラグメントバッファにフラグメント信号を出力し、

10

前記フラグメント信号によって、前記パケットバッファから読み出された前記可変長パケットの少なくとも一部を、前記フラグメントバッファに一時的に格納することを特徴とする( 3 7 )に記載のネットワークシステム。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 2 5 1 】

【 図 1 】 第 1 の実施の形態のネットワークシステムの概念図である。

【 図 2 】 第 1 の実施の形態のネットワークノードのブロック図である。

【 図 3 】 第 1 の実施の形態のトラヒックシェーピング部のブロック図である。

【 図 4 】 第 1 の実施の形態の最低保証帯域排出タイミング生成部のブロック図である。

20

【 図 5 】 第 1 の実施の形態の最大許容帯域排出タイミング生成部のブロック図である。

【 図 6 】 第 1 の実施の形態のベストエフォート読出リクエスト生成部のブロック図である。

【 図 7 】 第 1 の実施の形態の動作モード制御テーブルの説明図である。

【 図 8 】 第 1 の実施の形態の P F R 許容判定テーブルの説明図である。

【 図 9 】 第 1 の実施の形態のトークン減算処理のフローチャートである。

【 図 1 0 】 第 1 の実施の形態の定期トークン加算処理のフローチャートである。

【 図 1 1 】 第 1 の実施の形態のトークン加算処理のフローチャートである。

【 図 1 2 】 第 1 の実施の形態の定期トークン減算処理のフローチャートである。

【 図 1 3 】 第 1 の実施の形態のトークンパケットのトークンの動作の説明図である。

30

【 図 1 4 】 第 1 の実施の形態のトークンパケットとリーキーパケットのトークンの動作の説明図である。

【 図 1 5 】 第 1 の実施の形態のトークンパケットとリーキーパケットのトークンの動作の説明図である。

【 図 1 6 】 第 1 の実施の形態のユーザトラヒック量の変化の説明図である。

【 図 1 7 】 第 2 の実施の形態のネットワーク構成のブロック図である。

【 図 1 8 】 第 2 の実施の形態の O L T のブロック図である。

【 図 1 9 】 第 2 の実施の形態のトラヒックシェーピング部のブロック図である。

【 図 2 0 】 第 2 の実施の形態の P O N フレームの構成図である。

【 図 2 1 】 第 2 の実施の形態の読出選択処理のフローチャートである。

40

【 図 2 2 】 第 2 の実施の形態の読出データ長制御処理のフローチャートである。

【 符号の説明 】

【 0 2 5 2 】

1 0 0 ユーザ端末

2 0 1 ~ 2 0 4 ネットワーク

3 0 0 ネットワークノード

3 1 0 スイッチ

3 2 0 回線インターフェース

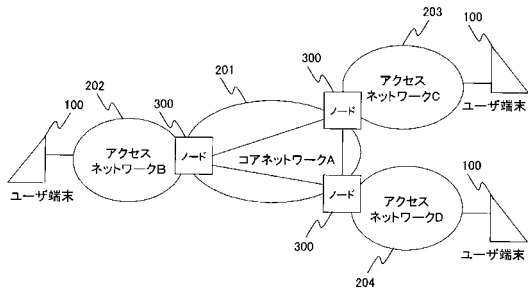
3 3 0 制御部

3 2 1 光モジュール

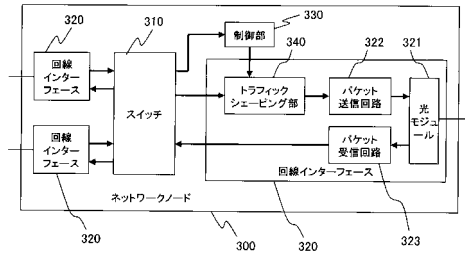
50

3 2 2	パケット送信回路	
3 2 3	パケット受信回路	
3 4 0	トラフィックシェーピング部	
3 4 1	帯域制御部	
3 4 2	最低保証帯域 ( M F R ) 排出タイミング生成部	
3 4 3	最大許容帯域 ( P F R ) 排出タイミング生成部	
3 4 4	ベストエフォート ( B E ) 読出リクエスト生成部	
3 4 5	パケットバッファ	
3 4 6	M F R リクエスト選択部	
3 4 7	P F R リクエスト選択部	10
3 4 8	M F R リクエスト選択部	
3 4 9	リクエスト選択部	
1 2 0 0	O N U	
1 3 0 0	O L T	
1 3 4 0	トラフィックシェーピング部	
1 3 4 1	帯域制御部	
1 3 4 2	最低保証帯域 ( M F R ) 排出タイミング生成部	
1 3 4 3	最大許容帯域 ( P F R ) 排出タイミング生成部	
1 3 4 4	ベストエフォート ( B E ) 読出リクエスト生成部	
1 3 4 6	M F R リクエスト選択部	20
1 3 4 7	P F R リクエスト選択部	
1 3 4 8	B E リクエスト選択部	
1 3 4 9	リクエスト選択部	
1 3 5 0	T D M パケットバッファ	
1 3 5 1	Ethernet パケットバッファ	
1 3 5 2	読出選択部	
1 3 5 3	フラグメントバッファ	
1 3 5 4	読出データ長制御部	
1 3 5 5	読出データ長カウンタ	

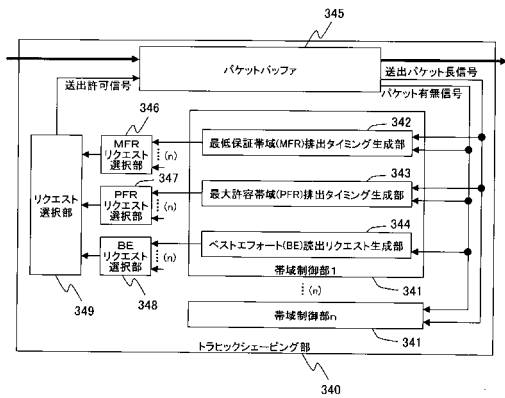
【図1】



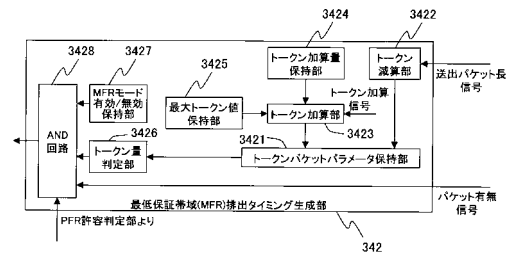
【図2】



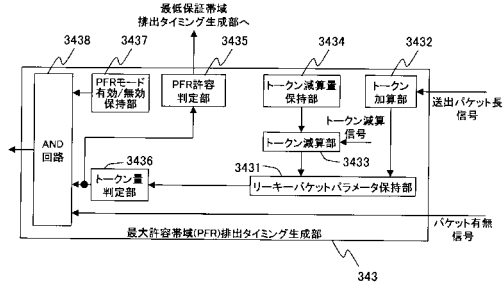
【図3】



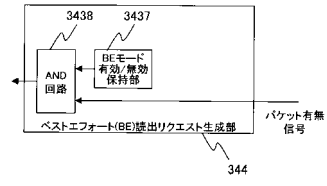
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

モード	MFR制御	PFR制御	BE制御
1	0	0	1
2	1	0	0
3	1	1	0
4	1	0	1
5	0	1	0

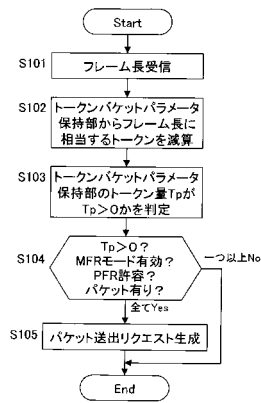
動作モード制御テーブル

【図8】

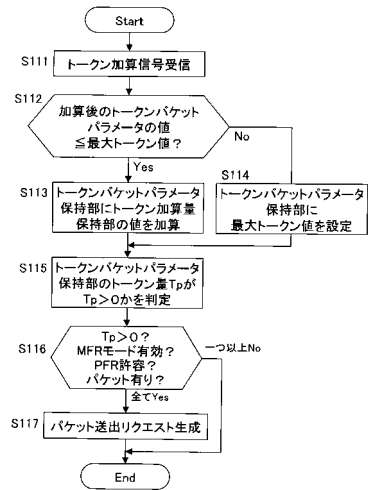
最低帯域優先 制御フラグ	PFRモード 有効/無効	トークン量 判定結果	判定結果
1	-	-	1
0	0	-	1
0	1	1	1
0	1	0	0

PFR許容判定テーブル

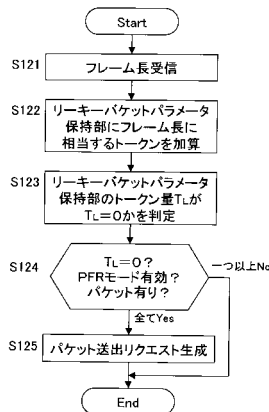
【図9】



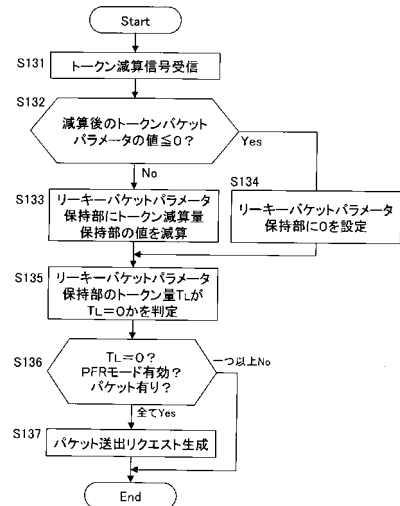
【図10】



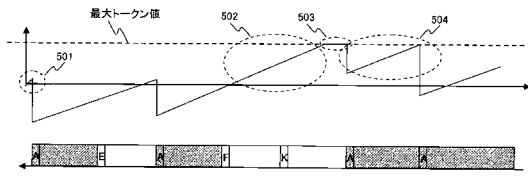
【図11】



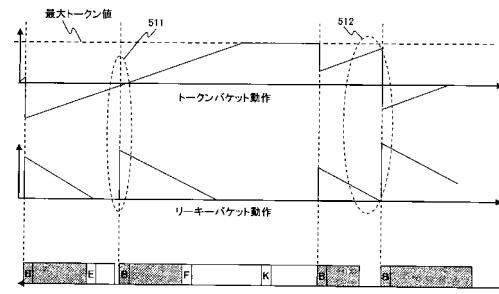
【図12】



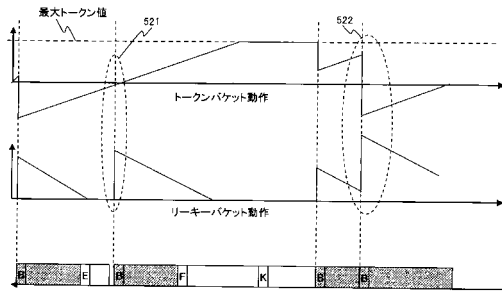
【図13】



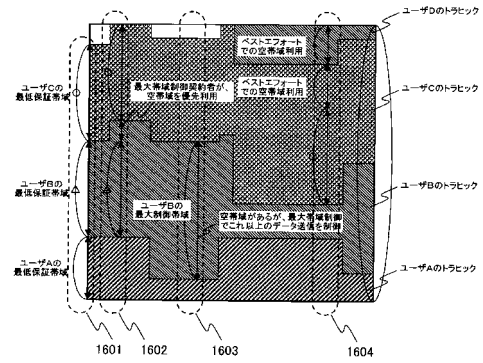
【図14】



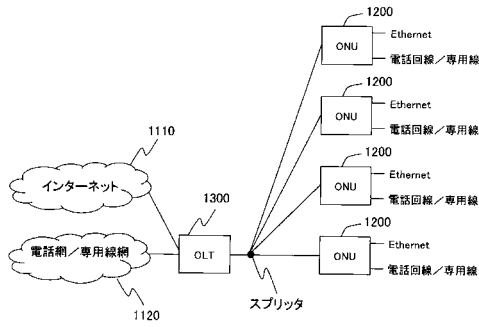
【図15】



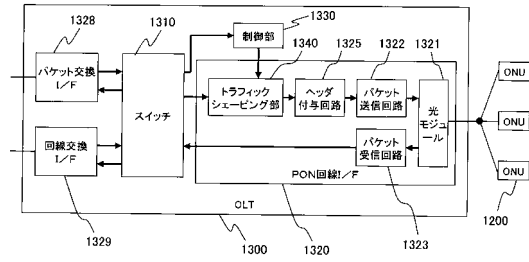
【図16】



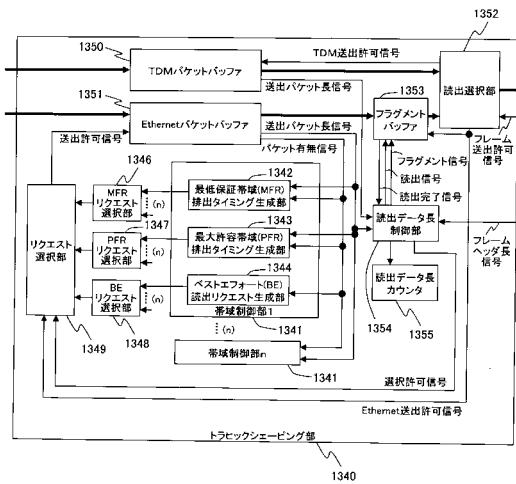
【図 17】



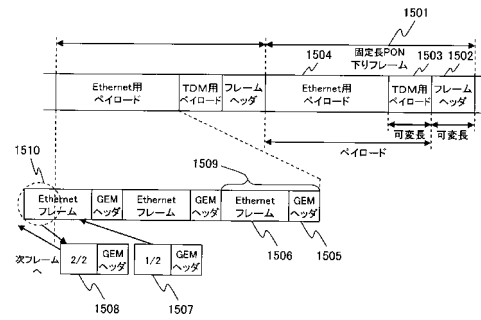
【図 18】



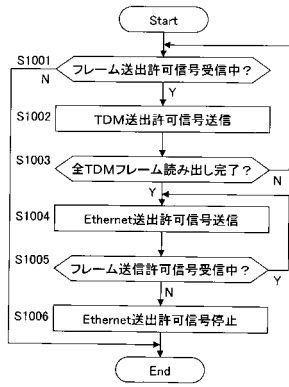
【図 19】



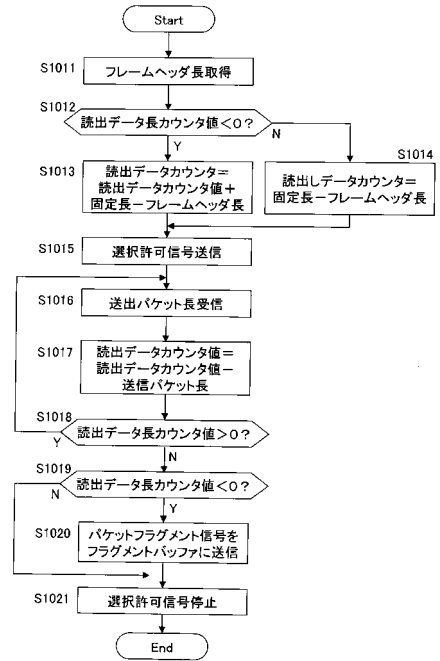
【図 20】



【図 2 1】



【図 2 2】



## フロントページの続き

- (72)発明者 加沢 徹  
 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株式会社日立コミュニケーションテクノロジー キャリア  
 ネットワーク事業部内
- (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 品川 太志  
 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 安藤 一道

- (56)参考文献 特表2004-529523(JP,A)  
 特開2004-134968(JP,A)  
 特開2006-333091(JP,A)  
 特開2003-198611(JP,A)  
 特開2004-289806(JP,A)  
 特開2002-232461(JP,A)  
 特開平8-237271(JP,A)  
 特開2004-112780(JP,A)  
 特開2000-101639(JP,A)  
 特開平10-135957(JP,A)  
 特開2004-189806(JP,A)  
 横谷、大島、安土、[招待講演]光アクセスネットワークの技術動向と高度化機能について [I  
 nvited Paper]Technical Trend and, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.104 No.  
 73 IEICE Technical Report, 日本, 社団法人電子情報通信学会 The Institute of Electro  
 , 2004年 5月14日, 第104巻 第73号, 第25~30頁  
 戸田 巖, 詳解 ネットワークQoS技術, オーム社, 2001年 5月25日, 第1版, 第5  
 1-55頁  
 Craig Partridge, ギガビットネットワーク, ソフトバンク株式会社, 1995年 6月22日  
 , 第229-232頁, ISBN 4-89052-718-4  
 岩村 篤 Atsushi Iwamura, ATM-PONシステムにおける動的帯域制御方式 Dynamic ba  
 ndwidths allocation technique for ATM-PON System, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.  
 .99 No.605 IEICE Technical Report, 日本, 社団法人電子情報通信学会 The Inst  
 itute of Electronics, Information and Communication Engineers, 第99巻

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
 H04L 12/56