(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4454338号
(P4454338)
(45)発行日　平成22年4月21日(2010.4.21)　(24)登録日　平成22年2月12日(2010.2.12)

(51)Int.Cl.　F I
H04L 12/56 (2006.01)　H04L 12/56　200C

請求項の数 4　(全 29 頁)

(21)出願番号　特願2004-39465(P2004-39465)
(22)出願日　平成16年2月17日(2004.2.17)
(65)公開番号　特開2005-236351(P2005-236351A)
(43)公開日　平成17年9月2日(2005.9.2)
審査請求日　平成19年2月8日(2007.2.8)

前置審査

(73)特許権者　000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号
(74)代理人　100084711
弁理士　斉藤　千幹
(72)発明者　戸田　巌
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号　富士通株式会社内
(72)発明者　岡村　亜紀子
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号　富士通株式会社内

審査官　吉田　隆之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】パケット整形装置及びパケット整形方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
通信デバイスにおいてパケット列内のあるフローのバーストが成長しても元のバースト長に整形するパケット整形方法において、
パケット毎に通過時刻が記録されたパケットの到着時刻を監視し、
各到着パケットの前記通過時刻の記録場所から到着時刻の監視場所までの遅延時間を算出し、
それまでの到着パケットのうち前記遅延時間が最大となる遅延時間を取得し、
該最大遅延時間と前記通過時刻とに基づいて該到着パケットの送出時刻を決定し、
該送出時刻において前記到着パケットを送出してパケットの整形を行ない、
前記最大遅延時間と前記通過時刻とパケット列内の最大パケット長を持つパケットの出力時間を考慮して次のパケットの到着時刻を予想し、
該予想到着時刻を経過しても次のパケットが到着しない場合には前記最大遅延時間を０にクリアする、
ことを特徴とするパケット整形方法。
【請求項２】
通信デバイスにおいてパケット列内のあるフローのバーストが成長しても元のバースト長に整形するパケット整形方法において、
パケット毎に通過時刻が記録されたパケットの到着時刻を監視し、
各到着パケットをバッファに保存すると共に、該各到着パケットの前記通過時刻の記録

場所から到着時刻の監視場所までの遅延時間を算出し、
それまでの到着パケットのうち前記遅延時間が最大となる遅延時間を取得し、
該最大遅延時間と前記通過時刻とに基づいて該到着パケットの送出時刻を決定して出力し、
該送出時刻において前記バッファに保存した到着パケットを送出してパケットの整形を行ない、
前記最大遅延時間と前記通過時刻とパケット列内の最大パケット長を持つパケットの出力時間を考慮して次のパケットの到着時刻を予想し、
該予想到着時刻を経過しても次のパケットが到着しない場合には前記最大遅延時間を０にクリアする、
ことを特徴とするパケット整形方法。
【請求項３】
通信デバイスにおいてパケット列内のあるフローのバーストが成長しても元のバースト長に整形するパケット整形装置において、
パケット毎に通過時刻が記録されたパケットの到着時刻を監視する到着時刻監視手段、
各到着パケットの前記通過時刻の記録場所から到着時刻の監視場所までの遅延時間を算出する遅延時間算出手段、
それまでの到着パケットのうち前記遅延時間が最大となる遅延時間を取得する最大遅延時間取得手段、
該最大遅延時間と前記通過時刻とに基づいて該到着パケットの送出時刻を決定するパケット遅延手段、
前記通過時刻を前記決定した送出時刻で置き換えて送出する手段、
前記最大遅延時間と前記通過時刻とパケット列内の最大パケット長を持つパケットの出力時間を考慮して次のパケットの到着時刻を予想し、該予想到着時刻を経過しても次のパケットが到着しない場合には前記最大遅延時間を０にクリアする手段、
を備えたことを特徴とするパケット整形装置。
【請求項４】
通信デバイスにおいてパケット列内のあるフローのバーストが成長しても元のバースト長に整形するパケット整形装置において、
パケット毎に通過時刻が記録されたパケットの到着時刻を監視する到着時刻監視手段、
各到着パケットを保存するバッファ、
各到着パケットの前記通過時刻の記録場所から到着時刻の監視場所までの遅延時間を算出する遅延時間算出手段、
それまでの到着パケットのうち前記遅延時間が最大となる遅延時間を取得する最大遅延時間取得手段、
該最大遅延時間をもとに該到着パケットの送出時刻を決定する送出時刻決定手段、
該送信時刻において前記バッファに保存した到着パケットを送出してパケットの整形を行なうパケット送出部、
前記最大遅延時間と前記通過時刻とパケット列内の最大パケット長を持つパケットの出力時間を考慮して次のパケットの到着時刻を予想し、該予想到着時刻を経過しても次のパケットが到着しない場合には前記最大遅延時間を０にクリアする手段、
を備えたことを特徴とするパケット整形装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明はパケット整形装置及びパケット整形方法に係わり、特に通信デバイス(ネットワークデバイス)においてパケット列を構成するフローのバーストが成長しても元のバースト長に整形するパケット整形方法及びパケット整形方法に関する。
【背景技術】
【０００２】

パケット列がルーター等のパケット処理装置を通過すると入力フローのバースト（同時にバッファに収容する必要のある最大パケット容量）が成長する現象がある。図２７はバースト成長を説明するパケット処理装置の構成図、図２８はバースト成長の説明図である。パケット処理装置には2つの入力線＃１１，＃１２よりフローＡ，Ｂがそれぞれ入力してバッファＡ，Ｂに順次蓄えられる。フローＡのパケットがフローＢのパケットより優先的に処理しなければならないものとすれば、セレクタＳＬはバッファＡにパケットが存在すればそのパケットＡ１を読み出して処理部ＰＲＣに入力し、パケットＡ１の処理完了後フローＡ′として出力線＃２に出力する。バッファAにパケットが存在しない場合バッファＢからパケットＢ１，Ｂ２を読み出して処理部ＰＲＣに入力しフローＢ′として出力線＃２に送出する。出力フローCの構成は図（Ｅ）に示すようになる。ここで、フローＡ，Ｂのバースト長は図２８の（Ａ），（Ｂ）に示すように３バイトであり、また、フローＢの最初のパケットＢ１は３バイト、次のパケットＢ２は１バイトであるものとする。

【０００３】

処理遅延がないものとすれば、フローＡのパケットＡ１の3バイトは優先処理され、（Ｃ）に示すようにフローＡ′は遅延なく出力線＃２に送出される。一方、フローＢはフローＡのパケットＡ１の３バイトが処理されるまでバッファＢに滞在し、しかる後、読み出されて処理され、最初のパケットＢ１の３バイトの処理終了後の時刻ｔ７において第2のパケットＢ２の1バイトデータが入力する。したがって、時刻ｔ７においてパケットＢ２の1バイトデータが遅延なく連続的に処理され、この結果、（Ｄ）に示すようにフローＢ′のバースト長は３バイトから４バイトに成長する。バッファＡ,Ｂはそれぞれ長さ３バイトで済むがフローＢ′が次段の処理装置に入力される場合、次段装置バッファは４バイト必要である。

バースト長が長くなると次段処理装置でのバッファ容量の増大、遅延時間の増加、パケット損失率増大等の不具合が生じる。バースト成長を除去する動作をパケット整形と呼び、その実現技術として従来よりリーキィバケツ(leaky bucket)整形装置が公知である。しかし、その実現構成にはフロー（送信者が送信する意味のあるまとまったパケット列）特性の知識、例えばフローＢの最大バースト長が３バイトであること等の知識が必要な上に、１フローあたり1台のリーキィバケツ整形装置が必要で大規模ネットワークでの使用には適さない。

なお、データ通信網におけるトラヒックのバースト性を低下させ、確保すべき網資源の量を抑制してその使用効率を高める従来技術がある(例えば特許文献１参照)。しかし、この従来技術は、統計的にバースト長を抑圧する技術であり、ネットワーク内で発生するバースト成長を決定論的又は論理的に抑圧する技術ではない。

以上より、ルーターの扱う多数のフローをフロー毎の特性を意識せずに能率よく整形（バースト成長の抑圧）できる装置が要望されている。

【０００４】

ところで、パケットを送受信するパケットネットワークは送受信ホスト、ルーター、伝送リンクで結んで構成されている。送信ホストはパケットヘッダーに宛先アドレスを記入したパケットを伝送リンク、ルーター経由で宛先の受信ホストに送信する。ルーターは受信パケット毎に宛先アドレスを読み取り次段のルーターを決定して、当該パケットを次段ルーターに転送する。この動作を繰り返してパケットは送信ホストから受信ホストに到達する。この際パケットの遅延時間、すなわち、送信ホストから受信ホストまでパケットを送達するに要する時間やパケット損失（送信パケットが受信ホストに到達しない確率）が大きくなるとパケットが運ぶ音声、画像の品質に悪影響を与える。

遅延時間やパケット損失が大きくなる原因は、ネットワーク内でバースト成長によりバースト長が長くなるからであり、この結果、成長が累積する下流ルーターではバッファ容量の増大、遅延時間の増加、バッファパケット損失率の増大が発生する。

以上より、バースト成長を抑圧したルーターが要望されている。

【０００５】

また、大規模ネットワークにおいてフロー毎の通信品質ＱｏＳ（Quality of Service

：パケット損失率、遅延等）を経済的に保証することが現在の大きな技術課題となっている。

従来、Intservと呼ぶ技術が提案されているが、これはネットワーク内の各ルーターで個々のフローを識別して必要な品質保証動作を行う技術で、ルーターごとに各フローの情報を記憶させる必要がありネットワーク規模が増大してフロー数が増加するとシステムが複雑高価になり実用に供し得ない。

またDiffservという技術も提案されているが、これは、フローを少数の品質クラスに分類し、各ルーターは品質クラスの同じフローを一括して指定されたクラスの品質保証動作を行う。各ルーターは品質クラスの動作を記憶すれば済むので実現は簡単になるが、一括動作のため個々のフローの品質確保は不可能でユーザーの要望を満足できない。

以上より、フロー毎の情報を記憶することなく、フロー毎のＱｏＳを保証するパケット無損失ネットワークが要望されている。

【特許文献１】特開２００２－３１４５９４号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

前述のように、ルーターの扱う多数のフローをフロー毎の特性を意識せずに能率よく整形（バースト成長の抑圧）できるパケット整形装置及び方法が要望されているが、現在のところ有効な整形装置及び整形方法は見当たらない。

また、大規模ネットワークにおいてフロー毎のＱｏＳを経済的に保証することが要望されているが有効な技術は見当たらない。このＱｏＳ問題が生じる原因の一つは、フローがルーターを通過する際に生じるルーターのバッファ溢れによるパケット損失である。あるルーターのバッファ容量が、入力するフローのバースト長、すなわち、同時にルーター内バッファに記憶しなければならない最長のパケット列の長さより小さいとパケット廃棄、パケット損失が生じる。パッケット廃棄を防ぐにはあらかじめフロー毎にバースト長を予測してルーターのバッファ配備を行う必要がある。

しかし、バーストはルーターを通過するたびに成長（出力時のバースト長が入力時より大きくなる）する。同じフローを中継するにも下流ルーターはより大きいバッファを必要とする。成長の予測は困難なので、現在のIPネットワークはルーターでパケット廃棄を行うことを前提として設計されている。ところで、ネットワーク内の全てのルーターでパケット廃棄を防止できれば、そのネットワークではフロー毎の所要ＱｏＳ確保が可能となる。

【０００７】

以上より、本発明の第1の目的は、ルーター等ネットワークデバイスの扱う多数のフローから構成されるパケット列をフロー毎の特性を意識せずに能率よく整形（バースト成長の抑圧）できるパケット整形装置及び方法を提供することである。

本発明の第2の目的は、フロー毎の情報を記憶させることなくバースト成長を抑圧し、パケット廃棄を防止し、しかも、大規模ネットワークでフロー毎のＱｏＳ確保するために使用できるルーターを提供することである。

本発明の第3の目的は、各ルーターにフロー毎の情報を記憶させることなくフロー毎のＱｏＳを確保するパケット無損失ネットワーク及び該ネットワークを構成するためのパケット受付け制御方法及び帯域制御装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

上記第１の目的はルーター等の通信デバイスにおいてパケット列内のあるフローのバーストが成長しても元のバースト長に整形するパケット整形方法及びパケット整形装置により解決される。このパケット整形方法あるいはパケット整形装置では、パケット毎に通過時刻が記録されたパケットの到着時刻を監視し、各到着パケットの前記通過時刻の記録場所から到着時刻の監視場所までの遅延時間を算出し、それまでの到着パケットのうち前記遅延時間が最大となる遅延時間を取得し、該最大遅延時間をもとに該到着パケットの送出

時刻を決定し、送出時刻に該パケットを送出する。あるいは、パケットを遅延させて送出する代わりに、到着パケットを遅延させて送出するための出力時刻を特定する情報を出力する。パケット一括整形装置はパケット送出時にパケットの通過時刻フィールドに上記出力時刻を記入する。さらに前記通信デバイスは入力線と出力線の1以上の組を備え、各出力線毎に上記パケット整形処理を実行する。

【発明の効果】

【００１１】

本発明のパケット整形方法及びパケット整形装置によれば、ルーター等ネットワークデバイスの扱う多数のフローをフロー毎の特性を意識せずに能率よく整形（バースト成長の抑圧）することができる。

本発明のルーターによれば、ルーターでのバースト成長を抑圧することができ、これにより、各ルーターにフロー毎の情報を記憶させることなくパケット廃棄を防止し、大規模ネットワークでフロー毎のＱｏＳ確保することができる。

本発明の通信要求受付け制御方法あるいは帯域制御装置によれば、各ルーターにフロー毎の情報を記憶させることなくフロー毎のＱｏＳを確保するパケット無損失ネットワークを構成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１２】

図1は本発明のバースト長の成長を抑圧するパケット一括整形装置の概略説明図、図2はバースト長の成長抑圧原理説明図である。

パケット処理装置ＰＰＵは図２７に示した構成を備えている。図２あるいは図２８に示すように入力フローＡ，Ｂのバースト長は３、出力フローＡ′のバースト長は３であるが、出力フローＢ′のバースト長は４に成長している。なお、パケット処理装置ＰＰＵは図示しないがパケットＡ１，Ｂ1，Ｂ2が所定のポイントを通過した通過時刻TPを該パケットに記録する。

【００１３】

パケット整形装置２はバースト成長したフローＢ′を元のバースト長のフローＢ′に整形して出力する。パケット整形装置において、遅延時間計算部１ａは通過時刻TPが記録されたパケットの到着を監視し、到着パケットの通過時刻記録場所から到着時刻TAの監視場所までの遅延時間TD（＝TA－TP）を算出し、最大遅延監視部１ｂは現時点までの到着パケットのうち遅延時間TDが最大となる遅延時間TD_{MAX}を求め、出力時刻計算部１ｃは到着パケットの通過時刻TPに前記最大遅延時間TD_{MAX}を加えたパケット出力時刻T_{OUT}を計算してパケット出力部１ｄに入力する。バッファレジスタ１ｅには到着パケットが保存されているから、パケット出力部１ｄは指示された出力時刻T_{OUT}に該パケットを出力する。

【００１４】

以上の動作を図２に従って説明する。最初のフローＢのパケットＢ１の通過時刻TPはt1、到着時刻TAは時刻t4である。従って、最初のパケットＢ１が到着した時点における遅延時間TD（＝３）で、該遅延時間が最大遅延時間TD_{MAX}となり、該最初のパケットＢ１の出力時刻T_{OUT}はｔ１＋３＝ｔ４となり、パケットＢ１は直ちに出力される。

一方、次のパケットＢ２の通過時刻TPはｔ７、到着時刻TAは時刻ｔ７で、該次のパケットＢ２が到着した時点における遅延時間TDは０となり、最大遅延時間TD_{MAX}は３のままである。したがって、次のパケットＢ２の出力時刻T_{OUT}はｔ７＋３＝ｔ１０となり、3単位時間遅延して出力される。この結果、フローＢ′′は全体的に図２の（E）に示すように、元のバースト長３に整形される。ここではフロー数が2の場合を説明したが、フローが多数あっても上記の原理を使用して全てのフローのバーストを同時に整形できる。

【実施例１】

【００１５】

(Ａ)バースト長の成長抑圧(整形)

(a) パケット一括整形装置

図3は本発明のバースト長の成長抑圧を行なうパケット一括整形装置の構成図である。

パケット一括整形装置1はルーターなどのネットワークデバイス２で発生したバースト成長を抑圧して元のバースト長に整形する。ネットワークデバイス２は、パケットが内部の所定ポイントＰを通過した時刻TPをパケットに記入する刻時機能を備えている。また、パケット一括整形装置１の前段に到着パケットの到着時刻ＴＡを該到着パケットに記入するパケット到着監視部3が設けられている。このパケット到着監視部３は必ずしも独立した装置として設置する必要でなく、パケット一括整形装置1で監視することもできる。

【００１６】

パケット一括整形装置１は、後述するパケット整形処理を行なうと共に到着パケットをパケットバッファに格納する処理部１１、各種データを格納するメモリ１２、パケット到着予想時刻をセットされ、フローの終了を監視するための入力タイマー１３、到着パケットを保存するパケットバッファ１４、処理部１１から指示されたパケット出力時刻T_{OUT}においてパケットバッファ１４に格納されているパケットを送出するパケット出力装置１５、パケット出力時刻がセットされる出力タイマー１６を備えている。

メモリ１２には制御情報Ｄ１、パケット記入データＤ２、整形データＤ３、算出データＤ４を記憶する。制御情報Ｄ１は到着時刻ＴＡを特定する情報を備え、パケット記入データＤ２は通過時刻ＴＰを特定する情報を備え、整形データＤ３は現在遅延時間TD、最大遅延時間TD_{MAX}を特定する情報を備え、算出データＤ４はパケット出力時刻T_{OUT}およびパケット予想到着時刻PATMを特定する情報を備えている。

【００１７】

(b) パケット整形処理フロー

図４（Ａ），（Ｂ）は本発明のパケット整形処理フローである。ただし、最大遅延値(最大遅延時間)TD_{MAX}の初期値は０である。

処理部１１はパケットが到着したか監視しており、到着すれば(ステップ１０１)、該パケットをパケットバッファ１４に格納すると共に、通過時刻TP，到着時刻 TAをメモリ１２に保存する(ステップ１０２)。ついで、処理部１１は、次式

$TD = TA - TP$

により現在遅延値(遅延時間)TDを計算し(ステップ１０３)、最大遅延値TD_{MAX}と比較し(ステップ１０４)、$TD > TD_{MAX}$であれば、現在遅延値TDを最大遅延値TD_{MAX}とする(ステップ１０５)。

最大遅延値が確定すれば、次式

$T_{OUT} = TP + TD_{MAX}$

により、着目している到着パケットの出力時刻T_{OUT}を計算する(ステップ１０６)。
まずこの出力時刻T_{OUT}をパケットの通過時刻フィールドに記入する(ステップ１０７)。

さらに、次のパケットの予想到着時刻PATMを次式

$PATM = (TP + TD_{MAX} + (\text{パケット列内の最大パケット長をもつパケットの出力時間})) \times \text{安全係数}$

により算出して入力タイマー１３に設定する(ステップ１０８)。最大パケット長は申告フロー特性に含まれている。

【００１８】

しかる後、処理部１１は、パケット出力時刻T_{OUT}、次パケットの予想到着時刻PATMをパケット出力装置１５に入力し(ステップ１０９)、以上によりパケット整形処理を終了し、始めに戻り、次のパケットを待つ。なお、処理部１１は出力時刻T_{OUT}に代えて、出力時刻T_{OUT}と到着時刻TAの差分ΔTをパケット出力装置１５に出力することもできる。

パケット出力装置１５は、たとえば前記差分ＡＴを出力タイマー１６にセットし、出力タイマー１６がタイマー切れにより割込みを発生すると、対応するパケットを出力時刻T_{OUT}に出力リンクに送出する。（ここでは各種処理に要する時間はゼロと仮定している）。

【００１９】

入力タイマー（TM）１３は、パケットが到着する毎に、ステップ１０８において次のパケットの予想到着時刻PATMがセットされる。パケットが到着することなくパケット予想到着時刻が経過すると、入力タイマー１３は処理装置１１にタイマー割込みを入力する(ス

テップ１１０)。処理装置１１はタイマー割込みにより、入力フローの終了(通信終了)と判定し、最大遅延値(最大遅延時間)TD_{MAX}を0にすると共にタイマーをクリア(ステップ１１１)。

【００２０】

（ｃ）出力形態

図5はパケット一括整形装置の出力形態説明図である。出力形態には、以上の実施例で説明したように、(Ａ)パケットを直接出力する方法、(Ｂ)パケットでなくパケット出力時刻を出力する方法がある。(Ｂ)の方法は、外部装置がパケット出力時刻を用いてパケット出力装置１５と同様の方法でパケットを出力する場合に適用できる。

(c-1) パケットを直接出力する形態

パケットを出力する具体的な方法には、(1)実施例で説明したようなタイマー/アラームクロック割込み方式、(2)走査方式、(3)スタッフパケットの挿入方式がある。

タイマー/アラームクロック割り込み方式は説明したように、タイマー/アラームクロックを利用して出力時刻T_{OUT}に当該パケットを出力する方式である。

走査方式は、出力パケットをキューに並べ十分短い間隔で繰り返し走査し、出力時刻に達したパケットを検出した時にそのパケットを出力する方式である。

スタッフパケット挿入方式は、最大遅延値と現在遅延値の時間差に相当するパケット長を求めその長さを持つ無効パケット（次段ルーターが廃棄する）を送出してから当該パケットを送出する方式である。

【００２１】

(ｄ) パケット出力時刻などを出力するパケット一括整形装置

図6はパケットでなくパケット出力時刻T_{OUT}を出力する方法を実現するパケット一括整形装置の構成図であり、図3の実施例と同一部分には同一符号を付している。異なる点はパケット一括整形装置１からパケットバッファ１４及びパケット出力装置１５、出力タイマー１６が削除され、処理部１１がパケット出力時刻T_{OUT}を外部に出力している点、外部パケット出力装置４が設けられている点である。該外部パケット出力装置４は、パケットを格納するパケットバッファ４ａ、パケット出力装置４ｂ、出力時刻T_{OUT}に割込みを発生する出力タイマー４ｃを備え、パケット出力装置４ｂは、出力タイマー４ｃが割込みを発生すると対応するパケットをパケットバッファから読み出して出力リンクに送出する。

【００２２】

(ｅ)第１変形例

以上の実施例では図７（Ａ）に示すように、1入力線／1出力線の場合であるが、(Ｂ)に示すように複数の入力線と出力線の組、組毎のメモリ１２および組毎の入出力監視タイマーならびに上記整形フローを実現するプログラムを装備するように、パケット一括整形装置１を構成して、同時に複数のフローのパケット整形を実施するように構成することもできる。この場合、以下の2通りの動作形態がある。

第1の動作形態は、それぞれの入力線＃１in～＃Ｎinに通過時刻記録が付与されたパケット列が到着すると、パケット一括整形装置１は図４の整形処理に従って各入力パケット列を整形して対応する出力線＃１out～＃Ｎoutに出力する。

第２の動作形態はそれぞれの入力線＃１in～＃Ｎinに通過時刻が記録されたパケット列が到着すると、パケット一括整形装置１は図４に示す整形処理に従って各入力パケット列を整形して出力時刻T_{OUT}を出力する。

【００２３】

(ｆ)第２変形例

以上では図８（A）に示すように、１台のネットワークデバイス２において生じたバースト成長を抑圧する場合であるが、図8（B）に示すように順次接続された複数のネットワークデバイス２ａ～２ｃにおいて生じたバースト成長を抑圧する場合にも同様に適用することができる。

以上第1実施例によれば、通過時刻記録場所から整形装置の間で発生したバーストの成長を抑圧することができる。また、入力パケット列に複数のフローが含まれる場合もフロ

ーごとのバーストが一括して抑圧され、フロー毎の特性の知識は不要である。
ことができる。
【実施例２】
【００２４】
(B)バースト成長抑圧ルーター
（ａ）ルーターの構成
図９はバースト成長を抑圧するルーターの構成図である。ルーターは、入力フローを構成するパケットのIPヘッダの宛先アドレスに基づいて所定の出力リンクを選択し、当該出力リンク対応のゲートウエイに送出する。ゲートウエイは該パケットをヘッダ内容に基づいて通信品質保証（ＱｏＳ）が必要なＱｏＳパケットと必要でない非ＱｏＳパケット(ベストエフォートパケット)に分け、各パケットを前記ＱｏＳパケットの通信品質を保証する順序で出力リンクに送出する。図１０はパケットフォーマット例であり、IPヘッダ、TCPヘッダ、ユーザデータで構成され、ＩＰヘッダに発信元アドレスSA、宛先アドレスDA、サービスタイプTOS情報などが書込まれている。通常は、サービスタイプTOSに基づいてＱｏＳパケットであるか否か及びＱｏＳの優先度が識別できるようになっている。
【００２５】
図９のルーターにおいてスイッチ２２は、入力パケットに通常のルーター処理を施し、ルーチング処理により出力リンクを決定し、該パケットをパケットバッファ２３に格納する。また、スイッチ２２はパケット毎にパケット制御表PCTBを作成し、図１１に示すように該制御表にTCP/IPヘッダ記入してパケットの出力リンクに対応するゲートウェイ２４に入力する。各ゲートウエイは分類機構３１、前段QoSキュー32a,３２b、ベストエフォートキュー３２c、前段スケジューラ33a，33b、パケット一括整形装置３５a,３５b、後段QoSキュー３６a、３６b、後段スケジューラ３７から構成される。
パケットバッファ２３は、共通に、あるいは出力リンク毎に、あるいはキュー毎に設けることができるが、実施例では共通設置の形態を示している。
【００２６】
到達するフローはゲートウエイで施さなければならない処理の種別に従って複数種類のフローに分類できるとする。例えば遅延を最低限に抑えたいストリーミングフロー、帯域の保証を得たい帯域フロー等のQoSフロー、QoS保証を必要としないベストエフォートフロー等である。または発信地別にフローを分類してもよい。以下この分類をフロークラスと呼ぶ。
以下フロークラスがフローの優先度の場合を説明する。
出力リンク対応に設けられたゲートウェイ２４において、パケット分類機構３１は、パケット制御表PCTBに記入されているIPヘッダのサービスタイプＴＯＳを参照してパケットをＱｏＳパケットとベストエフォートパケットとに分類する。すなわち、パケット分類機構３１は、入力パケットがIPv4パケットの場合はヘッダーのService Typeフィールドを参照し、MPLSヘッダーの場合はEXPフィールドを参照し、IPv6ヘッダーの場合はTraffic Classフィールドをそれぞれ参照して、パケットをＱｏＳパケットとベストエフォートパケットとに分類し、さらに、ＱｏＳパケットを優先度別に分類する。そして、ＱｏＳパケットの制御表PCTBを優先度別にそれぞれ前段ＱｏＳキュー３２ａ，３２ｂに収容し、ベストエフォートパケットの制御表PCTBをベストエフォートキュー３２ｃに収容する。パケット分類機構３１はより精密なＱｏＳ制御を行うために必要ならＱｏＳパケットをさらに詳細に分類することができる。以下優先度が２レベルの場合を説明する。
前段QoSキュー３２a、３２b対応に設置されている前段スケジューラー３３a、３３bはそれぞれのキュー内のパケット送出順序を定めそれぞれのパケット一括整形装置３５ａ，３５ｂに入力する。それぞれのパケットはパケット一括整形装置３５ａ，３５ｂによって整形、刻時され，後段QoSバッファ３６a、３６bに移される。
整形されたフローのバースト長は、入力監視装置通過時のバースト長すなわち申告バケツ深さに戻っている。ベストエフォートフローは整形しない。
【００２７】

前段および後段のスケジューラー３３ａ，３３ｂ，３７はＱｏＳバッファにパケット存在する限り動作を休止しない完全稼動型のスケジューラーでなければならない。

パケット一括整形装置３５ａ，３５ｂは図６に示す構成を備え、パケット制御表PCTBを用いて通過時刻記録場所と到着時刻記録場所間に生じるパケット成長を除去するための到着パケットの出力時刻T_{OUT}を決定し、該出力時刻をパケット制御表PCTBに記録して算出した出力時刻T_{out}にパケットを後段QoSキュー３６ａ，３６ｂに送出する。同時に出力時刻をパケットの通過時刻フィールドに記入する。後段（通常はプライオリティ）スケジューラー３７はパケット一括整形装置３５ａ，３５ｂ通過後のパケット制御表PCTBを記憶する整形装置出力キュー３６ａ，３６ｂとベストエフォートキュー３２ｃ内のパケット制御表を多重化して1本のパケット列を作成して出力する。この際、整形装置出力キュー３６a内のパケット（制御表）が最優先、次にキュー３６bのパケット（制御表）が優先的に出力されるよう制御する。後段スケジューラー３７はＱｏＳパケットを優先して送出し、ＱｏＳパケットを送出しないタイミングでベストエフォートのパケットを送出する。

パケット出力部２５は、スケジューラーから出力された制御表に応じたパケットをパケットバッファ２３から選択して出力リンクに送出する。

【００２８】

(b)ルーター処理

図１２はバースト成長を抑圧するルーターの処理フローである。

入力回線＃１in～＃Ninにパケットが到着したか監視し(ステップ３０１)、パケットが到着すれば、パケット毎に図１１に示すパケット制御表PCTBを作成する(ステップ３０２)。

スイッチ２２は到着パケットのTCP／IPアドレスフィールドを参照してルーチング処理をおこなって出力リンクに応じたゲートウエイ２４を選択、かつ、レイヤー2アドレス、MPLSラベルの書き換え、チェックサム、ホップカウントの変更等必要なルーター処理を行いパケットをパケットバッファ２３に格納し、パケット制御表PCTBを選択したゲートウエイ２４に引き渡す(ステップ３０４)。

【００２９】

ゲートウエイ２４では、まずパケット分類機構３１が前述のとおり、パケット制御表PCTB内のIPv4ヘッダのService Typeフィールド等を参照して、該制御表をＱｏＳキュー３２ａ～３２ｂまたはベストエフォートキュー３２ｃのいずれかにキューイングする(ステップ３０５)。ＱｏＳキュー３２ａ～３２ｂはフロー毎またはDiffserv Code Pointごとに作成することもできる。

前段スケジューラー３３ａ，３３ｂはそれぞれ前段ＱｏＳキュー３２ａ～３２ｂ、のパケット制御表PCTBを一つずつ選択して対応するパケット一括整形装置３５ａ，３５ｂに入力する（ステップ３０６）。パケット一括整形装置３５ａ，３５ｂはパケット制御表PCTBを取り出しバースト成長除去処理を行い該パケット制御表PCTBおよびパケットの通過時刻フィールドに出力時刻T_{out}を記入し、出力時刻T_{out}に当該パケットをキュー３６ａ，３６ｂに出力する(ステップ３０７)。

後段（プライオリティ）スケジューラー３７はキュー３６ａ，３６ｂ，３２c内のパケット制御表PCTBを優先度の高い順にパケット出力部２５に送る。

【００３０】

パケット出力部２５は、制御表PCTBに対応するパケットをパケットバッファ２３から読み出して出力リンクに出力する。・・…以上ステップ３０８

バースト成長抑圧ルーターで必要なバッファは次のように算出する。

ネットワーク内の全てのゲートウエイの前、後段スケジューラー遅延値が求められているとする。遅延値は入力フロー特性とスケジューラー構造を知れば算出できる。

（Ａ）経路上のルーター

(1) 経路上の各ゲートウエイAについてAの前段スケジューラーに流入する各フローの前ホップゲートウエイを求めその後段スケジューラー遅延値を集める。その中の最大値をゲートウエイAのピボット遅延値とよび、最大値を与えるゲートウエイをAのピボットゲート

ウエイト呼ぶ。
(2) ゲートウエイAでのフローあたりのバッファ量は次式で与えられる。
[ゲートウエイバッファ量]＝（「該ルータピボット遅延値」＋「該ルーター前段スケジューラー遅延値」+[該ルーター後段スケジューラー遅延値]）×「申告バケツ速度」
(1)
（Ｂ）関連ゲートウエイ
(1) 経路上の各ゲートウエイAに流入する各フローについて後ホップゲートウエイを求め、その中でゲートウエイAがピボットゲートウエイになっているものを関連ゲートウエイと定義する。
(2) 新規フロー追加時には関連ゲートウエイについて式(1)にしたがってゲートウエイバッファ量を再計算する。再計算が必要な理由は次の通りである。新規フローの追加により経路上のゲートウエイの遅延値が変化する場合がある。遅延値が変化すると当該ゲートウエイの出力フローを受けている関連ゲートウエイのピボット遅延値が変化する可能性が生じ、式（1）で算出される関連ゲートウエイのバッファ量も変化するためである。
【００３１】
（ｃ）第一変形例
図１３に示すように後段スケジューラーを省略したルーターの出力バーストは常に申告バケット深さに等しい。
「ゲートウエイバッファ量」＝「申告バケツ深さ」+「最大パケット長」＋「ゲートウエイ最大遅延値」×「申告バケツ速度」
【００３２】
第２実施例のバースト抑圧ルーターによれば、フローごとの情報を保持することなくルーター内でのバースト長の成長を防止できる。また、同一出回線に出力される全てのフローのバースト成長防止を一括して行うこともできる。また本発明のルーターを用いれば、ルーター内でのバースト長の成長を防止でき、ルーター内でのバースト成長を防止できれば、各ルーターの出力フロー（すなわち、次段ルーターの入口フロー）のバース長は申告フロー特性から求められるので、フロー毎の情報なしでフロー毎のＱｏＳを確保できる大規模ネットワークを容易に構築することができる。
【実施例３】
【００３３】
(Ｃ)パケット無損失ネットワーク
（ａ）第3実施例の概略
パケット損失が発生しないパケット無損失ネットワークでは、フロー毎のＱｏＳ（速度と遅延時間）が保証される。このため、第3実施例は、(1)ルーター等のネットワークデバイスのバッファ使用可能容量と、ルーター間を接続するリンクの使用可能容量を算出・記録し、(2)通信要求があったとき宛先アドレスまでの経路を求め、(3)該経路上およびすべての関連ルーターのバッファ使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求バッファ使用量より大きく、かつ該経路上の全リンクの使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求リンク使用量より大きいとき、該通信要求を受付けるようにするネットワークである。このようにすれば、ネットワーク内でバッファ溢れによるパケット廃棄の発生を防止できるので、ルーター毎にフロー情報を配備することなしでフロー毎のＱｏＳ確保が実現できる。すなわち、パケット無損失ネットワークが実現でき、フローのＱｏＳを保証できる。
第3実施例は、ルーターのバッファ使用可能容量とリンクの使用可能容量の算出法及び要求バッファ使用量と要求リンク使用量の算出法に特徴を持たせている。
上記を実施するためにはゲートウエイの遅延値の推定が必要であるが、推定が困難な場合に使用する過剰設計ネットワークの構成法も示している。
【００３４】
（ｂ）パケット無損失ネットワーク
図１４は本発明のパケット無損失ネットワークの構成図であり、送信ホスト５１ａ～５

１ｂ、ネットワークデバイスであるルーター５２ａ～５２ｅ、ルーター間を接続するリンク５３ａ～５３ｅ、送信ホストとルーター間に配設されている入力監視装置５４ａ，５４ｂ、通信要求を受付けるか否かを決定する帯域制御装置５５、受信ホスト５６ａ～５６ｂ等から構成されている。

入力監視装置５４ａ～５４ｂはネットワークの各入り口に設置され、全ての入力フローを監視する。帯域制御装置５５はネットワークあたり最低1台設置し、全ての入力監視装置５４ａ～５４ｂと全てのルーター５２ａ～５２ｅと通信可能なように接続されている。ネットワークに入力されるフローはＱｏＳフローとベストエフォートフローの2種とし、ＱｏＳフローはネットワークの使用開始時に入力フロー特性を申告し、ネットワークは申告速度以上の速度とパケット無損失というＱｏＳ特性を提供する。ベストエフォートサービスはネットワークに常に入力可であるが品質保証は行われない。なおQoSフローはさらに優先度に従って複数レベルに細別することができる。

【００３５】

フロー特性申告はリーキィバケツ(leaky bucket)記述で行うものとする。図１５はリーキィバケツ記述の説明図であり、ｂバイトのバケツがあり、そのバケツにバケツレートｒバイト/秒でトークンが蓄積され、満杯になると溢れ出すものとする。Lバイト長のパケットが到着した場合、バケツ内にLバイト以上のトークンが存在する場合そのパケットは通過が許可されバケツからLバイトのトークンを除去する。存在しない場合は、該パケットは破棄されるか、Lバイトのトークンがたまるまで待たされる。この場合最大バースト長はbバイトとなる(L≦ｂ)、平均データ速度はrバイト/秒となる。このリーキィバケツにおいて、rはバケツ速度、ｂはバケツ深さ(=バースト長)という。リーキィバケツ記述では、以上のｒ，ｂの他に、ピークレートp(バイト/秒)、最大パケット長M(バイト)、最小パケット長m(バイト)が規定される。

パケット無損失ネットワークが提供するＱｏＳは、提供速度は申告速度以上、パケット損失はゼロとする。またエンドツウエンドの最大遅延値は申告フロー特性とネットワーク構成から算出できる。

【００３６】

パケット無損失ネットワークの動作概要は通常のパケットネットワークと同様で以下の通りである。まず送信ホスト５１ａ，５１ｂ、受信ホスト５６ａ，５６ｂ、伝送リンク５３ａ～５３ｅの機能は通常のパケットネットワークの場合と同様である。又、ルーター５２ａ～５２ｅは通常のルーターでもよいが、バースト抑圧ルーターを用いると通信開始時の受付拒否の確率を減少させることができる。過剰設計ネットワークを使用するとルーターの内部構造の知識なしにパケット無損失ネットワークを構成できる。

入力監視装置５４ａ～５４ｂは、新規フローの通信要求があると、図１６に示すフロー制御表FCTBを作成し、該フロー制御表を付けて帯域制御装置５５に通信受付け可否を問い合わせる。フロー制御表FCTBには、フローＩＤ、送受信ＩＰアドレス、申告フロー特性が記録される。また、入力監視装置５４ａ～５４ｂは、通信時に入力ＱｏＳフローが申告フロー特性より高速の場合には申告フローと合致するようにパケット廃棄、パケット遅延などによりフロー整形を行う。また、入力監視装置５４ａ～５４ｂは、次パケット受信予定時刻を算出してフロー制御表内に記録して通信終了（指定されたパケット受信予定時刻を経過しても次のパケットが到着しない場合）を検出して、フロー終了と判定して帯域制御装置５５に通知する。

【００３７】

帯域制御装置５５は、図１７に示すように、ネットワークを構成するリンクごと、ルーターごとにその設備容量を管理するテーブルCPTBを備えている。テーブル項目にはリンク設備容量ＬＣＰと、ルーター設備容量ＢＣＰがある。リンク設備容量ＬＣＰは各リンクのリンクIDとリンク使用可能容量ＬＵＣ、リンクの最大容量を保持し、バッファ容量BCPはルーターID、バッファ使用可能容量ＢＵＣ、最大バッファ容量を保持している。

また、帯域制御装置５５は、図１８に示すように、フローの通信経路毎にその経路を構成する全ての設備(ルーター、リンク)のID、ゲートウエイのID,当該フローのその設備に

対する要求使用量（リンクの場合は要求リンク使用量LRC,ルーターの場合は要求バッファ容量BRC）を記載したテーブルPTTBを備えている。

帯域制御装置５５は図１９(Ａ)に示すようにルーターのゲートウエイごとにそのゲートウエイを通過するフローのIDを記載したゲートウエイフロー情報テーブルGFTBを備えている。

また、帯域制御装置５５は図１９（B）に示すようにゲートウエイごとに、その前段スケジューラーおよび後段スケジューラーの最大遅延値、ピボット遅延値およびバースト成長（通常ルーターの場合のみ使用）を記載したゲートウエイ遅延情報テーブルGDTBを備えている。

【００３８】

帯域制御装置５５は、ＱｏＳフローの通信開始時に入力監視装置５４ａ～５４ｂからの要求によりパケット受付け制御を行なう。すなわち、入力フローのフロー制御表FCTBに含まれる送受信ＩＰアドレスを用いてルーチング処理を行って通信経路および経路上の設備を決定し、これらの設備(リンクおよびルーターバッファ)の性能および申告フロー特性からその設備に対する要求使用量（リンクの場合は要求リンク使用量LRC,ルーターの場合要求バッファ使用量BRC）を算出する。関連ゲートウエイについて要求バッファ使用量を再計算する。次に経路上および関連の設備ごとに使用可能容量ＬＵＣ，ＢＵＣと算出した要求バッファ使用量，要求リンク使用量とを比較して全ての設備で要求を満足できる場合のみ受付つける通信の可否を決定し、判断結果を入力監視装置５４ａ，５４ｂに通知する。受け付けた場合算出した値を対応するテーブルに記入する。第3実施例の特徴はこの通信要求に対する受付可否の判断方法および判断を簡単にするネットワーク構成法にある。
に対する受付可否の判断方法および判断を簡単にするネットワーク構成法にある。

【００３９】

フローの通信が終了した時、フローの経路上のテーブルPTTB記載の要求リンク使用量ＬＲＣ及び要求バッファ使用量ＢＲＣをリンク使用可能容量ＬＵＣ、バッファ使用可能容量ＢＵＣに返還する。　フローに関連する設備については要求バッファ使用量を再計算して差分をバッファ使用可能容量BUCに返還する。

また、帯域制御装置５５は、入力監視装置５４ａ～５４ｂから通知される通信開始・終了時およびネットワーク設備変更時に使用可能容量ＬＵＣ，ＢＵＣの変更、維持を行う。

【００４０】

（ｃ）入力監視装置の通信要求処理

図２０は送信ホストから通信要求が出された場合における入力監視装置の通信開始要求処理フローである。

送信ホスト５１ａから通信開始要求が発生すると(ステップ５０１)、入力監視装置５４ａは、図１６に示すフロー制御表FCTBを新設する。すなわち、フロー毎にフローIDを作成し、該フローＩＤを通信開始要求添付の送受信アドレス、申告フロー特性と共にフロー制御表FCTBに記入する(ステップ５０２)。ついで、入力監視装置５４ａは、フロー制御表FCTBを帯域制御装置５５に送信して受付可否を問い合わせる（ステップ５０３）。

帯域制御装置５５から受付可否結果を受信すれば、受付け可であるか受付け不可であるかチェックし(ステップ５０４)、チェック結果を送信ホストに通知する。すなわち、受付け可の場合には、送信ホスト５１ａに通信可を通知し(ステップ５０５)、受付け不可の場合には、送信ホスト５１ａに通信不可を通知し(ステップ５０６)、フロー制御表FCTBを解放する(ステップ５０７)。

【００４１】

（ｄ）入力監視装置の通信中処理

図２１（A）、（B）は入力監視装置の通信中処理フローである。

通信可を送信ホスト５１ａに通知後、該送信ホストからパケットを受信すれば、入力監視装置５４ａは監視タイマーをクリアする(ステップ６０１)。ついで、入力監視装置５４ａは、該パケットのフロー特性を測定し(ステップ６０２)、フロー制御表FCTBに記入されている申告フロー特性に合致しているか監視し(ステップ６０３)、違反パケットは廃棄ま

たは遅延を与えてネットワークに流入するパケットフローが申告特性以内になるように制御する(ステップ６０４)。

しかる後、受信パケットをネットワーク(ルーター)に送出すると共に(ステップ６０５)、該パケットの次のパケット到着予定時刻T_{AR}を計算しフロー制御表ＦＣＴＢに記入し(ステップ６０６)、また、到着予定時刻T_{AR}を監視タイマーにセットして起動する(ステップ６０７)。パケット到着予定時刻T_{AR}は例えばバケツ深さｂをバケツ速度ｒで除算し安全係数を乗じて計算する。

【００４２】

監視タイマー(図示せず)は、パケットが到着する毎に、ステップ６０１でクリアされると共にステップ６０７において次のパケットの到着予定時刻T_{AR} がセットされる。パケットが到着することなくパケット到着予定時刻が経過すると、監視タイマーはタイマー割込みを発生する(ステップ６１０)。入力監視装置５４ａはタイマー割込みにより、入力フローの終了(通信終了)と判定し、帯域制御装置５５にフロー制御表FCTBを付して通信終了を通知し(ステップ６１１)、フロー制御表を解放する(ステップ６１２)。

【００４３】

（ｅ）帯域制御装置のサービス開始処理

図２２は帯域制御装置のサービス開始処理フローである。サービス開始時、帯域制御装置５５は、設備容量テーブルＣＰＴＢを新設し(ステップ６５０)、各送信リンクのリンクIDに対応させてリンク最大使用容量をリンク使用可能容量ＬＵＣとしてテーブルCPTBに初期設定すると共に、各ルーターのルーターID対応させてバッファ最大使用容量をバッファ使用可能容量ＢＵＣとしてテーブルCPTBに初期設定する(ステップ６５１)。

【００４４】

（ｆ）帯域制御装置の受付け制御

図２３は帯域制御装置の受付け制御処理フローである。

帯域制御装置５５は、入力監視装置５４ａから通信開始要求とフロー制御表FCTBを受領すると(ステップ７０１～７０２)、フロー制御表FCTBに含まれる送受信アドレスから当該フローの通信経路を決定し、経路上の伝送リンクID、ルーターID、ゲートウエイIDをテーブルPTTBに記入すると共に、ゲートウエイIDをテーブルGFTBに記入する(ステップ７０３ａ)。また、帯域制御装置５５は、当該フローが経由するすべてのゲートウエイについてテーブルGDTB内の前後段遅延値、ピボット遅延値、バースト長を再計算してテーブルGFTBに記入する(ステップ７０３ｂ)。

【００４５】

ついで、帯域制御装置５５は、申告フロー特性を用いて経路上の各リンク、各ルーターについて、フローの要求使用量（要求リンク使用量LRC, 要求バッファ使用量BRC）を算出する(ステップ７０４)。

要求リンク使用量LRCおよび要求バッファ使用量BRCの算出はつぎによる。

・通常ルーター(バースト成長抑圧タイプでない)の場合

まず要求リンク使用量ＬＲＣは該フローの申告バケツ速度とする。

次に要求バッファ使用量BRCは、テーブルGDTB記載のバースト長とする。

バースト長は以下により算出する。

通信経路の第1ホップルーターのバースト長は申告バケツ深さに最大パケット長を加えた値とする。

第2ホップ以降のルーターのバースト長は次式で求める。

[バースト長]＝［前ホップルーターバースト長］＋［前ホップゲートウエイ遅延値］×[フロー速度]

ゲートウエイ遅延値は例えば文献（戸田著：「詳解ネットワークQoS技術」 オーム社2001年 ２１４～２３１ページ）に記載されている。フローの申告フロー特性とゲートウエイで使用するスケジューラー種別を知れば計算できる。

・パケット一括整形装置を使用したバースト成長抑圧ルーターの場合（段落００３０参照）

帯域制御装置５５は新たな通信要求の受付時にフローIDをテーブルGFTBに追加し、当該フローが経由する全てのゲートウエイについてテーブルGDTB内の前段スケジューラ遅延値、後段スケジューラー遅延値、ピボット遅延値を再計算する（ステップ７０３ｂ）。
遅延値は当該ゲートウエイを流れる全てのフローの申告フロー特性とゲートウエイが使用しているスケジューラー構造が分かれば文献（戸田著：「詳解ネットワークQoS技術」 オーム社2001年 ２１４～２３１ページ）に従って計算できる。
推定が困難な場合は以下に述べる過剰設計ネットワークを構成する。
実務的にはネットワーク内の最大遅延値をもとめておけばよい。
要求リンク使用量LRC＝バケツ速度、
バッファは経路上のゲートウエイについてはフローあたり所要量を次式で計算する。
「要求バッファ使用量BRC」＝（「申告バケツ深さ」+「最大パケット長」）＋（「当該ゲートウエイピボット遅延値」+「当該ゲートウエイ前段スケジューラー最大遅延値」）×「申告バケツ速度」
さらに上記BRCと使用可能容量の差分を作成する（ステップ７０５）。
関連ゲートウエイ（段落００３０の（B）参照）は上式で算出した値をあらたな要求バッファ使用量として算出し、その値から今までの要求使用量を差し引きその増分を求める。その増分と使用可能容量との差分を作成する。（ステップ７０５a）
第一変形例の場合は後段スケジューラーの省略によりバースト成長が発生しないので、「要求バッファ使用量BRC」＝「申告バケツ深さ」+「最大パケット長」＋「当該ゲートウエイ前段スケジューラー最大遅延値」×「申告バケツ速度」
として算出する。関連ゲートウエイは存在しない。

【００４６】

・過剰設計のネットワーク

パケットを伝送するIPネットワークにおいてゲートウエイの最大遅延値は、ゲートウエイが使用しているスケジューラーの種別、入力トラフィック特性に依存して定まる。
既存ネットワーク等でスケジューラー構造が不明であるまたは変更が不可能である等の場合、ゲートウエイの出力リンク速度を入力フロー速度の総和のα（＞１）倍以上に増速した過剰設計のネットワーク（図２４（Ｂ）参照）を構成する。かかる過剰設計のネットワーク構成において、ゲーウエイの前段、後段スケジューラー最大遅延値は使用スケジューラーによらず、入力フローごとのバケツ深さと最大パケット長の和をフローについて総和した値を(α－１)で除した値より小さくなる。なお、図２４(Ａ)は原ネットワーク構成である。
このような過剰設計を利用して第1変形例のパケット無損失ネットワークを構成した場合、要求バッファ使用量BRCは当該フローのバケツ深さに最大パケット長を加えた値にα/（α－1）倍した値になる。

【００４７】

ついで、帯域制御装置５５は、経路上の各リンクおよびルーターのバッファ使用可能容量ＬＵＣ，ＢＵＣから要求リンク使用量LRC，要求バッファ使用量BRCをそれぞれ差し引いて差分を求め(ステップ７０５)、また関連ゲートウエイについては段落００４５記載の差分を求め(ステップ７０５a)、差分が経路上および関連の全てのリンク、ルーターについて正であるかチェックし(ステップ７０６)、全て正であれば要求を受け付け、受付け可を入力監視装置５４ａに通知する(ステップ７０７)。ついで、帯域制御装置５５は、FCTBへのフローの追加し、前記各差分を経路上の各リンクおよびルーターのバッファ使用可能容量ＬＵＣ，ＢＵＣとしてテーブルCPTBの内容を更新する。また上記要求使用量を図１８のテーブルPTTBに、経路を構成するリンクIDまたはルーターIDに対応させて保存する。GFTBにはフローIDを追加する。さらにゲートウエイ遅延情報を更新する。(ステップ７０８)。
一方、ステップ７０６において、差分が一つでも負があれば受付け不可を通知すると共に、図１９の経路情報をクリアする(ステップ７０９)。

【００４８】

（ｇ）帯域制御装置の通信終了処理

図２５は帯域制御装置の通信終了処理フローである。

入力監視装置５４ａから通信終了通知を受信すれば(ステップ８０１)、帯域制御装置５５は、終了したフローの経路を構成するリンク、ルーターの使用可能量ＬＵＣ，ＢＵＣをテーブルCPTB(図１７)より、要求リンク使用量LRC，要求バッファ使用量BRCをテーブルPTTB(図１８)より求める。そして、これら使用可能量ＬＵＣ，ＢＵＣに要求リンク使用量LRC，要求バッファ使用量BRCを加算し、使用可能量ＬＵＣ，ＢＵＣを更新し、これらをテーブルCPTBに書込む。また該フローに関連するルーターについては要求バッファ使用量を再計算し今までの使用量との差分を使用可能量BUCに加算してテーブルCPTBに記入する(ステップ８０２)。しかる後、通信終了したフローに係わるテーブルPTTB、GFTBの経路情報を削除、解放し(ステップ８０３)、さらに、テーブルＧＦＴＢより当該フローＩＤを削除すると共に当該フローが経由していた全てのルーターの前段、後段スケジューラー最大遅延値、ピボット遅延値、バースト成長を再計算（ステップ８０４）してテーブルＧＤＴＢに記入して処理を終了する。

【００４９】

(h)設備変更

図２６は帯域制御装置の設備変更処理フローである。設備変更（設備増設、撤去、障害発生）があると(ステップ９０１)、設備変更に合わせてリンク使用可能容量ＬＵＣ，バッファ使用可能容量ＢＵＣを現状に合致するように増減する(ステップ９０２)。設備変更にあわせてテーブルGDTBに記入されている各値を再計算して保存する（ステップ９０３）。

第3実施例によれば、パケット無損失ネットワークにおいてルーターにフロー毎の情報を記憶する必要がなく、かつ下記の意味でＱｏＳが保証される。

(1)ネットワーク内でバッファ溢れによるパケット損失が発生しない

(2)各フローは申告されたフロー特性を超えない範囲での通信が保証される

(3)各フローのパケットがネットワークを通過する際の遅延の上限を計算できる。

【００５０】

・付記

（付記１） 通信デバイスにおいてパケット列内のあるフローのバーストが成長しても元のバースト長に整形するパケット整形方法において、

パケット毎に通過時刻が記録されたパケットの到着時刻を監視し、

各到着パケットの前記通過時刻の記録場所から到着時刻の監視場所までの遅延時間を算出し、

前記通過時刻と前記算出した遅延時間を利用してパケット整形を行なう、

ことを特徴とするパケット整形方法。

（付記２） それまでの到着パケットのうち前記遅延時間が最大となる遅延時間を取得し、

該最大遅延時間をもとに該到着パケットの送出時刻を決定し、

該送出時刻に前記到着パケットを送出することによりパケット整形する、

ことを特徴とする付記1記載のパケット整形方法。

（付記３）パケット記入の通過時刻を前記送出時刻で置き換えることを特徴とする付記２記載のパケット整形方法。

（付記４） 前記送出時刻は前記通過時刻に最大遅延時間を加えた時刻である、

ことを特徴とするとする付記２記載のパケット整形方法。

（付記５） 通信デバイスにおいてパケット列内のあるフローのバーストが成長しても元のバースト長に整形するパケット整形方法において、

パケット毎に通過時刻が記録されたパケットの到着時刻を監視し、

各到着パケットの前記通過時刻の記録場所から到着時刻の監視場所までの遅延時間を算出し、

前記通過時刻と前記算出した遅延時間を用いてパケット整形を行なうための情報を作成して出力する、

ことを特徴とするパケット整形方法。

（付記６） それまでの到着パケットのうち前記遅延時間が最大となる遅延時間を取得し、
該最大遅延時間をもとに該到着パケットの送出時刻を決定するための時刻特定情報を作成して出力力する、
ことを特徴とする付記５記載のパケット整形方法。
（付記７） 前記送出時刻は前記通過時刻に最大遅延時間を加えた時刻である、
ことを特徴とする付記６記載のパケット整形方法。
（付記８） 前記通信デバイスは入力線と出力線の1以上の組を備え、各出力線毎に上記パケット整形処理を実行する、
ことを特徴とする付記１乃至７記載のパケット整形方法。
（付記９） 所定時間以上パケットが到着しない場合には、前記最大遅延時間をクリアする、
ことを特徴とする付記２，６記載のパケット整形方法。
（付記１０） 通信デバイスにおいてパケット列内のあるフローのバーストが成長しても元のバースト長に整形するパケット整形装置において、
パケット毎に通過時刻が記録されたパケットの到着時刻を監視する到着時刻監視手段、
各到着パケットの前記通過時刻の記録場所から到着時刻の監視場所までの遅延時間を算出する遅延時間算出手段、
それまでの到着パケットのうち前記遅延時間が最大となる遅延時間を取得する最大遅延時間取得手段、
該最大遅延時間をもとに該到着パケットの送出時刻を決定するパケット遅延手段、
通過時刻を送出時刻で置き換える手段
を備えたことを特徴とするパケット整形装置。
（付記１１） 通信デバイスにおいてパケット列内のあるフローのバーストが成長しても元のバースト長に整形するパケット整形装置において、
パケット毎に通過時刻が記録されたパケットの到着時刻を監視する到着時刻監視手段、
各到着パケットの前記通過時刻の記録場所から到着時刻の監視場所までの遅延時間を算出する遅延時間算出手段、
それまでの到着パケットのうち前記遅延時間が最大となる遅延時間を取得する最大遅延時間取得手段、
該最大遅延時間をもとに該到着パケットの送出時刻を決定するための時刻特定情報を出力する送出時刻情報出力手段、
を備えたことを特徴とするパケット整形装置。

（付記１２） 前記通信デバイスは入力線と出力線の1以上の組を備え、各出力線毎に上記パケット整形装置を備えたことを特徴とする付記１０記載のパケット整形装置。
（付記１３） 所定時間以上パケットが到着しない場合には、前記最大遅延時間をクリアする手段、
を備えたことを特徴とする付記１０又は１２記載のパケット整形装置。
（付記１４） 入力フローを構成するパケットの宛先アドレスに基づいて所定の出力リンクを選択し、該パケットをヘッダー内容に基づいて通信品質保証（ＱｏＳ）が必要なＱｏＳパケットと必要でない非ＱｏＳパケットに分け、各パケットを前記ＱｏＳフローの通信品質を保証する順序で前記出力リンクに送出するルーターにおいて、
パケットを所定の出力リンク側にルーチングするルーチング手段、
パケットをＱｏＳパケットと非ＱｏＳパケットに分離する手段、
出力リンク毎に設けられ、バーストが成長したＱｏＳフローをバースト成長する前のフローに整形するパケット整形装置、
ＱｏＳパケットを送出しないタイミングで前記非ＱｏＳパケットを送出するパケット送出手段、
を備えたことを特徴とするルーター。

（付記１５）　入力フローを構成するパケットの宛先アドレスに基づいて所定の出力リンクを選択し、該パケットをヘッダー内容に基づいてハイレベルの通信品質保証（ＱｏＳ）が必要な高優先パケットと低レベルの通信品質保証でよい低優先パケットに分け、各パケットを、前記通信品質を保証する順序で前記出力リンクに送出するルーターにおいて、
パケットを所定の出力リンク側にルーチングするルーチング手段、
パケットを高優先パケットと低優先パケットに分離する手段、
出力リンク毎に設けられ、バーストが成長した優先パケット列を構成する高優先フローおよび低優先パケット列を構成する低優先フローのそれぞれをバースト成長する前の高優先フロー、低優先フローに整形するパケット整形装置、
高優先パケットを送出しないタイミングで前記低優先パケットを送出するパケット送出手段、
を備えたことを特徴とするルーター。
（付記１６）
前記パケット整形装置は、各ＱｏＳパケットの到着時刻を監視し、各到着パケットの前記通過時刻の記録場所から到着時刻の監視場所までの遅延時間を算出し、それまでの到着パケットのうち前記遅延時間が最大となる遅延時間を取得し、該最大遅延時間をもとに該到着パケットの出力時刻を決定し、パケット記載の通過時刻を出力時刻で置き換え、
前記パケット送出手段は該出力時刻にＱｏＳパケットを送出する、
ことを特徴とする付記１４または１５記載のルーター。
（付記１７）　前記ルーチングされたパケットを保持するパケットバッファ、
各パケットの到着時刻を含む制御情報表をパケット毎に作成する手段、
を備え、
前記パケット整形装置は各ＱｏＳパケットの前記制御情報表を用いて前記遅延に応じたパケット出力時刻を決定して該制御情報表に記録し、
前記パケット送出手段は前記制御情報表に記録されたパケット出力時刻に基づいてＱｏＳパケットを送出し、ＱｏＳパケットを送出しないタイミングで前記非ＱｏＳパケットを送出する、
ことを特徴とする付記１６記載のルーター。
（付記１８）　通信品質が複数優先度存在する場合等フローごとにルーター処理を変更する必要がある場合には、必要なルーター処理ごとにフロークラスを定義し到着パケットをフロークラスに分類して、フロークラス毎にパケットを保持するバッファ、前段スケジューラー、パケット一括整形装置を備え、前段スケジューラーがバッファ内のパケットの送出順序を決定し、一括整形装置が送出時刻を決定し、さらにゲートウエイに1個設備された後段スケジューラーが複数のフロークラスのパケットを1本のフロー列に多重して出力する手段、
を備えたことを特徴とする付記１６記載のルーター。
（付記１９）　ルーターのバッファ使用可能容量と、ルーター間を接続するリンクの使用可能容量を監視し、通信要求があったとき宛先アドレスまでの経路を求め、該経路上の全ルーターのバッファ使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求バッファ使用量より大きく、かつ該経路上の全リンクの使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求リンク使用量より大きいとき該通信要求を受付けるパケット無損失ネットワークにおける通信要求受付け制御方法において、
前記リンクの使用可能容量を、該リンクの最大使用可能容量から該リンクに流入する各フローの要求リンク使用量を差し引いて算出し、
前記ルーターのバッファ使用可能容量を、該ルーターの最大バッファ使用可能容量から該ルーターに流入する各フローの要求バッファ使用量を差し引いて算出し、
前記要求バッファ使用量は、フローが該ルーターに入力する際のバースト長である、
ことを特徴とする通信要求受付け制御方法。
（付記２０）　ルーターのバッファ使用可能容量と、ルーター間を接続するリンクの

使用可能容量を監視し、通信要求があったとき宛先アドレスまでの経路を求め、該経路上および関連の全ルーターのバッファ使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求バッファ使用量より大きく、かつ該経路上の全リンクの使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求リンク使用量より大きいとき該通信要求を受付けるパケット無損失ネットワークにおける通信要求受付け制御方法において、　前記リンクの使用可能容量を、該リンクの最大使用可能容量から該リンクに流入する各フローの要求リンク使用量を差し引いて算出し、

前記ルーターのバッファ使用可能容量を、該ルーターの最大バッファ使用可能容量から該ルーターに流入する各フローの要求バッファ使用量を差し引いて算出し、

申告フロー特性がバケツ速度とバケツ深さを規定するリーキィバケツ記述で特定され、かつ、全てのルーターがバースト成長抑圧機能を備えている場合、前記要求リンク使用量は前記申告バケツ速度とし、前記要求バッファ使用量は、申告バケツ深さと最大パケット長の和にパケット一括整形装置で必要なバッファ量を加えた値である、

ことを特徴とする通信要求受付け制御方法。

（付記２１）　ルーターのバッファ使用可能容量と、ルーター間を接続するリンクの使用可能容量を監視し、通信要求があったとき宛先アドレスまでの経路を求め、該経路上の全ルーターのバッファ使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求バッファ使用量より大きく、かつ該経路上の全リンクの使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求リンク使用量より大きいとき該通信要求を受付けるパケット無損失ネットワークにおいて、

原ネットワークの全てのリンク速度をα（＞１）倍に増速することによりゲートウエイ最大遅延を推定することを特徴とする過剰設計ネットワークの構成法。

（付記２２）　ルーターのバッファ使用可能容量と、ルーター間を接続するリンクの使用可能容量を監視し、通信要求があったとき宛先アドレスまでの経路を求め、該経路上の全ルーターのバッファ使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求バッファ使用量より大きく、かつ該経路上の全リンクの使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求リンク使用量より大きいとき該通信要求を受付ける過剰設計パケット無損失ネットワークにおける通信要求受付け制御方法において、使用ルーターがすべてバースト成長抑圧機能を備え、流入フローに優先度をもうけない場合、

前記リンクの使用可能容量を、該リンクの最大使用可能容量から該リンクに流入する各フローの要求リンク使用量を差し引いて算出し、

前記ルーターのバッファ使用可能容量を、該ルーターの最大バッファ使用可能容量から該ルーターに流入する各フローの要求バッファ使用量を差し引いて算出し、

申告フロー特性がバケツ速度とバケツ深さを規定するリーキィバケツ記述で特定され、かつ、全てのルーターがバースト成長抑圧機能を備えている場合、前記要求リンク使用量を申告バケツ速度のα倍（αは１以上）とし、前記要求バッファ使用量は、申告バケツ深さと最大パケット長の和にα/（α－１）を乗じた値にする、

ことを特徴とする通信要求受付け制御方法。

（付記２３）　ルーターのバッファ使用可能容量と、ルーター間を接続するリンクの使用可能容量を監視し、通信要求があったとき宛先アドレスまでの経路上の全ルーターのバッファ使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求バッファ使用量より大きく、かつ該経路上の全リンクの使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求リンク使用量より大きいとき該通信要求を受付けるパケット無損失ネットワークの帯域制御装置において、

通信要求があったとき宛先アドレスまでの経路を探索する手段、

リンクの使用可能容量を、該リンクの最大使用可能容量から該リンクに流入する各フローの要求リンク使用量を差し引いて算出するリンクの使用可能容量算出手段、

ルーターのバッファ使用可能容量を、該ルーターの最大バッファ使用可能容量から該ルーターに流入する各フローの要求バッファ使用量を差し引いて算出するルーターのバッファ使用可能容量算出手段、

前記要求バッファ使用量を、フローが該ルーターに入力する際のバースト長として算出する要求バッファ使用量算出手段、
前記経路上の全ルーターのバッファ使用可能容量が前記要求バッファ使用量より大きく、かつ該経路上の全リンクの使用可能容量が前記要求リンク使用量より大きいとき該通信要求を受付けるものと決定する手段、
を備えたことを特徴とする帯域制御装置。

（付記２４） ルーターのバッファ使用可能容量と、ルーター間を接続するリンクの使用可能容量を監視し、通信要求があったとき宛先アドレスまでの経路上および関連の全ルーターのバッファ使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求バッファ使用量より大きく、かつ該経路上の全リンクの使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求リンク使用量より大きいとき該通信要求を受付けるパケット無損失ネットワークの帯域制御装置において、
通信要求があったとき宛先アドレスまでの経路を探索する手段、
リンクの使用可能容量を、該リンクの最大使用可能容量から該リンクに流入する各フローの要求リンク使用量を差し引いて算出するリンクの使用可能容量算出手段、
ルーターのバッファ使用可能容量を、該ルーターの最大バッファ使用可能容量から該ルーターに流入する各フローの要求バッファ使用量を差し引いて算出するルーターのバッファ使用可能容量算出手段、
申告フロー特性がバケツ速度とバケツ深さを規定するリーキィバケツ記述で特定され、かつ、全てのルーターがバースト成長抑圧機能を備えている場合、申告バケツ速度により前記要求リンク使用量を算出する要求リンク使用量算出手段、
申告バケツ深さと最大パケット長の和にパケット一括整形装置で必要なバッファ量を加えて前記要求バッファ使用量を算出する要求バッファ使用量算出手段、
前記経路上の全ルーターのバッファ使用可能容量が前記要求バッファ使用量より大きく、かつ該経路上の全リンクの使用可能容量が前記要求リンク使用量より大きいとき該通信要求を受付けるものと決定する手段、
を備えたことを特徴とする帯域制御装置。

（付記２５） ルーターのバッファ使用可能容量と、ルーター間を接続するリンクの使用可能容量を監視し、通信要求があったとき宛先アドレスまでの経路上の全ルーターのバッファ使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求バッファ使用量より大きく、かつ該経路上の全リンクの使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求リンク使用量より大きいとき該通信要求を受付ける過剰設計パケット無損失ネットワークの帯域制御装置において、
通信要求があったとき宛先アドレスまでの経路を探索する手段、
前記リンクの使用可能容量を、該リンクの最大使用可能容量から該リンクに流入する各フローの要求リンク使用量を差し引いて算出するリンクの使用可能容量算出手段、
前記ルーターのバッファ使用可能容量を、該ルーターの最大バッファ使用可能容量から該ルーターに流入する各フローの要求バッファ使用量を差し引いて算出するルーターのバッファ使用可能容量算出手段、
申告フロー特性がバケツ速度とバケツ深さを規定するリーキィバケツ記述で特定され、かつ、全てのルーターがバースト成長抑圧機能を備え流入フローに優先度をもうけない場合、前記要求リンク使用量を申告バケツ速度のα倍（αは１以上)として算出する要求リンク使用量算出手段、
申告バケツ深さと最大パケット長の和にα/（α－１）を乗じて前記要求バッファ使用量を算出する要求バッファ使用量算出手段、
前記経路上の全ルーターのバッファ使用可能容量が前記要求バッファ使用量より大きく、かつ該経路上の全リンクの使用可能容量が前記要求リンク使用量より大きいとき該通信要求を受付けるものと決定する手段、
を備えたことを特徴とする帯域制御装置。

（付記２６） パケットを伝送するネットワークにおいて、

送信元から通信要求があった時、申告フロー特性と送信元及び宛先のアドレスを付して受付け可否を問い合せ、通信可の場合、送信元からのパケットをネットワークに送出すると共に、ネットワークに流入するフロー特性が申告特性以下に強制する入力監視装置と、

ネットワークを構成するルーターのバッファ使用可能容量と、ルーター間を接続するリンクの使用可能容量を監視し、受付け可否の問い合せがあったとき、宛先アドレスまでの経路上の全ルーターのバッファ使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求バッファ使用量より大きく、かつ該経路上の全リンクの使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求リンク使用量より大きいとき該通信要求を受付ける帯域制御装置を備え、

該帯域制御装置は、

受付け可否の問い合せがあったとき、宛先アドレスまでの経路を探索する手段、

リンクの使用可能容量を、該リンクの最大使用可能容量から該リンクに流入する各フローの要求リンク使用量を差し引いて算出するリンクの使用可能容量算出手段、

ルーターのバッファ使用可能容量を、該ルーターの最大バッファ使用可能容量から該ルーターに流入する各フローの要求バッファ使用量を差し引いて算出するルーターのバッファ使用可能容量算出手段、

前記要求バッファ使用量を、フローが該ルーターに入力する際のバースト長として算出する要求バッファ使用量算出手段、

前記経路上の全ルーターのバッファ使用可能容量が前記要求バッファ使用量より大きく、かつ該経路上の全リンクの使用可能容量が前記要求リンク使用量より大きいとき該通信要求を受付けるものと決定する手段を備え、バッファ溢れによるパケット損失を防止することを特徴とするパケット無損失ネットワーク。

（付記２７）　パケットを伝送するネットワークにおいて、

送信元から通信要求があった時、申告フロー特性と送信元及び宛先のアドレスを付して受付け可否を問い合せ、通信可の場合、送信元からのパケットをネットワークに送出すると共に、ネットワークに流入するフロー特性が申告特性以下に強制する入力監視装置と、

ネットワークを構成するルーターのバッファ使用可能容量と、ルーター間を接続するリンクの使用可能容量を監視し、受付け可否の問い合せがあったとき、宛先アドレスまでの経路上および関連の全ルーターのバッファ使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求バッファ使用量より大きく、かつ該経路上の全リンクの使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求リンク使用量より大きいとき該通信要求を受付ける帯域制御装置を備え、

該帯域制御装置は、

受付け可否の問い合せがあったとき、宛先アドレスまでの経路を探索する手段、

リンクの使用可能容量を、該リンクの最大使用可能容量から該リンクに流入する各フローの要求リンク使用量を差し引いて算出するリンクの使用可能容量算出手段、

ルーターのバッファ使用可能容量を、該ルーターの最大バッファ使用可能容量から該ルーターに流入する各フローの要求バッファ使用量を差し引いて算出するルーターのバッファ使用可能容量算出手段、

申告フロー特性がバケツ速度とバケツ深さを規定するリーキィバケツ記述で特定され、かつ、全てのルーターがバースト成長抑圧機能を備えている場合、申告バケツ速度により前記要求リンク使用量を算出する要求リンク使用量算出手段、

申告バケツ深さと最大パケット長の和にパケット一括整形装置で必要なバッファ量を加えて前記要求バッファ使用量を算出する要求バッファ使用量算出手段、

前記経路上の全ルーターのバッファ使用可能容量が前記要求バッファ使用量より大きく、かつ該経路上の全リンクの使用可能容量が前記要求リンク使用量より大きいとき該通信要求を受付けるものと決定する手段を備え、バッファ溢れによるパケット損失を防止することを特徴とするパケット無損失ネットワーク。

（付記２８）　パケットを伝送する過剰設計ネットワークにおいて、

送信元から通信要求があった時、申告フロー特性と送信元及び宛先のアドレスを付して

受付け可否を問い合せ、通信可の場合、送信元からのパケットをネットワークに送出すると共に、ネットワークに流入するフロー特性が申告特性以下に強制する入力監視装置と、送信元から通信要求があった時、申告フロー特性と送信元及び宛先のアドレスを付して受付け可否を問い合せ、通信可の場合、送信元からのパケットを、ネットワークを構成するルーターに送出する入力監視装置と、

ネットワークを構成するルーターのバッファ使用可能容量と、ルーター間を接続するリンクの使用可能容量を監視し、受付け可否の問い合せがあったとき、宛先アドレスまでの経路上の全ルーターのバッファ使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求バッファ使用量より大きく、かつ該経路上の全リンクの使用可能容量が該通信要求の申告フロー特性により定まる要求リンク使用量より大きいとき該通信要求を受付ける帯域制御装置を備え、　該帯域制御装置は、

受付け可否の問い合せがあったとき、宛先アドレスまでの経路を探索する手段、

前記リンクの使用可能容量を、該リンクの最大使用可能容量から該リンクに流入する各フローの要求リンク使用量を差し引いて算出するリンクの使用可能容量算出手段、

前記ルーターのバッファ使用可能容量を、該ルーターの最大バッファ使用可能容量から該ルーターに流入する各フローの要求バッファ使用量を差し引いて算出するルーターのバッファ使用可能容量算出手段、

申告フロー特性がバケツ速度とバケツ深さを規定するリーキィバケツ記述で特定され、かつ、全てのルーターがバースト成長抑圧機能を備え流入フローに優先度をもうけない場合、前記要求リンク使用量を申告バケツ速度のα倍（αは１以上)として算出する要求リンク使用量算出手段、

申告バケツ深さと最大パケット長の和にα/（α－１）を乗じて前記要求バッファ使用量を算出する要求バッファ使用量算出手段、

前記経路上の全ルーターのバッファ使用可能容量が前記要求バッファ使用量より大きく、かつ該経路上の全リンクの使用可能容量が前記要求リンク使用量より大きいとき該通信要求を受付けるものと決定する手段、

を備え、バッファ溢れによるパケット損失を防止することを特徴とするパケット無損失ネットワーク。

（付記２９）　前記入力監視装置は、次のパケット到着予想時刻を計算し、該時刻を越えてもパケットを受信しない場合には通信終了を帯域制御装置に通知し、

前記帯域制御装置の前記リンク使用可能容量算出手段は、前記リンク使用可能容量に通信終了に応じたフローの前記要求リンク使用量を加算して該リンク使用可能容量を更新し、前記バッファ使用可能容量算出手段は、前記バッファ使用可能容量に通信終了に応じたフローの前記要求バッファ使用量を加算して該バッファ使用可能容量を更新する、

ことを特徴とする請求項２６乃至２８記載のパケット無損失ネットワーク。

【図面の簡単な説明】

【００５１】

【図１】本発明のバースト長の成長を抑圧するパケット一括整形装置の概略説明図である。

【図２】バースト長の成長抑圧原理説明図である。

【図３】本発明のバースト長の成長抑圧を行なうパケット一括整形装置の構成図である。

【図４】本発明のパケット整形処理フローである。

【図５】パケット一括整形装置の出力形態説明図である。

【図６】パケットでなくパケット出力時刻T_{OUT}とパケット到着予想時刻PATMを出力する方法を実現するパケット一括整形装置の構成図である。

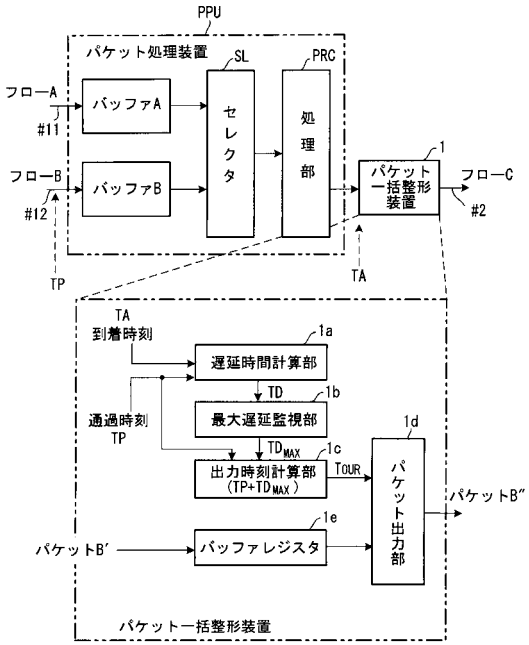
【図７】同時に複数のフローのパケット整形を実施するパケット一括整形装置の説明図である。

【図８】複数の通信デバイスにおいて生じたバースト成長を抑圧する場合の説明図である。

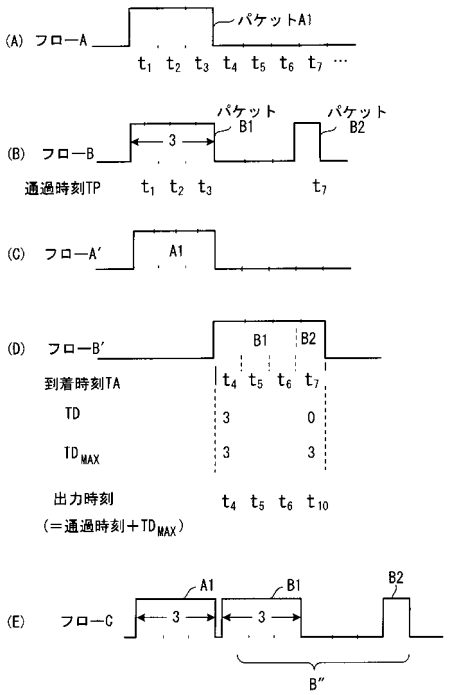
【図９】フロークラス（QoS優先度）毎にパケット整形する場合の優先パケット一括整形

装置の構成図である。
【図１０】パケットフォーマット例である。
【図１１】パケット制御表PCTBの例である。
【図１２】バースト成長を抑圧するルーターの処理フローである。
【図１３】パケット一括整形装置の変形例である。
【図１４】本発明のパケット無損失ネットワークの構成図である。
【図１５】リーキィバケツ記述の説明図である。
【図１６】フロー制御表FCTBの例である。
【図１７】ネットワークを構成する全リンク、ネットワーク内の全ルーター設備容量を管理するテーブルCPTBの例である。
【図１８】フローの通信経路テーブルPTTBの例である。
【図１９】経路情報テーブルである。
【図２０】送信ホストから通信要求が出された場合における入力監視装置の通信開始要求処理フローである。
【図２１】入力監視装置の通信中処理フローである。
【図２２】帯域制御装置のサービス開始処理フローである。
【図２３】帯域制御装置の受付け制御処理フローである。
【図２４】過剰設計ネットワークの説明図である。
【図２５】帯域制御装置の通信終了処理フローである。
【図２６】帯域制御装置の設備変更処理フローである。
【図２７】バースト成長を説明する従来のパケット処理装置の構成図である。
【図２８】バースト成長説明図である。
【符号の説明】
【００５２】
１，２　パケット整形装置
１ａ　遅延時間計算部
１ｂ　最大遅延監視部
１ｃ　出力時刻計算部
１ｄ　パケット出力部
１ｅ　バッファレジスタ
ＰＰＵ　パケット処理装置

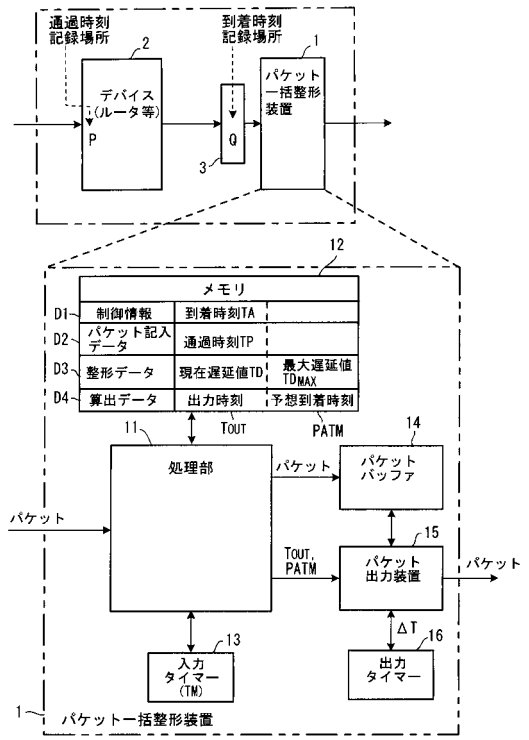
【図１】


PPU
パケット処理装置
SL
PRC
フローA
#11
バッファA
フローB
#12
バッファB
セレクタ
処理部
パケット一括整形装置
1
フローC
#2
TP
TA
TA
到着時刻
1a
遅延時間計算部
TD
1b
最大遅延監視部
通過時刻
TP
TDMAX
1c
出力時刻計算部
(TP+TDMAX)
TOUR
1d
パケット出力部
パケットB″
パケットB′
1e
バッファレジスタ
パケット一括整形装置

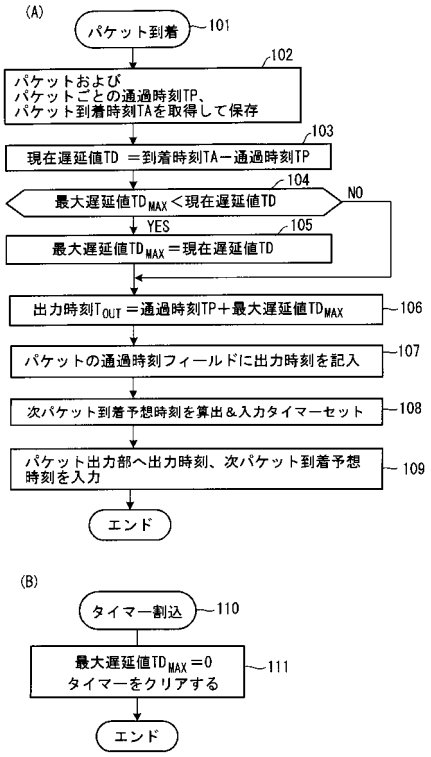
【図２】


(A) フローA
パケットA1
t1 t2 t3 t4 t5 t6 t7 …
(B) フローB
パケット B1
パケット B2
3
通過時刻TP
t1 t2 t3
t7
(C) フローA′
A1
(D) フローB′
B1
B2
到着時刻TA
t4 t5 t6 t7
TD
3
0
TDMAX
3
3
出力時刻
t4 t5 t6 t10
(＝通過時刻＋TDMAX)
(E) フローC
A1
B1
B2
3
3
B″

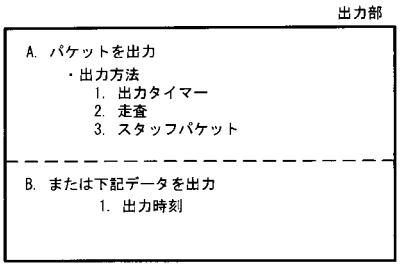
【図３】


通過時刻
記録場所
到着時刻
記録場所
2
1
デバイス
(ルータ等)
P
Q
3
パケット一括整形装置
12
メモリ
D1
制御情報
到着時刻TA
D2
パケット記入データ
通過時刻TP
D3
整形データ
現在遅延値TD
最大遅延値TDMAX
D4
算出データ
出力時刻
予想到着時刻
TOUT
PATM
11
処理部
パケット
パケットバッファ
14
パケット
15
TOUT,
PATM
パケット出力装置
パケット
ΔT
13
入力タイマー(TM)
16
出力タイマー
1
パケット一括整形装置

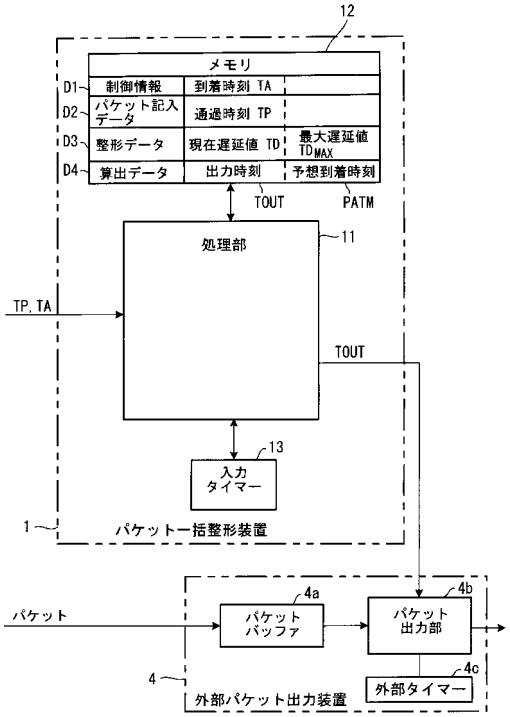
【図４】


(A)
パケット到着
101
102
パケットおよびパケットごとの通過時刻TP、パケット到着時刻TAを取得して保存
103
現在遅延値TD ＝到着時刻TA－通過時刻TP
104
最大遅延値TDMAX＜現在遅延値TD
NO
YES
105
最大遅延値TDMAX＝現在遅延値TD
出力時刻TOUT＝通過時刻TP＋最大遅延値TDMAX
106
パケットの通過時刻フィールドに出力時刻を記入
107
次パケット到着予想時刻を算出＆入力タイマーセット
108
パケット出力部へ出力時刻、次パケット到着予想時刻を入力
109
エンド
(B)
タイマー割込
110
最大遅延値TDMAX＝0
タイマーをクリアする
111
エンド

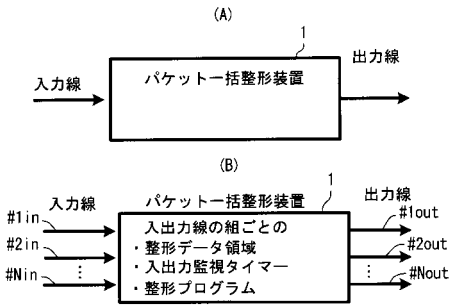
【図５】


出力部
A. パケットを出力
・出力方法
1. 出力タイマー
2. 走査
3. スタッフパケット
B. または下記データを出力
1. 出力時刻

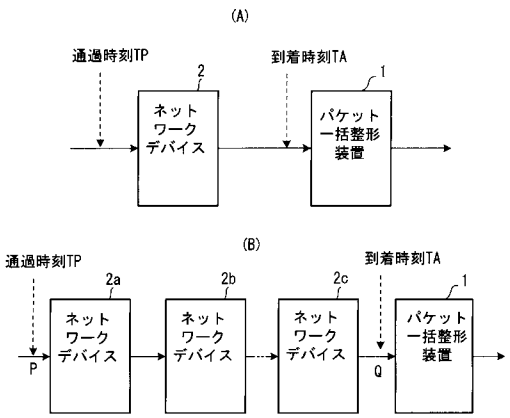
【図６】


12
メモリ
D1
制御情報
到着時刻 TA
D2
パケット記入データ
通過時刻 TP
D3
整形データ
現在遅延値 TD
最大遅延値 TDMAX
D4
算出データ
出力時刻
予想到着時刻
TOUT
PATM
処理部
11
TP, TA
TOUT
13
入力タイマー
1
パケット一括整形装置
パケット
4a
パケットバッファ
4b
パケット出力部
4c
外部タイマー
4
外部パケット出力装置

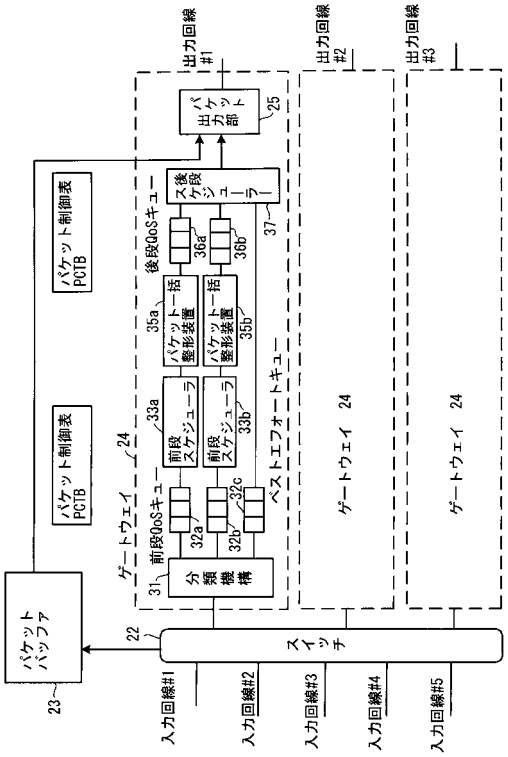
【図７】


(A)
1
入力線
パケット一括整形装置
出力線
(B)
入力線
パケット一括整形装置
1
出力線
#1in
#2in
#Nin
入出力線の組ごとの
・整形データ領域
・入出力監視タイマー
・整形プログラム
#1out
#2out
#Nout

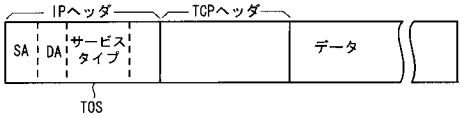
【図８】


(A)
通過時刻TP
到着時刻TA
2
ネットワークデバイス
1
パケット一括整形装置
(B)
通過時刻TP
到着時刻TA
2a
2b
2c
1
ネットワークデバイス
ネットワークデバイス
ネットワークデバイス
パケット一括整形装置
P
Q

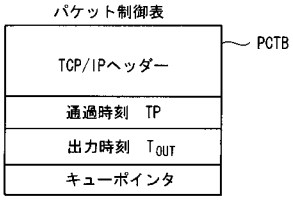
【図９】


出力回線#1
出力回線#2
出力回線#3
パケット出力部
25
パケット制御表PCTB
後段QoSキュー
スケジューラ
後段
37
36a
36b
35a
35b
パケット一括整形装置
パケット一括整形装置
ベストエフォートキュー
ゲートウェイ 24
ゲートウェイ 24
パケット制御表PCTB
33a
33b
前段スケジューラ
前段スケジューラ
24
前段QoSキュー
32a
32b
32c
31
分類機構
パケットバッファ
23
22
スイッチ
入力回線#1
入力回線#2
入力回線#3
入力回線#4
入力回線#5

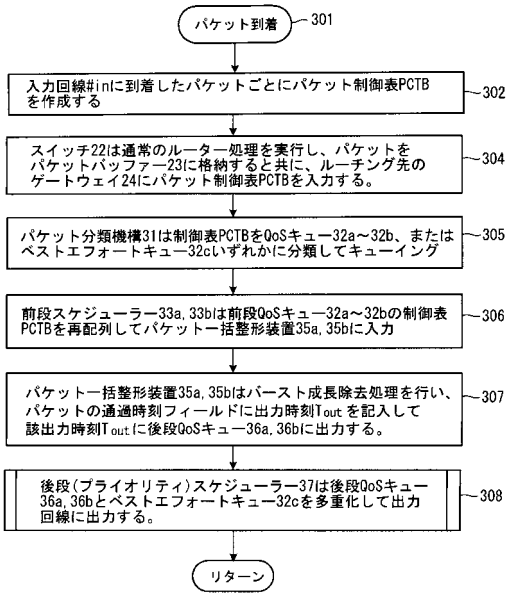
【図１０】



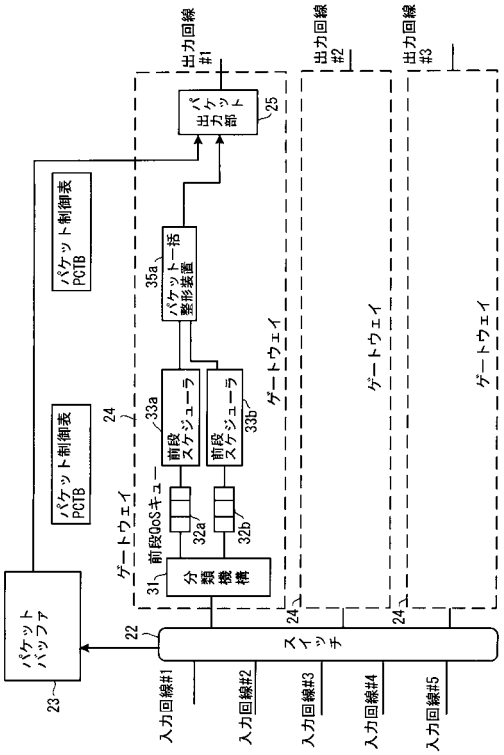
【図１１】



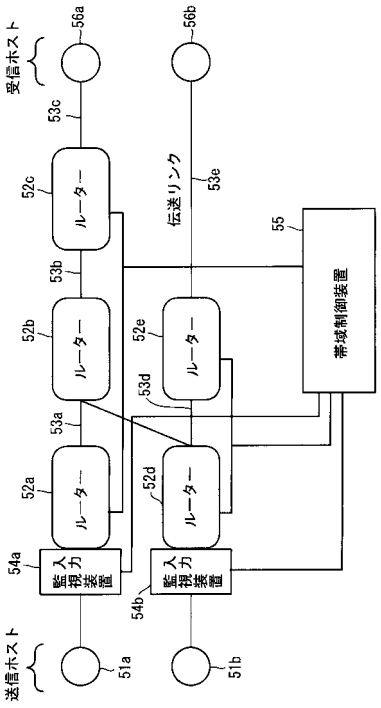
【図１２】



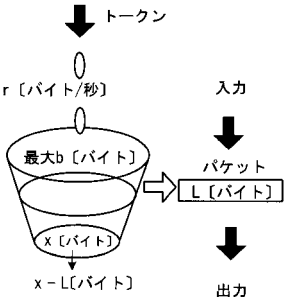
【図１３】



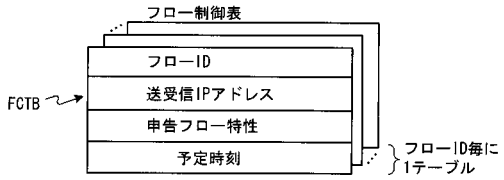
【図１４】



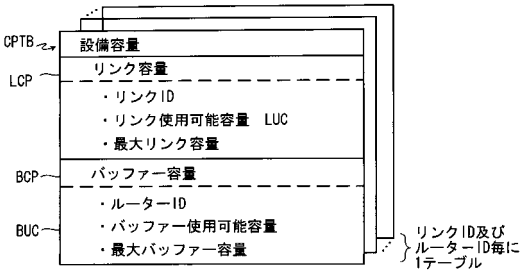
【図１５】



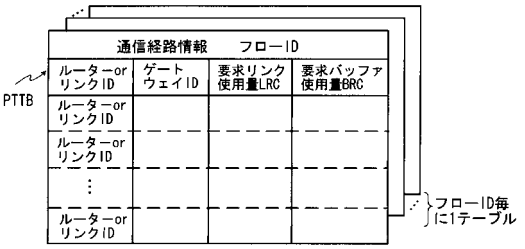
【図１６】



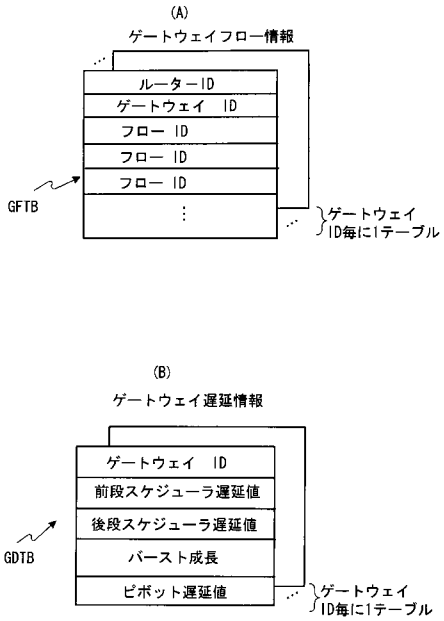
【図１７】



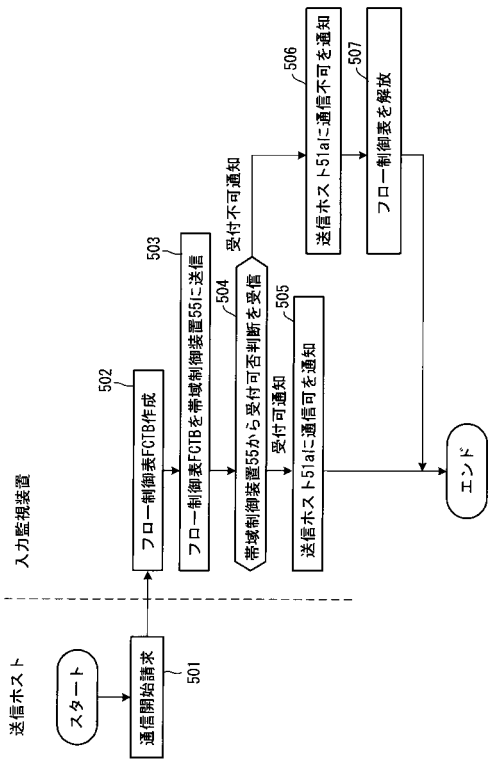
【図１８】



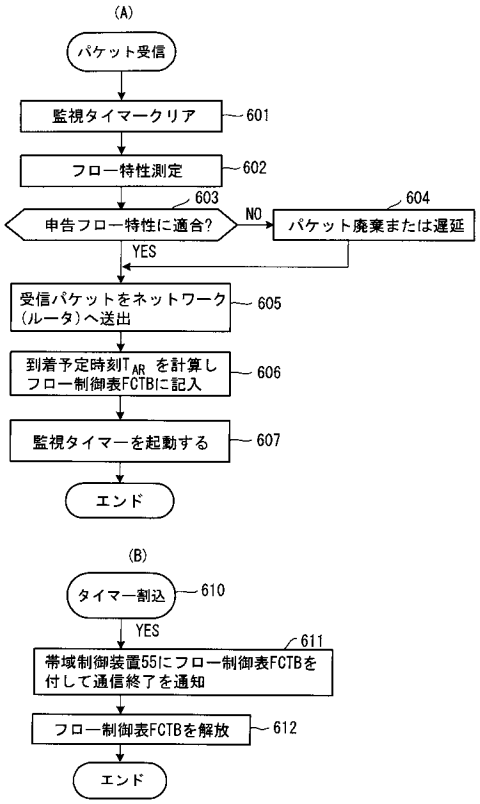
【図１９】



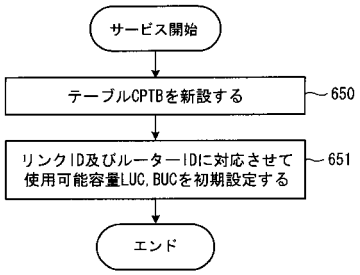
【図２０】



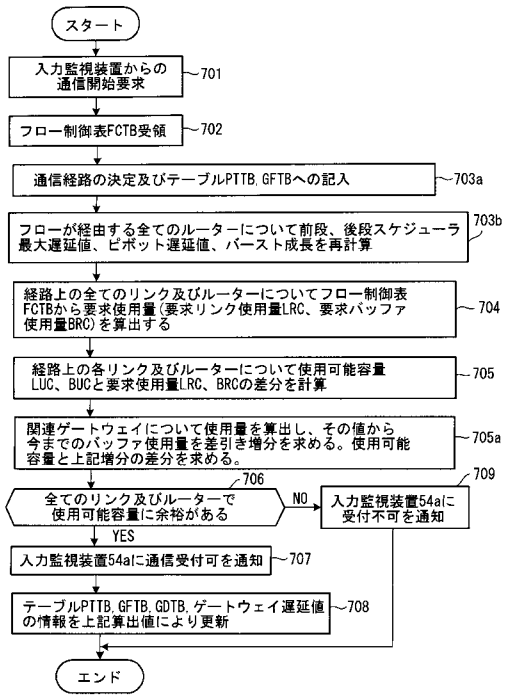
【図２１】



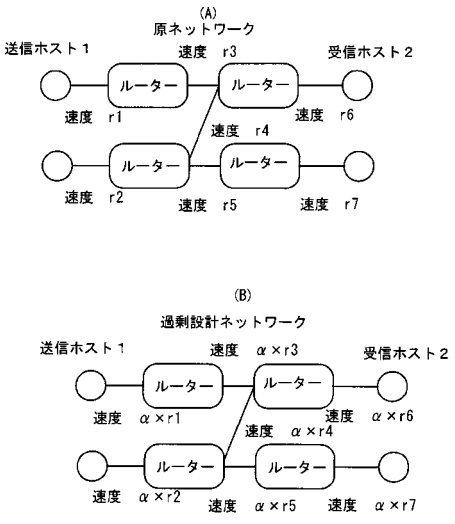
【図２２】



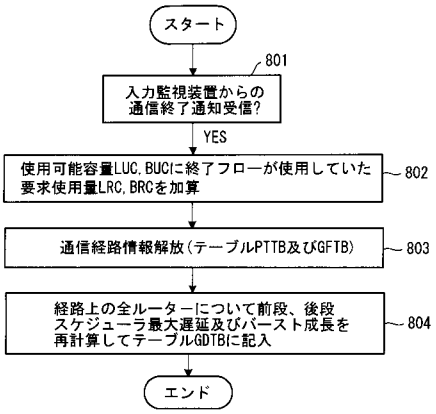
【図２３】



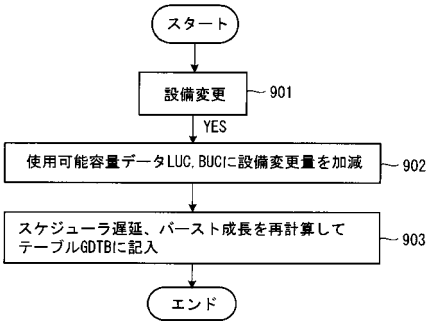
【図２４】



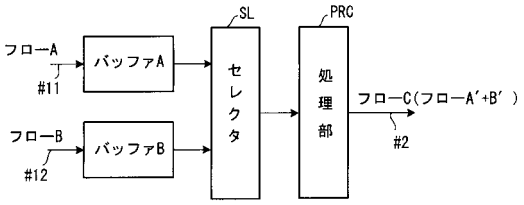
【図２５】



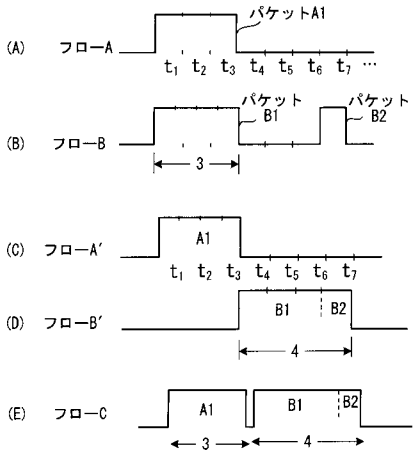
【図２６】



【図２７】



【図２８】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００２－３１４５９５（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－３００２００（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－１６０８３０（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－２９７１１０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｌ １２