

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3686493号
(P3686493)

(45) 発行日 平成17年8月24日(2005.8.24)

(24) 登録日 平成17年6月10日(2005.6.10)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H04L 12/28

H04L 11/20

G

H04L 12/26

H04Q 3/00

H04Q 3/00

H04L 11/12

請求項の数 4 (全 48 頁)

(21) 出願番号	特願平9-38854	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社
(22) 出願日	平成9年2月24日(1997.2.24)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(65) 公開番号	特開平10-79750	(74) 代理人	100074099 弁理士 大菅 義之
(43) 公開日	平成10年3月24日(1998.3.24)		100067987 弁理士 久木元 彰
審査請求日	平成15年4月25日(2003.4.25)	(72) 発明者	仲道 耕二
(31) 優先権主張番号	特願平8-50060		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
(32) 優先日	平成8年3月7日(1996.3.7)	(72) 発明者	宗宮 利夫
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		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
(31) 優先権主張番号	特願平8-51517		
(32) 優先日	平成8年3月8日(1996.3.8)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願平8-183517		
(32) 優先日	平成8年7月12日(1996.7.12)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ATM交換機におけるフィードバック制御方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

網の状態に応じて端末のセル送出間隔の制御を行う交換機による遅延時間の計測方法であって、

該網において第1の方向に流れる第1の制御セルを検出するステップと、

検出した該第1の制御セルの到着時刻とコネクション識別情報とを記憶するステップと

、
該第1の方向と逆方向である第2の方向に流れる制御セルであって、記憶した該コネクション識別情報と同じコネクション識別情報を有する第2の制御セルが到着したとき、該第2の制御セルの到着時刻を求めるステップと、

該第2の制御セルの到着時刻から該第1の制御セルの到着時刻を減算することによって、制御セルが交換機に到着してから端末で折り返されて再び該交換機に達するまでにかかる往復遅延時間を算出するステップと、

コネクションが端末間で双方向に設定されている場合、一方向のコネクションに関する前記往復遅延時間をN(Nは任意の整数)回計測するステップと、

該計測した往復遅延時間の最大値および最小値を、それぞれ他方向のコネクションに対してセル流量監視制御で使用する遅延パラメタの最大値および最小値として設定するステップと、

を含む遅延時間計測方法。

【請求項2】

10

20

網の状態に応じて端末のセル送出間隔の制御を行う交換機による遅延時間の計測方法であって、

該網において第1の方向に流れる第1の制御セルを検出するステップと、
検出した該第1の制御セルの到着時刻とコネクション識別情報とを記憶するステップと

、
該第1の方向と逆方向である第2の方向に流れる制御セルであって、記憶した該コネクション識別情報と同じコネクション識別情報を有する第2の制御セルが到着したとき、該第2の制御セルの到着時刻を求めるステップと、

該第2の制御セルの到着時刻から該第1の制御セルの到着時刻を減算することによって、制御セルが交換機に到着してから端末で折り返されて再び該交換機に達するまでにかかる往復遅延時間を算出するステップと、

コネクションが端末間で双方向に設定されている場合、一方向のコネクションに関する前記往復遅延時間を1回計測するステップと、

該計測した往復遅延時間の値を平均とする指数分布から算出された往復遅延時間の最大値および最小値を、それぞれ他方向のコネクションに対してセル流量監視制御で使用する遅延パラメタの最大値および最小値として設定するステップと、

を含む遅延時間計測方法。

【請求項3】

網の状態に応じて端末のセル送出間隔の制御を行う交換機であって、

該網において第1の方向に流れる制御セルを検出する第1の検出手段と、

該第1の検出手段が検出した第1の制御セルの到着時刻とコネクション識別情報とを記憶する記憶手段と、

該網において第2の方向に流れる第2の制御セルを検出する第2の検出手段と、該第2の制御セルのコネクション識別情報が該記憶手段に記憶されている該第1の制御セルの該コネクション識別情報と一致する場合、該第2の制御セルの到着時刻から該第1の制御セルの到着時刻を減算して、制御セルが交換機に到着してから端末で折り返されて再び該交換機に達するまでにかかる往復遅延時間を算出する算出手段と、

コネクションが端末間で双方向に設定されている場合、一方向のコネクションに関する前記往復遅延時間をN（Nは任意の整数）回計測し、該計測した往復遅延時間の値の最大値および最小値を、それぞれ他方向のコネクションに対してセル流量監視制御で使用する遅延パラメタの最大値および最小値として設定するパラメタ制御手段と、

を備えた交換機。

【請求項4】

網の状態に応じて端末のセル送出間隔の制御を行う交換機であって、

該網において第1の方向に流れる制御セルを検出する第1の検出手段と、

該第1の検出手段が検出した第1の制御セルの到着時刻とコネクション識別情報とを記憶する記憶手段と、

該網において第2の方向に流れる第2の制御セルを検出する第2の検出手段と、

該第2の制御セルのコネクション識別情報が該記憶手段に記憶されている該第1の制御セルの該コネクション識別情報と一致する場合、該第2の制御セルの到着時刻から該第1の制御セルの到着時刻を減算して、制御セルが交換機に到着してから端末で折り返されて再び該交換機に達するまでにかかる往復遅延時間を算出する算出手段と、

コネクションが端末間で双方向で設定されている場合、一方向のコネクションに関する前記往復遅延時間を計測し、該計測した往復遅延時間の値を平均とする指数分布から算出された往復遅延時間の最大値および最小値を、それぞれ他方向のコネクションに対してセル流量監視制御で使用する遅延パラメタの最大値および最小値として設定するパラメタ制御手段と、

を備えた交換機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

20

30

40

50

【発明の属する技術分野】

本発明は、A B R (Available Bit Rate) 通信サービスにおける、フィードバック制御に基づく輻輳の回避技術に関する。

【 0 0 0 2 】**【従来の技術】**

現在、A T M ForumやI T U - Tにおいて、A T M (Asynchronous Transfer Mode) 方式によるデータ交換技術をL A N (ローカルエリアネットワーク) やW A N (ワイドエリアネットワーク) 等の高速データ通信網へ適用するためのサービス方式として、A B R サービスと呼ばれるサービスが提案されている。このA B R サービスでは、輻輳情報が交換機から送信端末にフィードバックされることにより、輻輳を回避することが可能である。より具体的には、A B R サービスは、交換機が網リソースの使用状況を監視しながら送信端末の送信レートを変更させることにより、網の効率的運用を図り、かつ網の輻輳を回避し、セル損失を回避する網サービスである。以下に、A B R サービスについて説明する。

10

< A B R サービス >

A B R サービスを利用した通信においては、網リソースの情報を端末に通知するために、リソース管理セル (Resource Management Cell : R Mセル) が使用される。送信端末は、一定個数のユーザデータセルを送出する毎に、R Mセルを送出する。そのR Mセルは、A T M網を経て受信端末に達し、そこで折り返されて再び送信端末に戻ってくる。

【 0 0 0 3 】

図44はR Mセルのフォーマットの説明図である。図に示すように、R Mセルはユーザセルと同様、5バイト (あるいはオクテット) のヘッダと48バイトのペイロードとから構成される。

20

【 0 0 0 4 】

このヘッダの中のG F C / V P Iフィールドは、U N I (ユーザ・ネットワーク・インタフェース) においてはG F C (一般的フロー制御) 用のフィールドとして用いられ、N N I (ネットワーク・ノード・インタフェース) においてはV P I (仮想パス識別子) 用フィールドの一部として用いられる。従って、仮想パス識別子V P Iは、U N Iの時には8ビット、N N Iの時には12ビット構成となる。さらにこのヘッダにおいて、V C Iは16ビット構成の仮想チャンネル識別子を表し、P Tは3ビット構成のペイロードタイプを表している。このペイロードタイプは、例えば“ 0 0 0 ”によって輻輳無しのユーザセルを示し、“ 1 1 0 ”によってR Mセルを示す。又C L Pは1ビット構成のセル損失優先表示を、H E Rは8ビット構成のヘッダ誤り制御を示す。

30

【 0 0 0 5 】

R Mセルの48バイトのペイロードにおいて、1バイト構成の「R M P R O T O C O L I D」はR Mプロトコル識別子であり、1ビット構成のD I Rは方向 (Direction) 指示ビットである。D I Rは、これが“ 0 ”のときF - R Mセル (順方向R Mセル) を表し、“ 1 ”のときはB - R Mセル (逆方向R Mセル) を示す。又1ビット構成のB NはA T M網の交換機或いは受信端末において生成されたB - R Mセルを示す逆方向輻輳通知ビット (Backward Explicit Congestion Notification) を示し、1ビット構成のC Iは輻輳表示 (Congestion Indication) ビットであり、1ビット構成のN Iはセルレート非増加 (No increase) ビットを、1ビット構成のR AはA B Rサービスに於いては使用されない要求肯定 (Request Acknowledge) 応答ビットを、3ビット構成のR e sは未使用ビットを示している。

40

【 0 0 0 6 】

さらに、2バイト構成のE Rは明示的指示セルレート (Explicit cell Rate)、2バイトのC C Rは現在のセルレート (Curent Cell Rate)、2バイト構成のM C Rはコネクション設定時に申告するミニマムセルレート (Minimum Cell Rate)、4バイト構成のQ LはA T M Forum規定のA B Rに於いては使用されないキューレングス (Queue Length)、4バイト構成のS Nはシーケンス番号 (Sequence Number)、30バイト + 6ビット構成の

50

R e s は未使用ビット、10ビット構成のCRCは巡回符号チェックビットである。

【0007】

ATM網内のATM交換機は、交換機を通過するRMセルに対して、交換機内のリソース情報（帯域情報、輻輳情報）を書き込むことにより、網側の情報を送信端末に通知する。帯域情報や輻輳情報等が書き込まれたRMセルを受信した送信端末は、それらの情報に従って自身の許可セルレートACR (Allowed Cell Rate)を再計算し、ACR以下のレートで通信を行う。

【0008】

また、送信端末は、通信開始時において、最大送信レートであるピークセルレートPCR (Peak Cell Rate)、及び最低要求レートである最小セルレートMCR (Minumum Cell Rate)を網に申告、交渉する。送信端末は、交渉の結果決定したPCRを超えたレートで、ATMセル（以下、単にセルという）を送出することはできない。また、ATM網は、送信端末に対し、交渉の結果決定したMCR以上のレートを保証する。従って、送信端末における許可セルレートACRは、MCR以上PCR以下の範囲で変動する（MCR ACR PCR）。

10

【0009】

これらの動作によって、ATM網側は、輻輳の回避及び輻輳からの回復を図ることが可能となり、端末側にとっては、網のリソースが空いている場合には高い送信レートでセルを送信できる。

< ABR 端末の動作 >

20

ABRサービスを利用して通信する送信端末（ABR送信端末）及び受信端末（ABR受信端末）の動作は、ATM Forumで標準化の対象となっている。以下に、これらの端末の主な動作について簡単に説明する。

ABR送信端末：

送信端末は、各時点における許可セルレートACR以下のレートで、セルを送出する。その際、ABR送信端末は、一定個数（ $N_{rm} - 1$ ）個のユーザデータセルを送出する毎に、RMセルを1個送受する。送信端末がRMセルを受信した場合、RMセル中の輻輳表示ビットであるCI (Congestion Indicator) ビットが0（非輻輳）に設定されていたならば、送信端末はACRの値を一定値だけ増加させる。また、CIビットが1（輻輳）に設定されていたならば、送信端末はACRの値を一定値だけ減少させる。更に、送信端末は、上記動作と同時に、RMセル中に書き込まれている明示的指示レートER (Explicit Rate)と先に再計算したACRとの大小を比較し、小さい方の値を新たなACRとする。ただしこの時、ACRの値は、MCR ACR PCRの範囲内でなければならない。

30

【0010】

送信端末がF-RMセルを送出する時は、RMセルの明示的指示セルレートERのフィールドに呼設定時にユーザが申告したピークセルレートPCRを設定し、又現セルレートCCRのフィールドに許容セルレートACRを設定し、ミニマムセルレートMCRのフィールドにミニマムセルレートMCRを設定する。

【0011】

又送信端末はB-RMセルを受信した場合、輻輳表示ビットCIが輻輳無しを示し且つセルレート非増加ビットNIがセルレート増加可を示す時は、ピークセルレートPCRを超えない範囲で、或る一定の規則に従ってセルレートを上げることができる。又輻輳表示ビットCIが輻輳有りを示す時は、ミニマムセルレートMCRを下回らない範囲で、或る一定の規則に従ってセルレートを下げるものである。従って、送信端末の許容セルレートACRはMCR ACR PCRの範囲で変更され、ATM網に輻輳が発生しない場合は、ピークセルレートPCRあるいはその近傍のセルレートにより送信がおこなわれる。

40

ABR受信端末：

受信端末は、送信側から転送されてきたユーザデータセルを終端すると共に、受信したRMセルを折り返して送信端末に向けて送信する。このとき、受信端末は、RMセルの受信の直前に受信したユーザデータセル中に輻輳を表すEFCI (Explicit Forward Congest

50

ion Indication：明示的前方輻輳表示)ビットが1に設定されていると、折り返すRMセル中の輻輳表示ビットCIを1に設定し、そのRMセルを送出する。

< ATM交換機の動作 >

ABRサービスを実現するATM網側の動作、つまりATM交換機の動作は、おおよそ大別して2種類あり、それぞれEF CIモード及びERモードと呼ばれる。

【0012】

EF CIモードの交換機は、輻輳時に、そのATM交換機を通過するユーザデータセル中のEF CIビットを設定する。これにより交換機内の輻輳を受信端末に通知することができ、受信端末において前述したようにCIビットを設定したRMセルを折り返すことにより、送信端末に輻輳を通知することができる。

10

【0013】

ERモードの交換機は、交換機内の輻輳常態や空帯域に基づいて端末が送信できるレートを計算し、送信端末側に送信を許すレートである明示的指示レートERを計算し、そのレートをATM交換機を順方向(送信側 受信側)或いは逆方向(受信側 送信側)に通過するRMセルのERフィールドに書き込む。これによって交換機は端末に対して直接レートを指示することが可能となり、よりきめこまかいレート制御をおこなうことができる。

【0014】

更に、EF CIモードとERモードに関係なく、交換機は端末から送出されているRMセルとは別に、交換機自身がRMセルを生成して送信端末側に送り出すことも可能である。その際、ATM交換機は、自身の輻輳常態や空帯域に応じて、RMセル中のCIビットを設定したり、計算した明示的レートERをRMセル中に書き込むことができる。

20

【0015】

以上の動作がATM交換機の動作としてATM Forumで標準化の対象となっているが、具体的な制御方式や実装方法に関しては標準化の対象外である。例えば、ATM交換機内での輻輳状態の検出方法、或いは、明示的指示レートERの計算アルゴリズムは、標準化の対象外である。

【0016】

またATM網では、個々のユーザに対する通信品質を保証するために、網の入り口における網-端末インタフェースであるUNI(User Network Interface)において各ユーザからのセル流量を監視して、許容された流量以上のセルが送出されている場合にはそれらの違反セルに対して廃棄等の処理を行うUPC(Usage Parameter Control)が必須の機能となる。

30

【0017】

違反セルの網への流入を許した場合、通信路にセルが大量に流入するために輻輳が発生し、このユーザのみならず他のユーザの通信品質までも保証できなくなる恐れがある。特にABR通信では、呼設定時にユーザと網との間で契約したセル流量の他に、RMセルによって網から指示されたレートをユーザ側が守っているか否かをも監視する必要があるため、UPCにおける監視レートをRMセルの内容に従って動的に変化させる必要がある。

【0018】

UPCでは監視レートを変更する場合、交換機がERや輻輳表示をRMセルに書き込んだ後、直ちに監視レートを変更してはならない。これは、RMセルが送信端末に到着し、送信端末が受信セルの内容に従ってACRを変更し、その後送信されるセルがATM交換機に達するまでにはその分時間がかかり、それが遅延時間となるためである。したがってその往復遅延分だけ待ってから、監視レートを変更する必要がある。

40

【0019】

そこで、ABR通信を行うATM交換機においては、UPCに必要とされる遅延時間を計測するための遅延時間計測が必要となる。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】

ABR通信では、UNIにおいて監視するレートに応じてRMセル内に書き込むERを変

50

更する際、上記の遅延時間分だけ待ってから監視レートを変更する必要がある。

【0021】

ユーザ側が交換機からの指示に従っているときに誤ってUPCにおいてセルを違反と判定することができるだけ避けるために、UPCでは監視レートを下げる場合には遅延時間の最大値 2 に従ってレート変更を行ない、監視レートを上げる場合には遅延時間の最小値 3 によってレート変更を行うことが、ATMフォーラムやITU-Tにおいて検討されている。

【0022】

これらの遅延時間を実測する場合、交換機側から送信端末に戻ってきたRMセルはこの送信端末において終端されるので、交換機から送信端末までのセルの伝播時間と、送信端末から送出されたセルが交換機に達するまでの伝播時間の和を上記遅延時間として用いることが考えられる。

10

【0023】

しかしながら、この値を正確な遅延時間と呼ぶためには、送信端末側と交換機側にある遅延を測るためのクロックの位相が高い精度で一致していることが必要であるが、これを実現することは非常に困難であるという問題がある。

【0024】

またATM交換システムにおいてABRサービスを機能させるためには、以下の2点の問題を解決しなければならない。

問題点1：上述のように、ABR端末の動作は標準化の対象であるが、ATM交換機の具体的な動作は標準化の対象外である。従って、ATM交換機がABRサービスをサポートするためには、ATM交換機は、上述したEFCIモード或いはERモードの動作を実現するための制御機能を実装する必要がある。従って、従来のATM交換機には無かった新たな制御機能が必要となる。

20

【0025】

問題点2：大規模なATM交換システムでは、ATMスイッチ内の交換速度が非常に高速なため、明示的指示レートERの計算/変更機能を全てのバッファ箇所にインプリメントすることは困難である。

【0026】

本発明は上述のような課題を解決しようとするものであって、まず、UPCに設定する遅延パラメータとして適切な値を設定することにより、ABR通信において送信端末から網に流入するセル流の正確な監視を行うことが可能となる遅延時間計測方式を提供することを目的としている。また本発明は、輻輳を回避すると共に回線使用効率を向上することのできるABR制御方法及びABR制御装置を提供することを目的とする。さらに本発明は、大規模ATM交換システム等においてもABRサービスを収容可能とするための具体的なABR制御機能を提供することを目的としている。

30

【0027】

【課題を解決するための手段】

図1は、本発明のATM交換システムの構成例を示したものであって、1はATM網、2と3はATM交換機、AとBはそれぞれATM交換機2と3に対応するABR端末である。この図は、ATM交換機2とABR端末Aとの間の遅延を計測する場合を示しており、4はABR端末Aに対応するUNIにおけるABR用UPC装置、5は遅延時間の計測を行う遅延時間計測部である。

40

【0028】

ABR端末AとBに関して、双方向のABRコネクション#1および#2が存在する場合、正方向のコネクション#1に関する遅延時間 $T_1 + T_2$ を計測するために、逆方向のABRコネクション#2を利用する。ここで、遅延時間 T_1 は遅延時間計測部5からABR端末Aまでの伝播時間、遅延時間 T_2 はABR端末Aから遅延時間計測部5までの伝播時間である。ここでは、コネクション#2のあるRMセルが遅延時間計測機能部5を通過してからABR端末Aで折り返されて再び遅延時間計測部5に達するまでの時間 T_3 を、コ

50

ネクション# 1 に対して求める遅延時間とする。

【0029】

本発明においては、RMセルが遅延時間計測部5を最初に通過した時刻 T_a を記憶しておき、対向する端末で折り返されて再び遅延時間計測部5で検出された時刻を T_b として、 $T_a - T_b$ を計算して遅延時間(往復遅延時間)を求める。この際、検出したRMセルが同一のRMセルであることを確認するために、RMセル中のシーケンス番号(Sequence Number : SN)を用いる。

【0030】

このSNは送信端末で設定され、受信端末で変更されないことが、ITU-TおよびATMフォーラムにおいて規定されている。従って、このSNが一致していることをもって同一のRMセルであることを確認できる。

【0031】

以下、本発明の課題を解決するための具体的手段を述べる。

(1) ABRサービスを行うATM網1において、交換機2の遅延時間計測部5によって網からの順方向RMセルを検出したとき、まずその到着時刻 T_a とともにコネクション識別子とシーケンス番号とを記憶し、次に記憶したものと同一コネクション識別子とシーケンス番号とを有する逆方向RMセルが到着したとき、その到着時刻 T_b を求める。そして到着時刻 T_b から記憶した到着時刻 T_a を減算することによって、RMセルが交換機2に到着してから対向する受信側ABR端末Aで折り返されて再び交換機2に達するまでの往復遅延時間 T を算出する。

(2) (1)の場合に、ABRコネクションが端末間で双方向で設定されている場合、一方のABRコネクションに関する往復遅延時間 T を N (N は任意の整数)回計測し、この計測値の最大値および最小値を、それぞれ他方向のABRコネクションに対する、UPCで使用する遅延パラメタの最大値 2 および最小値 3 として設定する。

(3) (1)の場合に、ABRコネクションが端末間で双方向で設定されている場合、一方のABRコネクションに関する往復遅延時間 T を1回計測し、この計測値を平均とする指数分布から算出された往復遅延時間の最大値および最小値を、それぞれ他方向のABRコネクションに対する、UPCで使用する遅延パラメタの最大値 2 および最小値 3 として設定する。

【0032】

本発明のABR制御方法は、(1)送信許可レートを送信端末に通知するATM網に於けるABR制御方法であって、観測期間中に1個以上のセルが到着するアクティブコネクションの数を出方路に対して求め、この出方路の帯域を前記アクティブコネクション数により除算した値を送信許可レートとして、送信端末に通知する過程を含む。従って、実際に活動しているコネクション数に対応した送信許可レートを設定することができる。

又本発明の他のABR制御方法は、(2)送信許可レートを送信端末に通知するATM網のABR制御方法であって、観測期間中に1個以上のセルが到着するアクティブコネクションの数を出方路ごとに対して求め、このアクティブコネクションのミニマムセルレートを出方路ごとに加算した値を、出方路の帯域から減算する過程を含み、さらにこの減算結果を前記アクティブコネクション数により除算し、この除算した値にコネクションに対応するミニマムセルレートを加算して送信許可レートを算出し、この送信許可レートを送信端末に通知する過程を含む。これにより、送信許可レートをミニマムセルレートを下回らないように設定することができる。

【0033】

上記のABR制御方法は、(3)送信端末からのセルを一時的に蓄積する共通バッファメモリと、この共通バッファメモリのアドレスを管理するアドレス管理FIFOバッファメモリとの少なくとも何れか一方に任意個数の閾値を設定する過程と、この閾値に対応して減少係数を設定する過程と、閾値を超えた蓄積量となった時にこの閾値に対応した減少係数を送信許可レートに乗算した値を送信端末に通知する過程を含むことができる。従って、出方路の帯域とアクティブVC数とにより求められた送信許可レートを、輻輳発生前の

10

20

30

40

50

状態に対応して補正して、輻輳を確実に回避させることができる。

【0034】

又上記のA B R制御方法は、(4)セルの蓄積量が特定の閾値を超えた蓄積量の時に、送信許可レートをミニマムセルレートとして送信端末に通知する過程を含むことができる。

【0035】

又上記A B R制御方法では、(5)出方路に対応させてセルの到着個数をカウントし、一定個数のセルが到着した期間を観測期間とすることができる。

又上記A B R制御方法では、(6)観測期間を、一定時間に設定することができる。この一定時間は例えばタイマにより設定することができる。

【0036】

又本発明のA B R制御装置は、(7)例えば後に図7に示すように、送信許可レートを送信端末に通知するA T M網におけるA B R制御装置であって、送信端末からのセルを一時的に蓄積する共通バッファメモリと、出方路に対応して送信許可レートを算出する送信許可レート算出部と、共通バッファメモリに蓄積するセルのアドレスを管理するアドレス管理F I F Oバッファメモリと、アドレス管理F I F Oバッファメモリ又は共通バッファメモリ1の蓄積量を基に輻輳検出を行う輻輳検出制御部と、送信許可レート算出部からの送信許可レートをそのまま又は輻輳検出制御部からの輻輳通知信号に従って送信許可レートを低減した値を、R Mセルに書込んで送信端末に通知するE R書込部とを備え、送信許可レート算出部は、観測期間中に1個以上のセルが到着するアクティブコネクションの出方路の数を出方路毎に求めて、この出方路の帯域を除算して送信許可レートを算出する構成を備えている。

【0037】

(8)送信許可レート算出部は、出方路に対応させて到着セル数をカウントして、カウント値が所定数の時に観測期間とする到着セル計数カウンタと、出方路に対応させて到着セルのコネクション識別子を書込むアクティブV Cテーブルと、このアクティブV Cテーブルに書込まれた出方路に対応したコネクション識別子をカウントしてアクティブV C数を求めるアクティブV Cカウンタと、到着セル計数カウンタによる所定数をカウントしたアクティブV Cカウンタのカウント内容のアクティブV C数で、この出方路の帯域を除算して前記送信許可レートを算出する送信許可レート算出制御部とを備えている。

【0038】

又(9)送信許可レート算出部は、出方路ごとにアクティブコネクションのミニマムセルレートを加算して合計M C R値を出力する合計M C R算出制御部と、観測期間に給けるアクティブコネクション数を求めるアクティブV C計数カウンタと、観測期間に於ける合計M C R算出制御部からの出方路対応の合計M C R値を、出方路の帯域から減算し、この減算した値をアクティブコネクション数で除算し、この除算した値にコネクション対応のミニマムセルレートを加算して、送信許可レートを算出する送信許可レート算出制御部とを備えている。

【0039】

又(10)E R書込部は、アドレス管理F I F Oバッファメモリ又は共通バッファメモリの蓄積量に対して複数の閾値を設定し、この閾値に対応した減少係数を設定したE R変更パラメータテーブルと、アドレス管理F I F Oバッファメモリ又は共通バッファメモリ1からの閾値を越えた情報を基に、E R変更パラメータテーブルから読み出した減少係数を、送信許可レート算出部からの送信許可レートに乗算するE R算出部とを備えている。

【0040】

図2は、本発明のブロック図である。

本発明は、固定長のセルをそれに付加されたルーティング情報に従って自律的にスイッチングさせるA T M交換機等のセル交換機において、そのセル交換機における輻輳状態をリソース管理セルを用いて送信端末109にフィードバックさせることにより、その送信端末109におけるセルの送信レートを可変させるA B Rサービス等を実現するフィードバック制御装置を前提とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

まず、輻輳検出手段 1 0 2 (輻輳検出部 3 0 3) は、セル交換機内のスイッチ部 1 0 1 (スイッチ部 2 0 1) に設けられ、その内部の輻輳状態を検出する。

輻輳表示情報設定手段 1 0 3 (内部輻輳設定部 3 0 4) は、セル交換機内のスイッチ部 1 0 1 に設けられ、輻輳検出手段 1 0 2 が検出した輻輳状態に応じてスイッチ部 1 0 1 を通過するユーザデータセルに、その輻輳状態を表示するための輻輳表示情報を設定する。より具体的には、輻輳表示情報設定手段 1 0 3 は、例えば、ユーザデータセルのヘッダ部のペイロードタイプフィールド内の明示的前方輻輳表示ビットとして、輻輳表示情報を設定する。

【 0 0 4 2 】

レート算出手段 1 0 4 (レート算出部 2 0 6) は、セル交換機内のスイッチ部 1 0 1 の伝送路における伝送レートより低い伝送レートを有するセル交換機内の低速伝送路上、例えば多重分離装置 1 0 8 (多重分離装置 2 0 5) の部分に設けられ、送信端末 1 0 9 に対して送信レートを指定する明示的指示レート (送信許可レート $Ba(n)$) を計算する。より具体的には、レート算出手段 1 0 4 は、例えば、低速伝送路上を転送される送信端末 1 0 9 における送信レートが可変され得るセルのアクティブな仮想コネクションの数を出力方路毎 (加入者回線毎) に計測し、その各出力方路に設定されている伝送レートをその各出力方路毎のアクティブな仮想コネクションの数で除算し、その除算結果に基づいて (その除算結果として) 明示的指示レートを計算する。

【 0 0 4 3 】

そして、レート変更手段 1 0 5 は、低速伝送路と同一の又は異なる低速伝送路上、例えば多重分離装置 1 0 8 から加入者回線処理装置 1 0 6 (加入者回線処理装置 2 0 3) に向かう下り経路上に設けられ、その低速伝送路上を転送されるユーザデータセルへの輻輳表示情報の設定割合を検出し、その設定割合に基づきレート算出手段 1 0 4 が計算した明示的指示レートを変更し、その変更された明示的指示レートをその低速伝送路上を転送され送信端末 1 0 9 にフィードバックされるリソース管理セル (RMセル) に設定する。より具体的には、レート変更手段 1 0 5 は、例えば、検出した輻輳表示情報の設定割合を所定の閾値、例えば設定割合の値と変化の増減方向に応じて設定される複数の所定の閾値と比較し、その比較結果に基づいてレート算出手段 1 0 4 が計算した明示的指示レートを変更する。更に具体的には、レート変更手段 1 0 5 は、例えば、上記比較結果に基づいて決定される除算値でレート算出手段 1 0 4 が計算した明示的指示レートを除算することによって、レート算出手段 1 0 4 が計算した明示的指示レートを変更する。これらの場合において、レート変更手段 1 0 5 は、所定周期で繰り返される観測区間毎の輻輳表示情報が設定されているユーザデータセルの到着個数として設定割合を検出する。或いは、レート変更手段 1 0 5 は、輻輳表示情報が設定されているユーザデータセルの到着間隔として設定割合を検出する。また、レート変更手段 1 0 5 は、検出した輻輳表示情報の設定割合をその前後に検出した設定割合に基づいて平滑化し、その平滑化された設定割合を所定の閾値と比較し、その比較結果に基づいてレート算出手段 1 0 4 が計算した明示的指示レートを変更するように構成してもよい。この場合における平滑化は、例えば次式に基づいて実行される。

【 0 0 4 4 】

$$C(n) = \alpha \cdot \text{Now}(n) + (1 - \alpha) \cdot C(n-1)$$

$C(n)$ は今回の平滑化後の設定割合

α は重み要素 ($0 < \alpha < 1$)

$\text{Now}(n)$ は今回検出された平滑化されていない設定割合

$C(n-1)$ は前回の平滑化後の設定割合

なお、レート変更手段 1 0 5 は、所定周期で繰り返される観測区間毎に輻輳表示情報が設定されているユーザデータセルが到着した場合に、レート算出手段 1 0 4 が計算した明示的指示レートを所定の割合で変更するように構成してもよい。

【 0 0 4 5 】

10

20

30

40

50

上述したように、本発明では、スイッチ部101には、ユーザデータセルに輻輳表示情報を設定する機能のみを設け、時間のかかる明示的指示レートの計算機能がセルの交換速度が比較的遅い低速伝送路上に配置され、更に低速伝送路上において上記計算された明示的指示レートをユーザデータセルへの輻輳表示情報の設定状態に基づいて変更し、その変更された明示的指示レートがリソース管理セルに設定される。これにより、ハードウェア構成上の制約を回避すると同時に、スイッチ部101の輻輳状態をリソース管理セルに設定される明示的指示レートに適切に反映させることができる。

【0046】

上述の発明の構成において、レート算出手段104は、計算した明示的指示レートを、低速伝送路上を転送され送信端末109にフィードバックされるリソース管理セルに設定し、レート変更手段105は、低速伝送路からレート算出手段104が計算した明示的指示レートが設定されているリソース管理セルを抽出し、そのリソース管理セルに設定されている明示的指示レートを設定割合に基づき変更し、その変更された明示的指示レートを抽出したリソース管理セルに設定し直し、そのリソース管理セルを低速伝送路に再び送出手

10

【0047】

この構成により、レート算出手段104からレート変更手段105への明示的指示レートの通知を効率良く行うことができる。

また、レート変更手段105は、検出した輻輳表示情報の設定割合をその前後に検出した設定割合に基づいて平滑化し、その平滑化された設定割合に基づいて明示的指示レートを

20

【0048】

本発明の通信中コネクション数計測システムは、網の状態に応じて送信端末の packets 送出間隔の制御を行うセル交換網における通信中コネクション数計測システムであって、セル交換網において交換されるセルを検出するセル抽出部と、該セル抽出部によって少なくとも1個の packets が到着したコネクションの数を通信中コネクション数としてカウントするコネクションカウンタと、観測開始点から所定間隔前までに該コネクションカウンタが認識した通信中コネクション数を決定する制御部と、を備えている。

【0049】

前記観測開始点は前記セル抽出部にセルが到着した時刻と定義され、前記所定間隔は前記セル抽出部に所定個数のセルが到着する間隔として定義されうる。また、前記観測開始点は時間点であり、前記所定間隔は時間間隔として定義されうる。

30

【0050】

前記制御部は、ある一定個数のセルが前記セル抽出部に到着するごとに、前記通信中コネクション数を決定しうる。また、前記制御部は、ある一定時間ごとに前記通信中コネクション数を決定する、請求項61に記載の通信中コネクション数計測システム。

【0051】

本発明の第2の通信中コネクション計測システムは、網の状態に応じて送信端末の packets 送出間隔の制御を行うセル交換網における通信中コネクション数計測システムであって、セル交換網において交換されるセルを検出するセル抽出部と、該セル抽出部によって少なくとも1個の packets が到着したコネクションの数を通信中コネクション数としてカウントするコネクションカウンタと、観測開始点から所定間隔 T_M 後までに該コネクションカウンタが認識するはずの通信中コネクション数を予測して決定する制御部と、を備えている。

40

【0052】

前記制御部は、前記観測開始点から所定の N 本の通信中コネクションを認識した時刻までの時間を T とし、前記観測開始点から前記 T_M 時間経過後の通信中コネクション数 N_{ACTIVE} を係数を用いて、 $N_{ACTIVE} = \alpha \times N \times T_M / T$ として決定しうる。

【0053】

50

また前記制御部は、前記観測開始点から前記 T M 時間内における実際の通信中コネクション数 N ACTIVER を計測し、該 N ACTIVER と前記 N ACTIVE とを比較して新たな係数 を決定し、次の通賃中コネクション数の決定において該新たな を用いる。

【 0 0 5 4 】

また前記制御部は、前記観測開始点から所定の N i 本の通信中コネクションを認識した時刻までの時間を T i とし、該 T i 時間経過毎に前記観測開始点から前記 T M 時間経過後の通信中コネクション数 N ACTIVE を $N ACTIVE = N i \times T M / T i$ として決定しうる。

【 0 0 5 5 】

また前記制御部は、前記時間 T M を n 個の小期間 T k に分割し、前記観測開始点から小期間 T k が経過するまでに認識した通信中コネクション数を N 本とし、前記観測開始点から T M 時間経過後の通信中コネクション数 N ACTIVE を、 $N ACTIVE = N \times n$ として決定しうる。

10

【 0 0 5 6 】

また前記制御部は、前記時間 T M を n 個の小期間 T k に分割し、前記観測開始点から小期間 T k が経過するまでに認識した通信中コネクション数を N 本とし、前記観測開始点から T M 時間経過後の通信中コネクション数 N ACTIVE を、 $N ACTIVE = \dots \times N \times n$ として決定し、また前記観測開始点から前記 T M 時間内における実際の通信中コネクション数 N ACTIVER を計測し、該 N ACTIVER と前記 N ACTIVE とを比較して新たな係数 を決定し、次の通賃中コネクション数の決定において該新たな を用いる。

【 0 0 5 7 】

また前記制御部は、前記時間 T M を n 個の小期間 T k に分割し、小期間 T k が経過する毎に該小期間 T k 中に認識した通信中コネクション数を N k 本とし、該小期間 T k が経過するごとに、前記観測開始点から T M 時間経過後の通信中コネクション数 N ACTIVE を、 $N ACTIVE = N k + (N k - N k 1) \times (n - k)$ として決定しうる。

20

【 0 0 5 8 】

さらに、システムは前記セル抽出部に到着したセルのコネクション識別子を記憶し、該コネクション識別子がまだ記憶されていない場合、該コネクション識別子に対応させて識別フラグを設定する記憶装置を備えることができ、前記制御部は、観測開始点から前記所定間隔 T M 後までに該コネクションカウンタがカウントした通信中コネクション数が該記憶装置に記憶可能な最大コネクション数 L を超えた場合、交換機に設定可能な最大コネクション数 M を前記 N ACTIVE として設定しうる。

30

【 0 0 5 9 】

前記 N ACTIVE が前記交換機において接続可能な最大のコネクション数 M を越えた場合、該コネクション数 M を前記 N ACTIVE として設定しうる。

前記 N ACTIVE が前記交換機において接続可能な最大のコネクション数 M を越えた場合、該交換機において現在確立しているコネクション数を該 N ACTIVE として設定しうる。

【 0 0 6 0 】

本発明の通信中コネクション数計測方法は、網の状態に応じて送信端末のパケット送出間隔の制御を行うセル交換網における通信中コネクション数計測方法であって、セル交換網において交換されるセルを検出するステップと、少なくとも 1 個のパケットが検出されたコネクションの数を通信中コネクション数としてカウントするステップと、観測開始点から所定間隔前までにカウントした通信中コネクション数を決定するステップと、を備えている。また、この方法は上記の第 1 の通信中コネクション数決定システムにおける機能を実現するステップを含みうる。

40

【 0 0 6 1 】

本発明の第 2 の通信中コネクション数計測方法は、網の状態に応じて送信端末のパケット送出間隔の制御を行うセル交換網における通信中コネクション数計測方法であって、セル交換網において交換されるセルを検出するステップと、少なくとも 1 個のパケットが検出されたコネクションの数を通信中コネクション数としてカウントするステップと、観測開始点から所定間隔 T M 後までに該コネクションカウンタが認識するはずの通信中コネクシ

50

ョン数を予測して決定するステップと、を備えている。また、この方法は上記の第2の通信中コネクション数決定システムにおける機能を実現するステップを含みうる。

【0062】

本発明の記憶媒体は、コンピュータによって読み取り可能な記憶媒体であって、網の状態に応じて送信端末の packets 送出間隔の制御を行うセル交換網における通信中コネクション数計測機能を実行させるためのプログラムを記憶しており、該機能は、セル交換網において交換されるセルを検出するステップと、少なくとも1個の packets が検出されたコネクションの数を通信中コネクション数としてカウントするステップと、観測開始点から所定間隔前までにカウントした通信中コネクション数を決定するステップと、を備えている。なお、この記憶媒体はさらに上記の第1のシステムの動作および第1の方法のステップを実現するための機能を含みうる。

10

【0063】

本発明の第2の記憶媒体は、コンピュータによって読み取り可能な記憶媒体であって、網の状態に応じて送信端末の packets 送出間隔の制御を行うセル交換網における通信中コネクション数計測機能を実行させるためのプログラムを記憶しており、該機能は、セル交換網において交換されるセルを検出するステップと、少なくとも1個の packets が検出されたコネクションの数を通信中コネクション数としてカウントするステップと、観測開始点から所定間隔 T M 後までに該コネクションカウンタが認識するはずの通信中コネクション数を予測して決定するステップと、を備えている。なお、この記憶媒体はさらに上記の第2のシステムの動作および第2の方法のステップを実現するための機能を含みうる。

20

【0064】

上述の本発明の各装置、システム、方法を実現するためのコンピュータプログラムを一括して、あるいは分割して記憶している記憶媒体（磁気ディスク、光ディスク、磁気-光ディスク、ROM、RAM等）も本発明に含まれる。またこのプログラムを複数の記憶媒体に分割して使用することも本発明の範囲とする。

【0065】

【発明の実施の形態】

以下、本発明による遅延時間決定の実施形態について説明する。

ここでは、前述の図1に示したコネクション#2において、RMセルがATM網側から遅延時間計測部5を通過してABR端末Aにおいて折り返され、再び遅延時間計測部5に達するまでの時間（遅延時間）を計測して、その遅延時間からUPCパラメタ2と3を算出し、この2と3をコネクション#1のUPCパラメタとして設定する場合について説明する。

30

【0066】

図3は本発明の一実施形態を示したものであって、遅延時間計測部5の詳細な構成を示すブロック図である。なお、この遅延時間計測部5は、例えば、図2における加入者回線処理装置106に設けられる。

【0067】

図3において、図1における部分と同じものには同じ番号を用いている。11は順方向に流れるRMセル（Forward RMセル：以降、F-RMセルと記す）のための順方向RMセル検出・パラメタ抽出部、12は制御部、13はパラメタ保持メモリ、14は逆方向に流れるRMセル（Backward RMセル：以降、B-RMセルと記す）のための逆方向RMセル検出・パラメタ抽出部、15は遅延時間演算部、16はUPCパラメタ算出・書込み制御部、17は計測遅延時間保持メモリである。

40

【0068】

以下、図3に示した遅延時間計測部5の動作を説明する。以下の(a)~(g)は遅延時間計測部5の動作とその順序を示しており、図3中ではこれらは各動作に対応する部位を示している。

【0069】

(a) まず、F-RMセル検出・パラメタ抽出部11によって、ATM網側からのF-R

50

Mセルを検出する。この際、F-RMセル検出・パラメタ抽出部11に備わる判定部は、RMセル中の方向ビット(DIR)を参照して、 $DIR = 0$ を示すRMセルを検出する。ここで $DIR = 0$ はF-RMセルであることを示している。

【0070】

(b) 検出したRMセル中の、コネクションを示すコネクション識別子およびシーケンス番号(SN)を抽出して制御部12へ送る。

(c) 制御部12は、抽出したコネクション識別子、シーケンス番号SN、および到着時刻 T_a をパラメタ保持メモリ13に書き込む。

【0071】

(d) B-RMセル検出・パラメタ抽出部14に $DIR = 1$ を示すセルが到着した場合その到着時刻 T_b を検出し、到着したRMセルのシーケンス番号SNとともに制御部12へ送る。ここで $DIR = 1$ はB-RMセルであることを示している。制御部12は、到着したRMセルのSNを、パラメタ保持メモリ13に保持されているSNとを比較して両者の一致を判定し、一致が判定されたとき到着時刻 T_a と T_b を遅延時間演算部15へ送る。

10

【0072】

(e) 遅延時間演算部15は、到着時刻の差 T ($T = T_b - T_a$)を計算する。

(f) UPCパラメタ算出・書込み制御部16は、算出された時刻差 T を用いてUPCの遅延パラメタ2、3を導出する。

【0073】

(g) 導出されたパラメタ2、3を、パラメタ保持メモリ13が記憶しているコネクション識別子と同じコネクション識別子を持つ、逆方向コネクション#2に対するUPCパラメタとして設定する。

20

【0074】

図4は、本実施形態によるパラメタ保持メモリ13の構成を示したものである。この図が示すように、パラメタ保持メモリ13にはコネクション識別子と、シーケンス番号SNと、B-RMセル到着時刻 T_0 のデータが、複数個格納される。

【0075】

次に、計測した時刻差 T から、UPCの遅延パラメタ2と3を導出する方法(第1の方法と第2の方法)を説明する。

第1の方法では、あるコネクションに対して遅延時間 T を N 回(N は任意の整数)計測し、計測したなかでの T の最大値を2、最小値を3として設定する。この場合、UPCパラメタ算出・書込み制御部16は、計測した遅延時間 T を計測遅延時間保持メモリ17に格納させ、遅延時間 T を所定の N 回計測した時点で、格納した N 個の遅延時間 T の中から最大値2と最小値3を決定する。

30

【0076】

図5は、本実施形態による計測遅延時間保持メモリ17の構成を示したものである。この図に示すように計測遅延時間保持メモリ17には、コネクション識別子と、計測した N 個の遅延時間 T_1 、 T_2 、 \dots 、 T_N が格納される。

【0077】

第2の方法では、遅延時間 T を1回だけ計測し、この遅延時間から遅延パラメタ2と3を決定する。この場合、UPCパラメタ算出・書込み制御部16は、計測した遅延時間 T を平均とする指数分布曲線を算出する機能有し、この指数分布曲線から遅延パラメタの最小値および最大値を決定する。

40

【0078】

図6は、指数分布曲線を用いた遅延パラメタ2と3の決定方法を説明するための図である。この図が示すように、計測された遅延時間 T を平均とする指数分布曲線を決定し、この指数分布曲線の $x\%$ に相当する T の値を遅延時間 T の最小値 T_{min} として、これを3とする。また、指数分布曲線の $y\%$ に相当する T の値を遅延時間 T の最大値 T_{max} として、これを2とする。この第2の方法を用いる場合は、計測遅延時間保持メモリ17は必要ない。なお、 $x\%$ と $y\%$ の値は、最も適切な遅延パラメタが得られるように予め設

50

定することができる。

【 0 0 7 9 】

図 7 は本発明による A B R 制御装置の基本構成を表した図である。この図に示すように、この A B R 制御装置は、共通バッファメモリ 2 1、送信許可レート算出部（あるいは明示的レート E R 算出部） 2 2、E R 書込部 2 3、輻輳検出制御部 2 4、アドレス管理 F I F O バッファメモリ 2 5 - 1 ~ 2 5 - n を備えている。この A B R 制御装置は E R モードで動作する A T M 交換機の要部に対応しており、n 個の入方路（入側の方路）と n 個の出方路（出側の方路）とを有する。

【 0 0 8 0 】

複数の入方路を介して送られる送信端末側からのユーザセル及び R M セルは、図示を省略した多重化部により多重化され、送信許可レート算出部 2 2 を介して共通バッファメモリ 2 1 に一時的に蓄積される。その後各セルは、そのヘッダの V P I と V C I に対応した出方路に、図示を省略した多重分離部を介して送出される。共通バッファメモリ 2 1 に於けるセル蓄積アドレスは、到着セルの V P I、V C I によって識別した出方路に対応するアドレス管理 F I F O バッファメモリ 2 5 - 1 ~ 2 5 - n により管理され、これにより輻輳が発生しているか否かを判定する。

10

【 0 0 8 1 】

到着セルの V P I、V C I により識別した出方路に対応するアドレス管理 F I F O バッファメモリには、共通バッファメモリ 2 1 における、到着したセルを書込んだ部分を示すアドレスが格納される。或る出方路に対応するアドレス管理 F I F O バッファメモリに蓄積された共通バッファメモリ 2 1 のアドレスの個数が所定値を超えると、その出方路に輻輳が発生したと判定し、輻輳検出信号を輻輳検出制御部 2 4 に伝え、輻輳検出制御部 2 4 は E R 書込部 2 3 に輻輳通知信号を出力する。この場合、輻輳検出制御部 2 4 において共通バッファメモリ 2 1 のセルの蓄積量を基に輻輳発生を検出することもできる。

20

【 0 0 8 2 】

送信許可レート算出部 2 2 は、各出方路に対応した A B R 通信に使用できる空帯域を基に送信許可レートを算出する。この場合、輻輳状態であるか否かに拘らず送信許可レートを算出するが、非輻輳時は、出方路に対応した送信許可レートが E R 書込部 2 3 に転送されて、順方向 R M セル（F - R M セル）及び逆方向 R M セル（B - R M セル）の明示的指示セルレート E R のフィールドに書込まれる。

30

【 0 0 8 3 】

輻輳検出制御部 2 4 から輻輳通知信号が E R 書込部 2 3 に伝わると、E R 書込部 2 3 は送信許可レート算出部 2 2 に於いて算出した送信許可レートを、所定の規則に従って低減させ、その低減した値を R M セルの明示的指示セルレート E R のフィールドに書込む。送信端末はこの R M セルを受信し、受信した R M セルの明示的指示セルレート E R のフィールドに書込まれた送信許可レートに従って送信レートを低減する。これにより、輻輳状態を迅速に回復することができる。

【 0 0 8 4 】

図 8 は送信許可レート算出部 2 2 の構成を示している。この図に示すように、送信許可レート算出部 2 2 は、セル抽出部 3 1、到着セル計数カウンタ 3 2、アクティブ V C テーブル 3 3、アクティブ V C 計数カウンタ 3 4、送信許可レート算出制御部（あるいは明示的レート E R 算出制御部） 3 5 を備えている。セル抽出部 3 1 は、送信端末側から送信されるセルの V P I と V C I を含むコネクション識別子を抽出して、アクティブ V C テーブル 3 3 に加えると共に、コネクション識別子を基に出方路に対応したセル検出信号を到着セル計数カウンタ 3 2 に加える。

40

【 0 0 8 5 】

この到着セル計数カウンタ 3 2 は、出方路に対応させて到着セルをカウントアップし、各出方路に対応するカウント値が所定値となると観測期間終了通知信号を送信許可レート算出制御部 3 5 に出力する。

【 0 0 8 6 】

50

アクティブVCテーブル33は、例えば図9に示すように、出方路#1~#nに対応したテーブル(出方路用テーブル)を備え、それぞれのテーブルはコネクション識別子とセル到着識別フラグとを記録する領域を備えている。また、アクティブVC計数カウンタ34は、アクティブVCテーブル33の出方路#1~#n用テーブルのセル到着識別フラグをカウントアップすることにより、アクティブVC数を求める。

【0087】

例えば、到着したセルを送出する出方路が#1の場合には、そのセルのコネクション識別子を出方路#1用テーブルに書込むと共に、セル到着識別フラグをセットし、到着セル計数カウンタ32の出方路#1に対応するカウンタをカウントアップする。又アクティブVC計数カウンタ34は、出方路毎にセル到着識別フラグをカウントアップする。

10

【0088】

その後、同一のコネクション識別子を有するセルが到着した場合、到着セル計数カウンタ32はカウントアップされるが、アクティブVCテーブル33の出方路#1用テーブルにおいてこのコネクション識別子に対応するセル到着識別フラグは先にセットされているから、出方路#1用テーブルはそのままの状態に維持され、アクティブVC計数カウンタ34はカウントアップされない。

【0089】

従って、このアクティブVC計数カウンタ34のカウント値は、リセット信号によりクリアされるまでの間に、1回でもユーザセルが到着したコネクション数、即ち、アクティブコネクション数を示すことになる。なお、アクティブVCテーブル33のセル到着識別フラグとアクティブVC計数カウンタ34のカウントアップとの制御において、新たに書込まれたコネクション識別子をアクティブVC計数カウンタ34がカウントアップし、カウントアップしたことを示すセル到着識別フラグをセットして、それ以後のセル到着識別フラグがセットされたコネクション識別子のカウントアップを行わないように制御することもできる。

20

【0090】

送信許可レート算出制御部35は、到着セル計数カウンタ32からの出方路に対応した観測期間終了通知信号を受信すると、出方路毎にアクティブVC数をアクティブVC計数カウンタ34から読取り、出方路の送信許可レートを算出してER書込部23へと転送する。また送信許可レート算出制御部35は、リセット信号を到着セル計数カウンタ32とアクティブVCテーブル33とアクティブVC計数カウンタ34とに出力して、対応する出方路についてのカウント値、コネクション識別子とセル到着識別フラグ、及びアクティブVC数とをクリアする。

30

【0091】

図10は本発明によるABR制御装置の動作を示すフローチャートである。

このフローチャートが示すように、まず一定個数のセルが到着する間のアクティブVC数 $N_{vc}(n)$ を、出方路毎に計測する(ステップS1)。このとき、到着セル計数カウンタ32が出方路毎に到着セルが一定個数となったことを検出すると、観測期間終了通知信号を送信許可レート算出制御部35に出力し、アクティブVC計数カウンタ34により出方路毎にカウントアップしたアクティブVC数 $N_{vc}(n)$ を求める。

40

【0092】

次に、送信許可レート $B_a(n)$ を、 $B_a(n) = B(n) / N_{vc}(n)$ により算出する(ステップS2)。なお、 $B(n)$ は各出方路の帯域を示す。この送信許可レート $B_a(n)$ をER書込部32へ転送し(ステップS3)、順方向RMセル及び逆方向RMセルの明示的指示セルレートERのフィールドに書込む。ここでは、帯域 $B(n)$ をアクティブVC数で除算した値が送信許可レート $B_a(n)$ とされるが、アクティブVC数が多い場合は送信許可レート $B_a(n)$ が低減されるので、輻輳の発生を回避することができる。

図11は本発明のABR制御装置の動作の第2の例を示すフローチャートである。

【0093】

50

この例では、まず一定時間の観測期における出方路ごとのアクティブVC数 $N_{vc}(n)$ を計測する(ステップS11)。次に、前述のステップS2と同様な演算により送信許可レート $B_a(n)$ を算出し(ステップS12)、ER書込部32へ転送する(ステップS13)。この場合の一定時間の観測期間は、図8に於ける到着セル計数カウンタ32を、出方路ごとのタイマ、或いは共通化したタイマとし、一定時間経過毎に送信許可レート算出制御部35に観測期間終了通知信号を加える。これにより、前述の例と同様に、送信許可レート $B_a(n)$ を求めることができる。

【0094】

図12は図7に示した送信許可レート算出部22の第2の構成例を示す図である。

この図に示すように、この送信許可レート算出部22は、セル抽出部41、到着セル計数カウンタ42、アクティブVCテーブル43、アクティブVC計数カウンタ44、送信許可レート算出制御部(あるいは明示的レート算出制御部)45、RMセル抽出部46、合計MCR算出制御部47を備えている。

10

【0095】

セル抽出部41は送信端末側から到着したセルのコネクション識別子を抽出し、到着セル計数カウンタ42はそのセルを出方路に対応させてカウントアップする。カウントしたセルの数が所定数に達すると、到着セル計数カウンタ42は観測期間終了通知信号を送信許可レート算出制御部45に出力する。アクティブVCテーブル43は、出方路に対応したコネクション識別子が既書込まれているか否かを識別し、書込まれていない場合はコネクション識別子を書込むと共に、セル到着識別フラグをセットする。アクティブVC計数カウンタ44は、出方路ごとにセル到着識別フラグがセットされているコネクション識別子数をカウントアップする。

20

【0096】

RMセル抽出部46は、到着したRMセルからコネクション識別子とMCR(Minimum Cell Rate)とを抽出して、合計MCR算出制御部47に送る。この合計MCR算出制御部47は、アクティブVCテーブル43を参照して、RMセル抽出部46から送られたコネクション識別子がアクティブVCテーブル43に書込まれているか否かを判定し、アクティブVCテーブル43に書込まれている場合は、MCR値を加算する。このように、観測期間中に1個以上のセルが到着したコネクションはアクティブコネクションとされ、そのアクティブコネクションについてのミニマムセルレートMCRが加算される。この場合、同一のコネクションについてのMCR値を繰り返して加算しないように、アクティブVCテーブル43にMCR加算識別フラグを設け、アクティブVCについてのコネクション設定時のミニマムセルレートMCRを出方路に対応させて加算する。

30

【0097】

図13はアクティブVCテーブル43の構成を示す図である。

この図に示すように、アクティブVCテーブル43は各出方路に対応した出方路#1~#m用テーブルを備えており、これらのテーブルはコネクション識別子の領域CIと、セル到着識別フラグの領域CFと、MCR加算識別フラグの領域AFとを備えている。送信許可レート算出制御部45は出方路ごとに送信許可レートを算出すると、それに対応した出方路用テーブルをクリアし、次に到着したセルのコネクション識別子を出方路に対応させて領域CIに書込み、それに対応した領域CFにセル到着識別フラグをセットする。また、領域AFにMCR加算識別フラグをセットし、合計MCR算出制御部47から参照された場合には、参照されるコネクションに対応するMCRは既に加算されたことを表示する。

40

【0098】

送信許可レート算出制御部25は、到着セル計数カウンタ42から出方路に対応した観測期間終了通知信号を受信すると、アクティブVC計数カウンタ44からその出方路のアクティブVC数を読み取り、又合計MCR算出制御部47から合計MCR値を読み取って、送信許可レートを算出する。

【0099】

50

この場合、各出方路の帯域をアクティブVC数で除算した値を送信許可レート $B a(n)$ とすると、送信許可レートがミニマムセルレート $M C R$ 以下となる場合がある。各送信端末に対してミニマムセルレート $M C R$ が保証されていることから、送信許可レートが $M C R$ 以下になっても各送信端末は $M C R$ の送信レートでセルを送出する可能性があり、その場合には輻輳が発生する。

【0100】

そこで、前述のように出方路に対応させてアクティブVCの各 $M C R$ を加算し、出方路の帯域から合計 $M C R$ 値を減算した後アクティブVC数で除算する。これにより、 $M C R$ 値を超えて使用可能となるレートが判るから、それにアクティブVCごとに $M C R$ を加算して送信許可レートとする。したがって、各送信端末に対しては $M C R$ を保証し、且つ輻輳発生を回避することができる。

10

【0101】

図14は上記送信許可レート算出部の第2の例の動作を示すフローチャートである。この図に示すように、まずRMセル中の $M C R$ を抽出し(ステップS21)、次にアクティブVCテーブルにそのVCが存在して参照済みか否かを判定する(ステップS22)。即ち、RMセル抽出部46において抽出したRMセル中の $M C R$ とコネクション識別子とを抽出して、合計 $M C R$ 算出制御部47に与え、合計 $M C R$ 算出制御部47は、RMセルのコネクション識別子を基にアクティブVCテーブル43を参照して、このコネクション識別子がアクティブVCテーブル43に書込まれているか否かを判定する。このときコネクション識別子が書込まれている場合は、それが参照済みか否か、即ち、 $M C R$ 加算識別フラグがセットされているか否かも判定する。

20

【0102】

コネクション識別子がアクティブVCテーブル43に書込まれており、且つ参照済みでない場合は、出方路に対応させてコネクションの $M C R$ を加算する。即ち、 $M C R = M C R + M C R$ の加算を行う(ステップS23)。コネクション識別子がアクティブVCテーブル43に書込まれていない場合は、アクティブVCではないから $M C R$ の加算は行わない。又書込まれているが参照済みの場合は、既に、このアクティブVCについての $M C R$ を加算しているから、再度の加算は行わない。

【0103】

上記の動作とともに、一定個数のセルが到着する間のアクティブVC数 $N v c(n)$ も求める(ステップS24)。即ち、到着セル計数カウンタ42によってカウントされた出方路ごとのセル到着数が所定数となると、観測期間終了通知信号を送信許可レート算出制御部45に与え、送信許可レート算出制御部45は、その出方路に対応したアクティブVC数をアクティブVC計数カウンタ44から読取る。又合計 $M C R$ 算出制御部47から出方路に対応した合計 $M C R$ 値も読取る。

30

【0104】

そして、送信許可レート $B a(n)$ を、 $B a(n) = M C R + \{ (B(n) - M C R) / N v c(n) \}$ により算出し(ステップS25)、ER書込部へ転送する。なお、 $M C R$ は、コネクション設定時に申告したミニマムセルレート、 $B(n)$ は出方路の帯域である。上記の動作により、アクティブVC対応の送信端末に対して $M C R$ を保証できる送信許可レートを指示することができる。

40

【0105】

図15は、上記送信許可レート算出部の第2の例の第2の動作を示すフローチャートである。図14に示したフローチャートでは、ステップS24において一定個数のセル到着期間中のアクティブVC数 $N v c(n)$ を求めたが、この動作例では、ステップS24に対応するステップS34において、一定時間の観測期間中のアクティブVC数 $N v c(n)$ を求める点が第1動作例と相違するだけで、他のステップS31~S33およびS35では、それぞれ前述のステップS21~S23およびS25と同一の処理を行う。

【0106】

ステップS34における一定時間は、図12における到着セル計数カウンタ42の代わり

50

に、出方路に対応したタイマ、或いは各出方路で共通化したタイマを設け、このタイマによって一定時間の観測期間を測定して送信許可レート算出制御部 4 5 に通知する。

【 0 1 0 7 】

図 1 6 は本発明による A B R 制御装置の第 2 の実施形態を表した図である。この図に示すように、この A B R 制御装置は、共通バッファメモリ 5 1、送信許可レート算出部 5 2、E R 書込部 5 3、輻輳検出制御部 5 4、出方路に対応したアドレス管理 F I F O バッファメモリ 5 5 - 1 ~ 5 5 - n、出方路に対応した輻輳検出部 5 6 - 1 ~ 5 6 - n を備えている。

【 0 1 0 8 】

送信端末側からのユーザセル及び R M セルは、送信許可レート算出部 5 2 を介して共通バッファメモリ 5 1 に一時的に蓄積され、各セルはそのヘッダの V P I と V C I に対応した出方路に送出される。共通バッファメモリ 5 1 に蓄積されたセルのアドレスは、到着したセルの V P I と V C I により識別した出方路に対応するアドレス管理 F I F O バッファメモリ 5 5 - 1 ~ 5 5 - n によって管理され、輻輳検出部 5 6 - 1 ~ 5 6 - n はそれぞれ対応する方路の輻輳を検出する。

10

【 0 1 0 9 】

このアドレス管理 F I F O バッファメモリ 5 5 - 1 ~ 5 5 - n と、共通バッファメモリ 5 1 の構成は図示を省略しているが、到着セルの V P I と V C I によって識別した出方路に対応するアドレス管理 F I F O バッファメモリに対して、共通バッファメモリ 3 1 に到着したセルの書込みアドレスが格納される。この場合、各アドレス管理 F I F O バッファメモリ 5 5 - 1 ~ 5 5 - n には、複数のアドレス管理閾値 T H 1 ~ T H m が設定される。

20

【 0 1 1 0 】

或る出方路に対応するアドレス管理 F I F O バッファメモリに蓄積された共通バッファメモリ 5 1 のアドレスの個数が所定のアドレス管理閾値 T H m を超えると、その出方路には輻輳が発生したと判定され、輻輳検出信号が輻輳検出制御部 5 4 に与えられる。輻輳検出制御部 5 4 は、出方路に対応したアドレス管理 F I F O バッファメモリ 5 5 - 1 ~ 5 5 - n に蓄積されているアドレス個数がどのアドレス管理閾値を超えたかの情報を輻輳通知信号として E R 書込部 5 3 に出力する。

【 0 1 1 1 】

送信許可レート算出部 5 2 は、前述の図 7 の送信許可レート算出部 2 2 と同様に動作して、コネクションに対応する送信許可レートを算出してそれを E R 書込部 5 3 に出力する。このとき、輻輳検出制御部 5 4 からの輻輳通知信号がなければ、その送信許可レートをそのコネクションの順方向及び逆方向の R M セルの明示的指示セルレート E R のフィールドに書込んだあとセルを送出する。

30

【 0 1 1 2 】

図 1 7 は、アドレス管理 F I F O バッファメモリ 5 5 (アドレス管理 F I F O バッファメモリ 5 5 - 1 ~ 5 5 - n に対応) の説明図である。

アドレス管理 F I F O バッファメモリ 5 5 は、共通バッファメモリ 5 1 のアドレスを、共通バッファメモリ 5 1 からセルを読出す為のキューとして蓄積し、そのキュー長に従ってアドレス管理閾値 T H 1 ~ T H m が設定される。アドレス管理 F I F O バッファメモリ 5 5 は、蓄積したアドレス数に相当するキュー長が何れのアドレス管理閾値を超えたかを輻輳検出部 5 6 - 1 ~ 5 6 - n を介して輻輳検出制御部 5 4 (図 1 6 参照) に転送し、キュー長が特定の閾値 T H m を超えた時に、輻輳検出部 5 6 - 1 ~ 5 6 - n は輻輳検出信号を輻輳検出制御部 3 4 に転送する。

40

【 0 1 1 3 】

また、アドレス管理 F I F O バッファメモリ 5 5 に対して、蓄積したアドレス数が各閾値 T H 1 ~ T H m を超えた時に送信許可レート B a に乗算する減少係数 1 ~ m が設定される。この減少係数 1 ~ m は、それぞれアドレス管理閾値 T H 1 ~ T H m に対応して設定されており、蓄積したアドレスがあるアドレス管理閾値を超えた場合それに対応する減少係数 1 ~ m が出力される。E R 書込部 5 3 (図 1 6 参照) は、送信許可レート算

50

出部 5 2 からの送信許可レート B_a に対して、輻輳検出制御部 5 4 を介して入力した減少係数 $1 \sim m$ ($1 < 1 < 2 < \dots < m$) を乗算して、その乗算値を送信許可レートとして、順方向及び逆方向の R M セルの明示的指示セルレート E R のフィールドに書込む。これにより、E R 書込部 5 3 は、R M セルの明示的指示セルレート E R のフィールドに書込む送信許可レートを、輻輳が発生しないような値に低減することができる。

【 0 1 1 4 】

図 1 6 には、各アドレス管理 F I F O バッファメモリ 5 5 - 1 ~ 5 5 - m に対してそれぞれ同一のアドレス管理閾値 $T H 1 \sim T H m$ を設定する場合を示したが、出方路の特性に応じて出方路毎に異なるアドレス管理閾値を設定することも可能である。またアドレス管理閾値 $T H 1 \sim T H m$ に対する減少係数 $1 \sim m$ をそれぞれ異なる値に設定することも可能である。さらに、共通バッファメモリ 5 1 に蓄積されるセルの個数に対して、アドレス管理 F I F O バッファメモリに対する場合と同様にアドレス管理閾値を設定することもできる。

10

【 0 1 1 5 】

また、共通バッファメモリ 5 1 とアドレス管理 F I F O バッファメモリ 5 5 - 1 ~ 5 5 - m とに対してそれぞれアドレス管理閾値を設定することも可能であり、蓄積量がそれぞれのアドレス管理閾値を超えた否かに対応して、送信許可レート算出部 5 2 に於いて算出した送信許可レートに減少係数 $1 \sim m$ を乗算し、これによって輻輳が発生しないように送信許可レートを低減することができる。

【 0 1 1 6 】

さらに、送信許可レート算出部 5 2 は前述の実施形態のように、送信許可レートを算出する期間として、一定個数のセルが到着する期間を観測期間と設定する方法、又は一定時間を観測期間として設定する方法の何れかを採用することができる。又ミニマムセルレート M C R を考慮して送信許可レートを算出することもできる。

20

【 0 1 1 7 】

図 1 8 は E R 書込部 5 3 の説明図である。

この図に示すように、E R 書込部 5 3 は、E R 書込制御部 6 1 と、E R 算出部 6 2 と、E R 変更パラメータテーブル 6 3 を備えている。この E R 変更パラメータテーブル 6 3 には、例えば次の図 1 9 に示すように、アドレス管理閾値 $T H 1 \sim T H m$ が格納され、またこれらに対応させて減少係数 $1 \sim m$ ($1 > 1 > 2 \dots > m > 0$) も格納される。

30

【 0 1 1 8 】

E R 書込制御部 6 1 に送信許可レート算出部 5 2 から送信許可レートが送られ、かつ輻輳検出制御部 5 4 から輻輳通知信号が送られると、E R 算出部 6 2 は輻輳通知信号に含まれるアドレス管理閾値を基に E R 変更パラメータテーブル 6 3 から減少係数を読み出し、それを送信許可レート算出部 5 2 から送られた送信許可レートに乗算して送信許可レートを得る。そして、得られた送信許可レートを順方向 R M セルと逆方向 R M セルの明示的指示セルレート E R のフィールドに書込んでセルを送出する。

【 0 1 1 9 】

E R 変更パラメータテーブル 6 3 は、各出方路に共通化して設けることもできる。この場合 E R 変更パラメータテーブル 6 3 は、出方路に対応したテーブルを備える構成となり、各テーブルはそれぞれ異なる減少係数を格納することとなり得る。また前述のように、出方路毎に異なる値のアドレス管理閾値 $T H 1 \sim T H m$ を設定することもできる。

40

【 0 1 2 0 】

前述の各実施の形態における各部の処理機能は、プロセッサ等により実現可能であり、又専用のハードウェアにより実現することも可能である。また、A B R サービスと他の C B R (Constant Bit Rate) サービス等と混在した A T M 網のサービスにおける A B R 通信に対しても適用することができる。また本発明の実施形態は前述の実施の形態にのみ限定されるものではなく、種々の機能や要素を付加、変更し得るものである。

【 0 1 2 1 】

次に、本発明による A T M 交換システムの実施形態について説明する。

50

図20は、本実施形態のATM交換システムの構成図である。

このシステムにおいて、加入者回線処理装置203は、加入者端末(加入者ABR端末)202が接続される低速な回線を終端し、加入者端末202から流入するセルの流量の監視制御(UPC: Usage Parameter Control)や課金処理等を実行する。

【0122】

多重集線装置(マルチプレクサ)204は、加入者回線処理装置203が終端する低速な回線を多重集線し、高速な内部入力リンクに接続する。

スイッチ部201は、高速な入力リンクを幾つかの高速な出力リンクにセルごとに交換する自己ルーティングモジュール(SRM)を多段に接続したものである。このスイッチ部201は、後述するように、本発明に特に関連して、内部の輻輳状態に応じてユーザデータセルのヘッダ部にEFCEビットを設定する機能を有する。

10

【0123】

多重分離装置(デマルチプレクサ)205は、スイッチ部201の出力側に接続される高速な内部出力リンクを、低速な加入者回線に多重分離する。

レート算出部206は、本発明に特に関連する部分であり、多重分離装置205に接続されて、明示的指示レートERを計算するための基礎レートである送信許可レートBa(n)を計算する。

【0124】

レート変更部207も、本発明に特に関連する部分であり、多重分離装置205から加入者回線処理装置203へ向かう下り経路上に設けられて、レート算出部206が計算した送信許可レートBa(n)と、その経路上を通過するユーザデータセルにスイッチ部201によってEFCEビットが設定される割合とに基づいて明示的指示レートERを計算し、それをRMセルに書き込む。

20

【0125】

前述した通り、ABRサービスなどのフィードバック制御を必要とするサービスを利用する加入者端末をATM網に収容するには、加入者端末を制御するためにRMセルに設定される明示的指示レートERの計算/設定機能がATM交換機自体に必要となる。しかし、このレート計算/設定はマイクロ秒オーダで行われなければならないため、セルを高速に交換する箇所(例えばスイッチ部)ではハードウェア的にその計算/設定が間に合わず、その機能のインプリメントは困難である。

30

【0126】

そこで、図20に示したシステムでは、明示的指示レートERの計算/設定機能が、セルの交換速度が比較的遅い多重分離装置205に配置される。多重分離装置205では、セルの交換速度が比較的遅く出力方路(出側の方路、出方路)も限定されるため、明示的指示レートERの計算/設定機能はインプリメントし易い。但し、この構成が採用される場合、多重分離装置205において発生する輻輳は、上記明示的指示レートERの計算/設定機能によってある程度抑えられるが、スイッチ部201において発生する輻輳は抑えることができない。

【0127】

この問題を解決するために、図20に示したシステムでは、まず、スイッチ部201に、その内部の輻輳状態に応じてユーザデータセルのヘッダ部にEFCEビットを設定する機能が配置される。そして、多重分離装置205から加入者回線処理装置203へ向かう下り経路上に後述するレート変更部207が設けられる。このレート変更部207は、上記下り経路上を通過するユーザデータセルへのEFCEビットの設定割合を計測し、その計測結果と後述するレート算出部206が計算した送信許可レートBa(n)とに基づいて、明示的指示レートERを計算し、それを上記下り経路上を通過するRMセルに書き込む。このような構成により、スイッチ部201内の輻輳を抑えることができる。

40

【0128】

図21は、スイッチ部201を構成するSRMの構成図である。なお、図7および図16に示した装置もこのスイッチ部201のSRMに対応させることができる。

50

【 0 1 2 9 】

共通バッファメモリ 3 0 1 には、n 本の入力方路（内部入力リンク）からそれぞれ入力されたセルが一時的に保持される。

n 個のアドレス管理バッファ 3 0 2 は、n 本の出力方路（内部出力リンク）毎に設けられる。共通バッファメモリ 3 0 1 に各出力方路に出力されるべき 1 つ以上のセルが格納されている場合、そのアドレスがアドレス管理バッファ 3 0 2 に保持される。そして、出力方路には、それに対応するアドレス管理バッファ 3 0 2 に記憶されているアドレスに対応する共通バッファメモリ 3 0 1 上のアドレスに記憶されているセルが順次読み出されて、出力方路に出力される。セルが読み出されると、それに対応するアドレス管理バッファ 3 0 2 上のアドレスは削除される。

10

【 0 1 3 0 】

輻輳検出部 3 0 3 は、出力方路毎に、出力方路に対応するアドレス管理バッファ 3 0 2 に記憶されているアドレス数を所定の閾値と比較する。これにより、各出力方路毎の輻輳が検出される。ここで、各アドレス管理バッファ 3 0 2 に記憶されているアドレス数は、アドレス管理バッファ 3 0 2 に対応する出力方路にたいして、その各アドレス数に等しい数のセルが共通バッファメモリ 3 0 1 に滞留していることを示している。従って、これら各アドレス数を監視することによって、出力方路毎の輻輳状態を検出することができる。そして、輻輳検出部 3 0 3 は、出力方路毎に輻輳の有無を内部輻輳設定部 3 0 4 に通知する。

【 0 1 3 1 】

内部輻輳設定部 3 0 4 は、出力方路のセルが共通バッファメモリ 3 0 1 から読み出される場合、輻輳検出部 3 0 3 からの通知に基づいて、輻輳が発生している出力方路のユーザデータセルが共通バッファメモリ 3 0 1 から読み出されるタイミングで、そのユーザデータセルのヘッダ部に E F C I ビットを設定する。

20

【 0 1 3 2 】

図 2 2 は、セルの一般的なデータフォーマットを示す図であり、図 2 2 中の (a) は加入者回線上のインタフェースである U N I (User Network Interface) 上のフォーマット、(b) は局間の中継回線上のインタフェースである N N I (Network Network Interface) 上のフォーマットである。図 2 2 に示されるように、セルはヘッダ部とペイロードとから構成される。通信データ（ユーザデータ又は各種制御データ）は、ペイロードである情報フィールドに格納される。ヘッダ部において、一般的フロー制御フィールド G F C は、L A N (ローカルエリアネットワーク) 等におけるセルの競合制御のために使用される。仮想バス識別子 V P I はセルの仮想バス V P を識別するためのアドレス情報、仮想チャネル識別子 V C I はセルの仮想チャネル V C を識別するためのアドレス情報である。セル損失優先度フィールド C L P は、セル転送の優先度を制御するために使用される。ヘッダ誤り制御フィールド H E C は、ヘッダ部のデータ誤りを検出 / 訂正するためのエラーチェックコードである。ペイロードタイプフィールド P T は、本発明に特に関連し、セルの種類を示す情報及び E F C I ビットが格納される。このペイロードタイプフィールド P T の長さは 3 ビットであり、ユーザデータセルにおいては、このペイロードタイプフィールド P T の第 4 ビット（左端のビット）に 0 がセットされている。また、ユーザデータセルにおいて、ペイロードタイプフィールド P T の第 5 ビット（中央のビット）は E F C I ビットとして機能する。この E F C I ビットは、その値が 0 のときはそのユーザデータセルに関して輻輳が発生していないことを示し、その値が 1 のときはそのユーザデータセルに関して輻輳が発生していることを示す。

30

40

【 0 1 3 3 】

図 2 1 の内部輻輳設定部 3 0 4 は、輻輳検出部 3 0 3 からの通知に基づいて輻輳が発生していることが知らされた出力方路のユーザデータセルが共通バッファメモリ 3 0 1 から読み出されるタイミングで、そのユーザデータセル内の上述の E F C I ビットに、輻輳の発生を示す値 1 を設定する。また、後述する R M セルにおいては、ペイロードタイプフィールド P T には 3 ビットデータ “ 1 1 0 ” が設定される。

50

【 0 1 3 4 】

なお、スイッチ部 2 0 1 内においては、各セルの先頭には自己ルーティング用のタグ等が格納される数オクテット分のオーバーヘッドが付加され、また、ここでは V P I 及び V C I の値も変換されるが、ペイロードタイプフィールド P T の 3 ビットデータはそのまま伝送される。

【 0 1 3 5 】

図 2 3 は、図 2 0 の多重分離装置 2 0 5 の構成図である。この多重分離装置 2 0 5 の基本的な構成は、図 2 0 のスイッチ部 2 0 1 を構成する S R M の構成に類似する。

【 0 1 3 6 】

共通バッファメモリ 4 0 1 には、スイッチ部 2 0 1 の 1 つの出力方路から入力されたセルが一時的に保持される。 10

m 個のアドレス管理バッファ 4 0 2 は、m 本の加入者回線毎 (m 台の加入者回線処理装置 2 0 3 毎) に設けられ、共通バッファメモリ 4 0 1 において各加入者回線に出力されるべき 1 つ以上のセルが格納されている 1 つ以上のアドレスが保持される。そして、加入者回線毎に、それに対応するアドレス管理バッファ 4 0 2 に記憶されている各アドレスに対応する共通バッファメモリ 4 0 1 上の各アドレスに記憶されているセルが順次読み出されて、各加入者回線に向けて出力される。セルが読み出されると、それに対応するアドレス管理バッファ 4 0 2 上のアドレスは削除される。

【 0 1 3 7 】

輻輳検出部 4 0 3 は、加入者回線毎に、各加入者回線に対応する各アドレス管理バッファ 4 0 2 に記憶されているアドレス数を所定の閾値 (複数の閾値でもよい) と比較することにより、各加入者回線毎の輻輳の有無 (又は輻輳レベル) を検出する。ここで、各アドレス管理バッファ 4 0 2 に記憶されている各アドレス数は、アドレス管理バッファ 4 0 2 に対応する加入者回線に対して、その各アドレス数に等しい数のセルが共通バッファメモリ 4 0 1 に滞留していることを示している。従って、これら各アドレス数を監視することにより、加入者回線毎の輻輳状態を検出することができる。そして、輻輳検出部 4 0 3 は、加入者回線毎に輻輳の有無 (又は輻輳レベル) を E R 書込み部 4 0 4 に通知する。 20

【 0 1 3 8 】

レート算出部 2 0 6 (図 2 0 も参照) は、加入者回線毎に、アクティブな仮想コネクション (V C) の数を計測し、各加入者回線の伝送レートに対応する各アクティブ V C 数で除算することにより、その除算結果として、各 V C 毎に公平に割り当てられた伝送レートである送信許可レート $B a(n)$ を計算する。そして、レート算出部 2 0 6 は、加入者回線毎の送信許可レート $B a(n)$ を、E R 書込み部 4 0 4 及び後述するレート変更部 2 0 7 (図 2 0 参照) に通知する。 30

【 0 1 3 9 】

図 2 4 はレート算出部 2 0 6 の構成図である。

まず、アクティブ V C 数観測制御部 5 0 1 は、一定個数の A B R セル (A B R サービスのセルであることを示す情報が設定されたユーザデータセル) の到着を数えるためのカウンタを有する。そして、このアクティブ V C 数観測制御部 5 0 1 は、A B R セルの到着時に、その A B R セルに付加されているコネクション識別子と出側の加入者回線とを識別することにより、各加入者回線に対応したアクティブ V C (仮想コネクション) テーブル 5 0 2 に、上記 A B R セルに付加されているコネクション識別子を記憶すると共に、そのコネクション識別子に対応する V C に対して現在の観測期間中に A B R セルが到着したことを示すセル到着識別フラグを設定する。同時に、アクティブ V C 数観測制御部 5 0 1 は、各加入者回線毎のアクティブな V C の数を計測するためのカウンタであり、各加入者回線に対応したカウンタ、アクティブ V C 数保持カウンタ 5 0 3 をカウントアップする。もし、同じ観測期間内に、各加入者回線毎にアクティブ V C テーブル 5 0 2 に記憶されているセル到着識別フラグが設定されたコネクション識別子と、同じコネクション識別子を持った A B R セルが到着した場合には、アクティブ V C 数観測制御部 5 0 1 は、各加入者回線毎のアクティブ V C 数保持カウンタ 5 0 3 はカウントアップしない。 40 50

【 0 1 4 0 】

各観測期間の終了時には、各加入者回線毎のアクティブVC数保持カウンタ503の値、即ち各加入者回線毎のアクティブVC数が、送信許可レート演算部504に通知されると共に、アクティブVCテーブル502とアクティブVC数保持カウンタ503の内容がクリアされる。なお、観測期間は、特には図示しないタイムによって、所定の周期で繰り返し連続的に設定される。

【 0 1 4 1 】

送信許可レート演算部504は、各加入者回線毎に、各加入者回線の伝送レート（通常は同じレート）を各加入者回線毎のアクティブVC数保持カウンタ503の値で除算することによって、その除算結果として、各VC毎に公平に割り当てられた伝送レートである送信許可レート $Ba(n)$ を計算する。そして、レート算出部206は、加入者回線毎の送信許可レート $Ba(n)$ を、ER書込み部404及び後述するレート変更部207（図20及び図26参照）に通知する。

10

【 0 1 4 2 】

図23に戻って、ER書込み部404は、加入者回線毎のRMセルが共通バッファメモリ401から読み出されるタイミングにおいて、レート算出部206から通知される加入者回線毎の送信許可レート $Ba(n)$ を、そのRMセルのERフィールド（後述する図25参照）に設定する。或いは、ER書込み部404は、通知された送信許可レート $Ba(n)$ をそのままRMセルに設定するのではなく、送信許可レート $Ba(n)$ を輻輳検出部403から通知される加入者回線毎の輻輳の有無（又は輻輳レベル）に基づいて修正した上でRMセルに設定するように構成してもよい。この場合には、多重分離装置205における輻輳状態が、修正された送信許可レート $Ba(n)$ に反映されることになる。このようにして送信許可レート $Ba(n)$ が設定された各加入者回線毎のRMセルは、多重分離装置205から各加入者回線処理装置203に向かう各下り経路上に設けられた各レート変更部207に転送される。そして、そのRMセルには、スイッチ部201の輻輳状態が反映された明示的指示レートERが設定されることになる。

20

【 0 1 4 3 】

図25は、RMセルのデータフォーマットを示す図である。

まず、RMセルにおいては、ヘッダ部（Header）のペイロードタイプフィールドPT（図22参照）には、3ビットデータ“110”が設定される。また、そのRMセルが、仮想パスコネクションABRサービスのRMセルである場合には、そのヘッダ部にはVCI=6が設定される。

30

【 0 1 4 4 】

次に、ペイロード部において、まず、6オクテット目のRMプロトコルIDとして、ABRサービスに対応する値1が設定される。

次に、RMセルの7オクテット目は、メッセージタイプフィールド（Message Type Field）と呼ばれ、それぞれ下記のビット情報が設定される。

【 0 1 4 5 】

- ・DIR：方向表示ビット。フォワード方向=0、バックワード方向=1。
- ・BN：BECNセル表示ビット。スイッチ部又は受信端末がバックワードRMセルを生成する場合に、BN=1に設定される。これにより送信端末が生成したRMセルとバックワードRMセルとが区別される。

40

【 0 1 4 6 】

- ・CI：輻輳表示ビット。CI=1（輻輳）、CI=0（非輻輳）。CI=1の場合に送信端末の許可セルレートACRの減少が要求される。

- ・NI：No Increase ビット。送信端末の許可セルレートACRを増加させないために設定される。CIビットとは異なり、NIビットは、許可セルレートACRの減少を要求するものではない。通常、送信端末は、NI=0を設定したRMセルを送出する。

【 0 1 4 7 】

- ・RA：Request/Acknowledge ビット。ATM Forumで規定されるABRサービスでは使用

50

されない。

R Mセルの 8 及び 9 オクテット目には、明示的指示レート E R が設定される。このフィールドが、本発明に特に関連する。

【 0 1 4 8 】

R Mセルの 1 0 ~ 5 1 オクテット目の各フィールドは、本発明には特には関連しないため、その詳細な説明は省略する。

R Mセルの 5 2 及び 5 3 オクテット目に設定される CRC10 コードは、データエラーの検出 / 訂正用のコードである。

【 0 1 4 9 】

図 2 6 は、多重分離装置 2 0 5 から各加入者回線処理装置 2 0 3 へ向かう各下り経路上に設けられるレート変更部 2 0 7 の構成図である。 10

まず、E F C I ビット計測部 6 0 1 は、多重分離装置 2 0 5 から加入者回線処理装置 2 0 3 に向けて転送されてきたセルのうち E F C I ビットが値 1 に設定されているセルを検出し、その検出毎に、輻輳の度合いを示すセル数 Now(n) をインクリメントする。このとき、各観測期間は、タイマ 6 0 2 により設定される。

【 0 1 5 0 】

各観測期間毎に得られる輻輳の度合いを示すセル数 Now(n) は、輻輳度合い計算部 6 0 3 に通知される。輻輳度合い計算部 6 0 3 は、各観測期間毎に、通知された輻輳の度合いを示すセル数 Now(n) と、3 つの値 $C(n)$ 、及び $C(n-1)$ を用いて、次式に基づいて、輻輳の度合いを平滑化する。 20

【 0 1 5 1 】

$$C(n) = \alpha \cdot \text{Now}(n) + (1 - \alpha) \cdot C(n-1)$$

ここで、 α は重み要素で $0 < \alpha < 1$ であり、 $C(n)$ は今回の観測期間において計算されるべき輻輳の度合いを表すパラメタ、 $C(n-1)$ は前回の観測期間において計算された輻輳の度合いを表すパラメタである。このような平滑化により、明示的指示レート E R の極端な変化によって網上のトラヒックが不安定になることを回避することができる。

【 0 1 5 2 】

E R 変更部 6 0 4 は、上述の式によって計算される今回の観測期間における輻輳の度合い $C(n)$ と予め決められた閾値とを比較し、その比較結果に基づいて R Mセルによって前述したレート算出部 2 0 6 から通知されてくる送信許可レート $B_a(n)$ から明示的指示レート E R を計算するための除算値を計算する。 30

【 0 1 5 3 】

E R 書込み部 6 0 5 は、R Mセルが多重分離装置 2 0 5 から転送されてくるタイミングにおいて、その R Mセルの E R フィールドに設定されている送信許可レート $B_a(n)$ を E R 変更部 6 0 4 から通知される除算値で除算することにより明示的指示レート E R を計算し、その明示的指示レート E R を上記 R Mセルの E R フィールドに設定し直し、その R Mセルを加入者回線処理装置 2 0 3 に向けて送出する。

【 0 1 5 4 】

このような A T M 交換機側の動作に対し、送信側の加入者端末 2 0 2 (図 2 0 参照) は、明示的指示レート E R を R Mセルから抽出し、それに基づいて許可セルレート A C R を再計算し、A C R 以下のレートで通信を行う。これにより、スイッチ部 2 0 1 及び多重分離装置 2 0 5 において発生する輻輳を抑えることができる。 40

【 0 1 5 5 】

図 2 7 は、E R 変更部 6 0 4 が比較を行う今回の観測期間における輻輳の度合い $C(n)$ と予め決められた閾値との関係、及びそれらと E R 書込み部 6 0 5 において実行される除算処理との関係の例を示す図である。

【 0 1 5 6 】

この図において、横軸は時間を示し、縦軸は輻輳の度合い $C(n)$ の値を示す。この図が示すように、前半の時間経過において $C(n)$ は大きくなっているが、これはスイッチ部 2 0 1 において輻輳が発生しつつあることを示している。この図の例では、明示的指示レート 50

ERの変更を開始するための閾値としてS(1)とS(2)の2つが設定され、明示的指示レートERの変更を解除するための閾値としてE(1)とE(2)の2つが設定されている。

【0157】

そして、ER変更部604は、C(n)が閾値S(1)を越えていないうちは(区間A)、除算値1を設定する。この場合には、スイッチ部201において、輻輳は発生していない。従って、ER書込み部605は、送信許可レートBa(n)をそのまま明示的指示レートERとして設定する。

【0158】

また、ER変更部604は、C(n)が閾値S(1)を越えると(区間B)、除算値2を設定する。この場合には、スイッチ部201は、軽輻輳状態となる。そして、ER書込み部605は、送信許可レートBa(n)を値2で除算して得られる値を明示的指示レートERとして設定する。

10

【0159】

更に、ER変更部604は、C(n)が閾値S(2)も越えると(区間C)、除算値4を設定する。この場合には、スイッチ部201は、重輻輳状態となる。そして、ER書込み部605は、送信許可レートBa(n)を値4で除算して得られる値を明示的指示レートERとして設定する。

【0160】

一方、ER変更部604は、C(n)が閾値E(2)を下回ると(区間C-B)、除算値を4から2に戻す。また、ER変更部604は、C(n)が閾値E(1)をも下回ると(区間B-A)、除算値を2から1に戻す。

20

【0161】

このようにして、スイッチ部201の輻輳状態が、RMセルに設定される明示的指示レートERに適切に反映される。

上述の実施の形態において、明示的指示レートERは送信許可レートBa(n)が所定の除算値で除算されることにより計算されたが、本発明はこれに限られるものではなく、多重分離装置205から加入者回線処理装置203に向けて転送されてきたセルのうちEFCEビットが値1に設定されているセルの割合を検出して、その割合に基づいて所定の規則に従って送信許可レートBa(n)が変更されるように構成してもよい。

【0162】

30

また、所定の観測期間毎のEFCEビットが値1に設定されているセルの数ではなく、EFCEビットが値1に設定されているセルの到着間隔が計測され、その計測結果に基づいて上記制御が行われるように構成してもよい。

【0163】

上述の実施の形態においては、レート算出部206で算出された送信許可レートBa(n)は、いったん網上のRMセルに設定され、そのRMセルがレート変更部207で抽出されることにより、そのRMセルに設定されている明示的指示レートERが変更され、変更された明示的指示レートERが改めてRMセルに設定される構成を有する。この構成により、レート算出部206からレート変更部207への明示的指示レートの通知を効率良く行うことができる。なお、このような構成ではなく、レート算出部206からレート変更部207へ、専用の制御線を介して送信許可レートBa(n)が通知されるように構成してもよい。

40

【0164】

更に、レート算出部206における送信許可レートBa(n)の算出方式は、上述の方式のみに限られるものではない。

図28は、図20のスイッチ部201内において各SRMに輻輳が発生した場合の、明示的指示レートERの変化を表した図である。

【0165】

この図に示すように、ERが150Mbit/sにセットされたセルがスイッチ部201を通過しようとするとき、スイッチ部201内の最初のSRMで輻輳が発生した場合、この輻

50

輻を知らせるためにセルの E F C I は 1 にセットされる。この輻輳に対して E R 変更部 604 が上述の方法に基づいて除算値を例えば 2 と設定すると、E R 書込み部 605 は E R を 2 で割った値、すなわち 75 Mbit/s を新たな E R としてセルに設定する。その結果このセルの発信端末に対して、上記セルの通信ルートに対する許可レートは 75 Mbit/s であることが通知される。

【0166】

上記セルの通信ルート中における他の S R M に輻輳が発生している場合（2番目の輻輳発生）、上記と同様の方法によって E R はさらに半分の値 37.5 Mbit/s に設定される。さらに他の S R M でも輻輳が発生している場合（3番目の輻輳発生）は、さらに半分の 18.75 Mbit/s に E R が設定される。

10

【0167】

図29は、本発明による A T M 交換システムの第2の形態を示す図である。これは図20に示したスイッチ部201の各 S R M に対してレート算出部を設けた場合のシステム構成を示している。なお、図20に示した部分と同じ機能を有する部分については同一の参照符号を付け、その説明を省略する。

【0168】

この A T M 交換システムのスイッチ部201'は、図20のスイッチ部と同様に複数の S R M を備えているが、これらの S R M にはそれぞれ図24に示したようなレート算出部206が対応づけられて設置されている。各レート算出部206は対応する S R M における輻輳状態に基づいて、上述した方法に従って送信許可レート $Ba(n)$ を計算する。この送信許可レート $Ba(n)$ は E R 書込み部404に送られるが、この E R 書込み部404は S R M のレート算出部206に対応するように S R M 毎に設置され得る。また、図20のレート変更部207も各 S R M に対応して設置することが可能である。この場合、セルの E R フィールドには、例えば図30に示すように、S R M を通過するごとに新たな E R の値が設定されることとなる。

20

【0169】

図31は、ルーティングタグを備えたセルのデータフォーマットを示している。このデータフォーマットは、図22あるいは図25に示したフォーマットに加えて交換機内部ルーティングタグ Routing 用フィールドと交換機内部輻輳表示ビット C 用フィールドと他の用途に用いられうるフィールド Reserve とを備えている。前記の図20あるいは図29に示したシステムにおけるセルに対してこのフォーマットを適用し、さらにルーティングタグで指定された方路においてスイッチよりも後の部分にレート変更部207を設けて、このレート変更部207において上述のようなレート変更処理を行うことも可能である。

30

【0170】

次に本発明による通信中コネクション数計測法の実施形態について説明する。前述したように、A B R サービスにける E R モードの制御をサポートする交換機において、具体的な E R の算出方法は標準化の対象外である。

【0171】

本願では、上記の実施形態を用いて具体的な E R 算出方法の例について説明した。上記の実施形態（例えば図7～図15を用いて説明した実施形態）では、具体的な明示的レート E R を算出する方法として次の様な動作を行っている。つまり、A T M 交換機に少なくとも1個のセルが到着した A B R コネクションをアクティブコネクションとして認識し、一定個数のセルが到着するまでの期間中（あるいは一定時間の観測期間中）にアクティブであると認識されたコネクションの数 N_{vc} を観測し、A B R 通信用の目標使用帯域 B を N_{vc} で等分割した帯域 B_a を明示的なレート E R としている。この方法を実施するためのシステム構成は、前述の図7、図8、及び図12に示した。その他にも幾つかの E R 算出力式について述べているが、いずれの方式においても、ある観測期間毎のアクティブコネクション数の観測を行う。

40

【0172】

具体的にアクティブコネクション数を数え上げるための方法は同様に上述の実施形態にお

50

いて述べている。A T M交換機はアクティブコネクションを記憶するためにテーブルメモリおよび観測期間中のアクティブコネクション数を計数するカウンタを有する。テーブルメモリには例えばアクティブと認識したコネクションのコネクション識別子と識別フラグビットを設定するフィールドから構成される。

【0173】

図32にテーブルメモリの構成例を示す。セルが到着するとコネクション識別子と識別フラグビットが設定され、同時にカウンタをインクリメントしてアクティブコネクション数をカウントしてゆく。ただし到着したセルに関してそのセルと同じコネクション識別子がすでにテーブルメモリ内に設定されていた場合にはカウンタはインクリメントされない。

【0174】

上記テーブルメモリの量としては、A T M交換機における最大設定可能A B Rコネクション数分を設定出来る容量が必要である。またアクティブコネクション数の観測期間の長さについては、一定個数到着期間を観測期間とするならば、観測期間として最大設定可能A B Rコネクション数あるいはその時点で確立しているA B Rコネクション数に等しい観測期間を設定する必要がある。これは例えば100本のコネクションが設定可能な場合に、もし100本のコネクションが実際にセルを送出している場合(アクティブな場合)、観測期間として少なくとも100個のセルが到着するまでの期間をとらなければ100本のコネクションをアクティブであると判定できないからである。一定時間間隔で観測区間を設定した場合にも同様に、観測区間として、(最大設定可能A B Rコネクション数あるいはその時点で確立しているA B Rコネクション数) × (セル時間)を設定する必要がある

【0175】

以上のような方式を用いることによって観測期間毎にアクティブなA B Rコネクションの数を知ることが可能となる。しかし最大設定可能A B Rコネクション数が多い場合には、以下の2つの問題点が生じ得る。以下にそれら問題点およびその解決方法について述べる。

(1) 観測期間の長期化によるE R算出時間の遅れ：

上述したように、A T M交換機における最大設定可能A B Rコネクション数(以下これをM本とする)分のコネクションが通信中であった場合に、それら全てをアクティブであると判定するためには、観測期間としてM個のセルが到着する間隔に設定する必要がある。Mが大きくなると観測期間もまた長くなる。また同様に一定観測期間毎に観測する方法においても、M本のアクティブなコネクションを観測するためには、少なくともMセル時間分の観測期間が必要であるので、やはりMが大きくなると観測期間も長くする必要がる。

【0176】

交換機が行う明示的レートE R算出の動作を考慮した場合、観測期間が長くなることはE R計算時間間隔が長くなることを意味している。つまりE R計算は1回の観測期間終了毎に行われるため、観測期間が長くなることによってE R計算間隔が長くなる、さらに端末への通知の遅延となり、結果的にレート制御動作が効果的に機能せずに交換機において輻輳を引き起こす可能性が生じる。このようなE R計算の遅延を防ぐためには、設定されている観測期間より短い間隔でE Rを算出できる、つまり観測期間より短い間隔でアクティブなコネクション数を決定する機能が必要であり、かつ効果的な方法である。

(2) テーブルメモリ量の増加：

最大設定可能A B Rコネクション数Mが多くなった場合に、実際にはハード構成の側面あるいはコスト的側面等によりテーブルメモリ量が限定され、設置できるコネクション数がM以下に制限されることが考えられる。この場合、観測期間中にテーブルメモリが一杯になった時点でそれ以上のアクティブコネクションをカウント出来ないため、その場合観測されるアクティブコネクション数は実際のアクティブコネクションに対して少なく見積もられることになる。

【0177】

10

20

30

40

50

端末に通知する明示的レートERはABR用の帯域をアクティブなコネクション数で割った値であるから、アクティブコネクション数を少なく見積もった場合には算出されるERの値は実際のアクティブコネクション数から算出したERより大きな値になる。これは網側にとっては危険側の値であり、結果的にこの値を通知された端末がこのERにしたがったレートでセルを送出した場合に交換機で輻輳が発生する可能性がある。したがってテーブルメモリが一杯になった場合に、結果的に算出されるER値が網側に危険側にならないようなアクティブコネクション数の決定機能が必要である。

【0178】

上記の問題を解決するために、本発明の後に述べる実施形態では次のような方法を用いる。

(1) 観測期間の長期化によるER算出時間の遅れに対して：

(a) ある観測期間毎のアクティブなコネクションではなく、観測期間より短いある期間毎にその時刻からある時間分さかのぼった時点までの間に観測されたアクティブなコネクション数を計測する。これにより設定されている観測期間より短い時間間隔毎にアクティブコネクション数を知ることが出来、ER計算の遅延を防ぐことが可能となる。

【0179】

(b) 観測期間が終了する以前に、観測期間終了時刻までに観測されるであろうアクティブなコネクション数を予め予測する。

(c) 観測期間をさらに幾つかの期間に区切り、区間毎に観測期間終了時までに観測されるであろうアクティブなコネクション数を予め予測する。

【0180】

(d) 予測値を決定する係数を設定し、観測期間終了時毎にアクティブなコネクション数の予測値と実際のアクティブなコネクション数との比較から予測係数を更新して、予測値を実際の値との誤差を減少させる。

【0181】

これらにより、設定されている観測期間より短い時間間隔毎にアクティブコネクション数を知ることが出来、ER計算の遅延を防ぐことが可能となる。

(2) テーブルメモリ量の増加に対して：

(a) 観測期間中にテーブルメモリで記憶しているアクティブコネクション数が、そのテーブル内の最大記憶可能コネクション数(最大数とも呼ぶ)L(図32参照)に達した場合には、観測期間終了時において最大設定可能ABRコネクション数Mをその観測期間におけるアクティブなコネクション数とする。あるいはその時点で確立しているABRコネクション数をアクティブなコネクション数とする。

【0182】

(b) 観測期間中にテーブルメモリで記憶しているアクティブなコネクション数が、そのテーブル内の最大数Lに達した場合には、その時点までのアクティブコネクション数(=テーブルの最大数)をもとに観測期間終了時点でのアクティブなコネクション数を予測する。

【0183】

以下、上記の方法を実現するための具体例(通信中コネクション数計測システム)について説明する。なおこれらの発明は基本的にはABRサービスにおけるER計算のために使用されるが、その他ABRサービス以外にアクティブなコネクション数を知る必要がある通信サービスにおいても適用可能である。

【0184】

図33は本発明による通信中コネクション数計測システム(計測システムとも呼ぶ)の構成を示している。ABRサービスではER計算は交換機内の輻輳が発生しうる箇所で行われる。よってこの計測システムはそのような個所に適用され、輻輳が発生しうるセルバッファを通過するセルのコネクション数、つまりアクティブコネクション数(以下通信中コネクション数と記す)を数え、それらのコネクションに対して出側の方路の帯域を適当に分配して割り当てるために用いられる。

10

20

30

40

50

【 0 1 8 5 】

図 3 3 に示すように、本発明の計測システムは、A B R 制御部 7 0 0 と、図 7、図 1 6、図 2 1、図 2 3 等の共通バッファメモリと同様の機能を有する共通バッファ 7 1 0 を備えている。A B R 制御部 7 0 0 は、共通バッファ 7 1 0 の前で各セルからコネクション識別子を抽出するセル抽出部 7 0 1 と、通信中コネクション数計測部 7 0 2 と明示レート E R 算出部 7 0 3 とを備えている。図 3 3 は、複数の出側方路へと向かうセルが 1 つのバッファを共有する場合のシステム構成を表しているため、A B R 制御部 7 0 0 は複数設置され（ただし図中にはその 1 つのみを示している）、それぞれが複数の出側方路に対応する通信中コネクションを計測し、E R 計算を行う。

【 0 1 8 6 】

セル抽出部 7 0 1 は、送信端末からセルを受け取ると、セルを検出したことを示すセル検出信号を通信中コネクション数計測部 7 0 2 に出力し、またそのセルからコネクション識別子を抽出して通信中コネクション数計測部 7 0 2 に出力する。通信中コネクション数計測部 7 0 2 は、本発明の方法にしたがって通信中コネクション数を計算し、その結果を明示レート E R 算出部 7 0 3（E R 制御部）に出力する。明示レート E R 算出部 7 0 3 は計算された通信中コネクション数に基づいて E R を算出し、その結果をセルに書込む。

【 0 1 8 7 】

まず、上述した（1）観測期間の長期化による E R 算出時間の遅れの問題を解決する方法について説明する。この問題を解決する一つの方法は、設定されている観測期間より短いある時間毎に、その時点からある観測期間分さかのぼった時点までの間に到着しているセルに関して通信中コネクション数を計測することである。以下にその原理を説明する。

【 0 1 8 8 】

この方法は、観測期間を一定個数のセル到着間隔に設置するか、あるいは固定時間（固定セル時間）として設定するかによって 2 通りに分類できる。

これらの方法を実現するために、計測システムの A B R 制御部は図 3 3 に示したように、通信中コネクション数計測部 7 0 2 と明示レート E R 算出部 7 0 3 のペアを複数備えており、それぞれのペアは異なる観測区間に応じたタイミングによってアクティブコネクション数を計測し、E R 計算を行う。

【 0 1 8 9 】

図 3 4 は通信中コネクション数計測部 7 0 2 の構成を示している。

この図に示すように、通信中コネクション数計測部 7 0 2 は、到着セル数計数カウンタ 7 2 1 と、通信中コネクション記憶テーブルメモリ 7 2 2 と、通信中コネクション数計数カウンタ 7 2 3 と制御部 7 2 4 とを備えている。到着セル数計数カウンタ 7 2 1 は一定個数 N_p の到着セル数をカウントする。この場合、上記ペアの数は、例えば N_p とすればよい。なお、観測区間を固定時間にした場合、到着セル数カウンタ 7 2 1 は観測時間を計測するタイマーに置き換えられる。この場合は上記ペアの数は、例えば観測区間に隙間ができないような個数に設定すればよい。通信中コネクション記憶テーブルメモリ 7 2 2 は、図 3 2 に示したような、コネクション識別子と識別フラグビットを設定するフィールドから構成される。

【 0 1 9 0 】

観測期間開始後セルが到着すると、到着セル計数カウンタ 7 2 1 がインクリメントされると同時にテーブルメモリ 7 2 2 にコネクション識別子と識別フラグビットが設定される。さらにコネクション数計数カウンタ 7 2 3 がインクリメントされ通信中コネクション数がカウントされる。ただし到着したセルのコネクション識別子と同じコネクション識別子のコネクションがすでにテーブルメモリ 7 2 2 内に設定されていた場合、つまりそのコネクション識別子に対する識別ビットが設定されている場合にはカウンタ 7 2 3 のカウント値は増加しない。到着セル数計数カウンタ 7 2 1 のカウント数が所定数 N_p に達した時点で 1 回の観測期間が終了し、通信中コネクション数計数カウンタ 7 2 3 のカウント値が制御部に送られ、到着セル計数カウンタからの終了リセット信号によってテーブルメモリ 7 2 2 とコネクション数計数カウンタ 7 2 3 の内容はクリアされる。

10

20

30

40

50

【 0 1 9 1 】

制御部 7 2 4 はこの通知信号を受信した時点で、カウンタ 7 2 3 のカウント値を通信中コネクシオン数 N_{ACTIVE} (NA) として設定する。設定された N_{ACTIVE} の値は ER 算出部 7 0 3 に通知される。 ER 算出部 7 0 3 は次の N_{ACTIVE} 値が通知されるまで、この値を用いて ER を算出する。

【 0 1 9 2 】

図 3 5 は観測期間を一定個数 ($N_p = S$ 個) のセル到着間隔とした場合の、上記方式の原理を説明している。ここには、時間軸に対してセル 1 からセル 7 までの到着が矢印で表されている。ここでセル到着時刻毎に過去到着している $N_p = S$ 個分のセルに対して、その中に何本のコネクシオン数があるのかを数える。これを 1 セル到着毎 ($DN = 1$) に行うことによって、各セル到着時刻毎に通信中コネクシオン数を知ることが出来る。例えばセル 5 が到着した時点で過去 5 個分のセル 1 2 3 4 5 に対して何本のコネクシオン数があるかを調べればよい。さらに次のセル 6 が到着した時点でも過去 5 個分のセル、つまりセル 2 3 4 5 6 に対してやはり何本のセルがあるかを調べればよい。

10

【 0 1 9 3 】

図 3 3 のシステムでは 1 セル到着毎 ($m = 1$) に通信中コネクシオン数を決定しているが、これを $DN = 2$ 個のセル到着毎に通信中コネクシオン数を計測することも可能である。例えば図 3 3 のシステムの場合に、5 セル到着毎 ($m = 5$) に通信中コネクシオンを決定するようにすれば、観測期間 $N_p = 5$ と等しくなりこれは従来の観測期間毎 ($N_p = 5$) の通信中コネクシオンの観測方法と等しくなる。

20

【 0 1 9 4 】

図 3 6 は、観測期間が固定時間間隔 ($TM = S$) の場合の通信中コネクシオン数計測方法について説明したものである。ここでは固定時間間隔の観測区間をセル時間で表している。たとえば装置の処理速度が 1 4 9 . 7 6 Mbit/s であるならば、この 1 セル時間はおおよそ 2 . 7 8 μ 秒である。固定時間間隔での観測の場合、セル到着時刻毎に通信中コネクシオン数を決定するのではなく、1 セル時間毎 ($DT = 1$) に通信中コネクシオンの数を決定してゆく。例えばセル時間 $t = 5$ では過去 5 セル時間内に到着したセル 1 2 3 に対して何種類のコネクシオンがあるかを調べればよい。さらに次の時刻 $t = 6$ では過去 5 セル時間内に到着したセルは 2 3 4 であるからこの中に何種類のコネクシオンがあるかを調べればよい。この動作を毎セル時間毎に繰り返すことによって、セル時間毎に通信中コネクシオンを知ることが出来る。さらに通信中コネクシオン数を決定する間隔を $DT = 2$ セル時間毎にして観測することも可能である。例えば図 3 6 において $DT = 5$ にすれば、観測期間 $TM = 5$ と等しくなりこれは従来の観測区間 $TM = 5$ による観測方法と同じである。

30

【 0 1 9 5 】

次に、 ER 計算時間の遅延をなくすための上記と異なる方法について説明する。この方法では、設定されている観測期間が終了する以前に、予測を用いて通信中コネクシオン数を決定する。予測による通信中コネクシオン計測には幾つかの方式がある。以下にそれらの方法を示す。これらの予測は図 3 3 の通信中コネクシオン数計測部において行われる。なお、この後説明する方法においては、通信中コネクシオン数計測部 7 0 2 と明示レート ER 算出部 7 0 3 のペアは ABR 制御部 7 0 0 内に 1 つだけ設けてもよい。

40

(1) 観測期間を固定時間 TM とし、観測開始時刻から TM 時間経過する以前に通信中コネクシオン数がある閾値 N 本に達した場合、 TM 時間後の通信中コネクシオン数 N_{ACTIVE} を、

$$N_{ACTIVE} = \quad \times N \times TM / T$$

として予測する。ただし \quad は適当な係数、 T は観測開始から N 本の通信中コネクシオンを観測するまでの時間である。この方法はある本数のコネクシオン数がカウントされるまでの時間と観測期間との比から、観測期間終了時の通信中コネクシオン値を予測するという方式である。さらに係数 \quad を適当に決めることによって予測値を修正可能である。

50

【0196】

図37はこの方法(1)を説明する図である。図に示すように、通信コネクション数がN本に達した時間Tにおいて、TM時間経過後の通信中コネクション数はNをTM/T倍し、さらに修正計数(図中では=1)をかけた値として算出される。

(2)観測期間を固定時間TMとし、観測開始時刻からTM時間経過する以前に通信中コネクション数が複数の閾値Ni(ただしi=1、2、3、・・・、m)本に達する毎に、TM時間後の通信中コネクション数NACTIVEを、

$$NACTIVE = \alpha \times N_i \times TM / T_i$$

として予測する。ただしTiは観測開始からNi本の通信中コネクションを観測するまでの時間である。この方法は予測を行う契機を複数設定して、あるコネクション数を越える毎にその時刻までのコネクション数と経過時間から、観測期間終了時の通信中コネクション数を予測するという方式である。

10

【0197】

図38はこの方法(2)を説明する図である。図に示すように、通信コネクション数がNi本に達した時間Tiにおいて、TM時間経過後の通信中コネクション数はNiをTM/T倍し、さらに修正計数(図中では=1)をかけた値として算出される。

(3)固定観測期間TMをn個に分割し、各小期間をTk(ただしk=1、2、3、・・・、n)とし、観測開始時刻からT1時間経過した時刻までに認識したコネクション数をN本とし、時刻T1において観測開始からTM時間後の通信中コネクション数NACTIVEを、

$$NACTIVE = \alpha \times N \times n$$

として予測する。ただしαは適当な係数である。この方法は観測期間をn個の小区間に分割し、最初の小区間を経過した時点でそれまで観測した通信中コネクション数をn倍することによって観測期間終了時のアクティブコネクション数を予測する方式である。さらに係数αを適当に決めることによって予測値を修正可能である。

20

【0198】

図39はこの方法(3)を説明する図である。図に示すように、TM時間経過後の通信中コネクション数はNをn倍し、さらに修正計数(図中では=1)をかけた値として算出される。

(4)固定観測期間TMをn個に分割し、各小期間をTk(ただしk=1、2、3、・・・、n)とし、観測開始時刻から各々Tk時間経過毎に認識したコネクション数をNk本とし、各々Tk時間経過毎に、観測開始からTM時間後の通信中コネクション数NACTIVEを、

$$NACTIVE = N_k + (N_k - N_{k-1}) \times (n - k)$$

として予測する。この方式は観測期間を小期間に分割し、各小期間経過時にその時刻までに計測された通信中コネクション数と、一つ前の小期間経過時までの計測された通信中コネクション数からコネクション数の傾きを算出し、その傾きから観測期間終了時の通信中コネクション数を予測する方式である。図40はこの方法(4)を説明する図である。

30

(5)(1)及び(3)に関して、予測による通信中コネクション数の算出と同時に通常(観測期間TM毎の)の観測を行い、TM毎に観測値と予測値を比較することにより係数αを求め、次の観測期間においてはαの値を修正した値に変更して予測を行う。これにより観測期間毎に適切な修正係数αを変更出来、より正確なコネクション数の予測が可能となる。

40

【0199】

次に上述のテーブルメモリ量の増加の問題に対処するため方法について説明する。

図41は通信中コネクション数計測部702の構成を示している。

【0200】

通信中コネクション数計測部702は、一定個数Npの到着セル数をカウントするセル数計数カウンタ731、通信中コネクション記憶テーブルメモリ732、通信中コネクション数をカウントする通信中コネクション数計数カウンタ733、および制御部734を備

50

えている。ここでは観測期間を一定個数セルの到着間隔とした場合について説明する。観測区間を固定時間にした場合、図の到着セル数カウンタ731は観測時間を計測するタイマーに置き換えられる。通信中コネクション数記憶テーブルメモリ732は、通信中であると認識したコネクションのコネクション識別子と識別フラグビットを設定するフィールドから構成される(図32参照)。テーブルに記憶できる最大のコネクション数をLで表す。

【0201】

観測期間開始後セルが到着すると、到着セル計数カウンタ731がインクリメントされると同時にテーブルにコネクション識別子と識別フラグビットが設定される。さらにコネクション数計数カウンタ733がインクリメントされ通信中コネクション数がカウントされる。ただし到着したセルのコネクション識別子と同じコネクション識別子がすでにテーブルメモリ732内に設定されていた場合、つまりそのコネクション識別子に対する識別ビットが設定されている場合にはカウンタ値は増加しない。通常到着セル数計数カウンタ731がN_pに達した時点で1回の観測期間が終了し、通信中コネクション数計数カウンタ733のカウント値が制御部に送られ、到着セル計数カウンタからの終了リセット信号によってテーブルメモリ732、コネクション数計数カウンタ733の内容はクリアされる。しかし観測期間中に通信中コネクション数計数カウンタ733がLに等しくなると、閾値を越えたことを通知する閾値検出信号が制御部に対して送信される。

10

【0202】

制御部734はこの通知信号を受信した時点で、予め与えられている、そのER算出部が対象としているその方路の最大設定可能ABRコネクション数Mを通信中コネクション数NACTIVEとして設定するか、あるいはその時点で確立しているABRコネクション数をNACTIVEとして設定する。確立しているABRコネクション数は、例えばソフトウェアで管理されておりソフトウェアを介してER算出部に通知される値である。設定されたNACTIVEの値はER算出部703に通知され、ER算出部703は次のNACTIVEの値が通知されるまで、この値を用いてERを算出する。

20

【0203】

図41の制御部734の動作は、通信コネクション数計数カウンタ値が閾値Lに達したときに、NACTIVEとして最大設定可能ABRコネクション数あるいは確立コネクション数を設定する場合と、NACTIVEに前述の予測法式(1)~(5)で算出した値を設定する場合とによって異なる。

30

【0204】

図42は、NACTIVEとして最大設定可能ABRコネクション数あるいは確立コネクション数を設定する場合の制御部734の動作を説明する図である。

この図に示すように、制御部734は通信中コネクション数計数カウンタ733の値が閾値Lを超えたことを示す閾値制御信号を受信した場合、上位のソフトウェア等によって管理されている最大設定可能ABRコネクション数、あるいは確立コネクション数をNACTIVEとして決定し、それをER算出部に通知する。

【0205】

図43は、NACTIVEとして予測値を用いる場合の制御部734の動作を説明する図である。この図に示すように、制御部734はNACTIVE算出部741と、修正計数算出部742と、パラメタ記憶部743を備えている。

40

【0206】

NACTIVE算出部741は、観測期間開始からTM時間経過時まで(あるいはN_p個のセル到着時まで)の通信中コネクション数NACTIVEを算出して決定する。修正計数算出部742は、観測期間経過毎に修正計数を算出する。パラメタ記憶部743は、算出したNACTIVEおよび修正計数を記憶する。

【0207】

通信中コネクション計数カウンタから閾値Lを超えたことを示す閾値検出信号がNACTIVE算出部741に送られると、その信号を検出したNACTIVE算出部741は、前述した予測

50

方式(1)～(4)に従ってNACTIVEを算出する。算出されたNACTIVEの値は、ER算出部703へ送られ、同時にパラメタ記憶部743に保持される。観測期間終了時において、観測期間中の実際の通信中コネクション数として通信中コネクション数係数カウンタのカウント値が修正係数算出部742に通知されると、修正係数算出部742はパラメタ記憶部743からNACTIVE値を取り出して、通信中コネクション値NACTIVEに基づいて修正係数を決定する。この決定方法としては、例えば次の導出式を用いることができる。

【0208】

$$= N_{\text{REAL}} / N_{\text{ACTIVE}}$$

ここで、NREALは通信中コネクション数係数カウンタ733から通知された通信中コネクション数である。このようにして決定された はパラメタ記憶部743に格納され、それ以降のNACTIVEの予測計算に使用される。

10

【0209】

上記の方式の場合、通信中コネクション数NACTIVEを実際の通信中コネクション数より大きく見積もってしまう可能性がある。ER値は出側方路の帯域を通信中コネクション数で割った値であり、それがABR端末に送信を許可するレートになるため、実際より大きく見積もった通信中コネクション数をもとに算出したER値は、網にとっては安全側の値である反面、結果的に網の使用効率が上がらない可能性も出てくる。これを避けるために、通信中テーブルメモリに記憶されている通信中コネクション数が上限値Lに達した場合に、それを契機に前述の予測を用いた方式によって観測期間終了時点でのNACTIVEを算出する。これによって通信中コネクション数の過大評価を防ぐ。この予測によるNACTIVEの算出は図41の通信中コネクション数計測部702の制御部734において行われる。さらにこの予測によって求めたNACTIVEが最大設定可能ABRコネクション数Mあるいは確立しているABRコネクション数を越えていた場合には、それらの値をNACTIVEとして設定する。

20

【0210】

【発明の効果】

本発明によれば、ABR通信を行うATM網において交換機と端末間の遅延時間を計測し、UPCに設定する遅延パラメタとして適切な値を設定することができる。これによって、ABR通信を行う場合に、送信端末から網に流入するセル流の正確な監視を行うことが可能なり、通信品質の劣化を防止することができる。

30

【0211】

また、本発明によれば、ABRサービスによるATM網において、観測期間中に1回でもユーザセルが到着するコネクションをアクティブコネクションとし、そのうえで送信許可レートを、出方路対応のアクティブコネクション数で出方路の帯域を除算して求めるので、アクティブコネクション数が少ない出方路に対しては大きな送信許可レートを与えることができる。また、アクティブコネクション数が増加した場合は送信許可レートを低減するので、輻輳の回避、および輻輳からの回復を迅速に行うことができ、ABRサービスを効率良く提供することができる。

【0212】

さらに本発明によれば、セル交換機内のスイッチ部には、ユーザデータセルに輻輳表示情報を設定する機能のみを設け、時間のかかる明示的指示レートの計算機能がセルの交換速度が比較的遅い低速伝送路上に配置され、更に低速伝送路上において上記計算された明示的指示レートをユーザデータセルへの輻輳表示情報の設定状態に基づいて変更し、その変更された明示的指示レートがリソース管理セルに設定される。これにより、ハードウェア構成上の制約を回避すると同時に、スイッチ部の輻輳状態をリソース管理セルに設定される明示的指示レートに適切に反映させることが可能となる。

40

【0213】

この結果、大規模ATM交換システム等において、ABRサービスなどのサービスの収容が可能となる。

また、レート算出手段からレート変更手段への明示的指示レートの通知が、リソース管理

50

セルを介して行われることにより、その通知動作を効率良く行うことが可能となる。

【0214】

更に、レート変更手段は、検出した輻輳表示情報の設定割合をその前後に検出した設定割合に基づいて平滑化し、その平滑化された設定割合に基づいて明示的指示レートを変更することにより、明示的指示レートの極端な変化によって網上のトラヒックが不安定になることを回避することが可能となる。

【0215】

本発明の通信中コネクション計測方法を用いることにより、通信中コネクション数を計測する必要があるATM交換機において、交換機が設定可能な最大コネクション数に起因して通信中コネクション数計測観測期間が大きくなった場合に、設定されている観測期間よりも短い時間で通信中コネクション数を知ることが出来、ABR通信におけるER計算の遅延を短くすることが可能となる。さらに通信中コネクションを記憶するメモリが設定可能な最大コネクション数以下に制限されている場合に、適切な通信中コネクション数を決定することが出来、ABR通信におけるER計算の結果が網に危険側に計算されることを防ぐことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による遅延時間計測方法の原理の説明図である。

【図2】本発明によるATM交換システムの機本構成の説明図である。

【図3】本発明による遅延時間計測装置の実施形態の説明図である。

【図4】本発明のパラメタ保持メモリの構成を示す図である。

【図5】本発明の計測遅延時間保持メモリの構成を示す図である。

【図6】本発明による遅延パラメタの決定方法を示す図である。

【図7】本発明のABR制御装置の構成を示す図である。

【図8】本発明の送信許可レート算出部の構成を示す図である。

【図9】本発明のアクティブVCテーブルの構成を示す図である。

【図10】本発明による第1の送信許可レート算出方法を表したフローチャートである。

【図11】本発明による第2の送信許可レート算出方法を表したフローチャートである。

【図12】本発明の送信許可レート算出部の第2の形態を示す図である。

【図13】本発明のアクティブVCテーブルの説明図である。

【図14】本発明による第3の送信許可レート算出方法を表すフローチャートである。

【図15】本発明による第4の送信許可レート算出方法を表すフローチャートである。

【図16】本発明のABR制御装置の第2の構成を表す図である。

【図17】本発明のアドレス管理FIFOバッファメモリの説明図である。

【図18】本発明のER書込部の説明図である。

【図19】本発明のER変更パラメータテーブルの説明図である。

【図20】本発明のABR交換システムの構成を示す図である。

【図21】本発明のスイッチ部のSRMの構成図である。

【図22】セルのデータフォーマットを表した図である。

【図23】本発明の多重分離装置の構成図である。

【図24】本発明のレート算出部の構成図である。

【図25】RMセルのデータフォーマットを表す図である。

【図26】本発明のレート変更部の構成図である。

【図27】本発明によるER変更部の動作を説明する図である。

【図28】輻輳の発生とERとの関係を表した図である。

【図29】本発明のABR交換システムの第2の構成を示す図である。

【図30】輻輳の発生とERとの関係を表す図である。

【図31】本発明に用いられるセル構成を表す図である。

【図32】本発明のアクティブコネクション記憶テーブルメモリの構成を示す図である。

【図33】本発明の通信中コネクション数計測システムの構成説明図である。

【図34】本発明の通信中コネクション数計測部の構成説明図である。

10

20

30

40

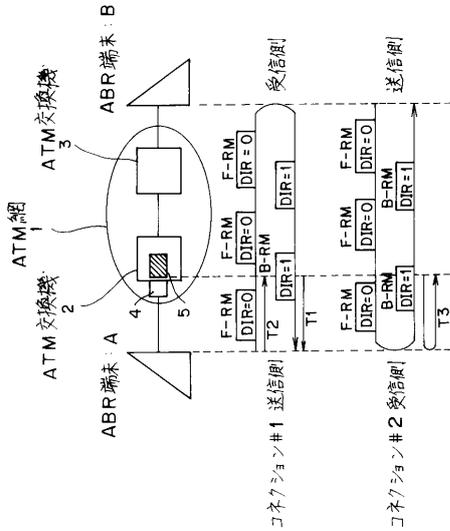
50

- 【図35】本発明による通信中コネクション数計測方法を表す図である。
- 【図36】本発明による第2の通信中コネクション数計測方法を表す図である。
- 【図37】本発明の予測によるコネクション数計測方式(1)を表す図である。
- 【図38】本発明の予測によるコネクション数計測方式(2)を表す図である。
- 【図39】本発明の予測によるコネクション数計測方式(3)を表す図である。
- 【図40】本発明の予測によるコネクション数計測方式(4)を表す図である。
- 【図41】本発明の通信中コネクション数計測部の構成説明図である。
- 【図42】本発明の制御部の第1の動作を示す図である。
- 【図43】本発明の制御部の第2の動作を示す図である。
- 【図44】RMセルの一般的構成を示す図である。 10
- 【符号の説明】
- 1 ATM網
- 2、3 ATM交換機
- 4 ABR用CPU
- 5 遅延時間計測部
- 21 共通バッファメモリ
- 22 送信許可レート算出部
- 23 ER書込部
- 24 輻輳検出制御部
- 25 アドレス管理FIFOバッファ 20
- 101 スイッチ部
- 102 輻輳検出手段
- 103 輻輳表示情報設定手段
- 104 レート算出手段
- 105 レート変更手段
- 106 加入者回線処理装置
- 107 多重集線装置
- 108 多重分離装置
- 109 加入者端末
- 201 スイッチ部 30
- 202 加入者端末
- 203 加入者回線処理装置
- 204 多重集線装置
- 205 多重分離装置
- 206 レート算出部
- 207 レート変更部
- 301、401 共通バッファメモリ
- 302、402 アドレス管理バッファ
- 303、403 輻輳検出部
- 304 内部輻輳設定部 40
- 404 ER書込み部
- 501 アクティブVC数観測制御部
- 502 アクティブVCテーブル
- 503 アクティブVC数保持カウンタ
- 504 送信許可レート演算部
- 601 EFCIビット計測部
- 602 タイマ
- 603 輻輳度合い計算部
- 604 ER変更部
- 605 ER書込み部 50

- 7 0 0 A B R 制御部
- 7 0 1 セル抽出部
- 7 0 2 通信中コネクション数計測部
- 7 0 3 明示レート E R 算出部
- 7 1 0 共通バッファ

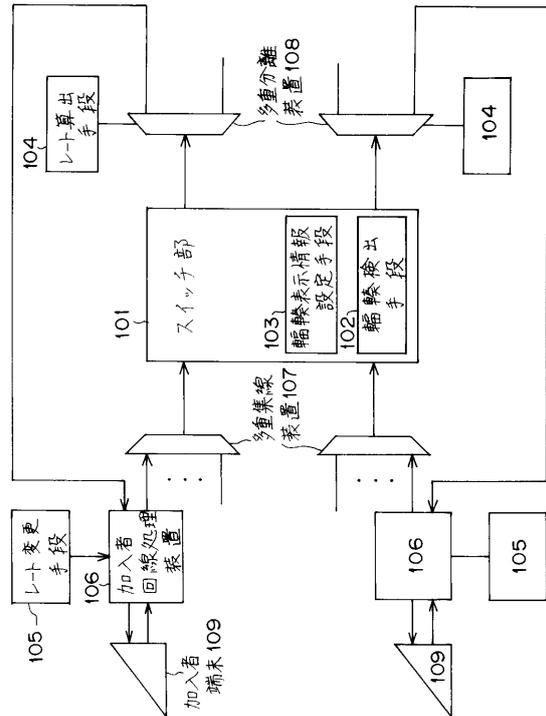
【 図 1 】

本発明の原理的構成を示す図



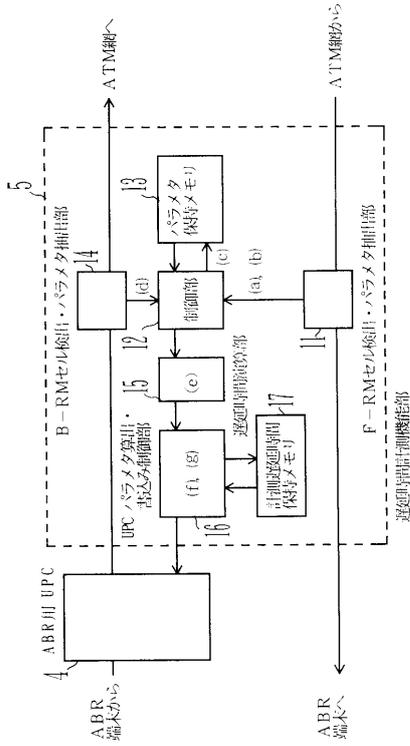
【 図 2 】

本発明のATM交換システムの基本構成図



【図3】

遅延時間計測装置の実施形態を示す図



【図4】

パラメタ保持メモリの構成例を示す図

コネクション識別子	シーケンス番号 SN	B-RMセル到着時刻 T0
⋮	⋮	⋮

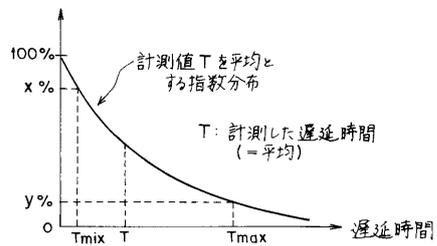
【図5】

計測遅延時間保持メモリの構成例を示す図

コネクション識別子	計測遅延時間 T_1	計測遅延時間 T_2	計測遅延時間 T_N
⋮	⋮	⋮	⋮

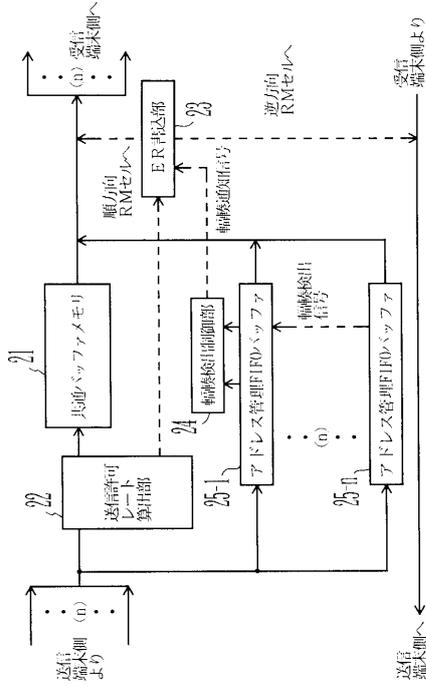
【図6】

指数分布による遅延パラメータ t_2, t_3 の決定方法を示す図



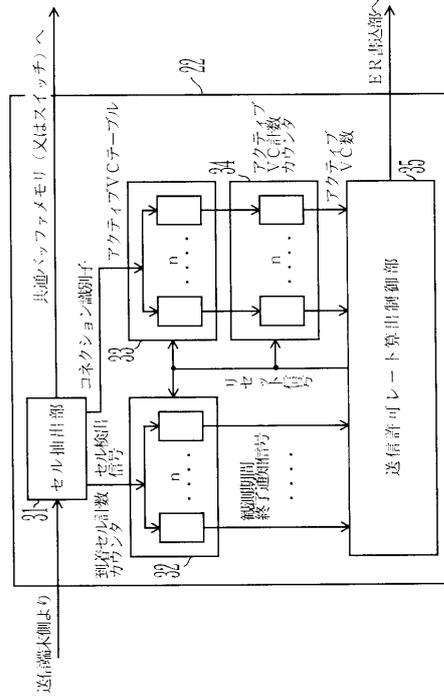
【 図 7 】

ABR 制御装置 (1)



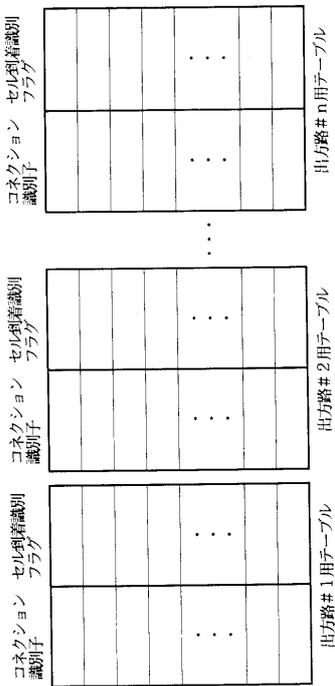
【 図 8 】

送信許可レート算出部の説明図



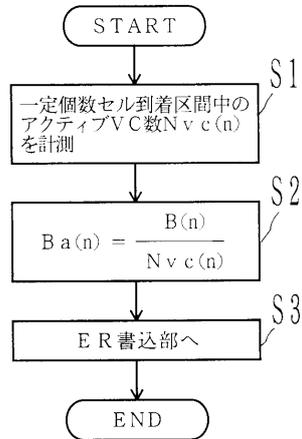
【 図 9 】

アクティブVCテーブルの説明図



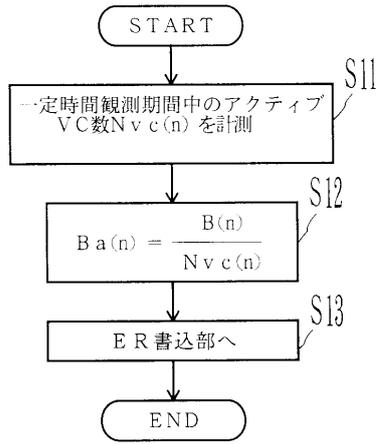
【 図 10 】

送信許可レート算出動作 (1)



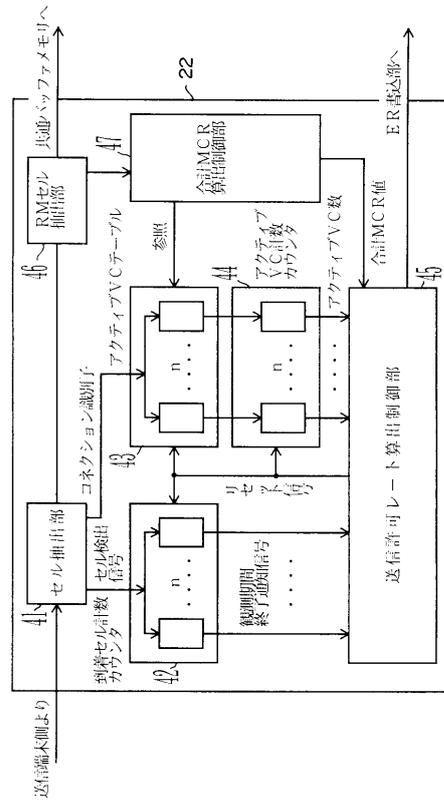
【 図 1 1 】

送信許可レート算出動作 (2)



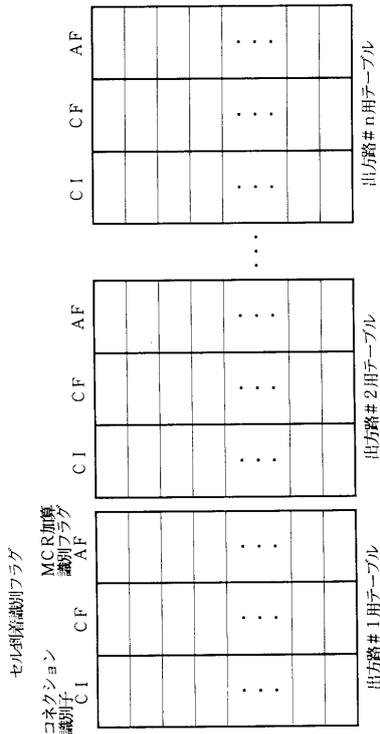
【 図 1 2 】

送信許可レート算出部の構成



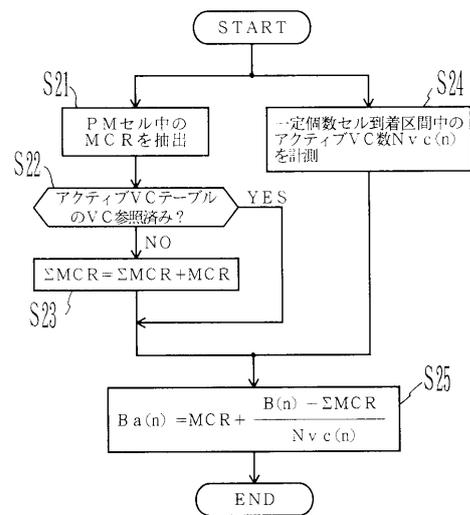
【 図 1 3 】

アクティブVCテーブルの説明図



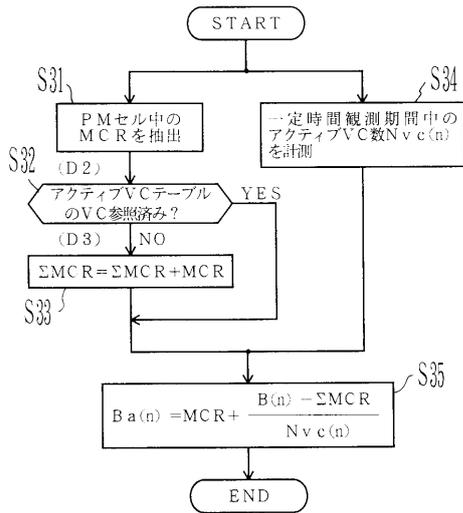
【 図 1 4 】

送信許可レート算出方法 (3)



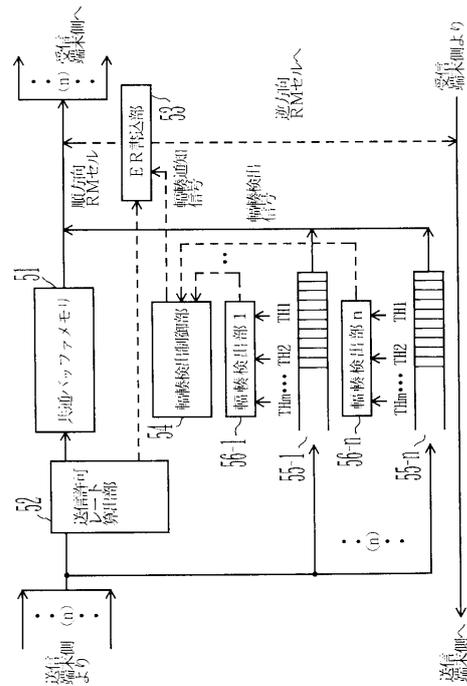
【図15】

送信許可レート算出方法



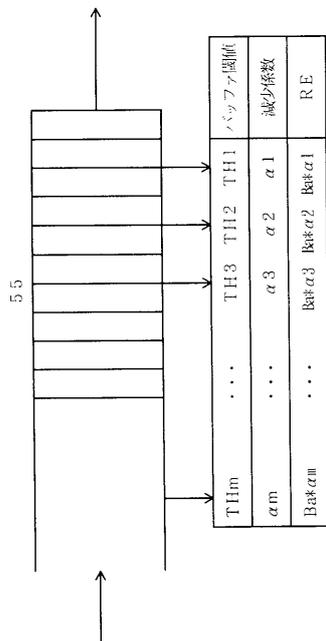
【図16】

ABR制御装置(2)



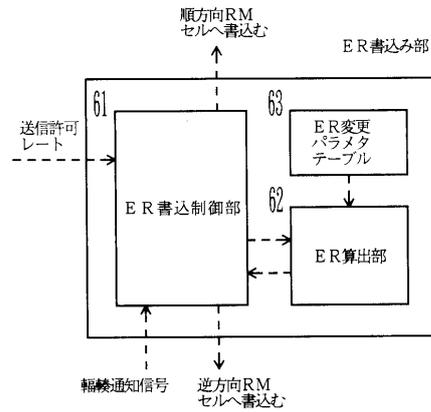
【図17】

アドレス管理 FIFO バッファメモリの説明図



【図18】

EP書込部の説明図



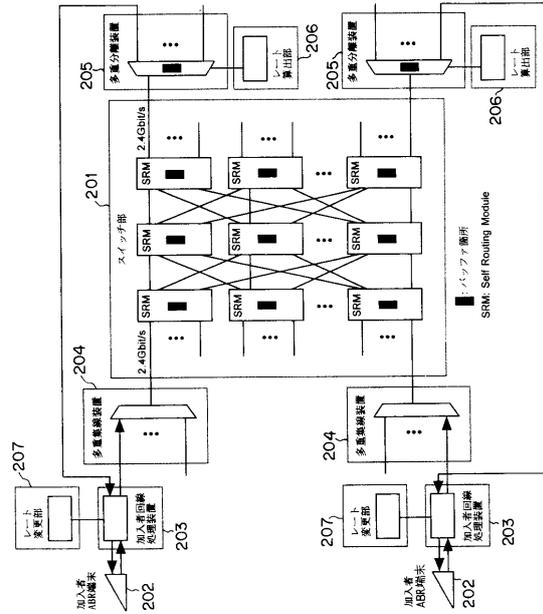
【図19】

ER変更パラメータテーブルの説明図

アドレス管理閾値	減少係数
TH1	$\alpha 1$
TH2	$\alpha 2$
TH3	$\alpha 3$
⋮	⋮
THm	αm

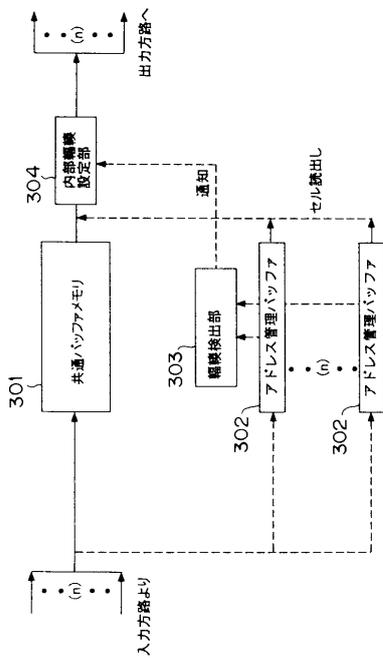
【図20】

ABR交換システムの構成図(その1)



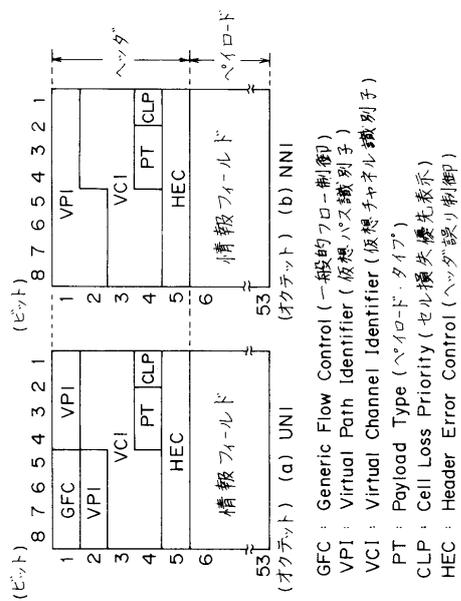
【図21】

スイッチ部を構成するSRMの構成図



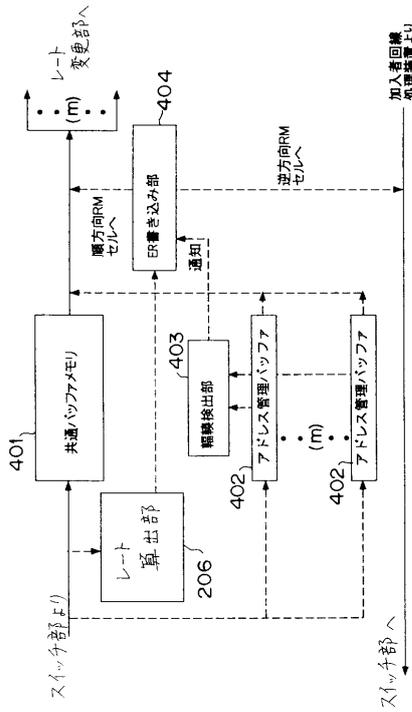
【図22】

セルのデータフォーマットを示す図



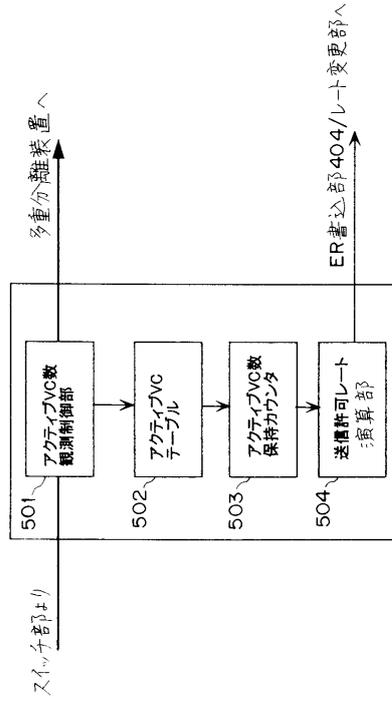
【図23】

多重分離装置の構成図



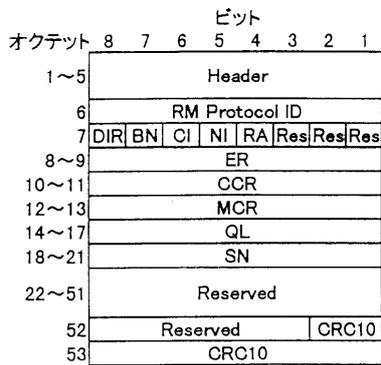
【図24】

レート算出部の構成図



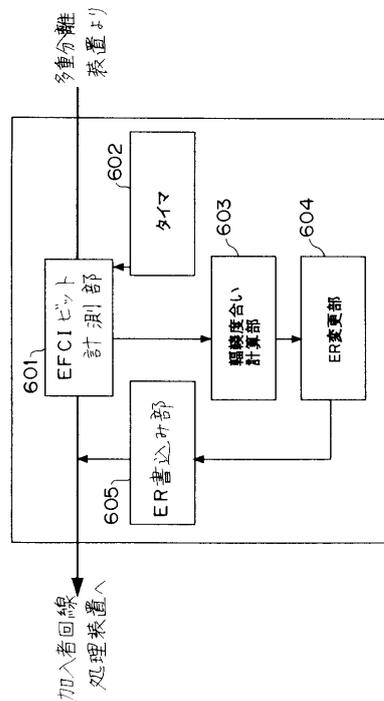
【図25】

RMセルのデータフォーマットを示す図



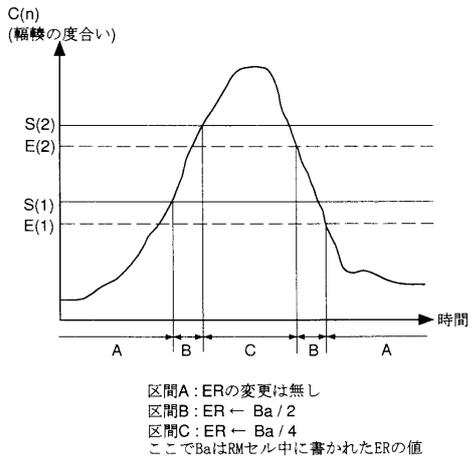
【図26】

レート変更部の構成図



【図 27】

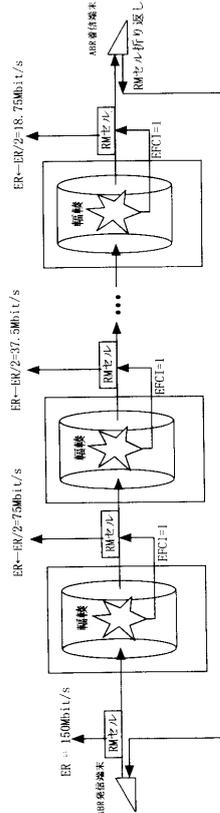
ER変更部の動作説明図



【図 28】

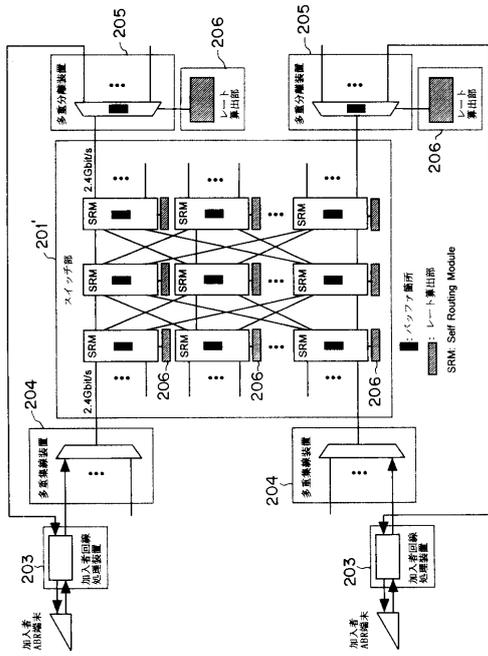
輻輳とERの関係説明図

(その1)



【図 29】

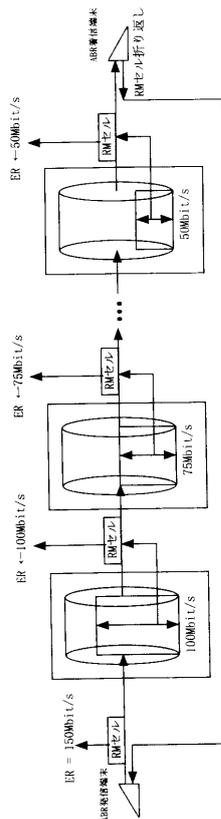
ABR 交換システム構成図 (その2)



【図 30】

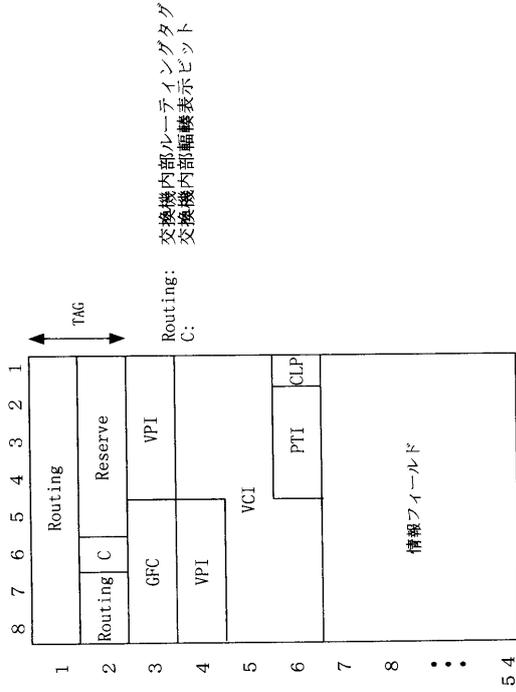
輻輳とERの関係説明図

(その2)



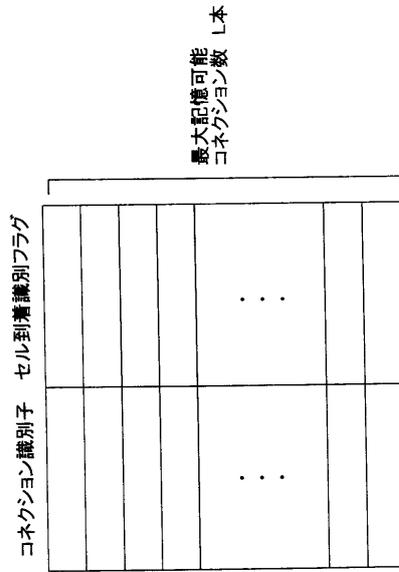
【図 3 1】

セル構成説明図



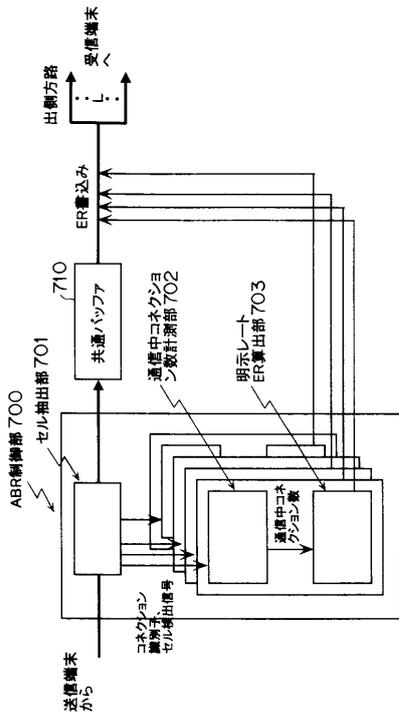
【図 3 2】

アクティブコネクション記憶テーブル
メモリ構成例



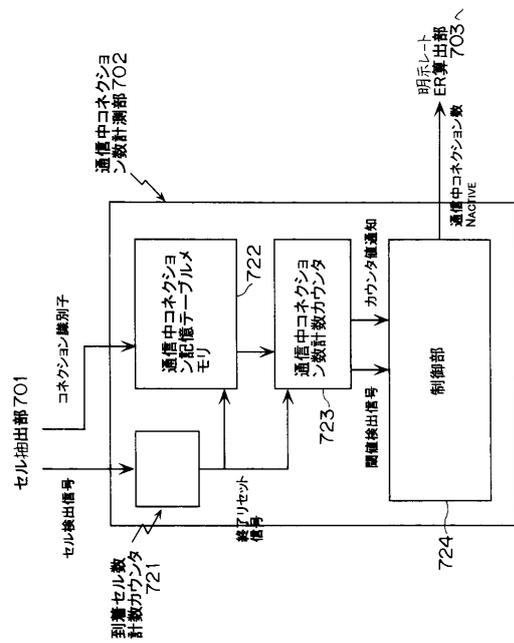
【図 3 3】

通信中コネクション数計測システムの構成図



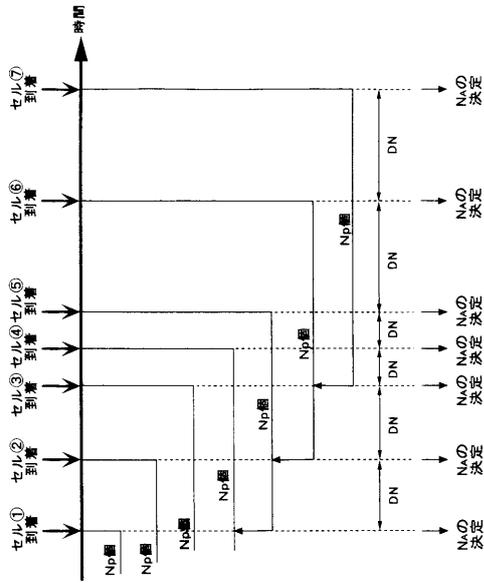
【図 3 4】

通信中コネクション数計測部の構成図



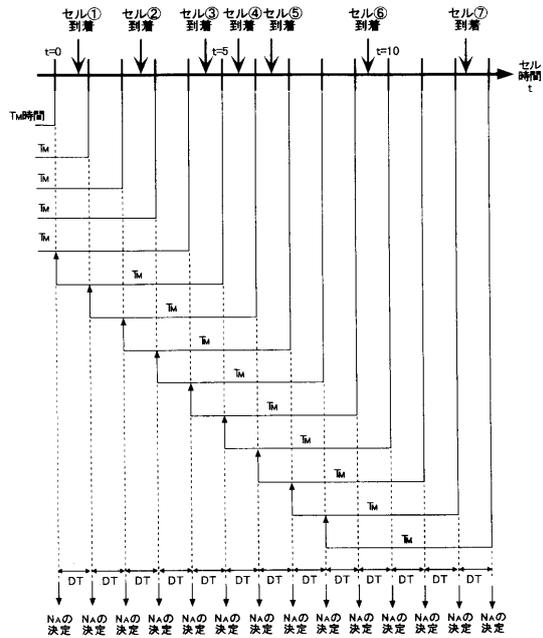
【 図 3 5 】

セル到着時刻から観測期間(一定個数分)過去に到着したセルから通信中コネクション数を計測する方法の原理図(Np=5, DN=1)



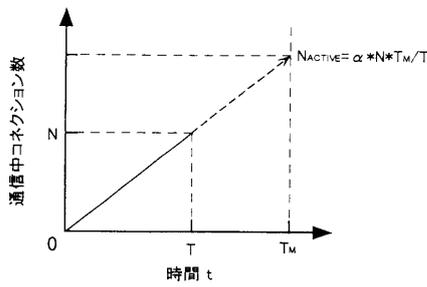
【 図 3 6 】

セル到着時刻から観測期間(固定セル時間分)過去に到着したセルから通信中コネクション数を計測する方法の原理図(TM=5, DT=1)



【 図 3 7 】

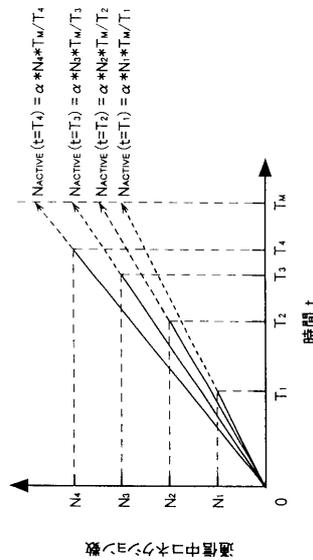
予測によるコネクション数計測方式(1)



T_M : 観測期間(固定時間)
 T : N 本の通信中コネクション数を観測するまでの時間
 N : 通信中コネクション数観測閾値
 N_{ACTIVE} : 観測期間 T_M 時間経過時まで観測される通信中コネクション数
 α : 予測修正係数

【 図 3 8 】

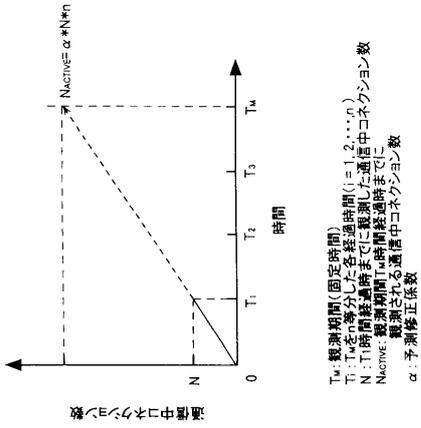
予測による通信中コネクション数の計測(2)



N_i : 通信中コネクション数観測閾値 ($i=1, 2, \dots, m$)
 T_i : N_i 本の通信中コネクション数を観測するまでの時間($i=1, 2, \dots, m$)
 T_M : 観測期間(固定時間)
 N_{ACTIVE} : 観測期間 T_M 時間経過時まで観測される通信中コネクション数
 α : 予測修正係数

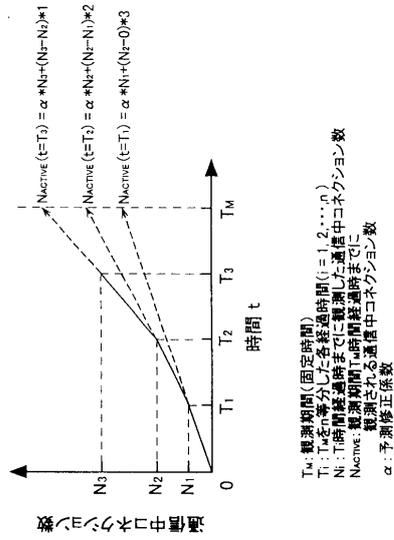
【 図 3 9 】

予測による通信中コネクション数の計測(3)



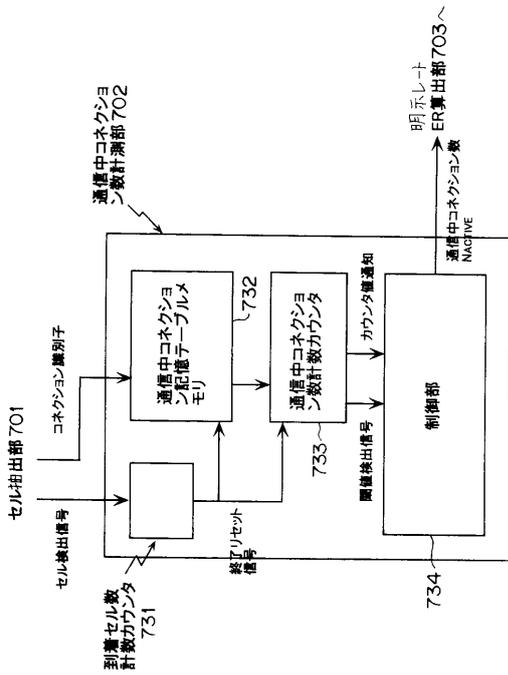
【 図 4 0 】

予測による通信中コネクション数の計測(4)



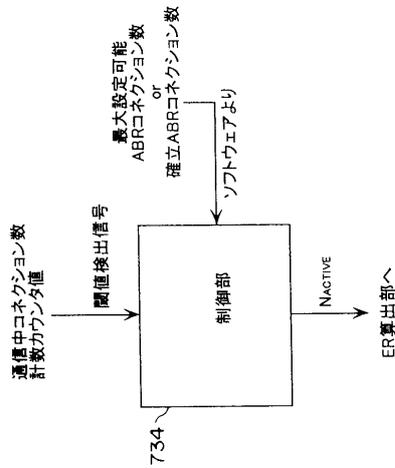
【 図 4 1 】

通信中コネクション数計測部の構成図



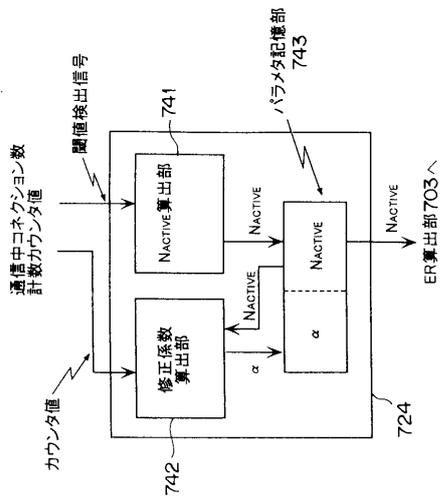
【 図 4 2 】

制御部の構成図(その1)



【 図 4 3 】

制御部の構成図(その2)



【 図 4 4 】

RMセルのフォーマット説明図

		バイト数							
データ	GFC/VPI	VPI	1						
	VPI	VCI	1						
	VCI		1						
	VCI	PT	CLP	1					
	HER		1						
	RM PROTOCOL ID		1						
	DIR	BN	CI	NI	RA	Res	Res	Res	1
	ER		2						
	CCR		2						
	MCR		2						
マローヘス	QL		4						
	SN		4						
	Res		30						
	Res		CRC	1					
	CRC		1						

フロントページの続き

- (72)発明者 川崎 健
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 瓦井 健一
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 渡辺 直聡
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 草柳 道夫
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 清水 稔

- (56)参考文献 特開平08-265333(JP,A)
特開平08-293869(JP,A)
山下 敬 他2名, EモードスイッチにおけるABRサービスのWAM環境における実現性,
電子情報通信学会研究報告, 1995年11月27日, Vol.95, No.393(CS95-130)
, p.13-18
北爪秀雄 他5名, ABRの公衆網における実現に関する検討, 電子情報通信学会技術研究報告
, 1995年 7月14日, Vol.95, No.142(CS95-30), p.31-36

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H04L 12/28

H04L 12/26

H04Q 3/00