



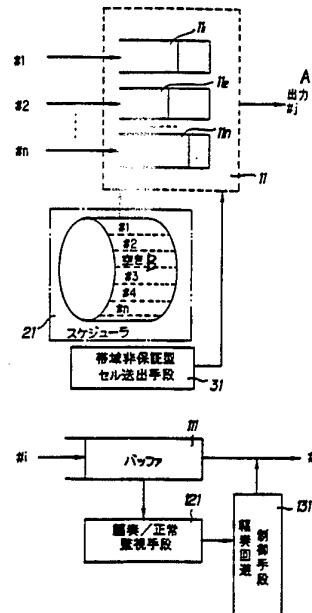
特許協力条約に基づいて公開された国際出願

<p>(51) 国際特許分類⁶ H04L 12/28</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO 95/03657</p> <p>(43) 国際公開日 1995年2月2日 (02.02.1995)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP94/01199 (22) 国際出願日 1994年7月21日(21. 07. 94)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平5/180214 1993年7月21日(21. 07. 93) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP] 〒211 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 Kanagawa, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 宗室利夫 (SOUJIYA, Toshio) [JP/JP] 浅辺直聡 (WATANABE, Naotoshi) [JP/JP] 加藤正文 (KATOH, Masafumi) [JP/JP] 畑野隆司 (HATANO, Takashi) [JP/JP] 加久間 哲 (KAKUMA, Satoshi) [JP/JP] 〒211 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内 Kanagawa, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 齋藤千幹 (SAITO, Chimoto) 〒262 千葉県千葉市花見川区幕張本郷1丁目14番10号 幸栄バンス202 齋藤特許事務所 Chiba, (JP)</p> <p>(81) 指定国 JP, US.</p>		<p>添付公開書類 国際調査報告書</p>

(54) Title : ATM EXCHANGE

(54) 発明の名称 ATM交換機

- A ... output
- B ... vacant region
- 21 ... scheduler
- 31 ... non-band-assuring type call sending means
- 111 ... buffer
- 121 ... congested/normal condition monitoring means
- 131 ... congestion evidence control means



(57) Abstract

When band-assuring type connection calls and non-band-assuring type connection calls exist in a mixed state, a scheduler assigns concerning the band-assuring type connection calls time slots, the number of which corresponds to a required band for these calls, out of N pieces of periodically repeated time slots, and a control operation is carried out so that ATM calls are sent out in the assigned time slots. In a time slot which is not assigned to any band-assuring type connection call, non-band-assuring type connection calls are sent out in the order of arrival thereof. A congested/normal condition monitoring means (121) is provided, and a queue length, which is regarded as an indication of the occurrence of a long-term congested condition, in a queuing buffer (111) is set in advance, and the set queue length and an actual queue length are compared with each other in the congested/normal condition monitoring means to detect the occurrence of a long-term congested condition.

帯域保証型コネクション呼と帯域非保証型コネクション呼が混在する場合、帯域保証型コネクション呼について、スケジューラ 21 は周期的に繰り返される N 個のタイムスロットのうち該呼の要求帯域に相当する数のタイムスロットを割り当て、該割り当てたタイムスロットにおいて ATMセルを送出するように制御する。又、いずれの帯域保証型コネクション呼にも割り当てていないタイムスロットにおいて、帯域非保証型セル送出手段 31 は帯域非保証型コネクション呼の ATMセルを到着順に送出するように制御する。

又、輻輳／正常状態監視手段 121 を設け、予め長期的輻輳状態発生とみなすキューイング用バッファ 111 におけるキュー長を設定し、該輻輳／正常状態監視手段により該設定キュー長と実際のキュー長を比較して長期的輻輳状態の発生を検出する。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AM	アルメニア	DK	デンマーク	LI	リヒテンシュタイン	PT	ポルトガル
AT	オーストリア	EE	エストニア	LK	スリランカ	RO	ルーマニア
AU	オーストラリア	ES	スペイン	LT	リトアニア	RU	ロシア連邦
BB	バルバドス	FI	フィンランド	LR	リベリア	SD	スーダン
BE	ベルギー	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SE	スウェーデン
BF	ブルキナファソ	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	SI	スロヴェニア
BG	ブルガリア	GB	イギリス	MC	モナコ	SK	スロヴァキア共和国
BJ	ベナン	GE	グルジア	MD	モルドバ	SN	セネガル
BR	ブラジル	GN	ギニア	MG	マダガスカル	SZ	スワジランド
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ	ML	マリ	TD	チャド
CA	カナダ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	TG	トーゴ
CF	中央アフリカ共和国	IE	アイルランド	MR	モリタニア	TJ	タジキスタン
CG	コンゴ	IT	イタリア	MW	マラウイ	TT	トリニダードトバゴ
CH	スイス	JP	日本	MX	メキシコ	UA	ウクライナ
CI	コート・ジボアール	KE	ケニア	NE	ニジェール	US	米国
CM	カメルーン	KG	キルギスタン	NL	オランダ	UZ	ウズベキスタン共和国
CN	中国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NO	ノルウェー	VN	ヴェトナム
CZ	チェコ共和国	KR	大韓民国	NZ	ニュージーランド		
DE	ドイツ	KZ	カザフスタン	PL	ポーランド		

-1-

明 細 書

A T M 交 換 機

技 術 分 野

本発明は A T M 交換機に係わり、特に帯域保証型 / 帯域非保証型のコネクション呼が混在する場合において所望のサービス品質を保持できる A T M 交換機並びに長期的な輻輳状態を検出して該輻輳状態を回避する A T M 交換機に関する。

背景技術

音声通信、データ通信だけでなく動画像も含めたマルチメディア通信のニーズが高まりつつあり、そのような広帯域 (Broadband) の通信の実現手段として、非同期転送モード (Asynchronous Transfer Mode : A T M) を基本とする B - I S D N (Broadband- I S D N) の交換技術が合意され、実用化されつつある。

A T M 方式は音声、動画像などの連続情報やデータなどのバースト情報に依存することなく、また、各々の通信速度に依存することなく、すべての情報をセルとよばれる固定情報に変換して高速転送する。すなわち、A T M 方式では物理回線上に多重に論理リンクを張ることにより回線を複数の呼に割り当てる。そして、各呼に応じた端末からの動画像データや音声データ等を固定長の情報単位 (セルという) に分解し、順次回線に送り出して多重化を実現する。

セルは図 19 に示すように、53 バイトの固定長ブロックで構成され、その内 5 バイトがヘッダ部 H D、48 バイトがインフォメーションフィールド (情報部) D T である。ヘッ

-2-

ダ部 H D には、データがブロックに分解された後でも宛先が判るように呼識別用の仮想チャンネル番号 (Virtual Channel Identifier: V C I) が含まれ、そのほか方路を特定する仮想パスの識別子 (Virtual Path Identifier: V P I) や、

5 リンク間のフロー制御に用いられるジェネリックフローコントロール G F C (Generic Flow Control) や、ペイロード P T (Payload Type) やヘッダのエラー訂正用符号 H E C (Header Error Control) 等が含まれている。

(a) A T M 網

10 図 2 0 は A T M 方式を説明するための A T M 網の概略構成図であり、1 a, 1 b は A T M 端末装置、3 は A T M 網である。A T M 網 3 は、データセルを伝送する情報網 3 a と制御信号を伝送する信号網 3 b を備え、情報網 3 a における各 A T M 交換機 3 c-1 ~ 3 c-n の呼処理プロセッサ (C P U) 3 d-

15 1 ~ 3 d-n は信号網 3 b と接続されている。

発信端末 1 a が着信端末 1 b を呼び出すための発呼操作を行うと、発信端末内のセル組立部は S E T U P メッセージ (発信番号、着信番号、端末の種別、平均セル速度、最大セル速度等を含むデータ) をセル単位に分割し、各分割データに信号

20 用 V C I (端末毎に予め定まっている) を付して信号セルを生成し、該信号セルを A T M 網 3 に送り出す。

A T M 交換機 (発信側交換機) 3 c-1 の信号装置は信号セルを受信すれば、該信号セルに含まれる情報を組立てて C P U 3 d-1 に通知する。C P U は受信メッセージに基づいて発信者サービス分析処理、課金処理、着信者数字翻訳処理等の呼

-3-

- 処理を行なうと共に方路（V P I）及び呼識別情報（V C I）を決定し、ついで、信号網 3 b を介して N O . 7 プロトコルに従って次の中継交換機 3 c - 2 に発信番号、着信番号、V P I、V C I、その他のデータを含む接続情報を送出する。中継交換機 3 c - 2 は発信側交換機 3 c - 1 と同様な処理を行ない、以後同様な処理が行われ、最終的に発信側交換機 3 c - 1 から着信端末が接続された A T M 交換機（着信側交換機） 3 c - n までのパス及び中継 A T M 交換機 3 c - 2, 3 c - 3, … が決定される。
- 着信側交換機 3 c - n は発信番号、着信番号、上位 A T M 交換機 3 c - 3 の V C I を含む接続情報を受信すれば、着信端末に所定 V C I を割り当てると共に、着信端末 1 b が通話可能であるか調べる。通話可能であれば、信号網 3 b は通話可能な旨を発信側交換機 3 c - 1 に通知し、発信側交換機は発信端末 1 a に所定の V C I を割り当てる。
- パス上の各 A T M 交換機 3 c - 1 ~ 3 c - n はパス毎に、上位 A T M 交換機の V C I に対応させて、
- (1) 該 V C I を有するセルの出線（出力リンク）を特定するルーティング情報や該 V C I の品質を保持するための情報を含むタグと、
 - (2) 出力するセルに付加する新たな V C I、V P I を内蔵のルーティングテーブルに登録する。
- 以上により、発信端末 1 a と着信端末 1 b 間にパスが形成されると、両端末は発呼セル、応答セルを互いに送受しあって通信手順を確認する。しかる後、発信端末 1 a は送信すべきデータを所定バイト長に分解すると共に、前記割り当てら

-4-

れた V C I を含むヘッダを付けてセルを生成し、該セルを A T M 網 3 に送り出す。各 A T M 交換機 3 c-1 ~ 3 c-n は上位交換機から所定の入線を介してセルが入力されると、自分のルーチングテーブルを参照して入力されたセルの V P I / V C I を付け変えたと共にタグ（ルーチング情報）に基づいて所定の出線に送り出す。この結果、発信端末 1 a から出力されたセルは呼制御で決定したパスを介して着信側交換機 3 c-n に到達する。着信側交換機 3 c-n はルーチングテーブルを参照して入力されたセルに付加されている V C I を着信端末に割り当てた V C I に付け変えた後、着信端末 1 b が接続されている回線に送出する。

以後、発信端末 1 a はセルを順次着信端末 1 b に送り、着信端末は受信したセルに含まれる情報部 D T を組立て、元のデータを復元する。

15 以上は、1つの呼に対する場合であるが、端末 - A T M 交換機間及び隣接 A T M 交換機間の各回線の両端で互いに持ち合う V C I 値を変えることにより、1つの回線に多数の呼に応じた論理リンクを張ることができ、これにより高速多重通信が実現される。A T M 方式によれば、動画像、データ、音声等異なる伝送速度をもつ情報源の情報を多重化することができるため1本の伝送路を有効に使い、しかも、パケット交換でソフト的に行っているような再送制御や複雑な通信手順が不要となり、150 M b p s 乃至 600 M b s の超高速のデータ伝送が可能となる。

又、A T M 交換機にはバッファリングの機能があり、この

-5-

バッファリング機能により A T M 交換機や着信端末に多数の呼が発生した場合でも発信端末を待たせることなく呼を受け付けて着信端末に送ることができる。例えば、着信端末 1 b に対し同時に多数の端末から呼が発生し、これにより着信側
5 交換機 3c-n と着信端末 1 b 間の回線に空きがなくなると、着信端末に送れないセルが発生する。かかる場合、着信側交換機 3c-n は送れないセルをバッファリングし、回線に空きができた時に送ることにより発信端末を待たせることなく呼を受け付けて着信端末に送ることができる。

10 (b) 自己ルーチング A T M 交換機

図 2 1 は自己ルーチング A T M 交換機の構成図であり、基本スイッチングユニット S W U と制御情報付加ユニット C I A U と、呼処理用の C P U (呼制御部) を有している。尚、この A T M 交換機は、入線・出線間に 1 段の自己ルーチング
15 スイッチモジュール S R M 1 が存在する構成になっているが、複数の自己ルーチングスイッチモジュールが複数段接続された構成であっても構わない。

モジュール S R M 1 の入力端は制御情報付加回路 C I A U を介して入線 (入力リンク) # 1 ~ # 3 接続され、出力端は
20 出線 (出力リンク) # 1 ~ # 3 と接続されている。制御情報付加ユニット C I A U は、各入線 # 1 ~ # 3 に対応してルーチング情報等を付加する付加回路 A C 1 ~ A C 3 を備え、各付加回路 A C 1 ~ A C 3 は対応する入線から入力されたセルにタグ (ルーチングヘッダ) を付加すると共に、該セルに含まれる V C I を付け替えて基本スイッチングユニット S W U

- 6 -

に送り出す。

呼制御部 CPU は発呼時、呼制御を行ってセルの V C I 、
V P I を決定すると共に、着信端末の所在地に応じてタグ
(ルーチングヘッダ R H) を決定し、これら制御情報をセル
5 が入力される付加回路のルーチングテーブル (図示せず) に
書き込む。呼制御が終わって、セルが上位 A T M 交換機を介
して所定の入線に入力されると、該入線に接続された付加回
路 A C 1 ~ A C 3 は、ルーチングテーブルより入力セルに付
加されている V C I に応じた制御情報 (タグと V C I) を読
10 み出す。そして、セルに該タグ (ルーチングヘッダ R H) を
付加すると共に、該セルの V C I を読み出した V C I で付け
替えて基本スイッチングユニット S W U に送り出す。基本ス
イッチングユニット S W U の自己ルーチングスイッチモジュ
ール S R M 1 はタグ (ルーチングヘッダ R H) を用いてセル
15 を所定の出線より送出する。

図 2 2 は自己ルーチングスイッチモジュール (S R M 1)
の具体例を示す回路図である。 I ₁ ~ I ₃ は制御情報検出回路、
D ₁ ~ D ₃ は伝送情報遅延回路、 D M ₁ ~ D M ₃ はデマルチプレ
クサ、 D E C ₁ ~ D E C ₃ は制御情報デコード回路であり、以
20 上によりセル振分け部 C E L D が構成される。 F M ₁₁ ~ F M
₃₃ はバッファメモリで例えば F I F O (First-In First-Out)
メモリ、 S E L ₁ ~ S E L ₃ はセレクタ、 A O M ₁ ~ A O M ₃ は
到着順序管理 F I F O である。各到着順序管理 F I F O (A
O M ₁ ~ A O M ₃) はそれぞれ制御情報デコード回路 D E C ₁
~ D E C ₃ の出力端に接続され、対応する 3 つのバッファメ

-7-

メモリ $FM_{11} \sim FM_{13}$, $FM_{21} \sim FM_{23}$, $FM_{31} \sim FM_{33}$ にセルが到着する順序を記憶し、対応するセクタ $SEL_1 \sim SEL_3$ を制御してセル到着順に3つのバッファメモリからセルを読み出して出線 # 1 ~ # 3 に送出する。

- 5 検出回路 I_i ($i=1 \sim 3$) は入力されたセルに含まれる制御情報を抽出してデコード回路 DEC_i ($i=1 \sim 3$) に送る。

デコード回路 DEC_i は入力されたタグ (ルーチングヘッダ RH) が出力端 # j ($j=1 \sim 3$) を示すものであれば、
 10 切換信号 S_i によりデマルチプレクサ DM_i を操作して $FIFO$ メモリ FM_{ji} に伝送情報を送る。例えば、入力端 # 1 より入力した情報に含まれるルーチングヘッダ RH が出力端 # 2 を示すものであれば、デコード回路 DEC_1 はデマルチプレクサ DM_1 を操作して入力端 # 1 からの情報を FM_{21} に入力する。到着順序管理 $FIFO$ (AOM_i) は制御情報デコード回路 $DEC_1 \sim DEC_3$ の出力端に接続され、対応する3つのバッファメモリ $FM_{i1} \sim FM_{i3}$ にセルが到着する順序を記憶する。例えば、セルがバッファメモリ $FM_{11} \rightarrow FM_{12} \rightarrow FM_{13} \rightarrow FM_{12} \rightarrow \dots$ の順序で到着すれば、到着順序管理 $FIFO$ (AOM_1) には $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow \dots$ のようにセル到着順にバッファメモリ識別符号が記憶される。しかる後、
 20 到着順序管理 $FIFO$ (AOM_i) は対応するセクタ SEL_i を制御してセル到着順に3つのバッファメモリ $FM_{i1} \sim FM_{i3}$ からセルを読み出して出線 # i に送出する。

このように、 $FIFO$ メモリ FM_{ij} に複数セル分の容量を持たせておくことにより、バッファ機能が得られ、一時的に

- 8 -

伝送データが増大するような場合にも十分に対応できる。また、セル到着順にバッファメモリ $F M i_1 \sim F M i_3$ からセルを読み出すため各バッファメモリ $F M i_1 \sim F M i_3$ に均等数のセルが滞留し、バッファメモリよりオーバーフローしてセルが廃棄される事態がなくなる。

ところで、ATM方式では情報速度やバースト性（瞬時に大量の情報が発生する状態）が異なる種々のトラヒックを統合的に扱うため、特にバースト性が強いトラヒックが混在した場合、適切に呼の受け付け制御をしないとユーザが要求したサービス品質（セル廃棄率、遅延時間）を提供できなくなる問題がある。このため、ATM交換機は、帯域保証型コネクション呼の場合には、ユーザ（ATM端末）から申告された平均セル速度、最大セル速度、伝送路の物理帯域等に基づいて所定の伝送路に必要帯域の空きがあるかを判別し、存在すれば呼を受け付け、存在しなければ拒絶するようにしている。

平均セル速度と最大セル速度が異なる可変速度トラヒック特性の呼が発生した場合、呼の最大セル速度を必要帯域とみなして呼を受け付けるか否かを制御する方法は制御が簡単であるが、伝送路への割り付け可能な呼数が少なくなり伝送路の使用効率を低下する。一方、必要帯域を平均セル速度とみなして呼を受け付けるか否かを制御する方法は、伝送路に多くの呼を割り当てることができ、伝送路の使用率を向上することができる。しかし、平均セル速度割付けを行うと、各呼のピークが重なった場合等において伝送路の帯域を超過してセル廃棄が発生し、所要のセル廃棄率を満足できなくなり、受信

側において音飛び、画像抜け、データの消失を生じる。このため、平均セル速度割付けと最大セル速度割付けを併用して所定のセル損失率を維持しつつ伝送路の使用効率を高める呼受付制御が行われている。

- 5 図23はATM交換機における呼受付制御の説明図であり、① V_t は伝送路の物理帯域、② V_{pht} は最大セル速度で割り当てた呼の全最大セル速度の総和、③ V_{avt} は平均セル速度で割り当てた呼の全平均セル速度の総和、④ V_{pts} は通信中の全呼の最大セル速度の総和である。また、⑤ V_p は新
10 たに発生した呼（受付要求呼）の最大セル速度、⑥ V_{av} は受付要求呼の平均セル速度である。

伝送路に割り当てる呼数が多くなると、統計多重効果により伝送速度のピーク、ボトムが重なり合って平滑化し、見掛けより多くの呼を収容することができる。呼接続制御（CA
15 C : Connection Admission Control）ではかかる統計多重効果を利用して平均セル速度割付けと最大セル速度割付けを行う。

(c) 統計多重方式

ATM交換機では、図24に示すように複数（N本）の入
20 カリンクから到着するATMセルを所定の出力リンクより集線多重して送出する。かかる集線多重方式としては、① スキップポーリング制御型個別バッファ方式、② FIFO読み出し制御型個別バッファ方式、③ L N Q優先読み出し制御型個別バッファ方式、④ 出力バッファ方式がある。

スキップポーリング制御型個別バッファ方式は、順番にバ

-10-

5 ッファ(図 2 2 のバッファ F M 1 1 ~ F M 3 3) をスキャン
 して A T Mセルを送出し、空のバッファは飛ばす方式である。
 F I F O読み出し制御型個別バッファ方式は図 2 2 で説明し
 たように、全入力リンクからの A T Mセルの到着順序を一括
10 管理しておき、早いセルから順に送出する方式である。L N
 Q優先読み出し制御型個別バッファ方式は、最もセルが蓄積
 されているバッファから最優先して A T Mセルを読み出して
 送出する方式である。尚、L N Qは Largest Numbers of cel
 ls in the Queueの略である。また、以上の個別バッファ構
15 成の場合には、1セル読み出し時間中に全バッファのスキャン
 あるいは、蓄積セル数の比較が実行できることを前提とし
 ている。

 出力バッファ方式は、A T M交換機内部で一度速度を N V
 まで上げて多重化してから単一の F I F Oで速度変換 (N V
15 → V) にする方式である。図 2 5 はかかる出力バッファ方式
 の説明図であり、M P Xは多重化装置、D B F 1 ~ D B F N
 は出バッファである。多重化部 M P Xは出線 # 1 ~ # N 行き
 の速度 Vのセルを多重化して N Vの速度で各出線対応に設け
 た出バッファ D B F 1 ~ D B F Nに格納し、各出バッファより
20 速度 Vで読み出して対応する出線 # 1 ~ # Nに出力する。

 上記各統計多重方式を比較すると以下のようなになる。

(1) ランダムトラヒック入力の場合の合計の所要バッファ
長を比較すると、いい順(少ない順)に④、③、②、①とな
る。

(2) ④の出力バッファ方式は、N倍の高速メモリを要する

ことを考慮して

$$\text{メモリコスト} = \sqrt{N \cdot \text{バッファ長}}$$

として比較すると、コストが低い順に③、②、④、①となる。

- 5 (3) バースト入力の場合、バッファ長をいくら大きくしてもセル廃棄率が減少しない膝(Knee Point)が存在し、その影響でセル廃棄率は差がなくなる。図26は $\log[\text{セル損失率}]$ - バッファ長の特性図であり、 n は多重数、 V_{out} は伝送路の速度である。この図より明らかのように多重数 n が多くな
- 10 るほど膝は下方に移動し、セル損失率は向上する。これは、統計多重効果により、多重数が大きくなるほど各呼のセル速度の凸凹が重なって平滑化するからである。

- (4) バースト入力の場合の膝(Knee Point)を低下させるキー要因は、ピークセルレートに対する出力リンクの速度を
- 15 きるだけ高くして多重度を大きくする点にある。

将来の呼源自体のピクセルレートの向上を見込み、膝(Knee Point)を低下させることを考慮すると、それらを多重化する網のリソースの高速化が必要になる。従って、高速なメモリ動作が要求される④の出力バッファ構成は、速度の余裕が

20 無くなるため、採用すべきでない。

③のLNQ優先読み出し制御型個別バッファ方式は、セル廃棄率の特性自体は他の個別バッファ方式と比較して優れるが、

・そのメカニズム自体のインプリ(実装)が難しく、しかも、

-12-

・キュー長が短いバッファは、優先権を失い続ける可能性があり、セルの遅延時間が大きくなりうるため、しきい値を使用した制御が必須である、
などの短所を考慮すると、採用すべきでない。

- 5 以上から、バッファにキューイングしたATMセルを出力リンクに送出する方式としては、FIFO読み出し制御型個別バッファ方式が最も現実的である。

ところで、上記のような統計多重を行なうと、出力リンクの使用効率が向上するが、一方、あるコネクションが連続的に出力リンクの帯域を占有してしまう可能性があり、帯域をコネクション毎にあるいは入力リンク毎に確定的に割り当てることのできない問題がある。

(d) トラヒックシェーピング

統計多重に対して、コネクション毎あるいは入力リンク毎に帯域を確定的に割り当てる方法としてトラヒックシェーピングがある。図27はトラヒックシェーピングの構成図である。トラヒックシェーピングでは、1つの出力リンクの使用帯域（例えば150Mb/s）を入力リンク毎に予め設定しておき、該使用帯域に収まるように各入力リンクからのATMセルを出力リンクに送出する。出力リンクの使用帯域を入力リンク毎に管理することにより、特定のコネクションにより、出力リンクの大半が占有され、他のコネクションのセルが送出できなくなることを防止できる。図において、CELLDはセルを振り分けるセル振り分け部（図22のCELLDを参照）
20、FM11～FM1nは入力リンクに対応して設けられたF

-13-

I F O バ ッ フ ァ、S E L は セ レ ク タ、S C D は 予 め 設 定 さ れ
て いる ス ケ ジ ュ ー ル に 従 っ て 各 バ ッ フ ァ か ら A T M セ ル を 読
み 出 して 出 力 リ ン ク # 1 に 送 り 出 す ス ケ ジ ュ ー ラ で あ る。ス
ケ ジ ュ ー ラ S C D 内 蔵 の ス ケ ジ ュ ー リ ン グ テ ー ブ ル に は、例
5 え ば 1 周 期 を 1 2 8 個 の セ ル ス ロ ッ ト (タ イ ム ス ロ ッ ト) に
区 分 し、各 セ ル ス ロ ッ ト $S_1 \sim S_{128}$ の 各 々 に ど の バ ッ フ ァ
(入 力 リ ン ク) か ら の セ ル を 送 出 す る か が 予 め 設 定 さ れ て い
る。こ の 結 果、ス ケ ジ ュ ー ラ は 1 周 期 1 2 8 個 の セ ル ス ロ ッ
ト 毎 に 所 定 の バ ッ フ ァ か ら セ ル を 読 み 出 して 出 力 リ ン ク に 送
10 出 し、こ の 動 作 を サ イ ク リ ッ ク に 行 な う。こ れ に よ り、各 入
力 リ ン ク に 使 用 帯 域 $V_1, V_2, \dots, V_n (V_1 + V_2 + \dots$
 $\cdot + V_n \leq V)$ が 割 り 当 て ら れ る。こ こ で、一 周 期 間 に あ る
バ ッ フ ァ か ら 送 出 す る セ ル 数 が 複 数 の 場 合 に は、こ の セ ル 間
隔 が な る べ く 均 一 化 す る の が 望 ま し い。

15 以 上 の よ う に、ト ラ ヒ ッ ク シ ェ ー ピ ン グ を 行 な う と、各 入
力 リ ン ク に 割 り 当 て ら れ る 帯 域 が 確 定 的 と な る。し か し、統
計 多 重 の 場 合 と 反 対 に よ り 多 く の セ ル が 到 着 し て いる バ ッ フ
ァ が あ り、し か も、出 力 リ ン ク が 空 い て いる 場 合 で も、該 バ
ッ フ ァ を ア ク セ ス す る 時 刻 に な る ま で は、該 バ ッ フ ァ か ら セ
20 ル を 読 み 出 して 送 出 で き な い 問 題 が あ る。つ ま り、ト ラ ヒ ッ
ク シ ェ ー ピ ン グ 方 式 で は、出 力 の 使 用 効 率 が あ ま り 高 く な ら
な い 問 題 が あ る。

(e) 輻輳

A T M 網 で は 確 率 的 に 起 こ る A T M 交 換 機 の バ ッ フ ァ へ の
セ ル 同 時 到 着 の た め に セ ル 廃 棄 (短 期 の 輻 輳)、す な わ ち、

転送情報の損失が起こる。高速データ通信網、例えばフレームリレー網間をATM網が中継する場合、ATM網でのセル廃棄により高速データ通信網の情報転送単位であるフレームに不完全なもの（エラーフレーム）が生じ、それは端末の上位5 5 位プロトコル間の再送制御により補完される。この時、高速データ通信網－ATM網の接続形態及び端末の上位プロトコルの再送制御方式によっては、再送されるフレーム数の増加によりATM網への負荷が増大し、ATM網での輻輳状態が助長され、悪化、長期化（長期の輻輳）する恐れがある。

10 図28は短期輻輳と長期輻輳の説明図であり、横軸に時間を、縦軸にバッファにキューイングされたセルの長さ（キュー長）を取っており、CTHは輻輳検出しきい値である。短期輻輳SCJは、瞬間的にバッファキュー長が伸びたものであり自律的に収まる。一方、長期輻輳LCJは、バッファキュー長が伸びきったまま持続する。輻輳検出しきい値CTHが15 バッファサイズと等しい場合には、点線以上の対応するセルは、すべてセル損失となる。

図29及び図30は再送制御説明図であり、図29は情報フレームの廃棄がない場合、図30は情報フレームの廃棄がある場合であり、データ通信の再送手順として最も一般的な20 Go-Back-N手順（HDLC手順）を例にとっている。Go-Back-N手順では、フレームにシーケンス番号を付加してフレームのフロー制御や再送制御を行なう。又、フレームにはフレームの到達確認（正常通信の確認）を行なうために、着信フレームのシーケンス番号を記録するフィールド

-15-

- ドも設けられている。すなわち、着側は逆方向（着側→発側）に送信されるフレームに、連続して正常受信したフレームの内の最新フレームのシーケンス番号を記録して、発側とのフレーム到達確認を行なう（図29のACK(2), ACK(4)を参照）。フレーム損失は、着信フレームシーケンス番号の不連続性から検出する（図30参照）。発側に対する損失フレームシーケンス番号の通知（REJ(2)参照）も一般には、上記のフレーム到達確認と同様に逆方向フレームを用いて行なう。
- 10 さて、Go-Back-N手順では、図30に示すように損失フレームシーケンス番号の通知REJ(2)を受けた発側は、損失フレームシーケンス番号（=2）以降の全フレームの再送を行なう。これは、着側で再送フレームが到着したフレーム以降のフレームをすべて無効と見做して廃棄してしま
- 15 うからである。従って、1フレームの損失であっても一般に再送フレーム数は複数であり、複数回線が再送手順を行なった場合、負荷の増大により輻輳状態の悪化を招き、長期輻輳状態に陥る可能性がある。

(f) 統計多重方式及びトラヒックシェーピング方式の問題
20 点及び目的

統計多重方式によれば、出力リンクの使用効率を向上できるが、一方、あるコネクションが連続的に出力リンクの帯域を占有してしまう可能性があり、帯域をコネクション毎にあるいは入力リンク毎に確定的に割り当てることができない問題がある。これに対して、トラヒックシェーピングを行なう

と、各入力リンクに割り当てられる帯域を確定的とすることが
5 できるが、出力リンクの帯域の使用効率があまり高くない
問題がある。以上から、統計多重方式及びトラヒックシェー
ピング方式にはそれぞれ長所、短所がある。そこで、両
5 方の方式を併用して両者の長所を生かしたATM交換機が要
望されている。

ところで、呼には、要求された帯域を保証する必要がある
帯域保証型コネクション呼と帯域を保証する必要がなく、帯
域保証型コネクション呼の情報を送出していない時にのみ送
10 出すれば良い帯域非保証型コネクション呼がある。これらが
混在する場合、帯域保証型コネクション呼には確定的に要求
帯域を割り当て、帯域非保証型コネクション呼には出力リン
クの残りの帯域を効率良く使用させることが望ましい。

以上から、本発明の第1の目的は統計多重方式及びトラヒ
15 ックシェーピング方式を併用して両者の長所を活用したAT
M交換機を提供することである。

本発明の第2の目的は、帯域保証型コネクション呼と帯域
非保証型コネクション呼が混在する場合、帯域保証型コネク
ション呼のセルはトラヒックシェーピング方式により出力リ
20 ンクに送出し、帯域非保証型コネクション呼のセルは統計多
重方式、例えばFIFO読み出し制御型個別バッファ方式に
より出力リンクに送出するATM交換機を提供することであ
る。

本発明の第3の目的は、帯域保証型コネクションに呼毎に
要求帯域を確定的に割り当てることができるATM交換機を

-17-

提供することである。

本発明の第4の目的は、帯域非保証型コネクション呼に割り当てる帯域を規制できるATM交換機を提供することである。

- 5 本発明の第5の目的は、帯域保証型コネクション呼の各品質クラスに該クラスの品質を満足するに必要な帯域を確定的に割り当てることができるATM交換機を提供することである。

- 10 本発明の第6の目的は、帯域非保証型コネクション呼のATMセルが頻繁に到着しても帯域保証型コネクション呼について所要の帯域を確保できるATM交換機を提供することである。

- 15 本発明の第7の目的は、各品質クラスで規定するセル損失に応じた帯域以上の帯域をそれぞれのクラスに割り当てないようにして、所定の品質クラス番号のセルが多く到着しても、確実に全品質クラスの品質を保持できるように帯域を確保できるATM交換機を提供することである。

(g) 長期輻輳の問題及び目的

- 20 短期的な輻輳は自律的に収まるが、長期的な輻輳は、バッファキュー長が伸びきったまま持続し、長期間セル損失を生じる。従って、長期的輻輳状態になったら、該長期的輻輳を回避するように制御し、正常に戻った場合には、輻輳回避制御を終了する必要がある。

このため、セルの廃棄数あるいは廃棄率を用いて輻輳状態を検出する方式がある。この方式はバッファに流入する情報

の形態によらない利点があるが、短時間のセル廃棄を観測するために特別なハードウェアを必要とし、ATM交換機のハードウェアの増大、複雑化を招く問題がある。

又、簡易なハードウェアで実現できる方式としては、単に
5 バッファの閾値を設けてキュー長が該閾値を越えたか、あるいは下回ったかで輻輳を検出・判定する方式もある。しかし、この簡易方式では、閾値を決定するのに流入する情報の形態を考慮しなくてはならないという難しい問題がある。すなわち、流入する情報が特にバースト性の強いものであると、
10 キュー長の平均値は小さいがその平均値の周りの揺らぎ（分散）は大きく、閾値のとりかたによっては瞬間的に閾値を越えて制御がかかり、過剰かつ、頻繁に制御が作用する問題がある。

以上より、従来は、短期的な輻輳と区別して長期的な輻輳
15 を確実に、しかも簡単な構成で検出できない問題があった。

従って、本発明の第8の目的は、確実に、しかも簡単な構成で長期的な輻輳を検出して、輻輳回避制御を開始することができるATM交換機を提供することである。

本発明の第9の目的は長期輻輳状態から正常状態に戻った
20 ことを確実に、かつ、簡単な構成で検出して、輻輳回避制御を速やかに終了することができるATM交換機を提供することである。

本発明の第10の目的は、流入情報の形態を考慮した閾値決定の難しさを解消できるATM交換機を提供することである。

-19-

本発明の第11の目的は、輻輳回避制御の開始およびその終了が頻繁に繰り返される振動現象を避けることができるATM交換機を提供することである。

発明の開示

- 5 入力リンクから到着するATMセルを所定の出力リンクに送出するATM交換機において、要求された帯域を保証する必要がある帯域保証型コネクション呼と帯域を保証する必要がなく、帯域保証型コネクション呼の情報を送出していない時にのみ送出すれば良い帯域非保証型コネクション呼が混在
- 10 する場合、以下のようにしてATMセルの送出を制御する。すなわち、帯域保証型コネクション呼については、スケジューラにより周期的に繰り返されるN個のタイムスロットのうち該呼の要求帯域に相当する数のタイムスロットを割り当て、該割り当てたタイムスロットにおいてATMセルを送出する
- 15 ように制御する。又、いずれの帯域保証型コネクション呼にも割り当てていないタイムスロットにおいて、帯域非保証型セル送出手段は帯域非保証型コネクション呼のATMセルを送出するように制御する。以上のようにすれば、統計多重方式及びトラヒックシェーピング方式を併用して両者の長所を
- 20 活用したATMセルの交換ができる。すなわち、所定のサービス品質が要求される帯域保証型コネクション呼には確定的な必要帯域を割り当ててATMセルを出力リンクに送出でき、又、帯域非保証型コネクション呼には出力リンクの使用効率を向上するようにしてATMセルを該出力リンクに送出できる。

-20-

又、A T M交換機に到着したセルを出力リンクに応じてキューイングし、該キューイングされたセルを対応する出力リンクに順次送出するキューイング用バッファと、正常状態においてセルの同時到着による短期的な輻輳とは異なる長期的な輻輳状態の発生を監視すると共に、輻輳回避制御状態において輻輳状態から正常状態に回復したかを監視する輻輳／正常状態監視手段とを設ける。輻輳／正常状態監視手段は、予め長期的輻輳状態発生とみなすキューイング用バッファにおけるキュー長を設定し、該キュー長と実際のキュー長を比較して長期的輻輳状態の発生を検出する。このようにすることにより、短期的な輻輳と区別して長期的な輻輳を検出して輻輳回避制御により正常状態に速やかに回復させることができる。更に、輻輳回避制御の開始後、規定時間の間は輻輳回避制御終了のための制御を行なわないようにすることにより、輻輳回避制御の開始およびその終了が頻繁に繰り返される振動現象を避けることができる。

図面の簡単な説明

第1図は本発明の概略説明図である。

第2図は本発明のサービス品質制御を実現する第1実施例の構成図である。

第3図はタグ説明図である。

第4図は到着順序F I F Oへの書き込み、読み出し説明図である。

第5図はスケジューリングテーブルの説明図である。

第6図はスケジューリングテーブルの別の説明図である。

第7図は本発明のサービス品質制御を実現する第2実施例の全体構成図である。

第8図はサービス品質制御部の構成図である。

第9図はサービス品質制御部の別の構成図である。

5 第10図は品質保証部の構成図である。

第11図は本発明の輻輳制御の第1実施例構成図である。

第12図は輻輳状態通知ビットの説明図である。

第13図は輻輳処理の流れ図である。

第14図は本発明の輻輳制御の第2実施例構成図である。

10 第15図は本発明を適用できるネットワーク構成図である。

第16図はFR網のフレーム構成図である。

第17図は輻輳状態発生手順説明図である。

第18図は正常状態復元手順説明図である。

15 第19図はATMセルの構成図である。

第20図はATM網の概略説明図である。

第21図は自己ルーティングATM交換機の構成図である。

第22図は自己ルーティングスイッチモジュールの構成図である。

20 第23図は呼受付制御の説明図である。

第24図は各種統計多重方式の比較説明図である。

第25図は集線多重してスイッチングする場合の説明図である。

第26図はセル損失率-バッファ長特性図である。

第27図はトラヒックシェーピングの説明図である。

第28図は短期輻輳と長期輻輳の説明図である。

第29図は再送制御の説明図（正常時）である。

第30図は再送制御の説明図（セル損失発生時）である。

発明を実施するための最良の形態

5 (A) 本発明の概略

図1は本発明の概略説明図である。

図1(a)において、 $11_1 \sim 11_n$ はバッファであり、出力リンク#jに送出する入力リンク#1～#nからのATMセルを記憶するもの、21は帯域保証型コネクション呼のATMセルを、所定のスケジューリングに従って各入力リンクのバッファから読み出して出力リンクに送出するスケジューラ、31はいずれの帯域保証型コネクション呼にも割り当てていない時刻において帯域非保証型コネクション呼のATMセルを送出する帯域非保証型セル送出手段である。

15 図1(b)において、 111 は出力リンク#jに送出する入力リンク#iからのATMセルをキューイングするバッファ、 121 は長期的な輻輳状態の発生及び輻輳状態から正常状態に回復したかを監視する輻輳／正常状態監視手段、 131 は長期的な輻輳状態の発生により輻輳回避制御を行ない、正常状態に回復した時、輻輳回避制御を終了する輻輳回避制御手段である。

(a) サービス品質制御（図1(a)）

スケジューラ21は帯域保証型コネクション呼に、周期的に繰り返されるM個のタイムスロットのうち該呼の要求帯域に相当する数のタイムスロットを割り当て、該割り当てたタ

-23-

タイムスロットにおいて該呼の A T Mセルを対応するバッファから読み出して出力リンクに送出するようにスケジューリングする。又、帯域非保証型セル送出手段 3 1 は、いずれの帯域保証型コネクション呼にも割り当てていないタイムスロット

5 トにおいて帯域非保証型コネクション呼の A T Mセルを対応するバッファから読み出して出力リンクに送出するように制御する。このようにすれば、統計多重方式及びトラヒックシェーピング方式を併用して両者の長所を活用した A T Mセルの交換ができる。すなわち、所定のサービス品質が要求され

10 る帯域保証型コネクション呼には確定的な必要帯域を割り当てて A T Mセルを出力リンクに送出でき、又、帯域非保証型コネクション呼には出力リンクの使用効率を向上するようにして A T Mセルを該出力リンクに送出できる。

又、スケジューラ 2 1 は、各帯域保証型コネクション呼毎

15 にそれぞれの要求帯域に相当する数のタイムスロットを割り当て、該割り当てたタイムスロットに該呼を収容する入力リンク番号を記入し、割り当てたタイムスロットにおいて該入力リンクに対応するバッファから読み出してセルを読み出して出力リンクに送出するようにスケジューリングする。この

20 ようにすれば、コネクション毎に、あるいは入力リンク毎に確定的な必要帯域を割り当てて A T Mセルを送出することができ、所定のサービス品質を保持することができる。

更に、A T Mセルが多重された速度 N V の 1 本の入力リンクから到着する各 A T Mセルを蓄積する共通バッファと、品質条件を特定する各品質クラス番号に対応してアドレス管理

-24-

- バッファを設け、A T Mセルを記憶する共通バッファのアドレスを該セルの品質クラス番号に応じたアドレス管理バッファにキューイングする。又、スケジューラは、帯域保証型コネクション呼については、該呼の品質保証クラスを満足するために必要な帯域に相当する数のタイムスロットを割り当て、該割り当てたタイムスロットにその品質クラス番号を記入する。かかる状況でスケジューラは、各タイムスロットにおいて該タイムスロットにおける品質クラス番号が指示するアドレス管理バッファよりアドレスを読み出し、該アドレスが指示する共通バッファからA T Mセルを読み出して出力リンクに送出するようにスケジューリングする。このようにすれば、品質クラス毎に確定的な必要帯域を割り当ててA T Mセルを送出することができ、所定のサービス品質を保持することができる。
- 15 又、スケジューラ 2 1 は、いずれの帯域保証型コネクション呼にも割り当てていないタイムスロットを、①帯域非保証型コネクション呼のA T Mセルの送出が可能なタイムスロットと、②送出が不可能なタイムスロットに分け、帯域非保証型セル送出手段 3 1 はA T Mセル送出可能タイムスロットにおいてのみ帯域非保証型コネクション呼のA T Mセルを送出する。この場合、帯域非保証型セル送出手段 3 1 は帯域非保証型コネクション呼のA T Mセルを到着順に送出する。このようにすれば、帯域非保証型コネクション呼に割り当てる帯域が所定帯域を越えないように規制することができ、出力リンクの使用効率を向上できる。又、帯域非保証型コネクシ
- 20

-25-

ン呼のセルを F I F O 読み出し制御型個別バッファ方式により効率的に出力リンクに送出することができる。

更に、新規の帯域保証型コネクション呼を受け付ける際、該呼の品質クラス番号と同じクラス番号を有する全呼の品質
5 条件を満足するために確保すべき共通バッファのキュー長 Q_i を求め、共通バッファ長 B から全クラスのキュー長 Q_i ($i = 1, 2, \dots$) を差し引いた値を閾値とし、共通バッファに格納される帯域非保証型コネクション呼のセル数が閾値に等しくなった時には、以後、帯域非保証型コネクション呼
10 の A T Mセルを共通バッファに書き込むのを禁止する。このようにすれば、帯域非保証型コネクション呼の A T Mセルが頻繁に到着しても所要の帯域を確保することができる。

又、各品質クラス番号毎に、該品質クラスの品質条件を満足するために共通バッファで確保すべきキュー長 Q_i を求め、
15 各品質クラス番号毎に、該品質クラス番号を有する帯域保証型コネクション呼の A T Mセルが共通バッファに滞留している数を監視し、滞留数が前記キュー長に等しい場合には、次に到着する前記帯域保証型コネクション呼の A T Mセルを廃棄する。このようにすれば、所定の品質クラス番号のセルが
20 多く到着しても、確実に全品質クラスの品質を保持できるように帯域を確保することができる。

(b) 輻輳回避制御 (図 1 (b))

輻輳 / 正常状態監視手段 1 2 1 は、正常状態においてセルの同時到着による短期的な輻輳とは異なる長期的な輻輳状態の発生を監視すると共に、輻輳回避制御状態において、輻輳

状態から正常状態に回復したかを監視する。輻轉回避制御手段131は長期的な輻轉状態になった時、輻轉回避制御を行ない、又、輻轉状態から正常状態に回復した時、輻轉回避制御を終了する。この場合、輻轉／正常状態監視手段121は、

5 到着したセルをキューイングするキューイング用バッファ111のキュー長と設定値とを比較して輻轉状態になったこと、及び正常状態に回復したことを検出する。

このようにすることにより、短期的な輻轉と区別して長期的な輻轉を検出して輻轉回避制御により正常状態に速やかに

10 回復させることができる。更に、輻轉回避制御の開始後、規定時間の間は輻轉回避制御終了のための制御を行なわないようにすることにより、輻轉回避制御の開始およびその終了が頻繁に繰り返される振動現象を避けることができる。

具体的には、長期的輻轉発生とみなす閾値 X_{ON} と長期的輻

15 轉状態から正常状態に回復したとみなす閾値 X_{OFF} ($X_{ON} > X_{OFF}$)を予め設定しておき、輻轉／正常状態監視手段121は、ある規定観測時間 T_{01} 毎のキュー長の観測値が連続して規定回数 N_{01} ($N_{01} \geq 1$)だけ閾値 X_{ON} を越えていることをもって長期的輻轉発生と判定し、又、輻轉回避制御状態に

20 おいて、ある規定観測時間 T_{02} 毎のキュー長の観測値が連続して規定回数 N_{02} ($N_{02} \geq 1$)だけ閾値 X_{OFF} を下回っていることをもって正常状態へ回復したと判定する。あるいは、ある規定観測時間 T_{01} 毎に、該時間内におけるバッファの最大キュー長が連続して規定回数 N_{01} ($N_{01} \geq 1$)だけ閾値 X_{ON} を越えていることをもって長期的輻轉発生と判定し、又、

-27-

輻輳回避制御状態において、ある規定観測時間 T_{02} 毎に、該時間内におけるバッファの最大キュー長が連続して規定回数 N_{02} ($N_{02} \geq 1$) だけ閾値 X_{OFF} を下回っていることをもって正常状態へ回復したと判定する。

- 5 このようにすれば、流入情報の形態を考慮した閾値決定の難しさを解消することができ、しかも、確実に長期輻輳状態になったこと、及び正常状態に回復したことを検出することができる。

(B) サービス品質制御

- 10 (a) 第1実施例

(a-1) 構成

図2は、帯域保証型コネクション呼と帯域非保証型コネクション呼が混在する場合におけるサービス品質制御の第1の実施例構成図である。ここで、帯域保証型コネクション呼と
15 は、要求された帯域を保証する必要がある呼であり、帯域非保証型コネクション呼とは、帯域を保証する必要がなく、帯域保証型コネクション呼の情報を送出していない時にのみ送出すれば良いが呼である。

図2の第1実施例では、帯域保証型コネクション呼については、コネクション毎にあるいは入力リンク毎にトラヒック
20 シェーピングにより ATMセルを出力リンクに送出する。又、帯域非保証型コネクション呼については、統計多重方式 (FIFO読み出し制御型個別バッファ方式) により出力リンクに送出する。

図中、 $5_1 \sim 5_N$ は入力リンク # 1 ~ # N 毎に、到着した A

-28-

TMセルにタグを付加すると共にVCI/VPIを付け変える制御情報付加回路(タグ付加部)である。タグは例えば、図3に示すように、ルーティング情報RHと、帯域保証型/帯域非保証型コネクション呼の別を示す情報BTCと、品質クラス(セル損失率、遅延時間等)を特定する番号QCL等を備えている。

10 10は各出力リンク#1~#Nに対応して設けられるATMスイッチである。図において、ATMスイッチは出力リンク#1用のものだけを示しているが、他も同一の構成を備えている。11は各入力リンク#1~#Nに対応して設けられると共に、出力リンク#1に送出されるATMセルをキューイングするFIFOバッファ部、21は帯域保証型コネクション呼についてトラヒックシェーピング方式に基づいてATMセルを送出するスケジューラ、31は帯域非保証型コネクション呼について統計多重方式(FIFO読み出し制御型個別バッファ方式)に基づいてATMセルを送出する帯域非保証型セル送出部、41はルーティング情報RHに基づいて各入力リンク#1~#Nより到着したATMセルのうち出力リンク#1に送出するセルを選択して後段のFIFOバッファ部
15 11及び帯域非保証型セル送出部31に入力するフィルタ部であり、各入力リンク#1~#Nに対応してそれぞれフィルタ41₁~41_Nを有している。

FIFOバッファ部11において、11₁~11_Nは各入力リンク#1~#Nより到着したATMセルのうち出力リンク#1に送出するセルを入力順に記憶すると共に入力順に出力

-29-

する F I F O バッファである。尚、各バッファには帯域保証型 / 帯域非保証型に関係なく両方の呼が到着順に記憶される。

帯域非保証型セル送出部 3 1 において、3 1 a は帯域非保証型セル選択部であり、各フィルタ 4 1₁ ~ 4 1_N から出力される A T M セルのうち帯域非保証型セルを識別して、該セルが到着した入力リンク番号を出力するもの、3 1 b は帯域非保証型コネクション呼の A T M セルが到着した入力リンク番号 (A T M セルを格納する F I F O バッファを特定するデータでもよい) を到着順に記憶する到着順序管理 F I F O と、3 1 c は帯域保証型コネクション呼のセルが送出されていない時に帯域非保証型コネクション呼のセルを送出させるセル送出イネーブル部である。セル送出イネーブル部 3 1 c は後述するスケジューリングテーブルにおいて「空き」が指定されたタイムスロットを検出し、該タイムスロットにおいて到着順序管理 F I F O 3 1 b の先頭から「入力リンク番号」を読み出して出力する。

実際には、各入力リンク # 1 ~ # N より同一タイミングで帯域非保証型セルが入力する場合を考慮して、到着順序管理 F I F O 3 1 b は図 4 (a) に示すように各入力リンク # 1 ~ # N に対応させて記憶部 31b-1 ~ 31b-N を有しており、読み出し順序は図 4 (b) に示すようにトークン位置によって決定するようにしている。すなわち、原則的には到着順に読み出すが、同時到着のセルを読み出す場合には、トークンの位置によって読み出し位置が決まる。図 4 (b) の例では第 3 番目に

-30-

において入力リンク # 1 と # 3 よりセルが同時到着しているが、トークン位置は①→②→③→④→①→・・・のように回り、このため入力リンク番号 # 1 が # 3 より先に出力され、同様に点線矢印の順序で入力リンク番号が出力される。

- 5 スケジューラ 2 1 において、2 1 a はスケジューリングテーブルであり、帯域保証型コネクション呼については、周期的に繰り返される M 個のタイムスロットのうち該呼の必要帯域に相当する数のタイムスロットを割り当て、該割り当てた
- 10 タイムスロットに呼を収容する入力リンク番号を記入し、いずれの帯域保証型コネクション呼にも割り当てていないタイムスロットは「空き」とするものである。この場合、同一の入力リンク番号のタイムスロットは 1 周期内の一箇所に集中せず均等に分散させる。

図 5 はスケジューリングテーブル 2 1 a の内容説明図であり、1 周期 M 個のタイムスロット $T_1 \sim T_M$ のそれぞれに「入力リンク番号」あるいは「空き」が記入されている。2 1 b はセクタであり、スケジューリングテーブル 2 1 a から

「入力リンク番号」が読み出された場合には該入力リンク番号を選択・出力し、「空き」が読み出された場合には到着順序管理 F I F O 3 1 b の先頭から読み出された「入力リンク

20 番号」を選択・出力する。2 1 c はセクタ 2 1 から出力された入力リンク番号が指示する F I F O バッファ $1 1_1 \sim 1 1_N$ から A T M セルを読み出して出力リンク # 1 に送出するセクタである。

図 5 の例では、タイムスロット T_1, T_6, \dots のタイミ

-31-

ングで入力リンク#1のFIFOバッファ11₁からATMセルが読み出されて出力リンク#1に送出され、タイムスロットT₂, T₇, ...のタイミングで入力リンク#2のFIFOバッファ11₂からATMセルが読み出されて出力リンク#1に送出され、タイムスロットT₃, ...のタイミングで入力リンク#3のFIFOバッファ11₃からATMセルが読み出されて出力リンク#1に送出され、以下、同様に各バッファからATMセルが読み出されて出力リンク#1に送出される。又、「空き」のタイムスロットT₄, T₈, ...の場合には、帯域非保証型セル送出部31により指定された所定のFIFOバッファからATMセルが読み出されて出力リンクに送出される。

(b-1) 全体の動作

帯域保証型コネクション呼の受付依頼時、図示しない呼処理部はコネクション受付制御により該呼の要求帯域を満足する空き帯域が存在するか調べ、存在する場合には該コネクション呼を受け付ける。そして、周期的に繰り返されるM個のタイムスロットのうち該呼の要求帯域（品質を保証するに必要な帯域）に相当する数のタイムスロットを割り当て、該割り当てたタイムスロットに該呼を収容する入力リンク番号を記入する。以上のようにして呼を受け付け、残ったタイムスロットが「空き」となる。

各入力リンク#1～#Nから到着したATMセルにはタグ付加部5₁～5_Nでタグが付加されて各出力リンク#1～#Nに応じたATMスイッチに入力される。各フィルタ41₁～

-32-

4 1_Nは出力リンク# 1に送出すべきATMセルを選択して
順次対応するFIFOバッファ1 1₁~1 1_Nに入力し、F I
F Oバッファ1 1₁~1 1_Nは到着したATMセルをキューイ
ングする。又、各フィルタ4 1₁~4 1_Nから出力されたA T
5 Mセルが帯域非保証型セルの場合には、到着した入力リンク
の番号が到着順序管理F I F O 3 1 bに格納される。

スケジューラ2 1は所定速度でスケジューリングテーブル
2 1 aのタイムスロットの内容を順次読み出す。そして、入
力リンク番号が読み出されると、該入力リンク番号が指示す
10 るF I F OバッファからATMセルを読み出して出力リンク
に送出する。これにより、コネクション毎あるいは入力リン
ク毎に確定的に要求帯域を保持したセル送出ができる。一方、
「空き」が読み出されると帯域保証型セル送出部3 1は到着
順序管理F I F O 3 1 bから先頭の「入力リンク番号」を出
15 力し、セレクタ2 1 cは該入力リンク番号が指示するF I F
OバッファからATMセルを読み出して出力リンクに送出す
る。これにより、帯域非保証型コネクション呼については、
帯域保証型セルが送出されていない時、到着順に出力される。

20 実際には、スケジューリングテーブル2 1 aから読み出さ
れた入力リンク番号が指示するF I F Oバッファから読み出
されるATMセルが帯域保証型セルでなく帯域非保証型セル
の場合がある。又、逆に、到着順序管理F I F O 3 1 bから
読み出された入力リンク番号が指示するF I F Oバッファか
ら読み出されたATMセルが帯域非保証型セルでなく帯域保

-33-

証型セルの場合もある。しかし、トータル的に、帯域保証型
コネクション呼については、コネクション毎あるいは入力リ
ンク毎に確定的に要求帯域を保持したセル送出不可能、又、
帯域非保証型コネクション呼については到着順にセルを送出
5 することができる。

(a-3) 変形例

以上では、全空きのタイムスロットに応じた帯域を帯域非
保証型コネクション呼に割り当てたが、帯域非保証型コネク
ション呼に割り当てる帯域が所定帯域を越えないように規制
10 したい場合がある。かかる場合には、いずれの帯域保証型コ
ネクション呼にも割り当てていない空きタイムスロットを図
6 に示すように、①帯域非保証型コネクション呼の ATM セ
ルの送出不可能なタイムスロット S O K と、②送出不可能
なタイムスロット S N O に分ける。そして、送出不可能タイム
15 スロット数を調整することにより帯域非保証型コネクション
呼に割り当てる帯域を規制する。このように、スケジューリ
ングテーブル 2 1 a が構成されている場合には、帯域非保証
型セル送出手段 3 1 のセル送出不可能部 3 1 c は、送出不
可能タイムスロット S O K においてのみ到着順序管理 F I F
20 O より入力リンク番号を出力し、送出不可能タイムスロット
S N O においては到着順序管理 F I F O より入力リンク番号
を出力しないように制御する。

(b) 第 2 実施例

(b-1) 構成

図 7、図 8 は、帯域保証型コネクション呼と帯域非保証型

- コネクション呼が混在する場合におけるサービス品質制御の第2の実施例構成図である。この第2実施例では、帯域保証型コネクション呼については、品質クラス番号毎にトラヒックシェーピングによりATMセルを出力リンクに送出し、帯域非保証型コネクション呼については、統計多重方式（FIFO読み出し制御型個別バッファ方式）により出力リンクに送出する。品質クラス番号とは、品質要求条件（セル損失率や遅延時間）を複数（ n 種）のクラスに分けたときの各クラスを特定する番号である。
- 10 図7において、 $5_1 \sim 5_N$ は入力リンク#1～#N毎に、到着した速度 V のATMセルにタグを付加すると共にVCI/VPIを付け変える制御情報付加回路（タグ付加部）である。タグは図3に示すように、ルーティング情報RHと、帯域保証型/帯域非保証型コネクション呼の別を示す情報BTCと、
- 15 品質クラス（セル損失率、遅延時間等）を特定する番号QCL等を備えている。61は入力リンク#1～#Nより到着する速度 V の全ATMセルを多重化し速度 NV にして出力するマルチクレкса（多重化部）、62は1本の入力リンクから到着する速度 NV のATMセルを記憶する共通バッファ、
- 20 63は共通バッファ読み/書き制御部であり、入力される書き込みアドレスや読み出しアドレスに基づいて共通バッファの読み/書きを制御すると共に、適宜、書き込み禁止制御を行なうもの、64は共通バッファから読み出された速度 $N'V$ の（ $N' \leq N$ ）のATMセルをルーティング情報（タグ）に基づいて各出力リンク#1～#Nに分離して送出するデマルチ

-35-

クレクサ（分離部）である。70はサービス品質制御部であり、帯域保証型コネクション呼について品質クラス番号毎に確定的に要求帯域を割り当て、帯域非保証型コネクション呼については統計多重により帯域を割り当てるものである。

5 (b-2) サービス品質制御部

図8において、71aはタグ情報に基づいて速度NVの入力セルが帯域保証型セルか、帯域非保証型セルであるかを識別する帯域非保証型セル識別部、71bは品質クラス識別部であり、タグ情報に基づいて入力セルの品質クラス番号を識別し、後述する品質クラス毎のアドレス管理FIFOに書き込みイネーブル信号を出力するもの、71cは品質クラス番号に対応して設けられる共に、該品質クラス番号を有するATMセルが記憶される共通バッファ62におけるアドレスキューイングするアドレス管理バッファ部である。アドレス管理バッファ部71cにはn種類の各品質クラス毎にアドレス管理バッファ71c-1~71c-nが設けられている。

71dは帯域非保証型セルの品質クラス番号を識別する第2の品質クラス識別部、71eは品質クラス識別部71dから出力された品質クラス番号を到着順に記憶する到着順序管理FIFOメモリ、71fは品質クラス番号を到着順序管理FIFOメモリ71eに書き込む書き込み制御部、71gは品質クラス毎に該クラスの品質条件を満足するために共通バッファ62に確保しなければならないATMセルのキュー長 Q_i を演算する帯域保証キュー長算出部、71hは各品質クラスの帯域保証キュー長 $Q_1 \sim Q_n$ を用いて帯域非保証型コネ

-36-

クシヨソ呼に割り当てる帯域に依じたキュー長（閾値 T H）を演算する閾値演算部、7 1 i は帯域非保証型セル廃棄制御部である。

帯域保証キュー長算出部 7 1 g は、新規の帯域保証型コネクシヨソ呼の受け付けが可能な場合、該呼の品質クラス番号 # i と同じクラス番号を有する全呼の品質条件を満足するために確保すべき共通バッファ 6 2 のキュー長 Q i を求める。

すなわち、品質クラス # i に既に割り当てておいた帯域保証型コネクシヨソ呼の確定的な帯域 R o と、コネクシヨソ受付制御 (Connection Admission Control: C A C) で新規に受け付けた品質クラス # i の帯域保証型コネクシヨソ呼の帯域を R n とすると、合計帯域 (R o + R n) から該品質クラス # i で規定する品質条件を満足するための共通バッファ 6 2 で確保すべきキュー長 Q i を求める。

15 閾値演算部 7 1 g は共通バッファ 6 2 のバッファ長を B とすれば、次式

$$T H = B - \sum Q i \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

により、閾値 T H を演算する。帯域非保証型セル廃棄制御部 7 1 i は帯域保証型コネクシヨソ呼の実際のキュー長 Q と閾値 T H を比較し、Q > T H の場合に到着した帯域保証型セルを廃棄する。すなわち、帯域非保証型セル廃棄制御部 7 1 i は Q > T H の場合には、①書き込み禁止指令 W I H を出力し、共通バッファ 6 2 へ到着した帯域非保証型セルを書き込まず、又、②アドレス管理バッファ 7 1 c にアドレスを書き込まず、更には、③到着順序管理 F I F O メモリ 7 1 e に品質クラス

番号を書き込まない。

- 第2実施例では全入力リンクからのATMセルを集線多重しているため、入力リンク間の干渉が生じる。このため、帯域非保証型セルが共通バッファ62に必要以上に記憶されて
- 5 各品質クラスで規定する品質条件を満足しなくなる場合が生じる。そこで、閾値演算部71gは上式により各品質クラスで規定する品質条件を満足する閾値THを求め、帯域非保証型セル廃棄制御部71iは該閾値以上の帯域非保証型セルが到着した場合には廃棄する。
- 10 71jはスケジューリングテーブルであり、帯域保証型コネクション呼については、周期的に繰り返されるM個のタイムスロットのうち該呼の品質クラスを満足するための帯域（要求帯域）に相当する数のタイムスロットを割り当て、該割り当てたタイムスロットに該品質クラス番号を記入し、い
- 15 ずれの品質クラス番号にも割り当てていないタイムスロットは「空き」とするものである。この場合、同一の品質クラス番号のタイムスロットは1周期内の一箇所に集中せず均等に分散させる。71kは第1のセレクタであり、スケジューリングテーブル71jから「品質クラス番号」が読み出された
- 20 場合には該品質クラス番号を選択・出力し、「空き」が読み出された場合には到着順序管理FIFO71eの先頭から読み出された「品質クラス番号」を選択・出力する。
- 71mは第2のセレクタであり、セレクタ71kから出力された品質クラス番号が指示するアドレス管理FIFO71c-1~71c-nからアドレスを読み出し、該読み出しアドレスAr

-38-

を読み/書き制御部 6 3 等に入力する。読み/書き制御部 6 3 は該読み出しアドレスが指示する共通バッファ 6 2 から A T Mセルを読み出して次段のデマルチクレクサ 6 4 (図 7) に入力する。

- 5 7 1 n は共通バッファ 6 2 の空きアドレスを管理する空きアドレス管理部 (空きアドレス管理 F I F Oメモリ) であり、初期時空きアドレスとして共通バッファ 6 2 の全アドレスが所定の順序で記憶されている。この空きアドレス管理 F I F O 7 1 n から該順序で書き込みアドレス A w が読み出され、
- 10 この書き込みアドレス A w が指示する共通バッファ 6 2 に到着した A T Mセルが書き込まれ、かつ、該書き込みアドレス A w が該 A T Mセルの品質クラス番号に応じたアドレス管理バッファ 7 1 c に記憶される。又、セレクタ 7 1 mにより各
- 15 アドレス管理 F I F O 7 1 c から読み出されたアドレス (読み出しアドレス) A r は空きアドレス管理 F I F O 7 1 n に入力され、空きアドレスとして格納される。

第 1、第 2 セレクタ 7 1 k, 7 1 m 及び空きアドレス管理 F I F Oメモリ 7 1 n により共通バッファアドレス管理機構が構成される。

20 (b-3) 全体の動作

各入力リンク # 1 ~ # N から到着した A T Mセルにはタグ付加部 5₁ ~ 5_N (図 7) でタグが付加されてマルチクレクサ 6 1 に入力される。マルチクレクサ 6 1 はタグが付加された各入力リンクより到着した全 A T Mセルを多重化し速度 N V にして出力する。共通バッファ 6 2 は、到着した A T Mセル

-39-

を空きアドレス $71n$ (図8) から出力される書き込みアドレス A_w が指示する位置に書き込む。又、該書き込みアドレス A_w は、到着した ATMセルの品質クラス番号に応じたアドレス管理 FIFO $71c-1 \sim 71c-n$ に書き込まれる。以上の

5 動作を繰り返すことにより、帯域保証型/帯域非保証型セルに関係なく各セルが共通バッファ 62 に格納されてゆき、同時に、各品質クラス番号に応じたアドレス管理 FIFO $71c-1 \sim 71c-n$ にアドレスが格納されてゆく。又、到着順序管理 FIFO $71e$ には帯域非保証型セルの品質クラス番号が

10 到着順に格納される。

以上と並行して、帯域保証型コネクション呼の受付依頼が発生すると、図示しない呼処理部はコネクション受付制御 (CAC) により該呼の品質クラス番号に応じた帯域を満足する空き帯域が存在するか調べ、存在する場合には該コネク

15 ション呼を受け付ける。そして、周期的に繰り返される M 個のタイムスロットのうち該呼の品質クラスを満足するための帯域 (要求帯域) に相当する数のタイムスロットを割り当て、該割り当てたタイムスロットに該品質クラス番号を記入する。以上のようにして呼を受け付け、残ったタイムスロットが

20 「空き」となる。

スケジューリングテーブル $71j$ の各タイムスロットの内容は所定速度で順次読み出される。そして、スケジューリングテーブル $71j$ より品質クラス番号が読み出されると、セレクタ $71k$, $71m$ は該品質クラス番号が指示するアドレス管理 FIFO $71c-1 \sim 71c-n$ からアドレスを読み出して読み

-40-

/書き制御部 6 3 と空きアドレス管理 F I F O 7 1 n に入力する。

読み／書き制御部 6 3 は該読み出しアドレスが指示する共通バッファ 6 2 から A T M セルを読み出して次段のデマルチプレクサ 6 4 に入力する。又、空きアドレス管理 F I F O 7 1 n はアドレス管理 F I F O 7 1 c から読み出されたアドレス（読み出しアドレス）A r を空きアドレスとして格納する。

一方、スケジューリングテーブル 7 1 j から「空き」が読み出されると、セレクタ 7 1 k は到着順序管理 F I F O 7 1 e から先頭の「品質クラス番号」を出力し、セレクタ 7 1 m は該品質クラス番号が指示するアドレス管理 F I F O 7 1 c-1 ~ 7 1 c-n からアドレス A r を読み出して読み／書き制御部 6 3 と空きアドレス管理 F I F O 7 1 n に入力する。読み／書き

15 制御部 6 3 は該読み出しアドレス A r が指示する共通バッファ 6 2 から A T M セルを読み出して次段のデマルチプレクサ 6 4 に入力する。又、空きアドレス管理 F I F O 7 1 n はアドレス管理 F I F O 7 1 c から読み出されたアドレス A r を空きアドレスとして格納する。

20 以後上記、共通バッファへ 6 2 の書き込み制御と読み出し制御が繰り返され、帯域保証型コネクション呼については、品質クラス毎に確定的に要求帯域を保持したセル送出手続きができる。又、帯域非保証型セルについては、帯域保証型セルが送出手続きされていない時、到着順に出力できる。

尚、スケジューリングテーブル 7 1 j から品質クラス番号

-41-

が読み出され、該品質クラス番号が指示するアドレス管理 F I F O 71c-1~71c-n から共通バッファ 6 2 のアドレスが読み出される。この場合、共通バッファ 6 2 のアドレスには帯域保証型セルが記憶されているべきであるが、帯域非保証型セルが記憶されていることがある。又、逆に、到着順序管理 F I F O 7 1 e から品質クラス番号が読み出され、該品質クラス番号が指示するアドレス管理 F I F O から共通バッファ 6 2 のアドレスが読み出される。この場合は、共通バッファ 6 2 のアドレスには帯域非保証型セルが記憶されているべきであるが、帯域保証型セルが記憶されていることがある。しかし、このようになっていても、何ら問題はなく、トータル的に、帯域保証型コネクション呼については、品質クラス番号毎に確定的に要求帯域を保持したセル送出手続きができ、又、帯域非保証型コネクション呼については到着順にセルを送出することができる。

(b-4) 帯域非保証型セルの廃棄による品質保証

全入力リンクからの A T M セルを集線多重すると、帯域非保証型セルが共通バッファ 6 2 に必要以上に記憶されて各品質クラスで規定する品質条件を満足しなくなる場合が生じる。

20

そこで、帯域保証キュー長算出部 7 1 g は新規の帯域保証型コネクション呼の受け付け時に帯域保証キュー長 Q_i を計算する。すなわち、該呼の品質クラス番号を # i とすれば、該品質クラス番号 # i の全呼についてその品質条件を満足するために確保すべき共通バッファ 6 2 のキュー長 Q_i を求め

-42-

る。ついで、閾値演算部 7 1 g は共通バッファ 6 2 のセル単位のバッファ長を B とすれば、次式

$$T H = B - \sum Q_i \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

により閾値 T H を演算する。帯域非保証型セル廃棄制御部 7 5 1 i は帯域保証型コネクション呼の A T M セルの実際のキュー長(到着順序管理 F I F O 7 1 e におけるキュー長) Q と閾値 T H を比較し、 $Q > T H$ の場合には書き込み禁止指令 W I H を出力して到着した帯域保証型セルを廃棄する。

以上により、帯域非保証型セルが共通バッファ 6 2 に必要
10 以上に記憶されることがなくなり、各品質クラスで規定する品質条件を満足できるようになる。

(b-5) 変形例

① 第 1 変形例

以上では、全空きのタイムスロットに応じた帯域を帯域非
15 保証型コネクション呼に割り当てたが、帯域非保証型コネクション呼に割り当てる帯域が所定帯域を越えないように規制したい場合がある。かかる場合には、いずれの帯域保証型コネクション呼にも割り当てていないタイムスロットを、①帯域非保証型コネクション呼の A T M セルの送出が可能なタイ
20 ムスロットと、②送出が不可能なタイムスロットに分ける。そして、送出可能タイムスロット数を調整することにより帯域非保証型コネクション呼に割り当てる帯域を規制するよう
にできる。

② 第 2 変形例

図 8 のサービス制御部では、帯域保証型コネクション呼の

-43-

うち所定の品質クラス番号のセルが多く到着すると、他の品質クラス番号の品質が保持できなくなる可能性がある。図9は全品質クラス番号で確実に所定の品質を保持できるようにしたサービス品質制御部の別の構成図であり、図8と同一部分には同一符号を付している。71s-1~71s-nは各品質クラス番号に対応させて設けた品質保証部であり、この品質保証部が設けられている点で図8と異なる。

図10は品質保証部の構成図であり、81は帯域保証キュー長算出部71gで算出された自分の品質クラス#iにおける帯域保証キュー長 Q_i を記憶する記憶部、82は品質クラス番号#iを有する帯域保証型セルが共通バッファ62に滞留している数(キュー長) P_i を監視するキュー長監視部、83は滞留数 P_i とキュー長 Q_i の大小を比較する比較部、84はアドレス出力制御部である。アドレス出力制御部84は、 $P_i < Q_i$ の場合には、当該品質クラス番号を有する帯域保証型ATMセルが共通バッファ62に記憶されるのを許容し、従って、該ATMセル書き込みアドレスをアドレス管理FIFOに入力して記憶させる。しかし、 $P_i = Q_i$ の場合には、アドレス出力制御部84は、次に到着する当該品質クラス番号#iのATMセルが共通バッファ62に記憶されるのを阻止し、従って、アドレスがアドレス管理FIFOに入力するのを阻止する。

以上のように構成すれば、所定の品質クラス番号のセルが多く到着しても、確実に全品質クラス番号の品質を保持することができる。

(C) 輻輳制御

(a) 第1実施例

(a-1) 構成

図11は輻輳制御の第1実施例構成図である。

- 5 111は到着したATMセルを格納し、該格納されたセルを対応する出力リンクに送出するセルキューイング用のFIFOメモリ(FIFOバッファ)であり、図22のFIFOメモリに相当するものである。121は正常状態において、セルの同時到着による短期的な輻輳とは異なる長期的な輻輳
- 10 状態の発生を監視すると共に、輻輳回避制御状態において、輻輳状態から正常状態に回復したかを監視する輻輳/正常状態監視部である。131は長期的な輻輳状態になった時、輻輳回避制御を行ない、輻輳状態から正常状態に回復した時、輻輳回避制御を終了する輻輳回避制御部である。
- 15 輻輳/正常状態監視部121は、長期的輻輳発生とみなす閾値 X_{ON} と長期的輻輳状態から正常状態に回復したとみなす閾値 X_{OFF} ($X_{ON} > X_{OFF}$)を用い、ある規定観測時間 T_{01} 毎のキュー長 Y の観測値が連続して規定回数 N_{01} ($N_{01} \geq 1$)だけ閾値 X_{ON} を越えていることをもって長期的輻輳発生と判
- 20 定し、又、輻輳回避制御状態において、ある規定観測時間 T_{02} 毎のキュー長 Y の観測値が連続して規定回数 N_{02} ($N_{02} \geq 1$)だけ閾値 X_{OFF} を下回っていることをもって正常状態へ回復したと判定するものである。

本実施例において、輻輳回避制御部131は、具体的には輻輳通知ビット設定部で構成される。輻輳通知ビット設定部

-45-

1 3 1 は、長期輻輳状態時には A T Mセル（図 1 2 参照）の
輻輳状態通知用ビット E F C I (Explicit Forward Congestio
n Indicator) をセットして A T Mセルを送出し、正常状態時
には輻輳状態通知用ビット E F C I のセットを解除し（輻輳
5 通知用ビット E F C I を透過的にして） A T Mセルを送出す
る。この輻輳状態通知ビットを受信した発端末は情報送出レ
ートを下げることにより、セル損失をなくすと共に長期輻輳
状態から正常状態に速やかに回復させる。

輻輳 / 正常状態監視部 1 2 1 において、1 2 1 a は F I F
10 O バッファ 1 1 1 に滞留するセル数（キュー長） Y を所定周
期で観測するキュー長観測部、1 2 1 b は観測値と閾値の比
較部であり、長期的輻輳発生とみなす閾値 X_{ON} と長期的輻輳
状態から正常状態に回復したとみなす閾値 X_{OFF} ($X_{ON} > X_{OFF}$) と実際のキュー長 Y が入力され、正常状態時には規定観
15 測時間 T_{01} 毎にキュー長の観測値 Y と閾値 X_{ON} を比較し、長
期輻輳状態時には規定観測時間 T_{02} 毎にキュー長の観測値 Y
と閾値 X_{OFF} を比較するものである。1 2 1 c は連続して Y
 $\geq X_{ON}$ となった回数 N を計数すると共に、連続して Y $\leq X_{OFF}$
となった回数 M を計数するカウンタ部である。1 2 1 d は
20 カウント数 N と規定回数 N_{01} ($N_{01} \geq 1$) を比較し、 $N \geq N_{01}$
の場合、換言すれば、連続して規定回数 N_{01} だけ閾値 X_{ON}
を越えている場合には、長期的輻輳発生と判定する輻輳状態
判定部である。1 2 1 e はカウント数 M と規定回数 N_{02} ($N_{02} \geq 1$) を比較し、 $M \geq N_{02}$ の場合、換言すれば、連続して
規定回数 N_{02} だけ閾値 X_{OFF} を下回っている場合には、正常

状態に回復したと判定する正常状態判定部である。

尚、輻轉／正常状態監視部 1 2 1 は、輻轉回避制御の開始後、規定時間 T_{CTRL} の間は輻轉回避制御終了のための制御を行なわないようにする。具体的には、規定時間 T_{CTRL} が経過するまで比較部 1 2 1 b はキュー長の観測値 Y と閾値 X_{OFF} を比較しない。このようにすることにより、輻轉回避制御の開始およびその終了が頻繁に繰り返される振動現象を避けることができる。

(a-2) 全体の動作

10 図 1 3 は輻轉制御の処理の流れ図である。尚、初めは正常状態であるとする。

輻轉／正常状態監視部 1 2 1 は、バッファ 1 1 1 のキュー長 Y を規定観測時間 T_{01} 毎に観測し (ステップ 2 0 1)、ついで、 $Y \geq X_{ON}$ であるかチェックし (ステップ 2 0 2)、 Y < X_{ON} であれば比較回数 N を 0 にリセットすると共にキュー長観測を続行し (ステップ 2 0 3、2 0 4)、以後、ステップ 2 0 1 に戻る。

一方、ステップ 2 0 2 において、 $Y \geq X_{ON}$ であれば回数 N (初期値は 0) をカウントアップする ($N + 1 \rightarrow N$ 、ステップ 2 0 5)。ついで、 $N = N_{01}$ になったか調べ (ステップ 2 0 6)、 $N < N_{01}$ であれば、ステップ 2 0 1 に戻り以降の処理を繰り返す。

しかし、 $N = N_{01}$ の場合には長期輻轉発生とみなし、回数 N を 0 にクリアし (ステップ 2 0 7)、その旨を輻轉通知ビット設定部 1 3 1 に通知する。これにより、輻轉通知ビット

-47-

設定部 131 は輻輳状態になったことを記憶し、以後、正常状態に戻るまで、ATMセルの輻輳状態通知ビット EFCI をオンする(ステップ 208)。

以後、現時刻 T_{NOW} に規定時間 T_{CTRL} を加算して、長期的

5 輻輳状態から正常状態に回復したかを監視する処理の開始時刻 T_{ob} を演算し、 $T_{NOW} = T_{ob}$ となるまで待つ(ステップ 209、210)。 $T_{NOW} \geq T_{ob}$ となれば、バッファ 111 のキュー長 Y を規定観測時間 T_{o2} 毎に観測し(ステップ 211)、

10 ついで、 $Y \leq X_{OFF}$ であるかチェックし(ステップ 212)、

$Y > X_{OFF}$ であれば比較回数 M を 0 にリセットすると共にキュー長観測を続行し(ステップ 213、214)、以後、ステップ 211 に戻る。

一方、ステップ 212 において、 $Y \leq X_{OFF}$ であれば回数 M (初期値は 0) をカウントアップする ($M+1 \rightarrow M$ 、ステップ 215)。ついで、 $M = N_{o2}$ になったか調べ(ステップ

15 216)、 $M < N_{o2}$ であれば、ステップ 211 に戻り以降の処理を繰り返す。

しかし、 $M = N_{o2}$ の場合には長期輻輳状態より正常状態に戻ったものとみなし、回数 M を 0 にクリアし(ステップ 21

20 7)、その旨を輻輳通知ビット設定部 131 に通知する。これにより、輻輳通知ビット設定部 131 は正常状態になったことを記憶し、以後、ATMセルの輻輳状態通知ビット EFCI をオフする(ステップ 218)。

(b) 第 2 実施例

図 14 は輻輳制御の第 2 実施例構成図であり、図 11 の第

1 実施例と同一部分には同一符号を付している。121fは規定時間 T_{01} 、 T_{02} の間の最大キュー長を監視し、該最大キュー長を保持する最大キュー長記録部である。

第1実施例では規定時間 T_{01} 、 T_{02} におけるキュー長 Y と
5 閾値 X_{ON} 、 X_{OFF} を比較しているが、第2実施例では規定時間 T_{01} 、 T_{02} の間の最大キュー長を保持しておき、該最大キュー長 Y_{max} と閾値 X_{ON} 、 X_{OFF} を規定時間 T_{01} 、 T_{02} 毎に比較する。

すなわち、長期的輻轉発生とみなす閾値 X_{ON} と長期的輻轉
10 状態から正常状態に回復したとみなす閾値 X_{OFF} ($X_{ON} > X_{OFF}$)を予め設定しておく。輻轉/正常状態監視手段121のキュー長観測部121aは、ある規定観測時間 T_{01} の間のキュー長を観測し、最大キュー長記録部121fはその間の最大キュー長 Y_{max} を保持する。そして、比較部121b、カ
15 ウンタ部121c及び輻轉状態判定部121dは規定観測時間 T_{01} 毎に最大キュー長記録部121fから読み出した最大キュー長が連続して規定回数 N_{01} ($N_{01} \geq 1$)だけ閾値 X_{ON} を越えていることをもって長期的輻轉発生と判定する。

又、輻轉回避制御状態において、キュー長観測部121a
20 は規定観測時間 T_{02} の間のキュー長を観測し、最大キュー長記録部121fはその間の最大キュー長 Y_{max} を保持する。そして、比較部121b、カウンタ部121c及び正常状態判定部121eは規定観測時間 T_{02} 毎に最大キュー長記録部121fから読み出した最大キュー長が連続して規定回数 N_{02} ($N_{02} \geq 1$)だけ閾値 X_{OFF} を下回っていることをもって

正常状態へ回復したと判定する。

以上のように、第1、第2実施例によれば、短期的な輻輳と区別して長期的な輻輳を確実に、しかも簡単な構成で検出することができる。又、輻輳回避制御により、正常状態に速
5 やかに回復させることができる。更に、輻輳回避制御の開始後、規定時間 T_{CTRL} の間は輻輳回避制御終了のための制御を行なわないようにすることにより、輻輳回避制御の開始およびその終了が頻繁に繰り返される振動現象を避けることができる。

10 又、従来のバッファに閾値を設けた方式の問題点であった流入情報の形態を考慮した閾値決定の難しさが、規定時間毎に観測されるキュー長又は最大キュー長と閾値との規定回数
15 の比較により、すなわち、キュー長の変化を観測することにより流入形態を考慮に入れることができ解消することができる。

(c) 輻輳状態通知と輻輳回避制御

長期輻輳は、ATM網がデータ通信網例えばフレームリレー網などの中継網として利用される場合に発生する。図15
20 はかかるネットワークの構成図であり、301は発端末、302は着端末、303、304はフレームリレー網（FR網）、305は中継網としてのATM網、306、307は異種網間のインタフェースを司るインターネットワークユニットIWUである。

かかるネットワークにおいて、ATM網305においてセル損失が発生するとフレームリレー網303、304におい

-50-

てフレームを組み立てれなくなり、該フレームが廃棄されてフレーム損失が発生する。かかるフレーム損失が生じると図30で説明したように再送制御が行なわれ、複数回線が同時に再送制御を行なうと負荷の増大により輻輳状態の悪化を招き、長期輻輳状態に陥る。

そこで、上記ネットワークにおいて、長期輻輳状態が検出された場合には、発端末301に該輻輳発生を通知してフレーム送出レートを下げて速やかに輻輳状態を正常に戻す必要がある。

10 図16はFRフレームの構成図であり、SFは開始フラグ部、AFはアドレスフィールド部（フレームヘッダ部）、UDはユーザデータ部、ECは誤り検出部、EFは終了フラグ部である。アドレスフィールドAFは例えば2バイトで構成されており、送信先を示すデータリンク接続識別子DLCI、
15 コマンド／レスポンス表示ビットC/R、アドレスフィールド拡張ビットEA、前方向（網から相手先）への輻輳通知ビットFECN、後方向（網から発信元）への輻輳通知ビットBECN、廃棄可能フレーム表示ビットDEを有している。

20 図17及び図18は輻輳状態発生通知、正常状態復帰通知手順説明図である。

発端末301はフレームをフレームリレー網303に送出し、フレームリレー網は該フレームをインターネットワークユニット306に送る。インターネットワークユニット306はフレームを分解しATMセルに組み立て、ATMセルとしてATM網305に送出する。ATM網のATMスイッチ

-51-

308は前述の方法で長期輻輳状態になったか判別し、正常状態の場合にはATMセルの輻輳通知ビットEFCIを透過的に伝送し、長期輻輳状態の場合には輻輳通知ビットEFCIをオン(="1")にして伝送する。

5 インターネットワークユニット307はATMセルを受信すると、該ATMセルを分解してフレームを構成すると共に、セル中の輻輳通知ビットEFCIのオン・オフを調べ、EFCIがオフ(正常状態)の場合にはフレーム中のFECNビットを0にし、EFCIがオン(長期輻輳状態)の場合には
10 フレーム中のFECNビットを1にして輻輳通知を行なう。着端末302はEFCIビットが"1"であるかチェックし、"1"の場合にはBECN=1にしたフレームを逆方向に発
端末301に送る。発端末はBECN=1のフレームを受信したことにより、ATM網に長期輻輳が発生したことを認識
15 し、フレーム送出レートを下げる。かかる制御が各通信毎に行なわれることにより、ATM網における長期輻輳状態が改善されてゆき速やかに正常状態に戻る。

ATM網が正常状態になれば、ATMセルの輻輳通知ビットEFCIがオフ(="0")になり、又、フレームのFECN
20 ビットが0になるから、着端末302はBECN=0にしたフレームを逆方向に発端末301に送る。発端末は301BECN=1のフレームを受信したことにより、ATM網が正常に戻ったことを識別し、フレーム送出レートを元の速度に段階的に戻す。

以上、本発明を実施例により説明したが、本発明は請求の

-52-

範囲に記載した本発明の主旨に従い種々の変形が可能であり、本発明はこれらを排除するものではない。

以上、スケジューラは帯域保証型コネクション呼に、周期的に繰り返されるN個のタイムスロットのうち該呼の要求帯域に相当する数のタイムスロットを割り当て、該割り当てたタイムスロットにおいて該呼のATMセルを対応するバッファから読み出して出力リンクに送出するようにスケジューリングする。又、帯域非保証型セル送出手段は、いずれの帯域保証型コネクション呼にも割り当てていないタイムスロットにおいて帯域非保証型コネクション呼のATMセルを対応するバッファから読み出して出力リンクに送出するように制御する。従って、本発明によれば、統計多重方式及びトラヒックシェーピング方式を併用して両者の長所を活用したATMセルの交換ができる。すなわち、所定のサービス品質が要求される帯域保証型コネクション呼には確定的な必要帯域を割り当ててATMセルを出力リンクに送出でき、又、帯域非保証型コネクション呼には出力リンクの使用効率を向上するようにしてATMセルを該出力リンクに送出できる。

又、本発明によれば、スケジューラは、各帯域保証型コネクション呼毎にそれぞれの要求帯域に相当する数のタイムスロットを割り当て、該割り当てたタイムスロットに該呼を収容する入力リンク番号を記入し、割り当てたタイムスロットにおいて該入力リンクに対応するバッファから読み出してセルを読み出して出力リンクに送出するようにスケジューリングするから、コネクション毎に、あるいは入力リンク毎に確

-53-

定的な必要帯域を割り当ててA T Mセルを送出することができ、所定のサービス品質を保持することができる。

更に、A T Mセルが多重された速度N Vの1本の入力リンクから到着する各A T Mセルを蓄積する共通バッファと、品質条件を特定する各品質クラス番号に対応してアドレス管理バッファを設け、A T Mセルを記憶する共通バッファのアドレスを該セルの品質クラス番号に応じたアドレス管理バッファにキューイングする。又、スケジューラは、帯域保証型コネクション呼にその品質保証クラス番号に対応する数のタイムスロットを割り当て、該割り当てたタイムスロットにその品質クラス番号を記入する。かかる状況でスケジューラは、各タイムスロットにおいて該タイムスロットにおける品質クラス番号が指示するアドレス管理バッファよりアドレスを読み出し、該アドレスが指示する共通バッファからA T Mセルを読み出して出力リンクに送出するようにスケジューリングする。以上のように構成したから、品質クラス毎に確定的な必要帯域を割り当ててA T Mセルを送出することができ、所定のサービス品質を保持することができる。

又、本発明によれば、いずれの帯域保証型コネクション呼にも割り当てていないタイムスロットを、①帯域非保証型コネクション呼のA T Mセルの送出が可能なタイムスロットと、②送出が不可能なタイムスロットに分け、A T Mセル送出可能タイムスロットにおいてのみ帯域非保証型コネクション呼のA T Mセルを送出するようにしたから、帯域非保証型コネクション呼に割り当てる帯域が所定帯域を越えないように規

-54-

制することができる。又、帯域非保証型コネクション呼のセルをFIFO読み出し制御型個別バッファ方式により到着順に効率的に出力リンクに送出することができる。

更に、本発明によれば、各品質クラス番号に応じた品質条件を満足するために確保すべき共通バッファのキュー長 Q_i を求め、共通バッファ長 B から全クラスのキュー長 Q_i ($i = 1, 2, \dots$)を差し引いた値を閾値とし、共通バッファに格納される帯域非保証型コネクション呼のセル数が閾値に等しくなった時には、以後、帯域非保証型コネクション呼のATMセルを共通バッファに書き込むのを禁止するように構成したから、帯域非保証型コネクション呼のATMセルが頻繁に到着しても各品質クラスの品質を維持するに必要な帯域を確保することができる。

又、本発明によれば、各品質クラス番号毎に、該品質クラスの品質条件を満足するために共通バッファで確保すべきキュー長 Q_i を求め、各品質クラス番号毎に、該品質クラス番号を有する帯域保証型コネクション呼のATMセルが共通バッファに滞留している数を監視し、滞留数が前記キュー長に等しい場合には、次に到着する前記帯域保証型コネクション呼のATMセルを廃棄するように構成したから、所定の品質クラス番号のセルが多く到着しても、確実に全品質クラスの品質を保持できるように帯域を確保することができる。

本発明によれば、セルの同時到着による短期的な輻輳とは異なる長期的な輻輳状態の発生を監視すると共に、輻輳回避制御状態において、輻輳状態から正常状態に回復したかを監

視し、正常状態から長期的な輻輳状態になった時、輻輳回避制御を行ない、又、輻輳状態から正常状態に回復した時、輻輳回避制御を終了するようにしたから、短期的な輻輳と区別して長期的な輻輳を検出して速やかに正常状態に戻すことができる。

更に本発明によれば、輻輳回避制御の開始後、規定時間の間は輻輳回避制御終了のための制御を行なわないようにしたから、輻輳回避制御の開始およびその終了が頻繁に繰り返される振動現象を避けることができる。

10 又、長期的輻輳発生とみなす閾値 X_{ON} と長期的輻輳状態から正常状態に回復したとみなす閾値 X_{OFF} ($X_{ON} > X_{OFF}$) を予め設定しておき、輻輳／正常状態監視手段は、ある規定観測時間 T_{01} 毎のキュー長の観測値が連続して規定回数 N_{01} ($N_{01} \geq 1$) だけ閾値 X_{ON} を越えていることをもって長期的
15 輻輳発生と判定し、又、輻輳回避制御状態において、ある規定観測時間 T_{02} 毎のキュー長の観測値が連続して規定回数 N_{02} ($N_{02} \geq 1$) だけ閾値 X_{OFF} を下回っていることをもって正常状態へ回復したと判定する。あるいは、ある規定観測時間 T_{01} 毎に、該時間内におけるバッファの最大キュー長が連
20 続して規定回数 N_{01} ($N_{01} \geq 1$) だけ閾値 X_{ON} を越えていることをもって長期的輻輳発生と判定し、又、輻輳回避制御状態において、ある規定観測時間 T_{02} 毎に、該時間内におけるバッファの最大キュー長が連続して規定回数 N_{02} ($N_{02} \geq 1$) だけ閾値 X_{OFF} を下回っていることをもって正常状態へ回復したと判定する。

-56-

以上のように構成したから、本発明によれば、短期的な輻
輳と区別して長期的な輻輳を確実に、しかも簡単な構成で検
出することができる。又、輻輳回避制御により、正常状態に
速やかに回復させることができる。更に、輻輳回避制御の開
5 始後、規定時間 T_{CTRL} の間は輻輳回避制御終了のための制御
を行なわないようにすることにより、輻輳回避制御の開始お
よびその終了が頻繁に繰り返される振動現象を避けることが
できる。

又、従来バッファに閾値を設けた方式の問題点であった
10 流入情報の形態を考慮した閾値決定の難しさをキュー長の変
化を観測することにより解消することができる。

15

20

-57-

請求の範囲

1. 入力リンクから到着するATMセルを所定の出力リンクに送出するATM交換機において、

要求された帯域を保証する必要がある帯域保証型コネクション呼と帯域を保証する必要がなく、帯域保証型コネクション呼の情報を送出していない時にのみ送出すれば良い帯域非保証型コネクション呼が混在する場合、

帯域保証型コネクション呼については、周期的に繰り返されるN個のタイムスロットのうち該呼の要求帯域に相当する数のタイムスロットを割り当て、該割り当てたタイムスロットにおいてATMセルを送出するようにスケジューリングするスケジューラと、

いずれの帯域保証型コネクション呼にも割り当てていないタイムスロットにおいては、帯域非保証型コネクション呼のATMセルを送出する帯域非保証型セル送出手段を備えたことを特徴とするATM交換機。

2. 前記スケジューラは、いずれの帯域保証型コネクション呼にも割り当てていないタイムスロットを、帯域非保証型コネクション呼のATMセルの送出が可能なタイムスロットと送出が不可能なタイムスロットに分け、

前記帯域非保証型セル送出手段はATMセル送出可能タイムスロットにおいてのみ、帯域非保証型コネクション呼のATMセルを送出することを特徴とする請求項1記載のATM交換機。

3. 前記帯域非保証型セル送出手段は帯域非保証型コネク

-58-

ション呼の A T Mセルを到着順に送出することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の A T M交換機。

4. 入力リンクから到着する A T Mセルを所定の出力リンクに送出する A T M交換機において、

- 5 要求された帯域を保証する必要がある帯域保証型コネクション呼と帯域を保証する必要がなく、帯域保証型コネクション呼の情報を送出していない時にのみ送出すれば良い帯域非保証型コネクション呼が混在する場合、

- 10 入力リンク毎に、到着した A T Mセルにルーチング情報と帯域保証型／帯域非保証型コネクション呼の別を示す情報を備えたタグを付加するタグ付加部を備え、かつ、出力リンク毎に、

各入力リンクに対応して設けられると共に、該出力リンクに送出される A T Mセルをキューイングするバッファと、

- 15 帯域非保証型コネクション呼の A T Mセルを格納する前記バッファを特定するデータを到着順に記憶する到着順序管理 F I F Oメモリと、

- 20 帯域保証型コネクション呼については、周期的に繰り返される M 個のタイムスロットのうち該呼の要求帯域に相当する数のタイムスロットを割り当て、該割り当てたタイムスロットに該呼を収容する入力リンク番号を記入し、いずれの帯域保証型コネクション呼にも割り当てていないタイムスロットは空きとするスケジューリングテーブルと、

スケジューリングテーブルよりタイムスロット毎に該タイムスロットに応じた入力リンク番号を読み出し、入力リンク

-59-

番号が書き込んであれば該入力リンク番号に応じたバッファより A T Mセルを出力リンクに送出し、書き込んでない場合には到着順序管理 F I F Oメモリの先頭から取り出したデータが指示するバッファより A T Mセルを読み出して出力リンクに送出する A T Mセル送出制御部を備えたことを特徴とする A T M交換機。

5 . いずれの帯域保証型コネクション呼にも割り当てていないタイムスロットに対応させて、該タイムスロットが帯域非保証型コネクション呼の A T Mセル送出可能なタイムスロットであるか、送出が不可能なタイムスロットであるかを前記テーブルに記入し、

前記 A T Mセル送出制御部は A T Mセル送出可能タイムスロットにおいてのみ、帯域非保証型コネクション呼の A T Mセルを到着順に送出することを特徴とする請求項 4 記載の A T M交換機。

6 . 入力リンクから到着する A T Mセルを所定の出力リンクに送出する A T M交換機において、

要求された帯域を保証する必要がある帯域保証型コネクション呼と帯域を保証する必要がなく、帯域保証型コネクション呼の情報を送出していない時にのみ送出すれば良い帯域非保証型コネクション呼が混在する場合、

A T Mセルが多重された速度 N V の 1 本の入力リンクから到着する各 A T Mセルを蓄積する共通バッファと、

品質条件を特定する品質クラス番号に対応して設けられる共に、該品質クラス番号を有する A T Mセルが記憶される前

-60-

記共通バッファにおけるアドレスをキューイングするアドレス管理バッファと、

A T Mセルに付加されている帯域保証型／帯域非保証型コネクション呼の別を示す情報を参照して帯域非保証型コネクション呼の A T Mセルを判別する手段と、

帯域非保証型コネクション呼の A T Mセルに付加されている品質クラス番号を到着順に記憶する到着順序管理 F I F Oメモリと、

帯域保証型コネクション呼については、周期的に繰り返される M 個のタイムスロットのうち該呼の品質保証クラス番号の品質を保証する数のタイムスロットを割り当て、該割り当てたタイムスロットに該品質クラス番号を記入し、いずれの品質クラス番号にも割り当てていないタイムスロットは空きとするスケジューリングテーブルと、

スケジューリングテーブルよりタイムスロット毎に該タイムスロットに応じた品質クラス番号を読み出し、品質クラス番号が書き込んであれば該品質クラス番号に応じたアドレス管理バッファよりアドレスを読み出し、書き込んでない場合には到着順序管理 F I F Oメモリの先頭から取り出した品質クラス番号が指示するアドレス管理バッファよりアドレスを読み出す共通バッファアドレス管理機構と、

前記アドレスが指示する共通バッファより A T Mセルを読み出して出力する読み出し制御部を備えたことを特徴とする A T M交換機。

7. 新規の帯域保証型コネクション呼を受け付ける際、該

-61-

呼の品質クラス番号と同じクラス番号を有する全呼の品質条件を満足するために共通バッファで確保すべきキュー長 Q_i を求め、共通バッファ長 B から全クラスのキュー長 Q_i ($i = 1, 2, \dots$) を差し引いた値を閾値として設定する手段、

5 前記到着順序管理 F I F O メモリにキューイングされる品質クラス番号数が閾値に等しくなった時には、以後、帯域非保証型コネクション呼の A T M セルを共通バッファに書き込むのを禁止し、かつ、到着順序管理 F I F O メモリに品質ク

10 ラス番号をキューイングするのを禁止する手段を備えたことを特徴とする請求項 6 記載の A T M 交換機。

8. 各品質クラス番号毎に、該品質クラス番号を有する全呼の品質条件を満足するために共通バッファで確保すべきキュー長 Q_i を求める手段、

15 各品質クラス番号毎に、該品質クラス番号を有する帯域保証型コネクション呼の A T M セルが共通バッファに格納されている数を監視し、該格納数が前記キュー長に等しい場合には、次に到着する前記帯域保証型コネクション呼の A T M セルを廃棄する手段を有する請求項 6 又は請求項 7 記載の A T

20 M 交換機。

9. 入力リンクから到着する A T M セルを所定の出力リンクに送出する A T M 交換機において、

到着したセルを出力リンクに応じてキューイングし、該キューイングされたセルを対応する出力リンクに順次送出するキューイング用バッファと、

正常状態において、セルの同時到着による短期的な輻輳とは異なる長期的な輻輳状態の発生を監視すると共に、輻輳回避制御状態において、輻輳状態から正常状態に回復したかを監視する輻輳／正常状態監視手段とを備え、

- 5 輻輳／正常状態監視手段は、予め長期的輻輳状態発生とみなす前記バッファにおけるキュー長を設定し、該キュー長と実際のキュー長を比較して長期的輻輳状態の発生を検出することを特徴とするATM交換機。

10. 前記輻輳／正常状態監視手段は、

- 10 長期的輻輳発生とみなす閾値 X_{ON} と長期的輻輳状態から正常状態に回復したとみなす閾値 X_{OFF} ($X_{ON} > X_{OFF}$)を設定する手段と、

前記バッファのキュー長を観測する手段と、

- ある規定観測時間 T_{01} 毎のキュー長の観測値が連続して規定回数 N_{01} ($N_{01} \geq 1$)だけ閾値 X_{ON} を越えていることをもって長期的輻輳発生と判定し、又、輻輳回避制御状態において、ある規定観測時間 T_{02} 毎のキュー長の観測値が連続して規定回数 N_{02} ($N_{02} \geq 1$)だけ閾値 X_{OFF} を下回っていることをもって正常状態へ回復したと判定する判定手段
- 20 を備えたことを特徴とする請求項9記載のATM交換機。

11. 前記輻輳／正常状態監視手段は、

長期的輻輳発生とみなす閾値 X_{ON} と長期的輻輳状態から正常状態に回復したとみなす閾値 X_{OFF} ($X_{ON} > X_{OFF}$)を設定する手段と、

ある規定観測時間毎に、該時間内におけるバッファの最大

-63-

キュー長を観測する手段と、

ある規定観測時間 T_{01} 毎に、該時間内におけるバッファの最大キュー長が連続して規定回数 N_{01} ($N_{01} \geq 1$) だけ閾値 X_{ON} を越えていることをもって長期的輻輳発生と判定し、又、

- 5 輻輳回避制御状態において、ある規定観測時間 T_{02} 毎に、該時間内におけるバッファの最大キュー長が連続して規定回数 N_{02} ($N_{02} \geq 1$) だけ閾値 X_{OFF} を下回っていることをもって正常状態へ回復したと判定する判定手段

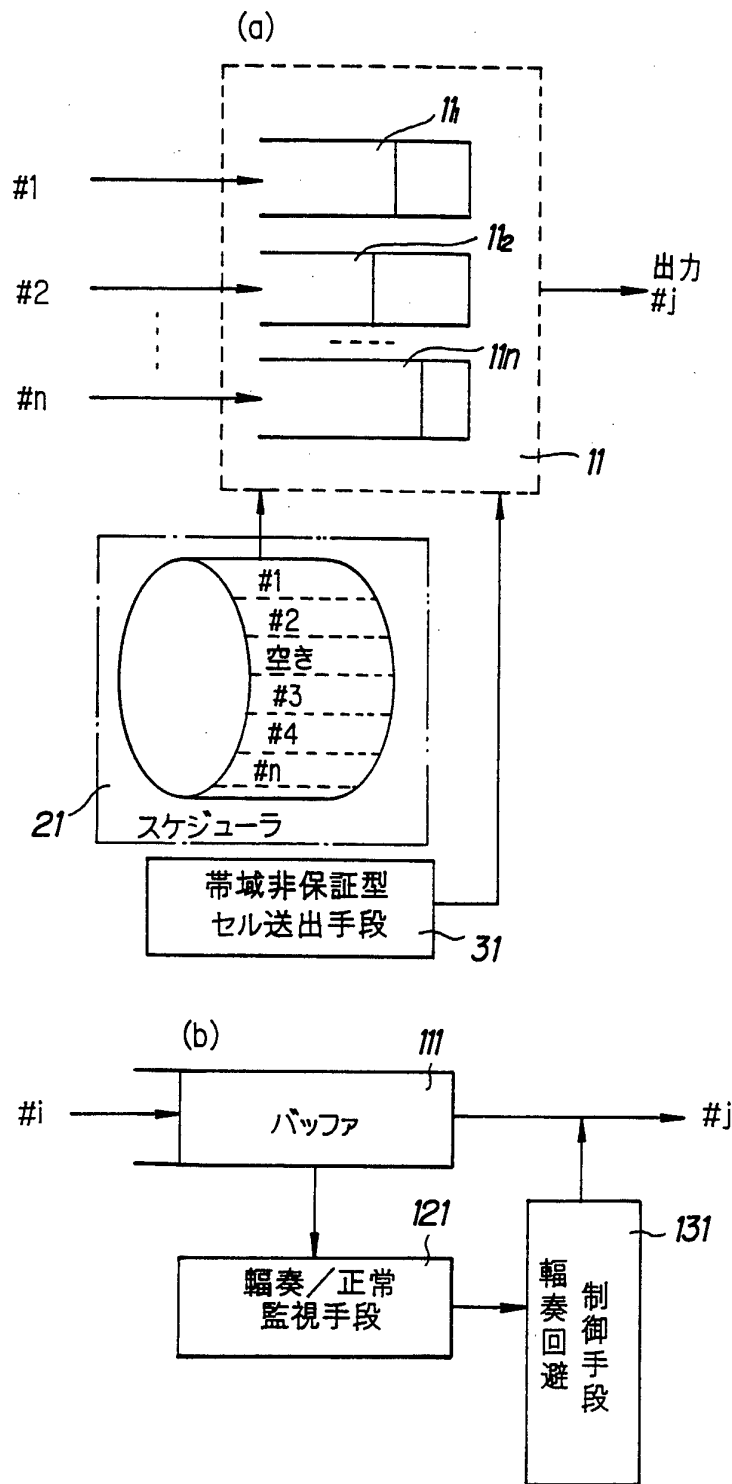
を備えたことを特徴とする請求項 9 記載の ATM 交換機。

- 10 12. 輻輳回避制御の開始後、規定時間 T_{CTRL} の間は輻輳回避制御終了のための制御を行なわないことを特徴とする請求項 9 記載の ATM 交換機における ATM 交換機。

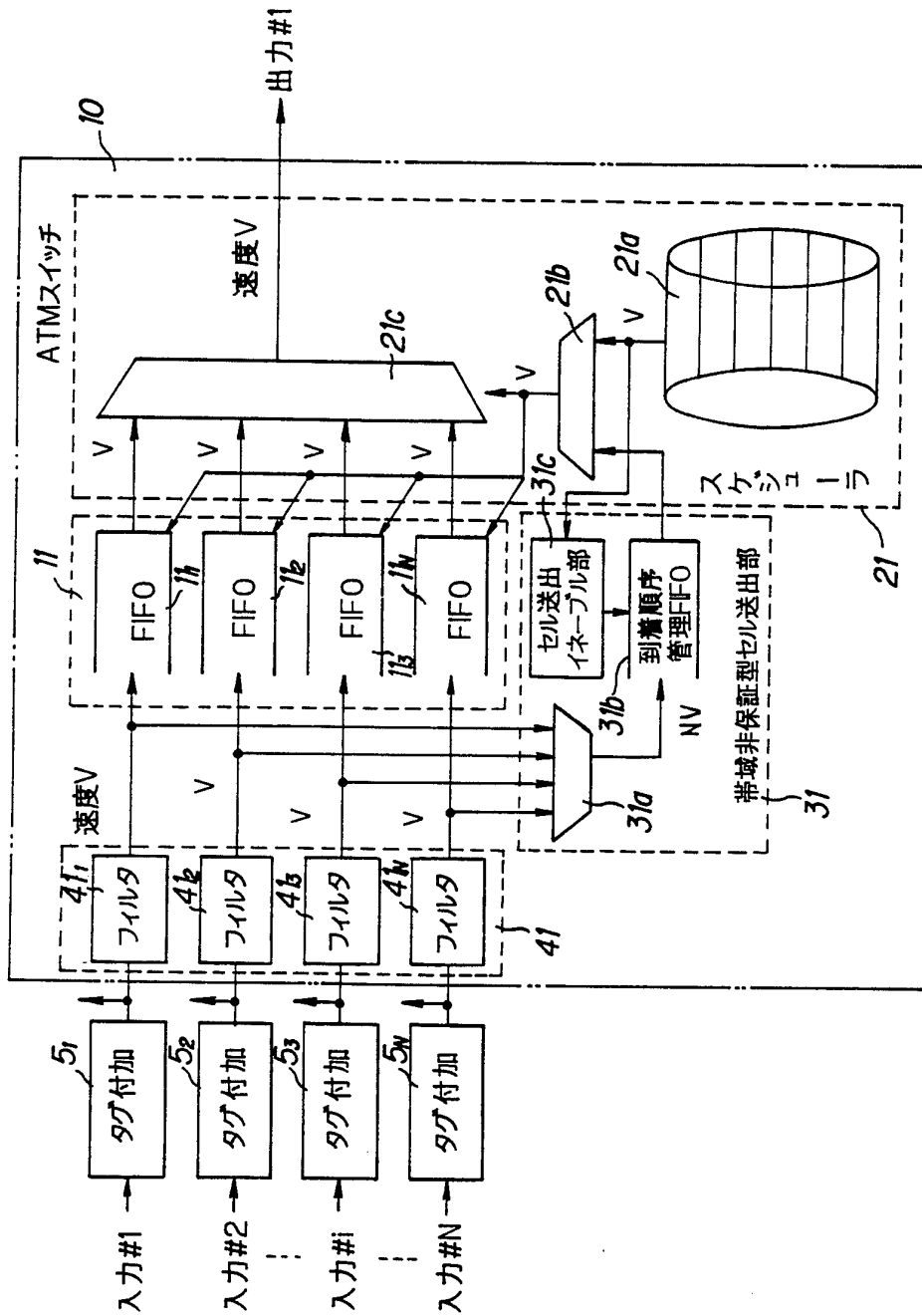
15

20

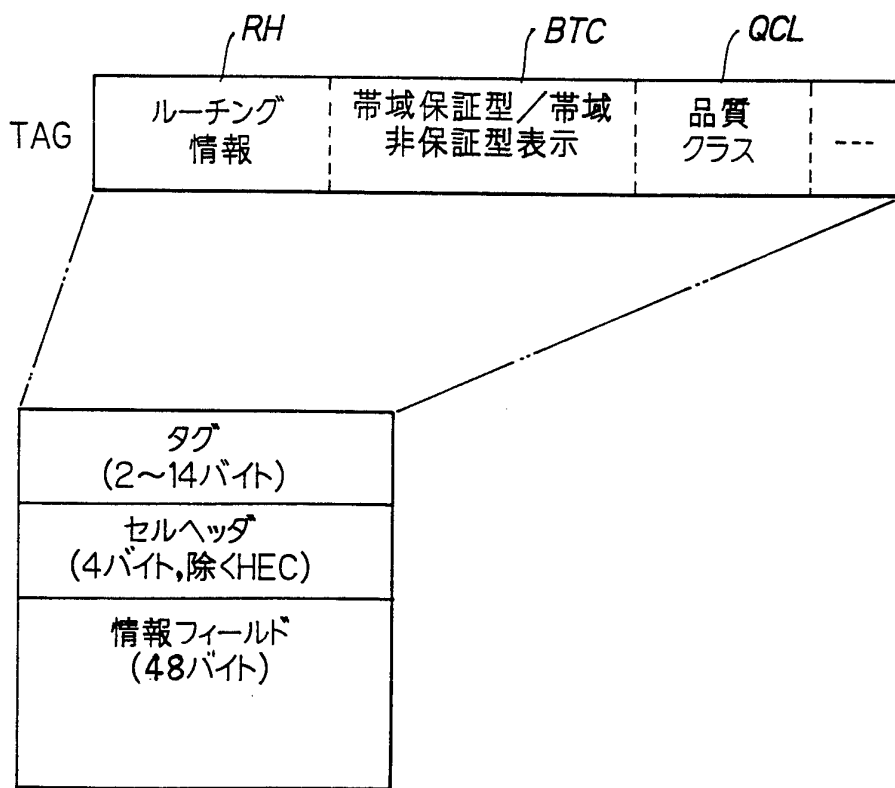
第1図



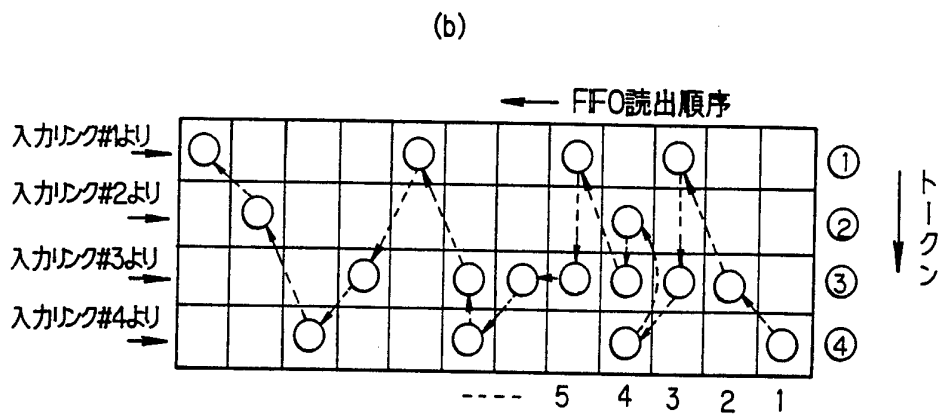
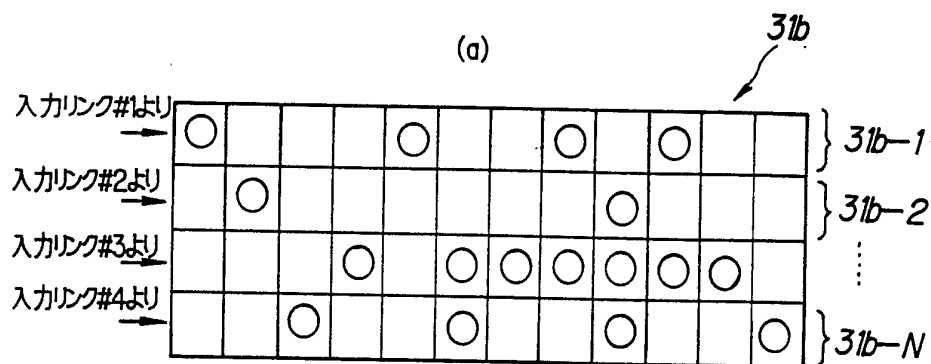
第 2 図



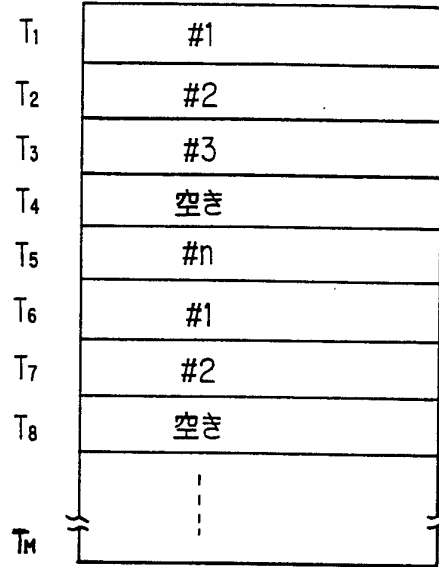
第 3 図



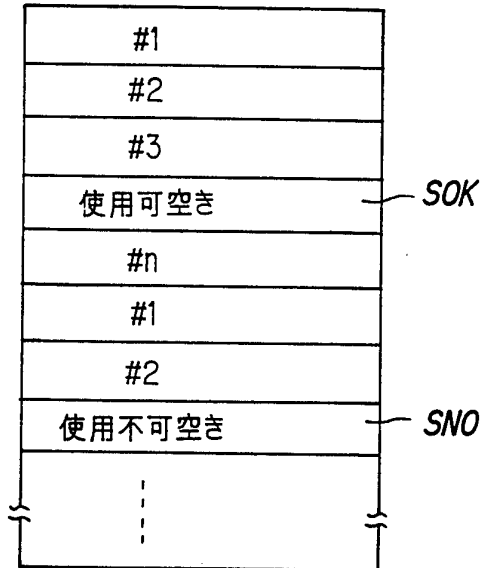
第 4 図



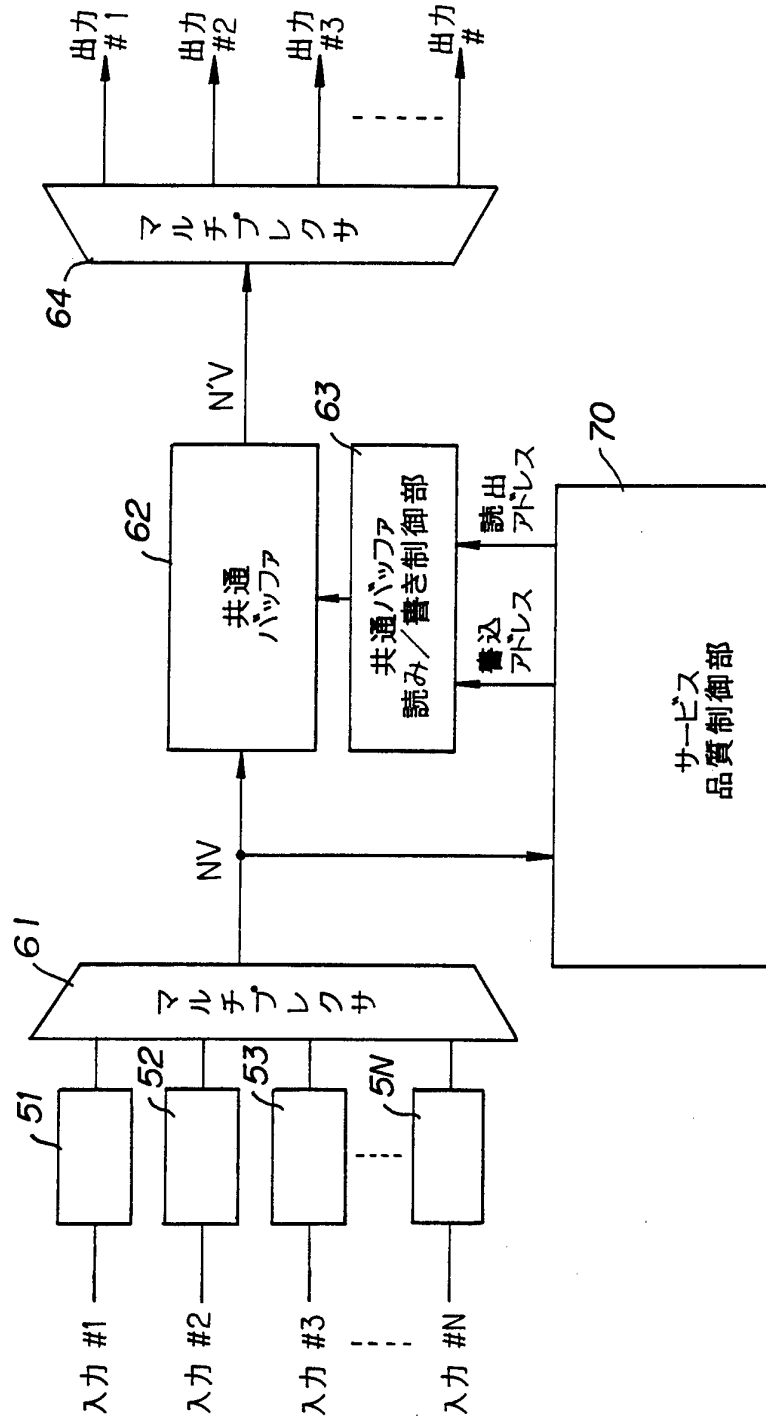
第 5 図



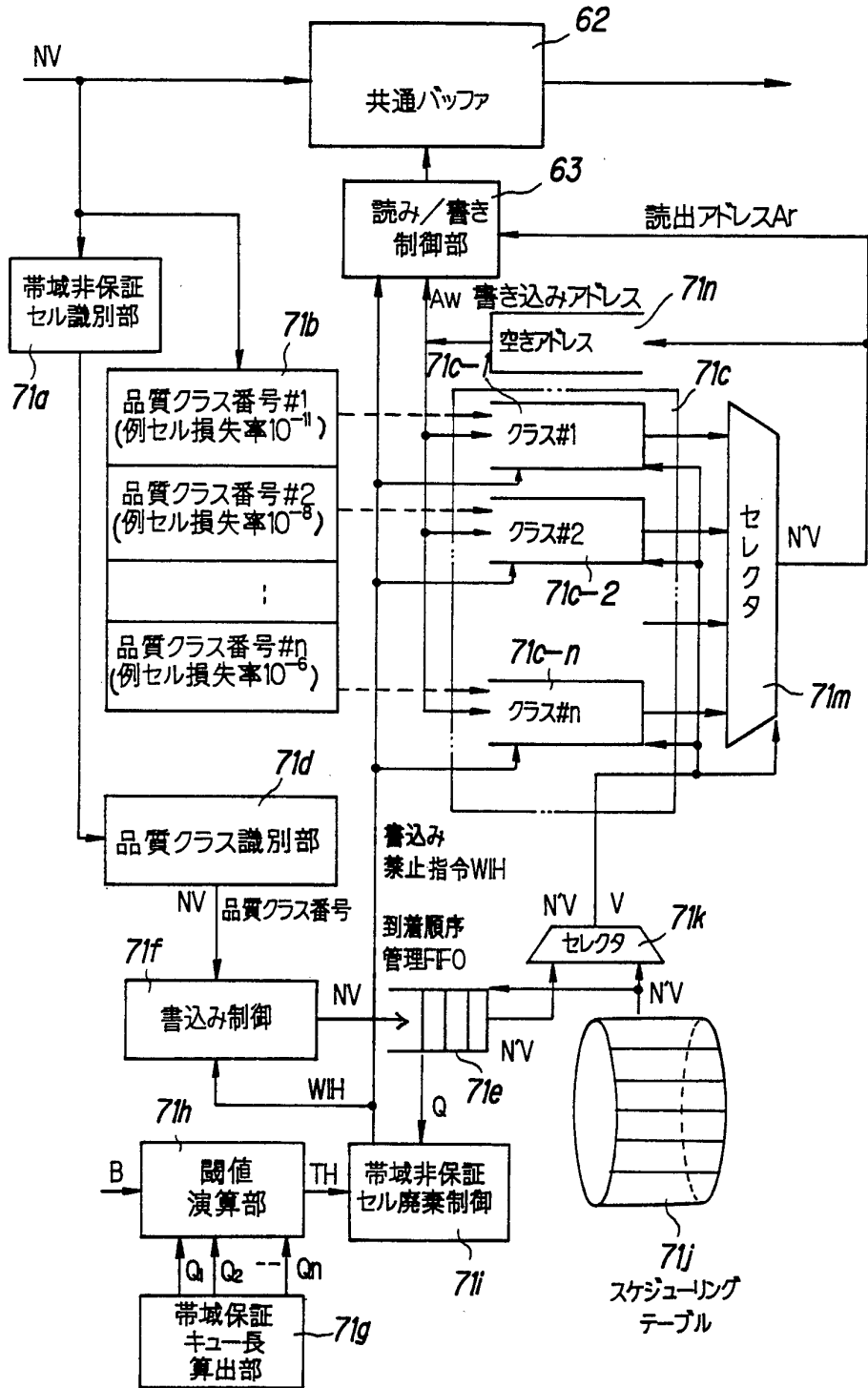
第 6 図



第7図

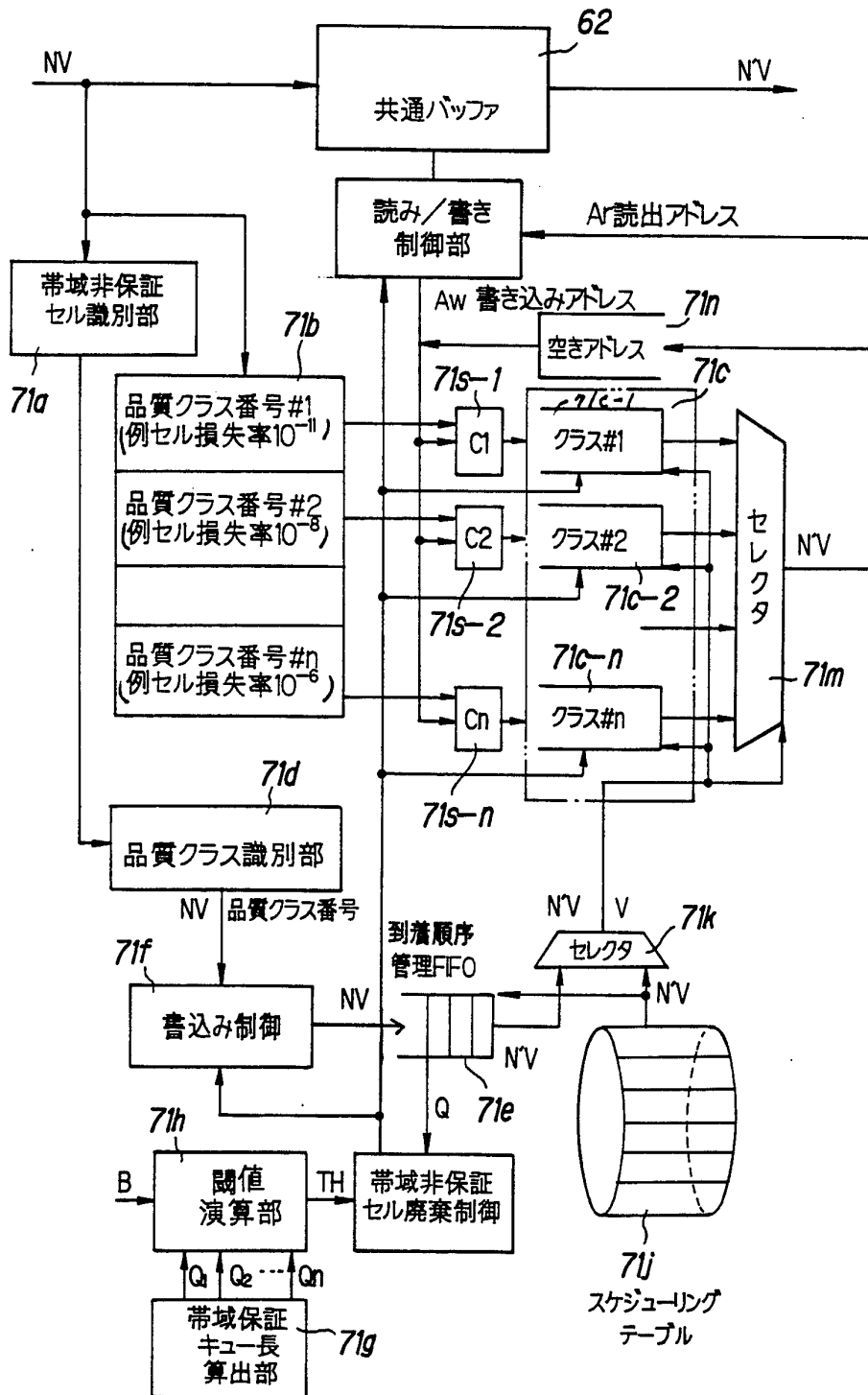


第 8 図

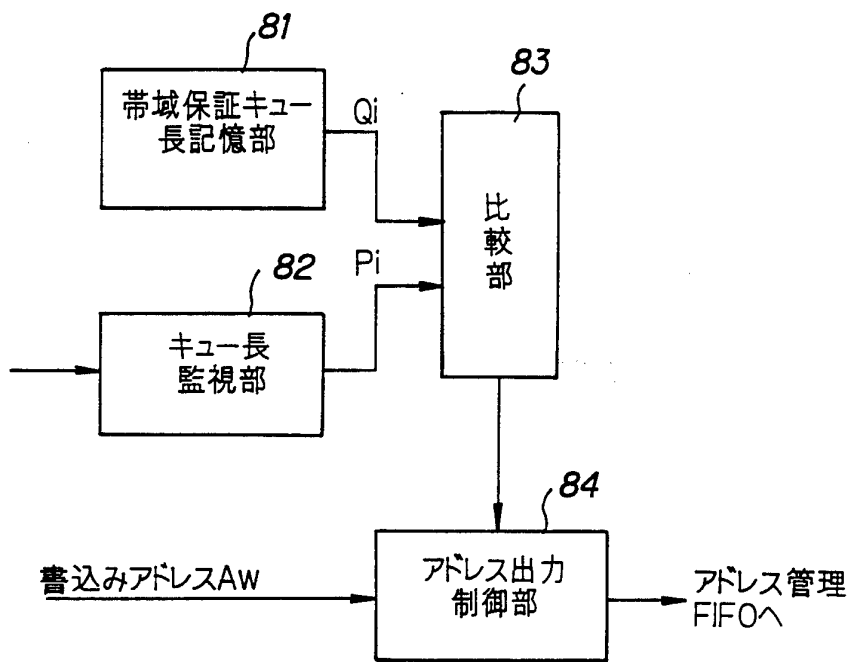


8/27

第 9 図

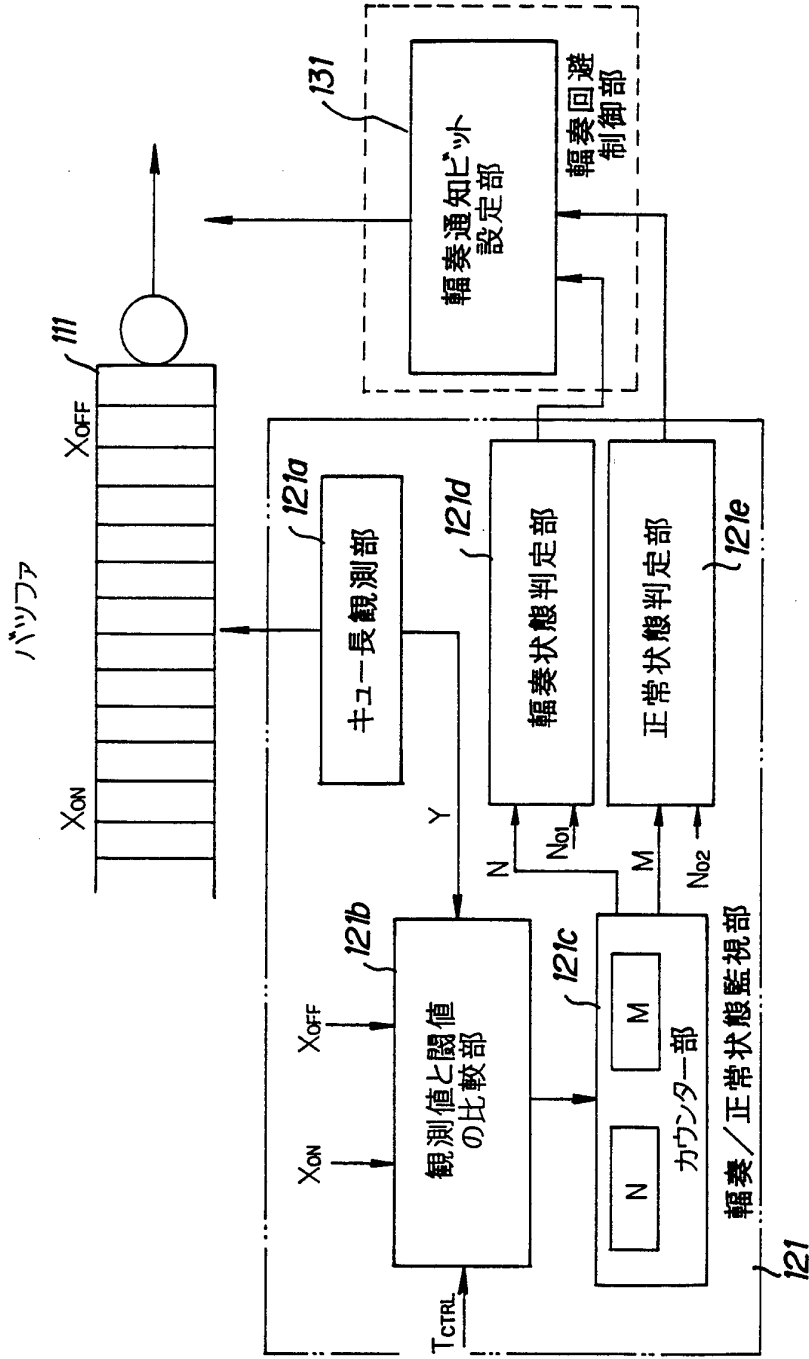


第10図



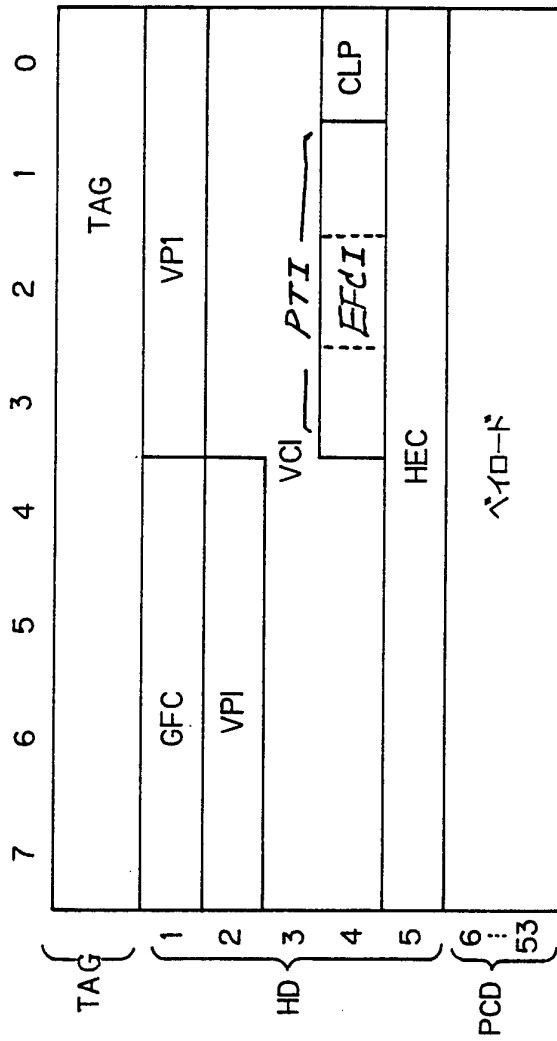
10/27

図 11



11/27

第 12 図



第 13 図

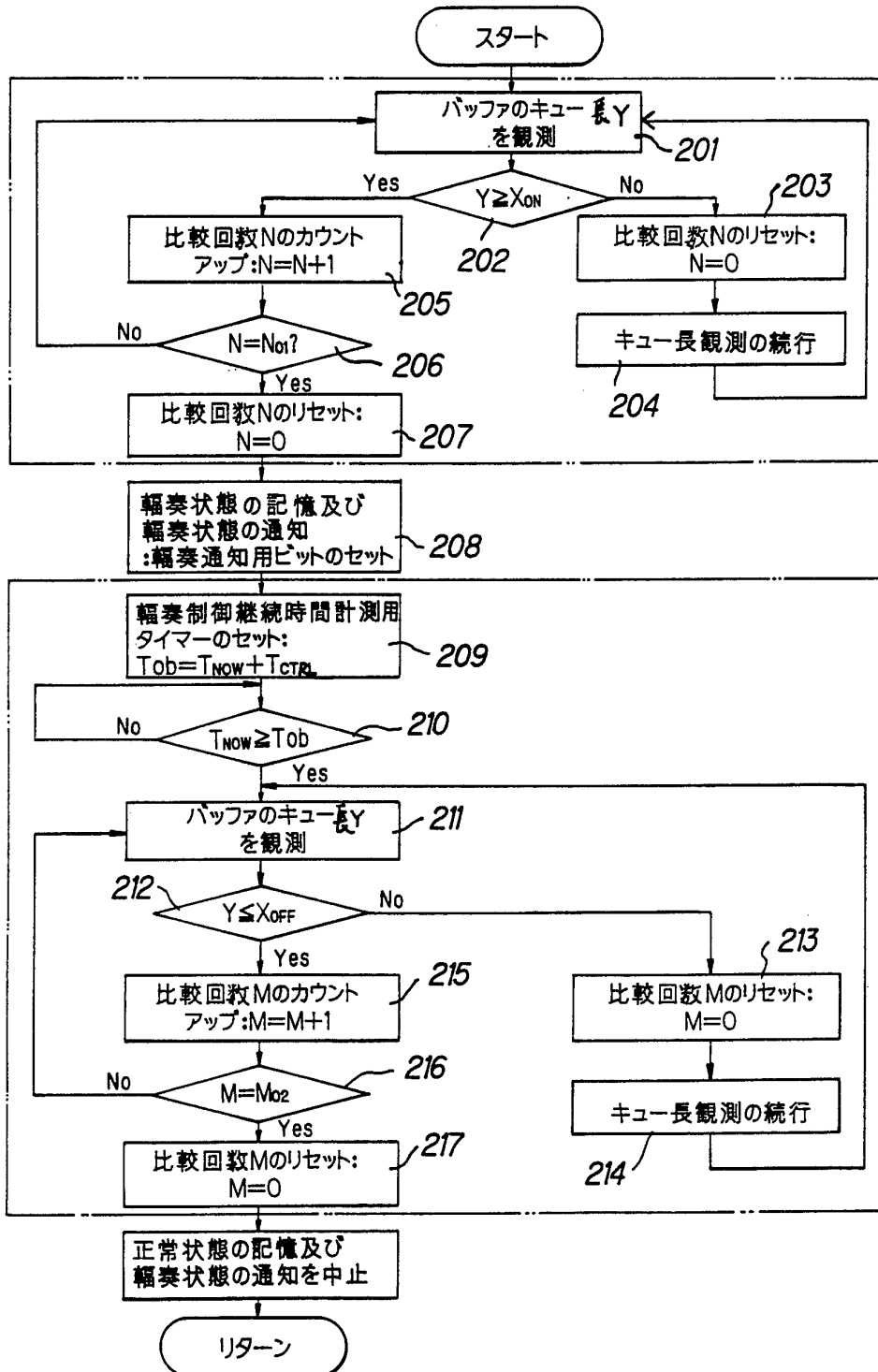


図 14

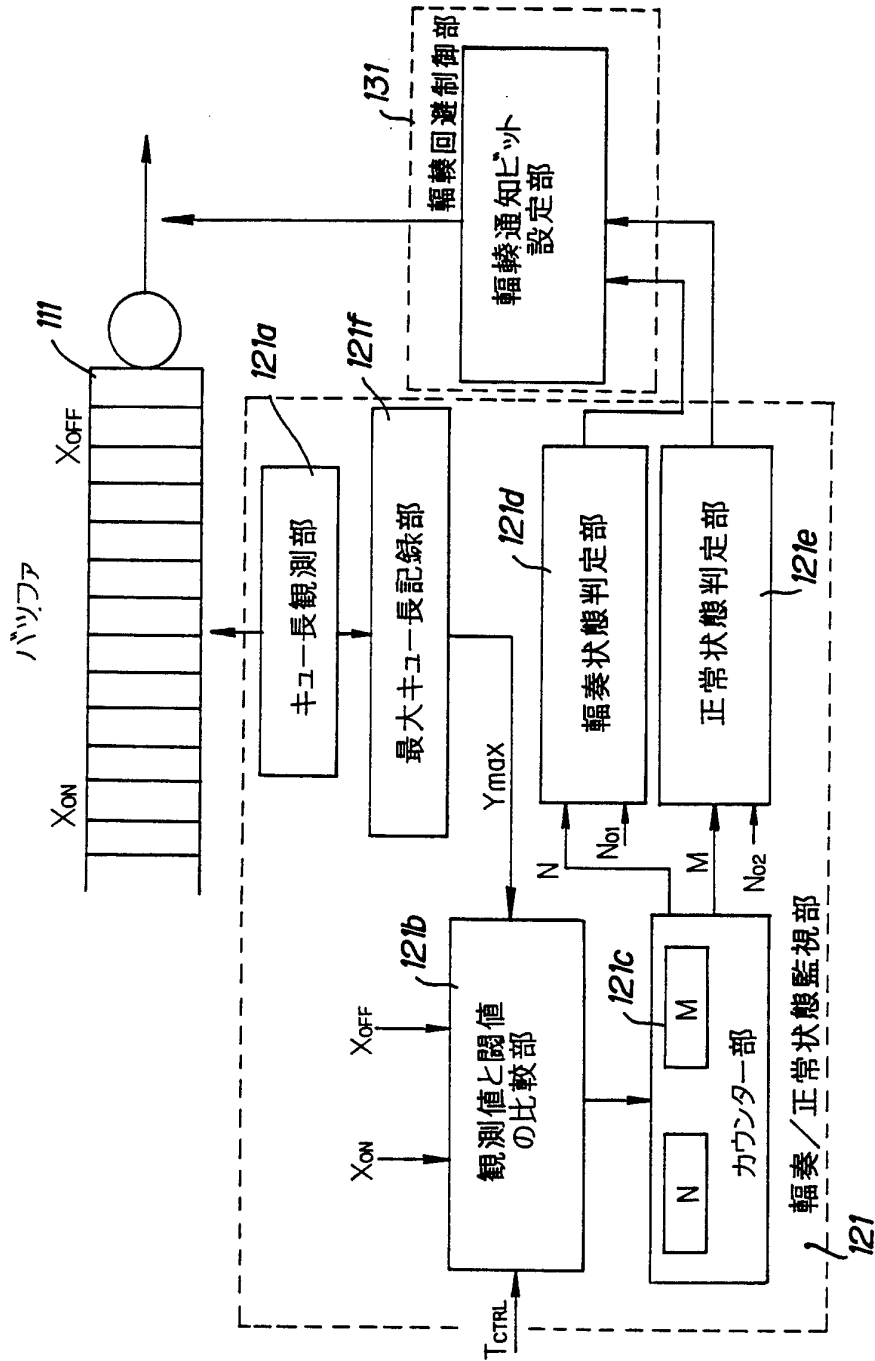
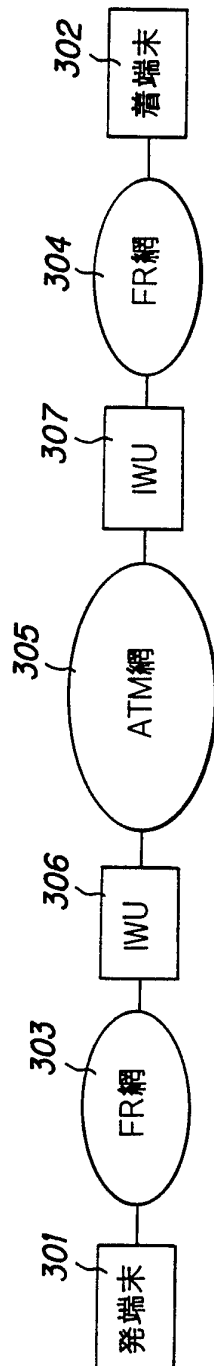
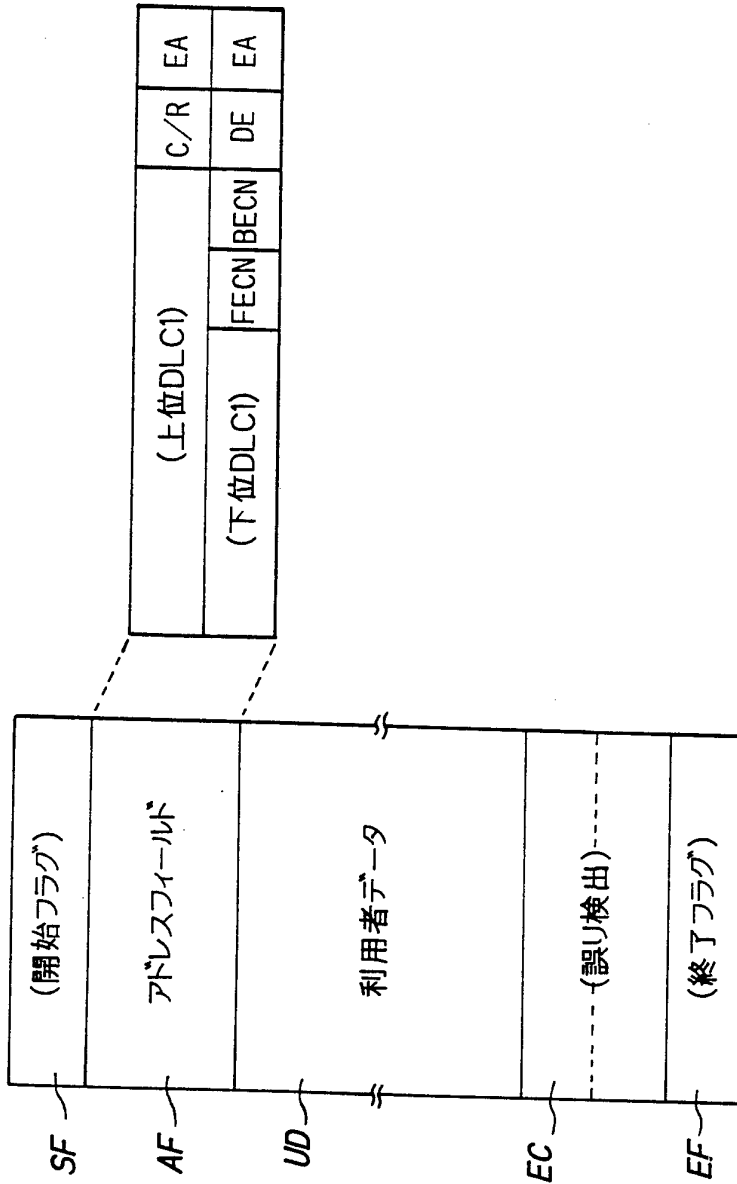


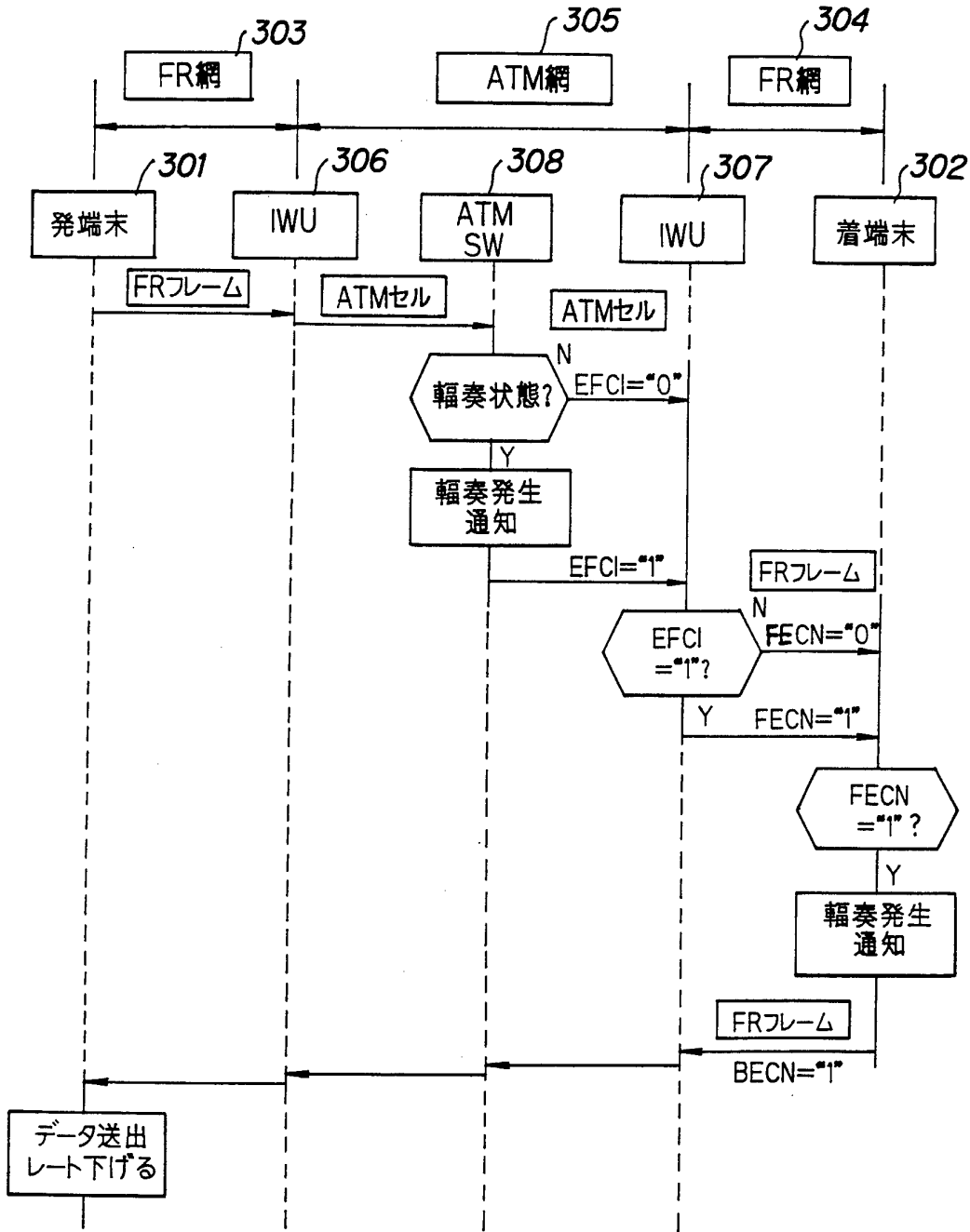
图 15



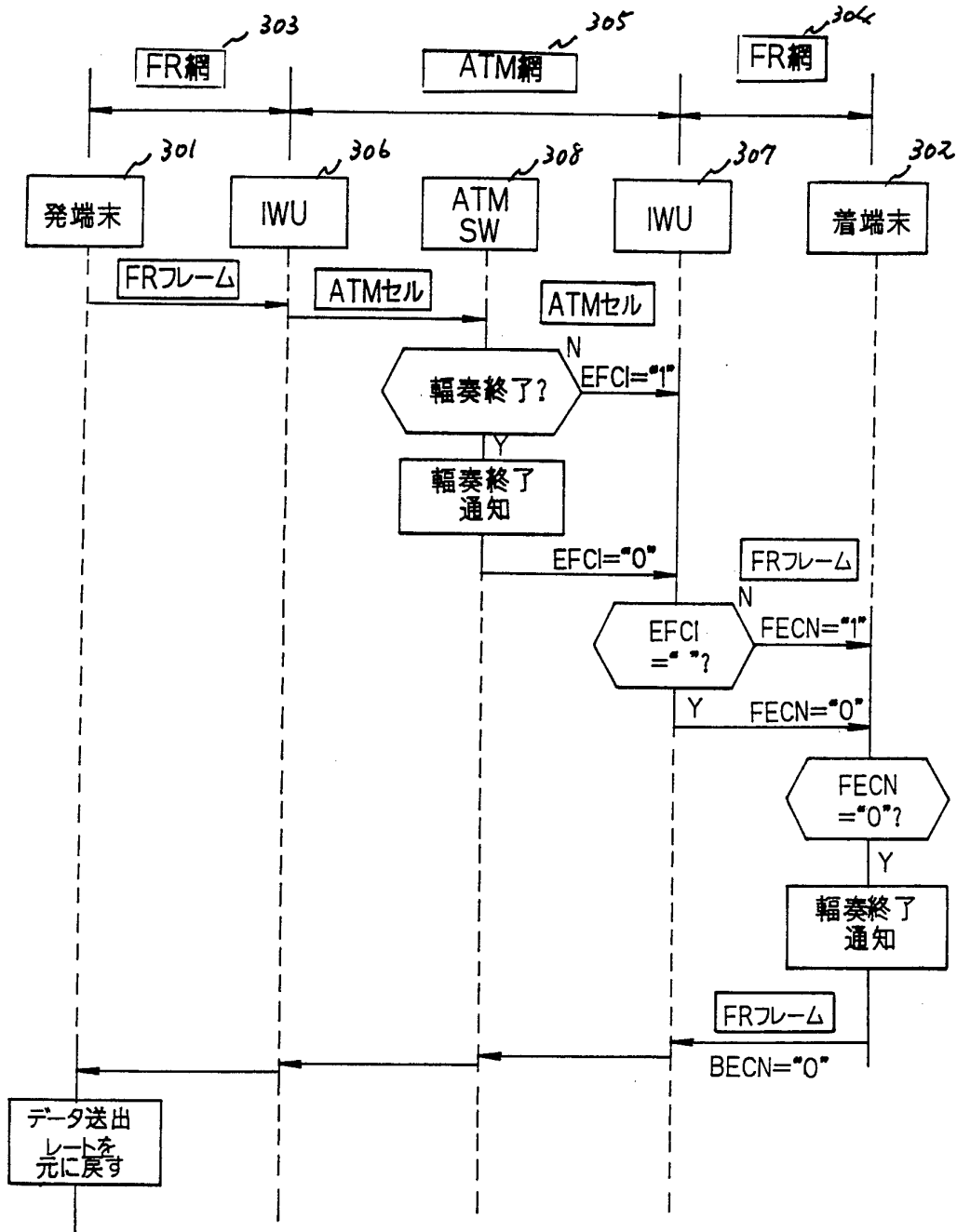
第 16 図



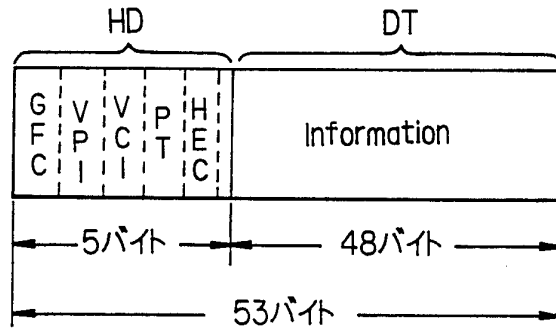
第 17 図



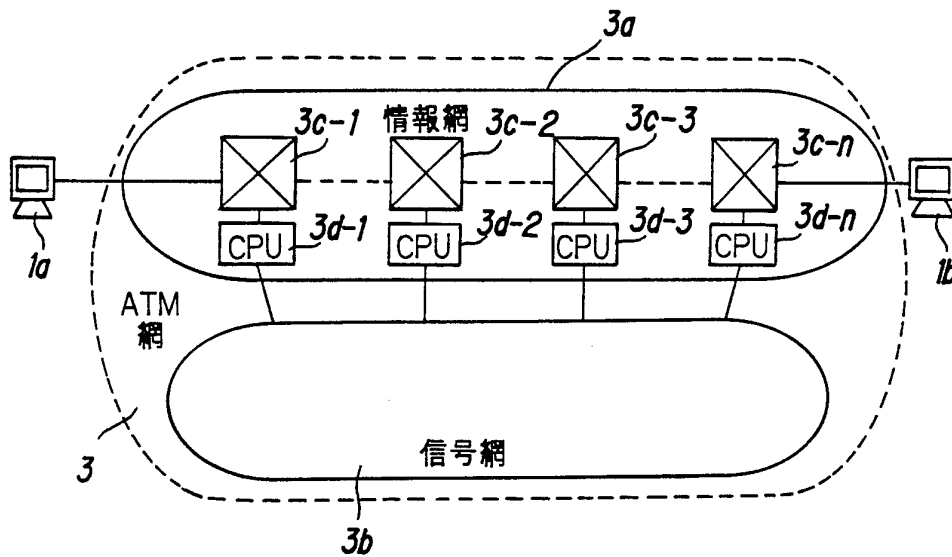
第 18 図



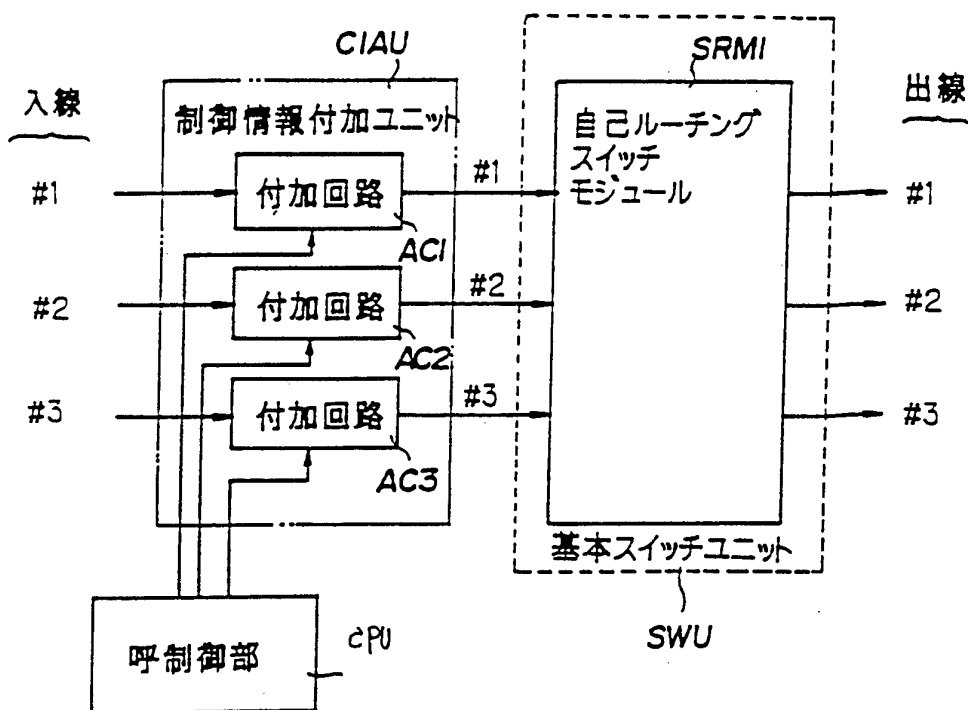
第 19 図



第 20 図



第 21 図



第 2 図

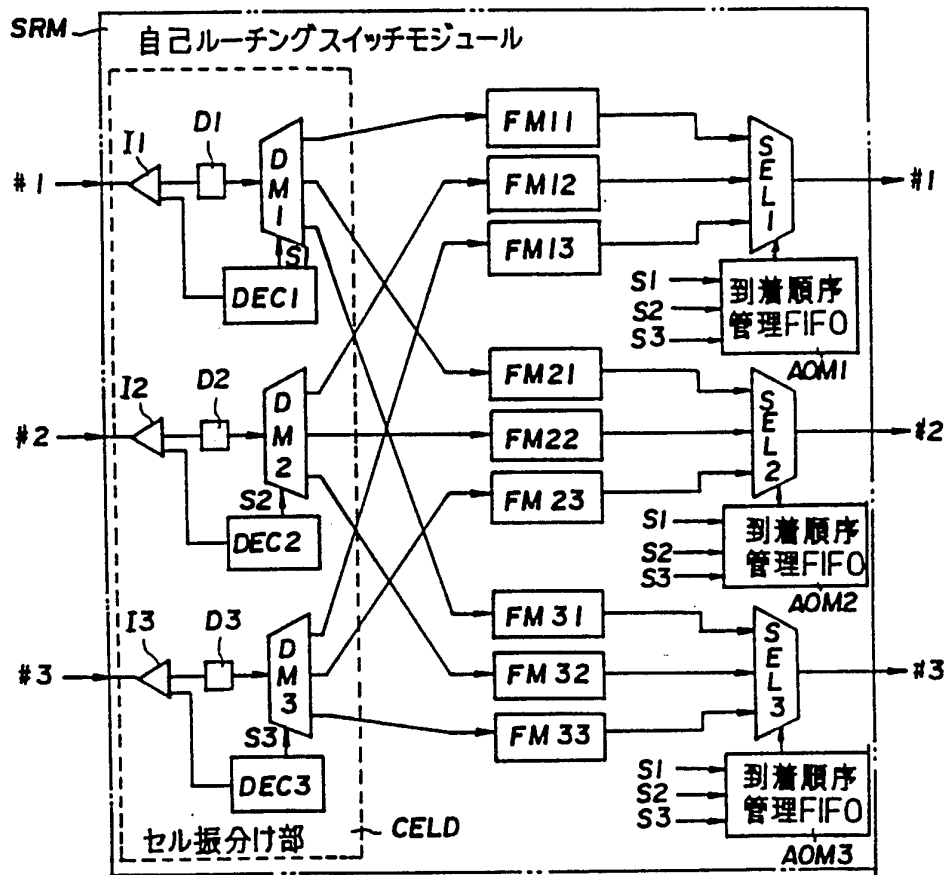
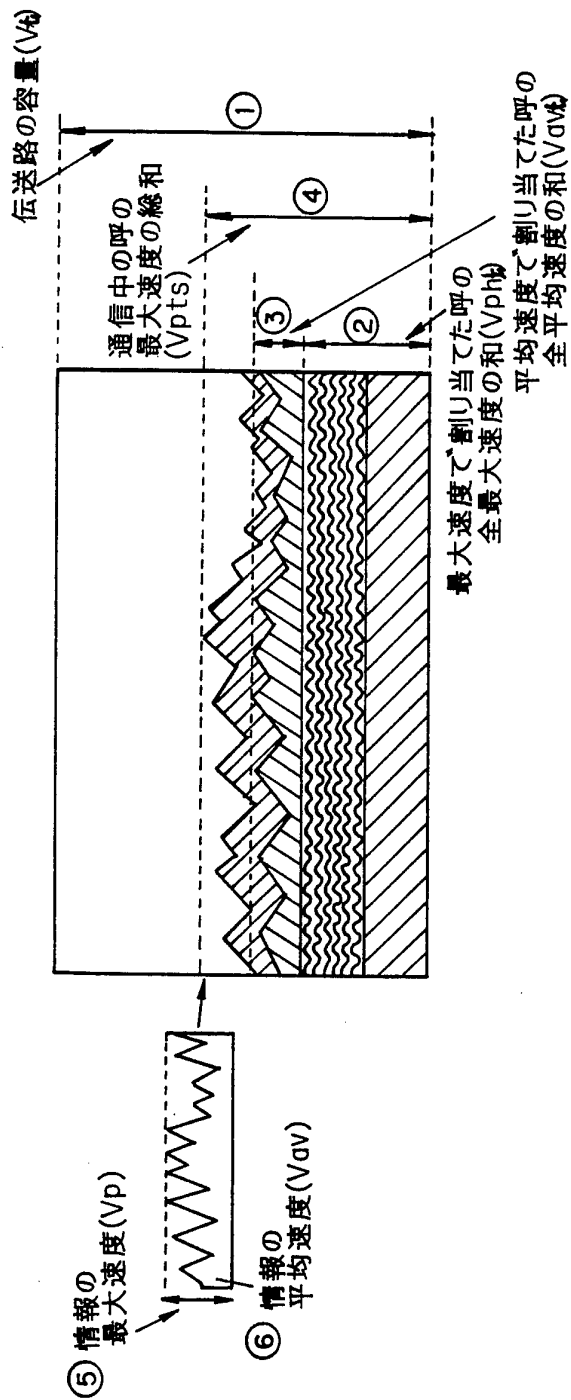
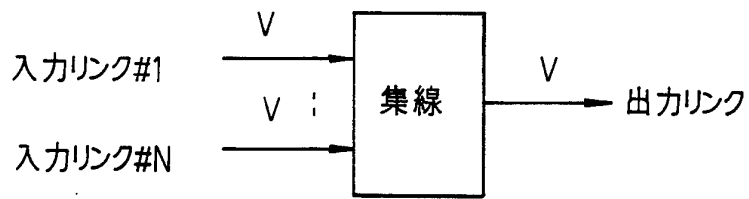


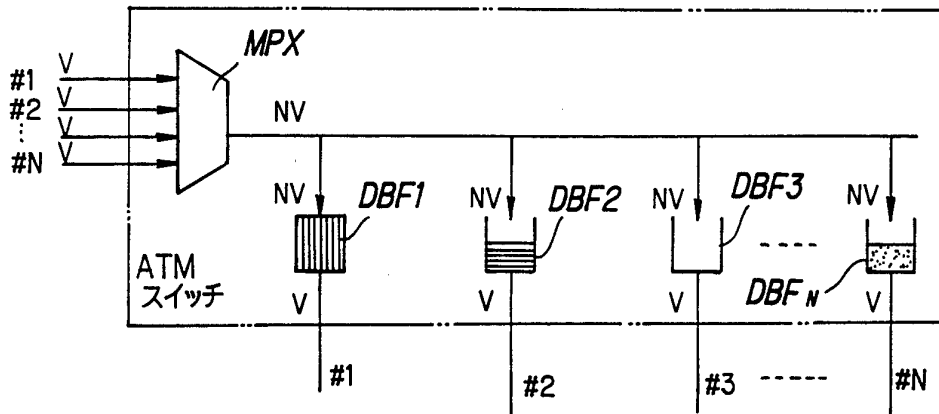
图 23



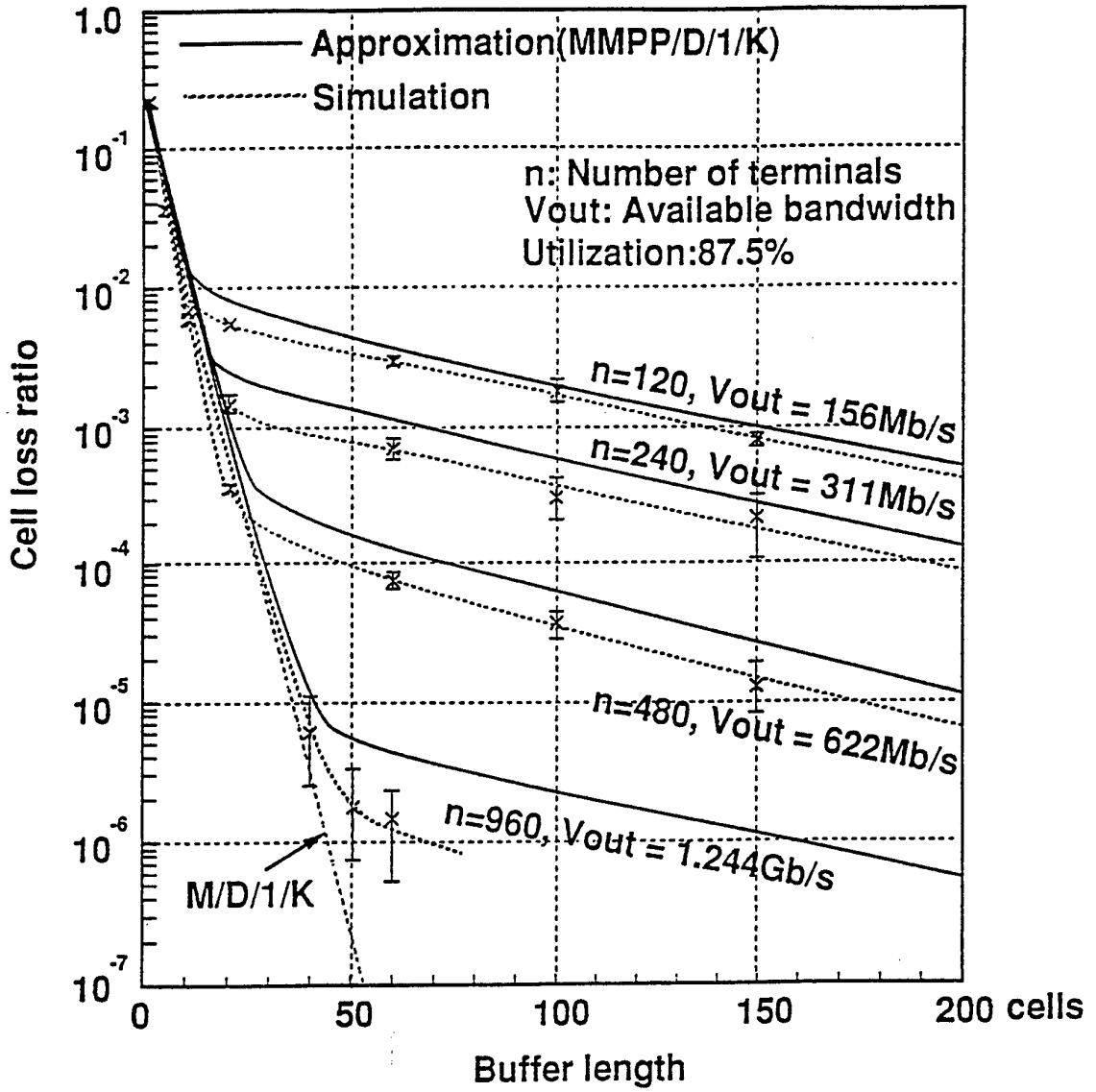
第 24 図



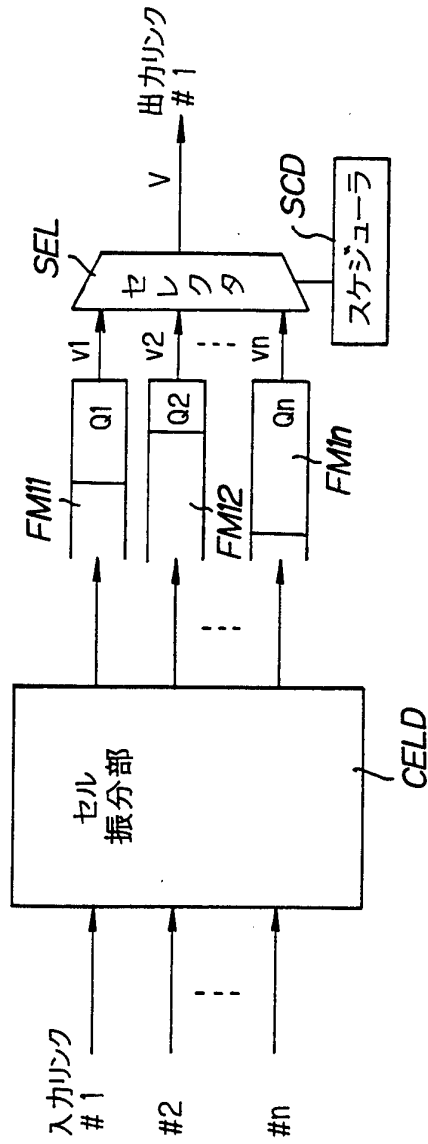
第 25 図



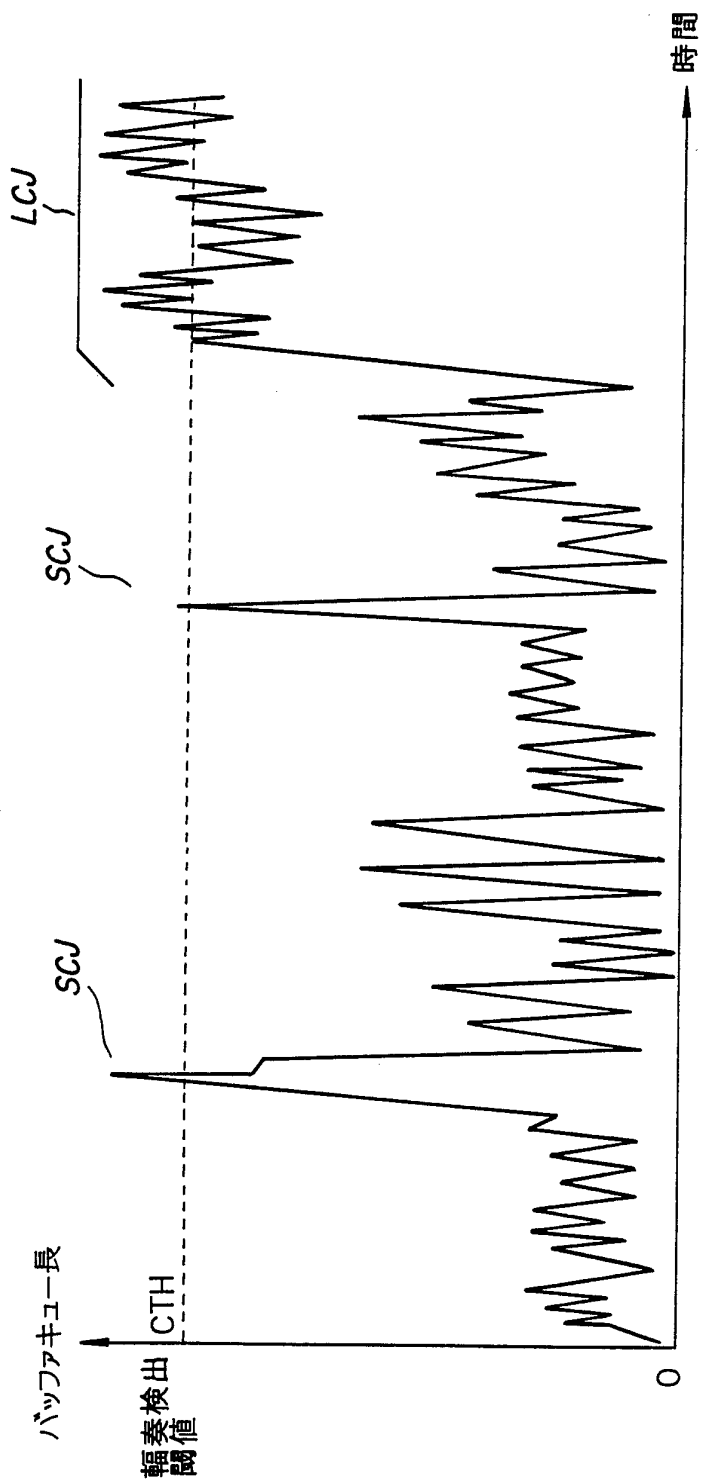
第 26 图



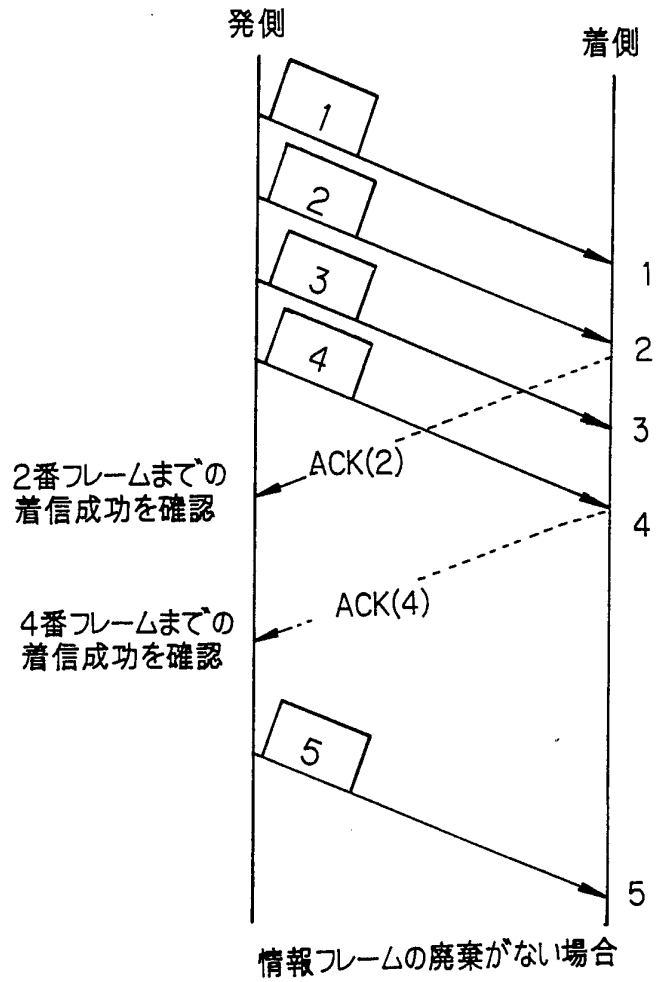
第 27 図



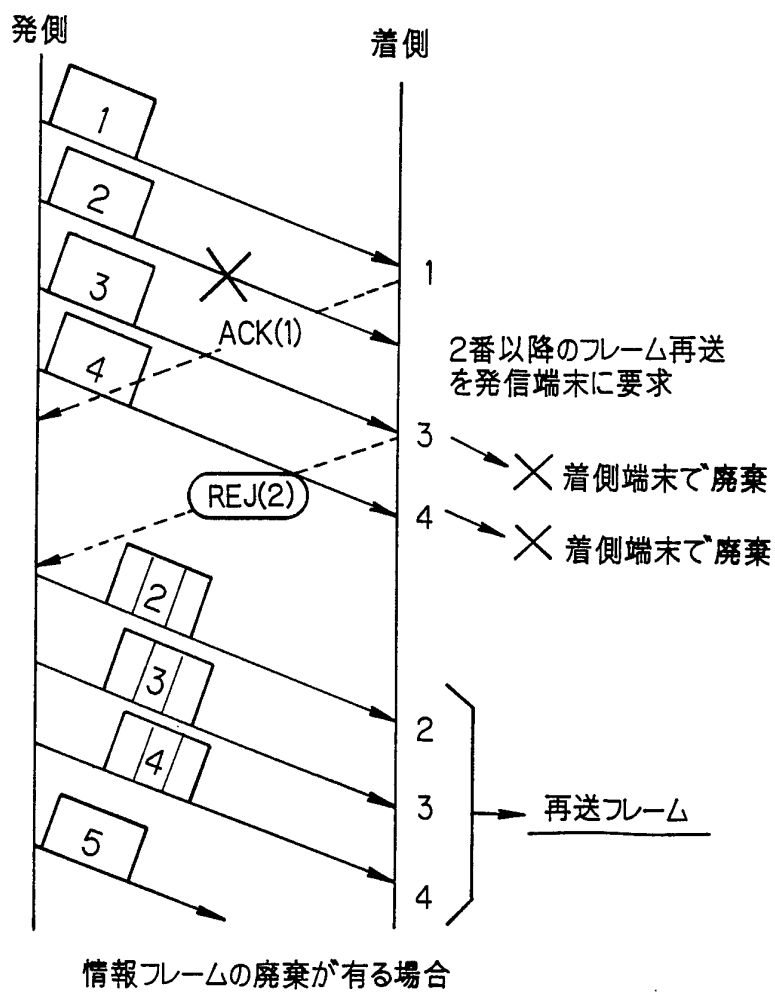
第 28 図



第 29 図



第 30 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP94/01199

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. C1⁶ H04L12/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. C1⁶ H04L12/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1994

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1994

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, A, 3-101339 (Fujitsu Ltd.), April 26, 1991 (26. 04. 91), Line 9, right column, page 1 to line 8, upper left column, page 2, (Family: none)	9
Y	JP, A, 4-336832 (Fujitsu Ltd.), November 25, 1992 (25. 11. 92), Lines 1 to 15, left column, page 1, line 7 to 21, left column, page 7, Fig. 2, (Family: none)	1-5
Y	JP, A, 3-267847 (Nippon Telegraph & Telephone Corp.), November 28, 1991 (28. 11. 91), Line 14, upper right column to line 17, lower left column, page 2, Fig. 5, (Family: none)	1-5
Y	JP, A, 55-8132 (Hitachi, Ltd.), January 21, 1980 (21. 01. 80), Lines 7 to 17, upper left column, page 2, (Family: none)	4, 5

 Further documents are listed in the continuation of Box C.
 See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
October 5, 1994 (05. 10. 94)Date of mailing of the international search report
November 1, 1994 (01. 11. 94)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office
Facsimile No.Authorized officer
Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP94/01199

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	IEEE Communications Magazine, Vol. 29, No. 10, (October, 1991), P. 46-53 particularly refer to lines 40 to 52, right column, page 50	1, 4
A	IEEE Communications Magazine, Vol. 92, No. 348, SSE92-88, November 1992, P. 31-36, particularly refer to Fig. 2(a)	6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. ⁸ H04L12/28		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. ⁸ H04L12/28		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1926-1994年 日本国公開実用新案公報 1971-1994年		
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, A, 3-101339 (富士通株式会社), 26. 4月. 1991 (26. 04. 91), 第1頁, 右欄第9行-第2頁, 左上欄, 第8行 (ファミリーなし)	9
Y	JP, A, 4-336832 (富士通株式会社), 25. 11月. 1992 (25. 11. 92), 第1頁, 左欄第1-15行, 第7頁, 左欄, 第7-21行, 第2図 (ファミリーなし)	1-5
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
05. 10. 94	011194	
名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 稲葉和生	5 K 8 7 3 2
電話番号 03-3581-1101 内線		3557

C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, A, 3-267847 (日本電信電話株式会社), 28. 11月. 1991 (28. 11. 91), 第2頁, 右上欄, 第14行-左下欄, 第17行, 第5図 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP, A, 55-8132 (株式会社 日立製作所), 21. 1月. 1980 (21. 01. 80), 第2頁, 左上欄, 第7-17行 (ファミリーなし)	4, 5
A	IEEE Communications Magazine, 第29巻, 第10号, (10月. 1991) p. 46-53 特に p. 50, 右欄, 第40-52行参照	1, 4
A	電子情報通信学会技術研究報告, 第92巻, 第348号, SSE92-88, 11月1992年, p. 31-36, 特に図2(a)参照	6