

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2024年8月29日(29.08.2024)



(10) 国際公開番号  
**WO 2024/176286 A1**

(51) 国際特許分類:  
**H04L 47/127** (2022.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/005942

(22) 国際出願日: 2023年2月20日(20.02.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

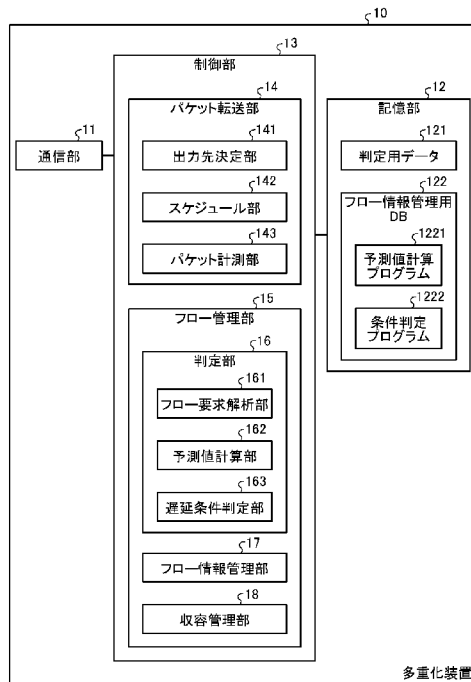
(72) 発明者: 杉園 幸司(SUGISONO, Koji); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎ノ門ダイビルイースト Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,

(54) Title: DETERMINATION DEVICE, DETERMINATION METHOD, AND DETERMINATION PROGRAM

(54) 発明の名称: 判定装置、判定方法及び判定プログラム



- 10 Multiplexing device  
11 Communication unit  
12 Storage unit  
13 Control unit  
14 Packet transfer unit  
15 Flow management unit  
16 Determination unit  
17 Flow information management unit  
18 Accommodation management unit  
121 Determination data  
122 Flow information management database  
141 Output destination determination unit  
142 Scheduling unit  
143 Packet measurement unit  
161 Flow request analysis unit  
162 Predicted value calculation unit  
163 Delay condition determination unit  
1221 Predicted value calculation program  
1222 Condition determination program

(57) Abstract: In the present invention, a multiplexing device (10) includes a predicted value calculation unit (162) that: receives a new flow accommodation request including a flow arrival rate, which is a first index, a first reference delay, which is a transfer delay reference value to be observed and is a second index, and a first reference excess delay packet ratio, which is a third index; uses, as a fourth index, the total amount of the arrival rate of the entire flow after the new flow is accommodated in the multiplexing device (10); and on the basis of the fourth index, calculates, for each second reference

LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY,  
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,  
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,  
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

delay of each flow, the second reference delay being a fifth index, a predicted value of the reference excess delay packet ratio for each reference delay at the multiplexing device (10), the predicted value being a sixth index. The multiplexing device (10) further includes: a delay condition determination unit (163) that, for each traffic flow, determines, for each second reference delay, whether a second reference excess delay packet ratio set for each second reference delay exceeds the predicted value; and an accommodation management unit (18) that, if the second reference excess delay packet ratio exceeds the predicted value, permits the new flow to be accommodated in the multiplexing device (10).

(57) 要約：多重化装置（10）は、第1の指標であるフローの到着レート、第2の指標である、順守すべき転送遅延基準値である第1の基準遅延、第3の指標である第1の基準遅延超過パケット割合を含む新規フローの収容要求を受け付け、多重化装置（10）に新規フローを収容した後の全フローの到着レートの総量を第4の指標として、第4の指標を基に、第5の指標である各フローの第2の基準遅延ごとに、多重化装置（10）における基準遅延ごとの基準遅延超過パケット割合の予測値を第6の指標として計算する予測値計算部（162）と、各トラヒックフローについて、第2の基準遅延ごとに設定された第2の基準遅延超過パケット割合が、予測値を上回るか否かを、第2の基準遅延ごとに判定する遅延条件判定部（163）と、第2の基準遅延超過パケット割合が予測値を上回る場合に、多重化装置（10）への新規フローの収容を許可する収容管理部（18）と、を有する。

## 明 細 書

発明の名称： 判定装置、判定方法及び判定プログラム

### 技術分野

- [0001] 本発明は、判定装置、判定方法及び判定プログラムに関する。
- [0002] AI (Artificial Intelligence) やVR (Virtual Reality)、AR (Augmented Reality) 等のサービスが普及するにつれ、ユーザがサービスに要求する通信品質条件も多様化しつつある。また、サービスシステムの設計や構築を容易にするため、サービスごとに用意した仮想ネットワーク上でこれらのサービスを提供することが一般化してきた。
- [0003] これらの仮想ネットワークは、ネットワーク提供事業者のネットワークインフラの上で構築される。このとき、複数のネットワークトラヒックを同一リンク上に同時に転送しようとする状況が生じ、この状況が通信遅延を増加させる原因となる。
- [0004] 例えば、ネットワークAのトラヒックとネットワークBのトラヒックとが同時にデータ転送装置（転送装置は、スイッチ、ルータ、光トランスポンダ、多重化装置など転送機能を有する装置を含む。）に到着し、同じ出力先リンクへと転送する場合を例とする。
- [0005] この場合、ネットワークBのトラヒックパケットが送信中である場合、転送装置は、後着したネットワークAのトラヒックパケットを待機させる。この待機時間により、ネットワークAのトラヒックの転送遅延が増加する。
- [0006] また、待機するパケットが増加する場合には、パケットロスも生じる。パケットバッファに保存できるデータのサイズは限られていることから、パケットが大量に到着し、バッファサイズを超える量のパケットを待機させようとする場合、当該パケットは廃棄されるためである。
- [0007] サービスごとに構築したネットワークには多様なトラヒックフロー（以降、フローとする）が流れており、それぞれ転送時の優先度が異なる。優先度が高いパケットと、優先度が低いパケットと、が同一リンクへと流入する場合、転送装置は、優先度が高いパケットを先に転送する。

- [0008] ただし、ネットワークの最優先フローを各ネットワークで有する場合、ネットワーク利用者を公平に扱うという観点から、それらのフローの扱いを公平にする必要がある。この場合、バッファ待機により各フローのパケットは、公平に遅延を被ることとなる。
- [0009] さらに、先述したパケット転送遅延とパケットロスとは、同一リンクを経由するトラヒックの増加に伴い、悪化する。
- [0010] したがって、無計画にサービス向け仮想ネットワークを多く収容すると、当該リンクを通過するトラヒック量は増加し、各ネットワークの最優先クラスが要求するパケット転送遅延とパケットロスを保証することができなくなる。
- [0011] 現在、サービスの状況に応じて前述のネットワークの構成をスムーズに変更すべく、ネットワークの設定自動化機構が整備されつつある。このような機構では、サービス構成の設定ファイルを基に、関係するネットワーク設定やサービス向け処理ソフトウェアの起動及び／または停止などを、ネットワークインフラ事業者のネットワークインフラ上で行う。
- [0012] このような状況下で、新たなサービス設定に基づき構築したネットワークをインフラ事業者のネットワークに収容する際、収容済みネットワークが要求するパケット転送遅延とパケットロスを保証することができる場合にのみ、当該ネットワークの収容を許可する仕組みが必要となる。
- [0013] 代表的な方式として、呼受付制御 (Call Admission Control) がある (例えば、非特許文献 1 参照)。この方式は、新たにフローを設定しようとするときに、その通過経路上の転送装置が、新規フローと既存収容済みフローとのトラヒック量をもとにバッファあふれによるパケットロスが発生しないよう新規フローの設定許可を出す。

## 先行技術文献

### 非特許文献

- [0014] 非特許文献1 : D.Wetherall, S.Tanenbaum, “5 THE NETWORK LAYER”, Computer network 5th edition, Pearson, 2010.

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0015] しかしながら、非特許文献 1 記載の方式では、設定許可を出すための判定指標がバッファあふれ発生確率やリンク余剰帯域などの単一指標でしかなく、フローごとに異なる判定指標を有する場合には適用することが難しい。
- [0016] そこで、フローごとに異なる判定指標を有する場合に対応可能であって、複数の判定指標に基づいて新規フローの収容を判定できるフロー収容制御方式の構築が要望されている。
- [0017] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、トラヒックフローごとに異なる判定指標を有する場合に対応可能であって、複数の判定指標に基づいて新規フローの収容を判定することができる判定装置、判定方法及び判定プログラムを提供することを目的とする

### 課題を解決するための手段

- [0018] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の判定装置は、第 1 の指標であるトラヒックフローの到着レート、第 2 の指標である、順守すべき転送遅延基準値である第 1 の基準遅延、第 3 の指標である第 1 の基準遅延超過パケット割合を含む新規トラヒックフローの収容要求を受け付け、転送装置に前記新規トラヒックフローを収容した後の全トラヒックフローの到着レートの総量を第 4 の指標として、前記第 4 の指標を基に、第 5 の指標である各フローの第 2 の基準遅延ごとに、前記転送装置における基準遅延ごとの基準遅延超過パケット割合の予測値を第 6 の指標として計算する予測部と、各トラヒックフローについて、前記第 2 の基準遅延ごとに設定された第 2 の基準遅延超過パケット割合が、前記予測値を上回るか否かを、前記第 2 の基準遅延ごとに判定する判定部と、前記第 2 の基準遅延超過パケット割合が前記予測値を上回る場合に、前記転送装置への前記新規トラヒックフローの収容を許可する管理部と、を有することを特徴とする。

### 発明の効果

[0019] 本発明によれば、トラヒックフローごとに異なる判定指標を有する場合に対応可能であるフロー受付を制御することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0020] [図1]図 1 は、実施の形態 1 におけるネットワーク構成を示す図である。
- [図2]図 2 は、実施の形態 1 におけるネットワーク構成を示す図である。
- [図3]図 3 は、図 2 に示す多重化装置の転送処理を説明する図である。
- [図4]図 4 は、図 2 に示す多重化装置の処理の概要を説明する図である。
- [図5]図 5 は、図 2 に示す多重化装置の構成の一例を示す図である。
- [図6]図 6 は、遅延条件の定義を説明する図である。
- [図7]図 7 は、新規フロー収容判定の概要を説明する図である。
- [図8]図 8 は、新規フロー収容判定の概要を説明する図である。
- [図9]図 9 は、グラフを説明する図である。
- [図10]図 10 は、基準遅延の計算を説明する図である。
- [図11]図 11 は、実施の形態 1 の適用範囲を説明する図である。
- [図12]図 12 は、新規フローの収容要求を説明する図である。
- [図13]図 13 は、遅延超過パケット割合予測値の計算方法を説明するための図である。
- [図14]図 14 は、図 3 に示す多重化装置が実行する処理の処理手順を示すフローチャートである。
- [図15]図 15 は、図 14 に示す判定処理の処理手順を示すフローチャートである。
- [図16]図 16 は、超過基準遅延管理テーブルのデータ構成の一例を示す図である。
- [図17]図 17 は、フロー情報除去処理の処理手順を示すフローチャートである。
- [図18]図 18 は、スキップできる基準遅延値の探索処理の処理手順を示すフローチャートである。
- [図19]図 19 は、遅延条件の具備の確認方法を説明する図である。

[図20]図20は、実施の形態1の変形例2に係る多重化装置の構成の他の例を示す図である。

[図21]図21は、実施の形態1の変形例2に係る処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図22]図22は、実施の形態1の変形例2に係る他の処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図23]図23は、実施の形態1の変形例2に係る他の処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図24]図24は、最大パケットレート申告値の計算処理を説明する図である。

[図25]図25は、実施の形態2に係る多重化装置の概要を説明する図である。

[図26]図26は、実施の形態2に係る多重化装置の概要を説明する図である。

[図27]図27は、実施の形態2に係る多重化装置の構成の一例を示す図である。

[図28]図28は、図27に示す多重化装置が実行する処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図29]図29は、図28に示す契約レート提示処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図30]図30は、提示用契約フローレートの計算を説明する図である。

[図31]図31は、提示用契約フローレートの計算を説明する図である。

[図32]図32は、図28に示すレートリミット実行処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図33]図33は、限界利用率を説明する図である。

[図34]図34は、限界利用率の導出を説明する図である。

[図35]図35は、レートリミット対象の判定処理を説明する図である。

[図36]図36は、レートリミット対象の判定処理を説明する図である。

[図37]図37は、レートリミット対象の解除処理を説明する図である。

[図38]図38は、プログラムが実行されることにより、多重化装置が実現されるコンピュータの一例を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0021] 以下に、本願に係る判定装置、判定方法及び判定プログラムの実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。また、本発明は、以下に説明する実施形態により限定されるものではない。

[0022] [実施の形態1]

[ネットワーク構成]

実施の形態1におけるネットワーク構成について説明する。図1及び図2は、実施の形態1におけるネットワーク構成を示す図である。図1に示すように、実施の形態1では、例えば、Multiplexerを有する多重化装置を介して、バックボーンネットワークがWAN (Wide Area Network) のLAN (Local Area Network) 通信が行われる。

[0023] 実施の形態1に係る転送装置は、同時出力できない出力先インタフェースに、バッファリングを使って転送タイミングを調整しながら、出力先インタフェースにパケットを出力する。転送装置として、多重化装置、スイッチ、ルータ、光トランスポンダが該当する。以降において、転送装置として、Multiplexerを有する多重化装置10を用いた例について説明する。

[0024] 多重化装置10は、トラヒックフロー（以降、フローとする）管理機能を有し、優先度に応じて、各フローのパケットを出力先インタフェースに転送する。高優先フローが複数存在する場合、高優先フローの優先度は全て同じとされ、ラウンドロビンなどのフローの公平性を重視したスケジューリングにより多重化され、転送用パスへと出力される。低優先フローは、高優先フローのパケットがある場合、高優先フローの出力後に、転送される。

[0025] 多重化装置10は、ノード20から、フロー収容要求を受けると、フロー収容要求の受理または棄却を判定する。ノード20は、例えば、ネットワーク装置管理などのコントローラや、フローの送信者側などのフロー設定実施

ノードである。フロー収容要求は、コントローラ或いはデータリンク経由のインバウンドシグナリングメッセージに記載されている。ノード20は、フロー収容要求のほか、フロー解放要求を送信する。

[0026] [データ多重化と遅延]

図3は、図2に示す多重化装置10の転送処理を説明する図である。多重化装置10は、Multiplexerを用いて、データの多重化を行う。

[0027] 多重化装置10は、複数のリアルタイムサービスを共有ネットワーク上で提供する際に、WANや光ネットワークなどのGW（ゲートウェイ）などで複数のサービスフローを1パスに多重化して、出力する。多重化装置10は、波長多重通信、時分割多重通信等の光伝送技術を用いる。

[0028] 多重化装置10では、リアルタイムサービスに関するフローを全て高優先フローとし、サービストラヒックを公平に扱う前提で機能する。ただし、多重化装置10は、複数のパケットを並列転送できないため、同時到着パケットをキューで待機させる（図3の（1））。これにより、各フローのパケットは遅延を被る。

[0029] 遅延がランダムに発生すれば、ユーザの操作性が悪くなるとの知見がある。そこで、転送遅延が閾値を越えるパケットの割合が増えると対象物を操作しにくい状況は増えるであろうと想定される。そこで、多重化装置10では、指標の一つとして定めた遅延超過パケット割合の上限を守るようにフローの収容を制御することで、ユーザが操作しやすい環境を保持する。

[0030] 多重化装置10は、フローごとに異なる判定指標を有する場合であっても、複数の指標を基に多重化装置10に収容するフローを制限することで、フローの遅延条件を満たす。図4は、図2に示す多重化装置10の処理の概要を説明する図である。

[0031] 多重化装置10の収容フロー数が少ない通常時には、その分到着トラヒックが少ないため、キューイング遅延も短く、遅延を受けない（図4の（1））。これに対し、多重化装置10がフローを過収容する異常時には、到着トラヒックが増加し、キューイング遅延も増加して、遅延が生じる（図4の（

2) )。

[0032] そこで、多重化装置 10 は、遅延条件を満たさない場合、フローの収容制限を行い、到着トラヒックを制限することで、キューイング遅延を抑制し、適正化する（図 4 の（3））。

[0033] [多重化装置]

図 5 は、図 2 に示す多重化装置 10 の構成の一例を示す図である。多重化装置 10 は、通信部 11、記憶部 12 及び制御部 13 を有する。

[0034] 通信部 11 は、通信インタフェースであり、出力先インタフェースにパケットを送信する。通信部 11 は、NIC (Network Interface Card) 等で実現され、LAN (Local Area Network) やインターネットなどの電気通信回線を介した他の装置と制御部 13（後述）との間の通信を行う。例えば、通信部 11 は、ノード 20 から送信されたフロー収容要求またはフロー解放要求を受信する。

[0035] 記憶部 12 は、RAM (Random Access Memory)、フラッシュメモリ (Flash Memory) 等の半導体メモリ素子、又は、ハードディスク、光ディスク等の記憶装置によって実現され、多重化装置 10 を動作させる処理プログラムや、処理プログラムの実行中に使用されるデータなどが記憶される。記憶部 12 は、判定用データ 121 及びフロー情報管理用データベース (DB) 122 を有する。

[0036] 判定用データ 121 は、遅延条件判定に使用する各指標（後述）や、フロー収容の際に実行する遅延条件判定を行うために使用する各種指標やデータを含む。

[0037] フロー情報管理用 DB 122 は、予測値計算プログラム 1221 及び条件判定プログラム 1222 を有する。なお、フロー情報管理用 DB 122 は、外部装置が保持していてもよい。この場合、多重化装置 10 は、フロー情報管理用 DB 122 のデータ取得用のインタフェースを有する。

[0038] 予測値計算プログラム 1221 は、第 6 の指標である遅延超過パケット割合の予測値（後述）を計算する際に使用されるプログラムである。条件判定

プログラム 1 2 2 2 は、遅延条件を満たすか否かを判定する際に使用されるアルゴリズムを含むプログラムである。

[0039] 制御部 1 3 は、各種の処理手順などを規定したプログラム及び所要データを格納するための内部メモリを有し、これらによって種々の処理を実行する。例えば、制御部 1 3 は、CPU (Central Processing Unit) や MPU (Micro Processing Unit) などの電子回路である。制御部 1 3 は、パケット転送部 1 4、及び、フロー管理部 1 5 (判定装置) を有する。

[0040] パケット転送部 1 4 は、複数フローのパケットの転送制御を行う。パケット転送部 1 4 は、出力先決定部 1 4 1、スケジュール部 1 4 2、及び、パケット計測部 1 4 3 を有する。

[0041] 出力先決定部 1 4 1 は、各フローのパケットの出力先インタフェースを決定する。スケジュール部 1 4 2 は、優先度に応じて、各フローのパケットの転送順序を設定する。パケット転送部 1 4 は、出力先決定部 1 4 1 が決定した出力先インタフェースに、スケジュール部 1 4 2 が設定した転送順序に従って、各フローのパケットを転送する。スケジュール部 1 4 2 は、スケジュール部 1 4 2 は、各フローのパケットの転送に対するリミット機能も有してもよい。

[0042] パケット計測部 1 4 3 は、各フローのパケットを計測し、各フローのパケットの入出力に関する統計情報を蓄積する。パケット計測部 1 4 3 は、出力インタフェース及びフローごとに、到着レート及び到着パケットのサイズ、量を計測する。

[0043] フロー管理部 1 5 は、多重化装置 1 0 が収容するフローを管理する。フロー管理部 1 5 は、判定部 1 6 (判定装置)、フロー情報管理部 1 7、収容管理部 1 8、を有する。

[0044] 判定部 1 6 は、複数の指標を基に、多重化装置 1 0 が収容するフローごとに、各フローの遅延条件を満たすか否かを判定する。実施の形態 1 では、判定部 1 6 は、ノード 2 0 から収容を要求された新規フローを新たに収容した場合に、新規フロー及び収容済みのフローについて、遅延条件を満たすか否

かを判定する。判定部 16 は、フロー要求解析部 161、予測値計算部 162、及び、遅延条件判定部 163 を有する。

[0045] フロー要求解析部 161 は、フローの収容要求を受けた場合、このフローの収容要求を解析する。フロー要求解析部 161 は、フローの収容要求から、新たに収容を要求された新規フローにおける、到着レート（第 1 の指標）、新規フローの第 1 の基準遅延（第 2 の指標）、新規フローの第 1 の基準遅延超過パケット割合（以降、第 1 の基準割合とする）（第 3 の指標）を取得する。

[0046] ここで、遅延条件の定義について説明する。図 6 は、遅延条件の定義を説明する図である。遅延条件の定義の 1 つ目は、このフローが順守すべき転送遅延基準値、すなわち、基準遅延である。遅延条件の定義の 2 つ目は、順守すべき転送遅延基準値を超える遅延の割合、すなわち、基準遅延超過パケット割合（基準割合）である。

[0047] 例えば、遅延条件が、遅延 20 msec 以上のパケットが 4 個中 1 つまでである場合について説明する。図 6 の（1）の例では、超過遅延パケットが 1 つであるため、遅延条件を満たしている。これに対し、図 6 の（2）の例では、超過遅延パケットが 2 つであるため、遅延条件を満たさない。

[0048] 第 2 の指標である第 1 の基準遅延について説明する。第 1 の基準遅延は、遅延条件とともに、バッファ容量超過（バッファ溢れ）によるパケットロスを低減するためにバッファの容量に基づく情報（例えば、キュー溢れによるブロッキング確率）を用いて設定される指標である。第 1 の基準遅延は、例えば、1 パケット単位である。

[0049] 第 3 の指標である第 1 の基準割合は、フローの第 1 の基準遅延を超える遅延を被るパケットの割合であり、遅延条件とバッファ容量に基づく情報とを基に設定される指標である。第 1 の基準割合は、第 2 の指標である基準遅延ごとに設定される。なお、フロー要求解析部 161 は、フローの解放要求の場合も同様に、解放を要求されたフローにおける第 1 ～第 3 の指標を取得する。

- [0050] フロー要求解析部 161 は、フローの識別情報に対応付けて、第 1～第 3 の指標を判定用データ 121 に格納する。フロー要求解析部 161 は、各フローの第 1 の指標をフローの識別情報に対応付けて、判定用データ 121 に蓄積する。実施の形態 1 では、多重化装置 10 に新規フローを収容した後の全フローの到着レートの総量を第 4 の指標とする。フロー要求解析部 161 は、各フローの第 2 の指標を、第 5 の指標として、フローの識別情報に対応付けて、判定用データ 121 に蓄積する。フロー要求解析部 161 は、各フローの第 3 の指標を、フローの識別情報に対応付けて、第 2 の基準遅延超過パケット割合（基準割合）として、第 2 の基準遅延ごとに、判定用データ 121 に蓄積する。収容要求に含まれる基準割合を第 1 の基準割合とし、フロー要求解析部 161 が取得し、判定用データ 121 に、フローの識別情報と対応付けて格納した基準割合を、第 2 の基準割合として説明する。
- [0051] 予測値計算部 162 は、収容済みフロー及び新規フローごとに、第 4 の指標を基に、第 5 の指標である各フローの第 2 の基準遅延ごとに、遅延超過パケット割合予測値（以降、予測値とする）を計算する。予測値は、第 6 の指標である。
- [0052] ここで、第 4 の指標は、収容している全フローのフローパケット申告値（到着レート）の総量となる。第 5 の指標は、多重化装置 10 における、各フローの守るべき転送遅延基準値、すなわち、第 2 の基準遅延である。第 2 の指標及び第 5 の指標は、多重化装置 10 のバッファの容量を基に設定される。第 3 の指標、第 2 の基準割合及び第 6 の指標は、前記バッファの容量超えによるパケットロスの割合を示す。
- [0053] また、多重化装置 10 は、多重化装置 10 に収容された各フローについて、第 2 の基準遅延（例えば、基準遅延 1, 2, 3, . . .）ごとに設定された第 2 の基準遅延超過パケット割合（第 2 の基準割合）をそれぞれ保持している。第 2 の基準割合は、例えば、多重化装置 10 の遅延条件と多重化装置 10 のバッファ容量に基づく情報とを基に設定される。多重化装置 10 は、閾値が msec 単位の遅延条件を有し、例えば、各フローについて、基準遅延ご

とに、遅延条件を超過するパケットの割合（基準遅延超過パケット割合）の許容値を、第2の基準割合として計算してもよい。

[0054] 第6の指標である予測値は、多重化装置10における、該当するフローの、第2の基準遅延ごとの遅延超過パケットの割合の予測値である。予測値は、第5の指標である第2の基準遅延ごとに、第4の指標を基に計算されるため、多重化装置10の遅延条件と多重化装置10のバッファ容量に関する情報とに基づく指標となる。予測値の計算方法については、後述する。

[0055] 遅延条件判定部163は、収容済みフロー及び新規フローごとに、予測値計算部162が計算した予測値を基に、遅延条件を満たすか否かを判定する。遅延条件判定部163は、各フローについて、第2の基準遅延ごとに、第2の基準割合が予測値を上回るか否かを判定する。

[0056] 遅延条件判定部163は、全フローについて、第2の基準割合が予測値を上回る場合、遅延条件を満たすと判定する。遅延条件判定部163は、第2の基準割合が予測値を上回るフローがない場合、遅延条件を満たさないと判定する。

[0057] フロー情報管理部17は、フロー情報を管理し、遅延条件判定に使用する各情報を管理する。フロー情報管理部17は、例えば、収容要求から、収容を要求されたフローの各指標を取得し、判定用データ121に格納する。また、フロー情報管理部17は、各指標に変更がある場合には、判定用データ121を更新する。

[0058] 収容管理部18は、判定部16が、遅延条件を満たすと判定した場合、フロー収容要求を受理し、多重化装置10への新規フローの収容を許可する。すなわち、収容管理部18は、判定部16が、新規フロー及び収容済みの全フローのいずれについても、第2の基準割合が予測値を上回ると判定した場合に、多重化装置10への新規フローの収容を許可する。

[0059] 収容管理部18は、判定部16が、各フローのいずれかが、遅延条件を満たさないと判定した場合、フロー収容要求を棄却する。すなわち、収容管理部18は、判定部16が、第2の基準割合が予測値を上回らないフローがあ

ると判定した場合に、フロー収容要求を棄却する。

[0060] なお、収容管理部 18 は、新規フローを収容した後の全フローが遅延条件を満たす場合にのみ多重化装置 10 への新規トラヒックフローの収容を許可するほか、所定の数以上のフローが遅延条件を満たす場合に、多重化装置 10 への新規フローの収容を許可してもよい。

[0061] [新規フロー収容判定]

図 7 及び図 8 は、新規フロー収容判定の概要を説明する図である。多重化装置 10 は、各フローがフロー毎の遅延条件を満たしているか否か判定し、新規フローの収容の可否を行う。

[0062] 多重化装置 10 が、フロー収容要求を受けた場合（図 7 の（1））、予測値計算部 162 は、待ち行列モデルを基に、収容要求のフローを新規に収容した後の収容済みフロー及び新規フローの予測値を、基準遅延ごとに計算する（図 7 の（2-1））。多重化装置 10 は、到着パケットレートから、収容済みフローの基準遅延超過パケット割合（第 1 の基準割合）を、基準遅延（1 パケット単位）ごとに計算する（図 7 の（2-2））。

[0063] 遅延条件判定部 163 は、各フローについて、基準遅延ごとに、予測値と、第 2 の基準割合とを比較する。

[0064] 例えば、判定対象のフローについて、基準遅延「3」（枠 W1）についての予測値が「0.3」であり（図 8 の矢印 Y1）、この基準遅延「3」の基準割合「0.5」である場合、遅延条件判定部 163 は、基準遅延「3」については、遅延条件を満たすと判定する。

[0065] そして、新規フロー及び収容済みフローの全てについて、いずれの基準遅延についても、予測値が基準割合を上回らない場合、遅延条件判定部 163 は、遅延条件を満たすと判定する。そして、収容管理部 18 は、フロー収容要求を受理し、多重化装置 10 への新規フローの収容を許可する。

[0066] 遅延条件判定部 163 は、予測値が、第 2 の基準割合を上回る場合（図 7 の（3））、遅延条件を満たさないと判定する。例えば、判定対象のフローについて、基準遅延「3」（枠 W3）についての予測値「0.6」であり（図 8

の矢印Y 2)、この基準遅延「3」の基準割合「0.5」を超える場合、遅延条件判定部163は、基準遅延「3」については、遅延条件を満たさないと判定する。

[0067] そして、予測値が第2の基準割合を上回るフローが一つでもある場合(図7の(3))、遅延条件判定部163は、遅延条件を満たさないと判定する。そして、收容管理部18は、多重化装置10への新規フローの收容を拒否する(図7の(4))。なお、予測値が第2の基準割合を上回るフローが一つでもある場合に新規フローの收容を拒否する例について説明したが、これに限らない。收容管理部18は、多重化装置10の收容機能に応じて、予測値が第2の基準割合を上回るフローの数量を変更して、新規フローの收容を判定してもよい。

[0068] なお、図7の(2)及び図8のグラフについて説明する。図9は、図7の(2)及び図8のグラフを説明する図である。このグラフの縦軸は、予測値(基準遅延超過パケット割合予測値)を示す。横軸は、基準遅延である。図9の右図は、到着時にキューに $x$ 個のパケットが存在する割合を示し、左図は、到着時にキューに $x+1$ 個以上のパケットが存在する割合を示す。

[0069] 例えば、基準遅延「3」での超過パケット割合(左図参照)は、多重化装置10で被る遅延が4パケット転送分以上であるパケットの割合(右図参照)であり、左図の枠W2内の値は、右図の枠W3の割合の総和である。例えば、図9の例では、基準遅延「3」の場合、約35%のパケットが、遅延4以上である。

[0070] そして、パケットから基準遅延(時間)への換算について説明する。図10は、基準遅延の計算を説明する図である。

[0071] 前提として、待ち行列モデルにより基準遅延に対する予測値を計算する場合、基準遅延を多重化装置出力リンクキュー内パケット数の単位でのみ表すことが可能とする。このため、基準遅延(時間)は、以下の式(1)となる。

[0072]

[数1]

$$\begin{aligned} \text{基準遅延} &= \text{パケット出力(転送)時間の平均} \\ &\quad \times \text{パケット到着のキュー内パケット数} \end{aligned} \quad \dots (1)$$

[0073] 図10のグラフの横軸は、パケット到着時のキュー内パケット数である。  
フローの基準遅延 $y$ が図10に示すグラフのパケット数 $x_1$ ,  $x_2$  ( $x_1 < x_2$ )  
に対応する場合、多重化装置10は、予め設定されたポリシーに従い、 $x_1$   
または $x_2$ の予測値と、フローの基準割合と比較する。

[0074] 基準遅延は、パケット出力時間とパケット数とを乗じたものである(式(1))。例えば、基準遅延をパケット数に換算することで、「2.5」のパケット数が基準遅延に対応する場合(図10の矢印Y11)、多重化装置10は、パケット数「2」または「3」での予測値を、フローの基準割合と比較する。

参考文献1 : Saeed Shafiee Sabet, et.al., “Towards the Impact of Gamers’ Adaptation to Delay Variation on Gaming Quality of Experience”, QoMEX 2019, [令和5年1月20日検索], インターネット<URL : <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8743239>>

[0075] [適用範囲]

図11は、実施の形態1の適用範囲を説明する図である。多重化装置10は、多重化装置10の出力リンクごとに遅延条件判定を実施する。

[0076] 多重化装置10において、出力リンクには高優先トラヒック用キューと低優先トラヒック用キューとが存在する。この場合には、遅延条件判定部163による判定処理は、高優先キューに収容されるトラヒックに対し実施する。

[0077] なお、後述のフローパケットレート申告値の総和 $\lambda$  ( $= \sum \lambda_i$ )は、高優先キュー単位でカウントされる。 $i$ は、同一リンクから出力される高優先フロー全体を示す。出力は、一定分布である時分割多重や、指数分布で近似されるイーサネットである。多重化装置10は、パケットレート $\lambda$ の単位で予測

値を計算しフローの遅延条件を判定する。

[0078] [収容要求]

次に、多重化装置 10 がノード 20 から受ける新規フローの収容要求について説明する。図 12 は、新規フローの収容要求を説明する図である。

[0079] 実施の形態 1 では、式 (2) に示すように、多重化装置 10 への収容済みフローを  $i$  で表現し、その集合を  $G_v$  として説明する。

[0080] [数2]

$$i \in G_v = \{1, 2, 3, \dots, N\} \quad \dots (2)$$

[0081] 多重化装置 10 は、高優先である収容済みフロー  $i$ （例えば、フロー 1, 2）の packets を受信すると、出力リンク  $i$  の高優先キューに待機させ、スケジューラ部 142 が決定した転送順序で、例えば、時分割多重で出力する。収容済みのフロー  $i$  は、それぞれ、収容要求  $R_i$ （例えば、フロー  $R_1, R_2$ ）時に、フローパケットレート（到着レート）申告値  $\lambda_i$ （第 1 の指標）、第 1 の基準遅延  $d_i$ （第 2 の指標）、第 1 の基準割合  $L_i$ （第 3 の指標）を 1 組として申告される。

[0082] ノード 20 は、多重化装置 10 への新規フロー  $n$  の収容要求時に、該フローの収容要求  $R_n$  を提示して、新規フロー  $n$  の収容を要求する。収容要求  $R_n$  の提示によって、多重化装置 10 には、フロー  $n$  のパケットレート申告値  $\lambda_n$ 、第 1 の基準遅延  $d_n$ 、第 1 の基準割合  $L_n$  が申告される。フロー要求解析部 161 は、収容要求  $R_n$  を解析して、新規フロー  $n$  の  $\lambda_n$ 、 $d_n$ 、 $L_n$  を取得する。

[0083] [予測値の計算方法]

次に、第 6 の指標である予測値の計算方法について説明する。図 13 は、遅延超過パケット割合予測値（予測値）の計算方法を説明するための図である。

[0084] 多重化装置 10 の出力先インターフェースが時分割多重転送する場合を例に説明する（図 13）。フローの packets 到着過程はポアソン過程を想定する。なお、リクエストレスポンス型の通信の発生過程がポアソン過程で近似で

きるとの報告がある。そこで、多重化装置 10 の高優先キューのサイズを  $K$  として、パケットの多重化装置滞留時間を  $M/G/1/K$  モデルで表現する。

[0085] 使用するパラメータを説明する。 $\pi_j$  は、時分割転送時のスロットの境界の時点でシステム内に  $j$  個パケットがいる確率である。システム内のパケット数は、転送中パケット数と高優先キュー内で待機するパケット数との和である。

[0086]  $P_0 (= \pi_0 + \pi_1)$  は、システムに待っている客がいない確率である。 $A_j$  は、時分割転送のタイムスロット内で、 $j$  個パケットが発生する確率である。 $M/G/1/K$  の場合、一定スロット時間内 ( $= 1$ ) のポアソン到着であるため、 $A_j$  は、式 (3) である。式 (3) の  $dB(t)$  は、パケット転送時間が  $t$  である確率の密度関数である。

[0087] [数3]

$$A_j = \int_0^1 \frac{(\lambda t)^j}{j!} e^{-\lambda t} dB(t) \quad \cdots (3)$$

[0088]  $D_{\max} (= \max [d_i \mid i \in G_v])$  は、フローが指定した基準遅延の最大値である。 $K$  は、高優先キューサイズであり、 $K$  個のパケットをキューに収容可能であることを示す。 $\lambda (= \sum \lambda_i)$  は、判定対象フロー（収容済みフローと新規収容フローとの和）のパケットレート申告値の総和である。収容済みフローと新規収容フローとの和は、出力リンク 1 の高優先キューに関連する。

[0089] 次に、予測値の計算方法 1 について説明する。計算方法 1 では、まず、第 1 の処理として、式 (4) を用いて、 $\pi_j$  ( $1 \leq j \leq D_{\max}$ ) を計算する。 $\pi_j$  は、スロットの境界の時点でシステム内にパケットが  $j$  個ある確率である。

参考文献 2 : “Fundamentals of queuing theory 5<sup>th</sup> edition”, Wiley, pp.277-278, 2018.

参考文献 3 : J. Smith, “M/G/c/K blocking probability models and system performance”, Performance Evaluation, vol.52, Issue 4,

pp. 237-267, 2003, [令和5年1月20日検索], インターネット<  
 URL : <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0166531602001906?token=D8BD270F6F14FDD9710C2BB59FB0A717668B245FCFA7BC9DE0AFD25003A4437707DB7CEB7432B936E2A1EB67BD2F80EF&originRegion=us-east-1&originCreation=20221212120317>>

[0090] [数4]

$$\pi_j = \pi_0 A_j + \sum_{k=1}^{j+1} \pi_k A_{j+1-k} \quad (M/G/1 \text{におけるシステム内パケット数と到着パケット数の関係})$$

$$\pi_{j+1} = \frac{1}{A_0} \left( \pi_j - \pi_0 A_j - \sum_{k=1}^j \pi_k A_{j+1-k} \right)$$

... (4)

[0091] なお、最初 ( $j = 1$ ) は、式 (5) である。

[0092] [数5]

$$\pi_1 = (1 - A_0) \pi_0 / A_0 \quad \dots (5)$$

[0093] 式 (5) において、 $A_j$  は、パケット転送中に新規転送パケットが  $j$  個到着する確率である。 $M/D/1/K$  の場合、 $A_j$  は、式 (6) で示される。なお、 $M/G/1/K$  の場合、 $A_j$  は、式 (3) で示される。

[0094] [数6]

$$A_j = \frac{\lambda^j e^{-\lambda}}{j!} \quad \dots (6)$$

[0095] 第1の手順では、まず、 $\pi_j = 1$  として計算する。

[0096] 第2の手順として、式 (7) を用いて、 $\pi'_j$  ( $1 \leq j \leq D_{\max}$ ) を計算する。 $\pi'_j$  は、 $M/G/1/K$  における、多重化装置に到着し、破棄なくキューに收容されたパケットが、到着時に装置で  $j$  個待機中パケットをみる確率である。

[0097] [数7]

$$\frac{\pi_j}{\sum_{k=1}^K \pi_k} \rightarrow \pi'_j \quad \dots (7)$$

[0098] 第3の手順として、式 (8) を用いて、 $p_j$  ( $1 \leq j \leq D_{\max}$ ) を計算する

。  $p_j$  は、パケットが、多重化装置 10 に到着したときに、装置内に  $j$  個パケットがある確率である。  $p_j$  は、第 6 の指標である予測値（基準遅延超過パケット割合予測値）に相当する。

[0099] [数8]

$$p_j = \pi'_j / (\pi'_0 + \lambda) \quad \cdots (8)$$

[0100] 他の計算方法 2 について説明する。計算方法 2 では、第 1 の手順として、式 (9) を用いて、 $p_K$  を計算する。 $p_K$  は、 $M/G/1/K$  におけるキュー溢れによるブロッキング確率である。 $s^2$  は、サービス時間の分散であり、一定分布の場合は 0 である。

[0101] [数9]

$$p_K = \frac{\lambda \frac{2 + \sqrt{\lambda} s^2 - \sqrt{\lambda} + 2K}{2 + \sqrt{\lambda} s^2 - \sqrt{\lambda}} (\lambda - 1)}{\rho^{2 \left( \frac{2 + \sqrt{\lambda} s^2 - \sqrt{\lambda} + K}{2 + \sqrt{\lambda} s^2 - \sqrt{\lambda}} \right)} - 1} \quad \cdots (9)$$

[0102] 第 2 の手順として、式 (10)、式 (11) を用いて、 $\pi_0$  を計算する。 $\pi_j$  は、スロットの境界の時点でシステム内にパケットが  $j$  個ある確率である。式 (10) は、リトルの公式による。

[0103] [数10]

$$p_0 = p_K \lambda - \lambda + 1 \quad \cdots (10)$$

[0104] [数11]

$$\pi_0 = \frac{\lambda p_0}{1 - p_0} \quad \cdots (11)$$

[0105] そして、計算方法 1 の第 1 の手順及び第 3 の手順を実行する。この場合、計算方法 1 の第 2 の手順は省略できる。

[0106] また、予測値の計算方法として、機械学習の最小二乗法による統計データのフィッティングを適用してもよい。この場合、パケットごとの遅延を測定し、遅延ごとのパケットの割合を計測する。そして、超過遅延率の近似値を算出するための指数関数や二次関数のパラメータを統計学的手法（最小二乗法、機械学習的手法）で推定し、超過遅延率の近似値計算に使用する。

[0107] [処理手順]

多重化装置 10 が実行する処理手順について説明する。図 14 は、図 3 に示す多重化装置 10 が実行する処理の処理手順を示すフローチャートである。

[0108] 多重化装置 10 は、ノード 20 から、フロー収容要求を受け付ける（ステップ S 11）。判定部 16 は、新規フロー  $n$  の収容要求  $R_n$  から、フローパケットレート申告値  $\lambda_n$ 、第 1 の基準遅延  $d_n$ 、第 1 の基準割合  $L_n$  を取得する（ステップ S 12）。判定部 16 は、多重化対象インタフェース、インタフェースの高優先キューサイズを取得する（ステップ S 13）。

[0109] 判定部 16 は、収容を要求された新規フロー  $n$  を収容した場合に、新規フロー及び収容済みのフローについて、遅延条件を満たすか否かを判定する判定処理を行う（ステップ S 14）。

[0110] 続いて、判定部 16 が遅延条件を満たすと判定した場合（ステップ S 15 : Yes）、収容管理部 18 は、フロー収容要求を受理し（ステップ S 16）、新規フローを収容する。

[0111] 判定部 16 が遅延条件を満たさないと判定した場合（ステップ S 15 : No）、収容管理部 18 は、フロー収容要求を棄却する（ステップ S 17）。

[0112] [判定処理]

次に、判定処理（ステップ S 14）について説明する。図 15 は、図 14 に示す判定処理の処理手順を示すフローチャートである。

[0113] 判定部 16 は、新規フロー  $n$  収容後のパケットパケットレート申告値の総和  $\lambda$  から、計算方法 1 或いは計算方法 2 を用いて、基準遅延  $j$  ごとの遅延超過パケット割合の予測値  $p_j$  を計算する（ステップ S 21）。

[0114] 判定部 16 は、キューサイズによるブロッキング確率  $p_k$  と、ブロッキング確率  $p_k$  が要求条件になっている第 1 の基準割合  $L_i$  とを比較し、ブロッキング確率  $p_k$  を下回る第 2 の基準割合  $L_i$  を要求するフローがあるか否かを判定する（ステップ S 22）。

[0115] ブロッキング確率  $p_k$  を下回る第 1 の基準割合  $L_i$  を要求するフローがある

場合（ステップS 2 2 : Y e s）、判定部 1 6 は、遅延条件を満たさないと判定する（ステップS 2 3）。

[0116] ブロッキング確率  $p_k$  を下回る第 2 の基準割合  $L_j$  を要求するフローがない場合（ステップS 2 2 : N o）、判定部 1 6 は、 $j = 0$  から順に、予測値  $P$ （式（1 2））を計算する（ステップS 2 4）。

[0117] [数12]

$$P[W > j] = 1 - \sum_n^j p_n \quad \cdots (12)$$

[0118] 判定部 1 6 は、基準遅延が  $j$  であるフロー  $i$  の第 2 の基準割合  $L_j$  と、計算した予測値  $P$  とを比較し、予測値  $P$  を下回る第 1 の基準割合  $L_i$  を有するフローがあるか否かを判定する（ステップS 2 5）。

[0119] 予測値  $P$  を下回る第 2 の基準割合  $L_j$  を有するフローがある場合（ステップS 2 5 : Y e s）、判定部 1 6 は、遅延条件を満たさないと判定する（ステップS 2 3）。実施の形態 1 の場合、判定部 1 6 は、予測値  $P$  を下回る第 2 の基準割合  $L_j$  を有するフローが一つでもある場合、遅延条件を満たすことができないと判定する。

[0120] 予測値  $P$  を下回る第 1 の基準割合  $L_i$  を有するフローがない場合（ステップS 2 5 : N o）、遅延条件を満たすと判定する（ステップS 2 6）。この場合、判定部 1 6 は、新規フロー  $n$  を收容した場合であっても、新規フロー  $n$  及び收容済みのフローの全てについて、遅延条件を満たすことができると判定する。

[0121] なお、判定部 1 6 は、図 1 6 に示す超過基準遅延管理テーブルを用いて、判定処理を行う。図 1 6 は、超過基準遅延管理テーブルのデータ構成の一例を示す図である。フロー情報管理部 1 7 が管理し、データ更新を行う。

[0122] 多重化装置 1 0 は、判定処理のために用いる各指標の値を基準遅延ごとに格納したテーブルデータを有する。図 1 6 のテーブルでは、收容要求  $R_{i,j}$ 、フローパケットレートの申告値  $\lambda_{i,j}$ 、第 1 の基準遅延  $d_{i,j}$ 、第 1 の基準割合  $L_{i,j}$  が格納される。リクエストデータの各指標の添え字  $i, j$  は、基準遅

延  $i$  の  $j$  番目のネットワークのリクエストであることを示す。

[0123] [フロー情報削除処理]

なお、ノード 20 からフロー解放要求を受けた場合の処理について説明する。図 17 は、フロー情報除去処理の処理手順を示すフローチャートである。

[0124] 多重化装置 10 は、ノード 20 からフロー解放要求を受けると（ステップ S31）、多重化装置 10 は、フロー解放要求から、解放対象のフローの到着レート、第 1 の基準遅延、第 1 の基準割合を取得する。そして、多重化装置 10 は、例えば、判定用データ 121（例えば、図 16 のテーブル）から、解放を要求されたフローに関するフロー情報を削除して（ステップ S32）、解放を要求されたフローの収容を解除する。

[0125] [実施の形態 1 の効果]

このように、多重化装置 10 では、判定部 16 が、各フローが属性としてそれぞれ有する第 1 ～第 3 の指標と、多重化装置 10 が取得した第 4 ～第 6 の指標との複数の指標を基に、新規フロー及び収容済みの全てのフローが遅延条件を満たす場合にのみ、新規フローの収容を許可する。

[0126] 多重化装置 10 では、判定部 16 が、各フローが属性としてそれぞれ有する第 1 ～第 3 の指標、及び、前記第 4 の指標を基に、各フローの、基準遅延  $j$  ごとの遅延超過パケット割合予測値（予測値）（第 6 の指標）を計算し、各フローの第 2 の基準割合と比較する。そして、多重化装置 10 は、新規フロー及び収容済みのフローについて、第 2 の基準割合が予測値を上回る場合に、新規フローの収容を許可する。これに対し、多重化装置 10 は、第 2 の基準割合が予測値を上回らないフローがある場合には、新規フローの収容要求を棄却する。

[0127] したがって、多重化装置 10 は、フローごとに異なる遅延条件と、新規フローを収容した場合の多重化装置 10 を通過するフローのトラフィック量から算出した指標とを比較し、新規フロー及び収容済みフローの全てに遅延条件を満たす場合に新規フローの収容を許可する。このため、多重化装置 10 は

、フローごとに異なる遅延条件を考慮しつつ、新規フローの収容を可能とする。言い換えると、多重化装置 10 は、フローごとに異なる判定指標を有する場合に対応可能であって、複数の判定指標に基づいて新規フローの収容を判定することを可能である。

[0128] なお、収容要求が、収容を要求するフローについて、第 1～第 3 の指標の組み合わせを複数含む場合、多重化装置 10 は、複数の組み合わせのうち、転送条件が最も厳しい条件の組み合わせを基に、新規フローの収容の可否を判定する。例えば、最も厳しい条件の組み合わせは、条件を満たす帯域領域の最大値が最も小さい組み合わせである。実際に使用する帯域領域は、最も小さいものであることが多いためである。

[0129] [実施の形態 1 の変形例 1]

実施の形態 1 の変形例 1 について説明する。実施の形態 1 では、全てのフローについて遅延条件に関する判定処理を行っていたが、実施の形態 1 の変形例 1 では、ステップ S 26 の判定処理を行う前に、この処理をスキップできる基準遅延値を探索し、判定処理を高速化する。

[0130] 予測値は、基準遅延が大きくなるにつれて値が単調減少する。このため、判定部 16 は、予測値が遅延条件を越えないことを確認する場合、基準遅延の大きい遅延条件から順にチェックを行う。

[0131] また、基準遅延ごとに基準遅延超過パケット割合の異なる遅延条件が存在する場合がある。そして、基準遅延が同じ遅延条件は、その中で最小の基準遅延超過パケット割合（以降、最小超過割合とする）の遅延条件を満たせばその他も条件を満たす。

[0132] そして、基準遅延が 1 異なる遅延条件（例：基準遅延が「7」または「8」である遅延条件）のチェックを行う場合、基準遅延の値が大きい方の遅延条件の最小超過割合より、基準遅延の値が小さい方の遅延条件の最小超過割合が大きい場合、値の小さい方の遅延条件は、自動的に満たされる。このため、値の小さい方の遅延条件の判定をスキップすることができる。すなわち、判定部 16 は、基準遅延値が第 1 の値である場合の最小超過割合より、基準

遅延値が、第1の値よりも小さい第2の値である場合の最小超過割合が大きい場合、第2の値について、第2の基準割合が予測値を上回るか否かの判定処理を省略する。

[0133] ある基準遅延を有する遅延条件のうち、超過割合が最小の条件を満たすとする。それより小さい基準遅延を有する遅延条件（例えば、基準遅延が「7」または「8」である遅延条件）の最小超過割合が前述の最小超過割合より大きい場合、小さい方の遅延条件は自動的に満たされるためである。

[0134] 遅延条件が以下の場合、基準遅延の小さい遅延条件の最小超過割合が、基準遅延の大きい方の最小超過割合より大きい。

[0135] 基準遅延ごとに超過割合の異なる遅延条件が存在する場合として、基準遅延「8」の場合に、基準遅延超過パケット割合30%以下、基準遅延超過パケット割合40%以下の遅延条件が存在する場合と、基準遅延「7」の場合に、基準遅延超過パケット割合40%以下、基準遅延超過パケット割合50%以下の遅延条件が存在する場合を例に説明する。

[0136] 例えば、8パケット以上キューで待つパケットの割合が30%以下、という条件を現在の帯域利用率は満たす。この場合、7パケット以上キューで待つパケットは30%以下となる。このため、基準遅延「7」の遅延条件における最低超過割合40%も下回るため、基準遅延「7」の遅延条件の判定処理は、スキップ可能である。

[0137] [探索処理]

図18は、スキップできる基準遅延値の探索処理の処理手順を示すフローチャートである。実施の形態1の変形例1では、スキップできる基準遅延値を探索することで、判定処理の短縮化を図る。

[0138] 判定部16は、 $i = \infty$ （バッファあふれによるブロッキングのとき）とする（ステップS41）。判定部16は、 $D = \{i = \infty \text{の時の最小超過割合}\}$ とする（ステップS42）。そして、判定部16は、 $i$ を1減少する（ステップS43）。

[0139] 判定部16は、 $D < \{\text{基準遅延 } i \text{の時の最小超過割合}\}$ であるか否かを確

認する（ステップS 4 4）。

[0140]  $D < \{\text{基準遅延 } i \text{ の時の最小超過割合}\}$  でない場合（ステップS 4 4 : N o）、判定部 1 6 は、 $D = \{\text{基準遅延 } i \text{ の時の最小超過割合}\}$  とする（ステップS 4 5）。

[0141]  $D < \{\text{基準遅延 } i \text{ の時の最小超過割合}\}$  である場合（ステップS 4 4 : Y e s）、判定部 1 6 は、該当する  $i$  をスキップ対象にする（「skip[i] == true;」とする）（ステップS 4 6）。

[0142] ステップS 4 5 またはステップS 4 6 終了後、判定部 1 6 は、 $i = 1$  であるか否かを判定する（ステップS 4 7）。 $i = 1$  でない場合（ステップS 4 7 : N o）、判定部 1 6 は、ステップS 4 3 に進む。 $i = 1$  である場合（ステップS 4 7 : Y e s）、判定部 1 6 は、探索処理を終了する。

[0143] なお、遅延条件を帯域利用率で表した場合、図 1 8 に示す手順は不要となる。式（4）の  $\pi_j$  は、式（1 5）（後述）に示すように、帯域利用率の関数として記載可能である。基準遅延超過パケット割合予測値（予測値）は  $\pi_j$  の一次関数であるため、予測値と基準遅延とが与えられると、これらに対応する帯域利用率を一意に求めることができる。そして、予測値をフローの基準遅延超過パケット割合に置き換えても同等のことが言える。

[0144] そこで、遅延条件を帯域利用率で表した場合、遅延条件を帯域利用率順にソートし、実トラヒックから計算した帯域利用率を下回る遅延条件（帯域利用率表記）が存在すれば、条件を満たせないことがわかる。

[0145] 具体的に、フローパケットレート申告値が遅延条件を満たすか否かを確認する方法について説明する。図 1 9 は、遅延条件の具備の確認方法を説明する図である。

[0146] 判定部 1 6 は、遅延条件と、フローの基準遅延超過パケット割合とを、対応する帯域利用率に換算し、帯域利用率が小さい順（昇順）に並べる（図 1 9 の上段）。

[0147] 続いて、パケットレート申告値を帯域利用率に換算する。判定部 1 6 は、換算した申告値による帯域利用率、遅延条件に対応する帯域利用率のうち最

小の帯域利用率と比較する。図 19 の例の場合、パケットレート申告値による帯域利用率は「0.79」となり、この帯域利用率を下回る遅延条件（図 19 の基準遅延「8」）がある。このため、このパケットレート申告値のフローは、遅延条件を満たさないことが確認できたため、判定部 16 は、このフローの收容要求を棄却する（図 19 の（1））。

[0148] [実施の形態 1 の変形例 2]

新規フロー收容拒否時のリカバリ方法について説明する。実施の形態 1 と比して、さらに、多重化装置は、收容を拒否したフローに対し、收容可能な基準遅延超過パケット割合（第 1 の基準割合）を通知し、ノード 20 を介してフロー設定者に提示パケット割合変更の検討材料を提示してもよい。

[0149] 具体的には、実施の形態 1 の変形例 2 に係る多重化装置は、收容を拒否したフローに対し、收容済みフローの遅延条件を満たす最大パケットレート申告値を計算し、計算した最大パケットレート申告値に基づいて、收容許可と判定されるパケットレート申告値をノード 20 に提示する。

[0150] 図 20 は、実施の形態 1 の変形例 2 に係る多重化装置の構成の他の例を示す図である。図 20 に示す多重化装置 10A では、制御部 13A のフロー管理部 15A が、さらにレート提示部 19 を有する。

[0151] レート提示部 19 は、收容済みフローの遅延条件を満たす最大パケットレート申告値を計算する。レート提示部 19 は、計算した最大パケットレート申告値に基づいて、收容拒否と判定したフローの起点及び／またはコントローラであるノード 20 に、收容許可と判定されるパケットレート申告値を通知する。

[0152] レート提示部 19 は、多重化装置 10 への收容が拒否された新規フローに対し、收容要求において申告された該新規フローの到着レートから段階的にレートを増減しながら、多重化装置 10 に新規フローを收容した後の全フローについて、第 2 の基準割合が予測値を上回るレートを探索し、探索したレートを、新規フローの收容要求元（例えば、ノード 20）に通知する。

[0153] また、レート提示部 19 は、收容を拒否したフローに対し、收容可能な基

準遅延超過パケット割合（第１の基準割合）を計算する。レート提示部１９は、収容可能な基準遅延超過パケット割合（第１の基準割合）を通知することで、収容を拒否したフローの起点及び／またはコントローラであるノード２０に通知し、パケット割合変更の検討材料を提示する。

[0154] [処理手順]

図２１は、実施の形態１の変形例２に係る処理の処理手順を示すフローチャートである。フロー収容棄却後（ステップＳ５１）、判定部１６は、遅延条件を満たさないフローが新規収容フローであるか否かを判定する（ステップＳ５２）。

[0155] 遅延条件を満たさないフローが新規収容フローである場合（ステップＳ５２：Ｙｅｓ）、予測値計算部１６２は、この新規フローの基準遅延に対する基準遅延超過パケット割合予測値（予測値）を新規フロー収容後のパケットレート総和λを基に計算する（ステップＳ５３）。多重化装置１０Ａは、計算した予測値を、収容可能な基準遅延超過パケット割合（第１の基準割合）として、ノード２０に提示する（ステップＳ５４）。

[0156] 一方、遅延条件を満たさないフローが新規収容フローでない場合（ステップＳ５２：Ｎｏ）、レート提示部１９は、収容済みのフロー及び新規フローの遅延条件を満たす最大パケットレート申告値を探索する（ステップＳ５５）。

[0157] レート提示部１９は、探索した最大パケットレート申告値と収容済みフローのパケットレート申告値との差を、多重化装置１０Ａが収容可能である最大パケットレートとしてノード２０に提示する（ステップＳ５６）。

[0158] そして、多重化装置１０Ａは、既存のフロー情報除去時に、収容済みフローの遅延条件を満たす最大パケットレート申告値をノード２０に提示し、新規フローの申告レートが最大パケットレート申告値を満たす場合にステップＳ１３の判定処理を行ってもよい。

[0159] 図２２及び図２３は、実施の形態１の変形例２に係る他の処理の処理手順を示すフローチャートである。

[0160] フロー管理部 15A は、フロー情報を削除する（ステップ S61）。レート提示部 19 は、収容済みフローの遅延条件を満たす最大パケットレート申告値を計算する（ステップ S62）。レート提示部 19 は、フローの起点及び／またはコントローラであるノード 20 に最大パケットレート申告値を通知して（ステップ S63）、処理を終了する。

[0161] さらに、判定部 16 は、新規フロー収容時には、新規フローのパケットレート申告値がステップ S62 において計算した計算値（最大パケットレート申告値）より上であるか否かを判定する（ステップ S64）。

[0162] 新規フローのパケットレート申告値がステップ S62 において計算した計算値より上である場合（ステップ S64：Yes）、判定部 16 は、新規フローのフロー収容要求を棄却する（ステップ S65）。

[0163] 一方、新規フローのパケットレート申告値がステップ S62 において計算した計算値より上でない場合（ステップ S64：No）、収容済みフローの遅延条件は満たすことを確認できる。そこで、判定部 16 は、新規フローの遅延条件を満たすことを確認するために、図 14 に示すステップ S13 と同じ判定処理（ステップ S66）を実行することによって、この新規フローの収容要求を許可するか否かを判定する。なお、図 14 と同様に、多重化装置 10A は、ステップ S13 処理終了後、ステップ S15 またはステップ S16 を行う。

[0164] [最大パケットレート申告値の計算処理]

次に、具体的に、最大パケットレート申告値の計算処理について説明する。図 24 は、最大パケットレート申告値の計算処理を説明する図である。なお、最大パケットレート申告値の計算の前提は、以下である。まず第 1 に、レート計算は離散的に行う。第 2 に、調整単位（N）は、例えば、100Mbps 単位、1G 単位などである。そして、以降では、100Mbps 単位の時、500Mbps 追加することを 5 単位追加、と記載する。

[0165] レート提示部 19 は、パケットレートを、開始パケットレートから N 単位ずつ上げ、最初に遅延条件を満たすレートを初期値に設定する（図 24 の（

1) )。開始パケットレートは、レートリミット時に遅延条件を満たさないレートである。最大パケットレートは、レートリミット時に遅延条件を満たす契約レートの最小値である。そして、図24の(1)では、矢印Y21に示すように、パケットレートを、開始パケットレートから2N単位増加させた例を示す。

[0166] 続いて、レート提示部19は、矢印Y22のように、初期値から $N/2$ 単位下げた値を入力パケットレートとしたときの遅延条件を評価する(図24の(2))。レート提示部19は、遅延条件を満たす場合、初期値から $N/2$ 単位下げた値を最大パケットレートの暫定値とする。

[0167] レート提示部19は、遅延条件を満たさない場合、初期値を暫定値とする。多重化装置10Aは、探索幅を、 $N/4$ (矢印Y23)、 $N/8$ (矢印Y24)と狭めていく。レート提示部19は、1単位でも減らすと遅延条件を満たさない暫定値を探索できた場合に、その値を最大フローレートとする(図24の(3))。

[0168] なお、レート提示部19は、契約レートを下げる場合も同様の計算を行う。この場合、初期値は、N単位ずつ下げた時に最初に遅延条件を満たさない契約レートである。

[0169] [実施の形態2]

次に、実施の形態2について説明する。実施の形態2では、トラヒックが動的に増加して、収容するフローの遅延条件が満たせなくなった場合、フローの対象インタフェースへの出力レートを契約レートに制限するレートリミット(制限処理)を行う。また、実施の形態2では、トラヒックが動的に増加して、収容済みフローの遅延条件が満たせなくなった場合、遅延条件を満たすことができるフローパケットレートを計算して、ノード20に提示する。

[0170] 例えば、実施の形態1における判定処理によって多重化装置への新規フローの収容を許可したものの、トラヒックが動的に増加して収容済みフローの遅延条件が満たせなくなった場合に、実施の形態2において説明する各処理

を実行する。

[0171] [処理の概要]

図 2 5 及び図 2 6 は、実施の形態 2 に係る多重化装置 2 1 0（転送装置）の概要を説明する図である。図 2 5 及び図 2 6 では、例えば、多重化装置 2 1 0 がレートリミットを発動する場合を例に説明する。多重化装置 2 1 0 は、指標として、フローの契約レートをフローごとに記憶する。

[0172] 多重化装置 2 1 0 は、例えば、監視対象フローの出力インタフェースへの出力データ量から遅延条件関連指標を与えられたタイミングで予測値を計算し、遅延条件に関する判定処理を行う。

[0173] 多重化装置 2 1 0 は、実際に多重化装置 2 1 0 を通過するフローのトラヒック量を監視し、出力インタフェースならびにフローごとの到着パケットの計測結果を基に、実際に多重化装置 2 1 0 を通過するフローの到着レート（実トラヒック到着レート）を、出力リンクごとに、第 7 の指標として取得する。そして、多重化装置 2 1 0 は、收容済みの各フローについて、基準遅延ごとに、実トラヒック到着レートに基づく基準遅延超過パケット割合予測値（予測値）を、第 8 の指標として計算する。多重化装置 2 1 0 は、予測値を基に、收容済みフローが、各フローの遅延条件を満たすか否かを判定する。なお、遅延条件に関する判定処理は、実施の形態 1 における同名の処理と同じ処理手順である。

[0174] 多重化装置 2 1 0 は、收容済みの各フローについて、第 2 の基準遅延（基準遅延）ごとに、第 2 の基準割合（基準遅延超過パケット割合）と、第 8 の指標である予測値とを比較する。多重化装置 2 1 0 は、予測値が、このフローの第 2 の基準割合を上回る場合（図 2 5）、このフローは遅延条件を満たしておらず、自装置に到着するトラヒックが増加したと判定する（図 2 6 の（1））。なお、図 2 6 では、レートの太さで、レートの大小を模式的に示す。

[0175] この場合、多重化装置 2 1 0 は、レートリミットを実施する（図 2 6 の（2））。レートリミットは、例えば、多重化装置 2 1 0 がフロー F 1、F 2

を収容する場合、フローF 1, F 2の到着パケットに対する出力インタフェースへの転送レートを、フローF 1, F 2の契約レートにそれぞれ制限する処理である。図26の例では、契約レートB 2を超えたレートで転送されていたフローF 2が、フローF 2の契約レートB 2に制限される。

[0176] そして、多重化装置210は、フローF 2のユーザに、レートリミット時のフローレートとして、現在の契約レートB 2よりも大きいレートB 2'を提示する(図26の(3))。遅延条件を満たせないフローに対してレートリミットを実施する際、多重化装置210は、フローごとのパケット出力レートをユーザと交渉する。フローレートは、ユーザとの契約で決まり、契約レート(帯域)が大きいと利用料も高額となるため、多重化装置210は、最適な契約レートを計算し、ユーザに提示する。

[0177] [多重化装置]

図27は、実施の形態2に係る多重化装置210の構成の一例を示す図である。図27に示すように、多重化装置210は、図10に示す制御部13に代えて、制御部13と同様の機能を有する制御部213を有する。制御部213は、制御部13と比して、フロー管理部215が、さらに、レート提示部219(提示部)、フロー情報解析部220(取得部)、及び、レートリミット部221(制限部)を有する。

[0178] 予測値計算部162は、処理対象のフローを、多重化装置210が収容する収容済みの全フローとし、新規フロー収容後のパケット到着レート申告値の総和 $\lambda$ を、実トラヒック到着レート $\lambda$ に代えて、実施の形態1と同じ予測値計算処理を行う。これによって、予測値計算部162は、第8の指標である予測値を計算する。

[0179] 遅延条件を満たすか否か、すなわち、第8の指標である予測値が第2の基準割合を上回るか否かは、遅延条件判定部163が、多重化装置210が収容する収容済みの全フローを判定対象として、実施の形態1と同じ判定処理を行うことで判定される。なお、遅延条件を帯域利用率で表す場合には、実施の形態1と同様に、図18に示す手順は不要となり、図19を用いて説明

したフローパケットレート申告値を、実トラヒックレートに置き換えればよい。

[0180] レート提示部 219 は、多重化装置 210 が収容するフローについて、最適な契約レートを計算し、このフローの送信レート決定元（例えば、ノード 20）に通知する。例えば、レート提示部 219 は、遅延条件を満たさないフローについて、最適な契約レートを計算する。

[0181] レート提示部 219 は、契約レートの計算対象のフローについて、現行の契約レートから段階的にレートを増減しながら、このフローの遅延条件を満たすか否かを判定し、このフローの遅延条件を満たすレートを探索する。言い換えると、レート提示部 219 は、契約レートの探索対象であるフローに対し、該フローの現行の契約レートから段階的にレートを増減しながら、多重化装置 210 が収容する全トラヒックフローについて、第 2 の基準割合が、第 8 の指標である予測値を上回るレートを探索し、探索したレートを、探索対象であるフローの送信レート決定元に通知する。

[0182] フロー情報解析部 220 は、パケット計測部 143 による出力インタフェースならびにフローごとの到着パケット量の計測結果を基に、実際に多重化装置 210 を通過するフローの到着レート（実トラヒック到着レート）を取得する。

[0183] レートリミット部 221 は、収容済みのフローのいずれかが、遅延条件を満たさない場合、例えば、収容済みの全フローに対してレートリミットを実行する。なお、レートリミットは、収容済みのフローが一つでも遅延条件を満たさない場合に実行するほか、遅延条件を満たさない収容済みのフローが所定の閾値以上あった場合に実行してもよい。

[0184] [処理手順]

図 28 は、図 27 に示す多重化装置 210 が実行する処理の処理手順を示すフローチャートである。

[0185] フロー情報解析部 220 は、実トラヒックレート  $\lambda$  を取得する（ステップ S201）。判定部 16 は、収容済みの各フローについて、多重化装置 21

0で被るキューイング遅延の値に対する遅延超過パケット割合の予測値（第8の指標）を計算し、各フローが遅延条件を満たすか否かを判定する判定処理を行う（ステップS202）。予測値の計算処理及び遅延条件の判定処理の処理手順は、図15に示す処理手順と同様であり、フローパケットレート申告値 $\lambda_i$ を、測定した各フロー $i$ の実トラフィックレート $\lambda$ に置き換えれば足りる。そして、多重化装置210が収容するフローのうち、ブロッキング確率 $p_k$ を下回る第2の基準割合を要求するフロー、または、予測値 $P$ を下回る第2の基準割合 $L_i$ を有するフローがある場合、遅延条件を満たさないと判定する。

[0186] なお、判定処理では、図18に示す場合と同様に、スキップ可能である基準値探索を行ってもよい。この場合、フローパケットレート申告値 $\lambda_i$ を、測定した各フロー $i$ の実トラフィックレート $\lambda$ に置き換えればよい。

[0187] 収容済みの全フローが遅延条件を満たす場合（ステップS203：Yes）、多重化装置210は、ステップS201の処理に戻る。

[0188] 収容済みの全フローが遅延条件を満たさない場合（ステップS203：No）、レートリミット部221は、例えば、収容済みの全フローに対して、レートリミット処理を実行する（ステップS204）。

[0189] また、レート提示部219は、遅延条件を満たさないフローについて、最適な契約レートを計算し、このフローのノード20に通知する契約レート提示処理を行う（ステップS205）。

[0190] なお、図28は、契約レート提示処理のタイミングの一例に過ぎない。契約フローレート提示処理は、定期的に行われる。或いは、契約フローレート提示処理は、所定のイベントが発生した際に実行される。例えば、レート提示部219は、収容するフローについて、第7の指標である実トラフィック到着レートと契約レートに基づく遅延超過パケット割合を計算し、計算した遅延超過パケット割合が、第2の基準割合を上回るトラフィックフローを検知したときに、検知したトラフィックフローの契約レートを探索する。

[0191] [契約レート提示処理]

契約レート提示処理について説明する。図 29 は、図 28 に示す契約レート提示処理の処理手順を示すフローチャートである。

- [0192] フロー情報解析部 220 は、提示対象のフローの packets 到着レートを計測する（ステップ S211）。レート提示部 219 は、提示対象のフローについて、計測したレートと契約レートに対する遅延超過 packets 割合を計算する（ステップ S212）。
- [0193] 多重化装置 210 は、ステップ S212 において計算した遅延超過 packets 割合が、提示対象のフローの第 2 の基準割合を上回るか否かを判定する（ステップ S213）。
- [0194] また、レート提示部 219 は、提示対象のフローについて、契約レートを 1 単位下げた場合の遅延超過 packets 割合を計算する（ステップ S214）。ステップ S214 において計算した遅延超過 packets 割合が、提示対象のフローの第 2 の基準割合を下回るか否かを判定する（ステップ S215）。
- [0195] ステップ S212 において計算した遅延超過 packets 割合が、提示対象のフローの第 2 の基準割合を上回っていない場合（ステップ S213 : No）、または、ステップ S214 において計算した遅延超過 packets 割合が、提示対象のフローの第 2 の基準割合を下回っていない場合（ステップ S215 : No）、多重化装置 210 は、ステップ S212, S214 に戻る。
- [0196] ステップ S212 において計算した遅延超過 packets 割合が、提示対象のフローの第 2 の基準割合を上回る場合（ステップ S213 : Yes）、または、ステップ S214 において計算した遅延超過 packets 割合が、提示対象のフローの第 2 の基準割合を下回る場合（ステップ S215 : Yes）、レート提示部 219 は、提示対象のフローについて、提示用契約レートを探査する（ステップ S216）。レート提示部 219 は、計算した提示用契約フローレートを、ノード 20 に提示する（ステップ S217）。
- [0197] [提示用契約レートの計算処理]

図 30 及び図 31 は、提示用契約フローレートの計算を説明する図である。レート提示部 219 は、現行契約レート（図 30 参照）が、レートリミッ

ト時に遅延条件を満たせない場合に、提示契約レートとして、レートリミット時に遅延条件を満たす契約レートの最小値を検索する。

[0198] なお、提示用契約フローレートの計算の前提は、以下である。まず第1に、レート調整は離散的に行う。第2に、調整単位（N）は、例えば、100 Mbps 単位、1 G 単位などである。以降では、例えば、100 Mbps 単位の時、100 Mbps 追加することを5単位追加、と記載する。

[0199] レート提示部219は、契約レートをN単位ずつ上げ、最初に遅延条件を満たすレートを初期値に設定する（図31の（1））。この場合、現行契約レートは、レートリミット時に遅延条件を満たさない。また、最終提示契約レートは、レートリミット時に遅延条件を満たす契約レートの最小値である。図31の（1）では、矢印Y201に示すように、パケットレートを、開始パケットレートから2N単位増加させた例を示す。

[0200] 続いて、レート提示部219は、矢印Y202のように、初期値からN/2単位下げた値を契約レートとしたときの遅延条件を評価する（図31の（2））。多重化装置210は、遅延条件を満たす場合、初期値からN/2単位下げた値を契約レートの暫定値とする。

[0201] レート提示部219は、遅延条件を満たさない場合、初期値を暫定値とする。レート提示部219は、提示対象のフローについて、探索幅を、N/4（矢印Y203）、N/8（矢印Y204）と狭めていき、1単位でも減らすと遅延条件を満たさない暫定値を探索できた場合に、その値を提示契約レートとする（図31の（3））。

[0202] なお、レート提示部219は、契約レートを下げる場合も同様の計算を行う。この場合、初期値は、N単位ずつ下げた時に最初に遅延条件を満たさない契約レートである。

[0203] [レートリミット実行処理]

多重化装置210は、以降に示すステップを、多重化装置210の出力リンクごとに実施する。図32は、図28に示すレートリミット実行処理の処理手順を示すフローチャートである。

[0204] レートリミット部221は、全フローの遅延条件（第2の基準遅延、第2の基準割合）を満たす多重化装置210の実パケット到着レートの最大値を計算する（ステップS221）。計算方法は、図30及び図32に示す方法と同様である。

[0205] フロー情報解析部220は、多重化装置10における実パケット到着レートを取得する（ステップS222）。レートリミット部221は、ステップS222において取得した実パケット到着レートが、ステップS221において計算した実パケット到着レートの最大値を上回るか否かを判定する（ステップS223）。

[0206] 実パケット到着レートが、実パケット到着レートの最大値を上回る場合（ステップS223：Yes）、レートリミット部221は、全フローに対し、当該フローの到着パケットに対する出力インタフェースへの転送レートを契約レートに制限する（ステップS224）（図26の（2）参照）。

[0207] 一方、実パケット到着レートが、実パケット到着レートの最大値を上回らない場合（ステップS223：No）、レートリミット部221は、ステップS222に戻る。

[0208] [実施の形態2の効果]

実施の形態2に係る多重化装置210は、実トラヒック量を監視し、多重化装置210の実到着レートを出力リンクごとに計測することで、各フローについて、基準遅延ごとに、基準遅延超過パケット割合予測値（予測値）を計算する。多重化装置210は、予測値を基に、収容済みフローが、各フローの遅延条件を満たすか否かを判定する。そして、多重化装置210は、遅延条件を満たさないフローがある場合には、例えば、全フローに対してレートリミットを実行する。

[0209] したがって、多重化装置210によれば、実際のトラヒック量の変化に応じて、レートリミットの実行を動的に制御することができる。例えば、多重化装置210によれば、転送容量に余裕がある場合に突発的なトラヒックの増加があった場合であっても、的確に遅延保証を提供でき、通信品質を保持

することができる。

[0210] また、多重化装置 210 によれば、例えば、遅延条件を満たさないフローについては、フロー設定者に最適なレートを提示することができるため、適切なレートへの変更を可能とし、フロー収容の円滑化に繋げることができる。

[0211] そして、このレート提示については、所定のイベントを検知したタイミングで最適なレートを提示するため、タイミングよくフロー設定者に最適なレートを提示することができる。

[0212] [実施の形態 2 の変形例 1]

実施の形態 2 の変形例では、遅延条件の厳しいフローから順に帯域保証を行うことで、遅延条件を保護する。実施の形態 2 の変形例 1 では、遅延条件の厳しさを「限界利用率」と表現し、処理を行う。レートリミット部 221 は、フローの第 2 の基準割合と基準遅延とから導出される限界利用率の値を基に、遅延条件が厳しいフローから順に、契約レートでの転送を保証する帯域保証を行う。

[0213] 限界利用率は、フローの遅延条件を満たす最大のフロー用帯域利用率である。帯域利用率は、フローの転送用帯域に対する出力リンク到着パケットレートの割合であり、到着レートを転送用帯域で除した値である。

[0214] 図 33 は、限界利用率を説明する図である。図 30 に示すグラフの縦軸は、基準遅延であり、横軸は遅延超過パケット割合の予測値である。例えば、フロー 1 について、基準遅延「3」のときの遅延超過パケット割合が「0.35」である（図 33 の（1））。フロー 1 の遅延条件は、基準遅延が「3」、基準遅延超過パケット割合が「0.35」であることから、限界利用率は、「0.85」となる（図 33 の（2））。

[0215] [フローの遅延条件と限界利用率の関係]

次に、フローの遅延条件と限界利用率との関係について説明する。パケット転送時間が一定分布（タイムスロットが固定長）であり、指数分布（パケットサイズが指数分布で決まる）である場合、フロー遅延条件（基準遅延、

基準遅延超過パケット割合)はフローの限界利用率 $\rho$ と対応する。

[0216] ここで、フロー $i$ の限界利用率 $\rho_i$ は、フローのパケット到着レート $\lambda_i$ を、フローの転送レート $\mu_i$ で除した値であると定義する。

[0217] 例えば、フロー遅延条件が $\rho_i$ で表記できる例として以下がある。 $M/D/1/K$ の場合、 $A_j$  (式 (13)) より、式 (4) より $\pi_j$ をリンク利用率 $\rho$  (式 (14)) の関数として記載可能である。 $\mu$ は、平均パケット転送時間であり、 $M/D/1$ の場合はスロット長である。

[0218] [数13]

$$A_j = \int_t \frac{(\lambda t)^j}{j!} e^{-\lambda t} dB(t) = \frac{\rho^j}{j!} e^{-\rho} \quad \dots (13)$$

[0219] [数14]

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad \dots (14)$$

[0220]  $M/D/1/K$ の場合、同様に、 $\pi_j$ を $\rho$ の関数として記載可能である。 $A_j$  (式 (6)) 及び $\pi_j$  (式 (4)) は、 $\rho$ を変数とする式であるため、 $\rho$ が決まると予測値も算出することができる。

[0221] 基準遅延超過パケット割合予測値 (予測値) は、 $\pi_j$ の一次関数である (式 (10) 参照)。したがって、予測値と基準遅延とを与えると、対応する $\rho$ が一意に決まる。予測値をフローの基準遅延超過パケット割合に置き換えても同等のことが言えることから、この関係を利用する。

[0222] ただし、基準遅延超過パケット割合から限界利用率を直接求めることは困難である。そこで、以下の方法で基準遅延超過パケット割合に対応する限界利用率を導出する。図34は、限界利用率の導出を説明する図である。

[0223] まず、事前に、第1及び第2の処理を行い、参照用利用率データを準備する。第1の処理として、リンク利用率 $\rho$ の値を離散化する。例えば、リンク利用率 $\rho$ を0, 0.01, 0.02, ..., 0.98, 0.99とする。第2の処理として、予測値計算部162が、離散化した値ごとに、基準遅延に対する基準遅延超過パケット割合予測値 (予測値) を計算する。

- [0224] 続いて、新規フロー追加時においては、第3及び第4の処理を行う。第3の処理として、新規フロー  $i$  を收容する。この際、多重化装置 210 は、新規フロー  $i$  の基準遅延と基準割合とを遅延条件として受け付ける。
- [0225] 第2の処理において計算された予測値のうち、受け付けた基準遅延に対する予測値を探索する。そして、受け付けた基準割合を越えない、最大の予測値を提供するリンク利用率  $\rho$  の値をフロー  $i$  の限界利用率  $\rho_i$  とする。
- [0226] 例えば、新規フローの基準遅延「3」の際の予測値（超過パケット割合予測値）が「0.34」である。この場合、基準遅延「3」の時のリンク利用率  $\rho$  と、予測値との対応関係を基に、図34に示すように、新規フローの予測値「0.34」を提供する  $\rho$  「0.46」の値を、この新規フローの限界利用率とする。
- [0227] このように、実施の形態2の変形例1では、フローごとに限界利用率を求めていき、最も限界利用率が厳しい、すなわち、最も限界利用率が低いフローから順に帯域保証を行うことで、遅延条件を保護する。言い換えると、実施の形態2の変形例1では、全てのフローにレートリミットを実施するのではなく、遅延条件が厳しいフローから、レートリミットを実施することで、転送処理の円滑化を維持する。
- [0228] 図35及び図36は、レートリミット対象の判定処理を説明する図である。レートリミット部221は、限界利用率  $\rho_i$  を用いてレートリミット対象のフローを判定する。レートリミット部221は、他のフローのパケットにより遅延条件が守れないフローの転送帯域を保証するように、レートリミットを実行する帯域保証を行う。
- [0229] ここで、保証対象フローのパケット転送は、フローごとの契約レートに従い、フローパケットをリンクへと出力することで実行される（図35）。保証対象フローについては、フローごとに個別キューに收容される。そして、保証対象フローについては、契約レートに従う限り、他のフローパケットよりリンク出力が優先される。
- [0230] これに対して、その他のフローのパケット転送については、レートリミット対象フローの契約レートを除く、残余帯域を用いてパケットが転送される

。

[0231] レートリミット部221は、収容するフローを、レートリミット対象（保証対象）Sと、その他Tと、に分類する（図36）。そして、レートリミット部221は、その他Tに属するフローが以下の条件を満たすとき、このフローをレートリミット対象フローとする。

[0232] レートリミット部221は、その他Tに属するフローの総パケットのレートが $\lambda_T$ 、その他Tに属するフロー全体の転送用帯域が $\mu_T$ 、フローiの限界利用率が $\rho_i$ である場合、式（15）であるフローを新たなレートリミット対象のフローとする。

[0233] [数15]

$$\rho_i > \frac{\lambda_T}{\mu_T} \quad \dots (15)$$

[0234] このように、レートリミット部221は、判定対象の限界利用率 $\rho_i$ と、総パケットのレート $\lambda_T$ 、その他Tに属するフロー全体の転送用帯域が $\mu_T$ とを用いて、その他Tに属するフローのそれぞれについて、レートリミット対象のフローであるか否かを判定する。これによって、レートリミット部221は、遅延条件が厳しいフローをレートリミット対象として適切に選別することができる。

[0235] [レートリミット解除]

また、レートリミット部221は、レートリミットをフローごとに解除してもよい。

[0236] 図37は、レートリミット対象の解除処理を説明する図である。レートリミット部221は、レートリミット対象Sのフローのうち、その他Tに属するフローと一緒に制御しても遅延条件を満たすフローについては、レートリミット対象から除外する。

[0237] 例えば、レートリミット部221は、レートリミット対象Sのフローのうち、限界利用率 $\rho_i$ であるフローiが、式（15）を満たさない場合には、このフローiをレートリミット対象から除外し、レート制御対象のフロー数を

3から2に減らす。

[0238] フローごとにレート制御を行うことは、多重化装置210にとって負荷が高い。このため、レートリミット部221は、上記のように、レートリミット対象と判定したフローについて、式(15)を満たすか否かを判定することで、レート制御対象のフロー数を適正化する。

[0239] なお、帯域保証解除に使用するパラメータとその定義について説明する。例えば、レートリミット対象Sに属するフローiを例に説明する。フローiより小さい限界利用率を有するフローj ( $\rho_i > \rho_j$ ) の集合を、 $S^{\text{strict}}_i$ とする。フローiより大きい限界利用率を有するフローk ( $\rho_i < \rho_k$ ) の集合を、 $S^{\text{loose}}_i$ とする。フローiと同じ限界利用率を有するフローが複数存在する場合、このフローの集合を、 $S^{\text{equal}}_i$ とする。

[0240] レートリミット部221は、レートリミット対象のフローiが、以下の条件を満たす場合、レートリミット対象から外す。

[0241] その他に属するフローTと、集合 $S^{\text{loose}}_i$ 、 $S^{\text{equal}}_i$ の総入力レートとが $\lambda_T$ 、 $\lambda^{\text{loose}}$ 、 $\lambda^{\text{equal}}$ 、それぞれのフロー集合全体の転送用帯域が $\mu_T$ 、 $\mu^{\text{loose}}$ 、 $\mu^{\text{equal}}$ 、フローiの限界リンク利用率が $\rho_i$ であるとする。レートリミット部221は、式(16)であるフローをレートリミット対象から外す。

[0242] [数16]

$$\rho_i < \frac{\lambda_T + \lambda^{\text{loose}} + \lambda^{\text{equal}}}{\mu_T + \mu^{\text{loose}} + \mu^{\text{equal}}} \quad \dots (16)$$

[0243] なお、式(16)の条件の不等号記号を逆にすると、帯域保証フロー設定時の条件の関係式と同じ式となる。

[0244] [実施の形態2と実施の形態2の変形例1との比較]

レートリミット対象のフロー数に違いがある場合、実施の形態2の手法より、実施の形態2の変形例1の手法の方が、レートリミット対象のフロー数が少ないため、多重化装置210のフロー制御負荷が低くなる。

[0245] 言い換えると、実施の形態2の手法では、レートリミットのトリガーは、

全フローのパケットレートが任意のフローの遅延条件を侵害したときであり、レートリミット対象は全フローとなる。

[0246] 実施の形態2の変形例1の手法では、レートリミット（帯域保護）のトリガーは、その他Tのフロー用帯域でフローごとの遅延条件を侵害した場合であり、レートリミット対象は、その他Tのフロー用転送用帯域では遅延条件を満たせないフローのみである。

[0247] なお、従来の手法では、全フローのパケットレートが任意のフローの遅延条件を侵害するため、侵害されたフローはアプリケーションが要求する通信品質を提供できなかった。実施の形態2及び実施の形態2の変形例1では、遅延条件を満たさない場合には、契約レートに制限するレートリミットを行うため、通信品質を確実に保持することができる。

[0248] [実施の形態2の変形例2]

[レート提示方法の他の例]

フロー*i*の実測レートが $\lambda_i$ 、限界利用率が $\rho_i$ であるとき、レートリミット時に遅延条件を守ることができる契約レート $\mu_i$ は、式(17)である。

[0249] [数17]

$$\mu_i = \frac{\lambda_i}{\rho_i} \quad \dots (17)$$

[0250] そこで、レート提示部219は、フロー*i*の実パケットレートの変動に対応するためのマージン $\Delta\mu_i$ を加えた $\mu_i + \Delta\mu_i$ を、契約レートとしてユーザに提示する。 $\Delta\mu_i$ は、予め設定されたものである。

[0251] [実施形態のシステム構成について]

図5、20、27に示す多重化装置10、10A、210の各構成要素は機能概念的なものであり、必ずしも物理的に図示のように構成されていることを要しない。すなわち、多重化装置10、10A、210の機能の分散及び統合の具体的形態は図示のものに限られず、その全部または一部を、各種の負荷や使用状況などに応じて、任意の単位で機能的または物理的に分散または統合して構成することができる。

[0252] また、多重化装置 10、10A、210においておこなわれる各処理は、全部または任意の一部が、CPU及びCPUにより解析実行されるプログラムにて実現されてもよい。また、多重化装置 10においておこなわれる各処理は、ワイヤードロジックによるハードウェアとして実現されてもよい。

[0253] また、実施の形態において説明した各処理のうち、自動的におこなわれるものとして説明した処理の全部または一部を手動的に行うこともできる。もしくは、手動的におこなわれるものとして説明した処理の全部または一部を公知の方法で自動的に行うこともできる。この他、上述及び図示の処理手順、制御手順、具体的名称、各種のデータやパラメータを含む情報については、特記する場合を除いて適宜変更することができる。

[0254] [プログラム]

図 38 は、プログラムが実行されることにより、多重化装置 10、10A、210 が実現されるコンピュータの一例を示す図である。コンピュータ 1000 は、例えば、メモリ 1010、CPU 1020 を有する。また、コンピュータ 1000 は、ハードディスクドライバインタフェース 1030、ディスクドライバインタフェース 1040、シリアルポートインタフェース 1050、ビデオアダプタ 1060、ネットワークインタフェース 1070 を有する。これらの各部は、バス 1080 によって接続される。

[0255] メモリ 1010 は、ROM 1011 及び RAM 1012 を含む。ROM 1011 は、例えば、BIOS (Basic Input Output System) 等のブートプログラムを記憶する。ハードディスクドライバインタフェース 1030 は、ハードディスクドライブ 1090 に接続される。ディスクドライバインタフェース 1040 は、ディスクドライブ 1100 に接続される。例えば磁気ディスクや光ディスク等の着脱可能な記憶媒体が、ディスクドライブ 1100 に挿入される。シリアルポートインタフェース 1050 は、例えばマウス 1110、キーボード 1120 に接続される。ビデオアダプタ 1060 は、例えばディスプレイ 1130 に接続される。

[0256] ハードディスクドライブ 1090 は、例えば、OS 1091、アプリケー

ションプログラム１０９２、プログラムモジュール１０９３、プログラムデータ１０９４を記憶する。すなわち、多重化装置１０の各処理を規定するプログラムは、コンピュータ１０００により実行可能なコードが記述されたプログラムモジュール１０９３として実装される。プログラムモジュール１０９３は、例えばハードディスクドライブ１０９０に記憶される。例えば、多重化装置１０における機能構成と同様の処理を実行するためのプログラムモジュール１０９３が、ハードディスクドライブ１０９０に記憶される。なお、ハードディスクドライブ１０９０は、ＳＳＤ（Solid State Drive）により代替されてもよい。

[0257] また、上述した実施の形態の処理で用いられる設定データは、プログラムデータ１０９４として、例えばメモリ１０１０やハードディスクドライブ１０９０に記憶される。そして、ＣＰＵ１０２０が、メモリ１０１０やハードディスクドライブ１０９０に記憶されたプログラムモジュール１０９３やプログラムデータ１０９４を必要に応じてＲＡＭ１０１２に読み出して実行する。

[0258] なお、プログラムモジュール１０９３やプログラムデータ１０９４は、ハードディスクドライブ１０９０に記憶される場合に限らず、例えば着脱可能な記憶媒体に記憶され、ディスクドライブ１１００等を介してＣＰＵ１０２０によって読み出されてもよい。あるいは、プログラムモジュール１０９３及びプログラムデータ１０９４は、ネットワーク（ＬＡＮ（Local Area Network）、ＷＡＮ（Wide Area Network）等）を介して接続された他のコンピュータに記憶されてもよい。そして、プログラムモジュール１０９３及びプログラムデータ１０９４は、他のコンピュータから、ネットワークインタフェース１０７０を介してＣＰＵ１０２０によって読み出されてもよい。

[0259] 以上、本発明者によってなされた発明を適用した実施の形態について説明したが、本実施の形態による本発明の開示の一部をなす記述及び図面により本発明は限定されることはない。すなわち、本実施の形態に基づいて当業者等によりなされる他の実施の形態、実施例及び運用技術等はすべて本発明の

範疇に含まれる。

## 符号の説明

- [0260] 1 0, 1 0 A, 2 1 0 多重化装置
- 1 1 通信部
- 1 2 記憶部
- 1 3, 1 3 A, 2 1 3 制御部
- 1 4 パケット転送部
- 1 5, 1 5 A, 2 1 5 フロー管理部
- 1 6 判定部
- 1 7 フロー情報管理部
- 1 8 収容管理部
- 1 9, 2 1 9 レート提示部
- 1 2 1 判定用データ
- 1 2 2 フロー情報管理用データベース (D B)
- 1 4 1 出力先決定部
- 1 4 2 スケジュール部
- 1 4 3 パケット計測部
- 1 6 1 フロー要求解析部
- 1 6 2 予測値計算部
- 1 6 3 遅延条件判定部
- 2 2 0 フロー情報解析部
- 2 2 1 レートリミット部
- 1 2 2 1 予測値計算プログラム
- 1 2 2 2 条件判定プログラム

## 請求の範囲

- [請求項1] 第1の指標であるトラヒックフローの到着レート、第2の指標である、順守すべき転送遅延基準値である第1の基準遅延、第3の指標である第1の基準遅延超過パケット割合を含む新規トラヒックフローの収容要求を受け付け、転送装置に前記新規トラヒックフローを収容した後の全トラヒックフローの到着レートの総量を第4の指標として、前記第4の指標を基に、第5の指標である各フローの第2の基準遅延ごとに、前記転送装置における基準遅延ごとの基準遅延超過パケット割合の予測値を第6の指標として計算する予測部と、
- 各トラヒックフローについて、前記第2の基準遅延ごとに設定された第2の基準遅延超過パケット割合が、前記予測値を上回るか否かを、前記第2の基準遅延ごとに判定する判定部と、
- 前記第2の基準遅延超過パケット割合が前記予測値を上回る場合に、前記転送装置への前記新規トラヒックフローの収容を許可する管理部と、
- を有することを特徴とする判定装置。
- [請求項2] 前記第2の指標及び前記第5の指標は、前記転送装置のバッファの容量を基に設定され、
- 前記第3の指標、前記第2の基準遅延超過パケット割合及び前記第6の指標は、前記バッファの容量超えによるパケットロスの割合を示すことを特徴とする請求項1に記載の判定装置。
- [請求項3] 前記収容要求は、前記第1の指標と前記第2の指標と前記第3の指標との組み合わせを複数含み、
- 前記判定部は、前記複数の組み合わせのうち、転送条件が最も厳しい組み合わせを基に判定を行うことを特徴とする請求項1に記載の判定装置。
- [請求項4] 前記判定部は、基準遅延値が第1の値である場合の最小の基準遅延超過パケット割合より、基準遅延値が前記第1の値よりも小さい第2

の値である場合の、最小の基準遅延超過パケット割合が大きい場合、前記第2の値について、前記第2の基準遅延超過パケット割合が前記予測値を上回るか否かの判定処理を省略することを特徴とする請求項1に記載の判定装置。

[請求項5] 前記判定部は、前記転送装置に前記新規トラヒックフローを収容した後の全トラヒックフローについて、前記第2の基準遅延超過パケット割合が前記予測値を上回ると判定した場合、前記新規トラヒックフローの前記転送装置に対する収容を許可することを特徴とする請求項1に記載の判定装置。

[請求項6] 前記転送装置への収容が拒否された前記新規トラヒックフローに対し、前記収容要求において申告された前記新規トラヒックフローの到着レートから段階的にレートを増減しながら、前記転送装置に前記新規トラヒックフローを収容した後の全トラヒックフローについて、前記第2の基準遅延超過パケット割合が前記予測値を上回るレートを探索し、探索したレートを、前記新規トラヒックフローの収容要求元に通知することを特徴とする請求項1に記載の判定装置。

[請求項7] 判定装置が実行する判定方法であって、

第1の指標であるトラヒックフローの到着レート、第2の指標である、順守すべき転送遅延基準値である第1の基準遅延、第3の指標である第1の基準遅延超過パケット割合を含む新規トラヒックフローの収容要求を受け付ける工程と、

転送装置に前記新規トラヒックフローを収容した後の全トラヒックフローの到着レートの総量を第4の指標として、前記第4の指標を基に、第5の指標である各フローの第2の基準遅延ごとに、前記転送装置における基準遅延ごとの基準遅延超過パケット割合の予測値を第6の指標として計算する工程と、

各トラヒックフローについて、前記第2の基準遅延ごとに設定された第2の基準遅延超過パケット割合が、前記予測値を上回るか否かを

、前記第2の基準遅延ごとに判定する工程と、

前記第2の基準遅延超過パケット割合が前記予測値を上回る場合に、前記転送装置への前記新規トラフィックフローの収容を許可する工程と、

を含んだことを特徴とする判定方法。

[請求項8]

第1の指標であるトラフィックフローの到着レート、第2の指標である、順守すべき転送遅延基準値である第1の基準遅延、第3の指標である第1の基準遅延超過パケット割合を含む新規トラフィックフローの収容要求を受け付けるステップと、

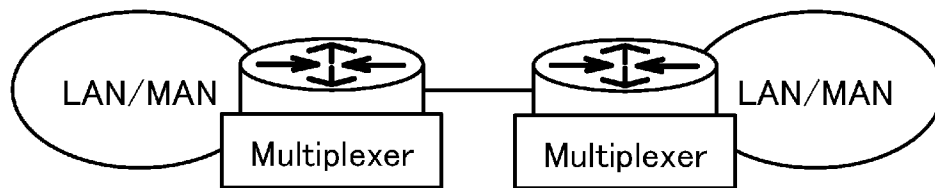
転送装置に前記新規トラフィックフローを収容した後の全トラフィックフローの到着レートの総量を第4の指標として、前記第4の指標を基に、第5の指標である各フローの第2の基準遅延ごとに、前記転送装置における基準遅延ごとの基準遅延超過パケット割合の予測値を第6の指標として計算するステップと、

各トラフィックフローについて、前記第2の基準遅延ごとに設定された第2の基準遅延超過パケット割合が、前記予測値を上回るか否かを、前記第2の基準遅延ごとに判定するステップと、

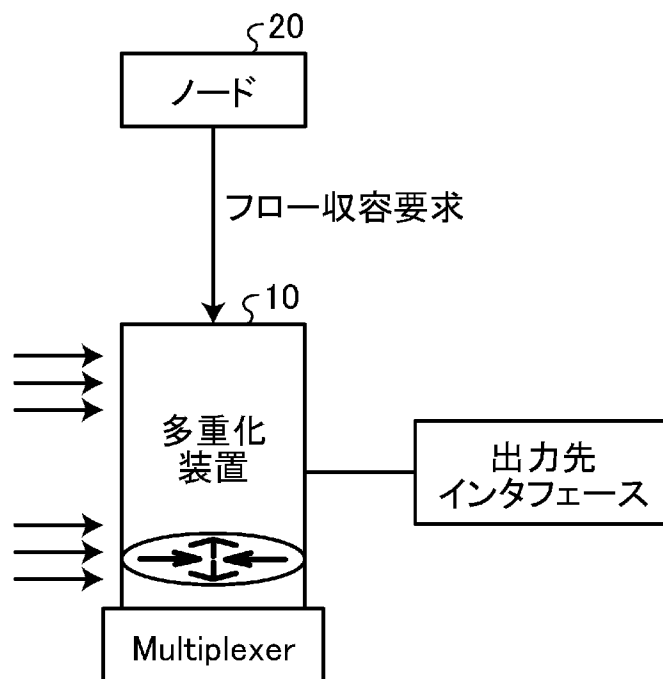
前記第2の基準遅延超過パケット割合が前記予測値を上回る場合に、前記転送装置への前記新規トラフィックフローの収容を許可するステップと、

をコンピュータに実行させるための判定プログラム。

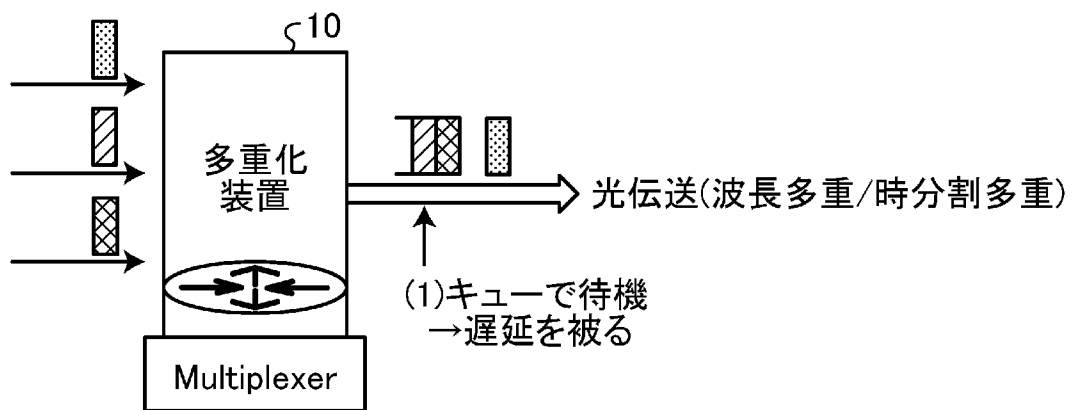
[図1]



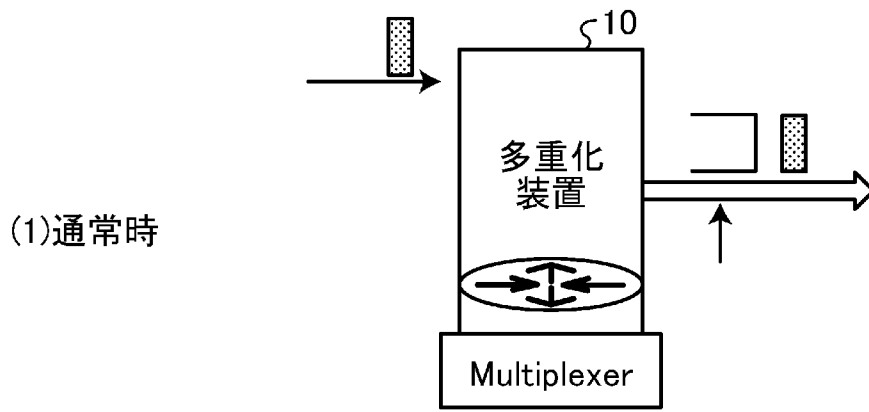
[図2]



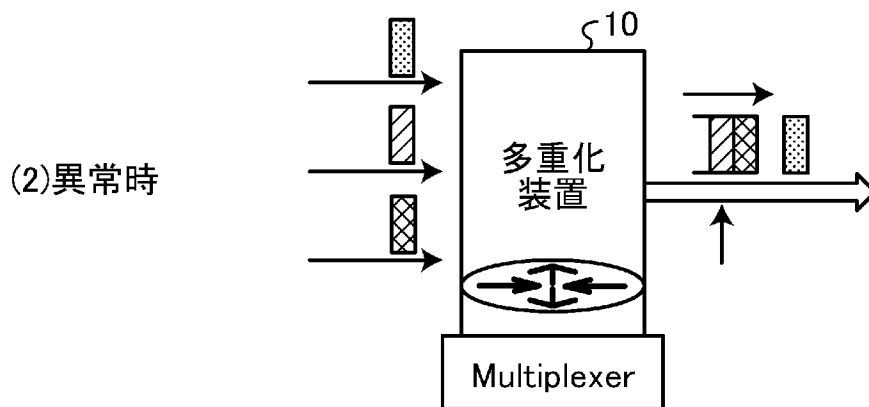
[図3]



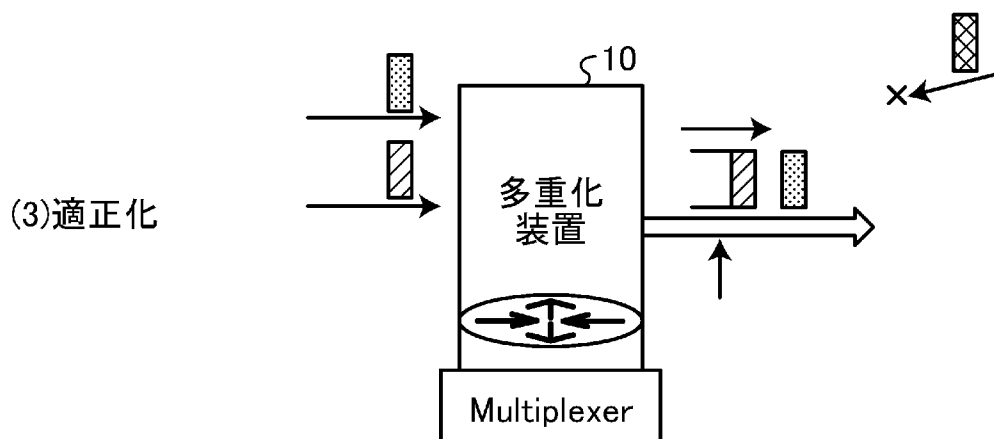
[図4]



トラヒック 少  
→キューイング遅延 短

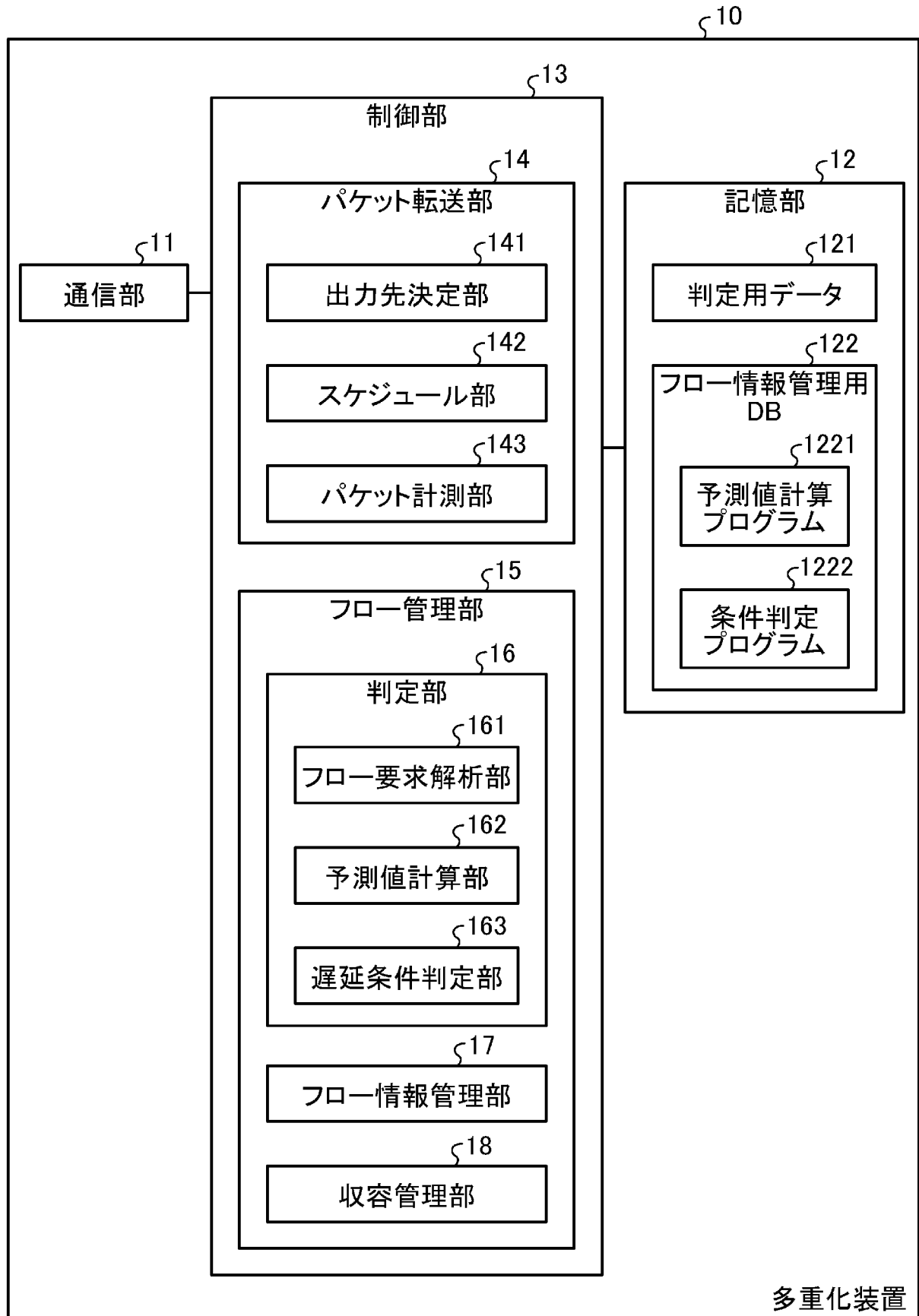


トラヒック 増加  
→キューイング遅延 増加

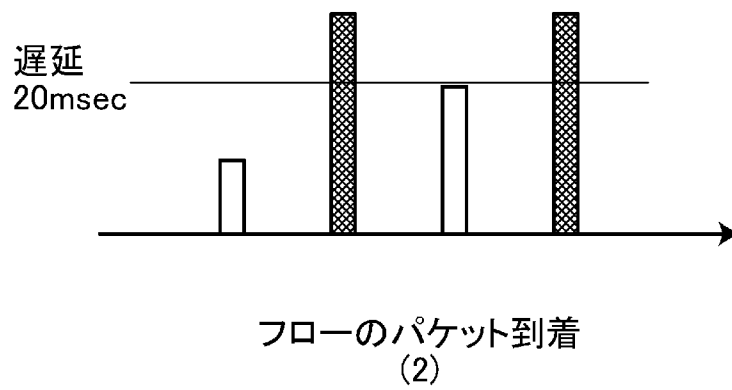
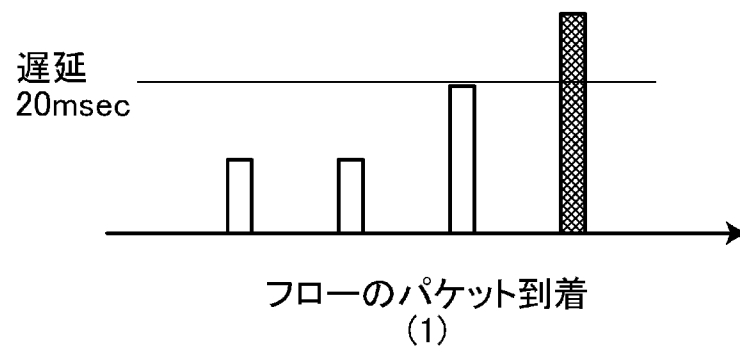


トラヒック 制限  
→キューイング遅延 抑制

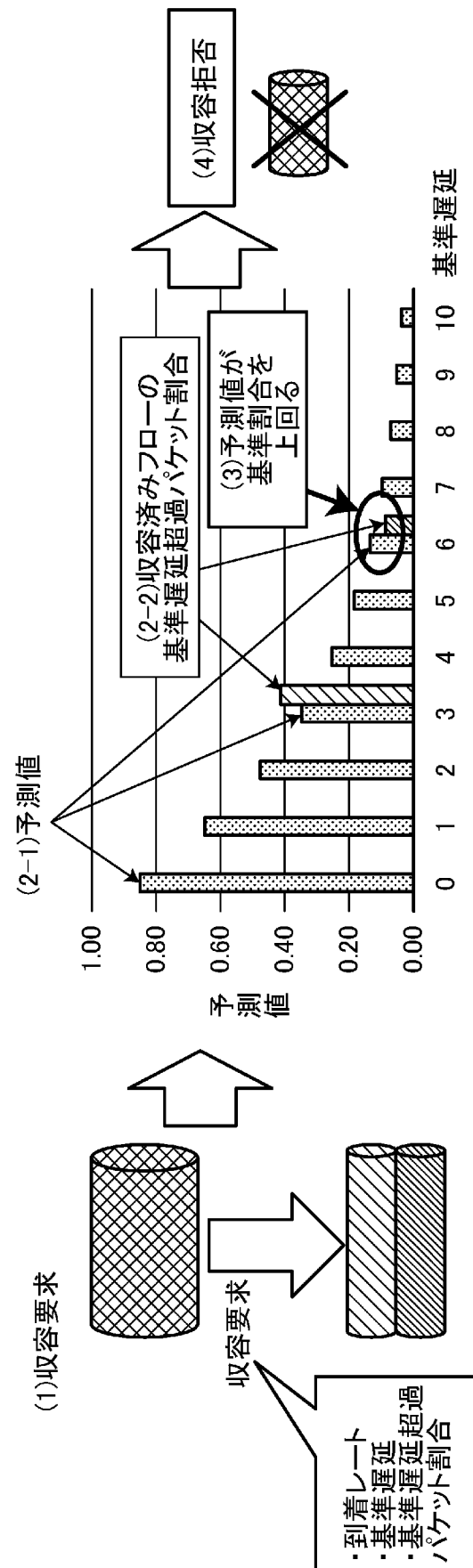
[図5]



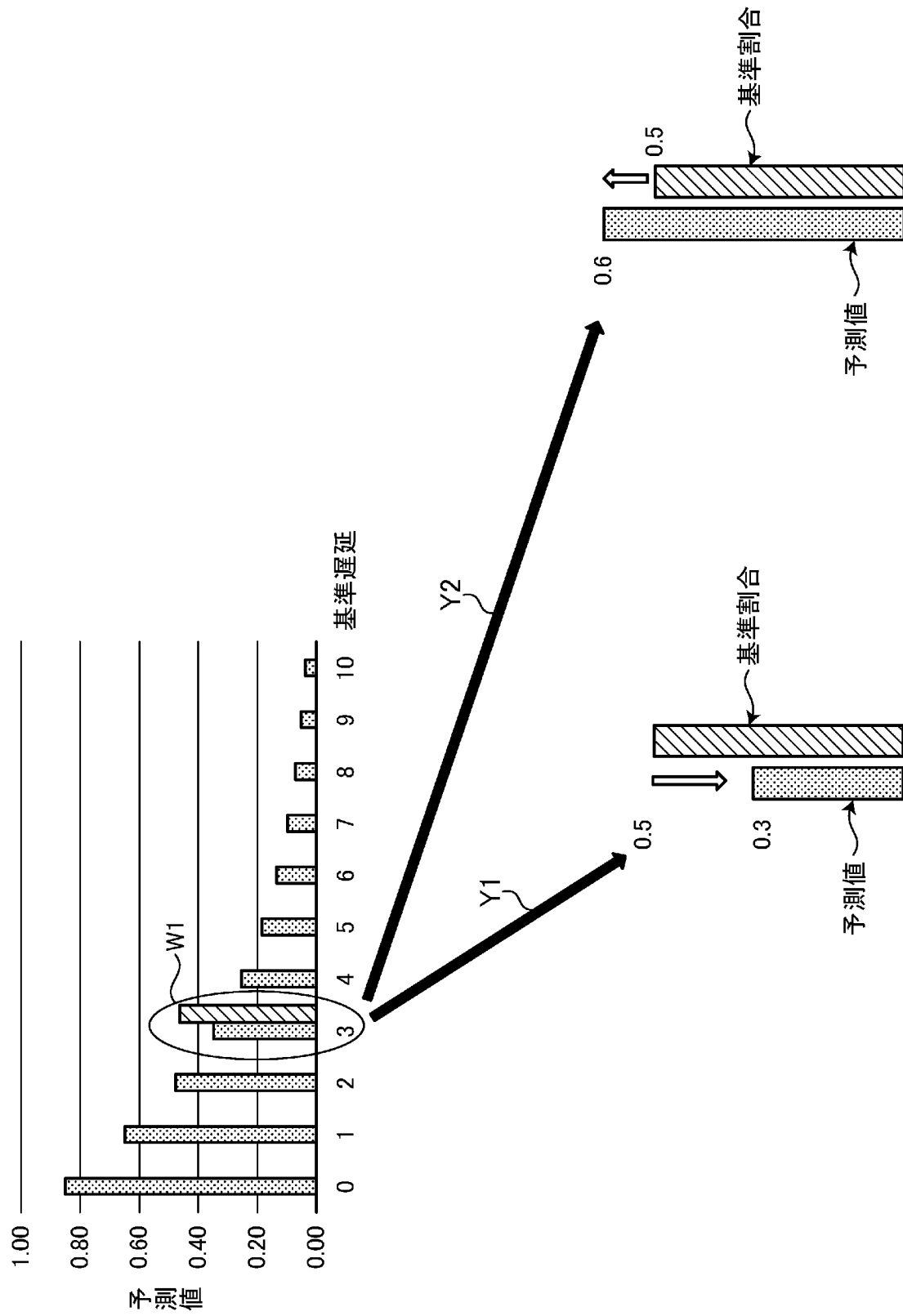
[図6]



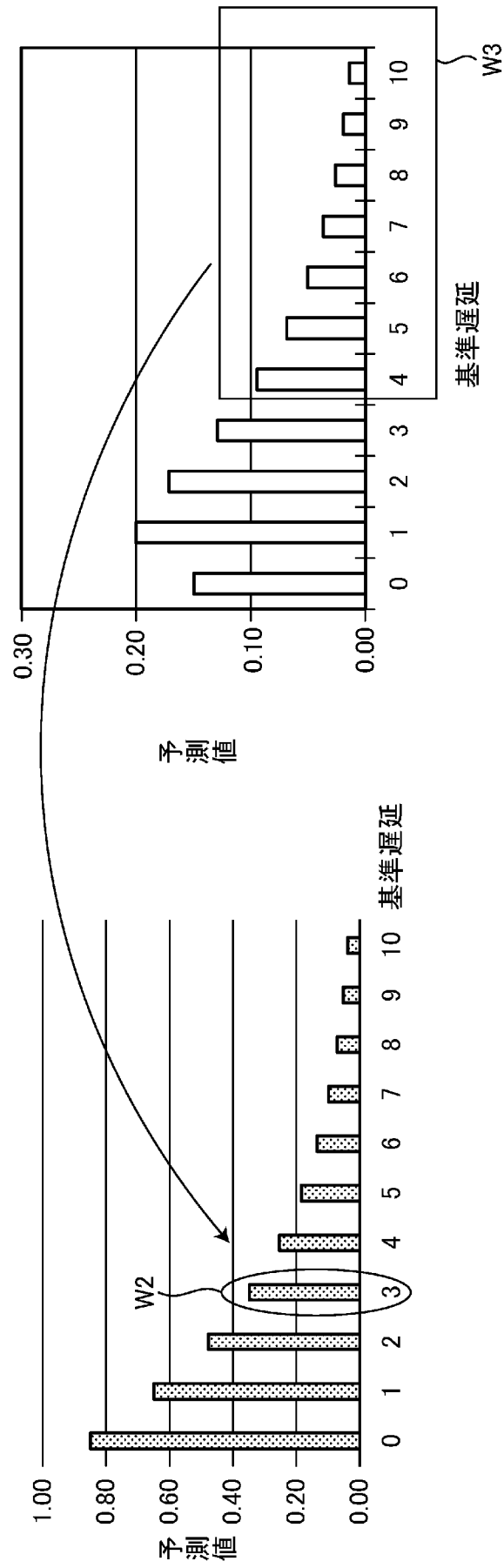
[図7]



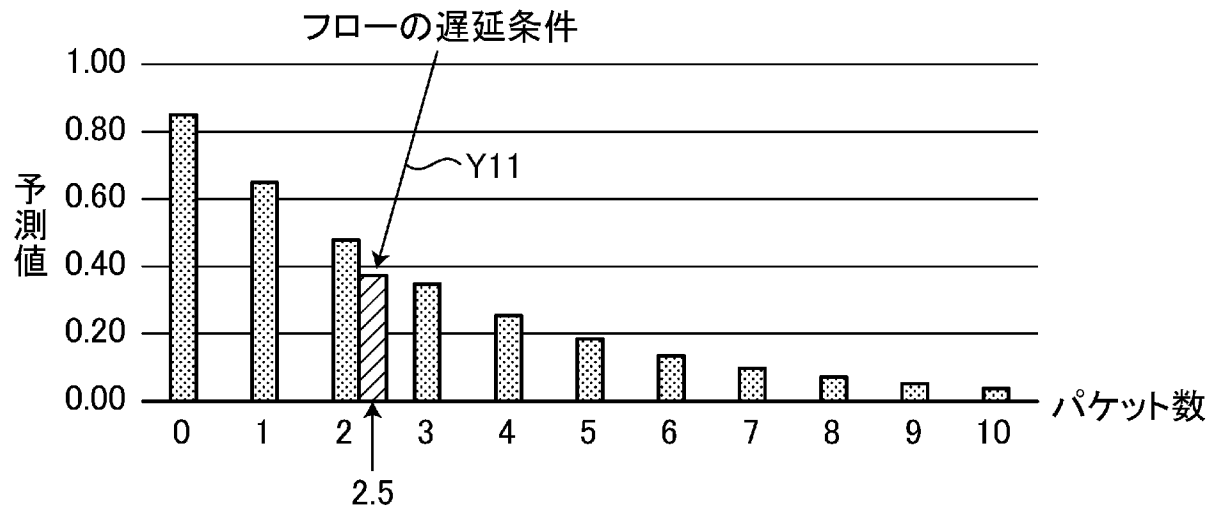
[図8]



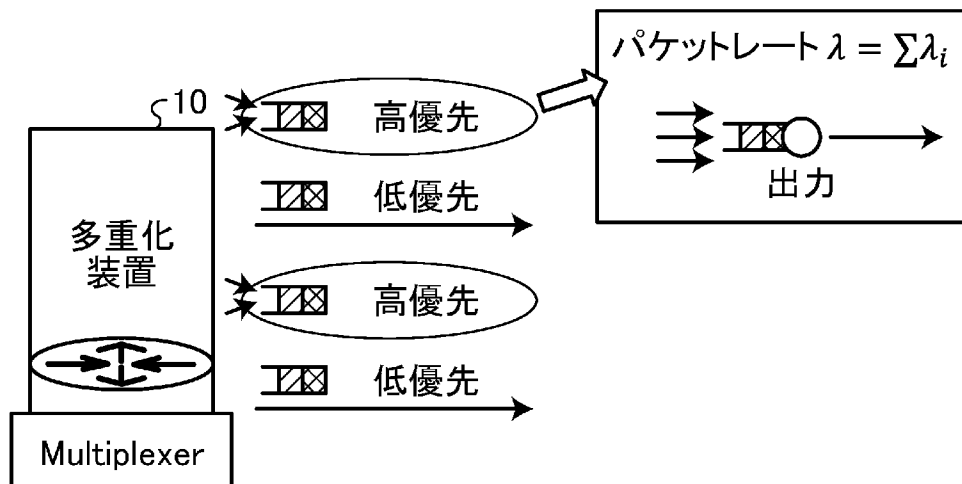
[図9]



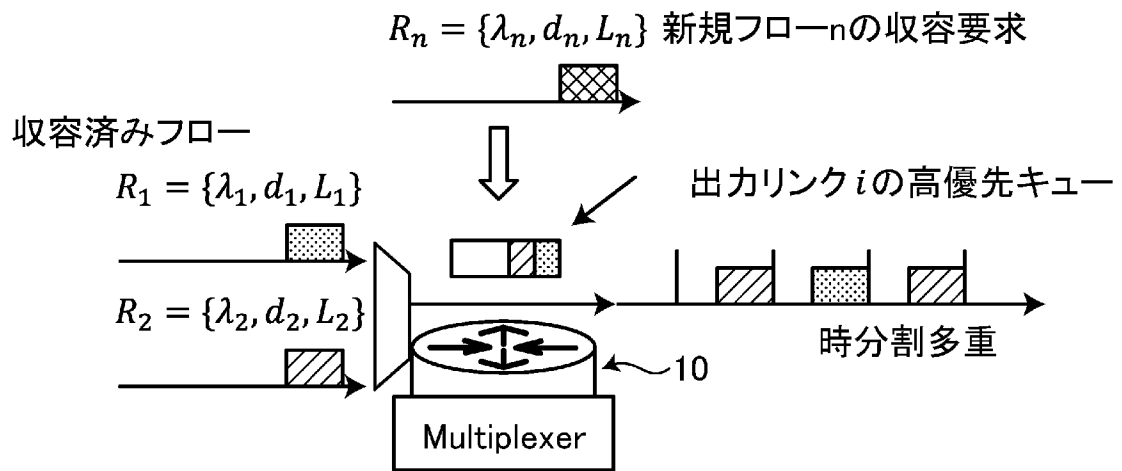
[図10]



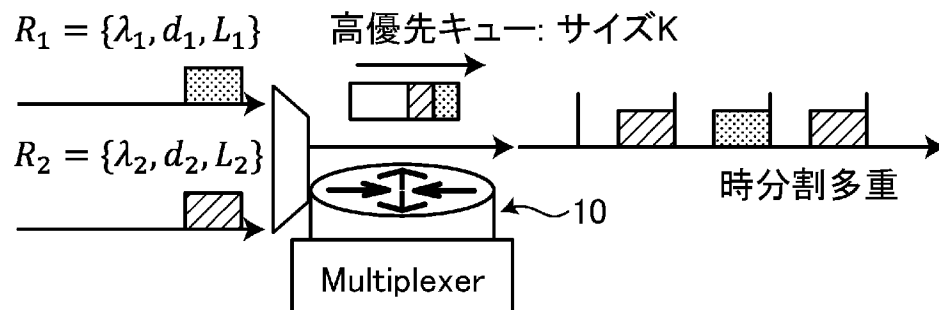
[図11]



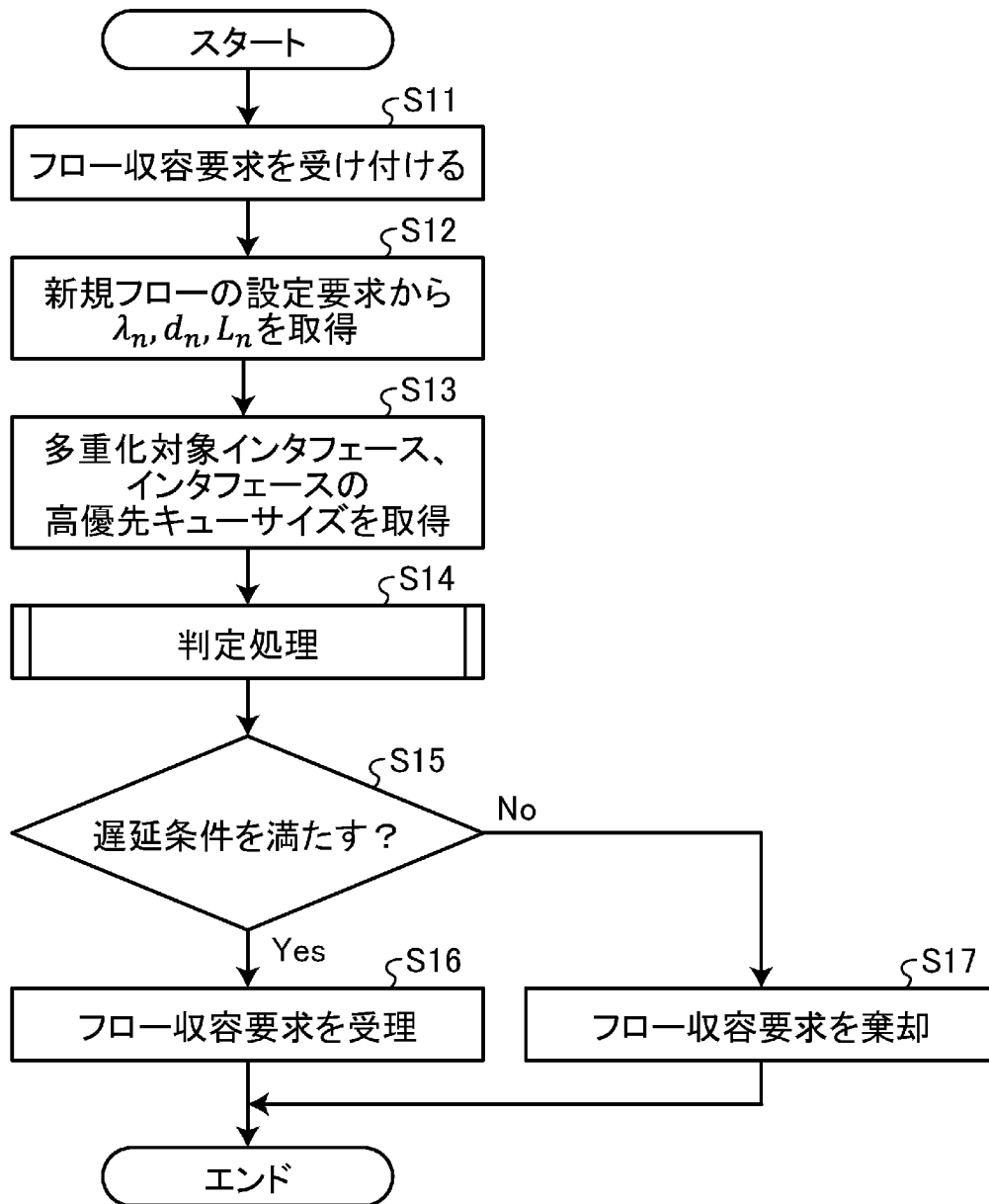
[図12]



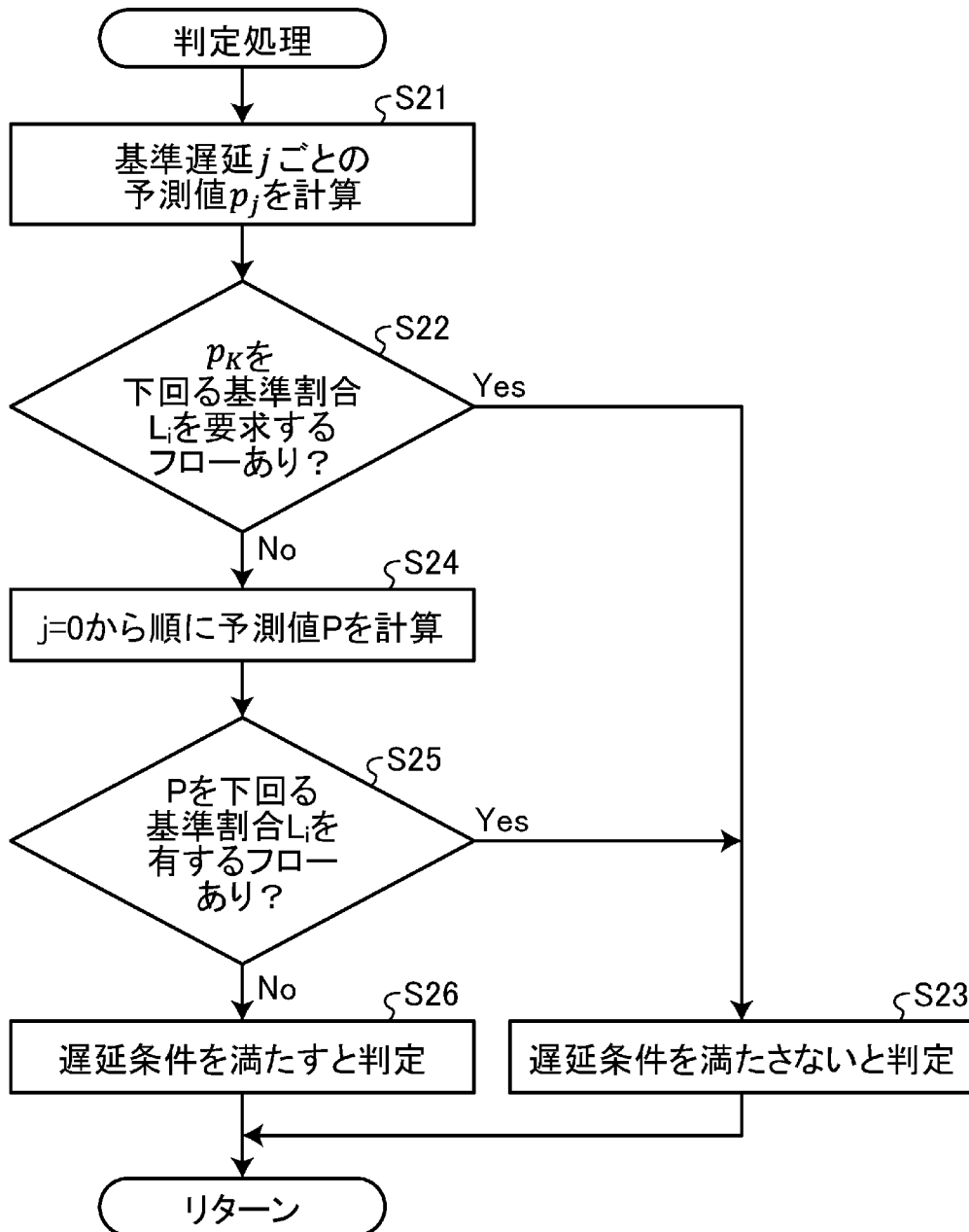
[図13]



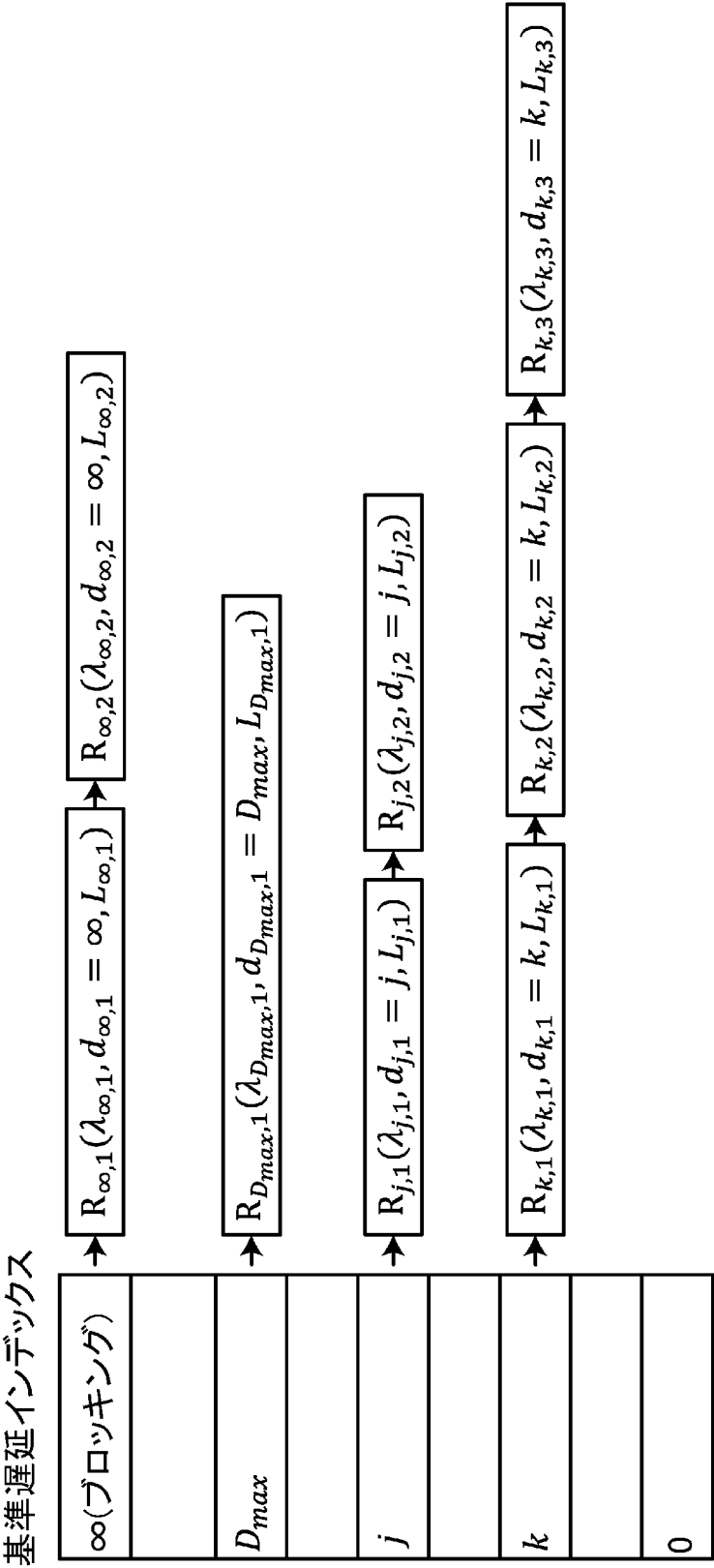
[図14]



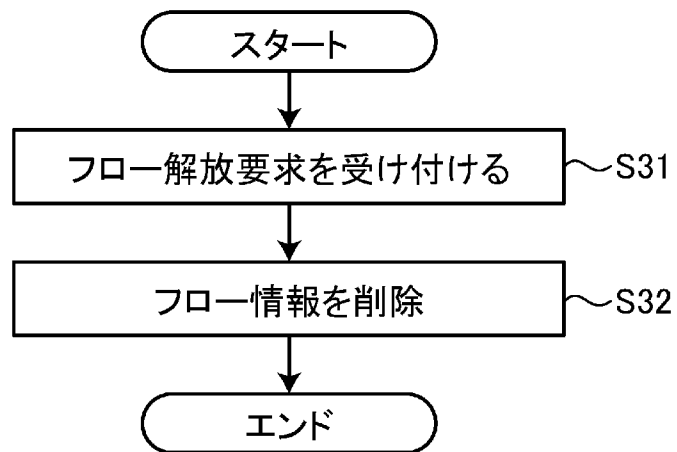
[図15]



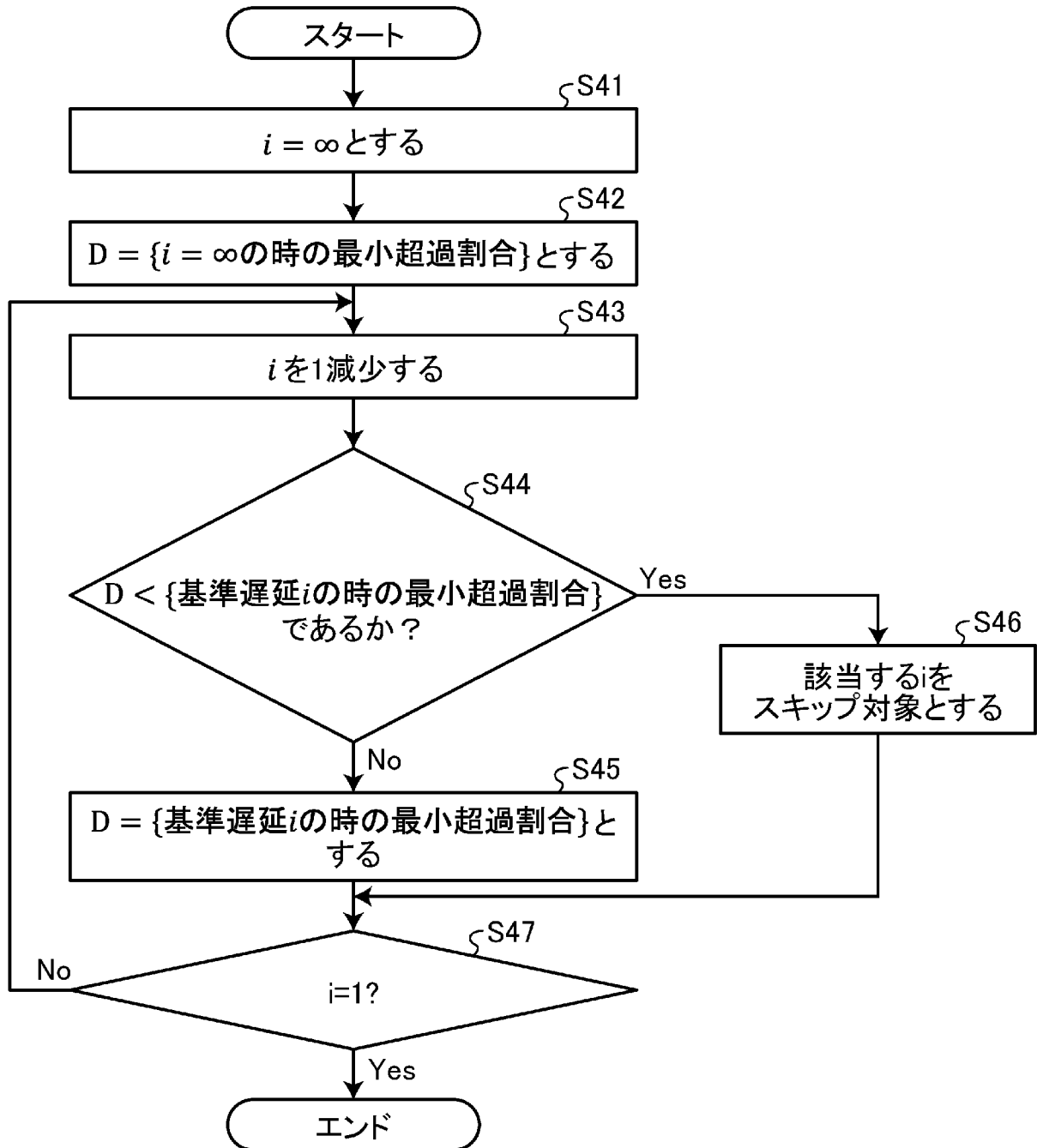
[図16]



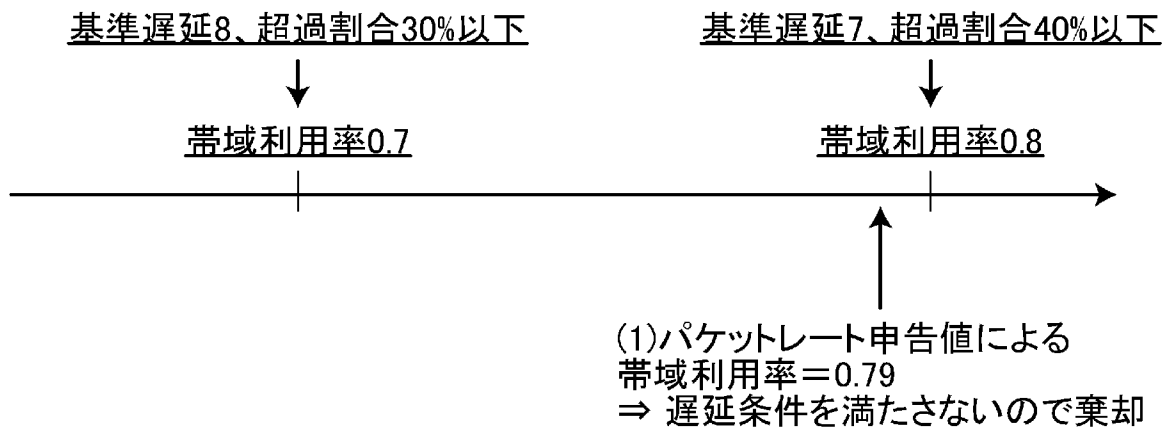
[図17]



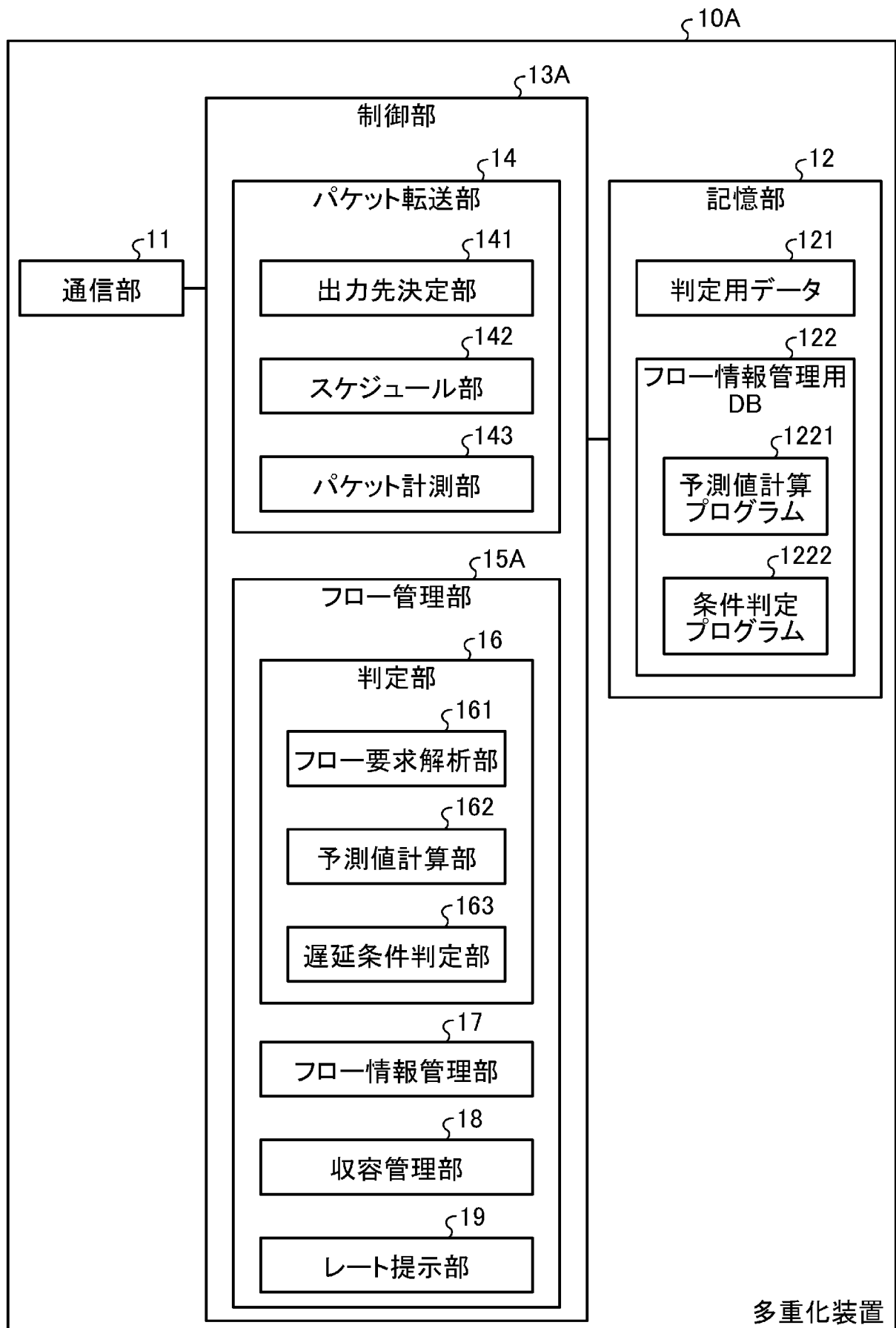
[図18]



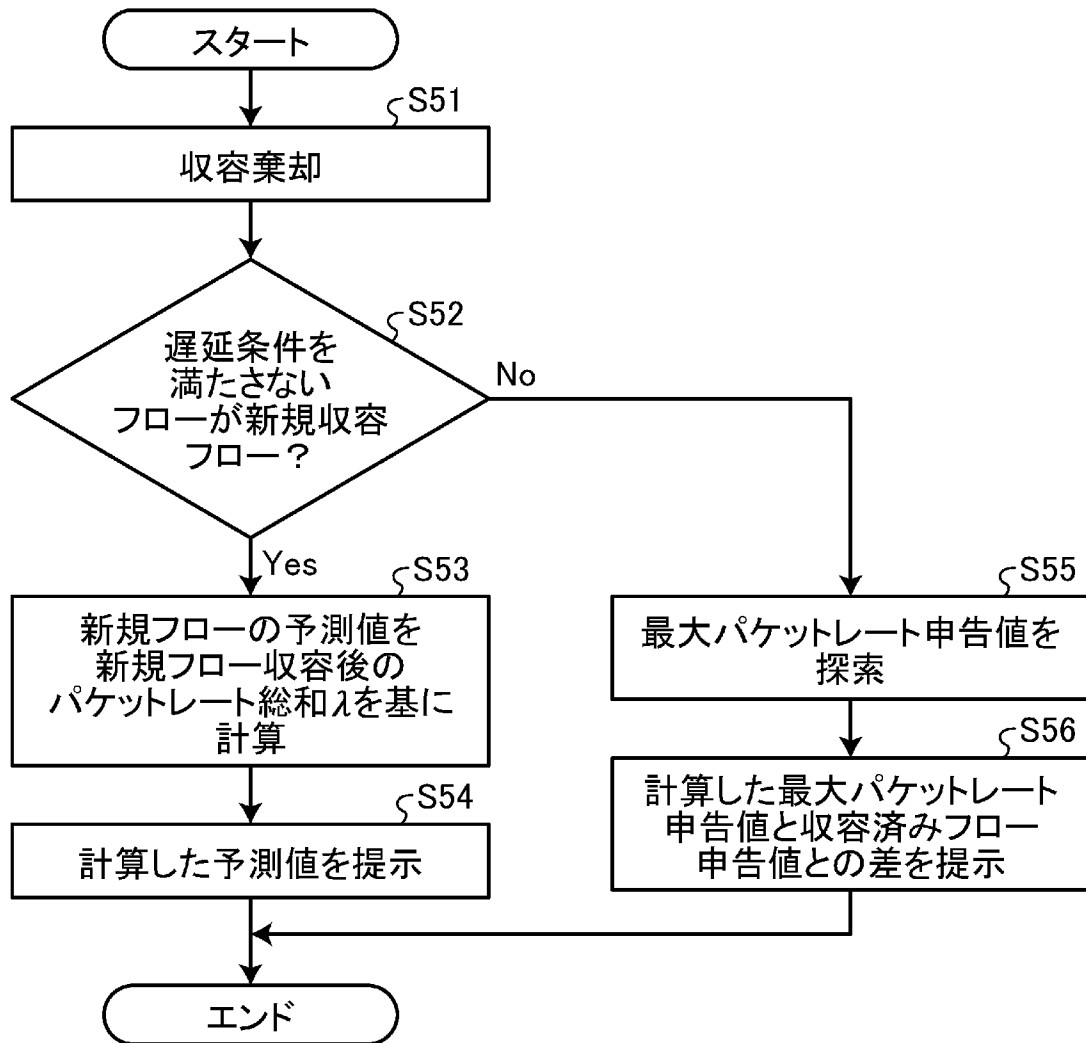
[図19]



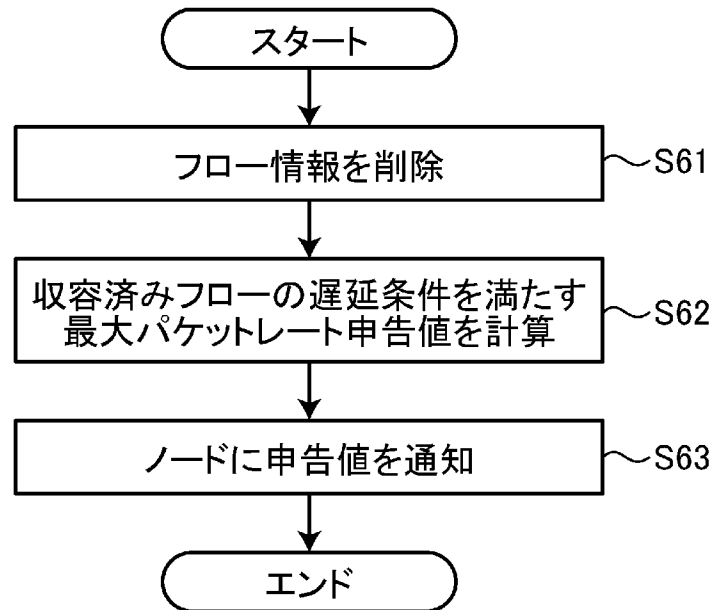
[図20]



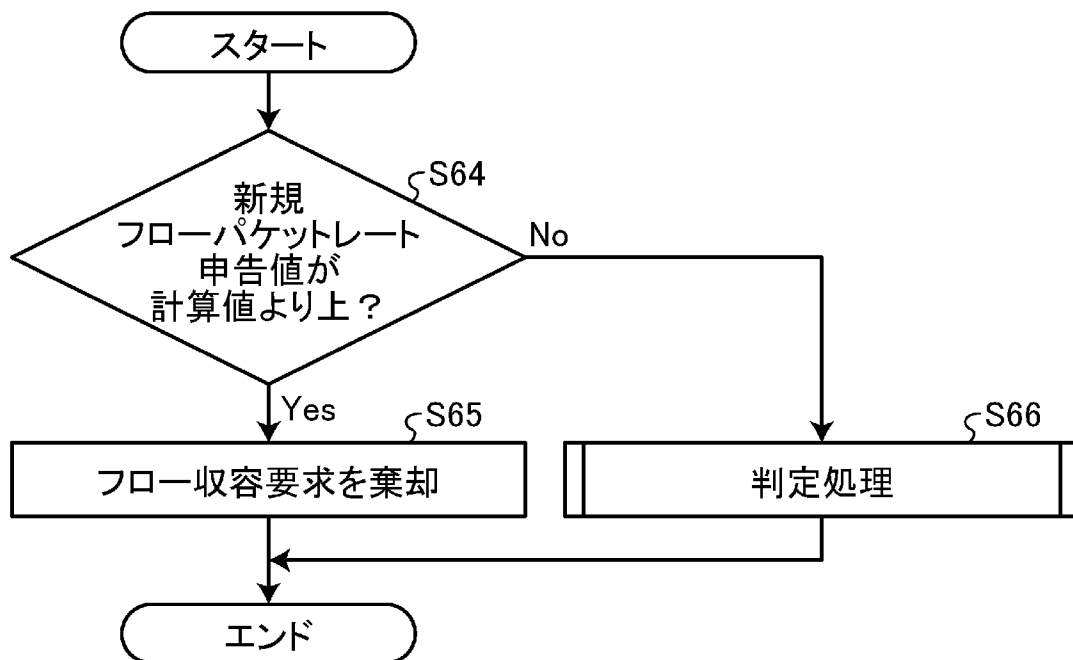
[図21]



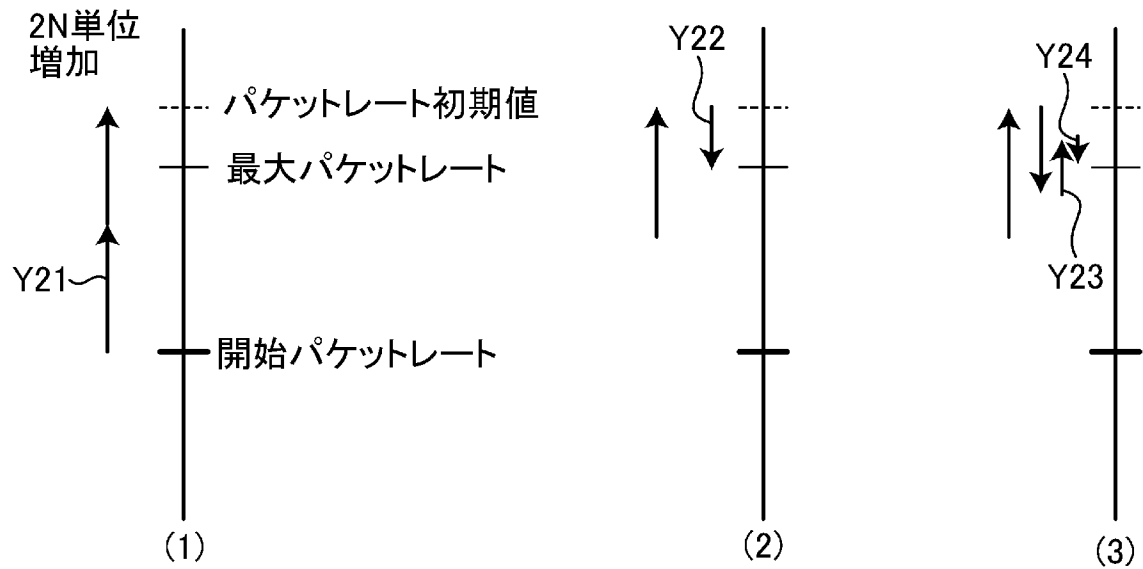
[図22]



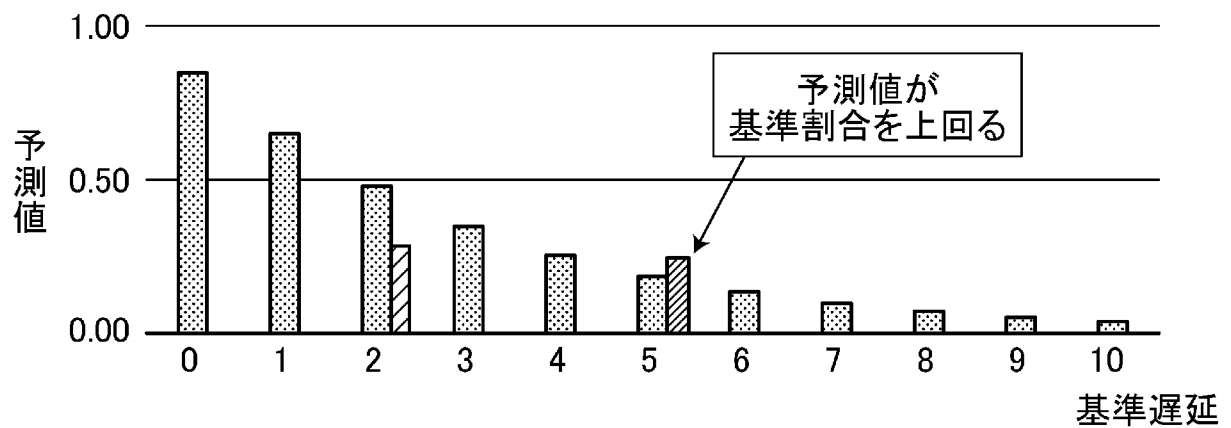
[図23]



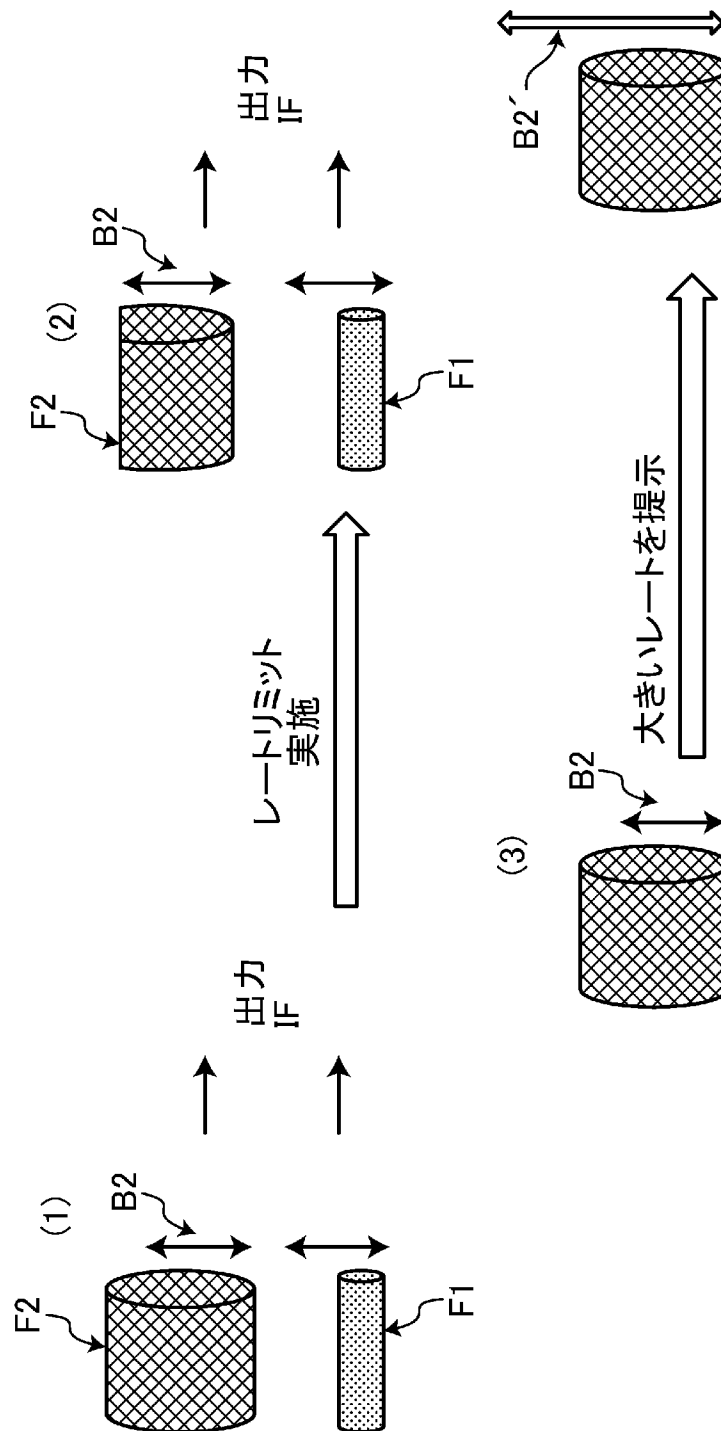
[図24]



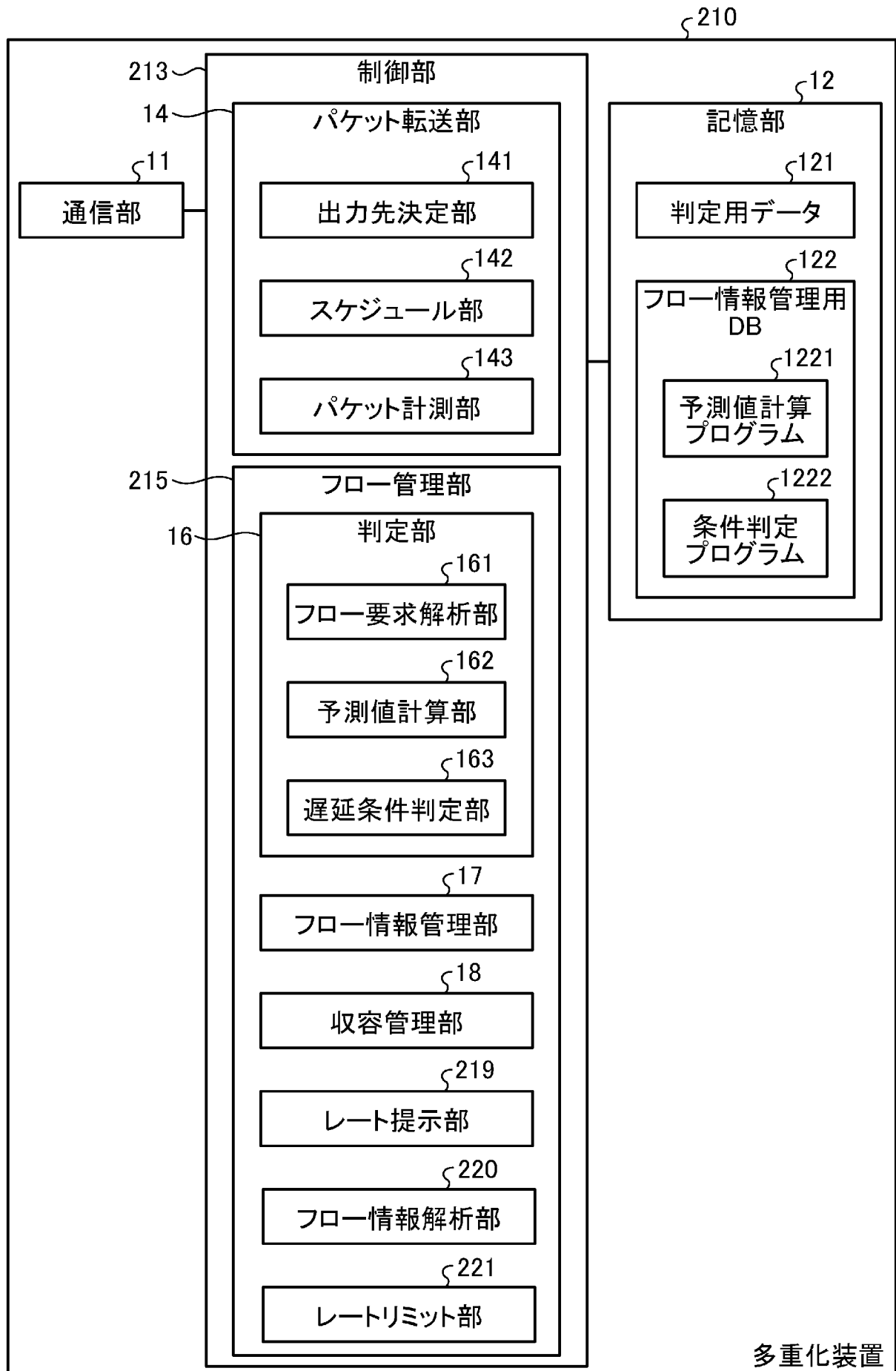
[図25]



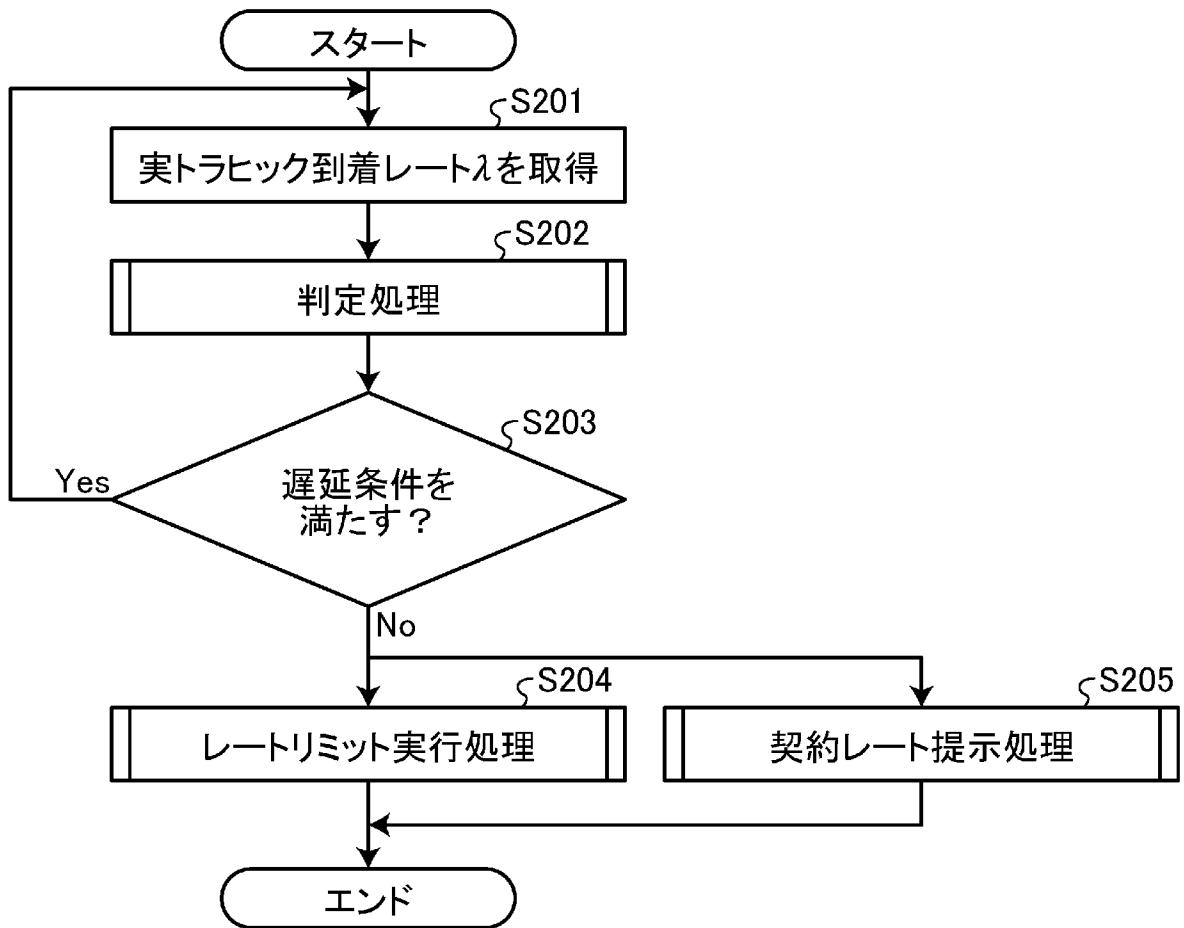
[図26]



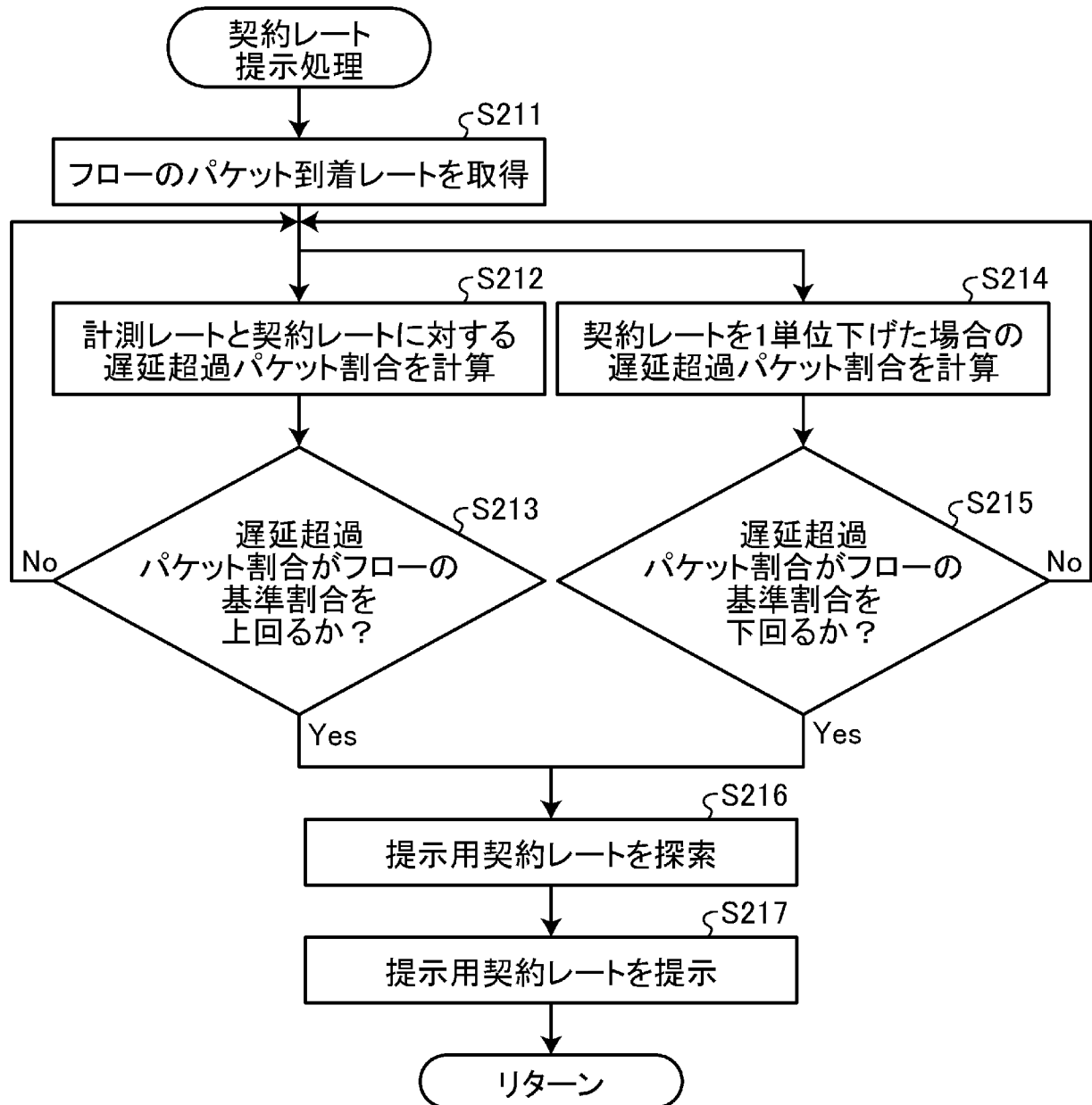
[図27]



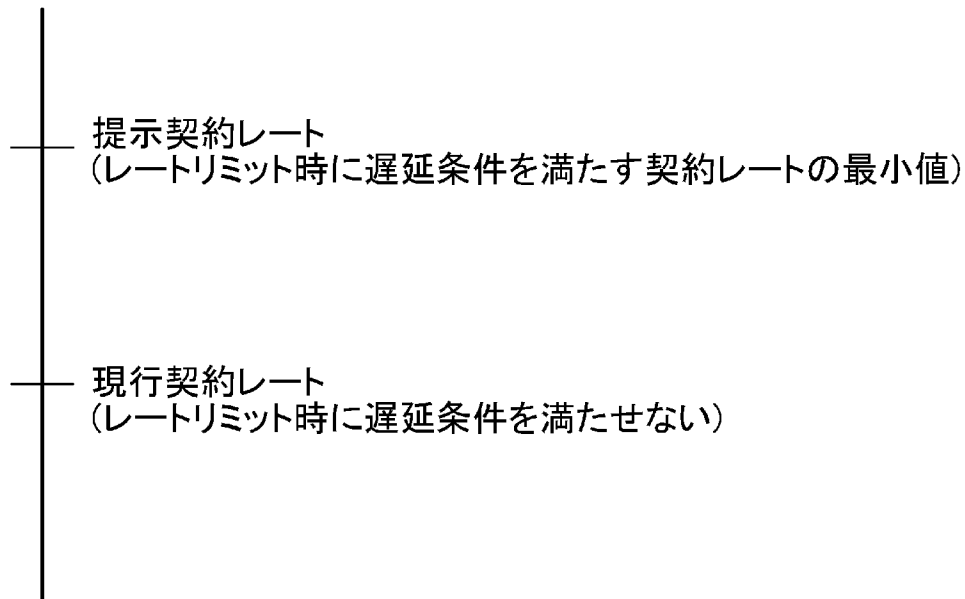
[図28]



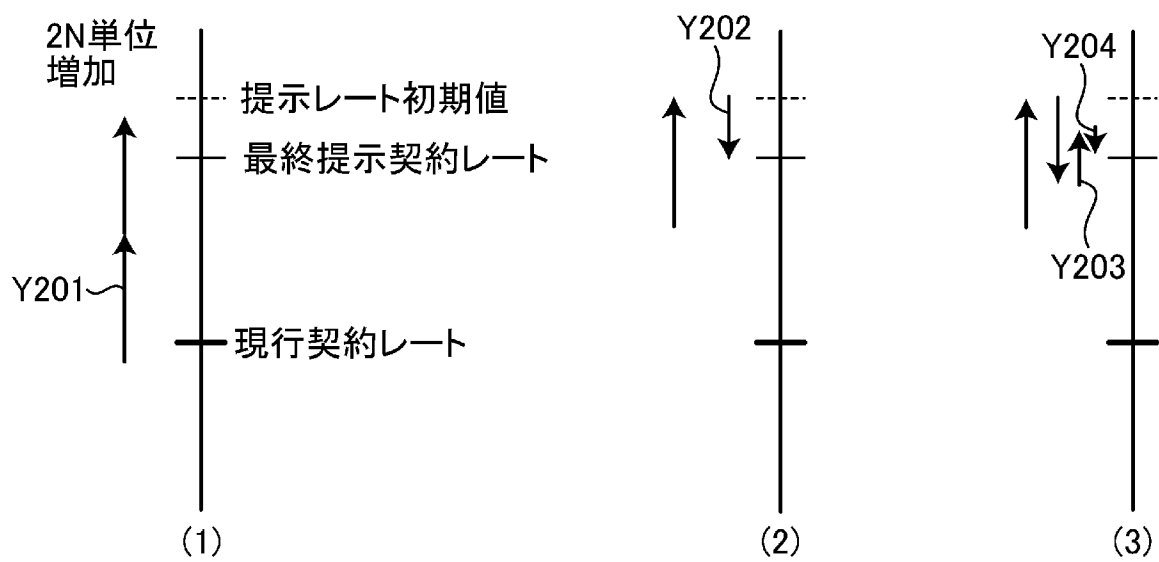
[図29]



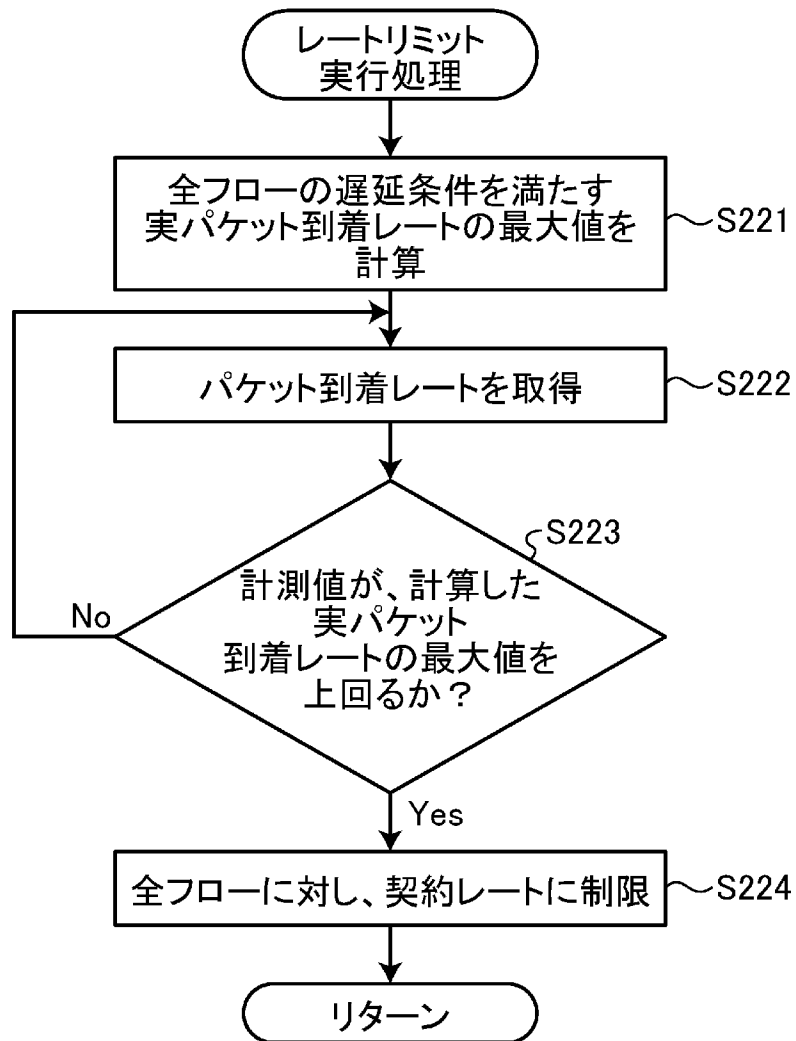
[図30]



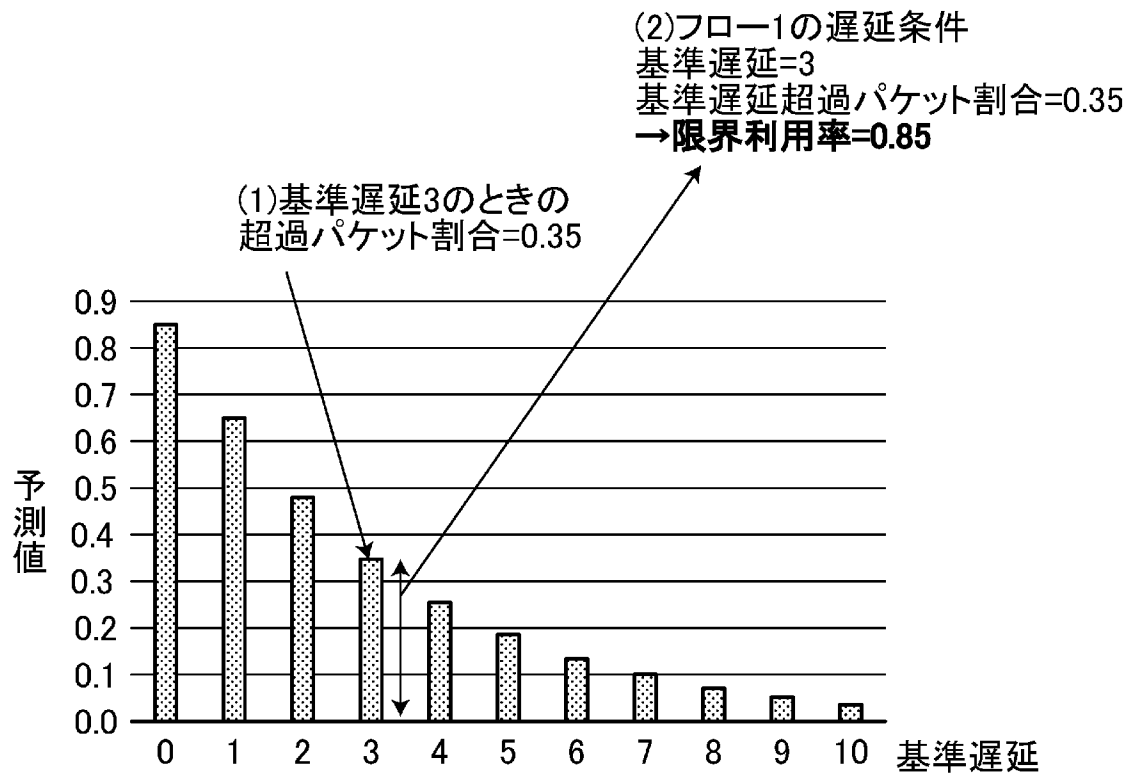
[図31]



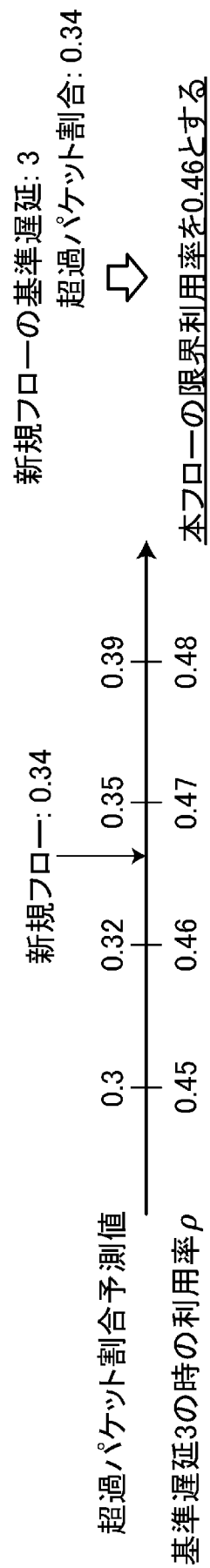
[図32]



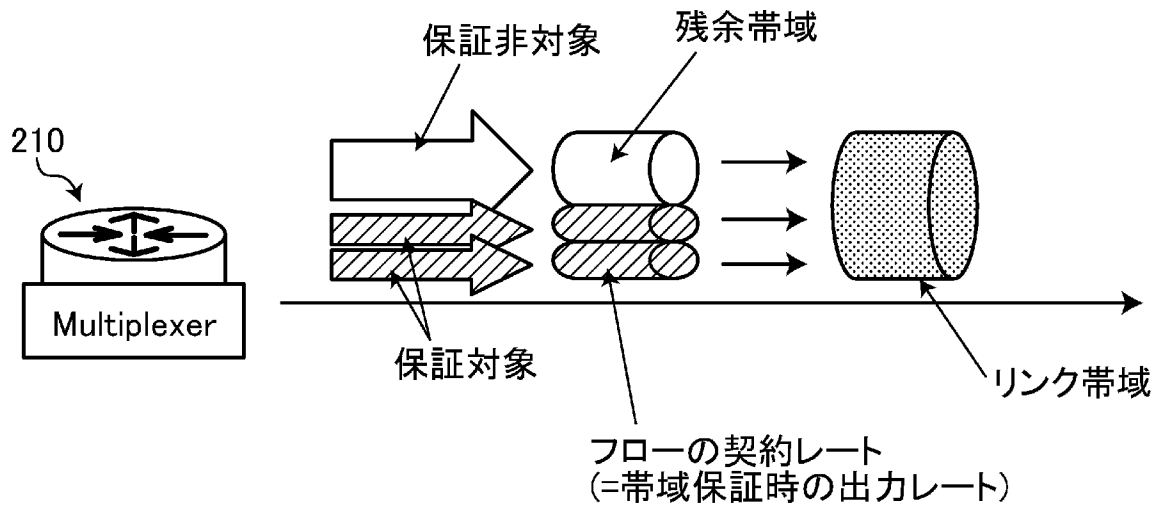
[図33]



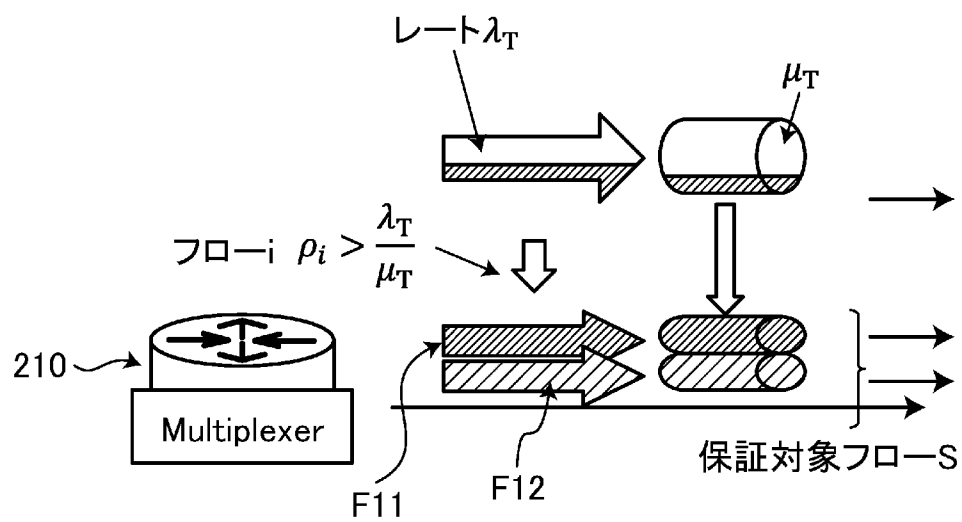
[図34]



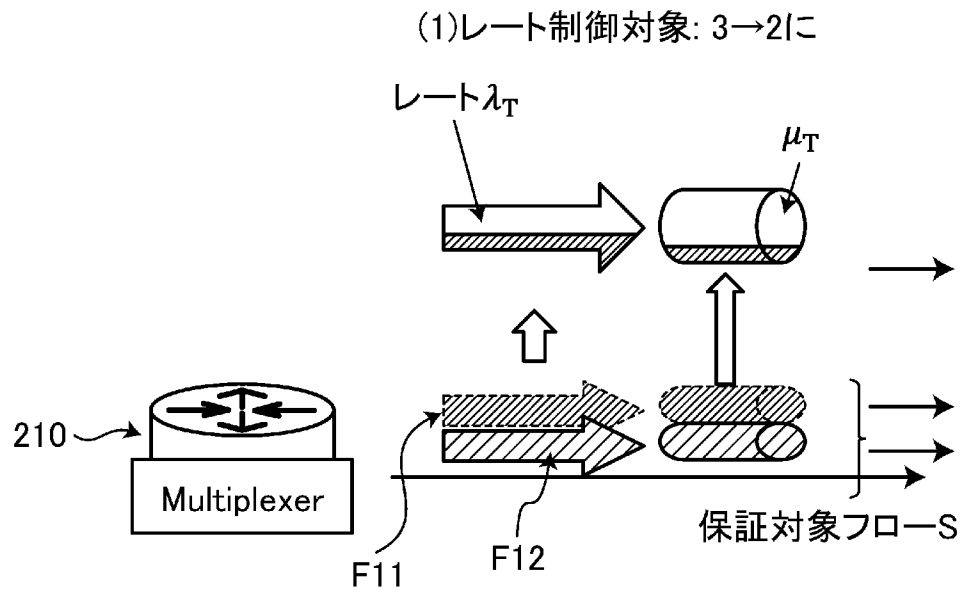
[図35]



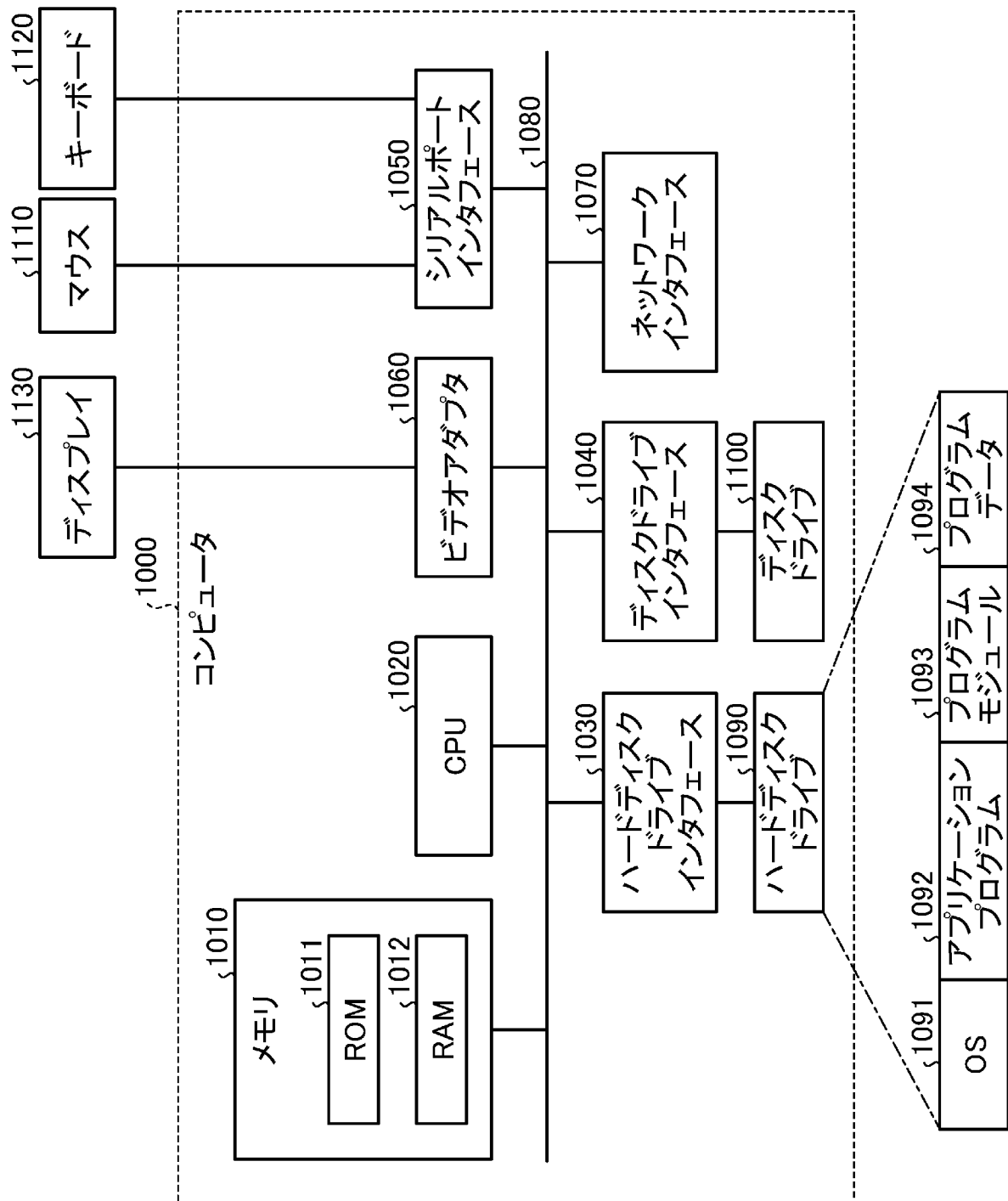
[図36]



[図37]



[図38]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/005942

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H04L 47/127**(2022.01)i

FI: H04L47/127

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)

H04L47/127

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996  
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023  
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023  
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2006-246119 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 14 September 2006 (2006-09-14) paragraph [0027] | 1-8                   |
| A         | JP 2007-511174 A (INTERDIGITAL TECHNOLOGY CORPORATION) 26 April 2007 (2007-04-26) paragraph [0011]            | 1-8                   |



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 application or patent 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

12 April 2023

Date of mailing of the international search report

25 April 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)  
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915  
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.  
**PCT/JP2023/005942**

| Patent document<br>cited in search report |             |   | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-------------|---|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| JP                                        | 2006-246119 | A | 14 September 2006                    | (Family: none)          |                                      |
| JP                                        | 2007-511174 | A | 26 April 2007                        | WO 2005/048533          | A1                                   |
|                                           |             |   |                                      | paragraph [0015]        |                                      |
|                                           |             |   |                                      | CA 2544687              | A                                    |
|                                           |             |   |                                      | KR 10-2006-0105010      | A                                    |
|                                           |             |   |                                      | US 2005/0147041         | A1                                   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                     |                |               |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|--|------------------------------------------|--|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>H04L 47/127(2022.01)i<br>FI: H04L47/127                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |                |               |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| B. 調査を行った分野<br>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））<br>H04L47/127<br>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<br><table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                     |                | 日本国実用新案公報     | 1922 - 1996年                                                    | 日本国公開実用新案公報                    | 1971 - 2023年                                    | 日本国実用新案登録公報                            | 1996 - 2023年                                                        | 日本国登録実用新案公報                                                   | 1994 - 2023年      |                           |  |                                          |  |
| 日本国実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1922 - 1996年                                                                        |                |               |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 日本国公開実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1971 - 2023年                                                                        |                |               |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 日本国実用新案登録公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1996 - 2023年                                                                        |                |               |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 日本国登録実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1994 - 2023年                                                                        |                |               |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| C. 関連すると認められる文献                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                     |                |               |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |               |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2006-246119 A（日本電信電話株式会社）14.09.2006（2006 - 09 - 14）<br>[0027]                    | 1-8            |               |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2007-511174 A（インターディジタル テクノロジー コーポレーション）<br>26.04.2007（2007 - 04 - 26）<br>[0011] | 1-8            |               |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     |                |               |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| <table border="0"> <tr> <td>*  引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&amp;” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table> |                                                                                     |                | *  引用文献のカテゴリー | “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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの | “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 | “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 | “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの | “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 | “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） | “&” 同一パテントファミリー文献 | “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 |  |
| *  引用文献のカテゴリー                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | “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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの                     |                |               |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| “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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | “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                                     |                |               |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | “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                 |                |               |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| “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）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | “&” 同一パテントファミリー文献                                                                   |                |               |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| “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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                     |                |               |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 国際調査を完了した日<br>12. 04. 2023                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 国際調査報告の発送日<br>25. 04. 2023                                                          |                |               |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 権限のある職員（特許庁審査官）<br><br>岩田 玲彦 5X 3361<br><br>電話番号 03-3581-1101 内線 3596               |                |               |                                                                 |                                |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |

国際調査報告  
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号  
PCT/JP2023/005942

| 引用文献 |             |   | 公表日        | パテントファミリー文献          | 公表日 |
|------|-------------|---|------------|----------------------|-----|
| JP   | 2006-246119 | A | 14.09.2006 | (ファミリーなし)            |     |
| JP   | 2007-511174 | A | 26.04.2007 | WO 2005/048533 A1    |     |
|      |             |   |            | [0015]               |     |
|      |             |   |            | CA 2544687 A         |     |
|      |             |   |            | KR 10-2006-0105010 A |     |
|      |             |   |            | US 2005/0147041 A1   |     |