

(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
2014年8月21日(21.08.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/125680 A1

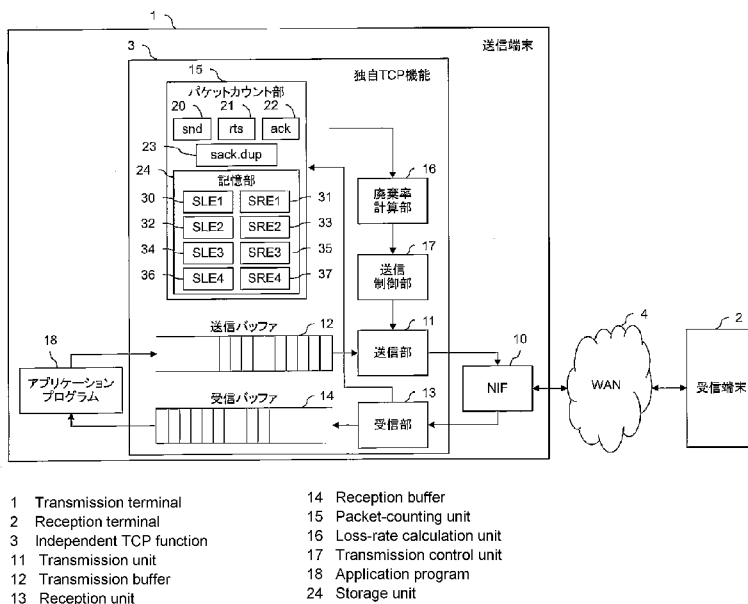
- (51) 国際特許分類:
H04L 12/70 (2013.01) H04L 12/811 (2013.01)
H04L 1/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/078895
- (22) 国際出願日: 2013年10月25日(25.10.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-023999 2013年2月12日(12.02.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目
6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 大石 裕司(OISHI, Yuji); 〒1008280 東京
都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社
日立製作所内 Tokyo (JP). 磯部 隆史(ISOBE,
Takashi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目
6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 矢
崎 武己(YAZAKI, Takeki); 〒1008280 東京都千代
田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作
所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE, Manabu et al.); 〒
1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号
株式会社日立製作所内 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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, 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, 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).

[続葉有]

(54) Title: PACKET COMMUNICATION METHOD AND DEVICE

(54) 発明の名称: パケット通信方法及び装置

図1



(57) Abstract: The present invention addresses the problem of obtaining a packet loss rate by using only the information included in general communication protocol. Provided is a method for obtaining the packet loss rate in a transmission terminal by using the number of transmitted packets and information pertaining to a verification response and a partial verification response. Said method involves a system belonging to a network which comprises the transmission terminal, a communication line and a reception terminal, and using a protocol having a format in which the transmission terminal assigns a number expressing packet order to a transmission packet and transmits the packet, and the reception terminal replies with the received packet number as a verification response. When the reception terminal receives nonsequential data, the system uses a partial verification response for reporting that only said portion was received.

(57) 要約: 一般的な通信プロトコルに含まれる情報のみを用いて、パケット廃棄率を求めることを課題とする。送信端末、通信回線、および

受信端末からなるネットワークにおいて、前記送信端末は送信パケットにパケットの順序を示す番号を付加して送信し、前記受信端末は受信済みのパケットの番号を確認応答として返信する形式のプロトコルを用いるシステムであって、前記受信端末が不連続なデータを受信した場合に、その部分のみを受信したことを通知する部分的確認応答を用いるシステムであって、送信端末において、送信パケット数ならびに、確認応答および部分的確認応答の情報を用いて、パケット廃棄率を求める方法を提供する。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： パケット通信方法及び装置

技術分野

[0001] 本発明は、パケット通信方法および装置に関する。

背景技術

[0002] クラウドコンピューティング、通称クラウドでは、利用者は、利用者が存在する拠点ではなく外部のデータセンタの計算機資源を使用する。データもデータセンタに置かれるため、利用者の拠点とデータセンタ間でデータのやり取りが頻発することとなる。

[0003] データセンタの所在地は世界中に広がっており、常に同一国内にあるとは限らない。例えば、海外のデータセンタの方が、データセンタの利用料が安価である場合があり、海外のデータセンタも積極的に利用されている。

[0004] 海外のデータセンタを利用する場合、データの転送が低速になる場合がある。海外との通信では、パケットが送信されてから応答が返されるまでの時間であるRound Trip Time (RTT)が大きい。その場合、通常の通信方式では通信速度が遅くなるという問題があった。

[0005] この問題に対して、特許文献1では、RTTと関係なく送信データ量を制御することにより、高速な通信を実現している。この方式では、パケット廃棄率の変化を観測することにより、送信データ量を制御している。また、本方式において、パケット廃棄率の測定には、この方式に対応している送信装置と受信装置との間で送受信されるNACK (Negative ACKnowledgement) 等の情報が用いられる。

[0006] また、特許文献2では、パケット廃棄率の測定方法として、品質測定用のパケットを利用している。まず、受信プロブが、送信プロブから受信した品質測定用パケットにパケット受信カウンタを付与して送信プロブに返信する。続いて、送信プロブが、受信した品質測定用パケットから受信パケット数を抽出し、全ての品質測定用パケットを受信した後、パケット送信

カウンタとパケット受信カウンタとの差分、および抽出されたパケット受信カウンタとパケット返信カウンタとの差分を求め、パケット損失率（パケット廃棄率）を算出している。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：WO 2012/066824

特許文献2：特開2008-85906号公報

非特許文献

[0008] 非特許文献1：IETF RFC 1122 “Requirements for Internet Hosts -- Communication Layers” <http://tools.ietf.org/html/rfc1122>

非特許文献2：IETF RFC 2018 “TCP Selective Acknowledgment Options” <http://tools.ietf.org/html/rfc2018>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 特許文献1では、パケット廃棄率の変化を観測することにより、送信データ量を制御することで、高速な通信を実現している。しかし、送信側及び受信側の双方の通信端末が、データの受信確認にNACKを用いる等、特許文献1の通信方式に対応している必要がある。しかし、すべての通信端末が、この通信方式に対応しているわけではないため、例えば、非特許文献1や非特許文献2のような一般的な通信方式を用いる端末との通信も発生する。従って、特許文献1の通信方式に対応していない端末との通信において、パケット廃棄率の変化に基づいた送信データ量の制御を行うためには、一般的な通信方式で得られる情報を用いて、パケット廃棄率を測定する必要がある。

[0010] また、特許文献2のパケット廃棄率の測定方法では、パケットに特殊な情報を埋め込む必要があるため、送信端末、受信端末の双方が当該方式に対応している必要がある。一方で通信相手が一般的なシステムであった場合、このような情報が埋め込まれることはないため、正確な廃棄率の測定は困難で

ある。

[0011] そこで、本発明は、一般的な通信プロトコルに含まれる情報のみを用いて、パケット廃棄率を求めることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 上記目的を達成するために、本発明の一つの観点から、ネットワークに接続される通信装置が提供される。当該通信装置は、他の通信装置にネットワークを介してパケットを送信する送信部と、他の通信装置から、送信部より送信されたパケットに対する選択的確認応答の情報と確認応答の情報とを含む確認応答パケットを、ネットワークを介して受信する受信部と、送信部より送信されたパケットの数である送信パケット数を求めるパケットカウント部と、送信パケット数と確認応答及び選択的確認応答の情報とに基づいて、所定期間における送信部から送信されたパケットの廃棄率を求める廃棄率測定部と、を有する。

[0013] より好ましくは、パケットカウント部は、確認応答及び選択的確認応答の情報に基づいて、送信部から送信されたパケットのうち再送要求されたパケットの数である再送要求パケット数を求め、廃棄率測定部は、送信パケット数と再送要求パケット数とに基づいて、前記廃棄率を求める。

[0014] また、パケットカウント部は、受信部が受信した確認応答パケットの数である確認応答パケット数、及び、受信部が受信した確認応答パケットのうち、選択的確認応答の情報が該確認応答パケットの直前に受信した確認応答パケットの選択的確認応答の情報と一致する確認応答パケットの数である重複パケット数、を求め、廃棄率測定部は、送信パケット数と確認応答パケット数と重複パケット数とに基づいて、前記廃棄率を求める。

[0015] さらに好ましくは、廃棄率測定部は、廃棄率の高さに応じて廃棄率の求め方を変更する。

[0016] 本発明の別の観点によれば、通信装置からネットワークに送出されたパケットの廃棄率を測定するパケット廃棄率測定方法が提供される。当該パケット廃棄率測定方法は、通信装置からネットワークに送出されたパケットの数

である送信パケット数を求め、送信パケット数と、通信装置がネットワークを介して受信した確認応答パケットに含まれる確認応答及び前記選択的確認応答の情報と、に基づいて、所定期間における通信装置からネットワークに送出されたパケットの廃棄率を求める。

[0017] より好ましくは、確認応答及び選択的確認応答の情報に基づいて、ネットワークに送出されたパケットのうち再送要求されたパケットの数である再送要求パケット数を求め、送信パケット数と再送要求パケット数とに基づいて、廃棄率を求める。

[0018] また、通信装置が受信した確認応答パケットの数である確認応答パケット数、及び、通信装置が受信した確認応答パケットのうち、選択的確認応答の情報が該確認応答パケットの直前に受信した確認応答パケットの選択的確認応答の情報と一致する確認応答パケットの数である重複パケット数を求め、送信パケット数、確認応答パケット数、及び、重複パケット数に基づいて、廃棄率を求める。

[0019] さらに好ましくは、廃棄率の高さに応じて廃棄率の求め方を変更する。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、一般的な通信プロトコルを用いる場合であっても、正確なパケット廃棄率の測定が可能となる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明における送信端末の機能ブロック図である。

[図2]本発明の第1の実施例における送信端末のハードウェア構成図である。

[図3]本発明の第1の実施例における送信端末の機能ブロック図である。

[図4]本発明の第1の実施例における通信シーケンスの例である。

[図5]SACKのパケットフォーマットである。

[図6]本発明の第1の実施例におけるパケットカウント部のフローチャートである。

[図7]本発明におけるプロキシ装置のハードウェア構成図である。

[図8]本発明におけるプロキシ装置の機能ブロック図である。

[図9]本発明の第2の実施例における通信シーケンスである。

[図10]本発明の第2の実施例における送信端末の機能ブロック図である。

[図11]本発明の第2の実施例におけるパケットカウント部のフローチャートである。

[図12]本発明の第3の実施例における廃棄率計算部のフローチャートである。

[図13]本発明の第3の実施例におけるパケットカウント部のフローチャートである。

[図14]本発明の第4の実施例における送信端末の機能ブロック図である。

[図15]本発明の第4の実施例におけるパケットカウント部のフローチャートである。

[図16]本発明の第5の実施例における送信制御部の機能ブロック図である。

[図17]本発明の第5の実施例における送信制御部のフローチャートである。

発明を実施するための形態

実施例 1

[0022] 図2は本発明の第1の実施例のシステム構成図および送信端末1におけるハードウェア構成図である。送信端末1は少なくともネットワークインターフェース（以下NIF）10、プログラムおよびデータを一時的に記憶しデータの読み書きが行われる主記憶25、プログラムおよびデータを長期的に保存し必要に応じて主記憶25へロードするデータ格納装置26、主記憶25上のプログラムを実行し主記憶25上のデータを処理し結果を主記憶25へ書き込む処理装置27、およびそれらを相互に接続しデータを転送するシステムバス28からなる。主記憶25は独自TCP機能3、アプリケーションプログラム18、アプリケーションデータ19などを記憶する。アプリケーションプログラム18はアプリケーションデータ19を用いて処理装置27で実行され、独自TCP機能3を用いて送信データを制御する。独自TCP機能3は前述の送信データをNIF10に送り、NIF10がWAN4に前述の送信データを送信する。なお図2では独自TCP機能3がすべてソフトウェアにより構成されている。

例を示したが、独自TCP機能3の一部またはすべてを処理装置27またはNIF10に実装し、これを用いることも可能である。

[0023] 図3は本発明の第1の実施例の送信端末1におけるデータの送受信及びパケット廃棄率測定機能3に関する機能ブロック図である。送信端末は、NIF10、アプリケーションプログラム18および独自TCP機能3からなる。独自TCP機能3はさらに、NIF10よりWAN4にデータを送信する送信部11、送信部11から送信されるデータ量や順序を制御する送信制御部17、アプリケーションプログラム18から送信されるデータを、一時的にバッファリングするとともにパケット廃棄が起こった時に再送するために保持し、必要なデータを送信部へ渡す送信バッファ12、WAN4からNIF10に届いたデータを受信する受信部13、受信部13が受信したデータの順序等の整合性を確認しアプリケーションプログラム18へ渡す受信バッファ14、パケットカウンタ部15、および廃棄率計算部16からなる。

[0024] また、送信パケット数はパケットカウンタ部のsndカウンタ20にてカウントされる。受信された確認応答(Acknowledgement: ACK)およびACKに付随する部分的確認応答(Selective Acknowledgement: SACK)の情報はパケットカウンタ部15にて解析され、再送要求されたパケット数(廃棄されたパケット数)がrtsカウンタ21にてカウントされる。

[0025] この値をもとに、廃棄率計算部16は廃棄率を、送信パケット数snd及び再送要求されたパケット数rtsを用いて、 $\text{loss_ratio} = \text{rts} / \text{snd}$ として計算する。この計算は任意の時間間隔にて行われ、計算後はsndカウンタ20およびrtsカウンタ21の値が0に戻される。廃棄率の計算結果は送信制御部11に渡され、送信データ量が調整される。

[0026] 別の計算方法として、ACKパケット数ackは正しく受信されたパケット数を示すため、廃棄率は正しく受信された確率を1から引いた値として、 $\text{loss_ratio} = 1 - \text{ack} / \text{snd}$ として計算することもできる。しかし、RFC 1122(非特許文献1)によれば、ACKパケットは間引いて送信することができるため、ACKパケットが間引かれて送信されている場合はこの計算方法は必ずしも正確な

値とならない。

[0027] 図4は本発明の第1の実施例における通信シーケンスの例である。ここではTCPの使用を想定するが、確認応答を用いる方式であればその限りではない。送信端末1はシーケンス番号「600」の packets を送信する（101）。受信端末2は packets が正しく受信されたため、確認応答(ACK)として、次に受信すべきシーケンス番号としてACK番号「700」を送信端末1に通知する（109）。

[0028] 送信端末1は前記ACKが返ってくるまでにシーケンス番号「700」の packets （102）および「800」の packets （103）を送信しており、これらも受信端末2により正しく受信される。ここで、受信端末2はRFC 1122に規定されるDelayed ACKを用いており、ACKを間引いて送信する。そのため、シーケンス番号「700」の packets を受信してもACKは送信せず、シーケンス番号「800」の packets を受信するとACK番号「900」を送信する（110）。シーケンス番号「900」の packets （104）および「1000」の packets （105）に関しても同様に、受信端末2はACK番号「1000」のみを送信する（111）。

[0029] 続くシーケンス番号「1100」の packets （106）がネットワーク中で破棄されたとする。この packets は受信端末2には受信されないこととなる。さらに後続のシーケンス番号「1200」の packets （107）が正しく受信され、受信端末2の保持する packets に歯抜けが生じる。このときRFC 2018（非特許文献1）によれば、受信端末2は、部分的な確認応答であるSACKを送信する。SACKはACKに付随する情報であり、受信端末2が保持している packets のうち、不連続になっている部分の始端と終端を示す。ここでは、ACK番号「1100」に加えて、SACKブロック「1200-1300」を送信端末1に通知される（112）。

[0030] 続いて受信端末1がシーケンス番号「1300」の packets （108）を受信すると、ACK番号「1100」SACKブロック「1200-1400」を送信端末1に通知される（113）。送信端末1はこのSACKより、ネットワークで破棄されたパ

ケットを知ることができ、その部分のみを再送する。

[0031] 図5はSACKのパケットフォーマットである。SACKはTCPヘッダ201のオプションフィールド202に付加され、何もしないことを示すNOP (No Operation) 203を挟んで、種別204、長さ205に続いて第1ブロックの始端(SACK Left Edge: SLE) 206と終端(SACK Right Edge: SRE) 207を指定する。複数のブロックを通知する場合は、同様にそれ以降のブロックの始端(208, 210, 212)と終端(209, 211, 213)を指定する。オプション長の制限により、最大で4ブロックを送ることができる。複数のパケットが廃棄された場合は、複数のSACKブロックが通知されることとなる。過去に通知済みのSACKブロックも、最新の4つが通知される。

[0032] SACKが発生した後、続くパケットが正しく受信されると、前記SACKブロックの終端が増加する。一方で続くパケットが廃棄されると、前記SACKブロックに加えて別のSACKブロックが新たに通知される。これを新規SACKブロックと呼ぶこととする。逆に言えば、新規SACKブロックが通知された場合、廃棄が発生したことが分かる。具体的には、新規SACKブロックが通知された時、その始端の値から、それまでに通知されたACKまたはSACKブロックの終端のうち最も近いものとの差が廃棄されたセグメント数となる。廃棄されたパケット数は前記セグメント数をパケットサイズで割った値となる。

[0033] 図6は本発明の第1の実施例におけるパケットカウント部における処理のフローチャートである。パケットカウント部は新規SACKブロックを受信すると(301)、前述した方法により廃棄パケット数を計算し、rtsをカウントアップする(302)。

[0034] 本実施例では送信端末1に独自TCP機能3が内蔵される例を示したが、送信端末1に独自TCP機能3を実装できない場合、図7のように送信端末1と同一のLocal Area Network (LAN) 46内に独自TCP機能3を含むプロキシ装置5を設置し、利用することができる。図7はプロキシ装置5のハードウェア構成図である。送信端末1に独自TCP機能3を含む場合との違いは、送信端末1と接続するためにLAN46用のNIF40が追加されている点である。図7においても

、独自TCP機能3がすべてソフトウェアにより構成されている例を示したが、独自TCP機能3の一部またはすべてを処理装置27またはNIF10に実装し、これを用いることも可能である。

[0035] 前述のプロキシ装置の機能ブロック図を図8に示す。このプロキシ装置5にはLAN側NIF40、送信端末1と通信を行うための一般TCP機能6およびWAN4と接続するNIF10、WAN4を介して受信端末2と通信を行う独自TCP機能3、ならびに、独自TCP機能3と一般TCP機能6のバッファ間でデータを転送するプロキシ29も含まれる。

[0036] 本実施例および以降の実施例において、説明の簡略化のため送信端末1内に独自TCP機能3が内蔵される場合のみを説明するが、プロキシ装置を用いる場合も、独自TCP機能3に各実施例と同様のものを用いれば、同様の効果が得られる。

実施例 2

[0037] 第2の実施例では、パケット廃棄率が高く、SACKブロックが大量に発生している場合を想定している。このとき、受信端末2が新規パケットを受信中にさらなるパケット廃棄が発生すると、新たなSACKブロックが発生することとなる。しかし、一般的な実装では、SACKブロックの記憶領域には容量の制限があり、一定の個数で限界を迎える。その場合の動作は2通り考えられ、受信端末2がACKを返さない場合と、SACK付きのACKを返すが全てのSACKブロックが変化しない場合である。

[0038] また、前述のSACKブロック数が限界となっているとき一部のパケットが再送され、SACKブロック数が一定数を下回った場合、それまでに送られた新規パケットは、前述のSACKブロック数が限界となっているため破棄されるが、その後に送られた新規パケットは、新たなSACKブロックが作成可能な状態となっているため受信され、新規SACKブロックが発生する。このとき、実施例1の方法では、rtsとして計算される値が非常に大きくなる。一定間隔で計算を行う場合には、前回区間で発生した廃棄が今回区間でのrtsに計上されてしまい、rtsがsndを上回る可能性がある。よって正確な廃棄率の測定が行われ

ない。

[0039] 図9は本発明の第2の実施例における通信シーケンスである。受信端末2がSACK付きのACKを返すが、全てのSACKブロックが変化しない場合を示している。送信端末1が受信端末2にシーケンス番号「600」の packets (1 2 1)を送信しているが、これ以前の packets 送信ですでに大量の廃棄が発生しており、受信端末2はACK番号「100」 SACK番号「400-500, …」を送信端末1に通知していたとする。また、シーケンス番号「600」の packets (1 2 1)を受信した時点で受信端末2の廃棄記憶領域が限界に達したとする。受信端末2はACK番号「100」 SACK番号「600-700, 400-500, …」を送信端末1に通知する (1 2 8)。

[0040] その間に、送信端末1はシーケンス番号「700」の packets を送信する (1 2 2)。この packets がネットワーク中で廃棄される。また、送信端末1はシーケンス番号「800」の packets を送信し (1 2 3)、これは受信端末2に届く。本来なら新たなSACKブロックが生成されるが、SACKブロックの記憶領域には容量の制限があるため、受信端末2は新たなSACKブロックを保持することができず、直前のACK packets と同様に、ACK番号「100」 SACK番号「600-700, 400-500, …」を送信端末1に通知する (1 2 9)。シーケンス番号「900」の packets (1 2 4)に対しても等しいACKおよびSACKを返す (1 3 0)。以降、シーケンス番号「2900」までの packets を送信し、すべて受信端末2にて破棄されたとする。

[0041] その後、送信端末1がシーケンス番号「500」の packets を再送する (1 2 5)。これによりSACKブロックの「400-500」および「600-700」がつながり、新たに「400-700」となるので、これを通知する (1 3 1)。受信端末2が保持するSACKブロック数が減少するため、新たな packets を受信することが可能となる。

[0042] ここで、送信端末1が新たな packets 「3000」を送信する (1 2 6)。これを受信端末2が受信し、新たなSACKブロック「3000-3100」が通知される (1 3 2)。シーケンス番号「3100」の packets (1 2 7)も正しく受信され

、SACK番号「3000-3200」が返される（133）。

[0043] ここで、図9のようにsndのカウント区間（134）およびrtsのカウント区間（135）をRTTごとに設定する。このとき、 $snd = 3$ となるが、新しく受信されたSACKの値より、 $rts = (3000 - 700)/100 = 23$ となり、実施例1の方式では廃棄率の計算値が1を超えてしまう。しかし他の区間で同様に計算すると、 $snd = 3$ となるが、新たなSACKブロックが通知されないため $rts = 0$ となり、受信端末が受信していないにもかかわらず廃棄率を0と計算してしまう。

[0044] これに対応するため、第2の実施例では、図10のような機能ブロック図で表される構成をとる。実施例1との差は、パケットカウント部15のカウンタから、再送要求数をカウントするrtsカウンタ21が無くなり、ACKパケット数をカウントするackカウンタ22、SACKブロックの情報が完全に重複したACKパケット数をカウントするsack.dupカウンタ23、ならびに前回のACKパケットにおけるSACKブロックを記憶する記憶部24が、新たにパケットカウント部15に追加されている点である。記憶部24は第一～第四ブロックの始端(SLE1～4)30, 32, 34, 36、第一～第四ブロックの終端(SRE1～4)31, 33, 35, 37を記憶する。

[0045] 図11は本発明の第2の実施例におけるパケットカウント部15のフローチャートである。ACKを受信（311）するたびにackを1増加し（312）、SACK付きパケットであれば（313）、記憶部24から一つ前に受信したSACKの値を読み出し（314）、SACKの値が一つ前に受信したSACKの値とすべて等しければ（315）sack.dupを1増加する（316）。そうでなければ、SACKブロックの値を前回SACKブロックに記録して（317）先頭に戻る。

[0046] この結果をもとに、廃棄率計算部16は廃棄率を計算する。廃棄率は正しく受信された確率を1から引いた値として求める。ただし記憶容量の制限により受信端末で破棄されたパケットは、送っても受信されないパケットであるため、正しく受信されたパケット数から除外する。よって、廃棄率は $loss_ratio = 1 - (ack - sack.dup) / snd$ として計算する。本計算式はACKを返さな

い場合と、SACK付きのACKを返すが全てのSACKブロックが変化しない場合の双方に対応している。

実施例 3

- [0047] 実施例 1 の方法が高廃棄の場合に適さないことは実施例 2 中に記した。一方で実施例 2 の方法は低廃棄の場合に適さない。なぜなら、RFC 1122によれば、ACKパケットは間引いて送信することができるが、実施例 2 に記載の方法は、ACKパケット数を用いて廃棄率を求めるため、ACKパケットを間引いてしまうと正確な値を求めることができなくなるためである。
- [0048] よって、低廃棄時又は高廃棄時のどちらであっても、廃棄率を正確に測定するには、これらの式を切り替えて用いることが有効である。本来、送信パケット数snd、ACKパケット数ackおよび再送要求パケット数rtsの間には $snd = ack + rts$ なる関係が成立するはずである。よって、例えば、この関係をもとに計算式の切り替えを行う。
- [0049] 図 1 2 は本発明の第 3 の実施例における廃棄率計算部 1 6 のフローチャートである。廃棄率の計算はRTTごとに行う（4 0 1）。低廃棄の場合、RFC 1122によりACKパケットが間引かれ、 $snd > ack + rts$ となる。よって $snd > ack + rts$ の場合（4 0 2）は実施例 1 と同様に廃棄率を $loss_ratio = rts / snd$ として計算する（4 0 3）。一方高廃棄時は、ACKが間引かれることがない一方で、rtsの値がsndよりも大きくなる場合があるので、 $snd \leq ack + rts$ となる。この場合は実施例 2 と同様に $loss_ratio = 1 - (ack - sack.dup) / snd$ として計算する（4 0 4）。
- [0050] 図 1 は本発明の第 3 の実施例における機能ブロック図である。実施例 2 との差は、パケットカウント部 1 5 に、rtsのカウンタ 2 1 が追加されている点である。
- [0051] 図 1 3 は本発明の第 3 の実施例におけるパケットカウント部 1 5 のフローチャートである。これは実施例 1 および実施例 2 のフローチャートを組み合わせたものである。ACKを受信（3 1 1）するたびにackを1増加し（3 1 2）、SACK付きパケットであれば（3 1 3）、記憶部 2 4 から一つ前に受信したS

ACKの値を読み出し（3 1 4）、SACKの値が一つ前に受信したSACKの値とすべて等しければ（3 1 5）sack.dupを1増加する（3 1 6）。そうでなければ、新規SACKブロックであるかどうかを判断し（3 0 1）、新規SACKブロックであれば、「SACKされなかった、つまり受信確認されなかったセグメント数÷パケット長」により廃棄パケット数を計算し、rtsをカウントアップする（3 0 2）。SACKブロックの値を記憶部24に記録して（3 1 7）先頭に戻る。

実施例 4

[0052] 前記実施例1～3よりも統一的な方法で正確に廃棄率を測定する方法として、ACKまたはSACKにより新規に受信確認されたセグメント数を数える方法がある。この場合の機能ブロック図を図14に示す。実施例1～3との差は、パケットカウント部15のカウンタが、sndカウンタ20および実際にACKまたはSACKされたパケット数をカウントするack.realカウンタ25となっている点である。また、前回のSACKブロックを記憶する記憶部24から構成される。

[0053] 図15は本発明の第4の実施例におけるパケットカウント部15のフローチャートである。パケットカウント部15はACKを受信（3 1 1）するたびACK番号が進んだかどうかを判断し（3 2 1）、進んでいない場合は記憶部24から一つ前に受信したSACKの値を読み出し（3 1 4）、SACKブロックのうち始端の番号が小さくなるか、終端の番号が大きくなるか、あるいは2つ以上のブロックがつながっていないかを判断する（3 2 2）。ACKまたはSACKに変化が見られた場合は、そのセグメント数を計算してパケット長で割り、新規に受信端末2に受信されたパケット数を計算する（3 2 3）。この値をack.realに計上する（3 2 4）。SACKブロックの値を記憶部24に記録して先頭に戻る（3 1 7）。

[0054] 廃棄率計算部16は、廃棄率を $\text{loss_ratio} = 1 - \text{ack.real} / \text{snd}$ として計算する。

[0055] この方法では、実施例1～3よりも統一的な方法で正確に廃棄率を測定することができるため、送信端末1の計算能力に余裕がある場合は、この方式

が有効である。

実施例 5

[0056] (上記の廃棄率測定方法を用いて帯域制御方法)

本実施例では、実施例 1～4 のいずれかにより求めた廃棄率を用いて、送信帯域を制御する方法を示す。また、本実施例の方法は、独自TCP機能 3 が送信端末 1 に内蔵される場合でも、プロキシ装置 5 を用いる場合でも適用可能である。

[0057] 図 1 6 は送信制御部 1 7 の機能ブロック図である。本実施例における送信制御はトークンバケツアルゴリズムによって行われる。トークンバケツアルゴリズムでは、トークンバケツに単位時間当たり決められた量のトークンが蓄積されていき、これが送信パケット長に達するとパケットを送信することができる。パケットを送信すると、パケット長分のトークンがトークンバケツから減らされる。

[0058] そのため、送信制御部 1 7 はトークンバケツ 3 2 9 およびタイマ 3 3 0 を持ち、また、トークンの計算に必要な値を記憶する記憶部 3 3 2 およびトークンを計算するトークン更新部 3 3 1 を持つ。記憶部には廃棄率計算部 1 6 により計算された廃棄率を保持する loss_ratio 記憶部 3 3 3、トークンが更新される以前の loss_ratio 値を記憶する old_loss_ratio 記憶部 3 3 4、次のトークン更新時刻の基準となる時刻を記憶する基準時刻記憶部 3 3 5、現在のトークンの値を記憶する token 記憶部 3 3 6、トークンが更新される以前の token の値を記憶する old_token 記憶部 3 3 7、token の値を old_token に移す時に一時的に記憶しておく tmp_token 記憶部 3 3 8、およびトークンが更新される以前の ACK 番号を記憶する old_ack_seg 記憶部 3 3 9 からなる。

[0059] 図 1 7 は送信制御部 1 7 の動作を示すフローチャートである。まずタイマ 3 3 0 にて、現在時刻と基準時刻との差が、あらかじめ決められたインターバルより大きいかどうか判断する (3 4 0)。インターバルとして、計測された RTT 等を用いてもよい。現在時刻と基準時刻との差がインターバルよりも大きい場合は loss_ratio に廃棄率計算部 1 6 から取得した廃棄率を保存する

(3 4 1)。また、tmp_tokenにtokenの値を退避させる(3 4 2)。

[0060] 次にACK未確認データの先頭シーケンス番号が変化しているか調べる(3 4 3)。変化していた場合はバッファに未送信データがあるかどうかチェックし(3 4 4)、未送信データがある場合にはtokenをACK受信量に設定する。

[0061] 3 4 3にてシーケンス番号が進んでいた場合は、あらかじめ決められた1以上の定数Kに対してold_loss_ratioのK倍がloss_ratioよりも大きいか調べる(3 4 8)。大きかった場合は、tokenをold_tokenよりも小さくなるよう、rtsに基づいて減少させる。例えば、 $\text{token} \leftarrow \text{old_token} - \text{rts}$ とする(3 4 9)。3 4 8でold_loss_ratioのK倍がloss_ratioよりも小さかった場合はtokenを任意の量だけ増加させる(3 5 0)。

[0062] 3 4 5、3 4 9、3 5 0の後、loss_ratioをold_loss_ratioに、tmp_tokenをold_tokenに、および現在のACK番号をold_ack_segに代入し(3 4 6)、基準時刻の更新(3 4 7)およびトークンバケツ3 2 9の更新(3 4 8)を行う。

符号の説明

- [0063]
- 1 送信端末
 - 2 受信端末
 - 3 独自TCP機能
 - 4 WAN
 - 5 プロキシ装置
 - 6 一般TCP機能
 - 1 0 NIF
 - 1 1 送信部
 - 1 2 送信バッファ
 - 1 3 受信部
 - 1 4 受信バッファ
 - 1 5 パケットカウント部
 - 1 6 廃棄率計算部

- 1 7 送信制御部
- 2 0 送信パケット数カウンタ
- 2 1 再送要求パケット数カウンタ
- 2 2 確認応答パケット数カウンタ
- 2 3 重複部分的確認応答パケット数カウンタ
- 2 4 記憶部
- 2 5 実際に受信されたパケット数カウンタ
- 2 9 プロキシ
- 4 0 LAN側NIF
- 4 1 LAN側受信部
- 4 2 LAN側受信バッファ
- 4 3 LAN側送信部
- 4 4 LAN側送信バッファ
- 4 5 LAN側制御部
- 4 6 LAN

請求の範囲

[請求項1]

ネットワークに接続される通信装置であって、
他の通信装置に前記ネットワークを介してパケットを送信する送信部と、
前記他の通信装置から、前記送信部より送信されたパケットに対する選択的確認応答の情報と確認応答の情報とを含む確認応答パケットを、前記ネットワークを介して受信する受信部と、
前記送信部より送信されたパケットの数である送信パケット数を求めるパケットカウント部と、
前記送信パケット数と前記確認応答及び前記選択的確認応答の情報とに基づいて、所定期間における前記送信部から送信されたパケットの廃棄率を求める廃棄率測定部と、を有することを特徴とする通信装置。

[請求項2]

請求項1に記載の通信装置であって、
前記パケットカウント部は、前記確認応答及び前記選択的確認応答の情報に基づいて、前記送信部から送信されたパケットのうち再送要求されたパケットの数である再送要求パケット数を求め、
前記廃棄率測定部は、前記送信パケット数と前記再送要求パケット数とに基づいて、前記廃棄率を求めること、を特徴とする通信装置。

[請求項3]

請求項1に記載の通信装置であって、
前記パケットカウント部は、前記受信部が受信した確認応答パケットの数である確認応答パケット数、及び、前記受信部が受信した確認応答パケットのうち、前記選択的確認応答の情報が該確認応答パケットの直前に受信した確認応答パケットの前記選択的確認応答の情報と一致する前記確認応答パケットの数である重複パケット数、を求め、
前記廃棄率測定部は、前記送信パケット数と前記確認応答パケット数と前記重複パケット数とに基づいて、前記廃棄率を求めること、を特徴とする通信装置。

- [請求項4] 請求項1に記載の通信装置であって、
前記廃棄率測定部は、前記廃棄率の高さに応じて前記廃棄率の求め方を変更すること、を特徴とする通信装置。
- [請求項5] 請求項1に記載の通信装置であって、
前記パケットカウント部は、前記受信部が受信した確認応答パケットの数である確認応答パケット数と、前記確認応答及び前記選択的確認応答の情報に基づいて前記送信部から送信されたパケットのうち再送要求されたパケットの数である再送要求パケット数と、を求め、
前記廃棄率測定部は、前記送信パケット数と、前記再送要求パケット数と、前記確認応答パケット数との関係に応じて、前記廃棄率の求め方を変更すること、を特徴とする通信装置。
- [請求項6] 請求項5に記載の通信装置であって、
前記廃棄率測定部は、前記送信パケット数が前記確認応答パケット数と前記再送要求パケット数との合計よりも小さい場合、前記送信パケット数と前記再送要求パケット数とに基づいて、前記廃棄率を求める
こと、を特徴とする通信装置。
- [請求項7] 請求項5に記載の通信装置であって、
前記パケットカウント部は、前記受信部が受信した確認応答パケットのうち、前記選択的確認応答の情報が該確認応答パケットの直前に受信した確認応答パケットの前記選択的確認応答の情報と一致する前記確認応答パケットの数である重複パケット数を求め、
前記廃棄率測定部は、前記送信パケット数が前記確認応答パケット数と前記再送要求パケット数との合計よりも大きい場合、前記送信パケット数と前記確認応答パケット数と前記重複パケット数とに基づいて、前記廃棄率を求めること、を特徴とする通信装置。
- [請求項8] 請求項1に記載の通信装置であって、
前記パケットカウント部は、確認応答パケットに含まれる前記確認

応答及び前記選択的確認応答の情報と、該確認応答パケットの直前に前記受信部が受信した確認応答パケットに含まれる前記確認応答及び前記選択的確認応答の情報との差分から、前記他の通信装置が受信したパケットの数である受信パケット数を求め、

前記廃棄率測定部は、前記送信パケット数と前記受信パケット数とに基づいて前記廃棄率を求めること、を特徴とする通信装置。

[請求項9] 請求項1に記載の通信装置であって、

前記廃棄率の変化に応じて、パケットを前記他の通信装置に送信するための帯域を制御する帯域制御部と、を更に有し、

前記送信部は、前記制御された帯域に従ってパケットを送信すること、を特徴とする通信装置。

[請求項10] 通信装置からネットワークに送出されたパケットの廃棄率を測定するパケット廃棄率測定方法であって、

前記通信装置から前記ネットワークに送出されたパケットの数である送信パケット数を求め、

前記送信パケット数と、前記通信装置が前記ネットワークを介して受信した確認応答パケットに含まれる確認応答及び前記選択的確認応答の情報と、に基づいて、所定期間における前記通信装置から前記ネットワークに送出されたパケットの廃棄率を求めること、を特徴とするパケット廃棄率測定方法。

[請求項11] 請求項10に記載のパケット廃棄率測定方法であって、

前記確認応答及び前記選択的確認応答の情報に基づいて、前記ネットワークに送出されたパケットのうち再送要求されたパケットの数である再送要求パケット数を求め、

前記送信パケット数と前記再送要求パケット数とに基づいて、前記廃棄率を求めること、を特徴とするパケット廃棄率測定方法。

[請求項12] 請求項10に記載のパケット廃棄率測定方法であって、

前記通信装置が受信した確認応答パケットの数である確認応答パケ

ット数、及び、前記通信装置が受信した確認応答パケットのうち、前記選択的確認応答の情報が該確認応答パケットの直前に受信した確認応答パケットの前記選択的確認応答の情報と一致する確認応答パケットの数である重複パケット数を求め、

前記送信パケット数、前記確認応答パケット数、及び、前記重複パケット数に基づいて、前記廃棄率を求めること、を特徴とするパケット廃棄率測定方法。

[請求項13] 請求項10に記載のパケット廃棄率測定方法であって、
前記廃棄率の高さに応じて前記廃棄率の求め方を変更すること、を特徴とするパケット廃棄率測定方法。

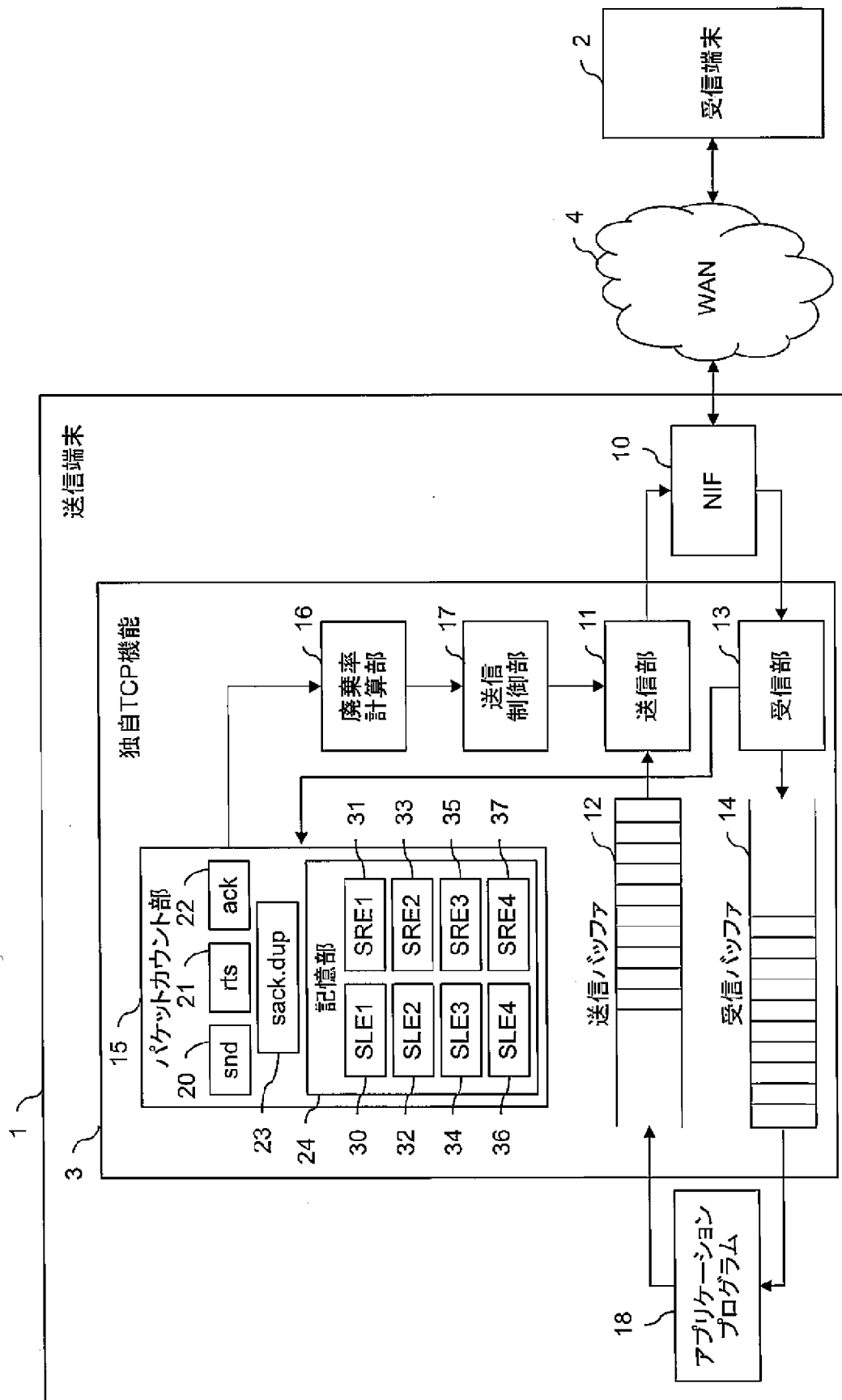
[請求項14] 請求項10に記載のパケット廃棄率測定方法であって、
前記通信装置が受信した確認応答パケットの数である確認応答パケット数と、前記確認応答及び前記選択的確認応答の情報に基づいて前記通信装置から送信されたパケットのうち再送要求されたパケットの数である再送要求パケット数と、を求め、

前記送信パケット数と、前記再送要求パケット数と、前記確認応答パケット数との関係に応じて、前記廃棄率の求め方を変更すること、を特徴とする廃棄率測定方法。

[請求項15] 請求項10に記載のパケット廃棄率測定方法であって、
前記廃棄率の変化に応じて、パケットを前記通信装置から前記ネットワークに送信するための帯域を制御し、
前記制御された帯域に従って前記通信装置がパケットを送信すること、を特徴とするパケット廃棄率測定方法。

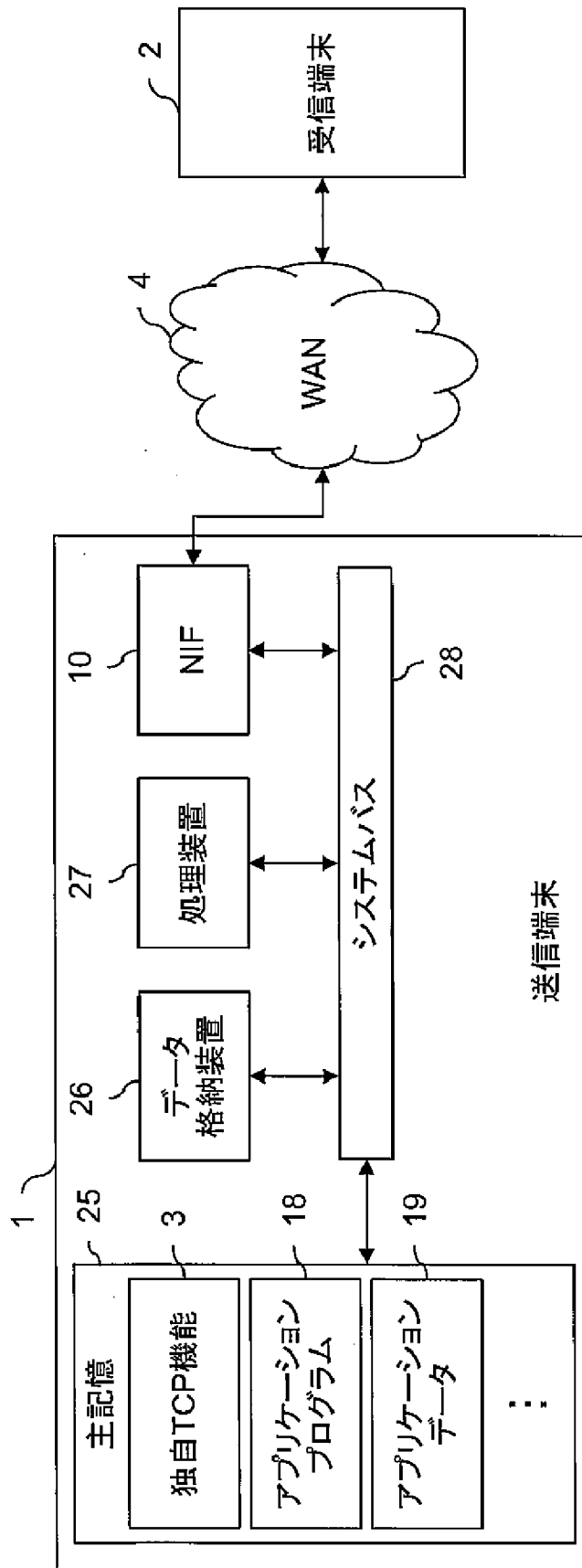
[図1]

図1

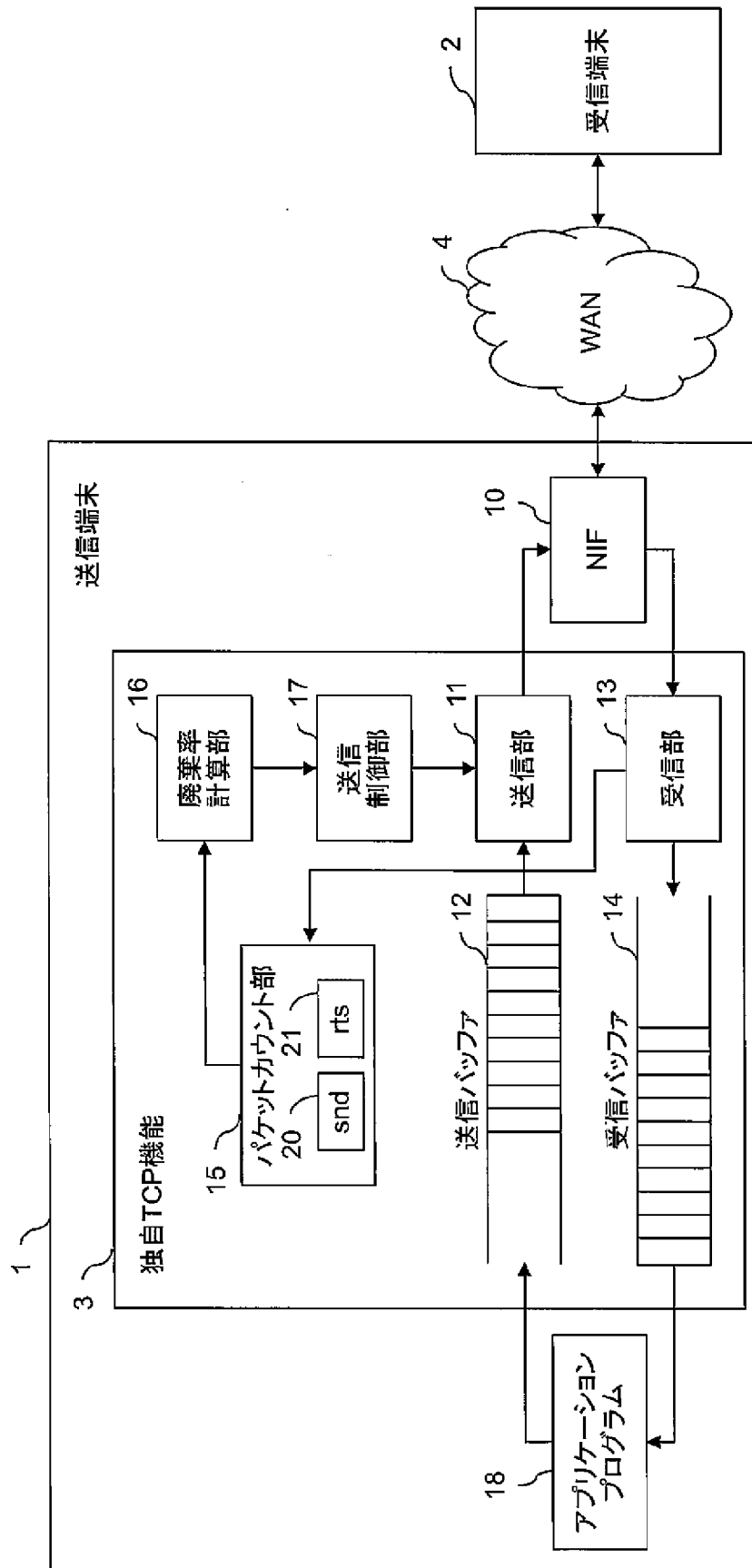


[図2]

図2

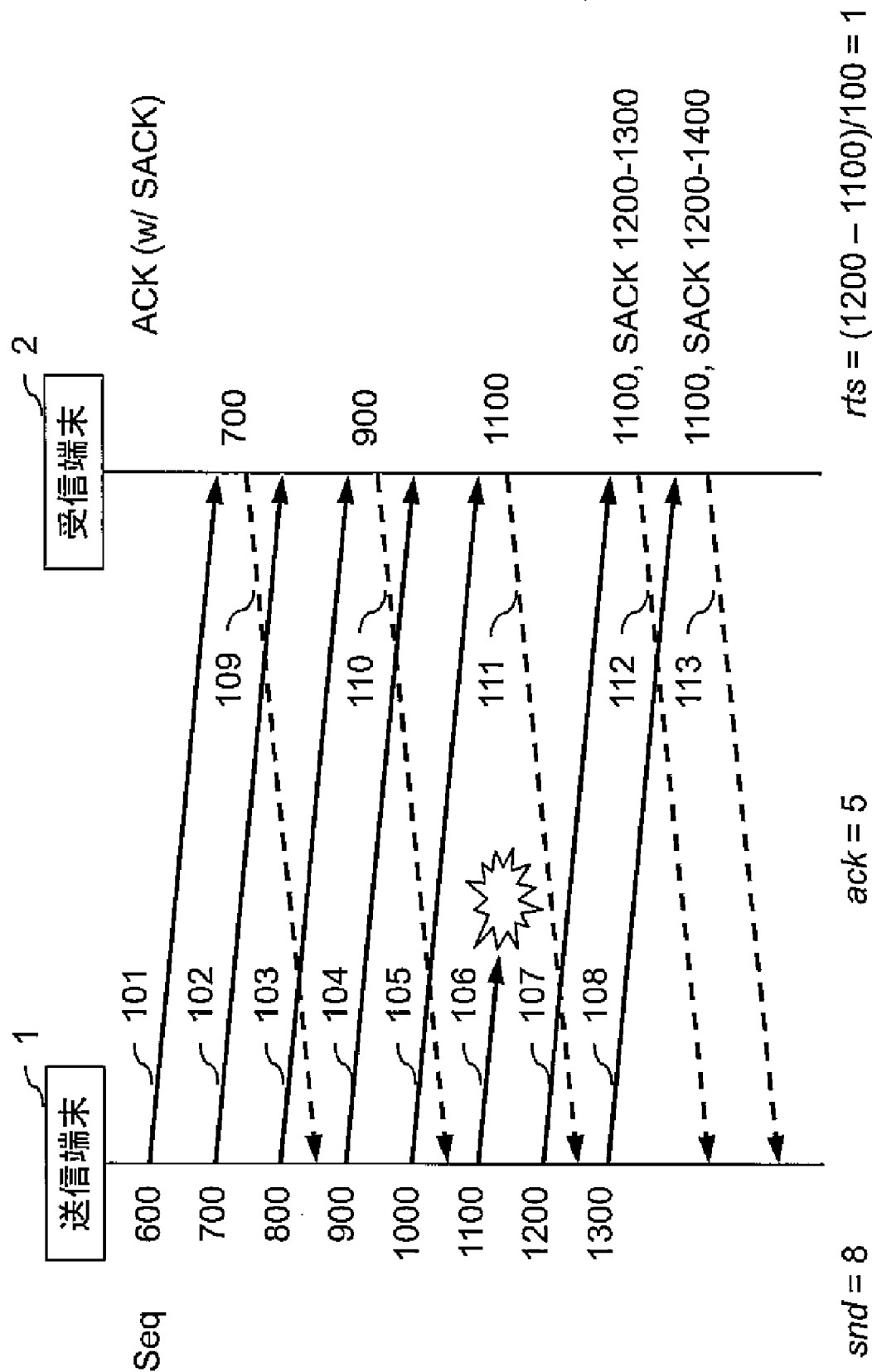


[図3]



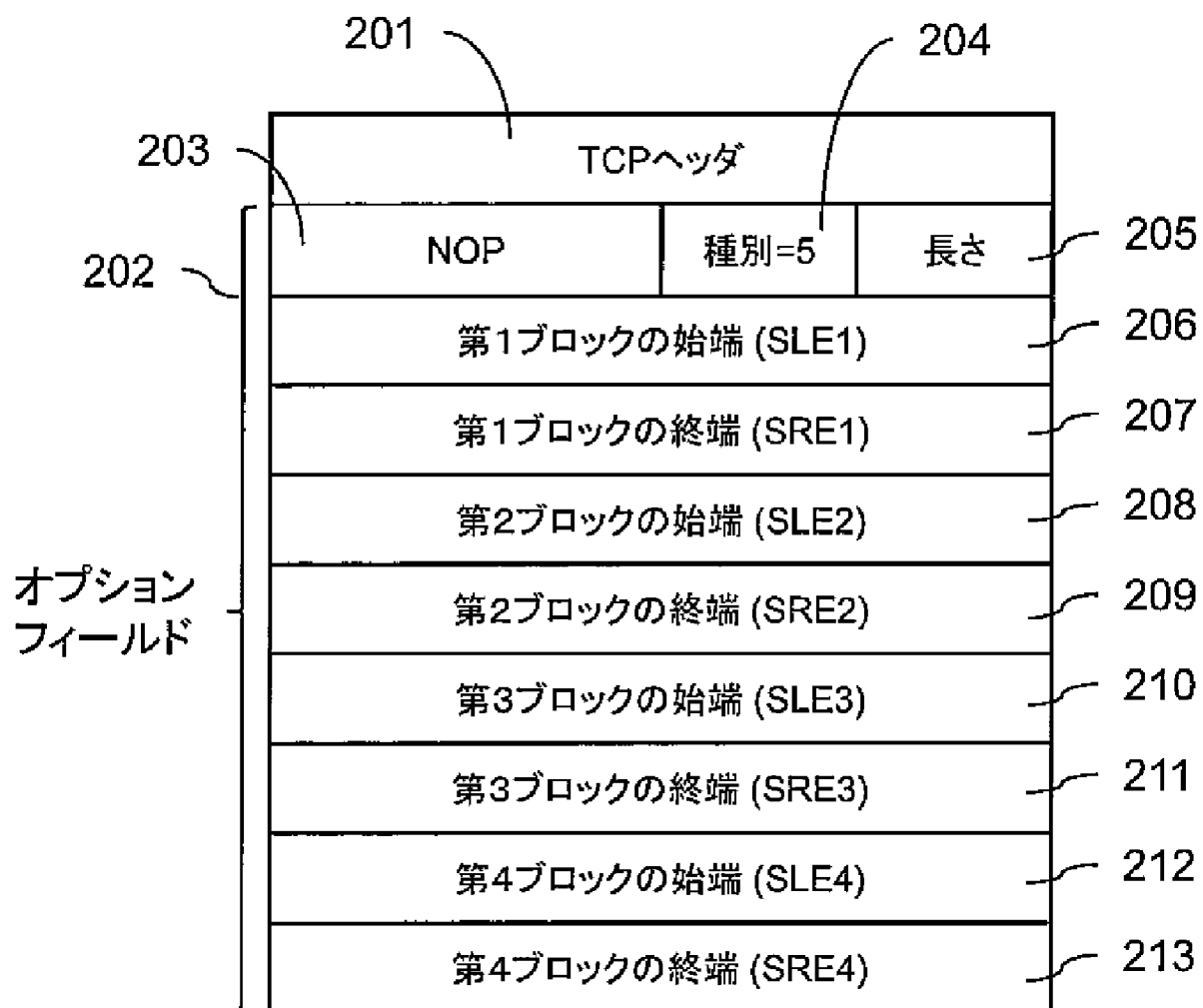
[図4]

図4



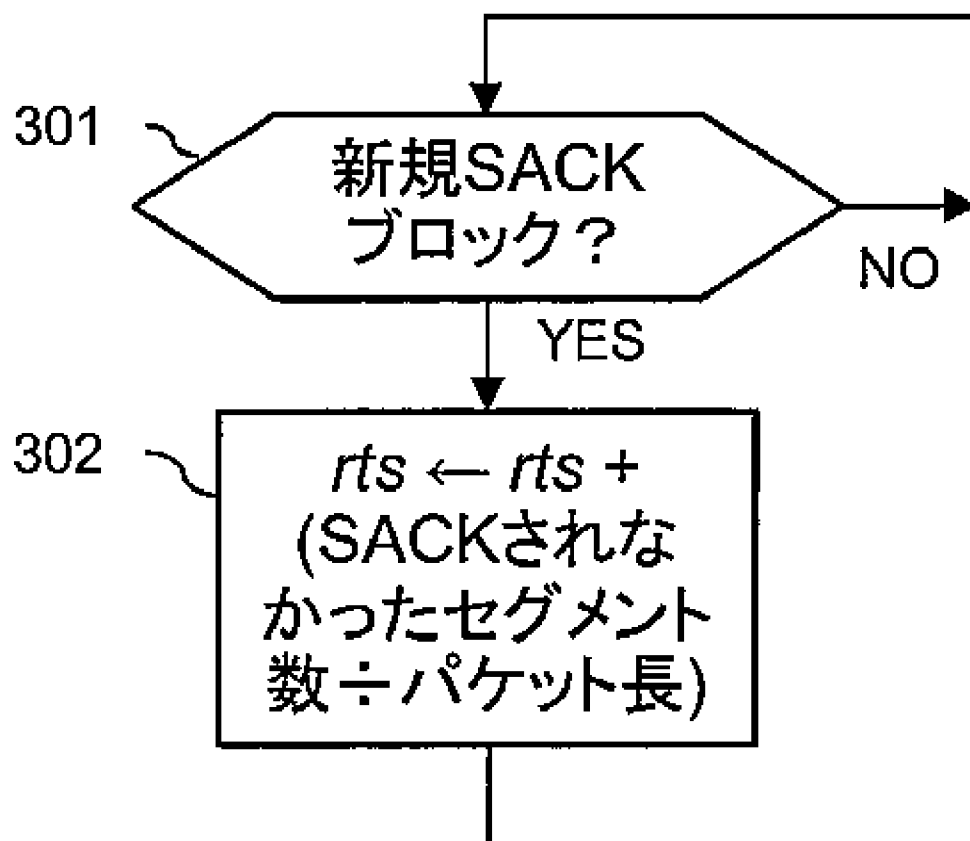
[図5]

図5



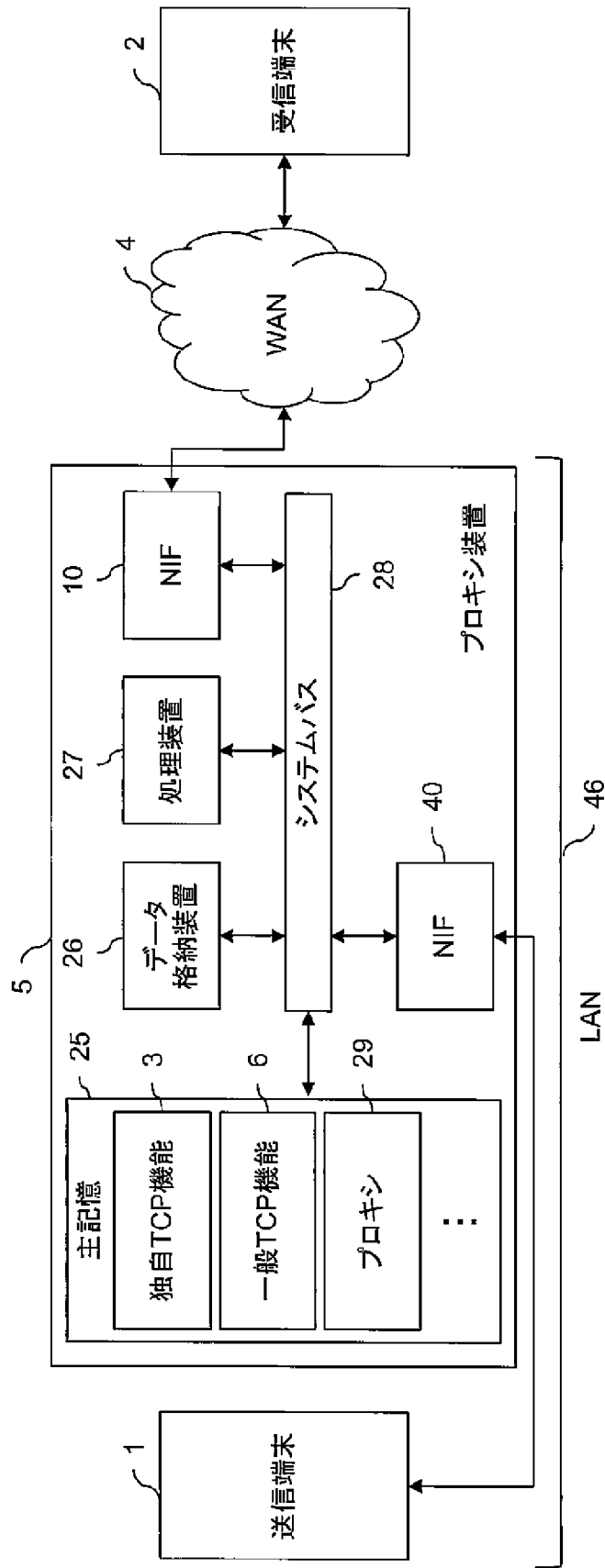
[図6]

図6

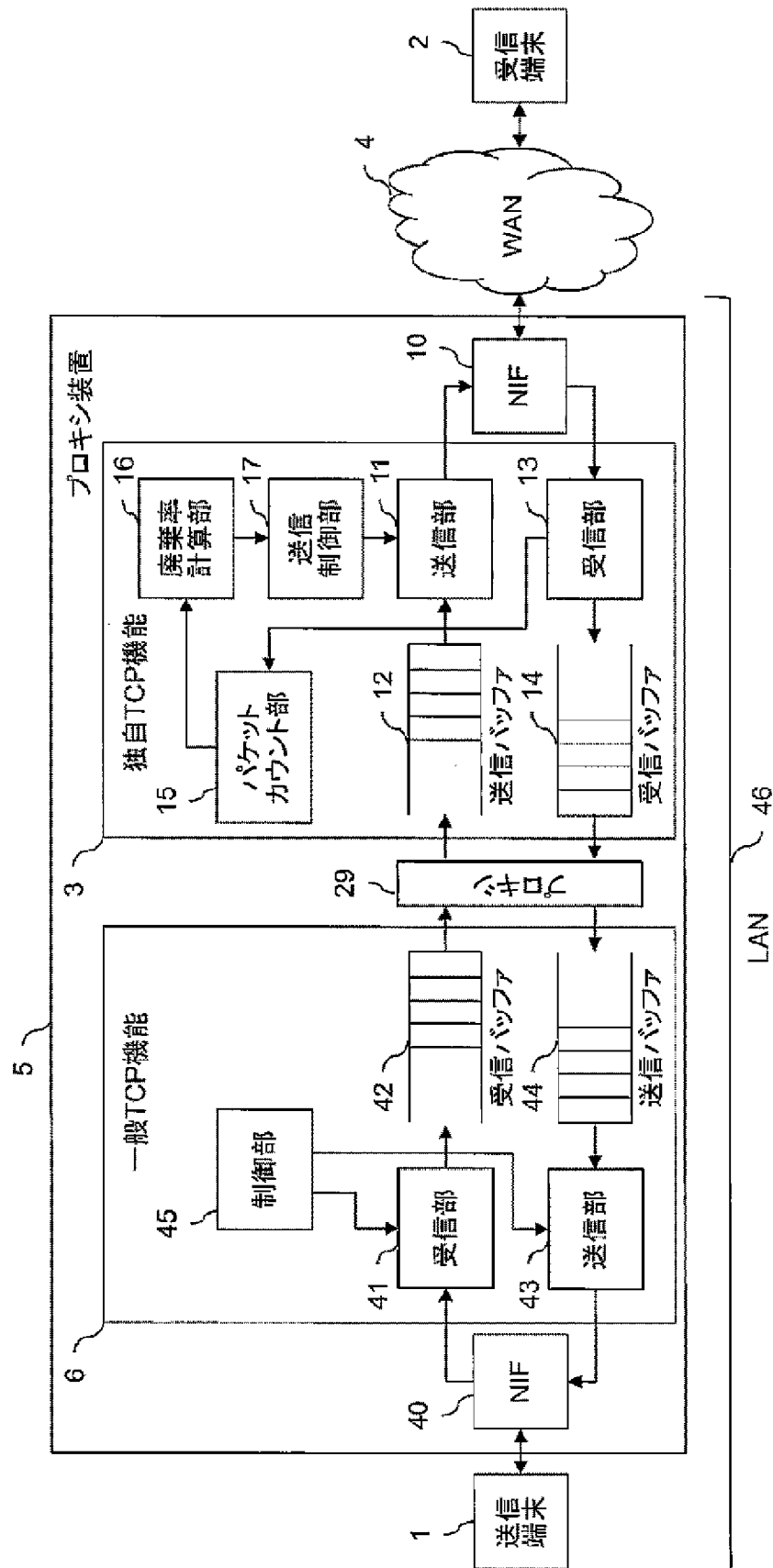


[図7]

図7

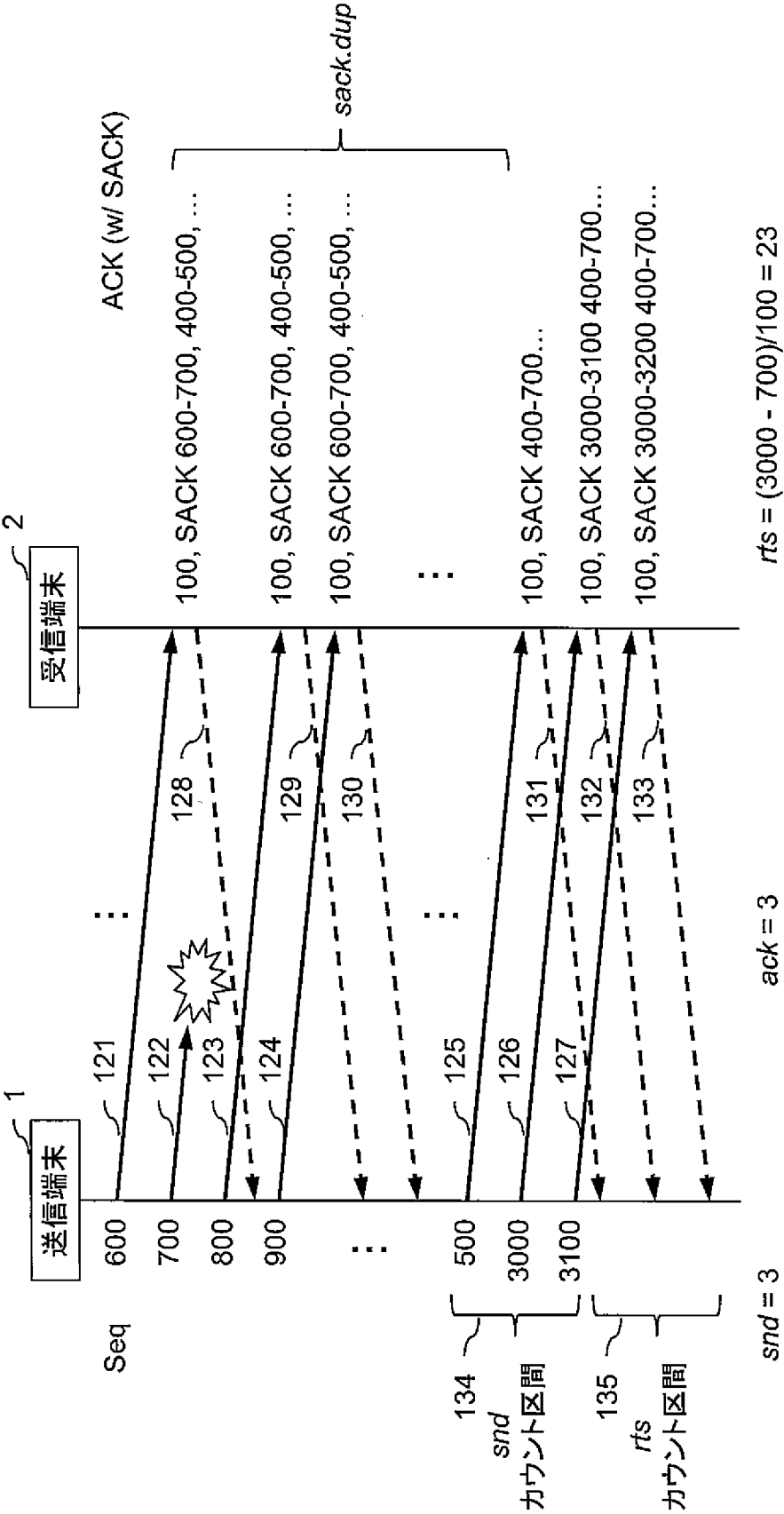


[図8]



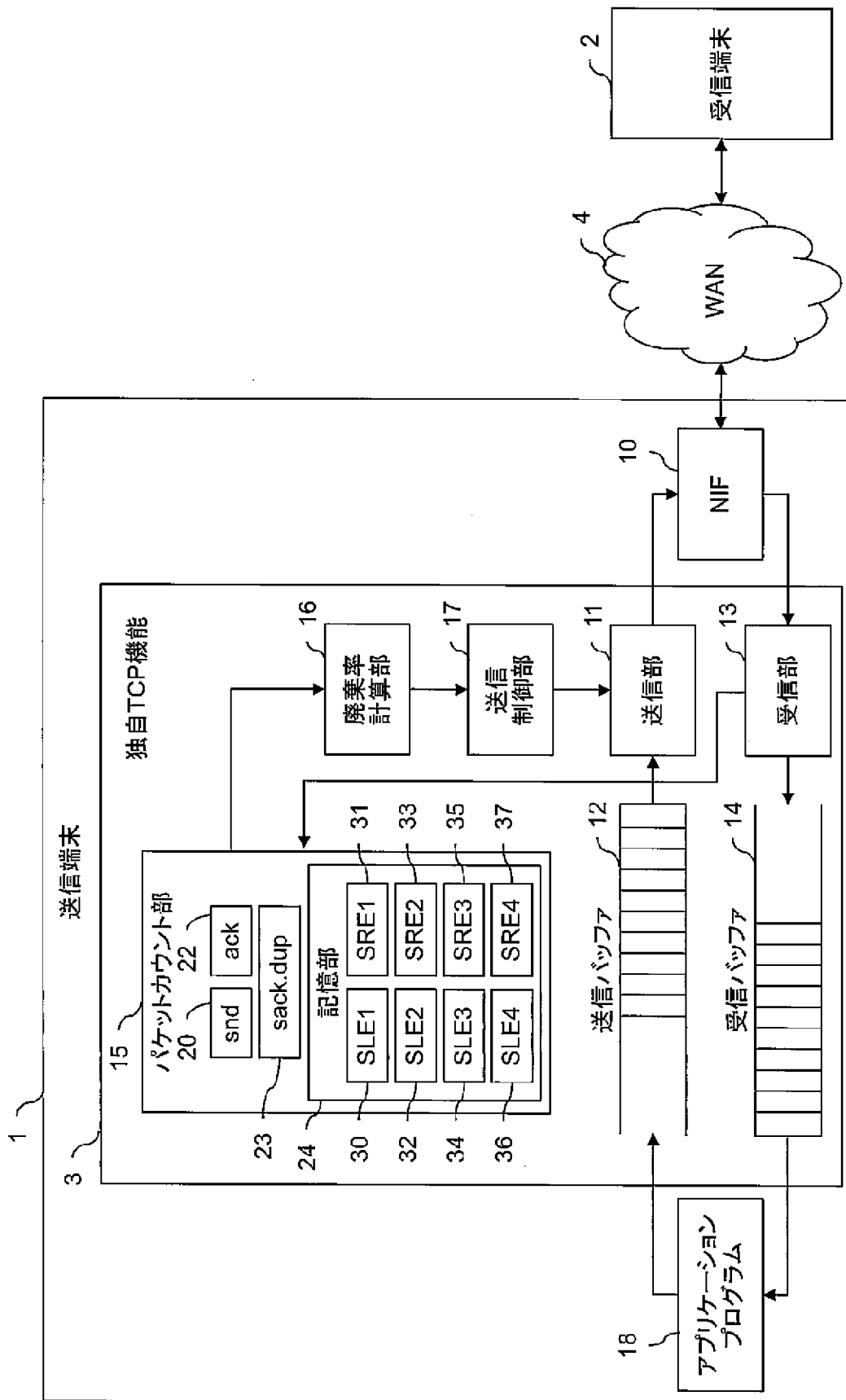
[図9]

図9



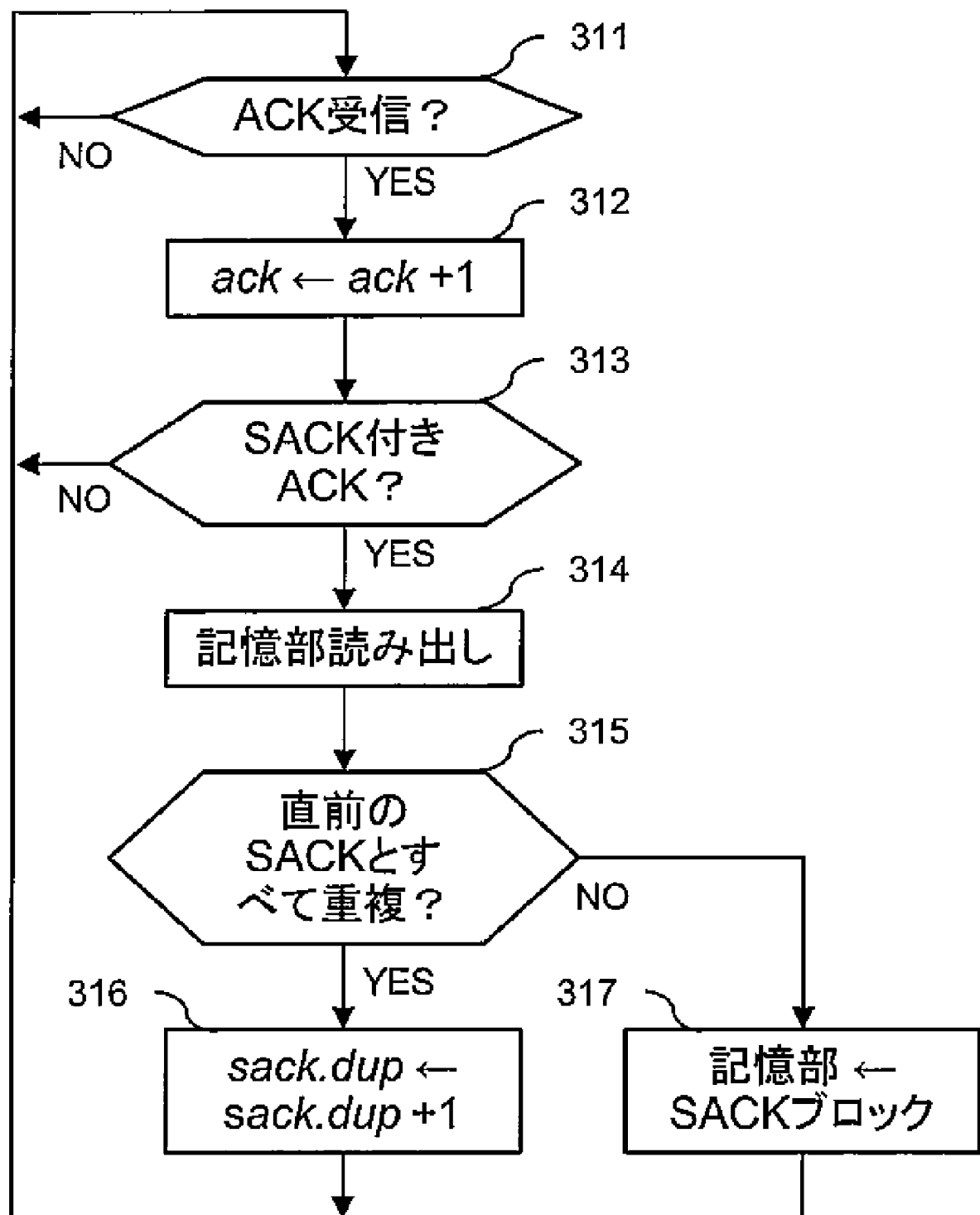
[図10]

図10



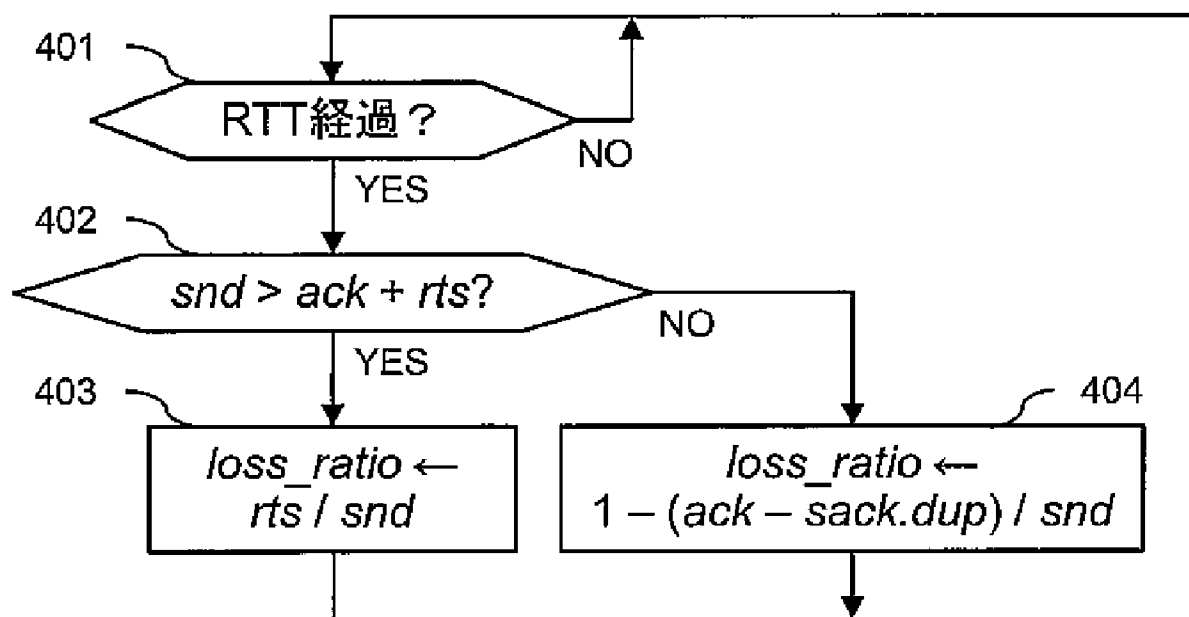
[図11]

図11



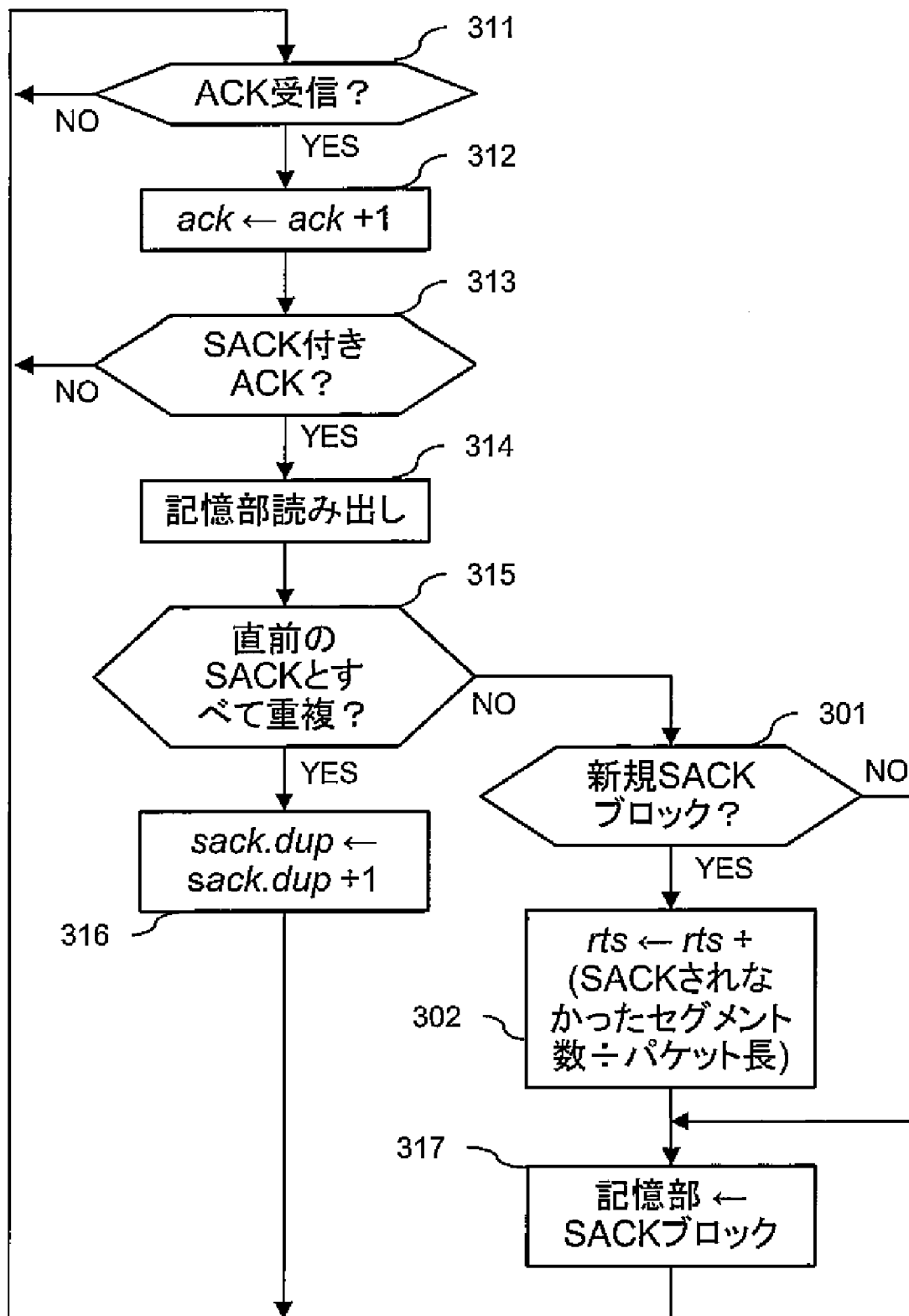
[図12]

図12

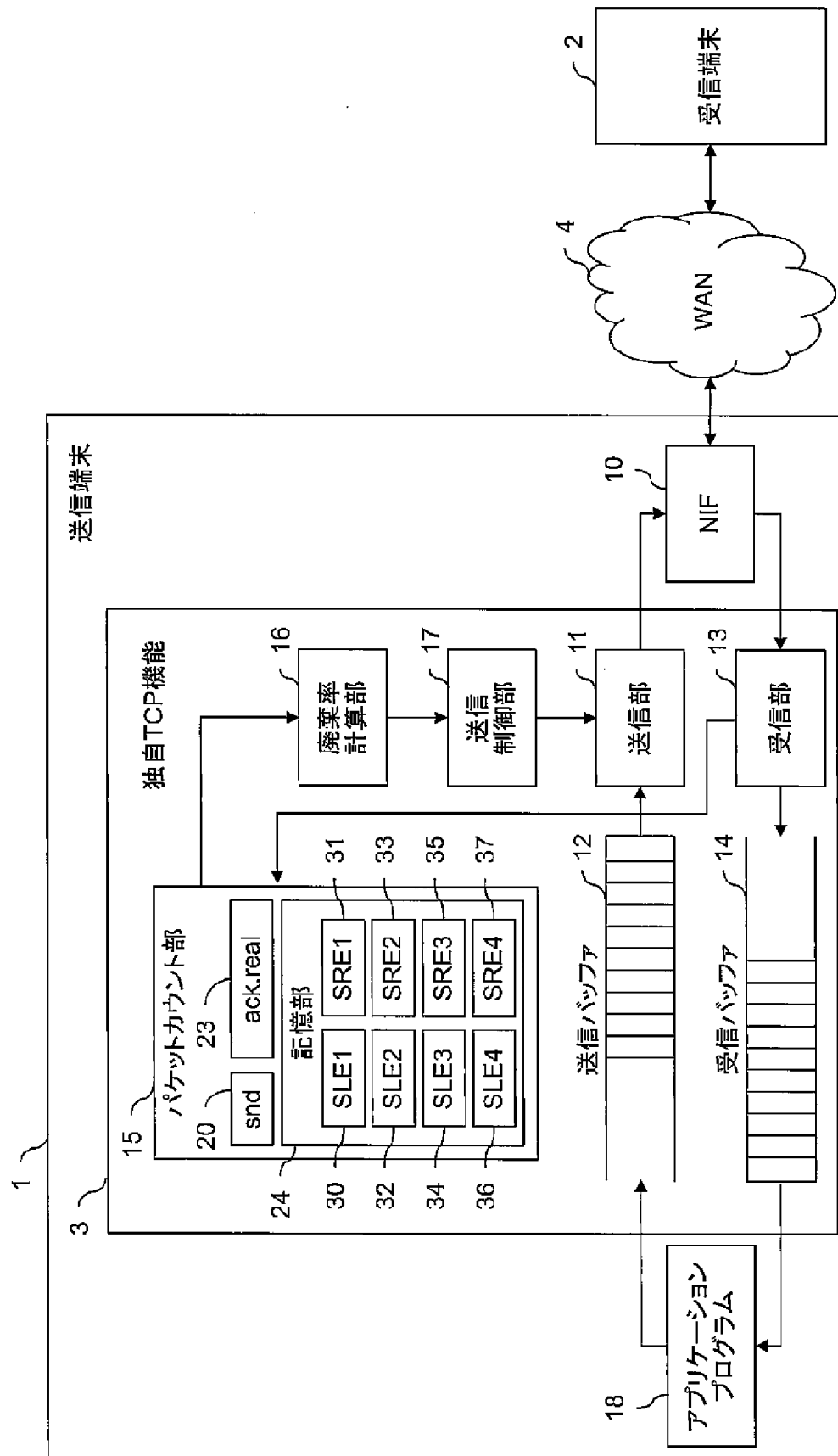


[図13]

図13

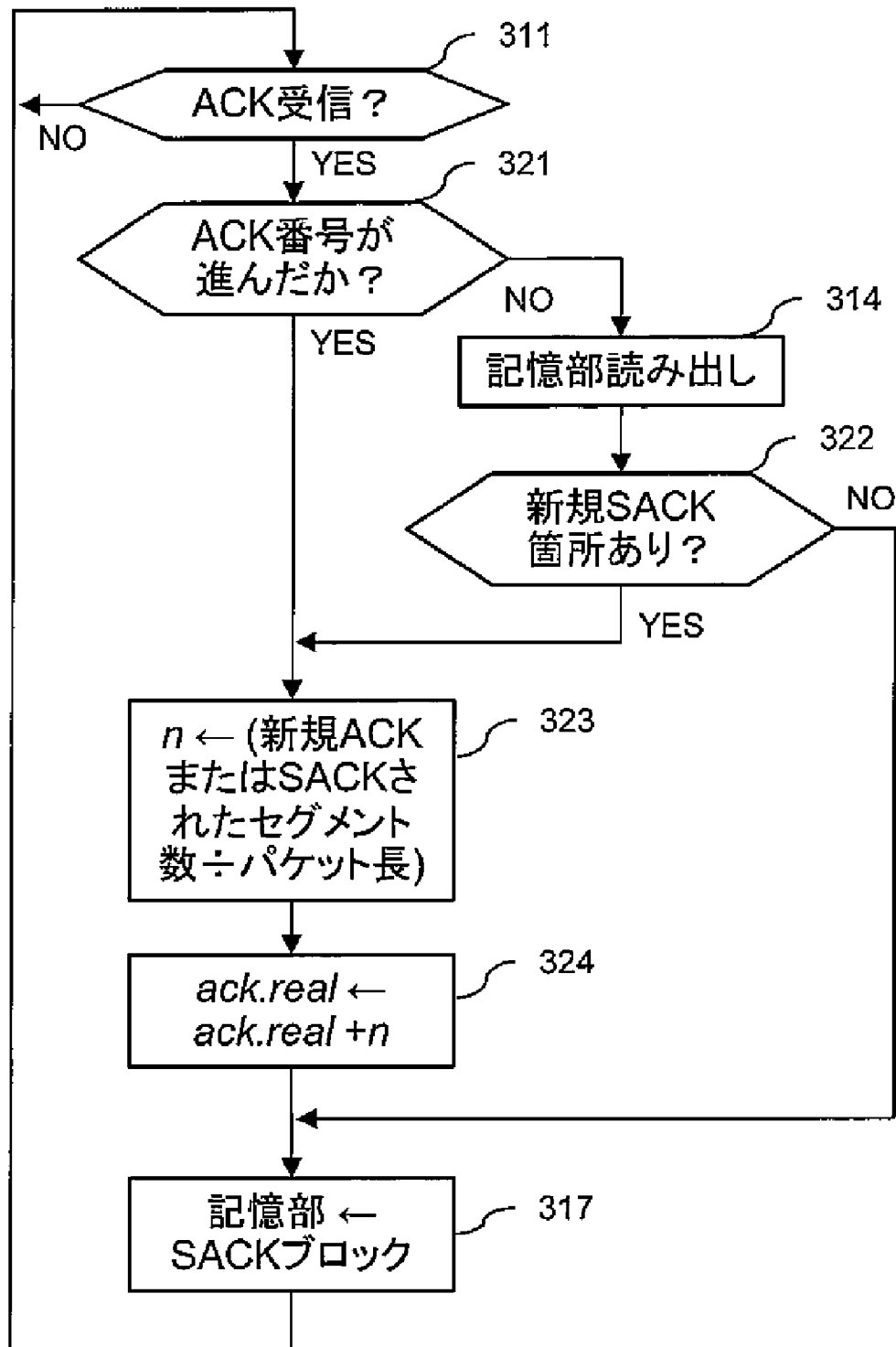


[図14]



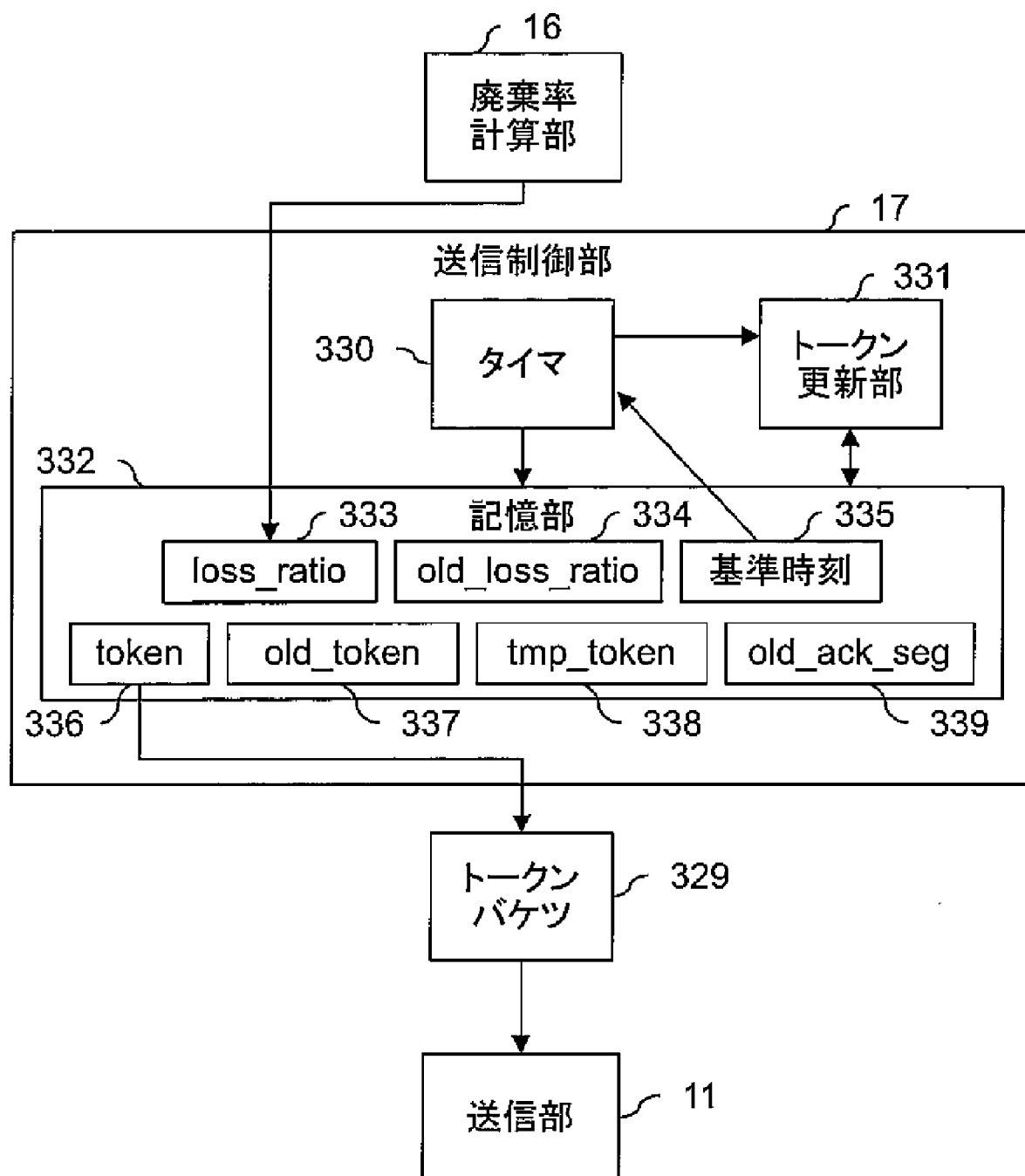
[図15]

図15

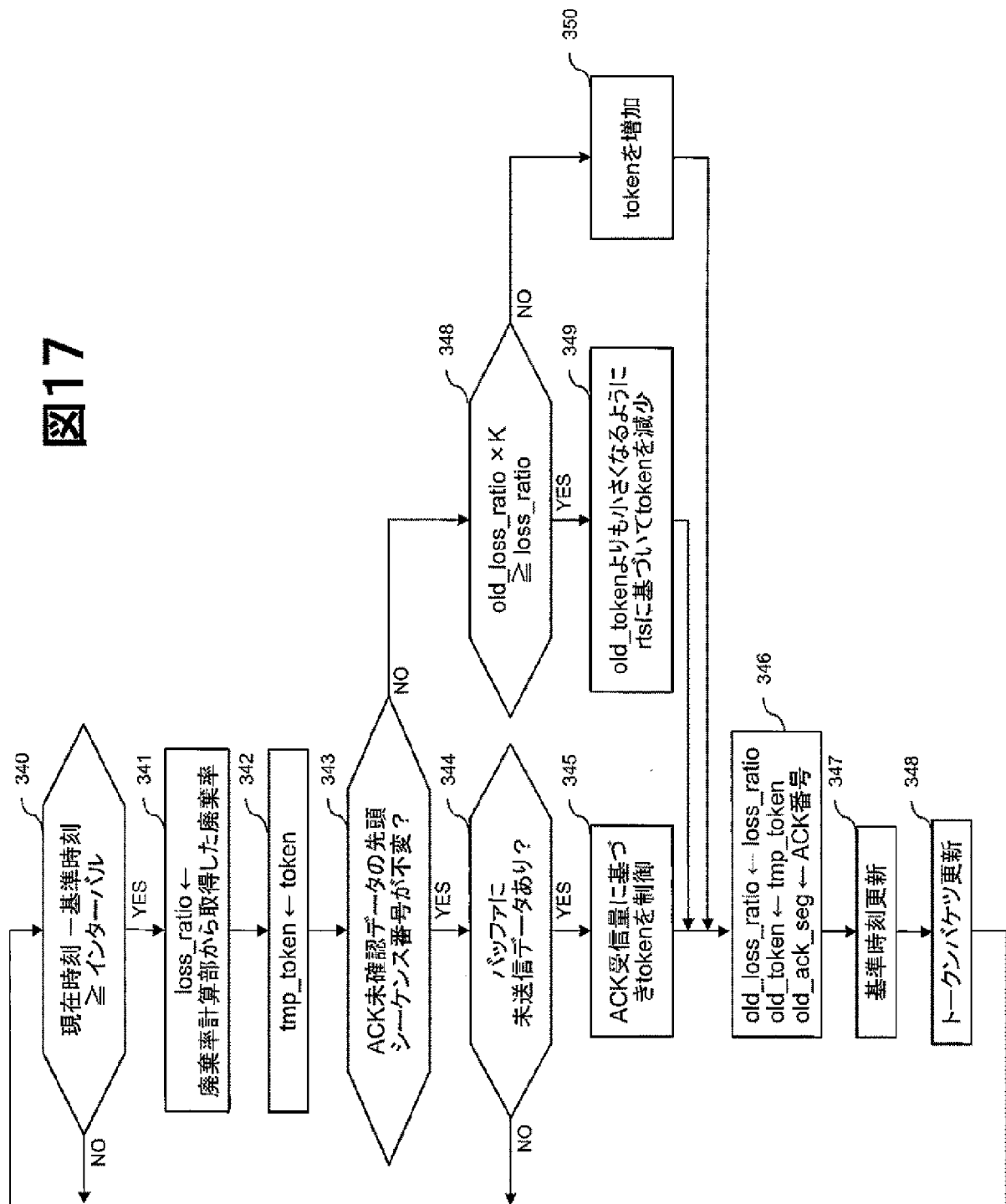


[図16]

図16



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/078895

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L12/70(2013.01)i, H04L1/16(2006.01)i, H04L12/811(2013.01)i

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)

H04L12/70, H04L1/16, H04L12/811

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 A	Mark ALLMAN et al., Estimating Loss Rates With TCP, ACM Performance Evaluation Review, [online], 2003, [retrieval date 2013.1.10], Internet <URL: http://roland.grc.nasa.gov/~weddy/papers/least-per2003.pdf>, "3 Retransmission", "5 LEAST for TCP SACK"	1-3, 10-12 4-9, 13-15
X A	Kazuhiro TAIRA et al., "TCP Proxy Mechanism using TCP-STAR for High-speed Satellite Link", IEICE Technical Report, 10 January 2008 (10.01.2008), vol.107, no.423, pages 53 to 58, "3. proposal system"	1, 2, 9-11, 15 3-8, 12-14

☒ 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
20 January, 2014 (20.01.14)

Date of mailing of the international search report
28 January, 2014 (28.01.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/078895

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2007/0121506 A1 (Wydrowski), 31 May 2007 (31.05.2007), paragraphs [0033] to [0049], [0092] & EP 1886443 A & WO 2007/084177 A2 & KR 10-2008-0031175 A & AU 2006336276 A	1, 8-10, 15 2-7, 11-14
P, X	JP 2013-132019 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 04 July 2013 (04.07.2013), paragraphs [0017] to [0058], [0074] to [0092]; fig. 2 to 8 (Family: none)	1, 8, 10
A	JP 11-122296 A (Ultra-high Speed Network and Computer Technology Laboratories), 30 April 1999 (30.04.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04L12/70(2013.01)i, H04L1/16(2006.01)i, H04L12/811(2013.01)i

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（I P C））

Int.Cl. H04L12/70, H04L1/16, H04L12/811

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

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）

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 請求項の番号
X A	Mark ALLMAN et al., Estimating Loss Rates With TCP, ACM Performance Evaluation Review, [online], 2003, [検索日 2013.1.10], インターネット<URL: http://roland.grc.nasa.gov/~weddy/papers/least-per2003.pdf >, “3 Retransmission”, “5 LEAST for TCP SACK”	1-3, 10-12 4-9, 13-15
X A	平 和弘ら, 高速衛星回線に適したTCP-S T A Rを利用したコネクション分割機構, 電子情報通信学会技術研究報告, 2008.01.10, 第107巻, 第423号, 第53-58頁, “3. 提案方式”	1, 2, 9-11, 15 3-8, 12-14

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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」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

「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

2 0 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

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）

山田 倍司

5 X

3 8 5 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 9 6

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 請求項の番号
X A	US 2007/0121506 A1 (Wydrowski) 2007. 05. 31, 段落 [0 0 3 3] - [0 0 4 9] , [0 0 9 2] & EP 1886443 A & WO 2007/084177 A2 & KR 10-2008-0031175 A & AU 2006336276 A	1, 8-10, 15 2-7, 11-14
P, X	JP 2013-132019 A (日本電信電話株式会社) 2013. 07. 04, 段落 【 0 0 1 7 】 - 【 0 0 5 8 】 , 【 0 0 7 4 】 - 【 0 0 9 2 】 , 図 2 - 8 (ファミリーなし)	1, 8, 10
A	JP 11-122296 A (株式会社超高速ネットワーク・コンピュータ技術 研究所) 1999. 04. 30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15