

(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
2012年2月23日(23.02.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/023538 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 12/56 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/068518
- (22) 国際出願日: 2011年8月15日(15.08.2011)
- (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 2010-182012 2010年8月17日(17.08.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社(NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 式谷 尚樹 (SHIKITANI Naoki) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 工藤 実(KUDOH Minoru); 〒1400013 東京都品川区南大井六丁目2番10号カドヤビル6階 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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: COMMUNICATION DEVICE, COMMUNICATION SYSTEM, COMMUNICATION METHOD, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 通信装置、通信システム、通信方法、および記録媒体

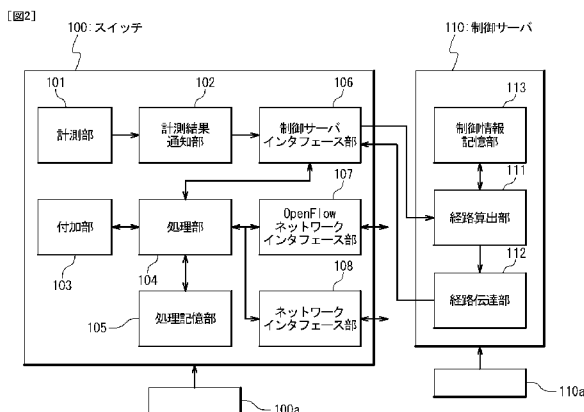


FIG. 2:
 100 Switch
 101 Measurement unit
 102 Measurement result notification unit
 103 Addition unit
 104 Processing unit
 105 Processing storage unit
 106 Control server interface unit
 107 OpenFlow network interface unit
 108 Network interface unit
 110 Control server
 111 Path calculation unit
 112 Path propagation unit
 113 Control information storage unit

(57) Abstract: A communication device belonging to a network is provided with an addition unit, a measurement unit, a measurement result notification unit, a processing rule storage unit, and a processing unit. The addition unit adds, to a reception frame, communication state measurement information when the communication device is an entrance edge node for the network. The measurement unit measures the communication state on the basis of the communication state measurement information when the communication device is an exit edge node for the network. The measurement result notification unit notifies the measurement result to a control device which controls the network. The processing rule storage unit refers to identification information of the reception frame and stores a processing rule associated with the frame identification information and processing for the frame. The processing unit processes the reception frame in accordance with the processing rule.

(57) 要約: ネットワークに属する通信装置が、付加部と、計測部と、計測結果通知部と、処理規則記憶部と、処理部とを備えている。前記付加部は、前記通信装置が前記ネットワークの入口エッジノードである場合に、受信フレームに通信状況計測用の情報を付加する。計測部は、前記通信装置が前記ネットワークの出口エッジノードである場合に、前記通信状況計測用の情報に基づいて通信状況を計測する。計測結果通知部は、前記計測結果を、前記ネットワークを制御する制御装置へ通知する。処理規則記憶部は、受信フレームの識別情報を参照し、フレームの識別情報と、該フレームに対する処理とを対応付けた処理規則を記憶する。処理部は、前記処理規則に従って前記受信フレームの処理を行う。

WO 2012/023538 A1

明 細 書

発明の名称：

通信装置、通信システム、通信方法、および記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、通信経路の状況を計測する通信装置、通信システム、通信方法、および記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 近年、通信ネットワーク上において経路制御を行う技術として、非特許文献1にOpenFlowという技術が提案されている。OpenFlowは、通信をEnd-to-Endのフロー（flow）として捉え、フロー単位で経路制御、障害回復、負荷分散、最適化を行うものである。転送ノードとして機能するOpenFlowSwitch（OFS）は、OpenFlowController（OFC）との通信用のセキュアチャネル（Secure Channel）を備え、OFCから適宜追加または書き換え指示されるフローテーブルに従って動作する。フローテーブルには、フロー毎に、パケットヘッダと照合するルールと、処理内容を定義したアクションと、フロー統計情報との組が定義される。

[0003] 例えば、OFSは、パケットを受信すると、フローテーブルから、受信パケットのヘッダ情報に適合するルール（FlowKey）を持つエントリを検索する。検索の結果、受信パケットに適合するエントリが見つかった場合、OFSは、受信パケットに対して、当該エントリのアクションフィールドに記述された処理内容を実施する。一方、前記検索の結果、受信パケットに適合するエントリが見つからなかった場合、OFSは、セキュアチャネルを介して、OFCに対して受信パケットまたは受信パケットのヘッダ情報を転送する。この転送により、受信パケットの送信元・送信先に基づいたパケットの経路の決定を依頼し、これを実現するフローエントリを受け取ってフローテーブルを更新する。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1: OpenFlow Switch Specification Version 1.0.0 (Wire Protocol 0x01)、2009年12月31日、[2010年7月20日検索]、インターネット<URL: <http://www.openflowswitch.org/documents/openflow-spec-v1.0.0.pdf>>

非特許文献2: ITU-T Recommendation Y.1731

発明の概要

[0005] 非特許文献1に記載のOpenFlowを用いたネットワークにおいて、経路障害や輻輳が発生し、経路の切り替えが必要となった場合、一般的には、OFCにおいて、トポロジの再構築と経路計算を行い、各OFSのフローテーブルの設定が行われている。

[0006] しかし、上記の方法では、経路障害や輻輳が発生する度にOFCにおいてトポロジ再構築・経路計算を行う必要があるため、新しい経路をOFSに設定し、経路が切り替えられるまでに時間がかかるという課題がある。

[0007] 本発明の目的は、上述した課題を解決することが可能な、通信装置、通信システム、通信方法、および通信プログラムを提供することにある。

[0008] 本発明の一の観点では、ネットワークに属する通信装置が、前記通信装置が前記ネットワークの入口エッジノードである場合に、受信フレームに通信状況計測用の情報を付加する付加部と、前記通信装置が前記ネットワークの出口エッジノードである場合に、前記通信状況計測用の情報に基づいて通信状況を計測する計測部と、前記通信状況の計測結果を、前記ネットワークを制御する制御装置へ通知する計測結果通知部と、受信フレームの識別情報を参照し、フレームの識別情報と、該フレームに対する処理とを対応付けた処理規則を記憶する処理規則記憶部と、前記処理規則に従って前記受信フレームの処理を行う処理部とを備えている。

[0009] 本発明の他の観点では、通信システムが、上述の通信装置と、前記通信装置から受信した前記計測結果から、前記受信フレームの経路を算出する経路算出部と、前記算出した経路を記憶する経路記憶部と、前記経路記憶部に記憶された経路に基づいて、経路上の通信装置にフレームの処理規則を設定する経路伝達部と、を備える制御装置とを備えている。

[0010] 本発明の更に他の観点では、通信方法が、ネットワークに属する通信装置が前記ネットワークの入口エッジノードである場合に、受信フレームに通信状況計測用の情報を付加するステップと、前記通信装置が前記ネットワークの出口エッジノードである場合に、前記通信状況計測用の情報に基づいて通信状況を計測するステップと、前記通信状況の計測結果を、前記ネットワークを制御する制御装置へ通知するステップと、受信フレームの識別情報を参照し、フレームの識別情報と該フレームに対する処理とを対応付けた処理規則に従って前記受信フレームの処理を行うステップとを含む。

[0011] 本発明の更に他の観点では、実行されたときにネットワークに属する通信装置に通信プロセスを実行させるプログラムを記憶した非一時的記憶媒体が提供される。前記通信プロセスは、前記通信装置が前記ネットワークの入口エッジノードである場合に、受信フレームに通信状況計測用の情報を付加するステップと、前記通信装置が前記ネットワークの出口エッジノードである場合に、前記通信状況計測用の情報に基づいて通信状況を計測するステップと、前記通信状況の計測結果を、前記ネットワークを制御する制御装置へ通知するステップと、受信フレームの識別情報を参照し、フレームの識別情報と該フレームに対する処理とを対応付けた処理規則に従って前記受信フレームの処理を行うステップとを備えている。

[0012] 本発明によれば、ネットワークの通信状況に応じて、制御サーバによる経路の切り替えを高速に行うことが可能となる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]第1の実施形態のシステムの構成を示すブロック図である。

- [図2]第1の実施形態のシステムの構成を示すブロック図である。
- [図3]第1の実施形態の処理記憶部の構成を示すブロック図である。
- [図4]第1の実施形態の制御情報記憶部の構成を示すブロック図である。
- [図5]第1の実施形態のフレームフォーマットを示す図である。
- [図6]第1の実施形態のフローテーブルを示す図である。
- [図7]第1の実施形態のPBBテーブルを示す図である。
- [図8]第1の実施形態の通信状況テーブルを示す図である。
- [図9]第1の実施形態のMAC検索テーブルを示す図である。
- [図10]第1の実施形態の動作を示すシーケンスチャートである。
- [図11]第1の実施形態の動作を示すシーケンスチャートである。
- [図12]第1の実施形態の動作を示すシーケンスチャートである。
- [図13]第1の実施形態の動作を示すシーケンスチャートである。
- [図14]第2の実施形態のシステムの構成を示すブロック図である。
- [図15]第3の実施形態のシステムの構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0014] <第1の実施形態>

以下、本発明の第1の実施形態について、図面を用いて詳細に説明する。

[0015] (全体構成)

図1は、第1の実施形態によるシステムの構成を示すブロック図である。図1に示すシステムは、ネットワーク150、ネットワーク160、ネットワーク170から構成される。さらに、ネットワーク150は、スイッチ100、スイッチ120、スイッチ130、スイッチ140、制御サーバ110を含む。以下では、このネットワーク150における動作を中心に説明する。また、図1の矢印は、本実施形態で説明するパケットの経路(スイッチ100-スイッチ120-スイッチ130-スイッチ140)を示している。制御サーバ110と各スイッチとは、点線で図示するように、それぞれ接続されている。この接続は、各スイッチ間を接続するネットワークとは別の専用線でも良いし、同じネットワークでも良い。

- [0016] また、ネットワーク150において、他のネットワーク160、ネットワーク170と接続するスイッチ100とスイッチ140は、それぞれ入口エッジノード、出口エッジノードとして動作する。
- [0017] ここで、非特許文献1に記載のOpenFlowを図1のネットワーク150に適用する場合には、スイッチ100～140がOFSに、制御サーバ110がOFCにそれぞれ対応する。
- [0018] 以下では、OpenFlowを例に挙げて説明するが、本実施形態の適用範囲はOpenFlowに限られるものではない。OpenFlowと同様に、ネットワークを集中管理するような技術であれば、適用され得る。
- [0019] 図2は、第1の実施形態によるスイッチ100と制御サーバ110の構成を示すブロック図である。なお、図2にはスイッチ100の構成しか示していないが、図1のスイッチ120、130、140も同様の構成であるため、その説明は省略する。
- [0020] (スイッチ各部の機能)
- スイッチ100は、計測部101、計測結果通知部102、付加部103、処理部104、処理記憶部105、制御サーバインタフェース部106、OpenFlowネットワークインタフェース部107、ネットワークインタフェース部108を含む。
- [0021] 計測部101は、受信フレームに含まれるシーケンス番号、フレームの送信時刻等から、通信状況を計測する。より具体的には、フレームロス率、平均遅延時間、平均受信レートを計算することにより通信状況を計測する。なお、この計測は、スイッチがネットワーク内の出口エッジノードに位置するときに行われる。図1のネットワーク150の場合は、スイッチ140において、上記の計測が行われる。
- [0022] 計測結果通知部102は、計測部101において通信状況の計測が行われた場合、制御サーバインタフェース部106を経由して、計測結果を制御サーバ110へ送信する。
- [0023] 付加部103は、上述した通信状況計測用の情報（シーケンス番号、フレ

ームの送信時刻)に加え、ネットワーク150内での転送に必要な情報を付加する。本実施形態では、PBB (Provider Backbone Bridge) と呼ばれる方式を用いて、これを実現する。しかしながら、本実施形態の適用例はPBBに限られるものではなく、受信データのカプセル化を行うような技術 (EoE: Ethernet (登録商標) Over Ethernet) の適用も可能である。また、受信フレームに対し、単に上述の通信状況計測用の情報と転送に必要な情報を付加する方法をとることも可能である。

[0024] PBBは、通信事業者向けの通信方式であるPB (Provider Bridge) を用いたネットワークを束ねるためのバックボーンネットワーク向けの技術として、IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers) において標準化が進められているものである。

[0025] 一般的に、PBBネットワークとPBネットワークの境界にはエッジノードが設けられている。このエッジノードにおいて、PBネットワークから受信したフレームをMAC (Media Access Control) -in-MACフレームに変換し、PBBネットワーク内では、MAC-in-MACフレームを用いた通信が行われる。

[0026] 本実施形態では、図1のネットワーク160およびネットワーク170をPBネットワークに、ネットワーク150をPBBネットワークに、それぞれ対応させて適用する場合について説明する。なお、ネットワーク160およびネットワーク170は、PBネットワークに限られるものではなく、どのようなネットワークであっても適用することが可能である。

[0027] 図5は、本実施形態で用いるフレームフォーマットを示している。図5のフレームは、dst MAC (宛先MACアドレス)、src MAC (送信元MACアドレス)、Type (Ether Type)、PDU (Protocol Data Unit)、FCS (Frame Check Sequence: フレーム誤り検出) を含む受信フレーム (元データ) を

付加部103でカプセル化したものである。

[0028] このカプセル化により、図5に示す通り、元データに対してPBBヘッダが追加されている。PBBヘッダは、Backbone dst MAC (バックボーン宛先MACアドレス：以下「宛先B-MACアドレス」)、Backbone src MAC (バックボーン送信元MACアドレス：以下「送信元B-MACアドレス」)、B-TAG (Backbone VLAN Tag)、I-TAG (Service Instance Tag)を含む。宛先B-MACアドレスは、ネットワーク150内で使用される、フレームの宛先MACアドレスを示し、送信元B-MACアドレスは、ネットワーク150内のフレームの送信元MACアドレスを示している。B-TAGには、ネットワーク150内で使用される経路の識別子、B-VID (B-VLAN ID: Backbone-Virtual Local Area Network Identifier) が格納される。

[0029] さらに、本実施形態で使用するI-TAGについて説明する。図5に示す通り、I-TAGは、I-TAG TPID (I-TAG Protocol Identifier: I-TAGプロトコルID)、I-PCP (I-TAG Priority Code Point: I-TAG優先度コードポイント)、I-DEI (I-TAG Drop Eligible Indication: I-TAG優先廃棄識別)、予約、I-SID (Service Instance ID)を含む。

[0030] ここで、本実施形態においては、図5に示すように、I-SIDの領域にFlow ID、シーケンス番号、送信時刻情報を付加する。Flow IDは、ネットワーク150の入口エッジノード(図1ではスイッチ100)で付加される、OpenFlowにおけるフロー単位の識別子である。このFlow IDは、制御サーバ110によって管理される。

[0031] シーケンス番号は、ネットワーク150の入口エッジノードで付加される。シーケンス番号は、同じ経路を通るフレーム(同一フローのフレーム)を送信する度に、1ずつインクリメントされる数値である。ネットワーク15

0の出口エッジノード（図1ではスイッチ140）は、この値を監視することで、経路内の受信レートとフレームロスを計測する。

[0032] 送信時刻情報は、ネットワーク150の入口エッジノードで付加される。送信時刻情報は、装置内で時刻を計測するRTC（Real Time Clock：図では非表示）等から取得する。出口エッジノードでは、フレームに付加された送信時刻情報と、自装置内のRTCから取得した現在時刻情報とを比較することで、経路内の遅延時間を計測する。

[0033] また、上述のフレームロス率、平均遅延時間、平均受信レートのうち、どの情報を計測するかという判断に合わせて、シーケンス番号と送信時刻情報のいずれかを選択して付加することも可能である。例えば、フレームロス率だけを計測する場合は、シーケンス番号を、平均遅延時間または平均受信レートを計測する場合は、送信時刻情報を、それぞれ付加すれば計測可能である。

[0034] 処理部104は、処理記憶部105内のフローテーブル105-1に格納された受信フレームに対応する処理規則（エントリ）に従って、受信フレームの処理を行う。なお、この処理規則とは、OpenFlowにおいては、フローテーブルエントリに相当する。このフローテーブル105-1の詳細については、後述する。

[0035] より具体的には、まず、フローテーブル105-1に受信フレームに該当する処理規則があるかどうかを検索する。フローテーブル105-1に該当する処理規則があった場合には、記載された処理を行う。この処理とは、OpenFlowにおける「Action」に相当する。本実施形態における処理とは、典型的には受信フレームの転送経路上の次のスイッチに転送することを想定しているが、これに限られるものではない。転送以外の処理の例としては、ユニキャスト、マルチキャスト、廃棄制御、負荷分散制御、障害回復制御、仮想ポート・トンネル転送制御、暗号化などが挙げられる。

[0036] また、フローテーブル105-1に該当する処理規則がない場合には、制御サーバインタフェース部106を経由して、制御サーバ110に受信フレ

ームの処理を問い合わせる。なお、この動作は、OpenFlowにおける「Packet-in」の動作に相当する。

[0037] 図3は、処理記憶部105の詳細を示したブロック図である。処理記憶部105は、図6に示すフローテーブル105-1と、図7に示すPBBテーブル105-2とを格納している。

[0038] まず、フローテーブル105-1は、フローごとの検索キーと、処理(Action)とが対応付けられたエントリを格納している。Flow IDは、上述の通りフローの識別子を示す。Ingress Portは、フレームの入力ポートを示す。dst MACは、フレームの送信先MACアドレスを示す。src MACは、フレームの送信元MACアドレスを示す。Ether IDは、フレームのEther Typeを示す。VLAN IDは、フレームのVLAN IDを示す。VLAN Priorityは、フレームのPriority(優先度)を示す。IP srcは、フレームの送信元IP(Internet Protocol)アドレスを示す。IP dstは、フレームの宛先IPアドレスを示す。IP Protoは、フレームのIPのプロトコルタイプを示す。IP ToS bitsは、フレームのIPのToS(Type of Service)を示す。TCP/UDP src portは、フレームのTCP/UDP(Transmission Control Protocol/User Datagram Protocol)の送信元ポート番号を示す。TCP/UDP dst portは、フレームのTCP/UDPの宛先ポート番号を示す。Actionは、対応するフレームに対する処理内容を示している。

[0039] フローの検索キーの例としては、送信元MACアドレス、宛先MACアドレス、VLAN-ID(Virtual Local Area Network Identifier)等を選択することが挙げられる。なお、フローテーブル105-1は、OpenFlowにおけるフローテーブルに相当するものである。

[0040] PBBテーブル105-2は、図7に示す通り、Flow ID、宛先B

—MACアドレス、送信元B—MACアドレス、B—V I Dを格納している。

[0041] 制御サーバインタフェース部106は、スイッチ100と制御サーバ110との間の通信のインタフェースである。OpenFlowにおいては、Secure Channelを経由しての通信が行われる。

[0042] OpenFlowネットワークインタフェース部107は、OpenFlowを適用したネットワーク（図1ではネットワーク150）上のノード（図1ではスイッチ120）との通信インタフェースである。

[0043] ネットワークインタフェース部108は、OpenFlowネットワーク以外のネットワーク（図1ではネットワーク160およびネットワーク170）との通信インタフェースである。

[0044] 上述の計測部101、計測結果通知部102、付加部103、処理部104、制御サーバインタフェース部106、OpenFlowネットワークインタフェース部107、ネットワークインタフェース部108は、ハードウェアとして実装されてもよく、ソフトウェアとそれを実行する演算装置の組み合わせとして実装されてもよい。実装されるソフトウェアは、それを記憶する非一時的記録媒体100aを用いてスイッチ100にインストールされてもよい。また、処理記憶部105は、半導体メモリ等の任意の記憶装置として実装されてもよい。

[0045] （制御サーバ各部の機能）

制御サーバ110は、経路算出部111、経路伝達部112、制御情報記憶部113を含む。

[0046] 経路算出部111は、制御情報記憶部113を参照し、受信した情報に応じて、所定のアルゴリズムによってフローの経路を算出する。より具体的には、経路算出部111は、まず、スイッチ100から通信状況の計測結果またはPacket-inメッセージを受信する。次に、制御情報記憶部113に格納されるネットワーク150のトポロジ情報等を参照し、所定のアルゴリズムによって、適切なフローの経路を算出する。経路算出に用いるアル

ゴリズムは、どのようなものでも良い。

- [0047] 経路伝達部 112 は、経路算出部 111 で算出した経路に対応する処理規則を、制御サーバインタフェース部 106 を経由して、経路上の各スイッチの処理記憶部 105 に通知する。同時に、PBBヘッダのカプセル化に必要な情報（宛先B-MACアドレス、送信元B-MACアドレス、B-VIDなど）をスイッチ100に通知する。なお、この動作は、OpenFlowにおいては、「Flow_mod」に相当するものである。
- [0048] 図4は制御情報記憶部113の詳細を示すブロック図である。制御情報記憶部113は、トポロジテーブル113-1と、通信状況テーブル113-2と、MAC検索テーブル113-3を含む。
- [0049] トポロジテーブル113-1は、制御サーバ110が制御するネットワーク150のトポロジ情報を格納している。通信状況テーブルは、通信経路（フロー）ごとの通信状況を格納している。なお、トポロジテーブル113-1は、どのようなデータ構造で構成されていても構わないので、詳細な説明は省略する。
- [0050] 図8は、通信状況テーブル113-2の詳細を示している。通信状況テーブル113-2は、宛先B-MACアドレス、送信元B-MACアドレス、B-VIDに加え、Frame Loss、Average Delay Time、Average Rateを格納している。Frame Lossは、該当経路におけるフレームのロス率を示しており、その単位は%である。Average Delay Timeは、該当経路におけるフレームの平均遅延時間を示しており、その単位は μs (micro second) である。Average Rateは、該当経路におけるフレームの平均受信レートを示しており、その単位はfps (frame per second) である。
- [0051] 図9は、MAC検索テーブル113-3の詳細を示している。MAC検索テーブル113-3は、ネットワーク150外からの受信フレームに含まれるMACと、ネットワーク150内で使用するPBB用のB-MACアドレ

ストを対応付けて格納するテーブルである。MAC検索テーブル113-3は、ネットワーク150の構築時に作成される。

[0052] 上述の経路算出部111、経路伝達部112は、ハードウェアとして実装されてもよく、ソフトウェアとそれを実行する演算装置の組み合わせとして実装されてもよい。実装されるソフトウェアは、それを記憶する非一時的記録媒体110aを用いて制御サーバ110にインストールされてもよい。また、制御情報記憶部113は、HDD (hard disc drive)、半導体メモリ等の任意の記憶装置として実装されてもよい。

[0053] (動作)

以下、本実施形態の動作について、図10から図13を用いて詳細に説明する。図10および図11は、入口エッジノードであるスイッチ100と制御サーバ110の動作を示したシーケンスチャートである。図12は、スイッチ120、スイッチ130、制御サーバ110の動作を示したシーケンスチャートである。図13は、出口エッジノードであるスイッチ140と制御サーバ110の動作を示したシーケンスチャートである。

[0054] (入口エッジノードにおける動作)

最初に、ネットワーク150の入口エッジノードであるスイッチ100の動作について図10および図11を用いて説明する。まず、スイッチ100は、ネットワーク160内のノード(図には非表示)から、フレームを受信する(図10:ステップS101)。ここで受信したフレーム(以下、受信フレーム)のフォーマットは、図5に示すフレームフォーマットの「元データ」の部分に相当する。

[0055] 次に、処理部104が、受信フレームのヘッダに格納された情報をキーとして、フローテーブル105-1から、受信フレームに対応するエントリがあるかどうかを検索する(図10:ステップS102)。検索の結果、該当エントリがあった場合は、次に、後述する図11のステップS108を行う。検索の結果、該当エントリがない場合は、受信フレームのヘッダ情報を制御サーバ110に転送する(図10:ステップS103)。

- [0056] 続いて、制御サーバ110において、受信フレームのヘッダ情報に格納されている宛先MACアドレス（dst MAC）をキーに、対応する宛先B-MACアドレスを検索する（図10：ステップS104）。
- [0057] 次に、経路算出部111は、受信フレームのヘッダの情報と、関連する経路の通信状況等を踏まえて、所定のアルゴリズムによって経路を決定する。決定した経路は、通信状況テーブル113-2に格納される（図10：ステップS105）。
- [0058] 経路伝達部112は、決定した経路に対応する処理規則を、経路上の各スイッチのフローテーブル105-1に通知する。同時に、決定した経路の送信元B-MACアドレス、宛先B-MACアドレス、B-VID、Flow IDをPBBテーブル105-2に通知する（図10：ステップS106）。
- [0059] 続いて、スイッチ100は、ステップS106で通知された情報を基に、フローテーブル105-1とPBBテーブル105-2の更新を行う（図11：ステップS107）。
- [0060] 各テーブルの更新を行った後、付加部103は、RTCから現在の時刻を取得し（図11：ステップS108）、B-MAC、B-TAG、I-TAGのカプセル化を行い、フレームを送信する（図11：ステップS109）。
- [0061] 最後に、シーケンス番号がインクリメントされ、スイッチ100内に記憶される。
- [0062] （中継ノードにおける動作）
続いて、ネットワーク150内の中継ノードであるスイッチ120における動作について図12を用いて説明する。以下では、スイッチ120の動作について説明するが、スイッチ130においてもその動作は同様である。
- [0063] まず、スイッチ120は、スイッチ100からフレームを受信する（図12：ステップS111）。続いて、処理部104は、フローテーブル105-1を検索する（図12：ステップS112）。該当エントリがある場合に

は、該当エントリに従って、受信フレームの処理を行う（図12：ステップS113）。本実施形態の場合は、受信フレームを転送経路上の次のスイッチ（スイッチ130）へ転送するという処理が与えられる。仮に、該当エントリがない場合には、制御サーバ110に対して問い合わせを行うが、この場合は、既に該当エントリが設定されていることを前提としているため、その説明は省略する。

[0064] （出口エッジノードにおける動作）

最後に、ネットワーク150内の出口エッジノードであるスイッチ140における動作について図13を用いて説明する。

[0065] まず、スイッチ140は、スイッチ130からフレームを受信する（図13：ステップS121）。

[0066] 続いて、計測部101は、受信フレームに格納されているシーケンス番号を、スイッチ140が格納するシーケンス番号の履歴と比較し、（差分-1）の値を記憶する（図13：ステップS122）。

[0067] また、計測部101は、受信フレームに格納されている送信時刻情報を、RTCから取得した現在時刻情報と比較して、その差分を記憶する（図13：ステップS123）。

[0068] さらに、計測部101は、記憶しておいた前回のフレーム受信時の時刻情報を、RTCから取得した現在時刻情報と比較して、その差分を記憶する（図13：ステップS124）。

[0069] 次に、処理部104は、受信フレームのPBBヘッダをデカプセル化し、デカプセル化後の元データに格納されている宛先MACアドレスに従って、ネットワーク170の該当ノードに転送する（図13：ステップS125）。

[0070] ステップS125までの動作の後に、スイッチ140は、同一フローのフレームをN個受信したかどうかの判定を行う（図13：ステップS126）。Nの値は、任意の値であり、例えば、制御サーバ110を操作するネットワーク150のオペレータが入力することが考えられる。同一フローのフレ

ームをN個受信した場合には、ステップS 1 2 7を行う。同一フローのフレームをN個受信していない場合には、ステップS 1 2 7を行わず、再度フレームを受信するまで待機する。

[0071] ステップS 1 2 6において、同一フローのフレームをN個受信したと判断された場合には、ステップS 1 2 7を行う。ステップS 1 2 7では、計測部 1 0 1 が、シーケンス番号と、送信時刻情報とから、フレームロス率、平均遅延時間、平均受信レートを計算する。

[0072] ここで、フレームロス率は、ステップS 1 2 2で記憶したシーケンス番号の(差分-1)の値の履歴の総和を、受信フレームの個数N個で除算することにより求められる。平均遅延時間は、ステップS 1 2 3で記憶した時刻の差分の履歴の総和を、受信フレームの個数N個で除算することにより求められる。平均受信レートは、ステップS 1 2 4で記憶した時刻の差分の逆数を、受信フレームの個数N個で除算することにより求められる。

[0073] スイッチ 1 4 0 では最後に、計測結果通知部 1 0 2 は、ステップS 1 2 7で算出した計測結果を制御サーバ 1 1 0 に転送する(ステップS 1 2 8)。

[0074] 計測結果を受信した制御サーバ 1 1 0 では、経路算出部 1 1 1 が、制御情報記憶部 1 1 3 を参照して、所定のアルゴリズムを用いて経路を算出し、トポロジテーブル 1 1 3 - 1 および通信状況テーブル 1 1 3 - 2 に算出した経路を格納する(ステップS 1 2 9)。

[0075] ここで、各スイッチが、自身が入口エッジノードまたは出口エッジノードであるか、を判断する方法について説明する。

[0076] あるスイッチが入口エッジノードであることを判断する方法としては、様々なものが挙げられる。例えば、受信フレームの特定のフィールドを参照する方法が挙げられる。例えば、本実施形態のように、PBBを適用する場合であれば、図5の元データの部分にS-TAG (Service VLAN Tag) と呼ばれるタグが付与されており(図5では非表示)、これを参照することで、自身が入口エッジノードであることを判断することができる。他の方法としては、LLDP (Link Layer Discover

y Protocol) を用いて、フレームを受信したポートの接続先が同機能を持つスイッチであるかどうかを判定する方法も挙げられる。または、制御サーバ110がトポロジを把握していることを利用して、制御サーバ110から、該当するスイッチが入口エッジノードであることを通知する方法をとることも可能である。

[0077] 次に、あるスイッチが出口エッジノードであることを判断するためには、受信フレームの宛先B-MACアドレスを参照すれば良い。受信フレームの宛先B-MACアドレスが自身のMACアドレスと一致する場合には、自身が出口エッジノードであると判断することができる。

[0078] (効果)

以上、説明した通り、本実施形態においては、ネットワークの入口エッジノードがフレームを受信した際に、通信状況計測用の情報を付加し、出口エッジノードにおいて、通信状況を計測し、制御サーバに通知し、制御サーバが経路の更新を行っている。

[0079] この動作により、制御サーバがネットワークの状況を監視しておくことが可能となる。その結果、障害発生時や回線品質の劣化を契機に、高速な経路切り替えを行うことが可能となる。

[0080] <第2の実施形態>

(構成と動作)

以下、本発明の第2の実施形態について、図14を用いて詳細に説明する。図14は、本実施形態によるシステムの構成を示したブロック図である。

[0081] 本実施形態のシステムは、スイッチ200と、制御サーバ210を含んでいる。なお、ネットワークの構成は、図1と同様であり、各スイッチと制御サーバが図14のものに置き換えられているものである。

[0082] スイッチ200は、計測部201、計測結果通知部202、付加部203、処理部204、処理記憶部205、制御サーバインタフェース部206、OpenFlowネットワークインタフェース部207、ネットワークインタフェース部208、OAM部209を含む。このうち、OAM部209以

外は、図2に示す第1の実施形態のスイッチ100の各構成要素と同様であるため、その説明は省略する。なお、OAM部209については後述する。また、第1の実施形態と同様に、計測部201、計測結果通知部202、付加部203、処理部204、制御サーバインタフェース部206、OpenFlowネットワークインタフェース部207、ネットワークインタフェース部208、OAM部209は、ハードウェアとして実装されてもよく、ソフトウェアとそれを実行する演算装置の組み合わせとして実装されてもよい。実装されるソフトウェアは、それを記憶する非一時的記録媒体200aを用いてスイッチ200にインストールされてもよい。また、処理記憶部205は、半導体メモリ等の任意の記憶装置として実装されてもよい。

[0083] 制御サーバ210は、経路算出部211、経路伝達部212、制御情報記憶部213を含む。スイッチ200と同様に、制御サーバ210の構成も図2に示す第1の実施形態の制御サーバ110の各構成要素と同様であるため、その説明は省略する。なお、上述の経路算出部211、経路伝達部212は、ハードウェアとして実装されてもよく、ソフトウェアとそれを実行する演算装置の組み合わせとして実装されてもよい。実装されるソフトウェアは、それを記憶する非一時的記録媒体210aを用いて制御サーバ210にインストールされてもよい。また、制御情報記憶部213は、HDD (hard disc drive)、半導体メモリ等の任意の記憶装置として実装されてもよい。

[0084] 以下、OAM部209について説明する。OAM部209は、処理記憶部205に登録されていない経路の通信状況を監視する。OAM部209には、例えば、非特許文献2に開示されているEther-OAM (Operation, Administration, Maintenance) を用いることが可能である。このEther-OAMは、非特許文献2に開示されている通り、ITU-T (International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector) による勧告 (Recommendation) として提案されているものである。より具体的には

、Ether-OAMのCC (Continuity Check) という機能を用いて、OAM部209の機能を実現することが可能である。

[0085] 以下、Ether-OAMを用いた場合のOAM部209の動作について説明する。OAM部209は、制御サーバインタフェース部206を経由して制御サーバ210から指定された経路に対して、周期的にCCフレームを送受信する。CCフレームは、処理部204でカプセル化され、OpenFlowネットワークインタフェース部207を経由して送信される。OAM部209は、このCCフレームを、第1の実施形態におけるPBBフレームと同様に扱うことで、処理記憶部205に登録されていない経路の通信状況の計測を行う。CCフレームの受信後の動作については、第1の実施形態の図10から図13に示す動作とほぼ同様であるため、その説明は省略する。

[0086] (効果)

以上、説明した通り、本実施形態によれば、OAM部209がスイッチ200に登録されていない経路に対しても通信状況の計測を行っている。

[0087] この動作により、制御サーバが、ネットワーク上の各スイッチに登録されていない経路の通信状況を把握することが可能となる。その結果、制御サーバがネットワークの任意の経路の状況を監視しておき、障害発生時や回線品質の劣化を契機に、高速な経路切り替えを行うことが可能となる。

[0088] <第3の実施形態>

(構成と動作)

以下、本発明の第3の実施形態について、図15を用いて詳細に説明する。

[0089] 図15は、本実施形態によるシステムの構成を示したブロック図である。本実施形態によるシステムは、通信装置1000と、制御装置1100とを含む。図15には表示していないが、通信装置1000と制御装置1100は、ネットワークに属している。

[0090] 通信装置1000は、計測部1001、計測結果通知部1002、付加部1003、処理部1004を含む。

- [0091] 計測部 1001 は、通信装置 1000 がネットワークの入口エッジノードである場合に、通信状況計測用の情報に基づいて、通信状況を計測する。
- [0092] 計測結果通知部 1002 は、通信装置 1000 がネットワークの出口エッジノードである場合に、計測部 1001 による通信状況の計測結果を、制御装置 1100 に通知する。
- [0093] 付加部 1003 は、通信装置 1000 が受信したフレームに対して、通信状況計測用の情報を付加する。
- [0094] 処理部 1004 は、受信フレームの識別情報を参照し、フレームの識別情報とフレームに対する処理とを対応付けた処理規則に従って、受信フレームの処理を行う。
- [0095] なお、第 1 の実施形態と同様に、計測部 1001、計測結果通知部 1002、付加部 1003、処理部 1004 は、ハードウェアとして実装されてもよく、ソフトウェアとそれを実行する演算装置の組み合わせとして実装されてもよい。実装されるソフトウェアは、それを記憶する非一時的記録媒体 1000a を用いて通信装置 1000 にインストールされてもよい。
- [0096] 制御装置 1100 は、経路算出部 1101 と、経路伝達部 1102 と、経路記憶部 1103 を含む。
- [0097] 経路算出部 1101 は、通信装置 1000 から受信した計測結果から、経路を算出する。
- [0098] 経路伝達部 1102 は、経路記憶部 1103 に記憶された経路に基づいて、経路上の転送装置にフレームの処理規則を設定する。
- [0099] 経路記憶部 1103 は、経路算出部 1101 が算出した経路を記憶する。
- [0100] なお、上述の経路算出部 1101、経路伝達部 1102 は、ハードウェアとして実装されてもよく、ソフトウェアとそれを実行する演算装置の組み合わせとして実装されてもよい。実装されるソフトウェアは、それを記憶する非一時的記録媒体 1100a を用いて制御装置 1100 にインストールされてもよい。また、経路記憶部 1103 は、HDD (hard disc drive)、半導体メモリ等の任意の記憶装置として実装されてもよい。

[0101] (効果)

以上、説明した通り、本実施形態によれば、通信装置 1000 の付加部 1003 が通信状況計測用の情報を付加し、計測部 1001 が通信状況を計測し、計測結果を制御装置 1100 に通知する。

[0102] 上記の動作により、ネットワークの通信状況に応じて、制御サーバによる経路の切り替えを高速に行うことが可能となる。

[0103] 上記の実施形態の一部または全部は、以下の付記のようにも記載され得るが、以下には限られない。

[0104] (付記 1)

ネットワークに属する通信装置であって、

前記通信装置が前記ネットワークの入口エッジノードである場合に、受信フレームに通信状況計測用の情報を付加する付加部と、

前記通信装置が前記ネットワークの出口エッジノードである場合に、前記通信状況計測用の情報に基づいて通信状況を計測する計測部と、

前記通信状況の計測結果を、前記ネットワークを制御する制御装置へ通知する計測結果通知部と、

受信フレームの識別情報を参照し、フレームの識別情報と該フレームに対する処理とを対応付けた処理規則に従って前記受信フレームの処理を行う処理部と、

を備える通信装置。

[0105] (付記 2)

前記通信状況計測用の情報は、前記受信フレームの通信経路上のフレームロス率、平均遅延時間、平均受信レートのうち少なくとも 1 つを含む付記 1 に記載の通信装置。

[0106] (付記 3)

前記通信状況計測用の情報は、前記受信フレームのシーケンス番号と前記受信フレームの送信元の通信装置における前記受信フレームの送信時刻情報を含む付記 1 または 2 に記載の通信装置。

[0107] (付記4)

前記付加部は、前記受信フレームを外部のネットワークから受信した場合に、前記受信フレームに前記通信状況計測用の情報を付加する付記1から3のいずれか1つに記載の通信装置。

[0108] (付記5)

前記付加部は、前記受信フレームに、前記通信装置が属するネットワークの入口エッジノードの識別子および前記ネットワークの出口エッジノードの識別子を付加する、付記1から4のいずれか1つに記載の通信装置。

[0109] (付記6)

前記計測部は、前記通信装置が属するネットワークの出口エッジノードの識別子が自通信装置の識別子である場合に、通信状況を計測する、付記5に記載の通信装置。

[0110] (付記7)

前記付加部は、前記通信状況計測用の情報を、PBB (Provider Backbone Bridge) ヘッダとしてカプセル化する、付記1から6のいずれか1つに記載の通信装置。

[0111] (付記8)

前記付加部は、前記通信状況計測用の情報を、PBBヘッダのI-SID (Service Instance ID) フィールドに格納する、付記7に記載の通信装置。

[0112] (付記9)

前記通信装置は、さらに、前記制御装置が指定した経路に対して、監視フレームを送信する監視部を備える、付記1から8のいずれか1つに記載の通信装置。

[0113] (付記10)

付記1から付記9のいずれか1つに記載された通信装置と、
前記通信装置から受信した前記計測結果から、前記受信フレームの経路を算出する経路算出部と、

前記算出した経路を記憶する経路記憶部と、
前記経路記憶部に記憶された経路に基づいて、経路上の通信装置にフレームの処理規則を設定する経路伝達部と、
を備える制御装置と、
を備える通信システム。

[0114] (付記 1 1)

ネットワークに属する通信装置が前記ネットワークの入口エッジノードである場合に、受信フレームに通信状況計測用の情報を付加する付加ステップと、

前記通信装置が前記ネットワークの出口エッジノードである場合に、前記通信状況計測用の情報に基づいて通信状況を計測する計測ステップと、

前記通信状況の計測結果を、前記ネットワークを制御する制御装置へ通知する計測結果通知ステップと、

受信フレームの識別情報を参照し、フレームの識別情報と該フレームに対する処理とを対応付けた処理規則に従って前記受信フレームの処理を行う処理ステップと、

を含む通信方法。

[0115] (付記 1 2)

前記通信状況計測用の情報は、前記受信フレームの通信経路上のフレームロス率、平均遅延時間、平均受信レートのうち少なくとも 1 つを含む付記 1 1 に記載の通信方法。

[0116] (付記 1 3)

前記通信状況計測用の情報は、前記受信フレームのシーケンス番号と前記受信フレームの送信元の通信装置における前記受信フレームの送信時刻情報を含む付記 1 1 または 1 2 に記載の通信方法。

[0117] (付記 1 4)

前記付加ステップは、前記受信フレームを外部のネットワークから受信した場合に、前記受信フレームに前記通信状況計測用の情報を付加する、付記

11から13のいずれか1つに記載の通信方法。

[0118] (付記15)

前記付加ステップは、前記受信フレームに、前記通信装置が属するネットワークの入口エッジノードの識別子および前記ネットワークの出口エッジノードの識別子を付加する、付記11から14のいずれか1つに記載の通信方法。

[0119] (付記16)

前記計測ステップは、前記受信フレームを受信した通信装置が属するネットワークの出口エッジノードの識別子が前記通信装置の識別子である場合に、通信状況を計測する、付記15に記載の通信方法。

[0120] (付記17)

前記付加ステップは、前記通信状況計測用の情報を、PBB (Provider Backbone Bridge) ヘッダとしてカプセル化する、付記11から16のいずれか1つに記載の通信方法。

[0121] (付記18)

前記付加ステップは、前記通信状況計測用の情報を、PBBヘッダのISID (Service Instance ID) フィールドに格納する、付記17に記載の通信方法。

[0122] (付記19)

前記通信方法は、さらに、前記制御装置が指定した経路に対して、監視フレームを送信する監視ステップを含む、付記11から18のいずれか1つに記載の通信方法。

[0123] (付記20)

ネットワークに属する通信装置が前記ネットワークの入口エッジノードである場合に、受信フレームに通信状況計測用の情報を付加する付加処理と、
前記通信装置が前記ネットワークの出口エッジノードである場合に、前記通信状況計測用の情報に基づいて通信状況を計測する計測処理と、
前記通信状況の計測結果を、前記ネットワークを制御する制御装置へ通知

する計測結果通知処理と、

受信フレームの識別情報を参照し、フレームの識別情報と該フレームに対する処理とを対応付けた処理規則に従って前記受信フレームの処理を行う受信フレーム処理と、

をコンピュータに実行させる通信プログラム。

[0124] (付記 2 1)

前記通信状況計測用の情報は、前記受信フレームの通信経路上のフレームロス率、平均遅延時間、平均受信レートのうち少なくとも 1 つを含む、付記 2 0 に記載の通信プログラム。

[0125] (付記 2 2)

前記通信状況計測用の情報は、前記受信フレームのシーケンス番号と前記受信フレームの送信元の通信装置における前記受信フレームの送信時刻情報を含む、付記 2 0 または 2 1 に記載の通信プログラム。

[0126] (付記 2 3)

前記付加処理は、前記受信フレームを外部のネットワークから受信した場合に、前記受信フレームに前記通信状況計測用の情報を付加する、付記 2 0 から 2 2 のいずれか 1 つに通信プログラム。

[0127] (付記 2 4)

前記付加処理は、前記受信フレームに、前記通信装置が属するネットワークの入口エッジノードの識別子および前記ネットワークの出口エッジノードの識別子を付加する、付記 2 0 から 2 3 のいずれか 1 つに記載の通信プログラム。

[0128] (付記 2 5)

前記計測処理は、前記受信フレームを受信した通信装置が属するネットワークの出口エッジノードの識別子が前記通信装置の識別子である場合に、通信状況を計測する、付記 2 4 に記載の通信プログラム。

[0129] (付記 2 6)

前記付加処理は、前記通信状況計測用の情報を、PBB (Provide

r Backbone Bridge) ヘッダとしてカプセル化する、付記 20 から 25 のいずれか 1 つに記載の通信プログラム。

[0130] (付記 27)

前記付加処理は、前記通信状況計測用の情報を、PBBヘッダの I-SID (Service Instance ID) フィールドに格納する、付記 26 に記載の通信プログラム。

[0131] (付記 28)

前記通信プログラムは、さらに、前記制御装置が指定した経路に対して、監視フレームを送信する監視処理をコンピュータに実行させる、付記 20 から 27 のいずれか 1 つに記載の通信プログラム。

[0132] 尚、本出願は、日本出願番号 2010-182012 に基づき、日本出願番号 2010-182012 における開示内容は引用により本出願に組み込まれる。

請求の範囲

- [請求項1] ネットワークに属する通信装置であって、
前記通信装置が前記ネットワークの入口エッジノードである場合に、受信フレームに通信状況計測用の情報を付加する付加部と、
前記通信装置が前記ネットワークの出口エッジノードである場合に、前記通信状況計測用の情報に基づいて通信状況を計測する計測部と、
前記通信状況の計測結果を、前記ネットワークを制御する制御装置へ通知する計測結果通知部と、
受信フレームの識別情報を参照し、フレームの識別情報と該フレームに対する処理とを対応付けた処理規則に従って前記受信フレームの処理を行う処理部と、
を備える通信装置。
- [請求項2] 前記通信状況計測用の情報は、前記受信フレームの通信経路上のフレームロス率、平均遅延時間、平均受信レートのうち少なくとも1つを含む、請求項1に記載の通信装置。
- [請求項3] 前記通信状況計測用の情報は、前記受信フレームのシーケンス番号と前記受信フレームの送信元の通信装置における前記受信フレームの送信時刻情報を含む、請求項1または2に記載の通信装置。
- [請求項4] 前記付加部は、前記受信フレームを外部のネットワークから受信した場合に、前記受信フレームに前記通信状況計測用の情報を付加する、請求項1から3のいずれか1つに記載の通信装置。
- [請求項5] 前記付加部は、前記受信フレームに、前記通信装置が属するネットワークの入口エッジノードの識別子および前記ネットワークの出口エッジノードの識別子を付加する、請求項1から4のいずれか1つに記載の通信装置。
- [請求項6] 前記計測部は、前記通信装置が属するネットワークの出口エッジノードの識別子が自通信装置の識別子である場合に、通信状況を計測す

る、請求項5に記載の通信装置。

[請求項7] 前記付加部は、前記通信状況計測用の情報を、PBB (Provider Backbone Bridge) ヘッダとしてカプセル化する、請求項1から6のいずれか1つに記載の通信装置。

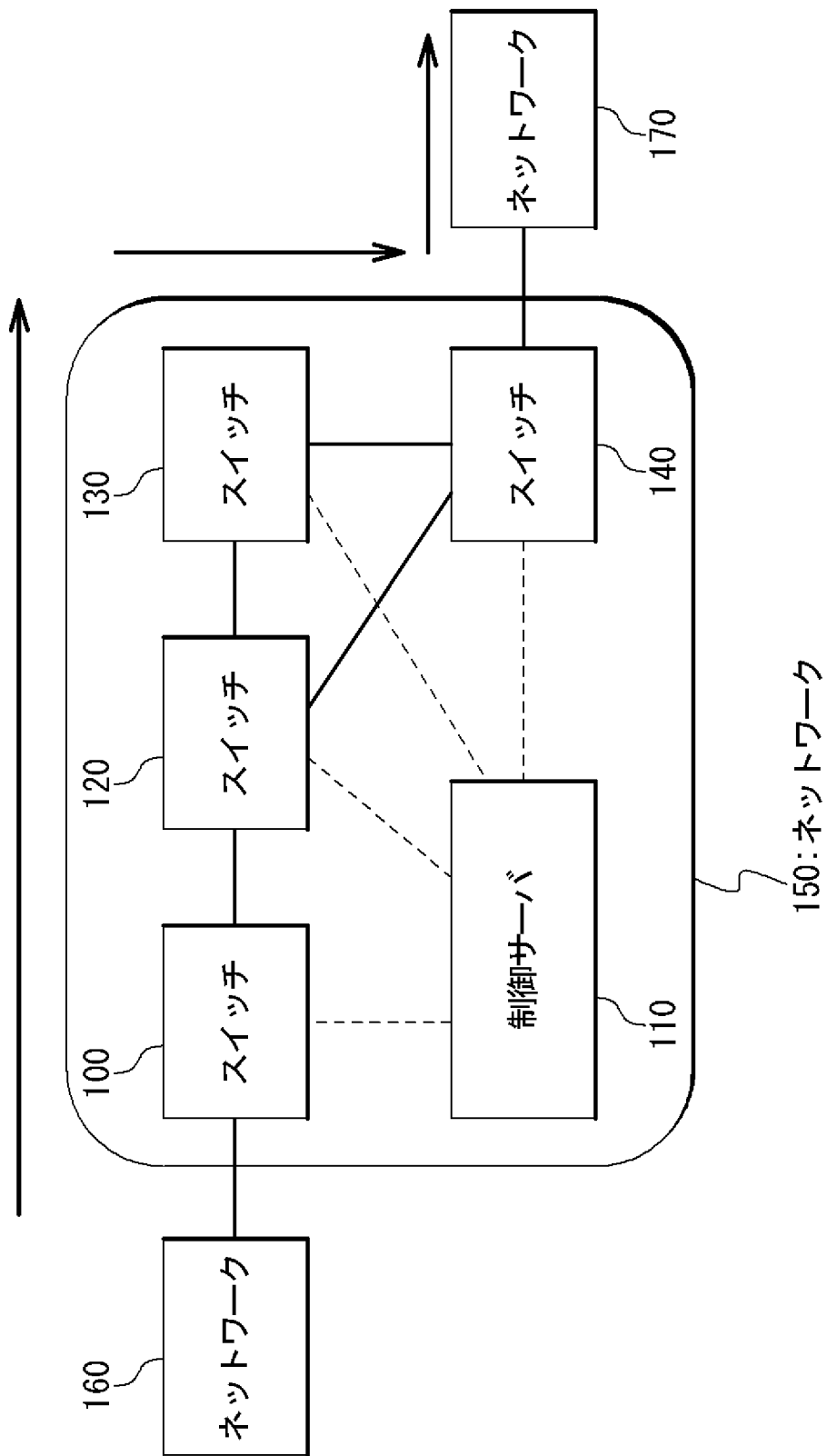
[請求項8] 請求項1から7のいずれか1つに記載された通信装置と、
前記通信装置から受信した前記計測結果から、前記受信フレームの経路を算出する経路算出部と、
前記算出した経路を記憶する経路記憶部と、
前記経路記憶部に記憶された経路に基づいて、経路上の通信装置にフレームの処理規則を設定する経路伝達部と、
を備える制御装置と、
を備える通信システム。

[請求項9] ネットワークに属する通信装置が前記ネットワークの入口エッジノードである場合に、受信フレームに通信状況計測用の情報を付加するステップと、
前記通信装置が前記ネットワークの出口エッジノードである場合に、前記通信状況計測用の情報に基づいて通信状況を計測するステップと、
前記通信状況の計測結果を、前記ネットワークを制御する制御装置へ通知するステップと、
受信フレームの識別情報を参照し、フレームの識別情報と該フレームに対する処理とを対応付けた処理規則に従って前記受信フレームの処理を行うステップと、
を含む通信方法。

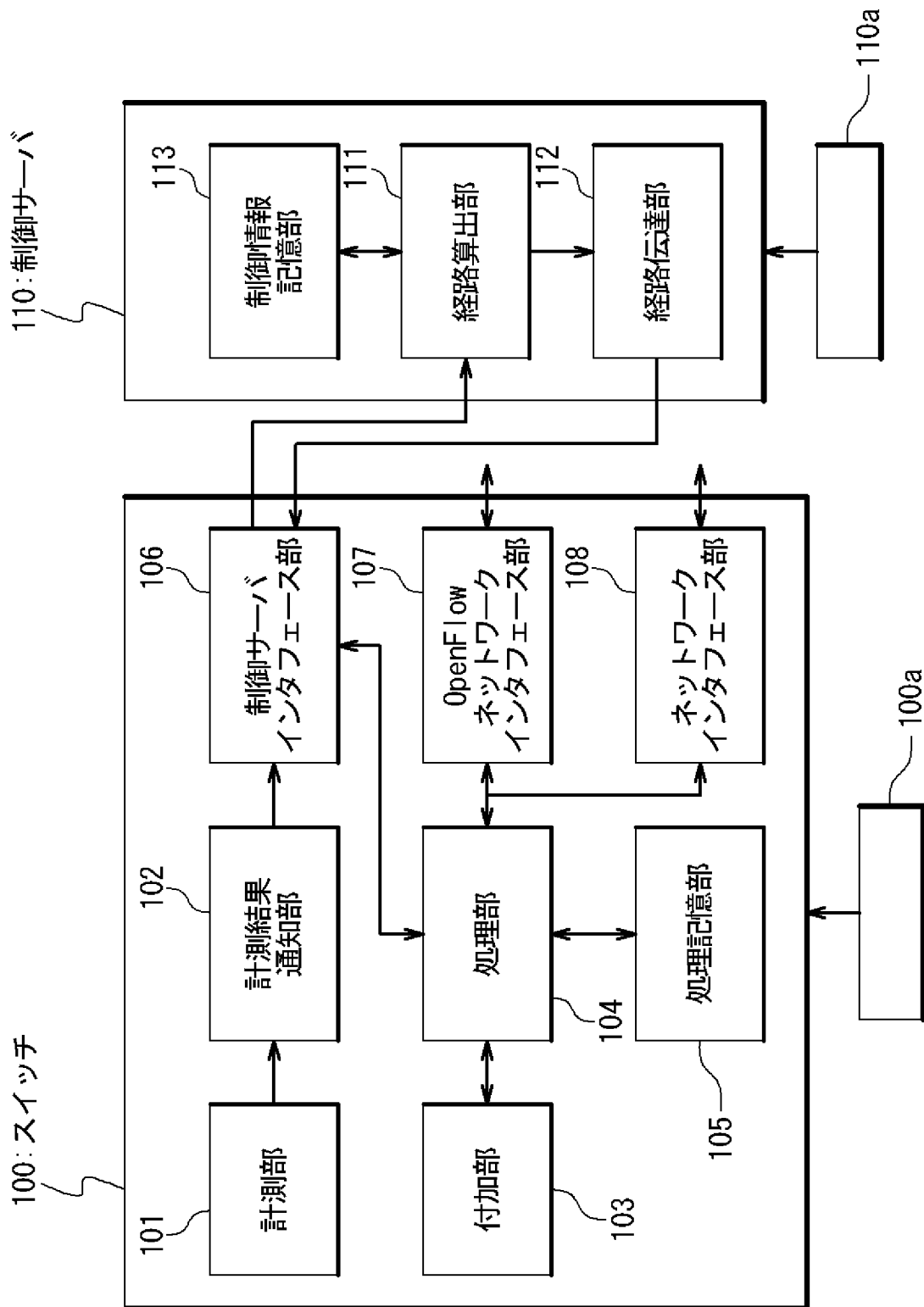
[請求項10] 実行されたときにネットワークに属する通信装置に通信プロセスを実行させるプログラムを記憶した非一時的記憶媒体であって、前記通信プロセスが、
前記通信装置が前記ネットワークの入口エッジノードである場合に

、受信フレームに通信状況計測用の情報を付加するステップと、
前記通信装置が前記ネットワークの出口エッジノードである場合に
、前記通信状況計測用の情報に基づいて通信状況を計測するステップ
と、
前記通信状況の計測結果を、前記ネットワークを制御する制御装置
へ通知するステップと、
受信フレームの識別情報を参照し、フレームの識別情報と該フレー
ムに対する処理とを対応付けた処理規則に従って前記受信フレームの
処理を行うステップ
とを備える
記録媒体。

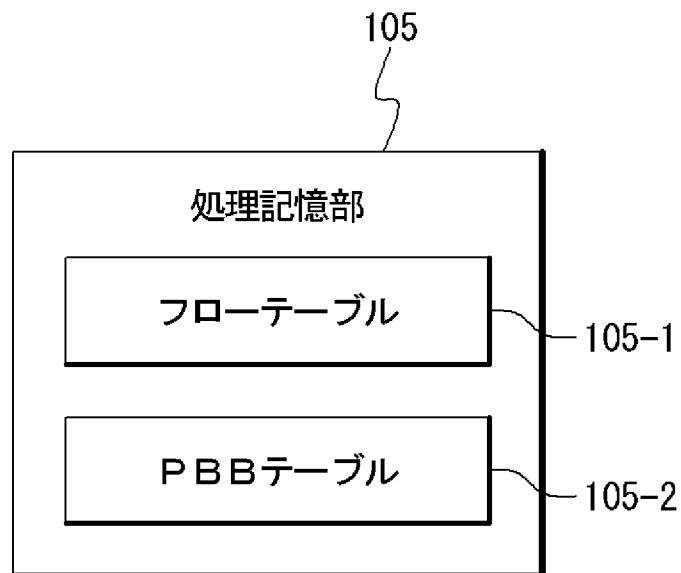
[図1]



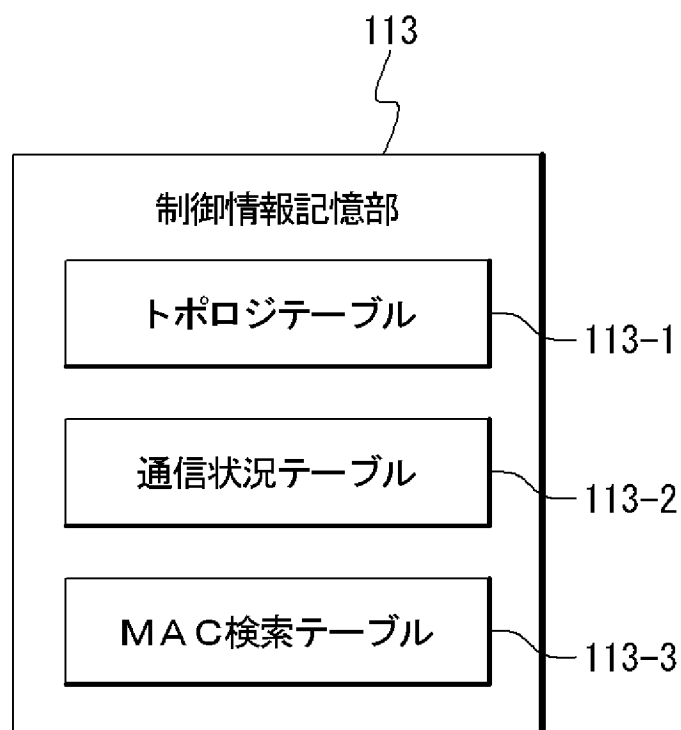
[図2]



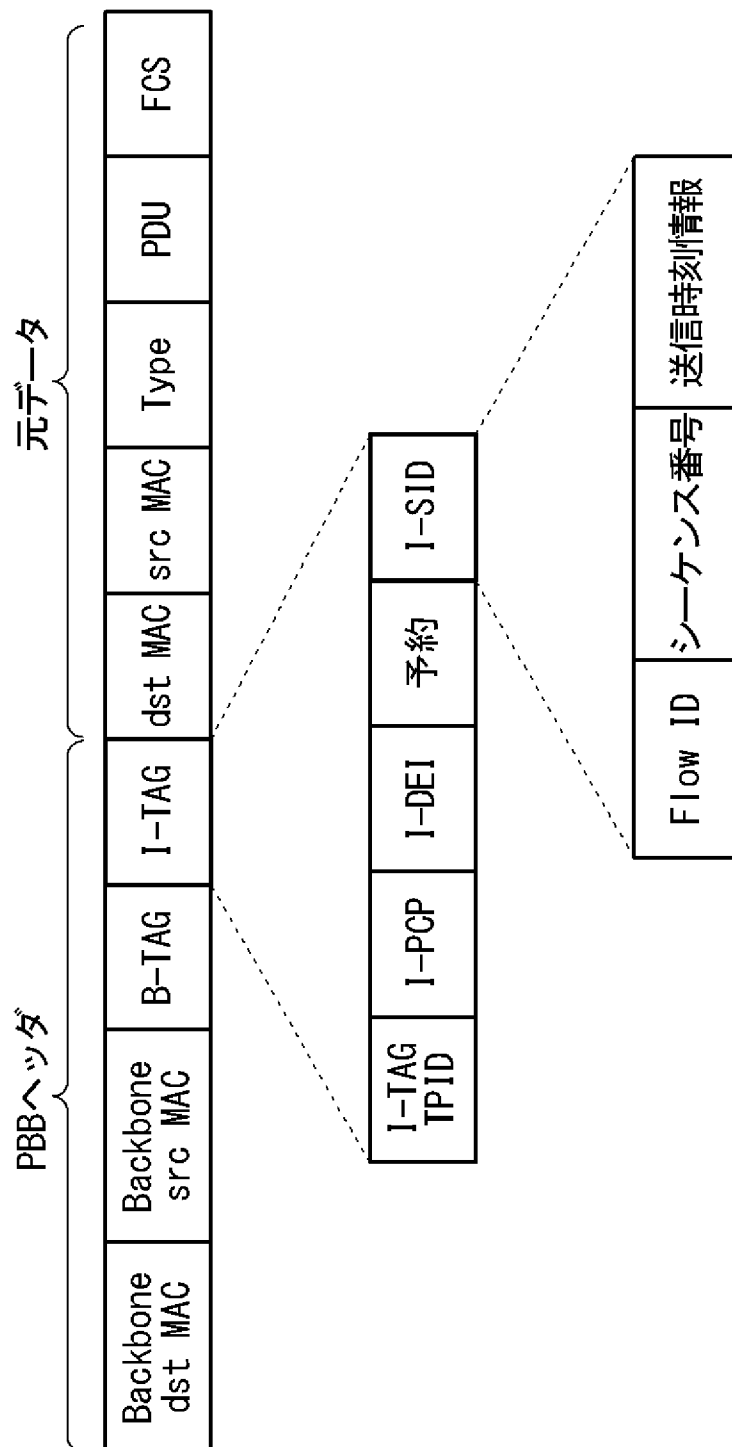
[図3]



[図4]



[図5]



[図7]

105-2: PBBテーブル

Flow ID	Backbone dst MAC	Backbone src MAC	Backbone VLAN ID
Flow ID	Backbone dst MAC	Backbone src MAC	Backbone VLAN ID
Flow ID	Backbone dst MAC	Backbone src MAC	Backbone VLAN ID
⋮			

[図8]

113-2:通信状況テーブル

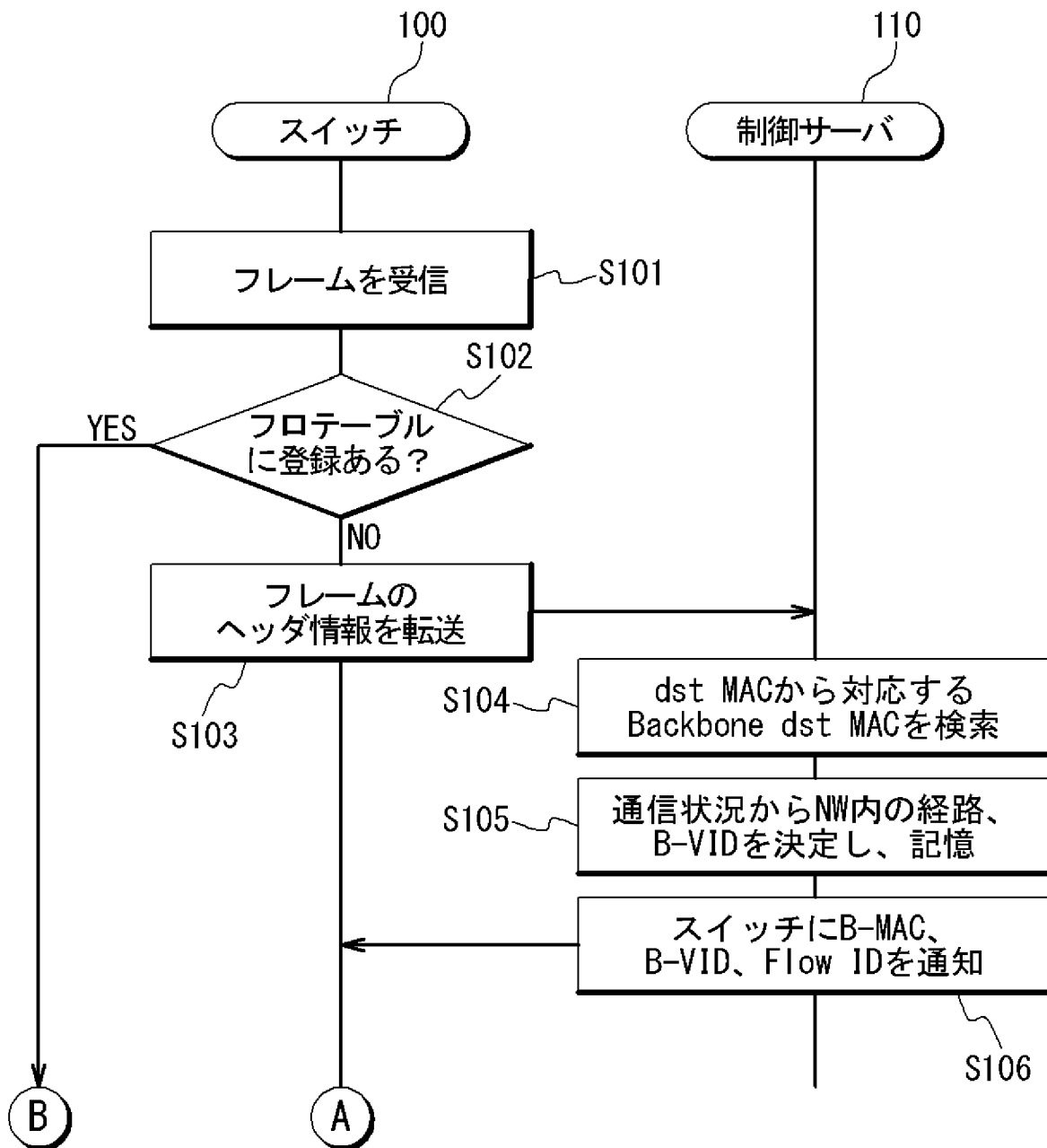
Backbone dst MAC	Backbone src MAC	Backbone VLAN ID	Frame Loss (%)	Average Delay Time (μ s)	Average Rate (fps)
Backbone dst MAC	Backbone src MAC	Backbone VLAN ID	Frame Loss (%)	Average Delay Time (μ s)	Average Rate (fps)
Backbone dst MAC	Backbone src MAC	Backbone VLAN ID	Frame Loss (%)	Average Delay Time (μ s)	Average Rate (fps)
.

[図9]

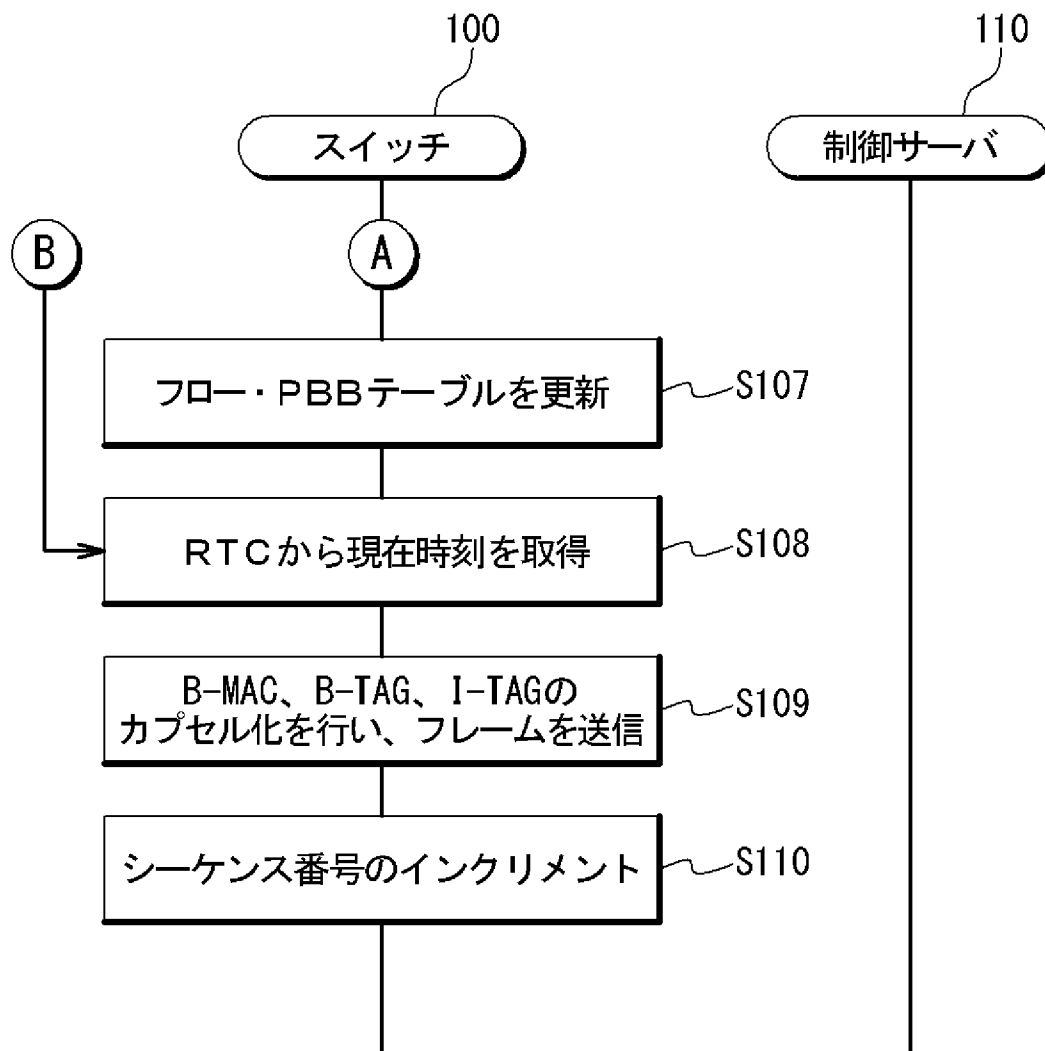
113-3: MAC検索テーブル

MAC	Backbone MAC
MAC	Backbone MAC
MAC	Backbone MAC
⋮	

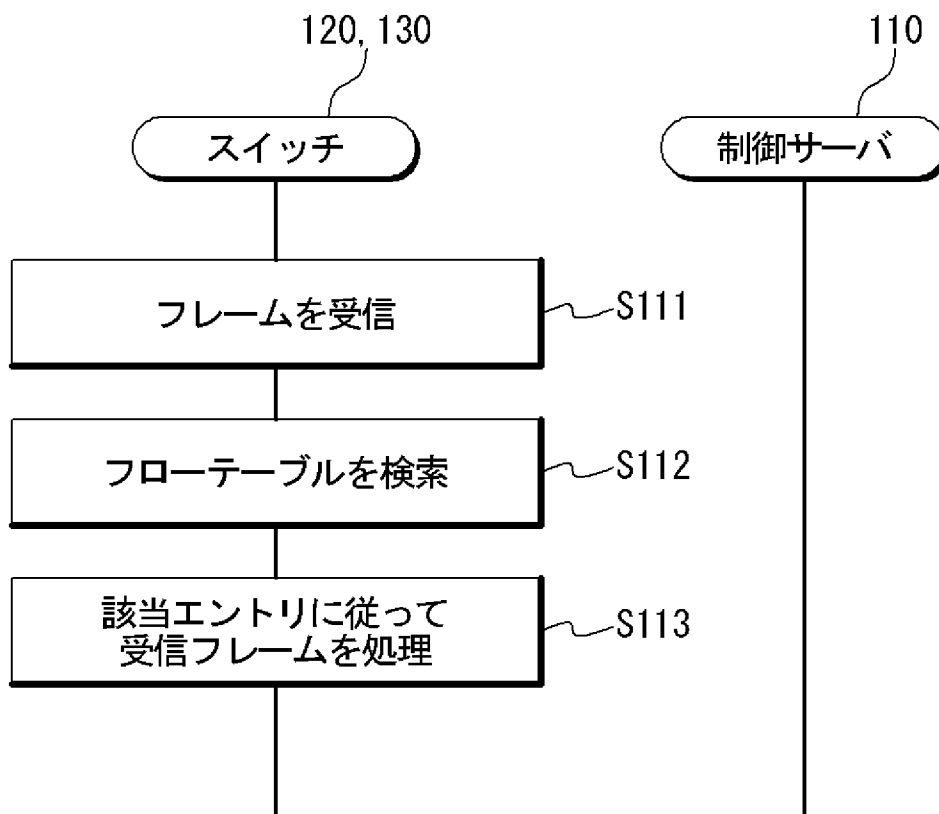
[図10]



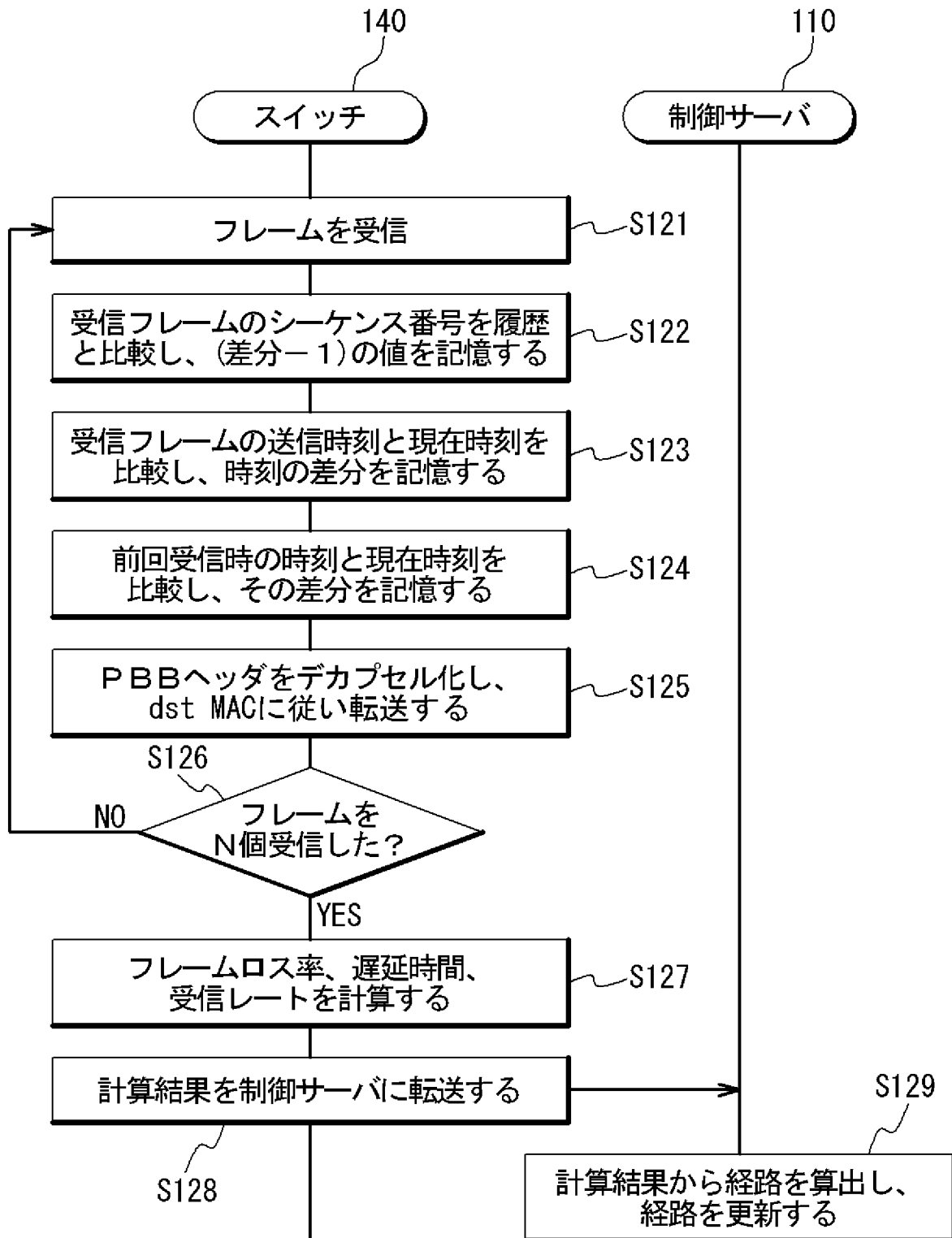
[図11]



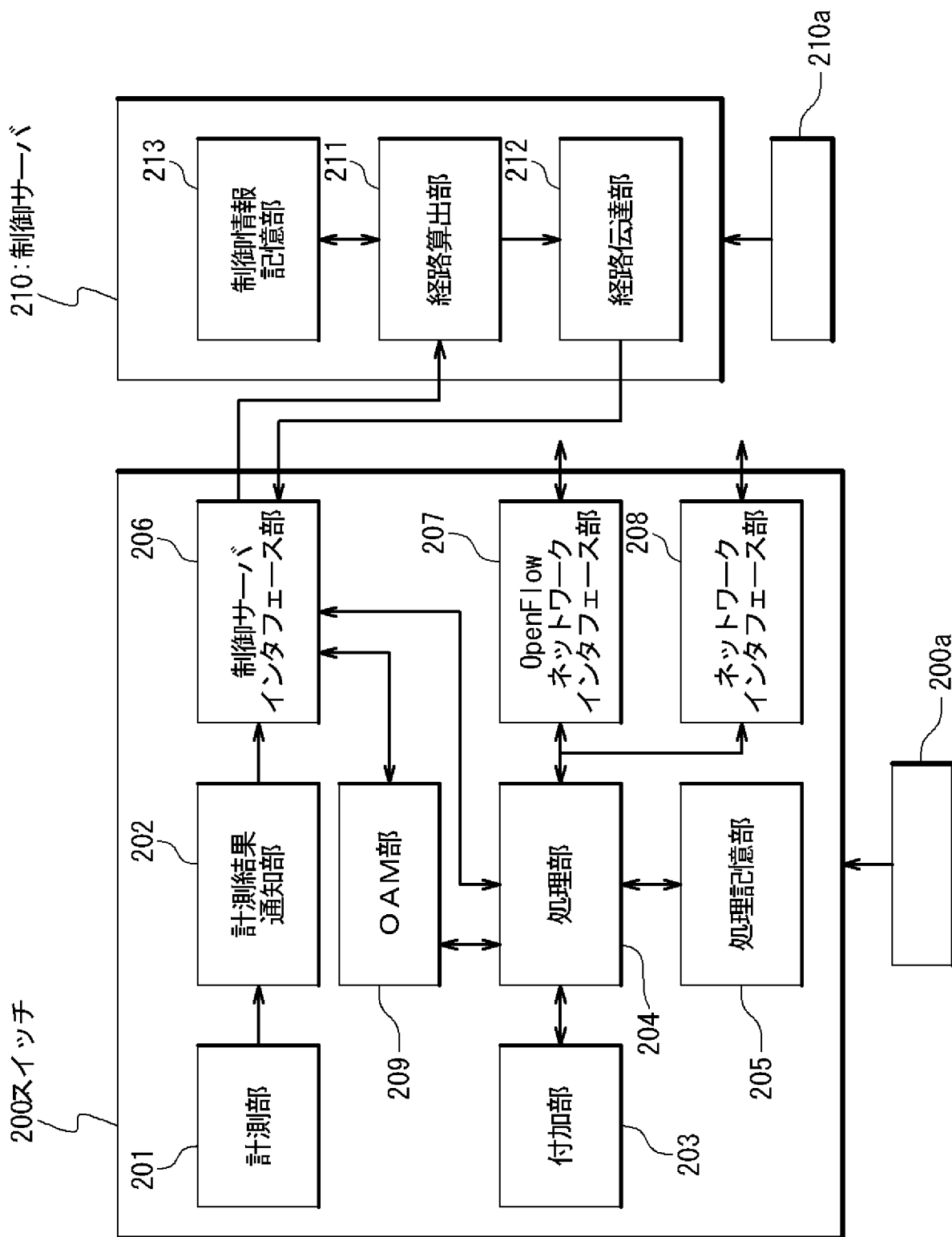
[図12]



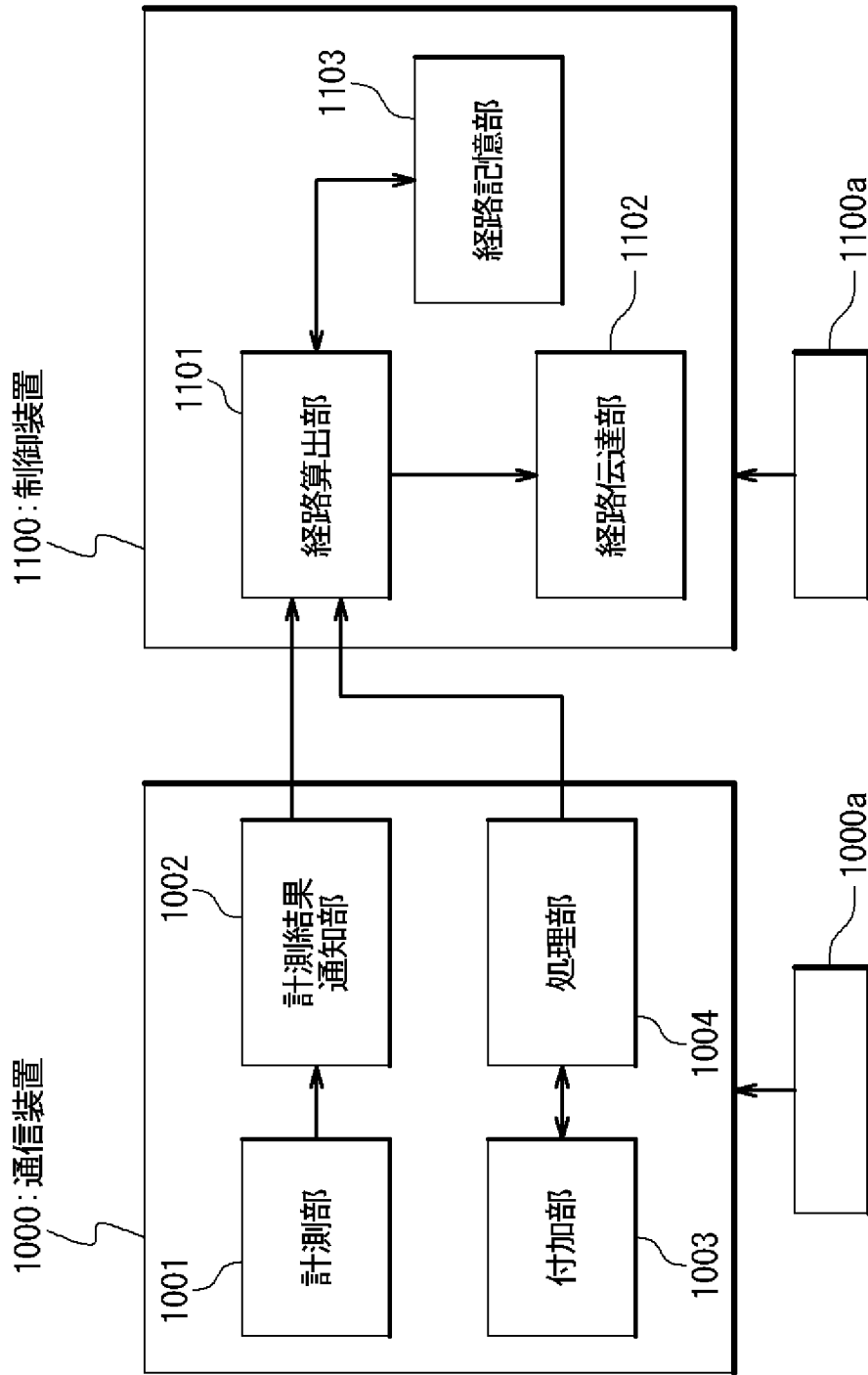
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/068518

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L12/56 (2006.01) 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)

H04L12/56

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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	JP 2006-140780 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 01 June 2006 (01.06.2006), paragraph [0028]; fig. 2 (Family: none)	1, 4, 5, 9, 10 2, 3, 6-8
A	JP 2008-131346 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 05 June 2008 (05.06.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

 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
06 September, 2011 (06.09.11)Date of mailing of the international search report
13 September, 2011 (13.09.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04L12/56(2006.01)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 (IPC))

Int.Cl. H04L12/56

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011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	JP 2006-140780 A (日本電信電話株式会社) 2006.06.01, 【0028】、【図2】 (ファミリーなし)	1, 4, 5, 9, 10 2, 3, 6-8
A	JP 2008-131346 A (沖電気工業株式会社) 2008.06.05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10

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

06.09.2011

国際調査報告の発送日

13.09.2011

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 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)

安藤 一道

電話番号 03-3581-1101 内線 3596

5X

3048