

(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7月3日(03.07.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/104277 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 12/46 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/085050
- (22) 国際出願日: 2013年12月27日(27.12.2013)
- (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 2012-288378 2012年12月28日(28.12.2012) JP
- (71) 出願人: 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: 相田 貴史(AIDA, Takafumi); 〒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). 上野 洋史(UENO, Hiroshi); 〒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: 加藤 朝道(KATO, Asamichi); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜3丁目20番12号加藤内外特許事務所内 Kanagawa (JP).

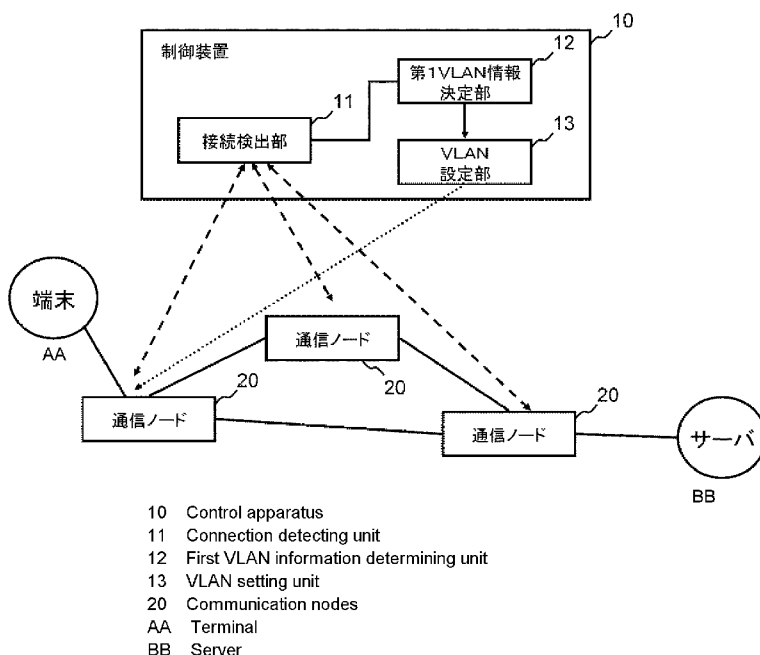
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: CONTROL APPARATUS, COMMUNICATION SYSTEM, COMMUNICATION NODE CONTROL METHOD AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 制御装置、通信システム、通信ノードの制御方法及びプログラム



(57) Abstract: The objective of the invention is to reduce the power required to set virtual local area network (VLAN) information to be transmitted to the port of a communication node in a centralized control type of communication system. A control apparatus comprises: a connection detecting unit that detects the connection of a terminal or virtual machine to a communication node to be controlled; a first VLAN information determining unit that determines, on the basis of a virtual network to which the detected terminal or virtual machine belongs, VLAN information to be set to the port of the communication node to which the terminal or virtual machine is connected; and a VLAN setting unit that sets the determined VLAN information to the port.

(57) 要約: 集中制御型の通信システムにおける通信ノードのポートへのVLAN (Virtual Local Area Network) 情報の設定の省力化。制御装置は、制御対象の通信ノードに対して、端末又は仮想マシンが接続したことを検出する接続検出部と、前記検出した端末又は仮想マシンが属する仮想ネットワークに基づいて、前記通信ノードの前記端末又は仮想マシンが接続されたポートに設定するVLAN情報を決定する第1のVLAN情報決定部と、前記ポートに前記決定したVLAN情報を設定するVLAN設定部と、を備える。

た端末又は仮想マシンが属する仮想ネットワークに基づいて、前記通信ノードの前記端末又は仮想マシンが接続されたポートに設定するVLAN情報を決定する第1のVLAN情報決定部と、前記ポートに前記決定したVLAN情報を設定するVLAN設定部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

制御装置、通信システム、通信ノードの制御方法及びプログラム

技術分野

[0001] （関連出願についての記載）

本発明は、日本国特許出願：特願２０１２－２８８３７８号（２０１２年１２月２８日出願）の優先権主張に基づくものであり、同出願の全記載内容は引用をもって本書に組み込み記載されているものとする。

本発明は、制御装置、通信システム、通信ノードの制御方法及びプログラムに関し、特に、通信ノードを集中制御する制御装置、通信システム、通信ノードの制御方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 非特許文献１、２に、オープンフローという技術が提案されている。オープンフローは、通信をエンドツーエンドのフローとして捉え、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。非特許文献２に仕様化されているオープンフロースイッチは、オープンフローコントローラとの通信用のセキュアチャネルを備え、オープンフローコントローラ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マッチ条件（`Match Fields`）と、フロー統計情報（`Counters`）と、処理内容を定義したインストラクション（`Instructions`）と、の組が定義される（非特許文献２の「`5. 2 Flow Table`」の項参照）。

[0003] 例えば、オープンフロースイッチは、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マッチ条件（非特許文献２の「`5. 3 Matching`」参照）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、オープンフロー

スイッチは、フロー統計情報（カウンタ）を更新するとともに、受信パケットに対して、当該エントリのインストラクションフィールドに記述された処理内容（指定ポートからのパケット送信、フラッディング、廃棄等）を実施する。一方、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、オープンフロースイッチは、セキュアチャネルを介して、オープンフローコントローラに対してエントリ設定の要求、即ち、受信パケットを処理するための制御情報の送信要求（Packet-Inメッセージ）を送信する。オープンフロースイッチは、処理内容が定められた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。このように、オープンフロースイッチは、フローテーブルに格納されたエントリを制御情報として用いてパケット転送を行う。

[0004] また、非特許文献1のExample 2には、オープンフロースイッチと、オープンフロースイッチを集中制御するオープンフローコントローラとの組合せにて、VLAN（Virtual Local Area Network）のような仮想的なネットワークを構築できることが記載されている。

[0005] また、非特許文献2の仕様書では、オープンフローコントローラとオープンフロースイッチ間で、Experimenterメッセージという追加機能用の制御メッセージを授受できることが記載されている（非特許文献2の「A. 5. 4 Experimenter」）。

先行技術文献

非特許文献

[0006] 非特許文献1：Nick McKeownほか7名、“OpenFlow：Enabling Innovation in Campus Networks”、[online]、[平成24（2012）年11月24日検索]、インターネット〈URL：<http://www.openflow.org/documents/openflow-wp-latest.pdf>〉

非特許文献2：“OpenFlow Switch Specificati

on” Version 1.3.1 (Wire Protocol 0x04)、[online]、[平成24(2012)年12月11日検索]、インターネット〈URL: <https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/specification/openflow-spec-v1.3.1.pdf>〉

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 以下の分析は、本発明によって与えられたものである。上記した非特許文献1と2には、オープンフロースイッチ（以下、「スイッチ」という。）のフローテーブルに格納するエントリのマッチ条件として、VLAN情報を設定することで、仮想ネットワークを構築できると記載されている。
- [0008] しかしながら、オープンフローを用いて仮想ネットワークを構成可能なスイッチの中には、各ポートに適切なVLANを設定する必要があるものが含まれている。このため、未知の端末や仮想マシンがいずれかのスイッチに接続した場合や、ネットワークの構成に変更が生じた場合に、当該スイッチのポートに適切なVLANを設定するという作業が発生している。
- [0009] また、上記各ポートに適切なVLANを設定する必要があるタイプのスイッチには、出力ポートとの関係において適切でないVLANが付加されたパケットを破棄する機能を有しているものがある。また、指定されたVLAN情報が設定されていないパケットを受信した場合、当該パケットを破棄する機能を有しているものもある。これらの機能は、ポートとの関係において適切でないVLAN情報を持つパケットを破棄するフローエントリの代わりにとなり、個々のスイッチが保持するフローエントリの数の削減やスイッチの応答性の向上にも貢献する。
- [0010] 本発明は、上記オープンフローに代表される集中制御型の通信システムにおける各通信ノードのポートへのVLAN情報の設定の省力化に貢献できる制御装置、通信システム、通信ノードの制御方法及び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

- [0011] 第1の視点によれば、制御対象の通信ノードに対して、端末又は仮想マシンが接続したことを検出する接続検出部と、前記検出した端末又は仮想マシンが属する仮想ネットワークに基づいて、前記通信ノードの前記端末又は仮想マシンが接続されたポートに設定するVLAN (Virtual Local Area Network) 情報を決定する第1のVLAN情報決定部と、前記ポートに前記決定したVLAN情報を設定するVLAN設定部と、を備えた制御装置が提供される。
- [0012] 第2の視点によれば、特定のポートにおいて指定されたVLAN (Virtual Local Area Network) 情報が設定されていないパケットの送信指示を受けた場合、当該パケットを破棄する機能、又は、特定のポートにおいて指定されたVLAN情報が設定されていないパケットを受信した場合、当該パケットを破棄する機能を備えている通信ノードと、前記通信ノードの前記特定のポートに端末又は仮想マシンが接続したことを検出する接続検出部と、前記検出した端末又は仮想マシンが属する仮想ネットワークに基づいて、前記通信ノードの前記端末又は仮想マシンが接続されたポートに設定するVLAN情報を決定する第1のVLAN情報決定部と、前記ポートに前記決定したVLAN情報を設定するVLAN設定部と、を備えた制御装置と、を含む通信システムが提供される。
- [0013] 第3の視点によれば、制御対象の通信ノードに対して、端末又は仮想マシンが接続したことを検出するステップと、前記検出した端末又は仮想マシンが属する仮想ネットワークに基づいて、前記通信ノードの前記端末又は仮想マシンが接続されたポートに設定するVLAN (Virtual Local Area Network) 情報を決定するステップと、前記ポートに前記決定したVLAN情報を設定するステップと、を含む通信ノードの制御方法が提供される。本方法は、通信ノードのポートにVLAN情報を設定する制御装置という、特定の機械に結びつけられている。
- [0014] 第4の視点によれば、通信ノードを制御するコンピュータに、制御対象の通信ノードに対して、端末又は仮想マシンが接続したことを検出する処理と

、前記検出した端末又は仮想マシンが属する仮想ネットワークに基づいて、前記通信ノードの前記端末又は仮想マシンが接続されたポートに設定するVLAN (Virtual Local Area Network) 情報を決定する処理と、前記ポートに前記決定したVLAN情報を設定する処理と、を実行させるプログラムが提供される。なお、このプログラムは、コンピュータが読み取り可能な（非トランジエントな）記憶媒体に記録することができる。即ち、本発明は、コンピュータプログラム製品として具現することも可能である。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、集中制御型の通信システムの各通信ノードのポートへのVLAN情報の設定の省力化に貢献することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の一実施形態の構成を示す図である。

[図2]本発明の第1の実施形態の通信システムの構成を示す図である。

[図3]本発明の第1の実施形態の制御装置の構成を示すブロック図である。

[図4]本発明の第1の実施形態の制御装置のトポロジ構築動作の一例を示す図である。

[図5]本発明の第1の実施形態の通信ノードによって構成される仮想ネットワークの構成例を示す図である。

[図6]本発明の第1の実施形態の仮想ネットワークDBに保持されるVLANゲート制御情報の一例である。

[図7]本発明の第1の実施形態の制御装置のVLAN設定動作の一例を示す図である。

[図8]本発明の第1の実施形態の通信ノードが端末Aからパケットを受信した際の動作を説明するための図である。

[図9]本発明の第1の実施形態の制御装置の経路計算動作の一例を示す図である。

[図10]本発明の第1の実施形態の制御装置の入口通信ノードへのVLAN設

定動作の一例を示す図である。

[図11]本発明の第1の実施形態の制御装置の通信ノード間インタフェースへのVLAN設定動作の一例を示す図である。

[図12]本発明の第1の実施形態の制御装置の経路計算動作と入口通信ノードへのVLAN設定動作の別の一例を示す図である。

[図13]本発明の第1の実施形態の制御装置の通信ノード間インタフェースへのVLAN設定動作の別の一例を示す図である。

[図14]本発明の第1の実施形態により各通信ノードのインタフェースに設定されるVLAN情報を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] はじめに本発明の一実施形態の概要について図面を参照して説明する。なお、この概要に付記した図面参照符号は、理解を助けるための一例として各要素に便宜上付記したものであり、本発明を図示の態様に限定することを意図するものではない。

[0018] 本発明は、その一実施形態において、図1に示すように、複数の通信ノード20と、これらの通信ノード20を制御する制御装置10とを含む構成にて実現できる。より具体的には、制御装置10は、制御対象の通信ノード20に対して、端末又は仮想マシンが接続したことを検出する接続検出部11と、前記検出した端末又は仮想マシンが属する仮想ネットワークに基づいて、前記通信ノードの前記端末又は仮想マシンが接続されたポートに設定するVLAN (Virtual Local Area Network) 情報を決定する第1VLAN情報決定部12と、前記ポートに前記決定したVLAN情報を設定するVLAN設定部13と、を備える。なお、VLAN設定部13が、通信ノードに対し、指定したポートへのVLAN情報の設定を指示する方法としては、非特許文献2のExperimenterメッセージという追加機能用の制御メッセージを用いることができる。また、NETCONFなどのネットワーク設定プロトコルを用いる方法や外部のシステムを介して、VLANを設定する方法も採用可能である。

[0019] 上記構成を備えることにより、少なくとも端末又は仮想マシンが接続された通信ノードのポートに、適切なVLAN情報が設定される。即ち、未知の端末や仮想マシンの通信ノードへの接続を検出すると、自動的に適切なVLAN情報が設定されるため、ネットワーク管理者等の負担を軽減することが可能となっている。

[0020] なお、接続検出部11における端末又は仮想マシンの接続検出の仕組みとしては、後記する通信ノードからの、新規パケット受信通知を利用する方法や、その他、仮想ネットワークの管理装置や、仮想マシンの管理装置等からの通知を受ける方法を採用することができる。

[0021] [第1の実施形態]

続いて、本発明の第1の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図2は、本発明の第1の実施形態の通信システムの構成を示す図である。図2を参照すると、互いに接続されたネットワークを構成する複数の通信ノード200A～200C（以下、通信ノードを特に区別しない場合、「通信ノード200」と記す。）と、これらの通信ノード200に制御情報を設定することによりネットワークを制御する制御装置100と、通信ノード200により構成されたネットワークを介して通信する端末とサーバが示されている。

[0022] 通信ノード200は、制御情報として設定されたフローエントリを参照してパケットを処理する。このような通信ノードとしては、非特許文献2のオープンフロースイッチを挙げることができる。また、本実施形態の通信ノード200は、特定のポートにおいて、パケット出力時に、指定されたVLAN情報が設定されていないパケットを破棄する機能を備えている（この機能を「VLANゲート機能」という。）。なお、通信ノード200は、物理的なスイッチであってもよいし、仮想化サーバ等で動作する仮想スイッチであってもよい。

[0023] 制御装置100は、上記した通信ノード200に対し、制御情報としてフローエントリを設定して、これら通信ノード200を制御する。このような

制御装置としては、非特許文献2のオープンフローコントローラを挙げることができる。

[0024] 図3は、本発明の第1の実施形態の制御装置100の構成を示すブロック図である。図3を参照すると、経路計算部101と、制御情報生成部102と、第1VLAN情報決定部103と、第2VLAN情報決定部104と、トポロジ構築部105と、仮想ネットワークデータベース（仮想ネットワークDB）106と、物理トポロジデータベース（物理トポロジDB）107と、通信ノード200と種々の制御メッセージを授受する通信部108（上記VLAN設定部13に相当）と、を備えている。

[0025] トポロジ構築部105は、通信部108を介して、通信ノード200にトポロジ確認パケットを送信させ、その結果に基づいて、通信ノード200によって構成されるネットワークのトポロジを構築し、物理トポロジデータベース（物理トポロジDB）107に格納する。

[0026] 図4は、制御装置によるトポロジ構築動作の一例を示す図である。図4の例では、制御装置100が通信ノード200Cに対して、トポロジ確認パケットの送信を指示すると、通信ノード200Cは、トポロジ確認パケットの送信指示を受けたポート以外のポートから、トポロジ確認パケットを送信する（なお、トポロジ確認パケットの出力ポートが、VLANゲート機能を有するポートである場合、制御装置100が適切なVLANを設定したトポロジ確認パケットの送出を指示するか、制御装置100からの指示によるパケット出力はVLANゲート機能の対象外とすればよい。）。通信ノード200A、200Bが、通信ノード200Cからのトポロジ確認パケットを受信したことを検出することで、制御装置100は、通信ノード200によって構成されるネットワークのトポロジを構築することができる。なお、上記した方法に限られず、LLDP（Link Layer Discovery Protocol）やその他のルーティングプロトコルを用いてトポロジを検出することも可能である。

[0027] また、前記通信ノード200に対するトポロジ情報の収集と併せて、各通

信ノード２００の能力情報を収集することも好ましい。このようにすることで、制御装置１００が、通信ノード２００が備えているポートの情報や、ＶＬＡＮゲート機能を備えているかどうかを自動的に収集することができる。

[0028] 仮想ネットワークＤＢ１０６は、通信ノード２００によって構成された仮想ネットワークの構成情報を保持するデータベースである。

[0029] 図５は、本発明の第１の実施形態の通信ノード２００によって構成される仮想ネットワークの構成例を示す図である。図５の例では、通信ノード２００Ａ～２００Ｃを制御することによって仮想的に構成された仮想ブリッジ３００を持つ仮想ネットワークが示されている。また、仮想ブリッジの２つの端点の通信ノード２００Ａ、２００Ｃの特定のポートにマッピングされている。このように仮想ネットワークを通信ノード２００Ａ、２００Ｃのポートとマッピングすることで、１つの物理ネットワークから論理的に分割された複数の仮想ネットワークを構成することができる。

[0030] 図６は、本発明の第１の実施形態の仮想ネットワークＤＢ１０６に保持されるＶＬＡＮゲート制御情報の一例である。図６の例では、仮想ネットワーク毎に、それぞれ端末側に設定するゲートＶＬＡＮ ＩＤと、通信ノード間を接続するポートに設定するコアＶＬＡＮ ＩＤと、サーバ側のゲートＶＬＡＮ ＩＤとが対応付けられている。例えば、ＶＬＡＮ ＩＤ＝１００を用いる仮想ネットワークＡ、ＶＬＡＮ ＩＤ＝３００を用いる仮想ネットワークＢの通信は、通信ノード２００Ａ～２００Ｃ間のコアネットワークでは、共通のコアＶＬＡＮ ＩＤ＝４０９４を持つ通信に集約される。このため、入口側の通信ノードのコアネットワーク側ポートには、ＶＬＡＮ ＩＤ＝４０９４を設定する必要がある。このようにすることで、上述のＶＬＡＮゲート機能により、入口側の通信ノードに、コアネットワーク側に出力するパケットでＶＬＡＮ ＩＤが４０９４でないパケットを破棄させることが可能になる。同様に、出口側の通信ノードのサーバと接続されたポートには、ＶＬＡＮ ＩＤ＝２００を設定する必要がある。またこのようにすることで、同様に、出口側の通信ノードに、サーバ側に出力するパケットでＶＬＡＮ Ｉ

Dが200でないパケットを破棄させることができる。本実施形態では、このように、適切なVLAN IDが設定されていないパケットを破棄(Drop)させる制御情報(フローエントリ)を設定せずに済むため、通信ノードに設定するフローエントリ数を削減可能となっている。

[0031] 加えて、上記のように、コアネットワークで、特定のVLAN IDに統一することにより、通信ノード200に設定するフローエントリ数を低減することができる。また、フローエントリ数の低減は、制御装置100の実装の容易化にも貢献する。

[0032] 第2VLAN情報決定部104は、上記した仮想ネットワークDB106に保持された仮想ネットワークの構成情報と、物理トポロジDBに格納されたトポロジ情報とに基づいて、通信ノード200の外部機器(例えば、図5のサーバA)と接続されたポートに設定するVLAN IDを決定し、通信部108を介して、該当ポートに前記決定したVLAN IDを設定する。

[0033] 図7は、第2VLAN情報決定部104によるVLAN設定動作の一例を示す図である。例えば、物理トポロジDB107に格納されている情報から、通信ノード200CがサーバAと接続され、仮想ネットワークDB106に格納されている情報から、前記通信ノード200CのサーバAとの接続ポートが仮想ネットワークの仮想端点にマッピングされていることが分かる。そして、第2VLAN情報決定部104は、図6に示されたVLANゲート制御情報を参照して、通信ノード200CのサーバAとの接続ポートに、サーバ側ゲートVLAN IDとして「200」を設定する動作を行う。

[0034] また、仮想ネットワークDB106や物理トポロジDB107に格納された情報が更新された場合には、第2VLAN情報決定部104に、これら更新内容に応じたVLAN IDの設定動作を行わせてもよい。例えば、通信ノード200Cに、新たにサーバBが接続された場合、第2VLAN情報決定部104は、上記したサーバAの場合と同様に、通信ノード200CのサーバBとの接続ポートに、サーバ側ゲートVLAN IDとして「200」を設定する。また、サーバAが通信ノード200Cから外された場合には、

通信ノード200CのサーバAとの接続ポートから、VLAN IDを削除する動作を行わせてもよい。

[0035] 経路計算部101は、通信部108を介して、通信ノード200からの制御情報の設定要求（非特許文献2の「Packet-In」メッセージ）を受信すると、制御情報の設定要求の契機となったパケットの受信ポートや送信元端末のID等を参照して、送信元の端末が属する仮想ネットワークを特定する。そして、仮想ネットワークを特定できた場合、経路計算部101は、制御情報の設定要求に含まれるパケット情報に基づいて、起点となる通信ノードから、宛先に接続された通信ノード200に到る転送経路を計算する。

[0036] 制御情報生成部102は、経路計算部101にて計算された転送経路でパケットを転送するために、計算された転送経路上の通信ノードに設定する制御情報（フローエントリ）を生成し、通信部108を介して、転送経路上の通信ノード200に設定する。また併せて、制御情報生成部102は、図6に示したVLANゲート制御情報を参照して、転送経路上の通信ノードに、必要なヘッダ書換えを実行させる制御情報（フローエントリ）を設定する。

[0037] 第1VLAN情報決定部103は、制御情報の設定要求（非特許文献2の「Packet-In」メッセージ）を契機として、経路計算部101にて経路の計算が行われると、その経路の始点にあたるポートに、前記特定された仮想ネットワークに対応するVLAN IDを決定し、通信部108を介して、該当ポートに前記決定したVLAN IDを設定する。前記経路の始点にあたるポートがVLANゲート機能を備えていないポートであるか否かは、予めネットワーク管理者が制御装置100に記憶させておいた設定情報（VLAN自動設定対象のポート情報）に基づいて判断してもよいし、上記したトポロジ収集動作時に各通信ノードから収集した通信ノード200の能力情報に基づいて判別することもできる。

[0038] なお、図2に示した制御装置100の各部（処理手段）は、制御装置100を構成するコンピュータに、そのハードウェアを用いて、上記した各処理

を実行させるコンピュータプログラムにより実現することもできる。

[0039] 続いて、本実施形態の動作について図面を参照して詳細に説明する。図8～図14は、通信ノード200Aに端末Aが接続され、端末Aからサーバ宛てのパケットを受信した場合の動作を表した図である。

[0040] 端末Aからサーバ宛てのパケットを受信した通信ノード200Aは、自身が保持する制御情報中に、端末Aからサーバ宛てのパケットに適合するマッチ条件を持つ制御情報が存在しないため、図8に示すように、制御装置100に対して、制御情報の設定要求（非特許文献2の「Packet-In」メッセージ）を送信する。

[0041] 前記制御情報の設定要求を受信した制御装置100は、例えば、端末Aが仮想ネットワークAに属すると判定し、図9に示すように、通信ノード200Aから通信ノード200Cを経由してサーバAにパケットを転送させる転送経路を計算する。そして、前記転送経路上の転送ノード200A、200Cに、前記転送経路に従ったパケットの転送と、前記VLANゲート制御情報に対応するVLAN IDの書き換えとを実行させる制御情報（フローエントリ）を設定する。

[0042] 次に制御装置100は、図10に示すように、前記計算した転送経路の始点となるポートに、図6に示したVLANゲート制御情報の仮想ネットワークAのゲートVLAN ID「100」を設定する。

[0043] さらに制御装置100は、図11に示すように、前記計算した転送経路上の通信ノード同士を接続するポートに、図6に示したVLANゲート制御情報の仮想ネットワークAのCORE VLAN ID「4094」を設定する。

[0044] なお、図7にて説明したように、前記経路の終点となる通信ノード200CのサーバAとの接続ポートには、第2VLAN情報決定部104によりサーバ側ゲートVLAN ID「200」が設定済みである。以上により、端末AからサーバAへのパケット転送の準備が完了する。

[0045] 続いて、仮想ネットワークBに属する端末Bが通信ノード200Aに接続

し、サーバA宛てのパケットを送信した場合について説明する。この場合も同様に、制御装置100は、例えば、図12に示すように、通信ノード200Aから通信ノード200B、通信ノード200Cを経由してサーバAにパケットを転送させる転送経路を計算する。そして、制御装置100は、前記転送経路上の転送ノード200A～200Cに、前記転送経路に従ったパケットの転送と、VLAN IDの書き換えとを実行させる制御情報（フローエントリ）を設定する。さらに、制御装置100は、前記転送経路の始点となるポートに、図6に示したVLANゲート制御情報の仮想ネットワークBのゲートVLAN ID「300」を設定する。

[0046] さらに制御装置100は、図13に示すように、前記計算した転送経路上の通信ノード同士を接続するポートに、図6に示したVLANゲート制御情報の仮想ネットワークBのCORE VLAN ID「4094」を設定する。

[0047] なお、図7にて説明したように、前記経路の終点となる通信ノード200CのサーバAとの接続ポートには、第2VLAN情報決定部104によりサーバ側ゲートVLAN ID「200」を設定済みである。以上により、端末BからサーバAへのパケット転送の準備が完了する。

[0048] 図14は、上記一連の処理により実現されるパケット転送経路（太実線、太破線）と、その経路上のポートに設定されるVLAN IDを示した図である。以上のように、本実施形態によれば、制御装置100による経路設定と同時に、経路上の通信ノード200のポートに必要なVLAN IDを設定することができる。この結果、各通信ノードのポートへのVLAN IDの設定作業が軽減されている。また、前記設定されたVLAN IDは、各通信ノードにおいて、VLANゲート機能に使用されるため、フローエントリの数の削減やスイッチの応答性の向上も実現される。

[0049] なお、上記した過程で、制御装置100が通信ノード200のポートに設定したVLAN IDは適当なタイミングで削除することが望ましい。例えば、一定期間の経過によるタイムアウトや、制御装置100からの明示的な

指示で、個々の通信ノード２００に設定した制御情報（フローエントリ）を削除した場合に、ＶＬＡＮ ＩＤを削除することができる。

[0050] 以上、本発明の各実施形態を説明したが、本発明は、上記した実施形態に限定されるものではなく、本発明の基本的技術的思想を逸脱しない範囲で、更なる変形・置換・調整を加えることができる。例えば、各図面に示したネットワーク構成や要素の構成は、本発明の理解を助けるための一例であり、これらの図面に示した構成に限定されるものではない。

[0051] また例えば、上記した実施形態では、通信ノードからの制御情報の設定要求の受信を契機としてＶＬＡＮ ＩＤを設定するものとして説明したが、その他、端末や仮想マシンの通信ノードへの接続、通信ノードの追加によるトポロジの変更等を契機としてＶＬＡＮ ＩＤを設定する形態も採用可能である。

[0052] また例えば、上記した実施形態では、通信ノード２００のＶＬＡＮゲート機能として、通信ノードの特定のポートにおいて、パケット出力時に、指定されたＶＬＡＮ情報が設定されていないパケットを破棄する機能として説明したが、通信ノード２００が、指定されたＶＬＡＮ情報が設定されていないパケットを受信した場合、当該パケットを破棄する機能を備えていてもよい。この場合、ＶＬＡＮ情報が設定されていないパケットの受信時に、通信ノード２００が制御装置１００に対し制御情報の設定要求を送信する動作も抑止されてしまうので、端末や仮想マシンの通信ノードへの接続、通信ノードの追加によるトポロジの変更等を制御装置１００に通知する仕組みを設ける必要がある。

[0053] 最後に、本発明の好ましい形態を要約する。

[第１の形態]

（上記第１の視点による制御装置参照）

[第２の形態]

第１の形態の制御装置において、

前記第１のＶＬＡＮ情報決定部は、前記端末の接続されたポートが、パケ

ット送信時に指定されたV L A N情報が設定されていないパケットを破棄する機能を備えているポートである場合にV L A N情報を決定する制御装置。

[第3の形態]

第1又は第2の形態の制御装置において、

前記第1のV L A N情報決定部は、前記端末の接続されたポートが、指定されたV L A N情報が設定されていないパケットを受信した場合、当該パケットを破棄する機能を備えているポートである場合にV L A N情報を決定する制御装置。

[第4の形態]

第1から第3いずれかの形態の制御装置において、

前記V L A N設定部は、

前記制御対象の通信ノードに対し、指定されたポートに前記V L A N情報を設定する動作を実行させる制御メッセージを送信することにより、V L A N情報を設定する制御装置。

[第5の形態]

第1から第4いずれかの形態の制御装置において、

さらに、仮想ネットワークの構成情報と、前記制御対象の通信ノードから受信したトポロジ情報とに基づいて、前記制御対象の通信ノードの外部機器と接続されたポートに設定するV L A N情報を決定する第2のV L A N情報決定部を備える制御装置。

[第6の形態]

第1から第5いずれかの形態の制御装置において、

さらに、前記仮想ネットワークの構成情報と、前記制御対象の通信ノードから受信したトポロジ情報とに基づいて、前記制御対象の通信ノード同士を接続するポートにV L A N情報を設定する制御装置。

[第7の形態]

第1から第6いずれかの形態の制御装置において、

前記制御対象の通信ノードからの制御情報の設定要求を受信することによ

り、端末又は仮想マシンが接続したことを検出する制御装置。

[第 8 の形態]

(上記第 2 の視点による通信システム参照)

[第 9 の形態]

(上記第 3 の視点による通信ノードの制御方法参照)

[第 10 の形態]

(上記第 4 の視点によるプログラム参照)

なお、上記第 8～第 10 の形態は、第 1 の形態と同様に、第 2～第 7 の形態に展開することが可能である。

[0054] なお、上記の非特許文献の各開示を、本書に引用をもって繰り込むものとする。本発明の全開示（請求の範囲を含む）の枠内において、さらにその基本的技術思想に基づいて、実施形態ないし実施例の変更・調整が可能である。また、本発明の請求の範囲の枠内において種々の開示要素（各請求項の各要素、各実施形態ないし実施例の各要素、各図面の各要素等を含む）の多様な組み合わせ、ないし選択が可能である。すなわち、本発明は、請求の範囲を含む全開示、技術的思想にしたがって当業者であればなし得るであろう各種変形、修正を含むことは勿論である。特に、本書に記載した数値範囲については、当該範囲内に含まれる任意の数値ないし小範囲が、別段の記載のない場合でも具体的に記載されているものと解釈されるべきである。

符号の説明

- [0055] 10、100 制御装置
- 11 接続検出部
- 12、103 第1VLAN情報決定部
- 13 VLAN設定部
- 20、200A～200C 通信ノード
- 101 経路計算部
- 102 制御情報生成部
- 104 第2VLAN情報決定部

- 1 0 5 トポロジ構築部
- 1 0 6 仮想ネットワークデータベース（仮想ネットワークDB）
- 1 0 7 物理トポロジデータベース（物理トポロジDB）
- 1 0 8 通信部
- 3 0 0 仮想ブリッジ

請求の範囲

- [請求項1] 制御対象の通信ノードに対して、端末又は仮想マシンが接続したことを検出する接続検出部と、
- 前記検出した端末又は仮想マシンが属する仮想ネットワークに基づいて、前記通信ノードの前記端末又は仮想マシンが接続されたポートに設定するVLAN (Virtual Local Area Network) 情報を決定する第1のVLAN情報決定部と、
- 前記ポートに前記決定したVLAN情報を設定するVLAN設定部と、を備えた制御装置。
- [請求項2] 前記第1のVLAN情報決定部は、前記端末の接続されたポートが、パケット送信時に指定されたVLAN情報が設定されていないパケットを破棄する機能を備えているポートである場合にVLAN情報を決定する請求項1の制御装置。
- [請求項3] 前記第1のVLAN情報決定部は、前記端末の接続されたポートが、指定されたVLAN情報が設定されていないパケットを受信した場合、当該パケットを破棄する機能を備えているポートである場合にVLAN情報を決定する請求項1又は2の制御装置。
- [請求項4] 前記VLAN設定部は、
- 前記制御対象の通信ノードに対し、指定されたポートに前記VLAN情報を設定する動作を実行させる制御メッセージを送信することにより、VLAN情報を設定する請求項1から3いずれか一の制御装置。
- [請求項5] さらに、仮想ネットワークの構成情報と、前記制御対象の通信ノードから受信したトポロジ情報とに基づいて、前記制御対象の通信ノードの外部機器と接続されたポートに設定するVLAN情報を決定する第2のVLAN情報決定部を備える請求項1から4いずれか一の制御装置。
- [請求項6] さらに、前記仮想ネットワークの構成情報と、前記制御対象の通信

ノードから受信したトポロジ情報とに基づいて、前記制御対象の通信ノード同士を接続するポートにVLAN情報を設定する請求項1から5いずれか一の制御装置。

[請求項7] 前記接続検出部は、前記制御対象の通信ノードからの制御情報の設定要求を受信することにより、端末又は仮想マシンが接続したことを検出する請求項1から6いずれか一の制御装置。

[請求項8] 特定のポートにおいて指定されたVLAN (Virtual Local Area Network) 情報が設定されていないパケットの送信指示を受けた場合、当該パケットを破棄する機能、又は、特定のポートにおいて指定されたVLAN情報が設定されていないパケットを受信した場合、当該パケットを破棄する機能を備えている通信ノードと、

前記通信ノードの前記特定のポートに端末又は仮想マシンが接続したことを検出する接続検出部と、

前記検出した端末又は仮想マシンが属する仮想ネットワークに基づいて、前記通信ノードの前記端末又は仮想マシンが接続されたポートに設定するVLAN情報を決定する第1のVLAN情報決定部と、

前記ポートに前記決定したVLAN情報を設定するVLAN設定部と、を備えた制御装置と、

を含む通信システム。

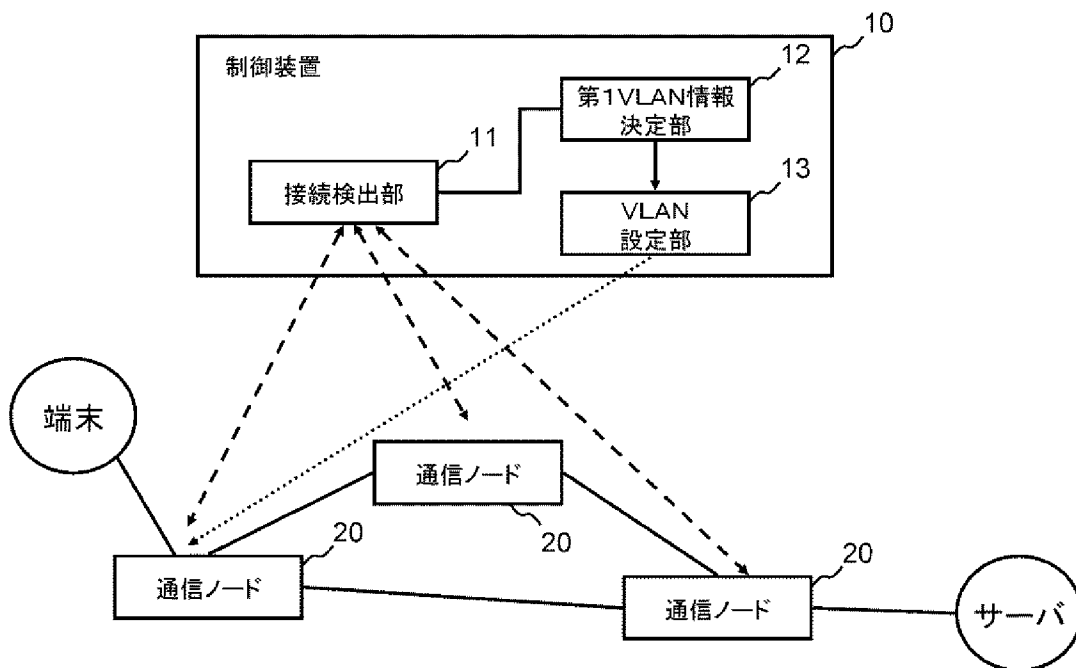
[請求項9] 制御対象の通信ノードに対して、端末又は仮想マシンが接続したことを検出するステップと、

前記検出した端末又は仮想マシンが属する仮想ネットワークに基づいて、前記通信ノードの前記端末又は仮想マシンが接続されたポートに設定するVLAN (Virtual Local Area Network) 情報を決定するステップと、

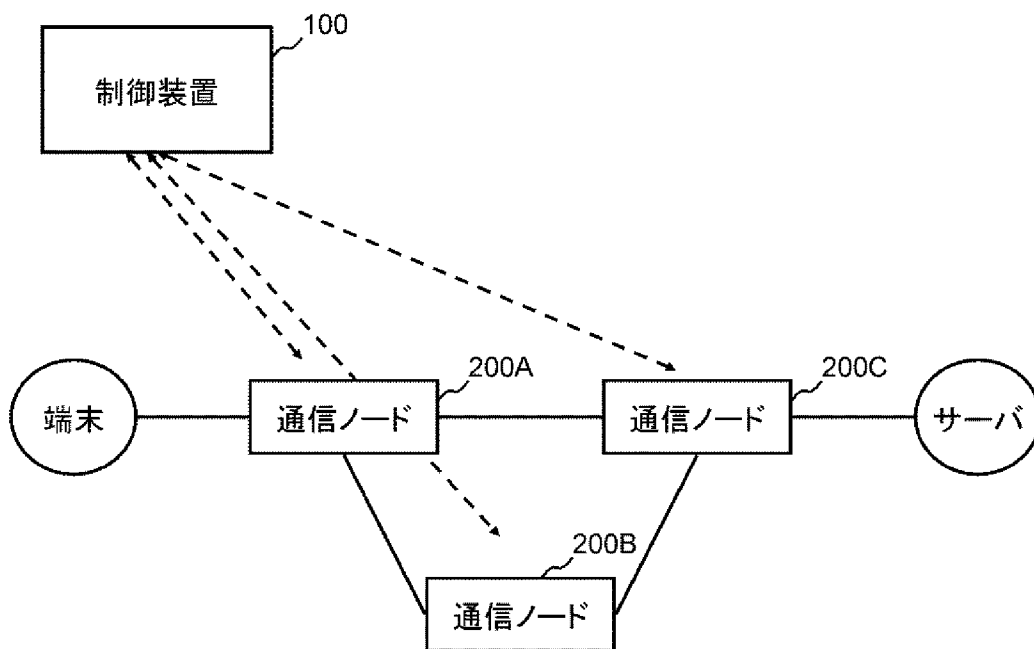
前記ポートに前記決定したVLAN情報を設定するステップと、を含む通信ノードの制御方法。

- [請求項10] 通信ノードを制御するコンピュータに、
- 制御対象の通信ノードに対して、端末又は仮想マシンが接続したことを検出する処理と、
- 前記検出した端末又は仮想マシンが属する仮想ネットワークに基づいて、前記通信ノードの前記端末又は仮想マシンが接続されたポートに設定するVLAN (Virtual Local Area Network) 情報を決定する処理と、
- 前記ポートに前記決定したVLAN情報を設定する処理と、
- を実行させるプログラム。

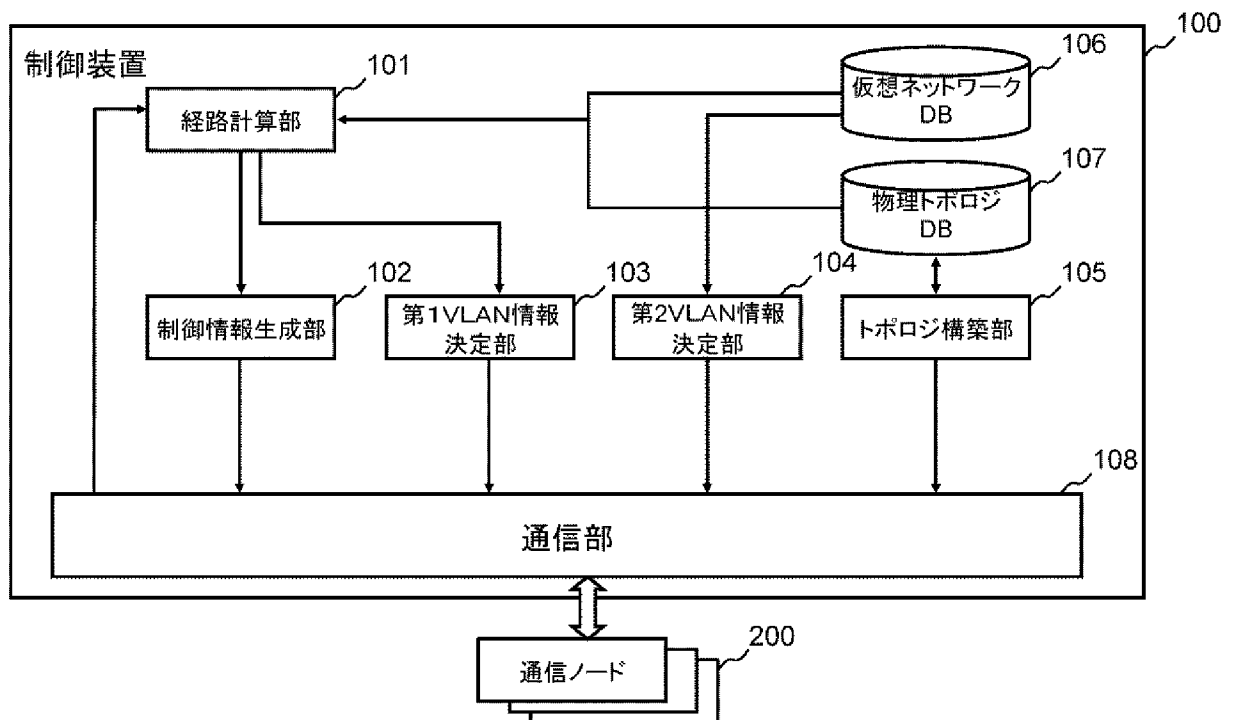
[図1]



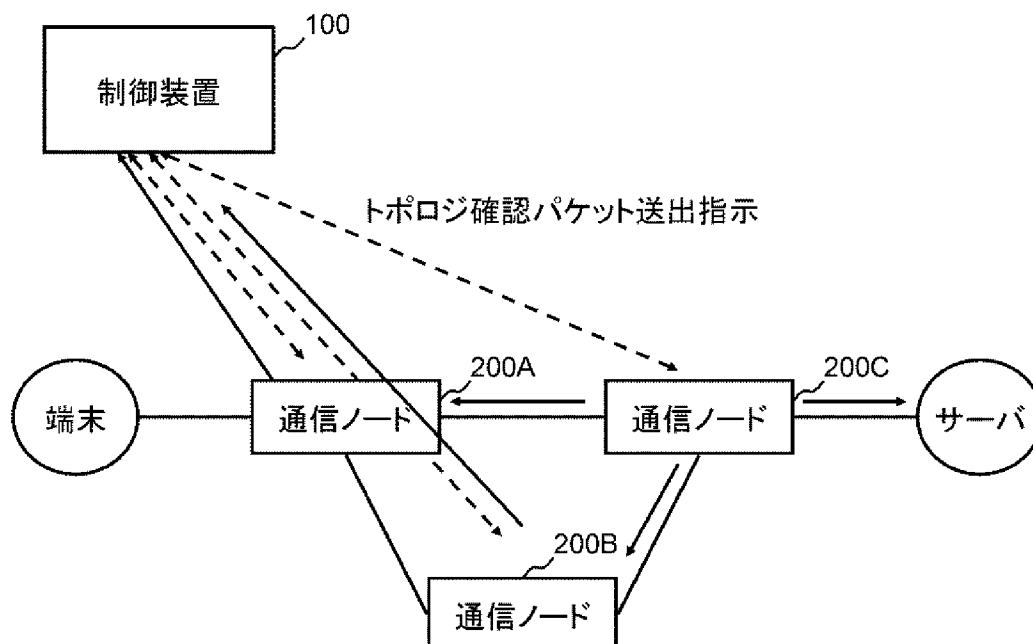
[図2]



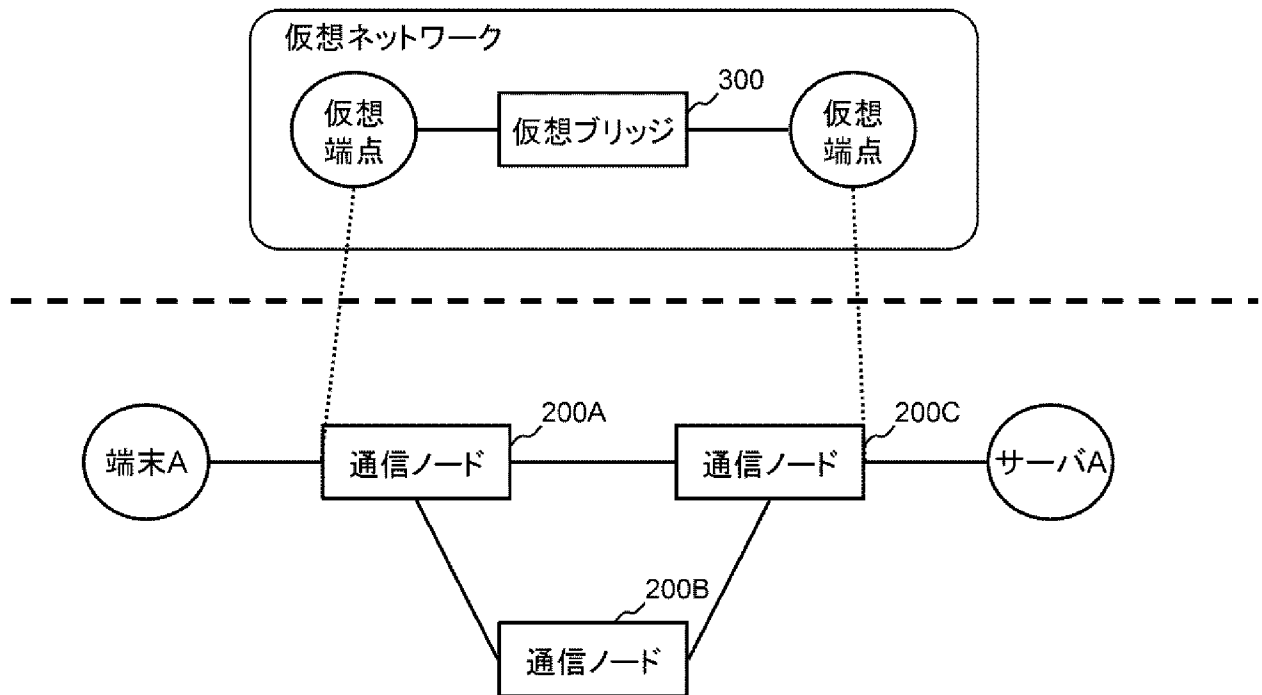
[図3]



[図4]



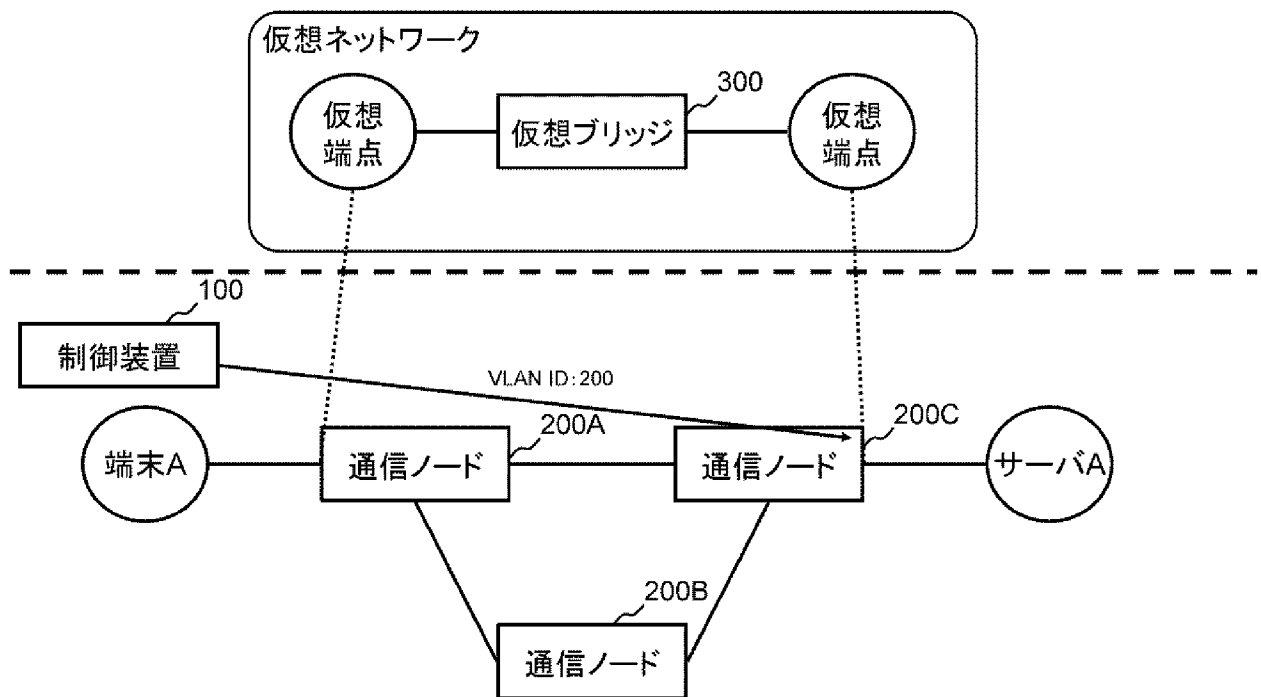
[図5]



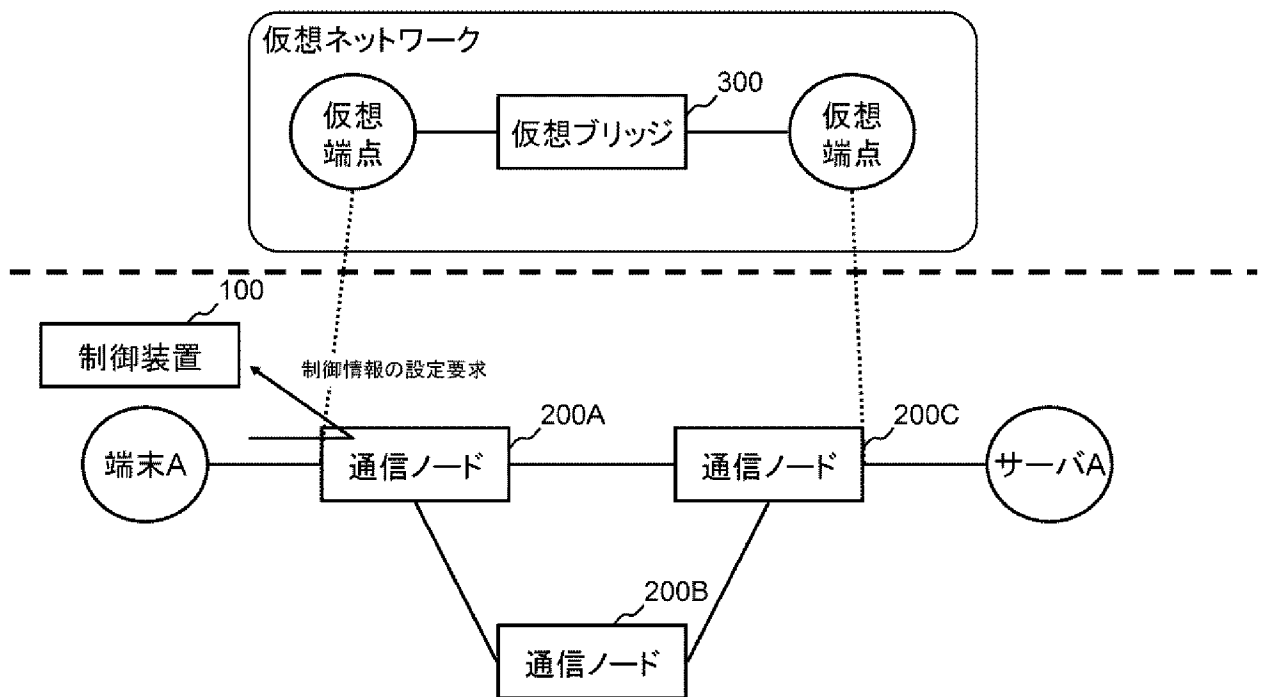
[図6]

仮想ネットワーク ID	ゲートVLAN ID	Core VLAN ID	サーバ側ゲート VLAN ID
仮想ネットワークA	100	4094	200
仮想ネットワークB	300	4094	200
:	:	:	:

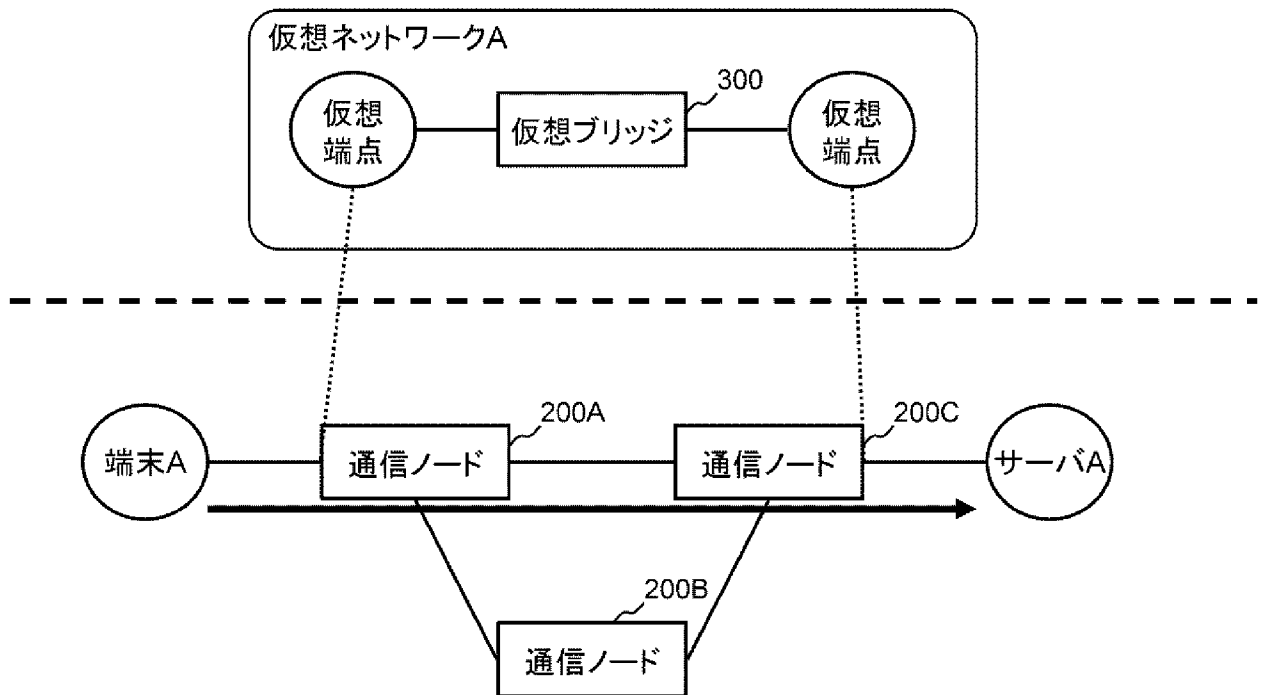
[図7]



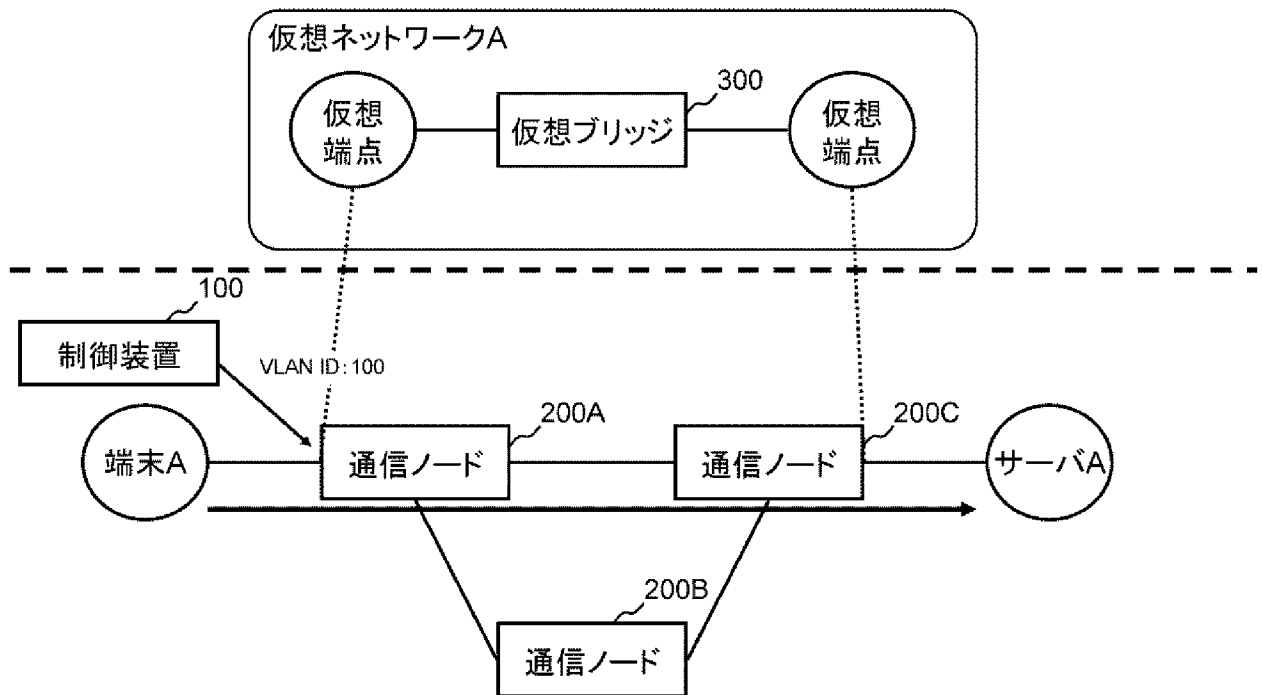
[図8]



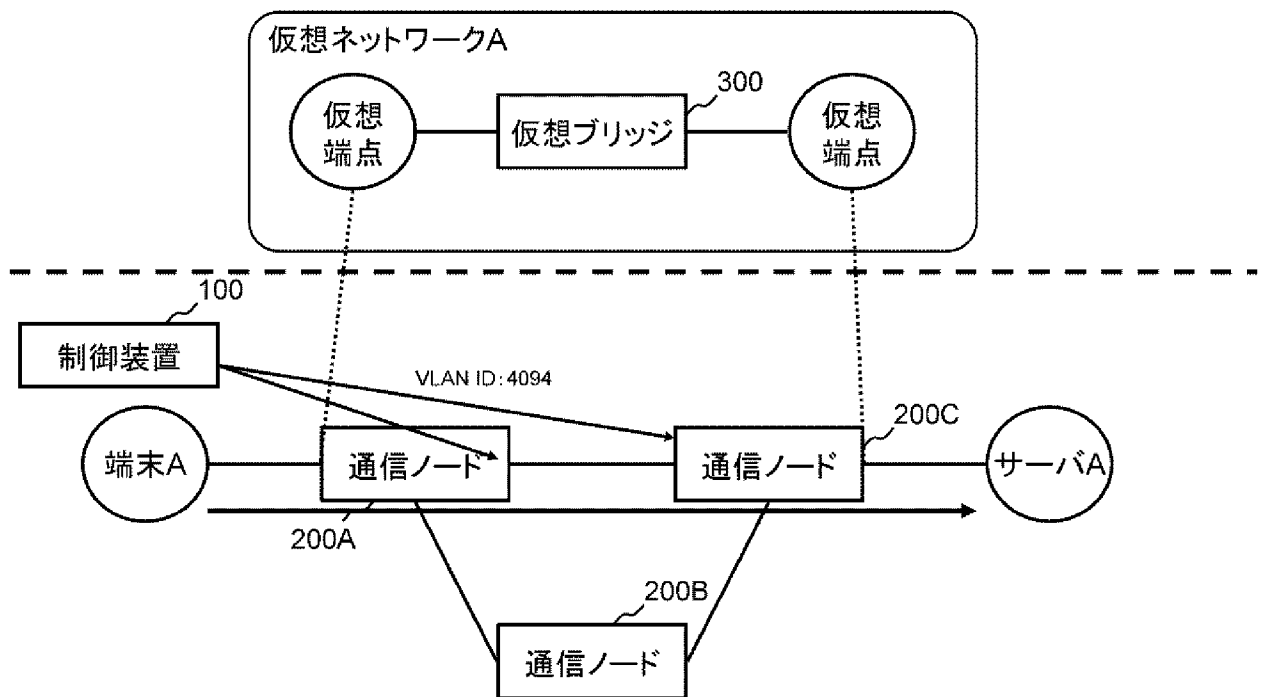
[図9]



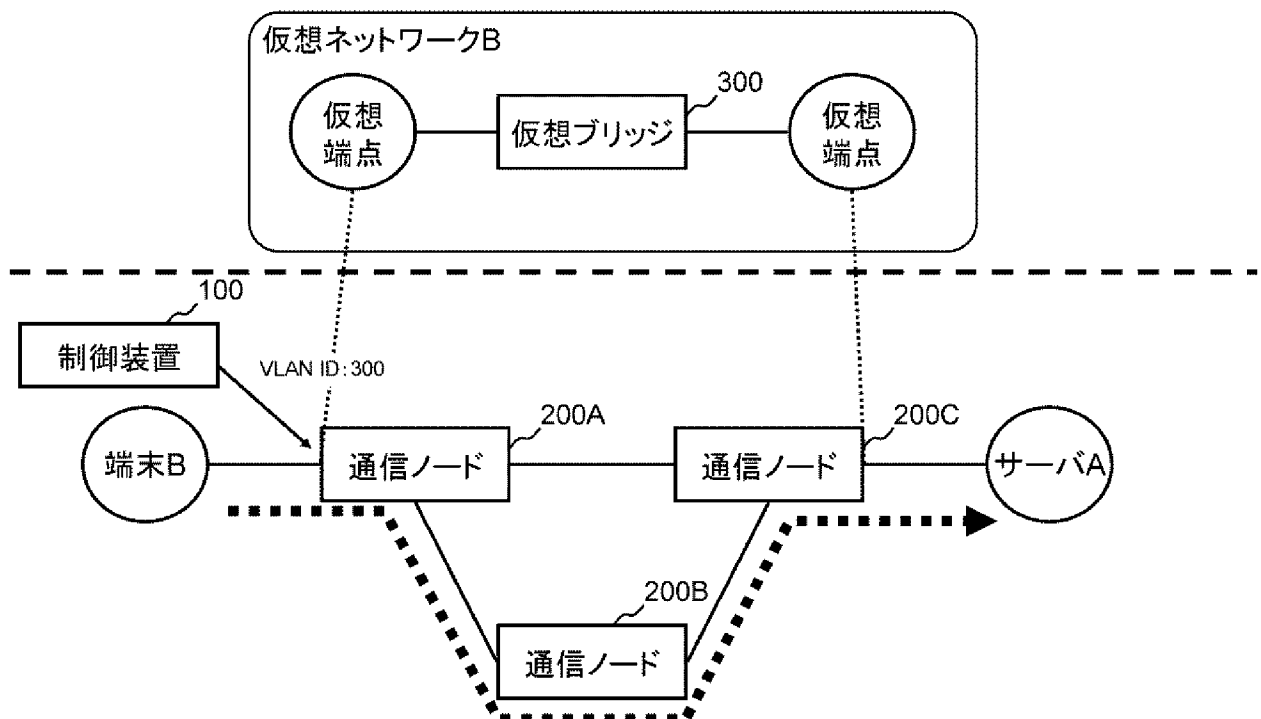
[図10]



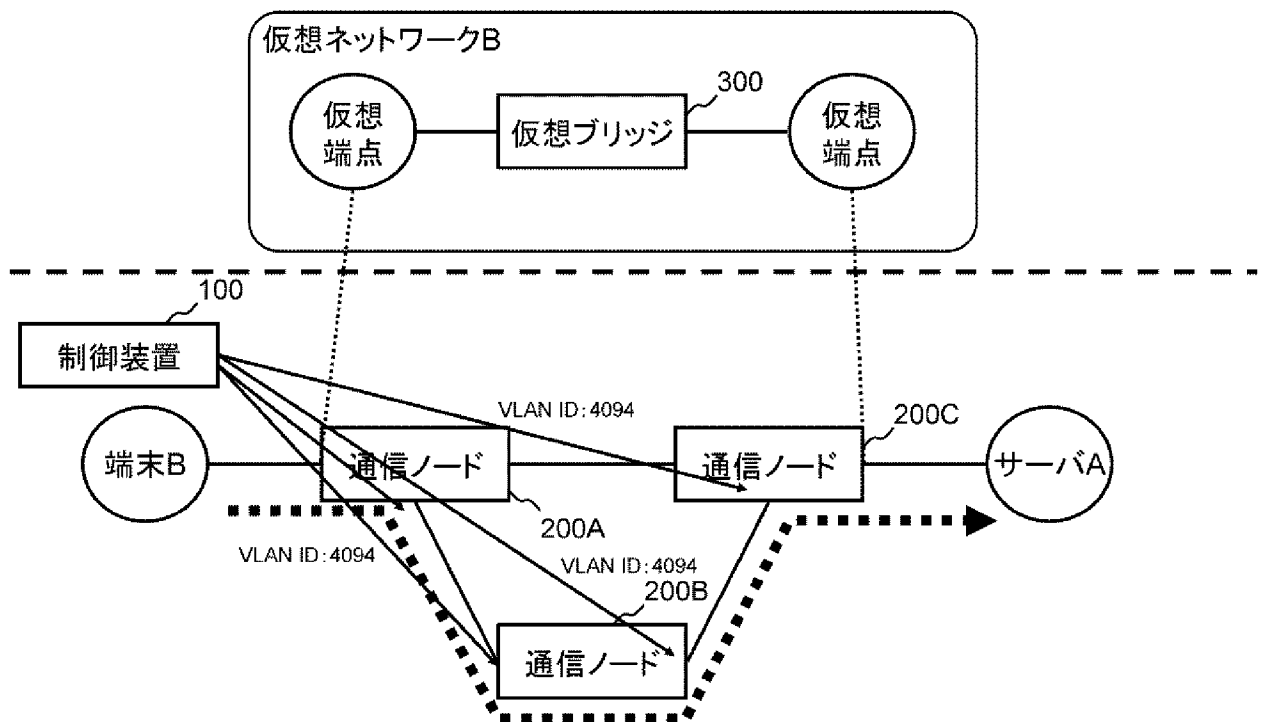
[図11]



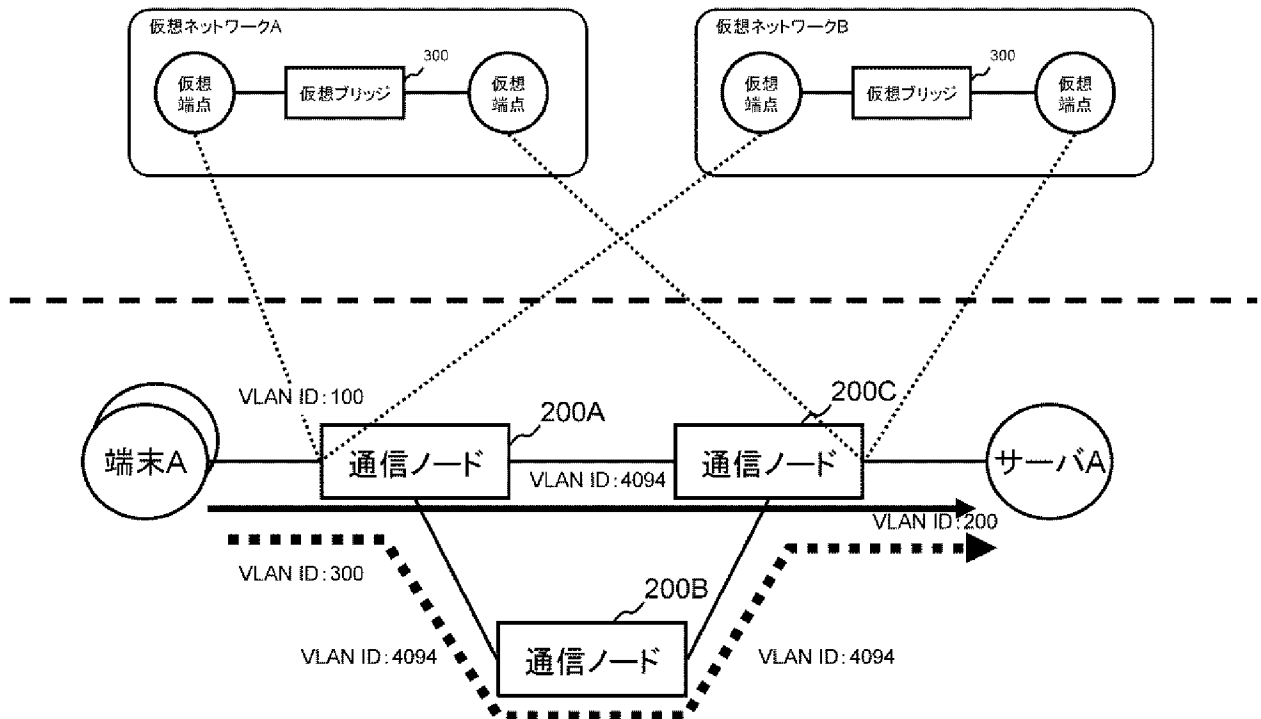
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/085050

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L12/46(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)

H04L12/46

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	JP 9-130421 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 16 May 1997 (16.05.1997), paragraphs [0029] to [0049], [0067] to [0070]; fig. 4, 15 & US 5892912 A	1-10
X	JP 2001-053776 A (Fujitsu Ltd.), 23 February 2001 (23.02.2001), paragraphs [0020] to [0035], [0061] to [0063]; fig. 1, 2, 10 & US 6873602 B1	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
05 March, 2014 (05.03.14)

Date of mailing of the international search report
18 March, 2014 (18.03.14)

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（I P C））

Int.Cl. H04L12/46(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（I P C））

Int.Cl. H04L12/46

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	JP 9-130421 A（古河電気工業株式会社）1997.05.16, 【0029】－【0049】、【0067】－【0070】、 図4、図15 & US 5892912 A	1－10
X	JP 2001-053776 A（富士通株式会社）2001.02.23, 【0020】－【0035】、【0061】－【0063】、 図1、図2、図10 & US 6873602 B1	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

0 5 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 3 . 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）

中木 努

5 X

9 2 9 9

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