

(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
2013年8月15日(15.08.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/118687 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 12/24 (2006.01) H04L 12/46 (2006.01)
H04L 12/28 (2006.01) H04L 12/70 (2013.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/052523
- (22) 国際出願日: 2013年2月5日(05.02.2013)
- (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 2012-027779 2012年2月10日(10.02.2012) 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
(71) 出願人(米国についてのみ): 増田 剛久(MASUDA Takahisa) [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24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, 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, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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: COMPUTER SYSTEM AND METHOD FOR VISUALIZING VIRTUAL NETWORK

(54) 発明の名称: コンピュータシステム、及び仮想ネットワークの可視化方法

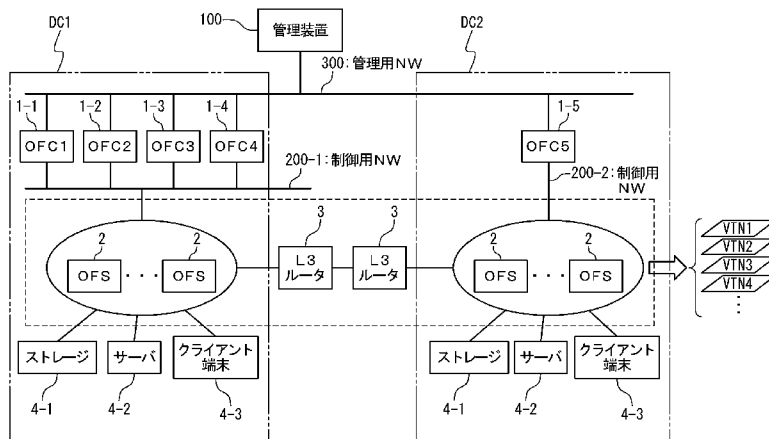


FIG. 1
3 Router
4-1 Storage
4-2 Server
4-3 Client terminal
100 Management device
200-1, 200-2 For control
300 For management

(57) Abstract: This computer system is equipped with a management device for, on the basis of topology information for virtual networks established based on a communication channel, linking a plurality of virtual networks managed by a plurality of controllers and outputting the same so as to be visible. As a result, it is possible to one-dimensionally manage all virtual networks controlled by a plurality of controllers using open-flow technology.

(57) 要約: 本発明によるコンピュータシステムは、通信経路に基づいて構築された仮想ネットワークのトポロジ情報に基づき、複数のコントローラによって管理される複数の仮想ネットワークを結合して視認可能に出力する管理装置を具備する。これにより、オープンフロー技術を利用した複数のコントローラによって制御された仮想ネットワーク全体を一元的に管理することが可能となる。

明 細 書

発明の名称：

コンピュータシステム、及び仮想ネットワークの可視化方法

技術分野

[0001] 本発明は、コンピュータシステム、及びコンピュータシステムの可視化方法に関し、特に、オープンフロー（プログラマブルフローとも称す）技術を利用したコンピュータシステムの仮想ネットワークの可視化方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、パケットの送信元から送信先への経路の決定とパケット転送処理は、経路上の複数のスイッチが行っていた。近年、データセンタといった大規模ネットワークにおいては、故障による機器の停止や規模拡大のための機器の新規追加により、ネットワーク構成の変化が常が発生している。このため、ネットワークの構成の変化に即応し適切な経路を決定するという柔軟性が必要となってきた。しかし、スイッチにおける経路決定処理のプログラムは、外部から変更することができないため、ネットワーク全体を一元的に制御及び管理することはできなかった。

[0003] 一方、コンピュータネットワークにおいて、各スイッチの転送動作等を外部のコントローラによって一元的に制御する技術（オープンフロー）が、Open Networking Foundationによって提案されている（非特許文献1 参照）。この技術に対応したネットワークスイッチ（以下、オープンフロースイッチ（OFS）と称す）は、プロトコル種別やポート番号等の詳細な情報をフローテーブルに保持し、フローの制御と統計情報の採取を行うことができる。

[0004] オープンフロープロトコルを利用したシステムでは、オープンフローコントローラ（プログラマブルフローコントローラとも称す。以下OFCと称す）によって通信経路の設定や、経路上のOFSに対する転送動作（中継動作）等の設定が行われる。この際、OFCは、OFSが保持するフローテーブ

ルに、フロー（パケットデータ）を特定するルールと、当該フローに対する動作を規定するアクションとを対応付けたフローエントリを設定する。通信経路上のOFSは、OFCによって設定されたフローエントリに従って受信パケットデータの転送先を決定し、転送処理を行う。これにより、クライアント端末は、OFCによって設定された通信経路を利用して他のクライアント端末との間でパケットデータの送受信が可能となる。すなわち、オープンフローを利用したコンピュータシステムでは、通信経路を設定するOFCと、転送処理を行うOFSとが分離され、システム全体の通信を一元的に制御及び管理することが可能となる。

[0005] OFCは、L1～L4のヘッダ情報によって規定されるフロー単位で、クライアント端末間の転送を制御できるため、ネットワークを任意に仮想化することができる。これにより、物理構成の制約は緩和され、仮想テナント環境の構築が容易となるとともに、スケールアウトによる初期投資費用を低減することができる。

[0006] オープンフローを利用したシステムに接続するクライアント端末やサーバ、ストレージ等の端末数が増大すると、フローを管理するOFCに対する負荷が増大する。このため、OFCに対する負荷を軽減するため、1つのシステム（ネットワーク）に複数のOFCが設置されることがある。あるいは、通常、データセンタ毎に1つのOFCが設置されるため、複数のデータセンタを有するシステムの場合、システム全体におけるネットワークを複数のOFCが管理することとなる。

[0007] 1つのネットワークを複数のコントローラで管理するシステムが、例えば、特開2011-166692号公報（特許文献1参照）、特開2011-166384号公報（特許文献2参照）、特開2011-160363号公報（特許文献3参照）に記載されている。特許文献1には、オープンフローを利用したネットワークのフロー制御を、トポロジ情報を共有した複数のコントローラで行うシステムが記載されている。特許文献2には、通信経路上のスイッチに対して、優先度を付加したフローエントリの設定を指示する複

数のコントローラと、優先度に応じてフローエントリの設定可否を判定し、自身に設定されたフローエントリに適合する受信パケットに対し、自身設定されたフローエントリに従った中継動作を行うスイッチとを具備するシステムが記載されている。特許文献3には、通信経路上のスイッチに対して、フローエントリの設定を指示する複数のコントローラ1と、複数のコントローラ1の1つを経路決定者として指定し、経路決定者によって設定されたフローエントリに従って、受信パケットの中継処理を行う複数のスイッチとを具備するシステムが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2011-166692号公報

特許文献2：特開2011-166384号公報

特許文献3：特開2011-160363号公報

非特許文献

[0009] 非特許文献1：OpenFlow Switch Specification Version 1.1.0 Implemented (Wire Protocol 0x02) 2011年2月28日

発明の概要

[0010] 1つの仮想ネットワークを複数のコントローラで管理する場合、コントローラ毎で管理している仮想ネットワークの状況等は個々において把握できるが、複数のコントローラによって管理される仮想ネットワーク全体を1つの仮想ネットワークとして把握することはできない。例えば、2つのOFCによって管理される2つの仮想ネットワーク“VNW1”、“VNW2”によって1つの仮想テナントネットワーク“VTN1”が形成される場合、2つの仮想ネットワーク“VNW1”、“VNW2”のそれぞれの状況は、2つのOFCのそれぞれによって把握され得る。しかし、2つの仮想ネットワーク“VNW1”、“VNW2”を統合することはできないため、仮想テナン

トネットワーク“VTN1”全体の状況を一元的に把握することはできなかった。

[0011] 従って、本発明による目的は、オープンフロー技術を利用した複数のコントローラによって制御された仮想ネットワーク全体を一元的に管理することにある。

[0012] 本発明の一の観点によるコンピュータシステムは、複数のコントローラと、スイッチと、管理装置とを具備する。複数のコントローラのそれぞれは、通信経路を算出し、通信経路上のスイッチに対して、フローエントリを設定する。スイッチは、自身のフローテーブルに設定されたフローエントリに従って、受信パケットの中継動作を行う。管理装置は、通信経路に基づいて構築された仮想ネットワークのトポロジ情報に基づき、複数のコントローラによって管理される複数の仮想ネットワークを結合して視認可能に出力する。

[0013] 本発明の他の観点による仮想ネットワークの可視化方法は、それぞれが、通信経路を算出し、通信経路上のスイッチに対して、フローエントリを設定する複数のコントローラと、自身のフローテーブルに設定された前記フローエントリに従って、受信パケットの中継動作を行うスイッチとを具備するコンピュータシステムにおいて実行される。本発明による可視化方法は、管理装置が、複数のコントローラから、複数のコントローラによって管理される複数の前記仮想ネットワークのトポロジ情報を取得するステップと、管理装置が、複数の仮想ネットワークのそれぞれのトポロジ情報に基づき、複数の仮想ネットワークを結合して視認可能に出力するステップとを具備する。

[0014] 本発明による仮想ネットワークの可視化方法は、コンピュータによって実行される可視化プログラムによって実現されることが好ましい。

[0015] 本発明によれば、オープンフロー技術を利用した複数のコントローラによって制御された仮想ネットワーク全体を一元的に管理することができる。

図面の簡単な説明

[0016] 上記発明の目的、効果、特徴は、添付される図面と連携して実施の形態の記述から、より明らかになる。

[図1]図1は、本発明によるコンピュータシステムの実施の形態における構成を示す図である。

[図2]図2は、本発明によるオープンフローコントローラの実施の形態における構成を示す図である。

[図3]図3は、本発明によるオープンフローコントローラが保持するV Nトポロジ情報の一例を示す図である。

[図4]図4は、本発明によるオープンフローコントローラが保持するV Nトポロジ情報の概念図である。

[図5]図5は、本発明による管理装置の実施の形態における構成を示す図である。

[図6]図6は、本発明による管理装置が保持する仮想ノード情報の一例を示す図である。

[図7]図7は、本発明による管理装置が保持する仮想ノード情報の他の一例を示す図である。

[図8]図8は、図1に示す複数のオープンフローコントローラのそれぞれが保持するV Nトポロジ情報の一例を示す図である。

[図9]図9は、図8に示すV Nトポロジ情報を統合して生成された、仮想ネットワーク全体のV T Nトポロジ情報の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、添付図面を参照しながら本発明の実施の形態を説明する。図面において同一、又は類似の参照符号は、同一、類似、又は等価な構成要素を示す。

[0018] (コンピュータシステムの構成)

図1を参照して、本発明によるコンピュータシステムの構成を説明する。図1は、本発明によるコンピュータシステムの実施の形態における構成を示す図である。本発明によるコンピュータシステムは、オープンフローを利用して通信経路の構築及びパケットデータの転送制御を行う。本発明によるコンピュータシステムは、オープンフローコントローラ1-1～1-5（以下

、OFC 1-1～1-5と称す)、複数のオープンフロースイッチ2(以下、OFS 2と称す)、複数のL3ルータ3、複数のホスト4(例えばストレージ4-1、サーバ4-2、クライアント端末4-3)、管理装置100を具備する。尚、OFC 1-1～1-5を区別せずに総称する場合はOFC 1と称す。

[0019] ホスト4は、図示しないCPU、主記憶装置、及び外部記憶装置を備えるコンピュータ装置であり、外部記憶装置に格納されたプログラムを実行することで、他のホスト4との間で通信を行う。ホスト4間の通信は、スイッチ2又はL3ルータ3を介して行われる。ホスト4は、実行するプログラムやそのハードウェア構造に応じて、ストレージ4-1、サーバ(例えばWebサーバ、ファイルサーバ、アプリケーションサーバ)、あるいはクライアント端末4-3等に例示される機能を実現する。

[0020] OFC 1は、オープンフロー技術により、システム内におけるパケット転送に係る通信経路パケット転送処理を制御するフロー制御部12を備える。オープンフロー技術とは、コントローラ(ここではOFC 1)が、ルーティングポリシー(フローエントリ:フロー+アクション)に従い、マルチレイヤ及びフロー単位の経路情報をOFS 2に設定し、経路制御やノード制御を行う技術を示す(詳細は、非特許文献1を参照)。これにより、経路制御機能がルータやスイッチから分離され、コントローラによる集中制御によって最適なルーティング、トラフィック管理が可能となる。オープンフロー技術が適用されるOFS 2は、従来のルータやスイッチのようにパケットやフレームの単位ではなく、END2ENDのフローとして通信を取り扱う。

[0021] OFC 1は、OFS 2が保持するフローテーブル(図示なし)にフローエントリ(ルール+アクション)を設定することで当該OFS 2の動作(例えばパケットデータの中継動作)を制御する。OFC 1によるOFS 2に対するフローエントリの設定や、OFS 2からOFC 13に対するファーストパケットの通知(パケットIN)は、制御用ネットワーク200(以下、制御用NW 200と称す)を介して行われる。

[0022] 図1に示す一例では、データセンタDC1内のネットワーク（OFS2）を制御するOFC1としてOFC1-1～1-4が設置され、データセンタDC2内のネットワーク（OFS2）を制御するOFC1としてOFC1-5が設置されている。OFC1-1～1-4は、データセンタDC1内のOFS2と制御NW200-1を介して接続され、OFC1-5は、データセンタDC2内のOFS2と制御NW200-2を介して接続されている。又、データセンタDC1のネットワーク（OFS2）とデータセンタDC2のネットワーク（OFS2）は、レイヤ3でルーティングを行うL3ルータ3を介して接続された異なるIPアドレス範囲のネットワーク（サブネットワーク）である。

[0023] 図2を参照して、OFC1の構成の詳細を説明する。図2は、本発明によるOFC1の構成を示す図である。OFC1は、CPU及び記憶装置を備えるコンピュータによって実現されることが好適である。OFC1では、図示しないCPUが記憶装置に格納されたプログラムを実行することで、図2に示すVNTポロジ情報通知部11、フロー制御部12の各機能が実現される。又、OFC1は、記憶装置に格納されたVNTポロジ情報13を保持する。

[0024] フロー制御部12は、自身が管理するOFS2にフローエントリ（ルール+アクション）の設定又は削除を行う。この際、フロー制御部12は、フローエントリ（ルール+アクション情報）にOFC1を識別するコントローラIDを対応付けてOFS2のフローテーブルに設定する。OFS2は、設定されたフローエントリを参照し、受信パケットのヘッダ情報に応じたルールに対応するアクション（例えばパケットデータの中継や破棄）を実行する。ルール、アクションの詳細は後述する。

[0025] ルールには、例えば、TCP/IPのパケットデータにおけるヘッダ情報に含まれる、OSI（Open Systems Interconnection）参照モデルのレイヤ1からレイヤ4のアドレスや識別子の組み合わせが規定される。例えば、レイヤ1の物理ポート、レイヤ2のMACアド

レス、VLANタグ（VLAN id）、レイヤ3のIPアドレス、レイヤ4のポート番号のそれぞれの組み合わせがルールとして設定される。尚、VLANタグには、優先順位（VLAN Priority）が付与されていても良い。

[0026] ここで、ルールに設定されるポート番号等の識別子やアドレス等は、所定の範囲で設定されても構わない。又、宛先や送信元のアドレス等を区別してルールとして設定されることが好ましい。例えば、MAC宛先アドレスの範囲や、接続先のアプリケーションを特定する宛先ポート番号の範囲、接続元のアプリケーションを特定する送信元ポート番号の範囲がルールとして設定される。更に、データ転送プロトコルを特定する識別子をルールとして設定してもよい。

[0027] アクションには、例えばTCP/IPのパケットデータを処理する方法が規定される。例えば、受信パケットデータを中継するか否かを示す情報や、中継する場合はその送信先が設定される。又、アクションには、パケットデータの複製や、破棄することを指示する情報が設定されてもよい。

[0028] OFC1によるフロー制御により、予め設定された仮想ネットワーク（VN）がOFC1毎に構築される。又、OFC1毎に管理される少なくとも1つの仮想ネットワーク（VN）により1つの仮想テナントネットワーク（VTN）が構築される。例えば、異なるIPネットワークを制御するOFC1-1～1-5のそれぞれに管理される仮想ネットワークによって、1つの仮想テナントネットワークVTN1が構築される。あるいは、同一IPネットワークを制御するOFC1-1～1-4のそれぞれに管理される仮想ネットワークによって、1つの仮想テナントネットワークVTN2が構築されても良い。更には、1つのOFC1（例えばOFC1-5）によって管理される仮想ネットワークが1つの仮想テナントネットワークVTN3を構成しても良い。尚、図1に示すように、仮想テナントネットワーク（VTN）は、システム内に複数構築されても良い。

[0029] VNトポロジ情報通知部11は、自身が管理する仮想ネットワーク（VN

）のVNトポロジ情報13を管理装置100に通知する。VNトポロジ情報13は、図3及び図4に示すように、OFC1が管理（制御）する仮想ネットワーク（VN）のトポロジに関する情報を含む。図1を参照して、本発明によるコンピュータシステムは、複数のOFC1によって制御されることで複数の仮想テナントネットワークVTN1、VTN2、・・・を実現している。仮想テナントネットワークには、OFC1-1～1-5のそれぞれが管理（制御）する仮想ネットワーク（VN）を含んでいる。OFC1は、自身が管理する仮想ネットワーク（以下、管理対象仮想ネットワークと称す）のトポロジに関する情報をVNトポロジ情報13として保持する。

[0030] 図3は、OFC1が保持するVNトポロジ情報13の一例を示す図である。図4は、OFC1が保持するVNトポロジ情報13の概念図である。VNトポロジ情報13は、OFS2や図示しないルータ等の物理スイッチによって実現される仮想ネットワークにおける仮想ノードの接続状況に関する情報を含む。具体的には、VNトポロジ情報13は、管理対象仮想ネットワークに属する仮想ノードを識別する情報（仮想ノード情報132）と、当該仮想ノードの接続状況を示す接続情報133を含む。仮想ノード情報132と接続情報133は、管理対象仮想ネットワークが属する仮想ネットワーク（例えば、仮想テナントネットワーク）の識別子であるVTN番号131に対応付けられて記録される。

[0031] 例えば、仮想ノード情報132には、仮想ノードとして仮想ブリッジ、仮想エクスターナル、仮想ルータのそれぞれを特定する情報を含む。仮想エクスターナルとは、仮想ブリッジの接続先となる端末（ホスト）やルータを示す。仮想ノード情報132は、例えば、仮想ノードが接続するVLAN名とMACアドレス（又はポート番号）との組合せによって定義される。一例として、仮想ルータの識別子（仮想ルータ名）にMACアドレス（又はポート番号）が対応付けられて仮想ノード情報132として設定される。ここで、仮想ブリッジ名、仮想エクスターナル名、仮想ルータ名等に例示される仮想ノード名は、仮想ノード情報132としてOFC1毎に固有に設定されても

良いし、システム内の全てのOFC1に共通の名称が設定されても良い。

[0032] 接続情報133は、仮想ノードの接続先を特定する情報を含み、当該仮想ノードの仮想ノード情報132に対応付けられる。例えば、図4を参照して、仮想ブリッジ(vBridge)“VB11”の接続先として仮想ルータ(vRouter)“VR11”と仮想エクスターナル(vExternal)“VE11”が接続情報133として設定される。接続情報133には、接続相手を特定する接続種別(ブリッジ/エクスターナル/ルータ/外部ネットワーク(L3ルータ)や、接続先を特定する情報(例えばポート番号、MACアドレス、VLAN名)が含まれても良い。詳細には、仮想ブリッジの識別子(仮想ブリッジ名)に当該仮想ブリッジに属するVLAN名が対応付けられて接続情報133として設定される。又、仮想エクスターナルの識別子(仮想エクスターナル名)に、VLAN名とMACアドレス(又はポート番号)との組合せが対応付けられて接続情報133として設定される。すなわち、仮想エクスターナルは、VLAN名とMACアドレス(又はポート番号)との組合せによって定義される。

[0033] 図4を参照して、OFC1が保持するVNTポロジ情報13に基づいて作成された仮想ネットワークの一例を説明する。図4に示す仮想ネットワークは、仮想テナントネットワークVTN1に属し、仮想ルータ“VR11”、仮想ブリッジ“VB11”、“VB12”、仮想エクスターナル“VE11”、“VE12”によって構成される。仮想ブリッジ“VB11”、“VB12”は仮想ルータ“VR11”を介して接続される別サブネットワークである。仮想ブリッジ“VB11”には、仮想エクスターナル“VE11”が接続され、仮想エクスターナル“VE11”には、OFC1-2“OFC2”が管理する仮想ルータ“VR22”のMACアドレスが対応付けられている。これは、仮想ブリッジ“VB11”から、OFC1-2“OFC2”が管理する仮想ルータ“VR22”のMACアドレスが見えていることを示す。同様に、仮想ブリッジ“VB12”には、仮想エクスターナル“VE12”が接続され、仮想エクスターナル“VE12”には、L3ルータが対応付

けられている。これは、仮想ブリッジ“VB12”がL3ルータを介して外部ネットワークに接続されていることを示す。

[0034] 図1を参照して、VNトポロジ情報通知部11は、自身が管理するVNトポロジ情報13をセキュアな管理用ネットワーク300（以下、管理用NW300と称す）を介して管理装置100に通知する。管理装置100は、OFC1-1～1-5から収集したVNトポロジ情報14を、仮想ノード情報105に基づいて結合し、システム全体の仮想ネットワーク（例えば仮想テナントネットワークVTN1、VTN2、・・・）を生成する。

[0035] 図5を参照して、管理装置100の構成の詳細を説明する。図5は、本発明による管理装置100の実施の形態における構成を示す図である。管理装置100は、CPU及び記憶装置を備えるコンピュータによって実現されることが好適である。管理装置100では、図示しないCPUが記憶装置に格納された可視化プログラムを実行することで、図5に示すVN情報収集部101、VNトポロジ結合部102、VTNトポロジ出力部103の各機能が実現される。又、管理装置100は、記憶装置に格納されたVTNトポロジ情報104及び仮想ノード情報105を保持する。尚、VTNトポロジ情報104は、初期状態では記録されてなく、VNトポロジ結合部102によって生成された時点で初めて記録される。一方、仮想ノード情報105は、初期状態において予め設定されていることが好ましい。

[0036] VN情報収集部101は、管理用NW300を介してOFC1に対してVNトポロジ情報収集指示を発行し、OFC1からVNトポロジ情報13を取得する。取得したVNトポロジ情報13は、図示しない記憶装置に一時記憶される。

[0037] VNトポロジ結合部102は、仮想ノード情報105に基づいて、取得したVNトポロジ情報13をシステム全体における仮想ネットワーク単位（例えば仮想テナントネットワーク単位）で結合（統合）し、システム全体における仮想ネットワークに対応するトポロジ情報を生成する。VNトポロジ結合部102によって生成されたトポロジ情報は、VTNトポロジ情報104

として記録されるとともに、V T N トポロジ出力部 1 0 3 によって視認可能に出力される。例えば、V T N トポロジ出力部 1 0 3 は、V T N トポロジ情報 1 0 4 をモニタ等の出力装置（図示なし）に、テキスト形式又はグラフィカルに表示させる。V T N トポロジ情報 1 0 4 は、図 3 に示す V N トポロジ情報 1 3 と同様な構成であり、V T N 番号に対応付けられた仮想ノード情報及び接続情報を含む。

[0038] V N トポロジ結合部 1 0 2 は、O F C 1 から取得した V N トポロジ情報 1 3 と、仮想ノード情報 1 0 5 とに基づいて、O F C 1 毎の管理対象仮想ネットワーク上の仮想ノードのうち、共通の（同一の）仮想ノードを特定する。V N トポロジ結合部 1 0 2 は、共通の仮想ノードを介して当該仮想ノードが属する仮想ネットワークを結合する。ここで、V N トポロジ結合部 1 0 2 は、同一 I P アドレス範囲の仮想ネットワーク（サブネット）同士を接続する場合、当該ネットワークに共通の仮想ブリッジを介して仮想ネットワークの結合を行う。又、V N トポロジ結合部 1 0 2 は、異なる I P アドレス範囲の仮想ネットワーク（サブネット）同士を接続する場合、当該ネットワークに共通の仮想エクスターナルを介して仮想ネットワークの結合を行う。

[0039] 仮想ノード情報 1 0 5 は、同一の仮想ノードに対して O F C 1 毎に固有に付与された仮想ノード名を対応付ける情報である。図 6 は、本発明による管理装置 1 0 0 が保持する仮想ノード情報 1 0 5 の一例を示す図である。図 6 に示す仮想ノード情報 1 0 5 は、コントローラ名 5 1、共通仮想ノード名 5 2、対応仮想ノード名 5 3 を含む。詳細には、O F C 毎に設定される仮想ノード名のうち同一の仮想ノードとして対応する仮想ノード名が、対応仮想ノード名 5 3 として共通仮想ノード名 5 2 に対応付けられて記録される。図 6 に示す一例では、コントローラ名 5 1 が“O F C 1”の O F C 1 に設定される仮想ブリッジ“V B x 1”と、“O F C 2”の O F C 1 に設定される仮想ブリッジ“V B y 1”が、共通仮想ノード名“V B 1”に対応付けられて、仮想ノード情報 1 0 5 として設定される。この場合、V N トポロジ結合部 1 0 2 は、コントローラ名 5 1 及び対応仮想ノード名 5 3 をキーとして仮想ノ

ード情報105を参照することで、OFC1“OFC1”から通知されたVNトポロジ情報13に含まれる仮想ブリッジ“VBx1”と、OFC1“OFC2”から通知されたVNトポロジ情報13に含まれる仮想ブリッジ“VB_y1”が、同一の仮想ブリッジ“VB1”であると認識できる。同様に、VNトポロジ結合部102は、図6に示す仮想ノード情報105を参照することで、OFC1“OFC1”で設定される仮想ブリッジ“VBx2”とOFC1“OFC2”で設定される仮想ブリッジ“VB_y2”を、同一の仮想ブリッジ“VB2”として認識することができる。又、OFC1“OFC1”に設定される仮想エクスターナル“VEx1”と、OFC1“OFC2”に設定される仮想エクスターナル“VEx2”が、共通仮想ノード名“VE1”に対応付けられて、仮想ノード情報105として設定される。この場合、VNトポロジ結合部102は、仮想ノード情報105を参照することで、OFC1“OFC1”から通知されたVNトポロジ情報13に含まれる仮想エクスターナル“VEx1”と、OFC1“OFC2”から通知されたVNトポロジ情報13に含まれる仮想エクスターナル“VE_y1”が同一の仮想エクスターナル“VE1”であると認識できる。同様に、図6に示す仮想ノード情報105を参照することで、VNトポロジ結合部102は、OFC1“OFC1”で設定される仮想エクスターナル“VEx2”とOFC1“OFC2”で設定される仮想ブリッジ“VE_y2”を、同一の仮想ブリッジ“VE2”として認識することができる。

[0040] 図7は、本発明による管理装置100が保持する仮想ノード情報105の他の一例を示す図である。図7に示す仮想ノード情報105は、仮想ノード名61、VLAN名62、MACアドレス63を含む。詳細には、仮想ノードが属するVLANや仮想ノードに属するMACアドレスが、当該仮想ノードの名称（仮想ノード名61）に対応付けられて、仮想ノード情報105として設定される。図7に示される仮想ノード情報105が登録されている場合、VN情報収集部101は、仮想ノードが属するVLAN名や仮想ノードに属するMACアドレスを含む仮想ノード情報132をOFC1から収集す

る。VNトポロジ結合部102は、仮想ノード情報105を参照して、OFC1からの仮想ノード情報132に含まれるVLAN名やMACアドレスをキーとして仮想ノード名61を特定し、当該仮想ノード情報132に含まれる仮想ノード名に対応付ける。これにより、VNトポロジ結合部102は、他のOFCから取得した仮想ノード名が異なっても、VLAN名やMACアドレスによって特定した仮想ノード名61が一致する仮想ノードを、同一の仮想ノードとして認識することができる。

[0041] (仮想ネットワークの結合(統合)動作)

次に、図8及び図9を参照して、管理装置100における仮想ネットワークの結合動作の詳細を説明する。図8は、図1に示す複数のOFC1-1~1-5のそれぞれが保持する仮想テナントネットワークVTN1に属する仮想ネットワークのVNトポロジ情報13の一例を示す図である。

[0042] 図8を参照して、OFC1-1“OFC1”は、自身の管理対象仮想ネットワークのVNトポロジ情報13として、相互に接続された仮想ブリッジ“VB11”及び仮想エクスターナル“VE11”を保持する。OFC1-2“OFC2”は、自身の管理対象仮想ネットワークのVNトポロジ情報13として、仮想ルータ“VR21”、仮想ブリッジ“VB21”、“VB22”、仮想エクスターナル“VE21”、“VE22”を保持する。仮想ブリッジ“VB21”、“VB22”は仮想ルータ“VR21”を介して接続される別サブネットワークを示す。仮想ブリッジ“VB21”には、仮想エクスターナル“VE21”が接続されている。仮想ブリッジ“VB22”には、仮想エクスターナル“VE22”が接続され、仮想エクスターナル“VE22”には、L3ルータ“SW1”が対応付けられている。OFC1-3“OFC3”は、自身の管理対象仮想ネットワークのVNトポロジ情報13として、仮想ブリッジ“VB31”、仮想エクスターナル“VE31”、“VE32”を保持する。OFC1-4“OFC4”は、自身の管理対象仮想ネットワークのVNトポロジ情報13として、仮想ブリッジ“VB41”、仮想エクスターナル“VE41”を保持する。OFC1-5“OFC5”は、

自身の管理対象仮想ネットワークのVNトポロジ情報13として、仮想ルータ“VR51”、仮想ブリッジ“VB51”、“VB52”、仮想エクスターナル“VE51”、“VE52”を保持する。仮想ブリッジ“VB51”、“VB52”は仮想ルータ“VR51”を介して接続される別サブネットワークを示す。仮想ブリッジ“VB51”には、仮想エクスターナル“VE51”が接続され、仮想エクスターナル“VE51”には、L3ルータ“SW2”が対応付けられている。仮想ブリッジ“VB52”には、仮想エクスターナル“VE52”が接続されている。

[0043] 管理装置100のVN情報収集部101は、仮想テナントネットワーク“VTN1”に対するVNトポロジ情報収集指示をOFC1-1~1-5に発行する。OFC1-1~1-5のそれぞれは、仮想テナントネットワーク“VTN1”に属するVNトポロジ情報13を、管理用NW300を介して管理装置100に通知する。これにより、管理装置100は、例えば図8に示すVNトポロジ情報13を、OFC1-1~1-5のそれぞれから収集する。管理装置100のVNトポロジ結合部102は、仮想ノード情報105を参照して、収集したVNトポロジ情報13において共通の仮想ノードを特定する。ここでは、仮想ノード情報105において、仮想ブリッジ“VB11”、“VB21”、及び“VB31”、“VB41”が仮想ブリッジ“VB1”として対応付けられて登録され、仮想エクスターナル“VE22”と“VB51”が仮想エクスターナル“VE1”として対応付けられて登録されているものとする。VNトポロジ結合部102は、仮想ノード情報105を参照し、2つの仮想ネットワーク上の仮想ブリッジが対応づけられている場合、当該仮想ネットワークがL2接続しているものとみなす。この場合、VNトポロジ結合部102は、対応づけられた仮想ブリッジを介して当該仮想ネットワークを結合する。本一例では、VNトポロジ結合部102は、仮想ノード情報105に基づき、対応する仮想ブリッジ“VB11”、“VB21”、及び“VB31”、“VB41”を同一の仮想ブリッジ“VB1”として仮想ルータ“VR21”に接続する。又、VNトポロジ結合部102は、仮想ノ

ード情報 105 を参照し、2つの仮想ネットワーク上の仮想エクスターナルが対応づけられている場合、当該仮想ネットワークが L3 接続しているものとみなす。この場合、VN トポロジ結合部 102 は、対応づけられた仮想エクスターナルを介して当該仮想ネットワークを結合する。本一例では、VN トポロジ結合部 102 は、仮想エターナル “VE 22” と “VE 51” が対応しているため、仮想エターナル “VE 22” と “VE 51” を同一の仮想エターナル “VE1” として仮想ブリッジ “VB 22”、“VB 51” 間を接続する。このように、VN トポロジ結合部 102 は、図 8 に示す OFC 1 毎の VN トポロジ情報 13 を結合（統合）し、図 9 に示す仮想テナントネットワーク “VTN 1” 全体のトポロジ情報（VTN トポロジ情報 104）を生成、記録する。

[0044] 生成された VTN トポロジ情報 104 は、図 9 に示すように視認可能に出力される。これにより、ネットワーク管理者は、図 1 に示すシステム全体における仮想ネットワークのトポロジを一元的に管理することが可能となる。

[0045] 以上、本発明の実施の形態を詳述してきたが、具体的な構成は上記実施の形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の変更があっても本発明に含まれる。例えば、図 1 に示す管理装置 100 は、OFC 1 とは別に設けられているが、これに限らず、OFC 1-1～OFC 1-5 のいずれかに設けられても構わない。又、図 1 では、コンピュータシステムでは、5つの OFC 1 が設けられた形態を示したが、ネットワークに接続される OFC 1 の数やホスト 4 の数は、これに限らない。

[0046] 尚、本出願は、日本特許出願番号 2012-027779 に基づき、日本特許出願番号 2012-027779 における開示内容は引用により本出願に組み込まれる。

前記仮想ノード情報には、対応する複数の前記仮想エクスターナルの組合せが設定され、

前記管理装置は、前記トポロジ情報と前記仮想ノード情報に基づいて前記複数の仮想ネットワークに共通の仮想エクスターナルを特定し、前記共通の仮想エクスターナルを介して前記複数の仮想ネットワークを結合する

コンピュータシステム。

[請求項5]

請求項2に記載のコンピュータシステムにおいて、

前記仮想ノード情報には、仮想ノードとVLAN名が対応付けられて設定され、

前記管理装置は、前記トポロジ情報に含まれるVLAN名と前記仮想ノード情報に基づいて前記複数の仮想ネットワークに共通の仮想ノードを特定し、前記共通の仮想ノードを介して前記複数の仮想ネットワークを結合する

コンピュータシステム。

[請求項6]

請求項1から5のいずれか1項に記載のコンピュータシステムにおいて、

前記管理装置は、前記複数のコントローラのいずれかに搭載されるコンピュータシステム。

[請求項7]

それぞれが、通信経路を算出し、前記通信経路上のスイッチに対して、フローエントリを設定する複数のコントローラと、

自身のフローテーブルに設定された前記フローエントリに従って、受信パケットの中継動作を行うスイッチと

を具備するコンピュータシステムにおいて実行される仮想ネットワークの可視化方法であって、

管理装置が、前記複数のコントローラから、前記複数のコントローラによって管理される複数の前記仮想ネットワークのトポロジ情報を取得するステップと、

前記管理装置が、前記複数の仮想ネットワークのそれぞれのトポロジ情報に基づき、前記複数の仮想ネットワークを結合して視認可能に出力するステップと

を具備する

仮想ネットワークの可視化方法。

[請求項8]

請求項7に記載の可視化方法において、

前記管理装置は、前記仮想ネットワークを構成する仮想ノードを識別する仮想ノード情報を保持し、

前記複数の仮想ネットワークを結合して視認可能に出力するステップは、

前記管理装置が、前記トポロジ情報と前記仮想ノード情報に基づいて前記複数の仮想ネットワークに共通の仮想ノードを特定するステップと、

前記管理装置が、前記共通の仮想ノードを介して前記複数の仮想ネットワークを結合するステップと

を備える

仮想ネットワークの可視化方法。

[請求項9]

請求項8に記載の可視化方法において、

前記仮想ノードは仮想ブリッジを含み、

前記仮想ノード情報には、対応する複数の前記仮想ブリッジの組合せが設定され、

前記複数の仮想ネットワークを結合して視認可能に出力するステップは、

前記管理装置が、前記トポロジ情報と前記仮想ノード情報に基づいて前記複数の仮想ネットワークに共通の仮想ブリッジを特定するステップと、

前記管理装置が、前記共通の仮想ノードを介して前記複数の仮想ネットワークを結合するステップと

を備える

仮想ネットワークの可視化方法。

[請求項10]

請求項9に記載の可視化方法において、

前記仮想ノードは前記仮想ブリッジの接続先として見える仮想エクスターナルを含み、

前記仮想ノード情報には、対応する複数の前記仮想エクスターナルの組合せが設定され、

前記複数の仮想ネットワークを結合して視認可能に出力するステップは、

前記管理装置が、前記トポロジ情報と前記仮想ノード情報に基づいて前記複数の仮想ネットワークに共通の仮想エクスターナルを特定するステップと、

前記管理装置が、前記共通の仮想エクスターナルを介して前記複数の仮想ネットワークを結合するステップと

を備える

仮想ネットワークの可視化方法。

[請求項11]

請求項8に記載の可視化方法において、

前記仮想ノード情報には、仮想ノードとVLAN名が対応付けられて設定され、

前記複数の仮想ネットワークを結合して視認可能に出力するステップは、

前記管理装置が、前記トポロジ情報に含まれるVLAN名と前記仮想ノード情報に基づいて前記複数の仮想ネットワークに共通の仮想ノードを特定するステップと、

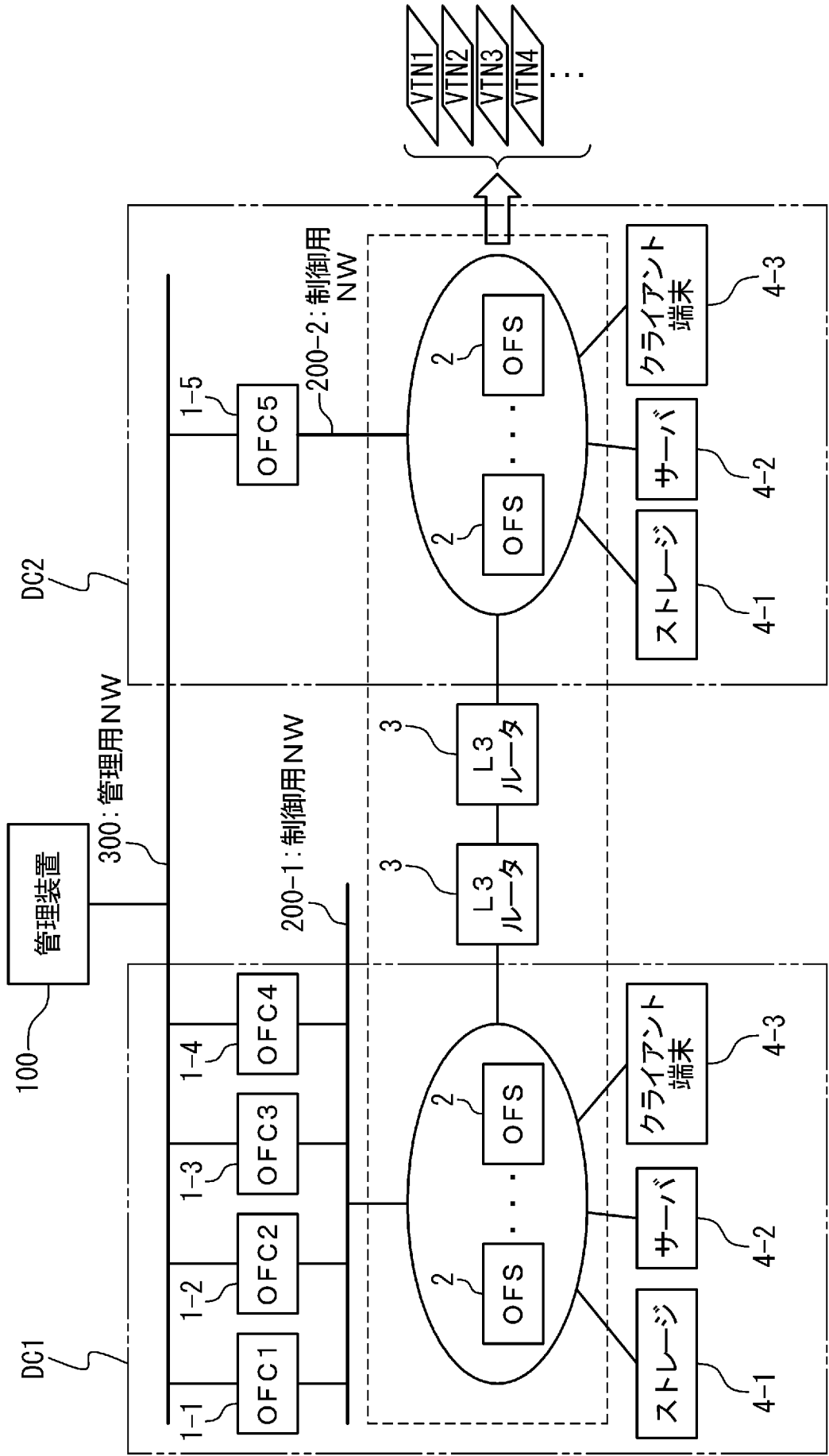
前記管理装置が、前記共通の仮想ノードを介して前記複数の仮想ネットワークを結合するステップと

を備える

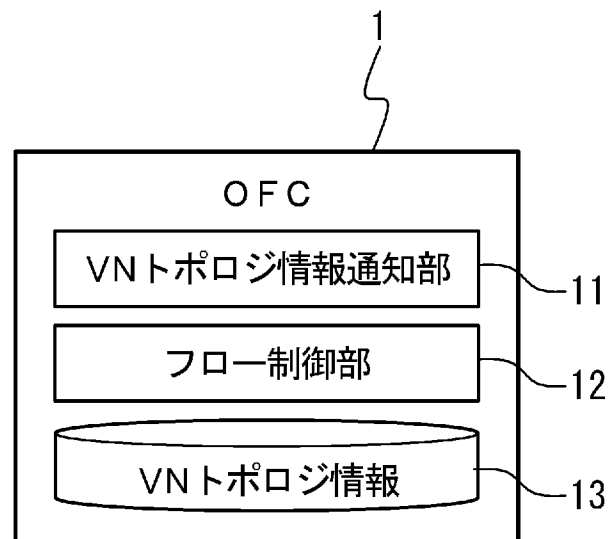
仮想ネットワークの可視化方法。

[請求項12] 請求項7から11のいずれか1項に記載の可視化方法をコンピュータに実行させる可視化プログラムが記録された記録装置。

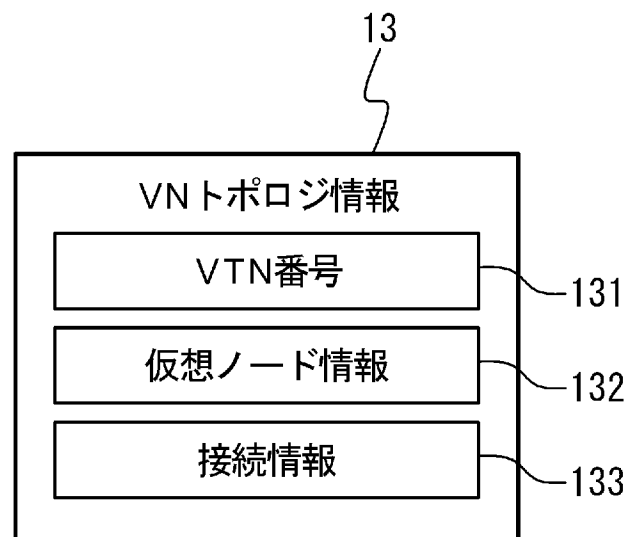
[図1]



[図2]

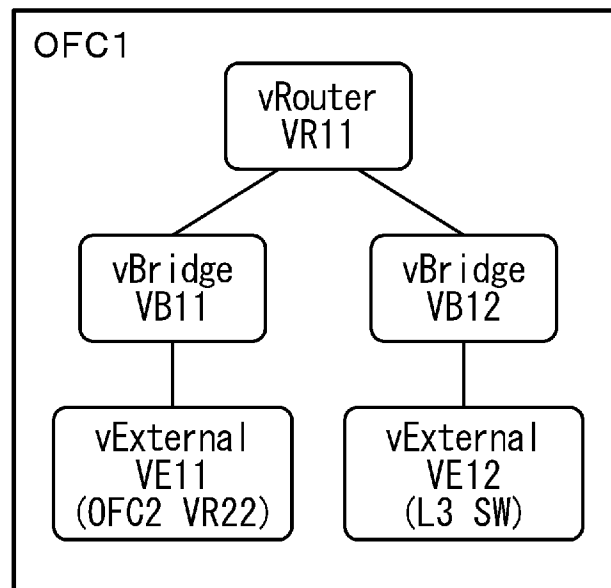


[図3]

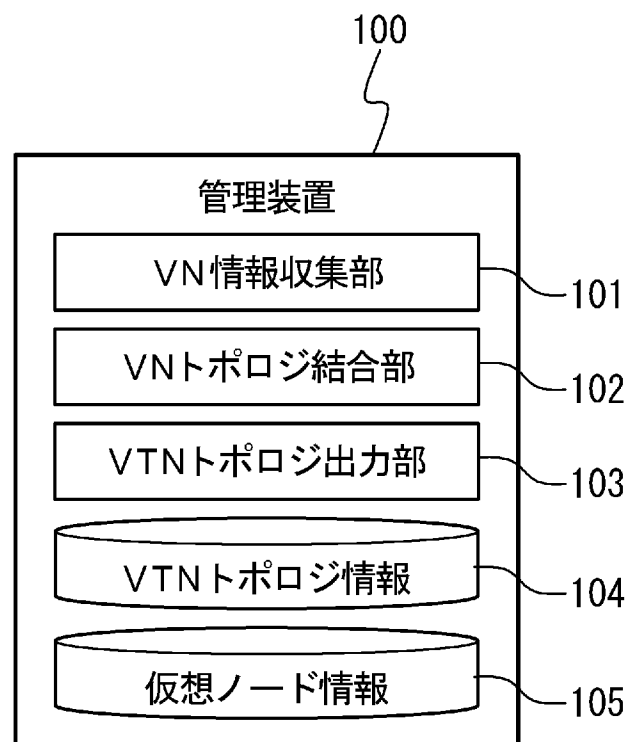


[図4]

13: VNトポロジ情報



[図5]



[図6]

105: 仮想ノード情報

51

52

コントローラ名	0FC1	0FC2	...
共通仮想ノード名	VBx1	VBy1	...
VB1 (vBridge)	VBx2	VBy2	...
VB2 (vBridge)	⋮	⋮	⋮
⋮	VEx1	VEy1	...
VE1 (vExternal)	VEx2	VEy2	...
VE2 (vExternal)	⋮	⋮	⋮
⋮			

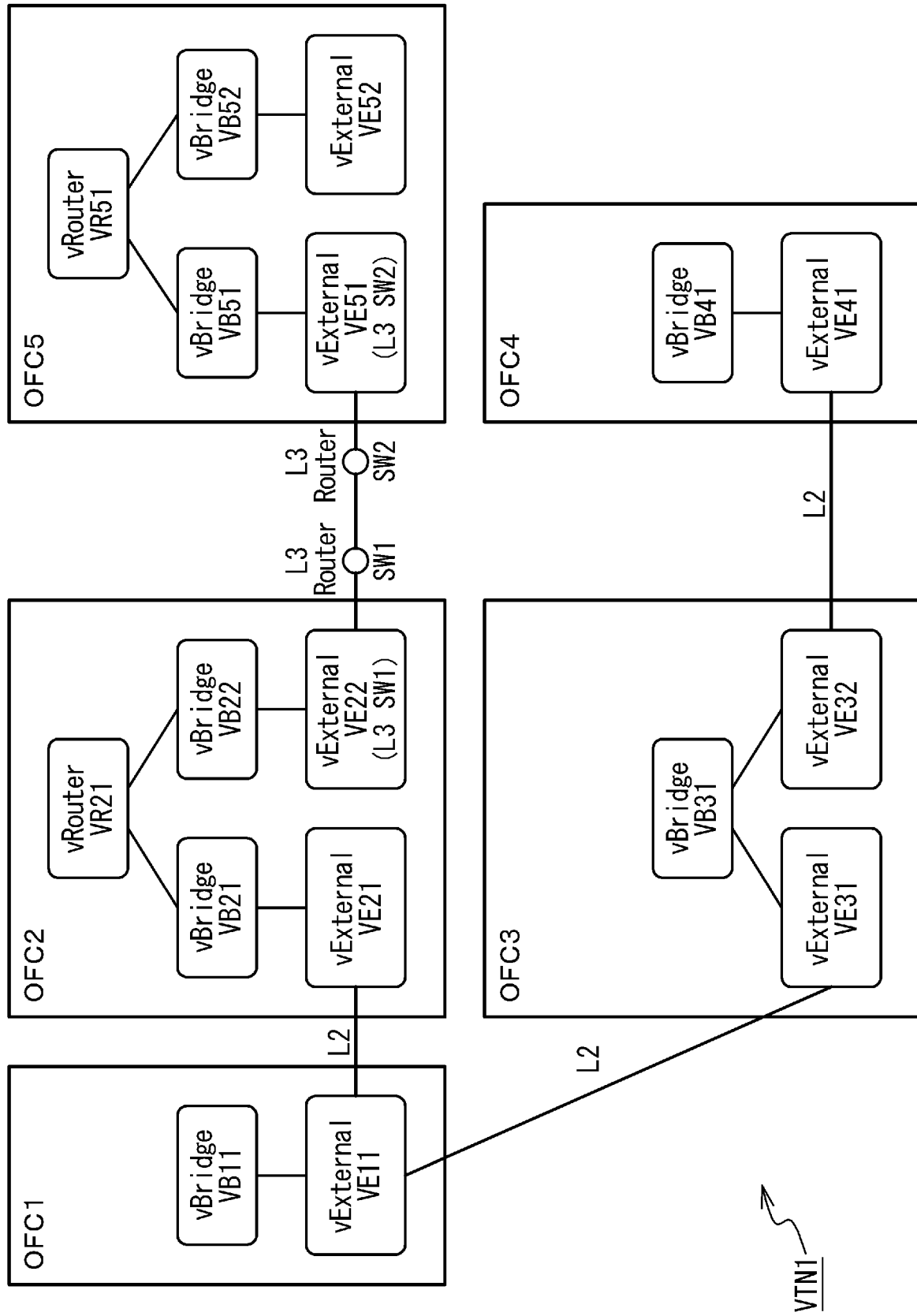
53: 対応仮想ノード名

[図7]

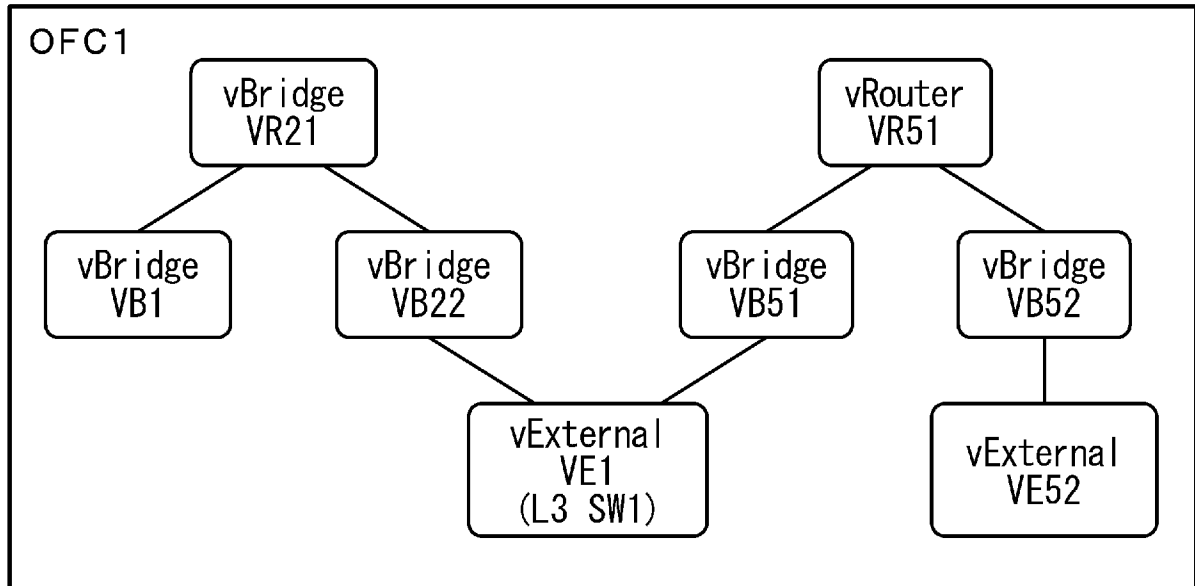
105: 仮想ノード情報

仮想ノード名	VLAN名	MACアドレス
VBx1 (vBridge)	VLANx1	—
	VLANx2	—
	⋮	⋮
VBy1 (vBridge)	VLANy1	—
	VLANy2	—
	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮
	⋮	⋮
VEx1 (vExternal)	VLANx1	MACx1
	VLANx2	MACx2
	⋮	⋮
VEy1 (vExternal)	VLANy1	MACy1
	VLANy2	MACy2
	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮
	⋮	⋮

[図8]



[図9]

VTN1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/052523

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L12/24(2006.01)i, H04L12/28(2006.01)i, H04L12/46(2006.01)i, H04L12/70(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)

H04L12/24, H04L12/28, H04L12/46, H04L12/70

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
Y A	WO 2011/083780 A1 (NEC Corp.), 14 July 2011 (14.07.2011), paragraphs [0093] to [0107]; fig. 21, 22 & US 2011/0317701 A1 & EP 2523402 A1 & CN 102714628 A	1, 6, 7, 12 2-5, 8-11
Y A	Toshindan no OpenFlow Part 2 [Data Center deno Katsuyo Scene] VLAN, Multi Tenant, "Mieru-ka" Kizon Gijutsu ga Kakaeru Kadai o Kaiketsu, Nikkei Communications, 01 February 2012 (01.02. 2012), no.577, pages 20 to 23	1, 6, 7, 12 2-5, 8-11
Y A	US 5948055 A (Hewlett-Packard Co.), 07 September 1999 (07.09.1999), abstract; column 5, line 61 to column 12, line 29 (Family: none)	1, 6, 7, 12 2-5, 8-11

☒ 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
29 March, 2013 (29.03.13)Date of mailing of the international search report
09 April, 2013 (09.04.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/052523

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-19866 A (Fujitsu Ltd.) , 19 January 2006 (19.01.2006) , claims & US 2006/0002311 A1	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04L12/24(2006.01)i, H04L12/28(2006.01)i, H04L12/46(2006.01)i, H04L12/70(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. H04L12/24, H04L12/28, H04L12/46, H04L12/70

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
Y A	WO 2011/083780 A1 (日本電気株式会社) 2011.07.14, [0093]-[0107], 図 21, 22 & US 2011/0317701 A1 & EP 2523402 A1 & CN 102714628 A	1, 6, 7, 12 2-5, 8-11
Y A	等身大のOpenFlow Part 2 [データセンターでの活用シーン] VLAN、マルチテナント、“見える化” 既存技術が抱える課題を解決, 日経コミュニケーション, 2012.02.01, 第 577 号, p.20~23	1, 6, 7, 12 2-5, 8-11

☒ 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 9 . 0 3 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 4 . 2 0 1 3

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 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

衣嶋 文彦

5 X

9 1 9 9

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
Y A	US 5948055 A (Hewlett-Packard Company) 1999. 09. 07, ABSTRACT, 5 欄 61 行～12 欄 29 行 (ファミリーなし)	1, 6, 7, 12 2-5, 8-11
A	JP 2006-19866 A (富士通株式会社) 2006. 01. 19, 特許請求の範囲 & US 2006/0002311 A1	1-12