

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5862769号
(P5862769)

(45) 発行日 平成28年2月16日(2016.2.16)

(24) 登録日 平成28年1月8日(2016.1.8)

(51) Int.Cl. F I
 HO 4 L 12/717 (2013.01) HO 4 L 12/717
 HO 4 L 12/70 (2013.01) HO 4 L 12/70 D
 HO 4 L 12/761 (2013.01) HO 4 L 12/761

請求項の数 14 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2014-514732 (P2014-514732)
 (86) (22) 出願日 平成25年5月8日(2013.5.8)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2013/062929
 (87) 国際公開番号 W02013/168737
 (87) 国際公開日 平成25年11月14日(2013.11.14)
 審査請求日 平成26年11月7日(2014.11.7)
 (31) 優先権主張番号 特願2012-107595 (P2012-107595)
 (32) 優先日 平成24年5月9日(2012.5.9)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000004237
 日本電気株式会社
 東京都港区芝五丁目7番1号
 (74) 代理人 100080816
 弁理士 加藤 朝道
 (72) 発明者 田部 陽介
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
 式会社内
 審査官 菊地 陽一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信システム、制御装置、通信方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定し、該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する制御装置と、

前記ブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を用いて、ブロードキャストまたはマルチキャストを行う転送ノードと、を含み、

前記制御装置は、各転送ノードに、前記ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子と、前記転送ノードにおけるVLAN IDとが1対1で対応する制御情報を生成して設定する通信システム。

【請求項2】

転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定し、該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する制御装置と、

前記ブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を用いて、ブロードキャストまたはマルチキャストを行う転送ノードと、を含み、

10

20

前記制御装置は、各転送ノードに、前記ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子と、前記転送ノードにおける各ポートのVLAN IDとが1対1で対応する制御情報を生成して設定する通信システム。

【請求項3】

転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定し、該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する制御装置と、

前記ブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を用いて、ブロードキャストまたはマルチキャストを行う転送ノードと、を含み、

12ビットよりも長いデータ長の前記識別子を設定可能である通信システム。

【請求項4】

前記制御装置は、

転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワークを管理する仮想ネットワーク管理部と、

前記ブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を含む制御情報を前記転送ノードに設定することにより、転送ノードを管理する転送ノード管理部と、

を備える請求項1ないし3のいずれか1項に記載の通信システム。

【請求項5】

前記転送ノード管理部は、

前記ブロードキャストまたはマルチキャストの経路上の上流側の転送ノードに、受信パケットに、前記ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだ追加ヘッダを追加させ、

前記上流側の転送ノードより下流の転送ノードに前記識別子を含んだ追加ヘッダに基づいてパケット転送を行わせる制御情報を設定する請求項4に記載の通信システム。

【請求項6】

転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定し、前記設定したブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する制御装置であって、

前記制御装置は、各転送ノードに、前記ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子と、前記転送ノードにおけるVLAN IDとが1対1で対応する制御情報を生成して設定する制御装置。

【請求項7】

転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定し、前記設定したブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する制御装置であって、

前記制御装置は、各転送ノードに、前記ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子と、前記転送ノードにおける各ポートのVLAN IDとが1対1で対応する制御情報を生成して設定する制御装置。

【請求項8】

転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定し、前記設定したブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する制御装置であって、

10

20

30

40

50

12ビットよりも長いデータ長の前記識別子を設定可能である制御装置。

【請求項9】

転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定するステップと、

該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定するステップと、を含み、

前記転送ノードに、前記ブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を用いて、ブロードキャストまたはマルチキャストを実行させ、

各転送ノードに、前記ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子と、前記転送ノードにおけるVLAN IDとが1対1で対応する制御情報を生成して設定する通信方法。

10

【請求項10】

転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定するステップと、

該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定するステップと、を含み、

前記転送ノードに、前記ブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を用いて、ブロードキャストまたはマルチキャストを実行させ、

各転送ノードに、前記ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子と、前記転送ノードにおける各ポートのVLAN IDとが1対1で対応する制御情報を生成して設定する通信方法。

20

【請求項11】

転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定するステップと、

該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定するステップと、を含み、

前記転送ノードに、前記ブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を用いて、ブロードキャストまたはマルチキャストを実行させ、

12ビットよりも長いデータ長の前記識別子を設定可能である通信方法。

30

【請求項12】

転送ノードに制御情報を設定する制御装置を構成するコンピュータに、前記転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定する処理と、

該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する処理と、を実行させるプログラムであって、

各転送ノードに、前記ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子と、前記転送ノードにおけるVLAN IDとが1対1で対応する制御情報を生成して設定する、プログラム。

40

【請求項13】

転送ノードに制御情報を設定する制御装置を構成するコンピュータに、前記転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定する処理と、

該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する処理と、を実行させるプログラムであ

50

って、

各転送ノードに、前記ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子と、前記転送ノードにおける各ポートのVLAN IDとが1対1で対応する制御情報を生成して設定する、プログラム。

【請求項14】

転送ノードに制御情報を設定する制御装置を構成するコンピュータに、前記転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定する処理と、

該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する処理と、を実行させるプログラムであって、

12ビットよりも長いデータ長の前記識別子を設定可能である、プログラム。

【発明の詳細な説明】

【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2012-107595号(2012年5月9日出願)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、通信システム、制御装置、通信方法及びプログラムに関し、特に、受信パケットを転送する転送ノードと、この転送ノードを制御する制御装置とにより通信を実現する通信システム、制御装置、通信方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1～4に、仮想ネットワーク上でブロードキャストまたはマルチキャストを行う方法が開示されている。特許文献1には、物理ポート、VLAN(Virtual Local Area Network)毎に、レイヤ2ネットワーク(以下、「L2NW」)用のキャリア仮想LAN(CVLAN)のアドレスを割り当て、CVLAN毎に、ブロードキャスト、マルチキャストアドレスを割り当てて、ブロードキャスト/マルチキャストを実現する方法が開示されている。

【0003】

特許文献2では、受け取ったパケット中のユーザMACヘッダ内の送元MACアドレスと、このパケットが通過した端末側仮想インタフェースとの関係を学習して記憶する仮想ハブを備え、この記憶した情報を元にパケットを転送し、また、網側には、VPN番号を付加し、IPパケットにカプセル化して送出するアクセスルータを用いたパケットルーティング方法が開示されている。同文献では、パケットコピーサーバというブロードキャスト用のサーバを立てて、同一VPN内のほかのアクセスルータに対してコピーして転送を行わせることによりブロードキャストを実現している([0122]実施の形態7参照)。

【0004】

特許文献3には、入力されたデータフレームに、出口側のノードへのフォワーディング情報を含む拡張タグを付加してフォワーディングを行うノードが開示されている。ブロードキャストを行う場合、拡張タグに、入口側のノードのフォワーディング情報(例えば、送信元MACアドレス)を設定することで、データフレームの中継が行われると記載されている(請求項3、[0129]、[0137])。

【0005】

特許文献4には、異なるリンクを使用して接続された複数の端末を備える送信媒体でパケットをスイッチングする方法が開示されている。同文献では、フレームが経由したスイッチと1対1に結合した識別子のリスト(ブロードキャスト制御情報)を用いて、パケッ

10

20

30

40

50

トランプを防ぐことが記載されている（[0 0 3 8] ~ [0 0 4 0]）。

【 0 0 0 6 】

非特許文献 1、2 には、通信をエンドツーエンドのフローとして捉え、そのフローを処理する「オープンフロースイッチ」と呼ばれるスイッチと、これらスイッチに対して「フローエントリ」と呼ばれる制御情報を設定する制御装置と、を含むネットワークが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 0 - 2 8 6 8 5 3 号公報

10

【特許文献 2】特開 2 0 0 2 - 2 4 7 0 8 9 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 4 - 2 6 6 8 7 4 号公報

【特許文献 4】特表 2 0 0 7 - 5 3 4 1 9 1 号公報

【非特許文献】

【 0 0 0 8 】

【非特許文献 1】Nick McKeown ほか 7 名、“OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks”、[online]、[平成 24 (2012) 年 3 月 14 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 Specification”

20

Version 1.1.0 Implemented (Wire Protocol 0x02)、[online]、[平成 24 (2012) 年 3 月 14 日検索]、インターネット URL: <http://www.openflow.org/documents/openflow-spec-v1.1.0.pdf>

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

以下の分析は、本発明によって与えられたものである。特許文献 1 の [0 0 0 5]、特許文献 2 の [0 0 1 6] に記載されているように、IEEE 802.1 で規定されている VLAN ヘッドは 12 ビットの長さであり、識別可能な VLAN の数が 4096 に制限されてしまうという問題がある。

30

【 0 0 1 0 】

非特許文献 1、2 のオープンフローネットワークにおいては、エッジに位置するスイッチにおいてフローエントリに従ってネットワーク外部との入出力パケットの VLAN ID の変換を行うことで、ネットワークで扱うことのできる VLAN 数を 4096 以上に拡張することが可能である。

【 0 0 1 1 】

しかしながら、この方法で VLAN 数を 4096 以上に拡張し、ブロードキャスト又はマルチキャスト（以下、「BCMC」とも称する。）を行う場合、ユニキャスト用のフローがエンドツーエンドのフロー 1 つでよいのに対して、ブロードキャスト、マルチキャスト用のフローはエンド数×エンド数分のフローエントリが必要となる。さらに、この方法ではオープンフローネットワークが扱うべきブロードキャスト、マルチキャストドメインの数だけ同様にブロードキャスト、マルチキャスト用のフローが必要になるため、ブロードキャスト、マルチキャストドメインの端点が増大するにつれて、またブロードキャスト、マルチキャストドメインの数が増大するにつれて、フロー処理装置のフローエントリ数が飛躍的に増大するという問題が存在する。

40

【 0 0 1 2 】

そこで例えば、次のような方法が考えられる。図 16 に示すオープンフローネットワークにブロードキャスト、マルチキャスト用のフローエントリを設定することを考える。このため、図 17 に示す、ブロードキャスト、マルチキャストパケットがループしないように求めたスパニングツリーを実現するための、VLAN ID に依存しないブロードキャ

50

スト、マルチキャスト用のフローエントリ（以下、「BCMCベースフローエントリ」といい、符号400A～400Cを付す。）を各転送ノードに設定する。

【0013】

図18～図20は、図17の各転送ノードに設定するBCMC用ベースフローエントリ400A～400Cの一例であり、図17の矢線に対応するフローエントリと、ループとなりうるパケットを破棄(Drop)するフローエントリとが設定されている。このようなBCMC用ベースフローエントリ400A～400Cを用いることで、ブロードキャスト、マルチキャストドメインごとにフローエントリ数が増大する問題に対処できる。そして、ネットワークのエッジに位置する転送ノードは、外部のネットワークとの入出力パケットのVLAN IDの変換を行わず、例えば以下のような当該転送ノードのポートのVLAN設定を用いてパケットを処理する。具体的には、前記エッジに位置する転送ノードは、ポートがアンタグポート(untagged)でVLAN IDの設定がされている場合、入力パケットがuntaggedの場合のみ該ポートから設定されているVLAN IDがtaggedされている状態でパケットを入力し、入力パケットがtaggedの場合、該ポートで入力パケットをドロップする処理を行う。一方、ポートがタグポート(tagged)でVLAN IDの設定がされている場合、前記エッジに位置する転送ノードは、入力パケットのVLAN IDが同じ場合のみ該ポートからそのVLAN IDがtaggedされている状態でパケットを入力し、入力パケットがuntaggedもしくは異なるVLAN IDの場合は該ポートで入力パケットをドロップする処理を行う。

10

20

【0014】

また、前記エッジに位置する転送ノードは、ポートがアンタグポート(untagged)でVLAN IDの設定がされている場合、出力パケットのVLAN IDが同じ場合のみ該ポートからVLAN IDをuntaggedした状態でパケットを出力し、異なる場合、該ポートで出力パケットをドロップする処理を行う。一方、該ポートがタグポート(tagged)でVLAN IDの設定がされている場合、前記エッジに位置する転送ノードは、出力パケットのVLAN IDが同じ場合のみ該ポートからそのVLAN IDがtaggedされている状態でパケットを出力し、異なる場合は該ポートで出力パケットをドロップする処理を行う。

【0015】

この場合のオープンフローネットワークにおけるブロードキャスト、マルチキャストドメインは例えば図21に示す仮想ネットワーク500Aの仮想L2SW502Aと外部NW端点503A、503Bの組み合わせと、仮想L2SW502Bと外部NW端点503C～503Eの組み合わせのように、同一のブロードキャストドメイン、マルチキャストドメインでは同じVLAN IDを用いる。なお、図21の外部NW端点503Aは、図17の転送ノード200Aの外部ノード300Aが接続されているポートがアンタグポート(untagged)でVLAN IDが10であることを示している。同様に、図21の外部NW端点503Bは、図17の転送ノード200Bの外部ノード300Bが接続されているポートがタグポート(tagged)でVLAN IDが10、外部NW端点503Cは、図17の転送ノード200Bの外部ノード300Cが接続されているポートがタグポート(tagged)でVLAN IDが20であることを示している。同様に、外部NW端点503Dは、図17の転送ノード200Cの外部ノード300Dが接続されているポートがタグポート(tagged)でVLAN IDが20、外部NW端点503Eは、図17の転送ノード200Cの外部ノード300Eが接続されているポートがタグポート(tagged)でVLAN IDが20であることを示している。このように、同一のブロードキャストドメイン、マルチキャストドメインでは同じVLAN IDを用いることと、エッジに位置する転送ノードのポートのVLAN設定を用いることにより、ブロードキャスト、マルチキャストドメインの端点の増大によるフローエントリ数の増大問題に対処できる。

30

40

【0016】

50

しかしながら、この方法では異なるブロードキャスト、マルチキャストドメインで同じVLAN IDを用いようとするフローネットワークにおいてブロードキャストドメイン、マルチキャストドメインを区別することができないため、異なるブロードキャスト、マルチキャストドメインでは同じVLAN IDを用いることができない。そのため、フローネットワークで扱うことのできるVLAN数が4096に制限される。

【0017】

以上のように、非特許文献1、2のオープンフローネットワークにおいて、ブロードキャスト、マルチキャストを実現しようとする、フローエントリの増大、あるいは、VLAN数の制限のいずれかが制約となってしまうという問題点がある。

【0018】

他方、特許文献1の方法によれば、上記したVLAN数の上限4096を超えるVLANを取扱い可能となるが、CVLAN毎にブロードキャスト、マルチキャストアドレスを割り当てるため、上記オープンフローネットワークと同様に、膨大なエントリ数が必要となってしまう。

【0019】

また、特許文献2の方法によれば、パケットコピーサーバというブロードキャスト用のサーバが必要となるほか、IPネットワークとパケットコピーサーバ間に相応のトラフィックが発生してしまう。

【0020】

また、特許文献3の方法も、フォーディングタグに、送信元MACアドレスを設定するため、特許文献1の方法と同様に、エントリ数が莫大なものになってしまう可能性がある。

【0021】

本発明は、非特許文献1、2のオープンフローネットワークにおいて、IEEE802.1規定のVLAN ID数の制約を受けることなく、かつ、より少ないフローエントリ数で、ブロードキャスト又はマルチキャストを実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0022】

第1の視点によれば、転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定し、該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する制御装置と、前記ブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を用いて、ブロードキャストまたはマルチキャストを行う転送ノードと、を含む通信システムが提供される。

【0023】

第2の視点によれば、転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定し、前記設定したブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する制御装置が提供される。

【0024】

第3の視点によれば、転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定するステップと、該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定するステップと、を含み、前記転送ノードに、前記ブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を用いて、ブロードキャストまたはマルチキャストを実行させる通信方法が提供される。本方法は、転送ノードを制御するコンピュータという、特定の機械に結びつけられている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

第4の視点によれば、転送ノードに制御情報を設定する制御装置を構成するコンピュータに、前記転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定する処理と、該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する処理と、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。

10

第5の視点によれば、転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定し、該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する制御装置と、前記ブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を用いて、ブロードキャストまたはマルチキャストを行う転送ノードと、を含み、前記制御装置は、各転送ノードに、前記ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子と、前記転送ノードにおけるVLAN IDとが1対1で対応する制御情報を生成して設定する通信システムが提供される。

20

第6の視点によれば、転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定し、該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する制御装置と、前記ブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を用いて、ブロードキャストまたはマルチキャストを行う転送ノードと、を含み、前記制御装置は、各転送ノードに、前記ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子と、前記転送ノードにおける各ポートのVLAN IDとが1対1で対応する制御情報を生成して設定する通信システムが提供される。

30

第7の視点によれば、転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定し、該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する制御装置と、前記ブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を用いて、ブロードキャストまたはマルチキャストを行う転送ノードと、を含み、12ビットよりも長いデータ長の前記識別子を設定可能である通信システムが提供される。

40

第8の視点によれば、転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定し、前記設定したブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する制御装置であって、前記制御装置は、各転送ノードに、前記ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子と、前記転送ノードにおけるVLAN IDとが1対1で対応する制御情報を生成して設定する制御装置が提供される。

50

第9の視点によれば、転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定し、前記設定したブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する制御装置であって、前記制御装置は、

各転送ノードに、前記ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子と、前記転送ノードにおける各ポートのVLAN IDとが1対1で対応する制御情報を生成して設定する制御装置が提供される。

第10の視点によれば、転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定し、前記設定したブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する制御装置であって、12ビットよりも長いデータ長の前記識別子を設定可能である制御装置が提供される。

第11の視点によれば、転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定するステップと、該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定するステップと、を含み、前記転送ノードに、前記ブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を用いて、ブロードキャストまたはマルチキャストを実行させ、各転送ノードに、前記ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子と、前記転送ノードにおけるVLAN IDとが1対1で対応する制御情報を生成して設定する通信方法が提供される。

第12の視点によれば、転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定するステップと、該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定するステップと、を含み、前記転送ノードに、前記ブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を用いて、ブロードキャストまたはマルチキャストを実行させ、各転送ノードに、前記ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子と、前記転送ノードにおける各ポートのVLAN IDとが1対1で対応する制御情報を生成して設定する通信方法が提供される。

第13の視点によれば、転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定するステップと、該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定するステップと、を含み、前記転送ノードに、前記ブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を用いて、ブロードキャストまたはマルチキャストを実行させ、12ビットよりも長いデータ長の前記識別子を設定可能である通信方法が提供される。

第14の視点によれば、転送ノードに制御情報を設定する制御装置を構成するコンピュータに、前記転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定する処理と、該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する処理と、を実行させるプログラムであって、各転送ノードに、前記ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子と、前記転送ノードにおけるVLAN IDとが1対1で対応する制御情報を生成して設定する、プログラムが提供される。

第15の視点によれば、転送ノードに制御情報を設定する制御装置を構成するコンピュータに、前記転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定する処理と、該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制

10

20

30

40

50

御情報を、前記転送ノードに設定する処理と、を実行させるプログラムであって、各転送ノードに、前記ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子と、前記転送ノードにおける各ポートのVLAN IDとが1対1で対応する制御情報を生成して設定する、プログラムが提供される。

第16の視点によれば、転送ノードに制御情報を設定する制御装置を構成するコンピュータに、前記転送ノードを含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定する処理と、該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する処理と、を実行させるプログラムであって、12ビットよりも長いデータ長の前記識別子を設定可能である、プログラムが提供される。

10

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、非特許文献1、2のオープンフローネットワークにおいて、VLAN IDの数の制約を受けることなく、また、より少ないフローエントリ数で、ブロードキャスト又はマルチキャストを実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の第1の実施形態の構成を示す図である。

【図2】本発明の第1の実施形態の制御装置の構成を示すブロック図である。

20

【図3】本発明の第1の実施形態の制御装置によって構成される仮想ネットワークの構成を示す図である。

【図4】図1と図3の対応関係を示す図である。

【図5】本発明の第1の実施形態の転送ノードの構成を示すブロック図である。

【図6】本発明の第1の実施形態の制御装置によって転送ノード200Aに設定されるフローエントリを示す図である。

【図7】本発明の第1の実施形態の制御装置によって転送ノード200Bに設定されるフローエントリを示す図である。

【図8】本発明の第1の実施形態の制御装置によって転送ノード200Cに設定されるフローエントリを示す図である。

30

【図9】本発明の第1の実施形態の制御装置によるBCC用ベースフローエントリの生成処理の流れを示すフローチャートである。

【図10】本発明の第1の実施形態の制御装置によるBCC用フローエントリの設定処理の流れを示すフローチャートである。

【図11】本発明の第1の実施形態の転送ノードのパケット受信時の処理の流れを示すフローチャートである。

【図12】本発明の第2の実施形態の制御装置によって構成される仮想ネットワークの構成を示す図である。

【図13】本発明の第2の実施形態の制御装置によって転送ノード200Aに設定されるフローエントリを示す図である。

40

【図14】本発明の第2の実施形態の制御装置によって転送ノード200Bに設定されるフローエントリを示す図である。

【図15】本発明の第2の実施形態の制御装置によって転送ノード200Cに設定されるフローエントリを示す図である。

【図16】非特許文献1、2のオープンフローネットワークの構成を示す図である。

【図17】非特許文献1、2のオープンフローネットワークにおけるブロードキャスト、マルチキャストを説明するための図である。

【図18】図16の転送ノード200Aに設定されるフローエントリを示す図である。

【図19】図16の転送ノード200Bに設定されるフローエントリを示す図である。

【図20】図16の転送ノード200Cに設定されるフローエントリを示す図である。

50

【図 2 1】非特許文献 1、2 のオープンフローネットワークによって構成される仮想ネットワークの一例である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

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。

【0029】

本発明は、その一実施形態において、図 1 に示すように、転送ノード 200A ~ 200C に、ブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を設定する制御装置 100 と、前記ブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を用いて、ブロードキャストまたはマルチキャストを行う転送ノード 200A ~ 200C と、を含む構成にて実現できる。

【0030】

より具体的には、前記制御装置 100 は、転送ノード 200A ~ 200C を含む物理ネットワーク上に構成された仮想ネットワーク毎に、ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを設定し（図 3 参照）、該ブロードキャストドメインまたはマルチキャストドメインを特定するための識別子を含んだマッチ条件と、パケットの転送先とを対応付けたブロードキャストまたはマルチキャスト用の制御情報を、前記転送ノードに設定する。

【0031】

なお、ブロードキャストまたはマルチキャスト用のパケット転送経路の計算方法としては、上記図 16 ~ 図 17 を用いて説明したように、ブロードキャスト、マルチキャストパケットがループしないようなスパニングツリーを求める方法を用いることができる。

【0032】

[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 1 は、本発明の第 1 の実施形態の構成を示す図である。図 1 を参照すると、複数の転送ノード 200 によって構成されたネットワークと、転送ノード 200A ~ 200C を制御して、外部ノード 300A ~ 300E 間の通信を実現する制御装置 100 と、を含む構成が示されている。以下、転送ノード 200A ~ 200C、外部ノード 300A ~ 300E を特に区別しない場合、それぞれ「転送ノード 200」、「外部ノード 300」と記す。

【0033】

制御装置 100 は、経路上の転送ノード 200 に対してフローエントリを設定することにより、一の外部ノード 300 と他の外部ノード 300 との間のパケットの経路制御を行う。転送ノード 200 は、外部ノード 300 もしくは他の転送ノード 200 からパケットを受信すると、制御装置 100 から設定されたフローエントリのうち、受信パケットに適合するマッチ条件を持つフローエントリを検索し、当該フローエントリに従って受信パケットの処理を行う。このフローエントリに設定される処理内容としては、外部ノード 300 や他の転送ノード 200 への転送、制御装置 100 への出力、破棄（ドロップ）などが行われる。

【0034】

一の外部ノード 300（例えば、外部ノード 300A）は、他の外部ノード 300（例えば、外部ノード 300D 又は外部ノード 300E）宛てのパケットを転送ノード 200 に送信したり、他の外部ノード 300 を送信元とするパケットを転送ノード 200 から受信したりする。

【0035】

ここで、外部ノード 300 と接続している転送ノード 200 を「エッジ転送ノード 200」とし、転送ノード 200 としか接続していない転送ノード 200 をコア転送ノードとする。コア転送ノードはネットワークによっては存在しない場合もあり、図 1 の例では、

コア転送ノードは存在しない。また、外部ノード300は、エッジ転送ノードと直接接続している必要はなく、制御装置100の直接制御を受けないL2SW（レイヤ2スイッチ）等のレガシー機器を介して接続していてもよいし、外部ノード300が、L3SWやルータであり、その先に別の外部ノード300が存在している場合もある。

【0036】

また、本実施形態においても、図17～図20に示したBCCM用ベースフローエントリを用いる。なお、図17の例では、転送ノード200Bと200C間を転送するためのフローエントリが設定されていないが、これはブロードキャスト、マルチキャストパケットがネットワーク内でループフリーとなるためである。ネットワークの構成や状態が変化する度に、BCCM用の経路とBCCM用ベースフローエントリは変更される。ここで、BCCMアドレスとはブロードキャスト、マルチキャスト用のアドレスのことである。例えば、MACアドレスの場合、先頭1バイトのI/Gビットに1が設定される。

10

【0037】

図2は、本実施形態の制御装置100の詳細な構成を表したブロック図である。図2を参照すると、制御装置100は、転送ノード通信部101と、転送ノード制御部102と、仮想ネットワーク管理部103と、転送ノード情報記憶部104と、物理ネットワークポロジ記憶部105と、BCCM用ベースフローエントリ記憶部106と、フローエントリ記憶部107と、フロー記憶部108と、仮想ネットワークポロジ情報記憶部109と、仮想ノード情報記憶部110とを備えて構成される。

【0038】

転送ノード通信部101は、転送ノード200からの転送ノード情報や入力パケット情報を、転送ノード制御部102や仮想ネットワーク管理部103に中継する。また、転送ノード通信部101は、転送ノード情報記憶部104を参照して、仮想ネットワーク管理部103からの出力パケット情報や転送ノード制御部102からのフローエントリに関する設定指示やフローエントリの参照要求、仮想ネットワーク管理部103と転送ノード制御部102からの転送ノード情報の参照要求などを、転送ノード200に中継する。

20

【0039】

転送ノード制御部102は、転送ノード通信部101を介して受信した転送ノード情報を転送ノード情報記憶部104に登録する。また、転送ノード制御部102は、転送ノード情報記憶部104の情報と入力パケット情報を基に、ネットワークポロジを把握し、物理ネットワークポロジ記憶部105のネットワークポロジ情報を更新する。

30

【0040】

また、転送ノード制御部102は、前記ネットワークポロジ情報を基にブロードキャスト、マルチキャストパケット用のベースとなる経路を求め、この経路を実現する転送ノード200毎のブロードキャスト、マルチキャストパケット用のBCCM用ベースフローエントリ400を生成し、BCCM用ベースフローエントリ記憶部106に記憶する。

【0041】

また、転送ノード制御部102は、仮想ネットワーク管理部103からの仮想ノード情報及び仮想ネットワークポロジ情報と、BCCM用ベースフローエントリとからBCCM用フローエントリを求め、フローエントリ記憶部107に記憶するとともに、転送ノード通信部101を通して転送ノード200にフローエントリを設定する。さらに、転送ノード制御部102は、仮想ネットワーク管理部103から受信したフロー設定情報とネットワークポロジ情報からフローエントリを求め、フロー設定情報をフロー記憶部108に記憶し、フローエントリをフローエントリ記憶部107に設定し、転送ノード通信部101を通して転送ノード200にフローエントリを設定する。

40

【0042】

仮想ネットワーク管理部103は、複数の仮想ネットワーク上の仮想ノード情報を記憶する仮想ノード情報記憶部110と、仮想ネットワーク毎の仮想ノードの接続関係を記憶する仮想ネットワークポロジ情報記憶部109とに接続され、仮想ネットワークを管理する。そして、仮想ネットワーク管理部103は、これら仮想ノード情報と仮想ネットワ

50

ークトポロジ情報を転送ノード制御部 102 に渡す。

【0043】

また、仮想ネットワーク管理部 103 は、転送ノード通信部 101 を介して転送ノード 200 から入力パケット情報を受け付けると、仮想ネットワークトポロジ情報に基づいて入力パケット情報を処理する。より具体的には、仮想ネットワーク管理部 103 は、入力パケット情報や上記仮想ノード情報記憶部 110 や仮想ネットワークトポロジ情報記憶部 109 の情報に基づいて、入力パケット情報のドロップ、仮想 L3SW (図3の仮想 L3SW 501A 参照) などの仮想ノードでの受信、外部 NW 端点 (図3の外部 NW 端点 503A ~ 503E 参照) などの仮想ノードからの出力パケット情報の出力などの処理を行う。なお、出力パケット情報の出力は、転送ノード通信部 101 からの入力パケット情報の受信時だけでなく、仮想 L3SW (図3の仮想 L3SW 501A 参照) などの仮想ノードのホスト送信を契機としても行われる。仮想ネットワーク管理部 103 は、転送ノード通信部 101 を通して転送ノード 200 に対して、出力パケット情報を出力する。

10

【0044】

さらに、仮想ネットワーク管理部 103 は、転送ノード制御部 102 に対し、転送ノード通信部 101 からの入力パケット情報とそれに対応するドロップ、又は、転送ノード通信部 101 からの入力パケット情報とそれに対応する転送ノード通信部 101 への出力パケット情報の出力に基づくフロー設定情報によりフロー設定を依頼する場合がある。なお、仮想ネットワーク管理部 103 が、仮想ネットワークトポロジ情報などから転送ノード制御部 102 にフロー設定依頼を行うことも可能である。

20

【0045】

転送ノード情報記憶部 104 は、各転送ノード 200 の情報を記憶する。転送ノード情報記憶部 104 に記憶される情報としては、例えば、転送ノードのポート情報、VLAN 設定情報、転送ノードの能力、転送ノードへアクセスするためのアドレスなどが挙げられる。また、これらに加えて、統計情報などを含めてもよい。

【0046】

物理ネットワークトポロジ記憶部 105 は、転送ノード 200 間の接続関係を表したネットワークトポロジ情報を記憶する。

【0047】

BCMC 用ベースフローエントリ記憶部 106 は、ネットワークにおけるブロードキャスト、マルチキャスト用のフローのためのベースとなる転送ノード 200 毎のフローエントリを保持する。例えば、図17の矢線に示すような転送ノード 200A ~ 200C 間のブロードキャスト、マルチキャスト用のフローが設定されている場合、BCMC 用ベースフローエントリ記憶部 106 には、これらに対応して生成された図18 ~ 図20のBCMC 用ベースフローエントリが記憶される。

30

【0048】

フローエントリ記憶部 107 は、転送ノード 200 に設定されているフローエントリを記憶する。

【0049】

フロー記憶部 108 は、フロー毎に定められた経路や処理等のフロー設定情報を記憶する。フロー設定情報は、例えば、フローを特定するためのマッチ条件と、ネットワークのフロー終点から出力させる際のパケットの状態、パケットがネットワークに入力される際の外部 NW 端点 (図3の外部 NW 端点 503A ~ 503E 参照) や出力される際の外部 NW 端点 (図3の外部 NW 端点 503A ~ 503E 参照) 等の情報、関連するフローエントリと関連する仮想ノード情報などが含まれる。

40

【0050】

仮想ネットワークトポロジ情報記憶部 109 は、仮想ネットワーク 500A ごとの仮想ノード間の接続情報を保持する。

【0051】

仮想ノード情報記憶部 110 は、仮想ネットワークごとの仮想 L3SW (図3の仮想 L

50

3 SW 5 0 1 A 参照) や仮想 L 2 SW (図 3 の仮想 L 2 SW 5 0 2 A、5 0 2 B 参照)、外部 NW 端点 (図 3 の外部 NW 端点 5 0 3 A ~ 5 0 3 E 参照) などの仮想ノード情報を記憶する。仮想ノード情報は、例えば、仮想 L 3 SW (図 3 の仮想 L 3 SW 5 0 1 A 参照) であれば、仮想インタフェース情報やルーティングテーブル情報、ARP (A d d r e s s R e s o l u t i o n P r o t o c o l) エントリ情報などの L 3 SW と同様の情報と仮想ネットワーク 5 0 0 A との関係などである。また、例えば、仮想 L 2 SW (図 3 の仮想 L 2 SW 5 0 2 A、5 0 2 B 参照) であれば、仮想インタフェース情報や MAC 転送テーブルのエントリ情報などの L 2 SW と同様の情報と、ブロードキャストドメインを一意に識別するためのブロードキャストドメイン ID (B C ドメイン ID)、仮想ネットワーク 5 0 0 A との関係などが記憶される。また、外部 NW 端点 (図 3 の外部 NW 端点 5 0 3 A ~ 5 0 3 E 参照) であれば、制御装置 1 0 0 が管理するネットワークにおけるどの転送ノード 2 0 0 のどのポートのどの V L A N I D と関係しているかの情報と仮想ネットワーク 5 0 0 A との関係などが記憶される。なお、外部 NW 端点 (図 3 の外部 NW 端点 5 0 3 A ~ 5 0 3 E 参照) の V L A N I D 情報は u n t a g g e d か t a g g e d か、u n t a g g e d の場合は u n t a g g e d 用の V L A N I D を使用するか否か、使用する場合はどの V L A N I D か、また t a g g e d の場合はどの V L A N I D かなどが記憶される。

【 0 0 5 2 】

図 3 は、本実施形態の制御装置 1 0 0 によって提供されている仮想ネットワークの一例を示す。仮想ネットワーク 5 0 0 A には、仮想ノードとして仮想 L 3 SW 5 0 1 A、仮想 L 2 SW 5 0 2 A、5 0 2 B、外部 NW 端点 5 0 3 A ~ 5 0 3 E が存在し、仮想ネットワークトポロジとして仮想 L 3 SW 5 0 1 A と仮想 L 2 SW 5 0 2 A、5 0 2 B が接続しており、仮想 L 2 SW 5 0 2 A と外部 NW 端点 5 0 3 A、5 0 3 B が接続しており、仮想 L 2 SW 5 0 2 B と外部 NW 端点 5 0 3 C ~ 5 0 3 E が接続している。また、仮想 L 2 SW 5 0 2 A は、BC ドメイン ID として 1 を持ち、仮想 L 2 SW 5 0 2 B は BC ドメイン ID として 2 を持つ。なお、BC ドメイン ID の割り当ては仮想ネットワーク管理部 1 0 3 が、仮想 L 2 SW 5 0 2 を一意に特定できるように割り当てればよい。

【 0 0 5 3 】

ここで、仮想ネットワーク 5 0 0 A は、図 4 に示すように、図 1 の物理ネットワークに対応しているものとし (図 4 の点線は、物理 - 仮想間の対応関係を示す)、外部 NW 端点 5 0 3 A は転送ノード 2 0 0 A の外部ノード 3 0 0 A 接続ポートで V L A N I D が 1 0 であるアンタグポート (u n t a g g e d) に対応付けられている。同様に、外部 NW 端点 5 0 3 B は、転送ノード 2 0 0 B の外部ノード 3 0 0 B 接続ポートで V L A N I D が 2 0 のタグポート (t a g g e d) に対応付けられ、外部 NW 端点 5 0 3 C は転送ノード 2 0 0 B の外部ノード 3 0 0 C 接続ポートで V L A N I D が 3 0 のタグポート (t a g g e d) に対応付けられている。また、外部 NW 端点 5 0 3 D は、転送ノード 2 0 0 C の外部ノード 3 0 0 D 接続ポートで V L A N I D が 2 0 のタグポート (t a g g e d) に対応付けられ、外部 NW 端点 5 0 3 E は転送ノード 2 0 0 C の外部ノード 3 0 0 E 接続ポートで V L A N I D が 2 0 のタグポート (t a g g e d) に対応付けられている。

【 0 0 5 4 】

図 5 は、転送ノード 2 0 0 の詳細な構成を示すブロック図である。図 5 を参照すると、転送ノード 2 0 0 は、フローエントリ検索部 2 0 1 と、フローエントリ記憶部 2 0 2 と、フローエントリ処理部 2 0 3 と、フロー処理部 2 0 4 と、制御装置通信部 2 0 5 とを備えて構成される。

【 0 0 5 5 】

フローエントリ検索部 2 0 1 は、受信パケットからフローエントリを検索するためのフローエントリ検索条件情報を抽出し、フローエントリ検索条件情報を用いてフローエントリ記憶部 2 0 2 を検索する。前記検索の結果、マッチしたフローエントリがあれば、フローエントリ検索部 2 0 1 は、そのタイムアウト時間や統計情報などを更新する。そして、フローエントリ検索部 2 0 1 は、マッチしたフローエントリに定められた処理内容 (イン

10

20

30

40

50

ストラクションまたはアクションセット)と入力パケットをフロー処理部204に渡す。

【0056】

フローエントリ記憶部202は、制御装置100の転送ノード制御部102から設定されたフローエントリを保持する。ここで、フローエントリ記憶部202が保持するフローエントリは、制御装置100のフローエントリ記憶部107に保持されているフローエントリと同期されている。

【0057】

フローエントリ処理部203は、制御装置通信部205を通して制御装置100からのフローエントリの追加・削除などの設定指示や参照指示を受けると、フローエントリ記憶部202に対して該当する処理を行う。また、フローエントリ処理部203は、フローエントリ記憶部202を参照し、フローエントリでタイムアウトしたのに関しては削除し、制御装置通信部205を通して該フローエントリが削除されたことを制御装置100に伝える。

10

【0058】

フロー処理部204は、フローエントリ検索部201または制御装置100から渡される入力パケットと適用すべき処理内容に従ってパケットを処理する。具体的には、パケットヘッダ情報の変更、外部ノード300や他の転送ノード200への転送、制御装置100への出力、破棄(ドロップ)などが行われる。

【0059】

制御装置通信部205は、制御装置100とフローエントリ処理部203やフロー処理部204との中継を行う。

20

【0060】

図6～図8は、図3の仮想ネットワーク500Aにおいて、ブロードキャスト、マルチキャストを行うために、転送ノード200A～200Cにそれぞれ設定されるBCMC用フローエントリの一例を示す。なお、図6～図8の例では、2つのテーブルを使用し、その転送ノードが外部ノード300からパケットを受信した場合に、第1のテーブル(Table #1)のインストラクションに従い、第2のテーブル(Table #2)を参照するパイプライン処理を行うこととしている(非特許文献2の「4.1.1 Pipeline Processing」参照)。図6～図8はあくまで例示であり、フローテーブルの数は1以上であればよいし、フローエントリも分割されていてもよい。

30

【0061】

また、図6～8のBCMC用フローエントリは、転送ノード200のポートからパケットを出力する際に、転送ノード200が該ポートに設定されているVLAN設定情報を基に、以下(1)、(2)に示す処理を行うことを前提としている。

【0062】

(1) 転送ノード200は、ポートがアンタグポート(untagged)で、かつ、VLAN IDの設定がされている場合、入力パケットがuntaggedの場合のみ該ポートから設定されているVLAN IDがtaggedされている状態でパケットを入力し、入力パケットがtaggedの場合は該ポートで入力パケットをドロップする処理を行う。一方、ポートがタグポート(tagged)で、かつ、VLAN IDの設定がされている場合、入力パケットのVLAN IDが同じ場合のみ該ポートからそのVLAN IDがtaggedされている状態でパケットを入力し、入力パケットがuntaggedまたは異なるVLAN IDの場合は該ポートで入力パケットをドロップする処理を行う。

40

【0063】

(2) また、転送ノード200は、転送ノード200の該ポートがアンタグポート(untagged)で、かつ、VLAN IDの設定がされている場合、出力パケットのVLAN IDが同じ場合のみ該ポートからVLAN IDをuntaggedした状態でパケットを出力し、異なる場合は該ポートで出力パケットをドロップする処理を行う。一方、該ポートがタグポート(tagged)で、かつ、VLAN IDの設定がされている

50

場合、出力パケットのVLAN IDが同じ場合のみ該ポートからそのVLAN IDがtaggedされている状態でパケットを出力し、異なる場合は該ポートで出力パケットをドロップする処理を行う。もちろん、転送ノード200のポートには適切なVLAN情報が設定されているものとする。

【0064】

さらに、図6～8のBCMC用フローエントリでは、VLAN数を4096以上扱うことを可能とするために、パケットにMPLS (Multi-Protocol Label Switching) shimヘッダを挿入し、MPLSラベルをBCドメインIDとし、その情報をフローエントリのマッチ条件にしている。この場合、MPLSラベルは20ビットであるため、ブロードキャスト、マルチキャスト用に 2^{20} (1,048,576)のVLAN数を扱うことが可能になる。なお、このVLAN数の拡張方法は一例であり、BCドメインID用にMPLS shimヘッダをスタックさせることによりさらに拡張することも可能である。また、MPLS shimヘッダの挿入と同時にVLANヘッダを削除してもよい(この場合、ネットワーク出口でのMPLS shimヘッダの削除時にVLANヘッダを挿入(復元)するようにしてもよい。)。また、VLANヘッダやMACヘッダでパケットをカプセル化して、外側のMACヘッダの送信元アドレスにBCドメインIDを適用してもよいし、MPLS shimヘッダでパケットをカプセル化して、MPLSラベルにBCドメインIDを適用してもよい。

【0065】

なお、図6～8のBCMC用フローエントリは、あくまで一例であり、図18～図20のBCMC用ベースフローエントリ400のように、図6の第2のフローテーブル(Table #2)のフローエントリNo.1のインストラクションに「転送ノード200C接続ポート出力」が追加されていても問題ない。同様に、図7の第1のフローテーブル(Table #1)のフローエントリNo.3のインストラクションに「外部ノード300C接続ポート出力」が追加されていても転送ノード200BのポートのVLAN設定を用いるため問題ないし、図7の第1のフローテーブル(Table #1)のフローエントリNo.4のインストラクションに「外部ノード300B接続ポート出力」が追加されていても転送ノード200BのポートのVLAN設定を用いるため問題ない。また、転送ノード200のポートのVLAN設定が、untaggedで、かつ、VLAN IDの設定がない場合は入力パケットがuntaggedの場合のみ該ポートからuntaggedされている状態でパケットを入力し、入力パケットがtaggedの場合、該ポートで入力パケットをドロップする処理を行うようにしてもよい。また、出力パケットがuntaggedの場合のみ該ポートからuntaggedされている状態でパケットを出力し、taggedの場合は該ポートで出力パケットをドロップする処理を行うとした場合、例えば、図6の第1のフローテーブル(Table #1)のフローエントリNo.2のインストラクションで「VLAN ID 10に変更」は「VLANヘッダ削除」、図6の第2のフローテーブル(Table #2)のフローエントリNo.1のマッチ条件のレイヤ2のVLAN IDは「なし」、インストラクションは、先頭に「VLANヘッダ挿入(VLAN IDは不定)」などのようになる。

【0066】

また、図7の第1のフローテーブル(Table #1)のフローエントリNo.1、No.2のインストラクション中の「転送ノード200C接続ポート出力」、「転送ノード200B接続ポート出力」は、図19のベースフローエントリNo.1、No.2の情報を用いて設定されたものである。図3の状態においては、仮想L2SW502Aから外部ノード300C接続ポートへのBCパケットの転送は必要ないが、上記のようにベースフローエントリの情報を用いることにより、仮想L2SW502Aに、VLAN ID 10である外部NW endpoint 503が新規に接続された場合における、フローエントリの新規設定が不要となる。もちろん、外部NW endpoint 503の追加等がなく仮想ネットワークの構成が変わらない場合や、仮想ネットワークの構成変更の都度、フローエントリを更新する運用を行う場合には、図7の第1のフローテーブル(Table #1)のフローエントリN

10

20

30

40

50

○ . 1、No . 2のインストラクション中の「転送ノード200C接続ポート出力」、「転送ノード200B接続ポート出力」を省略することもできる。

【0067】

なお、上記した転送ノード200は、非特許文献1、2のオープンフロースイッチにて実現することができる。また、制御装置100は、非特許文献1、2のオープンフローコントローラをベースに上記した各機能を追加することで実現することができる。

【0068】

また、上記した制御装置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。

10

【0069】

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9は、制御装置100がBCMC用ベースフローエントリ400を生成する処理の流れを表したフローチャートである。

【0070】

図9を参照すると、まず、制御装置100の転送ノード制御部102は、転送ノード200と接続した際に転送ノード200の情報を取得し、転送ノード情報記憶部104に格納する(ステップS101)。

【0071】

次に、転送ノード制御部102は転送ノード200から送信した他の転送ノード200へのパケットを、当該他の転送ノード200から入力パケット情報として取得し、転送ノード情報記憶部104の転送ノード情報を参照することにより、転送ノード200間の接続情報を取得する(ステップS102)。そして、転送ノード制御部102は、転送ノード200間の接続情報を、物理ネットワークポロジ記憶部105のネットワークポロジ情報に反映する。

20

【0072】

次に、転送ノード制御部102は、物理ネットワークポロジ記憶部105のネットワークポロジ情報を基に、ブロードキャスト、マルチキャストパケットがネットワークにおいてループフリーとなるようにスパニングツリーを求め、転送ノード200ごとに、ブロードキャスト、マルチキャスト用のBCMC用ベースフローエントリを生成し、BCMC用ベースフローエントリ記憶部106に設定する(ステップS103)。

30

【0073】

以上の処理により、図17の矢線に示すようなブロードキャストまたはマルチキャスト用の経路と、図18~図20に示すBCMC用ベースフローエントリとが生成される。

【0074】

続いて、制御装置100が、上記BCMC用ベースフローエントリを用いて、個々のBCドメインでのブロードキャストまたはマルチキャストを実現するBCMC用フローエントリを設定するまでの手順について説明する。

【0075】

図10は、制御装置100によるBCMC用フローエントリ400の設定処理の流れを表したフローチャートである。図10を参照すると、まず、制御装置100の転送ノード制御部102は、仮想ネットワーク管理部103経由で仮想ノード情報記憶部110から、BCMC用フローエントリを設定する仮想ネットワークの構成情報を取得する(ステップS201)。ここでは、転送ノード制御部102は、図3の仮想ネットワーク500Aの仮想L2SW502の仮想ノード情報と、その仮想L2SW502と接続関係にある外部NW端点503の仮想ノード情報と、それらの接続関係を示す仮想ネットワークポロジ情報を取得する。

40

【0076】

次に、転送ノード制御部102は、仮想ネットワーク管理部103経由で仮想ノード情報記憶部110から、前記取得した仮想ノードに対応するBCドメインIDを取得する(

50

ステップS202)。以下の説明では図3に示したように仮想L2SW502AのBCドメインID = 1、仮想L2SW502BのBCドメインID = 2が取得されたものとする。BCドメインIDは、仮想L2SW502のブロードキャストドメインを一意に識別するため十分な長さを持ち、VLAN数12ビットよりも大きい領域を持つ。

【0077】

次に、転送ノード制御部102は、BCMC用ベースフローエントリ記憶部106からBCMC用ベースフローエントリ400を取得する(ステップS203)。ここでは、図18~図20に示すBCMC用ベースフローエントリ群が取得される。

【0078】

次に、転送ノード制御部102は、ステップS201~S203で取得した情報を用いて、BCドメインでのBCMCを実現するBCMC用フローエントリを生成し、フローエントリ記憶部107に記憶する(ステップS204)。具体的には、図4に示す仮想ネットワークと物理ネットワークの対応関係を参照してBCMC用ベースフローエントリを選択し、その処理内容(インストラクション)にBCドメインIDの付加、又は、削除、マッチ条件への前記付加したBCドメインIDの追記、別テーブルへの分岐等が設定される。この結果、各転送ノード200におけるVLAN IDとBCドメインID間の対応関係が1対1となるようにBCMC用フローエントリが生成されることになる。

【0079】

次に、転送ノード制御部102は、前記生成したBCMC用フローエントリを、転送ノード通信部101を介して転送ノード200に設定する(ステップS205)。

【0080】

図6~図8は、図3の仮想L2SW502A(BCドメインID = 1)、仮想L2SW502B(BCドメインID = 2)でのブロードキャストを行うために設定されたフローエントリの例である。例えば、図3(図4)の外部NW端点503Aから入力されたBCパケット(転送ノード200Aが受信した外部ノード300AのBCパケット)は、図6に示すように、外部NW端点503Aに対応する外部ノード300Aから受信したBCパケットを、第2のフローテーブル(Table # 2)で処理するインストラクションを持つフローエントリ(図6のTable # 1のフローエントリNo. 1)と、VLAN IDが10である場合にのみ、MPLS Shimヘッダ(BCドメインID = 1)を挿入し、転送ノード200Bに転送するインストラクションを持つフローエントリ(図6のTable # 2のフローエントリNo. 1)とにより処理される。また、MPLS Shimヘッダ(BCドメインID = 1)が挿入されたパケットを処理するために、転送ノード200Bには、図7に示すように、転送ノード200Aから受信したBCパケットで、MPLS ShimヘッダにBCドメインID = 1が設定されているパケットから、MPLS Shimヘッダを削除した上で、VLAN IDを20に書き換え、外部ノード300Bに転送するインストラクションを持つフローエントリ(図7のTable # 1のフローエントリNo. 3)が設定される。なお、図6のTable # 2のフローエントリによれば、外部ノード300Aから受信したBCパケットであっても、VLAN IDが10でないパケットは、破棄(Drop)されることになる(図6のTable # 2のフローエントリNo. 2)。以上により、外部ノード300Aから送信されたBCパケットのBCドメインID = 1でのブロードキャストが実現される。

【0081】

同様に、例えば、図3(図4)の外部NW端点503Bから入力されたBCパケット(転送ノード200Bが受信した外部ノード300BのBCパケット(VLAN ID = 20))は、図7に示すように、外部NW端点503Bに対応する外部ノード300Bから受信したBCパケットを外部ノード300C接続ポートから出力し、かつ、第2のフローテーブル(Table # 2)で処理するインストラクションを持つフローエントリ(図7のTable # 1のフローエントリNo. 1)と、VLAN IDが20である場合にのみ、MPLS Shimヘッダ(BCドメインID = 1)を挿入し、転送ノード200Aに転送するインストラクションを持つフローエントリ(図7のTable # 2のフローエ

10

20

30

40

50

ントリNo. 1)とにより処理される。また、MPLS Shimヘッダ(BCドメインID = 1)が挿入されたパケットを処理するために、転送ノード200Aには、図6に示すように、転送ノード200Bから受信したBCパケットで、MPLS ShimヘッダにBCドメインID = 1が設定されているパケットから、MPLS Shimヘッダを削除した上で、VLAN IDを10に書き換え、外部ノード300Aに転送するインストラクションを持つフローエントリ(図6のTable # 1のフローエントリNo. 2)が設定される。なお、図7のTable # 2のフローエントリによれば、外部ノード300Bから受信したBCパケットであっても、VLAN IDが10でないパケットは、破棄(Drop)されることになる(図6のTable # 2のフローエントリNo. 2)。以上により、外部ノード300Aから送信されたBCパケットのBCドメインID = 1でのブロードキャストが実現される。

10

【0082】

以上のように、本実施形態では、エッジに位置する転送ノード200において、BCドメインID用のヘッダを追加するBCMC用フローエントリや、BCドメインIDをフローエントリのマッチ条件とし、そのアクションとしてBCドメインID用のヘッダを削除し、VLAN IDを適用するようなフローエントリが設定される。

【0083】

続いて、転送ノード200が、上記BCMC用フローエントリを用いて、受信パケットを処理する手順について説明する。

【0084】

20

図11は、転送ノード200による受信パケット処理の流れを表したフローチャートである。図11を参照すると、まず、転送ノード200のフローエントリ検索部201が、受信パケットからフローエントリを検索するためのフローエントリ検索条件情報を抽出する(ステップS301)。例えば、図6~図8のフローエントリのマッチ条件と照合する場合、フローエントリ検索条件情報として、入力ポートと、レイヤ2の宛先アドレスと、BCドメインID格納領域が抽出される。

【0085】

次に、転送ノード200のフローエントリ検索部201は、フローエントリ記憶部202から、ステップS301で抽出したフローエントリ検索条件情報を適合するフローエントリを特定する(ステップS302)。そして、フローエントリ検索部201は、マッチしたフローエントリの処理内容(インストラクションまたはアクションセット)と、受信パケットをフロー処理部204に渡す。ここで、宛先アドレスにBCMCアドレスが設定されているBCパケットを受信した場合、ステップS205において転送ノード200に設定されたBCMC用フローエントリが使用されることになる。

30

【0086】

次に、転送ノード200のフロー処理部204は、フローエントリ検索部201から渡されたパケットと、マッチしたフローエントリの処理内容(インストラクションまたはアクションセット)とに従って外部ノード300や他の転送ノードへの転送、ヘッダ付加や削除、パケットの破棄などを実行する(ステップS303)。

【0087】

40

以上のように、本実施形態によれば、VLAN数を4096以上に拡張しても、フローエントリ数の飛躍的な増大を伴わずにBCMCを実現することが可能となる。その理由は、VLAN数4096以上の領域を持つBCドメインIDをフローエントリのマッチ条件として用いたフローエントリを生成し、転送ノード200に設定したことにある。即ち、転送ノード200においてVLAN IDとBCドメインID間の対応関係は1対1であるため飛躍的なフローエントリ数の増大とならないからである。特許文献1、3のように、外部ノードの数に比例してフローエントリが増えることは無い。

【0088】

[第2の実施形態]

上記した第1の実施形態の図6~図8に例示したBCMC用フローエントリは、転送ノ

50

ード200のポートのVLAN設定の利用を前提としたものであり、転送ノード200におけるVLAN IDとBCドメインID間の対応関係は1対1に制限される。例えば、図12のように、転送ノード200BのVLAN IDが20である外部ノード300B接続ポートに対応する外部NW端点503Bが、仮想L2SW502A(BCドメインID=1)と接続関係を持ち、同じく転送ノード200BのVLAN IDが20である外部ノード300C接続ポートに対応する外部NW端点503Cが、仮想L2SW502B(BCドメインID=2)と接続関係を持つ構成をとることができない。また、転送ノード200CのVLAN IDが20である外部ノード300D接続ポートに対応する外部NW端点503Dが仮想L2SW502B(BCドメインID=2)と接続関係を持ち、同じく転送ノード200CのVLAN IDが30である外部ノード300E接続ポートに対応する外部NW端点503Eが仮想L2SW502B(BCドメインID=2)と接続関係を持つ構成をとることができない。

10

【0089】

本発明の第2の実施形態は、制御装置100の転送ノード制御部102が転送ノード200のポートのVLAN設定を利用しなくても問題ないように、BCMC用フローエントリを転送ノード200ごとに生成し、転送ノード200に設定するものである。基本的な構成、及び、動作は第1の実施形態と同様であるので、以下、BCMC用フローエントリの相違等を中心に説明する。

【0090】

図13~図15は、本発明の第2の実施形態において、それぞれ転送ノード200A~200Cに設定されるBCMC用フローエントリを表した図である。なお、説明の重複を避けるため、転送ノード200のポートのVLAN設定は第1の実施形態と同様であるものとする。また、図18~20に示されたように、BCMC用フローエントリは、各転送ノード200において、ポートのVLAN IDとBCドメイン間の対応関係が1対1となっている点で、第1の実施形態と異なっている。

20

【0091】

より具体的には、例えば、図12の外部NW端点503Bから入力されたBCパケット(転送ノード200Bが受信した外部ノード300BのBCパケット(VLAN ID=20))は、図14に示すように、外部NW端点503Bに対応する外部ノード300Bから受信したBCパケットにMPLS Shimヘッダ(BCドメインID=1)を挿入したうえで、転送ノード200Aに転送し、さらに、第2のフローテーブル(Table #2)で処理するインストラクションを持つフローエントリ(図14のTable #1のフローエントリNo.1)と、BCパケットを破棄(Drop)するインストラクションを持つフローエントリ(図14のTable #2のフローエントリNo.1)とにより処理される。また、MPLS Shimヘッダ(BCドメインID=1)が挿入されたパケットを処理するために、転送ノード200Aには、図13に示すように、転送ノード200Bから受信したBCパケットで、MPLS ShimヘッダにBCドメインID=1が設定されているパケットから、MPLS Shimヘッダを削除した上で、VLAN IDを10に書き換え、外部ノード300Aに転送するインストラクションを持つフローエントリ(図13のTable #1のフローエントリNo.2)が設定される。

30

40

【0092】

同様に、例えば、図12の外部NW端点503Cから入力されたBCパケット(転送ノード200Bが受信した外部ノード300CのBCパケット(VLAN ID=20))は、図14に示すように、外部NW端点503Cに対応する外部ノード300Cから受信したBCパケット(VLAN ID=20)に、MPLS Shimヘッダ(BCドメインID=2)を挿入したうえで、転送ノード200Aに転送し、さらに、第2のフローテーブル(Table #2)で処理するフローエントリ(図14のTable #1のフローエントリNo.2)と、BCパケットを破棄(Drop)するフローエントリ(図14のTable #2のフローエントリNo.1)とにより処理される。なお、MPLS Shimヘッダ(BCドメインID=2)が挿入されたパケットは、転送ノード200Cにお

50

いて、上位のフローエントリにヒットしないBCパケットであるため、図15のTable # 1のフローエントリNo. 5により破棄(Drop)される。

【0093】

以上により、転送ノード200Bにおいて、同一VLAN IDであっても、入力ポートに応じて異なるBCドメインIDの対応付けが行われる。一方、転送ノード200Cにおいては、異なるVLAN IDであっても、入力ポートに基づいた同一BCドメインID(BCドメインID=2)の対応付けが行われる(図15のTable # 1のフローエントリNo. 1、No. 2参照)。

【0094】

第1の実施形態では、転送ノード200の外部NW接続ポートに関するBCMC用フローエントリの数は、転送ノード200における外部NW接続ポート数(例えば、図7のTable # 1のフローエントリNo. 1、No. 2の2エントリ)+転送ノード200に
10
関係する全外部NW端点503のVLAN ID数(例えば、図7のTable # 2のフローエントリNo. 1、No. 2の2エントリ)となる。

【0095】

これに対し、第2の実施形態では、転送ノード200の外部NW接続ポートに関するBCMC用フローエントリの数は、少なくとも、その転送ノード200に
20
関係する全外部NW端点503のVLAN ID数の総和(例えば、図14のTable # 2のフローエントリNo. 1、No. 2の2エントリ)となる。このため、同一のVLAN IDが該転送ノード200に
関係する複数の外部NW端点503に設定されればされるほど、BCMC用フローエントリの数が、第1の実施形態よりも増加することになる。

【0096】

その一方で、第2の実施形態では、ネットワークにおけるブロードキャストドメイン、マルチキャストドメインの構成に制限がなくなるという利点がある。その理由は、制御装置100の転送ノード制御部102が、転送ノード200においてポートのVLAN IDとBCドメイン間の対応関係が1対1となるように、BCMC用フローエントリを生成するようにしたことにある。

【0097】

以上、本発明の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、上記した実施形態では、図1等に示したネットワーク構成を用いて説明したが、転送ノードや外部ノードの数に制約は無い。
30

【0098】

また例えば、第1の実施形態で説明したBCMC用フローエントリが設定されている転送ノード200と、第2の実施形態で説明したBCMC用フローエントリが設定されている転送ノード200とが混在する構成(第3の実施形態)でも問題ない。

【0099】

なお、上記の特許文献および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
40
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。

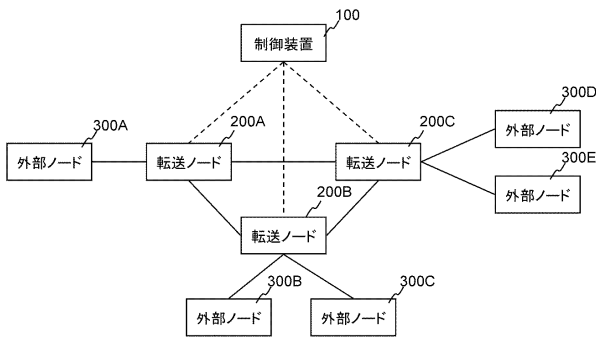
【符号の説明】

【0100】

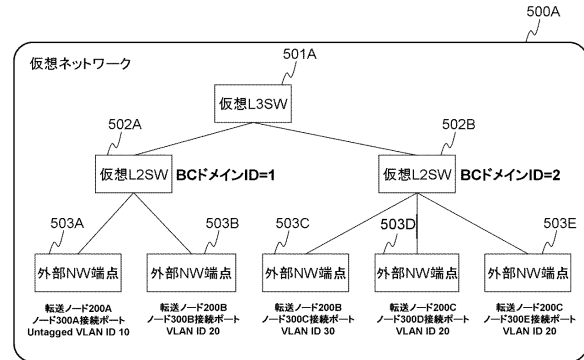
- 100 制御装置
- 101 転送ノード通信部
- 102 転送ノード制御部
- 103 仮想ネットワーク管理部

- 104 転送ノード情報記憶部
- 105 物理ネットワークポロジ記憶部
- 106 BCMC用ベースフローエントリ記憶部
- 107 フローエントリ記憶部
- 108 フロー記憶部
- 109 仮想ネットワークポロジ情報記憶部
- 110 仮想ノード情報記憶部
- 200、200A~200C 転送ノード
- 201 フローエントリ検索部
- 202 フローエントリ記憶部
- 203 フローエントリ処理部
- 204 フロー処理部
- 205 制御装置通信部
- 300、300A~300E 外部ノード
- 400、400A~400C BCMC用ベースフローエントリ
- 500A 仮想ネットワーク
- 501A 仮想L3SW
- 502A、502B 仮想L2SW
- 503A~503E 外部NW端点

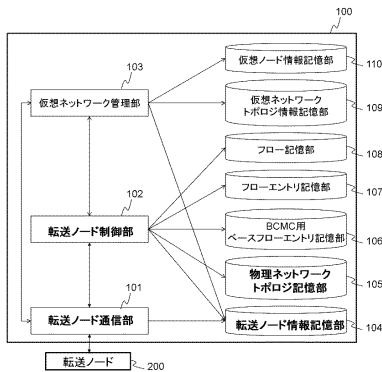
【図1】



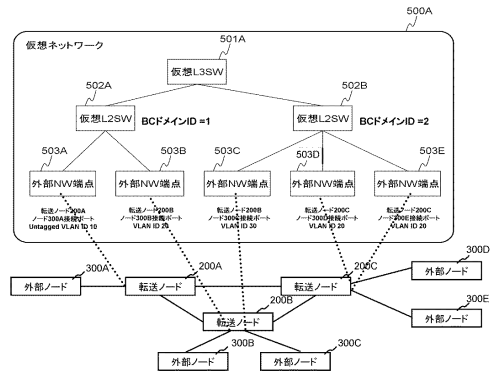
【図3】



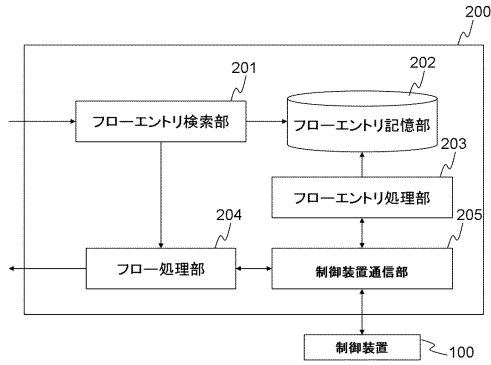
【図2】



【図4】



【図5】



【図6】

Table#1

フローエントリNo.	In Port	L2 送信元アドレス	L2 宛先アドレス	L2 VLAN ID	MPLS ラベル	インストラクション
1	外部ノード300A 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	なし	Table#2へ
2	転送ノード200B 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	1 (BCドメインID)	MPLS Shimヘッダ削除、VLAN ID 10に変更、外部ノード300A接続ポートから出力
3	転送ノード200B 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	any	転送ノード200C接続ポートから出力
4	転送ノード200C 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	any	転送ノード200B接続ポートから出力
5	any	any	BCMC アドレス	any	any	Drop

Table#2

フローエントリNo.	In Port	L2 送信元アドレス	L2 宛先アドレス	L2 VLAN ID	MPLS ラベル	インストラクション
1	any	any	BCMC アドレス	10	なし	MPLS Shimヘッダ挿入(ラベルはBCドメインID=1)、転送ノード200B接続ポートから出力
2	any	any	BCMC アドレス	any	any	Drop

【図7】

Table#1

フローエントリNo.	In Port	L2 送信元アドレス	L2 宛先アドレス	L2 VLAN ID	MPLS ラベル	インストラクション
1	外部ノード300B 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	なし	外部ノード300C接続ポートから出力、Table#2へ
2	外部ノード300C 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	なし	外部ノード300B接続ポートから出力、Table#2へ
3	転送ノード200A 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	1 (BCドメインID)	MPLS Shimヘッダ削除、VLAN ID 20に変更、外部ノード300B接続ポートから出力
4	転送ノード200A 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	2 (BCドメインID)	MPLS Shimヘッダ削除、VLAN ID 30に変更、外部ノード300C接続ポートから出力
5	any	any	BCMC アドレス	any	any	Drop

Table#2

フローエントリNo.	In Port	L2 送信元アドレス	L2 宛先アドレス	L2 VLAN ID	MPLS ラベル	インストラクション
1	any	any	BCMC アドレス	20	なし	MPLS Shimヘッダ挿入(ラベルはBCドメインID=1)、転送ノード200A接続ポートから出力
2	any	any	BCMC アドレス	30	なし	MPLS Shimヘッダ挿入(ラベルはBCドメインID=2)、転送ノード200A接続ポートから出力
3	any	any	BCMC アドレス	any	any	Drop

【図8】

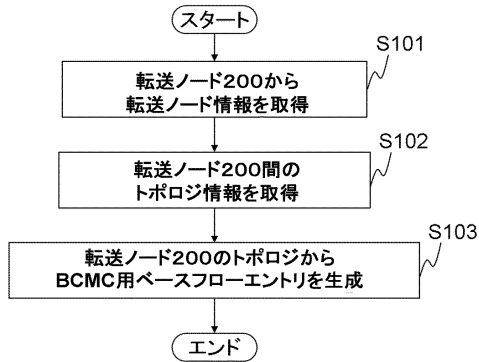
Table#1

フローエントリNo.	In Port	L2 送信元アドレス	L2 宛先アドレス	L2 VLAN ID	MPLS ラベル	インストラクション
1	外部ノード300D 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	なし	外部ノード300E接続ポートから出力、Table#2へ
2	外部ノード300E 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	なし	外部ノード300D接続ポートから出力、Table#2へ
3	転送ノード200A 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	2 (BCドメインID)	MPLS Shimヘッダ削除、VLAN ID 20に変更、外部ノード300D接続ポートから出力、外部ノード300E接続ポートから出力
4	any	any	BCMC アドレス	any	any	Drop

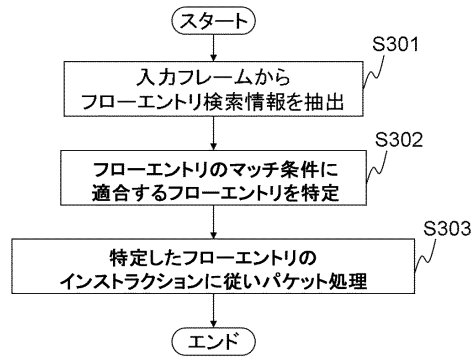
Table#2

フローエントリNo.	In Port	L2 送信元アドレス	L2 宛先アドレス	L2 VLAN ID	MPLS ラベル	インストラクション
1	any	any	BCMC アドレス	20	なし	MPLS Shimヘッダ挿入(ラベルはBCドメインID=2)、転送ノード200A接続ポートから出力
2	any	any	BCMC アドレス	any	any	Drop

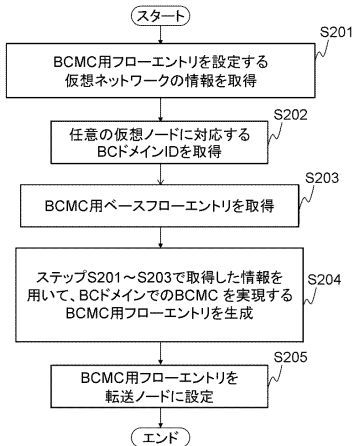
【図9】



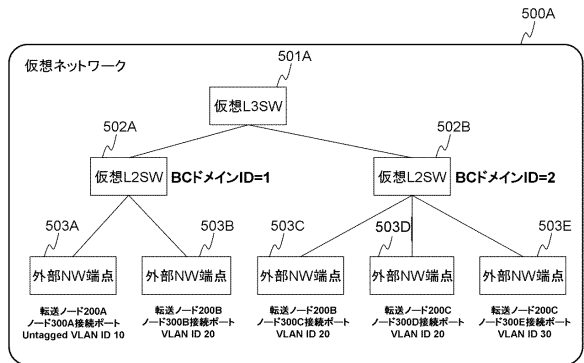
【図11】



【図10】



【図12】



【図13】

Table#1

フロー エン트리No.	In Port	L2 送信元アドレス	L2 宛先アドレス	L2 VLAN ID	MPLS ラベル	インストラクション
1	外部ノード300A 接続ポート	any	BCMC アドレス	10	なし	MPLS Shimヘッダ挿入(ラベルはBC ドメインID=1)、転送ノード200B接続 ポートから出力。 Table#2へ
2	転送ノード200B 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	1 (BCドメインID)	MPLS Shimヘッダ削除、 VLAN ID 10に変更、 外部ノード300A接続ポートから出力
3	転送ノード200B 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	any	転送ノード200C接続ポートから出力
4	転送ノード200C 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	any	転送ノード200B接続ポートから出力
5	any	any	BCMC アドレス	any	any	Drop

Table#2

フロー エン트리No.	In Port	L2 送信元アドレス	L2 宛先アドレス	L2 VLAN ID	MPLS ラベル	インストラクション
1	any	any	BCMC アドレス	any	any	Drop

【図14】

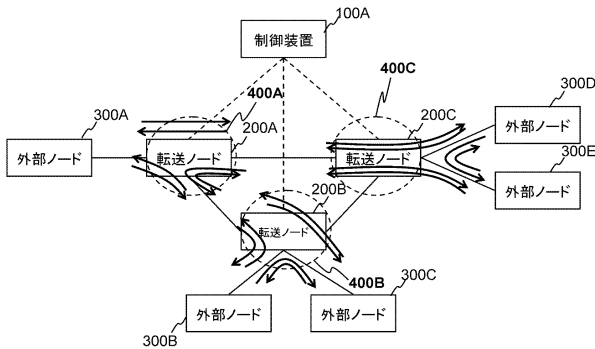
Table#1

フロー エン트리No.	In Port	L2 送信元アドレス	L2 宛先アドレス	L2 VLAN ID	MPLS ラベル	インストラクション
1	外部ノード300B 接続ポート	any	BCMC アドレス	20	なし	MPLS Shimヘッダ挿入(ラベルはBC ドメインID=1)、転送ノード200A接続 ポートから出力。 Table#2へ
2	外部ノード300C 接続ポート	any	BCMC アドレス	20	なし	MPLS Shimヘッダ挿入(ラベルはBC ドメインID=2)、転送ノード200A接続 ポートから出力。 Table#2へ
3	転送ノード200A 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	1 (BCドメインID)	MPLS Shimヘッダ削除、 VLAN ID 20に変更、 外部ノード300B接続ポートから出力
4	転送ノード200A 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	2 (BCドメインID)	MPLS Shimヘッダ削除、 VLAN ID 20に変更、 外部ノード300C接続ポートから出力
5	any	any	BCMC アドレス	any	any	Drop

Table#2

フロー エン트리No.	In Port	L2 送信元アドレス	L2 宛先アドレス	L2 VLAN ID	MPLS ラベル	インストラクション
1	any	any	BCMC アドレス	any	any	Drop

【図17】



【図18】

フロー エン트리No.	In Port	L2 送信元アドレス	L2 宛先アドレス	L2 VLAN ID	インストラクション
1	外部ノード 300A 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	転送ノード200B接続ポートから出力 転送ノード200C接続ポートから出力
2	転送ノード 200B 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	外部ノード300A接続ポートから出力 転送ノード200B接続ポートから出力
3	転送ノード 200C 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	外部ノード300A接続ポートから出力 転送ノード200B接続ポートから出力
4	any	any	BCMC アドレス	any	Drop

【図15】

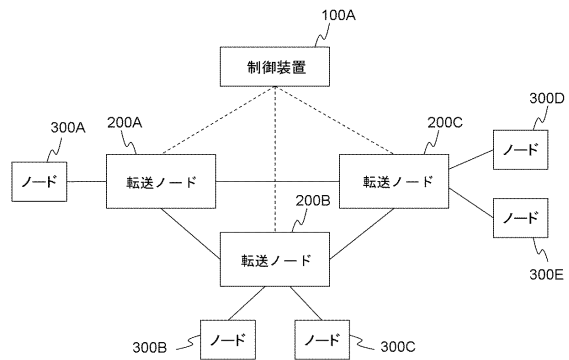
Table#1

フロー エン트리No.	In Port	L2 送信元アドレス	L2 宛先アドレス	L2 VLAN ID	MPLS ラベル	インストラクション
1	外部ノード300D 接続ポート	any	BCMC アドレス	20	なし	MPLS Shimヘッダ挿入(ラベルはBC ドメインID=2)、転送ノード200A接続 ポートから出力。 Table#2へ
2	外部ノード300E 接続ポート	any	BCMC アドレス	30	なし	MPLS Shimヘッダ挿入(ラベルはBC ドメインID=2)、転送ノード200A接続 ポートから出力。 Table#2へ
3	転送ノード200A 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	2 (BCドメインID)	MPLS Shimヘッダ削除、 VLAN ID 20に変更し、外部ノード 300D接続ポートから出力、 VLAN ID 30に変更し、外部ノード 300E接続ポートから出力
4	any	any	BCMC アドレス	any	any	Drop

Table#2

フロー エン트리No.	In Port	L2 送信元アドレス	L2 宛先アドレス	L2 VLAN ID	MPLS ラベル	インストラクション
1	外部ノード300D 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	2 (BCドメインID)	MPLS Shimヘッダ削除、 VLAN ID 30に変更、 外部ノード300E接続ポートから出力
2	外部ノード300E 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	2 (BCドメインID)	MPLS Shimヘッダ削除、 VLAN ID 20に変更、 外部ノード300D接続ポートから出力
3	any	any	BCMC アドレス	any	any	Drop

【図16】



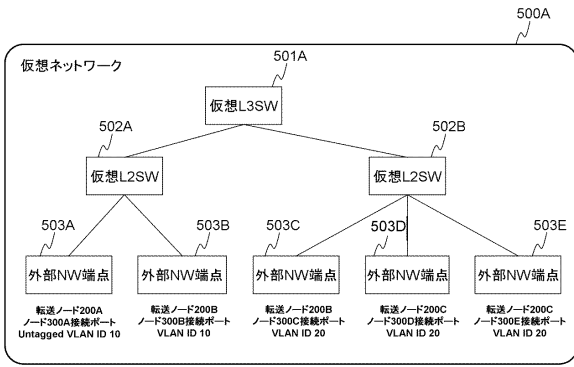
【図19】

フロー エン트리No.	In Port	L2 送信元アドレス	L2 宛先アドレス	L2 VLAN ID	インストラクション
1	外部ノード 300B 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	外部ノード300C接続ポートから出力 転送ノード200A接続ポートから出力
2	外部ノード 300C 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	外部ノード300B接続ポートから出力 転送ノード200A接続ポートから出力
3	転送ノード 200A 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	外部ノード300B接続ポートから出力 外部ノード300C接続ポートから出力
4	any	any	BCMC アドレス	any	Drop

【図20】

フロー エン트리No.	In Port	L2 送信元アドレス	L2 宛先アドレス	L2 VLAN ID	インストラクション
1	外部ノード 300D 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	外部ノード300E接続ポートから出力 転送ノード200A接続ポートから出力
2	外部ノード 300E 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	外部ノード300D接続ポートから出力 転送ノード200A接続ポートから出力
3	転送ノード 200A 接続ポート	any	BCMC アドレス	any	外部ノード300D接続ポートから出力 外部ノード300E接続ポートから出力
4	any	any	BCMC アドレス	any	Drop

【図 21】



フロントページの続き

(56)参考文献 OpenFlow Switch Specification Version 1.1.0 Implemented , 2011年 2月28日
Martin Casado et.al. , Ethane: taking control of the enterprise , Proceedings of the 2007 conference on Applications, technologies, architectures, and protocols for computer communications , 2007年10月 , Pages 1-12

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H04L 12/717

H04L 12/70

H04L 12/761