

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5798637号
(P5798637)

(45) 発行日 平成27年10月21日(2015.10.21)

(24) 登録日 平成27年8月28日(2015.8.28)

| | |
|--------------------------------|-----------------|
| (51) Int.Cl. | F I |
| H O 4 L 12/66 (2006.01) | H O 4 L 12/66 A |
| H O 4 L 12/46 (2006.01) | H O 4 L 12/46 E |
| H O 4 L 12/70 (2013.01) | H O 4 L 12/70 D |
| | H O 4 L 12/46 V |

請求項の数 12 (全 24 頁)

| | | | |
|---------------|-------------------------------|-----------|----------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2013-543543 (P2013-543543) | (73) 特許権者 | 598036300 |
| (86) (22) 出願日 | 平成23年6月20日 (2011.6.20) | | テレフオンアクチーボラゲット エル エム エリクソン (パブル) |
| (65) 公表番号 | 特表2014-505396 (P2014-505396A) | | スウェーデン国 スtockホルム エスー 1 6 4 8 3 |
| (43) 公表日 | 平成26年2月27日 (2014.2.27) | (74) 代理人 | 100076428 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/EP2011/003033 | | 弁理士 大塚 康德 |
| (87) 国際公開番号 | W02012/079655 | (74) 代理人 | 100112508 |
| (87) 国際公開日 | 平成24年6月21日 (2012.6.21) | | 弁理士 高柳 司郎 |
| 審査請求日 | 平成26年5月20日 (2014.5.20) | (74) 代理人 | 100115071 |
| (31) 優先権主張番号 | 61/422,992 | | 弁理士 大塚 康弘 |
| (32) 優先日 | 平成22年12月14日 (2010.12.14) | (74) 代理人 | 100116894 |
| (33) 優先権主張国 | 米国 (US) | | 弁理士 木村 秀二 |
| | | (74) 代理人 | 100130409 |
| | | | 弁理士 下山 治 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回復力のあるネットワーク相互接続に対するデータプレーン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外部ネットワーク(102)の外部ネットワーク相互接続ノード(104)と通信するためのネットワーク相互接続インタフェース及び他の内部ネットワーク相互接続ノード(116)の1つ以上及び内部ネットワークノード(118、120)の1つ以上と通信するためのネットワークインタフェースを有するネットワーク相互接続ノード(114)と、1つ以上の前記内部ネットワークノード(118、120)と、1つ以上の前記他の内部ネットワーク相互接続ノード(116)とを有する内部ネットワーク(112)の前記ネットワーク相互接続ノード(114)により受信された前記外部ネットワーク(102)及び前記内部ネットワーク(112)の少なくとも一方により提供されるサービスに関するフレームを転送する方法であって、

前記ネットワーク相互接続インタフェースにおいて前記外部ネットワーク相互接続ノード(104)からフレームを受信し、前記ネットワーク相互接続ノード(114)が前記フレームに関連する前記サービスに対してアクティブであるかを前記フレームに含まれた仮想ローカルエリアネットワーク(VLAN)識別子を用いて判定し、前記ネットワーク相互接続ノード(114)が前記VLAN識別子を含む前記サービスに対してアクティブである場合、前記フレームに含まれた前記VLAN識別子に応じて、前記ネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で前記内部ネットワークノード(118、120)の1つ以上又は前記他の内部ネットワーク相互接続ノード(116)の1つ以上に前記ネットワーク相互接続ノード(114)により前記フレームを転送し、前記ネットワ

10

20

ーク相互接続ノード(114)が前記VLAN識別子を含む前記サービスに対してアクティブではない場合、前記ネットワーク相互接続ノード(114)により前記フレームをカプセル化して、前記フレームに含まれた前記VLAN識別子に応じて、前記ネットワーク相互接続ノード(114)により前記ネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で前記他の内部ネットワーク相互接続ノード(116)の1つ以上に前記カプセル化フレームを転送するステップと、

前記ネットワークインタフェースにおいて前記他の内部ネットワーク相互接続ノード(116)の1つ以上又は前記内部ネットワークノード(118、120)の1つ以上からフレームを受信し、前記フレームがカプセル化フレームであるかを判定するステップとの少なくともいずれかを有し、

10

前記フレームがカプセル化フレームである場合、

前記ネットワーク相互接続ノード(114)により前記カプセル化フレームを脱カプセル化するステップと、

前記ネットワーク相互接続ノード(114)が前記脱カプセル化されたフレームに関連する前記サービスに対してアクティブであるかを前記フレームに含まれた前記VLAN識別子を用いて判定するステップと、

前記ネットワーク相互接続ノード(114)が前記VLAN識別子を含む前記サービスに対してアクティブである場合、前記フレームが前記ネットワーク相互接続ノードから到着した際に前記フレーム内の送信元MACアドレスを学習し、前記フレームに含まれた前記VLAN識別子を用いて前記ネットワーク相互接続ノード(114)により前記ネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で前記内部ネットワークノード(118、120)の1つ以上又は前記他の内部ネットワーク相互接続ノード(116)の1つ以上に前記フレームを転送し、前記ネットワーク相互接続ノード(114)が前記VLAN識別子を含む前記サービスに対してアクティブではない場合、前記ネットワーク相互接続ノード(114)により前記ネットワーク相互接続インタフェースを介して前記外部ネットワーク相互接続ノード(104)に前記フレームを転送するステップとを更に有し、

20

前記フレームがカプセル化フレームではない場合、

前記ネットワーク相互接続ノード(114)が前記フレームに関連する前記サービスに対してアクティブであるかを前記フレームに含まれた前記VLAN識別子を用いて判定するステップと、

30

前記ネットワーク相互接続ノード(114)が前記VLAN識別子を含む前記サービスに対してアクティブではない場合、前記フレームに含まれた前記VLAN識別子に応じて、前記ネットワーク相互接続ノード(114)により前記ネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で前記内部ネットワークノード(118、120)の1つ以上又は前記他の内部ネットワーク相互接続ノード(116)の1つ以上に前記フレームを転送し、前記ネットワーク相互接続ノード(114)が前記VLAN識別子を含む前記サービスに対してアクティブである場合、前記フレームに含まれた前記VLAN識別子に応じて、前記ネットワーク相互接続ノード(114)により前記ネットワーク相互接続インタフェースを介して前記外部ネットワーク相互接続ノード(104)に前記フレームを転送すること及び、前記ネットワーク相互接続ノード(114)により前記フレームをカプセル化して、前記フレームに含まれた前記VLAN識別子に応じて、前記ネットワーク相互接続ノード(114)により前記ネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で前記他の内部ネットワーク相互接続ノード(116)の1つ以上に前記カプセル化フレームを転送することの少なくとも一方を行うステップとを有することを特徴とする方法。

40

【請求項2】

前記判定するステップにおいて前記フレームがカプセル化フレームではないと判定される場合、前記方法は、前記外部ネットワーク相互接続ノード(104)に転送するために前記ネットワーク相互接続インタフェースに前記フレームを転送するか又は前記フレーム

50

をカプセル化してネットワークリンク上で前記他の内部ネットワーク相互接続ノード(116)の1つ以上に前記カプセル化フレームを転送するかを決定するステップを更に有し、前記決定は前記サービスの構成に基づくことを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項3】

前記フレームはイーサネットフレームであり、前記ネットワーク相互接続インタフェースは外部ネットワーク・ネットワークインタフェース(ENNI)又はユーザネットワークインタフェース(UNI)であることを特徴とする請求項1又は2に記載の方法。

【請求項4】

前記ネットワーク相互接続ノード(114)と前記他の内部ネットワーク相互接続ノード(116)の1つ以上との間の前記ネットワークリンクは、オーバーレイトンネル又は直接物理リンクを含むことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の方法。

【請求項5】

コンピュータプログラムがコンピュータシステム上で実行される場合に請求項1から4のいずれか1項に記載のステップを実行するためのプログラムコード部分を有することを特徴とするコンピュータプログラム。

【請求項6】

コンピュータ可読記録媒体に格納されたことを特徴とする請求項5に記載のコンピュータプログラム。

【請求項7】

ネットワーク相互接続ノード(114)と、1つ以上の内部ネットワークノード(118、120)と、1つ以上の他の内部ネットワーク相互接続ノード(116)とを有する内部ネットワーク(112)の前記ネットワーク相互接続ノード(114)により受信された外部ネットワーク(102)及び前記内部ネットワーク(112)の少なくとも一方により提供されるサービスに関するフレームを転送するネットワーク相互接続ノード(114)であって、

外部ネットワーク相互接続ノード(104)から前記フレームを受信するように構成される、外部ネットワーク(102)の外部ネットワーク相互接続ノード(104)と通信するためのネットワーク相互接続インタフェースと、

前記内部ネットワークノード(118、120)の1つ以上及び前記他の内部ネットワーク相互接続ノード(116)の1つ以上から前記フレームを受信するように構成される前記内部ネットワークノード(118、120)の1つ以上及び前記他の内部ネットワーク相互接続ノード(116)の1つ以上と通信するためのネットワークインタフェースと、

前記ネットワーク相互接続ノード(114)が前記ネットワーク相互接続インタフェースにより受信された前記フレームに関連する前記サービスに対してアクティブであるかを前記フレームに含まれた仮想ローカルエリアネットワーク(VLAN)識別子を用いて判定する第1のアクティブ/パッシブ判定構成要素と、

前記ネットワーク相互接続ノード(114)が前記VLAN識別子を含む前記サービスに対してアクティブである場合、前記フレームに含まれた前記VLAN識別子に応じて、前記ネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で前記内部ネットワークノード(118、120)の1つ以上又は前記他の内部ネットワーク相互接続ノード(116)の1つ以上に前記フレームを転送し、前記ネットワーク相互接続ノード(114)が前記VLAN識別子を含む前記サービスに対してアクティブではない場合、前記ネットワーク相互接続インタフェースにより受信された前記フレームをカプセル化して、前記フレームに含まれた前記VLAN識別子に応じて前記ネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で前記他の内部ネットワーク相互接続ノード(116)の1つ以上に前記カプセル化フレームを転送する第1の転送構成要素と、

前記ネットワークインタフェースにより受信された前記フレームがカプセル化フレームであるかを判定するカプセル化判定構成要素と、

脱カプセル化構成要素と、

10

20

30

40

50

第 2 のアクティブ / パッシブ判定構成要素と、

第 2 の転送構成要素とを備え、

前記ネットワークインタフェースにより受信された前記フレームがカプセル化フレームであると前記カプセル化判定構成要素により判定される場合、

前記脱カプセル化構成要素は、前記カプセル化フレームを脱カプセル化するように構成され、

前記第 2 のアクティブ / パッシブ判定構成要素は、前記ネットワーク相互接続ノード (1 1 4) が前記脱カプセル化されたフレームに関連する前記サービスに対してアクティブであるかを前記フレームに含まれた前記 V L A N 識別子を用いて判定するように構成され、

10

前記第 2 の転送構成要素は、前記ネットワーク相互接続ノード (1 1 4) が前記 V L A N 識別子を含む前記サービスに対してアクティブである場合、前記フレームに含まれた前記 V L A N 識別子に応じて、前記ネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で前記内部ネットワークノード (1 1 8 、 1 2 0) の 1 つ以上又は前記他の内部ネットワーク相互接続ノード (1 1 6) の 1 つ以上に前記フレームを転送するように構成され、前記ネットワーク相互接続ノード (1 1 4) が前記 V L A N 識別子を含む前記サービスに対してアクティブではない場合、前記フレームに含まれた前記 V L A N 識別子に応じて、前記ネットワーク相互接続インタフェースを介して前記外部ネットワーク相互接続ノード (1 0 4) に前記フレームを転送するように構成され、

前記ネットワークインタフェースにより受信された前記フレームがカプセル化フレームではないと前記カプセル化判定構成要素により判定される場合、

20

前記第 2 のアクティブ / パッシブ判定構成要素は、前記ネットワーク相互接続ノード (1 1 4) が前記フレームに関連する前記サービスに対してアクティブであるかを前記フレームに含まれた前記 V L A N 識別子を用いて判定するように構成され、

前記第 2 の転送構成要素は、前記ネットワーク相互接続ノード (1 1 4) が前記 V L A N 識別子を含む前記サービスに対してアクティブではない場合、前記フレームに含まれた前記 V L A N 識別子に応じて前記ネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で前記内部ネットワークノード (1 1 8 、 1 2 0) の 1 つ以上又は前記他の内部ネットワーク相互接続ノード (1 1 6) の 1 つ以上に前記フレームを転送するように構成され、前記ネットワーク相互接続ノード (1 1 4) が前記 V L A N 識別子を含む前記サービスに対してアクティブである場合、前記フレームに含まれた前記 V L A N 識別子に応じて、前記ネットワーク相互接続インタフェースを介して前記外部ネットワーク相互接続ノード (1 0 4) に前記フレームを転送すること及び、前記フレームをカプセル化し、前記フレームに含まれた前記 V L A N 識別子に応じて、前記ネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で前記他の内部ネットワーク相互接続ノード (1 1 6) の 1 つ以上に前記カプセル化フレームを転送することの少なくとも一方を行うように構成されることを特徴とするネットワーク相互接続ノード (1 1 4) 。

30

【請求項 8】

プロバイダエッジブリッジ (P E B) 、プロバイダバックボーンエッジブリッジ (P B E B) 又は仮想プライベートローカルエリアネットワークサービス (V P L S) プロバイダエッジ (P E) ノードを更に備えることを特徴とする請求項 7 に記載のネットワーク相互接続ノード (1 1 4) 。

40

【請求項 9】

前記第 1 のアクティブ / パッシブ判定構成要素及び前記第 2 のアクティブ / パッシブ判定構成要素の少なくとも一方は、少なくとも 1 つの S タグ付き又は C タグ付仮想ローカルエリアネットワーク (V L A N) 識別子 (V I D) スイッチ (4 0 2 、 7 0 2 、 8 0 2 、 9 0 2 、 1 0 0 2) を備えることを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載のネットワーク相互接続ノード (1 1 4) 。

【請求項 10】

前記第 1 の転送構成要素及び前記第 2 の転送構成要素の少なくとも一方は、少なくとも

50

1つのSタグ付き又はCタグ付き構成要素(406、906、1006)と、Sタグ付き又はCタグ付きメディアアクセス制御「MAC」中継器(408、908、1008)とを備えることを特徴とする請求項7から9のいずれか1項に記載のネットワーク相互接続ノード(114)。

【請求項11】

前記第1の転送構成要素及び前記第2の転送構成要素の少なくとも一方は、少なくとも1つのIタグ付き構成要素(704、804、806)と、Bタグ付きメディアアクセス制御(「MAC」)中継器(708、808)とを備えることを特徴とする請求項7から10のいずれか1項に記載のネットワーク相互接続ノード(114)。

【請求項12】

前記カプセル化判定構成要素及び前記脱カプセル化構成要素は、前記Sタグ付き又はCタグ付きMAC中継器(408、908、1008)で実現されることを特徴とする請求項10に記載のネットワーク相互接続ノード(114)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、ネットワーク相互接続(NI)ノードに対するデータプレーンの分野に関する。更に詳細には、本発明は、内部ネットワークのネットワーク相互接続(NI)ノードにより外部ネットワーク及び内部ネットワークの少なくとも一方から受信されたフレームを転送する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

IEEE Std 802.1ah-2008規格は、3つのクラスのサービスアクセス保護を定義する。クラスIのサービスインタフェースは保護されず、クラスIIのサービスインタフェースはリンクの回復力(レジリエンス)を提供し、クラスIIIのサービスインタフェースはリンク/ノードが冗長なサービスインタフェースを表す。クラスIIIのサービスインタフェースの動作は、顧客ネットワーク及びプロバイダネットワークの双方におけるアクセスノード間で切り替わる。従って、クラスIIIのサービスインタフェースにわたる保護の切り替えの結果は常に、顧客ネットワーク及びプロバイダネットワークにわたる状態変化である。クラスIIIの機能に加えてネットワーク内の状態変化に対する回復力を提供するクラスIVのサービスインタフェースは今後の課題とされてきた。

【0003】

MEF26は、キャリアイーサネット相互接続を簡略化し且つキャリアイーサネットと標準的なグローバル相互接続機構とのグローバルな適応を加速するために、標準的なイーサネット相互接続インタフェースを導入する。MEF26は、各オペレータメトロイーサネットネットワーク(MEN)が異なる管理機関の制御下にある2つのMENの間のインタフェースである基準点を指定する。外部ネットワーク・ネットワークインタフェース(ENNI)は、複数のオペレータMENにわたるイーサネットサービスの拡張をサポートすることを意図する。MEF26は、複数のオペレータからのキャリアイーサネットネットワーク間の相互接続を可能にする。ENNIは、別個の管理領域として動作される2つのオペレータMENの間の境界を表す基準点であり、フレームはオペレータMENのENNIの間で交換される。

【0004】

更に、MEFは、ユーザ/ネットワークインタフェース(UNI)に対する条件を指定している。

【0005】

状態変化に対するレジリエンス(「クラスIV」のサービスインタフェースに対応する)をサポートするノード冗長ネットワーク相互接続をサポートするためにイーサネットネットワーク相互接続機能を拡張する作業がIEEE及びMEFにおいて進行中である。IEEE 802.11は、ネットワーク・ネットワークインタフェース及びユーザネットワー

10

20

30

40

50

クインタフェースに適用されることを目的とするネットワーク相互接続に対するレジリエンスの解決策を定義する。

【 0 0 0 6 】

I E E E 及び M E F において進行中の作業に基づいて、データプレーンの動作方法に関する条件を以下に示す。

【 0 0 0 7 】

1) 各プロバイダは、ピアプロバイダの選択に関係なく、サービスのフレームを転送するための外部リンクを選択する。すなわち、ピアにフレームを送出するために使用する外部リンクの決定は、送出者プロバイダによる単独決定である。ピアプロバイダは、その選択を受け入れる必要がある。このサービス管理を不適合 (non-congruent) サービス管理と呼ぶ。

10

【 0 0 0 8 】

2) あるいは、ピアプロバイダは、外部リンクの選択において共同決定を行うと決定し、フレームの送出及び受信に同一の外部リンクを使用してもよい。これを適合 (congruent) サービス管理と呼ぶ。

【 0 0 0 9 】

3) 適合サービスが誤って構成される場合、サービスは不適合であるように見えることがある。この場合、レイヤ 2 (L2) NI はこれを通常の不適合サービスとして処理する必要がある。

【 0 0 1 0 】

20

外部リンクとの間で入出力されるフレームとネットワーク内部に保持されるフレームとを混合することなく同一プロバイダの L2 NI ノード間でフレームを転送できる必要がある。既存の解決策において、これは E N N I との間で送受信されるフレームをカプセル化することにより達成される。サービスアクセス保護に関する既存の解決策は、主にクラス III のサービスインタフェースに適しており、異なる相互接続ネットワークにおける状態変化からの保護を提供しない。

【 0 0 1 1 】

既存の解決策は、以下の問題を有する。それらは、所定のプロバイダの L2 NI ノード間でフレームをトンネルする手段を提供しない。そのため、既存の解決策は新たに設定される条件に対するデータプレーンを提供できない。更に、それらは、L2 NI ノード間のトンネルを保護するためにネットワーク内部ルーティングプロトコル (例えば、マルチプルスパニングツリープロトコル (MSTP)) を使用できない。更に、現在のサービスアクセス保護方法は、仮想プライベートローカルエリアネットワーク (LAN) サービス (VPLS) と組み合わせて使用できない。

30

【発明の概要】

【 0 0 1 2 】

従って、ネットワーク相互接続 (NI) ノードにより受信されたフレームを転送する改善された技術が必要とされる。

【 0 0 1 3 】

第 1 の態様によると、内部ネットワークのネットワーク相互接続ノードにより受信されたフレームを転送する方法が提供される。内部ネットワークは、ネットワーク相互接続ノードと、1つ以上の内部ネットワークノードと、1つ以上の他の内部ネットワーク相互接続ノードとを備える。ネットワーク相互接続ノードは、外部ネットワークの外部ネットワーク相互接続ノードと通信するためのネットワーク相互接続インタフェースと、内部ネットワークノードの1つ以上及び他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上と通信するためのネットワークインタフェースとを有する。フレームは、外部ネットワーク及び内部ネットワークの少なくとも一方により提供されるサービスに関する。方法は、ネットワーク相互接続インタフェースにおいて外部ネットワーク相互接続ノードからフレームを受信し、ネットワーク相互接続ノードがフレームに関連するサービスに対してアクティブであるかを考慮することにより、ネットワーク相互接続ノードにより仮想ローカルエリアネ

40

50

ットワーク（VLAN）タグ付け転送処理に従ってネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で内部ネットワークノードの1つ以上又は他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上にフレームを転送するステップと、ネットワークインタフェースにおいて内部ネットワークノードの1つ以上又は他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上からフレームを受信し、フレームがカプセル化フレームであるか及びネットワーク相互接続ノードがサービスに対してアクティブであるかの少なくとも一方に基づいて、ネットワーク相互接続ノードによりVLANタグ付け転送処理に従ってフレームをネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で内部ネットワークノードの1つ以上又は他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上に転送するか、あるいはネットワーク相互接続インタフェースを介して外部ネットワーク相互接続ノードに転送するステップとの少なくとも一方を備える。

10

【0014】

第1の態様の第1の変形例によると、方法は更なるステップを備える。例えばフレームがネットワーク相互接続インタフェースにより外部ネットワーク相互接続ノードから受信される場合、第1の変形例に係る方法は、ネットワーク相互接続ノードがフレームに関連するサービスに対してアクティブであるかを判定するステップを備える。更に、第1の変形例に係る方法は、ネットワーク相互接続ノードがサービスに対してアクティブである場合、ネットワーク相互接続ノードによりVLANタグ付け転送処理に従ってネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で内部ネットワークノードの1つ以上又は他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上にフレームを転送するステップと、ネットワーク相互接続ノードがサービスに対してアクティブではない（すなわち、サービスに対してパッシブである）場合、ネットワーク相互接続ノードによりフレームをカプセル化してネットワーク相互接続ノードによりVLANタグ付け転送処理に従ってネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上にカプセル化フレームを転送するステップとを備える。

20

【0015】

第1の態様の第1の変形例に係る方法の更なるステップの代わりに又はそれに加えて、方法は、第1の態様の第2の変形例に係る更なるステップを備える。第2の変形例に係る方法は、フレームがネットワークインタフェースにより内部ネットワークノードの1つ以上又は他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上から受信される場合、フレームがカプセル化フレームであるかを判定するステップを更に備える。フレームがカプセル化フレームであると判定される場合、第2の変形例に係る方法は、ネットワーク相互接続ノードによりカプセル化フレームを脱カプセル化するステップと、ネットワーク相互接続ノードが脱カプセル化されたフレームに関連するサービスに対してアクティブであるかを判定するステップと、ネットワーク相互接続ノードがサービスに対してアクティブである場合、ネットワーク相互接続ノードによりVLANタグ付け転送処理に従ってネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で内部ネットワークノードの1つ以上又は他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上にフレームを転送するステップと、ネットワーク相互接続ノードがサービスに対してアクティブではない（すなわち、サービスに対してパッシブである）場合、ネットワーク相互接続ノードによりVLANタグ付け転送処理に従ってネットワーク相互接続インタフェースを介して外部ネットワーク相互接続ノードにフレームを転送するステップとを更に備える。フレームがカプセル化フレームではないと判定される場合、第2の変形例に係る方法は、ネットワーク相互接続ノードがフレームに関連するサービスに対してアクティブであるかを判定するステップと、ネットワーク相互接続ノードがサービスに対してアクティブではない（すなわち、サービスに対してパッシブである）場合、ネットワーク相互接続ノードによりVLANタグ付け転送処理に従ってネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で内部ネットワークノードの1つ以上又は他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上にフレームを転送するステップと、ネットワーク相互接続ノードがサービスに対してアクティブである場合、ネットワーク相互接続ノードによりVLANタグ付け転送処理に従ってネットワーク相互接

30

40

50

続インタフェースを介して外部ネットワーク相互接続ノードにフレームを転送すること及びネットワーク相互接続ノードによりフレームをカプセル化してネットワーク相互接続ノードによりVLANタグ付け転送処理に従ってネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上にカプセル化フレームを転送することの少なくとも一方を行うステップとを更に備える。

【0016】

第1の態様の第2の変形例に係る方法において、フレームがカプセル化フレームではないと判定される場合、第2の変形例の一実現例において、方法は、外部ネットワーク相互接続ノードに転送するためにネットワーク相互接続インタフェースにフレームを転送するか又はフレームをカプセル化してネットワークリンク上で他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上にカプセル化フレームを転送するかを決定するステップを更に備える。この更なる決定するステップは、サービスの構成に基づいてもよい。

10

【0017】

第1の態様によると、VLANタグ付け転送処理はIEEE 802.1Qの転送処理であってもよい。更に、フレームはイーサネットフレームであってもよく、ネットワーク相互接続インタフェースは外部ネットワーク・ネットワークインタフェース(ENNI)又はユーザネットワークインタフェース(UNI)であってもよい。同様に、外部ネットワークは外部ネットワーク(「EN」)又はユーザネットワーク(「UN」)であってもよい。ネットワーク相互接続ノードと他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上との間のネットワークリンクは、オーバーレイトンネル又は直接物理リンクを備えてもよい。例えば、ネットワーク相互接続ノードと他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上との間のネットワークリンクは、オーバーレイトンネル又は直接物理リンクであってもよい。

20

【0018】

第1の態様の第2の変形例に係る方法は、フレームがカプセル化フレームであり且つネットワーク相互接続ノードがサービスに対してアクティブである場合、フレームがネットワーク相互接続インタフェースから到着した際にフレーム内の送信元MACアドレスをネットワーク相互接続ノードにより学習するステップを更に備える。

【0019】

第2の態様によると、コンピュータプログラムが1つ以上の演算装置上で実行される場合に本明細書中で説明する方法の態様のいずれかのステップを実行するためのプログラムコード部分を備えるコンピュータプログラムが提供される。コンピュータプログラムは、コンピュータ可読記録媒体に格納されてもよい。

30

【0020】

第3の態様によると、内部ネットワークのネットワーク相互接続ノードにより受信されたフレームを転送するネットワーク相互接続ノードが提供される。内部ネットワークは、ネットワーク相互接続ノードと、1つ以上の内部ネットワークノードと、1つ以上の他の内部ネットワーク相互接続ノードとを備える。フレームは、外部ネットワーク及び内部ネットワークの少なくとも一方により提供されるサービスに関する。ネットワーク相互接続ノードは、外部ネットワーク相互接続ノードからフレームを受信するように構成される外部ネットワークの外部ネットワーク相互接続ノードと通信するためのネットワーク相互接続インタフェースと、内部ネットワークノードの1つ以上及び他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上からフレームを受信するように構成される内部ネットワークノードの1つ以上及び他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上と通信するためのネットワークインタフェースと、ネットワーク相互接続ノードがフレームに関連するサービスに対してアクティブであるかを考慮することにより、ネットワーク相互接続インタフェースにより受信されたフレームを仮想ローカルエリアネットワーク(VLAN)タグ付け転送処理に従ってネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で内部ネットワークノードの1つ以上又は他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上に転送する第1の転送構成要素と、フレームがカプセル化フレームであるか及びネットワーク相互接続

40

50

ノードがサービスに対してアクティブであるかの少なくとも一方に基づいて、ネットワークインタフェースにより受信されたフレームをVLANタグ付け転送処理に従ってネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上又は内部ネットワークノードの1つ以上に転送するか、あるいはネットワーク相互接続インタフェースを介して外部ネットワーク相互接続ノードに転送する第2の転送構成要素とを備える。

【0021】

第3の態様の第1の実現例によると、ネットワーク相互接続ノードは、ネットワーク相互接続ノードがネットワーク相互接続インタフェースにより受信されたフレームに関連するサービスに対してアクティブであるかを判定する第1のアクティブ/パッシブ判定構成要素を更に備える。その場合、第1の転送構成要素は、ネットワーク相互接続ノードがサービスに対してアクティブである場合、VLANタグ付け転送処理に従ってネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で内部ネットワークノードの1つ以上又は他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上にフレームを転送し、ネットワーク相互接続ノードがサービスに対してアクティブではない(すなわち、サービスに対してパッシブである)場合、ネットワーク相互接続インタフェースにより受信されたフレームをカプセル化してVLANタグ付け転送処理に従ってネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上にカプセル化フレームを転送するように構成される。

【0022】

第3の態様の第2の実現例(第3の態様の第1の実現例と組み合わせられてもよく、組み合わせられなくてもよい)によると、ネットワーク相互接続ノードは、ネットワークインタフェースにより受信されたフレームがカプセル化フレームであるかを判定するカプセル化判定構成要素と、脱カプセル化構成要素と、第2のアクティブ/パッシブ判定構成要素とを更に備える。ネットワークインタフェースにより受信されたフレームがカプセル化フレームであるとカプセル化判定構成要素により判定される場合、脱カプセル化構成要素は、カプセル化フレームを脱カプセル化するように構成され、第2のアクティブ/パッシブ判定構成要素は、ネットワーク相互接続ノードが脱カプセル化されたフレームに関連するサービスに対してアクティブであるかを判定するように構成され、第2の転送構成要素は、ネットワーク相互接続ノードがサービスに対してアクティブである場合、VLANタグ付け転送処理に従ってネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で内部ネットワークノードの1つ以上又は他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上にフレームを転送するように構成され、内部ネットワーク相互接続ノードがサービスに対してアクティブではない(すなわち、サービスに対してパッシブである)場合、VLANタグ付け転送処理に従ってネットワーク相互接続インタフェースを介して外部ネットワーク相互接続インタフェースにフレームを転送するように構成される。ネットワークインタフェースにより受信されたフレームがカプセル化フレームではないとカプセル化判定構成要素により判定される場合、第2のアクティブ/パッシブ判定構成要素は、ネットワーク相互接続ノードがフレームに関連するサービスに対してアクティブであるかを判定するように構成され、第2の転送構成要素は、ネットワーク相互接続ノードがサービスに対してアクティブではない(すなわち、サービスに対してパッシブである)場合、VLANタグ付け転送処理に従ってネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で内部ネットワークノードの1つ以上又は他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上にフレームを転送するように構成され、ネットワーク相互接続ノードがサービスに対してアクティブである場合、VLANタグ付け転送処理に従ってネットワーク相互接続インタフェースを介して外部ネットワーク相互接続ノードにフレームを転送すること及びフレームをカプセル化してVLANタグ付け転送処理に従ってネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で他の内部ネットワーク相互接続ノードの1つ以上にカプセル化フレームを転送することの少なくとも一方を行うように構成される。

【0023】

第3の態様によると、ネットワーク相互接続ノードは、プロバイダエッジブリッジ(「PEB」)、プロバイダバックボーンエッジブリッジ(「PBB」)又は仮想プライベートローカルエリアネットワークサービス(「VPLS」)プロバイダエッジ(「PE」)ノードを更に備える。

【0024】

ネットワーク相互接続ノードの多くの実現例が考えられる。

【0025】

例えば第1のアクティブ/パッシブ判定構成要素及び第2のアクティブ/パッシブ判定構成要素の少なくとも一方は、少なくとも1つのSタグ付き又はCタグ付き仮想ローカルエリアネットワーク(「VLAN」)識別子(「VID」)スイッチを備えてもよい。

10

【0026】

1つの実現例によると、第1の転送構成要素及び第2の転送構成要素の少なくとも一方は、少なくとも1つのSタグ付き又はCタグ付き構成要素と、Sタグ付き又はCタグ付きメディアアクセス制御「MAC」中継器とを備える。第1の転送構成要素及び第2の転送構成要素の少なくとも一方は、少なくとも1つのSタグ付き又はCタグ付きVIDスイッチを備えてもよい。

【0027】

別の実現例によると、第1の転送構成要素及び第2の転送構成要素の少なくとも一方は、少なくとも1つのIタグ付き構成要素とBタグ付きメディアアクセス制御(「MAC」)中継器とを備える。

20

【0028】

第1の転送構成要素及び第2の転送構成要素の実現例に関係なく、カプセル化判定構成要素及び脱カプセル化構成要素はSタグ付き又はCタグ付きMAC中継器で実現されてもよく、あるいはBタグ付きMAC中継器で実現されてもよい。

【0029】

上述の態様により(具体的な実現例に関係なく)、ノード保護L2ネットワーク相互接続に対する十分に規定されたデータプレーンの解決策が提供される。提案されるデータプレーンを用いることにより、Sタグ付き又はCタグ付き外部インタフェースに適用可能な制御プレーンの機能性の有利なオプションがサポートされる。ネットワーク相互接続ノードの外部リンク上でのフレーム形式はSタグ付きであってもよく又はCタグ付きであってもよいと考えられる。これは、MEFに完全に準拠する。

30

【0030】

提案されるデータプレーンはネットワーク内部のオーバーレイトンネルに基づいてもよく、不適合サービス及び適合サービスをサポートしてもよい。ピアプロバイダの外部リンクの基本設定が一致しない場合、適合サービスは不適合サービスとして処理される。

【0031】

提案されるデータプレーンの解決策の特定の例は、1)オーバーレイトンネルの代わりに使用される直接物理リンク、2)L1保護トンネル(例えば、リンクアグリゲーショングループ(LAG))、並びに3)更なる制御プレーンのオプションを含む。すなわち、提案される解決策は全ての制御プレーンの要素をサポートできる。

40

【0032】

例えばネットワーク相互接続ノード及び少なくとも1つの内部ネットワーク相互接続ノードであるプロバイダのL2ネットワーク相互接続ノード間のトンネルは、プロバイダのルーティングプロトコルにより保護されてもよい。すなわち、これはオーバーレイトンネルであってもよい。例えばL2ネットワーク相互接続ノードであるネットワーク相互接続ノードに接続される外部ネットワークは、プロバイダブリッジ(PB)、プロバイダバックボーンブリッジ(PBB)又はVPLSネットワークであってもよい。

【図面の簡単な説明】

【0033】

以下、図面において示す好適な実施形態を参照して本発明を更に説明する。

50

【図 1】図 1 は、2 つのネットワークを相互接続するネットワーク相互接続ノードを概略的に示す図である。

【図 2】図 2 は、第 1 の方法の実施形態を概略的に示すフローチャートである。

【図 3】図 3 は、第 2 の方法の実施形態を概略的に示すフローチャートである。

【図 4】図 4 は、第 1 の装置の実施形態に係る図 1 のネットワーク相互接続ノードのうちの 1 つを概略的に示す図である。

【図 5】図 5 は、第 3 の方法の実施形態を概略的に示すフローチャートである。

【図 6】図 6 は、第 4 の方法の実施形態を概略的に示すフローチャートである。

【図 7】図 7 は、第 2 の装置の実施形態に係る図 1 のネットワーク相互接続ノードのうちの 1 つを概略的に示す図である。

10

【図 8】図 8 は、第 3 の装置の実施形態に係る図 1 のネットワーク相互接続ノードのうちの 1 つを概略的に示す図である。

【図 9】図 9 は、第 4 の装置の実施形態に係る図 1 のネットワーク相互接続ノードのうちの 1 つを概略的に示す図である。

【図 10】図 10 は、第 5 の装置の実施形態に係る図 1 のネットワーク相互接続ノードのうちの 1 つを概略的に示す図である。

【図 11】図 11 は、図 10 に示すトンネルの終端を概略的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

以下において、本発明を完全に理解するために、限定せずに説明する便宜上、特定の詳細を記載する。しかし、本発明がそれら特定の詳細から逸脱する他の実施形態において実現されてもよいことは当業者には明らかである。例えば、本発明は、移動又は静止するユーザが接続するどんなネットワーク又はネットワーク間において実現されてもよい。

20

【0035】

本明細書において以下に説明する機能は、ハードウェア回路網、ソフトウェア手段又はそれらの組み合わせを使用して実現されてもよいことが同業者には更に理解されるだろう。ソフトウェア手段は、特定用途向け集積回路 (ASIC) 及びデジタル信号プロセッサ (DSP) 又はそのいずれかを使用してプログラムマイクロプロセッサ又は汎用コンピュータと関連してもよい。本発明を方法として説明する場合、これはコンピュータプロセッサ及びプロセッサに結合されたメモリで実現されてもよく、その場合、メモリはプロセッサにより実行される場合に方法を実行する 1 つ以上のプログラムを用いて符号化されることが更に明らかである。

30

【0036】

図 1 は、第 1 のネットワーク 102 及び第 2 のネットワーク 112 を概略的に示す図である。第 1 のネットワークは、外部ネットワーク (EN) 又はユーザネットワーク (UN) である。第 2 のネットワーク 112 は、特定のプロバイダの内部ネットワークである。図 1 に示すように、第 1 のネットワーク 102 及び第 2 のネットワーク 112 が互いに分離するため、第 1 のネットワーク 102 により提供されるサービスは第 1 のネットワーク 102 に含まれるネットワーク要素又は第 1 のネットワーク 102 に結合されたネットワーク要素によってのみ受信可能である。

40

【0037】

図 1 からわかるように、双方のネットワーク 102、112 はそれぞれ (及び例示的に)、第 1 のネットワーク及び第 2 のネットワークを相互接続する 2 つの NI ノード 104、106、114、116 を備える。特に、第 1 のネットワーク 102 は 2 つの NI ノード 104 及び 106 を備える。以下において、第 1 のネットワーク 102 は EN であると仮定するが、これに限定されない。それに従って、以下において NI ノード 102、104 を外部 NI (ENI) ノード 104、106 と呼ぶが、これに限定されない。あるいは、第 1 のネットワーク 102 は UN であってもよく、その場合、NI ノード 104、106 はユーザネットワーク相互接続 (UNI) ノードであってもよい。同様に、第 2 のネットワーク 112 は 2 つのネットワーク相互接続 (NI) ノード 114、116 を備える。

50

以下において、第2のネットワーク112は内部ネットワークであると仮定するが、これに限定されない。それに従って、以下において、2つのNIノード114、116は内部NIノードであると仮定するが、これに限定されない。しかし、2つのNIノード114、116を区別するために、以下において、一方をNIノード112と呼び且つ他方を内部NIノード114と呼ぶが、これに限定されない。更にわかるように、第2の(内部)ネットワーク112は、NIノードではない2つの更なるネットワークノード118、120を例示的に備える。しかし、第2のネットワーク112はそのようなネットワークノード118、120を3つ以上備えてもよい。以下において、2つのネットワークノード118、120を内部ネットワークノードと呼ぶが、これに限定されない。第2の(内部)ネットワーク112と同様に、第1の(外部)ネットワーク102もそのような更なるネットワークノード(ネットワークノード118、120と等価又は同様である)を備えてもよい。尚、図1に示す構成は例示にすぎない。例えば第1のネットワーク102及び第2のネットワーク112が3つ以上のNIノードをそれぞれ備えることは十分に考えられ、NIノードの数は考えられるどんな数であってもよい。

【0038】

図1に示す例において、外部NIノード104、106はオーバーレイトンネルを介して互いに接続される。しかし、これは例示にすぎず、NIノード104、106は直接ネットワークリンクを介して接続されてもよい。これは、内部ネットワーク112のNIノード114と内部NIノード116との間のリンクにも同様に当てはまる。NIノード114及び内部NIノード116は、図1に例示的に示すように内部ネットワークノード120を介して接続されてもよい。NIノード104、106、114、116のうちの1つ以上はL2 NIノードであってもよい。例えばEN及び内部ネットワーク内の全てのNIノード104、106、114、116がL2 NIノードであってもよい。L2 NIノードはそれぞれ、プロバイダエッジブリッジ(PEB)、プロバイダバックボーンエッジブリッジ(PBEB)又は仮想プライベートローカルエリアネットワーク(VPLS)プロバイダエッジ(PE)ノードとして実現されてもよい。

【0039】

図1において提案されるデータプレーンにより、ルーティングプロトコルの構成が変化するか又はルーティングプロトコルが処理する障害イベントが存在する場合にネットワーク内部オーバーレイトンネルのエンドポートを動的に変更できる(ENIノード104及び106の少なくとも一方と内部NIノード116及びNIノード114とがオーバーレイトンネルを介して接続される場合)。

【0040】

図2は、図1に示すネットワーク相互接続ノードのうちの1つにおいて実現される第1の方法の実施形態を示すフローチャートである。以下において、図2の第1の方法の実施形態、並びに図3、図5及び図6の第2～第4の方法の実施形態はそれぞれ図1のNIノード114において実現されると仮定するが、これに限定されない。

【0041】

ステップ202において、ネットワーク相互接続ノード114は、外部ネットワーク102により提供されたフレームをENIノード104から受信する。ENIノード104からフレームを受信するために、NIノード114はNIインタフェースを備える。NIインタフェースを介してENIノード104からフレームを受信した後、ステップ204において、NI114は、NI114ノードがフレームに関連するサービスに対してアクティブであるかを考慮することにより、仮想ローカルエリアネットワーク(VLAN)タグ付け転送処理に従って、例えばオーバーレイトンネルであるネットワークリンク上で内部NIノード116又は内部ネットワークノード120にフレームを転送する。内部NIノード116又は内部ネットワークノード120にフレームを転送するために、NIノード114はネットワークインタフェースを備える。

【0042】

図3は、図1に示すNIノード104、106、114、116のうちの1つにおいて

10

20

30

40

50

実現される第2の方法の実施形態を示すフローチャートである。この場合も、図3の第2の方法の実施形態は図1のN I 1 1 4において実現されると仮定するが、これに限定されない。

【0043】

ステップ302において、N I 1 1 4はネットワークインタフェースにおいて、内部ネットワーク112に含まれる内部N I ノード（図1に不図示）又は内部ネットワークノード118からフレームを受信する。その後、ステップ304において、N I ノード114は、V L A N タグ付け転送処理に従ってネットワークインタフェースを介して、例えばオーバーレイトンネルであるネットワークリンク上で内部ネットワークノード120又は内部N I ノード116にフレームを転送する。ステップ304の代わりに、ステップ306において、N I ノード114は、V L A N タグ付け転送処理に従ってN I インタフェースを介してE N I ノード104にフレームを転送する。ステップ304を実行するか又はステップ306を実行するかの決定は、フレームがカプセル化フレームであるか及びN I ノードがフレームに関連するサービスに対してアクティブであるかの少なくとも一方に基づく。

10

【0044】

図4は、第1の装置の実施形態を示す。第1の装置の実施形態は、図2及び図3を参照して説明した2つの方法の実施形態を実行するように構成される。第1の装置の実施形態は、図5に示す第3の方法の実施形態及び図6に示す第4の方法の実施形態を実行するように更に構成される。

20

【0045】

最初に、図5及び図6を参照して、第3及び第4の方法の実施形態の方法ステップを要約して説明する（図4に示す第1の装置の実施形態を詳細に参照しない）。その後、図1の第1の装置の実施形態及び図7～図10の第2～第5の装置の実施形態を使用する第3及び第4の方法の実施形態の特定の実現例を説明する。

【0046】

図5の第3の方法の実施形態によると、ステップ502において、フレームはN I ノード114のN I インタフェース、特にN I インタフェースのN I ポート（外部向きポート）において受信される。これらのフレームは、N I ノード114により以下の方法で処理される。フレームが受信された後、ステップ504において、N I ノード114は自身がサービスに対してアクティブであるかを判定する（V L A N 識別子（V I D）により）。N I ノード114がサービス（V I Dを含む）に対してアクティブである（ネットワーク内部ルーティングの観点から見て）場合、ステップ508において、N I ノード114はサービスの通常のフレームとしてフレームを転送する。ノードがサービスに対してパッシブである（この場合も、ネットワーク内部ルーティングの観点から見て）場合、ステップ506において、N I ノード114はフレームをカプセル化し、トンネルの出力ポートにカプセル化フレームを転送する（N I プロトコルの動作に従って）。このように、ステップ508において、フレームは例えば内部N I ノード116であるアクティブなノードに転送される。

30

【0047】

図6は、例えばネットワークインタフェースのネットワークポートである通常のネットワークポートで受信された（ステップ602において）フレームをN I ノード114が転送する方法を示す。フレームを受信した後、ステップ604において、フレームがカプセル化されているかが判定される。

40

【0048】

フレームがオーバーレイトンネルを表すV I Dで受信される（すなわち、カプセル化フレームである）場合、フレームはステップ606において脱カプセル化される。その後、ステップ608において、N I ノード114が脱カプセル化されたフレームのサービスに対してアクティブであるかが判定される。N I ノード114が脱カプセル化されたフレームに関連するサービスに対してアクティブである場合、脱カプセル化されたフレームはプ

50

ロバイダのネットワークに入ることができ、ステップ 6 1 0 において、ネットワークインタフェースを介してネットワークリンク上で通常のデータフレームとして、例えば内部 N I ノード 1 1 6 又は内部ネットワークノード 1 2 0 に転送される。N I ノード 1 1 4 が脱カプセル化されたフレームに関連するサービスに対してパッシブである場合、このフレームは N I に伝達するためにアクティブなノードにより送出されたものであるため、ステップ 6 1 2 において、N I ノード 1 1 4 は、N I インタフェースの N I ポートにおいて例えば外部 N I ノード 1 0 4 に脱カプセル化されたフレームを転送する。

【 0 0 4 9 】

ステップ 6 0 4 でフレームが通常のフレームである（カプセル化されていない）と判定され且つステップ 6 1 4 で N I ノード 1 1 4 が通常のデータフレーム、すなわち非トンネルフレームに対してパッシブであると判定される場合、パッシブな N I ノード 1 1 4 はフレームをネットワーク内部に保持し、フレームをネットワークインタフェースのネットワークポートのみに転送する（ステップ 6 1 0）。N I ノード 1 1 4 がサービスに対してアクティブである場合、N I ノード 1 1 4 は、非トンネルフレームを N I インタフェースの N I ポートに直接転送する（それにより、E N I ノード 1 0 4 に転送する）（ステップ 6 1 6 及び 6 1 2）か、あるいはフレームをカプセル化して（ステップ 6 1 8）内部 N I ノード 1 1 6 にトンネルする（ステップ 6 1 0）。ステップ 6 1 6 における決定は、例えばサービスの構成及びハッシュの決定又はそのいずれかに基づいて行われ、サービスに対する外向きの外部リンクを提供する。

【 0 0 5 0 】

図 5 及び図 6 の第 3 及び第 4 の方法の実施形態は、プロバイダネットワークと外部インタフェースとの間のスプリットホライズンの実現例を明示的に含む。これは、パッシブなノードがトンネルフレームを（N I インタフェースの）N I ポートにのみ転送でき且つアクティブなノードがトンネルフレームを（ネットワークインタフェースの）ネットワークポートにのみ転送できることにより達成される。

【 0 0 5 1 】

尚、本例において、不適合サービスの挙動は外部リンク上でのフレームの非対称な順方向 / 逆方向転送をもたらす。しかし、プロバイダネットワークにおいて M A C 学習を使用するためには、対称な転送の原理が必要とされる。これを解決するために、N I における非対称な転送の挙動はネットワークに対して隠される。この目的のために、プロバイダネットワークへの入力フレームは、ピアプロバイダの外部リンク選択ポリシーに関係なく、単一のポートにおいてプロバイダネットワークに入ることが本明細書において提案される。この目的のために、これを実現するための 2 つの方法が提案される。1) ピアプロバイダのリンク選択ポリシーは、リンクアグリゲーショングループ（L A G）のコレクタオブジェクトにより隠される。あるいは、2) ピアプロバイダのリンク選択ポリシーは、ブリッジング層のマージ機能により隠される。

【 0 0 5 2 】

図 4 及び図 7 ~ 図 9 の第 1 ~ 第 4 の装置の実施形態の N I ノード 1 1 4 の実現例は、マージのために L A G のコレクタオブジェクトを使用する。図 1 0 及び図 1 1（第 5 の装置の実施形態）を参照して、ブリッジング層におけるマージを使用することにより示される相違点を詳細に説明する。

【 0 0 5 3 】

以下の N I ノードの実現例の特定の図面は S タグ付き外部インタフェースを使用するが、実現例は C タグ付き外部インタフェースも表す。C タグ付き外部インタフェースの場合、サービスは N I ポートにおいて S タグカプセル化 / 脱カプセル化を行われる。すなわち、N I ポートは顧客ネットワークポート（C N P）である。

【 0 0 5 4 】

以下において、図 4 を参照して、プロバイダエッジブリッジ（P E B）においてデータプレーンの L 2 N I の機能性を実現する方法を定義する。

【 0 0 5 5 】

10

20

30

40

50

図4は、標準的なS構成要素及びC構成要素に基づくがこれらに限定されず且つ802.1AX LAGの構成要素を更に使用するL2 NIのデータプレーンを実現する提案されるPEBアーキテクチャを示す。MACアドレスに基づく中継の決定を行う単一のブリッジ構成要素のみが存在する。図4において、この構成要素をMAC中継器408と呼ぶ。全ての他のブリッジ構成要素は、VIDが存在する場合にVIDに関する転送の決定のみを行うため、以下、これらをVIDスイッチと呼ぶ。本実現例の詳細を以下に説明する。

【0056】

外部リンクはSタグ付きである。これは一番下のリンクであり、以下においてアクティブ/パッシブブリッジ構成要素402と呼ぶ。アクティブ/パッシブブリッジ構成要素402は、NIインタフェースとして機能するNIポート402aによりENIノード104に接続される。オーバーレイトンネルのカプセル化は、元のSタグ付きフレームにCタグ(C構成要素406による)及び更なるSタグ(S構成要素404による)を追加することにより実現される。2つのタグの追加は、標準的なC構成要素及びS構成要素を使用するために必要とされる。NIノード114からの全ての入力フレームは、ピアプロバイダのリンク選択優先度に関係なく、MAC中継器408のLAGポート408aに送信される。内部ネットワーク112とNIノード114との間で伝達された全てのフレームは、NAC中継器408のLAGポート408aを介して送信される。このように、図4の第1の装置の実施形態は、4タグ付きトンネルを用いるLAGベースのNIの実現例のPEBアーキテクチャを実現する。

【0057】

図4において、2つのサービスがNIノード114により伝達される。第一に、NIノード114はそれがアクティブであるサービスに対するアクティブブリッジとして動作する。第二に、NIノード114はそれがパッシブであるサービスに対するパッシブブリッジとして動作する。

【0058】

図5に示すフローチャートの第3の方法の実施形態は、図4のNIノード114により以下のように実現される。

【0059】

アクティブ/パッシブテストは、アクティブ/パッシブブリッジ構成要素402と示すSタグ付きVIDスイッチにより実現される。図4に例示的に示すように、一番下のSタグ付きVIDスイッチ(アクティブ/パッシブブリッジ構成要素402)は、ネットワーク相互接続インタフェースを介して受信された2つのサービスのうち的一方に対してパッシブに動作する。

【0060】

図4の例において、アクティブ/パッシブブリッジ構成要素402は、ポート402aにおける2つのサービスのうち左側のサービスに対してパッシブに動作する。この(パッシブな)サービスに関する1つ以上のフレームは、アクティブ/パッシブブリッジ構成要素402によりトンネルの終端404と示すVIDスイッチに(ポート402cを介して)転送され、トンネルの終端404はポート404aを介してフレームを受信する。トンネルの終端404は、カプセル化するためにポート404cを介してC構成要素406にフレームを送出する。C構成要素はポート406aにおいてフレームを受信し、トンネルC-VIDとして用いられるVIDを追加し、ポート406bを介してMAC中継器408にCタグ付きフレームを転送する。MAC中継器408は、ポート408eにおいてフレームを受信し、アクティブ/パッシブブリッジ構成要素402のNIインタフェース402において元々受信されたサービスに対してアクティブである例えば内部ネットワーク112の内部NIノード116である内部ネットワーク112のノードに向かうトンネルS-VIDとしての役割を果たすVIDを追加する。その後、MAC中継器408は、NIノード114のネットワークインタフェースとして機能するネットワークポート408b、408c、408dのうちの1つにおいて、対応するVIDのメンバセットに従って

フレームを転送する。

【0061】

例えば、一番下のSタグ付きVIDスイッチ（アクティブ/パッシブブリッジ構成要素402）は、NIインタフェースのポート402aにおいて受信された右側のサービスに対してアクティブに動作し、MAC中継器408のLAGグループポート408aに（アクティブな）フレームを転送する。MAC中継器408は、フレームの送信元アドレスとLAGグループ408aとを関連付け、そのMACアドレステーブルに基づいてネットワークインタフェースの適切なポート408b、408c、408dに向けて（従って、内部ネットワークの例えば内部NIノード166である内部NIノードに向けて）フレームを転送する。

10

【0062】

図4の第1の装置の実施形態は、図6のフローチャートに示す第4の方法の実施形態を以下のように実現する。

【0063】

最初の2つのステップ602、604はMAC中継器402により実現される。すなわち、MAC中継器402はネットワークインタフェースを介してフレームを受信し、受信したフレームがトンネルフレームであるかを判定する。

【0064】

受信したフレームがトンネルフレームである場合、ステップ606において、MAC中継器402はトンネルフレームからトンネルS-VIDを除去する（ネットワークポート402dにおいて受信された3つのサービスのうち一番下のものがトンネルフレームであると仮定するが、これに限定されない）。ステップ608は、C構成要素406及びトンネルの終端404により実現される。MAC中継器402は、ポート408eを介してC構成要素406にフレームを転送する。C構成要素406はトンネルC-VIDを除去し、ポート406aを介してトンネルの終端404にフレームを転送する。トンネルの終端404は、ポート404cを介してフレームを受信する。トンネルの終端404と示されるVIDスイッチは、NIノード114がパッシブであるフレーム（ポート404cにおいて左側のサービス）をポート404aを介してアクティブ/パッシブブリッジ構成要素402に転送する。アクティブ/パッシブブリッジ構成要素402は、ポート402cを介してフレームを受信する。アクティブ/パッシブブリッジ構成要素402は、NIインタフェースとして機能するNIポート402aを介してENI104にフレームを転送し、ステップ612を実現する。

20

30

【0065】

トンネルの終端404は、NIノード114がアクティブであるフレーム（ポート404cにおいて右側のサービス）（ステップ606で脱カプセル化された）をポート404bを介してMAC中継器408のLAGグループポート408aに転送する。NIノード114がサービスに対してアクティブである場合、トンネルフレーム内の送信元アドレスはLAGグループポート408aと関連付けられ、MAC中継器408はネットワークインタフェースの適切なネットワークポート（ポート408b、408c、408dのうちの1つ）にフレームを転送する。その後、各ネットワークポートは、ネットワークリンクを介して例えば内部NIノード116である内部NIノードにフレームを転送する（ステップ610）。

40

【0066】

NIノード114がパッシブであるVIDを含む非トンネルフレーム（ネットワークポート408b、408c、408dのうちの1つにおいて受信されたサービスの1つ）がLAGグループポート408aに転送されることはない。これにより、フレームはパッシブなノードにおいてネットワーク内部に保持され、NIポート402aから入力された同一サービスのフレームと混合されないことが保証される。NIノード114がこの特定のサービスに対してパッシブであるため、この特定のサービスに属するフレームがアクティブなノードからトンネルで受信されない場合、NIノード114はネットワークにおいて

50

通過ノードにすぎない。非トンネル（パッシブな）フレームは、M A C中継器408によりポート408b、408c、408dのうちの1つを介して内部N Iノードに単純に転送される。

【0067】

N Iノード114がアクティブであるV I Dを含む非トンネルフレーム（ネットワークポート408b、408c、408dのうちの1つにおいて受信されたサービスの1つ）は、標準的なイーサネット転送の結果、L A Gグループポート408aに入力される。L A Gグループポート408aのハッシュ機能は、フレームがアクティブ/パッシブリッジ構成要素402に（L A Gグループポート408aからポート402bに）直接転送されることによりN Iポート402aに転送されるか又はピアプロバイダに向けて送出する前に別のN Iノードに（ネットワークポート408b、408c、408dのうちの1つを介して）トンネルされるかを決定する。後者の場合、フレームはポート408aを介してポート404bに転送され、ポート404cを介してC構成要素406に転送され（ポート406aを介して）、Cタグを付与され、ポート406b及び408eを介してM A C中継器408に転送される。M A C中継器408において、フレームはSタグを付与され、例えばネットワークインタフェースのポート408dを介して内部N Iノードに最終的に転送される。トンネルの終端と別個のブリッジ構成要素におけるアクティブ/パッシブの決定とを実現することにより、N Iノード114に向けられるフレームとトンネルに向けられるフレームとが分離された状態を維持することが保証される。

【0068】

図7は、P E Bの変形例（第2の装置の実施形態）を示す。トンネルカプセル化/脱カプセル化機能はP B Bに変更される。すなわち、フレームをトンネルするために、P B Bの機能性がP E Bに導入される。しかし、プロバイダネットワークは他のサービスに対してP Bネットワークのままである。本例において、図7はP B Bトンネルを有するL A Gを使用するL 2 N IのP E Bアーキテクチャを示す。

【0069】

図7において使用されるフレームの経路及び図中符号は図4に対応する。図4の第1の装置の実施形態のトンネルC - V I D 406が標準的なP B BのI - S I D（不図示）に置き換えられ、従ってトンネルの終端704がI構成要素である点のみが異なる。P B B用語において、トンネルS - V I DをB - V I Dと呼ぶ（M A C中継器708）。更に、カプセル化/脱カプセル化ポートの動作を変更することにより、どんな種類の特許のトンネリングも追加可能である。

【0070】

以下において、プロバイダバックボーンエッジブリッジ（P B E B）においてデータプレーンのL 2 N I機能性を実現する方法を説明する。

【0071】

図8（第3の装置の実施形態）は、L A Gにおけるマージを使用するB E Bの実現例を示す。B E Bが標準的なP B B毎のSタグ付きフレームをトンネルできるため、N Iノード114と116との間のトンネルは標準的なP B Bカプセル化を使用することにより実現される。

【0072】

N Iノード114から見て、図8のB E Bは図7のP E Bと全く同一の方法で動作する。すなわち、ネットワーク内部の違いはN Iの実現例から見えない。尚、2つの図面において同一の種類のP B Bトンネリングがアクティブなノードとパッシブなノードとの間で使用されるため、図8及び図7のL A Gグループポートのメンバセットを含めてL A Gグループポートに関する違いはない。

【0073】

相違点は、P B Bネットワークであるため、Sタグ付きサービスフレームがIタグ及びBタグを用いてカプセル化されてネットワーク内で搬送されることである。標準的なB E Bカプセル化/脱カプセル化は、B構成要素808とL A Gグループ806aを備えるI

10

20

30

40

50

構成要素 806 とにより標準的な方法で実行される。このように、図 8 は LAG を使用する L2 NI の BEB アーキテクチャを示す。

【0074】

LAG を使用するマージの代わりとして、ブリッジング層におけるマージが BEB により更に使用可能である。

【0075】

次に、図 9 に示すように、VPLS PE ノードにおいてデータプレーンの L2 NI 機能性を実現する方法を説明する。図 9 は、LAG を使用する NI の実現例の VPLS PE ノードのアーキテクチャを示す。

【0076】

図 9 (第 4 の装置の実施形態) は、LAG マージを使用する VPLS PE の実現例を示す。VPLS PE ノード 114 が標準的な疑似ワイヤ (pseudowires) を使用して S タグ付きフレームをトンネルできるため、NI ノード 114 と 116 との間のトンネルは IETF 規格のイーサネット疑似ワイヤカプセル化を使用することにより実現される。これは、図中の MAC 中継構成要素 908 の右上のポート 908d において構成要素 908h により示される。

【0077】

NI ノードから見て、図 9 の VPLS PE ノード 114 は図 4 の PEB と全く同一の方法で動作する。すなわち、ネットワーク内部の相違点は NI の実現例から見えない。尚、図 9 及び図 4 の LAG グループポートのメンバセットを含めて、LAG グループポート 408a と 908a との間に相違点はない。

【0078】

相違点は、VPLS PE ノード 114 が疑似ワイヤのカプセル化を用いて通常のサービスをカプセル化することである。これは、VPLS ポート 908f、908g により標準的な VPLS の方法で達成される。

【0079】

ローモード (raw mode) 疑似ワイヤが NI ノード 114 と 116 との間のトンネルに使用される場合、NI ノード 114 は全てのサービス区切りタグを除去する。これは、トンネル S-VID 及びトンネル C-VID の双方が VPLS ポート 908f、908g において除去され、フレームがトンネルされたという事実が疑似ワイヤのカプセル化において搬送されることを意味する。従って、トンネル S-VID 及び C-VID はノード内部に保持される。そのため、ネットワーク内部のオーバーレイトンネルにおける自社開発のタグ付けの他の形態が使用されてもよい。トンネルのノード内部の部分を確認するために、入力 VPLS ポート 908f、908g の場合と同一の方法でトンネルにおいて S タグ及び C タグの双方が追加される (S 構成要素 904 及び C 構成要素 906 のそれぞれにおいて) 必要がある。

【0080】

LAG を使用するマージの代わりとして、ブリッジング層におけるマージが VPLS PE ノード 114 により更に使用可能である。

【0081】

図 9 に示す装置の実施形態の LAG を使用するマージの代わりとして、純粋なブリッジング層におけるマージの実現例の変形例を図 10 に示す (第 5 の装置の実施形態として)。図 10 は、図 4 に示す PEB を直接代替するものを示す。すなわち、図 10 は、4 タグ付きトンネルを用いるブリッジ L2 NI の PEB アーキテクチャを示す。

【0082】

最も重要な相違点は、アクティブなノードがサービスのフレームをトンネルする必要があるか又は NI ポート 1002a に直接送出する必要があるかの決定がブリッジング層において実現されることである (LAG 層のハッシュ機能と異なる)。これを達成するために、ブリッジング層は、トンネリングを必要とするサービスと NI ポート 1002a に直接送出されるサービスとを区別する必要がある。従って、別のサービス VID が追加され

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 8 3 】

図 1 0 に示す N I ノード 1 1 4 は、 3 つのサービスを伝達する。

【 0 0 8 4 】

1) N I ノード 1 1 4 は、 M A C 中継器 1 0 0 8 のネットワークポート 1 0 0 8 c、 1 0 0 8 d、 1 0 0 8 e のうちの 1 つにおいて受信されたサービス V I D のうちの 1 つに対してパッシブである。

【 0 0 8 5 】

2) N I ノード 1 1 4 は、 M A C 中継器 1 0 0 8 のネットワークポート 1 0 0 8 c、 1 0 0 8 d、 1 0 0 8 e のうちの 1 つにおいて受信されたサービス V I D のうちの 1 つ及びネットワークポート 1 0 0 8 e において受信されたサービス V I D のうちの 1 つ（ネットワークポート 1 0 0 8 e における 4 つサービスのうち一番下のもの）に対してアクティブである。

【 0 0 8 6 】

3) N I ノード 1 1 4 は、ネットワークポート 1 0 0 8 e において一番下のサービス V I D のフレームを C 構成要素 1 0 0 6 及び S 構成要素 1 0 0 4 を介してトンネルし（ポート 1 0 0 8 f、 1 0 0 6 b、 1 0 0 6 a、 1 0 0 4 d を介して）、ネットワークポート 1 0 0 8 c において一番上のサービス、ネットワークポート 1 0 0 8 d において最右側のサービス、並びにネットワークポート 1 0 0 8 d において上から 2 番目のサービスに対応するサービス V I D のフレームを C 構成要素 1 0 0 3 を介して N I ポート 1 0 0 2 a に直接転送する（ポート 1 0 0 8 b 及びポート 1 0 0 3 c を介して）。

【 0 0 8 7 】

すなわち、アクティブなノードがトンネルする必要のあるサービス V I D は、 N I ポート 1 0 0 2 a に向かう専用の入出力ポート 1 0 0 8 f を M A C 中継器 1 0 0 8 内に有する。同一の方法で、アクティブなノードが N I ポート 1 0 0 2 a に直接転送する必要のあるサービス V I D は、 N I ポート 1 0 0 2 a に向かう専用の入出力ポート 1 0 0 8 b を M A C 中継器 1 0 0 8 内に有する。

【 0 0 8 8 】

マージは、ポートスイッチとして構成される追加された C 構成要素 1 0 0 3 により実現される。図 1 0 において使用される矢印の表記を図 1 1 において説明する。図 1 1 は、ポートスイッチの表記及び実現例を示す。

【 0 0 8 9 】

C 構成要素 1 0 0 3 は、入力ポートにおいて C 構成要素の内部タグを追加し、（ローカル） C - V I D に基づいてフレームを転送し且つ出力ポートにおいて C タグを除去することにより、ポートスイッチとして構成される。転送の決定に M A C アドレス中継機能、すなわち F D B ルックアップが全く関係しないため、 C 構成要素 1 0 0 3 をポートスイッチと呼ぶ。実際は、二点間接続がポートスイッチ内で提供されるため、ポートにおいて受信されたフレームはローカルで有効な V I D をタグ付けされる。この V I D は、フレームが出力ポートにおいて送出される前に除去される。

【 0 0 9 0 】

図 1 0 及び図 1 1 におけるポート 1 0 0 3 b と 1 0 0 3 c との間の C - V I D は、上下方向のポートスイッチを実現する。例えば下向きポート 1 0 0 3 b は対応する C - V I D をフレームに追加する。転送に適する唯一のポートは上向きポート 1 0 0 3 c であり、これは対応する C - V I D を除去する。

【 0 0 9 1 】

対応する P V I D と共に右側のポート 1 0 0 3 f において入力されたフレームは、入力ポートにより追加された対応する C - V I D に基づいて転送され、下向きポート 1 0 0 3 b において受信されて上向きポート 1 0 0 3 c に転送された C - V I D を有するフレームと同様に上向きポート 1 0 0 3 c に転送される。出力ポート 1 0 0 3 c は、異なる C タグを除去することによりフレームをマージする。

【 0 0 9 2 】

L A Gを使用するN I ノード 1 1 4の実現例をブリッジされたマージを用いるN I ノード 1 1 4 (図 1 0 及び図 1 1 に示すように) に変更するために、以下を行う必要がある。

【 0 0 9 3 】

L A Gグループ 4 0 8 aに含まれるポートはブリッジング層に対して可視になり、その場合、ポート 1 0 0 8 aのうちの1つはトンネリングを必要とするサービスに対する入出力ポートとして機能し、ポート 1 0 0 8 bのうちの1つはN I ポート 1 0 0 2 aに直接転送されるサービスに対する入出力ポートとして機能する。更に、ポートスイッチは、図 1 1 に示すようにマージ機能性を実現する。トンネルの終端のV I Dスイッチ 1 0 0 4は、トンネルされる必要のあるサービスをカプセル化ポート 1 0 0 6 aに向ける。N I ノード 1 1 4がサービスに対してアクティブである場合及びN I ノード 1 1 4がサービスのフレーム (ポート 1 0 0 8 eにおいて受信され、ポート 1 0 0 8 fにおいてフレームを脱カプセル化するC構成要素 1 0 0 6を介してトンネルの終端 1 0 0 4に転送されたトンネルサービス) をトンネルする必要がある場合、トンネルの終端 1 0 0 4は、トンネルされるサービスの入出力ポートを表すM A C中継器 1 0 0 8のポート 1 0 0 8 aに対してサービスのトンネルフレームを向ける (C構成要素ポートスイッチ 1 0 0 6を介して) 。N I ノード 1 1 4がサービスに対してアクティブである場合及びN I ノード 1 1 4がサービスのフレームをN I に直接転送する (ポート 1 0 0 8 c、1 0 0 8 d、1 0 0 8 eのうちの1つからポート 1 0 0 8 bを介して) 場合、トンネルの終端 1 0 0 4は、N I ポート 1 0 0 2 aに直接転送されるサービスの入出力ポートを表すM A C中継器 1 0 0 8のポート 1 0 0 8 bに対してサービスのトンネルフレームを向ける (C構成要素のポートスイッチ 1 0 0 3を通過してポート 1 0 0 3、1 0 0 3 b、1 0 0 2 bを介して) 。

【 0 0 9 4 】

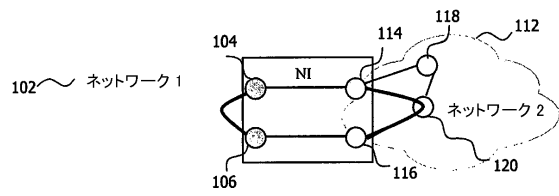
特定の実施形態に関して説明したデータプレーンの利点を以下に示す。1) 提案された解決策は、ノードレジリエントL 2ネットワーク相互接続に必要なデータプレーンを提供する。2) L A Gを使用するデータプレーンの実現例のオプションは、8 0 2 . 1 A X対応ホストのデュアルホーミングをサポートする。3) 単一のトンネルがN I ノード間で使用される (これは、最も単純なO A Mに関する解決策である) 。4) 解決策は、標準的な自社開発のトンネル実現例をサポートする。5) 提案されたデータプレーンの解決策により、トンネルの終端を動的に変更できる。6) 解決策は、標準的なブリッジ構成要素に基づく。従って、これは可能な限り既存のハードウェアに基づく。

10

20

30

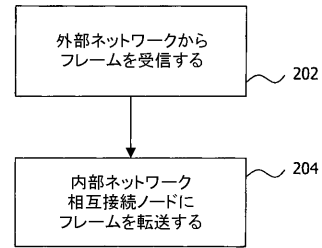
【図 1】



100

Fig. 1

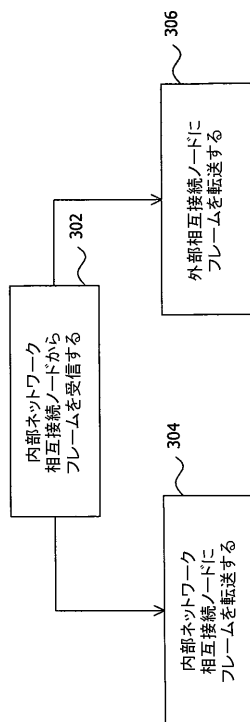
【図 2】



200

Fig. 2

【図 3】



300

Fig. 3

【図 4】

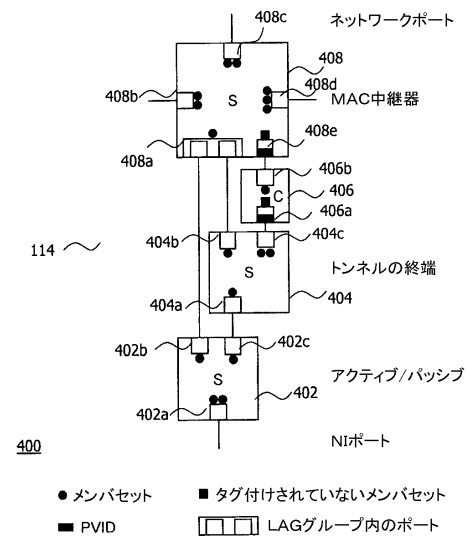


Fig. 4

【図 5】

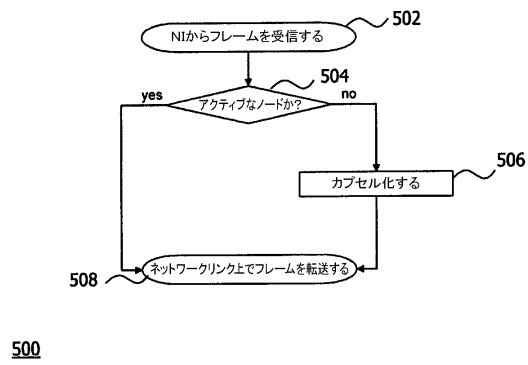


Fig. 5

【図 6】

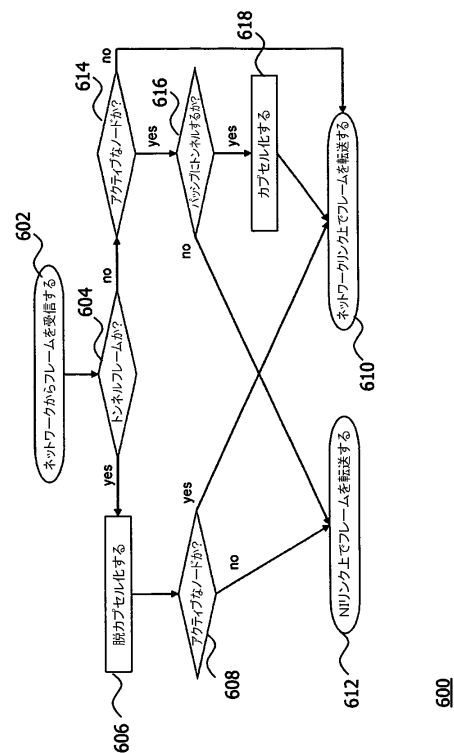


Fig. 6

【図 7】

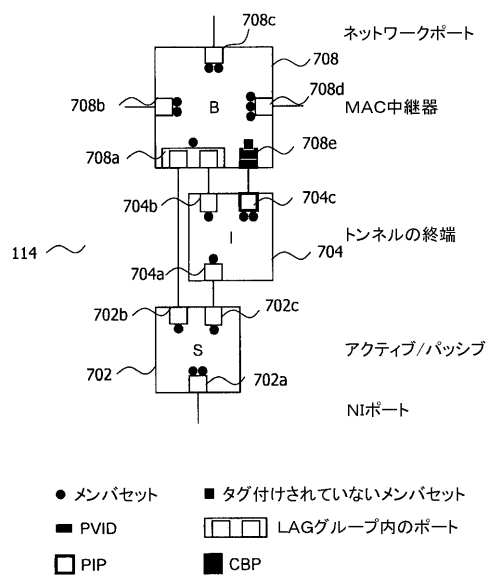


Fig. 7

【図 8】

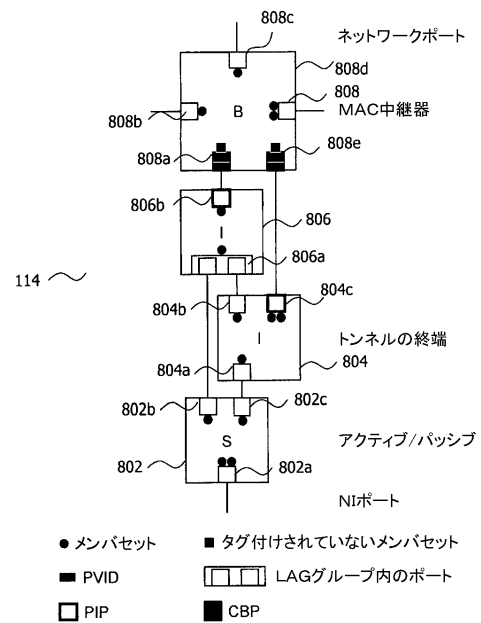


Fig. 8

【図 9】

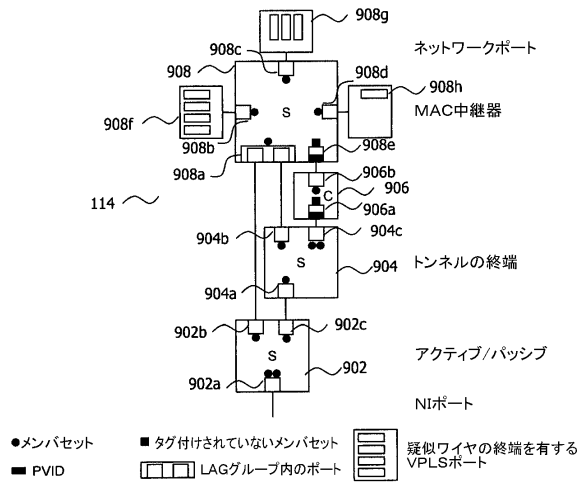


Fig. 9

【図 10】

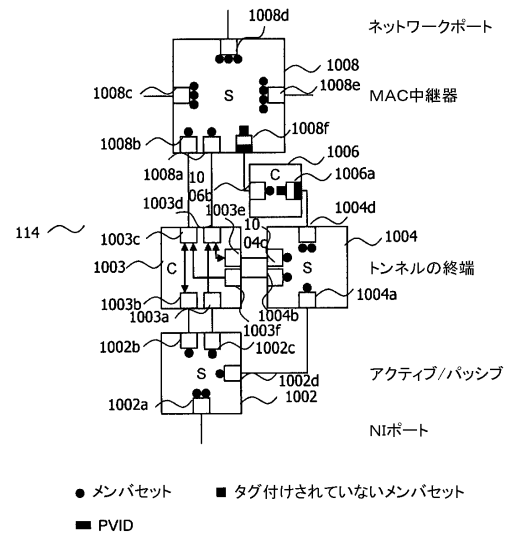


Fig. 10

【図 11】

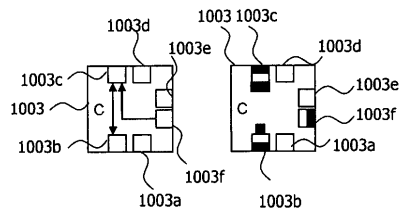


Fig. 11

フロントページの続き

- (72)発明者 ゲレ, バラス ペーテル
ハンガリー国 ブダペスト 1095 メステル ユー. 40-44
- (72)発明者 ディン, チェミン
スウェーデン国 スtockホルム 11741, ドラケンベルイスガタン 8 エルジーエイチ
1137
- (72)発明者 ファルカス, ヤノス
ハンガリー国 ケチケメート 6000, ドロッチ コズ 9
- (72)発明者 サルトサイディス, パナジオティス
スウェーデン国 スtockホルム 11829, オセガタン 62, 1ティーアール

審査官 菊地 陽一

- (56)参考文献 特開2008-236212(JP, A)
特開2010-251918(JP, A)
MEF FORUM, EXTERNAL NETWORK NETWORK INTERFACES(ENNI) - PHASE 1, [ONLINE], 2010年
1月31日, P1-57, URL, http://metroethernetforum.org/PDF_Documents/technical-specifications/MEF26.pdf
JANOS FARKAS, RESILIENT NETWORK INTERCONNECT FUNCTIONALITIES, [ONLINE], 2010年 9
月16日, P1-13, URL, <http://www.ieee802.org/1/files/public/docs2010/new-farkas-network-interconnect-functionalities-0910-v01.pdf>

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04L 12/66
H04L 12/46
H04L 12/70
IEEE Explore