

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5306365号  
(P5306365)

(45) 発行日 平成25年10月2日(2013.10.2)

(24) 登録日 平成25年7月5日(2013.7.5)

(51) Int.Cl.

HO4L 12/70 (2013.01)

F 1

HO4L 12/70 100Z

請求項の数 14 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2010-529140 (P2010-529140)  
 (86) (22) 出願日 平成20年10月13日 (2008.10.13)  
 (65) 公表番号 特表2011-501537 (P2011-501537A)  
 (43) 公表日 平成23年1月6日 (2011.1.6)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2008/079732  
 (87) 國際公開番号 WO2009/049292  
 (87) 國際公開日 平成21年4月16日 (2009.4.16)  
 審査請求日 平成23年9月13日 (2011.9.13)  
 (31) 優先権主張番号 60/979,438  
 (32) 優先日 平成19年10月12日 (2007.10.12)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 303061096  
 ノーテル・ネットワークス・リミテッド  
 アメリカ合衆国 01821-5501  
 マサチューセッツ州、ビレリカ、テクノロジー・パーク・ドライブ 600、メイル  
 ストップ イー・65-60-403  
 (74) 代理人 110000246  
 特許業務法人O F H特許事務所  
 (72) 発明者 モハン、ディネッシュ  
 カナダ国 ケー・2・ケー 3・イー・5  
 オンタリオ州カナタ、ケニス・クレントン 89

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 IPネットワーク及びイーサネットOAMを用いた稼働状況の監視

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上で動作する第1のネットワーク・レイヤー・ノードにおいてネットワークを監視する方法であって、前記方法は、

第2のノードに向けられたネットワーク・レイヤー監視要求元からのネットワーク・レイヤー監視コマンドを第1のノードにより受取るステップ、

ネットワーク・レイヤー監視コマンドを1つ或いは複数のイーサネットOAMコマンドに第1のノードにより解決するステップ、

イーサネットOAMコマンドを第2のノードに送るステップ、

第2のノードからイーサネットOAMコマンドの結果を受取るステップ、及び、

10

イーサネットOAMコマンドの結果をネットワーク・レイヤー応答の形式でネットワーク・レイヤー監視要求元に返信するステップを含む、方法。

## 【請求項2】

ネットワーク・レイヤー監視コマンドを1つ或いは複数のイーサネットOAMコマンドに解決するステップは、

リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上の第2のノードに関連するイーサネットMACアドレスに第2のノードのネットワーク・レイヤー・アドレスを関連付ける転送テーブルを調べる事により該第2のノードのネットワーク・レイヤー・アドレスを解決するステップ、

宛先アドレスとして前記第2のノードに関連するイーサネットMACアドレスを有する

20

1つ或いは複数のイーサネットOAMコマンドを形成するステップ、

リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上の第2のノードに向けて前記イーサネットOAMコマンドを転送するために前記転送テーブルを調べてリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上の次のポップ・アドレスを見つけるステップ、を含む、請求項1の方法。

【請求項3】

ネットワーク・レイヤーはIPである、請求項2の方法。

【請求項4】

ネットワーク・レイヤー監視コマンドはIPのpingであり、イーサネットOAMコマンドはLBMである、請求項3の方法。

10

【請求項5】

ネットワーク・レイヤー監視コマンドはIPのトレースルートであり、イーサネットOAMコマンドはLTMである、請求項3の方法。

【請求項6】

ネットワーク・レイヤー監視コマンドは1つ或いは複数の稼働状況監視コマンドであり、イーサネットOAMコマンドはY.1731コマンドを含む、請求項3の方法。

【請求項7】

ネットワーク・レイヤー監視の要求元に返されるネットワーク・レイヤー応答に応答して第1のノード及び第2のノード間のIPフローを第1のノードにより調節するステップを更に含む、請求項4の方法。

20

【請求項8】

リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上で動作する第1のネットワーク・レイヤー・ノードにおけるネットワーク監視に有用なコンピュータ・プログラムであって、前記コンピュータ・プログラムは、

第2のノードに向けられたネットワーク・レイヤー監視要求元からのネットワーク・レイヤー監視コマンドを第1のノードにより受取るためのロジック、

ネットワーク・レイヤー監視コマンドを1つ或いは複数のイーサネットOAMコマンドに第1のノードにより解決するためのロジック、

イーサネットOAMコマンドを第2のノードに送るためのロジック、

第2のノードからイーサネットOAMコマンドの結果を受取るためのロジック、及び、イーサネットOAMコマンドの結果をネットワーク・レイヤー応答の形式でネットワーク・レイヤー監視要求元に返信するためのロジックを含む、コンピュータ・プログラム。

30

【請求項9】

ネットワーク・レイヤー監視コマンドを1つ或いは複数のイーサネットOAMコマンドに解決するための前記ロジックは、

リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上の第2のノードに関連するイーサネットMACアドレスに第2のノードのネットワーク・レイヤー・アドレスを関連付ける転送テーブルを調べる事により該第2のノードのネットワーク・レイヤー・アドレスを解決するためのロジック、

宛先アドレスとして前記第2のノードに関連するイーサネットMACアドレスを有する1つ或いは複数のイーサネットOAMコマンドを形成するためのロジック、

リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上の第2のノードに向けて前記イーサネットOAMコマンドを転送するために転送テーブルを調べてリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上の次のポップ・アドレスを見つけるためのロジック、

を含む、請求項8のコンピュータ・プログラム。

【請求項10】

ネットワーク・レイヤーはIPである、請求項9のコンピュータ・プログラム。

【請求項11】

ネットワーク・レイヤー監視コマンドはIPのpingであり、イーサネットOAMコ

50

マンドは L B M である、請求項 10 のコンピュータ・プログラム。

【請求項 12】

ネットワーク・レイヤー監視コマンドは I P のトレースルートであり、イーサネット O A M コマンドは L T M である、請求項 10 のコンピュータ・プログラム。

【請求項 13】

ネットワーク・レイヤー監視コマンドは 1 つ或いは複数の稼働状況監視コマンドであり、イーサネット O A M コマンドは Y . 1 7 3 1 コマンドを含む、請求項 10 のコンピュータ・プログラム。

【請求項 14】

ネットワーク・レイヤー監視の要求元に返されるネットワーク・レイヤー応答に応答して第 1 のノード及び第 2 のノード間の I P フローを第 1 のノードにより調節するための口 10 ジックを更に含む、請求項 11 のコンピュータ・プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークに係り、そして、更に詳しくは、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークにおける運用、管理、及び保守( O A M )に関する。

【0002】

<関連出願への相互参照>

本出願は、2007年10月12日に出願された P L S B 及びショートカット O A M と題する米国仮特許出願番号 6 0 / 9 7 9 , 4 3 8 号の優先権を主張し、その内容はここに参考される。

【0003】

本出願は、ノーテル・ネットワークス社による、2008年10月12日に出願された I P ネットワーク及びイーサネット O A M を用いる稼働状況監視と題する同時継続米国特許出願番号 1 2 / 2 4 9 , 9 4 1 、2008年10月12日に出願されたリンク状態制御イーサネット・ネットワークにおける自動 M E P プロビジョニングと題する同時継続米国特許出願番号 1 2 / 2 4 9 , 9 4 4 、及び同じくノーテル・ネットワークス社による、2008年10月12日に出願されたリンク状態制御イーサネット・ネットワークにおける疎通性チェック管理と題する同時継続米国特許出願番号 1 2 / 2 4 9 , 9 4 6 、同じくノーテル・ネットワークス社による2008年5月5日出願のリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークに亘る I P 転送と題する同時継続米国特許出願番号 1 2 / 1 5 1 , 6 8 4 に関連する。

【背景技術】

【0004】

データ通信ネットワークは互いに接続されてデータを互いに渡すように構成される種々のコンピュータ、サーバー、ノード、ルーター、スイッチ、ブリッジ、ハブ、プロキシー、及びその他のネットワーク・デバイスを含み得る。これらのデバイスをここでは「ネットワーク・エレメント」と称する。データは、ネットワーク・エレメント間の 1 つ或いは複数の通信リンクを利用してネットワーク・エレメント間を、インターネット・プロトコル・パケット、イーサネット・フレーム、データ・セル、セグメント、或いはその他のデータのビット或いはバイトの組合せのようなプロトコルを渡すことにより、交信される。特定のプロトコル・データ・ユニットが多様なネットワーク・エレメントで処理され、特定のプロトコル・データ・ユニットがネットワークを亘ってそのソースからその宛先までの間を進むに伴い多様な通信リンクを横切る。

【0005】

通信ネットワーク上の種々のネットワーク・エレメントはここでプロトコルと呼ばれる予め定義されたルールのセットを用いて互いに通信する。異なるプロトコルは通信の異なる態様を制御し、例えば、データ通信ネットワーク・エレメント間の転送のためにどのよ

10

20

30

40

50

うに信号が形成されるべきか、何というプロトコル・データ・ユニットの種々の態様はどのように見えるべきか、プロトコル・データ・ユニットはネットワーク・エレメントによりどのように処理され或いはネットワークを通じてどのような経路で伝送されるべきか、及びルーティング情報のような情報がネットワーク・エレメント間でどのように交換されるべきかを制御する。

【0006】

イーサネットはイーサット・ネットワーク・アーキテクチャーにおける標準規格 802.1 として電子電気技術学会 ( I E E E ) により定義されたよく知られたプロトコルであり、ネットワークに接続されたデバイスは或る時間において同じ共通通信経路を利用する能力について競合する。複数のブリッジ或いはノードがネットワーク・セグメントを相互接続するために用いられる場合、同一宛先への複数の経路がしばしば存在し得る。このアーキテクチャーの利点はブリッジ間の経路の冗長性を有し追加のリンクの形態でネットワークに付加される許容能力を有することである。しかしながらループが形成されるのを避けるためネットワーク上でトラフィックがブロードキャストされ或いはフラッディングされる状態を抑制するためにスパニング・ツリーが一般的に用いられた。スパニング・ツリーの特徴はネットワーク内の宛先のどんなペア間にも唯一つの経路しか存在しないことであり、従ってパケットが何処から到来するかを観察することにより特定のスパニング・ツリーに関連する接続性を「学習」することが可能であった。しかしながらスパニング・ツリー自体に制約があり、スパニング・ツリー上のリンクに過使用をもたらし、スパニング・ツリーの一部でないリンクに未使用をもたらした。

10

20

【0007】

スパニング・ツリーを実装するイーサネット・ネットワークに内在する制約の幾つかを解決するためリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークが 2006 年 10 月 2 日出願の出願番号 11/537,775 の「プロバイダー・リンク状態ブリッジ」と題する出願に開示され、その内容はここに参照される。前記出願により詳しく記述されるように、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークでの透過ブリッジと組合わされた各ノードにおける学習したネットワーク・ビューを利用するよりも、ネットワーク・トポロジーの同期したビューを各ノードが持つことを可能にするメッシュ・ネットワーク交換リンク状態広告を形成するブリッジを利用する。これはリンク状態ルーティング・システムのよく知られている仕組みにより達成される。ネットワーク内のブリッジはネットワーク・トポロジーの同期されたビューを有し、必要なユニキャスト及びマルチキャストの接続性の知識を保有し、ネットワーク内のどのようなペアのブリッジ間の最短経路の接続性を計算出来、そして計算されたネットワークのビューに従ったそれらの転送情報ベース ( F I B ) を個々に留めることが出来る。

30

【0008】

全てのノードが同期されたビューにおけるそれらの計算された役割及び留まっているそれらの F I B を計算した時は、ネットワークはピア・ブリッジのセットから ( 如何なる理由であれそのブリッジへの通信を要求する ) 如何なるブリッジへのループ・フリー・ユニキャスト・ツリーを有することとなり、ブリッジにおいて提供されるサービス段階毎に如何なるブリッジからピア・ブリッジの同一セット或いはサブセットからの調和し且つループ・フリーのポイント・ツー・マルチポイント ( p 2 m p ) のマルチキャスト・ツリーを有することとなる。もたらされる結果は、あるブリッジ間の経路がスパニング・ツリーのルート・ブリッジの通過に制約されないことであり、そして、全体としてもたらされる結果はメッシュの接続性の幅をより良く利用出来ることである。要するに全てのブリッジがそのブリッジへのユニキャストの接続性、及びそのブリッジからのマルチキャストの接続性を特定する 1 つ或いは複数のツリーのルートとなる。

40

【0009】

カスタマー・トラフィックがプロバイダー・ネットワークに入るとき、カスタマー M A C アドレス ( C - M A C D A ) はプロバイダー M A C アドレス ( B - M A C D A ) へと解決され、そうしてプロバイダー M A C アドレス空間を用いてトラフィックをプロバイ

50

ダー・ネットワーク上に転送できる。更に、プロバイダー・ネットワーク上のネットワーク・エレメントはバーチャル LAN ID (VID) に基づいてトラフィックを転送するよう構成されており同じ宛先アドレスであるが異なるVIDを有する異なるフレームはネットワークの異なる経路を亘って転送され得る。運用中、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークは1つのVID範囲を最短経路転送に関連付ける事が出来、ユニキャスト及びマルチキャスト・トラフィックがその範囲からVIDを用いて転送される事が出来、そしてトラフィック形成経路が最短経路以外の経路上のネットワークを横切って形成される事が出来、そして第2のVID範囲を用いて転送される。

#### 【0010】

真のキャリア・クラス機能をリンク状態プロトコル制御イーサネットに加えるためには、特定の運用、管理、及び維持 (OAM) 機能が望ましい。IEEE 標準 802.1ag 「到達性管理」として現在定義されている、イーサネットOAMは、イーサネット・ネットワーク内で用いられるための到達性管理プロトコルのセットを定義する。これらは到達性監視、リンク追跡、及びループバックを含む。802.1ag 規格はメトリックス及びメッセージの監視の遂行を含むように拡張された。この標準はITU-T SG 13，

Y.1731 - 「イーサネット・ネットワークにおけるOAMに関する要件」に反映されている。しかし、これらの標準に記述された仕組みはアドレッシング及びVLANセマンティクスの相違及び標準ネットワーク及びリンク状態プロトコル・イーサネット・ネットワーク間の使用の相違によりリンク状態プロトコル・イーサネット・ネットワークに直接的には適用出来ない。フォールト検出、隔離、トラブルシューティング、及び稼働状況監視目的に関するOAM機能をリンク状態プロトコル・イーサネット・ネットワーク中に取り入れることが望まれている。

#### 【発明の概要】

#### 【0011】

本発明によれば、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上で動作する第1のネットワーク・レイヤー・ノードにおいてネットワーク監視する方法が提供される。本方法は第2のノードに向けられたネットワーク・レイヤー監視要求元からのネットワーク・レイヤー監視コマンドを第1のノードにより受取るステップ、ネットワーク・レイヤー監視コマンドを1つ或いは複数のイーサネットOAMコマンドに第1のノードにより解決するステップ、イーサネットOAMコマンドを第2のノードに送るステップ、第2のノードからイーサネットOAMコマンドの結果を受取るステップ、及びイーサネットOAMコマンドの結果をネットワーク・レイヤー応答の形式でネットワーク・レイヤー監視要求元に返信するステップを含む。ネットワーク・レイヤー監視コマンドを1つ或いは複数のイーサネットOAMコマンドに解決するステップは、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上の第2のノードに関連するイーサネットMACノードIDに第2のノードのネットワーク・レイヤー・アドレスを関連付ける転送テーブルを調べる事により第2のノードのネットワーク・レイヤー・アドレスを解決するステップ、それらの宛先アドレスとして第2のノード・イーサネットMACノードIDを有する1つ或いは複数のイーサネットOAMコマンドを形成するステップ、及びリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上の第2のノードに向けてOAMコマンドを転送するために転送テーブルを調べてリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上の次のポップ・アドレスを見つけるステップを含む事が出来る。ネットワーク・レイヤーは都合よくIPでもよい。ネットワーク・レイヤー監視コマンドの例はIPのping及びIPのトレースルートであり、イーサネットOAMコマンドの例はLBM及びLTMである。

#### 【0012】

更には、ネットワーク・レイヤー監視コマンドは1つ或いは複数のイーサネットOAMコマンドは稼働状況監視コマンドでもよく、そしてイーサネットOAMコマンドはY.1731コマンドを含む事が出来る。ネットワーク・レイヤー監視の要求元に返されるネットワーク・レイヤー応答に応答して第1のノード及び第2のノード間で調節され得る。

#### 【0013】

10

20

30

40

50

また本発明によれば、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上で動作する第1のネットワーク・レイヤー・ノードにおいてネットワーク監視するのに有用なコンピュータ・プログラムが提供される。本コンピュータ・プログラムは第2のノードに向けられたネットワーク・レイヤー監視要求元からのネットワーク・レイヤー監視コマンドを第1のノードにより受取るためのロジック、ネットワーク・レイヤー監視コマンドを1つ或いは複数のイーサネットOAMコマンドに第1のノードにより解決するためのロジック、イーサネットOAMコマンドを第2のノードに送るためのロジック、第2のノードからイーサネットOAMコマンドの結果を受取るためのロジック、及びイーサネットOAMコマンドの結果をネットワーク・レイヤー応答の形式でネットワーク・レイヤー監視要求元に返信するためのロジックを含む。

10

#### 【0014】

ネットワーク・レイヤー監視コマンドを1つ或いは複数のイーサネットOAMコマンドに解決するためのロジックは、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上の第2のノードに関連するイーサネットMACノードIDに第2のノードのネットワーク・レイヤー・アドレスを関連付ける転送テーブルを調べる事により第2のノードのネットワーク・レイヤー・アドレスを解決するためのロジック、それらの宛先アドレスとして第2のノード・イーサネットMACノードIDを有する1つ或いは複数のイーサネットOAMコマンドを形成するためのロジック、及びリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上の第2のノードに向けてOAMコマンドを転送するために転送テーブルを調べてリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上の次のポップ・アドレスを見つけるためのロジックを含む事が出来る。ネットワーク・レイヤーはIPでもよい。

20

#### 【0015】

ネットワーク・レイヤー監視コマンドの例はIPのping及びIPのトレースルートであり、イーサネットOAMコマンドの例はLBM及びLTMである。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0016】

本発明の特徴は特に付属の請求項により表される。本発明は例示として以下の図面に示され、同様の参照符号は同様の要素を示す。以下の図面は本発明の種々の実施例を図示するだけのために示し、本発明の範囲を制限するためではない。分かり易くするために、全ての図面の全ての部分に符号が付されてはいない。

30

【図1】図1はリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークを実装するために用いられていたメッシュ・ネットワークの機能的ブロック図である。

【図2】図2はリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークにおいて用いられるように構成されたネットワーク・エレメント12の一実装例の模式図である。

【図3】図3はIS-ISのようなリンク状態プロトコルがディスカバリー・フェーズを実行して各ブリッジのSys-IDを用いてループ・フリー構成にブリッジを相互接続するようなリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク構成の模式図である。

【図4】図4は複数のサービスがディスカバリー・フェーズ・ツリーから離れたリーフとして配置されて示されるところの図3に似たリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク構成の模式図である。

40

【図5】図5は802.1ag規格により定義されたイーサネットOAM保守ドメインのブロック図である。

【図6】図6は802.1ag OAMパケットのブロック図である。

【図7】図7は本発明によるリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークのノードにおける基盤レベルOAMパケットの処理の流れ図である。

【図8】図8は本発明によるリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークのノードにおいて遂行される基盤レベル到達性チェック・プロセスの流れ図である。

【図9】図9は本発明によるリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークのノードにおけるサービス・レベルOAMパケットの処理の流れ図である。

【図10】図10は本発明によるリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク

50

のノードにおいて遂行されるサービス・レベル到達性チェック・プロセスの流れ図である。

【図11】図11は本発明の一実施例によるリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークのノードによるM E P生成及び分配の流れ図である。

【図12】図12は本発明の一実施例によるリンク状態プロトコル・イーサネット・ネットワークのノードにおけるM E P受信及び転送テーブル更新の流れ図である。

【図13】図13は本発明の一実施例によるノードAからノードBへのO A Mコマンドを送るためM E Pルックアップを用いるプロセスのM E Pの流れ図である。

【図14】図14はリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上の2つのI Pノード間で実行されるI P「P i n g」コマンドの模式図である。10

【図15】図15は本発明によるリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークのノードにおけるI Pレベル「P i n g」コマンドの処理の流れ図である。

【図16】図16はリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上の2つのI Pノード間で実行されるI P「P i n g」コマンドの模式図である。

【図17】図17はプロバイダーがI Pフォンを有するカスタマー施設に接続され、全ての通信がリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークを通じて行われるようなネットワークのブロック図である。V O I Pネットワークの稼働状況の監視は本発明によるイーサネットO A Mコマンドを用いてI Pにおいて行われる。

【図18】図18は本発明の一実施例によるリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークのノードにおけるI Pレベル稼働状況監視コマンドの処理の流れ図である。20

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0017】

リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークはイーサネットのブリッジされた接続性の等価物を提供するが、これをフラッディング及び学習ではなくネットワーク・エレメント転送情報ベース( F I B )の構成を通じて達成する。リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークの利用はループ・フリー最短経路転送を用いたネットワーク能力のより効率的な利用を提供することによりイーサネット・ネットワークがL A N空間からW A N或いはプロバイダー空間へと拡張される事を可能にする。透過ブリッジと組合わされるスパニング・ツリー・プロトコル( S T P )アルゴリズムを用いる各ノードにおける学習されたネットワーク・ビューを用いるのではなく、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークにおいてメッシュ・ネットワークを形成するブリッジがリンク状態広告を交換して各ノードがネットワーク・トポロジーの同期したビューを持つ事が出来るようになる。これはリンク状態ルーティング・システムの利用を通じて達成される。

##### 【0018】

ネットワークのブリッジはネットワーク・トポロジーの同期されたビューを有し、必要なユニキャスト及びマルチキャスト接続性の知識を有し、ネットワークのブリッジの如何なるペア間の最短経路の接続性を計算出来、そして個々にネットワークの計算されたビューにより転送情報ベース( F I B )を保持出来る。全てのノードが同期されたビューにおける役割を計算しF I Bを保持する時、ピア・ブリッジのセットから如何なるブリッジへのループ・フリー・ユニキャスト・ツリーを有し、そしてピア・ブリッジの同一のセットへの如何なるブリッジからの調和したループ・フリー・ポイント・ツー・マルチポイント( p 2 m p )マルチキャスト・ツリーを有する。その結果は如何なるブリッジ・ペア間の経路もスパニング・ツリーのルート・ブリッジの通過に拘束されない事でありそして全体としての結果はメッシュの接続性の幅をより良く活用する事が出来る事である。

##### 【0019】

リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークは如何なる2つのブリッジ間の接続性が両方向について同一経路になるように同期経路メトリックスを用い、そしてマルチキャストされるパケットとユニキャストされるパケットとの間の転送の一致があるようユニキャスト及びマルチキャストの接続性についての共通メトリックスを用いる。

10

20

30

40

50

## 【0020】

MAC構成が透過LANサービスを利用出来るC-MAC(カスタマーMAC)レイヤー或いは他のレイヤーのネットワークに透過LANサービスを提供するためにブリッジ(僅かに変更されたブリッジ)のセット間に最短経路のループ・フリー接続(ユニキャスト目的及びマルチキャスト目的の両方について)を構築するために用いられてもよい。

## 【0021】

これは関連するVLANについてのスパンニング・ツリー・プロトコルのネットワーク内のリンク状態プロトコルの運用及びルーティング・システム広告のMAC情報のピギーバッキングを必要とする。

## 【0022】

図1はリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークの一部の一例の模式表現である。共用ネットワーク・トポロジーから各ノードは最短経路アルゴリズムを用いて他のプロバイダー・バックボーン・ブリッジ(PBB)或いはネットワーク内のノードへの最適最短経路を計算する。ネットワークに亘る最短経路アルゴリズムの適用の結果、そして対応するブリッジ内のFIBの保持は、各ブリッジからネットワークの同胞ブリッジへのメッシュを通じての唯一のツリーを提供する。

## 【0023】

(ユニキャスト及びマルチキャストの)ブリッジに関連するMACアドレスはリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークの全域に亘り転送に基づく宛先のために用いられる。これはそれらがルーティング・システム広告で単にフラッディングされるだけでなくそして、ルーティング・システムのローカル集中の際には、ルーティング・システムにより指示されるようにローカル・ブリッジ転送データベースにすぐに準備される。こうしてレイヤー2の接続性の分散された計算はトポリジーの接続性に関連する特有の信号システムを要することなくイーサネット・ブリッジに適用出来る。この最も簡単なフォームでは、ブリッジが2つの与えられたブリッジ・ノード間の最短経路上にブリッジがあると計算した時、ブリッジはFIB内のこれらブリッジに関連するMACアドレス、対象の各ブリッジを示すユニキャストMACアドレス及び対象のブリッジから示されるマルチキャストMACアドレスを単にインストールする。

## 【0024】

ブリッジ毎の単一のユニキャストMACアドレスが説明されたがより細かい微小体の利用を排除するものではなく、そしてユニキャストMACアドレスはライン・カード、仮想スイッチ・インスタンス(VSI)或いはUNIポートであってもよいことを理解されたい。これは宛先ブリッジでのフローの非多重化を簡略化するために望ましい。

## 【0025】

不安定期間(トポロジー変化、トポロジー変化のルーティング・システムからネットワーク内の全てのブリッジへの広告、及び新しいトポロジーの共通ビュー及び転送情報の対応アップデートの再輻輳の間の期間)ループ抑制は(例え潜在的に低減される形態であっても)接続性を維持するためにネットワークにおいて望ましい。分散システムにおける不安定はしばしば、少なくとも一時的には、ネットワーク全体のビューが同期されないことを意味する。ネットワーク・エレメントがネットワークの同期されたビューを持たない場合、一時的なループが形成可能である。親出願でより詳細に述べられているようにPLSBネットワークはループを最小化するように逆経路転送確認を用いてもよい。RPF確認はイーサネット・ブリッジのようなネットワーク・エレメントをしてパケットに含まれるソースMACアドレス及びパケットが到着するセグメントを転送データベース中に宛先としての同一のMACアドレスとして構成される値と比較することによりパケットを確認することにより遂行されてもよい。ソースMACアドレスについて学習されたセグメントが静的エンタリーを変更し、或いは静的エンタリーがない場合、パケットは破棄される。RPF確認は望まれる特定のインスタンスでは選択的に無効化されてもよい。

## 【0026】

リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークはサービス・インスタンスをサ

10

20

30

40

50

ポート出来、サービス・インスタンスはポートのサブセット従ってネットワークのブリッジへの接続性を要するだけである。特定のサービス・インスタンスに関連するパケットを識別するために用いられ得る識別子の一例は IEEE802.1ah中に定義される拡張サービスIDフィールド( I - S I D )である。自らが2つのブリッジ間の最短経路上にあることを見つけたブリッジは各ブリッジに関連するユニキャストMACアドレス、及び2つのブリッジに共通の全てのI - S I DについてのマルチキャストMACアドレスをインストールする。この結果は与えられたエッジ・ブリッジは全てのピア・ブリッジへのユニキャスト接続性、及び各I - S I Dにより識別される対象のコミュニティ特有のマルチキャスト接続性を有することとなる。これは各ピアへのマルチポイント・ツー・ポイント( m p 2 p )ユニキャスト・ツリー上のリーフ、及び対象の各コミュニティについてのピア・ノードのセットへの( S , G )ポイント・ツー・マルチポイント( p 2 m p )マルチキャスト・ツリーのルートの形態となり、ここで、SはソースのアドレスでありGはマルチキャスト・グループ・アドレスである。10

#### 【 0 0 2 7 】

更に、2008年5月5日に出願され、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークを横切るIP転送と題する、同時継続米国特許出願番号12/151,684にて述べられ、その全体がここに参考されるように、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークはネイティブIPをサポート出来る。従って、ノードがIPアドレスを学習する時、それはIPアドレスをそのリンク状態広告に挿入してIPアドレスの到達性をインターネット上の他のノードに広告する。各ノードはこのIPアドレスをリンク状態データベースに加える。パケットが入口ノードに到着すれば、入口ノードはIPアドレスを読み、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上のどのノードがIPアドレスを認識しているかを判断し、そしてパケットを正しいノードに転送するためのMACヘッダーを構成する。MACヘッダーのDA/VIDはIPアドレスを広告したノードの交点MACである。ユニキャスト及びマルチキャストIP転送が実装されてもよい。20

#### 【 0 0 2 8 】

図2はリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークにおいて用いられるように構成されたネットワーク・エレメント12の可能な実装例の模式的表現である。ネットワーク・エレメント12はルーティング・システム・モジュール80を含み、ルーティング・システム・モジュール80はリンク状態ルーティング・プロトコルを用いてネットワーク・トポロジーに関するルーティング及びその他の情報を含む制御メッセージをピア12と交換するよう構成されている。ルーティング・システム・モジュールにより受信された情報はリンク状態データベース90にストアされ或いは他の方法でストアされ得る。30

#### 【 0 0 2 9 】

前述のように、情報交換はネットワーク上のノードにネットワーク・トポロジーの同期したビューを生成させ、そして次にはルーティング・システム・モジュール80にネットワーク上の他のノードへの最短の経路を計算させる。ルーティング・システム・モジュール80により計算された最短経路はFIB82内にプログラムされ、計算された最短経路、マルチキャスト・ツリー、トラフィック処理された経路、及び他のエントリーに基づいてネットワークを通じてトラフィックを方向づけるためのエントリーと共に保持される。40

#### 【 0 0 3 0 】

ルーティング・システム・モジュール80はネットワーク・レイヤー到達性の情報を含むルート・アップデートを交換する。ネットワーク上のノードにより知られたネットワーク・レイヤー・アドレスはネットワーク・エレメント12上のリンク状態データベース90にストアされてネットワーク・レイヤー・パケットが到着したときに入口ノードをしてリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上の正しい出口ノードを選択する。ネットワーク・レイヤー・アドレスの知識はまたマルチキャスト転送状態がネットワークで実行されることとしノードに同一IPマルチキャスト内の関心あるノードのペア間の転送状態をインストールさせることによりネットワーク・レイヤー・マルチキャストがノードにより処理されるようにする。50

## 【0031】

ネットワーク・エレメント12はまた逆経路転送確認(RPFC)モジュール84のような1つまたは複数のその他のモジュールを含んでよく、RPFCモジュール84は到来フレームを処理してFIB82中のルックアップを遂行してフレームを受取ったポートと特定のソースMACについてFIB82内に特定されたポートとが一致するかどうかを判断する。入力ポートがFIB内に特定された正しいポートと一致しない場合、RPFCモジュールはメッセージを破棄するようとする。

## 【0032】

フレームがRPFC84を通過するとき、宛先ルートアップ86モジュールはFIB82からフレームが転送されるべきポートを決定する。FIBがDA/VIDについてのエントリーを持たないとき、フレームは破棄される。

10

## 【0033】

記述されたモジュールは図示の目的のみのためのものであり当業者により理解されるようノードのモジュール間で組合わされ或いは分散されてよいことを理解されるべきである。

## 【0034】

図3を参照すると、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク300が示され、IS-ISのようなリンク状態制御プロトコルがディスカバリー・フェーズで実行されて各ブリッジのSys-ID、別名ノードMACアドレス304を用いてループ・フリー構成となるようにブリッジ302a-hを相互接続する。IS-ISのアップデートの異なるセットは送出されてISID10についてのマルチキャスト接続を形成する。ISIDが一旦作成されるとリンク状態ディスカバリーの間にSys-IDを用いて作成された経路を通じてマルチキャスト接続を形成する。図4を更に参照すると全てのサービスはこのベース・トポロジーのリーフである。2008年5月5日出願のリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークに亘るIP転送と題する、同時継続米国特許出願番号12/151,684に述べられ参照されるようにIPサブネット306はSys-IDに直接的にマップする。2008年6月26日出願のリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークに亘るVPNの実装と題する、同時継続米国特許出願番号12/215,350に述べられ参照されるようにVRF308はISIDを通じてマップする。

20

## 【0035】

ここで参照されるIEEE802.1ag「到達性管理」に現在定義されているイーサネットOAMはイーサネット・ネットワークで用いられる到達性管理プロトコルのセットを定義している。これらは、疎通性確認、リンク追跡、及びループバック・プロトコルを含む。802.1ag規格はメトリクス及びメッセージの監視の遂行を含むように拡張された。この標準はITU-TSG13,Y.1731-「イーサネット・ネットワークにおけるAOM要件」に反映され、ここに参照される。しかし、これらの標準に記載の仕組みはリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークには直接的には適用できない。本発明によれば、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークは失敗識別、隔離、トラブルシューティング、目的監視の実行についてのOAM機能を取り入れる事。

30

## 【0036】

802.1agCFMメッセージは以下のものを含む。

40

## 【0037】

疎通性チェック - これらは管理エンドポイントから周期的に発信される「心拍」メッセージである。これらは管理エンドポイントをしてそれらの間のサービス無接続性の口スを検知させる。

## 【0038】

リンク・トレース - これらはアドミニストレーターの要求に応じて管理エンドポイントにより発信され宛先管理エンドポイントへのパス(ポップ・バイ・ポップ)を追跡する。これらは発信ノードをしてパスについての接続性データを発見させる。リンク・トレースはUDPとトレースルートの概念に類似する。

50

## 【0039】

ループバック - アドミニストレーターの要求に応じて管理エンドポイントにより発信され他の管理ポイントへの接続性を検証する。ループバックは宛先が到達可能であるか否かを示し、パスのポップ・バイ・ポップの発見はさせない。これはICMPエコー(Pinging)と概念において似ている。

## 【0040】

管理ドメイン

どのようなサービス・プロバイダー・ネットワーク内であっても、図5に示されるように、イーサネットCFMは階層化管理ドメインから成る機能的モデルに依存する。ドメインはアドミニストレーターにより(8つの可能性の中から)特有の管理レベルが割当てられ、ドメインの階層の関連性を定義するのに有用である。2つのドメインがネストするとき、外側ドメインは内側ドメインよりもより高い管理レベルを有さなければならない。図5に示されるのはプロバイダー・ドメイン404を含むカスタマー・ドメイン402であり、プロバイダー・ドメイン404は2つのオペレータ・ドメイン406を含む。管理エンドポイント(四角印)は管理ドメインの端に位置し、管理中継ポイント(丸印)はドメインの内部に位置する。従って、中継ポイントはCFMパケットを転送するが(ループバックでなく或いはその中継ポイントについての宛先リンク・トレースでないとき)、エンドポイントはCFMパケットをドメイン内に保持しなければならないのでエンドポイントはCFMパケットを転送しない。これに対する唯一の例外はエンドポイントがより高いレベルのドメインについての中間ポイントとして動作する時であり、この場合はより高いレベルのドメインの部分である限りCFMパケットを転送する。

10

20

## 【0041】

図5はサービス・プロバイダーが2つのオペレータのネットワークを用いてサービスを提供する場合の例を示す。サービス・プロバイダー管理レベルは322として示される。オペレータA及びオペレータBについての管理レベルは324に示される。2つの特別な場合の管理レベルはカスタマー・レベル(320)と物理層レベル(326)である。カスタマー・レベルは(疎通性チェックを用いて)カスタマーをして接続性テストさせそして(ループバック及びリンク・トレースを用いて)問題を隔離させる。物理層レベルは、他方、可能な最も狭い管理ドメイン、シングル・リンク・ドメインを定義する。

## 【0042】

30

本発明の第1の態様によれば、一般的なスパニング・ツリーに基づくイーサネットとリンク状態プロトコル制御イーサネットとの間の相違を調整するためにイーサネットOAM標準規格に対する変更がもたらされる。本発明の第2の態様によれば、新規なサービス・レベルOAM機能がリンク状態プロトコル制御イーサネットを上手く活用する。本発明の第3の態様によれば、イーサネットAOMが稼働状況監視及び制御のためにリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークを通じてIPサービスにより用いられる。

## 【0043】

インフラストラクチャーOAM

本発明によれば、第1のI-SIDのセットアップ前に、リンク状態プロトコル制御イーサネットはインフラストラクチャー・レベルでCFMメッセージを実行できる。このようなCFMメッセージは図3及び4中のリンク・レイヤー及び図5中のリンクOAMレベルにより用いられる。この時点で、サービスをノード間に展開する以前に、診断OAMがノード間の接続性のテストに役立ち得る。

40

## 【0044】

802.1ag CMFメッセージ・フォーマットが図6に示されている。802.1ag規格に従う或るCFMメッセージ、即ち、LBMメッセージはユニキャスト宛先アドレスを採用する。これらCFMメッセージをリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークのトポロジーを検証するよう診断目的で利用できるようにすることは有用である。そうするため、リンク状態トポロジー内のノードの適切な宛先アドレスが必要である。こうして、本発明及び図6に示されるところによれば、ユニキャスト宛先アドレスを採用

50

するCFMメッセージ、即ち、LBM及びLBRメッセージについて、宛先ノードのSys-IDから導き出されるノードMACアドレスが用いられる(図7の400、402、404)。このノード・レベルMACアドレスはリンク状態プロトコル交換時にFIBにインストールされる。

【0045】

或るCFMメッセージは、mLBM及びCCMのように、特有のプロードキャスト宛先アドレスを採用する。これらアドレスはリンク状態イーサネット・プロトコルと非互換性であり、RPFは壊れてループを結果と生じる。従って、インフラストラクチャー・レベルでは、これらメッセージは使われない。

【0046】

更に本発明によれば、インフラストラクチャー・レベルでLTM CFMメッセージがアドレスされる方法に変化が生じる。標準規格によれば、LTMメッセージはよく知られたグループ・マルチキャストMACアドレスを採用する。しかしながら、リンク状態制御イーサネット・ネットワークでは、第1のI-SIDが確立されるまで如何なるノードFIB中にもマルチキャスト・エントリーは存在しない。従って、この段階でリンク状態制御イーサネット・ネットワークにより受取られた標準LTMメッセージは破棄される。従って、本発明は標準規格の実装に対する変更を提供する。本発明によるLTMメッセージはターゲット宛先ノードについてのユニキャスト宛先アドレスを採用する(図7、400、406、408)。再び、採用される宛先アドレスはターゲット宛先ノードのSys-IDから導き出されるノードのMACアドレスである。リンク状態制御イーサネット・ネットワークは「フラッド及び学習」ではなく予め構築されているので、宛先への経路が分かっており、従ってユニキャストLTMメッセージはターゲット・ノードへの予め構築された経路に従うことが出来る。

【0047】

ここで図8を参照すると、OAMを備えたリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークはインフラストラクチャー・レベルで接続性を二重チェックする機会を提供する。リンク状態制御イーサネット・ネットワーク内の或るノードについて、オペレータはリンク状態データベース自体をチェック出来てリンク状態プロトコルにより何の接続が形成されたか分かる(420、422)。そして、オペレータはノードから或いはノードのペア間にリンク・トレースを走らせる事が出来て(424)ノード間に存在する実際の経路がFIBにより反映されるように初期にセットアップされたリンク状態プロトコルに一致するかどうか分かるようにチェックする(426-430)。

【0048】

サービス・レベルOAM

I-SIDがセットアップされた後、リンク状態プロトコル制御イーサネットはまたサービス・レベルでCFMを実行する。イーサネットOAMはI-SIDレベルで働くように設計されており、そして802.1ag及びY.1773が用いられてリンク状態プロトコル制御イーサネットのサービス・レベルOAMの機能を強化され得る。

【0049】

mLT

典型的なフラッド及び逆経路学習イーサネット・ネットワークでは、全I-SIDは1つのマルチキャスト送信元アドレスにルートされた同一のマルチキャスト配信経路に従う。しかし、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークでは、各サービス・インスタンス、即ちISID、がマルチキャスト配信経路をルートする。それで、もしリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークにおけるサービス・インスタンス経路をトラブルシューティングしたいならユニキャストLTM或いは標準に準拠するISIDと不調和のマルチキャストLTMを用いるのではなく、新しい代替を用いる方が理に叶う。本発明の一態様によれば、新しいOAMリンク・トレース・メッセージが従ってサービス・レベルで提供される。リンク追跡は、図6のマルチキャスト標準イーサネットDAを用いる代わりに、そのDAとしてI-SIDマルチキャスト・アドレスを用いる(図9の

10

20

30

40

50

456)。ISIDマルチキャストDAを用いることにより、リンク追跡は典型的なイーサネット・マルチキャスト・ツリーからではなく、追跡が発進されるためのノードからルートされる最適マルチキャスト経路に従う。

#### 【0050】

##### ディスカバリー

サービス・レベルOAMはリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークのトポロジーを有効化するためにディスカバリー目的で用いられ得る。例えば、図9を参照し、「Show ISIDツリー」コマンドがISIDの付けられたノードから発進され得る(454)。1つの選択によれば、MLBMコマンド(ワイルドカードping)が、802.1ag規格のCFM\_mD Aではなく、ISID\_mD Aを用いて、ISIDノードから発進される(458)。或いは、各ISIDエンドポイントについて、ユニキャストLTM(トレースルート)がISID内で発進される(460)。他の選択では、前述のMLTM(ワイルドカード・トレースルート)コマンドISIDノードから発進され得て、マルチキャストISIDツリーの経路を追跡する(456)。

#### 【0051】

リンク状態プロトコルはネットワーク・トポロジーのビューとともにネットワーク内の全てのノードに在ることに注目されたい。それで、例えば、リンク状態データベースがIS-ISデータベースであるところの、図10のステップ500-506に示されるように、或るISIDに付いた全てのエンドノードについてのIS-ISデータベースにクエリー出来る。そして、上述のサービス・レベルOAMがデータプレーンを通じて走らされ得てデータ・プレーン・トポロジーが、制御プレーンがそうあるべきと示すように実際に構成されているかが分かる。

#### 【0052】

ディスカバリーはネットワーク内の経路を有効化するために用いられ得る。「Show ISID経路」コマンド(図9の462)はエンドポイント間の経路を検証出来る。例えば、ノードA及びB間のISID上の経路を示すため、LTM(トレースルート)をISID101上のノードAからノードBに発進する(464)。再び、LTM\_DAは宛先ノードのsys-ID(ノードB)のユニキャストDAであり、標準規格準拠CFM DAではない。

#### 【0053】

##### 接続性

再び、リンク状態プロトコルはネットワーク・トポロジーのそれぞれのビューとともにネットワーク内の全てのノードに在る。そして、例えば、図10のステップ508-512に示されるように、リンク状態データベースがIS-ISデータベースである場合、IS-ISデータベース内のどのノードからもノードA及びノードB間のI-SID経路について照会出来る。或いは、他のエンドノードへの経路についてのI-SID上の如何なるから照会出来、例えば、エンドノードBへの経路を示すためにエンドノードAから照会出来る。そして、上述のサービス・レベルOAMリンク・トレースがデータ・プレーンを通じて走りデータ・プレーン・トポロジーは制御プレーンがそうあるべきであると示しているように実際に構成されているかが分かる。

#### 【0054】

サービスOAMは、I-SIDエンドポイント間及びI-SID内で、接続性検証及び失敗検出のためにも用いられ得る。CFM\_CCMに等価のOAMメッセージは接続性チェックの仕組みとしてI-SIDに付いたエンドノードから発行され得る(図10の514)。再び、これらCCMメッセージはCFM-DAとは反対に、ISID\_mD A(Sys-IDに解かれる)に基づいてアドレスされる。更に、これらCCMメッセージは全てのサービス・レベルにて発行され得る。IP-VPN、VRF、その他はI-SIDを通じて解かれるが、IPサブネット・レベルCCMメッセージは直接的にSys-IDに解かれる。

#### 【0055】

10

20

30

40

50

M E P / M I P 自動生成

本発明の態様によれば、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークはM E P及びM I Pの自動生成を可能にする。

## 【 0 0 5 6 】

リンク・トレース・プロトコル・ディスカバリーの一部として、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク内の各ノードはデフォルトM D レベル8 0 2 . 1 a g ポジックを自動的に例示するが、M A C アドレスに翻訳されるS y s - I D 名を用いてそうする。本発明によれば、図11に示されるように、インフラストラクチャー・レベルで、各ノードはS y s - I D をハッシュしてM E P 及びまたはM I P を誘導し(6 0 0)、T L V にこの情報を保持させる(6 0 2)。T L V はリンク状態P D U (L S P) 内をネットワークに伝えられる(6 0 4)。図12において、ノードがそのようなL S P を受取るとT L V の受取ったM E P 情報はそこからL S A を受取ったエンドポイントに関連付けられる。受取りエンドポイントはエントリーをそのF I B に付加してM E P にそこからL S A を受取ったノードM A C に関連付けてM E P およびS y s - I D の結合を生成する。こうして各ノードはネットワーク内の他の全てのノードについて何のM I P 及びM E P ポイントかを知る。

## 【 0 0 5 7 】

こうして、オペレータは特定のノードの視点からインフラストラクチャー・レベルO A M コマンドを実行できる。例えば、図13のステップ6 2 0 - 6 2 6 に示されるように、オペレータはノードA 及びB 間の疎通性チェックの遂行を選択する。そうすると、ノードA から、オペレータはイーサネットO A M L B M 即ち「p i n g 」コマンドを実行する。本発明によれば、ノードA は、リンク状態構築最中に以前に保持された、ノードB のM E P についてそのリンク状態データベースをチェックする。一旦これが知れると、ノードB の宛先アドレスとL B M メッセージが造られる。ノードB のF I B は、ノードB への途中において、L B M メッセージが次のポップM I P に送られるべき事を示す(もし実際にA 及びB 間にノードが存在するなら)。

## 【 0 0 5 8 】

図5に示されるように、異なる維持ドメインが異なるM E P 及びM I P M D レベルに関連付けられる。こうして、サービス・レベルにおいて、M E P 及びM I P M D レベルの異なるセットが特定される。リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークは種々のサービス・レベルにおいて必要によりM E P 及びM I P のダイナミック自動構築を可能にする。インフラストラクチャー・レベルにて、リンクを監視するためのポートM E P が8 0 2 . 1 a g 規格に述べられているように「デフォルト」M A I D レベルにおいてM D レベル0とともに示され、そして常にオンである。種々のサービス・レベルはC C M のようなメッセージを運ぶための常時オンM E P をも有する事が出来る。これらM E P はサービス・レベル識別子I - S I D の機能としてM A I D 、そしてドメインに適したM D レベルとともに生成される。M I P はリンク状態プロトコル・ディスカバリーの最中は常にオンとして、ドメインに適したM D レベルとともに生成される。

## 【 0 0 5 9 】

リンク状態プロトコル・イーサネット・ネットワークのI P O A M  
前述のように、2 0 0 8 年5月5日に出願されたリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークに亘るI P 転送と題する、ここで参照される、同時継続米国特許出願番号1 2 / 1 5 1 , 6 8 4 に記載されるように、I P アドレスはリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークにおける転送に用いられるM A C アドレスに直接的にマップできる。ここで説明されるように、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークのノードがI P アドレスを学習するとき、ノードはI P アドレスをリンク状態広告に挿入してI P アドレスの到達性をネットワークの他のノードに報せる。各ノードはこのL S P にリンク状態データベースに報せるI P アドレスを加える。パケットが入口ノードに到着すると入口ノードはI P アドレスを読み、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上のどのノードがI P アドレスに気付いているかを判断し、そしてパケットを正

しいノードに送るためMACヘッダーを構築する。MACヘッダーのDA/VIDはIPアドレスを広告したノードのノードMACであり、例えば、これはSys-IDでもよい。

#### 【0060】

IPサブネットはリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークに調和的にマップされ得るので、MEP及びMIPの自動生成及びリンク状態プロトコル制御イーサネットの強化されたOAMはPing及びイーサネットOAMに基づくトレースルート能力のような、IPについてのOAM機能を可能にする。

#### 【0061】

例えは、図14を参照すると、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークが再び示されており、ここではMEP及びMIPが前述のように自動的に構築されている。Sys-IDサンノゼのノードはIPアドレス10.20.0.16/24を有するよう示される。Sys-IDデンバーのノードはIPアドレス10.20.8.128/24を有するよう示される。図15を参照すると、ノード・サンノゼのオペレータはIPコマンド「Ping 10.20.8.128」を入力する(720)。(或いは、DNSを通じて解決される等価IP名或いは名前変換される他のIPの手段であってもよい。)サンノゼのノードは10.20.8.128が付いている事を報せるLSAをデンバーから従前に受取っているので、サンノゼのデータベースは宛先IPアドレスをデンバーのMACに解決する(722)。IPのpingコマンドは宛先デンバーを伴うイーサネットOAM LBMとして解決される(724)。サンノゼ・ノードはそのFIBをチェックしてデンバーのMEPを見つける。LBMがDAデンバーに送られ、VID MIP(726)。デンバー及びサンノゼ間のインフラストラクチャー疎通性を考えると、LBRがサンノゼに返される。

10

#### 【0062】

同様に、図16を参照すると、ノード・サンノゼのオペレータはIPコマンド「トレースルート10.20.8.128」を入力できる(740)。(ここでも、等価IPネーム解決があつてもよい。)サンノゼのノードは10.20.8.128が付いたことを報せるデンバーからのLSAを従前に受取っているので、サンノゼのデータベースは宛先IPアドレスをデンバーのMACに解決する(742)。IPのトレースルート・コマンドは宛先デンバーでイーサネットOAM LTMコマンドとして解決される(744)。サンノゼ・ノードはそのFIBをチェックしてデンバーのMEPを見つける。LTMはDAデンバー、VID MIPに送られる(746)。

20

#### 【0063】

##### 稼働状況監視

802.1ag規格はメトリクス及びメッセージの稼働状況の監視を含むように拡張された。この標準はITU-T SG13, Y.1731、イーサネット・ネットワークのOAMについての要件に反映されており、ここに参照される。以下の性能パラメータは適切なOAMメッセージにより測定される。

30

#### 【0064】

1) フレーム損失率(FLR) - FLRは、パーセントで表示され、時間間隔Tの間のサービス・フレームの総数で割った、届かなかったサービス・フレームの数であり、ここで届けられなかったサービス・フレームの数とは入口UNIに送られたサービス・フレームの数と出口UNIで受取られたサービス・フレームの数との差である。2つタイプのFLR測定が可能であり、デュアル・エンデドLM(損失測定)及びシングル・エンデドLMである。デュアル・エンデドLMは送り出されたフレーム及び受取ったフレームの適切な計数を含むCCM OAMフレームの交換により実現される。これら計数はMEP MEレベルのOAMフレームを含まない。デュアル・エンデドLMはMEG各エンドの近いエンド及び遠いエンドの両方の先取り測定を可能にする。シングル・エンデドLMはLMM及びLMRフレームのオン・デマンドな交換により実現される。これらのフレームは適切な計数の送り出されたフレーム及び受取られたフレームを含む。シングル・エンデド

40

50

L Mだけが近いエンド及び遠いエンドのF L RをL Mリクエストを開始したエンドにおいて提供する。

【0065】

2) フレーム遅延 (F D) - F Dはフレームの周り道として特定され、F Dは、ループバックがフレームの宛先で遂行されるときには、ソース・ノードによるフレームの最初のビットの送出し開始から同一ソース・ノードによるループバックされたフレームの最後のビットまでの時間経過として定義される。

【0066】

3) フレーム遅延変化 (F D V) - F D Vはサービス・フレームの対の間のF Dの変化の尺度であり、サービス・フレームはポイント・ツー・ポイント・イーサネット接続上の同一C o S (サービスのクラス)に属する。

10

【0067】

多くの場合のI Pサブネットはリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークに調和的にマップすることに再び注目されたい。ここで、M E P及びM I Pの自動生成とリンク状態プロトコル制御イーサネットについての強化されたO A M及び稼働状況監視は今まで成し得なかったイーサネットに亘るI Pについての木目細かくされた、精細された「S O N E T型」O A Mを可能にする。

【0068】

図17を参照すると、イーサネット稼働O A MがI Pアプリケーションで有益な多数のアプリケーションの1つが示されている。示されているのはプロバイダー800sカスター施設802である。カトタマーはリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク808を通じてプロバイダー800にアクセス・ボックス806を介して接続されているI Pフォン804を有している。プロバイダー800内ではアクセス・ボックス806に即ちI Pフォン804にV O I Pサービスを提供するサーバー812にネットワーク808を接続する種々のブリッジ810があつてよい。図18の全てのデバイスはI Pデバイスである。I Pフォン、サーバー、及びブリッジ、示されていない他のブリッジ及びデバイスがリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークを造り上げる。そのようにして、それら各自は関連するS y s - I Dを有する。I S - I Sのようなリンク状態プロトコルはネットワーク内の全てのエレメント間にユニキャスト・ループ・フリー通信経路を造る。I Pフォン及びサーバーは、2008年5月5日に出願されたリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワークに亘るI P転送と題し、参照される、同時継続米国特許出願番号12/151,684に記載される方法に従って確立される。要するに、I PフォンI PサブネットがI Pフォン・ノードにより学習されてリンク状態広告中に挿入されてI Pサブネットの到達性をリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上の他のノードに報らせる。同様に、サーバーのI Pサブネットがサーバー・ノードにより学習されてリンク状態広告中に挿入されてそのI Pサブネットの到達性をリンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上の他のノードに報らせる。パケットが入口ノードに到着すると入口ノードはI Pアドレスを読み、リンク状態プロトコル制御イーサネット・ネットワーク上のどのノードがI Pアドレスに気付いているかを判断し、そして正しいノードにパケットを転送するM A Cヘッダーを構築する。M A CヘッダーのD A / V I DはI Pアドレスを広告したノードのノードM A Cである。この場合、I PフォンからサーバーへのI Pフロー(即ちV O I P)はI Pフォンが取り付けられているノードのM A Cを解決する。サーバーからI PフォンへのI Pフローはサーバーが取り付けられたノードのM A Cを解決する。

20

【0069】

C F M O A Mに関して既に述べたようにオペレータはリンク状態イーサネット・コマンドに直接マップされ得る「p i n g」及び「トレースルート」のようなI Pレベル・コマンドを遂行できる。更に本発明によれば、I Pレベル稼働状況監視機能がリンク状態イーサネット・コマンド及びフィードバックに基づいて提供される。

【0070】

30

40

50

例えば、図18を参照し、サーバー812がIPフォンに関連する特定のVOIPストリームについての遅延及びジッターを監視する事は望ましい。本発明によれば、このタスクはVOIPストリームがリンク状態プロトコル制御イーサネットをキャリーオーバーされるという事実により可能となり、ここで述べられるOAM機能の利点となり得る。例えば、オペレータはサーバー・ノード812からコマンド「次の時間にわたって遅延、ジッターを監視」を発進できる(820)。IPレベルOAMコマンドはサーバー812において解決されてサーバー812及びIPフォン804間の一連のイーサネット・レベル・コマンドとなる。この例で用いられるようなOAMレベル・コマンドはFD及びFDVである。第1に、IPフォンが取り付けられたノード或いはIPフォン自身のMACアドレスはFIBを用いて解決される(822)。そしてOAM FD及びFDVコマンドが、サーバー812が取り付けられたノードからIPフォン804が取り付けられたノードへと特定の時間についてサーバー812のFIBに特定されたMIPプリッジ810転送経路を通じて転送され得る(826)。IPフローについてかつては出来なかつたような非常に詳細な方法で制御され得る。必要なら、OAMコマンドからのフィードバックの結果に基づいて、VOIPフローがそして調節可能となる(828)。

#### 【0071】

IP稼働状況監視は本発明により、IP電話、IP-TV/ビデオ、移動IP、データセンター、その他を含む多くのIP技術について実装できる。リンク状態プロトコル制御イーサネットは多くのまったく異なるタイプ及びレベルのIPドメイン及びデバイスを一体化するためにIP稼働状況監視及び制御を可能にする。本発明によるIPレベルでの直接的なイーサネットOAM稼働状況監視を用いる能力は詳細なLSAを容易に支える、音声、データ、及びビデオについてのIPトライフィック制御レベルを可能にする。

#### 【0072】

本発明は1つ或いは複数の製品上或いは中の1つ或いは複数のコンピュータ読み取り可能なソフトウェア・プログラムとして実装されてもよい。製品は、例えば、フロッピー・ディスク、ハードディスク、ハードドライブ、CD-ROM、フラッシュ・メモリー・カード、EEPROM、EPROM、PROM、RAM、ROM、或いは磁気テープの1つ或いは組合せでもり得る。一般に、どのような標準規格、ベンダー独自規格、プログラミング或いはインターフリター言語がコンピュータ読み出し可能ソフトウェア・プログラムの生成に用いられ得る。そのような言語はC、C++、JAVA、VisualBasic、VisualC++を含む。ソフトウェア・プログラムはソースコード、オブジェクト・コード、インタプリター・コード、或いは事項コードとして1つ或いは複数の製品にストアされてもよい。

#### 【0073】

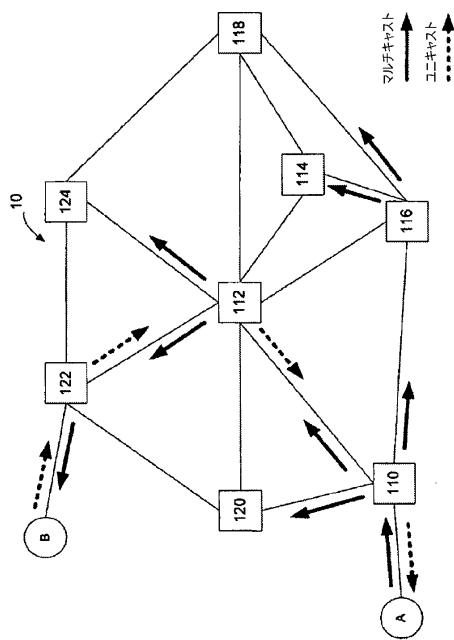
本発明は特定の好ましい実施例を参照して示されそして述べられたが、以下の特許請求の範囲により特定される発明の真意及び範囲から外れることなく形式及び詳細においては種々の変更が可能であることが当業者には容易に理解できる。

10

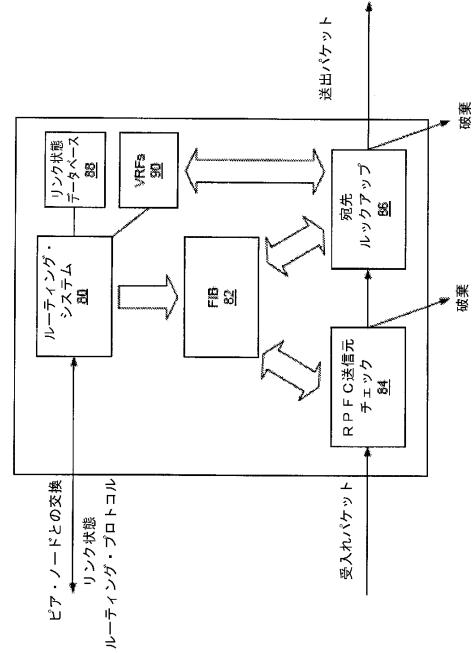
20

30

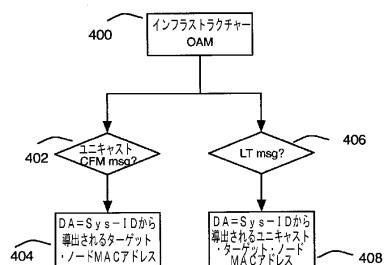
【図1】



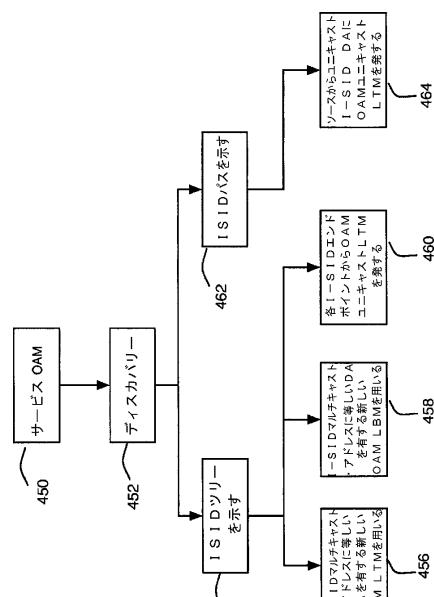
【図2】



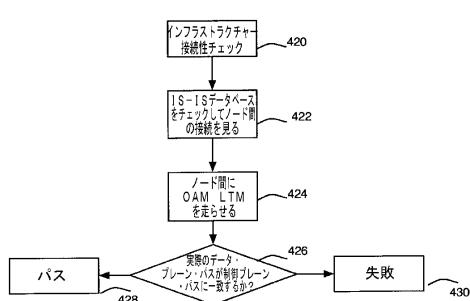
【図7】



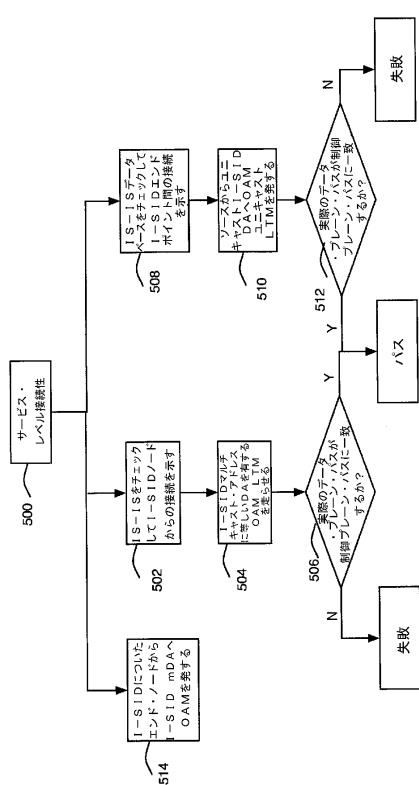
【図9】



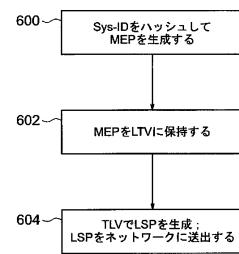
【図8】



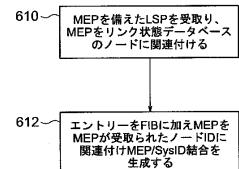
【図10】



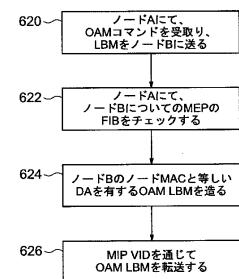
【図11】



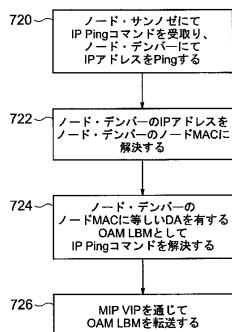
【図12】



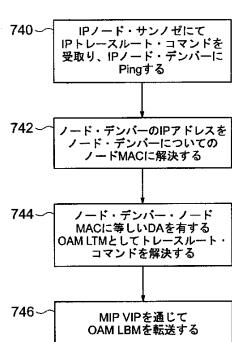
【図13】



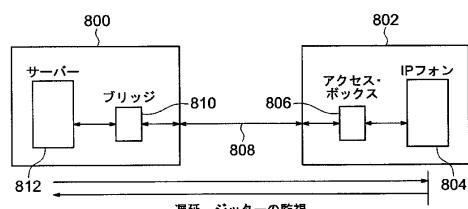
【図15】



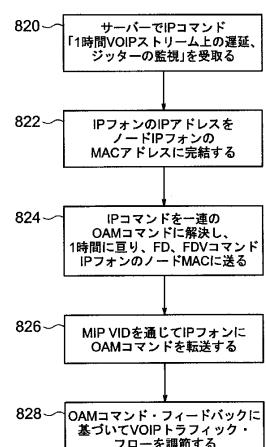
【図16】



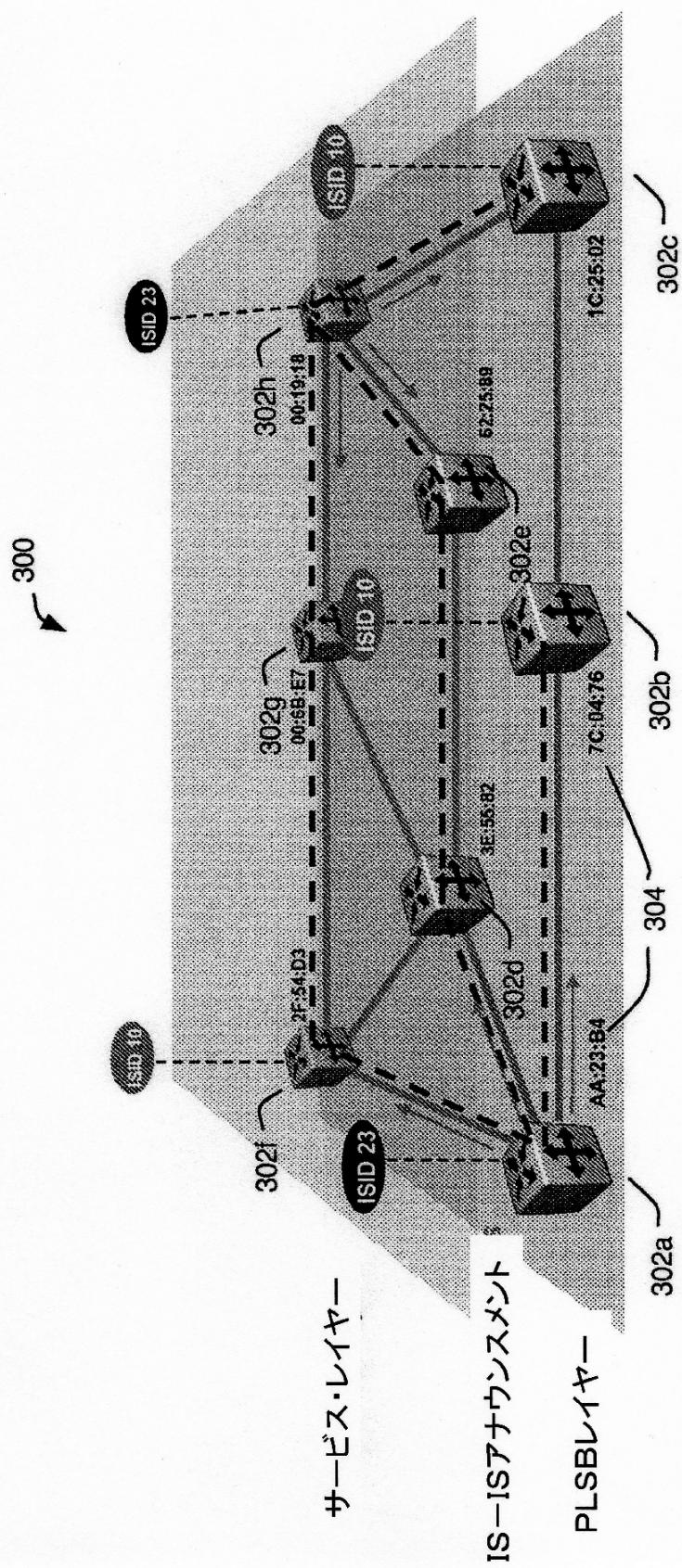
【図17】



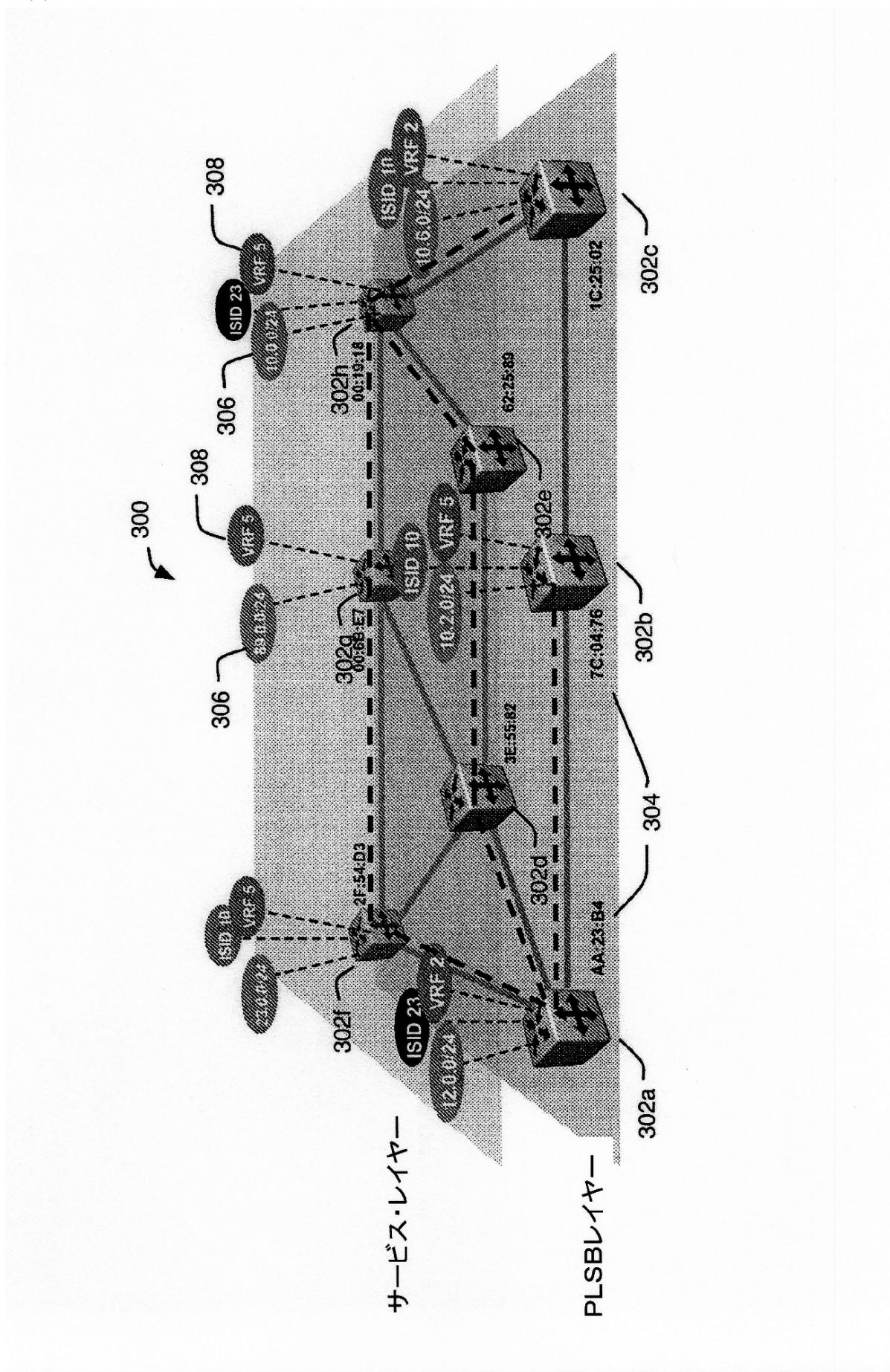
【図18】



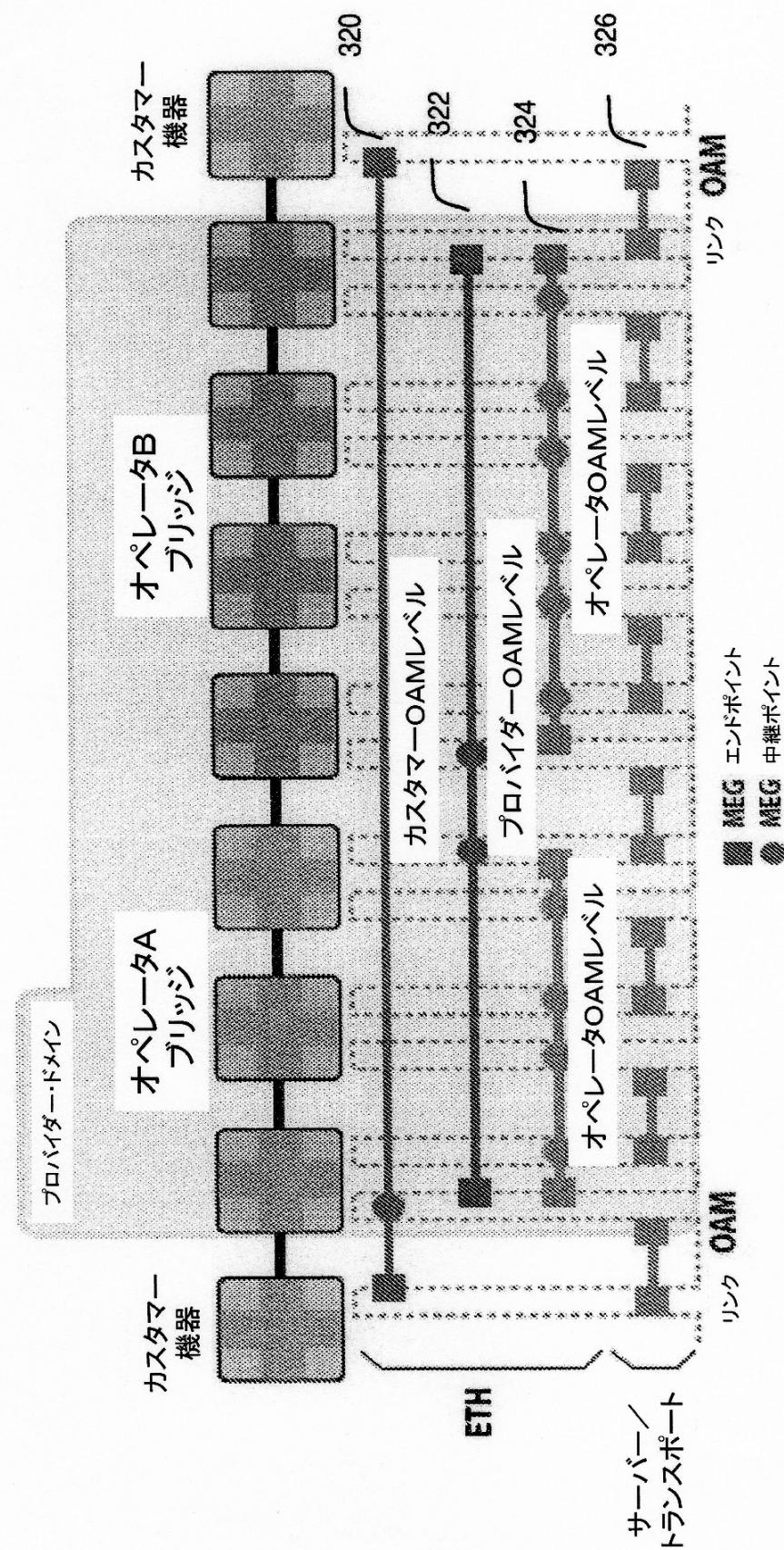
【図3】



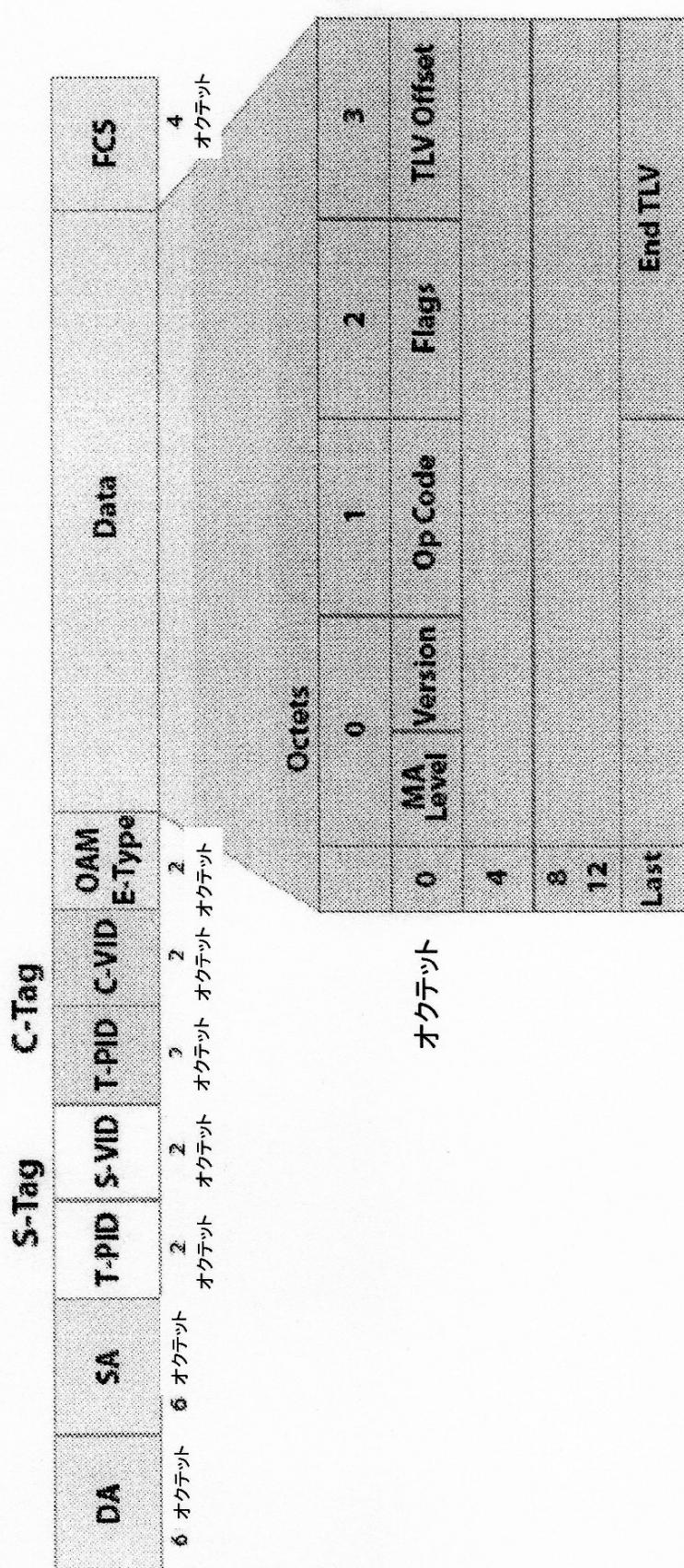
【 四 4 】



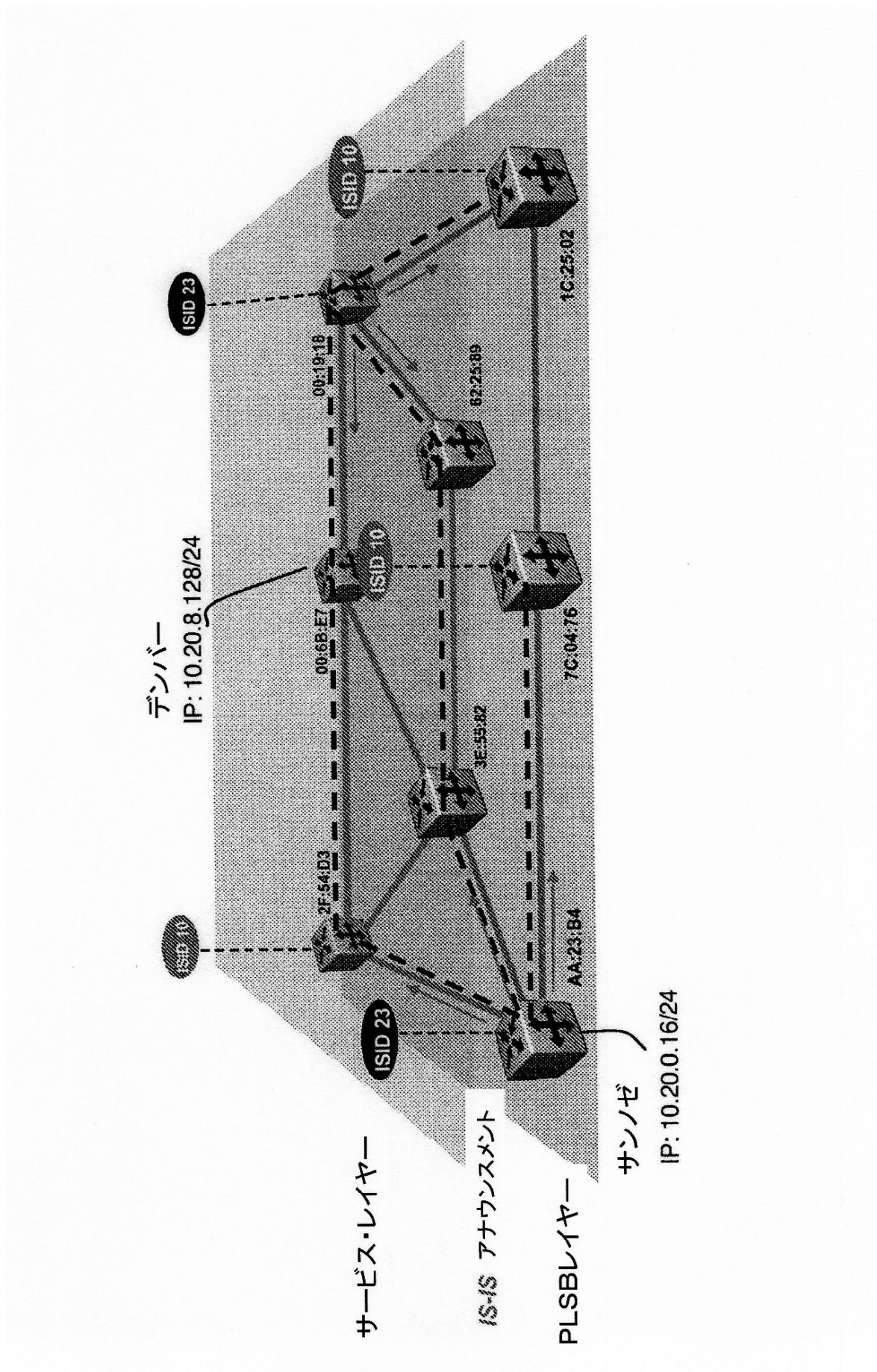
【図5】



【図6】



【図14】



---

フロントページの続き

(72)発明者 アンベハゲン、ポール

アメリカ合衆国 27523 ノース・カロライナ州アベックス、アストン・ウッズ・コート 2  
006

(72)発明者 キーサラ、スリカンス

アメリカ合衆国 01876 マサチューセッツ州チュークスベリー、ソウヤー・レーン 50

審査官 衣鳩 文彦

(56)参考文献 特表2009-510953 (JP, A)

米国特許出願公開第2007/0014290 (US, A1)

特開2000-092068 (JP, A)

国際公開第2007/077923 (WO, A1)

特表2011-501538 (JP, A)

特表2011-501539 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/00~12/955