

(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.

F I

H04L 12/70 (2013.01)

H04L 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) 国際出願番号 PCT/US2008/079732  
 (87) 国際公開番号 W02009/049292  
 (87) 国際公開日 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OFH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・クレセン  
 ト 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、

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

10

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 응답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、

40

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ロジックを更に含む、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60/979,438号の優先権を主張し、その内容はここに参照される。

【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12/249,941、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12/249,944、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12/249,946、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12/151,684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、発信される。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・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。

#### 【 0 0 0 6 】

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 8 0 2 . 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。

#### 【 0 0 0 7 】

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 2 0 0 6 年 1 0 月 2 日出願の出願番号 1 1 / 5 3 7 , 7 7 5 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。前記出願で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。

#### 【 0 0 0 8 】

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。

#### 【 0 0 0 9 】

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

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。

#### 【 0 0 1 0 】

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 セマンティッ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 】

#### 【 0 0 1 1 】

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 のトレーサルートであり、イーサネット OAM コマンドの例は LBM 及び LTM である。

#### 【 0 0 1 2 】

更に、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。

#### 【 0 0 1 3 】

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 1 1】図 1 1 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 1 2】図 1 2 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 1 3】図 1 3 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 1 4】図 1 4 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 1 5】図 1 5 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 1 6】図 1 6 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 1 7】図 1 7 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 1 8】図 1 8 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】

【 0 0 1 7 】

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する。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。

30

【 0 0 1 8 】

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。

40

【 0 0 1 9 】

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に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クスを用いる。

50

## 【 0 0 2 0 】

M A C 構成が透過 L A N サービスを利用出来る C - M A C ( カスタマー M A C ) レイヤー或いは他のレイヤーのネットワークに透過 L A N 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。

## 【 0 0 2 1 】

これは関連する V L A N 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 M A C 情報のピギーバックングを必要とする。

## 【 0 0 2 2 】

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分の一例の模式表現である。共用ネットワーク・トポロジ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 ( P B B ) 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 F I B 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。

## 【 0 0 2 3 】

( 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 M A C 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よくそして、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ロジ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 F I B 内のこれらブリッジに関連する M A C アドレス、対象の各ブリッジを示すユニキャスト M A C 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 M A C アドレスを単にインストールする。

## 【 0 0 2 4 】

ブリッジ毎の単一のユニキャスト M A C 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 M A C アドレスはライン・カード、仮想スイッチ・インスタンス ( V S I ) 或いは U N I 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。

## 【 0 0 2 5 】

不安定期間 ( トポロジ変化、トポロジ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 P L S B 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。R P F C 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 M A C 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 M A C 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 M A C アドレスについて学習されたセグメントが静的エントリを変更し、或いは静的エントリがない場合、パケットは破棄される。R P F C 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。

## 【 0 0 2 6 】

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 I E E E 8 0 2 . 1 a h 中に定義される拡張サービス I D 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 M A C 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 M A C 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。

【 0 0 2 7 】

更に、2 0 0 8 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 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 にて述べられ、その全体がここに参照されるように、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 I P をサポート出来る。従って、ノードが I P アドレスを学習する時、それは I P アドレスをそのリンク状態広告に挿入して I P 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 I P 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 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 M A C ヘッダーを構成する。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交点 M A C である。ユニキャスト及びマルチキャスト I P 転送が実装されてもよい。

【 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 1 2 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 1 2 はルーティング・システム・モジュール 8 0 を含み、ルーティング・システム・モジュール 8 0 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 1 2 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 9 0 にストアされ或いは他の方法でストアされ得る。

【 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 8 0 にネットワーク上の他のノードへの最短経路を計算させる。ルーティング・システム・モジュール 8 0 により計算された最短経路は F I B 8 2 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伴に保持される。

【 0 0 3 0 】

ルーティング・システム・モジュール 8 0 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 1 2 上のリンク状態データベース 9 0 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 I P 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。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 1 】

ネットワーク・エレメント 1 2 はまた逆経路転送確認 ( R P F C ) モジュール 8 4 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、 R P F C モジュール 8 4 は到来フレームを処理して F I B 8 2 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 M A C について F I B 8 2 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 F I B 内に特定された正しいポートと一致しない場合、 R P F C モジュールはメッセージを破棄するようにする。

## 【 0 0 3 2 】

フレームが R P F C 8 4 を通過するとき、宛先ルックアップ 8 6 モジュールは F I B 8 2 からフレームが転送されるべきポートを決定する。 F I B が D A / V I D についてのエントリを持たないとき、フレームは破棄される。

10

## 【 0 0 3 3 】

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に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。

## 【 0 0 3 4 】

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 3 0 0 が示され、 I S - I S 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 S y s - I D 、別名ノード M A C アドレス 3 0 4 を用いてループ・フリー構成となるようにブリッジ 3 0 2 a - h を相互接続する。 I S - I S のアップデートの異なるセットは送出されて I S I D 1 0 についてのマルチキャスト接続を形成する。 I S I D が一旦作成されるとリンク状態ディスカバリーの間に S y s - I D 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。 2 0 0 8 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 に述べられ参照されるように I P サブネット 3 0 6 は S y s - I D に直接的にマップする。 2 0 0 8 年 6 月 2 6 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 V P N の実装と題する、同時継続米国特許出願番号 1 2 / 2 1 5 , 3 5 0 に述べられ参照されるように V R F 3 0 8 は I S I D を通じてマップする。

20

## 【 0 0 3 5 】

ここで参照される I E E E 8 0 2 . 1 a g 「到達性管理」に現在定義されているイーサネット O A M 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。 8 0 2 . 1 a g 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 I T U - T S G 1 3 , Y . 1 7 3 1 - 「イーサネット・ネットワークにおける A O M 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 O A M 機能を取り入れる事。

30

## 【 0 0 3 6 】

8 0 2 . 1 a g C F M メッセージは以下のものを含む。

40

## 【 0 0 3 7 】

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ロスを検知させる。

## 【 0 0 3 8 】

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 U D P とトレースルートの概念に類似する。

50

## 【 0 0 3 9 】

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 I C M P エコー ( P i n g ) と概念において似ている。

## 【 0 0 4 0 】

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 C F M 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 4 0 4 を含むカスタマー・ドメイン 4 0 2 であり、プロバイダー・ドメイン 4 0 4 は 2 つのオペレータ・ドメイン 4 0 6 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 C F M 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 C F M 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 C F M 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 C F M パケットを転送する。

## 【 0 0 4 1 】

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 3 2 2 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 3 2 4 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 ( 3 2 0 ) と物理層レベル ( 3 2 6 ) 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。

## 【 0 0 4 2 】

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 O A M 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 O A M 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 A O M 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 I P サービスにより用いられる。

## 【 0 0 4 3 】

インフラストラクチャー O A M

本発明によれば、第 1 の I - S I D 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 C F M メッセージを実行できる。このような C F M 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 O A M 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 O A M がノード間の接続性のテストに役立ち得る。

## 【 0 0 4 4 】

8 0 2 . 1 a g C M F メッセージ・フォーマットが図 6 に示されている。8 0 2 . 1 a g 規格に従う或る C F M メッセージ、即ち、L B M 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 C F M 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

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、特有のブ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I-SID、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I-SID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 mDAではなく、ISID mDA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せ得てデータ・プレーン・トポロジが、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。そうして、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ISID経路につて照会出来る。或いは、他のエンドノードへの経路についてのISID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、ISIDエンドポイント間及びISID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ISID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 mDA(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ISID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】

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 ロ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 1 1 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 1 2 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 を受取ったノードのノード 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 1 3 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】

例えば、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。

#### 【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ネーム解決があってもよい。)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)。

#### 【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。

#### 【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・エンデッドLM(損失測定)及びシングル・エンデッドLMである。デュアル・エンデッド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・エンデッド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・エンデッド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・エンデッド

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はフレームの周回道として特定され、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800 sカスタマー施設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、それら各々は関連する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

30

40

【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】

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 ブリッジ 810 転送経路を通じて転送され得る(826)。IP フローについての性能統計値はイーサネット・ネットワーク上の IP フローについてかつては出来なかっ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。

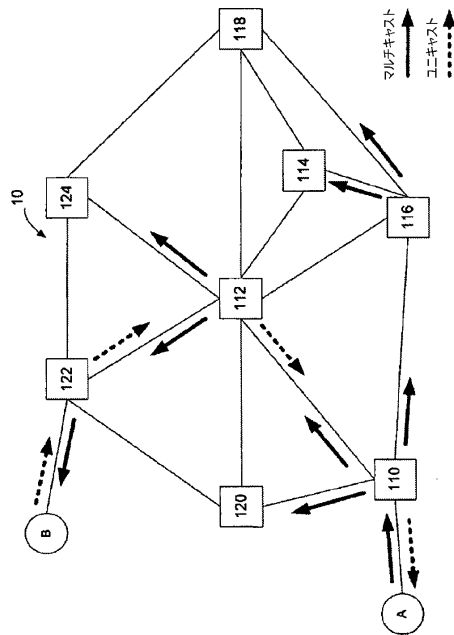
#### 【0072】

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プ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、Visual Basic、Visual C++ 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。

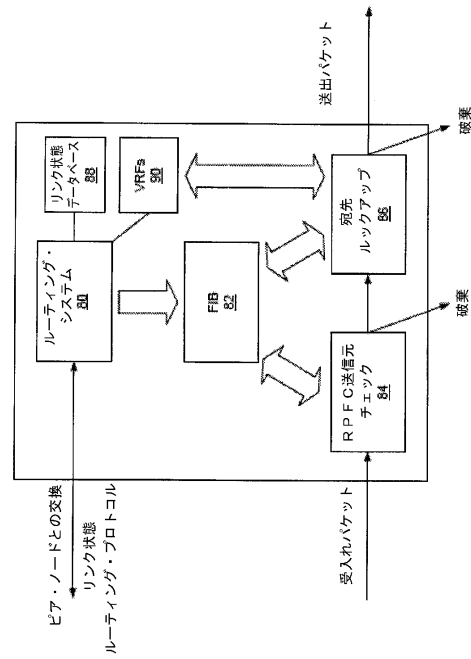
#### 【0073】

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。

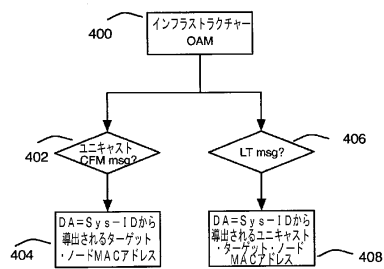
【図 1】



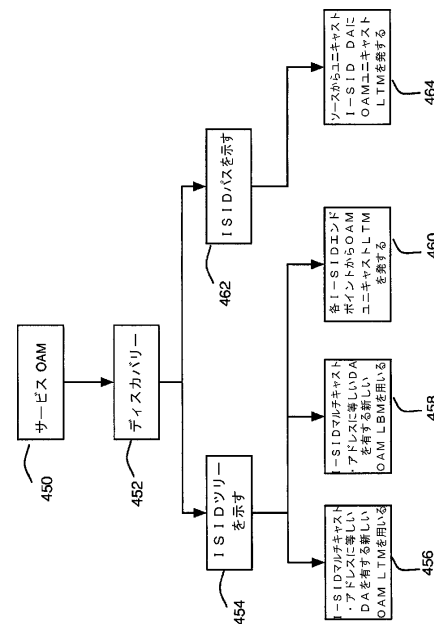
【図 2】



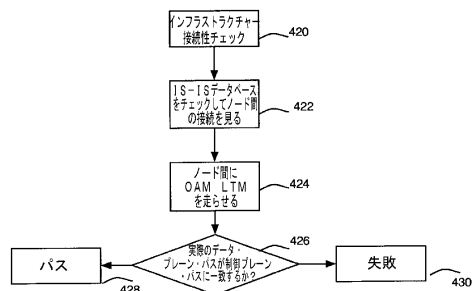
【図 7】



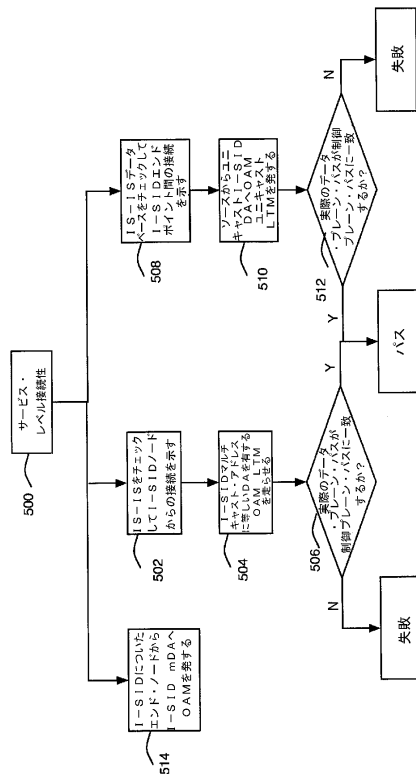
【図 9】



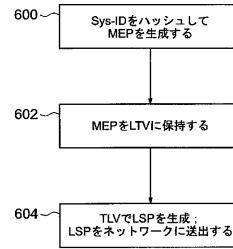
【図 8】



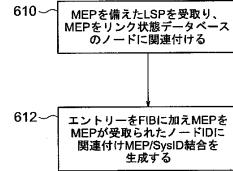
【図10】



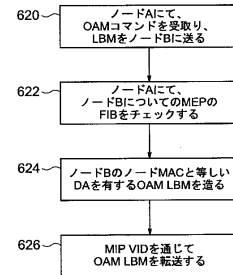
【図11】



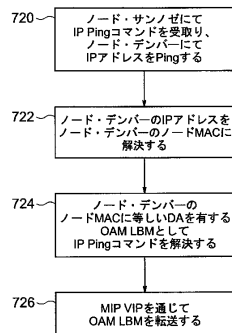
【図12】



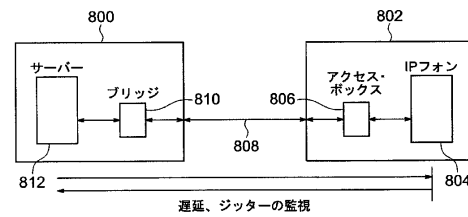
【図13】



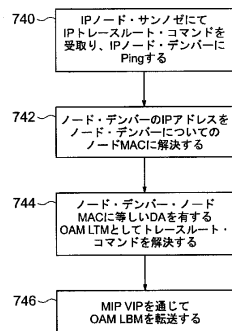
【図15】



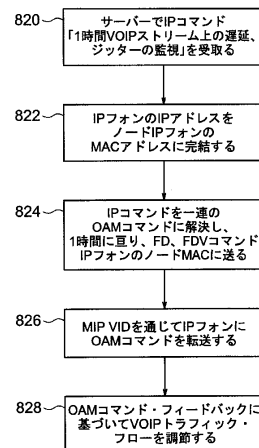
【図17】



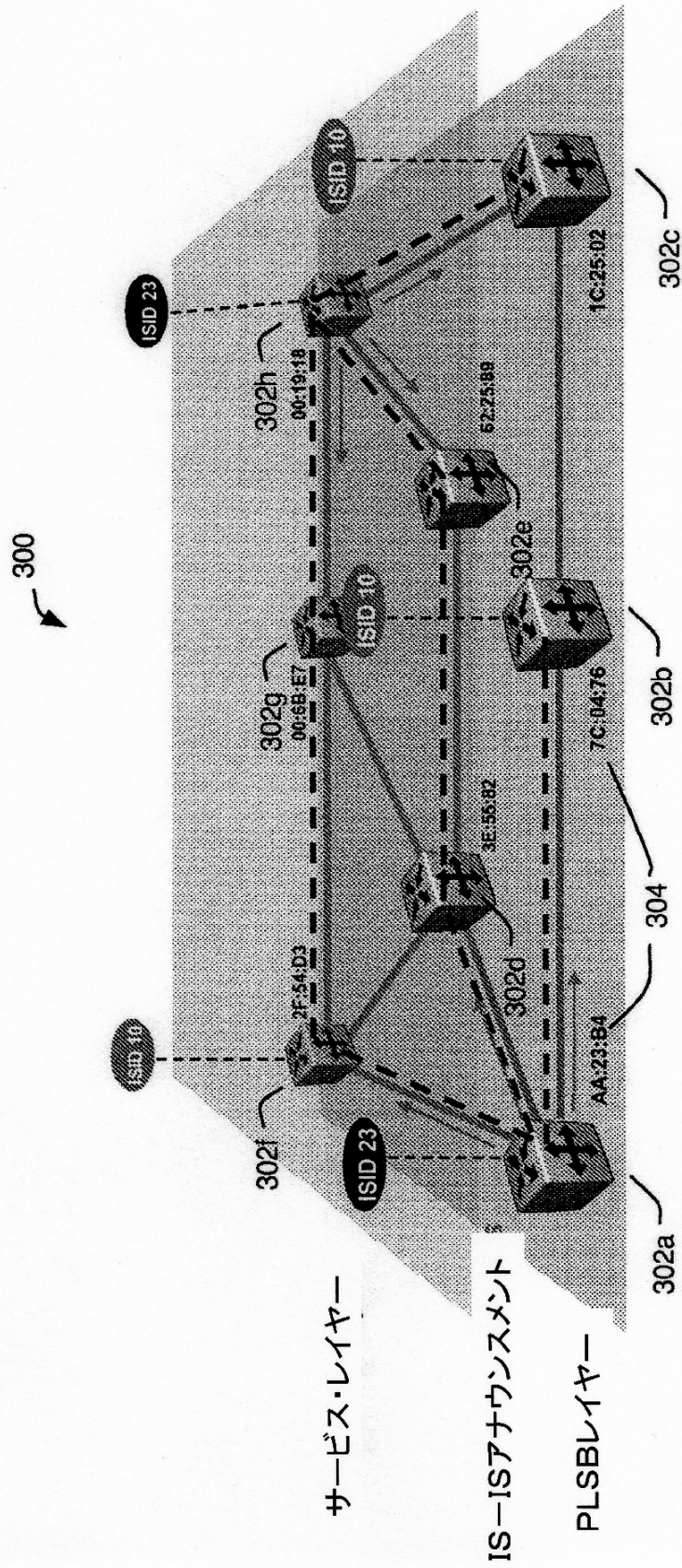
【図16】



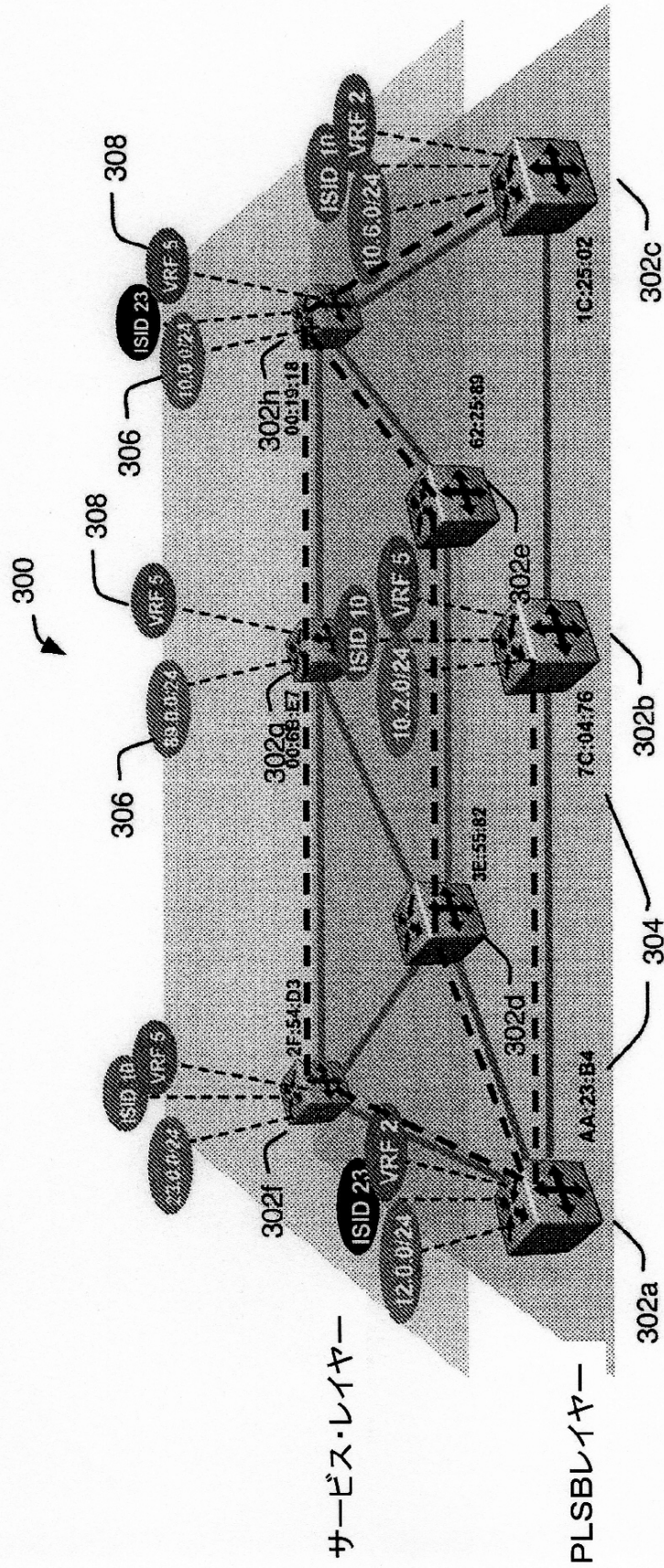
【図18】



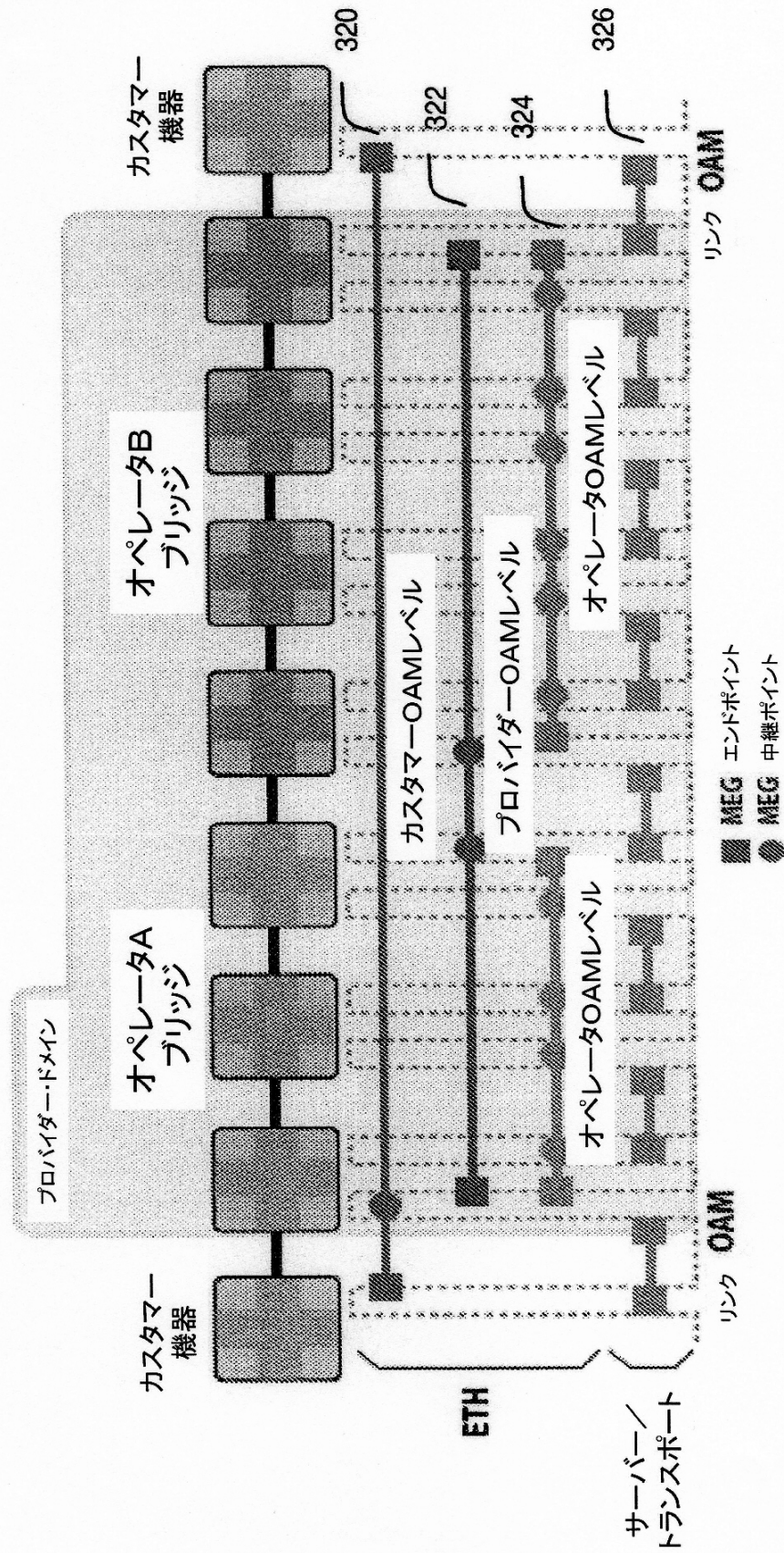
【図3】

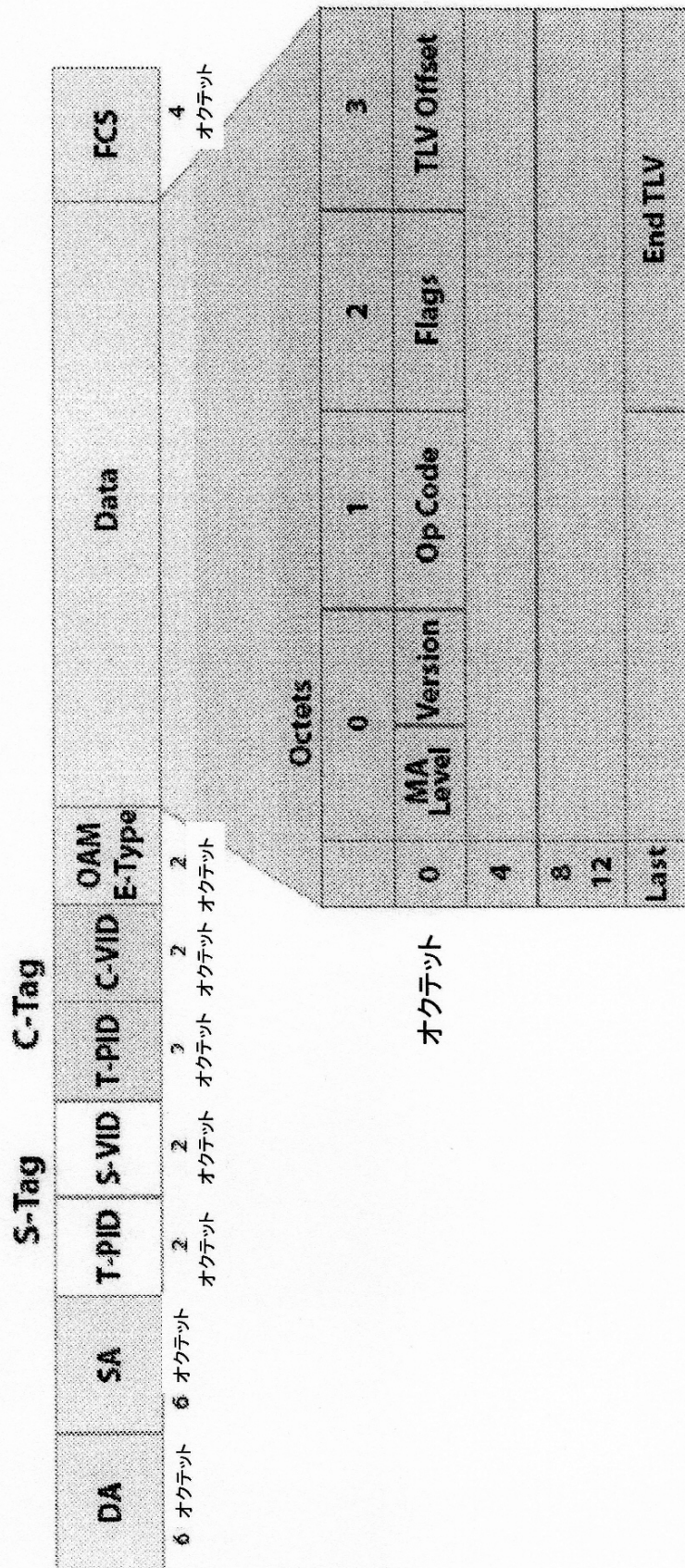


【図4】

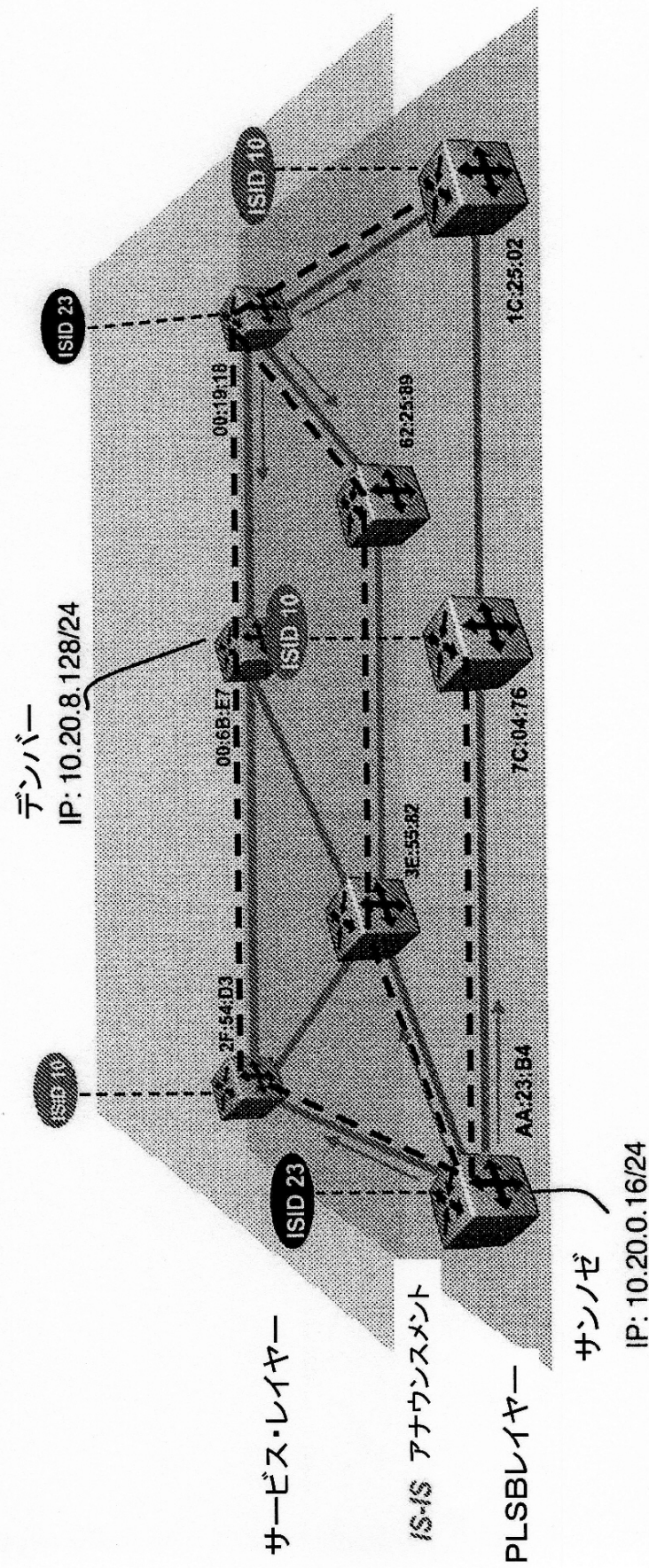


【図5】





【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・カロライナ州アペックス、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