

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5681067号
(P5681067)

(45) 発行日 平成27年3月4日 (2015.3.4)

(24) 登録日 平成27年1月16日 (2015.1.16)

(51) Int.Cl.

F I

HO 4 L 12/70 (2013.01)

HO 4 L 12/26 (2006.01)

HO 4 L 29/14 (2006.01)

HO 4 L 12/70 1 0 0 Z

HO 4 L 12/26

HO 4 L 13/00 3 1 5 Z

請求項の数 22 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2011-187993 (P2011-187993)	(73) 特許権者	504090400
(22) 出願日	平成23年8月30日 (2011.8.30)		イクシア
(65) 公開番号	特開2012-50091 (P2012-50091A)		アメリカ合衆国・カリフォルニア州 9 1
(43) 公開日	平成24年3月8日 (2012.3.8)		3 0 2 ・ カラバサス ・ ダブリュー アグー
審査請求日	平成26年8月28日 (2014.8.28)		ラ ロード 2 6 6 0 1
(31) 優先権主張番号	12/871, 711	(74) 代理人	100116872
(32) 優先日	平成22年8月30日 (2010.8.30)		弁理士 藤田 和子
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	ギンタス ノア
早期審査対象出願			アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ウエ
			ストレイク ヴィレッジ
		(72) 発明者	スリヴァスタヴァ アロク
			アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ウッ
			ドランド ヒルズ
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダイナミックM P L Sラベル割り当てを用いるトラフィックジェネレータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マルチプロトコルラベルスイッチング (M P L S) ラベルを保持するラベルマップメモリと、

被検査ネットワークを通じて送信するための複数のパケットストリームを定義するストリーム形成データを保持するストリームデータメモリであって、少なくとも1つのパケットストリームについての前記ストリーム形成データは、前記ラベルマップメモリ内の個別の位置に対して1つ以上のポインタを含む、ストリームデータメモリと、

個別の前記ストリーム形成データに従って複数のパケットストリームを生成するためのトラフィックジェネレータであって、前記トラフィックジェネレータは、

前記1つ以上のポインタに従って前記ラベルマップメモリから1つ以上のM P L Sラベルを検索し、

1つ以上の検索されたM P L Sラベルを少なくとも1つのパケットストリームに組み込むように構成される、トラフィックジェネレータと、

前記被検査ネットワークからパケットを受信するためのトラフィックレシーバと、

前記トラフィックジェネレータと前記トラフィックレシーバが接続されたポートプロセッサであって、複数のラベル状態セットの各々を一意に識別するためのデータおよび各々のラベル状態セットと、前記ラベルマップメモリ内の1つ以上の個別のメモリ位置とを関連付けるデータを含むラベル追跡データを記憶する第1メモリを含むポートプロセッサと、を備え、

M P L Sラベルと、特定のラベル状態セットとを関連付ける制御パケットが前記トラフィックレシーバを介して受信される場合、前記ポートプロセッサは、

受信された前記制御パケットから前記特定のラベル状態セットおよび関連付けられた前記M P L Sラベルを抽出することと、

記憶された前記ラベル追跡データから、前記特定のラベル状態セットと関連付けられた1つ以上のラベルマップメモリ位置についてのアドレスを検索することと、

1つ以上の検索されたアドレスにより定義されるラベルマップメモリ位置にM P L Sラベルを記憶することと、を含む動作を実行する、

ポートユニット。

【請求項2】

10

実行される前記動作は、前記第1メモリ内に前記M P L Sラベルを記憶する工程、および前記M P L Sラベルを前記ポートユニットの外部にある検査アドミニストレータへ通信する工程のうちの1つ以上を更に含む、請求項1に記載のポートユニット。

【請求項3】

M P L Sラベルと特定のラベル状態セットとを関連付ける各制御パケットは、ラベル分配プロトコル、制約ベースのラベル分配プロトコル、ボーダゲートウェイプロトコル、リソース予約プロトコル、およびリソース予約プロトコル - トラフィック拡張から選択されるプロトコルに従う、請求項1に記載のポートユニット。

【請求項4】

前記M P L Sラベルを抽出する、検索する、および記憶する動作は、M P L Sラベルと関連付けるために用いられる各プロトコルのための別個のデーモンを実行することを含む、請求項3に記載のポートユニット。

20

【請求項5】

被検査ネットワークを通じて送信するための複数のパケットストリームを定義するストリーム形成データを、ストリームデータメモリに記憶する工程であって、前記ストリームデータメモリは、マルチプロトコルラベルスイッチング(M P L S)ラベルを記憶するように保存されるラベルマップメモリにおける個別のメモリ位置に対して1つ以上のポインタを含む、工程と、

複数のラベル状態セットを一意に定義するデータおよび各ラベル状態セットを、ラベルマップメモリ内の1つ以上の個別の保存されたメモリ位置と関連付けるデータを含むラベル追跡データを、第1メモリに記憶する工程と、

30

M P L Sラベルを特定のラベル状態セットと関連付ける制御パケットを受信する工程と、

受信された前記制御パケットから前記特定のラベル状態セットおよび関連付けられたM P L Sラベルを抽出する工程と、

記憶された前記ラベル追跡データから、前記特定のラベル状態セットと関連付けられた1つ以上のラベルマップメモリ位置についてのアドレスを検索する工程と、

1つ以上の検索されたアドレスにより定義されるラベルマップメモリ位置に、前記M P L Sラベルを記憶する工程と、

記憶された前記ストリーム形成データに従ってパケットストリームを生成する工程と、を含む、トラフィックを生成するための方法。

40

【請求項6】

前記第1メモリ内に前記M P L Sラベルを記憶する工程、および前記M P L Sラベルをポートユニットの外部にある検査アドミニストレータへ通信する工程のうちの1つ以上を更に含む、請求項5に記載のトラフィックを生成するための方法。

【請求項7】

M P L Sラベルと特定のラベル状態セットとを関連付ける各制御パケットは、ラベル分配プロトコル、制約ベースのラベル分配プロトコル、ボーダゲートウェイプロトコル、リソース予約プロトコル、およびリソース予約プロトコル - トラフィック拡張から選択されるプロトコルに従う、請求項5に記載のトラフィックを生成するための方法。

50

【請求項 8】

パケットストリームを生成している間、前記ラベル状態セットのうちの少なくとも 1 つと関連付けられた前記 M P L S ラベルを変更する制御パケットを受信する工程と、

パケット生成を停止することなく、変更された前記 M P L S ラベルを記憶する工程と、を更に含む、請求項 5 に記載のトラフィックを生成するための方法。

【請求項 9】

前記 M P L S ラベルを抽出する、検索する、および記憶する動作は、M P L S ラベルと関連付けるために用いられる各プロトコルのための別個のデーモンを実行することを含む、請求項 7 に記載のトラフィックを生成するための方法。

【請求項 10】

被検査ネットワークを通じて送信するための複数のパケットストリームを定義するストリーム形成データを記憶する工程であって、少なくとも 1 つのパケットストリームについての前記ストリーム形成データは、マルチプロトコルラベルスイッチング (M P L S) ラベルが受信され保存されるための 1 つ以上の位置を含む、工程と、

複数のラベル状態セットの各々を一意に定義するデータおよび各々のラベル状態セットを、記憶されたストリーム形成データ内の 1 つ以上の個別の保存された位置と関連付けるデータを含むラベル追跡データを記憶する工程と、

被検査ネットワークから制御パケットを受信する工程であって、各制御パケットは、1 つ以上の M P L S ラベルを前記複数のラベル状態セットからの個別のラベル状態セットと関連付ける工程と、

受信された前記制御パケットから特定のラベル状態セットおよび関連する M P L S ラベルを抽出する工程と、

保存された前記ラベル追跡データから、特定のラベル状態セットと関連付けられた 1 つ以上の前記ストリーム形成データ内の位置についてのアドレスを検索する工程と、

記憶された前記ラベル追跡データに従って、個別の前記ラベル状態セットと関連付けられた記憶された前記ストリーム形成データ内の 1 つ以上の保存された位置にて、M P L S ラベルを記憶する工程と、

記憶された前記ストリーム形成データに従って前記複数のパケットストリームを生成し、生成された前記パケットストリームを前記被検査ネットワークへ送信する工程と、を含む、被検査ネットワークを検査する方法。

【請求項 11】

パケットストリームを生成している間、前記ラベル状態セットのうちの少なくとも 1 つと関連付けられた前記 M P L S ラベルを変更する制御パケットを受信する工程と、

パケット生成を停止することなく、変更された前記 M P L S ラベルを記憶する工程と、を更に含む、請求項 10 に記載の被検査ネットワークを検査する方法。

【請求項 12】

M P L S ラベルと特定のラベル状態セットとを関連付ける各制御パケットは、ラベル分配プロトコル、制約ベースのラベル分配プロトコル、ボーダゲートウェイプロトコル、リソース予約プロトコル、およびリソース予約プロトコル - トラフィック拡張から選択されるプロトコルに従う、請求項 10 に記載の被検査ネットワークを検査する方法。

【請求項 13】

前記 M P L S ラベルを抽出する、検索する、および記憶する動作は、M P L S ラベルと関連付けるために用いられる各プロトコルのための別個のデーモンを実行することを含む、請求項 12 に記載の被検査ネットワークを検査する方法。

【請求項 14】

実行時に、

被検査ネットワークを通じて送信するための複数のパケットストリームを定義するストリーム形成データを、ストリームデータメモリに記憶する工程であって、前記ストリームデータメモリは、マルチプロトコルラベルスイッチング (M P L S) ラベルを記憶するように保存されるラベルマップメモリにおける個別のメモリ位置に対して 1 つ以上のポイン

10

20

30

40

50

タを含む、工程と、

複数のラベル状態セットを一意に定義するデータおよび各ラベル状態セットを、ラベルマップメモリ内の1つ以上の個別の保存されたメモリ位置と関連付けるデータを含むラベル追跡データを、第1のメモリに記憶する工程と、

M P L Sラベルと特定のラベル状態セットとを関連付ける制御パケットを受信する工程と、

受信された前記制御パケットから前記特定のラベル状態セットおよび関連付けられたM P L Sラベルを抽出する工程と、

記憶された前記ラベル追跡データから、前記特定のラベル状態セットと関連付けられた1つ以上のラベルマップメモリ位置についてのアドレスを検索する工程と、

1つ以上の検索されたアドレスにより定義されるラベルマップメモリ位置に、前記M P L Sラベルを記憶する工程と、

記憶されたストリーム形成データに従ってパケットストリームを生成する工程と、を含む動作をプロセッサに実行させるプログラム命令を記憶するコンピュータ可読持続性記憶媒体。

【請求項15】

M P L Sラベルを特定のラベル状態セットに関連付ける各制御パケットは、ラベル分配プロトコル、制約ベースのラベル分配プロトコル、ボーダゲートウェイプロトコル、リソース予約プロトコル、およびリソース予約プロトコル-トラフィック拡張から選択されるプロトコルに従う、請求項14に記載のコンピュータ可読持続性記憶媒体。

【請求項16】

前記M P L Sラベルを抽出する、検索する、および記憶する動作は、M P L Sラベルと関連付けるために用いられる各プロトコルのための別個のデーモンを実行することを含む、請求項15に記載のコンピュータ可読持続性記憶媒体。

【請求項17】

被検査ネットワークを通じて送信するための複数のパケットストリームを定義するストリーム形成データを保持するストリームデータメモリであって、少なくとも1つのパケットストリームについての前記ストリーム形成データは、マルチプロトコルラベルスイッチング(M P L S)ラベルが受信され保存されるための1つ以上の位置を含む、ストリームデータメモリと、

個別の前記ストリーム形成データに従って複数のパケットストリームを生成するためのトラフィックジェネレータと、

前記被検査ネットワークからパケットを受信するためのトラフィックレシーバと、

前記トラフィックジェネレータと前記トラフィックレシーバが接続されたポートプロセッサであって、前記ポートプロセッサは、複数のラベル状態セットの各々を一意に定義するデータおよび各ラベル状態セットを、前記ストリームデータメモリ内の1つ以上の個別の保存されたメモリ位置に関連付けるデータを含むラベル追跡データを記憶する第1メモリを含む、ポートプロセッサと、を備え、

M P L Sラベルと、特定のラベル状態セットとを関連付ける制御パケットが前記トラフィックレシーバを介して受信される場合、前記ポートプロセッサは、

受信された前記制御パケットから前記特定のラベル状態セットおよび関連付けられた前記M P L Sラベルを抽出することと、

記憶された前記ラベル追跡データから、前記特定のラベル状態セットと関連付けられた1つ以上の保存されたストリームデータメモリ位置についてのアドレスを検索することと、

1つ以上の検索されたアドレスにより定義される保存されたストリームデータメモリ位置にM P L Sラベルを記憶することと、を含む動作を実行する、

ポートユニット。

【請求項18】

実行される前記動作は、前記第1メモリ内に前記M P L Sラベルを記憶する工程、およ

10

20

30

40

50

び前記MPLSラベルをポートユニットの外部にある検査アドミニストレータへ通信する工程のうちの1つ以上を更に含む、請求項17に記載のポートユニット。

【請求項19】

MPLSラベルと特定のラベル状態セットとを関連付ける各制御パケットは、ラベル分配プロトコル、制約ベースのラベル分配プロトコル、ボーダゲートウェイプロトコル、リソース予約プロトコル、およびリソース予約プロトコル-トラフィック拡張から選択されるプロトコルに従う、請求項17に記載のポートユニット。

【請求項20】

前記MPLSラベルを抽出する、検索する、および記憶する動作は、MPLSラベルと関連付けるために用いられる各プロトコルのための別個のデーモンを実行することを含む、請求項19に記載のポートユニット。

10

【請求項21】

実行時に、

被検査ネットワークを通じて送信するための複数のパケットストリームを定義するストリーム形成データを記憶する工程であって、少なくとも1つのパケットストリームについての前記ストリーム形成データは、マルチプロトコルラベルスイッチング(MPLS)ラベルが受信され保存されるための1つ以上の位置を含む、工程と、

複数のラベル状態セットの各々を一意に定義するデータおよび各々のラベル状態セットを、記憶されたストリーム形成データ内の1つ以上の個別の保存された位置と関連付けるデータを含むラベル追跡データを記憶する工程と、

20

前記被検査ネットワークから制御パケットを受信する工程であって、各制御パケットは、1つ以上のMPLSラベルを、前記複数のラベル状態セットからの個別のラベル状態セットに関連付ける、工程と、

受信された前記制御パケットから特定のラベル状態セットおよび関連付けられたMPLSラベルを抽出する工程と、

記憶された前記ラベル追跡データから、特定のラベル状態セットに関連付けられた1つ以上の前記ストリーム形成データ内の位置についてのアドレスを検索する工程と、

記憶された前記ラベル追跡データに従って、個別のラベル状態セットと関連付けられた記憶された前記ストリーム形成データ内の1つ以上の保存された位置にて、MPLSラベルを記憶する工程と、

30

記憶された前記ストリーム形成データに従って前記複数のパケットストリームを生成し、生成された前記パケットストリームを前記被検査ネットワークへ送信する工程と、を含む動作をプロセッサに実行させるプログラム命令を記憶する、コンピュータ可読持続性ストレージ媒体。

【請求項22】

MPLSラベルと特定のラベル状態セットとを関連付ける各制御パケットは、ラベル分配プロトコル、制約ベースのラベル分配プロトコル、ボーダゲートウェイプロトコル、リソース予約プロトコル、およびリソース予約プロトコル-トラフィック拡張から選択されるプロトコルに従う、請求項21に記載のコンピュータ可読持続性ストレージ媒体。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ネットワークまたはネットワークデバイスを検査するためのトラフィックの生成に関する。

【0002】

〔著作権とトレードドレスの表示〕

本特許文献の開示の一部は、著作権保護の対象となるマテリアルを含む。本特許文献は、所有者のトレードドレスである事項またはなり得る事項を示し、および/または記載し得る。著作権およびトレードドレス権の所有者は、特許商標庁のファイルまたは記録にあ

50

ることから、本特許開示について任意の者によるファクシミリによる複製に対しては異議を有さないが、他の場合にはいかなる著作権およびトレードドレス権もすべて留保する。

【背景技術】

【0003】

多くの種類の通信ネットワークにおいて、送信される各メッセージは、固定長または可変長の部分に分割される。各部分は、情報のパケット、フレーム、セル、データグラム、データ単位または他の単位と称されることがあり、本文献においては、それらの全てをパケットと称する。

【0004】

各パケットは、一般にパケットのペイロードと呼ばれる、オリジナルメッセージの一部を含む。パケットのペイロードは、データを含んでもよく、あるいは音声情報またはビデオ情報を含んでもよい。パケットのペイロードはまた、ネットワーク管理制御情報を含んでもよい。それに加えて、各パケットは、一般にパケットヘッダと呼ばれる、識別およびルーティングの情報を含む。パケットは、多数のスイッチまたはノードを介し、ネットワークを通じて個々に送信される。パケットは、メッセージがターゲットデバイスまたはエンドユーザに配信される前に、最終送信先において、パケットヘッダに含まれる情報を用いたメッセージに再構築される。再構築されたメッセージは、受信先において、ユーザ機器と互換性のある形式でエンドユーザに渡される。

【0005】

メッセージをパケットとして送信する通信ネットワークは、パケット交換ネットワークと呼ばれる。パケット交換ネットワークは、一般的に、ハブまたはノードにおいて交差する送信経路のメッシュを含む。ノードの少なくとも一部は、ノードに到達するパケットを受信し、かつ適切な発信経路に沿ってパケットを再送信する、スイッチングデバイスまたはルータを含んでもよい。パケット交換ネットワークは、業界標準プロトコルの階層構造を基準とする。階層1、階層2、および、階層3の構造は、それぞれ、物理的階層、データリンク階層、および、ネットワーク階層である。

【0006】

階層1プロトコルは、ネットワークのノード間における物理的（電氣的、光学的、または、無線）インターフェースを定義する。階層1プロトコルは、種々のイーサネット（登録商標）物理的構造、同期光学的ネットワーク（SONET）および他の光学的通信プロトコル、ならびに、Wi-Fi（登録商標）等の種々の無線プロトコルを含む。

【0007】

階層2プロトコルは、どのようにデータがネットワークのノード間で論理的に伝送されるかを規定する。階層2プロトコルは、イーサネット（登録商標）、非同期転送モード（ATM）、フレームリレー（FR）、および、ポイントツーポイントプロトコル（PPP）を含む。

【0008】

階層3プロトコルは、どのようにパケットがネットワークの多数のノードを接続する経路に沿って発信元から送信先へ送られるかを規定する。主要な階層3プロトコルは、周知のインターネットプロトコルバージョン4（IPv4）およびインターネットプロトコルバージョン6（IPv6）である。パケット交換ネットワークは、イーサネット（登録商標）、ATM、FR、および/またはPPPといった階層2プロトコルの組み合わせを用いてIPパケットをルーティングする必要がある。得る。

【0009】

歴史的にみて、各ルータは、受信された各パケットを解析して、パケット内に含まれるネットワーク階層ヘッダから送信先アドレスを抽出していた。次いで、ルータは、送信先アドレスを用いて再送信されるべきパケットに従って経路またはパスを決定していた。一般的なパケットは複数のルータを通過し得、いずれのルータも送信先アドレスの抽出動作および再送信されるべきパケットに従う経路またはパスの決定動作を繰り返していた。

【0010】

10

20

30

40

50

マルチプロトコルラベルスイッチング (MPLS) は、大規模ネットワークを通じて効率的にデータをルーティングする方法である。MPLSを用いると、各パケットには、特定の転送等価クラス (FEC) のメンバーとしてパケットを同定するラベルが与えられる。FECは、ネットワークを通じて関連するラベルスイッチパス (LSP) に沿って特定の発信元 (ソース) から特定の送信先へ送信されるパケット (任意の型またはプロトコルのパケット) の集合体として定義される。MPLSラベルは、転送情報および優先情報の両方を含み得る固定長フィールドである。MPLSラベルは、一般的に、階層2ヘッダと階層3ヘッダとの間のパケットに配置されるが、階層2ヘッダ内に埋め込まれていてもよい。MPLSを採用するネットワークのノードは、ラベルスイッチルータ (LSR) から成る。パケットを受信する際、各LSRは、ラベルに基づいて、また、ある場合には、パケットが受信された入力ポートに基づいて、どのようにパケットを転送するかを決定する。したがって、LSRは、どのようにパケットを転送するかを決定するために、パケットを解析しなくてもよく、また、階層3ヘッダから送信先アドレスを抽出しなくてもよい。各LSRは、パケットを転送する前にラベルを変更またはスイッチし得る。ある場合には、パケットはMPLSラベルの束を含み得、また、LSRはパケットを転送する前にこの束を「ポップ」して新しいラベルをさらし得る。

10

【0011】

ネットワークの多数のノード、互いにノードを相互接続するパスの数および配置、ならびに、発信元および送信先機器にネットワークを接続するパスは、ネットワークトポロジーにより決定される。したがって、検査セッションの期間は効率的に固定される。しかしながら、MPLSラベルはLSR間で取り決められるので動的であり得る。例えば、種々のLSPに割り当てられたMPLSラベルは、ネットワークが検査される各時刻において一部または完全に異なる。更に、MPLSラベルは、検査セッション中 (例えば、検査セッション中にLSRが失敗するかまたは再起動される場合、あるいは、検査セッション中に2つのLSR間のパスが失敗する場合) に変化し得る。

20

【0012】

パケット交換通信ネットワークに含まれるパケット交換ネットワークまたはデバイスを検査するために、多数のパケットから成る検査トラフィックが、生成され、1つ以上のポートにおいてネットワーク内に送信され、異なるポートにおいて受信されてもよい。この文脈において、「ポート」という用語は、ネットワークと、当該ネットワークを検査するために用いられる機器との間の、通信接続を指す。受信された検査トラフィックを分析することにより、ネットワークの性能を測定してもよい。ネットワークに接続される各ポートは、検査トラフィックの発信元でありかつ検査トラフィックの送信先であってもよい。各ポートは、複数の論理的な発信元または送信先のアドレスをエミュレートしてもよい。ポートの数、およびポートをネットワークに接続する通信経路の数は、一般的に、検査セッションの期間にわたって固定される。ネットワークの内部構造は、例えば通信経路またはハードウェア装置の障害によって、検査セッション中に変化し得る。

30

【0013】

単一のポートから発信し、かつ特定タイプのパケットおよび特定の速度を有する一連のパケットを、本文献において「ストリーム」と称する。発信元ポートは、例えば、ネットワークインターフェース上のポートであり得る。発信元のポートは、例えば、多数のパケットタイプ、速度または送信先に対応するために、同時にかつ並行して多数の発信ストリームをサポートしてもよい。「同時に」は、「正確に同一の時刻において」を意味する。「並行して」は、「同一の時間の範囲内で」を意味する。

40

【0014】

ストリーム内のパケットは、ネットワークトラフィックデータを報告する目的のために、フローとして編成されてもよい。ここで、「フロー」とは、ネットワークトラフィック統計を蓄積および報告する対象となる任意の複数のパケットのことである。所与のフローにおけるパケットは、各パケットに含まれるフロー識別子によって識別され得る。フロー識別子は、例えば、各データ単位内の、専用識別子フィールド、アドレス、ポート番号、

50

タグ、または何らかの他のフィールドあるいはフィールドの組み合わせであってもよい。

【0015】

複数の同時発生的ストリームを組み合わせることによってトラフィックジェネレータからの出力を形成してもよく、本文献においては、これを「検査トラフィック」と称する。検査トラフィック内のストリームは、インターリーピングを介して組み合わせられ得る。インターリーピングは、表現されるストリーム間において、均衡的、不均衡的、および分散的であってもよい。最新の「トリプルプレイ」のネットワークおよびネットワーク装置を検査するために、検査トラフィックは、シミュレートされたデータ、音声およびビデオのストリームを含んでもよい。

【図面の簡単な説明】

10

【0016】

【図1】図1は、ネットワーク環境のブロック図である。

【図2】図2は、ポートユニットのブロック図である。

【図3】図3は、トラフィックジェネレータのブロック図である。

【図4】図4は、ポートプロセッサのブロック図である。

【図5】図5は、ラベル追跡データの概略図である。

【図6】図6は、ラベル追跡データの概略図である。

【図7】図7は、トラフィックを生成するためのプロセスのフローチャートである。

【図8】図8は、パケットを生成するトラフィックジェネレータの概略図である。

【図9】図9は、トラフィックを生成するためのプロセスのフローチャートである。

20

【図10】図10は、パケットを生成するトラフィックジェネレータの概略図である。

【0017】

本文献の記述を通して、ブロック図に見られる構成要素は、3桁または4桁の参照番号が割り当てられており、最上位桁の数字は図番号で、下位2桁の数字は構成要素に特有のものである。ブロック図に記載されていない構成要素は、同じ下位2桁の数字の付いた参照番号を有する前述の構成要素と同じ特徴や機能を有するものと推定され得る。

【0018】

ブロック図において、矢印終端線は、信号というよりはデータ経路を示し得る。各々のデータ経路は、ビット幅において多数ビットであってもよい。例えば、各々のデータ経路は、4, 8, 16, 32, 64、あるいはそれ以上の並列接続で構成されてもよい。

30

【発明を実施するための形態】

【0019】

[装置の説明]

図1は、ネットワーク環境のブロック図を示す。環境は、ネットワーク検査装置100、ネットワーク190、および複数のネットワークデバイス195を備えることができる。

【0020】

ネットワーク検査装置100は、ネットワーク検査機器、性能アナライザ、適合性検証システム、ネットワークアナライザ、またはネットワーク管理システムとすることができる。ネットワーク検査装置100は、シャーシ110内に収容または格納される1つ以上のネットワークカード114およびバックプレーン112を備えてもよい。シャーシ110は、ネットワーク検査装置を収容するために適切な固定式または可搬式のシャーシ、キャビネットまたは筐体であってもよい。図1に示すように、ネットワーク検査装置100は、統合されたユニットであってもよい。それに代わって、ネットワーク検査装置100は、トラフィックの発生および/または分析を提供するように協調する多数の個別のユニットを備えてもよい。ネットワーク検査装置100およびネットワークカード114は、1つ以上の周知の標準規格またはプロトコル（例えばイーサネット（登録商標）およびファイバチャネルなどの様々な標準規格）をサポートしてもよく、商標付きのプロトコルをサポートしてもよい。

40

【0021】

50

ネットワークカード 114 は、1つ以上のフィールドプログラマブルゲートアレー (FPGA)、特定用途向け集積回路 (ASIC)、プログラマブルロジックデバイス (PLD)、プログラマブルロジックアレイ (PLA)、プロセッサおよび他の種類のデバイスを含むことができる。それに加えて、ネットワークカード 114 は、ソフトウェアおよび/またはファームウェアを含んでもよい。用語「ネットワークカード」は、ラインカード、検査カード、分析カード、ネットワークラインカード、ロードモジュール、インターフェースカード、ネットワークインターフェースカード、データインターフェースカード、パケットエンジンカード、サービスカード、スマートカード、スイッチカード、リレーアクセスカード等を含む。用語「ネットワークカード」はまた、多数のプリント回路基板を備え得るモジュール、ユニットおよび組立部品をも含む。各ネットワークカード 114 は、1つ以上のポートユニット 116 を含み得る。各ポートユニット 116 は、1つ以上のポートを通じてネットワーク 190 と接続し得る。ポートは、通信媒体 185 を通じてネットワークと接続され得る。通信媒体 185 は、ワイヤ、光ファイバ、無線リンク、または、他の通信媒体であり得る。各ネットワークカード 114 は、単一の通信プロトコルをサポートしてもよく、多数の関連するプロトコルをサポートしてもよく、または多数の無関係なプロトコルをサポートしてもよい。ネットワークカード 114 は、ネットワーク検査装置 100 に恒久的に設置されていてもよく、着脱自在であってもよい。

【0022】

バックプレーン 112 は、ネットワークカード 114 のためのバスまたは通信媒体としての役割を果たしてもよい。バックプレーン 112 はまた、ネットワークカード 114 に電力を供給してもよい。

【0023】

ネットワークデバイス 195 は、ネットワーク 190 を通じて通信する能力のある任意のデバイスであってもよい。ネットワークデバイス 195 は、コンピューティングデバイス (例えばワークステーション、パーソナルコンピュータ、サーバ、ポータブルコンピュータ、携帯情報端末 (PDA)、コンピューティングタブレット、携帯電話、電子メール機器等)、周辺機器 (例えばプリンタ、スキャナ、ファクシミリ装置等)、ネットワーク対応の記憶装置 (例えばネットワーク接続ストレージ (NAS) およびストレージエリアネットワーク (SAN) デバイス等のディスクドライブを含む)、およびネットワークデバイス (例えばルータ、リレー、ハブ、スイッチ、ブリッジ、およびマルチプレクサ) であってもよい。それに加えて、ネットワークデバイス 195 は、ネットワークを通じて通信する能力のある家庭電化器具、アラームシステムおよび他の任意のデバイスまたはシステムを含んでもよい。

【0024】

ネットワーク 190 は、ローカルエリアネットワーク (LAN)、ワイドエリアネットワーク (WAN)、ストレージエリアネットワーク (SAN)、有線、無線、またはこれらの組み合わせであってもよく、インターネットを含んでもよく、またはインターネットであってもよい。ネットワーク 190 上の通信は、情報のフレーム、セル、データグラム、パケットまたは他の単位を含む様々な形態をとってもよく、本文献においては、それらの全てをパケットと称する。ネットワーク検査装置 100 およびネットワークデバイス 195 は、同時に相互に通信してもよく、ネットワーク検査装置 100 と所与のネットワークデバイス 195 との間には、複数の論理的通信経路があってもよい。ネットワークそのものは、伝えるデータののための多数の物理的経路および論理的経路を提供する多数のノードから成ってもよい。

【0025】

ここで図 2 を参照し、例示的なポートユニット 216 は、ポートプロセッサ 220 と、トラフィックジェネレータ 250 と、トラフィックレシーバ 240 と、ポートユニット 216 を被検査ネットワーク 290 に接続するネットワークインターフェースユニット 280 とを備えてもよい。ポートユニット 216 は、ネットワークカード (例えばネットワークカード 114) のすべてまたは一部であってもよい。

【 0 0 2 6 】

ポートプロセッサ 2 2 0 は、本文献に記載される機能および特徴を提供するための、プロセッサ、プロセッサに接続されたメモリ、および様々な特殊化された装置、回路、ソフトウェアおよびインターフェースを含んでもよい。プロセス、機能および特徴は、全体的にあるいは部分的に、プロセッサ上で動作するソフトウェアにおいて実現されてもよく、ファームウェア、アプリケーションプログラム、アプレット（例えば J a v a（登録商標）アプレット）、ブラウザプラグイン、C O M オブジェクト、ダイナミックリンクライブラリ（D L L）、スクリプト、1 つ以上のサブルーチン、またはオペレーティングシステムのコンポーネントまたはサービスという形をとってもよい。ハードウェアおよびソフトウェアおよびそれらの機能は、一部の機能がプロセッサによって実行され、他の機能が他の装置によって実行されるように、分散型であってもよい。

10

【 0 0 2 7 】

ポートプロセッサ 2 2 0 は、検査アドミニストレータ 2 0 5 と通信してもよい。検査アドミニストレータ 2 0 5 は、ネットワーク検査装置 1 0 0 の内部に収容されるコンピューティングデバイスまたは外部のコンピューティングデバイスであってもよい。検査アドミニストレータ 2 0 5 は、ポートユニットがネットワーク 2 9 0 の検査に参与するために必要とされる命令およびデータを、ポートプロセッサに提供してもよい。検査アドミニストレータ 2 0 5 から受信される命令およびデータは、例えば、ポートユニット 2 1 6 によって生成されるパケットストリームの定義、およびポートユニット 2 1 6 によって蓄積および報告され得る性能統計の定義を含んでもよい。

20

【 0 0 2 8 】

ポートプロセッサ 2 2 0 は、トラフィックジェネレータ 2 5 0 にストリーム形成データ 2 2 2 を提供して、発信検査トラフィック 2 5 5 を形成するためにインターリーブされ得る複数のストリームを形成させる。トラフィックジェネレータ 2 5 0 は、ストリーム形成データ 2 2 2 に従って複数のストリームを生成してもよい。ストリームの各々は、一連のパケットを含んでもよい。各ストリーム内のパケットは、同じ一般型のものであり得るが、長さおよびコンテンツにおいて異なり得る。ストリーム形成データ 2 2 2 は、例えば、パケットの種類、送信の周波数、パケット内部の固定内容フィールドおよび可変内容フィールドの定義、および各パケットストリームのための他の情報を含んでもよい。

30

【 0 0 2 9 】

ネットワークインターフェースユニット 2 8 0 は、トラフィックジェネレータ 2 5 0 からの発信検査トラフィック 2 5 5 を、リンク 2 8 5 を介して被検査ネットワーク 2 9 0 に送信するために必要な電気信号、光学信号または無線信号の形式に変換してもよく、リンクは、ワイヤ、光ファイバ、無線リンクまたは他の通信リンクであってもよい。同様に、ネットワークインターフェースユニット 2 8 0 は、ネットワークからリンク 2 8 5 を通じて電気信号、光学信号または無線信号を受信してもよく、受信した信号を、トラフィックレシーバ 2 4 0 において使用可能な形式の着信検査トラフィック 2 4 5 に変換してもよい。

【 0 0 3 0 】

トラフィックレシーバ 2 4 0 は、ネットワークインターフェースユニット 2 8 0 から着信検査トラフィック 2 4 5 を受信してもよい。トラフィックレシーバ 2 4 0 は、各受信パケットが特定のフローのメンバーであるかを決定し得、また、ポートプロセッサ 2 2 0 から提供された検査命令 2 4 2 に従って各フローに関する検査統計を蓄積し得る。蓄積された検査統計は、例えば、受信パケットの合計数、順番誤りで受信されたパケットの数、エラーを有する受信パケットの数、最大、平均および最小の伝搬遅延、および各フローの他の統計を含んでもよい。トラフィックレシーバ 2 4 0 はまた、検査命令 2 4 2 に含まれる取得基準に従って、特定のパケットを取得および格納してもよい。トラフィックレシーバ 2 4 0 は、検査セッションの最中または後における更なる分析のために、検査統計および/または取得パケット 2 4 4 を、検査命令 2 4 2 に従って、ポートプロセッサ 2 2 0 に提供してもよい。

40

50

【0031】

発信検査トラフィック255および着信検査トラフィック245は、主にステートレスであってもよい。すなわち、発信検査トラフィック255は、応答を予期することなく生成されてもよく、着信検査トラフィック245は、応答を意図することなく受信されてもよい。しかしながら、検査セッション中に、ポートユニット216とネットワーク290との間で、若干量のステートフルの（または対話型の）通信が要求されるかまたは望ましい場合がある。例えば、トラフィックレシーバ240は、制御パケットを受信してもよい。制御パケットは、検査セッションを制御するために必要なデータを含むパケットであり、ポートユニットに受信通知または応答の送信を要求する。

【0032】

トラフィックレシーバ240は、着信制御パケットを着信検査トラフィックから分離してもよく、着信制御パケット246をポートプロセッサ220にルーティングしてもよい。ポートプロセッサ220は、各制御パケットのコンテンツを抽出してもよく、1つ以上の発信制御パケット226の形で適切な応答を生成してもよい。発信制御パケット226は、トラフィックジェネレータ250に提供されてもよい。トラフィックジェネレータ250は、発信制御パケットを発信検査トラフィック255の中に挿入してもよい。

【0033】

ポートユニット220から受信され得る制御パケット246の一つの形態は、MPLSラベルを割り当てるかまたはそれと結合するパケットであり得る。このようなパケットは、ネットワーク290内のLSPから発信し得る。パケット結合MPLSラベルは、ラベル分配プロトコル(LDP)、制約ベースのラベル分配プロトコル、ボーダゲートウェイプロトコル(BGP)、および、リソース予約プロトコル-トラフィック拡張(RSVP)、または、別のプロトコルに従い得る。各プロトコルは、異なる専門用語を用いるが、MPLSラベルを割り当てるパケットは、一般的にMPLSラベルおよびラベル状態セット、または、MPLSラベルを使用するための状態のセットと関連する。次いで、MPLSラベルは、関連付けられたラベル状態セットを満たす各生成されたパケット内へ組み込まれ得る。各ラベル状態セットは、一般的に、使用されるべきMPLSラベルのためのIP送信先アドレスのセットまたは範囲を含む。ラベル状態セットは、例えば、IP発信元アドレスのセットまたは範囲、サービスレベルの1つ以上の優先度または品質、および、MPLSラベルを使用するための他の状態などといった他の情報を含み得る。ラベル状態セットはまた、MPLSラベルを使用するための制約（例えば、最高データ速度）を含み得る。MPLSラベルおよびラベル状態セットに関連するパケットを受信する際、ポートプロセッサ220は、MPLSラベルの受信を承認するかまたは異なるラベルを取り決める試みをする1つ以上のパケットを生成し得る。一旦、1つ以上の状態セットについて取り決められると、ポートプロセッサ220は、トラフィックジェネレータにMPLSラベル224を提供し得る。

【0034】

ポートプロセッサ220は、第1メモリ内に、ラベル追跡データ232を記憶し得る。ラベル追跡データは、各ラベル状態セットと、対応する関連するMPLSラベルとが関連付けられているリスト、テーブル、または、他のデータ構造の形式であり得、また、各MPLSラベルがトラフィックジェネレータ250内のどこに記憶されるべきかを追跡する。トラフィックジェネレータ250は、ストリームデータメモリ270として識別される第2のメモリを含み得、当該第2のメモリは、ストリーム形成データ222、および、ある場合には、MPLSラベル224を記憶する。トラフィックジェネレータ250は、ラベルマップ275として識別される第3のメモリを任意に含み得、当該第3のメモリは、特にMPLSラベルを記憶する。

【0035】

ここで図3を参照し、例示的なトラフィックジェネレータ350は、パケットの1つ以上のインターリーブストリームからなる発信検査トラフィック355を生成し得る。例示的なトラフィックジェネレータ350は、図2のトラフィックジェネレータ250であり

10

20

30

40

50

得、図 1 に示すようなネットワークカード 1 1 4 の全部または一部であり得る。トラフィックジェネレータ 3 5 0 は、ストリームデータメモリ 3 7 0、スケジューラ 3 5 2、バックグラウンドエンジン 3 5 4、フィルエンジン 3 5 6、チェックサムエンジン 3 5 8、バックエンドエンジン 3 6 0、および制御パケットマルチプレクサ 3 6 2 を含み得る。トラフィックジェネレータは、ラベルマップメモリ 3 7 5 を任意に含み得る。

【 0 0 3 6 】

本文献の記述において、用語「エンジン」は、記述した機能を実行するハードウェアの集合体を意味し、これはファームウェアおよび/またはソフトウェアによって増強することができる。エンジンは、通常、主に機能的な用語を用いてエンジンを記述するハードウェア記述言語 (HDL) を用いて設計され得る。このような HDL 設計は、HDL シミュレーションツールを用いて検証され得る。次に、検証される HDL 設計は、一般に「合成」と呼ばれるプロセスにおいてゲートネットリストまたは他のエンジンの物理的な記述に変換され得る。この合成は、合成ツールを用いて自動的に行うことができる。ゲートネットリストまたは他の物理的な記述は、フィールドプログラマブルゲートアレイ (FPGA)、プログラマブルロジックデバイス (PLD)、またはプログラマブルロジックアレイ (PLA) のようなプログラマブル半導体デバイスにおいてエンジンを実装するためにプログラミングコードにさらに変換される。ゲートネットリストまたは他の物理的な記述は、エンジンを特定用途向け集積回路 (ASIC) 内にて製造するためのプロセス命令およびマスクに変換され得る。

【 0 0 3 7 】

本文献の記述において、用語「ユニット」もハードウェアの集合体を意味し、これは「エンジン」よりも大規模であってもよい。例えば、ユニットには複数のエンジンを含んでもよく、これらの一部が並列に同様な機能を実行していてもよい。用語「エンジン」および「ユニット」は、いかなる物理的な分離または境界をも暗示していない。一または複数のユニットおよび/またはエンジンのすべてまたは一部を、ネットワークカード 1 1 4 のような共通のカード上に共に配置してもよく、共通の FPGA、ASIC、または他の回路デバイス内に共に配置してもよい。

【 0 0 3 8 】

図 3 において、破線矢印はデータのフローを示し、実線矢印は、データのフローをともに一連の演算を示している。スケジューラ 3 5 2、バックグラウンドエンジン 3 5 4、フィルエンジン 3 5 6、チェックサムエンジン 3 5 8、バックエンドエンジン 3 6 0、および、制御パケットマルチプレクサ 3 6 2 は、それらの各機能を連続的にまたは並行して実行し得るか、あるいは、連続的および並行の一部の組み合わせで実行し得る。スケジューラ 3 5 2、バックグラウンドエンジン 3 5 4、フィルエンジン 3 5 6、チェックサムエンジン 3 5 8、バックエンドエンジン 3 6 0、および、制御パケットマルチプレクサ 3 6 2 は、少なくとも一部において、多数のパケットがトラフィックジェネレータ 3 5 0 の異なる部分において同時に処理され得るようなパイプラインであり得る。

【 0 0 3 9 】

ストリームデータメモリ 3 7 0 は、ポートプロセッサ 2 2 0 等のポートプロセッサから、あるいは、ネットワーク検査を管理かつ監視し得る別のコンピュータ (図示せず) から、受信されたストリーム形成データ 3 2 2 を記憶し得る。ストリームデータメモリ 3 7 0 は、検査セッションを構成する複数のストリームを定義するストリーム形成データを記憶し得る。ストリームデータメモリ 3 7 0 は、各ストリームについて 1 つ以上のバックグラウンドテンプレート 3 7 4 を含むバックグラウンドテーブルを含み得る。各バックグラウンドテンプレート 3 7 4 は、対応するストリーム内の各パケットの一般的な構造を定義し得、また、各パケットの固定コンテンツを含み得る。バックグラウンドテーブルが所与のストリームについて複数のバックグラウンドテンプレート 3 7 4 を含む場合、テンプレートは連続的に使用され得る。ストリームデータメモリ 3 7 0 はまた、各ストリームについて、各パケット内のデータ定義可変コンテンツフィールド、各パケットの長さを設定するためのデータまたは命令、および、各パケットのペイロードを満たすためのデータまたは

命令を含み得る。各パケット内の可変コンテンツフィールドは、UDF定義データ376により定義されたユーザ定義フィールド(UDF)、および、チェックサム定義データ378により定義されたチェックサムフィールドを含み得る。ストリームデータメモリ370はまた、各ストリームについて、ストリームスケジューラが適切な時間間隔において各ストリームを含むパケットをスケジューリングするのに必要なタイミング情報372を含み得る。ストリームデータメモリ370はまた、他のデータおよび命令を含み得る。

【0040】

ストリームデータメモリ370は、ダイナミックランダムアクセスメモリ(DRAM)またはスタティックランダムアクセスメモリ(SRAM)であり得る。ストリームデータメモリ370は、トラフィックジェネレータ350の全てまたは他の一部を含む、ASIC、FPGA、または、他の回路装置内で実行され得る。ストリームデータメモリ370は、ASIC、FPGAまたは他の機器の外部に存在するDRAMまたはSRAMメモリチップを用いて全体的または部分的に実行され得る。

【0041】

スケジューラ352が、パケットが特定のストリームのために生成されるべきであるかを決定する場合、バックグラウンドエンジン354は、バックグラウンドテーブルから適切なバックグラウンドテンプレート374を検索し得る。バックグラウンドエンジン354は、スケジューラ352またはバックグラウンドエンジン354により決定されるパケット全長を達成するために、バックグラウンドテンプレート374のペイロード部分を拡張または切り捨て得る。

【0042】

フィルエンジン356は、ストリームデータメモリ370に記憶されたストリーム形成データに基づいて、パケットテンプレート上に可変コンテンツフィールドデータを満たすか、またはオーバーレイし得る。フィルエンジン356は、パケットのペイロード部分を満たし得る。フィルエンジンはまた、UDF定義データ376に基づいてユーザ定義フィールドを満たし得る。各UDFは、例えば、パケットの開始からのオフセット等の位置により定義され得る。各UDFは更に、生成されるパケット中のUDFのコンテンツを生成するために必要なタイプおよび追加データにより定義され得る。例えば、あるタイプのUDFは、初期値、増分値、および、最大値により定義されるカウンタフィールドであり得る。更に例えば、別のタイプのUDFは、順番に用いられる値のテーブルから選択された値で満たされたテーブルフィールドであり得る。

【0043】

別のタイプのUDFは、メモリから値を検索するためのアドレスを生成するために用いられ得るポインタを含むポインタUDFであり得る。ポインタは、アドレス内に論理的または数学的に組み込まれ得る。例えば、ポインタ値は、メモリから値を読み込むためのアドレスを生成するために、所定の定数により乗算され得るか、および/または、所定のオフセットが追加され得る。テーブルUDFまたはポインタUDFは、パケットにMPLSラベルを挿入するのに特に適しているものであり得る。

【0044】

特定のネットワークのための検査セッションは、1つ以上(一般的に多数)のLSR上でパケットを通信するよう設計され得る。しかしながら、MPLSラベルは、検査されるネットワーク内でLSR間の取り決めにより割り当てられるので、実際のMPLSラベルは、検査セッションが開始された後でないと分からないものであり得る。それに加えて、MPLSラベルは、検査セッション中(例えば、1つ以上のLSRが失敗した場合、または再起動した場合)に変化し得る。

【0045】

トラフィックジェネレータハードウェアは、ラベルマップメモリ375を含まず、各MPLSラベルは、ストリームデータメモリ370内に記憶されたストリーム形成データのユーザ定義フィールドであり得る。この場合、各ストリームに関連付けられたMPLSラベル(複数も含む)、UDF定義データ376内に記憶され得る。この場合、MPLS

10

20

30

40

50

ラベル 324 は、ストリームデータメモリ 370 内の特定の位置に記憶され得る。ここで留意すべきは、所与の M P L S ラベルが多数のストリーム（例えば、同じ発信元アドレスおよび送信先アドレス間で送信された異なるタイプのパケット）により使用され得ること、および、各ストリームが多数の M P L S ラベル（同じ発信元から異なる送信先へ送信されたパケットについての M P L S ラベル）を使用し得ることである。したがって、M P L S ラベル 324 は、ストリームデータメモリ 370 内の多数の位置に記憶される必要があり得る。

【0046】

トラフィックジェネレータハードウェアは、検査セッションを設計中に、例えば対応するラベル状態セットと連続的にまたは無作為に関連付けられ得る、ラベルマップメモリ 375、複数のラベル状態セット識別子（L C S I D）を含む。M P L S ラベルを含むストリームを定義するストリーム定義データは、ポインタ値が L C S I D のうちの 1 つに設定される 1 つ以上のポインタ U D F を含み得る。次いで、L C S I D は、ラベルマップメモリ 375 から関連付けられた M P L S ラベルを検索するためのアドレスを生成するために使用され得る。ラベルマップメモリ 375 は、ストリームデータメモリ 370 から分離され得るか、または、その一部であり得る。ポートプロセッサ 220 は、M P L S ラベルを、被検査ネットワーク 290 から受信される M P L S ラベルとしてラベルマップメモリ 375 内の適切な位置に記憶し得る。ラベルマップメモリ 375 は、ポートプロセッサ 220 に、ラベルマップメモリ 375 の単一の位置のみに新たに受信したラベルを書き込ませることができる。

【0047】

フィルエンジン 356 がペイロードのコンテンツおよびユーザ定義フィールドのコンテンツをバックグラウンドテンプレートに挿入した後、チェックサムエンジン 358 は、生成されるパケットについてチェックサム定義データ 378 により定義されるように 1 つ以上のチェックサムを計算し得る。チェックサムエンジン 358 は、1 つ以上の計算されたチェックサムをバックグラウンドテンプレートに挿入し得る。バックエンドエンジン 360 は、周期的冗長検査値および / またはタイムスタンプを各パケットに、被検査ネットワーク 290 に対する送信のためのネットワークインターフェースユニット（ネットワークインターフェースユニット 280 等）に送信される検査トラフィック 355 として追加し得る。

【0048】

トラフィックジェネレータ 350 はまた、外部プロセッサ（ポートプロセッサ 220 等）から制御パケットを受信する制御マルチプレクサ 362 を含み得、制御パケットを発信検査トラフィックにインターリーブする。

【0049】

スケジューラ 352、バックグラウンドエンジン 354、フィルエンジン 356、チェックサムエンジン 358、制御マルチプレクサ 362、および、バックエンドエンジン 360 は、論理アレイ、メモリ、アナログ回路、デジタル回路、ソフトウェア、ファームウェア、および、プロセッサ（マイクロプロセッサ等）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（F P G A）、特定用途向け集積回路（A S I C）、プログラマブルロジックデバイス（P L D）、および、プログラマブルロジックアレイ（P L A）のうちの 1 つ以上を含み得る。トラフィックジェネレータ 350 のコンポーネントの物理的な分配は、図 3 に示すような機能的な分配と異なってもよい。それによって、所与の機能的コンポーネントまたはブロックは、2 つ以上の回路装置間で分割されていてもよく、また、単一の回路装置は、2 つ以上の機能的コンポーネントまたは全ての機能コンポーネントのうちの全てまたは一部を含んでいてもよい。

【0050】

ここで図 4 を参照し、ポートプロセッサ 220 であり得るポートプロセッサ 420 は、プロセスユニット 428 およびメモリ 430 を含み得る。ポートプロセッサ 420 は、検査アドミニストレータ 405、トラフィックレシーバ 440、およびトラフィックジェネ

10

20

30

40

50

レータ 450 (それらはそれぞれ検査アドミニストレータ 205、トラフィックレシーバ 240 およびトラフィックジェネレータ 250 であり得る) と通信し得る。メモリ 430 は、プログラム (オペレーティングシステム 436 およびアプリケーション 434 等) ならびにデータ (ラベル追跡データ 432 等) の両方を記憶するために使用され得る。メモリ 430 は、多数のメモリ機器およびメモリタイプを含み得る。例えば、メモリ 430 は、オペレーティングシステム 436 の全てまたは一部を記憶するための固定読取専用メモリまたはプログラム可能読取専用メモリ、ならびに、アプリケーションおよびデータを記憶するための揮発性ランダムアクセスメモリまたは非揮発性ランダムアクセスメモリを含み得る。メモリ 430 は、カーネル空間 435 およびアプリケーション空間 431 に論理的に分割され得る。オペレーティングシステム 436 の全ての部分は、カーネル空間 435 に記憶され得る。

10

【0051】

メモリ 430 に記憶されるプログラムは、MPLS ラベルを管理するための 1 つ以上のデーモンを含み得る。図 4 の例において、個別のデーモン 438A、438B、および 438C は、LDP、BGP、および RSVP プロトコルをそれぞれ用いて受信された MPLS ラベルを管理するためのメモリ 430 に記憶される。それ以上またはそれ以下のデーモンは、メモリ 430 に記憶され得る。1 つ以上の MPLS ラベルを割り当てる制御パケット 446 がトラフィックレシーバ 440 から受信される場合、適切なデーモン 438A、438B、438C は、ポートプロセッサが、各 MPLS ラベルおよび対応するラベル状態セットをパケットから抽出するように、かつ、各 MPLS ラベルをトラフィックジェネレータ 450 内の適切な位置に記憶するように、実行され得る。例えば、デーモンは、受信された制御パケットからの様々な送信先 IP アドレスを含む、MPLS ラベルおよびラベル状態セットを抽出し得る。デーモンは、対応するラベル状態セットを識別するため、かつ、MPLS ラベルが記憶されるべきトラフィックジェネレータ 450 内のメモリ位置を識別するために、予め記憶されたラベル追跡データ 432 を参照し得る。次いで、デーモンは、抽出された MPLS ラベルを、ストリームデータメモリ 470 内の 1 つ以上の位置に、および / または、トラフィックジェネレータ 450 内のラベルマップメモリ 475 に、記憶し得る。デーモンはまた、新たに受信されたラベルの 1 つ以上のアプリケーションプログラム 434、オペレーティングシステム 436、および、検査アドミニストレータ 405 を通知し得る。

20

30

【0052】

図 5 は、トラフィックジェネレータがラベルマップメモリを含まない場合に使用される、ラベル追跡データ 532 およびストリームデータメモリ 570 の例示的な編成を示す。この場合、ラベル追跡データ 532 は、各ラベル状態セットをストリームデータメモリ 532 内の 1 つ以上の位置と関連付けるために、各ラベル状態セットおよびデータを一意的に識別するためのデータを含み得る。この例において、ストリームデータメモリは、ストリーム 0、ストリーム 1、および、ストリーム 2 として識別される、3 つのストリームに関するストリーム形成データを含む。ストリーム 0 についてのストリーム形成データは、ストリーム 0 内の全パケットに組み込まれ得る、ラベル 0 を含む。同様に、ストリーム 1 についてのストリーム形成データは、ストリーム 1 内の全パケットに組み込まれ得る、ラベル 1 を含む。ストリーム 2 についてのストリーム形成データは、例えば、ストリーム 2 内のパケットとして順に生成されるように使用され得る N ラベル (ラベル 0 からラベル N - 1) のリストを含む。

40

【0053】

ラベル追跡データ 532 は、ラベル状態セット 0 からラベル状態セット N - 1 についての各ラベル状態セットを一意的に識別するデータを含み得る。例えば、各ラベル状態セットは、様々な送信先 IP (インターネットプロトコル) アドレスを含み得る。各状態セットは、他の情報 (例えば、様々な発信元 IP アドレスおよび / またはサービスレベルの優先度もしくは品質) を含み得る。IP 以外のプロトコルに従うパケットについての MPLS ラベルは、他のタイプの状態と関連付けら得る。ラベル追跡データはまた、各ラベル状

50

態セットについて、対応するMPLSラベルがストリームデータメモリ570に記憶されるべきアドレスまたは位置を含み得る。この例では、ラベル状態セット0およびラベル状態セット1の各々と関連付けられた2つのアドレスと、ラベル状態セットN-1に関連付けられた1つアドレスがある。表記「追加_i, j」は、ラベルiがストリームjについてストリーム形成データ内に記憶されるべきであるアドレスを意味する。

【0054】

図6は、トラフィックジェネレータがラベルマップメモリ675を含む場合に使用される、ラベル追跡データ632およびストリームデータメモリ670の例示的な編成を示す。ラベルマップメモリ670は、MPLSラベルをそれぞれ含む、複数の独立した読取可能かつ書込可能なワードとして編成されたメモリであり得る。例示的なラベルマップメモリ670は、N MPLSラベル（一般的にラベル0からラベルN-1に指定される）、および、それぞれラベル状態セットID番号（LCSID）0からN-1に関連付けられる。ラベル状態セットに対応するMPLSラベルは、ラベルマップ675内に連続的に記憶され得る。この例において、ストリームデータメモリ670は、ストリーム0、ストリーム1、およびストリーム2として識別される、3つのストリームについてのストリーム形成データを含む。しかしながら、図5の例とは対照的に、ストリームデータメモリ670内のストリーム形成データは、MPLSラベルを含まないが、ラベルマップメモリ内の対応するラベルをポイントするLCSIDを含む。

【0055】

検査セッションの間、ポートプロセッサ（ポートプロセッサ450等）は、特定のラベル状態セットに関連付けられたMPLSラベルを割り当てるかまたは変更する制御パケットを受信し得る。次いで、ポートプロセッサは、特定の状態セットに関連付けられたLCSIDを検索するためにラベル追跡データ632を使用し得る。次いで、ポートプロセッサは、ラベルマップメモリ675の適切な位置にMPLSラベルを記憶するためのアドレスを生成するために、検索されたLCSIDを使用し得る。例えば、LCSIDは、ラベルマップメモリ675にMPLSラベルを書き込むために使用されるアドレスを形成するために、所定のスケール因子により乗算され得るか、および/または、所定のオフセットが追加され得る。ラベルマップメモリ675内の特定のラベル状態セットについてのMPLSラベルを変更すると、そのラベルを使用する各ストリームを効率的に変更する。

【0056】

[プロセスの説明]

ここで図7を参照し、トラフィックを生成するためのプロセス700は710において開始でき、多数のパケットが生成された後、またはオペレータの動作（図7には示さず）によって停止されると、790において終了できる。このプロセス700は、ラベルマップメモリを含まない、トラフィックジェネレータ350などのトラフィックジェネレータを使用してトラフィックを生成するのに適切であり得る。

【0057】

720において、検査セッションが設計されてもよい。検査セッションの設計は、例えば、ポートユニット216などの1つ以上のポートユニットに接続される、検査アドミニストレータ205などの検査アドミニストレータコンピューティングデバイスによって行われてもよい。722において、検査セッションを設計することは、ネットワークまたはネットワーク機器のアーキテクチャを決定または定義することを含み得る。ネットワークアーキテクチャを決定することは、1つ以上のラベル状態セットおよび対応するMPLSラベルを取り決めること、ならびに各々の状態セットと個々のラベル状態セット識別子（LCSID）とを関連付けることを含んでもよい。

【0058】

724において、検査セッションの間に生成されるストリームが定義されてもよく、ストリーム形成データが作成されてもよい。ストリーム形成データは、各ストリームに関して、1つ以上のバックグラウンドテンプレート、UDF定義データ、チェックサム定義データ、および他のデータを含んでもよい。バックグラウンドテンプレートおよび/または

10

20

30

40

50

UDF定義データの少なくとも一部は、挿入されるMPLSラベルについての1つ以上の位置を含んでもよい。

【0059】

726において、ラベル追跡データは、各LCSIDに関連付けられた個々のMPLSラベルが724において作成されたストリーム形成データ内に記憶されるべき場所を追跡するために作成されてもよい。

【0060】

730において、724において作成されたストリーム形成データおよび726において作成されたラベル追跡データは、検査セッションを開始するために少なくとも1つのポートユニットに送られてもよい。通常、検査セッションは複数のポートユニットに關与し得る。この場合、複数のポートユニットの各々は、ポートユニットにおいて発生するストリームのためだけのストリーム形成データおよびラベル追跡データを受信してもよい。ストリーム形成データは、例えば、各ポートユニットにおいてトラフィックジェネレータ250などのトラフィックジェネレータ内のストリームデータメモリに記憶されてもよい。ラベル追跡データは、例えば、各ポートユニットにおいてポートプロセッサ220などのポートプロセッサのメモリ内に記憶されてもよい。

【0061】

740において、ポートユニットは、ポートユニットにおいて発生するストリームと関連付けられる新規のMPLSラベルを含む制御パケットを受信してもよい。一部の場合、制御パケットは、複数の状態セットのそれぞれに割り当てられた複数のMPLSラベルを含んでもよい。MPLSラベルを含む制御パケットは、被検査ネットワーク内のルータによって自発的に提供されてもよい。ポートユニットは、ポートユニットにおいて発生または終了するストリームの一部または全てのためのMPLSラベルを要求する制御パケットを生成し、送信してもよく、被検査ネットワーク内のルータは、それらの要求に応答してMPLSラベルを提供してもよい。検査セッションが複数のポートユニットに關与する場合、各ポートユニットは、ポートユニットにおいて発生および/または終了するストリームのためだけのMPLSラベルを受信してもよい。

【0062】

742において、各MPLSラベルおよび関連付けられたラベル状態セットは制御パケットから抽出されてもよい。744において、各々の抽出されたMPLSラベルは、730においてポートユニットに送信されたラベル追跡データに従って記憶されてもよい。特に、ラベル追跡データは、742において制御パケットから抽出されたラベル状態セットと一致するラベル状態セットを識別するために検索されてもよい。適切なラベル状態セットが識別されると、MPLSラベルは、ラベル追跡データから検索されたアドレスを使用してポートユニットにおけるストリーム形成データ内に記憶されてもよい。

【0063】

746において、他の関心のあるパーティに、新しく受信されたMPLSラベルが通知されてもよい。他の関心のあるパーティは、検査アドミニストレータ205などの検査アドミニストレータ、ポートプロセッサで動作するオペレーティングシステム、およびポートプロセッサで動作する1つ以上のアプリケーションプログラムのいずれかまたは全てを含んでもよい。

【0064】

740から746におけるMPLSラベルの受信および保存は、検査セッションの設計の間に頻繁に起こってもよいが、検査セッションの間にも起こってもよい。例えば、ネットワーク内のルータが失敗するか、または再起動される場合、MPLSラベルは、被検査ネットワークによって変更されてもよく、あるいはネットワークの種々の部分内の負荷を分散するために変更されてもよい。このように740から746における動作は、検査セッションの全体にわたって検査トラフィックの生成を中断して、および中断せずに、並行して周期的に行われてもよい。740から746の動作は、ポートプロセッサで動作するデーモン438A - 438Cなどのデーモンによって行われてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 5 】

検査トラフィックは、トラフィックジェネレータ 2 5 0 などのトラフィックジェネレータによって 7 6 0 において生成されてもよい。7 6 2 から 7 7 4 の動作は、単一のポートユニットにおいて単一の packets を生成する。これらの動作は、検査セッションの間、数千または数万回でも周期的に行われてもよい。簡略化するために、7 6 2 から 7 7 4 の動作は、後の packets の生成が開始される前に、各 packets が完結されているかのように記載されている。しかしながら、7 6 2 から 7 7 4 の動作はパイプライン形式で行われてもよく、それによって、複数の packets が、プロセス 7 6 0 の異なる段階で同時に生成される。

【 0 0 6 6 】

10

7 6 2 において、生成される packets のための packets テンプレートが、7 2 4 において作成されたストリーム形成データの少なくとも一部を記憶するストリームデータメモリから検索されてもよい。生成される packets は、複数のユーザ定義フィールド (U D F) を含んでもよい。1 つ以上のユーザ定義フィールドは M P L S ラベルを含んでもよい。7 6 4 において、U D F はストリーム形成データに従って満たされてもよい。U D F を満たすことは、ストリーム形成データから検索された 1 つ以上の M P L S ラベルで packets テンプレートをオーバーレイすることを含んでもよい。

【 0 0 6 7 】

7 7 0 において packets が完結されてもよい。packets を完結することは、packets のペイロードの部分を満たすこと、チェックサムを計算し、挿入すること、周期的冗長検査を計算し、挿入すること、タイムスタンプを挿入すること、および他の動作を含んでもよい。7 7 0 において完結された packets は、7 7 2 において被検査ネットワークに送信されてもよい。

20

【 0 0 6 8 】

7 7 4 において、追加の packets が生成されるべきかの決定が行われてもよい。追加の packets が必要とされる場合、プロセス 7 0 0 は 7 6 2 から周期的に継続してもよい。全ての packets が生成される場合、プロセス 7 0 0 は 7 9 0 において終了してもよい。

【 0 0 6 9 】

packets 8 6 4 を生成するために、図 3 のトラフィックジェネレータ 3 5 0 などのトラフィックジェネレータによって行われる例示的な動作を図 8 に概略的に示す。packets 8 6 4 を生成するために、バックグラウンドエンジン 8 5 4 は、ストリームデータメモリ 8 7 0 からテンプレート 8 7 4 を検索してもよい。テンプレート 8 7 4 は packets の構造を定義してもよく、packets ヘッダおよび packets ペイロードの固定コンテンツ (中実の影付きで示した) を含んでもよい。テンプレートは、可変のコンテンツフィールド (影を付けないで示した) のための位置を提供してもよい。

30

【 0 0 7 0 】

フィルエンジン 8 5 6 は、バックグラウンドエンジン 8 5 4 によって検索されたテンプレート 8 7 4 を受信してもよい。フィルエンジン 8 5 6 は、ユーザ定義データをテンプレートにおける U D F 位置に挿入してもよい。この例において、U D F の 1 つは、M P L S ラベル 8 2 4 (二重の網掛けで示す) で満たされる。例示的な packets 8 6 4 は 6 個のさらなる U D F を含む。各 U D F は、ストリームデータメモリ 8 7 0 からストリーム形成データに従って満たされてもよい。packets 8 6 4 における満たされたさらなる U D F は、対角線上に網掛けを付けて示し、文字 U により識別される。図 8 に示す U D F の数および位置は任意である。packets は、6 個より多いまたは少ない U D F 、および 1 個より多いまたは少ない M P L S ラベルを有してもよい。フィルエンジン 8 5 6 はまた、packets 8 6 4 のペイロード 8 6 8 の部分を満たしてもよい。

40

【 0 0 7 1 】

フィルエンジンがペイロード 8 6 8 、ユーザ定義フィールド U 、および M P L S ラベル 8 2 4 を追加した後、チェックサムエンジン 8 5 8 は、1 つ以上のチェックサムを計算し、packets 8 6 4 に挿入してもよい。例示的な packets 8 6 4 は、対角線に網掛けを付け

50

て示し、文字Cによって識別される、2つのチェックサムフィールドを含んでもよい。パケット864におけるチェックサムフィールドの位置は任意である。パケットは2つより多いまたは少ないチェックサムフィールドを有してもよい。パケット864を完結するために、バックエンドエンジン（図8に示さない）が、周期的冗長検査値および/またはタイムコードを、送信されるパケット864に挿入してもよい。

【0072】

ここで図9を参照し、トラフィックを生成するためのプロセス900は、ラベルマップメモリを含む、トラフィックジェネレータ350などのトラフィックジェネレータを使用してトラフィックを生成するのに適し得る。プロセス900は、910において開始してもよく、多数のパケットが生成された後、またはオペレータ動作（図9に示さない）によって停止されると、990において終了してもよい。

10

【0073】

920において、検査セッションが設計されてもよい。検査セッションを設計することは、924において作成されたストリーム形成データがMPLSラベルを記憶するための位置よりむしろLCSIDを含み得ることを除いて、図7に併せて記載される動作720～726と同様であってもよい。さらに、926において作成されたラベル追跡データは、各ラベル状態セットを定義し、各LCSIDを、ストリーム形成データ内の位置よりむしろ、ラベルマップメモリ内の位置に関連付けるデータを含んでもよい。

【0074】

930において、924において作成されたストリーム形成データおよび926において作成されたラベル追跡データは、検査セッションを開始するために少なくとも1つのポートユニットに送信されてもよい。検査セッションが複数のポートユニットに参与する場合、複数のポートユニットの各々は、ポートユニットにおいて発生するストリームのためだけのストリーム形成データおよびラベル追跡データを受信してもよい。ストリーム形成データは、例えば、各ポートユニットにおいてトラフィックジェネレータ250などのトラフィックジェネレータ内のストリームデータメモリに保存されてもよい。ラベル追跡データは、例えば、各ポートユニットにおいてポートプロセッサ220などのポートプロセッサのメモリ内に記憶されてもよい。

20

【0075】

940～946から、ポートユニットは、ポートユニットにおいて発生するストリームに関連付けられたMPLSラベルを含む制御パケットを受信し、記憶してもよい。940～946の動作は、944において、MPLSラベルが、ラベルマップメモリにおける個々の位置に記憶され得ることを除いて、動作740～746と同様であり得る。

30

【0076】

940～946におけるMPLSラベルの受信および記憶は、検査セッションを開始している間、頻繁に行われてもよく、また、検査セッション全体にわたって検査トラフィックの生成を中断して、および中断せずに、並行して周期的に行われてもよい。940～946の動作は、ポートプロセッサで作動している、デーモン438A～438Cなどのデーモンによって行われてもよい。

【0077】

検査トラフィックは、トラフィックジェネレータ250などのトラフィックジェネレータによって960において生成されてもよい。962および970～974における動作は、動作762および770～774と同様であり得る。

40

【0078】

964において、トラフィックジェネレータは、962において検索されたパケットテンプレートにおけるラベルフィールドからLCSIDまたは他のポイントを抽出してもよい。966において、964からのLCSIDまたはポイントは、ラベルマップメモリから個々のMPLSラベルを読み取るために使用されてもよい。968において、MPLSラベルは、パケットテンプレートに挿入されてもよい。MPLSラベルは、LCSIDを最初に保持したラベルフィールドに挿入されてもよい。

50

【 0 0 7 9 】

9 7 0において、パケットは完結されてもよい。パケットを完結することは、他のU D Fを満たすこと、パケットのペイロードの部分を満たすこと、チェックサムを計算し、挿入すること、周期的冗長検査を計算し、挿入すること、タイムスタンプを挿入すること、および他の動作を含んでもよい。9 7 0において完結したパケットは9 7 2において被検査ネットワークに送信されてもよい。

【 0 0 8 0 】

9 7 4において、追加パケットが生成されるべきかの決定がなされてもよい。追加パケットが必要とされる場合、プロセス9 0 0が9 6 2から周期的に継続してもよい。全てのパケットが生成される場合、プロセス9 0 0は9 9 0において終了してもよい。

10

【 0 0 8 1 】

パケット1 0 6 4を生成するためにラベルマップメモリを含むトラフィックジェネレータによって行われる例示的な動作を図1 0に概略的に示す。M P L Sラベル1 0 2 4をパケットに挿入するために行われる動作を除いて、動作は図8に併せて記載されるものと同様である。同様の動作の詳細な説明は繰り返さない。

【 0 0 8 2 】

バックグラウンドエンジン1 0 5 4は、ストリームデータメモリ1 0 7 0からテンプレート1 0 4 5を検索してもよい。テンプレートは、交差した網掛けを付けて示し、文字「P」で識別したL C S I D 1 0 8 2または他のポインタを含んでもよい。

【 0 0 8 3 】

フィルエンジン1 0 5 6は、バックグラウンドエンジン1 0 5 4からテンプレート1 0 7 4を受信してもよい。フィルエンジン1 0 5 6は、テンプレート1 0 4 5からL C S I D 1 0 8 2を抽出してもよい。次いで、フィルエンジン1 0 5 6は、ラベルマップ1 0 7 0からM P L Sラベル1 0 2 4を読み取るためのアドレスを生成するためにL C S I D 1 0 8 2を使用してもよい。フィルエンジン1 0 5 6は、M P L Sラベルを、以前にL C S I Dによって占められた交差した網掛けを付けて示し、文字「L」によって識別された位置内のパケット1 0 6 4に挿入してもよい。

20

【 0 0 8 4 】

フィルエンジンはまた、上記のようにペイロード1 0 6 8および追加のユーザ定義フィールドUを追加してもよい。チェックサムエンジン1 0 5 8は、1つ以上のチェックサムを計算し、パケット1 0 6 4に挿入してもよく、バックエンドエンジン(図1 0に示さない)は、周期的冗長検査値および/またはタイムコードを、送信されるパケット1 0 6 4に挿入してもよい。

30

【 0 0 8 5 】

[結びのコメント]

本文献を通して示される実施形態および例は、開示または請求される装置および手順に対する限定ではなく、例としてみなされるべきである。本文献に示される例の多くは、方法行為またはシステム要素の特定の組み合わせを含むが、それらの行為および要素は、同一の目的を達成する他の方法と組み合わせられ得ることが理解されるべきである。フローチャートに関しては、更なる工程やより少ないステップをとり得るものであり、図示したステップは、組み合わせられるかまたは更に洗練されることにより、本文献に記載される方法を達成し得る。一実施形態のみに関連して説明した行為、要素および特徴は、他の実施形態における同様の役割から除外されることを意図しない。

40

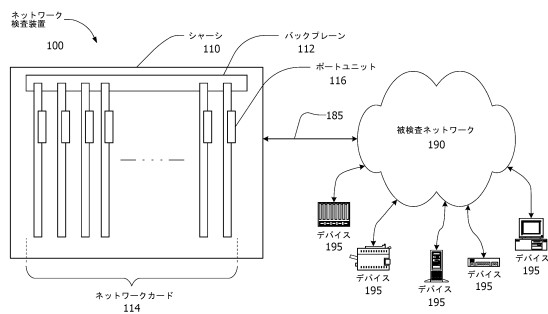
【 0 0 8 6 】

本文献で用いられる「複数」は、2つ以上であるということの意味する。本文献で用いられる、項目の「セット」は、そのような項目の1つ以上を含み得る。明細書または特許請求の範囲のいずれにおいても、本文献で用いられる「備える」、「含む」、「持つ」、「有する」、「包含する」、「伴う」等の用語は、オープンエンド、すなわち含むが限定しないことを意味すると理解されるべきである。特許請求の範囲に関しては、「から成る」および「から基本的に成る」という移行句のみが、それぞれ、閉じた移行句またはやや

50

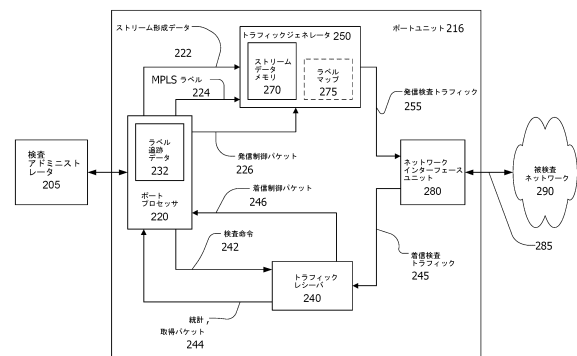
閉じた移行句である。特許請求の範囲において請求項要素を修飾する「第１」「第２」「第３」等の序数用語の使用は、それ自身ではいかなる優先順、優先度、または他の請求項に対するある請求項の順序、あるいは方法の行為が実行される時間的順序を暗示するものではなく、同一の名称を有する別の要素から特定の名称を有する１つの要素を区別し、請求項要素を区別するためのラベルとして単に使用されるものである（序数用語の使用を除く）。本文献で用いられる「および／または」は、列挙される項目が選択肢であることを意味するが、選択肢もまた列挙される項目の任意の組み合わせを含む。

【図 1】



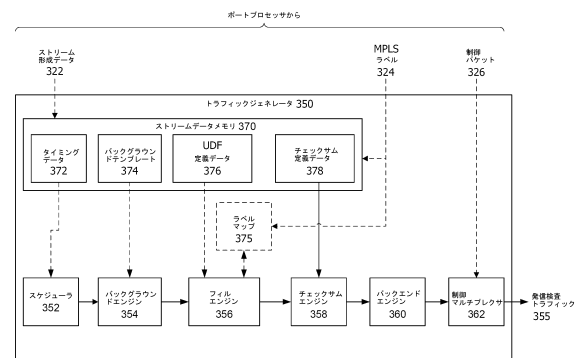
(c) 2010 Ixia

【図 2】



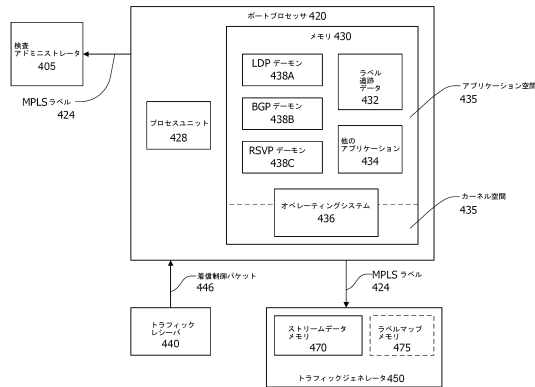
(c) 2010 Ixia

【図 3】



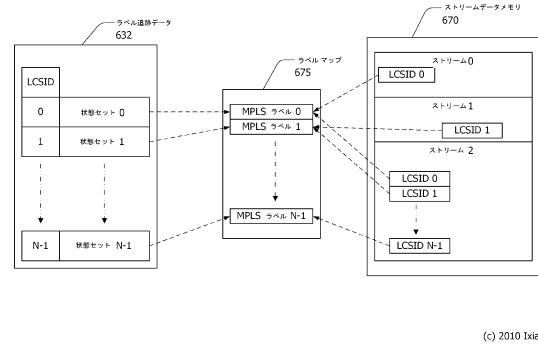
(c) 2010 Ixia

【 図 4 】



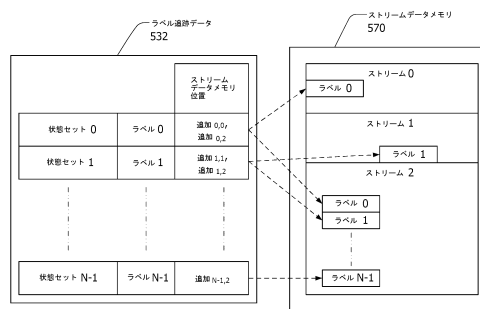
(c) 2010 Ixia

【 図 6 】

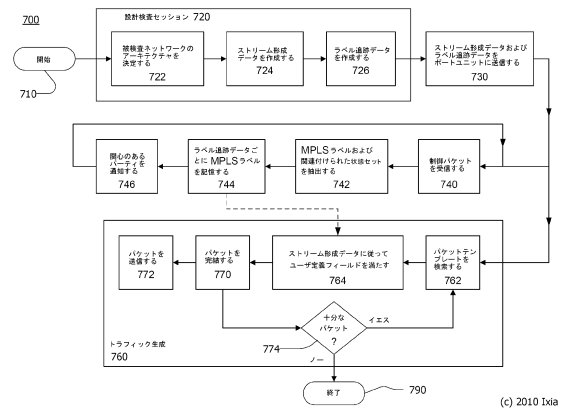


(c) 2010 Ixia

【 図 5 】

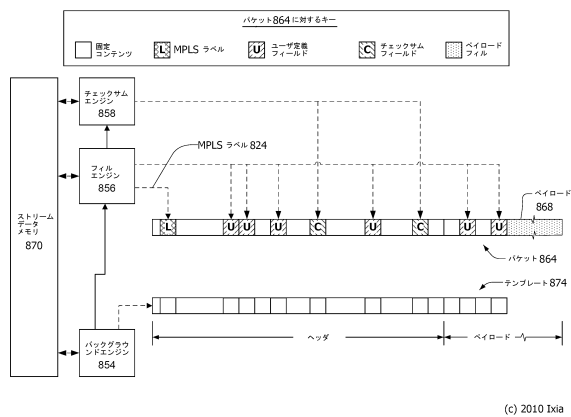


【圖 7】



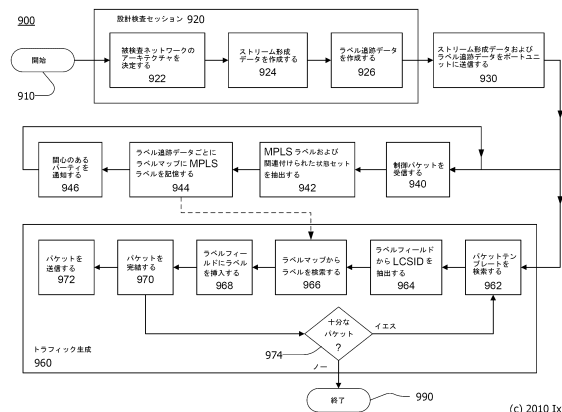
(c) 2010 Ixia

【 図 8 】



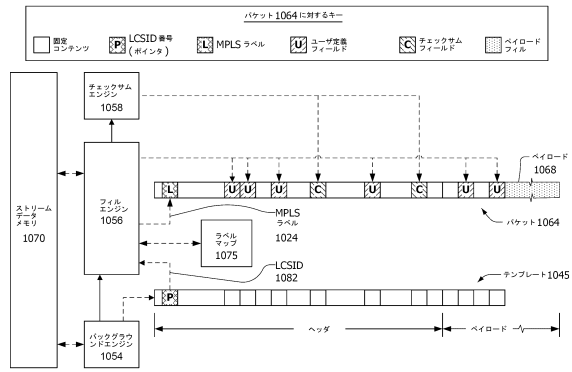
(c) 2010 Ixia

【 図 9 】



(c) 2010 Ixia

【図10】



(c) 2010 Ixia

フロントページの続き

(72)発明者 アルストン ヴィクター
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 オーク パーク

審査官 松崎 孝大

(56)参考文献 米国特許出願公開第2002/0194368(US, A1)
米国特許出願公開第2011/0069622(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04L 12/70
H04L 12/26
H04L 29/14