

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4765980号
(P4765980)

(45) 発行日 平成23年9月7日(2011.9.7)

(24) 登録日 平成23年6月24日(2011.6.24)

(51) Int.Cl.
H04L 12/56 (2006.01)

F I
H04L 12/56 I O O Z

請求項の数 9 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2007-90213 (P2007-90213)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成19年3月30日 (2007. 3. 30)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2008-252439 (P2008-252439A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成20年10月16日 (2008.10.16)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成21年8月7日 (2009.8.7)		弁理士 井上 学
		(72) 発明者	草間 一宏
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	前田周二
			神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地
			株式会社日立コミュニケーションテクノロ
			ジー キャリアネットワーク事業部内
		審査官	安藤 一暁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信ネットワークシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のデータ転送装置を備え、該複数のデータ転送装置間で通信路確立制御信号の転送により通信路を確立する通信ネットワークシステムであって、

前記複数のデータ転送装置は、制御情報転送手段を備え、

前記通信路確立制御信号は、前記通信路が提供するサービスの識別子を含み、

前記通信路確立制御信号は、前記サービスの識別子により識別されるサービスの特徴付ける、サービス属性を含み、

前記データ転送装置は、前記サービスの識別子と、前記サービスの属性と、に基づいて前記通信路確立制御信号によって確立される通信路の保守要件を特定し、

前記データ転送装置は、前記通信ネットワークシステムを構成するネットワーク資源の保守条件を保持し、

前記データ転送装置は、前記保守要件と前記保守条件を比較することで、前記保守要件を満足する前記ネットワーク資源を前記通信路確立制御信号によって確立される通信路のネットワーク資源として選択することを特徴とする通信ネットワークシステム。

【請求項 2】

請求項 1 記載の通信ネットワークシステムであって、

複数の管理ドメイン及び/又は複数のレイヤから構成され、

前記データ転送装置は、前記管理ドメイン間及び/又は前記レイヤ間での、通信路毎に制御可能なアダプテーション機能を備え、

前記データ転送装置は、前記サービスの識別子と、サービスの属性と、に基づいて前記アダプテーション機能の設定を行うことを特徴とする通信ネットワークシステム。

【請求項 3】

資源選択管理装置を備える、請求項 1 記載の通信ネットワークシステムであって、
前記データ転送装置は、前記資源選択管理装置に資源選択要求を送信する手段と、資源選択結果を受信する手段と、資源選択結果に基づいて前記通信路確立制御信号の転送により通信路を確立する手段、とを備え、

前記資源選択要求は、前記サービスの識別子とサービス属性とを含み、

前記資源選択管理装置は、前記サービスの識別子と、前記サービスの属性と、に基づいて前記通信路確立制御信号によって確立される通信路の保守要件を特定し、

前記資源選択管理装置は、前記通信ネットワークシステムを構成するネットワーク資源の保守条件を保持し、

前記資源選択管理装置は、前記保守要件と前記保守条件を比較することで、前記保守要件を満足する前記ネットワーク資源を選択することを特徴とする通信ネットワークシステム。

【請求項 4】

請求項 3 記載の通信ネットワークシステムであって、複数の管理ドメイン及び/又は複数のレイヤから構成され、

前記データ転送装置は、前記管理ドメイン間及び/又は前記レイヤ間での、通信路毎に制御可能なアダプテーション機能を備え、

前記資源選択管理装置は、前記サービスの識別子と、サービスの属性と、に基づいて使用するべき前記アダプテーション機能と前記アダプテーションの設定パラメータとを決定し、

前記データ転送装置は、前記決定された前記アダプテーション機能と前記アダプテーションの設定パラメータに基づいて、前記アダプテーションの設定を行うことを特徴とする通信ネットワークシステム。

【請求項 5】

請求項 2 又は 4 記載の通信ネットワークシステムであって、

前記アダプテーション機能は、前記データ転送装置が転送するデータの、カプセル化機能を有することを特徴とする通信ネットワークシステム。

【請求項 6】

請求項 2 又は 4 記載の通信ネットワークシステムであって、

前記アダプテーション機能は、前記データ転送装置が転送するデータの、フローを分配又は統合する機能を有することを特徴とする通信ネットワークシステム。

【請求項 7】

請求項 2 又は 4 記載の通信ネットワークシステムであって、

前記アダプテーション機能は、前記データ転送装置が転送するデータの、管理アラームを選択的に転送する機能を有することを特徴とする通信ネットワークシステム。

【請求項 8】

請求項 2 又は 4 記載の通信ネットワークシステムであって、

前記アダプテーション機能は、前記データ転送装置が転送するデータの、QoS マッピング機能を有することを特徴とする通信ネットワークシステム。

【請求項 9】

請求項 2 又は 4 記載の通信ネットワークシステムであって、

前記アダプテーション機能は、前記データ転送装置が転送するデータの、符号変換機能機能を有することを特徴とする通信ネットワークシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

通信路を確立する通信ネットワークにおける、通信路確立制御方式に関する。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 2 】

特に、管理ドメインまたは管理対象レイヤが複数存在する通信ネットワークにおいて、管理ドメインを跨って、或いはレイヤを跨って、通信路を確立する場合の通信路確立制御方式に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 3 】

通信ネットワークに通信路を動的に設定するための技術として、M P L S (IETF, RFC3031, E. Rosen他, "Multiprotocol Label Switching Architecture")、G M P L S (IETF, RFC3945, Eric Mannie他, "Generalized Multi-Protocol Label Switching Architecture") 等の技術がある。本技術は、G M P L S R S V P - T E (IETF, RFC3473, L. Berger他, "Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Signaling Resource ReserVation Protocol-Traffic Engineering (RSVP-TE) Extensions") 等のシグナリングプロトコルにより、波長スイッチや時分割多重装置やパケットスイッチ等のネットワーク装置により構成された通信ネットワーク上に、仮想的な通信路であるところのL S P (Label Switched Path) を設定する。

10

【 0 0 0 4 】

GMPLSネットワークが、複数のレイヤ又は複数の管理ドメインによって構成される場合に、レイヤ又は管理ドメインを跨った通信路をシグナリングにより確立する方式として、特許文献1記載の技術や非特許文献1記載の技術が知られている。

【 0 0 0 5 】

20

特許文献1記載の技術によれば、RSVP-TEにより通信路を確立する際に、各通信路を利用するサービス毎に、通信路が利用するリンク（すなわち下位レイヤの通信路）を決定することが可能となる。具体的には、下位レイヤの通信路にサービス識別子を予め付与しておき、上位レイヤのエッジノードがサービス識別子を載せて通信路確立要求を発行する。レイヤ境界のノードは、選択可能なリンクの内、リンクが保持するサービス識別子が、受信した通信路確立要求に含まれるサービス識別子に一致するリンクを選択する。

【 0 0 0 6 】

非特許文献1記載の技術は、第一の管理ドメイン(以下ドメイン1)内のノードと、第二の管理ドメイン(以下ドメイン2)内のノードの間に、GMPLSにより通信路を確立する際、各々のドメインを管理するPCE (Path Computation Element) と呼ばれるマネージャ間の、協調処理により通信路の経路を決定する手段を提供する。

30

【 0 0 0 7 】

具体的には、起点ノードがドメイン1のPCE(以下PCE1)に経路計算を要求すると、PCE1はドメイン1内の区間(以下区間1)について、通信路の経路を計算し、引き続きPCE2に対して、ドメイン2内の区間(以下区間2)について通信路の経路の計算を要求する。PCE2は、区間2の計算結果に対応するキー情報 (Path Key) をPCE1に対して返す。PCE1は、区間1の経路と区間2のPath Keyとを、起点ノードに返す。

【 0 0 0 8 】

起点ノードは、区間1の経路と区間2のPath Keyとを載せた、通信路確立要求を発行し、ドメイン1とドメイン2の間の境界ノードは、受け取ったPath Keyを用いてPCE2に問い合わせることで、区間2の経路を取得し、区間2について通信路を確立する。

40

【 0 0 0 9 】

【 特許文献 1 】 特開2005-252385号公報

【 非特許文献 1 】 R. Bradford他, "Preserving Topology Confidentiality in Inter-Domain Path Computation and Signaling", IETF Internet draft, draft-bradford-pce-path-key-00.txt, 2006-6-16

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

通信路を確立しようとする際に、ネットワーク設計者がその都度判断することなく、自

50

動的に通信路の保守要件及びネットワーク資源の保守条件を考慮して、通信路が各ホップで使用するリンクを決定することを可能とする。また、サービス種別や保守要件毎に異なる、レイヤ間や管理ドメインをまたがって通信路を接続する際のアダプテーション(各種接続機能)を自動的に設定可能とする。

【0011】

ここでネットワーク資源の保守条件とは、通信路が使用するデータスイッチやネットワークインタフェース、各ホップのリンク等のネットワーク資源の、保守に関する属性であり、計画工事の時間帯、障害時の交換対応時間帯、定期交換対象有無、保守担当者、製造ベンダ、予備品有無、MTBF (Mean Time Between Failure)、MTTR (Mean Time To Repair)、物品番号、物品のバージョン番号、障害切り分け試験機能有無、賠償責任保険の加入有無、無償交換保証契約有無、などを含む。

10

【0012】

通信路の保守要件とは、サービスを提供する通信路が使用する、ネットワーク資源が満たすべき保守条件であり、前記保守に関する属性に対する制約条件式で表現される。

【0013】

特許文献1記載の技術によれば、あるレイヤの通信路が使用する、下位レイヤの通信路を、サービス識別子毎に制御することが可能となる。しかしながら、その制御はサービス識別子の比較に基づくため、同じサービスであるならば、保守要件が異なっても、同じ下位レイヤ通信路に収容されてしまう可能性がある。例えば、「広域LANサービス100Mbps」という同じサービスであるならば、日中のサービス途断が許容されない金融業向けサービスと、夜間～深夜のサービス途断が許容されないTV放送アクセス回線とが、同一の下位レイヤ通信路に収容されることがあり得る。その為、下位レイヤにおける設備更改などの保守作業の時間が制約を受ける。

20

【0014】

また特許文献1記載の技術は、アダプテーションを制御する方法を規定してはいない。アダプテーションもまた保守要件と同様多種多様であり、同様の問題が発生すると考えられる。

【0015】

非特許文献1記載の技術は、ドメイン1とドメイン2が、各々のドメイン内のトポロジを互いに隠蔽することが主な目的であり、本発明が解決しようとする課題と直接の関連性はない。しかし、特許文献1と組み合わせ、さらにPCE2がアダプテーションもまた決定するようにすることで、GMPLSシグナリングで運ぶデータサイズを小さくすることが可能と考えられる。しかしながら、制御シーケンスが複雑となることが、新たな課題となる。

30

【0016】

本発明は、制御シーケンスを煩雑にすることなく、通信路が各ホップで使用するリンクと、管理ドメイン或いはレイヤ境界でのアダプテーションを、サービス種別や保守要件に応じて適切に自動選択することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明では、第一に、提供しようとするサービスの識別子及び、サービスの属性を、通信路の確立制御メッセージに載せて、パス確立を要求する手段を、起点ノードに設ける。

40

【0018】

第二に、サービス識別子及び/又はサービスの属性を元に、通信路の保守要件及びアダプテーションを決定する手段を、各ノードに設ける。各ノードは、パス確立制御メッセージを受信した際に、前記通信路の保守要件及びアダプテーションを決定する手段を用いて、受信したパス確立制御メッセージに含まれるサービスの識別子及び/又はサービス固有の属性を評価することで、通信路の保守要件及び/又はアダプテーションを決定する。

【0019】

第三に、各ノードやノード間のリンク等のネットワーク資源の保守条件を保持する手段を各ノードに設け、更に、ネットワーク資源の保守条件と前記通信路の保守要件とを比較

50

することで、前記保守要件を満足可能なリンクやノードを決定する。決定したリンク、ノード、アダプテーションを、スイッチ及び/又はインタフェースの動作パラメータとして設定する。

【発明の効果】

【0020】

本発明によると、サービス種別と、各サービス固有の属性情報を、通信路確立要求時に通信路毎に、レイヤ間や管理ドメイン間で交換可能となる。そのため、レイヤ間や管理ドメイン間で予め制御情報をやり取りすることなく、サービス種別やサービスの属性に応じた、保守要件の特定に基づく収容関係の決定や、アダプテーションの決定が可能となる

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

< 第1実施形態 >

以下、本発明の第1実施形態について説明する。

第1実施形態では、シグナリングプロトコルとして、GMPLS拡張RSVP-TEを用い、リンクステート型ルーティングプロトコルとして、GMPLS拡張OSPF-TEを用いた場合について説明するが、IS-IS ("OSI IS-IS Intra-domain Routing Protocol", IETF RFC1142) や GMPLS CR-LDP (IETF RFC3472, "Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Signaling Constraint-based Routed Label Distribution Protocol (CR-LDP) Extensions") 等の他のプロトコルであっても同様に、本実施形態を適用することができる。

【0022】

図1は、本発明の第1実施形態のネットワークシステムのブロック図である。

【0023】

第1実施形態のネットワークシステムは、確立しようとする通信路61とは異なるリンク上で、GMPLS拡張RSVP-TE及びGMPLS拡張OSPF-TEのメッセージが送受信されるGMPLSネットワークである。

【0024】

第1実施形態のネットワークシステムは、パケットネットワーク1及び/又は光波長ネットワーク2から構成される。

【0025】

パケットネットワーク1と光波長ネットワーク2は、各々ひとつ以上のGMPLSスイッチと、これらの間でユーザデータをやり取りするためのリンク、同じく制御情報を転送する制御情報転送装置A41～制御情報転送装置B42から構成される。

【0026】

パケットネットワーク1におけるGMPLSスイッチは、具体的にはパケットスイッチA11～B12及び/又はパケット-波長連携スイッチA13～A14であり、リンクはパケットリンク51～パケットリンク54である。

【0027】

光波長ネットワーク2におけるGMPLSスイッチは、具体的にはパケット-波長連携スイッチA13～A14及び/又は波長Sw装置A15であり、リンクは波長リンク61～波長リンク64である。

【0028】

各々のGMPLSスイッチは、ユーザデータをやり取りするための、ひとつ以上のインタフェース部と、ユーザデータの転送先を制御するための、ひとつ以上のスイッチ部と、インタフェース部及びスイッチ部を制御するための、制御部とを持つ。

【0029】

パケットスイッチA11～B12において、インタフェース部は、具体的にはパケットリンクを終端するパケットインタフェース部である。同様に、スイッチ部はパケットスイッチ部である。

【0030】

10

20

30

40

50

波長Sw装置A15において、インタフェース部は、具体的には、波長リンクを終端する波長インタフェース部である。同様に、スイッチ部は波長スイッチ部である。

【 0 0 3 1 】

パケット-波長連携スイッチA13～A14におけるインタフェース部は、具体的にはパケットリンクを終端するパケットインタフェース部と、波長リンクを終端する波長インタフェース部である。同様に、スイッチ部として、パケットスイッチ部と波長インタフェース部の両方を持つ。

【 0 0 3 2 】

パケットインタフェース部は、パケットリンクを通じて、隣接するパケットスイッチ又はパケット-波長連携スイッチのパケットインタフェース部との間で、パケット多重のユーザデータをやり取りする。

10

【 0 0 3 3 】

波長インタフェース部は、波長リンクを通じて、隣接する波長スイッチ又はパケット-波長連携スイッチの波長インタフェース部との間で、波長多重のユーザデータをやり取りする。

【 0 0 3 4 】

本実施形態のネットワークシステムが、複数レイヤ即ちパケットネットワーク1及び光波長ネットワーク2の両方により構成される場合、パケットネットワーク1はパケットリンクとして、更に、1つ以上のパケットリンク(LSC-LSP)55～パケットリンク(LSC-LSP)57を伴って構成される。

20

【 0 0 3 5 】

パケットネットワーク1及び光波長ネットワーク2は、G M P L S に準拠して制御され、ユーザデータは確立されたPSC-LSP31～33上を伝送される。

【 0 0 3 6 】

パケットネットワーク1のA1～B1間に確立されるPSC-LSP33は、パケットSw装置A11のパケットインタフェース部11bとパケットインタフェース部11d、パケットリンク52、パケット-波長連携Sw装置A13のパケットインタフェース部13bとパケット-波長連携インタフェース部13d、パケットリンク(LSC-LSP)56、パケット-波長連携Sw装置B14のパケット-波長連携インタフェース部14dとパケットインタフェース部14b、パケットリンク54、パケットSw装置B12のパケットインタフェース部12dとパケットインタフェース部12bを通過し、これらのパケット多重により分割される帯域資源を用いて構成される。

30

【 0 0 3 7 】

PSC-LSP33の一部区間を構成するパケットリンク(LSC-LSP)56は、更に下位レイヤである、波長インタフェース部13g、波長リンク63、波長インタフェース部14gを通過し、これらの波長多重により分割される帯域資源(即ち個々の光波長)を用いて構成される。

【 0 0 3 8 】

同様に、PSC-LSP32は、パケットSw装置A11のパケットインタフェース部11aとパケットインタフェース部11c、パケットリンク51、パケット-波長連携Sw装置A13のパケットインタフェース部13aとパケット-波長連携インタフェース部13e、パケットリンク(LSC-LSP)57、パケット-波長連携Sw装置B14のパケット-波長連携インタフェース部14eとパケットインタフェース部14a、パケットリンク53、パケットSw装置B12のパケットインタフェース部12cとパケットインタフェース部12cを通過し、これらのパケット多重により分割される帯域資源を用いて構成される。

40

【 0 0 3 9 】

PSC-LSP32の一部区間を構成するパケットリンク(LSC-LSP)57は、更に下位レイヤである、波長インタフェース部13h、波長リンク64、波長インタフェース部14hを通過し、これらの波長多重により分割される帯域資源(即ち個々の光波長)を用いて構成される。

【 0 0 4 0 】

更に、PSC-LSP31もまた同様であるが、PSC-LSP31確立前には、パケットリンク(LSC-LSP)55が確立されておらず、パケット-波長連携Sw装置A13のパケット-波長連携インタフェー

50

ス部13c、パケット-波長連携Sw装置B14のパケット-波長連携インタフェース部14cの運用状態(Operational State)が、非稼動状態(disabled)となっている点が異なる。そのため図1では、波長インタフェース部13f、パケット-波長連携インタフェース部13c、パケット-波長連携インタフェース部14cを、点線で図示している。

【 0 0 4 1 】

また、パケットリンク(LSC-LSP)55は、更に下位レイヤである、パケット-波長連携Sw装置A13の波長インタフェース部13f、波長リンク61、波長Sw装置A15の波長インタフェース部15bと波長インタフェース部15d、波長リンク62、パケット-波長連携Sw装置B14の波長インタフェース部14fを通過し、これらの波長多重により分割される帯域資源(即ち個々の光波長)を用いて構成される。

10

【 0 0 4 2 】

インタフェース部は、あるGMPLSスイッチ中では、インタフェース識別子によって識別される。通信ネットワーク2の中ではルータ識別子とインタフェース識別子の組により、一意に識別される。図1中のインタフェース部のインタフェース識別子を図2に示す。例えば、パケットインタフェース部11aのインタフェース識別子は101である。また、パケットインタフェース部11aが属するパケットSw装置A11のルータ識別子が10.0.1.1であるので、[10.0.1.1, 101]という組により、パケットネットワーク1及び光波長ネットワーク2の中で一意に識別される。

【 0 0 4 3 】

リンクは、リンク識別子によって、ネットワークシステムの中で一意に識別される。リンク識別子は、該リンクが接続するインタフェース部の、ルータ識別子とインタフェース識別子の組である。図1中のリンクのリンク識別子を図3に示す。例えば、パケットリンク51は、[10.0.1.1, 103]と[10.20.1.3, 101]とを接続しているため、そのリンク識別子は[10.0.1.1, 103, 10.20.1.3, 101]となる。

20

【 0 0 4 4 】

通信路確立要求装置71は、操作端末、装置管理システム(Element Management System)のネットワーク管理システム、ストレージ管理サーバやビデオサーバ等のアプリケーションシステム等であり、PSC-LSP31~33の確立を要求する。図1では1台のみ示しているが、確立する通信路の端点に応じて、任意の台数を設置してもよい。

【 0 0 4 5 】

通信路確立要求装置71がパケットネットワーク1に対してPSC-LSPの確立を要求するプロトコルとしては、telnet(IETF, RFC854)等を用いたコマンドの投入、R S V P - T E や O - U N I (Optical Internetworking Forum, User Network Interface (UNI) 1.0 Signaling Specification)等のシグナリングプロトコル、HTTP(IETF RFC1945)やSIP(IETF RFC2543)、RTSP(IETF RFC2326)等のアプリケーションプロトコル、SOAP(World Wide Web Consortium, SOAP Version 1.2)やIIOP(Object Management Group, CORBA(TM)/IIOP(TM) Specification)等のリモートプロシージャコールプロトコル等を使用可能である。

30

【 0 0 4 6 】

通信路確立要求装置71がPSC-LSPの確立を要求すると、パケットSw装置A11、パケット-波長連携Sw装置A13、パケット-波長連携Sw装置B14及びパケットSw装置B12が、シグナリングプロトコル(例えば、GMPLS拡張R S V P - T E)によるメッセージを互いに送受信し、各スイッチ内のパケットスイッチ部の状態を更新することによって、PSC-LSP31~33が確立される。前提となるパケットリンク(LSC-LSP)55~57が未確立である場合、必要に応じて、パケット-波長連携Sw装置A13、波長Sw装置A15、パケット-波長連携Sw装置B14が、シグナリングプロトコルによるメッセージを互いに送受信し、各スイッチ内の波長スイッチ部133,153,143の状態を更新することによって、パケットリンク(LSC-LSP)55~57が確立される。

40

【 0 0 4 7 】

パケットスイッチA11~B12、パケット-波長連携スイッチA13~A14、波長Sw装置A15は、ルーティングプロトコルの一つであるGMPLS拡張O S P F - T E のメッセージを送受

50

信することによって、ネットワークのトポロジを入手することができる。GMPLS拡張OSPF-TEのメッセージは、制御情報転送装置A41及び/又は制御情報転送装置B42を介してやり取りされる。

【0048】

GMPLSでは、ユーザデータとシグナリングプロトコルとは、同じ経路上で転送される必要はない。本実施形態では、例えばPSC-LSP33上のユーザデータはパケットSw装置A11、パケット-波長連携スイッチA13~A14、パケットSw装置B12(通信インタフェース11b, 11d, 13b, 13d, 14d, 14b, 12d, 12b)を経由して転送されるのに対し、GMPLS拡張RSVP-TEやGMPLS拡張OSPF-TEのメッセージは、制御情報転送装置A41及び/又は制御情報転送装置B42を経由して転送される。

10

【0049】

また、GMPLS拡張RSVP-TEやGMPLS拡張OSPF-TEのメッセージは、Generic Routing Encapsulation(IETF RFC2784)等のトンネリングプロトコルによりカプセル化されていてもよい。

【0050】

制御情報転送装置A41及び制御情報転送装置B42は、IP(Internet Protocol)ルータやIEEE 802.3D MACブリッジ等の、パケット転送機能を持つ装置である。

【0051】

次に、各GMPLSスイッチのハードウェア構成と動作について、説明する。

【0052】

20

図4は、パケットインタフェース部11a~11dのブロック図である。パケットインタフェース部11a~11dは、光受信器401、受信パケットヘッダ解析部402、送信パケットヘッダ生成部403、光送信器404及びパケットレイヤ障害管理部405から構成される。

【0053】

光受信器401は、他のGMPLSスイッチから光信号を受信し、パケットデータにデコードして受信パケットヘッダ解析部402に送る。受信パケットヘッダ解析部402は、受信したパケットのヘッダ情報により、パケットスイッチ部112が解釈可能な内部的な転送先情報を生成し、パケットスイッチ部112に送る。

【0054】

30

パケットスイッチ部112は、GMPLS拡張RSVP-TEメッセージのやり取りによって決定されたパケットクロスコネクト情報に基づき、パケットを送出すべきインタフェース部を決定し、決定されたインタフェース部にパケットを転送する。

【0055】

転送されるパケットは、パケットスイッチ部112から送信パケットヘッダ生成部403に渡される。送信パケットヘッダ生成部403は、次ホップへの転送に必要なヘッダ情報を生成し、光送信器404を介して、光信号として、隣接のGMPLSスイッチのパケットインタフェース部に送信する。

【0056】

パケットレイヤ障害管理部405は、制御部111からの指示に基づいて、パケットレイヤに於ける障害有無を診断し、障害有無情報を制御部111に通知する。障害有無を診断する単位は、確立されたPSC-LSP単位や、パケットリンク、或いは更に下位レイヤの信号単位などである。

40

【0057】

障害有無を診断する手段としては、光信号のパワーロスやフレーム同期外れ、CRC(Cyclic Redundancy Check)等による符号検査等の受動的な検査方法や、Ethernet-OAM(ITU-T Y.1731, IEEE802.1ag)、MPLS-OAM(ITU-T, Y.1711)、ICMP(IETF, RFC0792)等の障害検出信号のやり取りによる、能動的な検査方法を使用可能である。

【0058】

受信パケットヘッダ解析部402や送信パケットヘッダ生成部403はまた、パケットのカプ

50

セル化処理、トラフィックフローの分離/統合、QoSマッピング、警報転送処理、符号変換等の、ネットワーク間のアダプテーション(Adaptation)処理を行っても良い。適合化処理もまた、制御部111からの指示に基づいて、制御される。

【 0 0 5 9 】

パケットのカプセル化処理としては、MPLS Label Stack Encoding(IETF, RFC3032)やPseudo Wire Emulation(PWE3; IETF, RFC3985)、Generic Framing Procedure(GFP; ITU-T, G.7041)等が考えられる。

【 0 0 6 0 】

QoS処理としては、DiffServ(“Differentiated Services and Tunnels”, IETF, RFC2983)のDSCP値とIEEE 802.1Dのプライオリティ値のマッピング、TrTCM(“A Two Rate Three Color Marker”, IETF, RFC2698)によるトラフィック量に基づくDSCP値決定、L2~L7ヘッダ情報に基づく選択的パケット廃棄、uRPF(Reverse Path Forwarding)による選択的パケット廃棄などが考えられる。

10

【 0 0 6 1 】

トラフィックフローの分離/統合処理としては、OTN(Optical Transport Network)/SDH(Synchronous Digital Hierarchy)/MPLS伝送路のパスプロテクション機能、Virtual Concatenation(VCAT; ITU-T, G.783)、Link Capacity Adjustment Scheme(LCAS; ITU-T, G.7042)、リンクアグリゲーション、L2~L7ヘッダ情報に基づくポリシールーティングなどが考えられる。

【 0 0 6 2 】

20

警報転送処理としては、MPLS-OAMで検出した障害警報をトリガに、Ethernet-OAMの障害情報を新たに発行する、などが考えられる。

【 0 0 6 3 】

符号変換処理としては、誤り訂正符号の挿入、プロトコル変換、データ圧縮伸張、メディアストリームのトランスコードなどが考えられる。

【 0 0 6 4 】

パケットSw装置B12、パケット-波長連携スイッチA13~A14のパケットインタフェース部の構成や動作また、パケットインタフェース部11a~11dと同等である。

【 0 0 6 5 】

図5は、波長Sw装置A15の波長インタフェース部15a~15dの構成と動作を表すブロック図である。

30

【 0 0 6 6 】

波長インタフェース部15a~15dは、波長変換器60101~60132、光信号再生器60201~60232、合波器603、分波器604及び光信号再生器60233~60264から構成される。

【 0 0 6 7 】

分波器604は、隣接の波長スイッチやパケット-波長連携スイッチの波長インタフェース部から受光した、波長多重された光信号を個々の波長成分に分け、各々の光信号再生器60233~60264に渡す。光信号再生器60233~60264は、2R(Re-amplification and Re-shaping)又は3R(Re-amplification, Re-shaping and Re-timing)処理により光信号を再生し、波長スイッチ部133に渡す。

40

【 0 0 6 8 】

波長スイッチ部133は、GMPLS拡張RSVP-TEメッセージのやり取りによって決定された、光クロスコネクト情報に基づき、光信号を送出すべきインタフェース部を決定し、決定されたインタフェース部にパケットを転送する。

【 0 0 6 9 】

図6は、パケット-波長連携スイッチA13~A14のパケット-波長連携インタフェース部13c~13eの構成と動作を表すブロック図である。

【 0 0 7 0 】

パケット-波長連携インタフェース部13c~13eは、送信パケットヘッダ生成部501、送信フレームヘッダ生成部502、光送信器503、光受信器504、送信フレームヘッダ生成部505、

50

受信パケットヘッダ解析部506、パケットレイヤ警報挿入部507、光レイヤ障害管理部508、レイヤ間警報転送部509及びパケットレイヤ障害管理部510から構成される。

【 0 0 7 1 】

次に、パケットSw装置A11が持つ制御部111の構成と動作について説明する。

【 0 0 7 2 】

図7は、パケットスイッチA11～B12の制御部111のブロック図である。

【 0 0 7 3 】

制御部111は、CPU1111、メモリ1112、バスなどの内部通信路1113、通信インタフェース1114、装置制御インタフェース1115及び二次記憶装置1116によって構成される。

【 0 0 7 4 】

通信インタフェース1114は、制御情報転送装置に接続され、他のGMPLSスイッチとの間でGMPLS拡張RSVP-TEメッセージをやり取りする。

【 0 0 7 5 】

装置制御インタフェース1115は、パケットスイッチ部、パケットインタフェース部と接続され、これらを制御する。

【 0 0 7 6 】

また、メモリ1112には、プログラム11121とデータ11122が必要に応じて格納されている。

【 0 0 7 7 】

パケットSw装置B12の制御部121もまた、制御部111と同様である。

【 0 0 7 8 】

波長Sw装置A15の制御部もまた、制御部111と同等であるが、接続先のインタフェース部及びスイッチ部が、各々波長インタフェース部及び波長スイッチ部となる。

【 0 0 7 9 】

パケット-波長連携スイッチA13～A14の制御部もまた、制御部111と同等であるが、接続先のインタフェース部がパケットインタフェース部と波長インタフェース部、スイッチ部がパケットスイッチ部と波長スイッチ部となる。

【 0 0 8 0 】

図8Aは、GMPLSスイッチがやり取りする、GMPLS拡張RSVP-TEメッセージ100の内容を示すフォーマット図である。

【 0 0 8 1 】

GMPLS拡張RSVP-TEメッセージ100は、RSVPメッセージ種別1001、セッション識別子1002、サービス識別子1003、サービス属性1004、明示的経路1005、その他のRSVPオブジェクト1_1006、その他のRSVPオブジェクト2_1007及びその他のRSVPオブジェクトn1008を含む。

【 0 0 8 2 】

RSVPメッセージ種別1001、セッション識別子1002、明示的経路1005は、RSVP標準に基づくオブジェクトである。

【 0 0 8 3 】

GMPLS拡張RSVP-TEメッセージ100には、パス確立要求を意味するPATHメッセージと、パス確立応答及び資源割り当てを意味するRESVメッセージなどがある。RSVPメッセージ種別1001はこれらの種別を表す。

【 0 0 8 4 】

セッション識別子1002は、GMPLSにより確立される通信路(LSP; Label Switched Path)を識別するための識別子である。

【 0 0 8 5 】

明示的経路1005オブジェクトは、確立しようとする通信路が通過すべき点を、上流のGMPLSスイッチが指定するためのオブジェクトである。

【 0 0 8 6 】

サービス識別子1003及びサービス属性1004は、本明細書で導入するオブジェクトであり

10

20

30

40

50

、確立しようとするパスが提供するサービスの種別と、サービスの詳細を特徴付ける個々のサービス固有の属性である。

【 0 0 8 7 】

その他のRSVPオブジェクト1_1006、その他のRSVPオブジェクト2_1007及びその他のRSVPオブジェクトn1008は、RSVP標準に基づく、上記以外のオブジェクトである。

図8Bは、PSC-LSP31を確立する場合に、パケットSw装置A11がパケット-波長連携Sw装置A13に対して発行するパス要求メッセージを示す。

【 0 0 8 8 】

このパス要求メッセージはパス確立要求であるので、RSVPメッセージ種別1001はPATHとなっている。起点ノード及び終点ノードのルータ識別子が、10.0.1.2及びextId=10.0.1.1であるので、GMPLS標準に基づいて、セッション識別子1002として " 10.0.1.2, tunnelId=1, extId=10.0.1.1 " が格納されている。

【 0 0 8 9 】

セッション識別子1002、明示的経路1005には、企業向けサービスであること、VoIPを使用すること、回線がダウンすることを許容可能な時間帯が22:00～1:00の間であることが、示されている。

【 0 0 9 0 】

明示的経路1005は、パスが通過すべき経路を示している。この値は、ネットワークポロジテーブル8018の情報を用いて、Shortest Path First等の経路探索アルゴリズムにより、通信路経路計算部8019が導いた値による。ネットワークポロジテーブル8018には、保守要件やアダプテーションに関する情報は格納されていないため、PSC-LSP31のエンドツーエンドに渡って、リンクの詳細を決定することは出来ない。そのため、次ホップである10.0.1.3までのリンクは明示的に指定しているが、ルータ識別子が10.0.1.4と10.0.1.2のノードに至る部分については、ノードの指定にとどまっている。

【 0 0 9 1 】

図8Cも同様に、PSC-LSP32を確立する場合に、パケットSw装置A11がパケット-波長連携Sw装置A13に対して発行するパス要求メッセージの内容を示す。PSC-LSP32は企業向けサービスであること、VoIPを使用しないことが、示されている。

【 0 0 9 2 】

図8Dも同様に、PSC-LSP33を確立する場合に、パケットSw装置A11がパケット-波長連携Sw装置A13に対して発行するパス要求メッセージの内容を示す。PSC-LSP32はTV放送向けサービスであることが、示されている。

【 0 0 9 3 】

図9は、制御部111のソフトウェア構成を示す図である。他のGMPLSスイッチも同様である。シグナリング処理部8014は、制御メッセージ送受信部8016を介して、他のGMPLSスイッチとGMPLS拡張RSVP-TEメッセージをやり取りする。また、通信路確立要求装置71からのパス確立要求を受け付ける。

【 0 0 9 4 】

シグナリング処理部8014が、パス確立要求を通信路確立要求装置71又から受信、或いは上流のGMPLSスイッチからPATHメッセージを受信すると、図15を用いて後に説明する方路決定処理とアダプテーション決定処理が、サービス識別子1003及びサービス属性1004を用いて、次ホップのリンクとアダプテーションを決定する。決定した、次ホップのリンクとアダプテーションは、セッション管理テーブル8020に格納する。更に、GMPLS標準に基づくPATHメッセージ転送処理により、制御メッセージ送受信部8016を介して、下流のGMPLSスイッチに送信する。

【 0 0 9 5 】

決定した、次ホップのリンクが、未確立のリンクである場合、確立する通信路の経路の計算を、通信路経路計算部8019に依頼する。決定した経路に基づいて、シグナリング処理部8014は、自らが起点となる、新たな通信路の確立を要求する。例えば、PSC-LSP31の確

10

20

30

40

50

立処理中に、未確立であるパケットリンク(LSC-LSP)55を、自らが起点となって、確立を要求する。

【 0 0 9 6 】

シグナリング処理部8014が、RESVメッセージを下流のGMPLSスイッチから受信すると、セッション管理テーブル8020に格納されたリンク情報に基づき、クロスコネクション設定値を組み立て、スイッチ部に設定する。また、セッション管理テーブル8020に格納されたアダプテーション情報に基づき、インタフェース部を設定する。

ルーティング処理部8017は、制御メッセージ送受信部8016を介して、他のGMPLSスイッチとGMPLS拡張OSPF-TEメッセージをやり取りする。

【 0 0 9 7 】

自らは、リンク属性テーブル8010が保持する、隣接GMPLSスイッチとの間のリンク情報を、GMPLS拡張OSPF-TEにより隣接GMPLSスイッチに送信すると共にネットワークトポロジテーブル8018に格納する。また、隣接GMPLSスイッチから受信したリンク情報をネットワークトポロジテーブル8018に格納すると共に、他の隣接GMPLSスイッチに転送する。これらの動作により、パケットネットワーク1及び光波長ネットワーク2の全てのリンクの情報が、ネットワークトポロジテーブル8018に蓄積され、パケットネットワーク1及び光波長ネットワーク2のトポロジが把握される。

【 0 0 9 8 】

通信路経路計算部8019は、シグナリング処理部8014からの要求に基づき、通信路を確立可能な経路を、ネットワークトポロジテーブル8018に蓄積されたトポロジ情報に基づいて計算する。計算アルゴリズムとしては、SPF(Shortest Path First)などのアルゴリズムが用いられる。

【 0 0 9 9 】

シグナリング処理部8014はまた、図15を用いて後に説明する方路決定処理とアダプテーション決定処理により、受信したパス確立要求に含まれるサービス識別子1003及びサービス属性1004を、サービス定義テーブル8011を用いて評価し、確立しようとする通信路の保守要件とアダプテーションを決定する。更に通信路の保守要件を元に、リンク属性テーブル8010を検索し、使用する次ホップのリンクを決定する。

【 0 1 0 0 】

各行のサービス識別子条件1101及びサービス属性条件1102を充たすか評価し、条件を充たすならば保守条件及びアダプテーションとして、同じ行の保守要件1103及びアダプテーション1104の値を採用する。

【 0 1 0 1 】

図10は、通信路を確立する際に各GMPLSスイッチがやり取りするGMPLS拡張RSVP-TEのメッセージと、各GMPLSスイッチの制御部の処理のシーケンスを表す、シーケンス図である。

【 0 1 0 2 】

通信路確立要求装置71が発行したパス確立要求をパケットSw装置A11が受信すると(901)、パケットSw装置A11は、受け取ったサービス識別子及びサービスの属性を元に、サービス定義テーブル8011を用いて、次ホップのリンクの保守要件を決定する(9011)。次に、保守要件を元に、リンク属性テーブル8010を用いて、次ホップのリンクを決定する(9012)。また、サービス識別子及びサービスの属性を元に、サービス定義テーブル8011を用いて、アダプテーションを決定する。決定した、次ホップのリンク、及びアダプテーションは、セッション管理テーブル8020に格納され、後にRESVメッセージを受信した際に用いられる(9071、9072)。引き続き、GMPLS拡張RSVP-TE標準の動作に基づいて、次ホップへPATHメッセージを転送する。この際に、サービス識別子及びサービスの属性は、そのまま転送される。

【 0 1 0 3 】

以後、PATHメッセージの明示的経路に指定された経路に沿って、パケット-波長連携Sw装置A13、パケット-波長連携Sw装置B14、パケットSw装置B12の順に、PATHメッセージが転

10

20

30

40

50

送され、同様の処理を繰り返す(902,9021~9023, 903, 9031~9033,904及び9041~9043)。

パケットSw装置A11は、要求された通信路の終点であるので、PATHメッセージ受信時の処理(9041~9043)に引き続き、RESVメッセージ受信時と同等の処理を行う。すなわち、決定されたリンク情報及びアダプテーション情報に基づいて、アダプテーション及びクロスコネクションを、インタフェース部及びスイッチ部に設定する(9044, 9045)。

以後、GMPLS拡張RSVP-TE標準の動作に基づいて、前ホップへRESVメッセージを転送する(905, 906, 907)。経路上の他のGMPLSスイッチもまた、アダプテーション及びクロスコネクションを、インタフェース部及びスイッチ部に設定する(9051, 9052, 9061, 9062,9071, 9072)。

10

【 0 1 0 4 】

尚、次ホップを決定した際に、次ホップまでの該当リンクが未確立である場合、自らが起点となる新たな通信路確立シーケンスを起動する。例えば、PSC-LSP31確立の過程でパケットリンク(LSC-LSP)55が未確立であることをパケット-波長連携Sw装置A13が検出すると(9022)、パケット-波長連携Sw装置A13は波長Sw装置A15に向けて、パケットリンク(LSC-LSP)55確立のための新たなセッション識別子を生成し、PATHメッセージを波長Sw装置A15に対して送出する。

【 0 1 0 5 】

以上により、パケットSw装置A11~パケットSw装置B12の間に通信路が確立される。

【 0 1 0 6 】

20

図11は、サービス定義テーブル8011の構成図である。

【 0 1 0 7 】

サービス識別子条件1101、サービス属性条件1102、保守要件1103及びアダプテーション1104の各列を含んでいる。

【 0 1 0 8 】

各行は、受信したパス確立要求に基づき、保守要件1103及びアダプテーション1104を決定する、if-thenルールを示している。

【 0 1 0 9 】

図9を用いて既に説明した通り、シグナリング処理部8014は、受信したパス確立要求に含まれるサービス識別子1003及びサービス属性1004を、各行のサービス識別子条件1101及びサービス属性条件1102を充たすか評価し、条件を充たすならば通信路の保守要件及びアダプテーションとして、同じ行の保守要件1103及びアダプテーション1104の値を採用する。

30

【 0 1 1 0 】

例えば、図8Bに示したPSC-LSP31のパス確立メッセージに含まれる、セッション識別子1002及び明示的経路1005は、サービス定義テーブル8011の1行目の条件を充たすので、通信路の保守要件は "max_fail_time < 1sec, maintenance_time = acceptable_down_time" となる。これは、サービス断時間が1秒以内であるべきこと、保守時間帯はサービス属性1004記載のacceptable_down_time内(すなわち22:003:00)であるべきことを示している。同様に、アダプテーションは、 "notifyFailureDetection = enabled" となる。

40

【 0 1 1 1 】

同様に、PSC-LSP32については図8Cに示した値を用いて、サービス定義テーブル8011の4行目の条件を、PSC-LSP33については図8Dに示した値を用いて、サービス定義テーブル8011の5行目の条件を、各々満足するので、同じ行の保守要件1103及びアダプテーション1104の値が採用される。

【 0 1 1 2 】

図12は、リンク属性テーブル8010の構成図である。

【 0 1 1 3 】

リンク属性テーブル8010は、スイッチングケーパビリティ1201、自ノードI/F1202、対向装置ルータ識別子1203、対向装置I/F識別子1204、運用状態1205、下位レイヤセッショ

50

ン識別子1206及びリンク保守条件1207の各列を持つ。

【 0 1 1 4 】

リンク属性テーブル8010の各行の内、スイッチングケーパビリティ1201がPSCのものはパケットリンク1本を、スイッチングケーパビリティ1201がLSCのものは波長リンク1本を、それぞれ表している。

【 0 1 1 5 】

図中の値は、パケット-波長連携Sw装置A13の例を示している。

【 0 1 1 6 】

下位レイヤセッション識別子1206の値が空欄のものは、下位レイヤがGMPLSによって制御されるLSPではないことを示している。

【 0 1 1 7 】

下位レイヤセッション識別子1206の値に " LSC " のみが格納されているものは、LSC-LSPを確立可能であるが、まだ確立していないことを表している。下位レイヤセッション識別子1206の値に " LSC " 及びセッション識別子が格納されているものは、LSC-LSPが既に確立されていることを表している。

【 0 1 1 8 】

図13は、セッション管理テーブル8020の構成図である。

【 0 1 1 9 】

セッション管理テーブル8020は、RSVP情報1301及びアダプテーション情報1302の各列を持つ。

【 0 1 2 0 】

RSVP情報1301は更に、セッション識別子13011、前ホップ13012、次ホップ13013、サービス識別子13014、サービス属性13015及び明示的経路13016に分けられている。

【 0 1 2 1 】

図中の値は、パケット-波長連携Sw装置A13の例を示しており、1行目、2行目及び3行目は、PSC-LSP31、PSC-LSP32及びPSC-LSP33に、各々対応している。

【 0 1 2 2 】

前ホップから受け取ったパス確立要求メッセージの明示的経路1005には、次ホップのIF_IDの値は指定されていなかったが、シグナリング処理部8014の方路決定処理により決定された値が、格納されている。

【 0 1 2 3 】

また、PSC-LSP31については、アダプテーション情報1302には、シグナリング処理部8014のアダプテーション決定処理により決定された、アダプテーション動作値が格納されている。

【 0 1 2 4 】

前ホップ13012、次ホップ13013及びラベルの値を用いて、パケットスイッチ部を設定することにより、通信路が確立される。ラベルの取り扱いについては、GMPLS標準との差異は無いので、説明は省略する。

【 0 1 2 5 】

また、PSC-LSP31については、アダプテーション情報1302の値がパケットインタフェース部に設定され、波長レイヤでの障害警報が、パケットレイヤに転送されるようになる。

【 0 1 2 6 】

図14は、ネットワークトポロジテーブル8018の構成図である。

【 0 1 2 7 】

ネットワークトポロジテーブル8018は、スイッチングケーパビリティ1401、運用属性1402、リンク端A1403及びリンク端B1404の各列を持つ。

【 0 1 2 8 】

ネットワークトポロジテーブル8018の内容は、ルーティング処理部8017が、リンク属性テーブル8010のスイッチングケーパビリティ1201、自ノードI/F1202、対向装置ルータ識別子1203、対向装置I/F識別子1204及び運用状態1205を、やり取りすることにより生成さ

10

20

30

40

50

れる。

【 0 1 2 9 】

図15は、シグナリング処理部8014がPATHメッセージ(パス確立要求)を受信した際の動作を表すフローチャートである。

【 0 1 3 0 】

PATHメッセージを受信すると、受け取ったサービス識別子1003及びサービス属性1004を元に、サービス定義テーブル8011を用いて、次ホップのリンクの保守要件を決定し、セッション管理テーブル8020に格納する(1601)。本処理は、サービス識別子1003及びサービス属性1004が、共にサービス定義テーブル8011記載のサービス識別子条件1101及びサービス属性条件1102を満足する行の、保守要件1103を取り出すことで実現する。

10

【 0 1 3 1 】

次に、保守要件を元に、リンク属性テーブル8010を用いて、次ホップのリンクを決定する(1602)。本処理は、1601で決定した保守要件1103の条件式を、リンク保守条件1207が充たす行を、リンク属性テーブル8010から取り出すことにより、実現する。

次に、決定したリンクが、確立済みであるか否かを、リンク属性テーブル8010の下位レイヤセッション識別子1206を用いて検査する(1603)。値 " LSC " のみが格納されているならば、未確立であると見なす。

【 0 1 3 2 】

未確立であるなら、通信路経路計算部8019に下位レイヤの通信路の経路の計算を要求して決定し、決定した経路に沿って、通信路を確立するシグナリングを要求する(1610)。本確立要求処理は、パケットSw装置A11が通信路確立要求装置71から通信路の確立を要求されたときと同様であるため、説明は省略する。

20

【 0 1 3 3 】

また、サービス識別子及びサービスの属性を元に、サービス定義テーブル8011を用いて、アダプテーションを決定し、セッション管理テーブル8020に格納する(1604)。本処理は、サービス属性1004及びサービス定義テーブル8011が、共にサービス定義テーブル8011記載のサービス識別子条件1101及びサービス属性条件1102を満足する行の、アダプテーション1104を取り出すことにより、実現する。

【 0 1 3 4 】

自ノードが、受信したPATHメッセージにより要求された通信路の終点ノードであるならば、ステップ1604で決定したアダプテーションを、インタフェース部に設定し(1606)、ステップ1602で決定した次ホップリンク情報を用いて、スイッチ部に対してクロスコネクションを設定する(1607)。この際、上流側リンクの情報と、上流側及び下流側のラベル値が必要になるが、これらの解決方法は、GMPLS拡張RSVP-TE標準と同等であるため、説明は省略する。引き続き、GMPLS拡張RSVP-TE標準に基づいて、RESVメッセージを生成して上流に転送する。

30

【 0 1 3 5 】

ステップ1605において、自ノードが、受信したPATHメッセージにより要求された通信路の終点で無いと判断した場合、すなわち経路の中間ノードである場合、PATHメッセージを次ホップに送信する(1609)。転送するPATHメッセージの決定方法は、GMPLS拡張RSVP-TE標準と同等であるため、説明は省略する。但し、サービス識別子1003及びサービス属性1004については、上流から受信したものを、下流に転送するPATHメッセージにそのまま付与することとする。

40

【 0 1 3 6 】

図16は、シグナリング処理部8014がRESVメッセージを受信した際の動作を表すフローチャートである。

【 0 1 3 7 】

RESVメッセージを受信すると、受信したメッセージに含まれるセッション識別子1002を用いてセッション管理テーブル8020を検索して取り出し(1701)、アダプテーションを取り出してインタフェース部に設定し(1702)、同様に次ホップリンク情報を取り出して、スイ

50

ッチ部にクロスコネクションを設定する(1703)。これらの処理は、ステップ1606及び1607と同等である。

【 0 1 3 8 】

引き続き、自ノードが要求された通信路の起点ノードであるか否かを判断し(1704)、そうでないならば、GMPLS拡張RSVP-TE標準に基づいてRESVメッセージを前ホップに転送する。

【 0 1 3 9 】

起点ノードであるならば、以上により通信路が確立される。

【 0 1 4 0 】

以上のように、通信路確立要求装置71が、サービス種別と、各サービス固有の属性情報を、シグナリングプロトコルに載せて、通信路が通過する各GMPLSスイッチに通知し、通知された情報を元に各GMPLSスイッチが保守要件を判断し、判断結果に基づいて収容関係やアダプテーションの決定を行う。これにより、収容関係制御のための情報やアダプテーション特定のための情報を、管理システム間等で通信路確立制御と独立してやり取りすることなく、個々の通信路毎に制御可能となる。

【 0 1 4 1 】

また、サービスの保守要件の一種である、サービス途断許容時間に基づいて、収容関係やアダプテーションを決定することにより、複数の通信路がインタフェース等のネットワーク資源を共有する場合において、各通信路のサービス途断許容時間帯が異なることに起因して保守が不可能となることを、防ぐことが可能となる。

【 0 1 4 2 】

本実施の形態では、シグナリングプロトコルをやり取りするシーケンス中に、各GMPLSスイッチにて、方路決定処理やアダプテーション決定処理を実行しているが、これらの処理を通信路確立要求装置71において実行しても良い。

【 0 1 4 3 】

その場合、各GMPLSスイッチが互いにシグナリングプロトコルメッセージをやり取りすることで実行する、各GMPLSスイッチの方路決定処理と、アダプテーション決定処理を、通信路確立要求装置71内で仮想的に実行する。決定した割当資源やアダプテーションは、シグナリングプロトコルではなく、SNMP, CORBA, netconf, telnet等の管理プロトコルを用いて、各ノードのスイッチやインタフェースに設定される。この形態によれば、シグナリング機構を持たないネットワークにおいて、保守要件に応じたパス制御を実現可能である。

【 0 1 4 4 】

また、本実施の形態では、リンク保守条件1207に含まれる保守時間帯は予め与えられた固定値として説明したが、これらの値は変化しても良い。例えば、リンクを使用している複数の通信路の保守要件の関数として、リンクの保守条件を導いても良い。この実施の形態では、予め各リンクの保守時間帯が決まっていない運用形態を採用しているネットワークであっても、複数の通信路がインタフェース等のネットワーク資源を共有する場合において、各通信路のサービス途断許容時間帯が異なることに起因して保守が不可能となることを、防ぐことが可能となる。

【 0 1 4 5 】

また、本実施の形態では、方路決定処理とアダプテーション決定処理を、各ノード内の制御部ソフトウェア801において実行するものとして説明したが、これらの処理を外部の資源選択管理サーバに委任しても良い。

【 0 1 4 6 】

その場合、処理1601～1602と処理1604のプログラムと、サービス定義テーブル8011とを資源選択管理サーバに格納し、シグナリング処理部8014が資源選択管理サーバに、方路決定処理とアダプテーション決定処理を要求する。資源選択管理サーバとの間の問合せプロトコルとしては、PCEP(IETF, Internet draft, draft-ietf-pce-pcep-07.txt, JP. Vasseur, Ed.他, 2007-3-2)等を使用可能である。この実施の形態では、

10

20

30

40

50

GMPLSスイッチ数に比べて少ない台数の、資源選択管理サーバに、サービス管理テーブルと方路決定処理とアダプテーション決定処理を集中して配置することが可能となる為、サービス管理テーブルの記述内容の変更や、サービス管理テーブルで記述可能な保守要件の種類追加等が容易になる。

【産業上の利用可能性】

【0147】

本発明は、確立した通信路を用いて通信を行うネットワークシステムに適用することができる。特に、GMPLS又はMPLSシグナリングプロトコル又はMPLSRSP-TE等を用いてLSPを確立する、GMPLS又はMPLSネットワークに適用すると好適である。

10

【図面の簡単な説明】

【0148】

【図1】第1実施形態のネットワークシステムのブロック図である。

【図2】第1実施形態の各GMPLSスイッチが持つインタフェース部のインタフェース識別子の一覧表である。

【図3】第1実施形態の各GMPLSスイッチ間のリンクのリンク識別子の一覧表である。

【図4】第1実施形態のパケットインタフェース部のブロック図である。

【図5】第1実施形態の波長インタフェース部のブロック図である。

【図6】第1実施形態のパケット-波長連携インタフェース部のブロック図である。

【図7】第1実施形態のパケットSw装置持つ制御部のブロック図である。

20

【図8A】第1実施形態のGMPLSスイッチが互いにやり取りする、GMPLS拡張RSP-TEメッセージ100の内容を示すフォーマット図である。

【図8B】PSC-LSP31を確立する場合に、パケットSw装置A11が発行するパス要求メッセージの具体的な内容を示す図である。

【図8C】PSC-LSP32を確立する場合に、パケットSw装置A11が発行するパス要求メッセージの具体的な内容を示す図である。

【図8D】PSC-LSP33を確立する場合に、パケットSw装置A11が発行するパス要求メッセージの具体的な内容を示す図である。

【図9】第1実施形態のGMPLSスイッチの制御部のソフトウェア構成図である。

【図10】第1実施形態の通信路確立の際のシーケンス図である。

30

【図11】第1実施形態のサービス定義テーブルの構成図である。

【図12】第1実施形態のリンク属性テーブル8010構成図である。

【図13】第1実施形態のセッション管理テーブルの構成図である。

【図14】第1実施形態のネットワークポロジテーブル8018の構成図である。

【図15】第1実施形態のPATHメッセージ受信時の動作を表すフローチャートである。

【図16】第1実施形態のRESVメッセージ受信時の動作を表すフローチャートである。

【符号の説明】

【0149】

1 パケットネットワーク

2 光波長ネットワーク

40

11、12 パケットSw装置

13、14 パケット-波長連携Sw装置

15 波長Sw装置

31、32、33 PSC-LSP

41、42 制御情報転送装置

51、52、53、54 パケットリンク

55、56、57 パケットリンク(LSC-LSP)

61、62、63、64 波長リンク

71 通信路確立要求装置

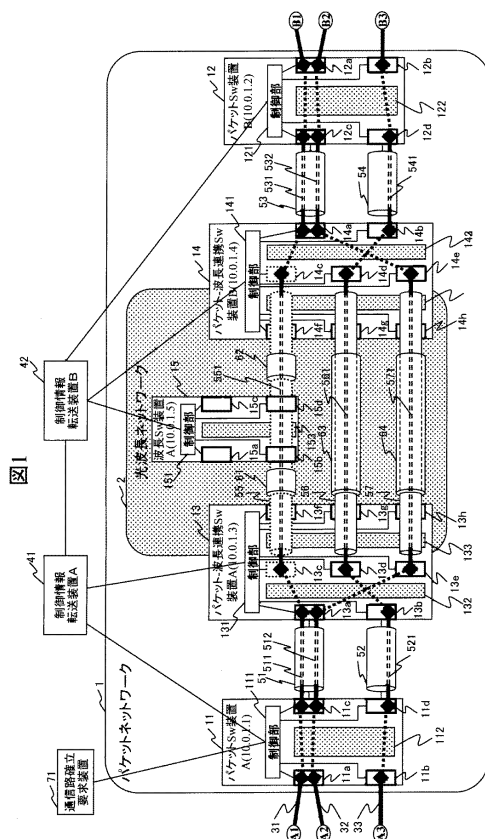
111、121、131、141、151 制御部

50

- 1 1 2、1 2 2、1 3 2、1 4 3 パケットスイッチ部
 1 3 3、1 4 3、1 5 3 波長スイッチ部
 1 1 a ~ 1 1 d、1 2 a ~ 1 2 d、1 3 a ~ 1 3 b、1 4 a ~ 1 4 b パケットインタフェース部
 1 2 c ~ 1 2 e、1 3 c ~ 1 3 e パケット-波長連携インタフェース部
 1 3 f ~ 1 3 h、1 4 f ~ 1 4 h、1 5 a ~ d 波長インタフェース部
 1 0 0 G M P L S 拡張 R S V P - T E メッセージ
 8 0 1 制御部ソフトウェア
 8 0 1 0 リンク属性テーブル
 8 0 1 1 サービス定義テーブル
 8 0 1 8 ネットワークトポロジテーブル
 8 0 2 0 セッション管理テーブル。

10

【図 1】



【図 2】

図2

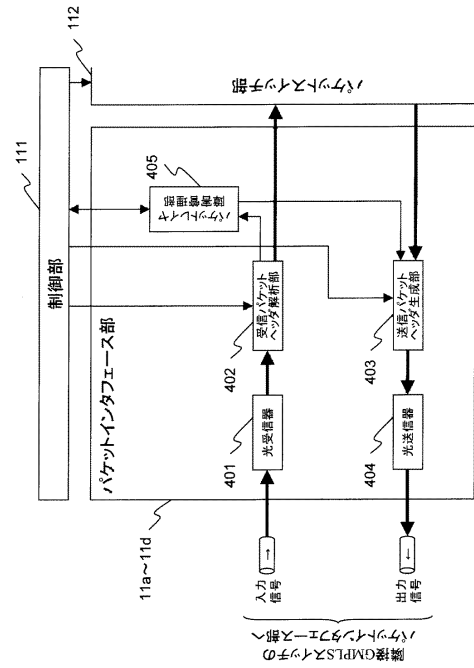
インタフェース名称	インタフェース識別子
パケットインタフェース部11a	101
パケットインタフェース部11b	102
パケットインタフェース部11c	103
パケットインタフェース部11d	104
パケットインタフェース部12a	101
パケットインタフェース部12b	102
パケットインタフェース部12c	103
パケットインタフェース部12d	104
パケットインタフェース部13a	101
パケットインタフェース部13b	101
パケット-波長連携インタフェース部13c	201
パケット-波長連携インタフェース部13d	202
パケット-波長連携インタフェース部13e	203
波長インタフェース部13f	301
波長インタフェース部13g	302
波長インタフェース部13h	303
パケットインタフェース部14a	101
パケットインタフェース部14b	101
パケット-波長連携インタフェース部14c	201
パケット-波長連携インタフェース部14d	202
パケット-波長連携インタフェース部14e	203
波長インタフェース部14f	301
波長インタフェース部14g	302
波長インタフェース部14h	303
波長インタフェース部15a	101
波長インタフェース部15b	102
波長インタフェース部15c	103
波長インタフェース部15d	104

【 図 3 】

图3

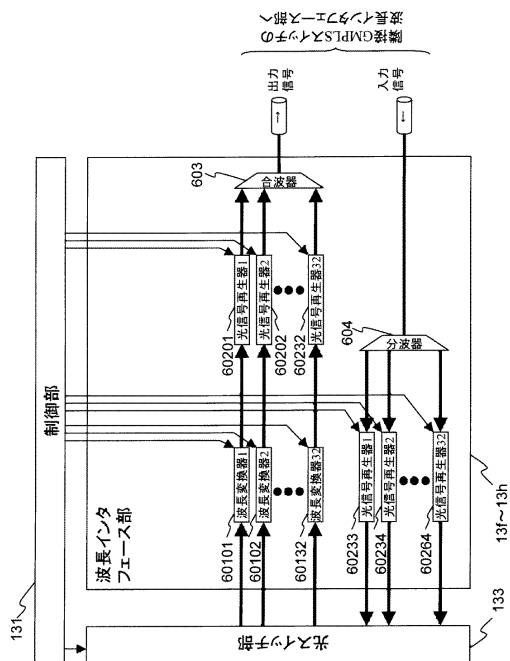
リンク名称	リンク識別子
バックリンク51	[10.0.1.1, 103, 10.20.1.3, 101]
バックリンク52	[10.0.1.1, 104, 10.20.1.3, 102]
バックリンク53	[10.0.1.2, 103, 10.20.1.4, 101]
バックリンク54	[10.0.1.2, 104, 10.20.1.4, 102]
バックリンク(LSC-LSP)55	[10.0.1.3, 201, 10.20.1.4, 201]
バックリンク(LSC-LSP)56	[10.0.1.3, 202, 10.20.1.4, 202]
バックリンク(LSC-LSP)57	[10.0.1.3, 203, 10.20.1.4, 203]
波長リンク61	[10.0.1.3, 301, 10.0.1.5, 301]
波長リンク62	[10.0.1.4, 301, 10.0.1.5, 302]
波長リンク63	[10.0.1.3, 302, 10.0.1.4, 302]
波長リンク64	[10.0.1.3, 303, 10.0.1.4, 303]

【 図 4 】



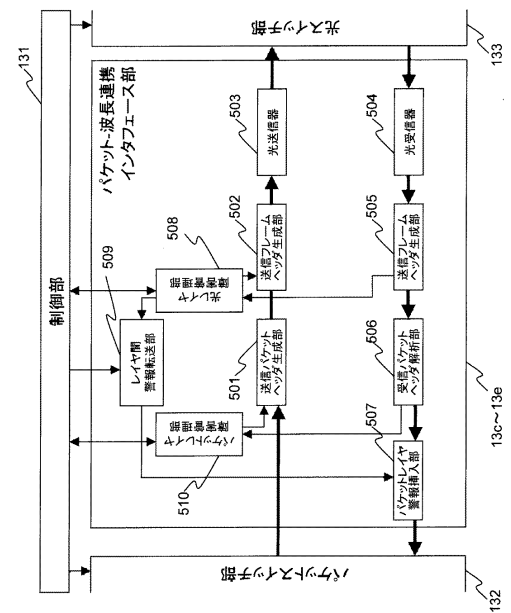
【 図 5 】

5

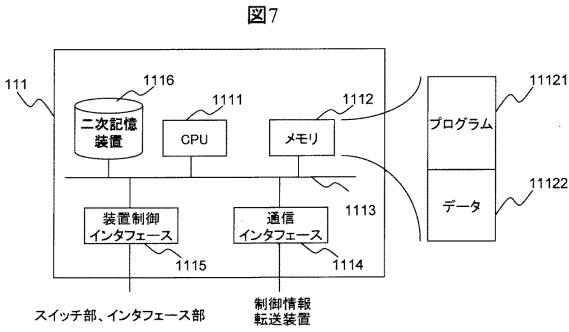


【 図 6 】

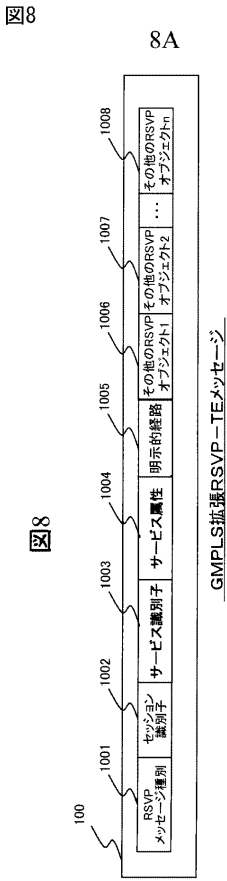
9.



【図 7】

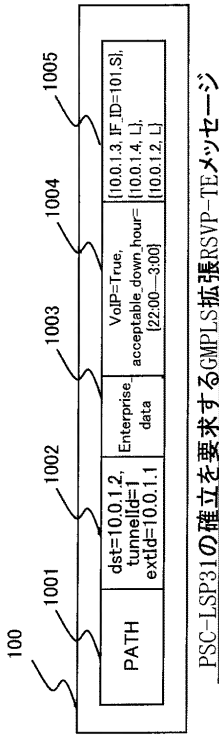


【図 8 A】



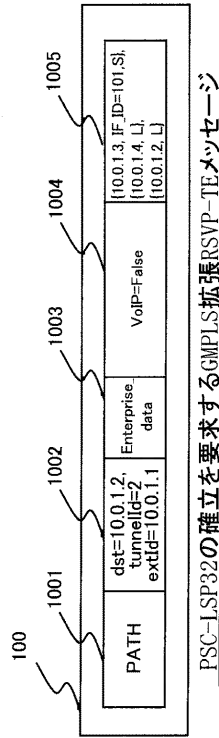
【図 8 B】

図 8 8B



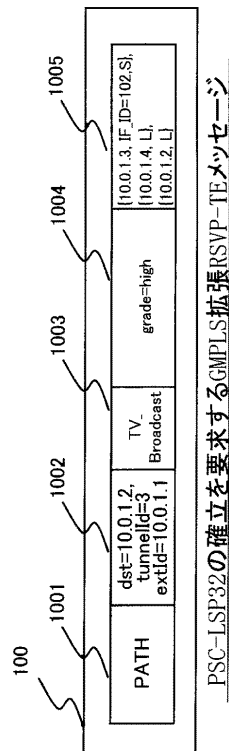
【図 8 C】

図 8 8C

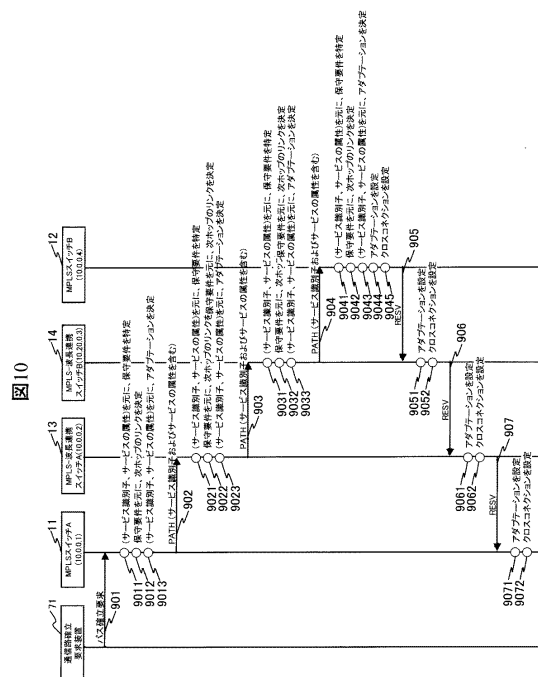


【図 8 D】

図8 8D

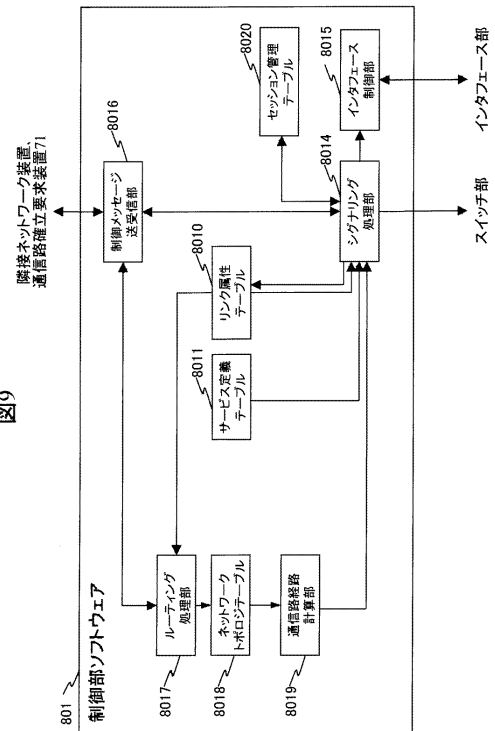


【図 1 0】



【図 9】

図9



【図 1 1】

図 11

サービス識別子	サービス属性条件	保守条件	then
Enterprise_data	exist(acceptable_down_hour)	max_fail_time < 1sec	notifyFailureDetection = enabled
Enterprise_data	true(VoIP)	maintenance_time = acceptable_down_time	
Enterprise_data	exist(acceptable_down_hour)	max_fail_time < 30sec	
Enterprise_data	false(VoIP)	maintenance_time = acceptable_down_time	
Enterprise_data	exist(acceptable_down_hour)	max_fail_time < 1sec	notifyFailureDetection = enabled
Enterprise_data	true(VoIP)	maintenance_time = "0:00-5:00"	
Enterprise_data	exist(acceptable_down_hour)	max_fail_time < 30sec	
Enterprise_data	false(VoIP)	maintenance_time = "0:00-5:00"	
TV_Broadcast	grade = high	max_fail_time < 1sec	
TV_Broadcast	grade = economy	maintenance_time = "3:00-5:00"	
TV_Broadcast	grade = economy	max_fail_time < 30sec	
TV_Broadcast	grade = economy	maintenance_time = "0:00-5:00"	

サービス定義テーブル

【図 12】

8010	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207
スイッチング ケーパビリティ	自ノードIP 識別子	対向装置 識別子	運用状態	下位レイヤ セッション識別子	リンク保守条件		
PSC	101	100.1.1	enabled	103	max fail time = 300msec maintenance time = "0:00-3:00"		
PSC	102	100.1.1	enabled	104	max fail time = 300msec maintenance time = "3:00-5:00"		
PSC	-	100.1.4	disabled	LSC	max fail time = 300msec maintenance time = "22:00-0:00"		
PSC	202	100.1.4	enabled	202	max fail time = 300msec maintenance time = "3:00-5:00"		
PSC	203	100.1.4	enabled	203	max fail time = 30sec maintenance time = "0:00-3:00"		
LSC	301	100.1.5	enabled	302	max fail time = 50msec maintenance time = "22:00-0:00"		
LSC	302	100.1.4	enabled	302	max fail time = 50msec maintenance time = "3:00-5:00"		
LSC	303	100.1.4	enabled	303	max fail time = 30sec maintenance time = "0:00-3:00"		

リンク属性テーブル(パケット波長連動Sw装置A)

【図 13】

8020	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309
セッション 識別子	前ホップ	次ホップ	サービス 識別子	サービス 属性	明瞭な経路	その他の RSVP オプション	その他の RSVP オプション	アダプテーション情報	
date=100.1.2, extid=100.1.1, turnid=1	IPv4Addr=100.1.1, FID=103	IPv4Addr=100.1.1, FID=101	Enterprise data	max fail time=30sec, acceptable_down_hour= [22:00-3:00]	100.1.3, 100.1.4, 100.1.2, 100.1.1	-	-	notifyFailureDetection = enabled	
date=100.1.2, extid=100.1.1, turnid=1	IPv4Addr=100.1.1, FID=103	IPv4Addr=100.1.1, FID=101	Enterprise data	max fail time=30sec, acceptable_down_hour= [00:00-5:00]	100.1.3, 100.1.4, 100.1.2, 100.1.1	-	-	PSC-LSP31	
date=100.1.2, extid=100.1.1, turnid=1	IPv4Addr=100.1.1, FID=104	IPv4Addr=100.1.1, FID=102	TV, Broadcast	max fail time=1sec, acceptable_down_hour= [3:00-5:00]	100.1.3, 100.1.4, 100.1.2, 100.1.1	-	-	PSC-LSP32	
date=100.1.2, extid=100.1.1, turnid=1	IPv4Addr=100.1.1, FID=104	IPv4Addr=100.1.1, FID=102	TV, Broadcast	max fail time=1sec, acceptable_down_hour= [3:00-5:00]	100.1.3, 100.1.4, 100.1.2, 100.1.1	-	-	PSC-LSP33	

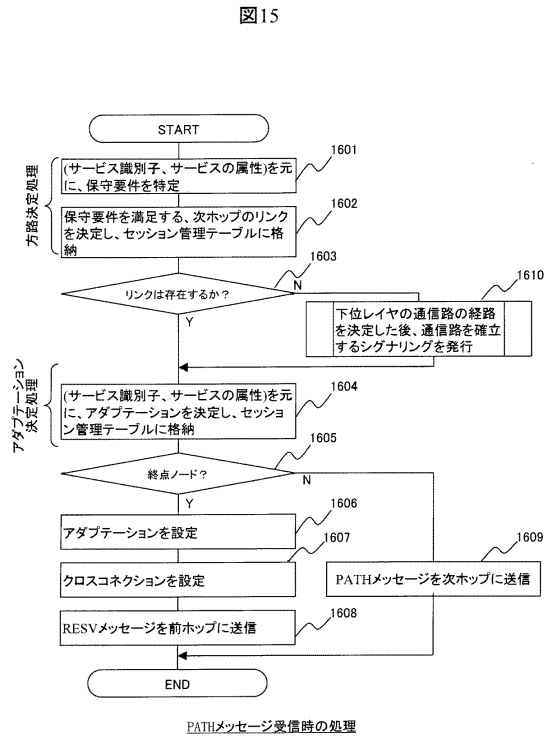
セッション管理テーブル(パケットSw装置A)

【図 14】

8018	1401	1402	1403	1404	1405	1406	1407
スイッチング ケーパビリティ	運用属性	リンク識別 識別子A	リンク識別 識別子B	リンク識別 識別子C	リンク識別 識別子D	リンク識別 識別子E	リンク識別 識別子F
PSC	enabled	100.1.1	103	1020.1.3	101	102	101
PSC	enabled	100.1.1	104	1020.1.3	101	102	101
PSC	enabled	100.1.2	103	1020.1.4	101	102	101
PSC	disabled	100.1.2	104	1020.1.4	101	102	101
PSC	enabled	100.1.3	201	1020.1.4	201	201	201
PSC	enabled	100.1.3	202	1020.1.4	202	202	202
PSC	enabled	100.1.3	203	1020.1.4	203	203	203
LSC	enabled	100.1.3	301	100.1.5	301	301	301
LSC	enabled	100.1.4	301	100.1.5	302	302	302
LSC	enabled	100.1.4	302	100.1.4	302	302	302
LSC	enabled	100.1.3	303	100.1.4	303	303	303

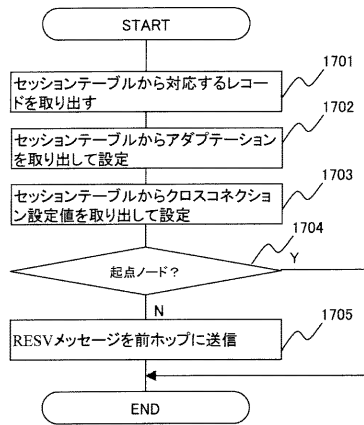
ネットワークポロジテーブル

【図 15】



【図 16】

図16



RESVメッセージ受信時の処理

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 0 8 - 0 9 7 9 3 4 (J P , A)
特開平 0 8 - 0 8 8 6 2 3 (J P , A)
特開平 0 7 - 0 8 7 1 2 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 4 L 1 2 / 5 6