(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2015-73166
(P2015-73166A)
(43)公開日　平成27年4月16日(2015.4.16)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
H04L 12/711	(2013.01)		H04L	12/711		5K030
H04L 12/70	(2013.01)		H04L	12/70	100Z	

審査請求 未請求　請求項の数 12　ＯＬ　（全 44 頁）

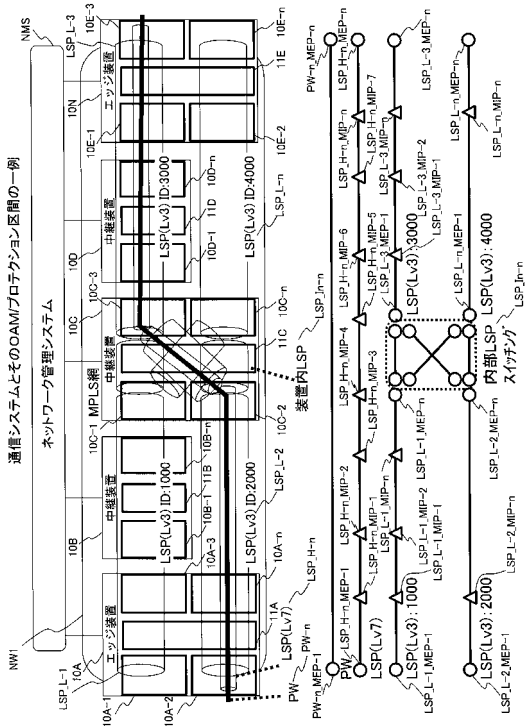
(21)出願番号　特願2013-206963 (P2013-206963)
(22)出願日　平成25年10月2日 (2013.10.2)

(71)出願人　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号
(74)代理人　110001678
特許業務法人藤央特許事務所
(72)発明者　遠藤　英樹
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号　株式会社日立製作所内
(72)発明者　高瀬　誠由
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号　株式会社日立製作所内
(72)発明者　植田　泰輔
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号　株式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】通信システム、通信方式及び通信装置

(57)【要約】
【課題】収容するユーザ回線数の減少やスループットを低下させずに、セグメントプロテクションを実現する。
【解決手段】複数の通信装置からなる通信網を含む通信システムであって、第１のエッジ装置と第２のエッジ装置との間で転送されるパケットは、複数のセグメントに分割された通信経路上を転送され、前記第１のエッジ装置と第２のエッジ装置との間で転送されるパケットを中継する中継装置は、前記パケットを受信すると、前記受信したパケットに含まれる通信経路の識別子を、前記中継装置内部の通信経路の識別子に変換し、前記変換された中継装置内部の通信経路の識別子に基づいて、前記受信したパケットを、前記中継装置内部で転送し、前記転送されたパケットに含まれる、前記中継装置内部の通信経路の識別子を、送信先の通信経路の識別子に変換し、前記変換された送信先の通信経路の識別子を含む前記パケットを送信する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数の通信装置からなる通信網を含む通信システムであって、
前記複数の通信装置は、前記通信網の端点に設置され、前記複数の通信装置によって転送されるパケットの終端点となる第１のエッジ装置と、前記通信網の端点に設置され、前記パケットの終端点となる、前記第１のエッジ装置とは別の第２のエッジ装置と、前記第１のエッジ装置と前記第２のエッジ装置との間で転送されるパケットを中継する複数の中継装置と、を含み、
前記第１のエッジ装置と前記第２のエッジ装置との間で転送されるパケットは、複数のセグメントに分割された通信経路上を転送され、
前記複数のセグメントは、前記第１のエッジ装置とセグメント境界の中継装置との間の複数の通信経路を含む第１のセグメントと、前記第２のエッジ装置と前記セグメント境界の中継装置との間の複数の通信経路を含む第２のセグメントと、を含み、
前記通信装置間で通信されるパケットは、前記パケットが通過する前記通信経路の識別子を含み、
前記各中継装置は、
前記パケットを受信すると、前記受信したパケットに含まれる通信経路の識別子を、前記各中継装置内部の通信経路の識別子に変換し、
前記変換された各中継装置内部の通信経路の識別子に基づいて、前記受信したパケットを、前記各中継装置内部で転送し、
前記転送されたパケットに含まれる、前記各中継装置内部の通信経路の識別子を、送信先の通信経路の識別子に変換し、
前記変換された送信先の通信経路の識別子を含む前記パケットを送信することを特徴とする通信システム。
【請求項２】
請求項１に記載の通信システムであって、
前記第１のセグメントから受信したパケットを前記第２のセグメントに送信する前記セグメント境界の中継装置は、
前記受信したパケットが通過した前記第１のセグメントの通信経路に対応する、前記第２のセグメントの複数の通信経路のうち、いずれが選択されたかを示す選択情報を保持し、
前記受信したパケットに含まれる、前記受信したパケットが通過した前記第１のセグメントの通信経路の識別子を、当該第１のセグメントの通信経路の識別子と、前記選択情報と、に基づいて決定した前記セグメント境界の中継装置内部の通信経路の識別子に変換し、
前記送信先の通信経路の識別子は、選択された前記第２のセグメントの通信経路の識別子であることを特徴とする通信システム。
【請求項３】
請求項２に記載の通信システムであって、
前記セグメント境界の中継装置は、
前記受信したパケットが通過した前記第１のセグメントの通信経路と、当該通信経路に対応する前記第２のセグメントの複数の通信経路と、を接続する前記セグメント境界の中継装置内部の複数の通信経路を特定する経路情報をさらに保持し、
前記経路情報及び前記選択情報に基づいて、前記受信したパケットが通過した前記第１のセグメントの通信経路と前記第２のセグメントの選択された一つの通信経路とを接続する前記セグメント境界の中継装置内部の通信経路の識別子を決定することを特徴とする通信システム。
【請求項４】
請求項１に記載の通信システムであって、
前記通信網内で通信されるパケットのうち、前記通信網の管理のために通信される管理

パケットは、管理対象のレベルを示す値を含み、
前記第１のセグメント内の通信経路を検査するための前記管理パケットは、前記管理対象のレベルを示す値として、第１のレベルを示す値を含み、
前記第１のセグメント及び前記第２のセグメントに跨る通信経路を検査するための前記管理パケットは、前記管理対象のレベルを示す値として、前記第１のレベルより高い第２のレベルを示す値を含み、
前記セグメント境界の中継装置は、前記第１のセグメントに含まれる通信装置から、前記第１のレベルを示す値が付与された前記管理パケットを受信すると、前記受信した管理パケットに基づく処理を実行し、前記受信した管理パケットを前記第２のセグメントに含まれる通信装置に送信しないことを特徴とする通信システム。
【請求項５】
請求項４に記載の通信システムであって、
前記各中継装置は、
前記パケットを受信すると、前記受信したパケットに含まれる計数値を第１の所定の値だけ変更し、
前記変更された計数値をさらに変更することなく、前記受信したパケットに含まれる、前記受信したパケットが通過した通信経路の識別子を、前記各中継装置内部の通信経路の識別子に変換し、
前記変更された計数値をさらに変更することなく、前記転送されたパケットに含まれる、前記各中継装置内部の通信経路の識別子を、前記送信先の通信経路の識別子に変換することを特徴とする通信システム。
【請求項６】
請求項５に記載の通信システムであって、
前記セグメント境界の中継装置は、
前記第１のセグメントに含まれる通信装置から、前記第２のレベルを示す値が付与された前記管理パケットを受信すると、前記受信した管理パケットに含まれる前記変更された計数値が第２の所定の値であるか否かを判定し、
前記受信した管理パケットに含まれる前記変更された計数値が前記第２の所定の値である場合、前記受信した管理パケットに基づく処理を実行し、
前記受信した管理パケットに含まれる前記変更された計数値が前記第２の所定の値でない場合、前記受信した管理パケットに基づく処理を実行せずに、前記受信した管理パケットを前記セグメント境界の中継装置内部で転送して、前記第２のセグメントに含まれる通信装置に送信することを特徴とする通信システム。
【請求項７】
請求項５に記載の通信システムであって、
前記セグメント境界以外の中継装置は、
前記第２のレベル以下のレベルを示す値が付与された前記管理パケットを受信すると、前記受信した管理パケットに含まれる前記変更された計数値が第２の所定の値であるか否かを判定し、
前記受信した管理パケットに含まれる前記変更された計数値が前記第２の所定の値である場合、前記受信した管理パケットに基づく処理を実行し、
前記受信した管理パケットに含まれる前記変更された計数値が前記第２の所定の値でない場合、前記受信した管理パケットに基づく処理を実行せずに、前記受信した管理パケットを前記中継装置内部で転送して、他の通信装置に送信することを特徴とする通信システム。
【請求項８】
請求項５に記載の通信システムであって、
前記各中継装置は、
前記第２のレベルより高いレベルを示す値が付与された前記管理パケットを受信すると、前記受信した管理パケットに含まれる前記変更された計数値が第２の所定の値であるか

否かを判定し、
前記受信した管理パケットに含まれる前記変更された計数値が前記第２の所定の値である場合、前記受信した管理パケットを廃棄し、
前記受信した管理パケットに含まれる前記変更された計数値が前記第２の所定の値でない場合、前記受信した管理パケットに基づく処理を実行せずに、前記受信した管理パケットを前記中継装置内部で転送して、他の通信装置に送信することを特徴とする通信システム。
【請求項９】
請求項５に記載の通信システムであって、
前記各通信装置は、それぞれが他の通信装置に接続された複数のインタフェース部と、前記複数のインタフェース部に接続されたスイッチ部と、を有し、
前記管理パケットは、いずれかの前記インタフェース部の識別子を含み、
前記セグメント境界以外の中継装置が有する前記複数のインタフェース部のうち、他の通信装置から前記管理パケットを受信した第１のインタフェース部は、
前記受信した管理パケットに含まれる前記計数値を前記第１の所定の値だけ変更し、
前記計数値が前記第２の所定の値である場合、前記受信した管理パケットに含まれる前記インタフェース部の識別子が前記第１のインタフェースの識別子であるか否かを判定し、
前記受信した管理パケットに含まれる前記インタフェース部の識別子が前記第１のインタフェースの識別子である場合、前記受信した管理パケットの送信元を送信先とする管理パケットを生成して出力し、
前記計数値が前記第２の所定の値であるか否かにかかわらず、前記受信した管理パケットに含まれる、前記受信した管理パケットが通過した通信経路の識別子を、前記中継装置内部の通信経路の識別子に変換し、
前記スイッチ部は、前記変換された中継装置内部の通信経路の識別子に基づいて、前記受信した管理パケットを、いずれかの前記インタフェース部に転送し、
前記転送された管理パケットを受信した第２のインタフェース部は、
前記計数値が前記第２の所定の値である場合、前記受信した管理パケットに含まれる前記インタフェース部の識別子が前記第２のインタフェースの識別子であるか否かを判定し、
前記受信した管理パケットに含まれる前記インタフェース部の識別子が前記第２のインタフェースの識別子である場合、前記受信した管理パケットの送信元を送信先とする管理パケットを生成して出力し、
前記計数値が前記第２の所定の値でない場合、前記転送された管理パケットに含まれる、前記中継装置内部の通信経路の識別子を、送信先の通信経路の識別子に変換し、
前記変換された通信経路の識別子を含む前記管理パケットを送信することを特徴とする通信システム。
【請求項１０】
請求項５に記載の通信システムであって、
前記各通信装置は、それぞれが他の通信装置に接続された複数のインタフェース部と、前記複数のインタフェース部に接続されたスイッチ部と、を有し、
前記管理パケットは、いずれかの前記インタフェース部の識別子を含み、
前記セグメント境界の中継装置が有する前記複数のインタフェース部のうち、前記第１のセグメントに含まれる通信装置から前記管理パケットを受信した第１のインタフェース部は、
前記受信した管理パケットに含まれる前記計数値を前記第１の所定の値だけ変更し、
前記受信した管理パケットが前記第２のレベルを示す値を含む場合、前記計数値が前記第２の所定の値であるか否かを判定し、
前記受信した管理パケットが前記第１のレベルを示す値を含む場合、及び、前記受信した管理パケットが前記第２のレベルを示す値を含み、かつ、前記計数値が前記第２の所定

の値である場合、前記受信した管理パケットに含まれる前記インタフェース部の識別子が前記第１のインタフェースの識別子であるか否かを判定し、

前記受信した管理パケットに含まれる前記インタフェース部の識別子が前記第１のインタフェースの識別子である場合、前記受信した管理パケットの送信元を送信先とする管理パケットを生成して出力し、

前記受信した管理パケットが、前記第２のレベルを示す値を含む場合、前記計数値が前記第２の所定の値であるか否かにかかわらず、前記受信した管理パケットに含まれる、前記受信した管理パケットが通過した前記第１のセグメントの通信経路の識別子を、前記セグメント境界の中継装置内部の通信経路の識別子に変換し、

前記スイッチ部は、前記変換されたセグメント境界の中継装置内部の通信経路の識別子に基づいて、前記受信した管理パケットを、いずれかの前記インタフェース部に転送し、

前記転送された管理パケットを受信した第２のインタフェース部は、

前記計数値が前記第２の所定の値である場合、前記受信した管理パケットに含まれる前記インタフェース部の識別子が前記第２のインタフェースの識別子であるか否かを判定し、

前記受信した管理パケットに含まれる前記インタフェース部の識別子が前記第２のインタフェースの識別子である場合、前記受信した管理パケットの送信元を送信先とする管理パケットを生成して出力し、

前記計数値が前記第２の所定の値でない場合、前記転送された管理パケットに含まれる、前記セグメント境界の中継装置内部の通信経路の識別子を、前記第２のセグメントの通信経路の識別子に変換し、

前記変換された第２のセグメントの通信経路の識別子を含む前記管理パケットを、前記第２のセグメントに含まれる通信装置に送信することを特徴とする通信システム。

【請求項１１】

複数の通信装置からなる通信網を含む通信システムにおいて実行される通信方法であって、

前記複数の通信装置は、前記通信網の端点に設置され、前記複数の通信装置によって転送されるパケットの終端点となる第１のエッジ装置と、前記通信網の端点に設置され、前記パケットの終端点となる、前記第１のエッジ装置とは別の第２のエッジ装置と、前記第１のエッジ装置と前記第２のエッジ装置との間で転送されるパケットを中継する複数の中継装置と、を含み、

前記第１のエッジ装置と前記第２のエッジ装置との間で転送されるパケットは、複数のセグメントに分割された通信経路上を転送され、

前記複数のセグメントは、前記第１のエッジ装置とセグメント境界の中継装置との間の複数の通信経路を含む第１のセグメントと、前記第２のエッジ装置と前記セグメント境界の中継装置との間の複数の通信経路を含む第２のセグメントと、を含み、

前記通信装置間で通信されるパケットは、前記パケットが通過する前記通信経路の識別子を含み、

前記通信方法は、

前記各中継装置がパケットを受信すると、前記受信したパケットに含まれる通信経路の識別子を、前記各中継装置内部の通信経路の識別子に変換し、前記変換された各中継装置内部の通信経路の識別子に基づいて、前記受信したパケットを、前記各中継装置内部で転送する手順と、

前記各中継装置が、前記転送されたパケットに含まれる、前記各中継装置内部の通信経路の識別子を、送信先の通信経路の識別子に変換し、前記変換された送信先の通信経路の識別子を含む前記パケットを送信する手順と、を含むことを特徴とする通信方法。

【請求項１２】

通信網に含まれる通信装置であって、

前記通信網は、少なくとも第１のセグメント及び第２のセグメントに分割され、

前記通信網内で通信されるパケットは、前記パケットが通過する前記通信網内の通信経

路の識別子を含み、
前記通信装置は、前記第１のセグメント及び前記第２のセグメントに接続され、
前記第１のセグメントに含まれる他の通信装置からパケットを受信すると、前記受信したパケットに含まれる、前記受信したパケットが通過した前記第１のセグメントの通信経路の識別子を、前記通信装置内部の通信経路の識別子に変換し、
前記変換された通信装置内部の通信経路の識別子に基づいて、前記受信したパケットを、前記通信装置内部で転送し、
前記転送されたパケットに含まれる、前記通信装置内部の通信経路の識別子を、前記第２のセグメントの通信経路の識別子に変換し、
前記変換された第２のセグメントの通信経路の識別子を含む前記パケットを、前記第２のセグメントに含まれる他の通信装置に送信することを特徴とする通信装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、パケット通信システムに関する。
【背景技術】
【０００２】
本技術分野の背景技術として、特表２０１０－５０７３１２号公報（特許文献１）がある。この公報には、「パケット・スイッチ・ネットワークにおいて多セグメント擬似回線の接続性を検証する方法であって、（ａ）第１プロバイダ端デバイスから第２プロバイダ端デバイスへ、第１プロバイダ端デバイスと第２プロバイダ端デバイスとの間にある、多セグメント擬似回線の第１セグメントに対してエコー要求メッセージを送信するステップと、（ｂ）当該エコー要求メッセージに応答して第２プロバイダ端デバイスからエコー応答メッセージを受信するステップとを含み、当該エコー応答メッセージは、第１セグメントの接続性を確認し、多セグメント擬似回線において第２プロバイダ端デバイスと第３プロバイダ端デバイスとの間に第２セグメントが存在するか否かを示し、第２セグメントが存在する場合、第２セグメントに関する情報を含む、接続性検証方法。」と記載されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特表２０１０－５０７３１２号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
近年の通信トラヒックの急増に伴い、高速通信が容易なパケット交換網が爆発的に普及し、その部品は大量生産により急激な低価格化が進んでいる。さらに、パケット交換網では、ＶＬＡＮ(Ｖｉｒｔｕａｌ Ｌｏｃａｌ Ａｒｅａ Ｎｅｔｗｏｒｋ)又はＭＰＬＳ（Ｍａｌｔｉ－Ｐｒｏｔｏｃｏｌ Ｌａｂｅｌ Ｓｗｉｔｃｈｉｎｇ）などのＶＰＮ技術を用いることで、複数のユーザを論理的に分離した網にユーザを収容可能となり、装置の共有化による低コスト化とセキュリティを両立できる。このため、老朽化しメンテナンスコストが増大し、高速化が困難な専用線及び公衆電話サービスをパケット交換網で置き換え、高速化・大容量化することが望まれている。この際、専用線及び公衆電話サービスで実現されていた高信頼性を同時に実現することが求められる。そのため、故障検出及び故障箇所の特定を行うＯＡＭ（Ｏｐｅｒａｔｉｏｎ, Ａｄｍｉｎｉｓｔｒａｔｉｏｎ ａｎｄ Ｍａｉｎｔｅｎａｎｃｅ）と、ＷｏｒｋｉｎｇパスとＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスのように予めパスを冗長化しておき、ＯＡＭでの故障検出を契機にパスを切り替えるプロテクション（ＡＰＳ：Ａｕｔｏｍａｔｉｃ Ｐｒｏｔｅｃｔｉｏｎ Ｓｗｉｔｃｈｉｎｇ）などの機能が重要となる。さらに、ネットワーク内でパスを複数の区間（セグメント）に区切り、セグメントごとのプロテクションによって、切替えの影響範囲をネットワーク全体

に波及させないことで、更なる信頼性の向上が図られている。

【０００５】

このセグメントプロテクションをＭＰＬＳのＰＷ（Ｐｓｕｄｏ Ｗｉｒｅ）で実現する場合、ＭＳ－ＰＷ（Ｍｕｌｔｉ－Ｓｅｇｍｅｎｔ－ＰＷ）を用いることが一般的である（特許文献１及びＩＥＴＦ ＲＦＣ５６５９（Ａｎ Ａｒｃｈｉｔｅｃｔｕｒｅ ｆｏｒ Ｍｕｌｔｉ－Ｓｅｇｍｅｎｔ Ｐｓｅｕｄｏｗｉｒｅ Ｅｍｕｌａｔｉｏｎ Ｅｄｇｅ－ｔｏ－Ｅｄｇｅ））。また、シングルセグメントＰＷのプロテクション区間にのみラベルを１段追加（スタック）し、プロテクション区間を区切るラベルスタック方式も可能である。どちらの場合も、ＭＰＬＳラベルで示されるパスの区間とプロテクション区間は同一であることが前提である。

【０００６】

一方、イーサネット（登録商標）ＯＡＭでは、ＭＥＧ（Ｍａｉｎｔｅｎａｃｅ Ｅｎｔｉｔｙ Ｇｒｏｕｐ）レベルと呼ばれる仮想的なレベルを用いてＯＡＭの区間を区切ることが規定されている（ＩＴＵ－Ｔ勧告 Ｇ．８０１３／Ｙ．１７３１（ＯＡＭ ｆｕｎｃｔｉｏｎｓ ａｎｄ ｍｅｃｈａｎｉｓｍｓ ｆｏｒ Ｅｔｈｅｒｎｅｔ ｂａｓｅｄ ｎｅｔｗｏｒｋｓ））。この場合、ＶＬＡＮタグなどのスタックを行うことなく、ある特定の区間を指定したＯＡＭを実施することが可能である。ただし、イーサネットＡＰＳでは、ＭＰＬＳと同様の理由により、プロテクション区間はＶＬＡＮタグによって区切ることを前提としており、ＭＥＧレベルによるプロテクション区間の分割は規定されていない（ＩＴＵ－Ｔ勧告 Ｇ．８０３１／Ｙ．１３４２（Ｅｔｈｅｒｎｅｔ ｌｉｎｅａｒ ｐｒｏｔｅｃｔｉｏｎ ｓｗｉｔｃｈｉｎｇ））。

【０００７】

しかしながら、通常ＭＰＬＳでは、ユーザ回線に相当する複数のＰＷを多重したＬＳＰ単位でスイッチングするというレイヤ構造によって、ネットワーク全体としてのユーザ収容回線数を非常に多くすることが可能であったのに対して、ＭＳ－ＰＷでは、網内においてＰＷによるスイッチングが発生するため、ネットワーク全体として収容可能なユーザ回線数が激減するという課題がある。また、シングルセグメントＰＷのプロテクション区間をラベルスタックで区切る場合には、追加されるラベル分だけスループットが低下するという課題がある。

【０００８】

一方、イーサネットプロテクションにおいても、ＶＬＡＮタグによる分割のみが可能となっているため、上記ラベルスタックと同様、スループットが低下するという課題がある。

【０００９】

そこで、本発明では、収容するユーザ回線数の減少及びスループットの低下を防止しながら、セグメントプロテクションを実現することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

上記の課題を解決するために、本発明は、複数の通信装置からなる通信網を含む通信システムであって、前記複数の通信装置は、前記通信網の端点に設置され、前記複数の通信装置によって転送されるパケットの終端点となる第１のエッジ装置と、前記通信網の端点に設置され、前記パケットの終端点となる、前記第１のエッジ装置とは別の第２のエッジ装置と、前記第１のエッジ装置と前記第２のエッジ装置との間で転送されるパケットを中継する複数の中継装置と、を含み、前記第１のエッジ装置と前記第２のエッジ装置との間で転送されるパケットは、複数のセグメントに分割された通信経路上を転送され、前記複数のセグメントは、前記第１のエッジ装置とセグメント境界の中継装置との間の複数の通信経路を含む第１のセグメントと、前記第２のエッジ装置と前記セグメント境界の中継装置との間の複数の通信経路を含む第２のセグメントと、を含み、前記通信装置間で通信されるパケットは、前記パケットが通過する前記通信経路の識別子を含み、前記各中継装置は、前記パケットを受信すると、前記受信したパケットに含まれる通信経路の識別子を、

前記各中継装置内部の通信経路の識別子に変換し、前記変換された各中継装置内部の通信経路の識別子に基づいて、前記受信したパケットを、前記各中継装置内部で転送し、前記転送されたパケットに含まれる、前記各中継装置内部の通信経路の識別子を、送信先の通信経路の識別子に変換し、前記変換された送信先の通信経路の識別子を含む前記パケットを送信することを特徴とする。

【発明の効果】

【００１１】

本発明の一実施形態によれば、収容するユーザ回線数の減少及びスループットの低下を防止しながら、セグメントプロテクションを実現することができるため、高信頼かつ高効率な通信システムを構築することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００１２】

【図１】本発明の実施例１の通信システムと、そのＯＡＭ及びプロテクション区間の一例を示す説明図である。

【図２】本発明の実施例１の通信装置がＭＰＬＳ網の外から受信する通信パケットのフォーマットを示す説明図である。

【図３】本発明の実施例１の通信装置がＭＰＬＳ網内で送受信する通信パケットのフォーマットを示す説明図である。

【図４】本発明の実施例１の通信パケットに含まれるＭＰＬＳラベルのフォーマットを示す説明図である。

【図５】本発明の実施例１の通信装置がＭＰＬＳ網内で送受信するＯＡＭパケットのフォーマットを示す説明図である。

【図６】本発明の実施例１の通信装置がＬＢパケットとして送受信するＯＡＭパケットのフォーマットを示す説明図である。

【図７】本発明の実施例１の通信装置が装置内のＡＰＳ状態同期のために使用するＯＡＭパケットのフォーマットを示す説明図である。

【図８】本発明の実施例１の通信装置がパス切替えのために使用するＯＡＭパケットのフォーマットを示す説明図である。

【図９】本発明の実施例１の通信装置の構成を示すブロック図である。

【図１０】本発明の実施例１の入出力回線インタフェースが受信パケットに付加する装置内ヘッダを示す説明図である。

【図１１】本発明の実施例１の入力コネクションＩＤ決定テーブルを示す説明図である。

【図１２】本発明の実施例１のＯＡＭ設定テーブルを示す説明図である。

【図１３】本発明の実施例１の入力ＶＬＡＮヘッダ処理テーブルを示す説明図である。

【図１４】本発明の実施例１の入力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブルを示す説明図である。

【図１５】本発明の実施例１のＡＰＳ選択系テーブルを示す説明図である。

【図１６】本発明の実施例１のパケット転送テーブルを示す説明図である。

【図１７】本発明の実施例１の出力コネクションＩＤ決定テーブルを示す説明図である。

【図１８】本発明の実施例１の出力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブルを示す説明図である。

【図１９】本発明の実施例１のＯＡＭ処理テーブルを示す説明図である。

【図２０】本発明の実施例１のＡＰＳ処理テーブルを示す説明図である。

【図２１】本発明の実施例１の装置内ＯＡＭ　ＩＤ変換テーブルを示す説明図である。

【図２２】本発明の実施例１のＭＩＰ　ＩＤ設定レジスタを示す説明図である。

【図２３】本発明の実施例１の入力ヘッダ処理部が実行する入力ヘッダ処理のフローチャートを示す。

【図２４】本発明の実施例１の出力ヘッダ処理部が実行する出力ヘッダ処理のフローチャートを示す。

【図２５】本発明の実施例１のＯＡＭ処理部が実行するＯＡＭ受信処理のフローチャートを示す。

【図２６】本発明の実施例１のＯＡＭ処理部が実行するＣＣ受信処理のフローチャートを

示す。
【図２７】本発明の実施例１のＯＡＭ処理部が実行するＡＰＳ受信処理のフローチャートを示す。
【図２８】本発明の実施例１のＯＡＭ処理部が実行するループバック受信処理のフローチャートを示す。
【図２９】本発明の実施例１のＯＡＭ処理部が実行する装置内ＯＡＭ受信処理のフローチャートを示す。
【図３０】本発明の実施例１のＯＡＭ処理部が実行するＯＡＭポーリング処理のフローチャートの第１の部分を示す。
【図３１】本発明の実施例１のＯＡＭ処理部が実行するＯＡＭポーリング処理のフローチャートの第２の部分を示す。
【図３２】本発明の実施例１のＯＡＭ処理部が実行するＡＰＳポーリング処理のフローチャートの第１の部分を示す。
【図３３】本発明の実施例１のＯＡＭ処理部が実行するＡＰＳポーリング処理のフローチャートの第２の部分を示す。
【図３４】本発明の実施例１のＯＡＭ処理部が実行するＡＰＳポーリング処理のフローチャートの第３の部分を示す。
【発明を実施するための形態】
【００１３】
以下、本発明の実施例について、図面を参照して説明する。
【実施例１】
【００１４】
図１は、本発明の実施例１の通信システムと、そのＯＡＭ及びプロテクション区間の一例を示す説明図である。
【００１５】
本システムの設定及び制御は、ネットワーク管理システムＮＭＳが行う。
【００１６】
本実施例の通信装置として、ＭＰＬＳ網ＮＷ１のエッジ装置及び中継装置があるが、これらの装置構成などは同一であり（図９参照）、事前設定及び入力されるパケットに応じてエッジ装置として動作する場合と中継装置として動作する場合があるだけである。図１の例では、ＭＰＬＳ網ＮＷ１上の各通信装置の位置に基づいて、便宜上、通信装置１０Ａおよび１０Ｎがエッジ装置として、通信装置１０Ｂ、１０Ｃおよび１０Ｄが中継装置として、それぞれ動作しているものとする。
【００１７】
なお、以下の説明において、通信装置１０Ａ～１０Ｎを通信装置１０と記載する場合がある。通信装置１０に関する説明は、特に指定しない限り、通信装置１０Ａ～１０Ｎのいずれにも当てはまる。同様に、エッジ装置１０Ａ及び１０Ｎをエッジ装置１０、中継装置１０Ｂ～１０Ｄを中継装置１０と記載する場合もある。
【００１８】
本実施例では、エッジ装置１０Ａから１０Ｎまでの区間がＭＰＬＳ網ＮＷ１のＥｎｄ－Ｅｎｄ区間であり、そこにＭＥＧレベル７のＬＳＰ（Ｌａｂｅｌ　Ｓｗｉｔｃｈｅｄ　Ｐａｔｈ）としてＥｎｄ－Ｅｎｄ区間パス：ＬＳＰ＿Ｈ－ｎが設定され、Ｅｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｈ－ｎ上にユーザ回線を収容するＰＷ：ＰＷ－ｎが設定されている。
【００１９】
Ｅｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｈ－ｎは、中継装置１０Ｃにおいて分割され、エッジ装置１０Ａと中継装置１０Ｃとの間のＭＥＧレベル３のＬＳＰとしてセグメントＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｌ－１及びＬＳＰ＿Ｌ－２が、中継装置１０Ｃとエッジ装置１０Ｎとの間のＭＥＧレベル３のＬＳＰとしてセグメントＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｌ－３及びＬＳＰ＿Ｌ－ｎが、それぞれ設定されており、セグメントＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｌ－１がＷｏｒｋｉｎｇパス、セグメントＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｌ－２がＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスとしてプロテクションの

ペアが設定され、セグメントＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｌ－３がＷｏｒｋｉｎｇパス、セグメントＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｌ－ｎがＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスとしてプロテクションのペアが設定されている。

【００２０】

これらの各セグメントＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｌ－１～ＬＳＰ＿Ｌ－ｎは、装置内ＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｉｎ－ｎによって相互に接続されている。これらの接続を、後述するプロテクションの選択情報を用いて変更することで、ＰＷによるスイッチングではなく装置内ＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｉｎ－ｎによるスイッチングをすることによって、ユーザ回線の収容数の減少、及び、新たなＭＰＬＳラベルの追加によるスループットの低下を防止しながら、セグメントプロテクションを実現することが可能となる。

【００２１】

ＰＷ：ＰＷ－ｎ、Ｅｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｈ－ｎ、及び各セグメントＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｌ－ｎには、ＯＡＭ及びプロテクションの管理ポイント（Ｍａｉｎｔｅｎａｎｃｅ　Ｐｏｉｎｔ：ＭＰ）が設定さる。ＭＰには２つの種類、すなわち、ＯＡＭ及びプロテクション用にやり取りされる専用のＯＡＭパケットを送信及び終端するＭＥＰ（Ｍａｉｎｔｅｎａｎｃｅ　Ｅｎｄ　Ｐｏｉｎｔ）、及び、受信したＯＡＭパケットを折り返すＭＩＰ（Ｍａｉｎｔｅｎａｎｃｅ　Ｉｎｔｅｒｍｉｄｉａｔｅ　Ｐｏｉｎｔ）がある。

【００２２】

ＭＥＰは、ＰＷ：ＰＷ－ｎ、Ｅｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｈ－ｎ、及びセグメント区間ＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｌ－１～ｎの終端点上に設定される。一方、ＭＩＰは、Ｅｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｈ－ｎ及びセグメント区間ＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｌ－１～ｎが経由する全ての通信装置１０のＮＩＦカード上に設定される。

【００２３】

ここで、標準的なＯＡＭ及びプロテクション、例えばイーサネットＯＡＭ及びプロテクションでは、プロテクション区間の途中の区間には、上位レイヤのＭＩＰを設定できない。具体的には、セグメントＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｌ－１とＬＳＰ＿Ｌ－２のプロテクション区間には、その上位レイヤであるＥｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｈ－ｎのＭＩＰ：ＬＳＰ＿Ｈ－ｎ＿ＭＩＰ－１～３は、標準上設定できない。一方で、プロテクション区間の終端点である中継装置１０Ｃの各ＮＩＦカード１０Ｃ－１～ｎにはＭＩＰ：ＬＳＰ＿Ｈ－ｎ＿ＭＩＰ－４及び５を設定できる。しかしながら、プロテクション区間の終端点以外の点に上位レイヤのＭＩＰが設定できない場合、故障箇所をＥｎｄ－Ｅｎｄ区間で切り分けることができなくなり、故障箇所特定にかかる時間が増大してしまう。

【００２４】

具体的には、標準通りのＭＩＰが設定された場合において、ＰＷ：ＰＷ－ｎの通信が途絶した場合、まずＰＷ：ＰＷ－ｎまたはＥｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｈ－ｎの各ＭＥＰ間で接続性を検証するための折返し（ＬＢ：Ｌｏｏｐ　Ｂａｃｋ）試験が実施され、試験が失敗することによって通信断を確認できる。その後、詳細な故障箇所特定のためには、各セグメントＬＳＰの各ＭＩＰ宛に個別にＬＢ試験を実施し、接続性をチェックする必要がある。その結果、どこかに故障箇所を特定できる場合もあるが、故障箇所が中継装置１０Ｃのスイッチ１１Ｃ部分だった場合、さらに、Ｅｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｈ－ｎにおいて、設定が許されているＭＩＰ：ＬＳＰ＿Ｈ－ｎ＿ＭＩＰ－４及び５に対してＬＢ試験を実施し、最終的な故障特定を行う必要がある。

【００２５】

一方で、Ｅｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｈ－ｎにおいて、セグメントのプロテクション区間であってもＭＩＰが設定可能であれば、Ｅｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｈ－ｎのＬＢ試験のみで故障特定が可能であるため、故障特定にかかる時間を短縮できる。

【００２６】

そこで、本実施例は、このような課題を解決するため、Ｅｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｈ－ｎに、セグメントプロテクション区間のＭＩＰと同等のＭＩＰ：ＬＳＰ＿Ｈ－

ｎ＿ＭＩＰ－１～３およびＬＳＰ＿Ｈ－ｎ＿ＭＩＰ－６～ｎも設定可能とし、それらに対してＬＢ試験などのＯＡＭ試験を実施可能とする。そのため、後述するように、各ＭＩＰを識別するＩＤ（ＭＩＰ　ＩＤ）をＭＥＧレベルに関係なく共通化し、ＭＥＧレベルとＭＩＰ　ＩＤにより折返し点となるＭＩＰを指定する。これにより、セグメントプロテクションが設定されていても、迅速な故障箇所の特定が可能となり、部品交換など復旧にかかる時間を大幅に短縮できる。

【００２７】

図２は、本発明の実施例１の通信装置１０ＮがＭＰＬＳ網ＭＷ１の外から受信する通信パケット４０のフォーマットを示す説明図である。通信装置１０ＡがＭＰＬＳ網ＭＷ１の外から受信する通信パケットのフォーマットも同様である。

【００２８】

通信パケット４０は、宛先ＭＡＣアドレス４０１、送信元ＭＡＣアドレス４０２、ＶＬＡＮタグ４０３及び後続ヘッダの種類を示すタイプ値４０４からなるＭＡＣヘッダと、ペイロード部４０５と、パケットチェックシーケンス（ＦＣＳ）４０６とからなる。

【００２９】

宛先ＭＡＣアドレス４０１と送信元ＭＡＣアドレス４０２には、エッジ装置１０ＮのＭＡＣアドレスが格納される。ＶＬＡＮタグ４０３は、フロー識別子となるＶＬＡＮ　ＩＤの値（ＶＩＤ＃）を示している。

【００３０】

図３は、本発明の実施例１の通信装置１０がＭＰＬＳ網ＭＷ１内で送受信する通信パケット４１のフォーマットを示す説明図である。

【００３１】

本実施例では、ＰＷを用いてイーサネットを収容する。通信パケット４１は、宛先ＭＡＣアドレス４１１、送信元ＭＡＣアドレス４１２及び後続ヘッダの種類を示すタイプ値４１３からなるＭＡＣヘッダと、ＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１と、ＭＰＬＳラベル（ユーザ識別用）４１４－２と、ペイロード部４１５と、ＦＣＳ：４１６とからなる。ペイロード部４１５は、図２に示した通信パケット４０のイーサパケットがカプセル化されたものである。本フォーマットは、２段のＭＰＬＳラベルを有しており、１段目のＭＰＬＳラベル４１４－１は網内の転送経路を示し、２段目のＭＰＬＳラベル４１４－２はＰＷ用のラベルとしてユーザ及びサービスを識別するために用いられる。

【００３２】

図４は、本発明の実施例１の通信パケット４１に含まれるＭＰＬＳラベル４１４のフォーマットを示す説明図である。

【００３３】

ＭＰＬＳラベル４１４は、ＭＰＬＳパス及びユーザのＩＤを表すＬＳＰ　ＩＤ：４１４１と、転送優先度を表すＴｒａｆｆｉｃ　Ｃｌａｓｓ（ＴＣ）４１４２と、当該ラベルがＭＰＬＳラベルの最終段のものであることを示すＳビット４１４３と、ループ防止用に用いられるＴＴＬ（Ｔｉｍｅ－Ｔｏ－Ｌｉｖｅ）：４１４４とからなる。ＴＴＬ：４１４４は、パケットが通信装置１０間で転送された回数（すなわとホップ数）の計数値であり、所定の初期値が与えられ、通信装置１０間での転送が行われる度に“１”ずつ減算される。本フォーマットは転送用ラベル４１４－１およびユーザ識別用ラベル４１４－２に共通する。

【００３４】

図５は、本発明の実施例１の通信装置１０がＭＰＬＳ網ＭＷ１内で送受信するＯＡＭパケット４２のフォーマットを示す説明図である。

【００３５】

ＯＡＭパケット４２は、宛先ＭＡＣアドレス４２１、送信元ＭＡＣアドレス４２２及び後続ヘッダの種類を示すタイプ値４２３からなるＭＡＣヘッダと、ＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１と、ＭＰＬＳラベル（ＯＡＭ識別用）４１４－３と、ＭＥＧレベル４２４と、ＯＡＭ種別４２５と、ペイロード部４２６と、ＦＣＳ４２７とからなる。ＭＥＧレベ

ル４２４には当該ＯＡＭパケット４２のＭＥＧレベルが、ＯＡＭ種別４２５には当該ＯＡＭパケット４２の種別（ＬＢ又はその他ＯＡＭの種別）が、ペイロード部４２４には各ＯＡＭ種別４２５で専用の情報が、それぞれ格納されている。

【００３６】

図５では、ＬＳＰ用ＯＡＭパケットを示しており、ＭＰＬＳラベル１段（すなわちＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１）の後にＯＡＭ識別用のＭＰＬＳラベル４１４－３を有している。仮にＬＳＰ用ではなくＰＷ上で用いられるＯＡＭパケットの場合、ＭＰＬＳラベルとしては転送用ラベル４１４－１の後に、さらにユーザ識別用のラベル４１４－２が付与され、その後にＯＡＭ識別用ラベル４１４－３が配置される。ＯＡＭ識別用ラベルのＬＳＰ　ＩＤ：４１４１を本実施例では“１３”とする。

【００３７】

図６は、本発明の実施例１の通信装置１０がＬＢパケットとして送受信するＯＡＭパケット４２のフォーマットを示す説明図である。

【００３８】

ＬＢパケット（すなわちＬＢ試験のために送受信されるパケット）４２では、ＯＡＭ種別４２５にＬＢＭ（ＬＢ　Ｍｅｓｓａｇｅ）またはＬＢＲ（ＬＢ　Ｒｅｐｌｙ）を示す種別が格納され、ペイロード４２６としてＭＩＰ　ＩＤ：４２６－１が格納される。ＬＢＲは、ＬＢＭを受信したＭＩＰがその応答として返送するＬＢパケットである。その他のフィールドは、図５と同様である。

【００３９】

図７は、本発明の実施例１の通信装置１０が装置内のＡＰＳ状態同期のために使用するＯＡＭパケット４２のフォーマットを示す説明図である。

【００４０】

ＡＰＳ状態同期のための装置内ＯＡＭパケット４２では、ＯＡＭ種別４２５に装置内ＯＡＭを示す種別が格納され、ペイロード４２６として情報種別４２６－２、ＡＰＳ状態４２６－３、送信数カウンタ４２６－４、受信ＡＰＳ：４２６－５及び障害状態４２６－６が格納される。各フィールドの詳細は後述する。その他のフィールドは、図５と同様である。

【００４１】

図８は、本発明の実施例１の通信装置１０がパス切替えのために使用するＯＡＭパケット４２のフォーマットを示す説明図である。

【００４２】

パス切替えのための装置内ＯＡＭパケット４２では、ＯＡＭ種別４２５に装置内ＯＡＭを示す種別が格納され、ペイロード４２６として情報種別４２６－２、及び選択系４２６－７が格納される。各フィールドの詳細は後述する。その他のフィールドは、図５と同様である。

【００４３】

図９は、本発明の実施例１の通信装置１０の構成を示すブロック図である。

【００４４】

通信装置１０は、複数のネットワークインタフェースボード（ＮＩＦ）１０－ｉ（１０－１～１０－ｎ）と、これらのＮＩＦに接続されたスイッチ部１１と、装置全体を管理するノード管理部１２と、からなる。ＮＩＦ１０－ｉは、図１のＮＩＦ１０Ａ－１～１０Ａ－ｎ、１０Ｂ－１～１０Ｂ－ｎ、１０Ｃ－１～１０Ｃ－ｎ、１０Ｄ－１～１０Ｄ－ｎ、１０Ｅ－１～１０Ｅ－ｎの各々に相当する。スイッチ部１１は、図１のスイッチ部１１Ａ～１１Ｅの各々に相当する。

【００４５】

各ＮＩＦ１０－ｉ（ｉは１からｎのいずれか、以下同様）は、通信ポートとなる複数の入出力回線インタフェース１０１（すなわち入出力回線インタフェース１０１－１～１０１－ｎ）を備え、これらの通信ポートを介して、その他の装置と接続されている。本実施例では、入出力回線インタフェース１０１は、イーサネット（登録商標）用の回線インタ

フェースとなっている。

【００４６】

各ＮＩＦ：１０－ｉは、これらの入出力回線インタフェース１０１に接続された入力ヘッダ処理部１０３と、入力ヘッダ処理部１０３に接続された入力パケットバッファ１０４と、入力パケットバッファ１０４に接続された入力スケジューラ１０５と、を有する。また、各ＮＩＦ：１０－ｉは、スイッチ部１１に接続された複数のＳＷインタフェース１０２（すなわちＳＷインタフェース１０２－１～１０２－ｎ）と、これらのＳＷインタフェースに接続された出力パケットヘッダ処理部１０６と、出力パケットヘッダ処理部１０６に接続された出力パケットバッファ１０７と、出力パケットバッファ１０７に接続された出力スケジューラ１０８と、を有する。さらに、各ＮＩＦ：１０－ｉは、ＯＡＭ処理部１０９、ＮＩＦ管理部１１０及び設定レジスタ１１１を有する。これらの各部の詳細については後述する。

【００４７】

通信装置１０は、スイッチ部１１によって参照されるパケット転送テーブル２１、入力側のテーブルアービタ１１２を介して各処理部に参照される入力コネクションＩＤ決定テーブル２２、入力ＶＬＡＮヘッダ処理テーブル２３、入力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル２４、ＡＰＳ選択系テーブル２５、ＯＡＭ設定テーブル２６、ＯＡＭ処理テーブル２７、ＡＰＳ処理テーブル２８、出力側のテーブルアービタ１１２を介して各処理部に参照される出力コネクションＩＤ決定テーブル３０、出力ＶＬＡＮヘッダ処理テーブル３１、出力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル３２、及び装置内ＯＡＭ　ＩＤ変換テーブル３３を保持する。これらのテーブルの詳細については後述する。

【００４８】

ここで、ＳＷインタフェース１０２－ｉ（ｉは１からｎのいずれか、以下同様）は、入出力回線インタフェース１０１－ｉ（ｉは１からｎのいずれか、以下同様）と対応しており、入出力回線インタフェース１０１－ｉで受信した入力パケットは、ＳＷインタフェース１０２－ｉを介してスイッチ部１１に転送される。また、スイッチ部１１からＳＷインタフェース１０２－ｉに振り分けられた出力パケットは、入出力回線インタフェース１０１－ｉを介して、出力回線に送出される。このため、入力ヘッダ処理部１０３、入力パケットバッファ１０４、入力スケジューラ１０５、出力ヘッダ処理部１０６、出力パケットバッファ１０７、及び出力ヘッダ処理部１０８は、回線毎に独立した構造となっており、複数の回線のパケットが混ざり合うことはない。

【００４９】

入出力回線インタフェース１０１－ｉは、入力回線から通信パケット４０、通信パケット４１、またはＯＡＭパケット４２を受信すると、受信パケットに、図１０に示す装置内ヘッダ４５を付加する。

【００５０】

図１０は、本発明の実施例１の入出力回線インタフェース１０１－ｉが受信パケットに付加する装置内ヘッダ４５を示す説明図である。

【００５１】

装置内ヘッダ４５は、コネクションＩＤ：４５１と、受信ポートＩＤ：４５２と、受信ＮＩＦ　ＩＤ：４５３と、送信ポートＩＤ：４５４と、送信ＮＩＦ　ＩＤ：４５５と、マルチキャストフラグ４５６と、パケット長４５７と、を示す複数のフィールドからなっている。

【００５２】

入出力回線インタフェース１０１－ｉは、受信パケットに装置内ヘッダ４５を付加した時点では、設定レジスタ１１１から取得したポートのＩＤとＮＩＦのＩＤをそれぞれ受信ポートＩＤ：４５２とＮＩＦ　ＩＤ：４５３に格納する。一方、その時点で、コネクションＩＤ：４５１、送信ポートＩＤ：４５４、送信ＮＩＦ　ＩＤ：４５５、及びマルチキャストフラグ４５６は空欄となっている。このフィールドには、入力ヘッダ処理部１０３によって有効値が設定される。

【００５３】
入力ヘッダ処理部１０３は、後述する入力ヘッダ処理Ｓ１００を実施して、下記の各テーブル２２～２６を参照し、各入力パケット（すなわち装置内ヘッダ４５が付加された受信パケット）の装置内ヘッダ４５にコネクションＩＤ：４５１を追加するとともに、その他のテーブルを参照し、その他のヘッダ処理を実施する。入力ヘッダ処理Ｓ１００の結果、入力パケットは、ＯＡＭ処理部１０９もしくは入力パケットバッファ１０４に回線毎に格納されるか、又は廃棄される。
【００５４】
図１１は、本発明の実施例１の入力コネクションＩＤ決定テーブル２２を示す説明図である。
【００５５】
コネクションＩＤ決定テーブル２２は、受信ポートＩＤ：２２２と、受信ポートＩＤ：２２２の処理モード２２３と、ＶＬＡＮ　ＩＤまたはＭＰＬＳラベル（転送用）：２２４との組合わせを検索キーとして、その登録アドレスであるコネクションＩＤ：２２１を取得するためのものである。通常このようなテーブルは、ＣＡＭ（Ｃｏｎｔｅｎｔ－ａｄｄｒｅｓｓａｂｌｅ　ｍｅｍｏｒｙ）で構成される。ここで、コネクションＩＤ：２２１は、本通信装置１０において各コネクションを特定するＩＤであり、入出力で同じＩＤが使用される。さらに、一つのＶＬＡＮのＶＩＤ毎に一つのコネクションＩＤ、一つのＭＰＬＳラベル（転送用）、つまりは一つのＬＳＰ毎に一つのコネクションＩＤが設定される。
【００５６】
また、一つのＭＰＬＳラベル（転送用）、つまり一つのＬＳＰにおいてパスプロテクションを行っている場合、そのＷｏｒｋｉｎｇパスとＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスのコネクションＩＤは、その最上位ビット（ＭＳＢ）がＷｏｒｋｉｎｇパスにおいて‘１’となり、Ｐｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスにおいて‘０’となり、最上位ビット以外のビットが両者で同一になるように設定する必要がある。以下の説明において、パスプロテクションを行うためのＷｏｒｋｉｎｇパスとＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスのペアをプロテクションペア、それらのコネクションＩＤのうち最上位ビット以外の部分をプロテクションペアＩＤとも記載する。
【００５７】
図１２は、本発明の実施例１のＯＡＭ設定テーブル２６を示す説明図である。
【００５８】
ＯＡＭ設定テーブル２６は、入力コネクションＩＤ：２６１を検索キーとして、ＭＰ種別２６２と、ＭＥＧレベル２６３と、仮想ＭＥＧレベル２６４と、所属ポートＩＤ：２６４とを示すテーブルエントリを検索するためのものである。ここで、ＭＰ種別２６２は各エントリがＭＥＰ（終端）かＭＩＰ（中継）かを設定するものであるため、Ｅｎｄ－Ｅｎｄ区間またはセグメントＬＳＰの終端点にはＭＥＰ（終端）、中継点にはＭＩＰ（中継）が設定される。さらに、ＭＥＧレベル２６３は当該エントリが終端または折返しをすべきＯＡＭパケット４２のＭＥＧレベル４２４を設定する。ここで、Ｅｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰの終端点であれば“７”、セグメントＬＳＰの終端点または中継点であれば“３”が設定される。一方、仮想ＭＥＧレベル２６４は、セグメントＬＳＰの中継点及び終端点でもＥｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰのＬＢパケットの折返しを実現するために設定されるため、Ｅｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰのＭＥＧレベルである“７”が設定される。また、所属ポートＩＤ：２６５は、本エントリが所属するポート１０１－ｉのＩＤが設定される。
【００５９】
図１２の例において、１行目はＥｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰの終端点に対応するため、ＭＥＧレベル２６３に“７”が設定され、仮想ＭＥＧレベル２６４には値が設定されない。２行目及び３行目はセグメントＬＳＰの終端点に対応するため、ＭＥＧレベル２６３に“３”が設定され、仮想ＭＥＧレベル２６４に“７”が設定される。４行目はセグメントＬＳＰの中継点に対応するため、ＭＥＧレベル２６３に“３”が設定され、仮想ＭＥＧレベル２６４に“７”が設定される。

【００６０】
図１３は、本発明の実施例１の入力ＶＬＡＮヘッダ処理テーブル２３を示す説明図である。
【００６１】
入力ＶＬＡＮヘッダ処理テーブル２３は、コネクションＩＤ：２３１を検索キーとして、ＶＬＡＮタグ処理２３２と、ＶＬＡＮタグ２３３とを示すテーブルエントリを検索するためのものである。ここで、ＶＬＡＮタグ処理２３２は、入力パケットに対するＶＬＡＮタグ処理を指定し、それに必要なタグ情報がＶＬＡＮタグ２３３に設定される。
【００６２】
図１４は、本発明の実施例１の入力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル２４を示す説明図である。
【００６３】
入力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル２４は、コネクションＩＤ：２４１を検索キーとして、ＭＰＬＳラベル処理２４２と、装置内ラベル（転送用）２４３と、ＭＰＬＳラベル（ユーザ識別用）２４４とを示すテーブルエントリを検索するためのものである。ここで、ＭＰＬＳラベル処理２４２は、入力パケットに対するＭＰＬＳラベル処理を指定し、それに必要なラベル情報が装置内ラベル（転送用）２４３とＭＰＬＳラベル（ユーザ識別用）２４４に設定される。また、装置内ラベル（転送用）２４３は、上述の装置内ＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｉｎ－ｎに対応するものであり、装置内の転送用に使用されるＬＳＰである。
【００６４】
図１５は、本発明の実施例１のＡＰＳ選択系テーブル２５を示す説明図である。
【００６５】
ＡＰＳ選択系テーブル２５は、プロテクションペアＩＤ：２５１を検索キーとして、選択パス２５２を示すテーブルエントリを検索するためのものである。ここで、ＡＰＳ制御はＷｏｒｋｉｎｇパスとＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスのペアで管理されているため、上述した通り、最上位ビットが‘０’であるコネクションＩＤはＷｏｒｋｉｎｇパスを表し、‘１’であるコネクションＩＤはＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスを表す。このため、ＡＰＳ選択系テーブル２５を検索するプロテクションペアＩＤ：２５１は、ペアをなすＷｏｒｋｉｎｇパスとＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスのコネクションＩＤの最上位ビットを除いた値となる。
【００６６】
また、選択パス２５２は、パスプロテクションを実施している場合の選択パスを示している。具体的には、選択パス２５２の値‘０：Ｗｏｒｋｉｎｇ’及び‘１：Ｐｒｏｔｅｃｔｉｏｎ’は、それぞれ、Ｗｏｒｋｉｎｇパス及びＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスが選択されていることを示す。この選択パス２５２は、装置外部のＬＳＰを装置内ＬＳＰへ乗せ替える際に使用され、選択パス２５２の値を制御することによって、パス切替えが実現できる。
【００６７】
入力スケジューラ１０５は、入力パケットバッファ１０５にパケットが格納されると、それを回線毎に独立に読み出し、その回線に対応するＳＷインタフェース１０２－１～１０２－ｎに出力する。さらに、入力スケジューラ１０５は、ＯＡＭ処理部１０９からの挿入パケットと、入力パケットバッファ１０４からのパケットとの読み出しのスケジューリングを行う。上記挿入パケットは、ＯＡＭ処理部１０９から挿入されるＯＡＭパケットである。
【００６８】
スイッチ部１１は、各ＮＩＦのＳＷインタフェース１０２－１～１０２－ｎから入力パケットを受け取り、パケット転送テーブル２１から出力ＮＩＦと出力ポートＩＤを特定し、対応するＳＷインタフェース１０２－ｉに、出力パケットとして転送する。ただし、装置内ヘッダ４５のマルチキャストフラグ４５６に‘１’が設定されている場合、パケット転送テーブル２１とは無関係に、全ＮＩＦ：１０－ｉのポート０宛にパケットが複製され

、転送される。

【００６９】

図１６は、本発明の実施例１のパケット転送テーブル２１を示す説明図である。

【００７０】

パケット転送テーブル２１は、ＬＳＰ　ＩＤ：２１１と、受信ＮＩＦ　ＩＤ：２１２と、受信ポートＩＤ：２１３との組合せを検索キーとして、送信ＮＩＦ　ＩＤ：２１４と、送信ポートＩＤ：２１５とを示すテーブルエントリを検索するためのものである。ここで、受信ＮＩＦ　ＩＤ：２１２および受信ポートＩＤ：２１３は、各ＮＩＦの各ＳＷインタフェースに物理的に固定で割当てられるものであり、入力パケットをどのＳＷインタフェースから受信したかによって一意に決定できる。スイッチ部１１は、それらを検索キーとしてパケット転送テーブル２１を検索する。

【００７１】

各ＳＷインタフェース１０２が受信した出力パケットは、次々と出力ヘッダ処理部１０６に供給される。

【００７２】

出力ヘッダ処理部１０６は、後述する出力ヘッダ処理Ｓ２００を実施して、下記の各テーブル３０～３２を参照し、各入力パケットの装置内ヘッダ４５にコネクションＩＤ：４５１を追加するとともに、その他のテーブルを参照し、その他ヘッダ処理を実施する。出力ヘッダ処理Ｓ２００の結果、出力パケットは、ＯＡＭ処理部１０９もしくは出力パケットバッファ１０７に回線毎に格納されるか、又は廃棄される。

【００７３】

図１７は、本発明の実施例１の出力コネクションＩＤ決定テーブル３０を示す説明図である。

【００７４】

出力コネクションＩＤ決定テーブル３０は、送信ポートＩＤ：３０２と、送信ポートＩＤ：２２２の処理モード３０３と、ＭＰＬＳラベル（転送用）３０４と、ＭＰＬＳラベル（ユーザ識別用）との組合わせを検索キーとして、その登録アドレスであるコネクションＩＤ：３０１を取得するためのものである。通常このようなテーブルは、ＣＡＭ（Ｃｏｎｔｅｎｔ－ａｄｄｒｅｓｓａｂｌｅ　ｍｅｍｏｒｙ）で構成される。上述の通り、コネクションＩＤ：３０１は、本通信装置１０において各コネクションを特定するＩＤであり、入出力で同じＩＤが使用される。さらに、ＭＰＬＳラベル（転送用）とＭＰＬＳラベル（ユーザ識別用）の一つの組み合わせを一つのＰＷとし、ＰＷ毎に一つのコネクションＩＤが設定され、一つのＭＰＬＳラベル（転送用）、つまりＬＳＰ毎に一つのコネクションＩＤが設定される。

【００７５】

また、一つのＭＰＬＳラベル（転送用）、つまり一つのＬＳＰにおいてパスプロテクションを行っている場合、そのＷｏｒｋｉｎｇパスとＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスのコネクションＩＤは、その最上位ビットがＷｏｒｋｉｎｇパスにおいて‘１’となり、Ｐｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスにおいて‘０’となり、最上位ビット以外のビットが両者で同一になるように設定する必要がある。

【００７６】

出力ＶＬＡＮヘッダ処理テーブル３１は、入力ＶＬＡＮヘッダ処理テーブル２３と同様の構成であるため、ここでは図示及び説明を割愛する。

【００７７】

図１８は、本発明の実施例１の出力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル３２を示す説明図である。

【００７８】

出力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル３２は、コネクションＩＤ：３２１を検索キーとして、ＭＰＬＳラベル処理３２２と、ＭＰＬＳラベル（転送用）３２３とを示すテーブルエントリを検索するためのものである。ここで、ＭＰＬＳラベル処理３２２は、出力パケット

に対するＭＰＬＳラベル処理を指定し、それに必要なラベル情報がＭＰＬＳラベル（転送用）３２３に設定される。本テーブルは、装置内ＬＳＰを装置外部のＬＳＰであるＭＰＬＳラベル（転送用）３２３に変換するためのテーブルである。

【００７９】

出力スケジューラ１０８は、出力パケットバッファ１０７にパケットが格納されると、それを回線毎に独立に読み出し、その回線に対応する入出力回線インタフェース１０１に出力する。さらに、出力スケジューラ１０８は、ＯＡＭ処理部１０９又はＮＩＦ管理部１１０からの挿入パケットと、出力パケットバッファ１０７からのパケットとの読み出しのスケジューリングを行う。上記挿入パケットは、例えばＯＡＭ処理部１０９から挿入されるＯＡＭパケットである。入出力回線インタフェース１０１は、受信した出力パケットから装置内ヘッダ４５を除去し、図２、図３、又は図５に示したフォーマットの出力パケットを出力回線に送出する。

【００８０】

ＯＡＭ処理部１０９は、入力ヘッダ処理部１０３または出力ヘッダ処理部１０６から受信したＯＡＭパケットに対して、下記の各テーブル２６～２８及び３３を参照し、ＯＡＭ受信処理Ｓ３００を実施する。

【００８１】

図１９は、本発明の実施例１のＯＡＭ処理テーブル２７を示す説明図である。

【００８２】

ＯＡＭ処理テーブル２７は、コネクションＩＤ：２７１を検索キーとして、有効フラグ２７２と、挿入タイミングカウンタ２７３と、ＣＣ受信数１：２７４と、ＣＣ受信数２：２７５と、ＣＣ受信数３：２７６と、障害カウント２７７と、障害状態２７８とを示すテーブルエントリを検索するためのものである。ここで、有効フラグ２７２は各エントリの有効を示すフラグであり、有効フラグ２７２が無効である場合、ＣＣＭ（Ｃｏｎｔｉｎｕｉｔｙ　Ｃｈｅｃｋ　Ｍｅｓｓａｇｅ）パケットの挿入は実施されない。

【００８３】

また、ＣＣ挿入タイミングカウンタ２７３はＣＣＭパケットの挿入周期を制御するためのカウンタである。本実施例ではＯＡＭ処理テーブル２７のポーリング処理をＣＣＭ挿入周期の半分の周期で行っているため、ポーリング処理が２回行われる度に１回ＣＣＭパケットが挿入されるようにＣＣ挿入タイミングカウンタ２７３がカウントされる。

【００８４】

また、本実施例ではＣＣ挿入周期の３．５倍のＣＣＭ挿入周期間でＣＣＭパケットを未受信の場合に障害状態２７８を故障とするため、障害カウンタ２７７でポーリング周期（ＣＣＭ挿入周期の半分）を７回分、つまり３．５回分のＣＣＭ挿入周期をカウントする。

【００８５】

さらに、ＣＣ受信数１：２７４、ＣＣ受信数２：２７５及びＣＣ受信数３：２７６は、各エントリの障害状態２７８を“故障”から“正常”に回復させる際に用いられる。すなわち、エントリの障害状態２７８が“故障”である場合において、ＣＣ受信数１：２７４には現在からＣＣＭ挿入周期の１周期分過去の時間までに受信したＣＣＭパケットの受信数を、ＣＣ受信数２：２７５にはＣＣＭ挿入周期の１周期分過去から２周期分過去の時間までに受信したＣＣＭパケットの受信数を、ＣＣ受信数３：２７６はＣＣＭ挿入周期の１周期分過去から２周期分過去の時間までに受信したＣＣＭパケットの受信数を、それぞれ記憶しておき、ＣＣ受信数１：２７４、ＣＣ受信数２：２７５及びＣＣ受信数３：２７６の合算値が“３”を超えた時点で障害状態２７８が“正常”に回復する。

【００８６】

図２０は、本発明の実施例１のＡＰＳ処理テーブル２８を示す説明図である。

【００８７】

ＡＰＳ処理テーブル２８は、プロテクションペアＩＤ：２８０１を検索キーとして、有効フラグ２８０２と、制御主体２８０３と、入力コマンド２８０４と、ＡＰＳ状態２８０５と、ＡＰＳ受信情報２８０６と、挿入タイミングカウンタ２８１１と、送信数カウンタ

２８０７と、Ｗ／Ｐ設定２８０８と、Ｗｏｒｋｉｎｇ障害状態２８０９と、Ｐｒｏｔｅｃｔｉｏｎ障害状態２８１０とを示すテーブルエントリを検索するためのものである。ここで、プロテクションペアＩＤ：２８０１は、図１５に示したプロテクションペアＩＤ：２５１と同様のものである。

【００８８】

有効フラグ２８０２は各エントリの有効を示すフラグであり、有効フラグ２８０２が‘無効’である場合、ＡＰＳパケットの挿入は実施されない。

【００８９】

制御主体２８０３は、当該ＡＰＳ処理テーブル２８を保持している通信装置１０が中継装置（例えば中継装置１０Ｃ）である場合において、ＷｏｒｋｉｎｇパスとＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスが複数のＮＩＦ：１０－ｉに分かれて設定されてしまった場合に、ＡＰＳ制御の主体を決定するものであり、Ｍａｓｔｅｒと設定された側のエントリでＡＰＳの状態遷移処理などを実施し、Ｓｌａｖｅと設定された側のエントリは装置内ＯＡＭパケット４２で送信されてくるＭａｓｔｅｒ側のエントリ情報を各フィールドに上書きすることで状態が同期する。このため、ペアとなっているエントリにおいて、必ずどちらか一方のみがＭａｓｔｅｒとなるように設定される。一方、当該ＡＰＳ処理テーブル２８を保持している通信装置１０がエッジ装置（例えばエッジ装置１０Ｎ）である場合、ＷｏｒｋｉｎｇパスとＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスは必ず同じＮＩＦ：１０－ｉに設定されるため、制御主体２８０３は常にＭａｓｔｅｒとして設定される。

【００９０】

入力コマンド２８０４は、ネットワーク管理システムＮＭＳから受け付けたＡＰＳの制御コマンドを保持するフィールドである。また、ＡＰＳ状態２８０５は、各エントリのＡＰＳの状態（例えばＬｏｃｋ　Ｏｕｔ（ＬＯ）、Ｎｏｒｍａｌ（ＮＲ）、Ｓｉｇｎａｌ　Ｆａｉｌ　Ｗｏｒｋｉｎｇ（ＳＦ－Ｗ）等）及び選択されているパス（Ｗｏｒｋｉｎｇ又はＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎ）を保持する。ＡＰＳ受信情報２８０６は、対向の通信装置１０のＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスを通して受信するＡＰＳパケット４２のペイロード４２６の情報を保持するフィールドである。

【００９１】

また、通常のＡＰＳの標準規格では、ＡＰＳの状態遷移が発生していない状態では５秒などの長い周期でＡＰＳパケットを挿入し、ＡＰＳ状態遷移が発生した場合には３．３３ミリ秒などの非常に短い周期で３つのＡＰＳパケットを挿入し、再度５秒周期の挿入に戻ることが規定されている。本実施例ではＡＰＳ処理テーブル２８のポーリング処理は、３．３３ミリ秒などのＡＰＳパケットの短い挿入周期で行われる。送信数カウンタ２８０７は、ＡＰＳパケットの挿入タイミングを制御するためのカウンタであり、ＡＰＳ状態遷移の遷移がない場合にはポーリング処理１５０１回毎に１回ＡＰＳパケットが挿入され、ＡＰＳ状態遷移が発生した場合にはポーリング処理１回毎に１回ＡＰＳパケットが挿入されるように、ポーリング処理回数をカウントする。

【００９２】

さらに、ＡＰＳ状態遷移が発生した場合の３パケットの連続送信をカウントするため、送信数カウンタ２８０７が使用される。また、Ｗ／Ｐ設定２８０８は、各エントリのＬＳＰがＷｏｒｋｉｎｇパスなのか、Ｐｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスなのかを示すフィールドであるが、エッジ装置１０では、Ｗｏｒｋｉｎｇパス及びＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスは必ず同じＮＩＦ：１０－ｉに設定されるため、Ｗ／Ｐ設定２８０８は設定されない。

【００９３】

また、Ｗｏｒｋｉｎｇ障害状態２８０９はＷｏｒｋｉｎｇパスの障害状態、Ｐｒｏｔｅｃｔｉｏｎ障害状態２８１０はＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスの障害状態を示す。上記のように、中継装置（例えば中継装置１０Ｃ等）において、ＷｏｒｋｉｎｇパスとＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスが複数のＮＩＦ：１０－ｉに分かれて設定される場合がある。この場合に、ＡＰＳ受信情報２８０６、Ｗｏｒｋｉｎｇ障害状態２８０９、及びＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎ障害状態２８１０などは、複数ＮＩＦ１０－ｉに分かれてしまうため、制御主体２８０３

がＳｌａｖｅのエントリからＭａｓｔｅｒのエントリに情報を集約する必要がある。このため、装置内ＯＡＭパケット４２を用いて情報が伝達される。

【００９４】

図２１は、本発明の実施例１の装置内ＯＡＭ　ＩＤ変換テーブル３３を示す説明図である。

【００９５】

装置内ＯＡＭ　ＩＤ変換テーブル３３は、ＮＩＦカードＩＤ：３３１と、コネクションＩＤ：３３２とを検索キーとして、有効フラグ３３３と、変換後コネクションＩＤ：３３４とを示すテーブルエントリを検索するためのものである。本テーブルは、中継装置１０において、ＷｏｒｋｉｎｇパスとＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスが複数のＮＩＦ：１０－ｉに分かれて設定されてしまった場合、又は、ＡＰＳ状態遷移が発生した結果、当該パスの選択系を切り替える場合に、ＭａｓｔｅｒとＳｌａｖｅ間又はＭａｓｔｅｒと他ＮＩＦ－１０－ｉ間で上述のようなＡＰＳ状態同期又はパス切替えのための装置内ＯＡＭパケット４２を送受信するため、送信側ＮＩＦ：１０－ｉで使用されているコネクションＩＤと受信側のＮＩＦ：１０－ｉにおいて使用されているコネクションＩＤとのマッチングを行うためのテーブルである。本テーブルによって、各ＮＩＦ：１０－ｉにおいて、各ＬＳＰのコネクションＩＤを同一にする必要がなく、独立に設定することが可能となる。

【００９６】

図２３は、本発明の実施例１の入力ヘッダ処理部１０３が実行する入力ヘッダ処理Ｓ１００のフローチャートを示す。

【００９７】

入力ヘッダ処理部１０３は、パケットを受信したポートの設定レジスタ１１１に設定されている処理モードを判定する（Ｓ１０１）。

【００９８】

処理モードがイーサネット処理と設定されている場合には、当該ポートは必ず通信パケット４０に示すフォーマットのみを受信する。このため、入力ヘッダ処理部１０３は、装置内ヘッダ４５とＶＬＡＮタグ４０３から各情報を抽出し、抽出した受信ポートＩＤ：４５２と、設定レジスタ１１１から取得した処理モードと、ＶＬＡＮタグ４０３のＶＩＤとを検索キーとして用いて、入力コネクションＩＤ決定テーブル２２を検索する（Ｓ１０２）。入力コネクションＩＤ決定テーブル２２は、テーブルエントリを入力されると、検索結果としてコネクションＩＤ：２２１を出力する。入力ヘッダ処理部１０３は、検索結果として取得したコネクションＩＤ：２２１を装置内ヘッダ４５のコネクションＩＤ：４５１に書き込む（Ｓ１０３）。

【００９９】

次に、入力ヘッダ処理部１０３は、取得したコネクションＩＤ：２２１を用いて入力ＶＬＡＮヘッダ処理テーブル２３を検索し、ＶＬＡＮタグ処理２３２及びＶＬＡＮタグ２３３を取得し、ＶＬＡＮタグ処理２３２に応じて、ＶＬＡＮタグ２３３を用いて入力パケットのＶＬＡＮタグ４０３の変換、削除、付与などの処理を行う（Ｓ１０４）。

【０１００】

次に、入力ヘッダ処理部１０３は、取得したコネクションＩＤ：２２１を用いて入力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル２４及びＡＰＳ選択系テーブル２５を検索し、検索結果に基づいて通信パケットのフォーマットを変換して転送する（Ｓ１０５）。

【０１０１】

具体的には、入力ヘッダ処理部１０３は、取得したコネクションＩＤ：２２１を用いて入力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル２４を検索し、ＭＰＬＳラベル処理２４２、装置内ラベル（転送用）２４３及びＭＰＬＳラベル（ユーザ識別用）２４４を取得する。さらに、入力ヘッダ処理部１０３は、ＡＰＳ選択系テーブル２５を検索し、選択パス２５２を取得する。

【０１０２】

Ｓ１０１で判定されたポートの処理モードがイーサネット処理である場合には、ＭＰＬ

Ｓラベル処理２４２としては、必ずＭＰＬＳラベルの２段付与（イーサネットヘッダ付与）、すなわち、受信した通信パケット４０を通信パケット４１のフォーマットに変換する処理が設定されている。このため、入力ヘッダ処理部１０３は、イーサネットヘッダ（すなわち宛先ＭＡＣアドレス４１１、送信元ＭＡＣアドレス４１２及びイーサタイプ値４１３）及びＭＰＬＳラベルを付与することで通信パケット４０を通信パケット４１に変換して、それを入力パケットバッファ１０４へ転送する。

【０１０３】

ヘッダ値及びラベル値の付与についてより詳細に説明すると、入力ヘッダ処理部１０３は、宛先ＭＡＣアドレス４１１として設定レジスタ１１１の値、送信元ＭＡＣアドレス４１２として設定レジスタ１１１の値、イーサタイプ値４１３として設定レジスタ１１１の値、ＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１として装置内ラベル（転送用）２４３の最上位ビットに選択パス２５２を追加したラベル値、ＭＰＬＳラベル（ユーザ識別用）４１４－２としてＭＰＬＳラベル（ユーザ識別用）２４４の値、をそれぞれ付与する。Ｓ１０５における通信パケット４１の送信が終了すると、入力ヘッダ処理部１０３は入力ヘッダ処理を終了する（Ｓ１１８）。

【０１０４】

一方、上記Ｓ１０１において設定レジスタ１１１に処理モードがＭＰＬＳ処理と設定されていた場合には、当該ポートは必ず通信パケット４１またはＯＡＭパケット４２のフォーマットのみを受信する。このため、入力ヘッダ処理部１０３は、装置内ヘッダ４５と１段目のＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１から各情報を抽出し、抽出した受信ポートＩＤ：４５２と、設定レジスタ１１１から取得した処理モードと、ＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１のＬＳＰ　ＩＤ：４１４１とを検索キーとして用いて、入力コネクションＩＤ決定テーブル２２を検索する（Ｓ１０６）。

【０１０５】

次に、入力ヘッダ処理部１０３は、検索した結果取得できるコネクションＩＤ：２２１を装置内ヘッダ４５に書き込み、１段目のＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１のＴＴＬ：４１４４を“１”減算する（Ｓ１０７）。次に、入力ヘッダ処理部１０３は、２段目のＭＰＬＳラベルのＬＳＰ　ＩＤ：４１４１の値が“１３”かどうかを判定する（Ｓ１０８）。この値が“１３”でなければ、受信したパケットはＯＡＭパケット４２ではないため、入力ヘッダ処理部１０３は、上記減算後の１段目のＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１のＴＴＬ：４１４４が“０”になっているか否かをチェックする（Ｓ１１１）。

【０１０６】

ＴＴＬ：４１４４が“０”になっていなければ、入力ヘッダ処理部１０３は、取得したコネクションＩＤ：２２１を用いて入力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル２４及びＡＰＳ選択系テーブル２５を検索し、検索結果に基づいて受信したパケットのＭＰＬＳラベルを変換して、当該パケットを転送する（Ｓ１１２）。具体的には、入力ヘッダ処理部１０３は、取得したコネクションＩＤ：２２１を用いて入力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル２４を検索し、ＭＰＬＳラベル処理２４２、装置内ラベル（転送用）２４３を取得する。さらに、入力ヘッダ処理部１０３は、取得したコネクションＩＤ：２２１を用いてＡＰＳ選択系テーブル２５を検索し、選択パス２５２を取得する。

【０１０７】

Ｓ１０１で判定されたポートの処理モードがＭＰＬＳ処理である場合には、ＭＰＬＳラベル処理２４２としては、必ずＭＰＬＳラベルの変換を行う処理が設定されている。このため、入力ヘッダ処理部１０３は、入力パケットのＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１としてとして装置内ラベル（転送用）２４３の最上位ビットに選択パス２５２の値を追加したラベル値を上書きし、本パケットを入力パケットバッファ１０４へ転送する。

【０１０８】

結局、入力ヘッダ処理がセグメントＬＳＰ内の通信装置１０によって実行される場合、Ｓ１１２において、受信したパケットが通ってきたセグメントＬＳＰのＩＤに対応する当該通信経路１０内部のＬＳＰのＩＤが特定され、それによってラベル値が変更される。入

力ヘッダ処理が二つのセグメントＬＳＰの境界の通信装置（例えば図１の中継装置１０Ｃ）によって実行される場合、Ｓ１１２において、受信したパケットが通ってきたセグメントＬＳＰのＩＤ及び当該パケットがこれから通るセグメントＬＳＰの選択系の情報に基づいて、受信したパケットが通ってきたセグメントＬＳＰに対応する当該通信装置１０の内部の複数の（実施例１ではＷｏｒｋｉｎｇ及びＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎの二つの）ＬＳＰのうち、当該パケットがこれから通るセグメントＬＳＰの選択系に対応するものが特定され、それによってラベル値が変更される。

【０１０９】

Ｓ１１２におけるパケットの転送が終了すると、入力ヘッダ処理部１０３は入力ヘッダ処理を終了する（Ｓ１１８）。Ｓ１１２で転送されたパケットは、上書きされたラベル値に基づいて、スイッチ部１１によっていずれかのＮＩＦ：１０－ｉに転送される。

【０１１０】

一方、上記Ｓ１１１において、上記減算後の１段目のＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１のＴＴＬ：４１４４が“０”になっていれば、入力ヘッダ処理部１０３は、網内でのループ防止のため当該パケットを廃棄し（Ｓ１１３）、処理を終了する（Ｓ１１８）。

【０１１１】

一方、上記Ｓ１０８において、２段目のＭＰＬＳラベルのＬＳＰ　ＩＤ：４１４１の値が“１３”と判定された場合、本パケットはＯＡＭパケット４２である。このため、入力ヘッダ処理部１０３は、取得したコネクションＩＤ：２２１を用いてＯＡＭ設定テーブル２６を検索し、ＭＰ種別２６２、ＭＥＧレベル２６３、仮想ＭＥＧレベル２６４、及び所属ポートＩＤ：２６５を取得する（Ｓ１０９）。次に、入力ヘッダ処理部１０３は、ＯＡＭパケット４２のＭＥＧレベル４２４が取得したＭＥＧレベル２６３以下であるかどうかを判定し、仮想ＭＥＧレベル２６４が設定されている場合にはＯＡＭパケット４２のＭＥＧレベル４２４が取得した仮想ＭＥＧレベル２６４以下であるかどうかも合わせて判定する（Ｓ１１０）。

【０１１２】

なお、例えば中継装置１０Ｃのような、セグメント境界の通信装置においてＳ１０９が実行された場合、図１２に示すＯＡＭ設定テーブル２６の例の２行目又は３行目のような情報が取得される。また、例えば中継装置１０Ｄのような、セグメントＬＳＰ内の通信装置においてＳ１０９が実行された場合、図１２に示すＯＡＭ設定テーブル２６の例の４行目のような情報が取得される。あるいは、例えばエッジ装置１０Ｎのような、Ｅｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰの終端の通信装置においてＳ１０９が実行された場合、図１２に示すＯＡＭ設定テーブル２６の例の１行目のような情報が取得される。したがって、これらのいずれの場合も、ＯＡＭパケット４２のＭＥＧレベル４２４が“３”又は“７”のいずれかであれば、Ｓ１１０では“Ｙｅｓ”、すなわち、受信したＯＡＭパケット４２のＭＥＧレベル４２４がＭＥＧレベル２６３以下であるか、又は仮想ＭＥＧレベル２６４以下であると判定される。

【０１１３】

ＭＥＧレベル４２４が、Ｓ１０９で取得したＭＥＧレベル２６３以下でなく、かつ、仮想ＭＥＧレベル２６４以下でもない場合、本ＯＡＭパケット４２は当該ＮＩＦ１０－ｉで折返しまたは終端すべきパケットではないため、入力ヘッダ処理部１０３は、本ＯＡＭパケット４２に対して、ユーザパケットと同様にＳ１１１以降の処理を行う。

【０１１４】

一方、上記Ｓ１１０において、ＯＡＭパケット４２のＭＥＧレベル４２４が、取得したＭＥＧレベル２６３以下であるか、または仮想ＭＥＧレベル２６４以下である場合には、本ＯＡＭパケット４２は当該ＮＩＦ１０－ｉで折返しまたは終端すべきパケットであるため、入力ヘッダ処理部１０３は、取得したＭＰ種別２６２をチェックする（Ｓ１１４）。ＭＰ種別２６２がＭＥＰ（終端）と設定されている場合には、入力ヘッダ処理部１０３は、ＯＡＭパケット４２のＭＥＧレベル４２４が、Ｓ１０９で取得した仮想ＭＥＧレベル２６４と同じであるか否かを判定する（Ｓ１１９）。ＯＡＭパケット４２のＭＥＧレベル４

２４が仮想ＭＥＧレベル２６４と異なる場合、当該ＯＡＭパケット４２は必ず折返しまたは終端する必要があるため、入力ヘッダ処理部１０３は、当該ＯＡＭパケット４２をＯＡＭ処理部１０９へ転送し（Ｓ１１７）、処理を終了する（Ｓ１１８）。

【０１１５】

一方、上記Ｓ１１４において、ＭＰ種別２６２がＭＩＰ（中継）と設定されている場合、及び、Ｓ１１９でＯＡＭパケット４２のＭＥＧレベル４２４が仮想ＭＥＧレベル２６４と同じであると判定された場合には、当該ＯＡＭパケット４２を処理している通信装置１０が当該ＯＡＭパケット４２を折返す可能性はあるが、終端する可能性はない。このため、これらの場合に、入力ヘッダ処理部１０３は、上記減算後の１段目のＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１のＴＴＬ：４１４４が“０”になっているか否かをチェックする（Ｓ１１５）。このＴＴＬ：４１４４が“０”になっていれば、当該ＮＩＦ：１０－ｉが当該ＯＡＭパケット４２を折り返す可能性があるため、入力ヘッダ処理部１０３は、当該ＯＡＭパケット４２のコピーをＯＡＭ処理部１０９へ転送し（Ｓ１１６）、当該ＯＡＭパケット４２に対して、ユーザパケットと同様にＳ１１２以降の処理を行う。

【０１１６】

一方、上記Ｓ１１５において、上記減算後の１段目のＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１のＴＴＬ：４１４４が“０”になっていなければ、当該ＮＩＦ：１０－ｉが当該ＯＡＭパケット４２を折り返す可能性がないため、入力ヘッダ処理部１０３は、Ｓ１１６を実行せずに、当該ＯＡＭパケット４２に対して、ユーザパケットと同様にＳ１１２以降の処理を行う。

【０１１７】

図２４は、本発明の実施例１の出力ヘッダ処理部１０６が実行する出力ヘッダ処理Ｓ２００のフローチャートを示す。

【０１１８】

出力ヘッダ処理部１０６は、パケットを受信したポートの設定レジスタ１１１に設定されている処理モードを判定する（Ｓ２０１）。処理モードがイーサネット処理と設定されている場合には、当該ポートは必ず通信パケット４１またはＯＡＭパケット４２のフォーマットのみを受信するため、出力ヘッダ処理部１０６は、２段目のＭＰＬＳラベルのＬＳＰ　ＩＤ：４１４１の値が“１３”かどうかを判定する（Ｓ２０２）。この値が“１３”である場合、当該パケットはＯＡＭパケット４２であるため、出力ヘッダ処理部１０６は、装置内ヘッダ４５及び１段目のＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１から各情報を抽出し、抽出した送信ポートＩＤ：４５４と、設定レジスタ１１１から取得した処理モードと、ＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１のＬＳＰ　ＩＤ：４１４１とを検索キーとして用いて、出力コネクションＩＤ決定テーブル３０を検索する（Ｓ２０３）。出力ヘッダ処理部１０６は、検索した結果取得できるコネクションＩＤ：３０１を装置内ヘッダ４５に書き込み（Ｓ２０４）、当該ＯＡＭパケット４２をＯＡＭ処理部１０９へ転送し（Ｓ２２０）、出力ヘッダ処理を終了する（Ｓ２２１）。

【０１１９】

一方、上記Ｓ２０２において、２段目のＭＰＬＳラベルのＬＳＰ　ＩＤ：４１４１の値が“１３”でなかった場合、当該パケットのユーザパケットである通信パケット４１である。このため、出力ヘッダ処理部１０６は、装置内ヘッダ４５、１段目のＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１及び２段目のＭＰＬＳラベル（ユーザ識別用）から各情報を抽出し、抽出した送信ポートＩＤ：４５４と、設定レジスタ１１１から取得した処理モードと、ＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１のＬＳＰ　ＩＤ：４１４１と、ＭＰＬＳラベル（ユーザ識別用）のＬＳＰ　ＩＤ：４１４１とを検索キーとして用いて、出力コネクションＩＤ決定テーブル３０を検索する（Ｓ２０５）。出力ヘッダ処理部１０６は、検索した結果取得できるコネクションＩＤ：３０１を装置内ヘッダ４５に書き込む（Ｓ２０６）。

【０１２０】

次に、出力ヘッダ処理部１０６は、コネクションＩＤ：３０１を用いて出力ＶＬＡＮヘッダ処理テーブル３１を検索し、検索結果に従って当該パケットのＶＬＡＮタグ４０３の

変換、削除、付与などの処理を行う（Ｓ２０７）。次に、出力ヘッダ処理部１０６は、コネクションＩＤ：３０１を用いて出力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル３２を検索し、ＭＰＬＳラベル処理３２２、ＭＰＬＳラベル（転送用）３２３を取得すると、それらに基づいてパケットのフォーマットを変換して転送する（Ｓ２０８）。具体的には、Ｓ２０１で判定されたポートの処理モードがイーサネット処理である場合には、ＭＰＬＳラベル処理３２２としては、必ず、ＭＰＬＳラベルの２段削除（イーサネットヘッダ削除）、すなわち、受信した通信パケット４１を通信パケット４０のフォーマットに変換する処理が設定されているため、出力ヘッダ処理部１０６は、通信パケット４１に付与されている、イーサネットヘッダ（すなわち宛先ＭＡＣアドレス４１１、送信元ＭＡＣアドレス４１２及びイーサタイプ値４１３）、ＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１、及びＭＰＬＳラベル（ユーザ識別用）４１４－２を削除し、本パケットを出力パケットバッファ１０７へ転送する。Ｓ２０８の転送が終了すると、出力ヘッダ処理部１０６は出力ヘッダ処理を終了する（Ｓ２２１）。

【０１２１】

一方、上記Ｓ２０１において設定レジスタ１１１にＭＰＬＳ処理と設定されていた場合には、当該ポートは必ず通信パケット４１またはＯＡＭパケット４２のフォーマットのみを受信する。このため、出力ヘッダ処理部１０６は、装置内ヘッダ４５と１段目のＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１から各情報を抽出し、抽出した受信ポートＩＤ：４５２と、設定レジスタ１１１から取得した処理モードと、ＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１のＬＳＰ　ＩＤ：４１４１とを検索キーとして用いて、出力コネクションＩＤ決定テーブル３０を検索する（Ｓ２０９）。出力ヘッダ処理部１０６は、検索した結果取得できるコネクションＩＤ：３０１を装置内ヘッダ４５に書き込み（Ｓ２１０）、２段目のＭＰＬＳラベルのＬＳＰ　ＩＤ：４１４１の値が“１３”かどうかを判定する（Ｓ２１１）。この値が“１３”でなければ、受信したパケットはＯＡＭパケット４２ではないため、出力ヘッダ処理部１０６は、１段目のＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１のＴＴＬ：４１４４が“０”かどうかをチェックする（Ｓ２１５）。このＴＴＬ：４１４４が“０”になっていなければ、出力ヘッダ処理部１０６は、取得したコネクションＩＤ：３０１を用いて出力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル３２を検索し、ＭＰＬＳラベル処理３２２及びＭＰＬＳラベル（転送用）３２３を取得すると、それらの値に基づいて本パケットのＭＰＬＳラベルを変換して転送する（Ｓ２１６）。具体的には、Ｓ２０１で判定されたポートの処理モードがＭＰＬＳ処理である場合には、ＭＰＬＳラベル処理３２２としては、必ず、ＭＰＬＳラベルの変換を行う処理が設定されている。このため、出力ヘッダ処理部１０６は、出力パケットのＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１としてＭＰＬＳラベル（転送用）３２３を上書きし、本パケットを出力パケットバッファ１０７へ転送する。

【０１２２】

Ｓ２１６の転送が終了すると、出力ヘッダ処理部１０６は出力ヘッダ処理を終了する（Ｓ２２１）。Ｓ２１６で転送されたパケットは、上書きされたラベル値に基づいて、当該通信装置１０のＮＩＦ：１０－ｉから他のいずれかの通信装置１０に転送される。

【０１２３】

一方、上記Ｓ２１５において、１段目のＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１のＴＴＬ：４１４４が“０”であれば、出力ヘッダ処理部１０６は網内でのループ防止のため当該パケットを廃棄し（Ｓ２１７）、出力ヘッダ処理を終了する（Ｓ２２１）。

【０１２４】

一方、上記Ｓ２１１において、２段目のＭＰＬＳラベルのＬＳＰ　ＩＤ：４１４１の値が“１３”と判定された場合、本パケットはＯＡＭパケット４２であるため、出力ヘッダ処理部１０６は、ＯＡＭ種別４２５が装置内ＯＡＭかどうかをチェックし（Ｓ２１２）、装置内ＯＡＭであれば、Ｓ２２０以降の処理を行う。

【０１２５】

一方、上記Ｓ２１２において、ＯＡＭ種別４２５が装置内ＯＡＭでないと判定された場合、出力ヘッダ処理部１０６は、取得したコネクションＩＤ：３０１を用いてＯＡＭ設定

テーブル２６を検索し、ＭＰ種別２６２、ＭＥＧレベル２６３、仮想ＭＥＧレベル２６４及び所属ポートＩＤ：２６５を取得する（Ｓ２１３）。次に、出力ヘッダ処理部１０６は、ＯＡＭパケット４２のＭＥＧレベル４２４が取得したＭＥＧレベル２６３以下であるかどうかを判定し、仮想ＭＥＧレベル２６４が設定されている場合にはＯＡＭパケット４２のＭＥＧレベル４２４が取得した仮想ＭＥＧレベル２６４以下であるかどうかも合わせて判定する（Ｓ２１４）。

【０１２６】

なお、図２３のＳ１０９及びＳ１１０と同様に、図１に示すいずれの通信装置１０においても、受信したＯＡＭパケット４２のＭＥＧレベル４２４が“３”又は“７”のいずれかであれば、Ｓ２１４では“Ｙｅｓ”と判定される。

【０１２７】

ＭＥＧレベル４２４がＳ２１３で取得したＭＥＧレベル２６３以下でなく、かつ、仮想ＭＥＧレベル２６４以下でもない場合、本ＯＡＭパケット４２は当該ＮＩＦ１０－ｉで折返しまたは終端すべきパケットではないため、出力ヘッダ処理部１０６は、本ＯＡＭパケット４２に対して、ユーザパケットと同様にＳ２１５以降の処理を行う。

【０１２８】

一方、上記Ｓ２１４において、ＯＡＭパケット４２のＭＥＧレベル４２４が、取得したＭＥＧレベル２６３以下であるか、または仮想ＭＥＧレベル２６４以下である場合には、本パケットは当該ＮＩＦ１０－ｉで折返しまたは終端すべきパケットであるため、出力ヘッダ処理部１０６は、取得したＭＰ種別２６２をチェックする（Ｓ２１８）。ＭＰ種別２６２がＭＥＰ（終端）と設定されている場合には、出力ヘッダ処理部１０６は、ＯＡＭパケット４２のＭＥＧレベル４２４が、Ｓ２１３で取得した仮想ＭＥＧレベル２６４と同じであるか否かを判定する（Ｓ２２２）。ＯＡＭパケット４２のＭＥＧレベル４２４が仮想ＭＥＧレベル２６４と異なる場合、当該ＯＡＭパケット４２は本来受信すべきでない方向からのパケットであるため、出力ヘッダ処理部１０６は、当該ＯＡＭパケット４２を廃棄し（Ｓ２１７）、処理を終了する（Ｓ２２１）。

【０１２９】

一方、上記Ｓ２１８において、ＭＰ種別２６２がＭＩＰ（中継）と設定されている場合、及び、Ｓ２２２でＯＡＭパケット４２のＭＥＧレベル４２４が仮想ＭＥＧレベル２６４と同じであると判定された場合には、当該ＯＡＭパケット４２を処理している通信装置１０が当該ＯＡＭパケット４２を折返す可能性はあるが、終端する可能性はない。このため、これらの場合に、出力ヘッダ処理部１０６は、１段目のＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１のＴＴＬ：４１４４が“０”であるかをチェックする（Ｓ２１９）。このＴＴＬ：４１４４が“０”であれば、当該ＮＩＦ：１０－ｉが当該ＯＡＭパケットを折り返す可能性があるため、出力ヘッダ処理部１０６は、当該ＯＡＭパケット４２をＯＡＭ処理部１０９へ転送し（Ｓ２２０）、処理を終了する（Ｓ２２１）。

【０１３０】

一方、上記Ｓ２１９において、１段目のＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１のＴＴＬ：４１４４が“０”でなければ、出力ヘッダ処理部１０６は、本ＯＡＭパケット４２に対して、ユーザパケットと同様にＳ２１８以降の処理を行う。

【０１３１】

以上のように、図２３のＳ１１２では、通信装置１０が受信したパケットのＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１のＬＳＰ　ＩＤ：４１４１が、当該パケットが通ってきたＬＳＰのＩＤから、当該通信装置１０の内部のＬＳＰのＩＤに変換される。そして、図２４のＳ２１６では、当該通信装置１０内で転送されたパケットのＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１のＬＳＰ　ＩＤ：４１４１が、当該通信装置１０の内部のＬＳＰのＩＤから、当該パケットの送信先のＬＳＰのＩＤに変換される。

【０１３２】

しかし、上記のいずれの場合にも、ＴＴＬ：４１４４の値は変更されない。すなわち、通信装置１０が受信したパケットのＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１のＴＴＬ：４１

４４の値は、当該通信装置１０がセグメントＬＳＰの中継点に相当するか、セグメントＬＳＰの境界に相当するかにかかわらず、Ｓ１０７で減算されたあと、当該通信装置１０から出力されるまで変更されずに維持される。これによって、パケットがセグメントＬＳＰの境界を越えて転送される場合であっても、ＴＴＬ：４１４４を用いて当該パケットのＥｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰの始点からのホップ数を計数することが可能になる。

【０１３３】

さらに、セグメントＬＳＰの中継点及び終端点には仮想ＭＥＧレベルとして“７”が設定されているため、Ｓ１１９及びＳ２２２の判定によって、ＭＥＧレベル４２４として“７”が設定されたＯＡＭパケット４２をセグメントＬＳＰの終端点を越えて転送することが可能になり、かつ、セグメントＬＳＰの中継点及び終端点においてＴＴＬ：４１４４が“０”になった場合には当該ＯＡＭパケット４２に基づく処理を実行することが可能になる。これによって、例えば、Ｅｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰを使用して、選択系のセグメントＬＳＰの任意の中継装置を折り返し点として指定するＬＢ試験（図２８参照）を実行することが可能になる。

【０１３４】

なお、選択されていないセグメントＬＳＰの中継装置を折り返し点として指定するＬＢ試験を行う場合は、ＭＥＧレベル４２４として“３”が設定されたＯＡＭパケット４２が使用される。例えば、図１において、ＬＳＰ　ＩＤ“２０００”のセグメントＬＳＰが選択されている場合、選択系でないＬＳＰ　ＩＤ“１０００”のセグメントＬＳＰについてＬＢ試験を行うために、エッジ装置１０Ａは、ＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１のＬＳＰ　ＩＤ：４１４１として“１０００”、ＭＥＧレベル４２４として“３”が設定されたＬＢ用のＯＡＭパケット４２を送信する。このＬＢ用のＯＡＭパケット４２は、ＴＴＬ：４１４４の値にかかわらず、中継装置１０Ｃを越えて転送されない。

【０１３５】

また、従来のラベルスタックと比較した場合、本実施例では通信装置が受信したパケットのラベル値を変更しているため（Ｓ１１２）、予めさらに別のラベルをスタックする必要がなくなり、スループットの低下を防ぐことができる。さらに、従来のＭＳ－ＰＷと比較した場合、本実施例では、通信装置が受信したパケットのラベル値に含まれるＬＳＰ　ＩＤを通信装置内部のＬＳＰ　ＩＤに変更している（Ｓ１１２）。この通信装置内部のＬＳＰ　ＩＤは受信したＬＳＰ　ＩＤ及び選択系に基づいて一意に決定されるものであるため、ＬＳＰに含まれるＰＷごとの（言い換えるとユーザフローごとの）スイッチングを行う必要がなくなり、収容するユーザ回線数の減少を防ぐことができる。

【０１３６】

図２５は、本発明の実施例１のＯＡＭ処理部１０９が実行するＯＡＭ受信処理Ｓ３００のフローチャートを示す。

【０１３７】

ＯＡＭ処理部１０９は、ＯＡＭパケット４２を受信すると、当該パケットのＯＡＭ種別４２５をチェックし（Ｓ３０１）、ＯＡＭ種別４２５がＣＣＭであればＣＣ受信処理（Ｓ４００）、ＡＰＳであればＡＰＳ受信処理（Ｓ５００）、ＬＢＭまたはＬＢＲであればループバック受信処理（Ｓ６００）、装置内ＯＡＭであれば装置内ＯＡＭ受信処理（Ｓ７００）、その他であれば当該ＯＡＭパケット４２の廃棄を実行し、処理を終了する（Ｓ３０３）。

【０１３８】

図２６は、本発明の実施例１のＯＡＭ処理部１０９が実行するＣＣ受信処理Ｓ４００のフローチャートを示す。

【０１３９】

ＯＡＭ処理部１０９は、ＣＣＭパケットを受信すると、装置内ヘッダ４５のコネクションＩＤ：４５１を用いてＯＡＭ設定テーブル２６を検索し、ＭＰ種別２６２、ＭＥＧレベル２６３、仮想ＭＥＧレベル２６４及び所属ポートＩＤ：２６５を取得し、同様にコネクションＩＤ：４５１を用いてＯＡＭ処理テーブル２７を検索し、有効フラグ２７２、挿入

タイミングカウンタ２７３、ＣＣ受信数１：２７４、ＣＣ受信数２：２７５、ＣＣ受信数３：２７６、障害カウンタ２７７及び障害状態２７８を取得する（Ｓ４０１）。

【０１４０】

次に、ＯＡＭ処理部１０９は、取得したＭＰ種別２６２がＭＥＰ（終端）かどうかをチェックする（Ｓ４０２）。ＭＥＰ（終端）である場合、ＯＡＭ処理部１０９は、当該ＣＣＭパケットのＭＥＧレベル４２４が、ＯＡＭ設定テーブル２６から取得したＭＥＧレベル２６３と一致するかどうかをチェックし（Ｓ４０３）、一致した場合、ＣＣ受信数１：２７４の値に“１”を加算する（Ｓ４０４）。

【０１４１】

次に、ＯＡＭ処理部１０９は、ＯＡＭ処理テーブル２７から取得した障害状態２７８をチェックし（Ｓ４０５）、その値が“正常”である（すなわち障害が無い）場合、障害カウンタ２７７の値として“０”を、ＣＣ受信数１：２７４の値としてＳ４０４で“１”を加算した値を、それぞれ、コネクションＩＤ：４５１を用いてＯＡＭ処理テーブル２７に上書きする（Ｓ４０７）。その後、ＯＡＭ処理部１０９は、当該パケットを廃棄し（Ｓ４０９）、処理を終了する（Ｓ４１０）。

【０１４２】

一方、上記Ｓ４０５において、障害状態２７８の値が“故障”である（すなわち障害が有る）場合、ＯＡＭ処理部１０９は、Ｓ４０４において“１”が加算されたＣＣ受信数１：２７４とＣＣ受信数２：２７５とＣＣ受信数３：２７６とを積算した値が“３”以上であるかどうかをチェックし（Ｓ４０６）、“３”以上であれば、障害が回復したと判定されるため、ＯＡＭ処理部１０９はＳ４０７以降の処理を行う。

【０１４３】

一方、上記Ｓ４０６において、ＣＣ受信数１：２７４とＣＣ受信数２：２７５とＣＣ受信数３：２７６とを積算した値が“３”以上でなければ、障害状態が継続していると判定されるため、ＯＡＭ処理部１０９は、Ｓ４０４において“１”が加算されたＣＣ受信数１：２７４の値を、コネクションＩＤ：４５１を用いてＯＡＭ処理テーブル２７に上書きし（Ｓ４０９）、Ｓ４１０以降の処理を行う。

【０１４４】

一方、上記Ｓ４０３において、当該ＣＣＭパケットのＭＥＧレベル４２４がＯＡＭ設定テーブル２６のＭＥＧレベル２６３と一致しない場合、及び、上記Ｓ４０２において、ＭＥＰ（終端）でないと判定された場合、処理する必要がないため、ＯＡＭ処理部１０９は、Ｓ４０４からＳ４０８の処理を行わずにＳ４０９以降の処理を行う。

【０１４５】

図２７は、本発明の実施例１のＯＡＭ処理部１０９が実行するＡＰＳ受信処理Ｓ５００のフローチャートを示す。

【０１４６】

ＯＡＭ処理部１０９は、ＡＰＳパケットを受信すると、装置内ヘッダ４５のコネクションＩＤ：４５１のＭＳＢビットを除いたプロテクションペアＩＤを用いてＯＡＭ設定テーブル２６を検索し、ＭＰ種別２６２、ＭＥＧレベル２６３、仮想ＭＥＧレベル２６４及び所属ポートＩＤ：２６５を取得し、同様にプロテクションペアＩＤを用いてＡＰＳ処理テーブル２８を検索し、有効フラグ２８０２、制御主体２８０３、入力コマンド２８０４、ＡＰＳ状態２８０５、ＡＰＳ受信情報２８０６、挿入タイミングカウンタ２８１１、送信数カウンタ２８０７、Ｗ／Ｐ設定２８０８、Ｗｏｒｋｉｎｇ障害状態２８０９及びＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎ障害状態２８１０を取得する（Ｓ５０１）。

【０１４７】

次に、ＯＡＭ処理部１０９は、取得したＭＰ種別２６２がＭＥＰ（終端）かどうかをチェックし（Ｓ５０２）、ＭＥＰ（終端）である場合、当該ＡＰＳパケットのＭＥＧレベル４２４が、ＯＡＭ設定テーブル２６から取得したＭＥＧレベル２６３と一致するかどうかをチェックする（Ｓ５０３）。それらが一致した場合、ＯＡＭ処理部１０９は、ＡＰＳ処理テーブル２８のＡＰＳ受信情報２８０６に受信したＡＰＳパケットのペイロードの情報

を、コネクションＩＤ：４５１のＭＳＢビットを除いたプロテクションペアＩＤを用いて上書きし（Ｓ５０４）、当該パケットを廃棄し（Ｓ５０５）、処理を終了する（Ｓ５０６）。

【０１４８】

一方、上記Ｓ５０３において、当該ＡＰＳパケットのＭＥＧレベル４２４がＯＡＭ設定テーブル２６から取得したＭＥＧレベル２６３と一致しない場合、及び、上記Ｓ５０２において、取得したＭＰ種別２６２がＭＥＰ（終端）でないと判定された場合、処理する必要がないため、ＯＡＭ処理部１０９は、Ｓ５０４を行わずにＳ５０５以降の処理を行う。

【０１４９】

図２８は、本発明の実施例１のＯＡＭ処理部１０９が実行するループバック受信処理Ｓ６００のフローチャートを示す。

【０１５０】

ＯＡＭ処理部１０９は、ＬＢパケット４２を受信すると、装置内ヘッダ４５のコネクションＩＤ：４５１を用いてＯＡＭ設定テーブル２６を検索し、ＭＰ種別２６２、ＭＥＧレベル２６３、仮想ＭＥＧレベル２６４及び所属ポートＩＤ：２６５を取得する（Ｓ６０１）。次に、ＯＡＭ処理部１０９は、取得したＭＰ種別２６２がＭＥＰ（終端）かどうかをチェックする（Ｓ６０２）。取得したＭＰ種別２６２がＭＥＰ（終端）である場合、ＯＡＭ処理部１０９は、当該パケットのＭＥＧレベル４２４が、ＯＡＭ設定テーブル２６から取得したＭＥＧレベル２６３と一致するかどうかをチェックし（Ｓ６０３）、それらが一致した場合、当該パケットのＯＡＭ種別４２５をチェックする（Ｓ６０４）。

【０１５１】

当該パケットのＯＡＭ種別４２５がＬＢＭであれば、ＯＡＭ処理部１０９は、装置内ヘッダ４５のコネクションＩＤ：４５１を用いて、当該パケットを入力ヘッダ処理部１０３から受信した場合には、出力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル３２を検索し、ＭＰＬＳラベル処理３２２及びＭＰＬＳラベル（転送用）３２３を取得し、当該パケットを出力ヘッダ処理部１０７から受信した場合には、入力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル２４を検索し、ＭＰＬＳラベル処理２４２及び装置内ラベル（転送用）２４３を取得する（Ｓ６０５）。

【０１５２】

ここで、ＬＢパケット４２を受信しているということは、本ポートの処理モードがＭＰＬＳ処理であることを意味するため、必ずＭＰＬＳラベル処理３２２はＭＰＬＳラベルの変換を行うように設定されている。このため、ＯＡＭ処理部１０９は、当該パケットの１段目のＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１を、取得したＭＰＬＳラベル（転送用）３２３または装置内ラベル（転送用）２４３に更新し（Ｓ６０６）、当該パケットの宛先ＭＡＣアドレス４１１に送信元ＭＡＣアドレス４１２をコピーし、所属ポートＩＤ：２６５に対応するＭＡＣアドレスを設定レジスタ１１１から取得してそれを送信元ＭＡＣアドレス４１２に上書きする（Ｓ６０７）。

【０１５３】

そして、ＯＡＭ処理部１０９は、当該パケットを入力ヘッダ処理部１０３から受信した場合には出力スケジューラ１０８に、当該パケットを出力ヘッダ処理部１０６から受信した場合には入力スケジューラ１０５に、それぞれ、上記のようにラベル等が変換された当該パケットを挿入し（Ｓ６０８）、処理を終了する（Ｓ６１４）。

【０１５４】

一方、上記Ｓ６０４において、当該パケットのＯＡＭ種別４２５がＬＢＲであった場合、ループバック試験が正常に完了したため、ＯＡＭ処理部１０９は、その旨をＮＩＦ管理部１１０に通知し（Ｓ６１２）、当該パケットを廃棄し（Ｓ６１３）、処理を終了する（Ｓ６１４）。

【０１５５】

一方、上記Ｓ６０３において、当該パケットのＭＥＧレベル４２４がＯＡＭ設定テーブル２６のＭＥＧレベル２６３と一致しない場合、当該パケットは折返す必要がないため、ＯＡＭ処理部１０９は、Ｓ６１３以降の処理を実施する。

【０１５６】
一方、上記Ｓ６０２において、取得したＭＰ種別２６２がＭＥＰ（終端）でない場合、当該パケットのＭＥＧレベル４２４が、ＯＡＭ設定テーブル２６から取得したＭＥＧレベル２６３または仮想ＭＥＧレベル２６４のいずれかと一致するかどうかをチェックする（Ｓ６０９）。当該パケットのＭＥＧレベル４２４が、ＯＡＭ設定テーブル２６から取得したＭＥＧレベル２６３または仮想ＭＥＧレベル２６４のいずれかと一致した場合、ＯＡＭ処理部１０９は、ＯＡＭ設定テーブル２６の所属ポートＩＤ：２６５を用いて、図２２に示すＭＩＰ　ＩＤ設定レジスタ１１１－１を検索し、終端ＭＩＰ　ＩＤ：１１１２を取得する（Ｓ６１０）。
【０１５７】
図２２は、本発明の実施例１のＭＩＰ　ＩＤ設定レジスタ１１１－１を示す説明図である。
【０１５８】
ＭＩＰ　ＩＤ設定レジスタ１１１－１は、ポートＩＤ：１１１１を検索キーとして、当該ポートに設定されている終端ＭＩＰ　ＩＤ：１１１２を示すエントリを検索するためのものである。各終端ＭＩＰ　ＩＤ：１１１２には、当該通信装置１０のＩＤと、当該ＮＩＦ：１０－ｉのＩＤと、当該ポート１０１－ｉのＩＤを組み合わせたものが設定される。
【０１５９】
ＯＡＭ処理部１０９は、当該パケットのＭＩＰ　ＩＤ：４２６－１が、取得した終端ＭＩＰ　ＩＤ：１１１２と一致するかどうかをチェックし（Ｓ６１１）、一致する場合には当該パケットは折返す必要があるため、Ｓ６０５以降の処理を実施する。
【０１６０】
一方、上記Ｓ６１１において、当該パケットのＭＩＰ　ＩＤ：４２６－１が取得した終端ＭＩＰ　ＩＤ：１１１２と一致しない場合、当該パケットは折返す必要がないため、ＯＡＭ処理部１０９はＳ６１３以降の処理を実施する。
【０１６１】
一方、上記Ｓ６０９において、当該パケットのＭＥＧレベル４２４がＯＡＭ設定テーブル２６のＭＥＧレベル２６３または仮想ＭＥＧレベル２６４のいずれとも一致しない場合、当該パケットは折返す必要がないため、ＯＡＭ処理部１０９はＳ６１３以降の処理を実施する。
【０１６２】
上記で受信する、ＯＡＭ種別４２６－１が“ＬＢＭ”であるＬＢ用のＯＡＭパケット４２（以下、“ＬＢＭパケット”とも記載する）は、ネットワーク管理システムＮＭＳからの通知に従って通信装置１０が送信するものである。具体的には、ネットワーク管理システムＮＭＳからＬＢＭパケットを送信する通信装置１０に、ＬＢＭパケットを送信するＬＳＰのコネクションＩＤ、挿入ＮＩＦ：１０－ｉのＩＤ、挿入するポート：１０１－ｉのＩＤ、挿入方向、そして折返し点となるＭＩＰ　ＩＤなどが通知される。この通知は、ノード管理部１２が受信し、ノード管理部１２からパケット送信するＮＩＦ管理部１１０を経由してＯＡＭ処理部１０９に渡される。ＬＢＭ用のＯＡＭパケット４２は、上記の渡された情報に基づいてＯＡＭ処理部１０９によって生成され、送信方向となる入力スケジューラ１０５または出力スケジューラ１０８に挿入され、送信される。このようにして送信されたＬＢＭ用のＯＡＭパケット４２が上記のように折返し点となる通信装置１０で折り返され、送信元の通信装置１０に戻ってきたことで、本ループバック試験は正常に終了したことになる。
【０１６３】
図２８に示す通り、パケットのＭＥＧレベル４２４がＯＡＭ設定テーブル２６のＭＥＧレベル２６３又は仮想ＭＥＧレベル２６４のいずれと一致する場合でも（Ｓ６０９）、所属ポートＩＤ：２６５でＭＩＰ　ＩＤ設定レジスタ１１１－１が検索され（Ｓ６１０）、検索結果が当該パケットのＭＩＰ　ＩＤ：４２６－１と一致する場合（Ｓ６１１）に当該パケットが折り返される（Ｓ６０５～Ｓ６０８）。これによって、ＭＥＧレベルにかかわ

らず、各ＭＩＰを共通のＩＤで指定することが可能になるとともに、ＬＢパケットの折り返し点として各通信装置のＮＩＦを指定することが可能になる。これによって通信装置内の故障個所をより詳細に特定することが可能になる。

【０１６４】

図２９は、本発明の実施例１のＯＡＭ処理部１０９が実行する装置内ＯＡＭ受信処理Ｓ７００のフローチャートを示す。

【０１６５】

ＯＡＭ処理部１０９は、装置内ＯＡＭパケット４２を受信すると、装置内ヘッダ４５のコネクションＩＤ：４５１及び受信ＮＩＦ　ＩＤ：４５３を用いて装置内ＯＡＭ　ＩＤ変換テーブル３３を検索し、有効フラグ３３３及び変換後コネクションＩＤ：３３４を取得する（Ｓ７０１）。次に、ＯＡＭ処理部１０９は、取得した有効フラグ３３３をチェックする（Ｓ７０２）。取得した有効フラグ３３３が有効であった場合、ＯＡＭ処理部１０９は、取得した変換後コネクションＩＤ：３３４を用いて、ＡＰＳ処理テーブル２８を検索し、有効フラグ２８０２、制御主体２８０３、入力コマンド２８０４、ＡＰＳ状態２８０５、ＡＰＳ受信情報２８０６、挿入タイミングカウンタ２８１１、送信数カウンタ２８０７、Ｗ／Ｐ設定２８０８、Ｗｏｒｋｉｎｇ障害状態２８０９及びＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎ障害状態２８１０を取得する（Ｓ７０３）。

【０１６６】

次に、ＯＡＭ処理部１０９は、当該パケットのペイロードの情報種別４２６－２をチェックする（Ｓ７０４）。情報種別４２６－２が“状態同期”であれば、当該パケットはＭａｓｔｅｒからＳｌａｖｅに対するＡＰＳ状態同期のための装置内ＯＡＭパケット４２であるため、ＯＡＭ処理部１０９は、ＡＰＳ処理テーブル２８から取得した制御主体２８０３をチェックする（Ｓ７０５）。制御主体２８０３がＭａｓｔｅｒであれば、ＯＡＭ処理部１０９は、ＡＰＳ処理テーブル２８から取得したＷ／Ｐ設定２８０８をチェックする（Ｓ７０６）。

【０１６７】

Ｗ／Ｐ設定２８０８がＷｏｒｋｉｎｇであれば、当該パケットはＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎが設定されているＳｌａｖｅからの装置内ＯＡＭパケット４２であるため、ＯＡＭ処理部１０９は、Ｐｒｏｔｅｃｔｉｏｎ障害状態２８１０にペイロードの障害状態４２６－６を、ＡＰＳ受信情報２８０６に受信ＡＰＳ：４２６－５を、それぞれ、上記で取得した変換後コネクションＩＤ：３３４を用いてＡＰＳ処理テーブル２８に上書きし（Ｓ７０７）、当該パケットを廃棄し（Ｓ７１１）、処理を終了する（Ｓ７１２）。

【０１６８】

一方、上記Ｓ７０６において、ＡＰＳ処理テーブル２８から取得したＷ／Ｐ設定２８０８がＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎであれば、当該パケットはＷｏｒｋｉｎｇが設定されているＳｌａｖｅからの装置内ＯＡＭパケット４２であるため、ＯＡＭ処理部１０９は、Ｗｏｒｋｉｎｇ障害状態２８０９にペイロードの障害状態４２６－６を、上記で取得した変換後コネクションＩＤ：３３４を用いてＡＰＳ処理テーブル２８に上書きし（Ｓ７０８）、Ｓ７１１以降の処理を実行する。

【０１６９】

一方、上記Ｓ７０５において、ＡＰＳ処理テーブルから取得した制御主体２８０３がＳｌａｖｅである場合、当該パケットはＭａｓｔｅｒからの装置内ＯＡＭパケット４２であるため、ＯＡＭ処理部１０９は、ＡＰＳ状態２８０５にペイロードのＡＰＳ状態４２６－３を、送信カウンタ２８０７にペイロードの送信数カウンタ４２６－４を、それぞれ、上記で取得した変換後コネクションＩＤ：３３４を用いてＡＰＳ処理テーブル２８に上書きし（Ｓ７０９）、Ｓ７１１以降の処理を実行する。

【０１７０】

一方、上記Ｓ７０４において、当該パケットのペイロードの情報種別４２６－２が“パス切替”であった場合、当該パケットはＭａｓｔｅｒからのパス切替えのための装置内ＯＡＭパケット４２であるため、ＯＡＭ処理部１０９は、選択パス２５２に、ペイロードの

選択系４２６－７を、上記で取得した変換後コネクションＩＤ：３３４を用いてＡＰＳ選択系テーブル２５に上書きし（Ｓ７１０）、Ｓ７１１以降の処理を実行する。

【０１７１】

一方、上記Ｓ７０２において、取得した有効フラグ３３３が無効であった場合、当該パケットは本エントリに対する装置内ＯＡＭパケット４２ではないため、ＯＡＭ処理部１０９はＳ７１１以降の処理を実行する。

【０１７２】

図３０及び３１は、本発明の実施例１のＯＡＭ処理部１０９が実行するＯＡＭポーリング処理Ｓ８００のフローチャートを示す。

【０１７３】

ＯＡＭ処理部１０９は、ＣＣＭパケットの挿入周期の半分の周期で図３０及び３１に示すＯＡＭポーリング処理Ｓ８００を実行する。ＯＡＭ処理部１０９は、ポーリングタイミングが到来すると、保持している内部パラメータｉを‘０’に初期化し（Ｓ８０１）、保持している内部パラメータｉに‘１’を加算する（Ｓ８０２）。

【０１７４】

次に、ＯＡＭ処理部１０９は、保持している内部パラメータｉを用いてＯＡＭ設定テーブル２６を検索し、ＭＰ種別２６２、ＭＥＧレベル２６３、仮想ＭＥＧレベル２６４及び所属ポートＩＤ：２６５を取得し、同様に保持している内部パラメータｉを用いてＯＡＭ処理テーブル２７を検索し、有効フラグ２７２、挿入タイミングカウンタ２７３、ＣＣ受信数１：２７４、ＣＣ受信数２：２７５、ＣＣ受信数３：２７６、障害カウンタ２７７及び障害状態２７８を取得する（Ｓ８０３）。

【０１７５】

次に、ＯＡＭ処理部１０９は、取得した有効フラグ２７２をチェックし（Ｓ８０４）、有効であれば、障害カウンタ２７７に“１”を加算する（Ｓ８０５）。次に、ＯＡＭ処理部１０９は、障害カウンタ２７７が“７”以上にカウントアップしたかどうかをチェックし（Ｓ８０６）、“７”未満であれば、障害なしと判定されるため、障害状態２７８に“正常”を上書きする（Ｓ８０７）。次に、ＯＡＭ処理部１０９は、上記で取得した挿入タイミングカウンタ２７３が“０”かどうかをチェックし（Ｓ８０９）、“０”であれば挿入タイミングが到来したため、挿入タイミングカウンタ２７３を“１”に更新し（Ｓ８１０）、ＣＣ受信数１：２７４の値をＣＣ受信数２：２７５に、ＣＣ受信数２：２７５の値をＣＣ受信数３：２７６に、“０”をＣＣ受信数１：２７４にそれぞれ上書きする（Ｓ８１１）。

【０１７６】

次に、ＯＡＭ処理部１０９は、ＯＡＭ設定テーブル２６から取得したＭＥＧレベル２６３をチェックする（Ｓ８１３）。このＭＥＧレベル２６３“７”であれば当該通信装置１０（すなわち当該ＯＡＭ処理部１０９を含む通信装置１０）がエッジ装置であるため、ＯＡＭ処理部１０９は、内部パラメータｉを用いて、入力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル２４を検索し、ＭＰＬＳタグ処理２４２、装置内ラベル（転送用）２４３及びＭＰＬＳラベル（ユーザ識別用）２４４を取得する（Ｓ８１４）。

【０１７７】

そして、ＯＡＭ処理部１０９は、コネクションＩＤ：４５１として内部パラメータｉを、受信ポートＩＤ：４５２として上記で取得した所属ポートＩＤ：２６５を、受信ＮＩＦＩＤ：４５３として設定レジスタ１１１に設定されている当該ＮＩＦ：１０－ｉのＩＤ値を、イーサネットヘッダの宛先ＭＡＣアドレス４２１として設定レジスタ１１１に設定されているＯＡＭ用の宛先ＭＡＣアドレスを、送信元ＭＡＣアドレス４２２として設定レジスタ１１１に設定されている所属ポートＩＤ：２６５に対応したＭＡＣアドレスを、イーサタイプ値４２３として設定レジスタ１１１に設定されているＭＰＬＳを表す値を、ＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１として装置内ラベル（転送用）２４３を、ＭＰＬＳラベル（ＯＡＭ識別用）４１４－３として“１３”を、ＭＥＧレベル４２４としてＯＡＭ設定テーブル２６のＭＥＧレベル２６３を、ＯＡＭ種別４２５として“ＣＣＭ”を、それぞ

れ付与したＣＣＭパケットを生成し、それを入力スケジューラ１０５へ転送する（Ｓ８１５）。

【０１７８】

次に、ＯＡＭ処理部１０９は、内部パラメータｉを用いて、本処理で更新した挿入タイミングカウンタ２７３、ＣＣ受信数１：２７４、ＣＣ受信数２：２７５、ＣＣ受信数３：２７６、障害カウンタ２７７及び障害状態２７８をＯＡＭ処理テーブル２７に書き戻す（Ｓ８１８）。次に、ＯＡＭ処理部１０９は、ｉがＯＡＭ処理テーブル２７の最大値以上かどうかをチェックし（Ｓ８１９）、最大値未満であればポーリング処理を継続するため、Ｓ８０２以降の処理を継続する。

【０１７９】

一方、上記Ｓ８１９において、内部パラメータｉが最大値以上となっていれば、全エントリのポーリングが完了したため、ＯＡＭ処理部１０９は処理を終了する（Ｓ８２０）。

【０１８０】

一方、上記Ｓ８１３において、ＯＡＭ設定テーブル２６のＭＥＧレベル２６３が“３”であれば、当該通信装置１０が中継装置であるため、ＯＡＭ処理部１０９は、内部パラメータｉを用いて、出力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル３２を検索し、ＭＰＬＳラベル処理３２２及びＭＰＬＳラベル（転送用）３２３を取得する（Ｓ８１６）。

【０１８１】

そして、コネクションＩＤ：４５１として内部パラメータｉを、受信ポートＩＤ：４５２として上記で取得した所属ポートＩＤ：２６５を、受信ＮＩＦ　ＩＤ：４５３として設定レジスタ１１１に設定されている当該ＮＩＦ：１０－ｉのＩＤ値を、イーサネットヘッダの宛先ＭＡＣアドレス４２１として設定レジスタ１１１に設定されているＯＡＭ用の宛先ＭＡＣアドレスを、送信元ＭＡＣアドレス４２２として設定レジスタ１１１に設定されている所属ポートＩＤ：２６５に対応したＭＡＣアドレスを、イーサタイプ値４２３として設定レジスタ１１１に設定されているＭＰＬＳを表す値を、ＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１としてＭＰＬＳラベル（転送用）３２３を、ＭＰＬＳラベル（ＯＡＭ識別用）４１４－３として“１３”を、ＭＥＧレベル４２４としてＯＡＭ設定テーブル２６のＭＥＧレベル２６３を、ＯＡＭ種別４２５として“ＣＣＭ”を、それぞれ付与したＣＣＭパケットを生成し、それを出力スケジューラ１０８へ転送する（Ｓ８１７）。続いて、ＯＡＭ処理部１０９は、Ｓ８１８以降の処理を実行する。

【０１８２】

一方、上記Ｓ８０９において、取得した挿入タイミングカウンタ２７３が“０”でなかった場合、挿入タイミングが到来していないため、ＯＡＭ処理部１０９は、挿入タイミングカウンタ２７３を“０”に更新し（Ｓ８１２）、続いてＳ８１８以降の処理を実行する。

【０１８３】

一方、上記Ｓ８０６において、障害カウンタ２７７が“７”以上にカウントアップされた場合、障害発生と判定されるため、ＯＡＭ処理部１０９は、障害状態２７８に“故障”を上書きし（Ｓ８０８）、続いてＳ８０９以降の処理を実行する。

【０１８４】

一方、上記Ｓ８０４において、有効フラグ２７２が無効であれば、本エントリに対するＣＣＭパケットの挿入処理は行われないため、ＯＡＭ処理部１０９はＳ８１９以降の処理を実行する。

【０１８５】

図３２～３４は、本発明の実施例１のＯＡＭ処理部１０９が実行するＡＰＳポーリング処理Ｓ９００のフローチャートを示す。

【０１８６】

ＯＡＭ処理部１０９は、ＡＰＳパケットの挿入周期の短い周期（３．３３ミリ秒）で図３２～３４に示すＡＰＳポーリング処理Ｓ９００を実行する。ＯＡＭ処理部１０９は、ポーリングタイミングが到来すると、保持している内部パラメータｉを‘０’に初期化し（

Ｓ９０１）、保持している内部パラメータｉに‘１’を加算する（Ｓ９０２）。

【０１８７】

次に、ＯＡＭ処理部１０９は、保持している内部パラメータｉを用いて、ＡＰＳ処理テーブル２８を検索し、有効フラグ２８０２、制御主体２８０３、入力コマンド２８０４、ＡＰＳ状態２８０５、ＡＰＳ受信情報２８０６、挿入タイミングカウンタ２８１１、送信数カウンタ２８０７、Ｗ／Ｐ設定２８０８、Ｗｏｒｋｉｎｇ障害状態２８０９及びＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎ障害状態２８１０を取得し、同様に内部パラメータｉを用いてＡＰＳ選択系テーブル２５を検索し、選択パス２５２を取得し、ｉの最上位ビットに‘０’を付与したＩＤを用いてＷｏｒｋｉｎｇパス側のＯＡＭ処理テーブル２７を検索し、有効フラグ２７２、挿入タイミングカウンタ２７３、ＣＣ受信数１：２７４、ＣＣ受信数２：２７５、ＣＣ受信数３：２７６、障害カウンタ２７７及び障害状態２７８を取得し、ｉの最上位ビットに‘１’を付与したＩＤを用いてＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパス側のＯＡＭ処理テーブル２７を検索し、有効フラグ２７２、挿入タイミングカウンタ２７３、ＣＣ受信数１：２７４、ＣＣ受信数２：２７５、ＣＣ受信数３：２７６、障害カウンタ２７７及び障害状態２７８を取得する（Ｓ９０３）。

【０１８８】

次に、ＯＡＭ処理部１０９は、ＡＰＳ処理テーブル２８から取得した有効フラグ２８０２をチェックし（Ｓ９０４）、有効であれば、取得したＷ／Ｐ設定２８０８をチェックする（Ｓ９０５）。Ｗ／Ｐ設定２８０８がＷｏｒｋｉｎｇであれば、ＯＡＭ処理部１０９は、Ｗｏｒｋｉｎｇパス側のＯＡＭ処理テーブル２７の障害状態２７８をＡＰＳ処理テーブル２８のＷｏｒｋｉｎｇ障害状態２８０９に上書きする（Ｓ９０６）。

【０１８９】

次に、ＯＡＭ処理部１０９は、ＡＰＳ処理テーブル２８から取得した制御主体２８０３をチェックし（Ｓ９０８）、Ｍａｓｔｅｒであれば、送信タイミングカウンタ２８０６に“１”を加算する。次に、ＯＡＭ処理部１０９は、ＡＰＳ状態遷移処理を行い、ＡＰＳ状態２８０５を更新する（Ｓ９０９）。ＡＰＳ状態遷移処理は標準規格で規定されるため、ここでは詳細な説明を割愛する。

【０１９０】

次に、ＯＡＭ処理部１０９は、上記Ｓ９０９において状態遷移が発生したかどうかをチェックし（Ｓ９１１）、発生していれば、送信数カウンタ２８０７を“３”に更新する（Ｓ９１２）。次に、ＯＡＭ処理部１０９は、更新後の送信数カウンタ２８０７が“１”以上かどうかをチェックし（Ｓ９１５）、“１”以上であればＡＰＳパケットを挿入するため、ＯＡＭ設定テーブル２６から取得したＭＥＧレベル２６３をチェックする（Ｓ９１６）。ＭＥＧレベル２６３が“７”以上であれば、当該通信装置１０はエッジ装置であるため、ＯＡＭ処理部１０９は、内部パラメータｉを用いて、入力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル２４を検索し、ＭＰＬＳタグ処理２４２、装置内ラベル（転送用）２４３及びＭＰＬＳラベル（ユーザ識別用）２４４を取得する（Ｓ９１７）。

【０１９１】

次に、ＯＡＭ処理部１０９は、コネクションＩＤ：４５１として内部パラメータｉの最上位ビットにＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスを表す“１”を追加したＩＤを、受信ポートＩＤ：４５２として上記で取得した所属ポートＩＤ：２６５を、受信ＮＩＦ　ＩＤ：４５３として設定レジスタ１１１に設定されている当該ＮＩＦ：１０－ｉのＩＤ値を、イーサネットヘッダの宛先ＭＡＣアドレス４２１として設定レジスタ１１１に設定されているＯＡＭ用の宛先ＭＡＣアドレスを、送信元ＭＡＣアドレス４２２として設定レジスタ１１１に設定されている所属ポートＩＤ：２６５に対応したＭＡＣアドレスを、イーサタイプ値４２３として設定レジスタ１１１に設定されているＭＰＬＳを表す値を、ＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１として装置内ラベル（転送用）２４３を、ＭＰＬＳラベル（ＯＡＭ識別用）４１４－３として“１３”を、ＭＥＧレベル４２４にＯＡＭ設定テーブル２６のＭＥＧレベル２６３を、ＯＡＭ種別４２５として“ＡＰＳ”を、ペイロード４２６として上記Ｓ９０９で更新したＡＰＳ状態２８０５を、それぞれ付与したＡＰＳパケットを生成し、

それを入力スケジューラ１０５へ転送する（Ｓ９１８）。

【０１９２】

次に、ＯＡＭ処理部１０９は、保持している送信数カウンタ２８０７を“１”減算し（Ｓ９２２）、ＯＡＭ設定テーブル２６から取得したＭＥＧレベル２６３をチェックする（Ｓ９２３）。ＭＥＧレベル２６３が“７”であれば当該通信装置１０はエッジ装置であるため、ＯＡＭ処理部１０９は、上記Ｓ９０９で更新したＡＰＳ状態２８０５に従った選択パスを、内部パラメータｉを用いてＡＰＳ選択系テーブル２５の選択パス２５２に上書きする（Ｓ９２４）。

【０１９３】

次に、ＯＡＭ処理部１０９は、内部パラメータｉを用いて、本処理で更新したＡＰＳ状態２８０５、挿入タイミングカウンタ２８１１、送信数カウンタ２８０７、Ｗｏｒｋｉｎｇ障害状態２８０９及びＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎ障害状態２８１０をＡＰＳ処理テーブル２８に書き戻す（Ｓ９２９）。次に、ＯＡＭ処理部１０９は、ｉがＡＰＳ処理テーブル２８の最大値以上かどうかをチェックし（Ｓ９３０）、最大値未満であればポーリング処理を継続するため、Ｓ９０２以降の処理を継続する。

【０１９４】

一方、上記Ｓ９３０において、内部パラメータｉが最大値以上となっていれば、全エントリのポーリングが完了したため、ＯＡＭ処理部１０９は処理を終了する（Ｓ９３１）。

【０１９５】

一方、上記Ｓ９２３において、ＯＡＭ設定テーブル２６から取得したＭＥＧレベル２６３が“３”であれば、当該通信装置１０は中継装置であるため、ＯＡＭ処理部１０９は、ＡＰＳ処理テーブル２８の制御主体２８０３をチェックする（Ｓ９２５）。制御主体２８０３がＭａｓｔｅｒであった場合、装置内ＯＡＭパケット：４２を用いて、他ＮＩＦ：１０－ｉのＡＰＳ選択系テーブル２５を書き換えて、パス切替えを行う必要がある。このため、ＯＡＭ処理部１０９は、装置内ヘッダ４５のコネクションＩＤ：４５１として内部パラメータｉを、受信ポートＩＤ：４５２として上記で取得した所属ポートＩＤ：２６５を、受信ＮＩＦ　ＩＤ：４５３として設定レジスタ１１１に設定されている当該ＮＩＦ：１０－ｉのＩＤ値を、マルチキャストフラグ４５６として‘１’を、イーサネットヘッダの宛先ＭＡＣアドレス４２１として設定レジスタ１１１に設定されているＯＡＭ用の宛先ＭＡＣアドレスを、送信元ＭＡＣアドレス４２２として設定レジスタ１１１に設定されている所属ポートＩＤ：２６５に対応したＭＡＣアドレスを、イーサタイプ値４２３として設定レジスタ１１１に設定されているＭＰＬＳを表す値を、ＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１として装置内ラベル（転送用）２４３を、ＭＰＬＳラベル（ＯＡＭ識別用）４１４－３として“１３”を、ＭＥＧレベル４２４としてＯＡＭ設定テーブル２６のＭＥＧレベル２６３を、ＯＡＭ種別４２５として‘装置内ＯＡＭ’を、ペイロードの情報種別４２６－２に‘パス切替’を、選択系４２６－７として上記Ｓ９０９で更新したＡＰＳ状態２８０５に対応する選択パスを、それぞれ付与した装置内ＯＡＭパケット４２（図８参照）を生成し、それを入力スケジューラ１０５へ転送する（Ｓ９２７）。

【０１９６】

続いて、ＯＡＭ処理部１０９は、装置内ＯＡＭパケット：４２を用いて、ＭａｓｔｅｒとＳｌａｖｅ間でＡＰＳ状態の同期を行うため、装置内ヘッダ４５のコネクションＩＤ：４５１として内部パラメータｉを、受信ポートＩＤ：４５２として上記で取得した所属ポートＩＤ：２６５を、受信ＮＩＦ　ＩＤ：４５３として設定レジスタ１１１に設定されている当該ＮＩＦ：１０－ｉのＩＤ値を、マルチキャストフラグ４５６として‘１’を、イーサネットヘッダの宛先ＭＡＣアドレス４２１として設定レジスタ１１１に設定されているＯＡＭ用の宛先ＭＡＣアドレスを、送信元ＭＡＣアドレス４２２として設定レジスタ１１１に設定されている所属ポートＩＤ：２６５に対応したＭＡＣアドレスを、イーサタイプ値４２３として設定レジスタ１１１に設定されているＭＰＬＳを表す値を、ＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１として装置内ラベル（転送用）２４３を、ＭＰＬＳラベル（ＯＡＭ識別用）４１４－３として“１３”を、ＭＥＧレベル４２４としてＯＡＭ設定テーブ

ル２６のＭＥＧレベル２６３を、ＯＡＭ種別４２５として‘装置内ＯＡＭ’を、ペイロードの情報種別４２６－２として‘状態同期’を、選択系４２６－３として上記Ｓ９０９で更新したＡＰＳ状態２８０５を、送信数カウンタ４２６－４として更新後の送信数カウンタ２８０７を、受信ＡＰＳ：４２６－５としてＡＰＳ受信情報：２８０６を、障害状態４２６－６としてＷ／Ｐ設定２８０８に対応したＯＡＭ処理テーブル２７の障害状態２７８を、それぞれ付与した装置内ＯＡＭパケット４２（図７参照）を生成し、それを入力スケジューラ１０５へ転送する（Ｓ９２８）。その後、ＯＡＭ処理部１０９は、Ｓ９２９以降の処理を実行する。

【０１９７】

一方、上記Ｓ９２５において、ＡＰＳ処理テーブル２８の制御主体２８０３がＳｌａｖｅである場合、装置内ＯＡＭパケット：４２を用いたパス切替えの必要はないため、ＯＡＭ処理部１０９はＳ９２６及びＳ９２７を実行せずにＳ９２８以降の処理を実行する。

【０１９８】

一方、上記Ｓ９１６において、ＯＡＭ設定テーブル２６から取得したＭＥＧレベル２６３が“３”であった場合、当該通信装置１０は中継装置であるため、ＯＡＭ処理部１０９は、ＡＰＳ処理テーブル２８のＷ／Ｐ設定２８０８をチェックする（Ｓ９１９）。Ｗ／Ｐ設定２８０８がＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎであれば、ＡＰＳパケットを送信する必要があるため、ＯＡＭ処理部１０９は、内部パラメータｉを用いて、出力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル３２を検索し、ＭＰＬＳタグ処理３２２及びＭＰＬＳラベル（転送用）３２３を取得する（Ｓ９２０）。

【０１９９】

そして、ＯＡＭ処理部１０９は、コネクションＩＤ：４５１として内部パラメータｉの最上位ビットにＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎパスを表す“１”を追加したＩＤを、受信ポートＩＤ：４５２として上記で取得した所属ポートＩＤ：２６５を、受信ＮＩＦ　ＩＤ：４５３として設定レジスタ１１１に設定されている当該ＮＩＦ：１０－ｉのＩＤ値を、イーサネットヘッダの宛先ＭＡＣアドレス４２１として設定レジスタ１１１に設定されているＯＡＭ用の宛先ＭＡＣアドレスを、送信元ＭＡＣアドレス４２２として設定レジスタ１１１に設定されている所属ポートＩＤ：２６５に対応したＭＡＣアドレスを、イーサタイプ値４２３として設定レジスタ１１１に設定されているＭＰＬＳを表す値を、ＭＰＬＳラベル（転送用）４１４－１としてＭＰＬＳラベル（転送用）３２３を、ＭＰＬＳラベル（ＯＡＭ識別用）４１４－３として“１３”を、ＭＥＧレベル４２４としてＯＡＭ設定テーブル２６のＭＥＧレベル２６３を、ＯＡＭ種別４２５として“ＡＰＳ”を、ペイロード４２６に上記Ｓ９０９で更新したＡＰＳ状態２８０５を、それぞれ付与したＡＰＳパケットを生成し、それを出力パケットスケジューラ１０８へ転送する（Ｓ９２１）。続いて、ＯＡＭ処理部１０９はＳ９２２以降の処理を実行する。

【０２００】

一方、上記Ｓ９１９において、ＡＰＳ処理テーブル２８のＷ／Ｐ設定２８０８がＷｏｒｋｉｎｇであれば、ＡＰＳパケットの挿入の必要がないため、Ｓ９２３以降の処理を実行する。

【０２０１】

一方、上記Ｓ９１５において、更新後の送信数カウンタ２８０７が“１”以上でなければ、ＡＰＳパケットの挿入はないため、ＯＡＭ処理部１０９はＳ９２３以降の処理を実行する。

【０２０２】

一方、上記Ｓ９１１において、上記Ｓ９０９において状態遷移が発生しなかったと判定された場合、ＯＡＭ処理部１０９は、挿入タイミングカウンタ２８１１が“１５０１（５秒）”以上かどうかをチェックする（Ｓ９１３）。挿入タイミングカウンタ２８１１が“１５０１（５秒）”以上であれば、ＡＰＳパケットを１つだけ挿入する必要があるため、ＯＡＭ処理部１０９は、送信数カウンタ２８０７を“１”、挿入タイミングカウンタ２８１１を“０”に更新し（Ｓ９１４）、Ｓ９１５以降の処理を実行する。

【０２０３】
一方、上記Ｓ９１３において、挿入タイミングカウンタ２８１１が“１５０１（５秒）”未満であった場合、ＡＰＳパケットの挿入の必要はないため、ＯＡＭ処理部１０９はＳ９２３以降の処理を実行する。
【０２０４】
一方、上記Ｓ９０８において、ＡＰＳ処理テーブル２８の制御主体２８０３がＳｌａｖｅである場合、ＯＡＭ処理部１０９は、ＡＰＳ処理テーブル２８から取得した送信数カウント２８０７が“１”以上かどうかをチェックし（Ｓ９１０）、“１”以上であれば、ＡＰＳパケットを挿入する必要があるため、ＯＡＭ処理部１０９はＳ９１６以降の処理を実行する。
【０２０５】
一方、上記Ｓ９１０において、ＡＰＳ処理テーブル２８から取得した送信数カウント２８０７が“１”以上でなければ、ＡＰＳパケットを挿入する必要はないため、ＯＡＭ処理部１０９はＳ９２３以降の処理を実行する。
【０２０６】
一方、上記Ｓ９０５において、ＡＰＳ処理テーブル２８から取得したＷ／Ｐ設定２８０８がＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎであれば、ＯＡＭ処理部１０９は、Ｐｒｏｔｅｃｔｉｏｎパス側のＯＡＭ処理テーブル２７の障害状態２７８をＡＰＳ処理テーブル２８のＰｒｏｔｅｃｔｉｏｎ障害状態２８１０に上書きし（Ｓ９０７）、Ｓ９０８以降の処理を実行する。
【０２０７】
一方、上記Ｓ９０４において、ＡＰＳ処理テーブルから取得した有効フラグ２８０２が無効である場合、本エントリに対してＡＰＳの状態遷移又はＡＰＳパケットの挿入の必要はないため、ＯＡＭ処理部１０９はＳ９３０以降の処理を実行する。
【０２０８】
以上の本発明の実施例によれば、収容するユーザ回線数の減少及びスループットの低下を防止しながら、セグメントプロテクションを実現することができるため、高信頼かつ高効率な通信システムを構築することが可能となる。また、Ｅｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰにセグメントＬＳＰと同等のＭＩＰを設定できるため、Ｅｎｄ－Ｅｎｄ区間ＬＳＰ：ＬＳＰ＿Ｈ－ｎのＬＢ試験のみで故障特定が可能になり、故障特定にかかる時間を短縮できる。さらに、各ＭＩＰを識別するＩＤ（ＭＩＰ　ＩＤ）をＭＥＧレベルに関係なく共通化し、ＭＥＧレベルとＭＩＰ　ＩＤにより折返し点となるＭＩＰを指定することによって、セグメントプロテクションが設定されていても、迅速な故障箇所の特定が可能となり、部品交換など復旧にかかる時間を大幅に短縮できる。
【０２０９】
なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。また、上記した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。
【０２１０】
例えば、上記の実施例１はＭＰＬＳ網に本発明を適用する例を示しているが、それ以外の種類のネットワークにも本発明を適用することができる。具体的には、例えば、ＶＬＡＮにおいてプロテクションを行う場合に、実施例１のＬＳＰ　ＩＤの代わりに、ＶＬＡＮにおける通信経路の識別子を用いることによって、実施例１と同様の通信装置内部のパスの切り替えを行うことができる。これによって、ＭＰＬＳ以外のネットワークにおいても収容するユーザ回線数の減少及びスループットの低下を防止しながら、セグメントプロテクションを実現し、高信頼かつ高効率な通信システムを構築することができる。
【０２１１】
また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば

集積回路で設計する等によってハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによってソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、不揮発性半導体メモリ、ハードディスクドライブ、ＳＳＤ（Ｓｏｌｉｄ　Ｓｔａｔｅ　Ｄｒｉｖｅ）等の記憶デバイス、または、ＩＣカード、ＳＤカード、ＤＶＤ等の計算機読み取り可能な非一時的データ記憶媒体に格納することができる。

【０２１２】

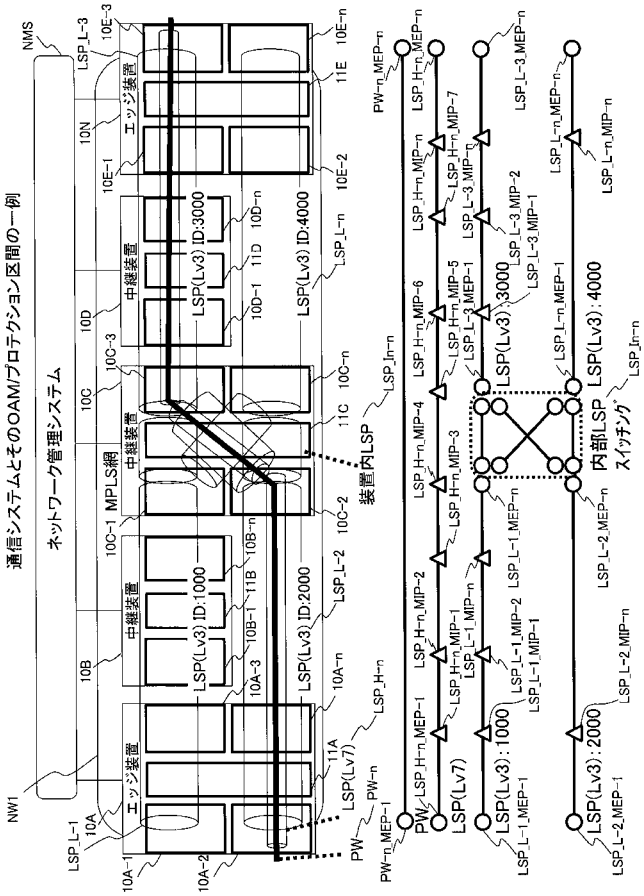
また、図面には、実施形態を説明するために必要と考えられる制御線及び情報線を示しており、必ずしも、本発明が適用された実際の製品に含まれる全ての制御線及び情報線を示しているとは限らない。実際にはほとんど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

【符号の説明】

【０２１３】

１０、１０Ａ～１０Ｎ　通信装置
１０－１～１０－ｎ、１０Ａ－１～１０Ａ－ｎ、１０Ｂ－１～１０Ｂ－ｎ、１０Ｃ－１～１０Ｃ－ｎ、１０Ｄ－１～１０Ｄ－ｎ、１０Ｅ－１～１０Ｅ－ｎ　ネットワークインタフェースボード（ＮＩＦ）
１１、１１Ａ～１１Ｅ　スイッチ部
１２　ノード管理部
２１　パケット転送テーブル
２２　入力コネクションＩＤ決定テーブル
２３　入力ＶＬＡＮヘッダ処理テーブル
２４　入力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル
２５　ＡＰＳ選択系テーブル
２６　ＯＡＭ設定テーブル
２７　ＯＡＭ処理テーブル
２８　ＡＰＳ処理テーブル
３０　出力コネクションＩＤ決定テーブル
３１　出力ＶＬＡＮヘッダ処理テーブル
３２　出力ＭＰＬＳヘッダ処理テーブル
３３　装置内ＯＡＭ　ＩＤ変換テーブル
１０１－１～１０１－ｎ　イーサネットＩＦ
１０２－１～１０２－ｎ　スイッチＩＦ
１０３　入力ヘッダ処理部
１０４　入力パケットバッファ
１０５　入力スケジューラ
１０６　出力ヘッダ処理部
１０７　出力パケットバッファ
１０８　出力スケジューラ
１０９　ＯＡＭ処理部
１１０　ＮＩＦ管理部
１１１　設定レジスタ
１１２　テーブルアービタ

【図１】



【図２】

通信パケット40

宛先MACアドレス	401
送信元MACアドレス	402
VLANタグ	403
イーサタイプ値	404
ペイロード	405
FCS	406

【図３】

通信パケット41

宛先MACアドレス	411
送信元MACアドレス	412
イーサタイプ値	413
MPLSラベル(転送用)	414-1
MPLSラベル(ユーザ識別用)	414-2
ペイロード	415
FCS	416

【図４】

MPLSラベル414

LSP ID	4141
Traffic Class(TC)	4142
Sビット	4143
TTL	4144

【図５】

OAMパケット42

宛先MACアドレス	421
送信元MACアドレス	422
イーサタイプ値	423
MPLSラベル(転送用)	414-1
MPLSラベル(OAM識別用)	414-3
MEGレベル	424
OAM種別	425
ペイロード	426
FCS	427

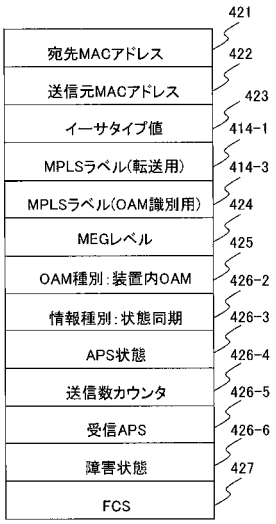
【図６】

LB用のOAMパケット42

宛先MACアドレス	421
送信元MACアドレス	422
イーサタイプ値	423
MPLSラベル(転送用)	414-1
MPLSラベル(OAM識別用)	414-3
MEGレベル	424
OAM種別:LBM/LBR	425
MIP ID	426-1
FCS	427

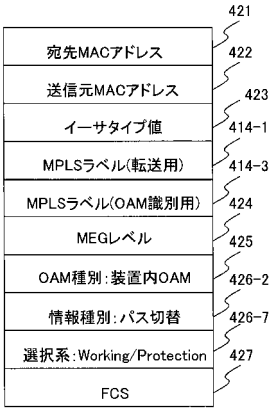
【図７】

APS状態同期のための装置内OAMパケット42

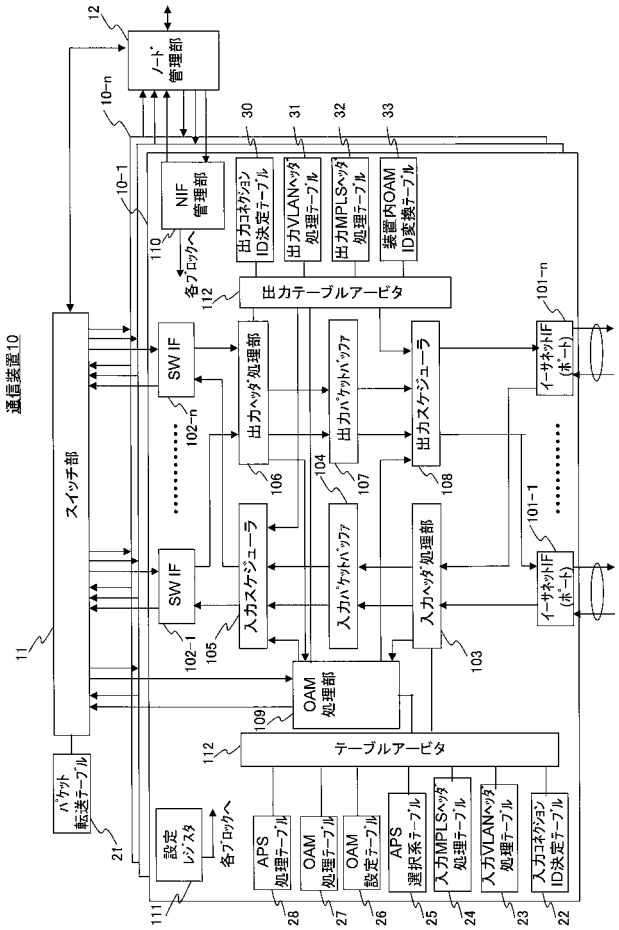


【図８】

パス切替えのための装置内OAMパケット42

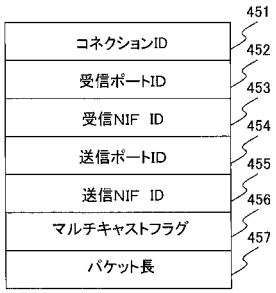


【図９】



【図１０】

装置内ヘッダ45



【図１１】

入力コネクションID決定テーブル22

ｱﾄﾞﾚｽ(ｺﾈｸｼｮﾝID)	受信ポートID	処理モード	VLAN ID/MPLSﾗﾍﾞﾙ(転送用)
CID#1	Port#1	0：イーサ	VID#1
CID#2	Port#2	1：MPLS	LSP ID#1000
CID#3	Port#2	1：MPLS	LSP ID#2000
CID#4	Port#2	1：MPLS	LSP ID#3000
⋮	⋮	⋮	⋮

221 222 223 224

【図１２】

OAM設定テーブル26

ｺﾈｸｼｮﾝID	MP種別	MEGレベル	仮想MEGレベル	所属ポートID
CID#1	MEP(終端)	7	—	Port_ID#1
CID#2	MEP(終端)	3	7	Port_ID#2
CID#3	MEP(終端)	3	7	Port_ID#2
CID#4	MIP(中継)	3	7	Port_ID#2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

261 262 263 264 265

【図１３】

入力VLANヘッダ処理テーブル23

ｺﾈｸｼｮﾝID	VLANﾀｸﾞ処理	VLANﾀｸﾞ
CID#1	付与	VID#1 CoS#1
CID#2	—	—
CID#3	—	—
CID#4	—	—
⋮	⋮	⋮

231 232 233

【図１４】

入力MPLSヘッダ処理テーブル24

ｺﾈｸｼｮﾝID	MPLSﾗﾍﾞﾙ処理	内部ﾗﾍﾞﾙ (転送用)	MPLSﾗﾍﾞﾙ (ユーザ識別用)
CID#1	2段付与(イーサネットヘッダ付与)	LSP ID#1 TC#1	LSP ID#100 TC#1
CID#2	変換	LSP ID#3 TC#1	—
CID#3	変換	LSP ID#5 TC#1	—
CID#4	変換	LSP ID#7 TC#1	—
⋮	⋮	⋮	⋮

241 242 243 244

【図１５】

APS選択系テーブル25

ﾌﾟﾛﾃｸｼｮﾝﾍﾟｱID	選択パス
CID#1 (MSB除く)	0：Working
CID#2 (MSB除く)	0：Working
CID#3 (MSB除く)	1：Protection
CID#4 (MSB除く)	—
⋮	⋮

251 252

【図１６】

パケット転送テーブル21

LSP ID	受信 NIF ID	受信 ポートID	送信 NIF ID	送信 ポートID
LSP ID#1	NIF#1	ポート#0	NIF#5	ポート#0
LSP ID#2	NIF#1	ポート#1	NIF#10	ポート#1
LSP ID#3	NIF#2	ポート#0	NIF#5	ポート#0
LSP ID#4	NIF#2	ポート#1	NIF#11	ポート#1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

211 212 213 214 215

【図１７】

出力コネクションID決定テーブル30

ｱﾄﾞﾚｽ(ｺﾈｸｼｮﾝID)	送信 ポートID	処理モード	MPLSﾗﾍﾞﾙ (転送用)	MPLSﾗﾍﾞﾙ (ﾕｰｻﾞ識別用)
CID#1	Port#1	1：MPLS	LSP ID#2	LSP ID#100
CID#2	Port#2	1：MPLS	LSP ID#4	—
CID#3	Port#2	1：MPLS	LSP ID#6	—
CID#4	Port#2	1：MPLS	LSP ID#8	—
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
CID#10001	Port#1	1：MPLS	LSP ID#10002	LSP ID#100
CID#10002	—	—	—	—
CID#10003	—	—	—	—
CID#10004	—	—	—	—
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

301 302 303 304 305

【図１８】

出力MPLSヘッダ処理テーブル32

ｺﾈｸｼｮﾝID	MPLSﾗﾍﾞﾙ処理	MPLSﾗﾍﾞﾙ (転送用)
CID#1	2段削除(イーサネットヘッダ削除)	—
CID#2	変換	LSP ID#1000 TC#1
CID#3	変換	LSP ID#2000 TC#1
CID#4	変換	LSP ID#3000 TC#1
⋮	⋮	⋮

321 322 323

【図１９】

OAM処理テーブル27

ｺﾈｸｼｮﾝID	有効 フラグ	挿入ﾀｲﾐﾝｸﾞ ｶｳﾝﾀ	CC 受信数1	CC 受信数2	CC 受信数3	障害 カウンタ	障害 状態
CID#1	有効	1	1	2	0	1	正常
CID#2	有効	0	1	1	1	0	正常
CID#3	有効	0	0	0	0	7	故障
CID#4	無効	—	—	—	—	—	—
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

271 272 273 274 275 276 277 278

【図２０】

APS処理テーブル28

プロテクションペアID	有効フラグ	制御主体	入力コマンド	APS状態	APS受信情報	挿入タイミングカウンタ	送信数カウンタ	W/P設定	Working障害状態	Protection障害状態
CID#1 (MSB除く)	有効	Master	—	NR (Working)	NR (Working)	102	0	—	正常	正常
CID#2 (MSB除く)	有効	Master	LO	LO (Working)	LO (Working)	1	2	Working	正常	正常
CID#3 (MSB除く)	有効	Slave	—	SF-W (Protection)	SF-W (Protection)	2	1	Protection	故障	正常
CID#4 (MSB除く)	無効	—	—	—	—		—	—	—	—
……	……	……	……	……	……	……	……	……	……	……

2801 2802 2803 2804 2805 2806 2811 2807 2808 2809 2810

【図２１】

装置内OAM ID変換テーブル33

NIFカードID	コネクションID	有効フラグ	変換後コネクションID
NIF_ID#1	CID#1	無効	—
NIF_ID#1	CID#2	有効	CID#10
NIF_ID#1	CID#3	有効	CID#111
NIF_ID#1	CID#4	無効	—
……	……	……	……

331 332 333 334

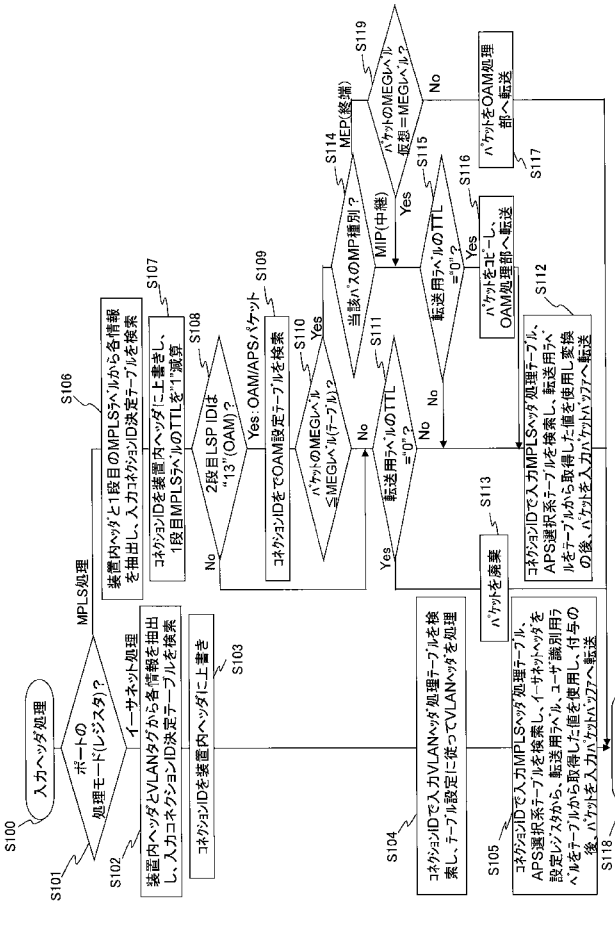
【図２２】

MIP ID設定レジスタ111-1

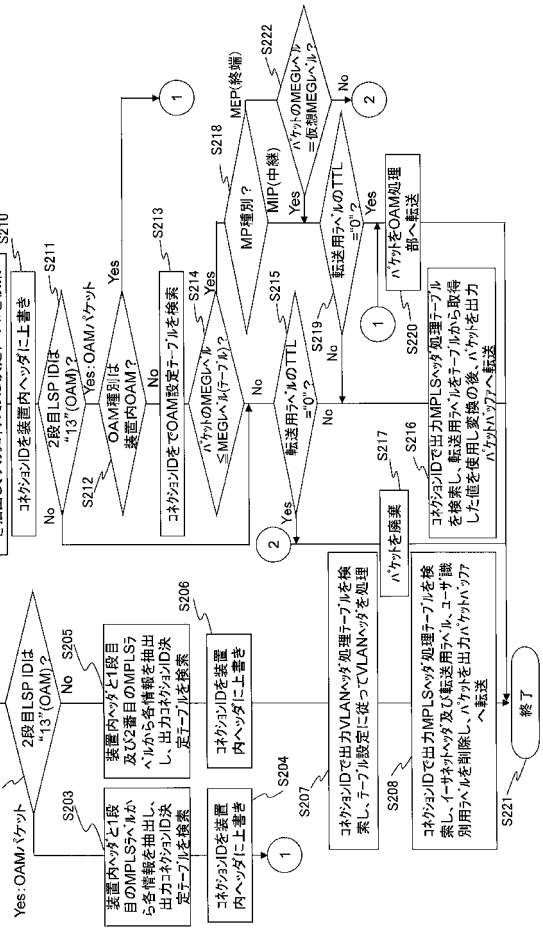
ポートID	終端MIP ID
Port#1	Node_ID#1_NIF_ID#1_Port_ID#1
Port#2	Node_ID#1_NIF_ID#1_Port_ID#2
Port#3	Node_ID#1_NIF_ID#1_Port_ID#3
Port#4	Node_ID#1_NIF_ID#1_Port_ID#4
……	……

1111 1112

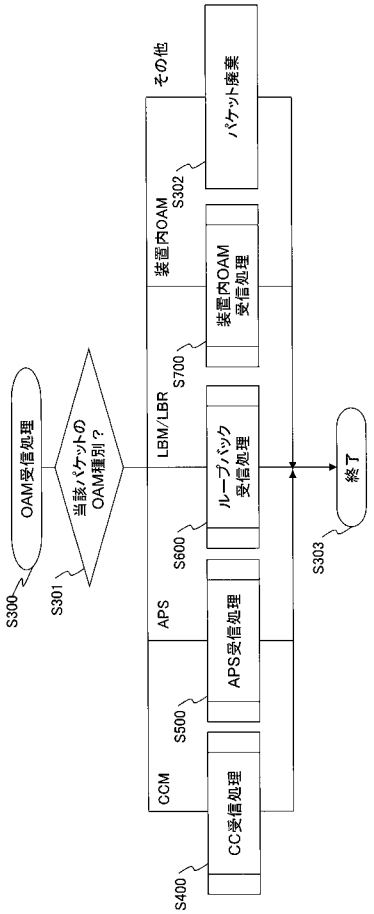
【図２３】



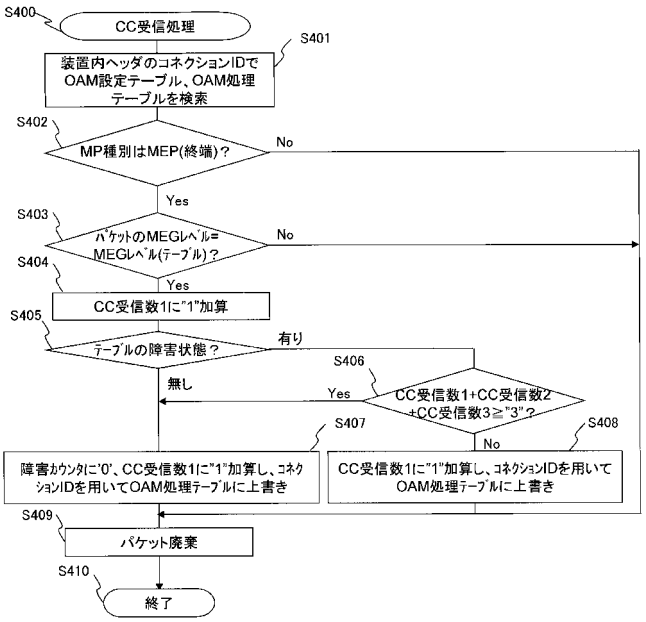
【図２４】



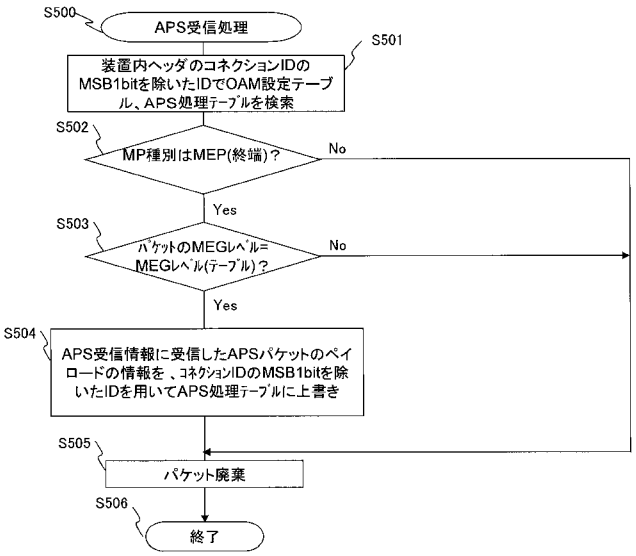
【図２５】



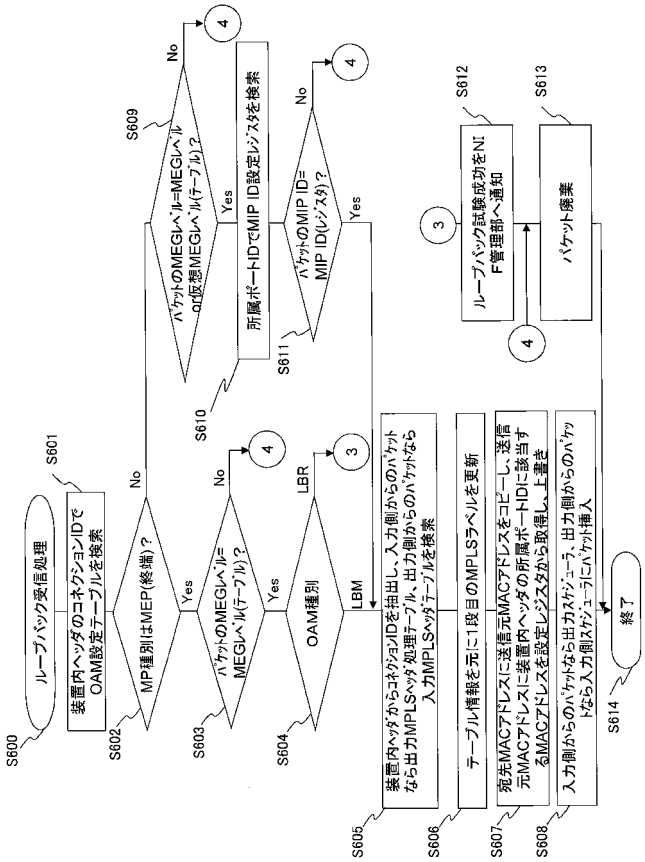
【図２６】



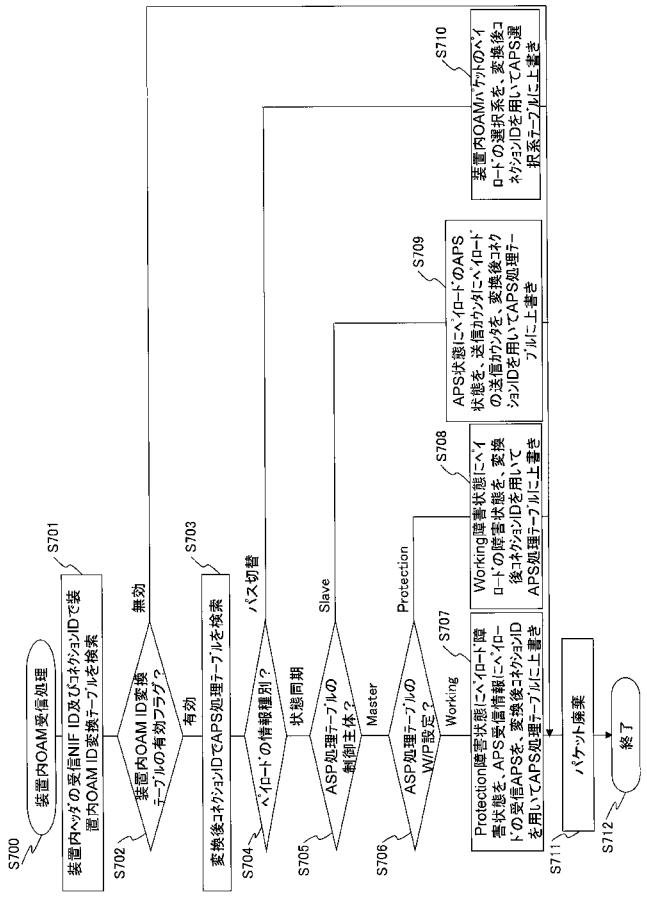
【図２７】



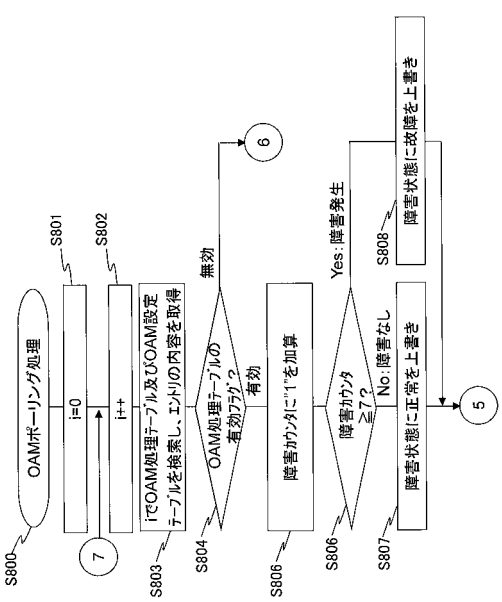
【図２８】



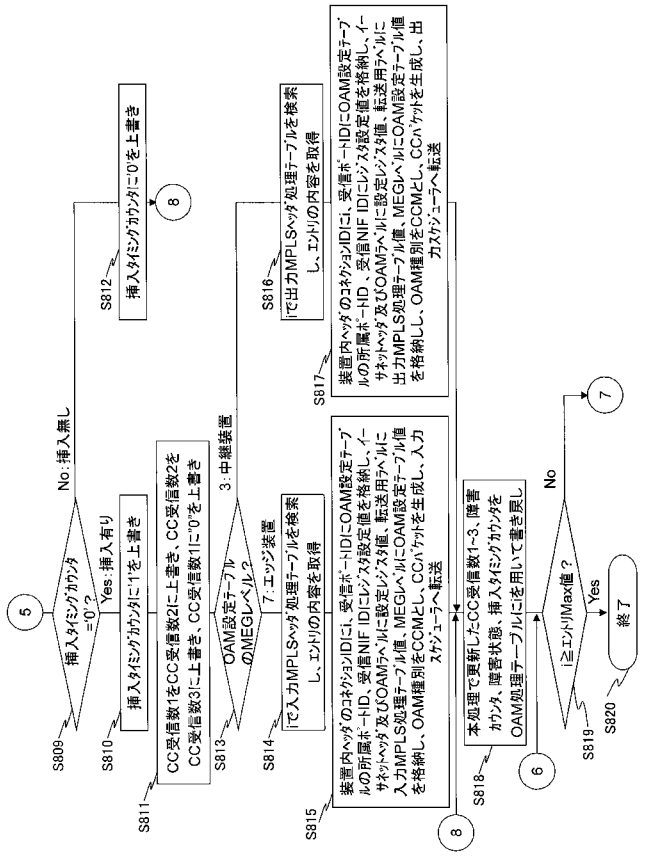
【図２９】



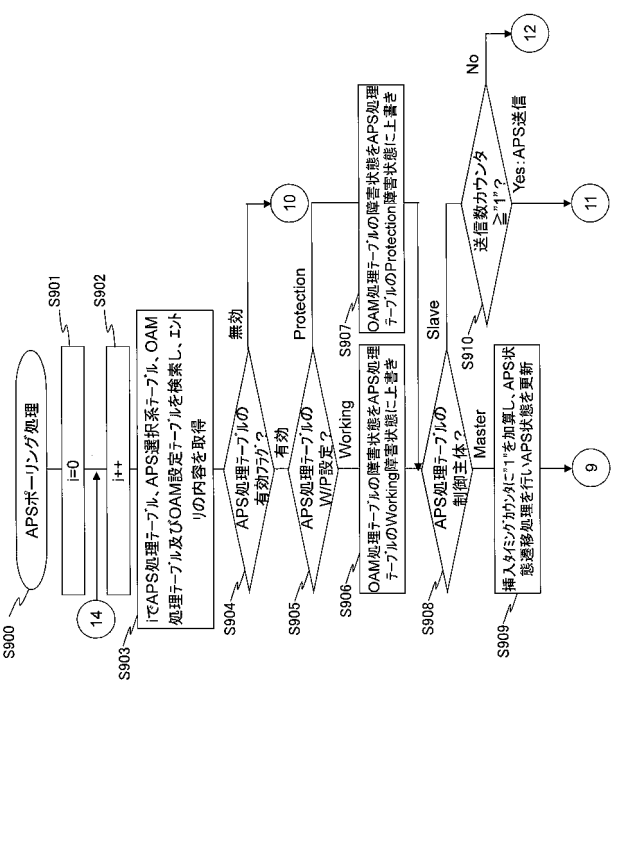
【図３０】



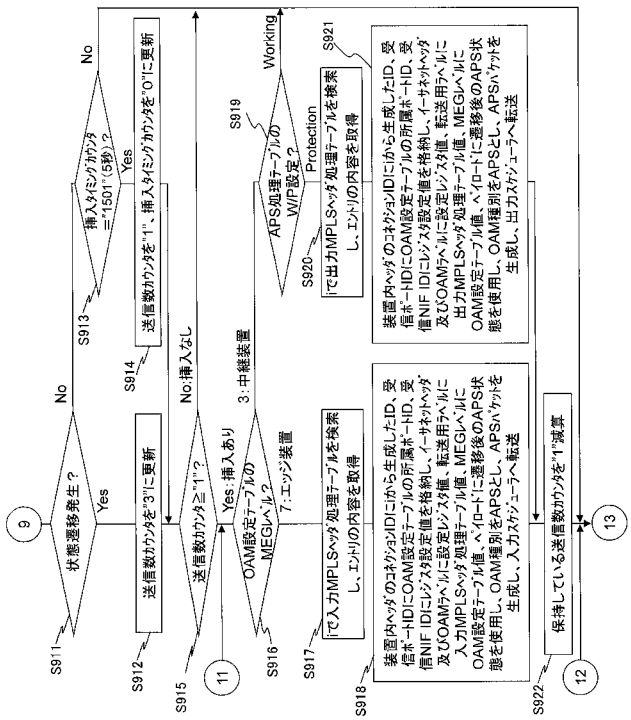
【図３１】



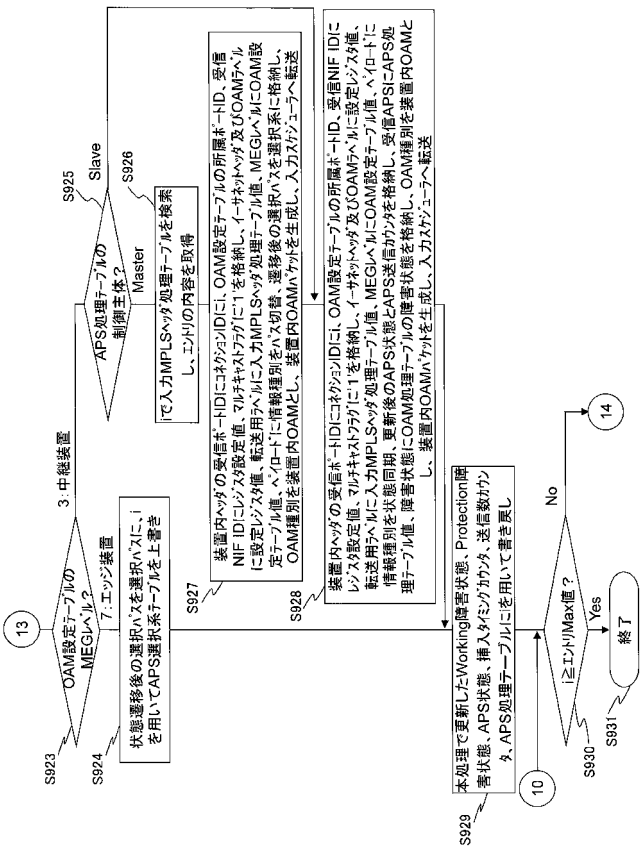
【図３２】



【図３３】


9
S911
状態遷移発生？
Yes
No
S912
送信数カウンタを"3"に更新
S913
挿入タイミングカウンタ≧"1501"(5秒)？
Yes
No
S914
送信数カウンタを"1"、挿入タイミングカウンタを"0"に更新
S915
送信数カウンタ≧"1"？
Yes：挿入あり
No：挿入なし
11
S916
OAM設定テーブルのMEGレベル2
3：中継装置
7：エッジ装置
S917
で入力MPLSヘッダ処理テーブルを検索し、エントリの内容を取得
S918
装置内ヘッダのコネクションIDにから生成したID、受信ポートHDにOAM設定テーブルの所属ポートID、受信NIF IDにレジスタ設定値を格納し、イーサネットヘッダ及びOAMラベルに設定レジスタ値、転送用ラベルに入力MPLSヘッダ処理テーブル値、MEGレベルにOAM設定テーブル値、ペイロードに遷移後のAPS状態を使用し、OAM種別をAPSとし、APSパケットを生成し、入力スケジューラへ転送
S919
APS処理テーブルのW/P設定？
Working
Protection
S920
で出力MPLSヘッダ処理テーブルを検索し、エントリの内容を取得
S921
装置内ヘッダのコネクションIDにから生成したID、受信ポートHDにOAM設定テーブルの所属ポートID、受信NIF IDにレジスタ設定値を格納し、イーサネットヘッダ及びOAMラベルに設定レジスタ値、転送用ラベルに出力MPLSヘッダ処理テーブル値、MEGレベルにOAM設定テーブル値、ペイロードに遷移後のAPS状態を使用し、OAM種別をAPSとし、APSパケットを生成し、出力スケジューラへ転送
S922
保持している送信数カウンタを"1"減算
12
13

【図３４】


13
S923
OAM設定テーブルのMEGレベル2
3：中継装置
7：エッジ装置
S924
状態遷移後の選択パスを選択パスに、iを用いてAPS選択系テーブルを上書き
S925
APS処理テーブルの制御主体？
Slave
Master
S926
で入力MPLSヘッダ処理テーブルを検索し、エントリの内容を取得
S927
装置内ヘッダの受信ポートHDにコネクションIDにし、OAM設定テーブルの所属ポートID、受信NIF IDにレジスタ設定値、マルチキャストフラグに"1"を格納し、イーサネットヘッダ及びOAMラベルに設定レジスタ値、転送用ラベルに入力MPLSヘッダ処理テーブル値、MEGレベルにOAM設定テーブル値、ペイロードに情報種別をパス切替、遷移後の選択パスを選択系に格納し、OAM種別を装置内OAMとし、装置内OAMパケットを生成し、入力スケジューラへ転送
S928
装置内ヘッダの受信ポートHDにコネクションIDにし、OAM設定テーブルの所属ポートID、受信NIF IDにレジスタ設定値、マルチキャストフラグに"1"を格納し、イーサネットヘッダ及びOAMラベルに設定レジスタ値、転送用ラベルに入力MPLSヘッダ処理テーブル値、MEGレベルにOAM設定テーブル値、ペイロードに情報種別を状態同期、更新後のAPS状態とAPS送信カウンタを格納し、受信APSにAPS処理テーブル値、障害状態にOAM処理テーブルの障害状態を格納し、OAM種別を装置内OAMとし、装置内OAMパケットを生成し、入力スケジューラへ転送
S929
本処理で更新したWorking障害状態、Protection障害状態、APS状態、挿入タイミングカウンタ、送信数カウンタ、APS処理テーブルにを用いて書き戻し
10
S930
i≧エントリMax値？
No
Yes
14
S931
終了

フロントページの続き

(72)発明者　宇田　哲也
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号　株式会社日立製作所内
Ｆターム(参考) 5K030 GA12　HD03　HD09　LB08　MD02