

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4760504号
(P4760504)

(45) 発行日 平成23年8月31日 (2011.8.31)

(24) 登録日 平成23年6月17日 (2011.6.17)

(51) Int.Cl.

H04L 12/42 (2006.01)

F I

H04L 12/42

M

請求項の数 8 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2006-109322 (P2006-109322)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成18年4月12日 (2006.4.12)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2007-282153 (P2007-282153A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成19年10月25日 (2007.10.25)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成21年2月9日 (2009.2.9)		弁理士 井上 学
		(72) 発明者	高瀬 誠由
			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	坂本 健一
			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	水谷 昌彦
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ネットワークシステムおよび通信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

リングネットワークを形成する通信装置を接続するリングインタフェースと、
ユーザ端末もしくはリングネットワークを形成しない他の通信装置を接続するユーザインタフェースと、

各インタフェースから入力したフレームをヘッダ情報に応じて所望の出力先へと転送するスイッチ手段と、を有する通信装置がリング状に接続され、伝送方向が反対で互いに対をなす第1、第2のリングネットワークを形成するネットワークシステムにおいて、

マルチキャストデータを転送するマルチキャストフロー毎に前記第1のリングネットワーク上にマルチポイント論理パスの現用系パス、前記第2のリングネットワーク上にマルチポイント論理パスの予備系パスを形成し、

前記現用系パスと予備系パスのマルチポイント論理パスはそれぞれ、リング内のマルチキャスト送信端通信装置のユーザインタフェースを始点とし、リングネットワークを構成する各通信装置で前記マルチキャストデータを受信するユーザを接続するマルチキャスト受信端通信装置のユーザインタフェースを第1の終端点とするパスと、さらにリングネットワークを構成する通信装置を経由して前記マルチキャスト送信端通信装置のユーザインタフェースを第2終端点とするパスを含み、

前記マルチキャスト送信端通信装置のユーザインタフェースからパス正常性確認フレームを挿入し、前記マルチキャスト送信端通信装置のユーザインタフェースで終端することを特徴とするネットワークシステム。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 記載のネットワークシステムであって、

前記第 1 または第 2 のリングネットワークの伝送路で障害を検出した通信装置は、前方障害通知フレームを、前記障害が発生したリングネットワーク上に形成されるマルチポイント論理パスに送信し、前記前方障害通知フレームは、前記リングネットワークを形成する通信装置を順次経由してマルチポイント論理パスの第 2 の終端点である前記マルチキャスト送信端通信装置のユーザインタフェースまで転送されることを特徴とするネットワークシステム。

【請求項 3】

請求項 1 記載のネットワークシステムであって、

何れかの前記マルチキャスト受信端通信装置のユーザインタフェースで障害が発生した場合、前記マルチキャスト受信端通信装置は、前記障害が発生したリングネットワーク上に形成されるマルチポイント論理パスに後方障害通知フレームを送信し、前記後方障害通知フレームは、前記リングネットワークを形成する通信装置を順次経由して前記マルチポイント論理パスの第 2 の終端点としての前記マルチキャスト送信端通信装置のユーザインタフェースまで転送されることを特徴とするネットワークシステム。

【請求項 4】

請求項 1 記載のネットワークシステムであって、

前記第 2 の終端点としての前記マルチキャスト送信端通信装置のユーザインタフェースが一定期間前記パス正常性確認フレームを未受信であることを検出することで前記マルチポイント論理パスに障害が発生したと判断することを特徴とするネットワークシステム。

【請求項 5】

請求項 2 記載のネットワークシステムであって、

前記障害検出時に、前記前方障害通知フレームが現用系パスから送信されたものか、予備系パスから送信されたものかを前記マルチキャスト送信端通信装置が判定し、現用系パスから送信されてきた場合は前記マルチポイント論理パスを現用系パスから予備系に切替えてマルチキャストフレームの転送を行い、前記前方障害通知フレームが予備系パスから送信されてきた場合は現用系パスで継続してマルチキャストフレームを転送することを特徴とするネットワークシステム。

【請求項 6】

請求項 2 記載のネットワークシステムであって、

前記障害検出時に、前記前方障害通知フレームが現用系パスから送信されたものか、予備系パスから送信されたものかを前記マルチキャスト送信端通信装置が判定し、

前記前方障害通知フレームが現用系パスと予備系パスの双方から送信されてきた場合はマルチキャストフレームを前記マルチキャスト送信端通信装置でコピーして現用系パスと予備系パスの両方に転送することを特徴とするネットワークシステム。

【請求項 7】

請求項 5 記載のネットワークシステムであって、

前記障害検出時に、前記前方障害通知フレームが前記マルチキャスト受信端通信装置のユーザインタフェースから送信されたものであることを前記マルチキャスト送信端通信装置が判定し、マルチポイント論理パスの切り替えを行わないことを特徴とするネットワークシステム。

【請求項 8】

請求項 4 記載のネットワークシステムであって、

マルチキャスト送信端通信装置が前記障害検出時に、現用系パスのマルチポイント論理パスに障害が発生した場合は前記マルチポイント論理パスを現用系パスから予備系に切替えてマルチキャストフレームの転送を行い、予備系パスのマルチポイント論理パスに障害が発生した場合は現用系パスで継続してマルチキャストフレームを転送し、現用系パスと予備系パスの双方に障害が発生した場合はマルチキャストフレームを前記マルチキャスト送信端通信装置でコピーして現用系パスと予備系パスの両方に転送することを特徴とする

10

20

30

40

50

ネットワークシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信装置に関し、特に、リングネットワークに接続された複数のノード間をMPLSなどに代表される論理パスを構成する転送プロトコルにおいて、マルチポイント論理パスを構成した際のマルチポイント論理パス上の障害通知と論理パス切り替え方法およびその機能を有する通信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年のアクセスネットワークの広帯域化を受けて、現状のテレビ放送のようなマスメディアとしての放送サービスをユーザにマルチキャスト形式で配信するサービスが提供され始めている。このような、放送配信サービスでは、ユーザにとってWAN (Wide Area Network) 側に設置される放送局の配信装置からユーザに向けてデータストリームが配信されるという形態が想定できる。放送サービスなどは、伝送経路の障害によるサービス中断は許されない。そのため、WANでは、1つの送信端ポイントから複数の受信端ポイントを繋ぐマルチポイント論理パス経路上での障害検出手段及びパス切り替え手段が必須となる。リングネットワークは、パス管理や障害ポイント検出の容易性などの観点から、WAN (Wide Area Network) やMAN (Metro Area Network) などの施設によく使用されるネットワークポロジである。図1は一般的なリングネットワークを説明する図である。通信装置101-1から101-4までの4ノードが2本の伝送路で接続されている。リングネットワークでは、伝送路での障害発生時にも、サービスを中断することなく提供するために、現用系のリング102と予備系のリング103の2経路を用意する。ISPやキャリアが提供するWANやMANなどでは、高い信頼性が要求されるため、伝送路の状態を監視したり、障害状態を即座に検出したり、障害点を回避する等の保守管理機能が必須である。

【0003】

そのため、非特許文献1では、「ポイント・ポイントATM論理パス」、非特許文献2では、「ポイント・ポイントMPLS論理パス」における障害検出及び通知方法について規定されている。非特許文献1と非特許文献2ではパスの正常性確認フレームを使用して論理パスの導通性を確認する。また、論理パス上で障害を検出した場合は、前方障害通知フレームでデータ受信端ノードに障害を通知する。データ受信端ノードは後方障害通知フレームでデータ送信端ノードに障害を通知する。この際、ポイント・ポイント論理パスの場合は上り/下り双方向の論理パスを構成しているので、受信端ノードへは障害発生パスを利用して前方障害通知フレームを転送し、送信端ノードへは対向パスを利用して後方障害通知フレームを転送して障害通知を行う。(以降、正常性確認フレーム、前方障害通知フレーム、後方障害通知フレームを管理フレーム(OAMフレーム)と称する)。

【0004】

また、例えば、非特許文献3ではリングネットワークでの障害発生時の障害ポイント回避手段について規定している。非特許文献3では、物理回線での障害を検出すると、1.障害検出位置をリング構成ノードへ伝える。2.障害情報を受信すると各ノードで再度経路を再計算する。3.障害発生ポイントを通らない経路を構成する。の手順で障害ポイント回避を行う。

【0005】

【非特許文献1】ITU-T Recommendation I.610、“B-ISDN operation and maintenance principles and functions”

【非特許文献2】ITU-T Recommendation Y.1711、“Requirements for Operation & Maintenance functionality for MPLS networks”

【非特許文献3】IEEE802.17 (RPR: Resilient Packet Ring)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

しかし、非特許文献 1 および非特許文献 2 ではポイント・ポイント論理パスにおける障害検出方法および通知方法について規定されているが、マルチポイント論理パスにおける障害通知方法については規定していない。さらに、マルチポイント論理パスは、片方向通信用のパスであるため、受信端ノードへは前方障害通知フレームで障害通知出来るが送信端ノードへの障害通知は出来ない。従来手段で送信端ノードへ障害通知を行うためには障害通知用の論理パスを全受信端ノードと送信端ノード間で確立する必要がある。そのため、従来手段ではマルチポイントの論理パスでの障害検出及びその通知は出来なかった。

【 0 0 0 7 】

10

また、パスという概念がないEthernet（登録商標）を対象としている非特許文献 3 ではリングネットワーク上の物理回線障害が発生した際の障害ポイント回避手段について示されている。Ethernet（登録商標）には論理パスという概念がないため、ヒューマンエラーなどによる経路テーブルの誤設定などにより発生する論理パス障害（物理回線には障害が無いが任意の宛先のデータ間で通信出来なくなる障害のこと）については、切替えの対象とならない。そのため、論理パス毎の接続性を確認する信頼性の高い通信を提供するコネクション型のネットワークには適さない。また、特許文献 3 では障害発生時のマルチキャストデータのプロテクション手段について開示されていない。

【 0 0 0 8 】

本発明の第一の目的は、マルチポイント論理パスをエンドツーマルチエンドで管理し、障害発生時に個々のエンドツーエンドパスに対しての障害箇所の特定を実現することである。

20

【 0 0 0 9 】

また、第二の目的は、リングネットワーク上の物理回線障害および論理パス障害検出時にマルチキャストデータ配信を継続提供するプロテクション機能を実現することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上記第一の目的を達成するために、本発明ではマルチポイント論理パスのみ、送信端ノードから送信したフレームを、マルチキャストフレーム受信端ノードに送信するだけでなく、リングを一周させて送信端ノードまで転送し、送信端ノードでもフレームを終端する手段と、ポイント・ポイント論理パスの正常性確認フレームを周期的に上記マルチポイント論理パスに送信する手段と、リングを構成するインタフェースで障害検出時には前方障害通知フレームを上記マルチポイント論理パスに送信して、送信端ノードおよび受信端ノードに障害発生を通知する手段を備えることを特徴とする。

30

【 0 0 1 1 】

また、上記第二の目的を達成するため、本発明ではリングネットワーク上でマルチキャストフレームを送信するマルチキャストフロー毎に、リングネットワークの正常時に利用する現用系用のマルチポイント論理パスと、異常時に利用する予備系用のマルチポイント論理パスを送信端ノードから受信端ノードの間に設定する手段と、物理回線障害や論理パス障害などの障害種類に関係なく論理パス単位に障害通知を行う手段と、送信端ノードで前方障害通知フレームの受信または自ノードが送信したパス正常性確認フレームの未受信を検出することで論理パス毎に障害を検出する手段と、論理パス障害が現用系で発生したのか予備系で発生したのか両系で発生したのかを判断する手段と、現用系でのみ障害が発生している場合は予備系にマルチポイント論理パスを切替えてマルチキャストフレームを転送し、予備系でのみ障害が発生している場合は現用系に異常が無いことからパスを切替えずそのままマルチキャストフレームを転送し、現用系と予備系で障害が発生している場合は送信端ノードでデータをコピーして現用系と予備系の双方のパスにマルチキャストフレームを送信する手段を備えることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

50

上記第一の目的を達成するための特徴を有する本発明の通信装置によれば、マルチポイント論理パスを送信端ノードから送信端ノードまでリングを一周して構成するので、基本的に片方向のみの通信であるマルチキャスト通信であっても送信端への障害情報伝達経路を確保する事ができる。また、正常性確認フレームをマルチポイント論理パスで転送するので、各受信端ノードはパスの正常性を確認する事が出来、更に送信端ノードは自ノードが送信した正常性確認フレームを受信することでリング上の論理パスの正常性を確認する事ができる。また、障害が発生した場合は前方障害通知フレームをマルチポイント論理パスで転送することで途中経路及び受信端ノードでの障害情報を障害通知用の論理パスなどを設定する必要なく送信端ノードまで通知する事ができる。

【0013】

10

また、上記第二の目的を達成するための特徴を有する本発明の通信装置によれば、障害箇所に応じて論理パスの切り替えを行い、またフレームをコピーしてマルチポイント転送パスに転送することからマルチキャスト配信を継続提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかるリングネットワークおよびリングネットワークを構成する通信装置および障害検出および障害通知およびパス切り替え方法の好適な実施の形態を詳細に説明する。以下実施例では、MPLSを例として本特許の説明をするが、本発明は論理パスを構築してフレームを転送する全てのプロトコルへの適応が可能である。

20

【0015】

図10は、本発明を適用するネットワーク構成および前記ネットワークを用いたマルチキャストフレーム転送手段を説明する図である。本構成例では、4台の通信装置101-1~4でリングネットワークが構成されている。リングネットワークを構成する通信装置の台数は本特許とは関係なく増減可能である。リングネットワークを構成する通信装置間はいずれも2本のパスで接続されている。それぞれのパスにはフレーム転送の方向が決まっている。ここでは説明のための例として、左周り方向の伝送経路を伝送経路A1001とし、右回り方向の伝送経路を伝送経路B1002とする。本リングネットワークには複数のMPLSラベル毎のポイント・ポイントまたはポイント・マルチポイントの論理パスが形成されている。

30

【0016】

図2は、リングネットワークを構成する通信装置101の構造を表す図である。通信装置101は、n枚のユーザインタフェース（以降ユーザIF）201-1~-nと、スイッチ（以降SW）202と2枚のリングインタフェース（以降リングIF）203-1、-2と制御部204から構成される。

【0017】

ユーザIF201は、ユーザ端末と直接接続するかもしくは他のルータやEthernet（登録商標）スイッチやG-PON（Gigabit Passive Optical Network）などと接続するインタフェースである。装置外からユーザIF201へ入力したフレームは、ヘッダ情報からMPLSラベルと内部ヘッダが付与されてSW202へと転送される。また、SW202からユーザIF201へ入力したフレームは、内部ヘッダとMPLSラベルが削除されて装置外へと転送される。

40

【0018】

SW202は、ユーザIF201またはリングIF203から入力するフレームの内部ヘッダ情報を元にフレームのスイッチングを行う。また、マルチキャストフレームに関しては、内部ヘッダ情報を元にして所定のIFへとフレームを複製して配布する。

【0019】

リングIF203は、隣接する通信装置101を接続するインタフェースである。装置外からリングIF203へ入力したフレームはMPLSヘッダ情報を元にフレームの宛先が決定され、内部ヘッダが付与されてSW202へと転送される。また、SW202からリングIF203へ入力したフレームは、内部ヘッダが削除されて隣接ノードへと転送される。

50

【 0 0 2 0 】

制御部204は、ユーザIF201とSW202とリングIF203が保持するテーブル情報を更新する。また、各ユーザIF、リングIFから通知される障害情報を収集して管理者へと通知する。

【 0 0 2 1 】

図 1 1 は、リング上にマルチポイント論理パスを設定した場合の一例を示している。本マルチポイント論理パスは、通信装置101-1のユーザIF1100を送信端とし、通信装置101-2のユーザIF1101-3と1101-4、通信装置101-3のユーザIF1101-1と1101-2を受信端としている。図11では伝送経路A1001上に現用系パス1111を設定し、伝送路B1002に予備系パス1112を設定している。このように、現用系と予備系を異なる伝送路上に設定することで、一点故障が発生した際にはパスを現用系から予備系へと切替えることでマルチキャスト転送を中断なく提供可能となる。また、マルチポイント論理パスは図11に示すようにリングを一周させてマルチキャスト送信端ノードのユーザインタフェースで終端するように設定する。この設定により全マルチポイント論理パスはリングネットワークを形成する全てのノードを経由するため、マルチポイント論理パス毎の経由ノード管理が不要である。図11では、ユーザIF1100を送信端とする一本のマルチポイント論理パスのみ記しているが、本リングネットワーク上には異なるユーザIFを送信端とする複数のマルチポイント論理パスが設定されている。これら全てのマルチポイント論理パスに対して本発明で開示される技術を使うことで障害の検出および障害時のパス切替えが可能となる。

10

【 0 0 2 2 】

まずは通信装置101のユーザIF201およびリングIF203の詳細ブロック図とその動作についてデータフレーム受信から送信までの処理手順と管理フレーム（OAMフレーム）送信手順について詳述してそれぞれの部位での障害発生時の障害検出および通知手段とパス切替え手段について詳述する。

20

【 0 0 2 3 】

図 3 はユーザIF201の詳細ブロック図である。ユーザIF201は、フレーム受信回路300、ユーザIF入力ヘッダ解析部301、論理パスID検索テーブル302、A/B選択テーブル303、一時保管バッファ304、マルチキャスト（以降MC）複製バッファ305、セレクト306、入力ヘッダ変換部307、ユーザIF MPLSラベル付与テーブル308、スイッチ送信回路309、スイッチ受信回路310、ユーザIF出力ヘッダ解析部311、ユーザIF_MPLSラベル検索テーブル312、出力ヘッダ変換部313、ユーザIFヘッダ変換テーブル314、フレーム送信回路315、制御部IF330、論理パス管理テーブル320、OAM送信処理部321、OAM受信処理部322、OAM挿入Buffer323から構成される。

30

【 0 0 2 4 】

ユーザ端末側から本装置にデータフレームが入力すると、まずフレーム受信回路300で図 5 に示す内部ヘッダ500が付与される。

【 0 0 2 5 】

本通信装置101内ではすべて内部ヘッダに処理結果が格納され、各処理ブロックは内部ヘッダを参照してフレームの処理を決定する。内部ヘッダ500には、論理パスIDフィールド510、A/B伝送路情報フィールド511、コピーフラグフィールド512、ユーザIF0 送信フラグフィールド513、ユーザIF1 送信フラグフィールド514、リングIF0 送信フラグフィールド515、リングIF送信フラグフィールド516から構成される。ユーザIF送信フラグフィールドはユーザIF数分追加される構成となる。フレーム受信回路300は内部ヘッダ500の全フィールドにデフォルト値0を設定して次のブロックへとフレームを転送する。

40

【 0 0 2 6 】

ユーザIF入力ヘッダ解析部301は論理パスID検索テーブル302とA/B選択テーブル303と論理パス管理テーブル320を参照するブロックである。ユーザIF入力ヘッダ解析部301はデータフレームを受信すると、例えばMACアドレスやVLANなどのフレームヘッダ情報から、論理パスID検索テーブル302を検索する。論理パスID検索テーブルには、入力フレームが属する論理パスIDが格納されている。

【 0 0 2 7 】

50

ユーザIF入力ヘッダ解析部301は論理パスIDを入手すると、内部ヘッダ500の論理パスIDフィールド510へ取得した論理パスIDの情報を書き込む。次に、ユーザIF入力ヘッダ解析部301はA/B選択テーブル303を、取得した論理パスIDをテーブル検索アドレスとして検索する。A/B選択テーブル303のテーブルフォーマットとテーブルエントリを図6に示す。A/B選択テーブル303は各論理パス毎に伝送経路Aもしくは伝送経路Bのどちらのパスを現在現用系パスとして運用しているかを表すA/B伝送路情報610を保持している。つまり、A/B選択テーブル303に設定されているパスが現在現用系パスということになる。例えば、A/B伝送路情報610は1bitの情報で、値が“0”の場合は伝送路Aを現用系パスとして運用していることを表し、値が“1”の場合は伝送路Bを現用系パスとして運用していることを表す。ユーザIF入力ヘッダ解析部301は取得したA/B伝送路情報610を内部ヘッダ500のA/B伝送路情報フィールド511に書き込む。

10

【0028】

次にユーザIF入力ヘッダ解析部301は、論理パスIDとA/B伝送路情報610から検索アドレスを作成して論理パス管理テーブル320を検索する。論理パス管理テーブル320は、論理パス毎の運用状態と障害有無状態を管理しているテーブルである。論理パス管理テーブル320のテーブルフォーマットとテーブルエントリを図7に示す。論理パス管理テーブル320のテーブル検索アドレスは、伝送路情報610と論理パスIDから作成される。伝送路情報610はテーブル検索アドレスの最上位1bitとして使用され、論理パスIDは下位bitとして使用される。従って、論理パス管理テーブル320の各エントリは上位1bitが“0”であるテーブルエントリが伝送路A用のエントリ（A面701）、上位1bitが“1”であるテーブルエントリが伝送路B用のエントリ（B面702）である。上記テーブル内の検索アドレスおよび各エントリのアドレスのアドレス体系は、後述のMPLSラベル付与テーブル308も同じであり、1つの論理パスの情報をテーブルに設定する際に、例えばA面に現用系パス情報を登録しておき、B面に予備系パス情報を登録しておくことで、現用と予備の2本のパスを管理する事ができる。論理パス管理テーブル320のエントリは現在のパス利用可否を表すパス閉塞フラグ710と、正常性確認フレームの未受信を警告する正常性確認フレーム未受信フラグ711と、論理パスがマルチポイント論理パスであることを示すMC(Multi Cast)パスフラグ712と、本ユーザIF201がMC(Multi Cast)フレームの送信端であることを示すMC(Multi Cast)送信端フラグ713と、フレームをユーザIF201で複製して転送する必要があるか否かを示すMC(Multi Cast)コピーフラグ714と、伝送経路に障害が発生しているか否かを示す伝送経路障害フラグ715と、予め設定された時間ごとに値を1毎カウントダウンされ正常性確認フレーム受信毎に初期設定値（例えば3など）にカウンタ値がクリアされることで一定時間内に正常性確認フレームが受信できたかどうかを管理している正常性受信フレーム受信カウンタ716と、本エントリの運用状態をあらわすエントリ有効フラグ717から構成される。エントリ有効フラグは“1”でエントリ登録済み（運用中）、“0”でエントリ未登録（未運用）となる。

20

30

【0029】

ユーザIF入力ヘッダ解析部301は論理パス管理テーブルエントリ情報を取得するとMCコピーフラグ714のエントリ内容を内部ヘッダ500のコピーフラグ512フィールドに設定する。

40

ユーザIF入力ヘッダ解析部301は、上述の処理が完了後、内部ヘッダ500のコピーフラグ512が“0”のフレームを一時保管Buffer304に格納し、コピーフラグ512が“1”のフレームをMC(Multi Cast)複製Buffer305に格納する。

【0030】

一時保管Buffer304は、MC複製Buffer305またはOAM挿入Buffer323からフレームを送出中にフレームを一時的に保管するバッファである。一時保管Buffer304はセクタ306からのフレーム送出信号を受信するとフレームを1個バッファから読み出す。

【0031】

MC複製Buffer305は、一時保管Buffer304またはOAM挿入Buffer323からフレームを送出中にコピーフラグ512が“1”のフレームを一時的に保管するバッファである。MC複製Buffer

50

305はセクタ306からのフレーム送出信号を受信するとフレーム送出を開始する。MC複製Buffer305はフレームを送出するとき、フレームを2個に複製する。また、その際、2個目のフレームの内部ヘッダのA/B伝送路情報フィールド値を、ユーザIF入力ヘッダ解析部から入力されたオリジナルフレームが“1”の場合は“0”に、“0”の場合は“1”に書き換えて送信する。

【0032】

セクタ306は、一時保管Buffer304、MC複製Buffer305、OAM挿入Buffer323のどのバッファからフレームを読み出すかをスケジューリングし、フレーム送出許可信号を上記何れかのバッファへ送信する。フレーム送出許可信号を受信した上記何れかのBufferはフレームを1つ読出し、入力ヘッダ変換部307へと転送する。

10

【0033】

入力ヘッダ変換部307は、受信フレームの内部ヘッダ500の論理パスID510とA/B伝送路情報511から検索アドレスを作成してMPLSラベル付与テーブル308を検索し、MPLSラベル付与テーブル308から検索されたエントリの情報に基づいてMPLSラベルを生成してデータフレームに付与するブロックである。

【0034】

MPLSラベル付与テーブル308のテーブルフォーマットとテーブルエントリを図8に示す。MPLSラベル付与テーブル308のテーブル検索アドレスは、伝送路情報610と論理パスIDから作成される。伝送路情報610はテーブル検索アドレスの最上位1bitとして使用され、論理パスIDは下位bitとして使用される。そのため、アドレス800の上位1bitが“0”であるテーブルエントリが伝送路A用のエントリ（A面801）、上位1bitが“1”であるテーブルエントリが伝送路B用のエントリ（B面802）となる。MPLSラベル付与テーブル308の各エントリは、論理パスIDに対応するMPLSラベルID810と、どちらのリングIFへフレームを転送するかを示す出力リングIF情報811から構成される。

20

【0035】

入力ヘッダ変換部307はMPLSラベル付与テーブル308検索結果から得たMPLSラベルIDからMPLSタグを作成して受信フレームへMPLSタグを付与する。また、出力リングID情報811が“0”の場合は内部ヘッダ500のリングIF0送信フラグ515フィールドに“1”を設定し、“1”の場合は内部ヘッダ500のリングIF1送信フラグ516フィールドに“1”を設定する。上記処理が完了すると、スイッチ送信回路309へフレームを転送する。

30

【0036】

スイッチ送信回路309は受信フレームをスイッチ202へ転送する回路である。以上が、ユーザIFにデータフレームが入力してスイッチへと転送されるまでの流れとなる。次にスイッチからデータフレームがユーザIFへ入力し、装置外へと転送されるまでの流れを説明する。

【0037】

スイッチ受信回路310はスイッチ202からデータフレームを受信すると、ユーザIF出力ヘッダ解析部311へとフレームを転送する回路である。ユーザIF出力ヘッダ解析部311は正常性確認フレームの定期受信確認、前方障害通知フレームからの障害位置特定、パス切り替え要求フレームに基づく特定論理パス切り替え処理を行う。

40

【0038】

以下にユーザIF出力解析部311のフレーム受信時の処理手順を示す。まずユーザIF出力ヘッダ解析部311は受信フレームのMPLSラベルIDを抽出して、受信フレームをデータフレームとOAMフレームに識別する（OAMフレームには通常のMPLSラベルIDの他にOAMフレームを識別するラベルIDがついているため識別できる）。受信フレームの識別後、ユーザIF出力ヘッダ解析部311は、MPLSラベルIDをテーブル検索アドレスとし、ユーザIF_MPLSラベルからテーブルエントリを取得する。ユーザIF_MPLSラベル検索テーブル312のテーブルフォーマットとテーブルエントリを図31に示す。ユーザIF_MPLSラベル検索テーブル312のエントリは、論理パス管理テーブル320を検索するための論理パスID3101とA/B伝送路情報31

50

02が格納されている。受信フレームがデータフレームの場合、ユーザIF出力ヘッダ解析部311はテーブルエントリを取得すると、内部ヘッダ500に論理パスIDとA/B伝送路情報を書き込み出力ヘッダ変換部313へとフレームを転送する。受信フレームがOAMフレームの場合、フレームをOAM受信処理部322へ転送する。

【0039】

出力ヘッダ変換部313はフレームを受信すると、内部ヘッダ500から論理パスIDを抽出し、ヘッダ変換テーブル314を検索する。ヘッダ変換テーブル314は、受信フレームをVLANタグ処理（この処理には、付与、変換、削除、透過などを含む）などの情報を保持するテーブルで、出力ヘッダ変換部313はヘッダ変換テーブル314のエントリ情報を元に受信フレームのMPLSラベルタグを削除し、VLANタグ処理を行い、フレーム送信回路315へとフレームを転送する。

10

フレーム送信回路315は内部ヘッダ500を削除し、装置外へとフレームを送信する。

制御部IF330は、パケット通信装置101の制御部204とユーザIF201との通信IFである。制御部204は制御部IF330から各種テーブル設定を行う。

以上がユーザIF201のブロック構成とユーザIF201内のデータフレームの処理手順となる。

【0040】

次にリングIF203のブロック図およびリングIF203内でのデータフレームの処理手順について説明する。

図4はリングIF201のブロック図である。リングIF201は、フレーム受信回路400と、リングIF入力ヘッダ解析部401と、リングIF_MPLSラベル検索テーブル402と、一時保管Buffer403と、セクタ404と、スイッチ送信回路405と、スイッチ受信回路410と、リングIF出力ヘッダ解析部411と、MPLSラベル変換テーブル412と、フレーム送信回路413と、論理パス管理部420とOAM挿入Buffer421と制御部IF430から構成される。

20

【0041】

フレーム受信回路400は装置外からフレームを受信すると図5に示す内部ヘッダ500を付与する。ここで付与する内部ヘッダ500はユーザIF201で付与する内部ヘッダと同じである。フレーム受信回路400は内部ヘッダ500の全フィールドにデフォルト値0を設定してリングIF入力ヘッダ解析部401へとフレームを転送する。リングIF203では、受信フレームの種類（データフレーム、OAMフレーム）に関わらず同じ処理を行う。

【0042】

30

リングIF入力ヘッダ解析部401は受信フレームのMPLSラベルIDをテーブル検索アドレスとし、MPLSラベル検索テーブル402からテーブルエントリを取得する。

【0043】

MPLSラベル検索テーブル402のテーブルフォーマットとテーブルエントリを図9に示す。MPLSラベル検索テーブル402は、エントリが有効か無効かを表すエントリ有効フラグ910と、受信フレームの送信先IFを示す各フラグ、ユーザIF0送信フラグ911、ユーザIF1送信フラグ912、リングIF0送信フラグ913、リングIF1送信フラグ914を保有する。マルチキャスト受信端ノードにおいて本テーブルエントリのマルチキャストフレームを受信すべきユーザIFの送信フラグと同じくマルチキャストフレームを受信すべき次のノードが存在するリングIFの送信フラグをそれぞれ“1”に設定することでマルチキャストフレームの中継及び終端が可能となる。また、マルチキャスト送信端ノードでは本テーブルエントリのマルチキャストフレーム送信端となるべきユーザIFの送信フラグを“1”に設定することで、マルチキャストフレームを送信端IFで終端することが可能となる。さらに、マルチキャストフレームの中継するノードの本テーブルエントリはマルチキャストフレームを受信すべき次のノードが存在するリングIFの送信フラグを“1”に設定することでマルチキャストフレームの中継が可能となる。このようにテーブルを設定することで、リングを一周するマルチポイント論理パスの構成が可能となる。

40

【0044】

リングIF入力ヘッダ解析部401はMPLSラベル検索テーブルのエントリを取得すると、取得したエントリ情報を内部ヘッダ500のユーザIF0送信フラグ513、ユーザIF1送信フラグ

50

514、リングIF0送信フラグ515、リングIF1送信フラグ516に書き込み一時保管Buffer403へとフレームを格納する。

【0045】

一時保管Buffer403は、OAM挿入Buffer421からフレームを送出中にフレームを一時的に保管するバッファである。一時保管Buffer403はセクタ404からのフレーム送出信号を受信するとバッファからフレームを1個読み出す。

セクタ404は、一時保管Buffer403、OAM挿入Buffer421のどのバッファからフレームを読み出すかをスケジューリングし、フレーム送出信号をバッファへ送信する。

スイッチ送信回路405は受信フレームをスイッチ202へ転送する回路である。

【0046】

以上が、リングIF203にフレームが入力してスイッチ202へと転送されるまでの流れとなる。次にスイッチ202からフレームがリングIF203へ入力し、装置外へと転送されるまでの流れを説明する。

スイッチ受信回路410はスイッチ202からフレームを受信すると、リングIF出力ヘッダ解析部411へとフレームを転送する回路である。

リングIF出力ヘッダ解析部411はMPLSラベルIDを検索キーとしてMPLSラベル変換テーブル412の検索を行い、テーブル情報に従ってMPLSラベルの変換処理を行うブロックである。

【0047】

フレーム送信回路413は内部ヘッダ500を削除し、装置外へとフレームを送信する。

制御部IF430は、パケット通信装置101の制御部204とリングIF203との通信IFである。制御部204は制御部IF430から各種テーブル設定を行う。

以上がリングIF203のブロック構成とリングIF203内のデータフレームの処理手順となる。

【0048】

次にOAMフレームの処理について説明する。

本発明では、マルチポイント論理パスの導通確認、マルチポイント論理パス内での障害通知、マルチポイント論理パスのパス切替えに正常性確認フレーム、後方障害通知フレーム、前方障害通知フレームのうち少なくともひとつを使用する。

【0049】

まずはマルチポイント論理パスの導通確認および障害通知について説明する。

マルチポイント論理パスの導通確認には正常性確認フレームを使用する。正常性確認フレームのフレームフォーマットを図29に示す。正常性確認フレーム2900は正常性確認フレームであることを識別するファンクション2901と正常性確認フレームの送信端ノードを格納する送信ノードIDフィールド2902から構成されている。本フレームには論理パス毎に割り振られているパスラベルIDを持つMPLSラベルタグと本フレームが管理系のフレームであることを識別するラベルIDを持つMPLSラベルタグが付与される。マルチキャストフレーム送信端ノードのユーザIF201のOAM送信処理部321は定期的に現用系と予備系のマルチポイント論理パスに正常性確認フレーム2900を送信する。正常性確認フレーム2900はマルチポイント論理パス毎のマルチキャストフレーム受信端ノードのユーザIFおよびリングを一周して送信端ノードのユーザIFで終端される。各終端位置のユーザIFのOAM受信処理部322は正常性確認フレーム2900を受信すると、MPLSラベルIDから論理パス管理テーブル320を検索し、エントリ内の正常性フレーム受信カウンタ716値を初期設定値(たとえば3)にクリアする。正常性フレーム受信カウンタ716値は後述するOAM送信処理部321の処理フローで定期的に1ずつ減算されるため、一定期間正常性確認フレーム2900が受信出来ない場合に0となりその際論理パスに障害が発生している事が確認できる。各マルチキャスト受信端ユーザIFは上述のように定期的に本フレームを受信することで論理パスが正常に導通している事を確認できる。また、送信端ノードのユーザIFも自ノードが送信した正常性確認フレーム2900を受信することでリングネットワークが正常に導通している事を確認できる。

【0050】

また、マルチキャストフレーム受信端ノードが正常確認フレーム2900を受信する事が出来なくなった場合、OAM送信処理部321はマルチポイント論理パスを利用して後方障害通知

10

20

30

40

50

フレーム3200を送信端ノードのユーザIFへ転送する。後方障害通知フレームのフレームフォーマットを図32に示す。後方障害通知フレーム3200は後方障害通知フレームであることを識別するファンクション3201と障害の種別を通知する障害タイプ3202と障害が発生した箇所を特定する送信IFアドレス3203で構成されている。本後方障害通知フレームを受信する事で送信端ノードではどのユーザIFで障害が発生しているかを知ることができる。

【0051】

マルチキャストフレームの送信は基本的に片方向のみのため、従来のネットワークおよび通信装置ではマルチポイント論理パスでの障害は送信端ノードに通知することができなかった。またはデータフレームの送信を行わないにも関わらず、障害通知用のポイント・ポイントパスをマルチキャストフレーム受信端ノードのユーザIFと送信端ノードのユーザIF間で設定する必要があった。しかし、本発明では、マルチポイント論理パスをリングを一周するように形成しているため、マルチポイント論理パスを利用して障害情報を送信端ノードへと転送することができる。

【0052】

各個別の論理パス上での障害の検出に関して上記で述べた。次に伝送路での物理的な障害が発生した場合の検出について述べる。伝送路の障害は主にリングインタフェースの故障または、光ファイバの断絶などにより発生する。これら障害が発生した場合、対抗のリングインタフェースでは光信号を受信できなくなるためリングIFの光モジュール（図示せず）からLoss情報422が発信される。この情報を受信した論理パス管理部420はMPLSラベル検索テーブルを上から順に読み出し、エントリ有効フラグ910を確認して有効なエントリに対して前方障害通知フレーム2800を生成して送信する。前方障害通知フレームのフレームフォーマットを図28に示す。このとき障害タイプ2802にはLossが発生したことを示すIDを設定し、送信IFアドレス2803にはLossを検出したリングIFのアドレスを設定する。また、OAMフレームを表すラベルと論理パスを特定するMPLSラベル（ラベルIDはテーブルエントリのアドレスから取得可能）と内部ヘッダ500（内部ヘッダのフィールド値はテーブルエントリから得た情報を設定）を前方障害通知フレーム2800に付与し、フレームをOAM挿入バッファ421に格納する。上記処理を全エントリに対して行うことで現用系、予備系のすべてのパスに対して伝送路障害情報を通知することができる。

【0053】

従来技術である非特許文献1と2では、前方障害通知フレーム2800を受信した受信端ノードのユーザIFは後方障害通知フレーム3200を利用して送信端ノードのユーザIFへ伝送経路で障害が発生したことを通知する。しかし、本発明のマルチポイント論理パスはリングを一周して送信端ノードのユーザIFでもフレームを終端しているため、受信端ノードのユーザIFはマルチポイント論理パスにおいて前方障害通知フレーム2800を受信した場合に後方障害通知フレーム3200を送信しなくても良い。こうすることで送信端ノードのユーザIFは大量の後方障害通知フレームを受信する必要がなくなり処理負荷軽減効果が望まれる。また、後方障害通知フレーム3200を使用しないことでリングネットワークの帯域消費抑止効果も得られる。

【0054】

次に前方障害通知フレーム2800の終端処理について説明する。前方障害通知フレーム2800はユーザIF201のOAM受信処理部322で終端される。OAM受信処理部322は前方障害通知フレーム2800を受信した場合、障害タイプ2802と送信IFアドレス2803を確認する。障害タイプ2802がLossの発生を通知するものでありかつ送信IFアドレス2803がリングIFのものの場合、リングを形成する経路の一部で障害が発生しておりマルチキャストフレームを受信する全ユーザIFへフレームが送信されていない可能性があることになる。

【0055】

そのため、上記フレームを受信した場合、MPLSラベルIDから論理パス管理テーブル320を検索し、エントリ内の伝送路障害フラグ715に障害が発生したことを表す“1”を設定する。また、制御部に障害フレームのフレーム情報（障害タイプと送信IFアドレス）を通知する。上記以外の前方障害通知フレームまたは後方障害通知フレームを受信した場合は

リングを形成する経路での障害は発生していないため伝送路障害フラグ715を設定せず、制御部204に障害フレームのフレーム情報のみを通知する。

【 0 0 5 6 】

以上の処理を行うことでマルチポイント論理パスの導通確認と障害発生時にマルチキャスト受信端ノードおよび送信端ノードにおいて障害箇所の通知および特定が実現できる。

【 0 0 5 7 】

次に、障害検出時のマルチポイント論理パスの切替え処理について説明する。マルチポイント論理パスの切替えには図 3 0 に示すパス切替え要求フレーム3000を使用する。パス切替え要求フレーム3000は切替え要求フレームであることを識別するファンクション3001と切替え後に使用する伝送路を通知するA/B伝送路情報3002とパス切替え要求フレームを送信したユーザIFのアドレスを格納する送信IFアドレス3003で構成されている。

10

【 0 0 5 8 】

パス切替え要求フレーム3000の送信処理はOAM送信処理部321から送信される。また、パス切替え要求フレーム3000の終端およびパス切替え処理はOAM受信処理部322で行われる。

【 0 0 5 9 】

以下で、図 2 0、2 2 を利用してOAM送信処理部321がパス切替え要求フレーム3000を送信する手順を説明する。OAM送信処理部321は図 2 0、2 2 に示すフローを定期的に全テーブルエントリに対して行う。

OAM送信処理部321は論理パス管理テーブル320を読み出すと、エントリ有効フラグ717を確認する。エントリ有効フラグ717が“ 1 ”つまりエントリが有効ならば、正常性確認フレーム受信カウンタ716の値を“ 1 ”減算する（S101）。

20

減算した結果、カウンタ値が“ 0 ”になった場合、正常性確認フレーム未受信フラグ711に未受信を表す“ 1 ”を設定する（S102、S103）。

【 0 0 6 0 】

次にMCパスフラグ712を確認し、本エントリがマルチポイント論理パスなのかポイント・ポイント論理パスなのかを確認する（S104）。ポイント・ポイント論理パスのパス切替え手段はここでは割愛するため、フローはENDとする。

マルチポイント論理パスの場合、MC送信端フラグ713を確認し、マルチキャストフレームの送信端となるユーザIFかどうかを確認する（S015）。マルチポイント論理パスの切替えは送信端ノード主動となる。

30

【 0 0 6 1 】

まず、伝送路障害フラグ715を確認し、物理的な伝送路障害の有無を判定する。判定の結果障害があればパス切替えの必要性を確認する処理へと移る（S106）。

伝送路障害が無い場合は、パス正常性確認フレームの正常受信の確認のため、正常性確認フレーム未受信フラグ711を確認する。判定の結果パス正常性確認フレーム未受信の場合、論理パス障害が発生していることになるため、パス切替えの必要性を確認する処理へと移る（S107）。論理パス正常性確認フレームを受信している場合は正常に論理パスが導通しているので、フローを終了する。

【 0 0 6 2 】

次にパス閉塞フラグを確認して異常が検出されたパスが現用系パスか予備系パスかを判定する（S108）。予備系パスの場合はパス切替えの必要が無いため、フローを終了する。

40

【 0 0 6 3 】

現用系パスの場合はパスの切り替えを必要とするので、次に予備系パスの障害有無を確認するために予備系パスのテーブルエントリを取得する。予備系パスのテーブルエントリは現用系パスのエントリアドレスの最上位bitを反転したアドレスに存在するため、取得可能である。予備系パスのテーブルエントリを受信するとS107同様に伝送路障害の有無を確認する。障害がある場合は現用/予備二重障害と判定して図 2 2 に示す二重障害パスへと処理が移る。また、伝送路障害が無い場合は、S108同様に正常性確認フレームの受信確認を行う。正常性確認フレーム未受信の場合は現用/予備二重障害処理へと処理が移る（S109、S110、S112）。

50

【 0 0 6 4 】

予備系パスに障害が無い事が分かれば現用系パスから予備系パスへ切替えるため、パス切替えリクエストフレーム3000を生成する。A/B伝送路情報3002のフィールドには、パス切替え後の使用する伝送路情報のID（例えば伝送路Bを使用するならば“ 1 ”を入れる）を入れる。また、内部ヘッダ500をパス切替えリクエストフレーム3000の先頭に付与して、OAM挿入Buffer323に格納する。内部ヘッダ500を付与する際、論理パスID510フィールドとA/B伝送路情報511フィールドの値を論理パス管理テーブル320の予備系パスのテーブルエントリのアドレス700から生成して付与する（S111）。

【 0 0 6 5 】

A/B伝送路情報テーブル303の設定値をパス切替えリクエストフレーム3000のA/B伝送路情報3002に指定した値に変更する（S113）。この処理を行うことで、次にA/B伝送路情報テーブル303を検索した時に今までとは逆のIDを取得することから、MPLSラベル付与テーブル308から取得するエントリも今までとは別の予備系のものを取得することとなる。

【 0 0 6 6 】

障害検出まで現用系で使用していた論理パス管理テーブル320エントリのパス閉塞フラグ710を“ 1 ”に設定して、パスを閉塞させる（S114）。

障害検出まで予備系で使用していた論理パス管理テーブル320のエントリのパス閉塞フラグ710を“ 0 ”に設定して、パスの閉塞を解除する（S115）。

【 0 0 6 7 】

次に、現用/予備二重障害発生時の処理を説明する。

S110またはS111で両系障害と判定した場合、OAM送信処理部321は二重障害と判定して図 2 2 に示すフローチャートの動作を行う。

まず予備系のパス閉塞フラグ710が“ 0 ”かどうか判定する。“ 0 ”の場合はすでに予備系を利用していることになるため、二重障害の回避が行われているためフローを終了する（S301）。

【 0 0 6 8 】

予備系のパス閉塞フラグ710が“ 1 ”の場合は予備系を利用してフレームを送信するために、パス切替えリクエスト3000を予備系パスへ送信する。パス切替えリクエスト3000の送信方法はS112と同じである（S302）。

現用系の論理パス管理テーブルエントリのMCコピーフラグ714を“ 1 ”にして本論理パス宛のフレームは全てコピーして送信するように設定する（S303）。

【 0 0 6 9 】

予備系のパス閉塞フラグ710を“ 0 ”にして両系とも現用系と設定する（S304）。

以上がOAM送信処理部321のパス切替え要求フレームの送信手順フローとなる。

【 0 0 7 0 】

次に、図 2 1 を使用し、OAM受信処理部322のパス切替え要求フレーム3000の終端およびパス切替え処理手順を説明する。

OAM受信処理部322はパス切替えリクエストを受信すると論理パス管理テーブルエントリを取得する（S201）。論理パス管理テーブルの取得手順はデータフレームの受信処理と同じである。

【 0 0 7 1 】

論理パス管理テーブルを取得すると、自ユーザIFがマルチキャストフレーム送信端ユーザIFかどうかをMC送信端フラグ713で判定する。MC送信端フラグが“ 1 ”の場合、自ユーザIFから転送したパス切替え要求フレームがリングを一周して戻ってきた事になるため、そのままフローを終了する。一方MC送信端フラグ713が“ 0 ”の場合は受信端IFのために次のステップへ進む（S202）。

取得した論理パス管理テーブルエントリのパス閉塞フラグを“ 0 ”（閉塞解除）として、取得した論理パス管理テーブルエントリの検索アドレスの最上位bitを反転させたエントリ（論理パスのA面/B面に相当）のパス閉塞フラグ710の値を“ 1 ”（閉塞）とする（S203）。

10

20

30

40

50

以上がOAM受信処理部322の終端およびパス切替え処理手順フローとなる。論理パス管理テーブルエントリのパス閉塞フラグを“0”とすることでマルチキャスト受信ノードのユーザIFは新規用系パスからのフレーム受信が可能となる。

【0072】

これまで、ノード単体での障害発生時の障害検出動作、障害通知動作、論理パス切替え動作の説明をした。

以下ではリングネットワーク内で障害が発生した場合の全体の障害検出、障害通知、論理パス切替えの流れを図12～図19と図23～図24を用いて説明する。

【0073】

図12と図23は通信装置B 101-2のユーザIF1201-1で障害が発生した場合の障害検出および障害通知手順を説明する図である。

10

【0074】

ユーザIF2001-4で発生する障害は、論理パス断およびユーザIFの光モジュールの故障などが考えられる。この場合、障害を検出したユーザIF1201-4は現用系マルチポイント論理パスと装置Bの制御部に対して障害通知を行う。マルチポイント論理パスへの障害通知は後方障害通知フレーム3200を使用する(S401)。

【0075】

障害が発生しているユーザIFを持つ通信装置B 101-2は、障害が発生しているユーザIFの論理パス管理テーブルエントリの参照もしくはユーザIF1201-4からの直接的な障害通知により、障害が発生していることを検出できる。このとき、ユーザIF1201-4を冗長化で構成していた場合はIFの切替えを行うことが望ましい(S402)。IFを切替えることで正常にマルチキャストフレームの正常受信が可能となる。

20

【0076】

装置BのユーザIF1200が送信した後方障害通知フレーム3200はマルチポイント論理パスを一周してマルチキャストフレーム送信端ノードのユーザIF1200へと転送される(S403)。ユーザIFは後方障害通知フレームであることからマルチポイント論理パス切替え不要を判定する。

ユーザIFは装置Aの制御部へと障害情報を通知する(S404)。

以上によりマルチキャストフレームの受信端ノードのユーザIF障害位置の特定が可能となる。

30

【0077】

ユーザIF1201-4の障害は他のマルチキャストフレーム受信端ユーザIFへ影響を与えない。そのためマルチキャストフレーム送信端ノードのユーザIF1200は障害情報を制御部に通知するだけでマルチポイント論理パスの切替えは行わないことが望ましい。

このように、マルチキャストフレームの受信端となる通信装置内で発生した障害に関してはマルチポイント論理パスを切替えるのではなく装置内での障害対応とすることが望ましい。

【0078】

マルチポイント論理パスを利用して後方障害通知フレームを転送する本方式ではその他のマルチキャストフレーム受信端ノードのユーザIF1200-1～3にも後方障害通知フレームが送信される。この後方障害通知フレームを各ユーザIFで終端することで、どこでどのような障害が発生しているかを全ノードで情報共有することも可能となる。

40

【0079】

また、この単独装置のユーザIFで発生した障害はその他のマルチキャストフレーム受信端には関係ないとも考えられる。そこで、各受信端ユーザIFは後方障害通知フレーム3200をフィルタ廃棄することが望ましい。このようにすることで自ノードのフレーム受信と関係のない情報を制御部へ通知する負荷が軽減できる。

【0080】

図13と図24は通信装置Bと通信装置Cの間の伝送路A(現用系パス)でたとえば光ファイバの断絶などにより伝送路に障害が発生した場合の障害検出および障害通知手順を説

50

明する図である。

伝送路Aの障害はリングIFの光モジュールからLoss情報として論理パス管理部420へと通知されることで検出できる（S501）。

障害を検出したリングIF1302-1は、伝送路Aを利用して前方障害通知フレーム2800を図記載のマルチポイント論理パスを含めたすべての論理パスに対して送信する（S502）。

【0081】

マルチキャストフレーム送信端のユーザIF1300は、現用系パスから前方障害通知フレーム2800を受信することで伝送路に障害が発生しており、マルチキャストフレームを受信出来ていないユーザIFが存在する可能性があることを認識する（S503）。

このとき、パス管理テーブルから予備系パスの障害有無を確認する。予備系パスで障害が無いことを確認すると伝送路Bの予備系パスにパス切替え要求フレーム3000を送信する（S504）。

【0082】

パス切替え要求フレーム3000は予備系のマルチポイント論理パスによりユーザIF1301-1～-4へと送信される。パス切替え要求フレーム3000を受信したユーザIF1301-1～-4はA/B伝送路情報302で指定されるパスへとパスの切替え処理を行う（S505）。

予備系のマルチポイント論理パスにより転送されたパス切替え要求フレーム3000は送信ノードで終端される（S506）。

【0083】

装置AのユーザIF1300は予備系のマルチポイント論理パスへパス切替え要求フレーム3000を送信すると、予備系パスへデータ送信を開始する（S507）。

以上が現用系パスでの伝送路障害発生時のパス切替え手順となる。この機能を使用することで、現用系パスの伝送路で障害が発生した場合でも予備系パスへ切替えることでマルチキャストフレームの転送を継続することが可能となる。また、マルチポイント論理パスはリングを一周していることから障害発生箇所を特定することなくパスを切替えることが可能となるため、経路ノードの管理が不要となる。

【0084】

ここでは、装置AのユーザIF1300はパス切替え要求フレーム2800送信後に予備系でデータ送信を開始することとしているが、パス切替え要求フレーム2800を自ノードで終端後に予備系でデータ送信を開始するとすることで、マルチキャストフレームを受信する全ユーザIFでパス切替え処理が終了した後に予備系パスでデータを送信することができるため、切替えによるフレーム廃棄を防ぐことができる。

【0085】

図14と図25は現用系パスで論理パス障害が発生した場合の障害検出および障害通知手順を説明する図である。ここでは通信装置CのリングIF1402-1のMPLSラベル検索テーブル402のエントリがヒューマンエラーにより消去あるいは誤設定されたことにより論理パスが切断されたことを想定している。

【0086】

論理パスに障害が発生した場合、障害が発生したIFは障害を認識できないため前方障害通知フレームを送信できない。このような障害は論理パスの始点となるユーザIFからの正常性確認フレームの未受信により検出することができる。マルチポイント論理パスの場合、ユーザIF1400は自ノードが送信した正常性確認フレームを受信することで論理パスの正常性を確認する。論理パスで障害が発生した場合は正常性確認フレームが戻ってこなくなることから論理パス障害検出ができる（S601）。

【0087】

このとき、ユーザIF1400はパス管理テーブルから予備系パスの障害有無を確認し、予備系パスで障害が無いことを確認すると伝送路Bの予備系パスにパス切替え要求フレーム3000を送信する（S602）。

【0088】

パス切替え要求フレーム3000は予備系のマルチポイント論理パスによりユーザIF1401-1

10

20

30

40

50

～-4へと送信される。パス切替え要求フレーム3000を受信したユーザIF1401-1～-4はA/B伝送路情報302で指定されるパスへとパスの切替え処理を行う（S603）。

予備系のマルチポイント論理パスにより転送されたパス切替え要求フレーム3000は送信ノードで終端される（S604）。

【0089】

装置AのユーザIF1400は予備系のマルチポイント論理パスへパス切替え要求フレーム3000を送信すると、予備系パスヘデータ送信を開始する（S605）。

以上が、論理パス障害が現用系パスで発生した時のパス切替え手順となる。この機能を使用することで、現用系マルチポイント論理パスで障害が発生した場合でも予備系パスへ切替えることでマルチキャストフレームの転送を継続することが可能となる。また、マルチポイント論理パスはリングを一周していることから障害発生箇所を特定することなくパスを切替えることが可能となるため、経路ノードの管理が不要となる。

【0090】

ここでは、装置AのユーザIF1400はパス切替え要求フレーム2800送信後に予備系でデータ送信を開始することとしているが、パス切替え要求フレーム2800を自ノードで終端後に予備系でデータ送信を開始することで、マルチキャストフレームを受信する全ユーザIFでパス切替え処理が終了した後に予備系パスでデータを送信することができるため、切替えによるフレーム廃棄を防ぐことができる。

【0091】

図15は図13、図14で発生した現用系パスでの障害を検出した後に予備系パスへ切替え後のマルチポイント論理パスでのフレーム転送を示している。マルチポイント論理パスを伝送路Bに切替えることでマルチキャストフレームの転送を継続することができる。

【0092】

図16は通信装置Cと通信装置Dの間の伝送路B（予備系パス）でたとえば光ファイバの断絶などにより伝送路に障害が発生した場合の障害検出および障害通知手順を説明する図である。

伝送路Bの障害はリングIFの光モジュールからLoss情報として論理パス管理部420へと通知されることで検出できる。

障害を検出したリングIF1302-1は、伝送路Bを利用して前方障害通知フレーム2800を図記載のマルチポイント論理パスを含めたすべての論理パスに対して送信する。

【0093】

マルチキャストフレーム送信端のユーザIF1300は、前方障害通知フレーム2800の受信で伝送路Bに障害が発生していることを認識する。

しかし、伝送路Bは予備系パスとして使用していることから、マルチキャストフレームの送信には影響が無い。そのため、ユーザIF1600は制御部へ障害情報のみを報告し、パスの切替えは行わない。

【0094】

図には無いが、予備系パスの論理パスに障害が発生した場合は図14と図25で説明した論理パスの障害検出手順で障害をマルチポイント論理パスの障害を検出することができる。このときも予備系パスの伝送路での障害検出同様の理由から論理パスの切替えは行わない。

【0095】

図17と図26は通信装置Bと通信装置Cの間の伝送路A（現用系パス）と伝送路B（予備系パス）でたとえば光ファイバの断絶などにより伝送路に障害が発生した場合の障害検出および障害通知手順を説明する図である。

伝送路Aの障害はリングIF1702-1の光モジュールからLoss情報として、伝送路Bの障害はリングIF1702-2の光モジュールからLoss情報として、それぞれのリングIFの論理パス管理部420へと通知されることで検出できる（S701）。

【0096】

障害を検出したリングIF1702-1は伝送路Aを、リングIF1702-2は伝送路Bを利用して前方

10

20

30

40

50

障害通知フレーム2800を図記載のマルチポイント論理パスを含めたすべての論理パスに対して送信する（S702）。

【0097】

マルチキャストフレーム送信端のユーザIF1300は、現用系パスと予備系パスからの前方障害通知フレーム2800を受信することで現用系と予備系の両パスで障害が発生していることを認識する（S703）。

このような現用系パスと予備系パスの両パスで障害が発生した場合、マルチキャストフレームを全ユーザIFへ転送するためには、ユーザIF1701-1とユーザIF1701-2へは予備系パスを利用し、ユーザIF1701-3とユーザIF1701-4へは現用系パスを利用することでマルチキャストフレームを転送することができる。そのため、現在現用系パスでデータフレームを送信できていないユーザIF1701-1と1701-2へ予備系パスでデータフレームを送信できるように予備系パスにパス切替え要求フレーム3000を送信する（S704）。

10

【0098】

パス切替え要求フレーム3000は予備系パスによりユーザIF1701-1と-2へ送信される。パス切替え要求フレーム3000を受信したユーザIF1701-1と-2はA/B伝送路情報302で指定されるパスへとパスの切替え処理を行う（S705）。

【0099】

装置AのユーザIF1700は予備系パスへもフレームの転送ができるように論理パス管理テーブル320のMCコピーフラグ714を“1”にして有効化する。こうすることでユーザIF1700では、データフレームがコピーされて現用系パスと予備系パスへと転送されることになり全ユーザIFへマルチキャストフレームを転送することができる（S706）。

20

以上が現用系パスと予備系パスで同時に伝送路障害が発生した時のパス切替え手順となる。この機能を使用することで、現用系パスと予備系パスで同時に障害が発生した場合でも送信端ノードでフレームを複製して予備系パスへも転送することでマルチキャストフレームの転送を継続することが可能となる。

【0100】

図18と図27は現用系パスと予備系パスで論理パス障害が発生した場合の障害検出および障害通知手順を説明する図である。ここでは通信装置CのリングIF1802-1のMPLSラベル検索テーブル402の現用系パス用と予備系パス用のエントリがヒューマンエラーにより消去あるいは誤設定されたことにより論理パスが切断されたことを想定している。

30

【0101】

論理パスに障害が発生した場合、障害が発生したIFは障害を認識できないため前方障害通知フレームを送信できない。このような障害は論理パスの始点となるユーザIFからの正常性確認フレームの未受信により検出することができる。マルチポイント論理パスの場合、ユーザIF1800は自ノードが送信した正常性確認フレームを受信することで論理パスの正常性を確認する。論理パスで障害が発生した場合は正常性確認フレームが戻ってこなくなることから論理パス障害検出ができる。このときユーザIF1800は、パス管理テーブルから現用系パスと予備系パスで同時にパス障害が発生していることを確認することができる（S801）。

【0102】

40

このように現用系パスと予備系パスの両パスで障害が発生した場合、マルチキャストフレームを全ユーザIFへ転送するためには、ユーザIF1801-1とユーザIF1801-2へは予備系パスを利用し、ユーザIF1801-3とユーザIF1801-4へは現用系パスを利用することでマルチキャストフレームを転送することができる。そのため、現在現用系パスでデータフレームを送信できていないユーザIF1801-1と1801-2へ予備系パスでデータフレームを送信できるように予備系パスにパス切替え要求フレーム3000を送信する（S802）。

【0103】

パス切替え要求フレーム3000は予備系パスによりユーザIF1801-1と-2へ送信される。パス切替え要求フレーム3000を受信したユーザIF1801-1と-2はA/B伝送路情報302で指定されるパスへとパスの切替え処理を行う（S803）。

50

【 0 1 0 4 】

装置AのユーザIF1800は予備系パスへもフレームの転送ができるように論理パス管理テーブル320のMCコピーフラグ714を“ 1 ”にして有効化する。こうすることでユーザIF1800では、データフレームがコピーされて現用系パスと予備系パスへと転送されることになり図 1 9 に示すように全ユーザIFへマルチキャストフレームを転送することができる（S704）。

以上が現用系パスと予備系パスで同時に論理パス障害が発生した時のパス切替え手順となる。この機能を使用することで、現用系パスと予備系パスで同時に論理パス障害が発生した場合でも送信端ノードでフレームを複製して予備系パスへも転送することでマルチキャストフレームの転送を継続することが可能となる。

10

【 0 1 0 5 】

本実施例を用いることにより片方向のみの通信であるマルチポイント通信であっても送信端への障害情報伝達経路を確保する事ができる。

【 0 1 0 6 】

また、正常性確認フレームをマルチポイント論理パスで転送するので、各受信端ノードはパスの正常性を確認する事が出来、更に送信端ノードは自ノードが送信した正常性確認フレームを受信することでリング上の論理パスの正常性を確認する事ができる。また、障害が発生した場合は前方障害通知フレームをマルチポイント論理パスで転送することで途中経路及び受信端ノードでの障害情報を障害通知用の論理パスなどを設定する必要なく送信端ノードまで通知する事ができる。さらに、全てのマルチポイント論理パスはリングを一周させて構成しているので、論理パス毎に経由ノードを管理する必要がなくなる。

20

【 0 1 0 7 】

また、障害箇所に応じて論理パスの切り替えを行いまた、フレームをコピーしてマルチポイント転送パスに転送することからマルチキャスト配信を継続提供することができる。

【 0 1 0 8 】

また、図示していないが、フレームの複製をスイッチ202で行い、リングIF203でMPLSラベルパスを現用系パス用と予備系パス用に付け替える方式でも同様の効果を得ることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 0 9 】

30

【図 1】一般的なリングネットワークポロジーを表す図である。

【図 2】本発明の通信装置を表す図である。

【図 3】本発明の通信装置のユーザIFを表す図である。

【図 4】本発明の通信装置のリングIFを表す図である。

【図 5】本発明の通信装置内で使用する内部ヘッダのフォーマットを表す図である。

【図 6】A/B選択テーブルのフォーマットおよびエントリを説明する図である。

【図 7】論理パス管理テーブルのフォーマットおよびエントリを説明する図である。

【図 8】MPLSラベル付与テーブルのフォーマットおよびエントリを説明する図である。

【図 9】MPLSラベル検索テーブルのフォーマットおよびエントリを説明する図である。

【図 10】本発明の通信装置で構築したリングネットワークを表す図である。

40

【図 11】本発明の通信装置で構築したリングネットワーク上に構成したマルチポイント論理パスを表す図である。

【図 12】本発明の通信装置で構築したリングネットワーク上に構成したマルチポイント論理パス上のユーザIFで障害が発生している状態を表す図である。

【図 13】本発明の通信装置で構築したリングネットワークの伝送路Aに障害が発生している状態を表す図である。

【図 14】本発明の通信装置で構築したリングネットワーク上に構成したマルチポイント論理パスで障害が発生している状態を表す図である。

【図 15】マルチポイント論理パスを現用系から予備系へと切替えた状態を表す図である。

50

【図 1 6】本発明の通信装置で構築したリングネットワークの伝送路Bに障害が発生している状態を表す図である。

【図 1 7】本発明の通信装置で構築したリングネットワークの伝送路Aと伝送路Bで障害が発生している状態を表す図である。

【図 1 8】本発明の通信装置で構築したリングネットワーク上に構成したマルチポイント論理パスの現用系と予備系の両方で障害が発生している状態を表す図である。

【図 1 9】ユーザIFでフレームをコピーすることでマルチポイント論理パス上のユーザIFへマルチキャストフレームを送信する図である。

【図 2 0】パス切替えをするためのフローチャートである。

【図 2 1】パス切替え要求フレームを送信するためのフローチャートである。

10

【図 2 2】現用系パスと予備系パスの二重障害が発生した時のパス切替えフローチャートである。

【図 2 3】図 1 2 で表した障害が発生した時の障害検出シーケンスを説明する図である。

【図 2 4】図 1 3 で表した障害が発生した時の障害検出およびパス切替えのシーケンスを説明する図である。

【図 2 5】図 1 4 で表した障害が発生した時の障害検出およびパス切替えのシーケンスを説明する図である。

【図 2 6】図 1 7 で表した障害が発生した時の障害検出およびパス切替えのシーケンスを説明する図である。

【図 2 7】図 1 8 で表した障害が発生した時の障害検出およびパス切替えのシーケンスを説明する図である。

20

【図 2 8】前方障害通知フレームのフォーマットを表す図である。

【図 2 9】パス正常性確認フレームのフォーマットを表す図である。

【図 3 0】パス切替え要求フレームのフォーマットを表す図である。

【図 3 1】MPLSラベル付与テーブルのフォーマットおよびエントリを説明する図である。

【図 3 2】後方障害通知フレームのフォーマットを表す図である。

【符号の説明】

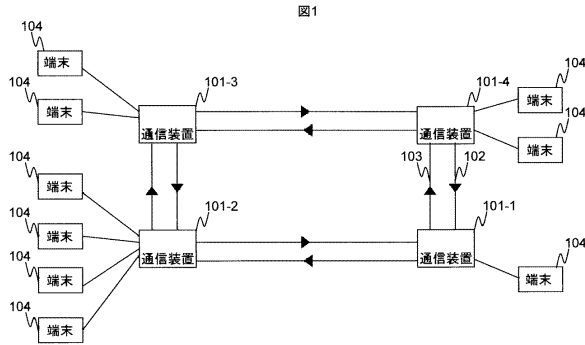
【 0 1 1 0 】

101 通信装置

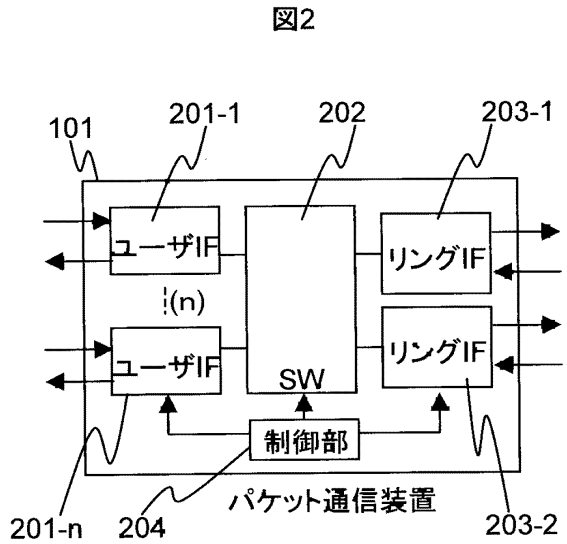
104 端末。

30

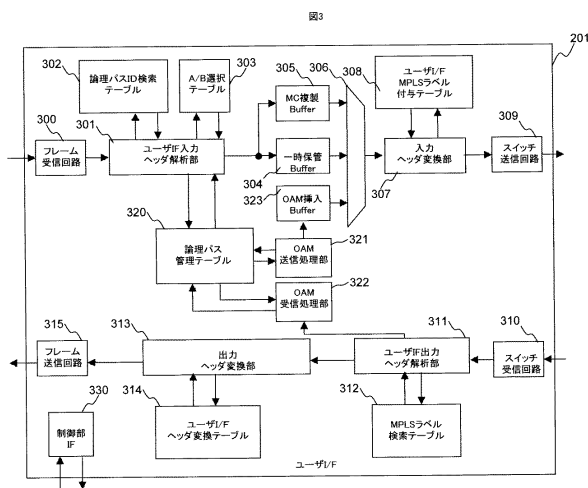
【図 1】



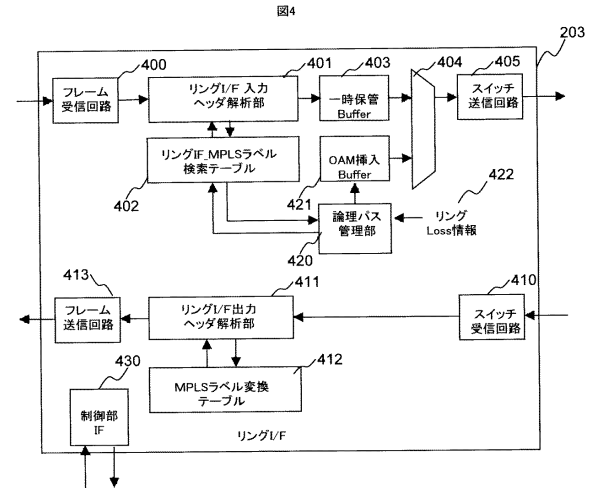
【図 2】



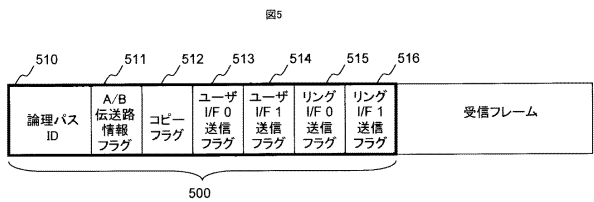
【図 3】



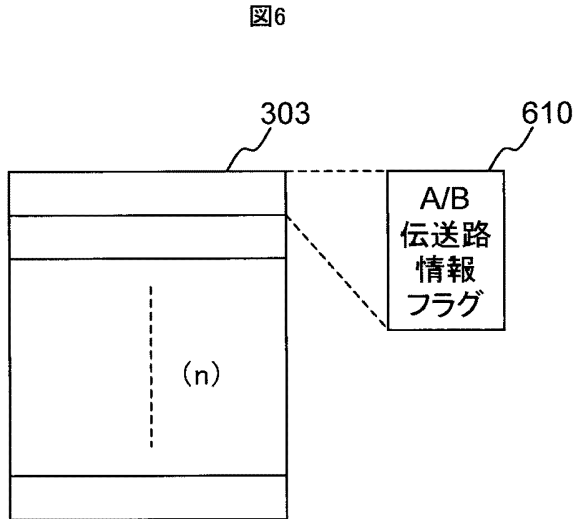
【図 4】



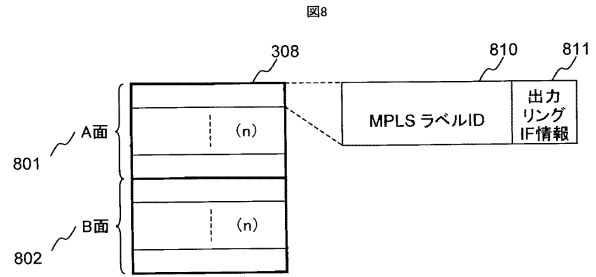
【図 5】



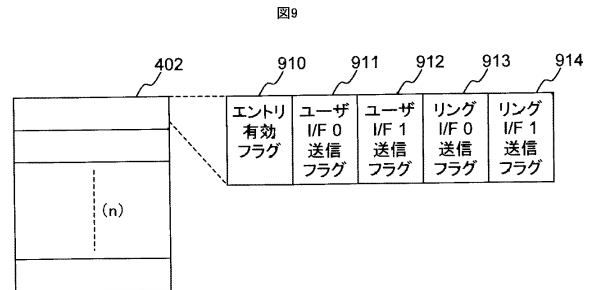
【図 6】



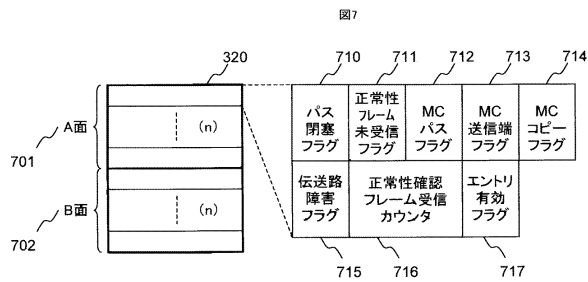
【図 8】



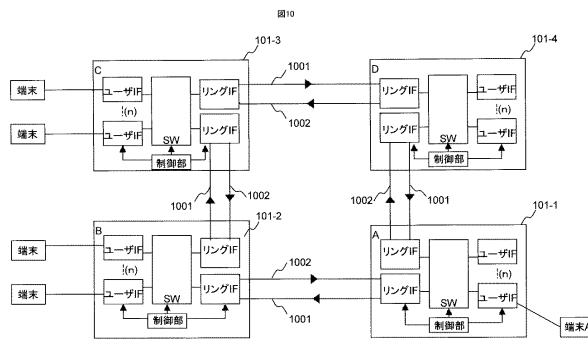
【図 9】



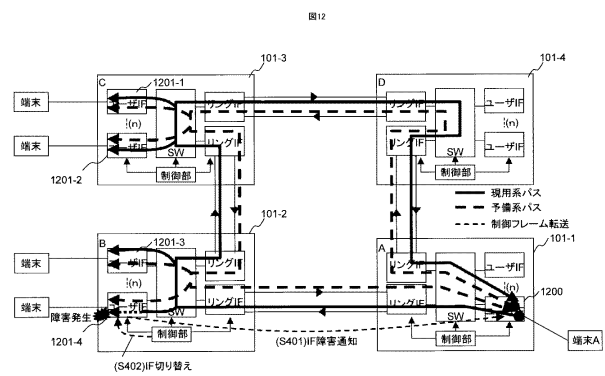
【図 7】



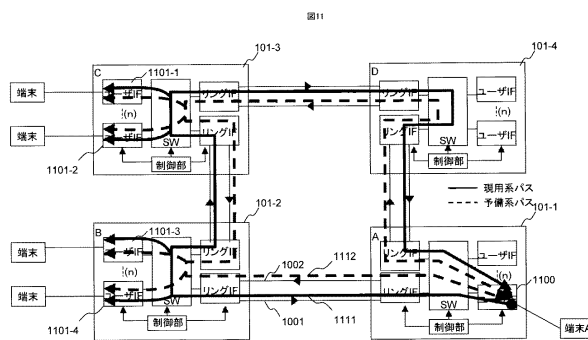
【図 10】



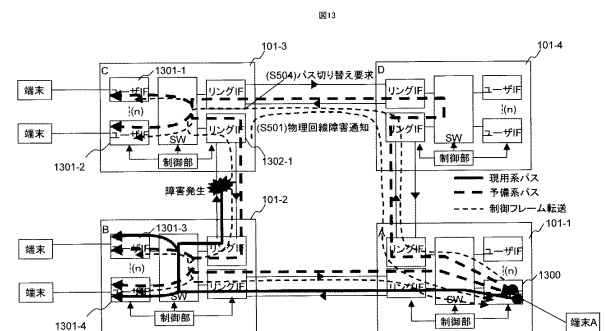
【図 12】



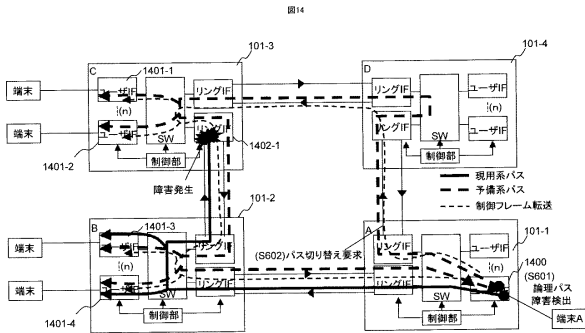
【図 11】



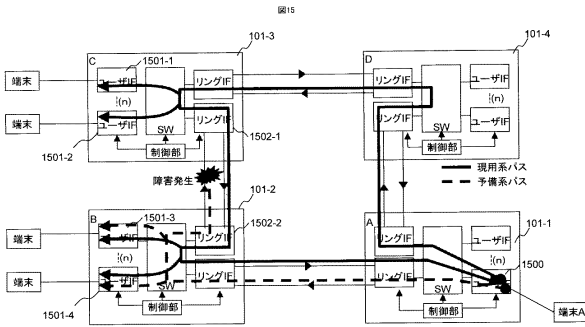
【図 13】



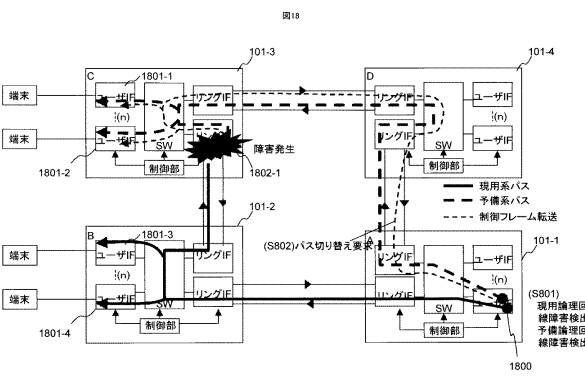
【図14】



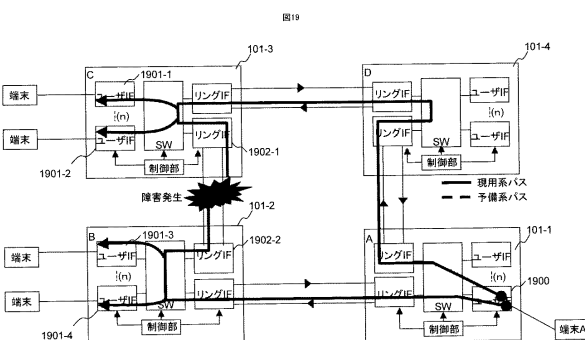
【図15】



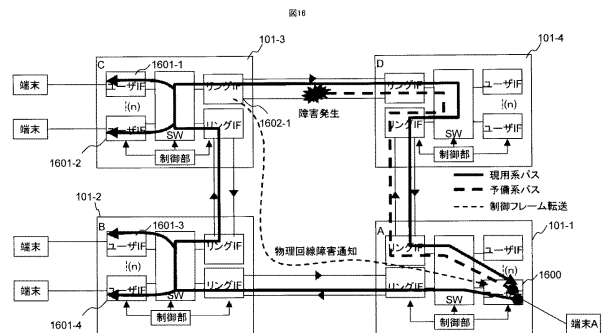
【図18】



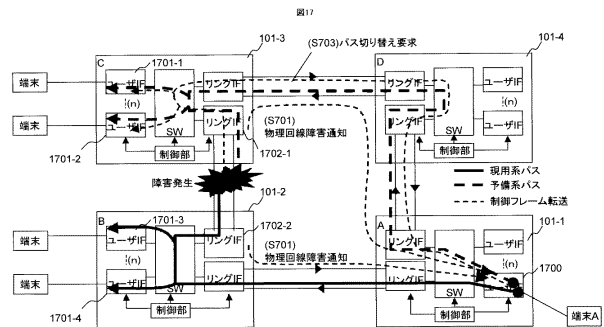
【図19】



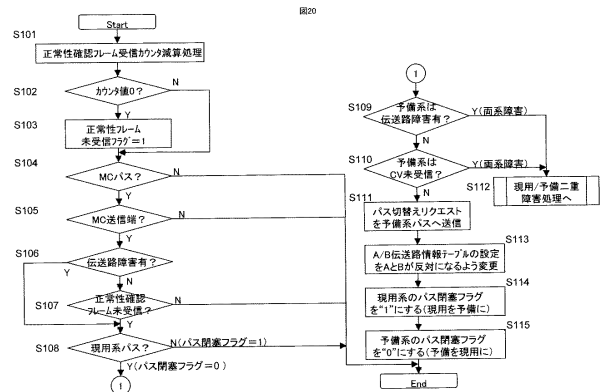
【図16】



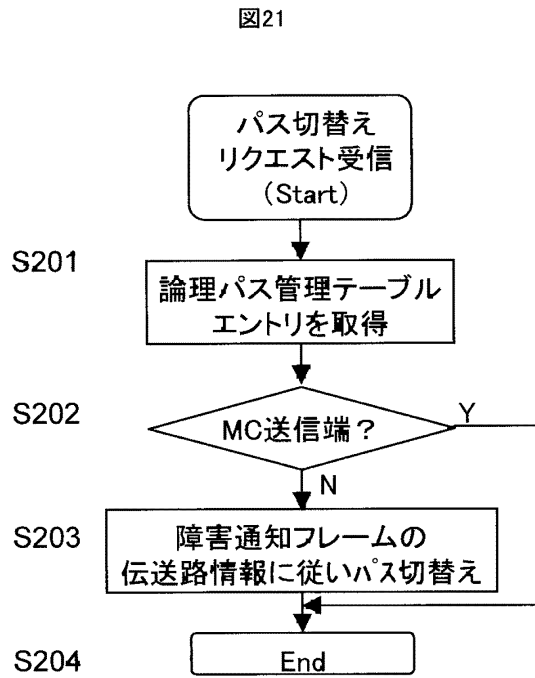
【図17】



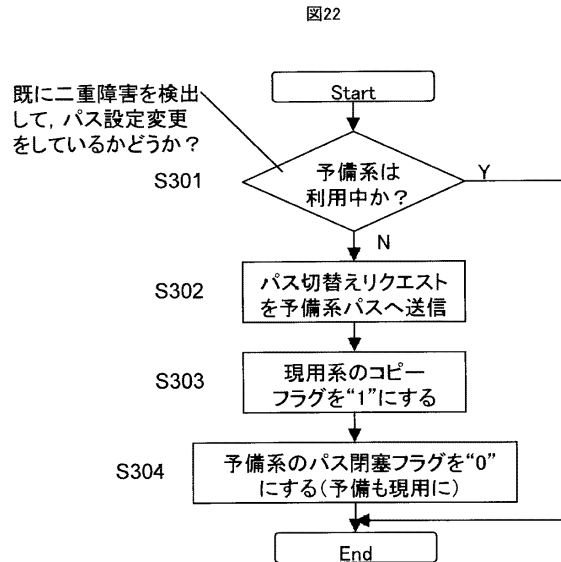
【図20】



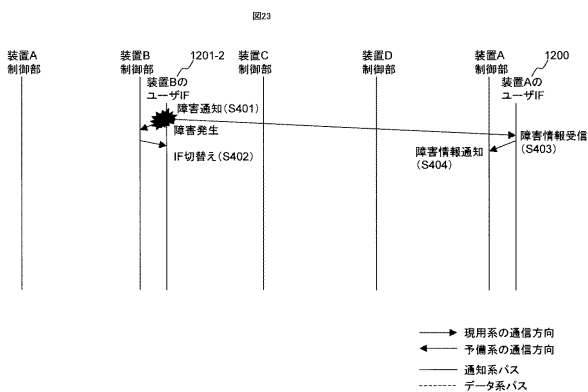
【 図 2 1 】



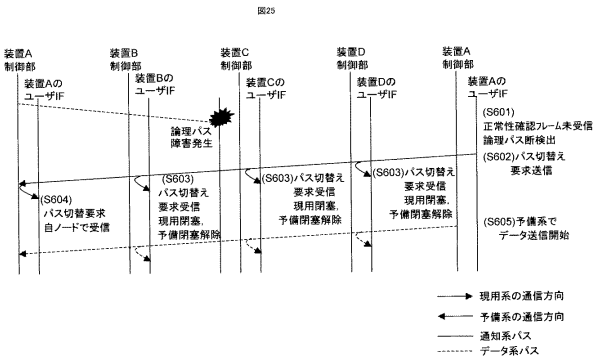
【 図 2 2 】



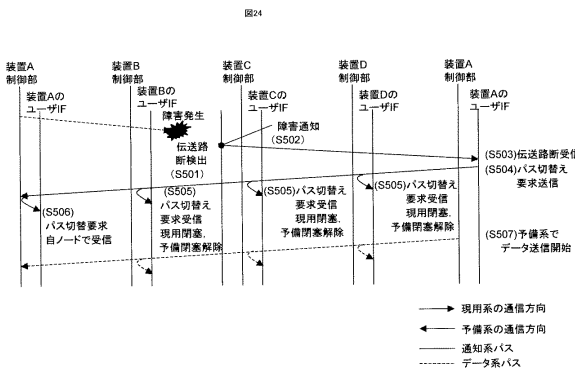
【 図 2 3 】



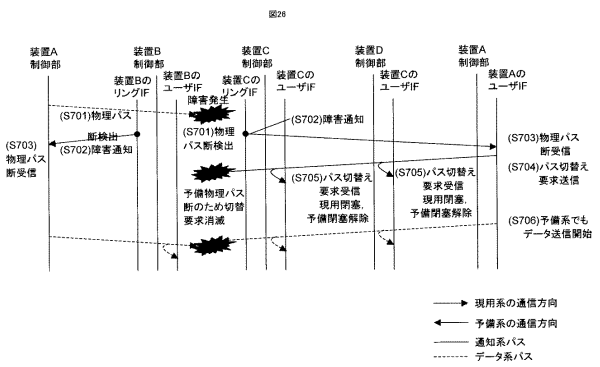
【 図 2 5 】



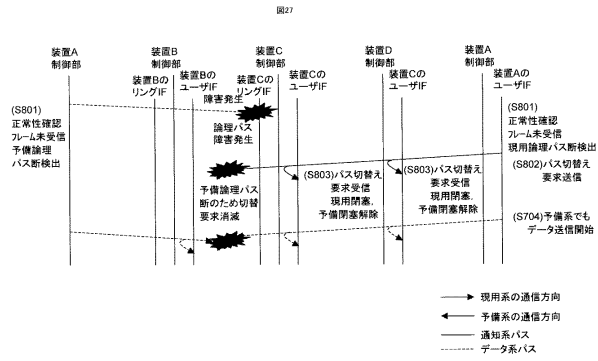
【 図 2 4 】



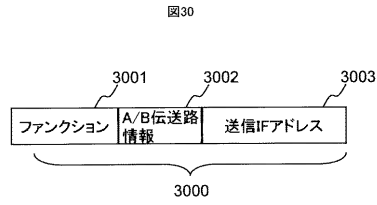
【 図 2 6 】



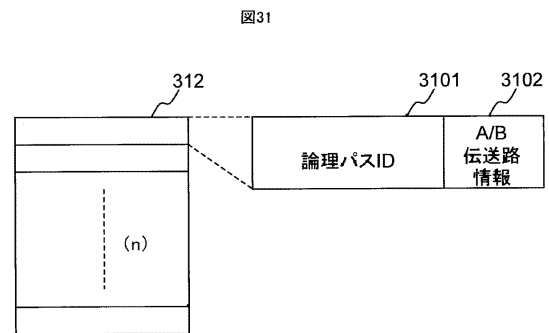
【図 27】



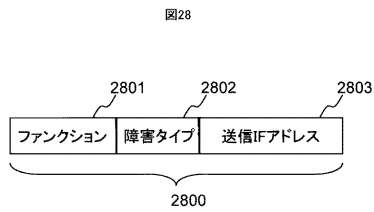
【図 30】



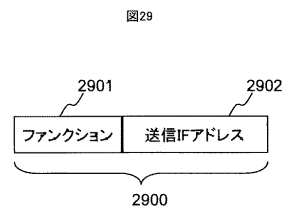
【図 31】



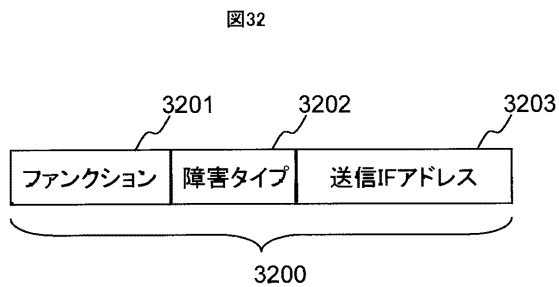
【図 28】



【図 29】



【図 32】



フロントページの続き

- (72)発明者 遠藤 英樹
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内
- (72)発明者 芦 賢浩
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 2 1 6 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
- (72)発明者 菅野 隆行
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 2 1 6 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
- (72)発明者 山本 信行
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 2 1 6 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 中木 努

- (56)参考文献 特開平 1 0 - 0 5 1 4 5 9 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 3 4 7 4 7 (J P , A)

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