

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6263105号
(P6263105)

(45) 発行日 平成30年1月17日(2018.1.17)

(24) 登録日 平成29年12月22日(2017.12.22)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 4 L	12/42	(2006.01)	HO 4 L	12/42	M
HO 4 L	12/28	(2006.01)	HO 4 L	12/28	2 O O M

請求項の数 12 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2014-169854 (P2014-169854)	(73) 特許権者	517121630
(22) 出願日	平成26年8月22日 (2014.8.22)		A P R E S I A S y s t e m s 株式会社
(65) 公開番号	特開2016-46684 (P2016-46684A)		東京都中央区築地二丁目3番4号
(43) 公開日	平成28年4月4日 (2016.4.4)	(74) 代理人	110002066
審査請求日	平成29年2月15日 (2017.2.15)		特許業務法人筒井国際特許事務所
		(72) 発明者	苅谷 和俊
			東京都港区芝浦一丁目2番1号 日立金属株式会社内
		審査官	大石 博見
		(56) 参考文献	特開2010-157783 (JP, A)
)
			特開2011-109167 (JP, A)
)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 中継システムおよび中継装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

リングネットワークを構成する複数の中継装置を備える中継システムであって、
前記複数の中継装置のそれぞれは、
前記リングネットワークに接続される第1ポートおよび第2ポートと、
前記第1ポートと前記第2ポートとの間でフレームを中継する中継経路と、
前記中継経路の前記第2ポート側に設けられる第1監視ポイントおよび第2監視ポイントと、
前記リングネットワークを制御するリング制御部と、
を備え、

前記第1監視ポイントは、自装置の前記中継経路を介した他装置の前記第2監視ポイントとの間の疎通性を、イーサネットOAMに基づくCCMフレームを用いて監視し、
前記第2監視ポイントは、他装置の前記中継経路を介した他装置の前記第1監視ポイントとの間の疎通性を、前記CCMフレームを用いて監視する、
中継システム。

【請求項2】

請求項1記載の中継システムにおいて、
前記リング制御部は、前記第1監視ポイントでの監視結果が疎通性無しの場合、前記第1ポートを、フレームの通過を禁止するブロック状態に制御し、前記第2ポートから障害通知フレームを送信する、

10

20

中継システム。

【請求項 3】

請求項 1 記載の中継システムにおいて、

前記複数の中継装置の少なくとも一つは、

装置外部との間でフレームの送信および受信を行う複数のラインカードと、

前記複数のラインカード間でフレームを中継するファブリック経路部と、

を備え、

前記第 1 ポートは、第 1 ラインカードに設けられ、

前記第 2 ポート、前記第 1 監視ポイントおよび前記第 2 監視ポイントは、第 2 ラインカードに設けられる、

10

中継システム。

【請求項 4】

請求項 3 記載の中継システムにおいて、

前記第 1 ラインカードは、さらに、前記第 1 ポートで、ITU-T G.8032 に基づく R-APS フレームの送信および受信を行う第 1 R-APS 処理部を備え、

前記第 2 ラインカードは、さらに、前記第 2 ポートで、前記 R-APS フレームの送信および受信を行う第 2 R-APS 処理部を備える、

中継システム。

【請求項 5】

請求項 1 記載の中継システムにおいて、

前記リング制御部は、前記第 1 監視ポイントでの監視結果が疎通性無しの場合、前記第 2 監視ポイントに、イーサネット OAM に基づく RDI フレームの送信を指示するか、または、前記 CCM フレームの送信停止を指示する、

中継システム。

20

【請求項 6】

請求項 1 記載の中継システムにおいて、

前記リング制御部は、ITU-T G.8032 に規定されたリングプロトコルに基づき前記リングネットワークを制御する、

中継システム。

【請求項 7】

リングネットワークを構成する中継装置であって、

前記リングネットワークに接続される第 1 ポートおよび第 2 ポートと、

前記第 1 ポートと前記第 2 ポートとの間でフレームを中継する中継経路と、

前記中継経路の前記第 2 ポート側に設けられる第 1 監視ポイントおよび第 2 監視ポイントと、

前記リングネットワークを制御するリング制御部と、

を備え、

前記第 1 監視ポイントは、自装置の前記中継経路を介した他装置の前記第 2 監視ポイントとの間の疎通性を、イーサネット OAM に基づく CCM フレームを用いて監視し、

前記第 2 監視ポイントは、他装置の前記中継経路を介した他装置の前記第 1 監視ポイントとの間の疎通性を、前記 CCM フレームを用いて監視する、

中継装置。

40

【請求項 8】

請求項 7 記載の中継装置において、

前記リング制御部は、前記第 1 監視ポイントでの監視結果が疎通性無しの場合、前記第 1 ポートを、フレームの通過を禁止するブロック状態に制御し、前記第 2 ポートから障害通知フレームを送信する、

中継装置。

【請求項 9】

請求項 7 記載の中継装置において、

50

装置外部との間でフレームの送信および受信を行う複数のラインカードと、
前記複数のラインカード間でフレームを中継するファブリック経路部と、
を備え、

前記第 1 ポートは、第 1 ラインカードに設けられ、

前記第 2 ポート、前記第 1 監視ポイントおよび前記第 2 監視ポイントは、第 2 ラインカードに設けられる、

中継装置。

【請求項 10】

請求項 9 記載の中継装置において、

前記第 1 ラインカードは、さらに、前記第 1 ポートで、ITU-T G.8032 に基づく R-APS フレームの送信および受信を行う第 1 R-APS 処理部を備え、

前記第 2 ラインカードは、さらに、前記第 2 ポートで、前記 R-APS フレームの送信および受信を行う第 2 R-APS 処理部を備える、

中継装置。

【請求項 11】

請求項 7 記載の中継装置において、

前記リング制御部は、前記第 1 監視ポイントでの監視結果が疎通性無しの場合、前記第 2 監視ポイントに、イーサネット OAM に基づく RDI フレームの送信を指示するか、または、前記 CCM フレームの送信停止を指示する、

中継装置。

【請求項 12】

請求項 7 記載の中継装置において、

前記リング制御部は、ITU-T G.8032 に規定されたリングプロトコルに基づき前記リングネットワークを制御する、

中継装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、中継システムおよび中継装置に関し、例えば、ITU-T (International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector) G.8032 に規定されたリングプロトコルを用いる中継システムおよび中継装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、特許文献 1 には、閉鎖区間を挟んで閉鎖状態に設定された 2 個の RPL (Ring Protection Link) ポートの一方を、所定の期間、閉鎖状態から開放状態に切り替える技術が示されている。CCM (Continuity Check Message) フレームではビット依存性の故障検出が困難となり得るが、RPL ポートの一方から他方に向けてチェックサムを含むフレームを所定の期間流すことで、この故障検出を可能にする。

【0003】

また、特許文献 2 には、マルチシャーシリンクアグリゲーションと ERP (Ethernet Ring Protection) を同時に適用した場合の障害耐性を高める技術が示されている。ERP を構成する各 L2 スイッチは、隣接する L2 スイッチとの間で、イーサネット (登録商標) OAM (Operation Administration and Maintenance) の CC (Continuity Check) 機能に基づく ERP 隣接監視フレームを送受信することで、隣接する L2 スイッチとの間のリンク障害を監視する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2013 - 192034 号公報

【特許文献 2】特開 2013 - 239909 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

例えば、リングプロトコルの一つとして、ITU-T G.8032に規定されたリングプロトコルが知られている。当該リングプロトコルは、ERPと呼ばれる場合もある。当該リングプロトコルでは、特許文献1および特許文献2に示されるように、リングネットワーク上の隣接するスイッチ間で、イーサネットOAMのCC機能に基づくCCMフレームを送受信することで、隣接するスイッチ間のリンクにおける障害有無が判定される。当該判定結果が障害有りの場合、リングプロトコルに基づく経路切り替えが行われる。

【0006】

しかしながら、障害は、隣接するスイッチ間のリンクで生じるとは限らず、スイッチ内部でも生じ得る。この場合、当該障害有りのスイッチに隣接する各スイッチは、障害の存在を認識できない場合がある。すなわち、当該障害有りのスイッチでは、リングネットワークの切断を招く障害が生じているにも関わらず、イーサネットOAMのCC機能は正常に動作しているような事態が起こり得る。そうすると、リングプロトコルに基づく経路切り替えが行われず、フレームの損失等を招く恐れがある。

【0007】

本発明は、このようなことに鑑みてなされたものであり、その目的の一つは、例えばITU-T G.8032に規定されたリングプロトコルを用いる中継システムおよび中継装置において、中継装置の内部障害に応じた適切な経路切り替えを実現することにある。

【0008】

本発明の前記並びにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面から明らかになるであろう。

【課題を解決するための手段】**【0009】**

本願において開示される発明のうち、代表的な実施の形態の概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。

【0010】

本実施の形態による中継システムは、リングネットワークを構成する複数の中継装置を備える。複数の中継装置のそれぞれは、リングネットワークに接続される第1および第2ポートと、第1ポートと第2ポートとの間でフレームを中継する中継経路と、当該中継経路の第2ポート側に設けられる第1および第2監視ポイントと、リングネットワークを制御するリング制御部と、を備える。第1監視ポイントは、自装置の中継経路を介した他装置の第2監視ポイントとの間の疎通性を、イーサネットOAMに基づくCCMフレームを用いて監視する。第2監視ポイントは、他装置の中継経路を介した他装置の第1監視ポイントとの間の疎通性を、CCMフレームを用いて監視する。

【発明の効果】**【0011】**

本願において開示される発明のうち、代表的な実施の形態によって得られる効果を簡単に説明すると、例えばITU-T G.8032に規定されたリングプロトコルを用いる中継システムおよび中継装置において、中継装置の内部障害に応じた適切な経路切り替えを実現可能になる。

【図面の簡単な説明】**【0012】**

【図1】本発明の実施の形態1による中継システムにおいて、その前提となる構成例を示す概略図である。

【図2】図1の中継システムにおいて、本実施の形態1による障害監視方法の一例を示す概略図である。

【図3】図2の中継システムにおいて、その一部の構成例および動作例を示す概略図である。

10

20

30

40

50

【図4】図2および図3の中継システムにおいて、図3に示した装置内部の障害が生じた場合の概略的な動作シーケンスの一例を示す図である。

【図5】図4の動作によってリングネットワークの経路切り替えが行われた後の、フレーム転送経路を示す図である。

【図6】図2および図3の中継システムにおいて、図3に示した装置内部の障害が回復した場合の概略的な動作シーケンスの一例を示す図である。

【図7】図2および図3の中継システムにおいて、そのスイッチ装置（中継装置）の構成例を示す概略図である。

【図8】図7の中継装置において、その各ラインカードの構成例を示すブロック図である。

【図9】図7および図8の中継装置において、ユーザフレームを中継する際の概略的な動作例を示す説明図である。

【図10】図7および図8の中継装置において、OAM処理部およびERP制御部周りの概略的な動作例を示す説明図である。

【図11】本発明の実施の形態2による中継システムにおいて、図2の構成例を用いた図3とは異なる動作例を示す概略図である。

【図12】図2および図11の中継システムにおいて、図11に示した装置内部の障害が生じた場合の概略的な動作シーケンスの一例を示す図である。

【図13】図12の動作によってリングネットワークの経路切り替えが行われた後の、フレーム転送経路を示す図である。

【図14】図11の中継システムにおいて、その中継装置が備えるOAM処理部およびERP制御部周りの図10とは異なる概略的な動作例を示す説明図である。

【図15】図1の中継システムにおいて、本実施の形態の比較例となる障害監視方法の一例を示す概略図である。

【図16】図1および図15の中継システムにおける問題点の一例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下の実施の形態においては便宜上その必要があるときは、複数のセクションまたは実施の形態に分割して説明するが、特に明示した場合を除き、それらは互いに無関係なものではなく、一方は他方の一部または全部の変形例、詳細、補足説明等の関係にある。また、以下の実施の形態において、要素の数等（個数、数値、量、範囲等を含む）に言及する場合、特に明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合等を除き、その特定の数に限定されるものではなく、特定の数以上でも以下でも良い。

【0014】

さらに、以下の実施の形態において、その構成要素（要素ステップ等も含む）は、特に明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。同様に、以下の実施の形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に明らかにそうでないと考えられる場合等を除き、実質的にその形状等に近似または類似するもの等を含むものとする。このことは、上記数値および範囲についても同様である。

【0015】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の部材には原則として同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

【0016】

（実施の形態1）

《中継システム（前提）の概略構成および概略動作》

図1は、本発明の実施の形態1による中継システムにおいて、その前提となる構成例を示す概略図である。図1に示す中継システムは、リングネットワーク10を構成する複数（ここでは5個）のスイッチ装置（中継装置）SWa～SWeを備える。スイッチ装置S

10

20

30

40

50

W a ~ S W e のそれぞれは、2 個のリングポート（第 1 および第 2 ポート）P r [1] , P r [2] と、m 個（m は 1 以上の整数）のユーザポート P u [1] ~ P u [m] と、を持つ。この例では、リングネットワーク 1 0 を構成するスイッチ装置の数は、5 個とするが、これに限らず 2 個以上であればよい。

【 0 0 1 7 】

リングネットワーク 1 0 は、例えば、I T U - T G . 8 0 3 2 に規定されたリングプロトコルに基づき制御される。言い換えれば、スイッチ装置 S W a ~ S W e のそれぞれは、当該リングプロトコルに基づく各種制御機能を備える。スイッチ装置 S W a ~ S W e のそれぞれは、O S I 参照モデルのレイヤ 2（L 2）の中継処理を行う L 2 スイッチや、加えて、レイヤ 3（L 3）の中継処理を行う L 3 スイッチ等である。ただし、リングネットワーク 1 0 上の中継処理は、L 2 に基づいて行われるため、ここでは、スイッチ装置 S W a ~ S W e のそれぞれは、L 2 スイッチである場合を例とする。

10

【 0 0 1 8 】

2 個のリングポート P r [1] , P r [2] は、それぞれリングネットワーク 1 0 に接続される。言い換えれば、スイッチ装置 S W a ~ S W e のそれぞれは、リングポート P r [1] , P r [2] を介してリング状に接続され、これによってリングネットワーク 1 0 が形成される。図 1 の例では、スイッチ装置 S W a , S W b , S W c , S W d , S W e のリングポート（第 1 ポート）P r [1] は、それぞれ、通信回線を介して、隣接するスイッチ装置 S W b , S W c , S W d , S W e , S W a のリングポート（第 2 ポート）P r [2] に接続される。

20

【 0 0 1 9 】

ユーザポート P u [1] ~ P u [m] は、所定のユーザ網に接続される。図 1 の例では、スイッチ装置 S W a ~ S W e のユーザポート P u [1] ~ P u [m] は、それぞれ、ユーザ網 1 1 a ~ 1 1 e に接続される。ユーザ網 1 1 a ~ 1 1 e のそれぞれの中には、スイッチ装置や各種情報処理装置（サーバ装置や端末装置等）などが適宜配置される。

【 0 0 2 0 】

ここで、I T U - T G . 8 0 3 2 に基づき、スイッチ装置 S W a は、オーナーノードに設定され、スイッチ装置 S W b は、ネイバーノードに設定される。オーナーノードとネイバーノードとの間のリンクは、R P L（Ring Protection Link）と呼ばれる。リングネットワーク 1 0 上に障害が無い場合、スイッチ装置 S W a は、R P L の一端に位置するリングポート P r [1] をブロック状態 B K に制御し、スイッチ装置 S W b は、R P L の他端に位置するリングポート P r [2] をブロック状態 B K に制御する。ブロック状態 B K に制御されたポートは、フレームの通過を禁止する。

30

【 0 0 2 1 】

リングネットワーク 1 0 上に障害が無い場合、この R P L によって、リングネットワーク 1 0 上での通信経路のループが防止される。すなわち、図 1 に示すように、スイッチ装置 S W a とスイッチ装置 S W b との間で、スイッチ装置 S W e , S W d , S W c を介する通信経路 1 2 が形成される。ユーザ網 1 1 a ~ 1 1 e 間のフレーム転送は、この通信経路 1 2 上で行われる。

【 0 0 2 2 】

《中継システム（前提）の問題点》

図 1 5 は、図 1 の中継システムにおいて、本実施の形態の比較例となる障害監視方法の一例を示す概略図である。図 1 5 に示すように、スイッチ装置 S W a ~ S W e は、それぞれ、リングポート（第 1 ポート）P r [1] に対応して監視ポイント M E P a 1 ' ~ M E P e 1 ' を備え、リングポート（第 2 ポート）P r [2] に対応して監視ポイント M E P a 2 ' ~ M E P e 2 ' を備える。

40

【 0 0 2 3 】

ここで、I T U - T G . 8 0 3 2 では、スイッチ装置間のリンクの障害有無を監視するため、イーサネット O A M の C C（Continuity Check）機能を用いることが規定されている。イーサネット O A M は、装置間の疎通性を監視するための規格として、「I T U -

50

T Y . 1 7 3 1 」や「 I E E E 8 0 2 . 1 a g 」等で標準化されている。CC機能では、図15に示すように、MEP (Maintenance End Point) と呼ばれる監視ポイントによって監視区間が設定される。各監視区間の両端のMEPは、疎通性監視フレームであるCCM (Continuity Check Message) フレームを互いに定期的に送受信することで、各監視区間の疎通性を監視する。

【0024】

図15の例では、スイッチ装置SWaの監視ポイントMEPa1'は、他装置(SWb)の監視ポイントMEPb2'との間でCCM監視区間15abを設定し、これにより、自装置の第1ポートPr[1]と、それに接続される他装置(SWb)の第2ポートPr[2]と、の間の疎通性を監視する。その反対に、スイッチ装置SWbの監視ポイントMEPb2'も、他装置(SWa)の監視ポイントMEPa1'との間でCCM監視区間15abを設定し、これにより、自装置の第2ポートPr[2]と、それに接続される他装置(SWa)の第1ポートPr[1]と、の間の疎通性を監視する。

10

【0025】

これと同様にして、リングネットワーク10上に、順次、CCM監視区間が設定される。すなわち、スイッチ装置SWbの第1ポートPr[1](MEPb1')とスイッチ装置SWcの第2ポートPr[2](MEPc2')との間でCCM監視区間15bcが設定される。スイッチ装置SWcの第1ポートPr[1](MEPc1')とスイッチ装置SWdの第2ポートPr[2](MEPd2')との間でCCM監視区間15cdが設定される。スイッチ装置SWdの第1ポートPr[1](MEPd1')とスイッチ装置SWeの第2ポートPr[2](MEPe2')との間でCCM監視区間15deが設定される。そして、スイッチ装置SWeの第1ポートPr[1](MEPe1')とスイッチ装置SWaの第2ポートPr[2](MEPa2')との間でCCM監視区間15aeが設定される。

20

【0026】

各CCM監視区間(例えば15ab)において、一端の監視ポイント(MEPa1')は、他端の監視ポイント(MEPb2')からのCCMフレームを所定の期間内に受信しない場合、他端の監視ポイント(MEPb2')に対する疎通性をLOC (Loss Of Continuity) 状態と認識する。当該所定の期間は、例えば、CCMフレームの送信間隔(代表的には3.3ms)の3.5倍の期間である。この場合、一端の監視ポイント(MEPa1')は、他端の監視ポイント(MEPb2')に向けてCCMフレームを送信する際に、当該CCMフレームに含まれるRDI (Remote Defect Indication) ビットにフラグを立てた状態で送信する。

30

【0027】

他端の監視ポイント(MEPb2')は、一端の監視ポイント(MEPa1')からRDIビットにフラグが立てられたCCMフレームを受信することで、一端の監視ポイント(MEPa1')に対する疎通性をRDI状態と認識する。すなわち、所定の監視ポイントに対してLOC状態とは、当該所定の監視ポイントからの受信経路が疎通性無しであることを意味し、所定の監視ポイントに対してRDI状態とは、当該所定の監視ポイントに向けた送信経路が疎通性無しであることを意味する。なお、本明細書では、RDIビットにフラグが立てられたCCMフレームをRDIフレームと呼び、RDIビットにフラグが立てられていないCCMフレームをCCフレームと呼び、RDIフレームとCCフレームを総称してCCMフレームと呼ぶ。

40

【0028】

スイッチ装置SWa~SWeのそれぞれは、自装置の監視ポイント(MEP)におけるLOC状態またはRDI状態の認識有無に基づいて、自装置のリングポートPr[1], Pr[2]に接続されるリンクの障害有無を判定する。例えば、スイッチ装置SWeは、監視ポイントMEPe2'がLOC状態を認識している場合、リングポートPr[2]に接続されるリンクを障害有りと判定し、スイッチ装置SWdは、監視ポイントMEPd1'がRDI状態を認識している場合、リングポートPr[1]に接続されるリンクを障害

50

有り」と判定する。ただし、リンクの障害有無の判定基準に R D I 状態が含まれない場合もあり、この場合には、スイッチ装置 S W e のみがリンクを障害有り」と判定する。

【 0 0 2 9 】

図 1 6 は、図 1 および図 1 5 の中継システムにおける問題点の一例を示す概略図である。図 1 6 の例では、スイッチ装置 S W d において、リングポート P r [1] , P r [2] 間の装置内部の中継経路に障害が生じている。ただし、このような障害は、図 2 に示したスイッチ装置 S W d の監視ポイント M E P d 1 ' , M E P d 2 ' に影響を及ぼさない場合がある。この場合、当該監視ポイント M E P d 1 ' , M E P d 2 ' は、C C フレームの送信を継続する。

【 0 0 3 0 】

そうすると、残りの各スイッチ装置 S W a , S W b , S W c , S W e は、当該スイッチ装置 S W d の障害を認識できず、I T U - T G . 8 0 3 2 に基づく経路切り替えを行わない。その結果、各ユーザ網 1 1 a , 1 1 b , 1 1 c , 1 1 e 間のフレーム転送は、図 1 の場合と同様の通信経路 1 2 上で行われる。そうすると、例えば、ユーザ網 1 1 e からユーザ網 1 1 c に向けたフレームは、スイッチ装置 S W d で遮断され、損失することになる。

【 0 0 3 1 】

《中継システム（本実施の形態）の概略》

図 2 は、図 1 の中継システムにおいて、本実施の形態 1 による障害監視方法の一例を示す概略図である。図 3 は、図 2 の中継システムにおいて、その一部の構成例および動作例を示す概略図である。図 2 の中継システムにおいて、複数のスイッチ装置（中継装置）S W a ~ S W e のそれぞれは、図 1 5 と同様の監視ポイント（第 2 監視ポイント）M E P a 2 ~ M E P e 2 と、図 1 5 とは異なる監視ポイント（第 1 監視ポイント）M E P a 1 ~ M E P e 1 と、を備える。監視ポイント（第 2 監視ポイント）M E P a 2 ~ M E P e 2 は、D o w n M E P 等と呼ばれ、監視ポイント（第 1 監視ポイント）M E P a 1 ~ M E P e 1 は U p M E P 等と呼ばれる。

【 0 0 3 2 】

図 3 には、図 2 におけるスイッチ装置 S W c , S W d , S W e の部分が抽出して示されている。スイッチ装置 S W c , S W d , S W e のそれぞれは、リングポート（第 1 ポート）P r [1] とリングポート（第 2 ポート）P r [2] との間でフレームを中継する中継経路 2 0 を備える。スイッチ装置 S W c の第 1 監視ポイント M E P c 1 および第 2 監視ポイント M E P c 2 は、自装置の中継経路 2 0 のリングポート（第 2 ポート）P r [2] 側に設けられる。同様に、スイッチ装置 S W d の各監視ポイント M E P d 1 , M E P d 2 は、自装置の中継経路 2 0 の第 2 ポート P r [2] 側に設けられ、スイッチ装置 S W e の各監視ポイント M E P e 1 , M E P e 2 は、自装置の中継経路 2 0 の第 2 ポート P r [2] 側に設けられる。

【 0 0 3 3 】

ここで、例えば、スイッチ装置 S W d の第 1 監視ポイント M E P d 1 は、自装置の中継経路 2 0 を介した他装置（S W e ）の第 2 監視ポイント M E P e 2 との間の疎通性を、C C M フレームを用いて監視する。スイッチ装置 S W d の第 2 監視ポイント M E P d 2 は、他装置（S W c ）の中継経路 2 0 を介した当該他装置の第 1 監視ポイント M E P c 1 との間の疎通性を、C C M フレームを用いて監視する。

【 0 0 3 4 】

同様に、スイッチ装置 S W c の第 1 監視ポイント M E P c 1 は、自装置の中継経路 2 0 を介した他装置（S W d ）の第 2 監視ポイント M E P d 2 との間の疎通性を、C C M フレームを用いて監視する。スイッチ装置 S W c の第 2 監視ポイント M E P c 2 は、図 2 を参照して、他装置（S W b ）の中継経路 2 0 を介した当該他装置の第 1 監視ポイント M E P b 1 との間の疎通性を、C C M フレームを用いて監視する。その他のスイッチ装置 S W a , S W b , S W e に関しても同様である。

【 0 0 3 5 】

10

20

30

40

50

その結果、図2および図3に示されるように、図15の場合とは異なるCCM監視区間が設定される。すなわち、スイッチ装置SWaの第2ポートPr[2]（第1監視ポイントMEPa1）とスイッチ装置SWbの第2ポートPr[2]（第2監視ポイントMEPb2）との間でCCM監視区間21abが設定される。スイッチ装置SWbの第2ポートPr[2]（MEPb1）とスイッチ装置SWcの第2ポートPr[2]（MEPc2）との間でCCM監視区間21bcが設定される。

【0036】

同様に、スイッチ装置SWcの第2ポートPr[2]（第1監視ポイントMEPc1）とスイッチ装置SWdの第2ポートPr[2]（第2監視ポイントMEPd2）との間でCCM監視区間21cdが設定される。スイッチ装置SWdの第2ポートPr[2]（MEPd1）とスイッチ装置SWeの第2ポートPr[2]（MEPe2）との間でCCM監視区間21deが設定される。そして、スイッチ装置SWeの第2ポートPr[2]（MEPe1）とスイッチ装置SWaの第2ポートPr[2]（MEPa2）との間でCCM監視区間21aeが設定される。

10

【0037】

ここで、図3の例では、スイッチ装置SWdの中継経路20に障害が生じている。この場合、スイッチ装置SWdの第1監視ポイントMEPd1およびスイッチ装置SWeの第2監視ポイントMEPe2の少なくとも一方（例えばMEPd1）は、他方（MEPe2）からのCCMフレームを所定の期間内に受信せず、他方の監視ポイントに対する疎通性をLOC状態として認識する。この場合、他方の監視ポイント（MEPe2）は、前述した一方の監視ポイント（MEPd1）からのRDIフレームに基づき、一方の監視ポイントに対する疎通性をRDI状態として認識する。なお、中継経路20の障害状況によっては、両方の監視ポイント（MEPd1, MEPe2）が共にLOC状態を認識することもある。

20

【0038】

スイッチ装置SWd（その中の図示しないリング制御部）は、第1監視ポイントMEPd1での監視結果が疎通性無し（すなわちLOC状態またはRDI状態）の場合、リンクの障害（SF）を検出する。この場合、スイッチ装置SWd（リング制御部）は、第1ポートPr[1]を、フレームの通過を禁止するブロック状態BKに制御し、第2ポートPr[2]からR-APS（SF）フレームを送信する。ここで、R-APS（SF）フレームは、障害通知フレームとして機能する。SFは、信号故障（Signal Fail）を表す。R-APSフレームは、イーサネットOAMに基づく制御フレームの一種であり、フレーム内のOpCode領域の情報等によって認識される。

30

【0039】

同様に、スイッチ装置SWe（その中の図示しないリング制御部）は、第2監視ポイントMEPe2での監視結果が疎通性無し（すなわちLOC状態またはRDI状態）の場合、リンクの障害（SF）を検出する。この場合、スイッチ装置SWe（リング制御部）は、第2ポートPr[2]をブロック状態BKに制御し、第1ポートPr[1]からR-APS（SF）フレームを送信する。

40

【0040】

なお、図示は省略するが、実際には、スイッチ装置SWdは、ブロック状態BKに制御した第1ポートPr[1]からもR-APS（SF）フレームを送信する。ただし、当該R-APS（SF）フレームは、スイッチ装置SWeのブロック状態BKの第2ポートPr[2]でブロックされる。同様に、スイッチ装置SWeは、ブロック状態BKに制御した第2ポートPr[2]からもR-APS（SF）フレームを送信する。ただし、当該R-APS（SF）フレームは、スイッチ装置SWdのブロック状態BKの第1ポートPr[1]でブロックされる。

【0041】

《中継システム（本実施の形態）の障害有り時の動作》

図4は、図2および図3の中継システムにおいて、図3に示した装置内部の障害が生じ

50

た場合の概略的な動作シーケンスの一例を示す図である。図4では、まず、オーナーノードであるスイッチ装置SWaのリングポートPr[1]、およびネイバーノードであるスイッチ装置SWbのリングポートPr[2]は、共に、ブロック状態BKに制御されている。この状態で、図3に示したように、スイッチ装置SWdは、UpMEPである第1監視ポイントMEPd1から疎通性無しの監視結果を得る(ステップS101)。

【0042】

ステップS101により、スイッチ装置SWdは、第1監視ポイントMEPd1での監視結果に基づく装置内部の障害を、擬似的に、リングポートPr[1]に接続されるリンクの障害(SF)として検出する。これに応じて、スイッチ装置SWdは、当該リングポートPr[1]をブロック状態BKに制御し、アドレステーブル(FDB(Forwarding Database))をフラッシュ(消去)する(ステップS102)。同様に、スイッチ装置SWeも、スイッチ装置SWdの内部障害を、擬似的に、リングポートPr[2]に接続されるリンクの障害(SF)として検出する。これに応じて、スイッチ装置SWeは、当該リングポートPr[2]をブロック状態BKに制御し、アドレステーブル(FDB)をフラッシュ(消去)する(ステップS102)。

【0043】

次いで、障害(SF)を検出したスイッチ装置SWdは、ブロック状態BKに制御したリングポートの情報を含むR-APS(SF)フレームをリングネットワーク10上に送信する(ステップS103)。ブロック状態BKに制御したリングポートの情報は、スイッチ装置SWdの識別子{SWd}と、リングポートPr[1]の識別子{Pr[1]}とを含む。このように、本明細書では、例えば{AA}は、「AA」の識別子を表すものとする。同様に、スイッチ装置SWeも、ブロック状態BKに制御したリングポートの情報({SWe}/ {Pr[2]})を含むR-APS(SF)フレームをリングネットワーク10上に送信する(ステップS103)。

【0044】

スイッチ装置SWd, SWeによって送信されたR-APS(SF)フレームは、ブロック状態BKのリングポートに到達するまで、各スイッチ装置によって中継される。ここで、スイッチ装置SWcは、R-APS(SF)フレームを受信した場合、アドレステーブル(FDB)をフラッシュ(消去)する(ステップS104)。また、オーナーノードであるスイッチ装置SWaは、R-APS(SF)フレームを受信した場合、リングポートPr[1]のブロック状態BKを解除し(すなわち開放状態に変更し)、アドレステーブル(FDB)をフラッシュ(消去)する(ステップS105)。

【0045】

同様に、ネイバーノードであるスイッチ装置SWbも、R-APS(SF)フレームを受信した場合、リングポートPr[2]のブロック状態BKを解除し(すなわち開放状態に変更し)、アドレステーブル(FDB)をフラッシュ(消去)する(ステップS105)。その後は、スイッチ装置SWd, SWeによってR-APS(SF)フレームが定期的に送信され、定常状態に達する(ステップS106)。

【0046】

図5は、図4の動作によってリングネットワークの経路切り替えが行われた後の、フレーム転送経路を示す図である。図4の動作が実行され、定常状態(ステップS106)に達した際には、図5に示すように、スイッチ装置SWeとスイッチ装置SWdとの間で、スイッチ装置SWa, SWb, SWcを介する通信経路25が形成される。ユーザ網11a~11e間のフレーム転送は、この通信経路25上で行われる。その結果、例えば、ユーザ網11eからユーザ網11cに向けたフレームは、図16の場合と異なり、通信経路25を介して、損失することなくユーザ網11cに到達する。

【0047】

《中継システム(本実施の形態)の障害回復時の動作》

図6は、図2および図3の中継システムにおいて、図3に示した装置内部の障害が回復した場合の概略的な動作シーケンスの一例を示す図である。図6では、図4および図5に

10

20

30

40

50

示したように、まず、スイッチ装置SWdのリングポートPr[1]、およびスイッチ装置SWeのリングポートPr[2]は、共に、ブロック状態BKに制御されている。この状態で、スイッチ装置SWdは、UpMEPである第1監視ポイントMEPd1から疎通性有りの監視結果を得る(ステップS201)。

【0048】

ステップS201により、スイッチ装置SWdは、第1監視ポイントMEPd1での監視結果に基づく装置内部の障害回復を、擬似的に、リングポートPr[1]に接続されるリンクの障害回復として検出する(ステップS202)。同様に、スイッチ装置SWeも、第2監視ポイントMEPe2での監視結果に基づくスイッチ装置SWdの装置内部の障害回復を、擬似的に、リングポートPr[2]に接続されるリンクの障害回復として検出

10

【0049】

スイッチ装置SWdは、障害回復を検出した場合、両リングポートPr[1]、Pr[2]から、ブロック状態BKに制御しているリングポートの情報({SWd}/ {Pr[1]})を含むR-APS(NR)フレームを送信する(ステップS203)。ここで、R-APS(NR)フレームは、障害回復通知フレームとして機能する。NRは、要求無し(No Request)を表す。同様に、スイッチ装置SWeは、障害回復を検出した場合、両リングポートPr[1]、Pr[2]から、ブロック状態BKに制御しているリングポートの情報({SWe}/ {Pr[2]})を含むR-APS(NR)フレームを送信する(ステップS203)。

20

【0050】

スイッチ装置SWd、SWeによって送信されたR-APS(NR)フレームは、ブロック状態BKのリングポートに到達するまで、各スイッチ装置によって中継される。ここで、オーナーノードであるスイッチ装置SWaは、R-APS(NR)フレームを受信した場合、WTR(Wait to Restore)タイマを起動する。スイッチ装置SWaは、WTRタイマの期間内で新たな要求を受信しない場合、リングポートPr[1]をブロック状態BKに制御し、アドレステーブル(FDB)をフラッシュ(消去)する(ステップS204)。

【0051】

その後、スイッチ装置SWaは、ブロック状態BKに制御しているリングポートの情報({SWa}/ {Pr[1]})を含むR-APS(NR, RB)フレームをリングネットワーク10上に送信する(ステップS205)。ここで、R-APS(NR, RB)フレームは、障害切戻しフレームとして機能する。RBは、RPLの閉塞(RPL Blocked)を表す。スイッチ装置SWaによって送信されたR-APS(NR, RB)フレームは、ブロック状態BKのリングポートに到達するまで、各スイッチ装置によって中継される。

30

【0052】

ここで、ネイバーノードであるスイッチ装置SWbは、R-APS(NR, RB)フレームを受信した場合、リングポートPr[2]をブロック状態BKに制御し、アドレステーブル(FDB)をフラッシュ(消去)する(ステップS206)。また、スイッチ装置SWcは、R-APS(NR, RB)フレームを受信した場合、アドレステーブル(FDB)

40

【0053】

さらに、スイッチ装置SWdは、R-APS(NR, RB)フレームを受信した場合、リングポートPr[1]のブロック状態BKを解除し、アドレステーブル(FDB)をフラッシュ(消去)する(ステップS208)。同様に、スイッチ装置SWeは、R-APS(NR, RB)フレームを受信した場合、リングポートPr[2]のブロック状態BKを解除し、アドレステーブル(FDB)をフラッシュ(消去)する(ステップS208)。

【0054】

その後は、スイッチ装置SWaによってR-APS(NR, RB)フレームが定期的に

50

送信され、定常状態に達する（ステップ S 2 0 9）。その結果、図 1 に示したような状態に戻る。なお、R - A P S フレームは、新たに送信される場合、例えば、3 . 3 m s 毎に 3 回送信され、その後は、5 s 毎に送信される。

【 0 0 5 5 】

以上のように、図 2 および図 3 等の中継システムおよび中継装置（スイッチ装置）を用いることで、中継装置の内部障害に応じて、リングネットワーク内の通信経路を適切に切り替えることが可能になる。その結果、フレームの損失を防止すること等が可能になる。このような効果は、特に、I T U - T G . 8 0 3 2 に規定されたリングプロトコルを用いる場合に有益となる。なお、図 3 および図 4 では、スイッチ装置 S W d に内部障害が生じた場合を例としたが、図 2 のその他のスイッチ装置 S W a , S W b , S W c , S W e に内部障害が生じた場合も同様に、対応する第 1 および第 2 監視ポイントによって当該内部障害が検出され、リングネットワーク内の通信経路が切り替えられる。

【 0 0 5 6 】

《中継装置（本実施の形態）の構成》

図 7 は、図 2 および図 3 の中継システムにおいて、そのスイッチ装置（中継装置）の構成例を示す概略図である。図 7 に示すスイッチ装置（中継装置）S W は、ここでは、1 個の筐体内に複数のカードを搭載したシャーシ型のスイッチ装置となっている。当該スイッチ装置 S W は、例えば、図 3 のスイッチ装置 S W d に該当するが、これに限らず、図 2 のその他のスイッチ装置 S W a , S W b , S W c , S W e であってもよい。

【 0 0 5 7 】

図 7 のスイッチ装置（中継装置）S W は、複数（ここでは n 枚）のラインカード L C [1] ~ L C [n] と、管理カード M C と、ファブリック経路部 2 6 と、を備える。ラインカード L C [1] ~ L C [n] のそれぞれは、装置外部との間でフレームの通信（送信および受信）を行う。ファブリック経路部 2 6 は、複数のラインカード L C [1] ~ L C [n] 間でフレームを中継する。また、ファブリック経路部 2 6 は、ここでは、複数のラインカード L C [1] ~ L C [n] と、管理カード M C と、の間でもフレームを中継する。

【 0 0 5 8 】

管理カード M C は、例えば n 枚のラインカード L C [1] ~ L C [n] 等を管理する。管理カード M C は、ここでは、1 枚のみ示されているが、実際には、可用性の向上のため複数枚設けられる。ラインカード L C [1] ~ L C [n] のそれぞれは、単数または複数の外部ポート P と、ファブリック用端子 F P と、管理カード用端子 M P と、を備える。外部ポート P のそれぞれは、図 1 のリングポート P r [1] , P r [2] やユーザポート P u [1] ~ P u [m] のいずれかに該当し、例えば、イーサネット回線等の通信回線 2 7 に接続される。管理カード用端子 M P は、管理用の通信回線 2 8 を介して管理カード M C に接続される。

【 0 0 5 9 】

ファブリック用端子 F P は、ファブリック経路部 2 6 に接続され、ファブリック経路部 2 6 を介して他のラインカード（および管理カード）のファブリック用端子 F P に接続される。ここで、ファブリック経路部 2 6 は、例えば、スイッチング機能を備えたファブリックカードで構成される場合や、各カードを着脱するためのスロットが実装された配線基板（バックプレーン）で構成される場合がある。

【 0 0 6 0 】

ファブリックカードで構成される場合、ファブリック用端子 F P は、ファブリックカードに接続され、ファブリックカードによるスイッチングを介して他のラインカードのファブリック用端子 F P に接続される。バックプレーンで構成される場合、ファブリック用端子 F P は、複数の端子で構成され、この複数の端子が、それぞれ、バックプレーン上に設けられたフルメッシュ型の通信回線を介して、他のラインカード（および管理カード）の対応する端子に接続される。

【 0 0 6 1 】

図 8 は、図 7 の中継装置において、その各ラインカードの構成例を示すブロック図であ

10

20

30

40

50

る。図8では、説明の便宜上、一つのラインカードLC上に、外部ポートPとして、k個のユーザポートPu[1]~Pu[k]と、1個のリングポートPr[1]とが搭載される場合を例とする。ただし、実際には、リングポートPr[1]、Pr[2]およびユーザポートPu[1]~Pu[m]のそれぞれを各ラインカードLC[1]~LC[n]のいずれに搭載するかは、自由に定められる。

【0062】

図8において、外部インタフェース部30は、ユーザポートPu[1]~Pu[k]およびリングポートPr[1]のいずれかでフレームを受信した際に、受信したラインカードおよび外部ポートを示すポート識別子(受信ポート識別子と呼ぶ)を付加し、それをフレーム処理部31またはプロセッサ部CPUに送信する。また、外部インタフェース部30は、フレーム処理部31またはプロセッサ部CPUからのフレームを、後述する宛先ポート識別子に基づきユーザポートPu[1]~Pu[k]およびリングポートPr[1]のいずれかに送信する。

10

【0063】

内部インタフェース部32は、フレーム処理部31またはプロセッサ部CPUと、ファブリック用端子FPと、の間のフレームの通信を制御する。アドレステーブルFDBは、ポート識別子と、当該ポート識別子で示される、ラインカードおよび外部ポートの先に存在する端末等のMAC(Media Access Control)アドレスと、当該MACアドレスに対応するVLAN(Virtual LAN)識別子(VID)と、の対応関係を保持する。フレーム処理部31は、FDB処理部34と、VIDフィルタ35と、OAM処理部36と、を備える。

20

【0064】

FDB処理部34は、ユーザポートPu[1]~Pu[k]およびリングポートPr[1]のいずれかでフレーム(例えばユーザフレーム)を受信した際に、アドレステーブルFDBの学習と、アドレステーブルFDBに基づく当該フレームの宛先検索を行う。具体的には、FDB処理部34は、ユーザフレームを外部インタフェース部30を介して受信した際に、当該ユーザフレームに含まれる送信元MACアドレスを、受信ポート識別子およびVLAN識別子に対応付けてアドレステーブルFDBに学習する。

【0065】

また、FDB処理部34は、外部インタフェース部30を介して受信したユーザフレームに含まれる宛先MACアドレスと、それに対応するVLAN識別子と、を検索キーとして、アドレステーブルFDBを検索する。FDB処理部34は、この検索結果によって得られるポート識別子(宛先ポート識別子と呼ぶ)を、前述した受信ポート識別子と共にユーザフレームに付加する。宛先ポート識別子は、宛先のラインカードの識別子と、宛先の外部ポートの識別子と、で構成される。

30

【0066】

VIDフィルタ35は、フレームに対して、VLAN識別子に応じた中継可否等を定める。例えば、図1等に示したブロック状態BKは、このVIDフィルタ35によって実現される。OAM処理部36は、図2および図3に示した第1および第2監視ポイント(例えばMEPd1,MEPd2)を備え、イーサネットOAMに基づく疎通性の監視および疎通性有無の判定を行う。また、OAM処理部36は、R-APS処理部37を備える。R-APS処理部37は、ITU-T G.8032に基づくR-APSフレームの処理(具体的には送信および受信ならびに中継)を行う。

40

【0067】

プロセッサ部CPUは、記憶部33に保存されるソフトウェア(ファームウェア)に基づいて、複雑な処理が必要とされる各種通信プロトコル処理をフレーム処理部31と連携して行ったり、あるいは自ラインカードの管理等を行う。プロセッサ部CPUは、ファームウェアを実行することによって構成されるERP制御部(リング制御部)38を備える。ERP制御部(リング制御部)38は、ITU-T G.8032に規定されたリングプロトコルに基づきリングネットワークを制御する。また、プロセッサ部CPUは、管理

50

カード用端子MPを介して管理カードMCと通信を行う。

【0068】

《中継装置（本実施の形態）のユーザフレーム中継動作》

図9は、図7および図8の中継装置において、ユーザフレームを中継する際の概略的な動作例を示す説明図である。ここでは、ラインカードLC[1]はリングポート（第1ポート）Pr[1]を備え、ラインカードLC[2]はリングポート（第2ポート）Pr[2]を備えるものとする。そして、ラインカードLC[1]のリングポートPr[1]で受信したユーザフレームをラインカードLC[2]のリングポートPr[2]に中継する場合を想定する。

【0069】

まず、ラインカードLC[1]の外部インタフェース部30は、リングポートPr[1]で受信したユーザフレームUFに対して、受信ポート識別子{LC[1]}/ {Pr[1]}を付加してフレーム処理部31に送信する。フレーム処理部31内のFDB処理部34は、ユーザフレームUFに含まれる送信元MACアドレスと、タグVLANやポートVLAN等によって定められるVLAN識別子と、受信ポート識別子{LC[1]}/ {Pr[1]}と、の対応関係をアドレステーブルFDBに学習する。

【0070】

また、FDB処理部34は、ユーザフレームUFに含まれる宛先MACアドレスと、VLAN識別子と、を検索キーとしてアドレステーブルFDBを検索し、宛先ポート識別子を取得する。ここでは、過去の通信に伴うアドレステーブルFDBの学習に伴い、検索結果として、宛先ポート識別子{LC[2]}/ {Pr[2]}が得られるものとする。FDB処理部34は、ユーザフレームUFに受信ポート識別子および宛先ポート識別子を付加し、それを内部インタフェース部32を介してファブリック用端子FPに送信する。

【0071】

なお、この際に、フレーム処理部31は、仮に、VIDフィルタ35において、当該ユーザフレームUFのVLAN識別子が中継不可に設定されている場合、当該ユーザフレームUFをファブリック用端子FPに送信せずに破棄する。また、FDB処理部34は、仮に、宛先ポート識別子として、自ラインカードが備えるユーザポートの識別子が得られた場合、ユーザフレームUFを当該ユーザポートに中継する。具体的な中継方法は、例えば、フレーム処理部31で折り返す方法のほか、内部インタフェース部32やファブリック経路部26で折り返す方法であってもよい。

【0072】

図9の動作に戻り、ファブリック経路部26は、ラインカードLC[1]のファブリック用端子FPからのユーザフレームUFをラインカードLC[2]のファブリック用端子FPに中継する。例えば、ファブリック経路部26がファブリックカードで構成される場合、ファブリックカードは、宛先ポート識別子{LC[2]}/ {Pr[2]}に基づき、ユーザフレームUFをラインカードLC[2]に中継する。一方、ファブリック経路部26がバックプレーンで構成される場合、ラインカードLC[1]の内部インタフェース部32は、宛先ポート識別子{LC[2]}/ {Pr[2]}に基づき、ファブリック用端子FPを構成する各端子の中からラインカードLC[2]に対応する端子にユーザフレームUFを送信する。

【0073】

ラインカードLC[2]は、ファブリック用端子FPで受信したユーザフレームUFを、内部インタフェース部32を介してフレーム処理部31に送信する。当該フレーム処理部31内のFDB処理部34は、ユーザフレームUFに含まれる送信元MACアドレスと、ユーザフレームUFに含まれる（又は付加される）VLAN識別子と、ユーザフレームUFに付加される受信ポート識別子と、の対応関係を、アドレステーブルFDBに学習する。ラインカードLC[2]の外部インタフェース部30は、フレーム処理部31からユーザフレームUFを受信し、当該ユーザフレームUFを、それに付加される宛先ポート識別子に基づいてリングポートPr[2]に送信する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 4 】

なお、ここでは、各ラインカードは、ユーザフレームに基づいてアドレステーブルFDBの学習を行う動作例を示したが、別途、学習用フレームを用いて学習を行うように構成することも可能である。この場合、ラインカードLC[1]のフレーム処理部31は、ユーザフレームUFの送信元MACアドレス、VLAN識別子および受信ポート識別子を含んだ学習用フレームを生成し、他のラインカードLC[2]（およびLC[3]～LC[n]）に送信する。他のラインカードLC[2]（およびLC[3]～LC[n]）のフレーム処理部31は、当該学習用フレームに含まれる送信元MACアドレスと、VLAN識別子と、受信ポート識別子と、の対応関係をアドレステーブルFDBに学習する。

【 0 0 7 5 】

《中継装置（本実施の形態）のリングプロトコル動作》

図10は、図7および図8の中継装置において、OAM処理部およびERP制御部周りの概略的な動作例を示す説明図である。図10では、図9の場合と同様に、ラインカードLC[1]はリングポート（第1ポート）Pr[1]を備え、ラインカードLC[2]はリングポート（第2ポート）Pr[2]を備えるものとする。ラインカードLC[2]のOAM処理部36は、第1監視ポイントMEP1および第2監視ポイントMEP2と、R-APS処理部（第2R-APS処理部）37と、を備える。一方、ラインカードLC[1]のOAM処理部36は、R-APS処理部（第1R-APS処理部）37を備える。

【 0 0 7 6 】

ラインカードLC[2]において、第1監視ポイントMEP1は、定期的にCCMフレームを生成し、当該CCMフレームを、ファブリック経路部26を介して、ラインカードLC[1]の第1ポートPr[1]から送信する。特に限定はされないが、例えば、ラインカードLC[2]のアドレステーブルFDBには、第1ポートPr[1]の識別子（{LC[2]} / {Pr[1]}）と、第1ポートに接続される他装置の監視ポイントのMACアドレスと、の対応関係が学習されている。第1監視ポイントMEP1は、このアドレステーブルFDBの検索結果に基づいて、CCMフレームを第1ポートPr[1]に向けて送信する。

【 0 0 7 7 】

また、第1監視ポイントMEP1は、第1ポートPr[1]で受信された、他装置の監視ポイントからのCCMフレームをファブリック経路部26を介して受信する。特に限定はされないが、例えば、ラインカードLC[1]のアドレステーブルFDBには、ラインカードLC[2]の識別子（{LC[2]}）と、第1監視ポイントMEP1のMACアドレスと、の対応関係が学習されている。ラインカードLC[1]のOAM処理部36は、第1ポートPr[1]でフレームを受信した際に、そのフレーム内の各種識別子等によってCCMフレームであることを判別し、アドレステーブルFDBの検索結果に基づいて当該CCMフレームを中継する。その結果、当該CCMフレームは、第1監視ポイントMEP1で受信される。

【 0 0 7 8 】

このように、第1監視ポイントMEP1によるCCMフレームの通信経路は、図9に示したユーザフレームUFの通信経路と重複し、図3に示したスイッチ装置SWdにおける第1ポートPr[1]と第2ポートPr[2]との間のフレームの中継経路20と重複する。ここで、図10では、例えばファブリック経路部26に障害が生じた場合の動作例が示されている。

【 0 0 7 9 】

この場合、ラインカードLC[2]において、第1監視ポイントMEP1は、疎通性無し監視結果をERP制御部（リング制御部）38に通知する。これに応じて、ERP制御部38は、リンクの障害（SF）を検出する。ERP制御部38は、R-APS（SF）フレームに格納する所定の制御情報を生成し、R-APS処理部37に対して、R-APS（SF）フレームの送信を指示する。これに応じて、R-APS処理部37は、第2監視ポイントMEP2を介して第2ポートPr[2]からR-APS（SF）フレームを

10

20

30

40

50

送信する。

【 0 0 8 0 】

また、これと並行して、ラインカード LC [2] の ERP 制御部 (リング制御部) 3 8 は、ラインカード LC [1] の ERP 制御部 (リング制御部) 3 8 に対して、第 1 監視ポイント MEP 1 で障害 (SF) を検出した旨の障害通知を行う。この通知は、例えば、管理用の通信回線 2 8 を用いて図示しない管理カードを介して行われる。ラインカード LC [1] において、ERP 制御部 3 8 は、ラインカード LC [2] の ERP 制御部 3 8 からの障害通知に応じて、第 1 ポート Pr [1] をブロック状態 BK に制御する。具体的には、ERP 制御部 3 8 は、VID フィルタ 3 5 に対して、フレームの通過を禁止する条件 (例えば第 1 ポート Pr [1] や VLAN 識別子等) を設定する。

10

【 0 0 8 1 】

また、ラインカード LC [1] において、ERP 制御部 3 8 は、ラインカード LC [2] の ERP 制御部 3 8 からの障害通知に応じて、R - APS (SF) フレームに格納する所定の制御情報を生成し、R - APS 処理部 3 7 に対して、R - APS (SF) フレームの送信を指示する。これに応じて、R - APS 処理部 3 7 は、第 1 ポート Pr [1] から R - APS (SF) フレームを送信する。

【 0 0 8 2 】

このように、図 1 0 の例では、第 1 ポート Pr [1] に対応する R - APS 処理部 3 7 は、第 1 ポート Pr [1] を備えるラインカード LC [1] に搭載され、第 1 ポート Pr [1] に対応する第 1 監視ポイント MEP 1 は、第 2 ポート Pr [2] を備えるラインカード LC [2] に搭載される。ここで、例えば、第 1 ポート Pr [1] に対応する R - APS 処理部 3 7 を、第 1 監視ポイント MEP 1 と同じラインカード LC [2] に搭載することも考えられる。ただし、この場合、図 1 0 のようなファブリック経路部 2 6 等の障害に伴い、当該 R - APS 処理部 3 7 は、ITU - T G . 8 0 3 2 に基づく R - APS フレームの送信および受信等を適切に行えない場合がある。そこで、図 1 0 のような構成例を用いることが望ましい。

20

【 0 0 8 3 】

なお、ここでは、第 1 監視ポイント MEP 1 での監視結果に伴い障害 (SF) が検出された場合のリングプロトコル動作について説明したが、OAM 処理部 3 6 および ERP 制御部 3 8 は、リングネットワークの状態に応じたその他の各種リングプロトコル動作も行う。概略的には、R - APS 処理部 3 7 は、R - APS フレームを受信した場合、ERP 制御部 3 8 に通知し、ERP 制御部 3 8 は、R - APS フレームに含まれる各種制御情報を認識すると共に、各種制御情報に応じた動作を行う。また、R - APS 処理部 3 7 は、ERP 制御部 3 8 の指示に応じて R - APS フレームを送信する。この際に、ERP 制御部 3 8 は、R - APS フレームに格納する各種制御情報を生成する。

30

【 0 0 8 4 】

ここで、各種制御情報とは、図 4 および図 6 に示したように、SF、NR、RB 等を代表とする ITU - T G . 8 0 3 2 に規定される各種情報である。各種制御情報に応じた動作とは、図 4 および図 6 に示したように、リングポートに対するブロック状態 BK の制御 (VID フィルタ 3 5 の制御) や、アドレステーブル FDB に対するフラッシュ命令の発行や、R - APS フレームの中継制御等を代表とする ITU - T G . 8 0 3 2 に規定される各種動作である。

40

【 0 0 8 5 】

以上、本実施の形態 1 の中継システムおよび中継装置を用いることで、代表的には、中継装置の内部障害に応じた適切な経路切り替えを実現可能になる。この効果は、特に、ITU - T G . 8 0 3 2 に規定されたリングプロトコルを用いる場合に有益となる。なお、ここでは、シャーシ型のスイッチ装置 (中継装置) を用いる場合を例としたが、ボックス型のスイッチ装置を用いてもよい。ボックス型のスイッチ装置は、例えば、図 8 に示した構成の中から内部インタフェース部 3 2 等を削除したような全体構成を備える。

【 0 0 8 6 】

50

ただし、ボックス型のスイッチ装置を用いる場合、図3に示したリングポート間の中継経路20の具体的な障害箇所の候補は、例えば、図8のフレーム処理部31となる。この場合、結果的に、各監視ポイントの送信動作が停止する状態となり、図3のスイッチ装置SWc, SWeによって障害検出が行われる可能性が高い。一方、シャーシ型のスイッチ装置を用いる場合、リングポート間の中継経路20の具体的な障害箇所の候補は多く存在するため、その障害に関わらず監視ポイントが正常に動作するような事態が生じる可能性が高い。したがって、このような観点では、シャーシ型のスイッチ装置を用いる場合により有益な効果が得られる。

【0087】

(実施の形態2)

《中継システム(変形例)の構成》

図11は、本発明の実施の形態2による中継システムにおいて、図2の構成例を用いた図3とは異なる動作例を示す概略図である。図11では、図3の場合と同様に、図2におけるスイッチ装置SWc, SWd, Sweの部分抽出して示され、スイッチ装置SWdの中継経路20に障害が生じている。この場合、スイッチ装置Sweは、図3の場合と同様の動作を行う。すなわち、スイッチ装置Sweは、第2監視ポイントMEPe2を介して障害(SF)を検出し、第2ポートPr[2]をブロック状態BKに制御すると共に、第1ポートPr[1](および第2ポートPr[2])からR-APS(SF)フレームを送信する。

【0088】

一方、スイッチ装置SWd(その中の図示しないリング制御部)は、図3の場合と同様に、第1監視ポイントMEPd1を介して障害(SF)を検出するが、これに応じて、図3の場合とは異なる動作を行う。すなわち、当該リング制御部は、第1監視ポイントMEPd1を介して障害(SF)を検出した場合(言い換えれば第1監視ポイントMEPd1での監視結果が疎通性無しの場合)、図11に示すように、第2監視ポイントMEPd2に、RDIフレームの送信を指示するか、または、CCMフレームの送信停止を指示する。例えば、前述したように、リングネットワークの障害判定基準にRDI状態が含まれない場合、リング制御部は、CCMフレームの送信停止を指示する。

【0089】

第2監視ポイントMEPd2は、リング制御部からの指示に応じて、RDIフレームを送信するか、または、CCMフレームの送信を停止する。その結果、スイッチ装置SWcの第1監視ポイントMEPc1は、RDIフレームを受信してRDI状態を認識するか、または、CCMフレームを所定の期間内に受信せずに、LOC状態を認識する。その結果、スイッチ装置SWc(その中の図示しないリング制御部)は、第1監視ポイントMEPc1を介して障害(SF)を検出し、第1ポートPr[1]をブロック状態BKに制御すると共に、第2ポートPr[2](および第1ポートPr[1])からR-APS(SF)フレームを送信する。

【0090】

《中継システム(変形例)の障害有り時の動作》

図12は、図2および図11の中継システムにおいて、図11に示した装置内部の障害が生じた場合の概略的な動作シーケンスの一例を示す図である。図12では、まず、オーナーノードであるスイッチ装置SWaのリングポートPr[1]、およびネイバーノードであるスイッチ装置SWbのリングポートPr[2]は、共に、ブロック状態BKに制御されている。この状態で、図11に示したように、スイッチ装置SWdは、第1監視ポイントMEPd1での監視結果が疎通性無しの場合、第2監視ポイントMEPd2に、RDIフレームの送信を指示するか、または、CCMフレームの送信停止を指示する(ステップS301)。

【0091】

ステップS301により、スイッチ装置SWcは、スイッチ装置SWdの内部障害を、擬似的に、リングポートPr[1]に接続されるリンクの障害(SF)として検出する。

10

20

30

40

50

これに応じて、スイッチ装置 SW_c は、当該リングポート $Pr[1]$ をブロック状態 BK に制御し、アドレステーブル FDB をフラッシュ（消去）する（ステップ $S302$ ）。同様に、スイッチ装置 SW_e も、スイッチ装置 SW_d の内部障害を、擬似的に、リングポート $Pr[2]$ に接続されるリンクの障害（ SF ）として検出する。これに応じて、スイッチ装置 SW_e は、当該リングポート $Pr[2]$ をブロック状態 BK に制御し、アドレステーブル（ FDB ）をフラッシュ（消去）する（ステップ $S302$ ）。

【0092】

次いで、障害（ SF ）を検出したスイッチ装置 SW_c は、ブロック状態 BK に制御したリングポートの情報（ $\{SW_c\}/\{Pr[1]\}$ ）を含む $R-APS(SF)$ フレームをリングネットワーク 10 上に送信する（ステップ $S303$ ）。同様に、スイッチ装置 SW_e も、ブロック状態 BK に制御したリングポートの情報（ $\{SW_e\}/\{Pr[2]\}$ ）を含む $R-APS(SF)$ フレームをリングネットワーク 10 上に送信する（ステップ $S303$ ）。

【0093】

スイッチ装置 SW_c 、 SW_e によって送信された $R-APS(SF)$ フレームは、ブロック状態 BK のリングポートに到達するまで、各スイッチ装置によって中継される。ここで、オーナーノードであるスイッチ装置 SW_a は、 $R-APS(SF)$ フレームを受信した場合、リングポート $Pr[1]$ のブロック状態 BK を解除し（すなわち開放状態に変更し）、アドレステーブル FDB をフラッシュ（消去）する（ステップ $S304$ ）。

【0094】

同様に、ネイバーノードであるスイッチ装置 SW_b も、 $R-APS(SF)$ フレームを受信した場合、リングポート $Pr[2]$ のブロック状態 BK を解除し（すなわち開放状態に変更し）、アドレステーブル FDB をフラッシュ（消去）する（ステップ $S304$ ）。その後は、スイッチ装置 SW_c 、 SW_e によって $R-APS(SF)$ フレームが定期的に送信され、定常状態に達する（ステップ $S305$ ）。

【0095】

図13は、図12の動作によってリングネットワークの経路切り替えが行われた後の、フレーム転送経路を示す図である。図12の動作が実行され、定常状態（ステップ $S305$ ）に達した際には、図13に示すように、スイッチ装置 SW_e とスイッチ装置 SW_c との間で、スイッチ装置 SW_a 、 SW_b を介する通信経路 45 が形成される。ユーザ網 $11e$ 、 $11a$ 、 $11b$ 、 $11c$ 間のフレーム転送は、この通信経路 45 上で行われる。その結果、例えば、ユーザ網 $11e$ からユーザ網 $11c$ に向けたフレームは、図16の場合と異なり、通信経路 45 を介して、損失することなくユーザ網 $11c$ に到達する。

【0096】

《中継装置（変形例）の内部障害時の動作》

図14は、図11の中継システムにおいて、その中継装置が備える OAM 処理部および ERP 制御部周りの図10とは異なる概略的な動作例を示す説明図である。例えば、図11におけるスイッチ装置（中継装置） SW_d は、図7および図8に示したようなシャーシ型のスイッチ装置であり、装置の内部障害に応じて、図14に示すような動作を行う。

【0097】

図14では、図10の場合と同様に、ラインカード $LC[2]$ において、第1監視ポイント $MEP1$ は、疎通性無しの監視結果を ERP 制御部（リング制御部） 38 に通知し、これに応じて、 ERP 制御部 38 は、障害（ SF ）を検出する。この際に、 ERP 制御部 38 は、図10の場合と異なり、第2監視ポイント $MEP2$ に対して、 RDI フレームの送信、または、 CCM フレームの送信停止を指示する。第2監視ポイント $MEP2$ は、この指示に応じて、第2ポート $Pr[2]$ から RDI フレームを送信するか、あるいは、第2ポート $Pr[2]$ からの CCM フレームの送信を停止する。

【0098】

以上、本実施の形態2の中継システムおよび中継装置を用いることで、実施の形態1の場合と同様の効果に加えて、次のような効果が得られる。例えば、図14に示されるよう

10

20

30

40

50

に、ラインカードLC[2]の内部インタフェース部32の障害に応じて第1監視ポイントMEP1の監視結果が疎通性無しとなっている場合を想定する。この場合、例えば、ラインカードLC[2]が備えるリングポート(第2ポート)Pr[2]と、他のラインカードが備えるユーザポートPu[1]~Pu[m]と、の間でのフレームの中継が困難となり得る。そうすると、図5に示したような通信経路25では、例えば、ユーザ網11cからユーザ網11dに向けたフレームが損失する恐れがある。そこで、本実施の形態2の方式を用いて、図13に示すような通信経路45を形成することが有益となる場合がある。

【0099】

なお、ここでは、障害(SF)時の動作例を示したが、図11において、障害回復時には、第2監視ポイントMEPd2がCCMフレーム(CCM監視区間21bcに障害が無い場合にはCCフレーム)の送信を開始すればよい。すなわち、例えば、図10のラインカードLC[2]において、ERP制御部38は、第1監視ポイントMEP1での監視結果が疎通性無しから疎通性有りに変更された場合、障害回復を検出し、第2監視ポイントMEP2に対してCCMフレーム(CCフレーム)の送信開始を指示する。

【0100】

以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。例えば、前述した実施の形態は、本発明を分かり易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、ある実施の形態の構成の一部を他の実施の形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施の形態の構成に他の実施の形態の構成を加えることも可能である。また、各実施の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。

【0101】

例えば、ここでは、リングネットワーク内にネイバーノードが設定される場合を例として説明を行ったが、ネイバーノードが設定されず、オーナーノードのみが設定される場合であっても、同様にして本実施の形態の方式を適用することが可能である。また、ERP制御部38は、必ずしも、プロセッサ部CPUで構成される必要はなく、場合によっては、専用のハードウェアで構成されてもよい。さらに、管理カードMCがERP制御部38

【符号の説明】

【0102】

- 10 リングネットワーク
- 11a~11e ユーザ網
- 12, 25, 45 通信経路
- 15ab, 15bc, 15cd, 15de, 15ae, 21ab, 21bc, 21cd, 21de, 21ae CCM監視区間
- 20 中継経路
- 26 ファブリック経路部
- 27 通信回線
- 28 管理用の通信回線
- 30 外部インタフェース部
- 31 フレーム処理部
- 32 内部インタフェース部
- 33 記憶部
- 34 FDB処理部
- 35 VIDフィルタ
- 36 OAM処理部
- 37 R-APS処理部

10

20

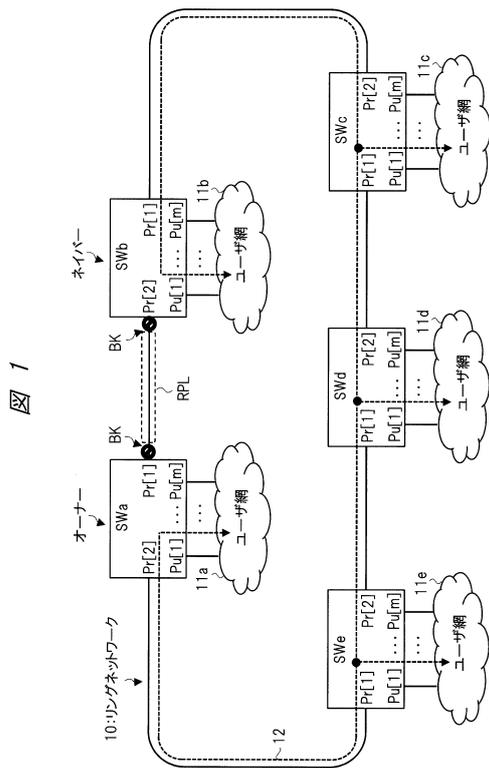
30

40

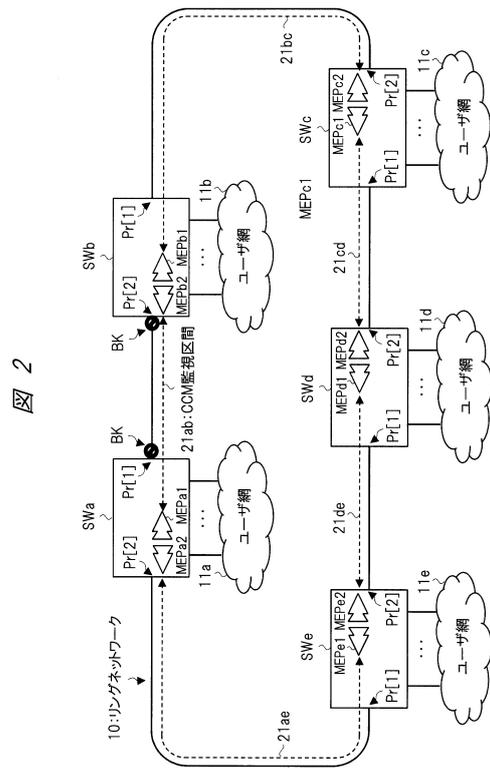
50

- 38 ERP制御部
- BK ブロック状態
- CPU プロセッサ部
- FDB アドレステーブル
- FP ファブリック用端子
- LC, LC[1] ~ LC[n] ラインカード
- MC 管理カード
- MEP1, MEP2, MEPa1 ~ MEPe1, MEPa2 ~ MEPe2, MEPa1' ~ MEPe1', MEPa2' ~ MEPe2' 監視ポイント
- MP 管理カード用端子
- P 外部ポート
- Pr[1], Pr[2] リングポート
- Pu[1] ~ Pu[m] ユーザポート
- SW, SWa ~ SWe スイッチ装置(中継装置)
- UF ユーザフレーム

【図1】

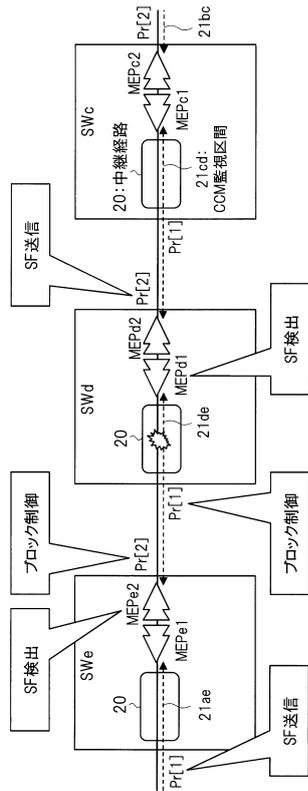


【図2】



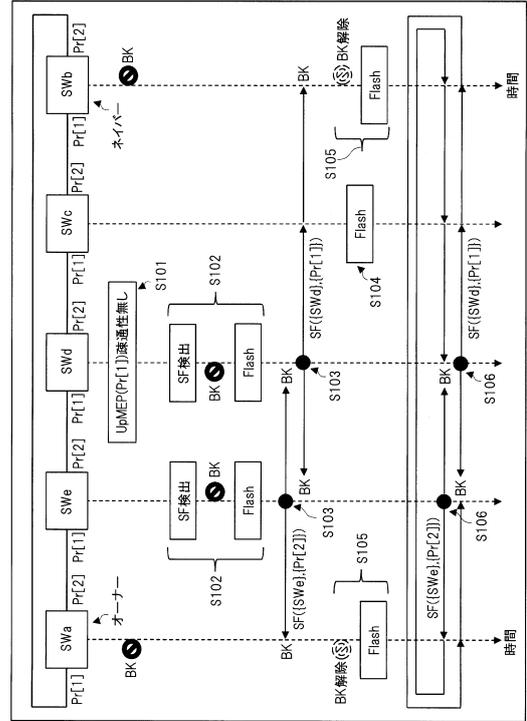
【 図 3 】

図 3



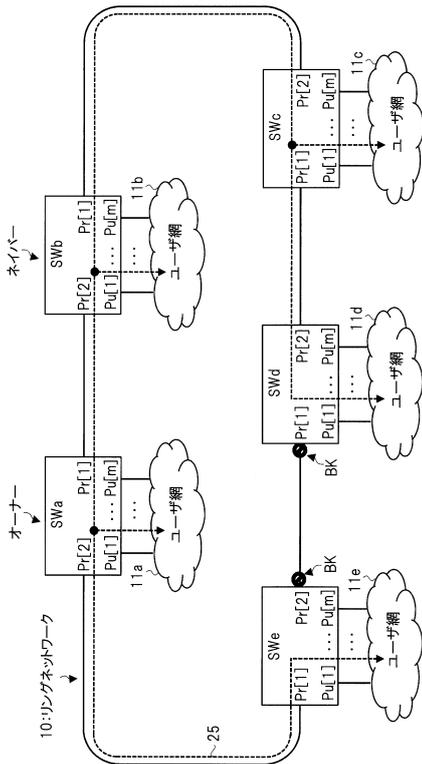
【 図 4 】

図 4



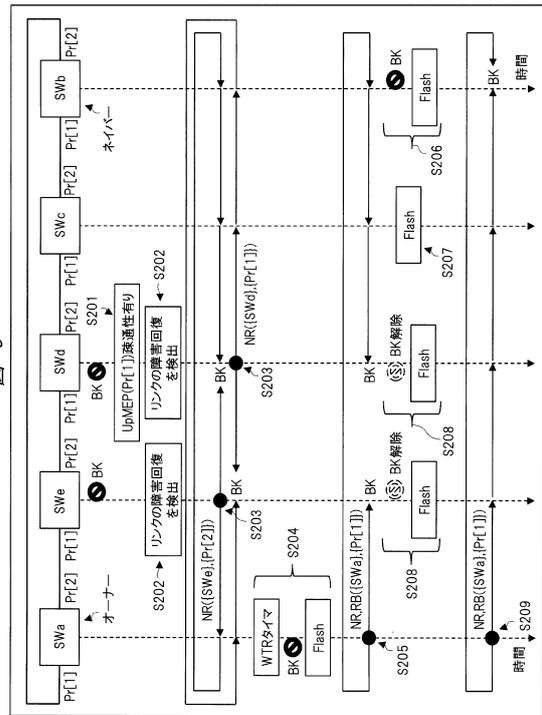
【 図 5 】

図 5

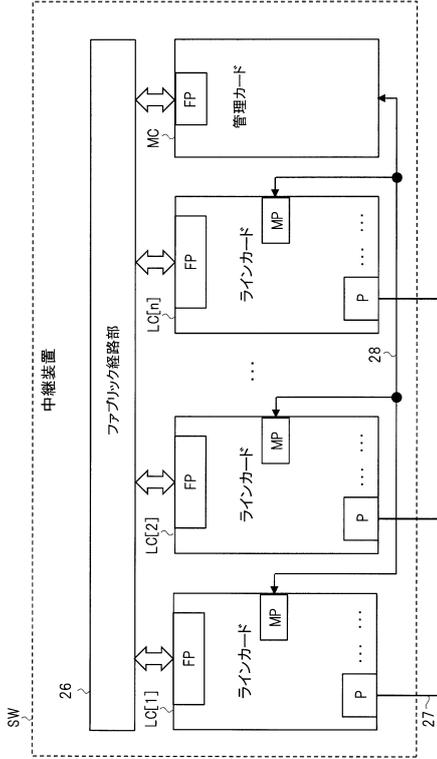


【 図 6 】

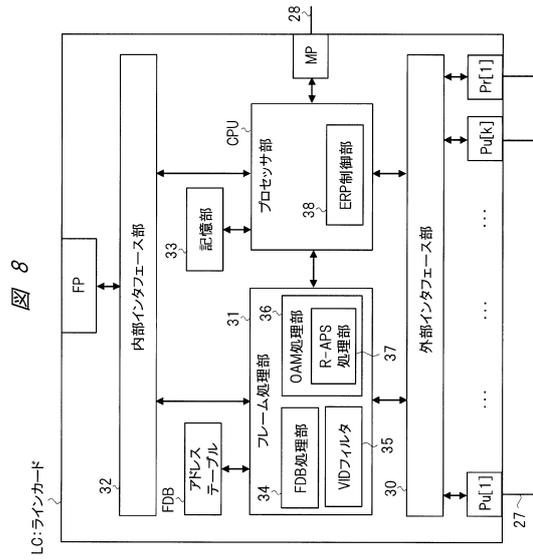
図 6



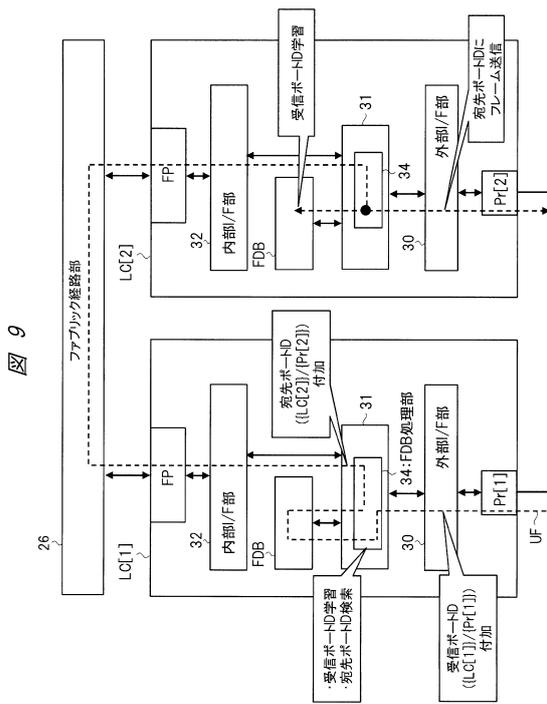
【 図 7 】



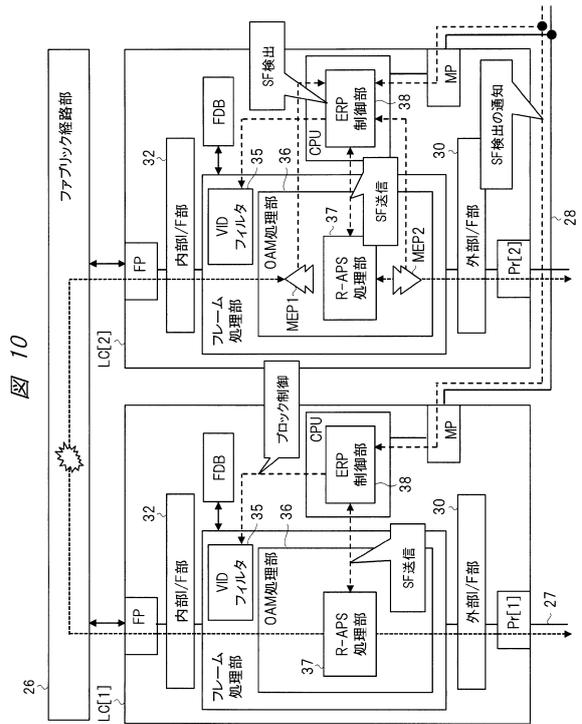
【 図 8 】



【 図 9 】

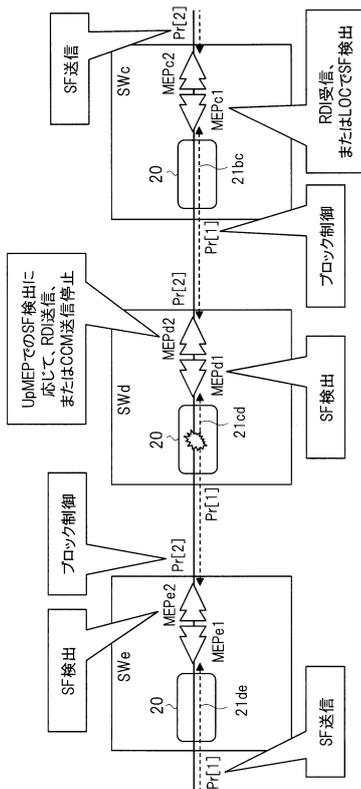


【 図 10 】



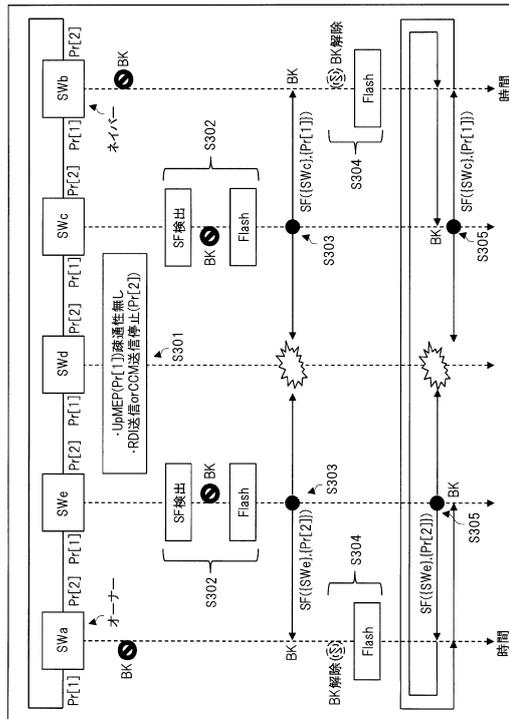
【 図 1 1 】

図 11



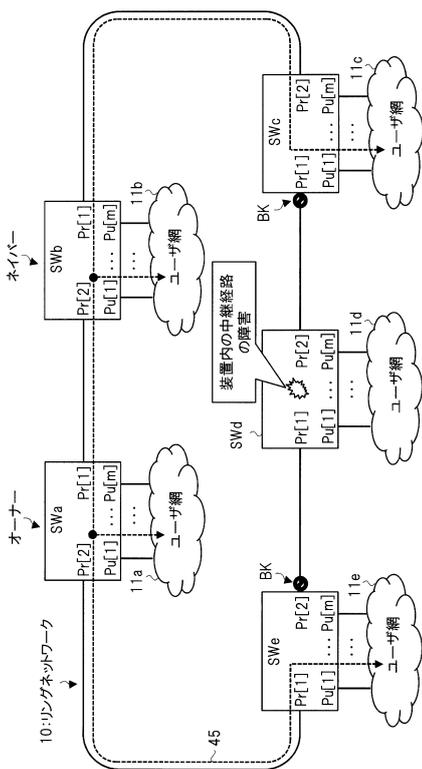
【 図 1 2 】

図 12



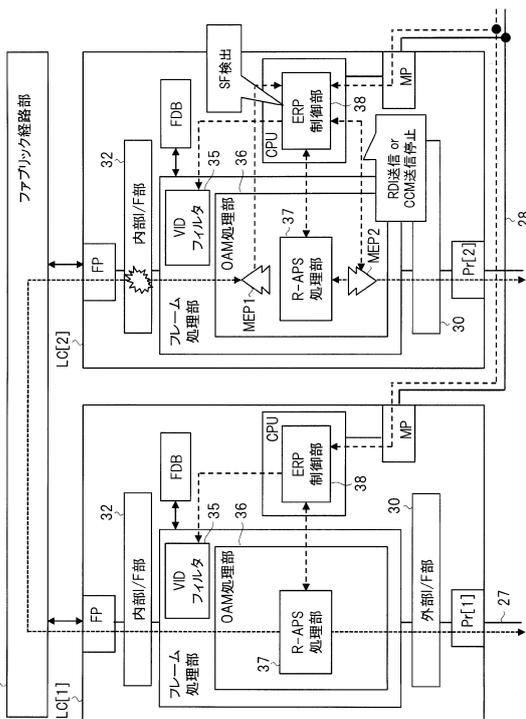
【 図 1 3 】

図 13



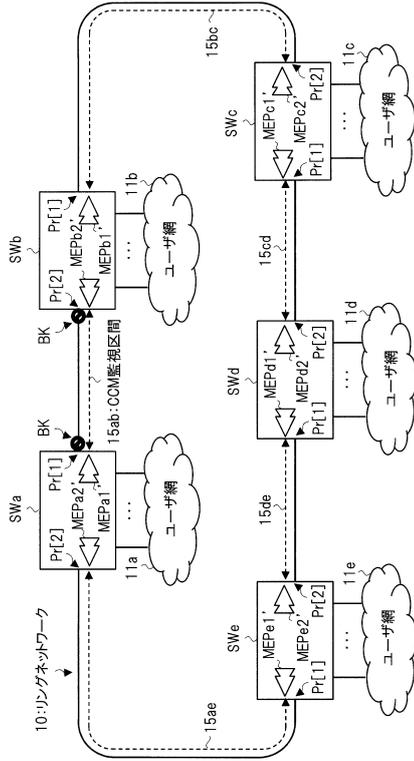
【 図 1 4 】

図 14



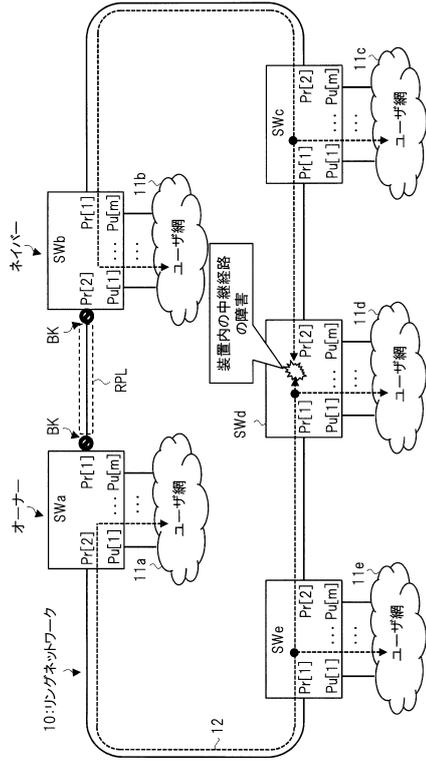
【図 15】

図 15



【図 16】

図 16



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 4 L 1 2 / 4 2

H 0 4 L 1 2 / 2 8