

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7131370号  
(P7131370)

(45)発行日 令和4年9月6日(2022.9.6)

(24)登録日 令和4年8月29日(2022.8.29)

(51)国際特許分類 F I  
H 0 4 L 12/437(2006.01) H 0 4 L 12/437 P  
H 0 4 L 41/0654(2022.01) H 0 4 L 41/0654

請求項の数 7 (全28頁)

(21)出願番号	特願2018-240286(P2018-240286)	(73)特許権者	000005223 富士通株式会社
(22)出願日	平成30年12月21日(2018.12.21)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(65)公開番号	特開2020-102777(P2020-102777 A)	(74)代理人	100087480 弁理士 片山 修平
(43)公開日	令和2年7月2日(2020.7.2)	(72)発明者	澤村 将伍 大阪府大阪市中央区城見二丁目2番53号 富士通関西中部ネットテック株式会社内
審査請求日	令和3年9月9日(2021.9.9)	(72)発明者	小野 雅之 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		(72)発明者	近藤 正憲 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 通信装置、通信システム、及び通信制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

リング回線を介し第1通信装置に接続される第1ポートと、  
前記リング回線の外部の第2通信装置と前記第1通信装置の間の第1アクセス回線に対して冗長構成された第2アクセス回線を介し前記第2通信装置に接続される第2ポートと、  
前記第1アクセス回線に関する制御信号を送受信するための制御回線を介し前記第1通信装置に接続される第3ポートと、  
前記制御回線の障害を検出する第1検出部と、  
前記第2アクセス回線の障害を検出する第2検出部と、  
前記第2アクセス回線の障害の検出に応じて前記第2アクセス回線を現用回線から予備回線に切り替える切替部と、  
前記制御回線の障害の検出中、前記第2アクセス回線の障害の検出に応じて前記第1ポートをシャットダウンする制御部とを有することを特徴とする通信装置。

10

【請求項2】

前記切替部は、前記制御回線の障害が検出されていない場合、前記第2アクセス回線の障害の検出に応じて、前記第1アクセス回線を予備回線から現用回線に切り替えるための前記制御信号を、前記制御回線を介して前記第1通信装置に送信することを特徴とする請求項1に記載の通信装置。

【請求項3】

前記通信装置の故障を検出する故障検出部を有し、

20

前記切替部は、前記第 2 アクセス回線の障害または前記故障の検出に応じて前記第 2 アクセス回線を現用回線から予備回線に切り替え、

前記制御部は、前記故障の検出に応じて前記第 1 ポート、前記第 2 ポート、及び前記第 3 ポートをそれぞれシャットダウンすることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の通信装置。

【請求項 4】

前記リング回線を介し第 3 通信装置に接続される第 4 ポートと、

前記切替部は、前記第 2 アクセス回線の障害または前記故障の何れも検出されていない場合、前記リング回線のうち、前記通信装置と前記第 1 通信装置及び前記第 3 通信装置の少なくとも一方との間の区間に障害がないとき、前記第 2 アクセス回線を現用回線に維持することを特徴とする請求項 3 に記載の通信装置。

10

【請求項 5】

前記リング回線の障害を検出するリング障害検出部を有し、

前記第 1 ポートは、前記リング回線を介して前記第 1 通信装置と主信号及び前記制御信号を送受信し、

前記第 3 ポートは、前記制御回線を介して前記第 1 通信装置と前記主信号及び前記制御信号を送受信し、

前記制御部は、

前記リング回線の障害の検出に応じて、前記第 3 ポートに前記制御信号の送受信を停止させ、前記リング回線の障害の検出中、前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて前記第 3 ポートをシャットダウンし、

20

前記制御回線の障害の検出に応じて、前記第 1 ポートに前記リング回線を介した前記制御信号の送受信を停止させ、前記制御回線の障害の検出中、前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて前記第 1 ポートをシャットダウンすることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の通信装置。

【請求項 6】

リング回線に接続された一組の通信装置を有し、

前記一組の通信装置の一方は、

前記リング回線を介し前記一組の通信装置の他方に接続される第 1 ポートと、

前記リング回線の外部の通信装置と前記通信装置の他方の間の第 1 アクセス回線に対して冗長構成された第 2 アクセス回線を介し前記外部の通信装置に接続される第 2 ポートと、前記第 1 アクセス回線に関する制御信号を送受信するための制御回線を介し前記通信装置の他方に接続される第 3 ポートと、

30

前記制御回線の障害を検出する第 1 検出部と、

前記第 2 アクセス回線の障害を検出する第 2 検出部と、

前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて前記第 2 アクセス回線を現用回線から予備回線に切り替える第 1 切替部と、

前記制御回線の障害の検出中、前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて前記第 1 ポートをシャットダウンする制御部とを有し、

前記一組の通信装置の他方は、

前記第 1 アクセス回線を介し前記外部の通信装置に接続されるアクセスポートと、

前記第 1 アクセス回線の障害を検出する第 3 検出部と、

前記第 1 ポートのシャットダウンを検出する第 4 検出部と、

前記制御回線の障害の検出中、前記第 1 アクセス回線の障害が検出されていないとき、前記第 1 ポートのシャットダウンの検出に応じて前記第 1 アクセス回線を予備回線から現用回線に切り替える第 2 切替部とを有することを特徴とする通信システム。

40

【請求項 7】

リング回線を介し第 1 通信装置に接続される第 1 ポートと、前記リング回線の外部の第 2 通信装置と前記第 1 通信装置の間の第 1 アクセス回線に対して冗長構成された第 2 アクセス回線を介し前記第 2 通信装置に接続される第 2 ポートと、前記第 1 アクセス回線に関

50

する制御信号を送受信するための制御回線を介し前記第 1 通信装置に接続される第 3 ポートとを有する通信装置を用いて、

前記制御回線の障害を検出し、

前記第 2 アクセス回線の障害を検出し、

前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて前記第 2 アクセス回線を現用回線から予備回線に切り替え、

前記制御回線の障害の検出中、前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて前記第 1 ポートをシャットダウンすることを特徴とする通信制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本件は、通信装置、通信システム、及び通信制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

リングネットワークにアクセスするアクセス回線が MC - LAG (Multi Chassis-Link Aggregation) の技術により冗長化された通信システムがある (例えば特許文献 1)。リングネットワークにおいて、冗長化されたアクセス回線にそれぞれ接続される各通信装置間の通信に障害が発生した場合、例えば ERP (Ethernet Ring Protection) の機能により主信号の経路が障害箇所の迂回経路に切り替えられる。

【0003】

20

このとき、さらに MC - LAG の監視制御機能によって、各通信装置間の冗長系の切り替えに制御信号の経路も迂回経路に切り替えられる。このため、主信号及び制御信号の切り替えの所要時間が、主信号だけの経路を切り替える場合より延びるだけでなく、制御信号の帯域が、切り替え前より経路長が延びた分だけ多くのリンクで確保されるため、主信号の帯域が減少してしまう。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2015 - 211402 号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

これに対し、各通信装置の間の通信回線を二重化し、例えば一方の通信回線を制御信号用の IPL (Intra Portal Link) として用いれば、主信号の通信回線に障害が発生しても主信号の経路のみを切り替えればよいため、切り替えの所要時間の増加と制御信号の帯域の増加が抑制される。

【0006】

しかし、IPL の通信回線に障害が発生した場合、各通信装置は、互いに制御信号を送受信できないため、冗長系の切り替えができない。したがって、さらに現用系のアクセス回線などに障害が発生すると、主信号の通信を継続することができなくなるおそれがある。

40

【0007】

そこで本件は、冗長構成の相手方の通信装置に制御信号を送信できない場合に障害が発生しても主信号の通信を継続させることができる通信装置、通信システム、及び通信制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

1つの態様では、通信装置は、リング回線を介し第 1 通信装置に接続される第 1 ポートと、前記リング回線の外部の第 2 通信装置と前記第 1 通信装置の間の第 1 アクセス回線に対して冗長構成された第 2 アクセス回線を介し前記第 2 通信装置に接続される第 2 ポートと、前記第 1 アクセス回線に関する制御信号を送受信するための制御回線を介し前記第 1

50

通信装置に接続される第3ポートと、前記制御回線の障害を検出する第1検出部と、前記第2アクセス回線の障害を検出する第2検出部と、前記第2アクセス回線の障害の検出に応じて前記第2アクセス回線を現用回線から予備回線に切り替える切替部と、前記制御回線の障害の検出中、前記第2アクセス回線の障害の検出に応じて前記第1ポートをシャットダウンする制御部とを有する。

【0009】

1つの態様では、通信システムは、リング回線に接続された一組の通信装置を有し、前記一組の通信装置の一方は、前記リング回線を介し前記一組の通信装置の他方に接続される第1ポートと、前記リング回線の外部の通信装置と前記通信装置の他方の間の第1アクセス回線に対して冗長構成された第2アクセス回線を介し前記外部の通信装置に接続される第2ポートと、前記第1アクセス回線に関する制御信号を送受信するための制御回線を介し前記通信装置の他方に接続される第3ポートと、前記制御回線の障害を検出する第1検出部と、前記第2アクセス回線の障害を検出する第2検出部と、前記第2アクセス回線の障害の検出に応じて前記第2アクセス回線を現用回線から予備回線に切り替える第1切替部と、前記制御回線の障害の検出中、前記第2アクセス回線の障害の検出に応じて前記第1ポートをシャットダウンする制御部とを有し、前記一組の通信装置の他方は、前記第1アクセス回線を介し前記外部の通信装置に接続されるアクセスポートと、前記第1アクセス回線の障害を検出する第3検出部と、前記第1ポートのシャットダウンを検出する第4検出部と、前記制御回線の障害の検出中、前記第1アクセス回線の障害が検出されていないとき、前記第1ポートのシャットダウンの検出に応じて前記第1アクセス回線を予備回線から現用回線に切り替える第2切替部とを有する。

10

20

【0010】

1つの態様では、通信制御方法は、リング回線を介し第1通信装置に接続される第1ポートと、前記リング回線の外部の第2通信装置と前記第1通信装置の間の第1アクセス回線に対して冗長構成された第2アクセス回線を介し前記第2通信装置に接続される第2ポートと、前記第1アクセス回線に関する制御信号を送受信するための制御回線を介し前記第1通信装置に接続される第3ポートとを有する通信装置を用いて、前記制御回線の障害を検出し、前記第2アクセス回線の障害を検出し、前記第2アクセス回線の障害の検出に応じて前記第2アクセス回線を現用回線から予備回線に切り替え、前記制御回線の障害の検出中、前記第2アクセス回線の障害の検出に応じて前記第1ポートをシャットダウンする方法である。

30

【発明の効果】

【0011】

1つの側面として、冗長構成の相手方の通信装置に制御信号を送信できない場合に障害が発生しても通信を継続させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】通信システムの一例を示す構成図である。

【図2】通信装置の一例を示す構成図である。

【図3】制御回線の障害の発生時の通信システムの動作例を示す図である。

40

【図4】リング回線の障害の発生時の通信システムの動作例を示す図である。

【図5】アクセス回線の障害の発生時の通信システムの動作例を示す図である。

【図6】アクセス回線及び制御回線の各障害の発生時の通信システムの動作例を示す図である。

【図7】制御回線の障害とリング装置の故障の発生時の通信システムの動作例を示す図である。

【図8】状態制御部が管理するリング装置の状態の例を表す状態遷移図である。

【図9】リング装置の状態の制御処理の一例を示すフローチャートである。

【図10】現用系のリング装置の状態に応じた処理の一例を示すフローチャートである。

【図11】予備系のリング装置の状態に応じた処理の一例を示すフローチャートである。

50

【図 1 2】制御回線の障害の検出中にアクセス回線の障害が検出された場合の冗長構成のリング装置の組の動作例を示すシーケンス図である。

【図 1 3】制御回線の障害の検出中に故障が検出された場合の冗長構成のリング装置の組の動作例を示すシーケンス図である。

【図 1 4】リング装置の間のリング回線を二重化した通信システムの一例を示す構成図である。

【図 1 5】一方のリング回線の障害の発生時の通信システムの動作例を示す図である。

【図 1 6】リング装置の他の例を示す構成図である。

【図 1 7】主信号及び制御信号の制御処理の一例を示すフローチャートである。

【図 1 8】状態制御部が管理するリング装置の状態の例を表す状態遷移図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0013】

図 1 は、通信システムの一例を示す構成図である。通信システムには、パーソナルコンピュータやスマートフォンなどの端末装置 90, 91、アクセス装置 92, 93、及びリングネットワーク NW を構成するリング装置 1a ~ 1d が含まれる。アクセス装置 92, 93 及びリング装置 1a ~ 1d としては、例えばレイヤ 2 スイッチが挙げられるが、これに限定されず、ルータなどの他の中継装置であってもよい。なお、リング装置 1a ~ 1d は通信装置の一例であるが、以下の例では通信装置 1a の動作を挙げて説明する。

【0014】

端末装置 90, 91 は、例えば有線 LAN (Local Area Network) または無線 LAN を介してアクセス装置 92, 93 にそれぞれ接続されている。端末装置 90 側のアクセス装置 92 は、冗長構成されたアクセス回線 La, Lb を介してリング装置 1a, 1b にそれぞれ接続され、端末装置 91 側のアクセス装置 93 は、冗長構成されたアクセス回線 Lc, Ld を介してリング装置 1c, 1d にそれぞれ接続されている。

20

【0015】

リング装置 1a ~ 1d は、例えばリングネットワーク NW で ERP (Ethernet (投資六商標、以下同様) Ring Protection) の機能を備えたリング回線 Lr に接続されている。リング装置 1a ~ 1d は、それぞれポート A1 ~ A4, B1 ~ B4, C1 ~ C4, D1 ~ D4 を有する。各ポート A1 ~ A4, B1 ~ B4, C1 ~ C4, D1 ~ D4 は、光信号を送信する送信器、及び光信号を受信する受信器などを含む。

30

【0016】

リング装置 1a のポート A2 はアクセス回線 La に接続され、リング装置 1b のポート B2 はアクセス回線 Lb に接続されている。ポート A2, B2 は、アクセス回線 La, Lb がアクセス装置 92 に対して MC-LAG を構成するように設定されている。初期状態において、アクセス回線 La は現用回線に設定され、アクセス回線 Lb は予備回線に設定されている。

【0017】

リング装置 1a のポート A3 は、制御回線 Lf を介してリング装置 1b のポート B3 と対向するように接続されている。ポート A3, B3 は、制御回線 Lf を介して、アクセス回線 La, Lb に関する制御信号 Sc を送受信する。例えば制御信号 Sc には、アクセス回線 La, Lb を予備回線から現用回線に切り替えるための障害通知などが含まれる。

40

【0018】

リング装置 1a のポート A1, A4 とリング装置 1b のポート B1, B4 は、リング回線 Lr に接続されている。ポート A1 とポート B1 は、リング回線 Lr を介して対向するように互いに接続されている。ポート A1, A4, B1, B4 は、端末装置 90, 91 が送信したデータが含まれる主信号 Sg を、リング回線 Lr を介し送受信する。

【0019】

また、リング装置 1c のポート C2 はアクセス回線 Lc に接続され、リング装置 1d のポート D2 はアクセス回線 Ld に接続されている。ポート C2, D2 は、アクセス回線 Lc, Ld がアクセス装置 93 に対して MC-LAG を構成するように設定されている。初

50

期状態において、アクセス回線 L c は現用回線に設定され、アクセス回線 L d は予備回線に設定されている。なお、リング装置 1 a , 1 b の組、及びリング装置 1 c , 1 d の組は、それぞれ、通信システムの一例であるが、以下の例ではリング装置 1 a , 1 b の組の動作を挙げる。

【 0 0 2 0 】

リング装置 1 c のポート C 3 は、制御回線 L e を介してリング装置 1 d のポート D 3 と対向するように接続されている。ポート C 3 , D 3 は、ポート A 3 , B 3 と同様に、制御回線 L e を介して、アクセス回線 L c , L d に関する制御信号を送受信する。

【 0 0 2 1 】

リング装置 1 c のポート C 1 , C 4 とリング装置 1 d のポート D 1 , D 4 は、リング回線 L r に接続されている。ポート C 1 とポート D 1 は、また、ポート C 4 はリング回線 L r を介してポート B 4 と対向するように接続され、ポート D 4 はリング回線 L r を介してポート A 4 と対向するように接続されている。リング回線 L r を介して対向するように互いに接続されている。ポート C 1 , C 4 , D 1 , D 4 は、端末装置 9 0 , 9 1 が送信したデータが含まれる主信号を、リング回線 L r を介し送受信する。

10

【 0 0 2 2 】

各端末装置 9 0 , 9 1 は、一例として経路 R を介して互いに通信する。経路 R は、アクセス回線 L a , L c、及びリング装置 1 a , 1 b , 1 c 間のリング回線 L r を経由する。また、リング装置 1 d のポート D 1 とリング装置 1 c のポート C 1 の間は、主信号がリング回線 L r をループし続けないようにブロッキングポイント B P に設定されている。このため、ポート C 1 , D 1 は主信号を送受信することができない。

20

【 0 0 2 3 】

次に通信装置 1 a ~ 1 d の構成を述べる。以下の例では通信装置 1 a を例に挙げるが、他の通信装置 1 b ~ 1 d も通信装置 1 a と同様の構成を有する。

【 0 0 2 4 】

図 2 は、通信装置 1 a の一例を示す構成図である。通信装置 1 a は、CPU (Central Processing Unit) 1 0、ROM (Read Only Memory) 1 1、RAM (Random Access Memory) 1 2、ハードウェアインターフェース部 (HW - IF) 1 3、スイッチ (SW) デバイス 1 4、スイッチメモリ 1 5、及びポート A 1 ~ A 4 を有する。CPU 1 0 は、互いに信号の入出力ができるように、ROM 1 1、RAM 1 2、及び HW - IF 1 3 と、バス 1 9 を介して接続されている。

30

【 0 0 2 5 】

ROM 1 1 は、CPU 1 0 を駆動するプログラムが格納されている。プログラムには、実施例の通信制御方法を実行するためのソフトウェアなどが含まれる。RAM 1 2 は、CPU 1 0 のワーキングメモリとして機能する。

【 0 0 2 6 】

HW - IF 1 3 は、CPU 1 0 と、スイッチデバイス 1 4 及びポート A 1 ~ A 4 との間の通信を処理する。HW - IF 1 3 は、例えば FPG A (Field Programmable Gate Array) や A S I C (Application Specified Integrated Circuit) などのハードウェアから構成される回路である。

40

【 0 0 2 7 】

ポート A 1 ~ A 4 は、例えば LAN (Local Area Network) ポートであり、イーサネット (登録商標、以下同様) 信号を送受信する光送受信器 (不図示) を有する。イーサネット信号には、主信号 S g だけでなく、ERP により主信号 S g の経路切り替えに関わる監視制御データも含まれる。

【 0 0 2 8 】

ポート A 1 は、第 1 ポートの一例であり、リング回線 L r を介し通信装置 1 b のポート B 1 に接続される。なお、通信装置 1 b は第 1 通信装置の一例である。

【 0 0 2 9 】

ポート A 2 は、第 2 ポートの一例であり、アクセス回線 L a を介しアクセス装置 9 2 に

50

接続される。アクセス回線 L a は、上述したように、アクセス装置 9 2 とリング装置 1 b の間のアクセス回線 L b に対して冗長構成されている。なお、アクセス装置 9 2 は、リング回線 L r の外部の第 2 通信装置の一例であり、アクセス回線 L a , L b は、それぞれ、第 2 アクセス回線及び第 1 アクセス回線の一例である。また、リング装置 1 b のポート B 2 は、アクセス回線 L b を介してアクセス装置 9 2 に接続されるアクセスポートの一例である。

**【 0 0 3 0 】**

ポート A 3 は、第 3 ポートの一例であり、制御回線 L f を介しリング装置 1 b のポート B 3 に接続される。制御回線 L f は、例えば I P L として構成される。このため、制御回線 L f には、主信号 S g は流れず、制御信号 S c だけが流れる。

10

**【 0 0 3 1 】**

ポート A 4 は、第 4 ポートの一例であり、リング回線 L r を介しリング装置 1 d のポート D 4 に接続される。主信号 S g の経路 R がポート A 4 , D 4 を経由する場合、ポート A 4 , D 4 は、リング回線 L r を介して主信号 S g を送受信する。なお、通信装置 1 d は第 3 通信装置の一例である。

**【 0 0 3 2 】**

スイッチデバイス 1 4 は、ポート A 1 ~ A 4 にそれぞれ接続されている。スイッチデバイス 1 4 は、ポート A 1 ~ A 4 ごとの通信の状態を監視する監視回路 1 4 1 ~ 1 4 4 を有する。例えば監視回路 1 4 1 ~ 1 4 4 は、アクセス回線 L a 及びリング回線 L r による通信のビットエラーレートや光の入出力の断などを検出して警報を出力する。

20

**【 0 0 3 3 】**

また、スイッチデバイス 1 4 は、ポート A 1 , A 2 , A 4 の間で主信号 S g を交換する。図 1 に示される経路 R に沿って主信号 S g が転送される場合、スイッチデバイス 1 4 は、ポート A 1 , A 2 の間で主信号 S g を転送する。なお、スイッチデバイス 1 4 は、例えば F P G A や A S I C などのハードウェアから構成される回路である。

**【 0 0 3 4 】**

また、スイッチデバイス 1 4 には、アドレス学習テーブル ( T B L ) 1 5 1 が格納されたスイッチメモリ 1 5 が接続されている。スイッチデバイス 1 4 は、主信号 S g のイーサネット信号のアドレスを学習してアドレス学習テーブル 1 5 1 に記憶させる。アドレス学習テーブル 1 5 1 には、例えば各ポート A 1 , A 2 , A 4 から転送される主信号 S g の宛先アドレスが登録されている。

30

**【 0 0 3 5 】**

スイッチデバイス 1 4 は、アドレス学習テーブル 1 5 1 に従って主信号 S g をポート A 1 , A 2 , A 4 の間で転送する。スイッチデバイス 1 4 は、 C P U 1 0 から E R P の機能による経路 R の切り替えが指示された場合、アドレス学習テーブル 1 5 1 の内容を初期化してアドレスを再学習する。

**【 0 0 3 6 】**

また、スイッチデバイス 1 4 は、ポート A 3 を介して制御信号 S c を送受信する。スイッチデバイス 1 4 は、受信した制御信号 S c を、 H W - I F 1 3 を介して C P U 1 0 に出力する。一方、送信される制御信号 S c は、 C P U 1 0 から H W - I F 1 3 を介してスイッチデバイス 1 4 に入力される。

40

**【 0 0 3 7 】**

C P U 1 0 は、 R O M 1 1 からプログラムを読み込むと、機能として、状態制御部 1 0 0、故障検出部 1 0 1、M C L A G 制御部 1 0 2、E R P 制御部 1 0 3、及び障害検出部 1 0 4 ~ 1 0 7 が形成される。

**【 0 0 3 8 】**

障害検出部 1 0 4 は、第 1 検出部の一例であり、監視回路 1 4 3 から警報を収集することにより制御回線 L f の障害を検出する。障害検出部 1 0 4 は、例えば冗長構成の相手方のリング装置 1 b との間で制御信号 S c の同期外れを条件として制御回線 L f の障害を検出する。制御回線 L f の障害としては、制御回線 L f の光ファイバの断、及びポート A 3

50

、B 3 の故障が挙げられる。

【 0 0 3 9 】

障害検出部 1 0 5 は、第 2 検出部の一例であり、監視回路 1 4 2 から警報を収集することによりアクセス回線 L a の障害を検出する。アクセス回線 L a の障害としては、アクセス回線 L a の光ファイバの断、及びポート A 4 の故障が挙げられる。なお、リング装置 1 b の障害検出部 1 0 5 は、アクセス回線 L b の障害を検出する第 3 検出部の一例である。

【 0 0 4 0 】

故障検出部 1 0 1 はリング装置 1 a の故障を検出する。故障検出部 1 0 1 は、例えば監視対象の回路からの周期的な検査信号が途絶えたことを条件として故障を検出する。

【 0 0 4 1 】

障害検出部 1 0 6 は、リング障害検出部の一例であり、監視回路 1 4 1 から警報を収集することによりポート A 1 側のリング回線 L r の障害を検出する。ポート A 1 側のリング回線 L r の障害としては、ポート A 1 , B 1 の間の光ファイバの断、及びポート A 1 の故障が挙げられる。

【 0 0 4 2 】

障害検出部 1 0 7 は、監視回路 1 4 4 から警報を収集することによりポート A 4 側のリング回線 L r の障害を検出する。ポート A 4 側のリング回線 L r の障害としては、ポート A 4 , D 4 の間の光ファイバの断、及びポート A 4 の故障が挙げられる。

【 0 0 4 3 】

状態制御部 1 0 0 は、M C L A G 制御部 1 0 2 及び E R P 制御部 1 0 3 と連携して、所定の条件に応じてリング装置 1 a の状態を制御する。状態制御部 1 0 0 は、リング装置 1 a の状態に応じて各ポート A 1 ~ A 4 を制御する。

【 0 0 4 4 】

M C L A G 制御部 1 0 2 は、障害検出部 1 0 4 , 1 0 5 及び故障検出部 1 0 1 の検出結果に従って、M C - L A G により冗長構成されたアクセス回線 L a , L b の冗長系の切り替え制御を行う。M C L A G 制御部 1 0 2 は、障害検出部 1 0 4 により制御回線 L f の障害が検出されていない場合、制御回線 L f を介してリング装置 1 b との通信を行う。

【 0 0 4 5 】

例えば M C L A G 制御部 1 0 2 は、制御回線 L f の障害が検出されていない場合、障害検出部 1 0 5 によるアクセス回線 L a の障害の検出に応じて、その障害通知を含む制御信号 S c を生成し、H W - I F 1 3 を介してスイッチデバイス 1 4 に出力する。これにより、アクセス回線 L a の障害通知は、制御回線 L f を介してポート A 3 から冗長構成の相手方のリング装置 1 b に送信される。

【 0 0 4 6 】

リング装置 1 b のポート B 3 は、障害通知を含む制御回線 L f を受信する。スイッチデバイス 1 4 は、ポート B 3 から入力された障害通知を、H W - I F 1 3 を介して C P U 1 0 に出力する。リング装置 1 b の M C L A G 制御部 1 0 2 は、障害通知に応じてアクセス回線 L b を予備回線から現用回線に切り替える。このとき、M C L A G 制御部 1 0 2 は、アクセス回線 L b のポート B 2 を通信不可能な状態から通信可能な状態に制御する。なお、リング装置 1 b の M C L A G 制御部 1 0 2 は第 2 切替部の一例である。

【 0 0 4 7 】

このように、リング装置 1 a の M C L A G 制御部 1 0 2 は、アクセス回線 L b を予備回線から現用回線に切り替えるための制御信号 S c を、制御回線 L f を介して隣接ノードのリング装置 1 b に送信する。このため、主信号 S g の経路 R において、障害のアクセス回線 L a が、障害のないアクセス回線 L b に切り替わることにより主信号 S g の通信が障害後も継続される。なお、M C L A G 制御部 1 0 2 は切替部及び第 1 切替部の一例である。

【 0 0 4 8 】

また、リング装置 1 a の M C L A G 制御部 1 0 2 は、制御回線 L f の障害の有無によらず、障害検出部 1 0 5 によるアクセス回線 L a の障害の検出に応じてアクセス回線 L a を現用回線から予備回線に切り替える。このとき、M C L A G 制御部 1 0 2 は、アクセス回

10

20

30

40

50

線 L a のポート A 2 を通信可能な状態から通信不可能な状態に制御する。

【 0 0 4 9 】

このように、リング装置 1 a は、アクセス回線 L a の障害が発生した場合、現用系から予備系に切り替わる。

【 0 0 5 0 】

しかし、リング装置 1 a は、制御回線 L f の障害の発生中、アクセス回線 L a の障害が発生すると、制御回線 L f を介して冗長構成の相手方のリング装置 1 b に障害通知を送信することができない。

【 0 0 5 1 】

そこで、状態制御部 1 0 0 は、制御回線 L f の障害の検出中、アクセス回線 L a の障害の検出に応じてポート A 1 をシャットダウンする。状態制御部 1 0 0 は、例えば HW - I F 1 3 を介してポート A 1 を通信可能な状態から通信不可能な状態に制御する。これにより、ポート A 1 は主信号 S g の送受信を停止する。

10

【 0 0 5 2 】

冗長構成の相手方のリング装置 1 b では、監視回路 1 4 1 が、例えばポート A 1 からの光入力が途絶えたことからポート A 1 のシャットダウンを検出する。障害検出部 1 0 6 は、監視回路 1 4 1 からシャットダウンの警報を取得して E R P 制御部 1 0 3 に通知する。なお、監視回路 1 4 1 は、シャットダウンを検出する第 4 検出部の一例である。

【 0 0 5 3 】

リング装置 1 b の状態制御部 1 0 0 は、E R P 制御部 1 0 3 と連携することで、制御回線 L f の障害の検出中、障害検出部 1 0 5 によりアクセス回線 L b の障害が検出されていない場合、ポート A 1 のシャットダウンの検出に応じてアクセス回線 L b を予備回線から現用回線に切り替える。このため、アクセス装置 9 2 は、障害中のアクセス回線 L a に代えて、アクセス回線 L b を介しリング装置 1 b と通信することができる。

20

【 0 0 5 4 】

このため、リング装置 1 a は、冗長構成の相手方のリング装置 1 b に制御信号 S c を送信できない場合に障害が発生しても通信を継続させることができる。なお、状態制御部 1 0 0 は、ポート A 1 をシャットダウンする制御部の一例である。

【 0 0 5 5 】

また、M C L A G 制御部 1 0 2 は、故障検出部 1 0 1 により故障が検出された場合もアクセス回線 L a を現用回線から予備回線に切り替える。このとき、状態制御部 1 0 0 は、故障時の主信号 S g 及び制御信号 S c の送信により他のリング装置 1 a ~ 1 d 及びアクセス装置 9 2 に故障が影響しないように全てのポート A 1 ~ A 4 をシャットダウンする。リング装置 1 b の M C L A G 制御部 1 0 2 は、ポート A 1 のシャットダウンの検出に応じてアクセス回線 L b を予備回線から現用回線に切り替える。

30

【 0 0 5 6 】

このため、一方のリング装置 1 a が故障しても、他方のリング装置 1 b が通信を継続することができる。しかし、リング装置 1 a は、制御回線 L f の障害の発生中に故障が発生すると、制御信号 S c を冗長構成の相手方のリング装置 1 b に送信することができない。

【 0 0 5 7 】

そこで、リング装置 1 a の状態制御部 1 0 0 は、故障検出部 1 0 1 による故障の検出に応じて全てのポート A 1 ~ A 4 をシャットダウンする。このとき、状態制御部 1 0 0 は、HW - I F 1 3 を介してポート A 1 ~ A 4 を通信可能な状態から通信不可能な状態に制御する。

40

【 0 0 5 8 】

このため、相手方のリング装置 1 b の M C L A G 制御部 1 0 2 は、ポート A 1 のシャットダウンの検出に応じてアクセス回線 L b を予備回線から現用回線に切り替える。したがって、冗長系の一方のリング装置 1 a は、故障が発生しても他方のリング装置 1 b に通信を継続させることができる。

【 0 0 5 9 】

50

また、リング装置 1 a は、全てのポート A 1 ~ A 4 をシャットダウンするため、例えば故障で生じた異常な主信号 S g または制御信号 S c の送信によりアクセス装置 9 2 及び他のリング装置 1 b ~ 1 d に故障が波及することが抑制される。

【 0 0 6 0 】

E R P 制御部 1 0 3 は、障害検出部 1 0 6 , 1 0 7 及び故障検出部 1 0 1 の検出結果に従って、リング回線 L r による主信号 S g の通信を制御する。E R P 制御部 1 0 3 は、障害検出部 1 0 6 , 1 0 7 によるリング回線 L r の障害の検出に応じて主信号 S g の経路 R を切り替える。E R P 制御部 1 0 3 は、切り替え後の経路 R に応じてブロッキングポイント B P を設定する。このため、リング回線 L r のうち、リング装置 1 a , 1 b の間またはリング装置 1 a , 1 c の間の区間に障害が発生しても、リング回線 L r 内の通信は継続する。

10

【 0 0 6 1 】

また、M C L A G 制御部 1 0 2 は、アクセス回線 L a の障害またはリング装置 1 a の故障の何れも検出されていない場合、リング回線 L r のうち、リング装置 1 a とリング装置 1 b 及び通信装置 1 d の少なくとも一方との間の区間に障害がないとき、アクセス回線 L c を現用回線に維持する。

【 0 0 6 2 】

制御回線 L f には主信号 S g が流れていないため、リング装置 1 a は、制御回線 L f の障害が発生中であっても、アクセス回線 L a の障害またはリング装置 1 a の故障が発生しない限り、ポート A 1 , A 4 の少なくとも一方からリング回線 L r を介して主信号 S g の通信を継続することができる。このため、M C L A G 制御部 1 0 2 は、アクセス回線 L a を現用回線から予備回線に切り替えず、その所要時間を省くことができる。

20

【 0 0 6 3 】

次にリング装置 1 a の障害及び故障の発生時の動作例を挙げる。なお、以下の各動作例について、通信システムの初期状態は、図 1 に示される通りである。

【 0 0 6 4 】

( 制御回線 L f の障害の発生時 )

図 3 は、制御回線 L f の障害の発生時の通信システムの動作例を示す図である。図 3 において図 1 と共通する構成には同一の符号を付し、その説明は省略する。

【 0 0 6 5 】

バツ印 ( x ) は障害の発生箇所を表す。なお、これは以降の動作例においても同様である。本例では、制御回線 L f に障害が発生しているが、アクセス回線 L a 及びリング回線 L r には障害が発生しておらず、また、リング装置 1 a の故障も発生していない。

30

【 0 0 6 6 】

このため、リング装置 1 a の M C L A G 制御部 1 0 2 は、アクセス回線 L a を現用回線に維持する。したがって、アクセス回線 L a を予備回線に切り替える所要時間が省かれる。また、リング装置 1 a , 1 b は、制御回線 L f に障害が発生しても、障害箇所を迂回するようにリング回線 L r に制御信号 S c の経路を設定せず、制御信号 S c の送受信を停止する。このため、制御回線 L f の障害がリング回線 L r の主信号 S g に影響することが抑制される。

40

【 0 0 6 7 】

( リング回線 L r の障害の発生時 )

図 4 は、リング回線 L r の障害の発生時の通信システムの動作例を示す図である。図 4 において図 1 と共通する構成には同一の符号を付し、その説明は省略する。

【 0 0 6 8 】

本例では、リング回線 L r のポート A 1 , B 1 の間の区間において障害が発生しているが、アクセス回線 L a 及びリング回線 L r のポート A 4 , D 4 の間の区間には障害が発生しておらず、また、リング装置 1 a の故障も発生していない。このため、リング装置 1 a の M C L A G 制御部 1 0 2 は、アクセス回線 L a を現用回線に維持する。

【 0 0 6 9 】

50

リング装置 1 a , 1 b の E R P 制御部 1 0 3 は、障害検出部 1 0 6 によりリング回線 L r の上記の区間の障害が検出されると、ポート A 4 , B 4 を介して他のリング装置 1 d , 1 c にそれぞれ通知する。各リング装置 1 a ~ 1 d の E R P 制御部 1 0 3 は、障害の発生箇所を迂回するように経路 R を切り替える。このとき、各リング装置 1 a ~ 1 d の E R P 制御部 1 0 3 は、ブロッキングポイント B P をリング回線 L r の障害の発生箇所の区間に設定する。このため、切り替え後の経路 R は、アクセス装置 9 2 , 9 3 及びリング装置 1 a , 1 d を経由する。

【 0 0 7 0 】

このように、リング装置 1 a は、リング回線 L r のポート A 4 , D 4 の間の区間には障害が発生していないため、アクセス回線 L a を予備回線に切り替えずに、その区間を経由する経路 R を設定することにより主信号 S g の通信を継続することができる。このため、リング回線 L r の障害が制御回線 L f に影響することが抑制される。

10

【 0 0 7 1 】

(アクセス回線 L a の障害の発生時)

図 5 は、アクセス回線 L a の障害の発生時の通信システムの動作例を示す図である。図 5 において図 1 と共通する構成には同一の符号を付し、その説明は省略する。

【 0 0 7 2 】

本例では、リング装置 1 a 側のアクセス回線 L a の障害が発生しているが、制御回線 L f には障害が発生していない。また、リング装置 1 a の故障も発生していない。

【 0 0 7 3 】

このため、リング装置 1 a の M C L A G 制御部 1 0 2 は、アクセス回線 L a を現用回線から予備回線に切り替え、アクセス回線 L a の障害通知を、制御回線 L f を介して冗長構成の相手方のリング装置 1 b に送信する。リング装置 1 b の M C L A G 制御部 1 0 2 は、障害通知に応じてアクセス回線 L b を予備回線から現用回線に切り替える。

20

【 0 0 7 4 】

また、リング装置 1 a , 1 b の E R P 制御部 1 0 3 は、M C L A G 制御部 1 0 2 と連携し、アクセス回線 L a , L b の冗長系の切り替えに従って主信号 S g の経路 R を切り替える。このため、アクセス回線 L a の障害の発生後も主信号 S g の通信が継続される。

【 0 0 7 5 】

(アクセス回線 L a 及び制御回線 L f の各障害の発生時)

図 6 は、アクセス回線 L a 及び制御回線 L f の各障害の発生時の通信システムの動作例を示す図である。図 6 において図 1 と共通する構成には同一の符号を付し、その説明は省略する。

30

【 0 0 7 6 】

本例は、図 3 に示される状態において、アクセス回線 L a の障害が発生した場合である。リング装置 1 a の M C L A G 制御部 1 0 2 は、アクセス回線 L a の障害の検出に応じてアクセス回線 L a を現用回線から予備回線に切り替える。しかし、リング装置 1 a は、制御回線 L f の障害のため、アクセス回線 L a の障害通知を含む制御信号 S c を冗長構成の相手方のリング装置 1 b に送信することができない。

【 0 0 7 7 】

このため、リング装置 1 a の状態制御部 1 0 0 は、制御回線 L f の障害の検出中、アクセス回線 L a の障害の検出に応じてポート A 1 をシャットダウンする。

40

【 0 0 7 8 】

冗長構成の相手方のリング装置 1 b の M C L A G 制御部 1 0 2 は、制御回線 L f の障害の検出中、障害検出部 1 0 5 によりアクセス回線 L b の障害が検出されていないとき、ポート A 1 のシャットダウンの検出に応じてアクセス回線 L b を予備回線から現用回線に切り替える。例えば M C L A G 制御部 1 0 2 は、シャットダウンの要因がリング装置 1 b にはないことを条件としてアクセス回線 L b を予備回線から現用回線に切り替える。

【 0 0 7 9 】

このため、リング装置 1 a は、冗長構成の相手方のリング装置 1 b に制御信号 S c を送

50

信することができない場合でも、ポート A 1 のシャットダウンにより障害を通知することができるため、リング装置 1 b に通信を継続させることができる。なお、本例では、各リング装置 1 a , 1 b の E R P 制御部 1 0 3 は、図 5 に示される動作例の場合と同様に、主信号 S g の経路 R 及びブロッキングポイント B P を切り替える。

【 0 0 8 0 】

また、リング装置 1 a , 1 b は、上記の動作により現用系及び予備系が入れ替わる。このため、リング装置 1 a , 1 b の両方が現用系となることが抑制されるので、アクセス装置 9 2 及びリング装置 1 a , 1 b を経由する主信号 S g のループが発生することが抑制される。

【 0 0 8 1 】

( 制御回線 L f の障害とリング装置 1 a の故障の発生時 )

図 7 は、制御回線 L f の障害とリング装置 1 a の故障の発生時の通信システムの動作例を示す図である。図 7 において図 1 と共通する構成には同一の符号を付し、その説明は省略する。

【 0 0 8 2 】

本例は、図 3 に示される状態において、リング装置 1 a の故障が発生した場合である。リング装置 1 a は、制御回線 L f の障害に加えて故障のため、冗長構成の相手方のリング装置 1 b に故障を通知することができない。

【 0 0 8 3 】

リング装置 1 a の状態制御部 1 0 0 は、故障の検出に応じてポート A 1 ~ A 4 をそれぞれシャットダウンする。冗長構成の相手方のリング装置 1 b は、ポート A 1 のシャットダウンの検出に応じて、上記の動作例と同様にアクセス回線 L b を予備回線から現用回線に切り替えるため、通信を継続させることが可能である。

【 0 0 8 4 】

また、リング装置 1 a は全てのポート A 1 ~ A 4 をシャットダウンするため、故障により生じ得る異常な主信号 S g 及び制御信号 S c の送信が抑制される。このため、リング装置 1 a の故障が他のリング装置 1 b ~ 1 d に影響することが抑制される。

【 0 0 8 5 】

( C P U 1 0 の処理 )

次に C P U 1 0 の処理について述べる。

【 0 0 8 6 】

図 8 は、状態制御部 1 0 0 が管理するリング装置 1 a ~ 1 d の状態の例を表す状態遷移図である。リング装置 1 a ~ 1 d の状態としては、一例として正常状態、非同期状態、アクセス回線障害状態、及び故障状態が規定されている。各状態の間を結ぶ矢印には、遷移条件となるイベントが記載されている。

【 0 0 8 7 】

正常状態は、リング装置 1 a ~ 1 d に障害及び故障が発生していない通常の状態である。非同期状態は、制御回線 L f , L e の障害のためにリング装置 1 a , 1 b の間、またはリング装置 1 c , 1 d の間で制御信号 S c の同期が外れている状態である。

【 0 0 8 8 】

アクセス回線障害状態は、アクセス回線 L a ~ L d に障害が発生中である状態である。故障状態は、リング装置 1 a ~ 1 d に故障が発生中である状態である。

【 0 0 8 9 】

状態制御部 1 0 0 は、正常状態において、制御回線 L f , L e の障害の発生 ( 「制御回線障害発生」参照 ) に応じて、リング装置 1 a ~ 1 d の状態を非同期状態に遷移させる。一方、状態制御部 1 0 0 は、非同期状態において、制御回線 L f , L e の障害の復旧 ( 「制御回線障害復旧」参照 ) に応じて、リング装置 1 a ~ 1 d の状態を通常状態に遷移させる。

【 0 0 9 0 】

また、状態制御部 1 0 0 は、正常状態において、アクセス回線 L a ~ L d の障害の発生

10

20

30

40

50

(「アクセス回線障害発生」参照)に応じて、リング装置1 a ~ 1 dの状態をアクセス回線障害状態に遷移させる。一方、状態制御部1 0 0は、アクセス回線障害状態において、アクセス回線L a ~ L dの障害の復旧(「アクセス回線障害復旧」参照)に応じて、リング装置1 a ~ 1 dの状態を通常状態に遷移させる。

【0 0 9 1】

また、状態制御部1 0 0は、非同期状態において、アクセス回線L a ~ L dの障害の発生(「アクセス回線障害発生」参照)に応じて、リング装置1 a ~ 1 dの状態をアクセス回線障害状態に遷移させる。一方、状態制御部1 0 0は、アクセス回線障害状態において、制御回線L f , L eの障害の発生(「制御回線障害発生」参照)とアクセス回線L a ~ L dの障害(「アクセス回線障害復旧」参照)に応じて、リング装置1 a ~ 1 dの状態を非同期状態に遷移させる。

10

【0 0 9 2】

また、状態制御部1 0 0は、正常状態、アクセス回線障害状態、及び非同期状態において、リング装置1 a ~ 1 dの故障の検出に応じて、リング装置1 a ~ 1 dの状態を装置故障状態に遷移させる。なお、リング装置1 a ~ 1 dの故障は復旧しないため、状態制御部1 0 0は、リング装置1 a ~ 1 dの状態が装置故障状態に遷移すると、状態遷移の制御を停止する。この場合、故障したリング装置1 a ~ 1 dは新しい他のリング装置に交換される。

【0 0 9 3】

図9は、リング装置1 a ~ 1 dの状態の制御処理の一例を示すフローチャートである。ERP制御部1 0 3及びMCLAG制御部1 0 2は、主信号S g及び制御信号S cの導通をそれぞれ開始する(ステップS t 1)。このとき、ERP制御部1 0 3及びMCLAG制御部1 0 2は、ポートA 1 ~ A 4及びスイッチデバイス1 4などに各種の設定を行う。

20

【0 0 9 4】

次にERP制御部1 0 3は、障害検出部1 0 6 , 1 0 7によりリング回線L rの障害が検出されているか否かを判定する(ステップS t 2)。リング回線L rの障害が検出されていない場合(ステップS t 2のNo)、後述するステップS t 5以降の各処理が実行される。

【0 0 9 5】

ERP制御部1 0 3は、リング回線L rの障害が検出されている場合(ステップS t 2のYes)、リング回線L r内のブロッキングポイントB Pを変更する(ステップS t 3)。このとき、ERP制御部1 0 3は、ブロッキングポイントB Pに該当するポートA 1 ~ A 4 , B 1 ~ B 4 , C 1 ~ C 4 , D 1 ~ D 4を通信不可能な状態に制御する。

30

【0 0 9 6】

次にERP制御部1 0 3は、リング回線L r内の主信号S gの経路Rを切り替える(ステップS t 4)。このとき、ERP制御部1 0 3は、アドレス学習テーブル1 5 1をいったん初期化してスイッチデバイス1 4にアドレスを再学習させる。

【0 0 9 7】

次に状態制御部1 0 0は、障害検出部1 0 4 , 1 0 5及び故障検出部1 0 1による障害及び故障の検出結果から状態遷移の条件となるイベントが発生したか否かを判定する(ステップS t 5)。イベントが発生していない場合(ステップS t 5のNo)、再びステップS t 2以降の各処理が実行される。

40

【0 0 9 8】

状態制御部1 0 0は、イベントが発生した場合(ステップS t 5のYes)、図8に示されるように、イベントに応じてリング装置1 a ~ 1 dの状態を遷移させる(ステップS t 6)。次に状態制御部1 0 0は、リング装置1 a ~ 1 dの状態が故障状態であるか否かを判定する(ステップS t 7)。

【0 0 9 9】

リング装置1 a ~ 1 dの状態が故障状態ではない場合(ステップS t 7のNo)、再びステップS t 2以降の各処理が実行される。また、リング装置1 a ~ 1 dの状態が故障状

50

態である場合（ステップ S t 7 の Y e s ）、制御処理は終了する。このようにして、状態の制御処理は実行される。

【 0 1 0 0 】

図 1 0 は、現用系のリング装置 1 a , 1 c の状態に応じた処理の一例を示すフローチャートである。本処理は、現用系のリング装置 1 a , 1 c の状態の制御処理と同時並行で繰り返し実行される。

【 0 1 0 1 】

状態制御部 1 0 0 は、リング装置 1 a , 1 c の状態が故障状態であるか否かを判定する（ステップ S t 1 1 ）。リング装置 1 a , 1 c の状態が故障状態である場合（ステップ S t 1 1 の Y e s ）、M C L A G 制御部 1 0 2 は、状態制御部 1 0 0 の指示に従いアクセス回線 L a , L c を現用回線から予備回線に切り替える（ステップ S t 1 2 ）。次に状態制御部 1 0 0 は、全てのポート A 1 ~ A 4 , C 1 ~ C 4 をシャットダウンする（ステップ S t 1 3 ）。 10

【 0 1 0 2 】

このように、M C L A G 制御部 1 0 2 は、故障の検出に応じてアクセス回線 L a , L c を現用回線から予備回線に切り替え、状態制御部 1 0 0 は、故障の検出に応じてポート A 1 ~ A 4 , C 1 ~ C 4 をそれぞれシャットダウンする。このため、リング装置 1 a , 1 b は、冗長構成の相手方のリング装置 1 b , 1 d のアクセス回線 L b , L d を予備回線から現用回線に切り替えることができ、また、故障が他のリング装置 1 a ~ 1 d 及びアクセス装置 9 2 , 9 3 に影響することが抑制される。 20

【 0 1 0 3 】

また、状態制御部 1 0 0 は、リング装置 1 a , 1 c の状態が故障状態ではない場合（ステップ S t 1 1 の N o ）、状態が非同期状態であるか否かを判定する（ステップ S t 1 4 ）。状態制御部 1 0 0 は、リング装置 1 a , 1 c の状態が非同期状態である場合（ステップ S t 1 4 の Y e s ）、障害検出部 1 0 5 によりアクセス回線 L a , L c の障害が検出されたか否かを判定する（ステップ S t 1 5 ）。 20

【 0 1 0 4 】

アクセス回線 L a , L c の障害が検出された場合（ステップ S t 1 5 の Y e s ）、M C L A G 制御部 1 0 2 は、状態制御部 1 0 0 の指示に従いアクセス回線 L a , L c を現用回線から予備回線に切り替える（ステップ S t 1 6 ）。次に状態制御部 1 0 0 は、リング回線 L r のポート A 1 , C 1 をシャットダウンする（ステップ S t 1 7 ）。また、アクセス回線 L a , L c の障害が検出されていない場合（ステップ S t 1 5 の N o ）、処理は終了する。 30

【 0 1 0 5 】

このように、M C L A G 制御部 1 0 2 は、アクセス回線 L a , L c の障害の検出に応じてアクセス回線 L a , L c を現用回線から予備回線に切り替え、状態制御部 1 0 0 は、制御回線 L f の障害の検出中、アクセス回線 L a , L c の障害の検出に応じてポート A 1 をシャットダウンする。このため、リング装置 1 a , 1 b は、冗長構成の相手方のリング装置 1 b , 1 d のアクセス回線 L b , L d を予備回線から現用回線に切り替えることができる。 40

【 0 1 0 6 】

また、状態制御部 1 0 0 は、リング装置 1 a , 1 c の状態が非同期状態ではない場合（ステップ S t 1 4 の N o ）、状態が通常状態であるか否かを判定する（ステップ S t 1 8 ）。リング装置 1 a , 1 c の状態が通常状態ではない場合（ステップ S t 1 8 の N o ）、処理は終了する。状態制御部 1 0 0 は、リング装置 1 a , 1 c の状態が通常状態である場合（ステップ S t 1 8 の Y e s ）、障害検出部 1 0 5 によりアクセス回線 L a , L c の障害が検出されたか否かを判定する（ステップ S t 1 9 ）。 40

【 0 1 0 7 】

アクセス回線 L a , L c の障害が検出されていない場合（ステップ S t 1 9 の Y e s ）、M C L A G 制御部 1 0 2 は、状態制御部 1 0 0 の指示に従いアクセス回線 L a , L c を 50

現用回線から予備回線に切り替える（ステップ S t 2 0）。次に状態制御部 1 0 0 は、アクセス回線 L a , L c の障害通知を冗長構成の相手方のリング装置 1 b , 1 d に送信する（ステップ S t 2 1）。また、アクセス回線 L a , L c の障害が検出されていない場合（ステップ S t 1 9 の N o）、処理は終了する。

【 0 1 0 8】

このように、M C L A G 制御部 1 0 2 は、制御回線 L f , L e の障害が検出されていない場合、アクセス回線 L a , L c の障害の検出に応じて、障害通知を、制御回線 L f , L e を介して予備系のリング装置 1 b , 1 d に送信する。このため、リング装置 1 a , 1 b は、冗長構成の相手方のリング装置 1 b , 1 d のアクセス回線 L b , L d を予備回線から現用回線に切り替えることができる。このようにして、現用系のリング装置 1 a , 1 c は状態に応じて処理を実行する。

10

【 0 1 0 9】

図 1 1 は、予備系のリング装置 1 b , 1 d の状態に応じた処理の一例を示すフローチャートである。本処理は、予備系のリング装置 1 b , 1 d の状態の制御処理と同時並行で繰り返し実行される。

【 0 1 1 0】

状態制御部 1 0 0 は、リング装置 1 b , 1 d の状態が非同期状態であるか否かを判定する（ステップ S t 3 1）。状態制御部 1 0 0 は、リング装置 1 b , 1 d の状態が非同期状態である場合（ステップ S t 3 1 の Y e s）、冗長構成の相手方のリング装置 1 a , 1 c のポート A 1 , C 1 のシャットダウンが監視回路 1 4 1 により検出されているか否かを判定する（ステップ S t 3 2）。監視回路 1 4 1 は、例えばポート A 1 , C 1 からの光入力途絶えたときにシャットダウンを検出する。

20

【 0 1 1 1】

シャットダウンが検出されていない場合（ステップ S t 3 2 の N o）、処理は終了する。また、状態制御部 1 0 0 は、シャットダウンが検出されている場合（ステップ S t 3 2 の Y e s）、シャットダウンの原因となり得る警報が監視回路 1 4 1 ~ 1 4 4 から出力されているか否かを判定する（ステップ S t 3 3）。警報が出力されている場合（ステップ S t 3 3 の Y e s）、処理は終了する。

【 0 1 1 2】

シャットダウンの原因となり得る警報が出力されていない場合（ステップ S t 3 3 の N o）、M C L A G 制御部 1 0 2 は、障害検出部 1 0 5 によりアクセス回線 L b , L d の障害が検出されているか否かを判定する（ステップ S t 3 4）。アクセス回線 L b , L d の障害が検出されている場合（ステップ S t 3 4 の Y e s）、処理は終了する。

30

【 0 1 1 3】

M C L A G 制御部 1 0 2 は、アクセス回線 L b , L d の障害が検出されていない場合（ステップ S t 3 4 の N o）、アクセス回線 L b , L d を予備回線から現用回線に切り替える（ステップ S t 3 5）。次に E R P 制御部 1 0 3 は、主信号 S g の経路 R をアクセス回線 L b , L d を経由するように切り替え（ステップ S t 3 6）、処理は終了する。

【 0 1 1 4】

このように、M C L A G 制御部 1 0 2 は、制御回線 L f , L e の障害の検出中、アクセス回線 L a , L c の障害が検出されていないとき、冗長構成の相手方のリング装置 1 a , 1 c のポート A 1 , C 1 のシャットダウンの検出に応じてアクセス回線 L b , L d を予備回線から現用回線に切り替える。このため、リング装置 1 b , 1 d は主信号 S g の通信を継続することができる。

40

【 0 1 1 5】

また、状態制御部 1 0 0 は、リング装置 1 b , 1 d の状態が非同期状態ではない場合（ステップ S t 3 1 の N o）、状態が通常状態であるか否かを判定する（ステップ S t 3 7）。リング装置 1 b , 1 d の状態が通常状態ではない場合（ステップ S t 3 7 の N o）、処理は終了する。

【 0 1 1 6】

50

M C L A G 制御部 1 0 2 は、リング装置 1 b , 1 d の状態が通常状態である場合 (ステップ S t 3 7 の Y e s )、冗長構成の相手方のリング装置 1 a , 1 c からアクセス回線 L a , L c の障害通知を受信したか否かを判定する (ステップ S t 3 8 )。障害通知が受信されていない場合 (ステップ S t 3 8 の N o )、処理は終了する。また、障害通知が受信されている場合 (ステップ S t 3 8 の Y e s )、ステップ S t 3 5 , S t 3 6 の各処理が実行されて処理が終了する。このようにして、予備系のリング装置 1 b , 1 d は状態に応じた処理を実行する。

【 0 1 1 7 】

図 1 2 は、制御回線 L f の障害の検出中にアクセス回線 L a の障害が検出された場合の冗長構成のリング装置 1 a , 1 b の組の動作例を示すシーケンス図である。本例では、リング装置 1 a , 1 b の組の動作を挙げるが、他方のリング装置 1 c , 1 d の組の動作もこれと同様である。シーケンスの開始時点において、リング装置 1 a , 1 b はともに正常状態であり、リング装置 1 a は現用系であり、リング装置 1 b は予備系である。

10

【 0 1 1 8 】

現用系のリング装置 1 a は、制御回線 L f の障害を検出すると (符号 S Q 1 a )、正常状態から非同期状態に遷移する。また、予備系のリング装置 1 b は、制御回線 L f の障害を検出すると (符号 S Q 1 b )、正常状態から非同期状態に遷移する。

【 0 1 1 9 】

次に現用系のリング装置 1 a は、非同期状態においてアクセス回線 L a の障害を検出すると (符号 S Q 2 )、ポート A 1 をシャットダウンする (符号 S Q 3 )。また、リング装置 1 a は、現用系から予備系となり、状態がアクセス回線障害状態に遷移する。

20

【 0 1 2 0 】

また、予備系のリング装置 1 b は、非同期状態においてポート A 1 のシャットダウンを検出すると (符号 S Q 4 )、予備系から現用系となる。このように、リング装置 1 a , 1 b は、制御回線 L f の障害の検出中にアクセス回線 L a の障害が検出された場合、ポート A 1 のシャットダウンにより現用系及び予備系を切り替える。

【 0 1 2 1 】

図 1 3 は、制御回線 L f の障害の検出中に故障が検出された場合の冗長構成のリング装置 1 a , 1 b の組の動作例を示すシーケンス図である。図 1 3 において、図 1 2 と共通する動作には同一の符号を付し、その説明は省略する。

30

【 0 1 2 2 】

本例では、リング装置 1 a , 1 b の組の動作を挙げるが、他方のリング装置 1 c , 1 d の組の動作もこれと同様である。シーケンスの開始時点において、リング装置 1 a , 1 b はともに正常状態であり、リング装置 1 a は現用系であり、リング装置 1 b は予備系である。

【 0 1 2 3 】

現用系のリング装置 1 a は、故障を検出すると (符号 S Q 5 )、予備系となり、状態が故障状態に遷移する。さらにリング装置 1 a はポート A 1 ~ A 4 をシャットダウンする (符号 S Q 6 )。

【 0 1 2 4 】

予備系のリング装置 1 b は、非同期状態においてポート A 1 のシャットダウンを検出すると (符号 S Q 7 )、予備系から現用系となる。このように、リング装置 1 a , 1 b は、制御回線 L f の障害の検出中に故障が検出された場合、ポート A 1 のシャットダウンにより現用系及び予備系を切り替える。

40

【 0 1 2 5 】

(リング装置 1 a , 1 b の間のリング回線 L r を二重化した通信システム)

上記の通信システムにおいて、リング装置 1 a , 1 b のポート A 1 , B 1 の間は、制御信号 S c のみが流れる制御回線 L f により接続されているが、これに限定されない。例えばリング装置 1 a , 1 b のポート A 1 , B 1 の間は、主信号 S g 及び制御信号 S c の両方が流れる 2 つのリング回線により接続されてもよい。

50

## 【 0 1 2 6 】

図 1 4 は、リング装置 1 a , 1 b の間のリング回線 L r を二重化した通信システムの一例を示す構成図である。図 1 4 において、図 1 と共通する構成には同一の符号を付し、その説明は省略する。なお、本例では、一方の組のリング装置 1 a , 1 b の間のリング回線 L f 1 , L f 2 だけが二重化された構成を挙げるが、これに限定されず、他方の組もリング装置 1 c , 1 d もこれと同様に二重化することができる。

## 【 0 1 2 7 】

リング装置 1 a はポート A 1 x , A 2 , A 3 x , A 4 を有し、リング装置 1 b はポート B 1 x , B 2 , B 3 x , B 4 を有する。ポート A 3 x , B 3 x はリング回線 L f 1 を介して対向するように互いに接続され、ポート A 1 x , B 1 x はリング回線 L f 2 を介して対向するように互いに接続されている。なお、リング回線 L f 1 は制御回線の一例である。

10

## 【 0 1 2 8 】

リング回線 L f 1 , L f 2 には、障害が発生していない場合、主信号 S g 及び制御信号 S c の両方が流れる。ポート A 3 x , B 3 x は、リング回線 L f 1 を介して主信号 S g 及び制御信号 S c を互いに送受信し、ポート A 1 x , B 1 x は、リング回線 L f 2 を介して主信号 S g 及び制御信号 S c を互いに送受信する。

## 【 0 1 2 9 】

このため、主信号 S g の経路 R は、リング装置 1 a , 1 b の間において 2 つのリング回線 L f 1 , L f 2 を経由する。また、ポート A 3 x , B 3 x 、及びポート A 1 x , B 1 x は、リング回線 L f 1 , L f 2 で送受信する制御信号 S c によりそれぞれ同期している。

20

## 【 0 1 3 0 】

図 1 5 は、一方のリング回線 L f 1 の障害の発生時の通信システムの動作例を示す図である。図 1 5 において、図 1 4 と共通する構成には同一の符号を付し、その説明は省略する。

## 【 0 1 3 1 】

リング装置 1 a , 1 b は、一方のリング回線 L f 1 の障害を検出すると、他方のリング回線 L f 2 を介した制御信号 S c の送受信を停止する。これにより、リング回線 L f 2 に流れる主信号 S g の帯域を、制御信号 S c の帯域分だけ増加させることが可能である。

## 【 0 1 3 2 】

また、図示は省略するが、本例とは逆にリング回線 L f 2 の障害を検出されると、リング回線 L f 1 を介した制御信号 S c の送受信が停止する。これにより、リング回線 L f 1 に流れる主信号 S g の帯域を、制御信号 S c の帯域分だけ増加させることが可能である。

30

## 【 0 1 3 3 】

また、リング装置 1 a , 1 b は、リング回線 L f 1 , L f 2 の一方の障害だけを検出した場合、アクセス回線 L a , L b を現用回線及び予備回線にそれぞれ維持する。このため、アクセス回線 L a , L b の切り替え処理が省かれる。

## 【 0 1 3 4 】

図 1 6 は、リング装置 1 a の他の例を示す構成図である。図 1 6 において、図 2 と共通する構成には同一の符号を付し、その説明は省略する。なお、リング装置 1 b は、ポート A 1 x , A 2 , A 3 x , A 4 に代えてポート B 1 x , B 2 , B 3 x , B 4 を有するが、他の構成についてはリング装置 1 a と同様である。

40

## 【 0 1 3 5 】

ポート A 1 x は、リング回線 L f 2 を介してリング装置 1 b と主信号 S g 及び制御信号 S c を送受信する。ポート A 3 x は、リング回線 L f 1 を介してリング装置 1 b と主信号 S g 及び制御信号 S c を送受信する。

## 【 0 1 3 6 】

C P U 1 0 は、R O M 1 1 からプログラムを読み込むと、障害検出部 1 0 5 , 1 0 6 に代えて障害検出部 1 0 5 a , 1 0 6 a が機能として形成され、状態制御部 1 0 0、M C L A G 制御部 1 0 2、及び E R P 制御部 1 0 3 に代えて状態制御部 1 0 0 a、M C L A G 制御部 1 0 2 a、及び E R P 制御部 1 0 3 a がそれぞれ形成される。障害検出部 1 0 5 a は

50

リング回線 L f 1 の障害を検出し、障害検出部 1 0 6 a はリング回線 L f 2 の障害を検出する。

【 0 1 3 7 】

E R P 制御部 1 0 3 a は、障害検出部 1 0 5 a , 1 0 6 a 及び故障検出部 1 0 1 の検出結果に従って、リング回線 L f 1 , L f 2 による主信号 S g の通信を制御する。E R P 制御部 1 0 3 a は、障害検出部 1 0 5 a , 1 0 6 a の検出結果を M C L A G 制御部 1 0 2 a へ出力する。

【 0 1 3 8 】

M C L A G 制御部 1 0 2 a は、障害検出部 1 0 4 , 1 0 5 a , 1 0 6 a の検出結果に従って制御信号 S c の通信を制御する。また、M C L A G 制御部 1 0 2 a は、上記の例の M C L A G 制御部 1 0 2 と同様にアクセス回線 L a , L b を現用回線または予備回線に切り替える。

10

【 0 1 3 9 】

状態制御部 1 0 0 a は、制御部の一例であり、上記の例の状態制御部 1 0 0 の機能に加えて、M C L A G 制御部 1 0 2 a 及び E R P 制御部 1 0 3 a と連携して、ポート A 1 x , A 3 x で送受信する主信号 S g 及び制御信号 S c の帯域を制御する。状態制御部 1 0 0 a は、障害検出部 1 0 6 a によるリング回線 L f 2 の障害の検出に応じて、ポート A 3 x にリング回線 L f 1 を介した制御信号 S c の送受信を停止させ、障害検出部 1 0 5 a によるリング回線 L f 1 の障害の検出に応じて、ポート A 1 x にリング回線 L f 2 を介した制御信号 S c の送受信を停止させる。このとき、状態制御部 1 0 0 a は、例えばスイッチデバイス 1 4 及び M C L A G 制御部 1 0 2 a に対して制御信号 S c の転送及び生成の停止をそれぞれ指示する。

20

【 0 1 4 0 】

また、状態制御部 1 0 0 a は、障害検出部 1 0 6 a によるリング回線 L f 2 の障害の検出に応じて、ポート A 3 x がリング回線 L f 1 を介して送受信する主信号 S g の帯域を増加させ、障害検出部 1 0 5 a によるリング回線 L f 1 の障害の検出に応じて、ポート A 3 x がリング回線 L f 1 を介して送受信する主信号 S g の帯域を増加させる。状態制御部 1 0 0 a は、例えばスイッチデバイス 1 4 及び E R P 制御部 1 0 3 a に対して主信号 S g の転送帯域の増加をそれぞれ指示する。

【 0 1 4 1 】

このように、状態制御部 1 0 0 a は、リング回線 L f 1 , L f 2 の一方の障害が検出された場合、リング回線 L f 1 , L f 2 の他方を介した制御信号 S c の送受信を停止することにより、主信号 S g に割り当て可能な帯域を増加させることができる。したがって、リング装置 1 a , 1 b の間における主信号 S g の減少が抑制される。

30

【 0 1 4 2 】

図 1 7 は、主信号 S g 及び制御信号 S c の制御処理の一例を示すフローチャートである。状態制御部 1 0 0 a は、図 9 ~ 図 1 1 に示された処理と同時並行で本処理を繰り返し行う。

【 0 1 4 3 】

状態制御部 1 0 0 a は、リング回線 L f 1 , L f 2 の何れかの障害が検出されたか否かを判定する(ステップ S t 4 1)。状態制御部 1 0 0 a は、リング回線 L f 1 , L f 2 の何れかの障害も検出されていない場合(ステップ S t 4 1 の N o)、処理を終了する。

40

【 0 1 4 4 】

また、状態制御部 1 0 0 a は、リング回線 L f 1 , L f 2 の何れかの障害が検出された場合(ステップ S t 4 1 の Y e s)、障害が未検出のリング回線 L f 1 , L f 2 を介した制御信号 S c の送受信を、その該当するポート A 1 x , A 3 x に停止させる(ステップ S t 4 2)。次に状態制御部 1 0 0 a は、障害が未検出のリング回線 L f 1 , L f 2 を介して送受信される主信号 S g の帯域を増加させ(ステップ S t 4 3)、処理を終了する。このようにして、主信号 S g 及び制御信号 S c の制御処理は実行される。

【 0 1 4 5 】

50

図 18 は、状態制御部 100a が管理するリング装置 1a, 1b の状態の例を表す状態遷移図である。図 18 において、図 8 と共通する内容の説明は省略する。

【0146】

状態制御部 100a は、上記の例の状態制御部 100 とは異なり、リング回線 Lf1, Lf2 の一方の障害の発生（「リング回線障害発生」参照）に応じてリング回線 Lf1, Lf2 の状態を正常状態から非同期状態に遷移させる。また、状態制御部 100a は、リング回線 Lf1, Lf2 の一方の障害の復旧（「リング回線障害復旧」参照）に応じてリング回線 Lf1, Lf2 の状態を非同期状態から正常状態に遷移させる。

【0147】

さらに、状態制御部 100 は、アクセス回線障害状態において、リング回線 Lf1, Lf2 の一方の障害の発生（「リング回線障害発生」参照）とアクセス回線 La ~ Ld の障害（「アクセス回線障害復旧」参照）に応じて、リング装置 1a, 1b の状態を非同期状態に遷移させる。

10

【0148】

このように、状態制御部 100a は、正常状態及びアクセス回線障害状態から非同期状態への遷移条件、及び非同期状態から正常状態への遷移条件が上記の例の状態制御部 100 とは異なる。しかし、状態制御部 100a は、各状態における制御処理は状態制御部 100 と同様である。

【0149】

例えば状態制御部 100a は、図 6 に示された動作と同様に、非同期状態において、アクセス回線 La の障害の検出に応じて、ポート A1x, A3x のうち、障害が検出されていないポートをシャットダウンする。このため、リング装置 1a は、上記の例と同様に、冗長構成の相手方のリング装置 1b に通信を継続させることができる。

20

【0150】

なお、本例において、リング装置 1a, 1b の間に二重のリング回線 Lf1, Lf2 が設けられたが、これに限定されず、例えば上記の例の制御回路 Lf の帯域の一部に主信号 Sg を導通させてもよい。この場合、MCLAG 制御部 102 は、ERP 制御部 103 と連携して主信号 Sg の帯域を割り当てることができる。

【0151】

上述した実施形態は本発明の好適な実施の例である。但し、これに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変形して実施可能である。

30

【0152】

なお、以上の説明に関して更に以下の付記を開示する。

（付記 1） リング回線を介し第 1 通信装置に接続される第 1 ポートと、

前記リング回線の外部の第 2 通信装置と前記第 1 通信装置の間の第 1 アクセス回線に対して冗長構成された第 2 アクセス回線を介し前記第 2 通信装置に接続される第 2 ポートと、

前記第 1 アクセス回線に関する制御信号を送受信するための制御回線を介し前記第 1 通信装置に接続される第 3 ポートと、

前記制御回線の障害を検出する第 1 検出部と、

前記第 2 アクセス回線の障害を検出する第 2 検出部と、

40

前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて前記第 2 アクセス回線を現用回線から予備回線に切り替える切替部と、

前記制御回線の障害の検出中、前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて前記第 1 ポートをシャットダウンする制御部とを有することを特徴とする通信装置。

（付記 2） 前記切替部は、前記制御回線の障害が検出されていない場合、前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて、前記第 1 アクセス回線を予備回線から現用回線に切り替えるための前記制御信号を、前記制御回線を介して前記第 1 通信装置に送信することを特徴とする付記 1 に記載の通信装置。

（付記 3） 前記通信装置の故障を検出する故障検出部を有し、

前記切替部は、前記第 2 アクセス回線の障害または前記故障の検出に応じて前記第 2 ア

50

クセス回線を現用回線から予備回線に切り替え、

前記制御部は、前記故障の検出に応じて前記第 1 ポート、前記第 2 ポート、及び前記第 3 ポートをそれぞれシャットダウンすることを特徴とする付記 1 または 2 に記載の通信装置。

(付記 4) 前記リング回線を介し第 3 通信装置に接続される第 4 ポートを有し、

前記切替部は、前記第 2 アクセス回線の障害または前記故障の何れも検出されていない場合、前記リング回線のうち、前記通信装置と前記第 1 通信装置及び前記第 3 通信装置の少なくとも一方との間の区間に障害がないとき、前記第 2 アクセス回線を現用回線に維持することを特徴とする付記 3 に記載の通信装置。

(付記 5) 前記リング回線の障害を検出するリング障害検出部を有し、

前記第 1 ポートは、前記リング回線を介して前記第 1 通信装置と主信号及び前記制御信号を送受信し、

前記第 3 ポートは、前記制御回線を介して前記第 1 通信装置と前記主信号及び前記制御信号を送受信し、

前記制御部は、

前記リング回線の障害の検出に応じて、前記第 3 ポートに前記制御信号の送受信を停止させ、前記リング回線の障害の検出中、前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて前記第 3 ポートをシャットダウンし、

前記制御回線の障害の検出に応じて、前記第 1 ポートに前記リング回線を介した前記制御信号の送受信を停止させ、前記制御回線の障害の検出中、前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて前記第 1 ポートをシャットダウンすることを特徴とする付記 1 乃至 4 の何れかに記載の通信装置。

(付記 6) リング回線に接続された一組の通信装置を有し、

前記一組の通信装置の一方は、

前記リング回線を介し前記一組の通信装置の他方に接続される第 1 ポートと、

前記リング回線の外部の通信装置と前記通信装置の他方との間の第 1 アクセス回線に対して冗長構成された第 2 アクセス回線を介し前記外部の通信装置に接続される第 2 ポートと、

前記第 1 アクセス回線に関する制御信号を送受信するための制御回線を介し前記通信装置の他方に接続される第 3 ポートと、

前記制御回線の障害を検出する第 1 検出部と、

前記第 2 アクセス回線の障害を検出する第 2 検出部と、

前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて前記第 2 アクセス回線を現用回線から予備回線に切り替える第 1 切替部と、

前記制御回線の障害の検出中、前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて前記第 1 ポートをシャットダウンする制御部とを有し、

前記一組の通信装置の他方は、

前記第 1 アクセス回線を介し前記外部の通信装置に接続されるアクセスポートと、

前記第 1 アクセス回線の障害を検出する第 3 検出部と、

前記第 1 ポートのシャットダウンを検出する第 4 検出部と、

前記制御回線の障害の検出中、前記第 1 アクセス回線の障害が検出されていないとき、前記第 1 ポートのシャットダウンの検出に応じて前記第 1 アクセス回線を予備回線から現用回線に切り替える第 2 切替部とを有することを特徴とする通信システム。

(付記 7) 前記第 1 切替部は、前記制御回線の障害が検出されていない場合、前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて、前記第 1 アクセス回線を予備回線から現用回線に切り替えるための前記制御信号を、前記制御回線を介して前記一組の通信装置の他方に送信することを特徴とする付記 6 に記載の通信システム。

(付記 8) 前記一組の通信装置の一方は、前記一組の通信装置の一方の故障を検出する故障検出部を有し、

前記第 1 切替部は、前記第 2 アクセス回線の障害または前記故障の検出に応じて前記第 2 アクセス回線を現用回線から予備回線に切り替え、

10

20

30

40

50

前記制御部は、前記故障の検出に応じて前記第 1 ポート、前記第 2 ポート、及び前記第 3 ポートをそれぞれシャットダウンすることを特徴とする付記 6 または 7 に記載の通信システム。

(付記 9) 前記一組の通信装置の一方は、前記リング回線を介し他の通信装置に接続される第 4 ポートを有し、

前記第 1 切替部は、前記第 2 アクセス回線の障害または前記故障の何れも検出されていない場合、前記リング回線のうち、前記一組の通信装置の一方と前記一組の通信装置の他方及び前記他の通信装置の少なくとも一方との間の区間に障害がないとき、前記第 2 アクセス回線を現用回線に維持することを特徴とする付記 8 に記載の通信システム。

(付記 10) 前記一組の通信装置の一方は、前記リング回線の障害を検出するリング障害検出部を有し、

前記第 1 ポートは、前記リング回線を介して前記通信装置の他方と主信号及び前記制御信号を送受信し、

前記第 3 ポートは、前記制御回線を介して前記通信装置の他方と前記主信号及び前記制御信号を送受信し、

前記制御部は、

前記リング回線の障害の検出に応じて、前記第 3 ポートに前記制御信号の送受信を停止させ、前記リング回線の障害の検出中、前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて前記第 3 ポートをシャットダウンし、

前記制御回線の障害の検出に応じて、前記第 1 ポートに前記リング回線を介した前記制御信号の送受信を停止させ、前記制御回線の障害の検出中、前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて前記第 1 ポートをシャットダウンすることを特徴とする付記 6 乃至 10 の何れかに記載の通信システム。

(付記 11) リング回線を介し第 1 通信装置に接続される第 1 ポートと、前記リング回線の外部の第 2 通信装置と前記第 1 通信装置の間の第 1 アクセス回線に対して冗長構成された第 2 アクセス回線を介し前記第 2 通信装置に接続される第 2 ポートと、前記第 1 アクセス回線に関する制御信号を送受信するための制御回線を介し前記第 1 通信装置に接続される第 3 ポートとを有する通信装置を用いて、

前記制御回線の障害を検出し、

前記第 2 アクセス回線の障害を検出し、

前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて前記第 2 アクセス回線を現用回線から予備回線に切り替え、

前記制御回線の障害の検出中、前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて前記第 1 ポートをシャットダウンすることを特徴とする通信制御方法。

(付記 12) 前記制御回線の障害が検出されていない場合、前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて、前記第 1 アクセス回線を予備回線から現用回線に切り替えるための前記制御信号を、前記制御回線を介して前記第 1 通信装置に送信することを特徴とする付記 11 に記載の通信制御方法。

(付記 13) 前記通信装置は、前記通信装置の故障を検出する故障検出部を有し、

前記第 2 アクセス回線の障害または前記故障の検出に応じて前記第 2 アクセス回線を現用回線から予備回線に切り替え、

前記故障の検出に応じて前記第 1 ポート、前記第 2 ポート、及び前記第 3 ポートをそれぞれシャットダウンすることを特徴とする付記 11 または 12 に記載の通信制御方法。

(付記 14) 前記通信装置は、前記リング回線を介し第 3 通信装置に接続される第 4 ポートを有し、

前記第 2 アクセス回線の障害または前記故障の何れも検出されていない場合、前記リング回線のうち、前記通信装置と前記第 1 通信装置及び前記第 3 通信装置の少なくとも一方との間の区間に障害がないとき、前記第 2 アクセス回線を現用回線に維持することを特徴とする付記 13 に記載の通信制御方法。

(付記 15) 前記通信装置は、前記リング回線の障害を検出するリング障害検出部を有

10

20

30

40

50

し、

前記第 1 ポートは、前記リング回線を介して前記第 1 通信装置と主信号及び前記制御信号を送受信し、

前記第 3 ポートは、前記制御回線を介して前記第 1 通信装置と前記主信号及び前記制御信号を送受信し、

前記リング回線の障害の検出に応じて、前記第 3 ポートに前記制御信号の送受信を停止させ、前記リング回線の障害の検出中、前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて前記第 3 ポートをシャットダウンし、

前記制御回線の障害の検出に応じて、前記第 1 ポートに前記リング回線を介した前記制御信号の送受信を停止させ、前記制御回線の障害の検出中、前記第 2 アクセス回線の障害の検出に応じて前記第 1 ポートをシャットダウンすることを特徴とする付記 1 1 乃至 1 4 の何れかに記載の通信制御方法。

10

【符号の説明】

【 0 1 5 3 】

1 a ~ 1 d      リング装置

9 1 , 9 2      アクセス装置

1 0 0 , 1 0 0 a      状態制御部

1 0 1      故障検出部

1 0 2 , 1 0 2 a      M C L A G 制御部

1 0 3 , 1 0 3 a      E R P 制御部

1 0 4 ~ 1 0 7 , 1 0 5 a , 1 0 6 a      障害検出部

A 1 ~ A 4 , B 1 ~ B 4 , C 1 ~ C 4 , D 1 ~ D 4      ポート

A 1 x , A 3 x , B 1 x , B 3 x      ポート

L r , L f 1 , L f 2      リング回線

L a ~ L d      アクセス回線

20

30

40

50

【 図面 】

【 図 1 】

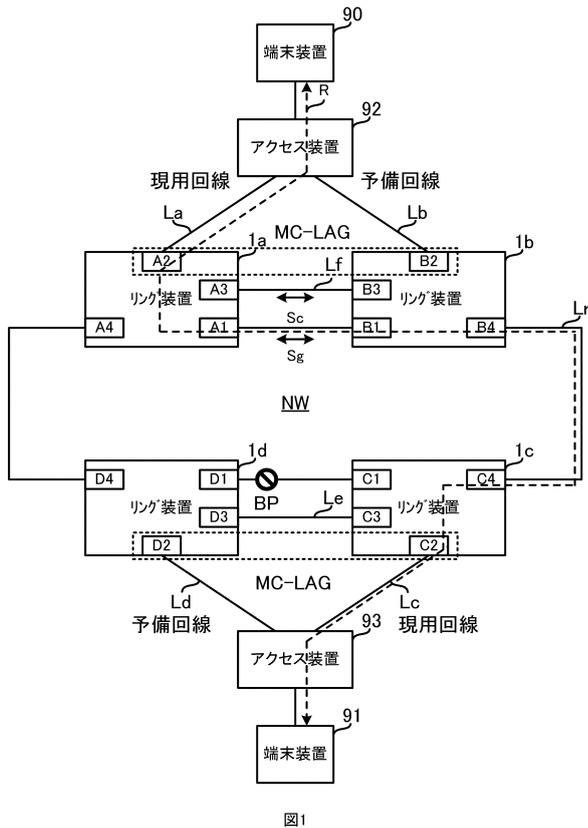


図1

【 図 2 】

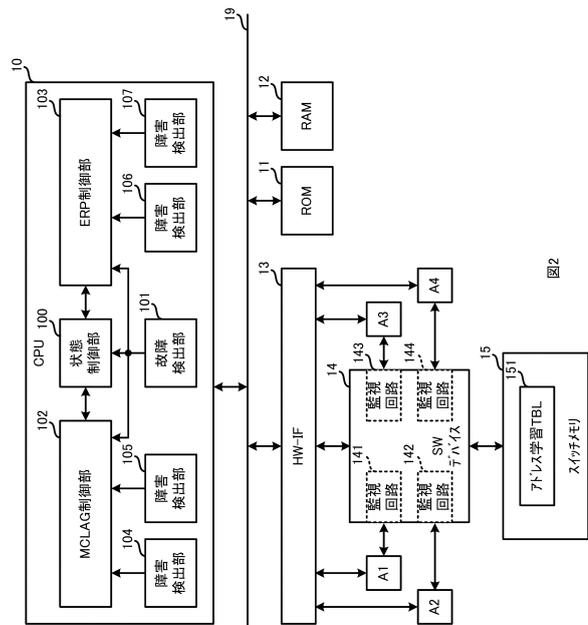


図2

【 図 3 】

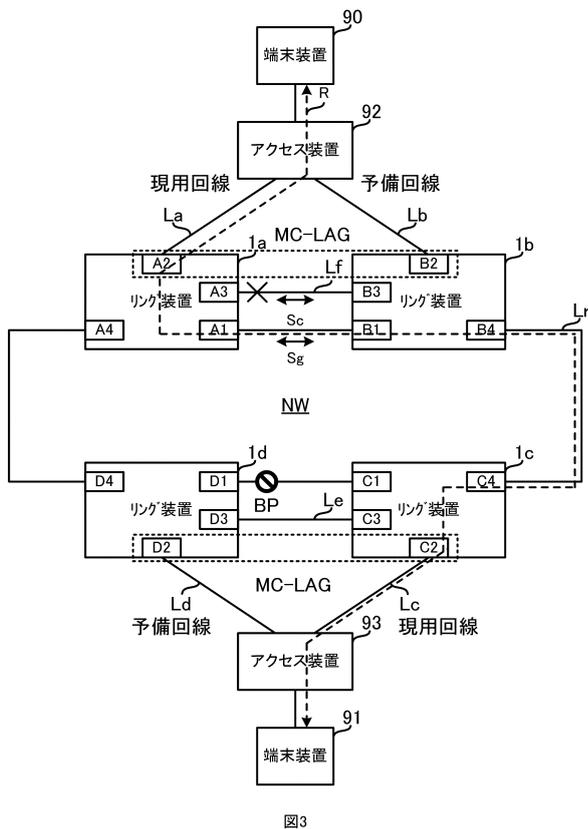


図3

【 図 4 】

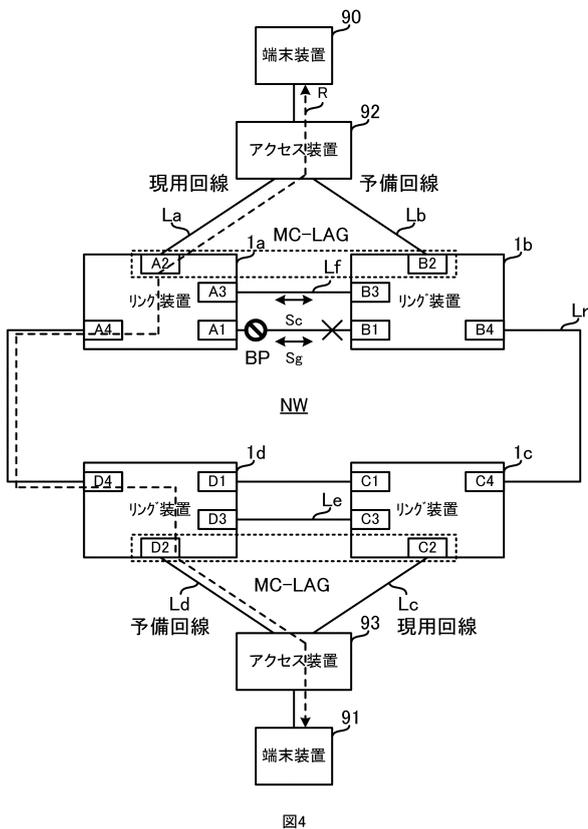


図4

10

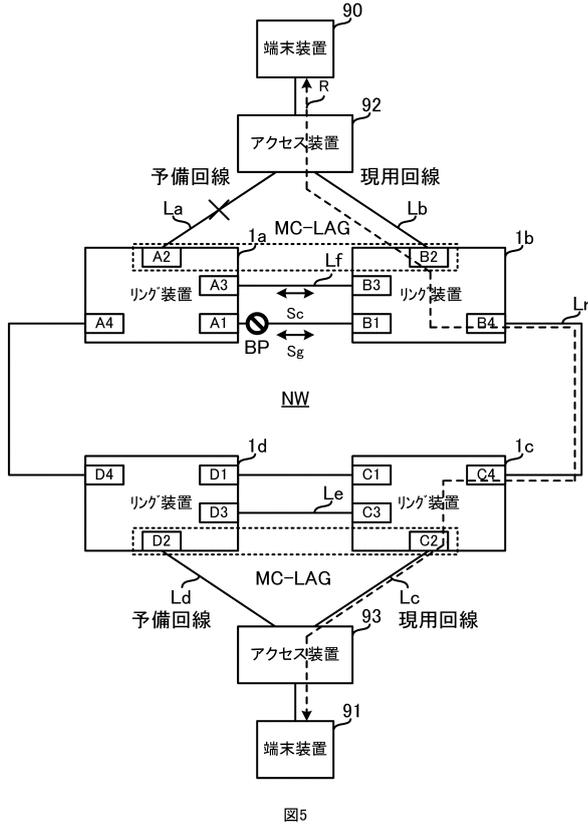
20

30

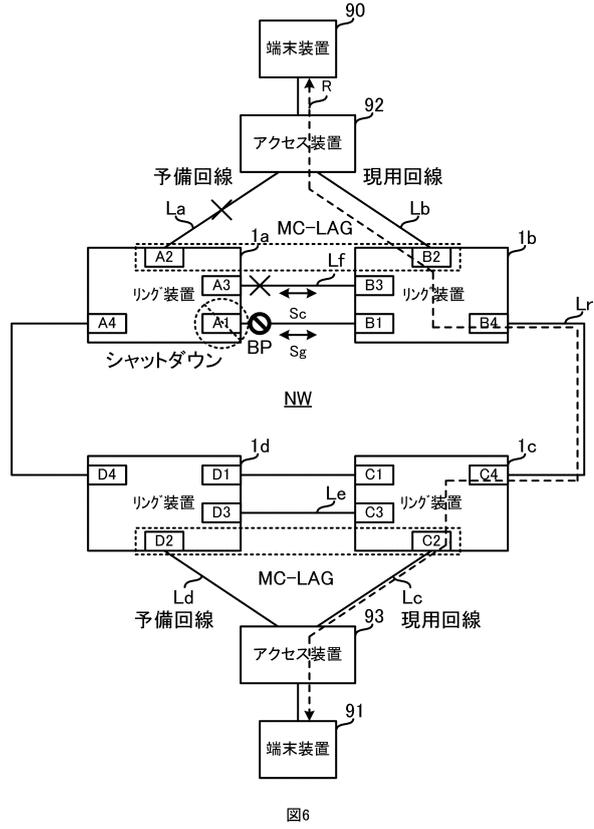
40

50

【 図 5 】



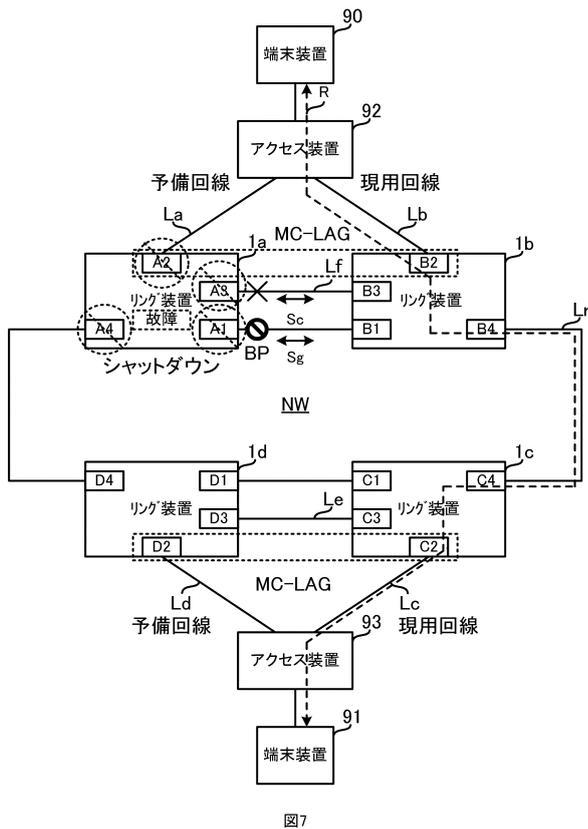
【 図 6 】



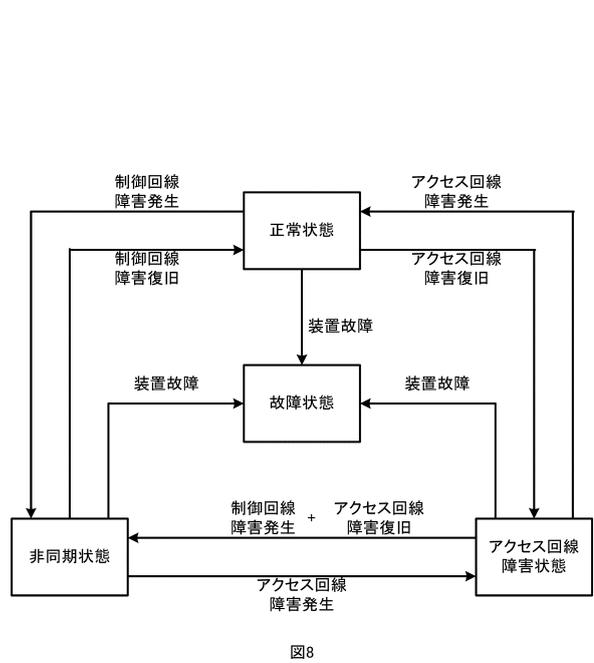
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】



30

40

50

【 図 9 】

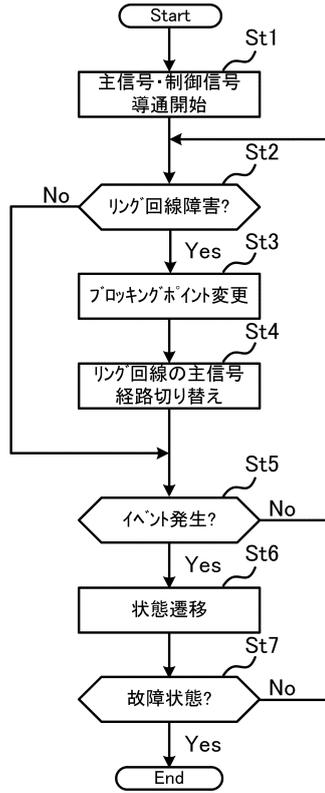


図9

【 図 1 0 】

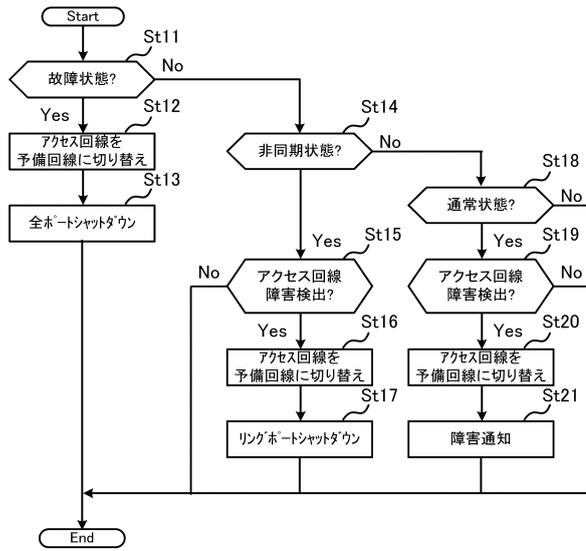


図10

【 図 1 1 】

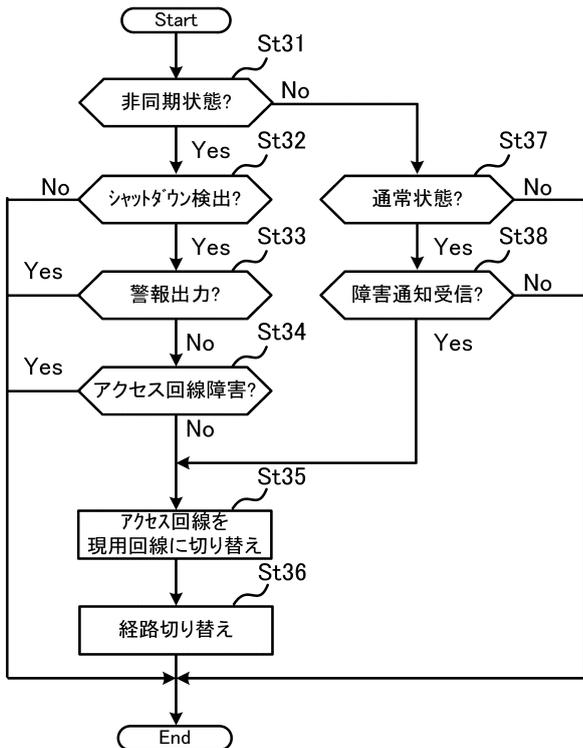


図11

【 図 1 2 】

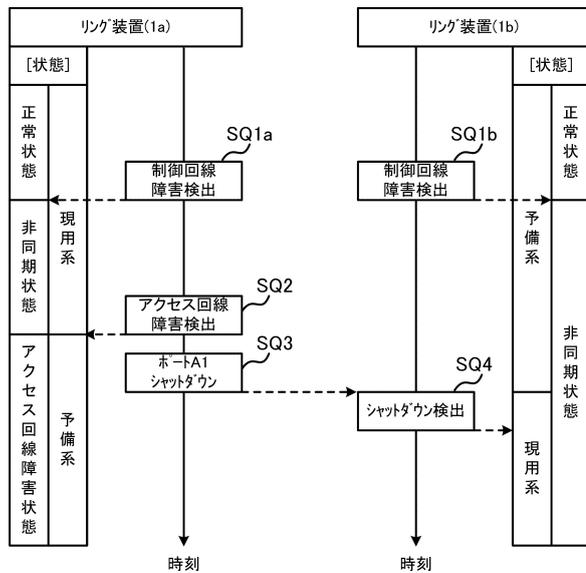


図12

10

20

30

40

50

【図13】

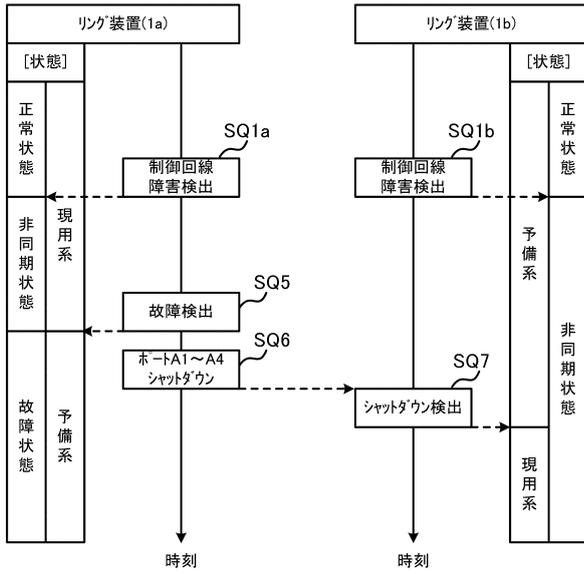


図13

【図14】

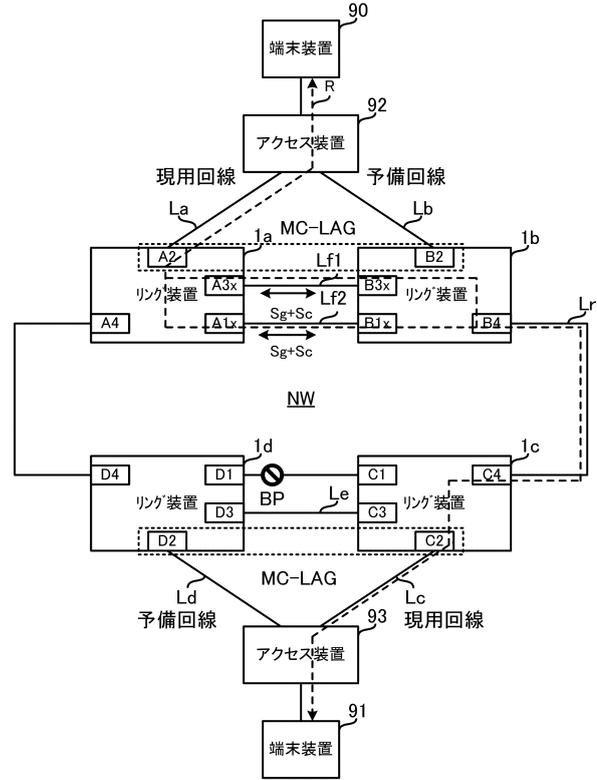


図14

【図15】

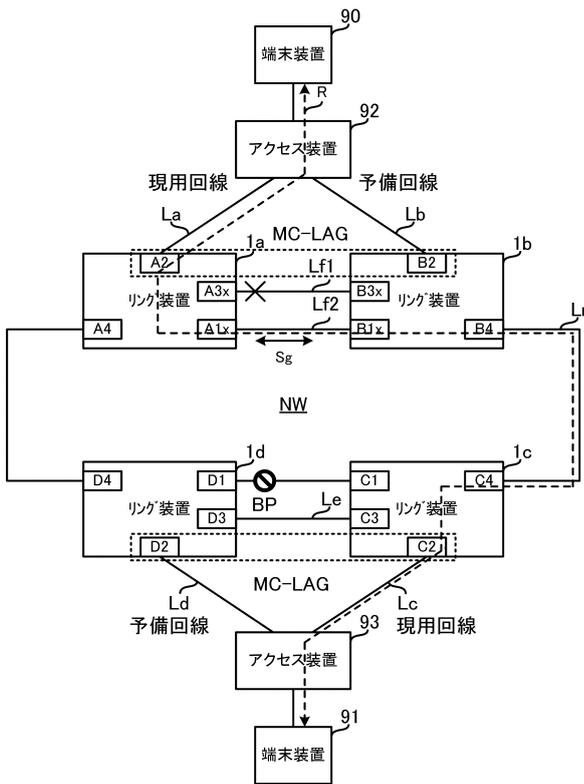


図15

【図16】

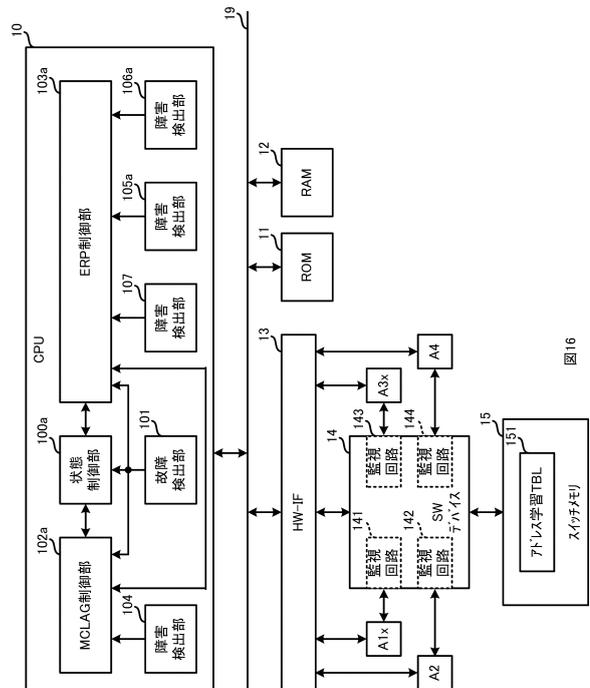


図16

10

20

30

40

50

【 図 1 7 】

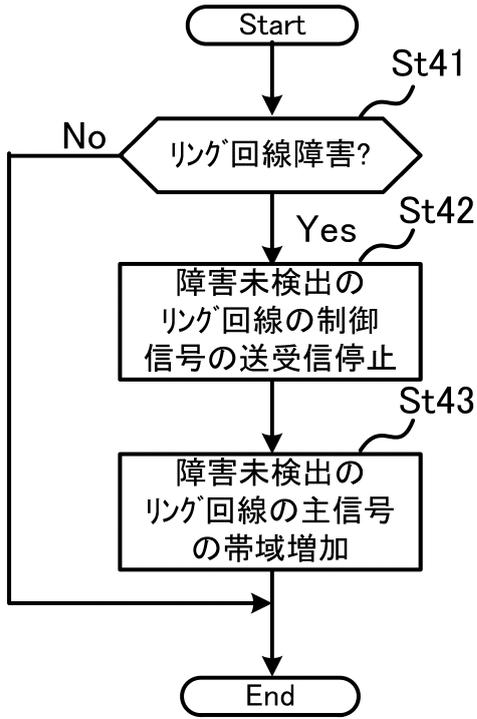


図17

【 図 1 8 】

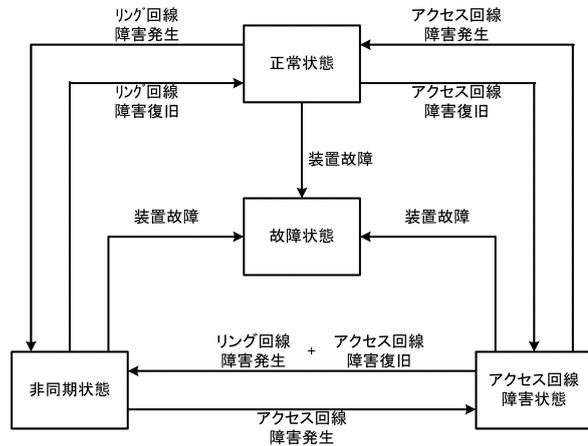


図18

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

番 1 号 富士通株式会社内

(72)発明者 都筑 俊秀

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

審査官 鈴木 香苗

(56)参考文献 特開 2015 - 211402 (JP, A)

特開 2015 - 220509 (JP, A)

特開 2005 - 130049 (JP, A)

特開 2016 - 072704 (JP, A)

特開 2015 - 201751 (JP, A)

米国特許出願公開第 2008 / 0228943 (US, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H04L 12 / 437

H04L 41 / 0654