

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5319787号
(P5319787)

(45) 発行日 平成25年10月16日(2013.10.16)

(24) 登録日 平成25年7月19日(2013.7.19)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 4 L 12/437 (2006.01)	HO 4 L 12/437	R
HO 4 L 29/14 (2006.01)	HO 4 L 13/00	3 1 1
HO 4 J 3/00 (2006.01)	HO 4 J 3/00	U
HO 4 B 10/035 (2013.01)	HO 4 B 9/00	1 3 5
HO 4 B 10/275 (2013.01)	HO 4 B 9/00	2 7 5
請求項の数 4 (全 24 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2011-547212 (P2011-547212)
 (86) (22) 出願日 平成21年12月28日(2009.12.28)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2009/071780
 (87) 国際公開番号 W02011/080829
 (87) 国際公開日 平成23年7月7日(2011.7.7)
 審査請求日 平成24年6月18日(2012.6.18)

(73) 特許権者 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (72) 発明者 白井 克広
 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 竹口 恒次
 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】 光転送リングネットワークの切替え方法及びノード装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のノード装置間を複数の光伝送路でリング状に接続し各光伝送路で現用回線と予備回線の光転送フレームを伝送する光転送リングネットワークのノード装置であって、

光伝送路の障害発生時に、障害発生時の光伝送路で対向するノード装置を送信先として切替え制御情報を含む光転送フレームを送信する制御情報送信手段と、

自ノード装置を送信先とする切替え制御情報を含む光転送フレームを受信して、前記複数の光伝送路間で伝送路を折り返すループバックを形成し現用回線から予備回線に切替える切替え手段と、

前記光転送フレームに含まれる複数の経路監視情報それぞれに対応するパスと共に各経路監視情報の優先順位を記憶した記憶手段を有し、

前記切替え手段は、自ノード装置を送信先とする切替え制御情報を含む光転送フレームを受信したとき前記記憶手段に記憶された各経路監視情報の優先順位に従って前記複数の経路監視情報それぞれに対応するパスを現用回線から予備回線に切替え、

前記制御情報送信手段は、送信元のノード装置における現用回線及び予備回線のクロスコネクト有無情報を前記切替え制御情報に含ませて送信し、

前記切替え手段は、自ノード装置を送信先とする切替え制御情報を含む光転送フレームを受信したとき前記クロスコネクト有無情報から前記送信元のノード装置に現用回線及び予備回線のクロスコネクトがない場合、前記現用回線の予備回線への切替いを停止することを特徴とするノード装置。

【請求項 2】

請求項 3 記載のノード装置において、

前記光転送フレームは、同期網と非同期網の少なくともいずれか一方のクライアント信号をマッピングしたフレームであることを特徴とするノード装置。

【請求項 3】

複数のノード装置間を複数の光伝送路でリング状に接続し各光伝送路で現用回線と予備回線の光転送フレームを伝送する光転送リングネットワークの切替え方法であって、

光伝送路の障害発生時に、障害を検出したノード装置から障害発生の光伝送路で対向するノード装置を送信先として切替え制御情報を含む光転送フレームを送信し、

送信先のノード装置にて前記複数の光伝送路間で伝送路を折り返すループバックを形成し現用回線から予備回線に切替え、

前記光転送フレームに含まれる複数の経路監視情報それぞれに対応するパスと共に各経路監視情報の優先順位を前記複数のノード装置の記憶手段に記憶し、

各ノード装置は自ノード装置を送信先とする切替え制御情報を含む光転送フレームを受信したとき前記記憶手段に記憶された各経路監視情報の優先順位に従って前記複数の経路監視情報それぞれに対応するパスを現用回線から予備回線に切替え、

前記切替え制御情報は、送信元のノード装置における現用回線及び予備回線のクロスコネクト有無情報を含み、

自ノード装置を送信先とする切替え制御情報を含む光転送フレームを受信したとき前記クロスコネクト有無情報から前記送信元のノード装置に現用回線及び予備回線のクロスコネクトがない場合、前記現用回線の予備回線への切替えを停止することを特徴とする光転送リングネットワークの切替え方法。

【請求項 4】

請求項 3 記載の光転送リングネットワークの切替え方法において、

前記光転送フレームは、同期網と非同期網の少なくともいずれか一方のクライアント信号をマッピングしたフレームであることを特徴とする光転送リングネットワークの切替え方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光転送リングネットワークの切替え方法及びそのノード装置に関する。

【背景技術】

【0002】

現在の光伝送システムは、SONET (Synchronous Optical Network) 又は、SDH (Synchronous Digital Hierarchy) 仕様に準拠した光伝送システムが主流であるが、近年、インターネットトラフィックの爆発的増大に対応可能である波長多重伝送 (WDM) 方式を前提とし、SDH 又は SONET 等の同期網のみならず IP (Internet Protocol) 又はイーサネット系の非同期網のクライアント信号を、エンド・エンドで通信をする際に、上位レイヤーが下位レイヤーを一切意識しなくて済む、所謂トランスペアレントに伝送するプラットフォームとして、OTN (Optical Transport Network: 光転送ネットワーク) が ITU-T の勧告 G.709 により標準化されており、商用システムへの導入が急速に進んでいる。

【0003】

なお、リングネットワークを相互接続し通信するシステムにおいて、伝送路障害が発生したときに該障害を救済するために UPSR (Unidirectional Path Switched Ring: 単方向パス切替えリング) や BLSR (Bidirectional Line Switched Ring: 光双方向切替えリング) 方式によるリング救済方式を適用する技術が知られている (例えば特許文献 1 参照)。

【0004】

10

20

30

40

50

また、異なるチャネル配置方式であるUPSRとBLSRの方式を混在させてネットワークを構成可能とし柔軟性、拡張性のある光ネットワークを実現する技術が知られている（例えば特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2003-46522号公報

【特許文献2】特開平10-313332号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

光ファイバを伝送媒体としたリングネットワークでは、一方の通信回線が故障した場合には瞬時に他方の回線を経由して情報伝送ができるという利点がある。このため、リングネットワークは1対1もしくは1対Nで構成するメッシュ型ネットワークと比較して安全性が高い。また、リングネットワークは隣接した装置間の通信を行うために光ファイバを一筆書き状に接続してネットワークを形成するので、光ケーブル本数を削減できコスト的にも有利である。

【0007】

しかし、OTNの障害時切替え手法（Automatic Protection Switching：APS）は、1対1もしくは1対Nのポイント・ツー・ポイント構成の伝送に限られていた波長多重技術を、メッシュ型ネットワークでの利用に広げることを目的に開発されたものであり、リングネットワークについては標準化されていない。

20

【0008】

このため、OTNでリングネットワークを構成したとしてもSONET又はSDHにおけるBLSRのような障害救済を行うことができないという問題があった。

【0009】

そこで、目的の一つは、上記の点に鑑みなされたものであり、光転送リングネットワークで障害救済を行うことができるノード装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

30

複数のノード装置間を複数の光伝送路でリング状に接続し各光伝送路で現用回線と予備回線の光転送フレームを伝送する光転送リングネットワークのノード装置であって、光伝送路の障害発生時に、障害発生時の光伝送路で対向するノード装置を送信先として切替え制御情報を含む光転送フレームを送信する制御情報送信手段と、自ノード装置を送信先とする切替え制御情報を含む光転送フレームを受信して、前記複数の光伝送路間で伝送路を折り返すループバックを形成し現用回線から予備回線に切替える切替え手段と、前記光転送フレームに含まれる複数の経路監視情報それぞれに対応するパスと共に各経路監視情報の優先順位を記憶した記憶手段を有し、前記切替え手段は、自ノード装置を送信先とする切替え制御情報を含む光転送フレームを受信したとき前記記憶手段に記憶された各経路監視情報の優先順位に従って前記複数の経路監視情報それぞれに対応するパスを現用回線から予備回線に切替え、前記制御情報送信手段は、送信元のノード装置における現用回線及び予備回線のクロスコネクト有無情報を前記切替え制御情報に含ませて送信し、前記切替え手段は、自ノード装置を送信先とする切替え制御情報を含む光転送フレームを受信したとき前記クロスコネクト有無情報から前記送信元のノード装置に現用回線及び予備回線のクロスコネクトがない場合、前記現用回線の予備回線への切替いを停止する。

40

【発明の効果】

【0011】

本実施形態によれば、光転送リングネットワークで障害救済を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

50

- 【図1】OTNフレームの一実施形態のフレーム構成図である。
- 【図2】TCMの設定例を示す図である。
- 【図3】APS/PCCの各バイトの役割を示す図である。
- 【図4】APS情報のByte1のbit1-4の定義を示す図である。
- 【図5】APS情報のByte1のbit6-8の定義を示す図である。
- 【図6】APS情報のByte4のbit1,2-3の定義を示す図である。
- 【図7】ノード装置の一実施形態の構成図である。
- 【図8】双方向切替えリングネットワークの構成図である。
- 【図9】APS情報送受信シーケンスを示す図である。
- 【図10】APS情報送受信シーケンスを示す図である。 10
- 【図11】APS情報送受信シーケンスを示す図である。
- 【図12】双方向切替えリングネットワークの他の実施形態の構成図である。
- 【図13】リングネットワークの切替えを説明するための図である。
- 【図14】リングネットワークの切替えを説明するための図である。
- 【図15A】制御部が実行する処理の第1実施形態のフローチャートである。
- 【図15B】制御部が実行する処理の第1実施形態のフローチャートである。
- 【図16】制御部が実行する処理の第1実施形態のフローチャートである。
- 【図17】第2実施形態を説明するための図である。
- 【図18】第2実施形態を説明するための図である。
- 【図19A】制御部が実行する処理の第2実施形態のフローチャートである。 20
- 【図19B】制御部が実行する処理の第2実施形態のフローチャートである。
- 【図20】制御部が実行する処理の第2実施形態のフローチャートである。
- 【図21】リングネットワークの別の実施形態の構成図である。
- 【図22】ノードDが実行する処理の一実施形態のフローチャートである。
- 【図23】構築途中のリングネットワークの構成図である。
- 【図24】OTNネットワークの構成図である。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0013】
以下、図面に基づいて実施形態を説明する。
- 【0014】 30
<OTNフレームの構成>
まず、最初にクライアント信号を収容するOTNフレームの構成について説明する。図1はOTNフレームの一実施形態のフレーム構成図を示す。OTNフレームは、オーバーヘッド部、OPUk(Optical channel Payload Unit)ペイロード部、及び、OTUkFEC(Optical channel Transport Unit Forward Error Correction)部を含む。
- 【0015】
オーバーヘッド部は第1列目～第16列目の16バイト×4行のサイズを有し、接続及び品質の管理に用いられる。OPUkペイロード部は、第17列目～第3824列目の3808バイト×4行のサイズを有し、1以上のサービスを提供するクライアント信号を収容する。OTUkFEC部は、第3825列目～第4080列目の256バイト×4行のサイズを有し、伝送中に発生した誤りを訂正するために用いられる。
- 【0016】
なお、接続及び品質の管理に用いるオーバーヘッドバイトをOPUkペイロード部に付加したものをODUk(Optical channel Data Unit)部と称する。また、フレーム同期、接続及び品質の管理等に用いるオーバーヘッドバイト及びOTUkFECオーバーヘッド部をODUk部に付加したものをOTUk部と称する。
- 【0017】
オーバーヘッドバイトの詳細な機能については、勧告G.709で公開されており、ここではTCMとAPS/PCCの概要について説明する。また、リングトポロジー情報と 50

して、4 Row 9 - 14 ColumnのRESバイトを活用する。

【0018】

TCM (Tandem Connection Monitoring) は、OTN信号の経路を複数(最大6)のセグメントに分割して、それぞれのセグメント毎に障害発生状況や回線品質をモニタする経路監視情報であり、ODUkのオーバーヘッドバイトとしてTCM1からTCM6が定義されている。

【0019】

図2にTCM1からTCM6の設定例(パターン)を示す。図2では、ノードA~Iの経路を6セグメントに分割し、ノードA~IのセグメントをTCM1で定義し、ノードA~C, D~F, G~IそれぞれのセグメントをTCM2で定義している。また、ノードA~EのセグメントをTCM3で定義し、ノードF~IのセグメントをTCM4で定義している。また、ノードB~HのセグメントをTCM5で定義し、ノードD~FのセグメントをTCM6で定義している。

【0020】

このようにセグメントを設定することにより、ネットワークプロバイダやユーザ毎にそれぞれ固有のセグメントをアサインすることができる。また、OTN信号切替えを行うための、障害発生状況や回線品質をモニタすることもできるし、その他のネットワーク自動復旧のためのモニタにも使用することができる。

【0021】

TCM1からTCM6はそれぞれ3バイトが割り当てられており、以下のサブフィールドTTI, BIP-8, BDI, BEI/BIAE, STATによって上記モニタリングをサポートする。

【0022】

(1) TTI (Trail Trace Identifier) はエンドポイントの間の信号のトレース情報モニタ機能である。

【0023】

(2) BIP-8 (Bit Interleaved Parity 8) はパリティチェックビットによる誤り監視機能である。

【0024】

(3) BDI (Backward Defect Indication) は故障を通知する機能である。

【0025】

(4) BEI/BIAE (Backward Error Indication and Backward Incoming Alignment Error) はエラー情報や入力信号のフレームエラー情報の通知機能である。

【0026】

(5) STAT (Status bits indicating the presence of TCM overhead, incoming alignment error, or a maintenance signal) はステータス情報機能である。

【0027】

APS/PCC (Automatic Protection Switching / Protection Communication Channel) バイトは、4バイトの切替え制御情報である。以下、APS/PCCをAPS情報と呼ぶ。

【0028】

図3にAPS/PCCの各バイトの役割を示す。Byte1のbit1-4はプロテクションのリクエストを表す。Byte1のbit5はロングパス又はショートパスの経路を表す。なお、送信元のノードから見て送信先のノードまでに経由するノード数が少ない方向(WEST方向又はEAST方向)がショートパス方向であり、ノード数が多い方向がショートパス方向である。Byte1のbit6-8はステータスを表す。Byte2

10

20

30

40

50

は要求先のノードIDを表す。Byte 3は要求元のノードIDを表す。Byte 4のbit 1 - 3は要求元ノードの状態を表す。

【0029】

図4にAPS情報のByte 1のbit 1 - 4の定義を示す。例えば「1111」は現用回線から予備回線への切替えの禁止(LP-S: Lockout of Protection-Span)を示し、「1110」, 「1101」は現用回線から予備回線への強制切替え(FS-S/FS-R: Forced Switch-Span/Forced Switch-Ring)を示している。また、「1100」, 「1011」は伝送路故障による自動切替え(SF-S/SF-R: Signal Fail-Span/Signal Fail-Ring)を示し、「1010」, 「1001」, 「1000」は伝送品質劣化による自動切替え(SD-P/SD-S/SD-R: Signal Degrade-Protection/Signal Degrade-Span/Signal Degrade-Ring)を示す。また、「0111」, 「0110」はマニュアル切替え(MSS/MS-R: Manual Switch Span/Manual Switch Ring)を示し、「0101」は回復待機(WTR: Wait to Restore)を示す。また、「0010」, 「0001」は切替え応答(RR-S/RR-R: Reverse Request-Span/Reverse Request-Ring)を示し、「0000」は切替えなし(NR: No Request)を示す。

【0030】

図5にAPS情報のByte 1のbit 6 - 8の定義を示す。例えば「111」は故障を上流に伝える状態(Line AIS (Alarm Indication Signal))を示し、「110」は故障を下流に伝える状態(Line RDI (Remote Defect Indicator))を示している。また、「011」はアイドル状態で予備回線にクロスコネクが設定された状態(ET (Extra Traffic) on Protection Channel)を示し、「010」はリング切替え及びスパン切替え状態(Br&Sw: Bridged and Switched)を示している。また、「001」はリング切替え及びスパン切替えの過程で現用回線及び予備回線に同じ信号を送信している状態(Br: Bridged)を示し、「000」はリング切替えとスパン切替えを実施していない状態(Idle)を示している。

【0031】

図6にAPS情報のByte 4のbit 1, 2 - 3で表す要求元ノード状態の定義を示す。bit 1が「1」は本実施形態のBLSR動作を行うモード(Enhanced BLSR)を示し、bit 1が「0」は本実施形態のBLSR動作を行わない(Traditional BLSR)モードを示している。bit 2 - 3が「11」は現用回線と予備回線にクロスコネクあり(Work & Protection)を示し、bit 2 - 3が「10」は現用回線のみクロスコネクあり(Work)を示している。bit 2 - 3が「01」は予備回線のみクロスコネクあり(Protection)を示し、bit 2 - 3が「00」は現用回線と予備回線にクロスコネクなし(None)を示している。

【0032】

なお、WEST (又はEAST) 側に送信するOTNフレームのAPS情報のByte 4のbit 1, 2 - 3にはEAST (又はWEST) 側の光伝送路の現用回線及び予備回線のクロスコネク情報を載せている。

【0033】

<ノード装置の構成>

図7は、ノード装置の一実施形態の構成図を示す。図7において、EAST側の光ファイバ21は光受信部22に接続されている。光受信部22はEAST側の現用回線w及び予備回線pそれぞれの光信号を電気信号(ODUフレーム)に変換し、現用回線wをBLSR切替え部25のリングスイッチ(R-SW)26に供給し、予備回線pをリングスイ

10

20

30

40

50

ッチ 27 及び選択スイッチ (S.S) 29, クロスコネクト部 (ODU_XC) 36 に供給する。また、光受信部 22 は回線断や回線品質劣化等の障害検出を行って障害検出結果 (アラーム情報) を制御部 35 に通知する。

【0034】

また、WEST側の光ファイバ 23 は光受信部 24 に接続されている。光受信部 24 は WEST側の現用回線 w 及び予備回線 p それぞれの光信号を電気信号に変換し、現用回線 w を BLSR 切替え部 25 のリングスイッチ 27 に供給し、予備回線 p をリングスイッチ 26 及び選択スイッチ 31, クロスコネクト部 36 に供給する。また、光受信部 24 は回線断や回線品質劣化等の障害検出を行って障害検出結果を制御部 35 に通知する。

【0035】

リングスイッチ 26 は制御部 35 からの制御に従って EAST側の現用回線 w と WEST側の予備回線 p のいずれか一方を取り出し、選択スイッチ 28, クロスコネクト部 36 に供給する。リングスイッチ 27 は制御部 35 からの制御に従って EAST側の予備回線 p と WEST側の現用回線 w のいずれか一方を取り出し、選択スイッチ 30, クロスコネクト部 36 に供給する。

【0036】

クロスコネクト部 36 は BLSR 切替え部 25 から供給される信号 (ODU フレーム) のクロスコネクトを行ってクロスコネクト部 37 又はクライアントインタフェース部 40 の ODU デマッパ 41 に供給する。

【0037】

ODU デマッパ 41 は ODU フレームをデマッピングしてクライアント信号マッパ / デマッパ 42 に供給する。クライアント信号マッパ / デマッパ 42 は ODU デマッパ 41 から供給される信号を SONET 又は IP フレーム等のクライアント信号にマッピングして外部に出力する。また、クライアント信号マッパ / デマッパ 42 は外部から供給される SONET 又は IP フレーム等のクライアント信号をデマッピングして ODU マッパ 43 に供給する。ODU マッパ 43 はクライアント信号マッパ / デマッパ 42 から供給される信号を ODU フレームにマッピングしてクロスコネクト部 37 に供給する。

【0038】

なお、クライアント信号としては、STM - 16 / OC - 48, STM - 64 / OC - 192, STM - 256 / OC - 768 等の SDH / SONET 信号、OTU 1, OTU 2, OTU 3, OTU 4 等の OTN 信号、GbE, 10GbE, 40GbE, 100GbE 等の Ethernet (登録商標) 信号、FC, 2GFC, 4GFC 等のファイバチャネル信号、ATM 信号、FICON / ESCON 信号等の多様なストリーム信号やパケット信号がある。

【0039】

クロスコネクト部 37 はクロスコネクト部 36 又は ODU マッパ 43 から供給される信号 (ODU フレーム) のクロスコネクトを行って選択スイッチ 28, 29, 30, 31 に供給する。

【0040】

選択スイッチ 28 は制御部 35 からの制御に従ってリングスイッチ 26 又はクロスコネクト部 37 から供給される信号 (ODU フレーム) を取り出し、ループバックスイッチ (R-BP) 33 に供給すると共に WEST側の現用回線 w として光送信部 45 に供給する。選択スイッチ 29 は制御部 35 からの制御に従って EAST側の予備回線 p 又はクロスコネクト部 37 から供給される信号 (ODU フレーム) を取り出し、ループバックスイッチ 32 に供給する。

【0041】

選択スイッチ 30 は制御部 35 からの制御に従ってリングスイッチ 27 又はクロスコネクト部 37 から供給される信号 (ODU フレーム) を取り出し、ループバックスイッチ 32 に供給すると共に EAST側の現用回線 w として光送信部 47 に供給する。選択スイッチ 31 は制御部 35 からの制御に従って WEST側の予備回線 p 又はクロスコネクト部 3

10

20

30

40

50

7から供給される信号(ODUフレーム)を取り出し、ループバックスイッチ33に供給する。

【0042】

ループバックスイッチ32は制御部35からの制御に従って選択スイッチ29又は選択スイッチ30から供給される信号(ODUフレーム)を取り出し、WEST側の予備回線pとして光送信部45に供給する。ループバックスイッチ33は制御部35からの制御に従って選択スイッチ28又は選択スイッチ31から供給される信号(ODUフレーム)を取り出し、EAST側の予備回線pとして光送信部47に供給する。

【0043】

光送信部45はWEST側の現用回線w及び予備回線pそれぞれの電気信号(ODUフレーム)を光信号に変換し、WEST側の光ファイバ46に送出する。光送信部47はEAST側の現用回線w及び予備回線pそれぞれの電気信号(ODUフレーム)を光信号に変換し、EAST側の光ファイバ48に送出する。

10

【0044】

<第1実施形態>

図8に示すようにノードA~Gで双方向切替えリングネットワーク(BLSR: Bidirectional Line Switched Ring)を構成する。ノードA~Gそれぞれは図7に示す構成である。このリングネットワークのノードE, F間で障害が発生した場合について、各ノード装置間のAPS情報(APS/PCC)のやりとりについて図9~図11を用いて説明する。

20

【0045】

図9はIDLE状態から切替え状態までのAPS情報送受信シーケンスを示し、図10は障害復旧直後のAPS情報送受信シーケンスを示し、図11は障害復旧後の切り戻しのAPS情報送受信シーケンスを示す。また、時刻T0は正常時を示し、時刻T1は障害発生時を示し、時刻T3は切り戻し開始時を示し、時刻T4は切り戻し終了時を示す。

【0046】

図9において、最初の時刻T0のアイドル状態におけるノードA~Gが送出するフレーム1a, 1b~7a, 7bのAPS情報前半の「NR/G」~「NR/A」は、次のノードG~Aのアドレスを付加したノーリクエスト(NR)を示す。APS情報後半の「A/S/IDLE」~「G/S/IDLE」は、自ノードA~Gがアイドル状態であることを示す。ここで、Sはショートパスを表す。これに対し、Lはロングパスを表す。

30

【0047】

従って、双方向リングネットワークが正常な場合は、時刻T0のアイドル状態において、それぞれ次のノードのアドレスを付加したAPS情報を送出する。例えば、ノードEからノードFに対しては、ノードFのアドレスを付加したフレーム5a(NR/F, E/S/IDLE)を送出する。ノードFにおいては、受信したフレーム5aのアドレスが自ノードFのアドレスであるから、受信したAPS情報を終端する。

【0048】

また、ノードFからノードGに対しては、ノードGのアドレスを付加したフレーム6a(NR/G, F/S/IDLE)を送出する。他のノードについても同様であり、ノードA~Gからそれぞれ左方向にフレーム1b~7bを送出し、右方向にフレーム1a~7aを送出する。

40

【0049】

時刻T1において、ノードE, F間に障害が発生し、ノードE, Fがそれぞれ障害を検出すると、ノードEはノードFのアドレスを付加したフレーム8a, 8bを送出し、ノードFはノードEのアドレスを付加したフレーム9a, 9bを送出する。この場合の障害が回線断であれば、フレーム8a, 9aは相手ノードが受信できないことになるが、回線品質劣化によるエラーレートの上昇の場合は、相手ノードが受信できることになる。

【0050】

これらのフレーム8a, 8b, 9a, 9bは、それぞれ「SF-R/F, E/S/RD

50

I」, 「SF - R / F、E / L / IDLE」, 「SF - R / E、F / S / RDI」, 「SF - R / E、F / L / IDLE」である。この場合の「SF」は信号断等を示すSF (Signal Failure) 信号を示し、また、RDIは遠端受信障害信号を示す。ノードEからノードDに送出するフレーム8bはノードFのアドレスを付加したものであるから、ノードDにおいては自ノードのアドレスと一致しないアドレスが付加されたAPS情報を受信することになり、従って通過させることになる。

【0051】

他のノードC, B, A, Gにおいても同様にこのAPS情報を通過させることにより、ノードFは、ノードEからロングパス経由のフレーム8bを受信することができる。また、ノードFからノードGに送出するフレーム9bは、ノードEのアドレスを付加したものであるから、APS情報はノードG, A, B, C, Dを通過して、ノードEはノードFからのフレーム9bをロングパス経由で受信することができる。この場合のノードE, Fからのフレーム8b, 9bについて、他のノードA, B, C, D, Gはパススルー状態となる。

10

【0052】

ノードEはノードFからのフレーム9bを受信すると折返回路を形成し、かつ、フレーム10bをノードDに送出し、また、ノードFはノードEからのフレーム8bを受信すると、折返回路を形成し、かつ、フレーム11bをノードGに送出する。これらのフレーム10b, 11bは、それぞれ「SF - R / F、E / L / Br & Sw」, 「SF - R / E、F / L / Br & Sw」であり、「Br & Sw」は折返回路を形成したスイッチング状態(リング切替え及びスパン切替え)を示す。従って、ノードG, Dに接続された端局間の通信は、障害箇所を迂回したパスによって継続される。また、ノードEからのフレーム10bは順次ノードD, C, B, A, Gを通過してノードFに送信され、また、ノードFからのフレーム11bは順次ノードG, A, B, C, Dを通過してノードEに送信される。

20

【0053】

図10に示す時刻T2において、ノードE, F間の障害が回復すると、ノードEからノードDに対しては前述のフレーム10bを送出し、ノードFに対してはノードFのアドレスを付加したフレーム10aを送出する。また、ノードFからノードGに対しては前述のフレーム11bを送出し、ノードEに対してはノードEのアドレスを付加したフレーム11aを送出する。それらのフレーム10a, 11aは、「RR - R / F、E / S / Br & Sw」, 「RR - R / E、F / S / Br & Sw」である。この場合の「RR」は切替え応答(リバースリクエスト)を示し、フレーム10b, 11bは今まで通り他のノードを通過することになり、障害が復旧するまで継続してフレーム10b, 11bの送信が行われる。

30

【0054】

障害復旧により、ノードEはノードFからのフレーム11aを受信すると、復旧保護時間WTRを設定したタイマを起動し、また、ノードFもノードEからのフレーム10aを受信すると、復旧保護時間WTRを設定したタイマを起動する。この場合のタイマは、ソフトタイマや、クロック信号をカウントするようなハードタイマ等のいずれでもよく、また、他の監視用のタイマ等を利用することもできる。そして、ノードE, Fはフレーム12a, 12b, 13a, 13bを送出する。これらのフレーム12a, 12b, 13a, 13bは、「WTR / F、E / S / Br & Sw」, 「WTR / F、E / L / Br & Sw」, 「WTR / E、F / S / Br & Sw」, 「WTR / E、F / L / Br & Sw」である。そして、復旧保護時間WTRが経過するまで、フレーム12bは、ノードEからパススルー状態のノードD, C, B, A, Gを介してノードFに繰り返し送信され、また、フレーム13aも、ノードFからパススルー状態のノードG, A, B, C, Dを介してノードEに繰り返し送信される。また、フレーム12a, 13aはノードE, F間で送受信される。

40

【0055】

時刻T3において、タイマの設定時間となると、即ち、復旧保護時間WTRが経過する

50

と、ノードEからノードFのアドレスを付加したフレーム12cを送出し、また、ノードFからノードEのアドレスを付加したフレーム13cを送出する。これらのフレーム12c, 13cは、「RR-R/F、E/S/Br&Sw」, 「RR-R/E、F/S/Br&Sw」であり、フレーム10a, 11aと同じフレームとなる。

【0056】

ノードEはフレーム13cを受信すると、折返回路を復旧し、ノードDにノードFのアドレスを付加したフレーム14bを送出し、ノードFにフレーム14aを送出する。また、ノードFはフレーム12cを受信すると、折返回路を復旧し、ノードGにノードEのアドレスを付加したフレーム15bを送出し、ノードEにフレーム15aを送出する。これらのフレーム14a, 14b, 15a, 15bは、「NR/F、E/S/Br」, 「NR/F、E/L/Br」, 「NR/E、F/S/Br」, 「NR/E、F/L/Br」である。ノードEはフレーム15bを受信することにより、アイドル状態に移行し、また、ノードFもフレーム14bを受信することにより、アイドル状態に移行する。

10

【0057】

他のノードA, B, C, D, Gも順次パススルー状態からアイドル状態に移行し、時刻T0のアイドル状態と同じ状態である時刻T4となり、各ノードA~Gからフレーム1a, 1b~7a, 7bが送出手される。即ち、APS情報が各ノードA~Gにおいて終端され、新たに生成したAPS情報を次のノードに送出手することになる。

【0058】

図12は、双方向切替リングネットワークの他の実施形態の構成図を示す。図12において、ノードA, B, C, Dでリングネットワークを構成し、各ノード間を2本の光ファイバで接続している。

20

【0059】

ここで、ODU-1を4本多重化してODU-2としたOTU-2のリングネットワークの場合、第1の光ファイバ51内では、現用回線用としてODU-1×2本(5Gbps)の伝送速度でタイムスロット番号#1-#2を占有し、予備回線用としてODU-1×2本(5Gbps)の伝送速度でタイムスロット番号#3-#4を占有する。同様に、第2の光ファイバ52内では、現用回線用としてODU-1×2本の伝送速度でタイムスロット番号#1-#2を占有し、予備回線用としてODU-1×2本(5Gbps)の伝送速度でタイムスロット番号#3-#4を占有する。

30

【0060】

なお、各ノードA, B, C, Dは、伝送データの中継(Through)、挿入(Add)及び抽出(Drop)を行うが、このうち、伝送データの挿入(Add)及び抽出(Drop)を行う部分がTSA(Time Slot Assignment)50である。このTSA50は図7におけるクライアントインタフェース部40に対応する。

【0061】

図13に示すように、ノードBから挿入された伝送データが、ノードBからノードAにルートRを通して伝送され、ノードAからノードDにルートSを通して伝送され、ノードDから抽出される。この状態で、図14に×印で示すように、ノードAとノードDの間で回線断が発生した場合について説明する。

40

【0062】

ノードAとノードDの間で回線断が発生すると、ノードAの光受信部はその旨のアラームを出す。このアラームはノードAのアラームモニタ部で検出され、APS/PCCを用いて対向局であるノードDにループバック切替を要求する。また、ノードA内のセクタ(SEL)53でループバック切替が行われる。セクタ53は図7におけるBLSR切替部25に対応し、タイムスロットの載せ替え、つまり、TSI(Time Slot Interchange)を行う。

【0063】

ノードA内のセクタ53で現用回線のタイムスロット番号#1-#2の伝送データを予備回線のタイムスロット番号#3-#4に寄せ換えを行うことにより、伝送ルートRが

50

ら伝送ルートRRに折り返す。ここに伝送データはノードBからノードA, ノードB, ノードCを経てノードDに至る。そして、このノードD内のセクタ53で再び伝送データの乗せ換え、つまり、予備回線の#3 - #4の伝送データを現用回線の#1 - #2の伝送データに乗せ換えを行うことにより、伝送データをTSA50に供給し、ノードDのTSA50より抽出する。

【0064】

なお、ODU-2を4本多重化してODU-3としたOTU-3のリングネットワークの場合、第1の光ファイバ51内では、現用回線用としてODU-2×2本(20Gbps)の伝送速度でタイムスロット番号#1 - #2が占有し、予備回線用としてODU-2×2本(20Gbps)の伝送速度でタイムスロット番号#3 - #4を占有する。同様に、第2の光ファイバ52内では、現用回線用としてODU-2×2本(20Gbps)の伝送速度でタイムスロット番号#1 - #2が占有し、予備回線用としてODU-2×2本(20Gbps)の伝送速度でタイムスロット番号#3 - #4を占有する。

10

【0065】

更に、ODU-1を16本多重化してODU-3としたOTU-3のリングネットワークの場合、第1の光ファイバ51内では、現用回線用としてODU-1×8本(20Gbps)の伝送速度でタイムスロット番号#1 - #8が占有し、予備回線用としてODU-1×8本(20Gbps)の伝送速度でタイムスロット番号#9 - #16を占有する。同様に、第2の光ファイバ内では、現用回線用としてODU-1×8本(20Gbps)の伝送速度でタイムスロット番号#1 - #8が占有し、予備回線用としてODU-1×8本(20Gbps)の伝送速度でタイムスロット番号#9 - #16を占有する。

20

【0066】

上記の実施形態では、第1の光ファイバに割り当てられる現用回線のタイムスロット群のタイムスロット番号及び回線救済用のタイムスロット群のタイムスロット番号と、第2の光ファイバにおいて割り当てられる回線救済用のタイムスロット群のタイムスロット番号及び実用回線用のタイムスロット群のタイムスロット番号とが、それぞれ同一となるように設定しているため、BLSRの切替えが容易となる。これは、第1、第2の光ファイバで現用回線及び予備回線のタイムスロット番号が異なる設定とした場合には、その予備回線が他の回線の予備として使用されているか否かを判別しなければならないからである。

30

【0067】

<第1実施形態のフローチャート>

図15A, 図15B及び図16は制御部35が実行する処理の第1実施形態のフローチャートを示す。図15Aにおいて、ステップS11で制御部35は光受信部22で回線断や回線品質劣化等の異常が検出されたか否かを判別する。異常が検出された場合にはステップS12で異常を検出した(ショートパス)方向のノードにSF-R/RDI(Byte1のbit1-4/Byte1のbit6-8)のAPS情報を送信し、異常を検出していない(ロングパス)方向のノードにSF-R/IDLEのAPS情報を送信する。このステップS12で図9のフレーム8a, 8b, 9a, 9bが送信される。

【0068】

次に、ステップS12-1で異常が回復したか否かを判別する。異常が回復した場合にはステップS12-2で復旧した(ショートパス)方向のノードにRR-R/Br&SWのAPS情報を送信し、異常を検出していない(ロングパス)方向のノードにSF-R/Br&SWのAPS情報を送信する。一方、ステップS12-1で異常が回復していない場合にはステップS13に進む。

40

【0069】

異常が検出されていない場合には、ステップS13で受信したAPS情報がSF-Rであるか否かを判別する。APS情報(Byte1のbit1-4)がSF-Rである場合にはステップS14でAPS情報(SF-R)の宛先が自ノードであるか否かを判別する。APS情報の宛先が自ノードである場合にはステップS15でロングパスからのAPS

50

情報であるか否かを判別する。ロングパスからの A P S 情報である場合にはステップ S 1 6 で受信した A P S 情報を終端し、現用回線のチャンネル (W K c h) を予備回線のチャンネル (P T c h) に切替え、 B r & S w 状態に遷移する。また、ロングパス方向に S F - R / B r & S w の A P S 情報を送信する。また、既に B r & S W 状態に遷移していた場合、 B r & S W 状態を維持する。このステップ S 1 6 で図 1 0 のフレーム 1 0 b , 1 1 b が送信される。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 1 4 で A P S 情報の宛先が自ノードではない場合にはステップ S 1 7 で A P S 情報が I D L E であるか否かを判別し、 A P S 情報が I D L E である場合にはステップ S 1 8 で S F - R の A P S 情報を通過させ、自ノードはパススルー状態に遷移する。 A P S 情報が I D L E でない場合にはステップ S 1 7 - 1 で A P S 情報が B r & S W であるか否かを判別し、 B r & S W である場合にはステップ S 1 7 - 2 で S F - R の A P S 情報を通過させる。

10

【 0 0 7 1 】

一方、ステップ S 1 3 で A P S 情報が S F - R ではない場合には図 1 5 B のステップ S 2 0 で受信した A P S 情報が R R - R であるか否かを判別する。 A P S 情報が R R - R である場合にはステップ S 2 1 で A P S 情報 (R R - R) の宛先が自ノードであるか否かを判別する。 A P S 情報の宛先が自ノードである場合にはステップ S 2 2 で R R - R の受信前に W T R を受信していたか否かを判別する。 R R - R の受信前に W T R を受信していた場合にはステップ S 2 3 で受信した A P S 情報を終端し、予備回線のチャンネルを現用回線のチャンネルに切り戻し、 N R / B r の A P S 情報をショートパス及びロングパス双方に送信する。このステップ S 2 3 で図 1 1 のフレーム 1 4 a , 1 4 b , 1 5 a , 1 5 b が送信される。

20

【 0 0 7 2 】

R R - R の受信前に W T R を受信していない場合にはステップ S 2 4 で受信した A P S 情報を終端し、 W T R タイマを起動する。また、復旧保護時間 W T R 内であれば W T R / B r & S w の A P S 情報をショートパス及びロングパス双方に送信する。復旧保護時間 W T R を過ぎた後は R R - R / B r & S w の A P S 情報をショートパス方向に送信する。このステップ S 2 3 で図 1 0 のフレーム 1 2 a , 1 2 b , 1 3 a , 1 3 b が送信される。

【 0 0 7 3 】

また、ステップ S 2 0 で受信した A P S 情報が R R - R ではない場合には図 1 6 のステップ S 2 5 に進む。ステップ S 2 5 では受信した A P S 情報が W T R であるか否かを判別する。 A P S 情報が W T R である場合にはステップ S 2 6 で A P S 情報 (W T R) の宛先が自ノードであるか否かを判別する。 A P S 情報の宛先が自ノードである場合にはステップ S 2 7 で受信した A P S 情報を終端し、 W T R 受信を記憶しておく。これにより、次に R R - R を受信したときにステップ S 2 3 が実行される。

30

【 0 0 7 4 】

一方、ステップ S 2 5 で A P S 情報が W T R ではない場合にはステップ S 2 8 で受信した A P S 情報が N R であるか否かを判別する。 A P S 情報が N R である場合にはステップ S 2 9 で A P S 情報 (B y t e 1 の b i t 6 - 8) が I D L E であるか否かを判別し、 A P S 情報が I D L E である場合にはステップ S 3 0 で自ノードの状態が現在パススルー又は B r & S w であるか否かを判別する。自ノードの状態が現在パススルー又は B r & S w である場合にはステップ S 3 1 で N R / I D L E の A P S 情報を通過させる。そして、ステップ S 3 2 でショートパス及びロングパス双方から N R / I D L E を受信したか否かを判別し、ショートパス及びロングパス双方から N R / I D L E を受信した場合にはステップ S 3 3 で自ノードの状態を I D L E に遷移させる。

40

【 0 0 7 5 】

また、 A P S 情報が I D L E ではない場合にはステップ S 3 4 で受信した A P S 情報が B r であるか否かを判別する。 A P S 情報が B r である場合にはステップ S 3 5 で A P S 情報 (B r) の宛先が自ノードであるか否かを判別する。 A P S 情報の宛先が自ノードで

50

ある場合にはステップS36で当該APS情報をロングパスから受信したか否かを判別する。APS情報をロングパスから受信した場合にはステップS37で受信したAPS情報を終端し、予備回線のチャンネルを現用回線のチャンネルに切り戻し、NR/IDLEのAPS情報をショートパス及びロングパス双方に送信する。このステップS37で図11のフレーム5a, 5b, 6a, 6bが送信される。

【0076】

<第2実施形態>

ところで、PCA機能(Protection Channel Access)を活用すると、図17に示すように、予備回線のタイムスロットPT25-32を顧客Dの現用回線として使用することができる。なお、現用回線のタイムスロットWK1-8及び現用回線のタイムスロットWK9-16は顧客Aが使用し、現用回線のタイムスロットWK17-20は顧客Bが使用し、現用回線のタイムスロットWK21-24は顧客Cが使用する。

10

【0077】

この状態で、リングネットワーク内の一箇所で伝送路障害が発生した場合、図17に示すように、予備回線のタイムスロットPT25-48は全て現用回線のタイムスロットWK1-24の救済のために使用される。このため、予備回線のタイムスロットPT25-32を使用していた顧客Dの信号は上記伝送路障害の発生により、有無を言わずに廃棄(Drop)されてしまう。

【0078】

20

上記の不具合を解消するため、第2実施形態では、TCM1~TCM6それぞれを顧客(ODUKパス)に割り付け、TCM1~TCM6とタイムスロットの関係を制御部35内のデータベースに登録し、更に、TCM1~TCM6に優先順位を設定する。

【0079】

図18に制御部35のデータベースの登録例を示す。現用回線のタイムスロットWK1-8及び現用回線のタイムスロットWK9-16は顧客A(のODUKパス)が使用し、顧客AにTCM1を割り当てTCM1の優先度を2とする。現用回線のタイムスロットWK17-20は顧客B(のODUKパス)が使用し、顧客BにTCM2を割り当てTCM2の優先度を3とする。現用回線のタイムスロットWK21-24は顧客C(のODUKパス)が使用し、顧客CにTCM3を割り当てTCM3の優先度を4とする。予備回線のタイムスロットPT25-32を顧客D(のODUKパス)の現用回線として使用し、顧客DにTCM4を割り当てTCM4の優先度を1とする。なお、優先度は数字の値が小さいほど高いものとする。

30

【0080】

この状態で、リングネットワーク内の一箇所で伝送路障害が発生した場合、図18に示すように、優先度が最も高い顧客Dの信号は、予備回線のタイムスロットPT25-32を使用して伝送される。そして、予備回線のタイムスロットPT33-40は顧客Aの現用回線のタイムスロットWK9-16の救済に使用され、予備回線のタイムスロットPT41-44は顧客Bの現用回線のタイムスロットWK9-16の救済に使用され、予備回線のタイムスロットPT45-48は顧客Cの現用回線のタイムスロットWK25-32の救済に使用される。なお、正常時にタイムスロットWK1~8を使用していた顧客Aの信号はDropされることになる。

40

【0081】

<第2実施形態のフローチャート>

図19A, 図19B及び図20は制御部35が実行する処理の第2実施形態のフローチャートを示す。図19A, 図19B及び図20において、図15A, 図15B及び図16と同一部分には同一符号を付す。

【0082】

図19Aにおいて、ステップS11で制御部35は光受信部22で回線断や回線品質劣化等の異常が検出されたか否かを判別する。異常が検出された場合にはステップS12で

50

異常を検出した(ショートパス)方向のノードにSF-R/RDI(Byte1のbit1-4/Byte1のbit6-8)のAPS情報を送信し、異常を検出していない(ロングパス)方向のノードにSF-R/IDLEのAPS情報を送信する。このステップS12で図9のフレーム8a, 8b, 9a, 9bが送信される。

【0083】

次に、ステップS12-1で異常が回復したか否かを判別する。異常が回復した場合にはステップS12-2で復旧した(ショートパス)方向のノードにRR-R/Br&SWのAPS情報を送信し、異常を検出していない(ロングパス)方向のノードにSF-R/Br&SWのAPS情報を送信する。一方、ステップS12-1で異常が回復していない場合にはステップS13に進む。

10

【0084】

異常が検出されていない場合には、ステップS13で受信したAPS情報がSF-Rであるか否かを判別する。APS情報(Byte1のbit1-4)がSF-Rである場合にはステップS14でAPS情報(SF-R)の宛先が自ノードであるか否かを判別する。APS情報の宛先が自ノードである場合にはステップS15でロングパスからのAPS情報であるか否かを判別する。

【0085】

ロングパスからのAPS情報である場合にはステップS40で予備回線のチャンネルに現用回線のチャンネルより優先度の高いタイムスロットがあるか否かを判別する。予備回線のチャンネルに現用回線のチャンネルより優先度の高いタイムスロットがある場合にはステップS41で受信したAPS情報を終端し、データベースの優先度情報に基づいて現用回線のチャンネルを予備回線のチャンネルに切替え、Br&Sw状態に遷移する。また、ロングパス方向にSF-R/Br&SwのAPS情報を送信する。また、既にBr&Sw状態に遷移していた場合、Br&Sw状態を維持する。

20

【0086】

予備回線のチャンネルに現用回線のチャンネルより優先度の高いタイムスロットがない場合にはステップS42で受信したAPS情報を終端し、現用回線のチャンネルを予備回線のチャンネルに切替え、Br&Sw状態に遷移する。また、ロングパス方向にSF-R/Br&SwのAPS情報を送信する。また、既にBr&Sw状態に遷移していた場合、Br&Sw状態を維持する。このステップS41, S42で図10のフレーム10b, 11bが送信される。

30

【0087】

ステップS14でAPS情報の宛先が自ノードではない場合にはステップS17でAPS情報がIDLEであるか否かを判別し、APS情報がIDLEである場合にはステップS18でSF-RのAPS情報を通過させ、自ノードはパススルー状態に遷移する。APS情報がIDLEでない場合にはステップS17-1でAPS情報がBr&Swであるか否かを判別し、Br&Swである場合にはステップS17-2でSF-RのAPS情報を通過させる。

【0088】

一方、ステップS13でAPS情報がSF-Rではない場合には図19BのステップS20で受信したAPS情報がRR-Rであるか否かを判別する。APS情報がRR-Rである場合にはステップS21でAPS情報(RR-R)の宛先が自ノードであるか否かを判別する。APS情報の宛先が自ノードである場合にはステップS22でRR-Rの受信前にWTRを受信していたか否かを判別する。RR-Rの受信前にWTRを受信していた場合にはステップS23で受信したAPS情報を終端し、予備回線のチャンネルを現用回線のチャンネルに切り戻し、NR/BrのAPS情報をショートパス及びロングパス双方に送信する。このステップS23で図11のフレーム14a, 14b, 15a, 15bが送信される。

40

【0089】

RR-Rの受信前にWTRを受信していない場合にはステップS24で受信したAPS

50

情報を終端し、WTRタイマを起動する。また、復旧保護時間WTR内であればWTR / Br & SwのAPS情報をショートパス及びロングパス双方に送信する。復旧保護時間WTRを過ぎた後はRR - R / Br & SwのAPS情報をショートパス方向に送信する。このステップS23で図10のフレーム12a, 12b, 13a, 13bが送信される。

【0090】

また、ステップS20で受信したAPS情報がRR - Rではない場合には図20のステップS25に進む。ステップS25では受信したAPS情報がWTRであるか否かを判別する。APS情報がWTRである場合にはステップS26でAPS情報(WTR)の宛先が自ノードであるか否かを判別する。APS情報の宛先が自ノードである場合にはステップS27で受信したAPS情報を終端し、WTR受信を記憶しておく。これにより、次にRR - Rを受信したときにステップS23が実行される。

10

【0091】

一方、ステップS25でAPS情報がWTRではない場合にはステップS28で受信したAPS情報がNRであるか否かを判別する。APS情報がNRである場合にはステップS29でAPS情報(Byte1のbit6-8)がIDLEであるか否かを判別し、APS情報がIDLEである場合にはステップS30で自ノードの状態が現在パススルー又はBr & Swであるか否かを判別する。自ノードの状態が現在パススルー又はBr & Swである場合にはステップS31でNR / IDLEのAPS情報を通過させる。そして、ステップS32でショートパス及びロングパス双方からNR / IDLEを受信したか否かを判別し、ショートパス及びロングパス双方からNR / IDLEを受信した場合にはステップS33で自ノードの状態をIDLEに遷移させる。

20

【0092】

また、APS情報がIDLEではない場合にはステップS34で受信したAPS情報がBrであるか否かを判別する。APS情報がBrである場合にはステップS35でAPS情報(Br)の宛先が自ノードであるか否かを判別する。APS情報の宛先が自ノードである場合にはステップS36で当該APS情報をロングパスから受信したか否かを判別する。APS情報をロングパスから受信した場合にはステップS37で受信したAPS情報を終端し、予備回線のチャネルを現用回線のチャネルに切り戻し、NR / IDLEのAPS情報をショートパス及びロングパス双方に送信する。このステップS37で図11のフレーム5a, 5b, 6a, 6bが送信される。

30

【0093】

<第3実施形態>

図21に示すように、ノードA~Fで構成した6ノードのリングネットワークにおいて、ノードC, F間(ノードA, B経由)にOTNの現用回線を通るパスが存在し、また、ノードC, E間(ノードA, B, F経由)にOTNの予備回線を通るパスが存在する場合を考える。

【0094】

第1実施形態では、ノードC, D間に障害が発生すると、ノードCにおいてノードDからの受信回線にSF(Signal Fail)を検出し、ノードCでSF - R要求のAPS情報を生成してノードDまで送信する。最後にノードC, Dがリングスイッチ(ループバック切替え)状態になり、ノードC, D間の現用回線の救済のために予備回線が使われる。このため、アラームがない状態で信号疎通していたノードC, E間の予備回線は廃棄(Drop)されてしまう。

40

【0095】

以下に説明する実施形態では、APS情報のByte4のbit1, 2-3を図6に示すように定義し、このByte4のbit1, 2-3を利用することにより、アラームがない状態で信号疎通していたノードC, E間の予備回線が廃棄(Drop)されることを防止する。

【0096】

図21に示すように、C, F間(ノードA, B経由)にOTNの現用回線を通るパスが

50

存在し、ノードC, E間(ノードA, B, F経由)にOTNの予備回線を通るパスが存在する状態を考える。

【0097】

ノードC, D間に障害が発生すると、ノードCにおいてノードDからの受信回線にSFを検出し、ノードCでSF-R要求のAPS情報を生成してノードDまで送信する。このとき、ノードCではノードD方向にクロスコネクがないので、現用回線及び予備回線にクロスコネク設定がないことを示す情報をAPS情報のByte4のbit1, 2-3を「1:Enhanced BLSR」,「00:None」として送信する。

【0098】

ノードDは、ノードCからのAPS情報を受信すると受信APS情報のByte4のbit1, 2-3を参照し、対向するノードCはクロスコネクがないという情報を確認する。また、ノードDではノードC, D間の障害以外は検出しておらず、ノードCへの現用回線にクロスコネクがないため、SF-R要求に応答せず、リングスイッチ動作を停止する。これにより、ノードC, E間の予備回線はリングスイッチのために廃棄されず、回線の利用効率を向上することができる。

10

【0099】

図22はノードDが実行する処理の一実施形態のフローチャートを示す。ノードDはノードCからのAPS情報を受信すると、ステップS51で受信APS情報のByte4のbit1が「Enhanced BLSR」であるか否かを判別する。Byte4のbit1が「Enhanced BLSR」であれば、ステップS52で受信APS情報のByte4のbit2-3が「None」又は「Protection」であるか否かを判別する。

20

【0100】

Byte4のbit2-3が「None」又は「Protection」であれば、ステップS53で自ノードが送信するAPS情報のByte4のbit1が「Enhanced BLSR」であるか否かを判別する。Byte4のbit1が「Enhanced BLSR」であれば、ステップS54で自ノードが送信するAPS情報のByte4のbit2-3が「None」又は「Protection」であるか否かを判別する。

【0101】

Byte4のbit2-3が「None」又は「Protection」であれば、ステップS55でSF-R又はSD-Rによるリングスイッチを実行しない。一方、ステップS51~S54のいずれかを満足しない場合にはステップS56でSF-R又はSD-Rによるリングスイッチを実行する。

30

【0102】

また、この第3実施形態によれば、図23に示すように、ノードC, B, A, F, E間が接続され、ノードE, D間、ノードD, C間が接続されていないリングネットワーク構築途中であっても、既に接続されたノードC, B, A, F, E間のみで、必要とされる場合にBLSR切替えを実行できる。

【0103】

ところで、図24に示すように、複数のOTNリングネットワークを互いに接続してネットワークを構成しても良い。図24では、ノード装置(ADM)61, 62, 63, 64で構成される第1のOTNリングネットワークと、ノード装置(ADM)65, 66, 67, 68で構成される第2のOTNリングネットワークとをノード装置69で接続して、1つのOTNネットワークとする。

40

【0104】

このようにして、SONET又はIPフレーム等のクライアント信号を効率的に、より安全に、より低コストに、通信できるOTNベースのリングネットワークを構築できる。また、優先順位に応じた回線切替えが可能になり、かつ、不必要な回線切替えを起こさないことで予備回線の継続利用及び信号疎通を実現することができる。

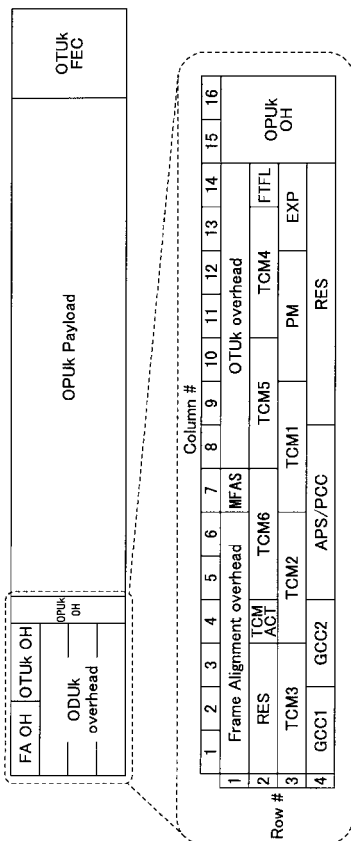
【符号の説明】

50

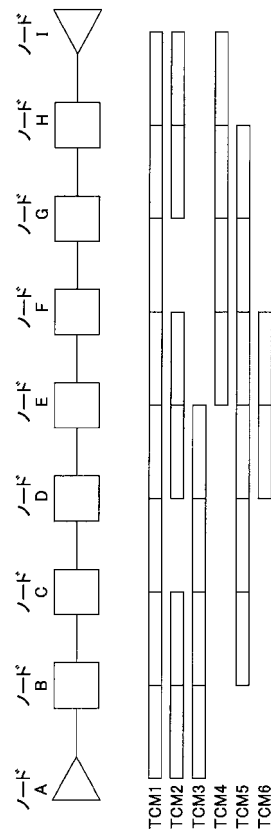
【 0 1 0 5 】

- 1 0 ノード装置
- 2 1 , 2 3 , 4 6 , 4 8 光ファイバ
- 2 2 , 2 4 光受信部
- 2 5 B L S R 切替え部
- 2 6 , 2 7 リングスイッチ
- 2 8 ~ 3 1 選択スイッチ
- 3 2 , 3 3
- 3 5 制御部
- 3 6 , 3 7 クロスコネクト部
- 4 0 クライアントインタフェース部
- 4 1 O D U デマッパ
- 4 2 クライアント信号マッパ / デマッパ
- 4 3 O D U マッパ
- 4 5 , 4 7 光送信部

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

Byte1		Byte2		Byte3		Byte4	
bit1-4	Request	bit5-8	Requested Node ID	bit1-8	Source Node ID	bit1-3	Source Node Information
		bit5: short/long				bit4-8	Reserved
		bit6-8: Status					

【 図 4 】

Byte1 Bit1-4	内容	Note
1111	LP-S(Lockout of Protection(Span)) or SF-P(Signal Fail (Protection))	WorkingチャネルをProtection回線に切替える事を禁止する
1110	FS-S(Forced Switch(Span))	強制切替(Forced Switch)予備系が正常な場合、外部制御により現用系のトラヒックを予備系に切替える
1101	FS-R(Forced Switch(Ring))	強制切替-伝送路故障(Signal Fail)予備系が正常な場合、LOS/LOF/MS-AIS及び装置内監視異常を検出時に、現用系のトラヒックを予備系に切替える
1100	SF-S(Signal Fail(Span))	自動切替-品質劣化(Signal Degrade)予備系が正常な場合、品質劣化を検出時に、現用系のトラヒックを予備系に切替える
1011	SF-R(Signal Fail(Ring))	自動切替-品質劣化(Signal Degrade)予備系が正常な場合、品質劣化を検出時に、現用系のトラヒックを予備系に切替える
1010	SD-P(Signal Degrade(Protection))	自動切替-品質劣化(Signal Degrade)予備系が正常な場合、品質劣化を検出時に、現用系のトラヒックを予備系に切替える
1001	SD-S(Signal Degrade(Span))	自動切替-品質劣化(Signal Degrade)予備系が正常な場合、品質劣化を検出時に、現用系のトラヒックを予備系に切替える
1000	SD-R(Signal Degrade(Ring))	自動切替-品質劣化(Signal Degrade)予備系が正常な場合、品質劣化を検出時に、現用系のトラヒックを予備系に切替える
0111	MS-S(Manual Switch(Span))	WorkingチャネルをProtection回線に切替える
0110	MS-R(Manual Switch(Ring))	WorkingチャネルをProtection回線に切替える
0101	WTR(Wait to Restore)	回復待機(Wait to Restore)故障回復後、回復待機保護期間中に伝送路名称変更を行わない
0100	EXER-S(Exerciser(Span))	Protection回線への疑似切替の実施を行う
0011	EXER-R(Exerciser(Ring))	Protection回線への疑似切替の実施を行う
0010	RR-S(Reverse Request(Span))	切替応答(Reverse Request)対向側からの切替要求を受けて、対抗側で切替を実行したことを通知する
0001	RR-R(Reverse Request(Ring))	切替応答(Reverse Request)対向側からの切替要求を受けて、対抗側で切替を実行したことを通知する
0000	NR(No Request)	切替なし(No Bridge Required)現用系から切替要求がない伝送路名称変更または切戻しを行う

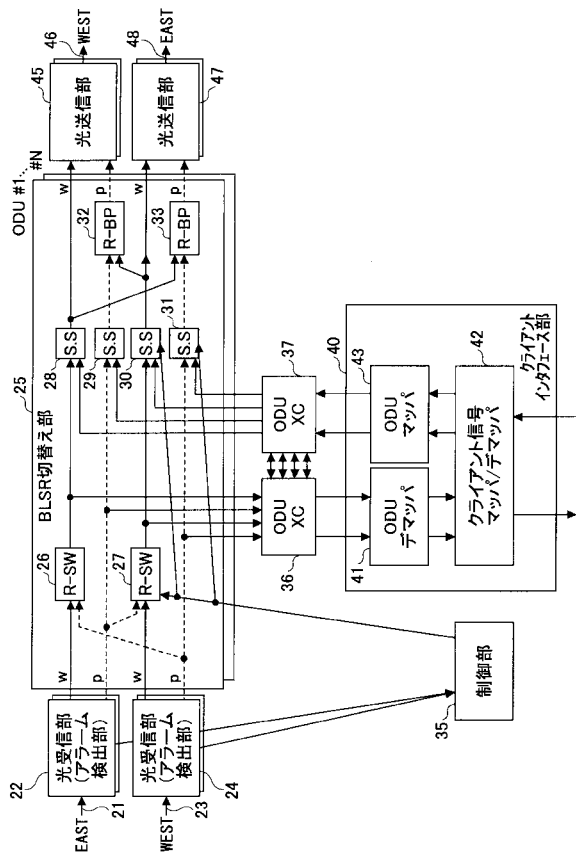
【 図 5 】

Byte1 Bit6-8	内容	Note
111	Line AIS (Alarm Indication Signal)	故障が発生したとき、その下流に伝える状態
110	Line RDI (Remote Defect Indicator)	故障を上流方向に通知する状態
101	Reserved for future use	未定義
100	Reserved for future use	未定義
011	ET(Extra Traffic) on Protection Channel	Idle状態でかつProtection回線にクロスコネクタが設定され使われている状態
010	Bridged and Switched(Br&Sw)	Ring切替、Span切替状態送信にWork回線Protection回線双方の受信を選択している状態
001	Bridged(Br)	Ring切替、Span切替の過程で送信にWork回線Protection回線双方に同じ信号を送信している状態
000	Idle	Ring切替、Span切替を実施していない状態

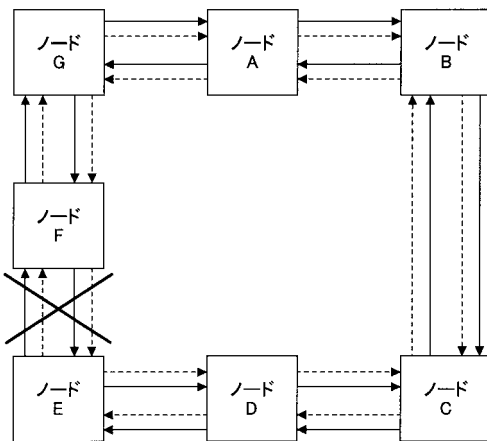
【 図 6 】

Byte4 Bit1	内容	Note
1	Enhanced BLSR	本実施形態のBLSR動作をするモード
0	Traditional BLSR	本実施形態のBLSR動作に対応しないモード
11	Work & Protection	Work & Protection Lineにクロスコネクタあり
10	Work	Work Lineのみにクロスコネクタあり
01	Protection	Protection Lineのみにクロスコネクタあり
00	None	Work & Protection Lineともにクロスコネクタなし

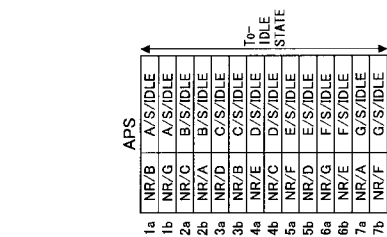
【 図 7 】



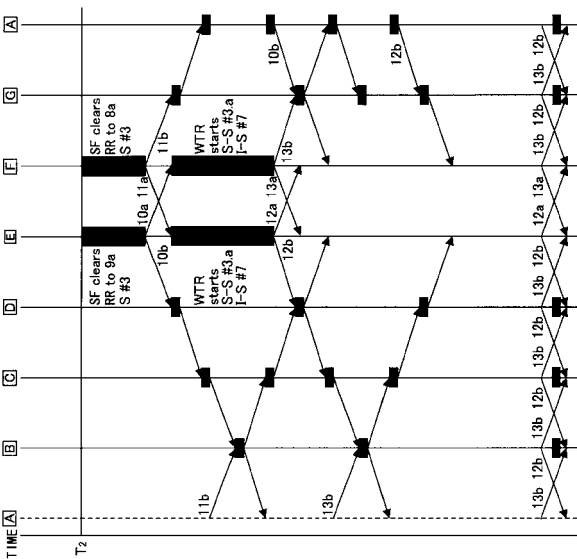
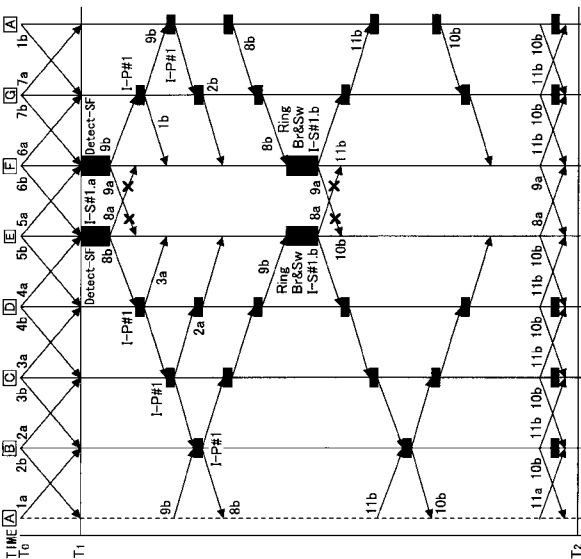
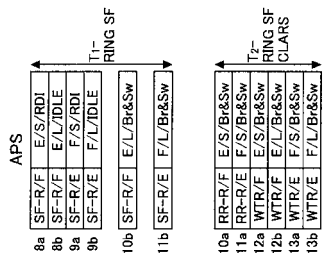
【 図 8 】



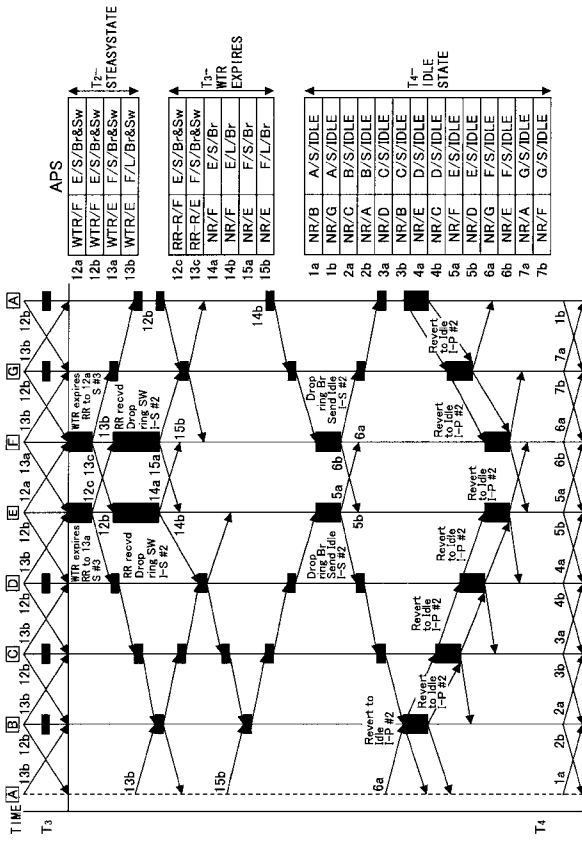
【 図 9 】



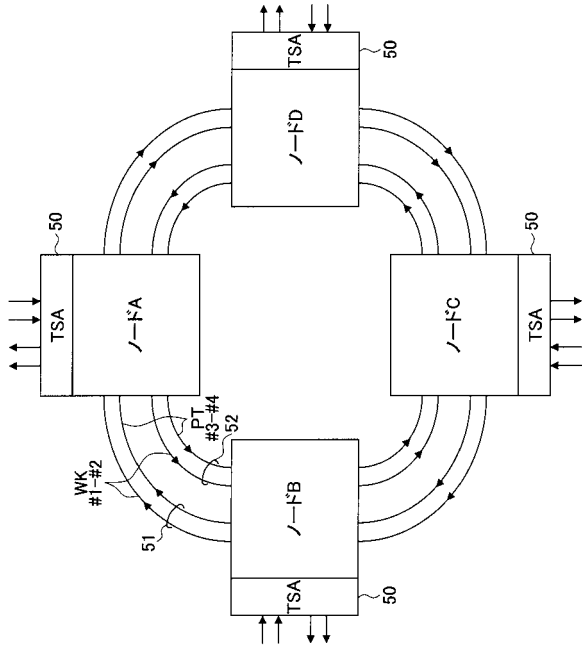
【 図 10 】



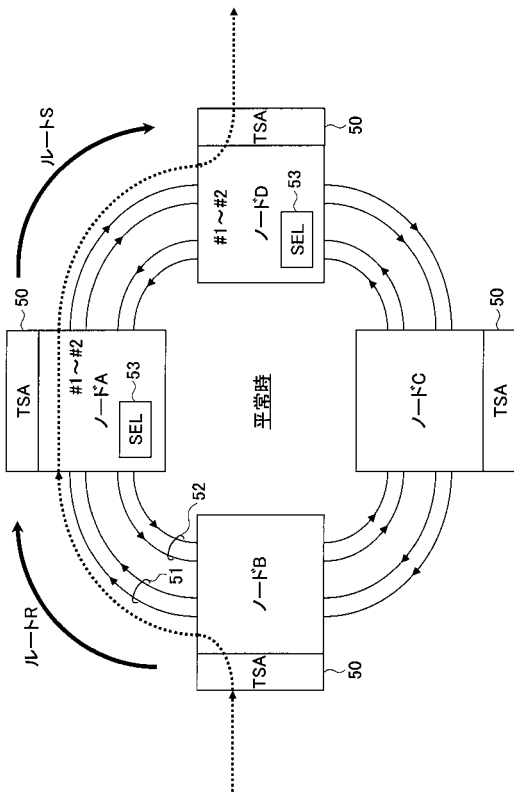
【 図 1 1 】



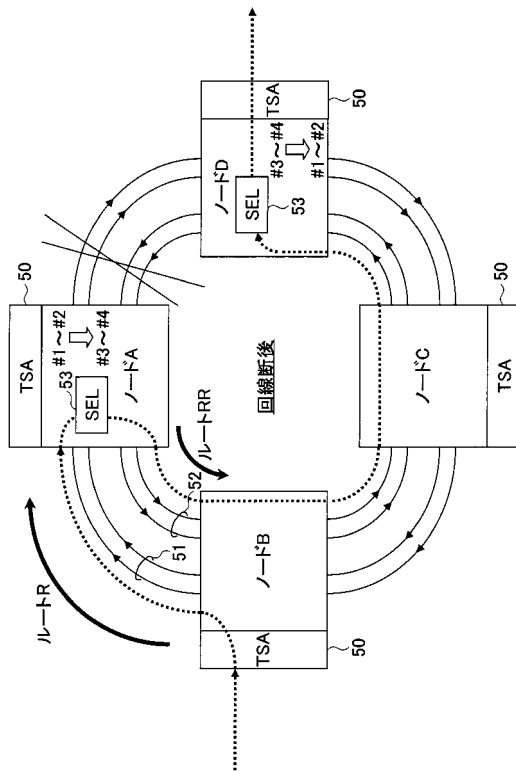
【 図 1 2 】



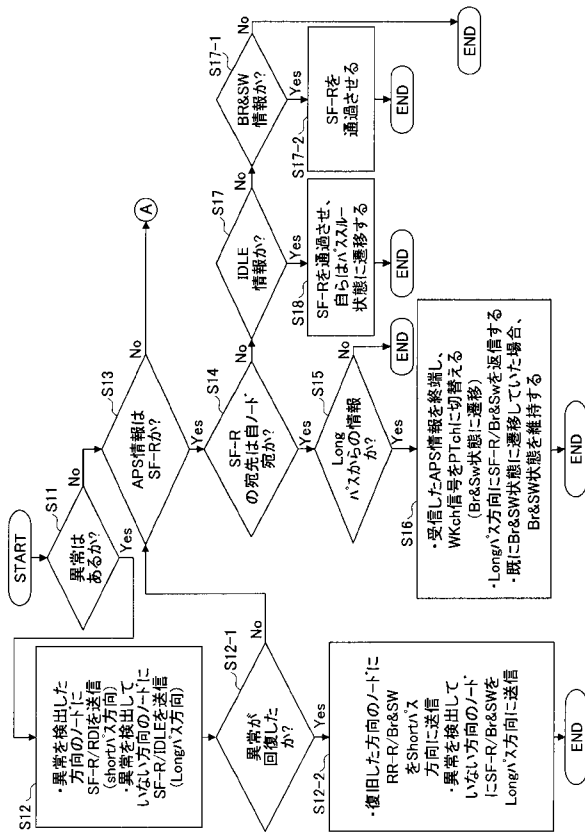
【 図 1 3 】



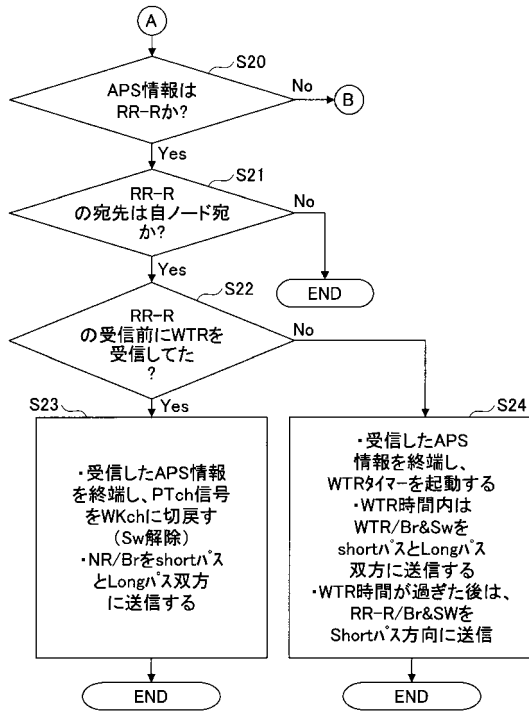
【 図 1 4 】



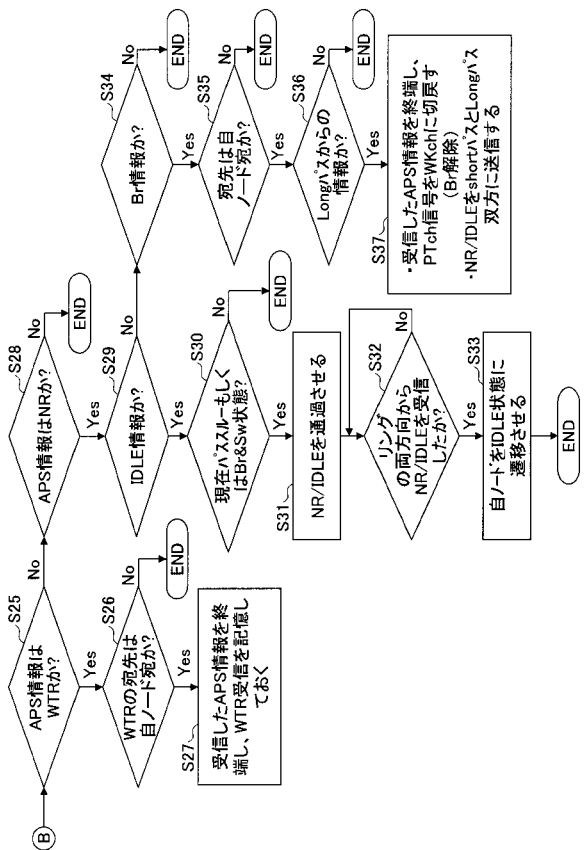
【図15A】



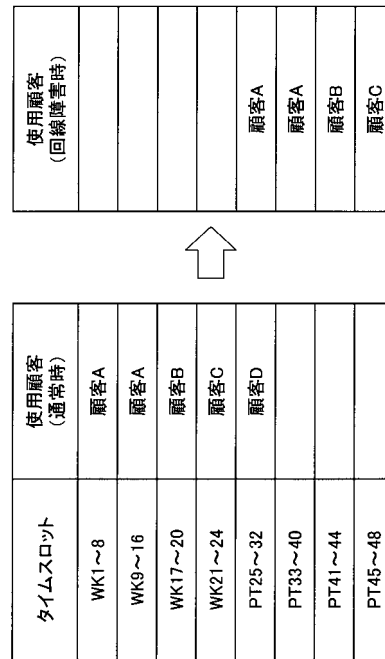
【図15B】



【図16】



【図17】

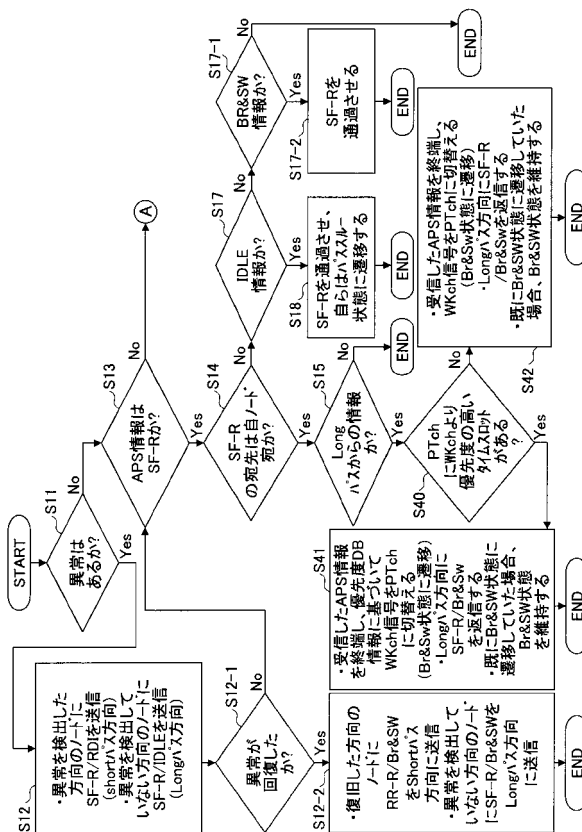


【図18】

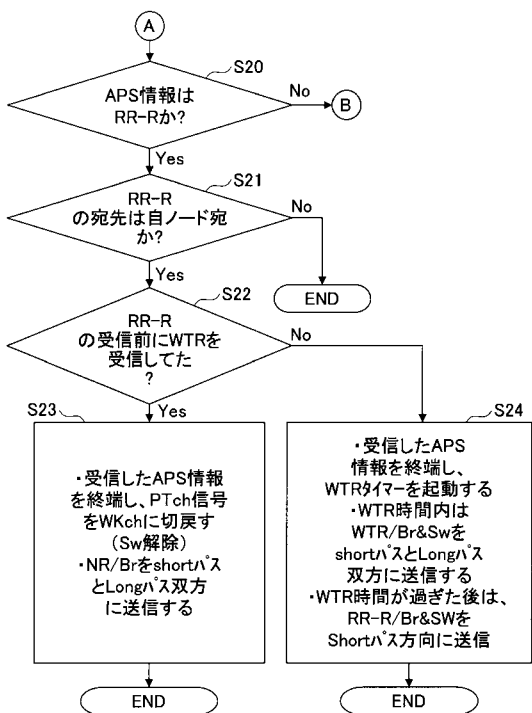
正常時		回線障害後	
タイムスロット	使用顧客	使用顧客	TCM優先度
WK1~8	顧客A		2
WK9~16	顧客A		2
WK17~20	顧客B		3
WK21~24	顧客C		4
PT25~32	顧客D	顧客D	1
PT33~40		顧客A	
PT41~44		顧客B	
PT45~48		顧客C	



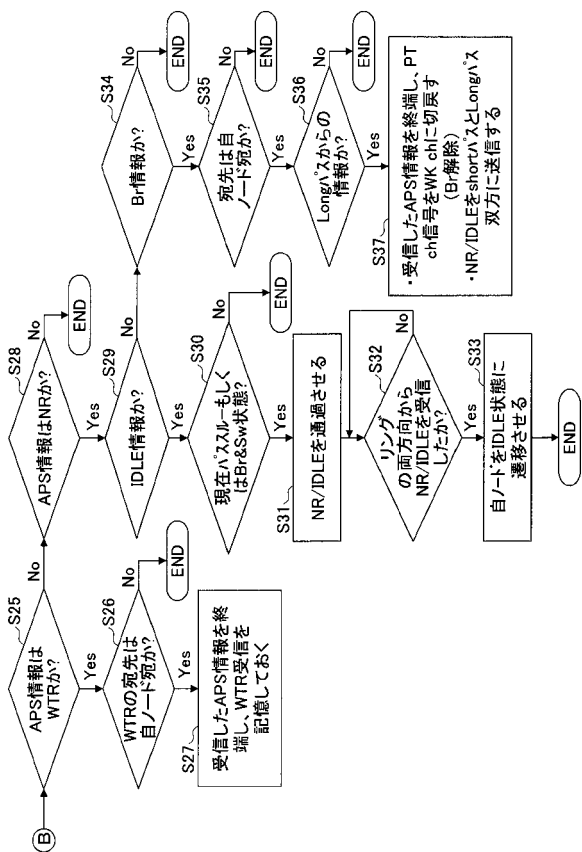
【図19A】



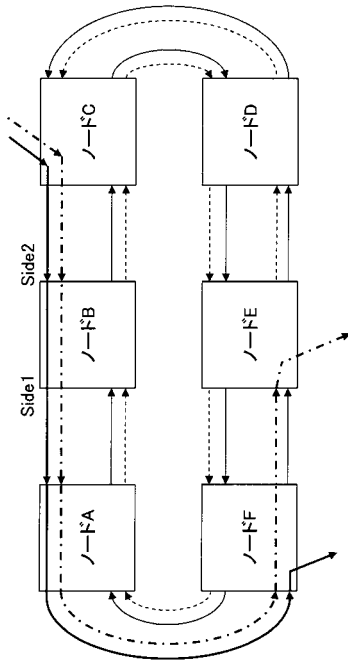
【図19B】



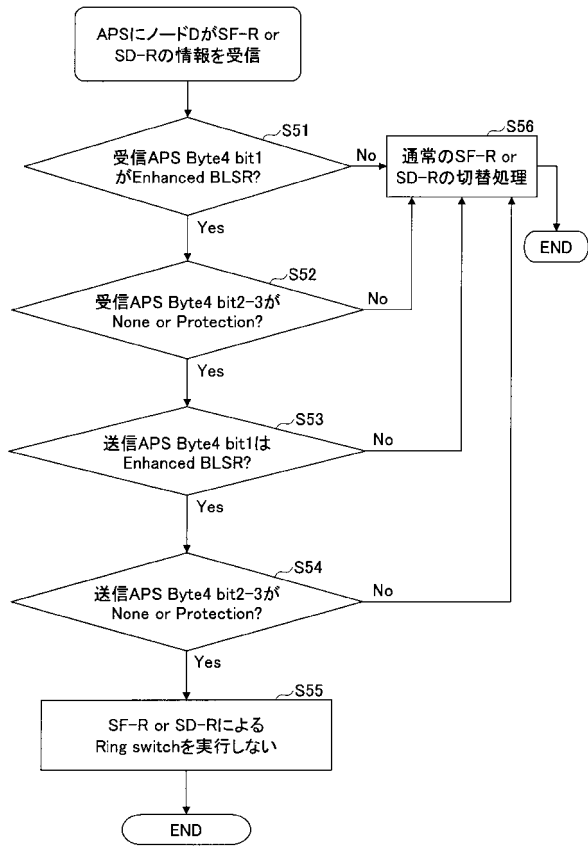
【図20】



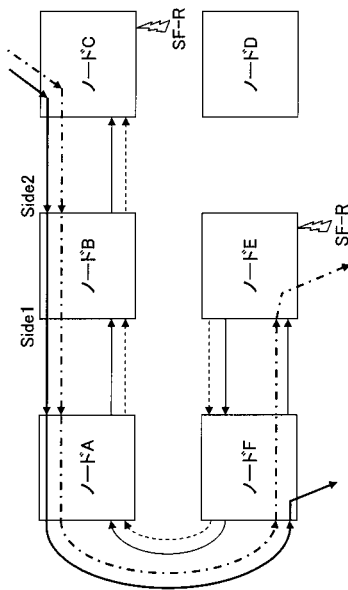
【図21】



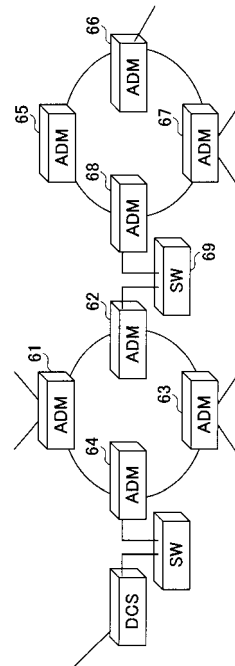
【図22】



【図23】



【図24】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 L 12/42 (2006.01) H 0 4 L 12/42 M

(72)発明者 本田 崇
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 塩田 昌宏
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 玉木 宏治

(56)参考文献 特開2001-186160(JP,A)
特開2004-007064(JP,A)
特開2001-197011(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 4 L 1 2 / 0 0 - 9 5 5
H 0 4 B 1 0 / 0 3 5
H 0 4 B 1 0 / 2 7 5
H 0 4 J 3 / 0 0
H 0 4 L 2 9 / 1 4