

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4201531号  
(P4201531)

(45) 発行日 平成20年12月24日(2008.12.24)

(24) 登録日 平成20年10月17日(2008.10.17)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 4 L	12/437	(2006.01)	HO 4 L	12/437	R
HO 4 B	10/20	(2006.01)	HO 4 L	12/437	S
HO 4 J	14/00	(2006.01)	HO 4 B	9/00	N
HO 4 J	14/02	(2006.01)	HO 4 B	9/00	E

請求項の数 5 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2002-157838 (P2002-157838)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成14年5月30日(2002.5.30)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2004-7064 (P2004-7064A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成16年1月8日(2004.1.8)	(74) 代理人	100099759
審査請求日	平成17年5月12日(2005.5.12)		弁理士 青木 篤
前置審査		(74) 代理人	100119987
			弁理士 伊坪 公一
		(74) 代理人	100081330
			弁理士 樋口 外治
		(74) 代理人	100141254
			弁理士 榎原 正巳
		(74) 代理人	100113826
			弁理士 倉地 保幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光通信ノード及び光ネットワークシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光ネットワークの所定の光パスに接続される光通信ノードであって、前記光通信ノードはその配下に収容する外部ネットワークと、前記光ネットワークと前記外部ネットワークと間の接続を遮断する遮断手段と、を有し、

前記遮断手段は、前記光パスのルート設定変更時に、前記光パスのルート設定変更に関して誤接続が一時的に発生し得るとき、そのルート変更のシーケンスの完了までは遮断されることを特徴とする光通信ノード。

【請求項2】

前記遮断手段は、さらに他の光通信ノードからの指示により遮断され、又はその遮断が解除される請求項1記載の光通信ノード。

10

【請求項3】

さらに、送信信号に受信端ノード識別子を付加する付加手段と、受信信号に含まれる前記受信端ノード識別子を検出する検出手段と、を有し、

前記検出手段は、自ノードの前記受信端ノード識別子を検出すると、前記遮断手段による遮断を解除する、請求項1又は2記載の光通信ノード。

【請求項4】

さらに、ダミー信号を生成出力するダミー信号手段を有し、

前記遮断手段により信号の送信が停止される前記光パス及び/又は前記外部ネットワークに対して、前記ダミー信号手段によるダミー信号が送出される、請求項1～3のいずれ

20

か一つに記載の光通信ノード。

【請求項 5】

光パスのルート設定変更時に、前記光パスのルート設定変更に関して誤接続が一時的に発生し得るとき、ルート変更のシーケンスの完了までの間、外部光ネットワークから該光ネットワークへの入力側へ又は該光ネットワークから外部光ネットワークの出力側への少なくとも一方の信号を遮断することを特徴とする光ネットワークシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光通信ノード及び光ネットワークに関し、特に波長多重光通信(WDM; Wavelength Division Multiplexing)ネットワークシステムにおけるルート切替え機能をもつ光通信ノード及び光ネットワークの誤接続の防止に関するものである。 10

【0002】

【従来の技術】

近年、インターネット通信や画像伝送等の普及に応じて、光信号による大容量高速データ伝送に適するWDMシステムが導入されている。WDMシステムは、先ず経済的メリットが大きい長距離網からその導入が開始された。やがて、その技術の成熟によって設置コストが低下し、現在では都市内コアリングにもWDMシステムの導入が進められている。

【0003】

図1は、メトロリングネットワークの一例を示したものである。 20

従来からビル間をまたぐ企業内LAN同士や近郊都市間を結ぶメトロ向けシステムではリングネットワークが指向されている。メトロ領域は、図1に示すように市街地域内でのビル間接続のように加入者側に近いメトロアクセスネットワーク(Metro Access Network) A、Bで構成される領域と、近郊都市のメトロアクセスネットワーク同士を接続したり、長距離ネットワークに接続するメトロコアネットワーク(Metro Core Network; Metro IO F (interoffice)とも呼ぶ)で構成される領域とに分けられる。

【0004】

現在ではメトロアクセスネットワーク向けにもWDMが適用されており、そこではパッシブOADM (Passive Optical Add Drop Multiplexing)方式が主流となっている。

図2には、パッシブOADM方式によるメトロアクセスネットワークの一例を示している。図2の(a)は4つのノードA~Dで構成された2ファイバリングネットワークの例を示しており、図2の(b)には各ノードA~Dにおける片方向の装置内構成の例を示している。 30

【0005】

図2の(b)において、いずれか一方のファイバ10上に伝送される32波長( $\lambda_1 \sim \lambda_{32}$ )のWDM信号のうち、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_3$ の帯域信号が誘電体多層膜フィルタ等の波長固定フィルタ11によってドロップ(Drop)され、それらは次段の光分波器12によってさらに各波長毎の光信号 $\lambda_1 \sim \lambda_3$ に分離される。各波長信号 $\lambda_1 \sim \lambda_3$ は、対応するトランスポンダ13~15によって光増幅や波長変換等の処理がなされた後、そのノードが収容するルータ等の外部ネットワーク機器に出力される。 40

【0006】

一方、外部ネットワークから入力される信号は、各トランスポンダ23~25によって対応する各波長信号 $\lambda_4 \sim \lambda_6$ に変換される。それらは波長固定フィルタ21を介して、合波器22により結合された波長 $\lambda_4 \sim \lambda_6$ の信号としてファイバ10上に伝送される32波長( $\lambda_1 \sim \lambda_{32}$ )のWDM信号にアド(Add)される。

【0007】

このように、パッシブOADM方式によれば、特定の波長や波長群の光信号を容易にWDM信号からアドしたりドロップしたりすることができる。しかしながら、各ノードは自装置用に調整された波長固定フィルタ11及び21等の専用部品を使用するため、各ノードに割り当てられる信号パスのルート(使用波長又は波長群)は固定化される。 50

## 【 0 0 0 8 】

その結果、パッシブ O A D M 方式によるネットワーク設計では、事前にノード間の伝送ルートや伝送容量を決定し、そのためのフィルタを配置する必要がある。また、事後的に伝送ルートや伝送容量の変更が生じた場合は、一度ネットワークを切断してサービスを終了し、それに対応するフィルタを追加する必要がある。

## 【 0 0 0 9 】

今後はアクセスネットワークと長距離ネットワークとの間に位置するメトロコアネットワーク向けに W D M を用いた光リングネットワークの導入が進んでいくものと考えられる。図 1 に示すようにメトロコアネットワークもプロテクション技術の容易性からその基本はリング構成であり、それを多段に接続することで大規模なネットワークを構築する。また、空きノードで図 2 に示すパッシブ O A D M 方式のようなメトロアクセスネットワークのリングと接続したり、長距離ネットワークと接続を行なう。

10

## 【 0 0 1 0 】

この場合、アクセス網から集線してきたデータ信号をノード間で交換したり、長距離網へ接続するのに回線を大容量化したり、回線ルートの切替える技術が重要となる。以下の 3 つの理由から、パス(回線ルート)の変更頻度は今後一層高くなり、その変更を自動的に行なうことは必須である。

## 【 0 0 1 1 】

( 1 ) ネットワーク規模及び需要の増大により回線ルートの設定変更がより頻繁に発生する。( 2 ) I P over W D M の提供のために W D M システム側でプロテクション機能を提供する。この場合、ビットレート無依存性から光レイヤ層で波長切替えを行い、S O N E T ( Synchronous Optical Network ) リングに準じた短時間内 ( 5 0 ~ 1 0 0 m s ) でその切替えを完了する必要がある。( 3 ) 将来、波長の時間貸しサービスの提供により回線ルートの変更頻度が増加する。この場合もその切替えを上記短時間内で行なう必要がある。

20

## 【 0 0 1 2 】

上述したことから、メトロアクセスネットワークの伝送ルートや伝送容量の変更によるネットワークの切断やサービス停止等に柔軟に対処し、誤接続を防止しながら接続先の遠隔切替えを実行する機能をサポートする必要がある。

## 【 0 0 1 3 】

図 3 は、B P S R ( Bi-directional Path Shared Ring ) 方式によるパスプロテクション機能を備えたリングネットワークの動作を図式的に説明したものである。図 3 では、2 ファイバリングの 1 つのファイバ上に信号を時計回りに及び別のファイバ上に信号を反時計回りに伝送する。ここでは、各々のファイバ上に伝送される波長信号群をワーク ( Work ) 信号とプロテクション ( protection ) 信号とに分ける。例えば、時計回りの波長信号群はその偶数波長をワーク信号用に、そして奇数波長をプロテクション信号用に割り当てる。一方、反時計回りの波長信号群はその奇数波長をワーク信号用に、そして偶数波長をプロテクション信号用に割り当てる。

30

## 【 0 0 1 4 】

正常通信時において、送信端ノード A は受信端ノード D に対してワーク信号を使用して図中に実線で示す時計回りのワークパス ( Work Path;  $\rightarrow_x$  ) 上に信号を送信する。受信端ノード D では、ワークパス側を選択してその信号を受信する。一方、図中に点線で示す反時計回りのそのプロテクションパス ( Protection Path;  $\leftarrow_x$  ) は空き状態である。

40

## 【 0 0 1 5 】

ここで、ワークパス側に断線等の回線障害が発生すると、送信端ノード A がプロテクションパス側にパスを切替えて信号の送信を継続する。以降、受信端ノード D もプロテクションパス側に切替えて信号の受信を継続する。なお、回線障害等により遮断された信号はプロテクション動作によって 5 0 ~ 1 0 0 m s 以内に復旧させる必要がある。

## 【 0 0 1 6 】

ところで、通常はプロテクション用のルートに優先度の低い信号 P C A ( Protection Cha

50

nnel Access) パスを適当に張ってパスの共有化を図り、その運用効率を高めることが行なわれる。この場合には、ワーク側の障害発生時にプロテクション側の P C A 信号を終了して、優先度の高いプロテクション信号を挿入する。

回線ルートの設定切替えは、回線ルートの障害発生時に限らず波長の時間貸しサービス等のように回線正常時においても頻繁に発生する。

【 0 0 1 7 】

【 発明が解決しようとする課題 】

上述した回線ルートの設定切替えは、ネットワークマネジメントシステムがその切替え手順及び切替えタイミングを適切に管理して指示する必要があるが、従来においては以下に示すように、回線ルートの設定切替え時にパスの誤接続が発生するという問題や、それを防止するための指示系統の処理遅延という問題が生じていた。

10

【 0 0 1 8 】

図4は、プロテクション動作時に発生する誤接続の一例を示している。

図4の(a)は、正常な通信状態を示している。ここで、送信端ノードDからは受信端ノードBへはワークパス<sub>1</sub>を介して反時計回りの信号を送信し、また送信端ノードAからは受信端ノードCへそのプロテクションパス<sub>1</sub>を使用してより優先度の低いP C A 信号を時計回りに送信している。

【 0 0 1 9 】

図4の(b)には、ノードCとノードDとの間のワークパス<sub>1</sub>にファイバ切断等の回線障害が発生した場合を示している。この場合、プロテクション動作によってプロテクションパス<sub>1</sub>の側へ回線ルートが切替えられる。その結果、送信端ノードDからの信号はノードAを中継して受信端ノードBへ時計回りに送信される。中継ノードAは自身のP C A 信号の送信を終了して送信端ノードDからの信号をスルーさせ、また受信端ノードBはプロテクションパス<sub>1</sub>の側から信号を受信するように受信ルートを切替える。

20

【 0 0 2 0 】

上記の場合、各ノードA～Dの間における相対的な回線ルートの切替えタイミング、すなわちその切替え順序が問題となる。受信端ノードBから切替えを開始する場合には、ノードBで時計回りのルートをスルーからドロップに切替えた後、中継ノードAがP C A 信号の送信を終了してスルーに切替えるまでの間はノードAからのP C A 信号が受信端ノードBに誤接続されて外部ネットワークへ出力される。

30

【 0 0 2 1 】

反対に送信端ノードDから切替えを開始する場合は、先ず送信端ノードDが時計回りのルートに回線ルートを切替えて信号を送信する。その後、中継ノードAがP C A 信号の送信を終了してスルーに切替えてから受信端ノードBが時計回りのルートをスルーからドロップに切替えるまでの間、送信端ノードDからの信号はP C A 信号の受信端ノードであるノードCに誤接続されて外部ネットワークへ出力される。

【 0 0 2 2 】

図5には、上述した誤接続の動作をより具体的に説明するため、ノード構成の一例を示している。

先ず、図5のノード構成について簡単に説明しておく。時計回りルートの光ファイバ31から入力されるW D M 信号は、光プリアンプ37によって増幅された後、光分波器38によって各波長信号(<sub>1</sub>～<sub>n</sub>)に分離されて出力される。また、その入力信号の一部は光分波器32により光監視部(O S C ; Optical Supervisory Channel)33に入力される。

40

【 0 0 2 3 】

光監視部33では、入力信号を電気信号に変換して次段の処理部/制御部34に与える。処理部/制御部34では入力信号等により時計回りルートの光ファイバ31の通信状態を確認し、障害発生時にはノード内部のスイッチ制御等を行なう。また、次段のノードに与えるパイロット信号等は出力側の光監視部35及び光合波部36を介して出力される。

【 0 0 2 4 】

50

次に、ノード内部のスイッチ動作について説明すると、光分波器38で分離された時計回りのワーク信号 $w_1$ (w)は2×2光スイッチ39に入力される。2×2光スイッチ39がアッド/ドロップ設定であれば、入力されたワーク信号 $w_1$ (w)をドロップし、次段の光カプラ45及び冗長構成をとるトランスポンダ47又は48を介して外部ネットワーク59へ出力する。

【0025】

また、外部ネットワーク59からの信号は冗長構成をとるトランスポンダ51又は52、及び1×2光スイッチ50を介して2×2光スイッチ39に入力され、2×2光スイッチ39はそれをアッドして次段の光減衰器40、光合波器41、光ポストアンプ42、及び光合波器36を介して時計回りルートの光ファイバ31へWDM信号の1波として出力する。

10

【0026】

一方、2×2光スイッチ39がスルー設定であれば、入力されたワーク信号 $w_1$ (w)をスルーして次段の光減衰器40、光合波器41、光ポストアンプ42、及び光合波器36を介して時計回りルートの光ファイバ31へWDM信号の1波として出力する。同様の処理は、反時計回りルートの光ファイバ43から入力されるそのプロテクション信号 $p_1$ (p)に対しても2×2光スイッチ44によりなされる。

【0027】

なお、図中の下部中央には、外部ネットワーク59とのインタフェースに光信号を一度電気信号に変換した後に所定の光信号へ変換するトランスポンダタイプではなく、2×2光スイッチと外部ネットワーク59との間を直接接続する直接接続タイプも示している。この場合にはリング外のネットワーク機器にWDM用の光送信機/受信器が組み込まれる。

20

【0028】

次に、上述したノード構成を前提に、図4の誤接続動作についてより具体的に説明する。ノードCとノードDとの間で発生した回線障害により、受信端ノードBから2×2光スイッチ44をスルーからアッド/ドロップに設定して光カプラ46の側をオンに切替えると、中継ノードAが2×2光スイッチ44をアッド/ドロップ設定からスルー設定に切替えるまでの間、ノードAからのPCA信号がノードBの外部ネットワーク59へ出力される。

【0029】

一方、送信端ノードDが2×2光スイッチ44をアッド/ドロップに設定して1×2光スイッチ49の側をオンに切替えて時計回りの回線ルートの送信を開始して、次に中継ノードAが2×2光スイッチ44をアッド/ドロップからスルー設定に切替えると、受信端ノードBが2×2光スイッチ44をスルーからアッド/ドロップに設定するまでの間、ノードDからの信号がノードCの外部ネットワーク59へ出力される。

30

【0030】

さらに、上述した誤接続を防止するためにネットワークマネジメント側から個々のノードに切替え手順を指示するとネットワークマネジメント側の負荷が過大となり、またノード全体で回線ルートの切替えに要する時間が長くなるという問題があった。

【0031】

そこで本発明の目的は、上記問題点に鑑み、回線ルートの切替え設定時にノードのドロップパスから外部ネットワークへの誤接続を防止するWDMリングネットワークシステムを提供することにある。

40

また、本発明の目的は、パス切替えに関して迅速なネットワークマネジメント管理や指示を可能とし、大規模化するリングネットワークシステムに要求される通信品質を満足するWDMリングネットワークシステムを提供することにある。

【0032】

これにより、メトロコアリングネットワーク等の大規模なWDMリングネットワークシステムに対して、回線ルート切替え時の誤接続の防止、及び従来のSONETリングがサポートしていたプロテクション機能や波長の時間貸しサービスによる接続先の遠隔切替え機

50

能、等のサポートが可能となる。

【 0 0 3 3 】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、光ネットワークの所定の光パスに接続される光通信ノードであって、前記光通信ノードはその配下に収容する外部ネットワークと、前記光ネットワークと前記外部ネットワークと間の接続を遮断する遮断手段と、を有し、前記遮断手段は、前記光パスのルート設定変更時に、前記光パスのルート設定変更に関して誤接続が一時的に発生し得るとき、そのルート変更のシーケンスの完了までは遮断される光通信ノードが提供される。

【 0 0 3 4 】

前記遮断手段は、さらに他の光通信ノードからの指示により遮断され、又はその遮断が解除される。前記光通信ノードは、さらに送信信号に受信端ノード識別子を付加する付加手段と受信信号に含まれる前記受信端ノード識別子を検出する検出手段とを有し、前記検出手段は自ノードの前記受信端ノード識別子を検出すると、前記遮断手段による遮断を解除する。

【 0 0 3 5 】

前記光通信ノードは、さらにダミー信号を生成出力するダミー信号手段を有し、前記遮断手段により信号の送信が停止される前記光パス及び/又は前記外部ネットワークに対して、前記ダミー信号手段によるダミー信号が送出される。

【 0 0 3 6 】

また本発明によれば、光パスのルート設定変更時に、前記光パスのルート設定変更に関して誤接続が一時的に発生し得るとき、ルート変更のシーケンスの完了までの間、外部光ネットワークから該光ネットワークへの入力側へ又は該光ネットワークから外部光ネットワークの出力側への少なくとも一方の信号を遮断する光ネットワークシステムが提供される。

【 0 0 3 7 】

【発明の実施の形態】

図6は、本発明の第1の実施例を示したものである。

図6では、障害発生時に切替えられる回線ルート上の各ノードD、A、及びBに外部に信号が出力されるのを防止するための遮断手段63、62及び61をそれぞれ設ける。

【 0 0 3 8 】

図7には、本発明の第1の実施例における回線切替えシーケンスの一例を示している。本例では、最初に障害を検出する下流側の受信端ノードBの側から回線切替えシーケンスが開始される。

図7において、ステップS101では、受信端ノードBがワーク信号 $\gamma_1(w)$ の信号異常を検出すると、遮断手段61によってそのワーク信号 $\gamma_1(w)$ 及びプロテクション信号 $\gamma_1(p)$ の双方とも各々のドロップパスから外部ネットワーク59への出力が遮断される。この場合、ノードBから外部ネットワーク59へはAIS (Alarm Indication Signal) 信号等のダミー信号が出力されるか、もしくは信号を出力しない。

【 0 0 3 9 】

次に、回線ルートをワーク側からプロテクション側へ切替えて装置内の方路をスルーからアッド/ドロップ設定に切替える。これにより、以降の処理におけるノードC側への誤接続が防止される。その後、プロテクション側の回線ルート上に存在する上流の各中継ノード(本例ではノードA)に対して切替え信号を送信し、送信端ノードDにはスイッチ切替え制御信号であるAPS (Auto Protection Switching) 信号を送信する。ここで、各ノード間でのパス切替えに関する信号の送受信には監視制御信号(OSC)が用いられる。

【 0 0 4 0 】

ステップS102では、各中継ノードが受信した切替え信号により、必要なら装置内の方路を切替える。その際、ノードAは遮断手段62によって外部ネットワーク59との間の接続を一時的に遮断して装置内部の方路切替え時における信号漏れを回避する。本例では

10

20

30

40

50

中継ノード A が時計回りのルートをアッド/ドロップからスルー設定に変更する。そして、その旨を送信元のノード B に通知する。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 1 0 3 では、送信端ノード D が A P S 信号を受信すると、ノード D は遮断手段 6 3 によって外部ネットワーク 5 9 との間の接続を一時的に遮断して装置内部の方路切替え時における信号漏れを回避する。次に、信号の送信ルートをワーク側の反時計回りルートからプロテクション側の時計回りルートへ切替える。そして、その時計回りルートをアッド/ドロップに設定する。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 1 0 4 では、送信端ノード D がパス設定完了を受信端ノード B へ通知する。ステップ S 1 0 5 では、受信端ノード B が各中継ノード（本例では中継ノード A ）からの正常切替え信号と送信端ノード D からのパス設定完了信号との受信を確認した後に、前記遮断手段 6 1 を開放して波長  $\lambda_1$  のプロテクション信号  $\lambda_1(p)$  がドロップパスから外部ネットワーク 5 9 へ出力するのを許可する。上述したように、本例では受信端ノード B における遮断手段 6 1 が誤接続防止のための主要な役割を果たすことになる。

【 0 0 4 3 】

図 8 は、第 1 の実施例の具体的な回路構成例（ 1 ）を示したものである。

図 8 において、光信号の監視制御部には、従来の入力側の光監視部 3 3、処理部 / 制御部 3 4 及び出力側の光監視部 3 5 に加えて、上流の監視制御部からの監視制御信号を通じた切替え制御信号に基づいて本発明の遮断手段を制御する制御部 7 1 が新たに設けられている。

【 0 0 4 4 】

また、ドロップ側のトランスポンダ 4 7 及び 4 8 には、新たに A I S 発生部 7 2 と本願発明の遮断手段を構成する切替え部 7 3 とが設けられている。A I S 発生部 7 2 は、“ 1 ” 及び “ 0 ” 値の交番パターンからなるダミー信号を発生し、また切替え部 7 3 は従来の信号処理部又は A I S 発生部 7 2 からのいずれかの信号を選択して外部ネットワーク 5 9 に出力する。ここで、切替え部 7 3 によって A I S 発生部 7 2 側が選択されると外部ネットワーク 5 9 に対して遮断状態となる。

【 0 0 4 5 】

第 1 の実施例の動作で説明すると、反時計回りの回線ルートに障害が発生すると、受信端ノード B の信号処理部 3 4 がそれを検出して制御部 7 1 が切替え部 7 3 を制御して A I S 発生部 7 2 側を選択する。次に、トランスポンダ内の  $1 \times 2$  光スイッチ 5 3 を制御して、ワーク側の  $2 \times 2$  光スイッチ 4 4 からドロップする信号をプロテクション側の  $2 \times 2$  光スイッチ 3 9 からドロップする信号に切替える。

【 0 0 4 6 】

図 9 は、第 1 の実施例における別の回路構成例（ 2 ）を示したものである。

図 9 には、図 8 の A I S 発生部 7 2 及び切替え部 7 3 を含むトランスポンダに代えて、光信号の通過 / 遮断のみを制御する簡易なシャッタカード 7 4 及び 7 5 を使用している。本例ではシャッタカードを使用することで図 5 の直接接続形態にも本願発明を適用可能としている。

【 0 0 4 7 】

シャッタカード 7 4 内の  $1 \times 2$  光スイッチ又は光減衰器部 7 7 が制御部 7 1 によって外部ネットワーク 5 9 との間の信号を遮断する。なお、 $1 \times 2$  光スイッチ 7 7 の一方に A I S 信号を発生する送信器を接続することで、遮断時にはダミー信号を外部ネットワーク 5 9 に出力させることもできる。第 1 の実施例の動作は図 8 と同様である。

【 0 0 4 8 】

図 1 0 は、本発明の第 2 の実施例を示したものである。

図 1 1 には、本発明の第 2 の実施例における回線切替えシーケンスの一例を示している。本例では、所定のルート設定が完了するまでの間、ルート切替え区間を通過する切替え対象波長について送信端ノードが信号出力を停止する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 9 】

図 1 1 において、ステップ S 2 0 1 では、受信端ノード B がワーク信号  $w_1$  ( w ) の信号異常を検出すると、不要な信号漏れを防止するために遮断手段 6 1 によってそのワーク信号  $w_1$  ( w ) 及びプロテクション信号  $p_1$  ( p ) の双方とも各々のドロップパスから外部ネットワーク 5 9 への出力が遮断される。この場合、ノード B から外部ネットワーク 5 9 へは A I S 信号等のダミー信号が出力される。

## 【 0 0 5 0 】

なお、遮断手段 6 1 によって信号  $w_1$  を外部ネットワーク 5 9 と遮断することは本例において必須事項ではない。次に、ノード B でドロップする信号の送信端ノード及びノード B を通過する信号の送信端ノードへ送信停止要求を送出する。本例では、送信端ノード D 及び A に対して送信停止要求がなされる。各ノード間における制御信号の送受信には監視制御信号 ( O S C ) が用いられる。

10

## 【 0 0 5 1 】

ステップ S 2 0 2 では、送信端ノード D 及び受信端ノード B と送信端ノード D との間において A P S 信号を送信している中継ノード A が前記送信停止要求を受信する。ノード D 及び A はそれぞれの遮断手段 6 3 及び 6 2 によって自ノードからの送信光を遮断するか又はそれに代えてダミー信号を送信する。その後、ノード D 及び A は送信停止完了を受信端ノード B へ通知する。

## 【 0 0 5 2 】

また、図 1 0 には示していないが、送信停止要求を受信したノード D 及び A がさらに自ノード内でドロップするか又は自ノードを通過する信号を送信する別の送信端ノードを有する場合には、上記と同様の手順によりノード D 及び A が別のノードに対して送信停止要求を送出して信号送信停止の完了通知を受信する。この場合、ノード D 及び A が別のノードから送信停止完了の通知を受信してから前記ノード D 及び A における送信停止完了を受信端ノード B へ通知する。

20

## 【 0 0 5 3 】

ステップ S 2 0 3 では、中継ノード A 及び送信端ノード D から送信停止完了通知を受信した受信端ノード B が自ノード内のルート切替えを行い、且つノード A 及び D に順次ルート切替えを指示する。本例では、送信信号の存在しない回線ルート上で各ノード A、B 及び D がルート切替えを実行するため、当然にルート切替え時の誤接続は発生しない。

30

## 【 0 0 5 4 】

ステップ S 2 0 4 及び 2 0 5 では、中継ノード A 及び送信端ノード D からルート切替えの完了を受信したノード B は、自ノードの遮断手段 6 1 を解除し、且つノード A 及び D に送信停止要求の解除を通知する。その結果、ノード A 及び D の遮断手段 6 3 及び 6 2 は解除され、送信端ノード D による信号の送信が開始される。上述したように、本例では送信端ノード D 及び A における遮断手段 6 3 及び 6 2 が誤接続防止のための主要な役割を果たすことになる。

## 【 0 0 5 5 】

図 1 2 は、第 2 の実施例の具体的な回路構成例 ( 1 ) を示したものである。

図 1 2 において、光信号の監視制御部については図 8 及び 9 と同じである。本実施例ではアッド側のトランスポンダ 5 0 及び 5 2 に、新たに A I S 発生部 7 2 と本願発明の遮断手段を構成する切替え部 7 3 とが設けられている。また、切替え部 7 3 は信号処理部又は A I S 発生部 7 2 のいずれかを選択したアッド信号を出力する。ここで、切替え部 7 3 によって A I S 発生部 7 2 側が選択されると遮断状態となる。

40

## 【 0 0 5 6 】

第 2 の実施例の動作で説明すると、反時計回りの回線ルートに障害が発生すると、受信端ノード B の信号処理部 3 4 がそれを検出して A P S 信号を送信端ノード D に通知する。送信端ノード D の信号処理部 3 4 がそれを検出し、制御部 7 1 が切替え部 7 3 を制御して A I S 発生部 7 2 からのダミー信号を出力させる。次に、プロテクション側の 2 × 2 光スイッチ 3 9 はアッドノードドロップ設定に切替えられ、前記ダミー信号がアッド信号として入力

50

される。

【 0 0 5 7 】

図 1 3 は、第 2 の実施例における別の回路構成例 ( 2 ) を示したものである。図 1 3 は、先に説明した図 9 と同様に、アッド側のトランスポンダ 5 0 及び 5 2 が光信号の通過 / 遮断のみを制御する簡易なシャッタカード 8 0 及び 8 1 に置き換えられただけであり、シャッタカード内の 1 × 2 光スイッチ又は光減衰器部 8 2 も図 9 のものと同様である。本例ではシャッタカードを使用することで図 5 の直接接続形態にも本願発明を適用可能としており、本例の動作は図 1 2 と同様である。

【 0 0 5 8 】

図 1 4 は、本発明の第 3 の実施例を示したものである。

10

上述した第 1 及び第 2 の実施例では、ルート切替えの制御信号として監視制御信号 ( O S C ) が用いられ、各ノード間で個別に制御信号を送受信することによって各ノード内の遮断手段 6 1 ~ 6 3 や方路スイッチの制御を行なっている。従って、第 1 及び第 2 の実施例によって誤接続の問題は解消するが、ネットワーク規模が大きくなったり複数のリングネットワーク間にまたがるパス設定がなされるような場合には、回線ルートの切替え時間が増大して通信品質が低下する恐れがある。

【 0 0 5 9 】

本実施例は、この点を解消すべく本発明による遮断手段 6 1 ~ 6 3 の制御を簡易且つ高速に実行できるようにする。そのため、各ノード毎に所定の識別子を定めておき、送信端ノードでは送信信号内にその識別子を含めて送信する。受信端ノードでは受信信号に含まれる識別子を解釈し、自ノード宛なら遮断手段を解除してそのドロップパスを外部ネットワーク 5 9 に接続する。反対に、自ノード宛でない場合は遮断手段によって外部ネットワークとの間の接続を遮断する。

20

【 0 0 6 0 】

図 1 5 には、デジタルラッパを使用する信号フォーマットの一例を示している。ここでは O T U ( Optical channel Transport Unit ) k フレーム構成を使用しており、そのヘッダ部の S A P I ( Source Access Point Identifier ) 及び D A P I ( Destination Access Point Identifier ) の各ロケーションに本願発明の受信端識別子を設定し、そのデータ信号部に送信信号を挿入して送信する。

【 0 0 6 1 】

30

例えば、トランスポンダを用いる場合には、送信側のトランスポンダでデジタルラッパ符号化を行って前記ヘッダ部に受信端ノードの識別子を設定する。受信側のトランスポンダではデジタルラッパ復号化を行い、自ノード宛の場合は受信信号を外部ネットワーク 5 9 へ出力する。自ノード以外の場合は、その出力を遮断するかダミー信号を出力する。

【 0 0 6 2 】

また、デジタルラッパ以外の他の方法として、送信端ノードや受信端ノードでトランスポンダを用いる場合に、受信端ノード毎に信号処理部で施すデスクランブルパターンを固有のパターンとして割り当て、これを前記受信端識別子として使用する。この場合、送信端ノードの信号処理部で施すスクランブルパターンを受信端ノードのスクランブルパターンとすることで、上記デジタルラッパよりも簡易な手法で同様の処理が可能となる。

40

【 0 0 6 3 】

ところで、リタイミング<sup>®</sup>を行なわない 2 R トランスポンダ<sup>®</sup>を用いる場合や、外部ネットワーク 5 9 におけるネットワーク機器側に W D M インタフェースが備えられてトランスポンダを介さずに直接リングネットワークに接続する場合 ( 直接接続形態 ) には、上記デジタルラッパ化等によるデータ信号自体を操作することができない。本発明では、このような場合にも送信信号に受信端識別情報を付加するために、低速のパイロット信号を主信号に振幅変調 ( A M ) や位相変調 ( P S K ) 等により重畳して送信する。

【 0 0 6 4 】

図 1 6 は、第 3 の実施例における送信端ノード側の具体的な回路構成例 ( 1 ) を示したものである。

50

本実施例のアド側のトランスポンダ 5 1 及び 5 2 には、従来のものに新たにパイロット信号送信部 8 5 が付加されている。パイロット信号送信部 8 5 は、図 1 5 のデジタルラッパ信号に代えて、受信端識別子の情報を A M や P S K 等の所定の低速変調信号（パイロット信号）として送信信号に付加し、その変調された送信信号を生成して送信する。なお、先に説明した第 1 及び第 2 の実施例における光信号の監視制御部は本実施例の動作に直接関与しないため示されていない。

【 0 0 6 5 】

図 2 0 には、パイロット送信部の一構成例を示している。相手先ノード（受信端ノード）の情報が入力される符号器 9 2 と低速度（ $f_0$ ）の発振器 9 3 により受信端識別情報を含む振幅変調信号が生成され、それを光変調器 9 1 によって送信信号に重畳する。光変調器は 10  
変調方式により選択され、例えば振幅変調信号を重畳する場合には M Z 干渉型の変調器や光アッテネータを用いる。なお、複数のリングを通過する場合には、各々のリング間のジャンクションでパイロット信号を一度終端し、再度次のリング内の終端ノードに割り振られたパイロット信号を重畳するようにしてもよい。

【 0 0 6 6 】

第 3 の実施例の動作で説明すると、送信端ノード D は外部ネットワーク 5 9 からの送信信号に受信端ノード B の識別子情報を含むパイロット信号を付加した信号を送信する。本実施例では、前記パイロット信号が 1 × 2 光スイッチ 4 9 を介して 2 × 2 光スイッチ 3 9 に 20  
アドされ、時計回りの回線ルートに出力される。

【 0 0 6 7 】

図 1 7 は、第 3 の実施例における送信端ノード側の別の回路構成例（ 2 ）を示したものである。

図 1 7 では、トランスポンダの代わりにシャッタカード 8 0 及び 8 1 を使用する。ここでもパイロット信号送信部 8 5 が設けられるが、その動作は図 1 6 のものと同じである。本構成は図 5 の直接接続形態に適した構成である。

【 0 0 6 8 】

図 1 8 は、第 3 の実施例における受信端ノード側の具体的な回路構成例（ 1 ）を示したものである。

本実施例のドロップ側のトランスポンダ 4 7 及び 4 8 には、A I S 発生部 7 2 と本願発明の遮断手段を構成する切替え部 7 3 とが設けられているが、本例ではさらに切替え部 7 3 30  
を制御するパイロット信号受信部 8 4 が設けられている。パイロット信号受信部 8 4 は、受信信号に付加されたパイロット信号（変調信号）を復号し、そこに含まれる受信端識別子の情報が自ノードである場合に切替え部 7 3 を制御して信号処理部側を選択する。その結果、遮断状態が解除される。反対に、自ノード以外の場合は A I S 発生部 7 2 側を選択して遮断状態とするかその状態を維持する。

【 0 0 6 9 】

図 2 1 には、パイロット信号受信部 8 4 の一構成例を示している。

図 2 1 において、入力信号の一部はカプラ等の分岐手段 9 4 によって分岐されてフォトダイオード（ P D ） 9 5 により検出される。その検出信号と送信側と同じ周波数（ $f_0$ ）を有する発振器 9 6 からの局部発振周波信号とを混合器 9 7 で混合された信号は復号器 9 8 40  
で着信先ノード情報（受信端識別子）に復号される。制御回路 9 9 は、その復号値と自ノードの識別子とを比較して、それらが一致した場合には切替え部 7 3 を制御して遮断状態を解除する。

【 0 0 7 0 】

第 3 の実施例の動作で説明すると、受信端ノード B は、時計回りの回線ルートの 2 × 2 光スイッチ 3 9 からのドロップ信号に含まれるパイロット信号を、トランスポンダ内のパイロット信号受信部 8 4 で復調する。その復調結果から、受信端識別子の情報が自ノード B 50  
あての信号であることを認識して、信号処理部側を選択するように切替え部 7 3 を制御する。なお、中継ノード A においては、前記復調結果が自ノード宛でないため、パイロット信号受信部 8 4 が A I S 発生部 7 2 側を選択するように切替え部 7 3 を制御する。

## 【 0 0 7 1 】

図 1 9 は、第 3 の実施例における受信端ノード側の別の回路構成例 ( 2 ) を示したものである。

図 1 9 では、トランスポンダの代わりにシャッタカード 7 4 及び 7 5 を使用する。ここでもパイロット信号送信部 8 5 が設けられるが、パイロット信号送信部 8 5 が 1 × 2 光スイッチ又は光減衰器部 7 7 によって外部ネットワーク 5 9 との間の信号を遮断制御する以外は、図 1 8 と同様である。本例の第 3 の実施例における動作は図 1 8 と同様である。本構成は図 5 の直接接続形態に適した構成である。

## 【 0 0 7 2 】

なお、これまで述べた第 1 ~ 3 の実施例をリングネットワーク同士の接続に適用する場合、各実施例に基づき各々のリングネットワークで独立にパスの切替えシーケンスを実行すればよい。

## 【 0 0 7 3 】

図 2 2 ~ 2 4 は、光クロスコネクタ ( O X C ) 装置によって構成したメッシュネットワークに本願発明を適用した実施例を示している。

図 2 2 には光クロスコネクタ装置 1 0 1 によって構成したメッシュネットワークの一例を、図 2 3 には障害発生時におけるメッシュネットワークの回線ルート切替えの一例を、そして図 2 4 には光クロスコネクタ装置 1 0 1 の一構成例をそれぞれ示している。

## 【 0 0 7 4 】

図 2 2 に示すメッシュネットワークでは、ファイバの切断時や装置故障時に迂回用のパスルートをデータベースにより検索してパスの切替えを行なう。その際、使用していない光パスや優先度の低い光パスの順で迂回ルートを検索する。なお、図中には示されていないが光クロスコネクタ装置 1 0 1 間には光中継器として光アンプがはいる場合がある。また、図中の光 A D M ( O A D M ) 装置 1 0 2 は外部ネットワーク 5 9 との接続に使用される。

## 【 0 0 7 5 】

図 2 4 に示す光クロスコネクタ装置 1 0 1 の内部のスイッチ部 ( switch ) 1 1 1 は光マトリクススイッチであり、カプラ 1 1 3 で分岐する 1 + 1 の冗長構成をとっている。また、図中にトランスポンダ 1 1 2 及び 1 1 4 を記載しているが、トランスポンダ 1 1 2 及び 1 1 4 の代わりにシャッタカードを用いる場合もある。さらに、シャッタカードも用意せずにシャッタカードの機能を前記スイッチ部 1 1 1 で代用することもできる。

## 【 0 0 7 6 】

図 2 3 には 4 つの光クロスコネクタ装置 1 0 1 がそれぞれノード A ~ D として論理的なリングノードを形成している。これに本願発明を適用するに際し、先ず第 1 の実施例に準じる場合から説明する。ファイバの切断や装置故障等によりノード C とノード D との間に障害が発生すると、受信端ノード C において切替えるパスの下流への接続をまず遮断する。次に、上流側のノード B 及び A へ接続を切替えていく。そして、最上流のノード D まで切替えを実行し、すべての切替えが終了した後に受信端ノード C における下流への接続を開放する。

## 【 0 0 7 7 】

遮断方法は、図 2 4 のトランスポンダ 1 1 4 か、又はトランスポンダ 1 1 4 の代わりに図 9 の示すシャッタカード 7 4 に相当するものを使って実現する。他には、マトリクススイッチ部 1 1 1 で接続のないポートと結合すれば同様の遮断を実現できる。上述したことは、本願発明の第 2 の実施例に準じる場合にも同様に適用可能である。

## 【 0 0 7 8 】

本願発明の第 3 の実施例に準じる場合、先に述べたように信号内に識別子を入れる手法とパイロット信号を用いる手法がある。先ず、信号内に識別子を入れる場合について説明する。本例では、送信端ノード D の局内インタフェースの送信側で受信端ノード C の所定ポートの局内インタフェースに対応する識別子を挿入する。受信端ノード C 内の局内インタフェースの受信側で自ノードの識別子を検出すると、外部のネットワークへ出力する。ま

10

20

30

40

50

た、送信信号にそれが経由するノード情報を含めてもよく、中継ノードでその異常を検出した場合にはそのノードで遮断するようにしてもよい。

【0079】

一方、パイロット信号を用いる場合には、送信端ノードDの局内インタフェースの送信側には先に説明したトランスポンダ又は直接接続の各形態である図16又は17の構成を、また受信端ノードCの局内インタフェースの受信側にも図17又は18の構成を用いることができる。受信端ノードCで受信端識別情報を含む所定のデータ信号がこなければ外部のネットワークへの出力を遮断する。

【0080】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば誤接続が発生することなく高速のルート切替えが可能なWDMネットワークが提供される。これにより、メトロコアリングネットワーク等に対して、回線ルート切替え時の誤接続の防止、及び波長の時間貸しサービスによる接続先の遠隔切替え機能、等が提供可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】メトロリングネットワークの一例を示した図である。

【図2】パッシブOADM方式によるメトロアクセスネットワークの一例を示した図である。

【図3】BPSR方式によるバスプロテクション機能を備えたリングネットワークの動作を図式的に説明した図である。

【図4】プロテクション動作時に発生する誤接続の一例を示した図である。

【図5】リングノード構成の一例を示した図である。

【図6】本発明の第1の実施例を示したものである。

【図7】本発明の第1の実施例における回線切替えシーケンス例を示した図である。

【図8】第1の実施例の具体的な回路構成例(1)を示した図である。

【図9】第1の実施例における別の回路構成例(2)を示した図である。

【図10】本発明の第2の実施例を示した図である。

【図11】本発明の第2の実施例における回線切替えシーケンス例を示した図である。

【図12】第2の実施例の具体的な回路構成例(1)を示した図である。

【図13】第2の実施例における別の回路構成例(2)を示した図である。

【図14】本発明の第3の実施例を示した図である。

【図15】デジタルラップを使用する信号フォーマットの一例を示した図である。

【図16】第3の実施例における送信端ノード側の具体的な回路構成例(1)を示した図である。

【図17】第3の実施例における送信端ノード側の別の回路構成例(2)を示した図である。

【図18】第3の実施例における受信端ノード側の具体的な回路構成例(1)を示した図である。

【図19】第3の実施例における受信端ノード側の別の回路構成例(2)を示した図である。

【図20】パイロット送信部の一構成例を示した図である。

【図21】パイロット信号受信部の一構成例を示した図である。

【図22】光クロスコネクタ装置により構成したメッシュネットワークの一例を示した図である。

【図23】障害発生時におけるメッシュネットワークの回線ルート切替えの一例を示した図である。

【図24】光クロスコネクタ装置の一構成例を示した図である。

【符号の説明】

10、31、43...ファイバ

11、21...光フィルタ

10

20

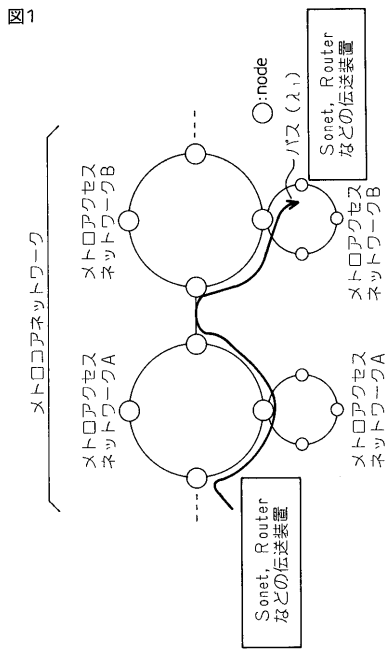
30

40

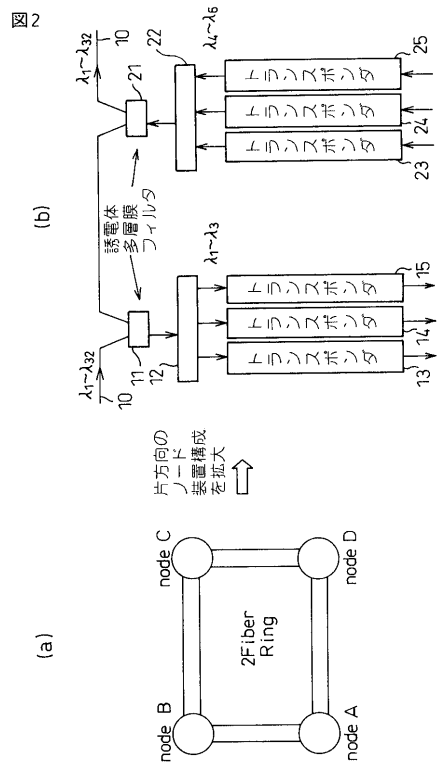
50

- 1 2、3 2、3 8 ... 光分波器
- 2 2、4 1、3 6 ... 光合波器
- 3 3、3 5 ... 光監視制御装置
- 3 7、4 2 ... 光アンプ
- 4 0 ... 光減衰器
- 3 9、4 4、5 3、4 9、5 0、7 6、1 1 1 ... 光スイッチ
- 4 7、4 8、5 1、5 2、1 1 2、1 1 4 ... トランスポンダ
- 5 9 ... 外部ネットワーク
- 6 1 ~ 6 3 ... 遮断手段
- 7 1 ... 制御部
- 7 2 ... A I S 発生部
- 7 3 ... 切替え部
- 7 4、7 5、8 0、8 1 ... シャッタカード
- 7 7、8 2 ... 光スイッチ又は光可変減衰器
- 8 4 ... パイロット信号受信部
- 8 5 ... パイロット信号送信部
- 9 5 ... フォトダイオード
- 1 0 1 ... 光クロスコネクタ装置
- 1 0 2 ... 光 A D M 装置

【 図 1 】



【 図 2 】

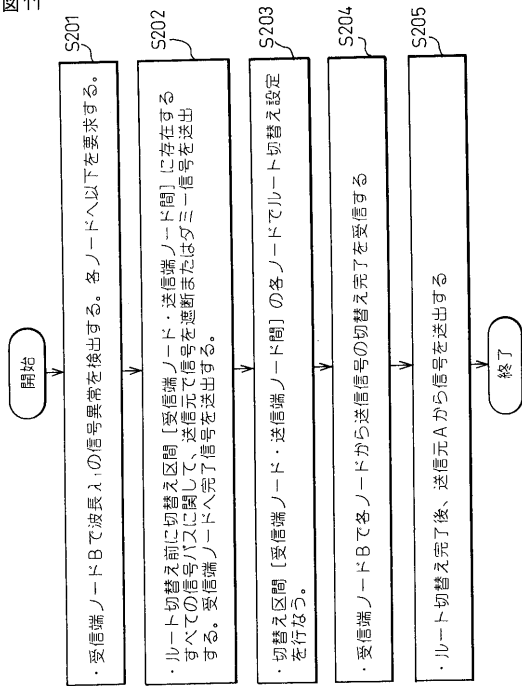






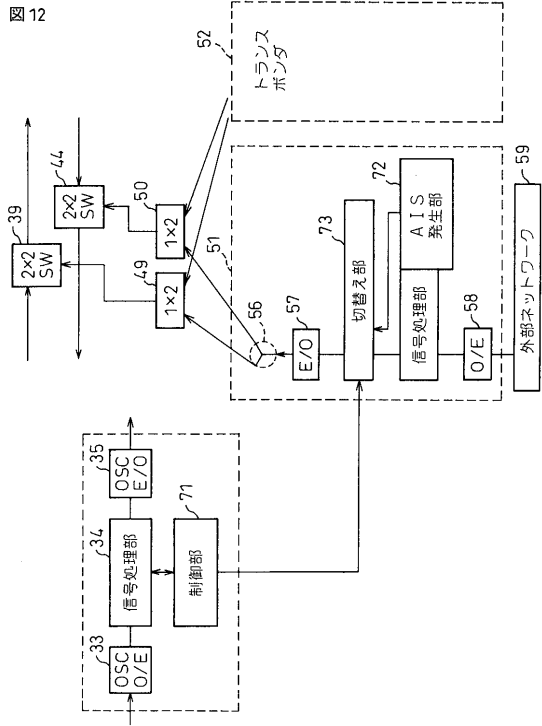
【図 1 1】

図 11



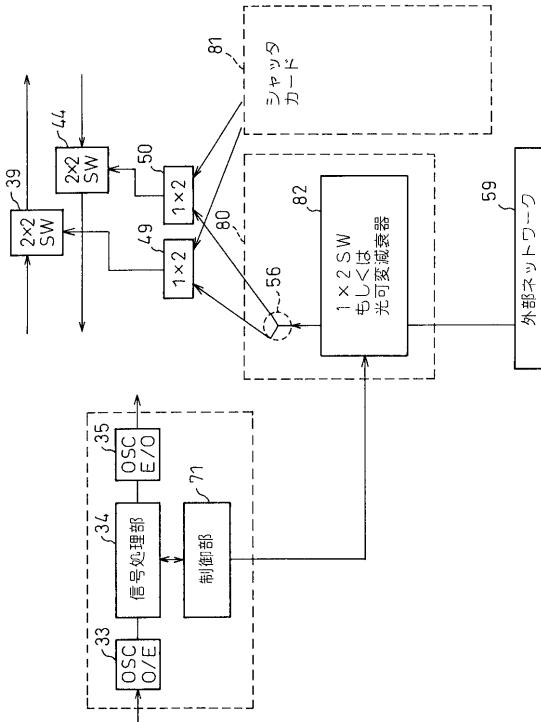
【図 1 2】

図 12



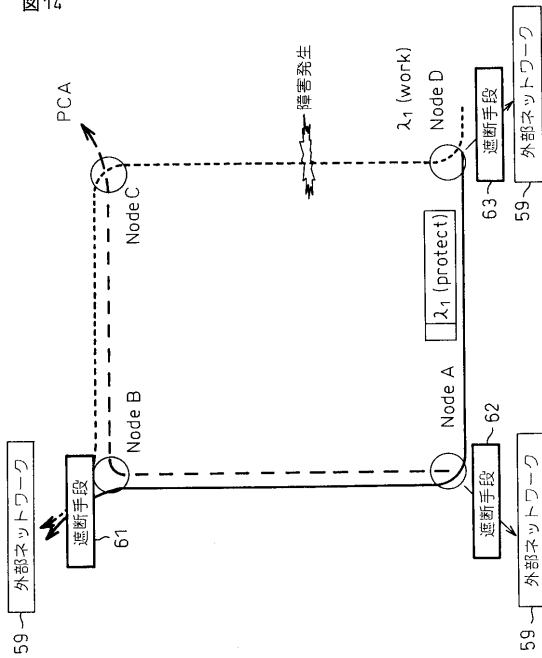
【図 1 3】

図 13

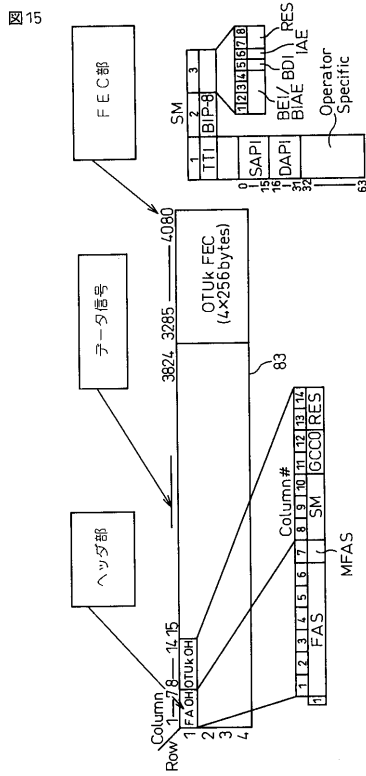


【図 1 4】

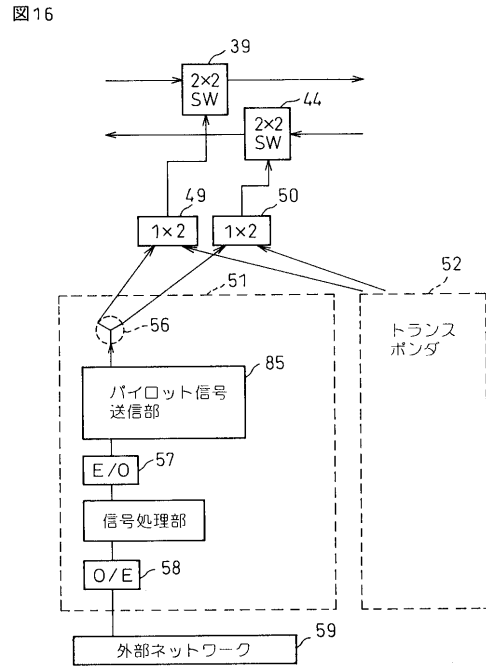
図 14



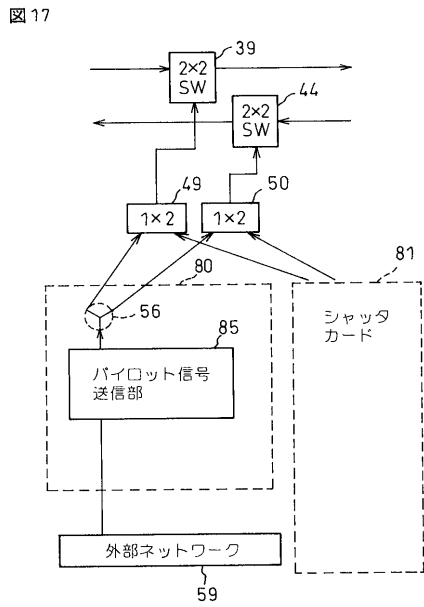
【図15】



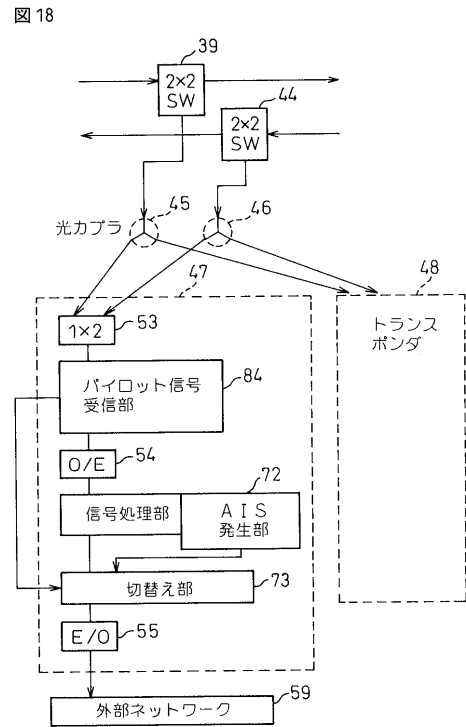
【図16】



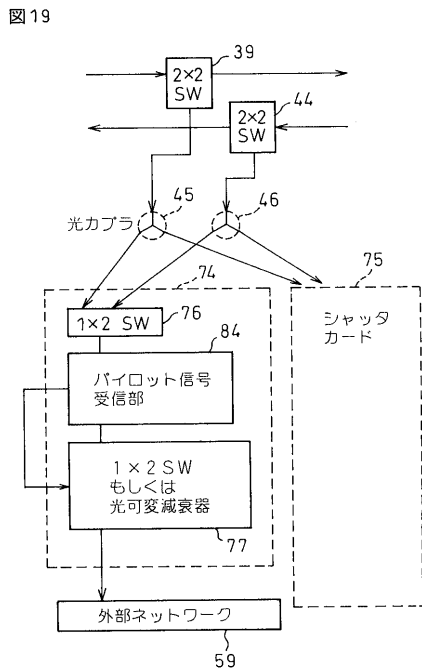
【図17】



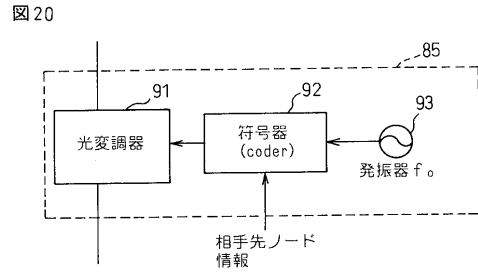
【図18】



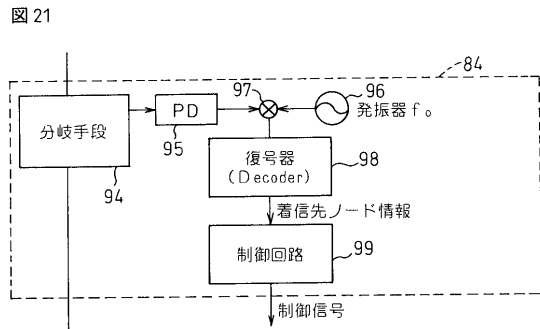
【図19】



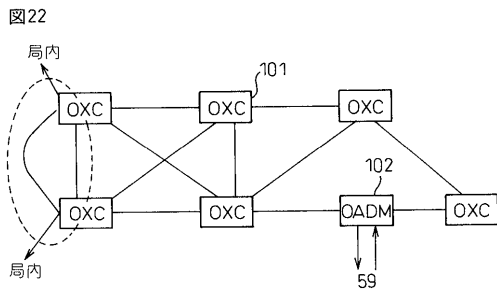
【図20】



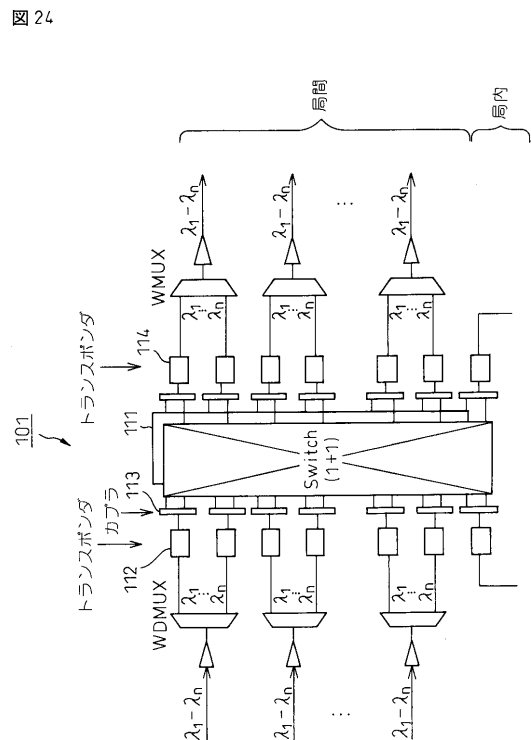
【図21】



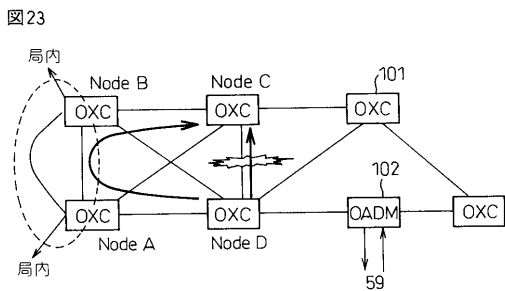
【図22】



【図24】



【図23】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100114177

弁理士 小林 龍

(72)発明者 友藤 博朗

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 前田 卓二

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 島田 裕二

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 工藤 一光

(56)参考文献 特開平07-264228(JP,A)

国際公開第01/005083(WO,A1)

特開平10-233735(JP,A)

特開平09-093278(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H04L12/437

H04B10/00-10/28

H04J14/00-14/08