

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4157101号  
(P4157101)

(45) 発行日 平成20年9月24日 (2008.9.24)

(24) 登録日 平成20年7月18日 (2008.7.18)

(51) Int. Cl.	F I				
HO4B 10/24 (2006.01)	HO4B	9/00		G	
HO4B 10/08 (2006.01)	HO4B	9/00		K	
HO4B 10/02 (2006.01)	HO4B	9/00		T	
HO4J 14/00 (2006.01)	HO4B	9/00		E	
HO4J 14/02 (2006.01)	HO4Q	3/52		C	

請求項の数 7 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2005-17754 (P2005-17754)	(73) 特許権者	390035493
(22) 出願日	平成17年1月26日 (2005.1.26)		エイ・ティ・アンド・ティ・コーポレーション
(62) 分割の表示	特願2001-557326 (P2001-557326) の分割		AT&T CORP.
原出願日	平成13年2月2日 (2001.2.2)		アメリカ合衆国 10013-2412
(65) 公開番号	特開2005-184856 (P2005-184856A)		ニューヨーク ニューヨーク アヴェニュー
(43) 公開日	平成17年7月7日 (2005.7.7)		オブ ジ アメリカズ 32
審査請求日	平成17年11月18日 (2005.11.18)	(74) 代理人	100064447
(31) 優先権主張番号	60/180,347		弁理士 岡部 正夫
(32) 優先日	平成12年2月4日 (2000.2.4)	(74) 代理人	100085176
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 加藤 伸晃
(31) 優先権主張番号	09/775,429	(74) 代理人	100106703
(32) 優先日	平成13年2月1日 (2001.2.1)		弁理士 産形 和央
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100094112
			弁理士 岡部 譲

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光通信システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の入力および出力ポートを有する第1の光スイッチと、  
前記第1の光スイッチに結合された第1の光ネットワークであって、前記第1の光ネットワークから前記第1の光スイッチへ移動する信号の第1の終端点に対応する第1のトランスポンダと、前記第1の光スイッチから前記第1の光ネットワークへ移動する信号の第2の終端点に対応する第2のトランスポンダとを含む、第1の光ネットワークと、  
複数の入力および出力ポートを有する第2の光スイッチと、  
前記第1の光ネットワーク及び前記第2の光スイッチに結合された第2の光ネットワークであって、前記第2の光スイッチから前記第2の光ネットワークへ移動する信号の第3の終端点に対応する第3のトランスポンダと、前記第2の光ネットワークから前記第2の光スイッチへ移動する信号の第4の終端点に対応する第4のトランスポンダとを含む、第2の光ネットワークとを含み、  
前記第1の光ネットワーク内の少なくとも前記第1のトランスポンダが、前記第1の光ネットワーク内に、リンクがベアラ・データ・トラフィックを運んでいない場合に該リンクを監視するために挿入される信号である未装備信号を挿入することができる、光通信システム。

【請求項 2】

前記第1の光スイッチが、前記第1の光ネットワーク内の前記第1のトランスポンダによって挿入された未装備信号をループバックすることができる、請求項1に記載のシステム。

ム。

【請求項 3】

前記第 1 の光ネットワーク内の前記第 1 のトランスポンダが、前記第 1 の光スイッチに向かう方向に未装備信号を挿入する、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記第 1 の光スイッチの第 1 の入力ポートと、前記第 1 の光ネットワーク内の前記第 1 の終端点と、前記第 2 の光ネットワーク内の前記第 3 の終端点と、前記第 2 の光スイッチの第 1 の出力ポートとが、前記第 1 の光スイッチと前記第 2 の光スイッチとの間の接続を定義する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記第 1 の光スイッチの第 1 の出力ポートと、前記第 1 の光ネットワークの前記第 2 の終端点と、前記第 2 の光ネットワークの前記第 4 の終端点と、前記第 2 の光スイッチの第 1 の入力ポートが、前記第 1 の光スイッチと前記第 2 の光スイッチとの間のもう 1 つの接続を定義する、請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 6】

光スイッチ内で未装備信号を生成する方法であって、前記未装備信号の各々は、リンクがベアラ・データ・トラフィックを運んでいない場合に該リンクを監視するために挿入される信号であり、

第 1 の光スイッチの入力ポートに結合された第 1 の WDM システム内の第 1 の WDM ポートにより、ポート ID 情報と未装備状況表示とがオーバーヘッド・バイト内に挿入された未装備信号を挿入するステップであって、前記未装備状況表示は出力ポートが前記第 1 の光スイッチの前記入力ポートに接続されているか否かを示す、ステップと、

接続された前記第 1 の光スイッチ内の前記入力ポートに前記第 1 の光スイッチ内の前記出力ポートを接続するステップと、

前記第 1 の光スイッチの前記出力ポートに結合された前記第 1 の WDM システム内の第 2 の WDM ポートにおいて、前記挿入されたポート ID 情報を読み取るステップと、

前記第 2 の WDM ポートによって読み取られた前記ポート ID が前記第 1 の WDM システムの前記第 1 の WDM ポートのポート ID と一致するかどうかを決定するステップと、

前記読み取られたポート ID が一致した場合に、前記第 1 の WDM システム内の前記第 1 の WDM ポートにおいて前記未装備信号の挿入を続行するステップと、

前記読み取られたポート ID が一致しない場合に、前記未装備信号の挿入を停止するステップとを含む方法。

【請求項 7】

前記第 1 の光スイッチの前記出力ポートと、前記第 1 の WDM システムの前記第 2 のポートと、第 2 の WDM システムとを通る信号経路を介して、第 2 の光スイッチの出力ポートにおいて前記未装備信号を受信するステップをさらに含む、請求項 6 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に通信システムに関し、より具体的には光通信ネットワークに関する。

【背景技術】

【0002】

従来の光学ネットワークは、一般に、入力ポートと出力ポートとの接続を可能にして第 1 の光学リンクと第 2 の光学リンクとのチャネルを確立するスイッチ・デバイスを含む。このようなスイッチは通常、光学信号を電気信号に変換して、入出力接続を行う。スイッチは、ビット・レベルでデータ・ストリームを検査して、ネットワーク管理機能およびパフォーマンス監視機能を実行する。たとえば、フレーム・ヘッダは、ネットワーク内で一定のビットレートのデータ・ストリームを経路指定するために使用するソース情報および宛先情報を含むことができる。パフォーマンス監視としては、選択したオーバーヘッド・データを検査して、ネットワーク内のエラーを検出して隔離することを含むことができる。

10

20

30

40

50

## 【0003】

しかし、光学ドメインから電気ドメインへデータを変換し、さらに光学ドメインに戻すスイッチは、光学ネットワーキング技術の発展によって潜在的にもたらされる帯域幅の達成にとって妨げになる可能性がある。たとえば、密波長多重(DWDM)システムは、変動波長を有する一連の光学信号を単一の光ファイバに多重化する。1本のファイバは、それぞれが特定の波長に関連する複数の並列チャンネルを有する。このチャンネル波長は、所与の影響、たとえば、クロストークを最小限にし、1本のファイバが保持できるチャンネルの数を最大限にするために、所定の間隔を有する。

## 【0004】

スイッチは、入力ポートおよび出力ポートとのインタフェースを取り、2つのDWDMシステムの選択した入力ポートと出力ポートとの間に所望の信号経路を提供する。このスイッチは通常、ネットワーク管理、信号復元、補給、グルーミング、ある程度のレベルの信号監視を可能にする。

10

## 【0005】

透過性光スイッチとは、光学信号を電気信号に変換しないスイッチを指す。例示的なスイッチは、Ishida他に付与された米国特許第5937117号に図示され記載されているが、同特許は参照により本明細書に組み込まれる。既知の透過性光スイッチに関連する欠点の1つは、光学信号内で運搬される必要な情報を検査して抽出する能力が限られていることである。したがって、光学ネットワーク内で十分なネットワーク管理、パフォーマンス監視、制御を行うことは、比較的複雑で費用がかかり、信頼できないものになる。

20

【特許文献1】米国特許第5,937,117号

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

したがって、強化されたパフォーマンス監視、ネットワーク管理、制御の各機能を有する透過性光スイッチを提供することが望ましいものと思われる。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本発明は、本発明によるクライアント・インタフェース用の光学パススルー経路と光電信号変換とを有する波長分割多重(WDM)ベースのネットワーク用の透過性光スイッチを提供する。この構成により、経路レベルの信号制御とパフォーマンス監視が可能になる。主に密波長多重(DWDM)システムに関連して本発明を図示し説明するが、本発明は、一般に効率の良いパフォーマンス監視、ネットワーク管理、制御、障害検出を備えたスイッチにより光学信号パススルー経路を提供することが望ましい光学システムに適用可能であることが分かるだろう。たとえば、本発明は、光電変換を行わないWDMシステムに適用可能である。

30

## 【0008】

本発明の一態様の光学ネットワークは、ポーリング方式で所定の光学データ・トラフィックを抽出する光スイッチを含む。抽出した情報は、電気ドメインに変換され、ビット・レベルで検査される。一実施形態のシステムは、スイッチの入力ポートおよび/または出力ポートからデータを抽出して、スイッチによる接続を検証することができる。選択したデータは、入力ポートを介して光スイッチに注入し、出力ポートから抽出して、信号分析器によって分析することができる。また、この構成では、選択したデータを分岐することにより、光学データ・ストリームのパフォーマンス監視も可能になる。

40

## 【0009】

本発明の他の態様の光スイッチは、1:2の同報通信機能を提供するための第1および第2のスイッチ・ファブリック(スイッチ構造)を含む。各スイッチの入力ポートは、1つの入力信号を、第1のスイッチ・ファブリックによって受信された第1の信号と、第2のスイッチ・ファブリックによって受信された第2の信号とに分割する。通常動作では、

50

同じ出力ポートが第1の信号と第2の信号を受信し、一方のスイッチ・ファブリックで障害が発生している場合に出力ポートが作動可能なスイッチ・ファブリックから一方の信号を選択できるように、一方だけを選択する。したがって、第1および第2のスイッチ・ファブリックは冗長性をもたらず。

【0010】

第1および第2のスイッチ・ファブリックは、1つの入力ポートからの信号を2つの出力ポートに橋絡するために使用することができる。第1のスイッチ・ファブリックは入力信号を第1の出力ポートに接続し、第2のスイッチ・ファブリックは同じ入力信号を第2の出力ポートに接続する。一実施形態では、ファブリックの冗長性を犠牲にすることにより、冗長スイッチ・ファブリックを橋絡に使用する。

10

【0011】

本発明の他の態様の光学通信システムは、第1および第2の光スイッチを含み、それらの間にDWDMネットワークなどの光学ネットワークが結合されている。これらのスイッチとDWDMネットワークが協力して、未装備信号生成が行われる。例示的な実施形態では、DWDMネットワーク内のセクション終端点にトランスポンダが位置する。トランスポンダは、未装備接続を検出し、スイッチに対して未装備信号またはいわゆる接続保持信号を生成し、このスイッチが関連スイッチに信号をループバックする。この構成により、透過性交差接続システム内で未装備信号生成を行わずに、必要に応じて未装備条件を検出し、いわゆる接続保持信号または未装備信号を生成する。

【0012】

20

本発明の他の態様の光学通信システムは、透過性光スイッチとDWDMネットワークとを含む。DWDMネットワークは、たとえば第2のスイッチから第1の光スイッチに移動するデータの信号オーバーヘッド内にポートID情報を挿入する。同様に、DWDMネットワークは、第1のスイッチから第2のスイッチに移動するデータの信号オーバーヘッド内にポートID情報を挿入する。例示的な実施形態では、DWDMポートに関連するトランスポンダがポートID情報を検出して挿入することができる。第1および第2のスイッチはポートID情報を交換して、スイッチ間のポート接続を識別することができる。この構成により、光学通信システムはネットワーク・トポロジを自動的に決定することができ、たとえば、自動トポロジ発見が可能になる。

【実施例】

30

【0013】

図1は、本発明による透過性光スイッチ102を有する密波長多重(DWDM)通信システム100の一部を示している。本明細書で使用する透過性およびノンブロッキング光スイッチとは、スイッチを通過する信号の場合に光学信号を電気信号に変換しない光スイッチを指し、すなわち、信号を追加/除去しない光スイッチを指す。スイッチ102は、第1のDWDMネットワーク110に結合された第1の出力ポート・セット106a~106dおよび第1の入力ポート・セット108a~108dとのインタフェースを取る、スイッチング・ファブリック104を含む。第2の入力ポート・セット112a~112dと第2の出力ポート・セット114a~114dは第2のDWDMネットワーク116に結合されている。ポート106、108、112、114は、スイッチング・ファブリック104と協力して、第1および第2のDWDMネットワーク110、116間の双方向通信を可能にする。

40

【0014】

第1の入力ポート・セット108は第1のDWDMデマルチプレクサ118からそれぞれのチャネル・データを受信し、第1の出力ポート・セットは第1のDWDMマルチプレクサ120にチャネル・データを供給する。第1のマルチプレクサ120と第1のデマルチプレクサ118は、第1のDWDMネットワーク110の一部を形成することができる。同様に、第2の入力ポート・セット112と出力ポート・セット114は、第2のDWDMネットワーク116に関連する第2のマルチプレクサ122と第2のデマルチプレクサ124への入力チャネルおよび出力チャネルを提供する。

50

## 【 0 0 1 5 】

交差接続 1 0 2 は、スイッチング・ファブリック 1 0 4 からの光学信号を電気信号に変換する追加 / 除去ポート 1 2 6 a ~ 1 2 6 N をさらに含む。例示的な実施形態では、再生器セクション終端点 R S T P および多重セクション終端点 M S T P と組み合わせて、S O N E T / S D H 構成を使用する。当業者には既知の通り、再生器セクション・オーバヘッド ( R S O H ) と多重セクション・オーバヘッド ( M S O H ) は、終端点 R S T P 、 M S T P で終端され、処理される。終端点におけるバイトは、パフォーマンス監視、帯域内データ通信、保護スイッチング信号などのネットワーク・レベルの諸機能に使用する。

## 【 0 0 1 6 】

この構成では、D W D M ネットワークは、マルチベンダ互換性を提供するためにスイッチ 1 0 2 内に統合されているわけではない。D W D M システム内のトランスポンダは、単一ファイバ内に多重化された密接間隔のチャネルを電気信号に変換し、次にその電気信号を標準化された光学信号に戻す。波長多重技術は革新的なものなので、密接間隔の波長チャネルに関する規格はまったく存在しない。したがって、あるベンダからの W D M システムを使用し、他のベンダからのスイッチによって信号を通過させ、さらに他のベンダからの他の W D M システムによりそれを通過させることは、現時点では不可能である。様々なベンダからの機器によって W D M システムを相互接続できるようにする方法の 1 つは、光スイッチによる標準的な単一チャネル光学インタフェースを介する方法である。

## 【 0 0 1 7 】

図 2 は、本発明による接続検証を有する透過性光スイッチ 1 0 2 のさらに詳細を示している。この光スイッチは、実質的に図 1 に示すものと同様のものにすることができ、同図で同様の参照番号は同様の要素を示す。スイッチ 1 0 2 は、入力ポート I P a ~ I P N および出力ポート O P a ~ O P N とのインタフェースを取るスイッチ・ファブリック 1 0 4 を含む。逆多重化する 1 : N スイッチ 1 2 8 は光学信号発生器 1 3 0 に結合されるが、その発生器はたとえば O C - N ( N = 3 、 1 2 、 4 8 、 1 9 2 ) 発生器として設けることができる。O C - N が標準の S O N E T 信号フォーマットおよびレートを指すことは当業者には周知のことである。この 1 : N スイッチ 1 2 8 は、ポーリング方式で入力ポート I P a ~ I P N のそれぞれから O C - N 発生器へのそれぞれの信号の接続を可能にする。

## 【 0 0 1 8 】

多重化する N : 1 スイッチ 1 3 2 は、第 1 の信号分析器 1 3 4 に信号情報を供給するために出力ポート O P a ~ O P N のそれぞれに接続されるが、その信号分析器は O C - N 分析器にすることができる。ネットワーク管理システム 1 3 6 は、スイッチ制御部 1 3 8 により全体的なスイッチ 1 0 2 の機能と接続検証を制御することができ、そのスイッチ制御部はスイッチング・ファブリック 1 0 4 、 スイッチ 1 2 8 、 1 3 2 、 信号発生器 1 3 0 、 信号分析器 1 3 4 に結合することができる。

## 【 0 0 1 9 】

スイッチ・ファブリック 1 0 4 による入出力接続は、1 : N スイッチ 1 2 8 を介してポーリング方式で、すなわち、一度に 1 つのポートずつ、信号発生器 1 3 0 によって発生された所定の信号において選択的に切り換えることによって検証することができる。一実施形態では、信号発生器 1 3 0 からの比較的低速の接続検証信号、たとえば、O C - 3 ( 1 5 5 . 5 2 M b / s の S O N E T 信号 ) が 1 : N スイッチを介して入力ポート I P に供給される。この光学信号は、入力ポート I P のインタフェースでベアラ信号の周波数とは異なる周波数を使用する。注入した信号は、スイッチ・ファブリック 1 0 4 を通過した後で出力ポート O P から抽出され、N : 1 スイッチ 1 3 2 を介してポーリング方式で第 1 の信号分析器 1 3 4 に供給される。信号分析器 1 3 4 は、注入した信号のビット誤り率 ( B E R ) を求めることができる。

## 【 0 0 2 0 】

スイッチ制御部 1 3 8 は、1 : N スイッチ 1 2 8 と N : 1 スイッチ 1 3 2 の構成を調整する。スイッチ制御部 1 3 8 が、入力 I P i に接続するよう 1 : N スイッチ 1 2 8 に命令し、I P i を O P j に接続するようスイッチ・ファブリック 1 0 2 に命令する場合、スイ

10

20

30

40

50

タッチ制御部は予想される接続情報  $IP_i - OP_j$  を  $OC - 3$  信号内に挿入するよう  $OC - 3$  発生器にも命令する。また、スイッチ制御部 138 は、 $OC - 3$  分析器 134 への出力ポート  $OP_j$  を選択するよう  $N : 1$  スイッチ 132 にも命令する。スイッチ・ファブリック 104 が適切に接続を行った場合、134 で受信した  $OC - 3$  信号は  $IP_i - OP_j$  の接続情報を含むことになる。その場合、適切な接続が検証される。信号がまったく受信されないかまたは受信した信号が異なる接続情報を含む場合、誤接続が識別される。

【0021】

当業者であれば、特定の応用例の帯域幅要件を満たすために一連の光学信号発生器および分析器を容易に選択し、多重化/逆多重化できるものと理解されている。さらに、入力および出力のポーリングを変化させて、選択した信号を注入し抽出することができ、いつでも一度に1つの入力および/または1つの出力に限定されないものと理解されている。また、1:N スイッチおよび N:1 スイッチなどのスイッチという用語は、入力ポートおよび/または出力ポートのポーリングを容易にするために1つまたは複数の入出力信号用に少なくとも1つの信号経路を選択的に提供するデバイスを含むものと広く解釈すべきである。

10

【0022】

図3は、図2に示すものと同様のスイッチ・アーキテクチャを示しているが、 $N : 1$  スイッチ 132 の一部を形成することができる信号スプリッタ 140 と、もう1つの信号分析器 142 が追加されている。マルチプレクサ 144 は、 $N : 1$  スイッチ/スプリッタ 132 に結合して、ポーリング方式で出力ポート  $OP_a \sim OP_N$  からそれぞれの信号分析器 134、142 に選択した信号を供給することができる。

20

【0023】

スイッチング・ファブリック 104 を通るチャンネル・データの所定の一部分は、出力ポート  $OP$  から  $N : 1$  スイッチ 132 に分岐することができる。マルチプレクサ 144 を制御することにより、たとえばテスト中のチャンネルのデータ転送速度に応じて、分岐したデータを第1または第2の信号分析器 134、142 によって分析することができる。様々な信号分析器、たとえば、 $OC - 48$ 、 $OC - 192$  は、分岐したデータの帯域幅に基づいて必要になる場合があるものと理解されている。

【0024】

図4は、図3に示すものと同様のスイッチを示しているが、入力側の  $N : 1$  スイッチ 146 とそれに対応する信号分析器 148 が追加されている。この構成により、スイッチ 102 に入るデータの所望の部分、たとえば、10パーセントを分岐し、分析することができる。入力側の信号分析器 148 は、分岐したデータを入力側の  $N : 1$  スイッチ 146 を介して受信し、分岐した入力データ用の BER を求めることができる。例示した実施形態では、入力側の  $N : 1$  スイッチ 146 は、ポーリング方式で、たとえば、一度に1つのポートずつ、入力ポート  $IP_a \sim IP_N$  から着信データを抽出する。

30

【0025】

図5は、1:2の同報通信機能を提供するために第1および第2のスイッチ・ファブリック 202a、202b を有する、本発明による透過性光スイッチ 200 を示している。このスイッチ 200 は、双方向ポート ( $IP_i$ 、 $OP_i$ ) が2つのポート ( $IP_j$ 、 $OP_j$ ) および ( $IP_k$ 、 $OP_k$ ) に橋絡された状態で示されている。ポート  $IP_i$  からの出力は2つのポート  $OP_j$ 、 $OP_k$  に接続されているが、I番目のポート ( $OP_i$ ) の受信方向ではポート  $IP_j$  からの信号のみを受信する。

40

【0026】

入力ポート  $IP_i$ 、 $\dots$   $IP_j$ 、 $IP_k$  は、入力信号  $I_i$ 、 $\dots$   $I_j$ 、 $I_k$  をそれぞれの第1および第2の信号セット  $I_{ia}$ 、 $I_{ib}$ 、 $\dots$   $I_{ja}$ 、 $I_{jb}$ 、 $I_{ka}$ 、 $I_{kb}$  に分割し、その信号セットはスイッチ・ファブリック 202a、202b に供給される。図示の例示的な実施形態では、第1の入力ポート  $IP_i$  からの第1の信号  $I_{ia}$  は第1のスイッチ・ファブリック 202a によって処理され、第2の信号  $I_{ib}$  は第2のスイッチング・ファブリック 202b によって処理される。残りの入力信号は同様に分割され

50

、それぞれのスイッチ・ファブリック202a、202bに送信される。着信信号はそれぞれの第1および第2のスイッチング・ファブリック202a、202bによって特定の出力ポートOP<sub>i</sub>~OP<sub>k</sub>に向けられる。それぞれの出力ポートOPは、スイッチ・ファブリック202a、202bの信号経路を選択するためのスイッチを含んでいる。

【0027】

スイッチング・ファブリック202a、202bは、入力信号を受信し、ミラー操作により、選択した出力ポートにその信号を経路指定する。信号を経路指定するために光スイッチ内でミラーを制御することは当業者には周知のことである。図示の例示的な実施形態では、第1の入力ポートIP<sub>i</sub>からの第1の信号I<sub>ia</sub>は第1のスイッチング・ファブリック202aによって第2の出力ポートOP<sub>j</sub>に接続されている。第1の入力ポートIP<sub>i</sub>からの第2の信号I<sub>ib</sub>は第2のスイッチ・ファブリック202bによって第3の出力ポートOP<sub>k</sub>に接続されている。同様に、第2の入力ポートIP<sub>j</sub>からの第1の信号I<sub>ja</sub>は第1の出力ポートOP<sub>i</sub>に接続され、第2の信号I<sub>jb</sub>は第1の出力ポートOP<sub>i</sub>に接続されている。第3の入力ポートIP<sub>k</sub>は出力ポートに接続されていない。

10

【0028】

一般に、各出力ポートOPは、入力ポートIPによって分割された同じ信号を両方のスイッチ・ファブリックから受信し、操作信号を選択する。このため、一方のスイッチ・ファブリックの障害は受信ポートにある信号に影響しない。この実施形態では、1つのポートからの信号を2つの発信ポートに橋絡するために冗長スイッチ・ファブリックを使用する。各出力ポートOP<sub>i</sub>、・・・、OP<sub>j</sub>、OP<sub>k</sub>は、スイッチによって出力するために、スイッチング・ファブリック202a、202bのうち的一方から信号を選択する。この構成は、冗長スイッチ・ファブリック202a、202bを使用することにより1対2の同報通信機能を可能にするものである。

20

【0029】

前述のように、信号分析器134、142を出力ポートOPに結合して、たとえばスイッチ・ファブリックからの信号のパフォーマンス監視を可能にすることができる。一実施形態では、スイッチ情報をヘッダ情報に挿入し、信号分析器によって検証することができる。

【0030】

図6は、DWDMシステムにすることができる光学通信システム300のうち、本発明によりいわゆる未装備信号または接続保持信号を検出し生成する部分を示している。一般に、光スイッチとDWDMネットワークは協力して機能し、スイッチによってループバック可能な接続保持信号を生成する。あるスイッチ・ポートが他のスイッチ・ポートに接続されているが、現時点でベアラ・データ・トラフィックを運搬していない場合、リンクを連続的に監視し、即座に使用できるように用意するために、発信方向に未装備信号を供給しなければならない。

30

【0031】

システム300は、第1のDWDMシステム304に結合された第1の光スイッチ302を含み、これはオフィスAなどの特定の場所に関連付けることができる。第1のDWDMシステム304は第2のDWDMシステム306に結合され、この第2のDWDMシステムはオフィスBに関連する第2の光スイッチ308に接続されている。第1のDWDMシステム304は、第1および第2のポートまたはセクション終端点310、312とともに、DWDMマルチプレクサ309とデマルチプレクサ311とを含む。第1のDWDMシステム304は、未装備条件を検出し、未装備信号を生成することができるトランスポンダ314をさらに含む。

40

【0032】

第2のDWDMネットワーク306は、同様に、DWDMマルチプレクサ316およびデマルチプレクサ318と、トランスポンダ320と、セクション終端点322、324とを含む。第2のDWDMネットワーク306は第2の光スイッチ308に接続されている。第1のスイッチ302と第2のスイッチ308とのポート間接続により、オフィスA

50

とオフィスBとの双方向通信が可能になる。

【0033】

一般に、光スイッチの出力ポートが同じスイッチ内の他のポートに接続されていないが、ライブ信号を運搬しているときに、その出力ポートに未装備信号が挿入される。たとえば、第1のスイッチ302の第1の出力ポートOP<sub>i</sub>が第1のスイッチ内の他のポートに接続されていないときに、この出力ポートに未装備信号が挿入される。同様に、第2のスイッチ308の第1の出力ポートOP<sub>j</sub>が第2のスイッチ308内の他のポートに接続されていないときに、このポートに未装備信号が挿入される。

【0034】

動作時に、第1のDWDMポート310は、たとえば、第1のスイッチ302に向かう信号内の特定のオーバーヘッド・バイト・セット内にそのポートIDと未装備状況表示を挿入する。第1のスイッチ302の出力ポートOP<sub>i</sub>がそのスイッチ内の他のポートに接続されていない場合、それに対応する入力ポートIP<sub>i</sub>は出力ポートOP<sub>i</sub>に接続され、すなわち、ループバックされる。したがって、第1のDWDMネットワーク304内の第1のポート310からの挿入信号は、第2のポート312で受信される。

10

【0035】

信号オーバーヘッドを検査してポートIDを抽出するが、第1のDWDMネットワークが第2のポート312にある同じIDを第1のポート310で挿入されたものであると判断した場合、第1のDWDMネットワークは第1のポート310における未装備信号の状況を挿入し続ける。これに対して、第2のポートまたは入力ポート312で同じポートIDが受信されない場合、第1のDWDMネットワーク304は、出力ポートOP<sub>i</sub>がもはや第1の光スイッチの入力ポートIP<sub>i</sub>に接続されないものと判定する。その場合、第1のDWDMネットワーク304は、第1のポート310側の未装備状況表示を除去し、第2のDWDMネットワーク306の出力ポート322からの受信信号が第1の光スイッチの入力ポートIP<sub>i</sub>に向かって第1のDWDMネットワークの入力ポート310を通過できるようにする。

20

【0036】

入力ポート312は、第1のスイッチの出力ポートOP<sub>i</sub>から受信した信号を通過させる。しかし、それに対応するオーバーヘッド情報を第1のポート312で読み取って、状況の変化がないかどうかチェックする。同様に、第2のDWDMネットワークの入力ポート322および出力ポート320のトランスポンダでも同じアクションが行われる。

30

【0037】

図7は、本発明による自動トポロジ発見を備えた第1および第2の光スイッチ502、504を有するDWDM通信システム500の一部を示している。第1および第2の光スイッチ502、504はDWDMシステム506によって接続されている。第2のスイッチ504から第1のスイッチ502への信号経路は、スイッチの出力ポートD2と、第1および第2のDWDMポートC2、B1と、スイッチの入力ポートA1とを含む、一連のポートを含む。同様に、スイッチ同士を接続する反対方向の経路も、図示の通り、一連のポートA2 : B2 : C1 : D1を含む。

40

【0038】

一般に、ポートID情報は、宛先スイッチへの移動中に、J0またはもう1つのSOHなどのデータ信号オーバーヘッド・パケット内に挿入される。当業者には既知の通り、J0およびSOHは、SONETおよびSDH規格に規定されたヘッダ・フォーマットである。スイッチ502、504はポートID情報を抽出し、その情報からチャネル接続情報を求めることができる。

【0039】

例示的な実施形態の各DWDMポートは、光学信号を電気信号に変換し、電気信号を光学信号に変換することができる光電トランスポンダを含む。このトランスポンダにより、ポートは、電気ドメイン内の特定のオーバーヘッド・バイト・セット内にポートID情報を挿入し、光学フォーマットの信号をDWDMシステム内に供給することができる。したが

50



って、各ポートは、図示し前述したように信号発生器および信号分析器を使用して、光学データ・ストリーム内にID情報を挿入し、ポーリング方式でそのデータ・ストリームからID情報を抽出することができる。

【0040】

例示した実施形態では、第1のスイッチ502の第1の入力ポートA1は近端のDWDM送信ポートB1からデータを受信し、そのポートが遠端のDWDM受信ポートC2からデータを受信する。第1のスイッチ502は、スイッチの出力ポートA2を介して近端のDWDM送信ポートB2にデータを送信する。

【0041】

同様に、第2のスイッチ504の第1の入力ポートD1はDWDMポートC1からデータを受信し、そのポートがもう1つのDWDMポートB2からデータを受信する。第2のスイッチ504は、出力ポートD2からDWDMポートC2にデータを送信する。各ポートまたは他のポートに関する情報を有する1つのポートは、データ・ストリーム内にポートID情報を挿入することができる。光スイッチ502、504は、図3で述べた信号分析器を介してポートID情報を抽出し、ポーリング方式で接続情報を入手することができる。受信/送信ポート、たとえば、B1/B2は同一のIDを有する可能性があるものと理解されている。

【0042】

この構成の第1のスイッチ502は、第2のスイッチ504がD2のポートIDが付いた信号を発生する必要なしに、その入力ポートA1が第2のスイッチ504の出力ポートD2に接続されていることを判定しなければならない。DWDMポートC2は、この目的のために割り振られた特定のオーバーヘッド・バイト・セット内にそれ自体のIDを挿入する。次のDWDMポートB1でDWDMネットワークは、同じオーバーヘッド・バイト・セット内に第1のスイッチ側のポートID B1、B2を追加する。第1のスイッチ502は、これらのオーバーヘッド・バイトを読み取ると、4個組のID A1 : B1 : B2 : C2を作成する。次に第1のスイッチ502は、帯域外通信チャネル(図示せず)を使用して、この4個組のIDを第2のスイッチ504に送信する。同様に、第2のスイッチ504は、D1 : C1 : C2 : B2という4個組のIDを第1のスイッチ502に送信する。スイッチ502および504は、メッセージを送信すると、受信側スイッチがメッセージの発信者を識別できるように、4個組のポートIDとともにスイッチIDを添付する。

【0043】

次に、第1および第2のスイッチ502、504は、この情報を他のすべてのスイッチに同報通信する。他のスイッチからの受信情報と着信ポートから読み取ったID情報を備えた各スイッチは、ポートの接続性を判定することができる。たとえば、第1のスイッチ502は、第2のスイッチ504から連結ID情報D1 : C1 : C2 : B2を受信し、逆の順序で最後の2つの項目を比較して一致しているかどうかを確認する。この場合、第1のスイッチ502は、D1 : C1 : C2 : B2が入力ポートA1からのそれ自体の連結ID、すなわち、A1 : B1 : B2 : C2と一致すると判断する。この一致により、第1のスイッチ502は、第2のスイッチ504の出力ポートD2が対応する入力ポートA1に接続されているものと判定する。同様に、ポートA2とポートD1との接続が判定される。したがって、この特定の実施形態では、スイッチ502および504が接続性を判定するための信号を生成する必要はない。すなわち、この構成により、スイッチはポート接続情報を交換して、ネットワーク・トポロジを自動的に判定することができる。

【0044】

図8は、第1のDWDMネットワーク604と第2のDWDMネットワーク606との間に配置された光スイッチ602を含み、本発明により強化された障害検出および隔離を可能にする光学通信システム600を示している。このシステムは、スイッチ602内の交換可能なユニット内の障害を検出し隔離しなければならない。障害としては、信号劣化条件と信号障害条件の両方を含む。障害検出および隔離は瞬時である必要はないものと理解されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 5 】

DWDMシステム604、606間の障害は通常、セクション終端点におけるパフォーマンス監視を使用して検出される。したがって、たとえば、2つのDWDMポート604と606の間のセクションA1-A2、A3-A4内に障害を隔離することが必要である。入力ポートA1と出力ポートA2の両方でパフォーマンス監視を実施した場合、セクションA1-A2、A2-A3、A3-A4内に障害が隔離される。しかし、図3で述べたように出力ポートのみでパフォーマンス監視を実施した場合、内部信号(たとえば、図3のOC-3)のパフォーマンスと出力ポートでのベアラ信号(たとえば、図3のOC-N)のパフォーマンスとの相関関係によって障害が隔離される。たとえば、OC-3内部信号は良好であるが、OC-Nベアラ信号が不良である場合、障害はセクションA1-A2内に位置する。OC-3信号とOC-N信号がどちらも不良である場合、障害はセクションA2-A3内にある。これに対して、どちらの信号も良好である場合、図示していないネットワーク管理システムは、障害がセクションA3-A4内にあると判定することができる。

10

## 【 0 0 4 6 】

図9は、本発明により追加/除去ポート信号マルチプレクサ702を有する光スイッチ700を示している。追加/除去マルチプレクサ700は、除去信号内の信号を切り換えるための電子スイッチを含むことができる。スイッチ700は、第1のDWDMネットワーク706と第2のDWDMネットワーク708との間のパススルー経路704と、スイッチ700から追加/除去マルチプレクサ702への除去信号経路710とを含む。追加/除去マルチプレクサは、スイッチからの光学信号を電気信号に変換する。

20

## 【 0 0 4 7 】

この構成では、ネットワーク転送速度より低い速度を有する複数の除去信号を多重化して、効率の増進とコストの低下を達成することができる。効率の増進とコストの低下は、高速多重化信号用の1つの波長のみを長距離WDMネットワークに使用することによって達成される。スイッチ・ノードで除去された信号内のオーバーヘッド・ビットにアクセスできる能力を備えることにより、その経路上の複数の光スイッチを横断する信号の接続時の障害を検出することは可能である。ただし、その信号は光電変換なしにスイッチを通過するので、信号経路上の中間ノードはその信号のオーバーヘッド・ビットにアクセスできないことに留意されたい。信号経路の端部スイッチにおける高速検出能力により、スイッチ700は、元の信号に障害が発生したときに代替経路を使用して高速で信号の経路変更を行うことができる。この端部スイッチは、障害がどこで発生したかを把握する必要はない。

30

## 【 0 0 4 8 】

本発明の他の態様では、自動トポロジ発見および除去ポートでのビット・レベルのオーバーヘッド・アクセスにより、たとえば、クライアント・ルータによる要求に応じて、いわゆる高速補給を達成することができる。一実施形態の光学ネットワークは、スイッチ間に配置された各光学ネットワーク内に終端点を有する制御チャネルを含むことができる。このようなチャネルは、高速補給情報、ネットワーク管理、復元メッセージ、その他の制御メッセージを運搬するための経路指定ネットワークを提供することができる。

40

## 【 0 0 4 9 】

当業者であれば、上記の実施形態に基づいて、本発明の他の特徴および利点が分かるだろう。したがって、本発明は、特許請求の範囲に示されたものを除き、具体的に図示し説明されたものによって限定されることはない。本明細書で引用したすべての資料および参考文献は、参照により全体として本明細書に明白に組み込まれる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 5 0 】

本発明は、添付図面に関連して上記の詳細な説明を読むことにより、より完全に理解されるだろう。

【 図 1 】 本発明による透過性光スイッチの概略図である。

【 図 2 】 本発明によりスイッチ・ファブリック接続検証を可能にする透過性光スイッチの

50

概略図である。

【図3】本発明により出力信号パフォーマンス監視を可能にする透過性光スイッチの概略図である。

【図4】本発明により入力および出力信号パフォーマンス監視を可能にする透過性光スイッチの概略図である。

【図5】本発明により双方向接続用の1：2の同報通信機能を提供する第1および第2のスイッチ・ファブリックを有する透過性光スイッチの概略図である。

【図6】本発明により未装備信号生成を可能にする、透過性光スイッチと光学ネットワークとを有する光学通信システムの概略図である。

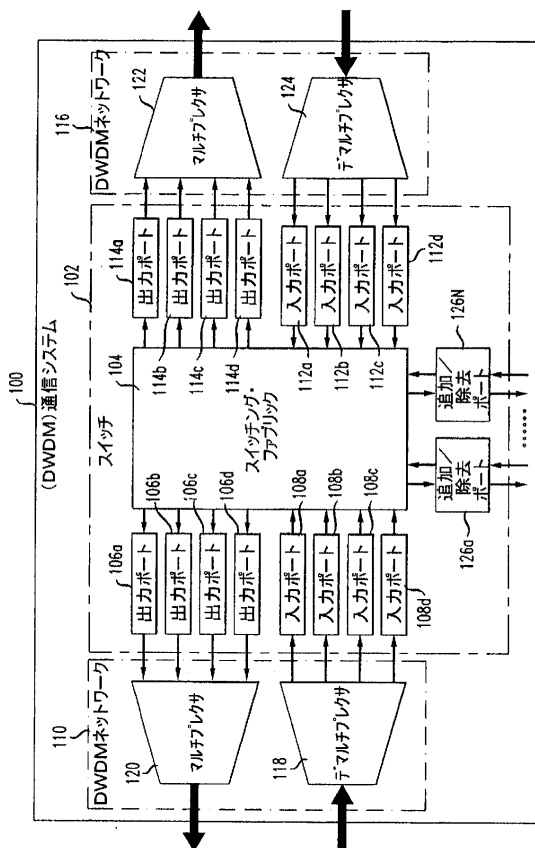
【図7】本発明により自動ネットワーク・トポロジ発見を可能にするように協力する、光スイッチと光学ネットワークとを有する光学通信システムの概略図である。

【図8】本発明により障害検出および隔離を可能にする、光スイッチと光学ネットワークとを有する光学通信システムの概略図である。

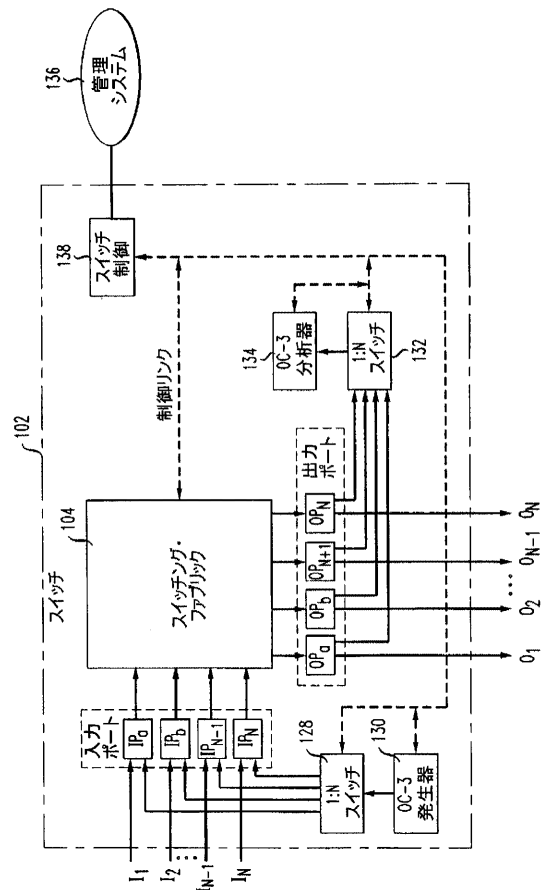
【図9】本発明により追加/除去ポート内の多重化およびスイッチングを可能にする、光スイッチと光学ネットワークとを有する光学通信システムの概略図である。

10

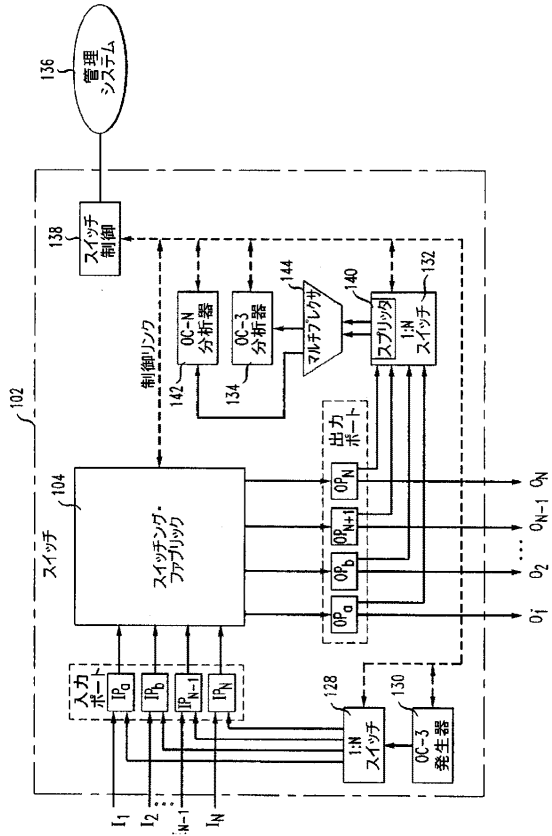
【図1】



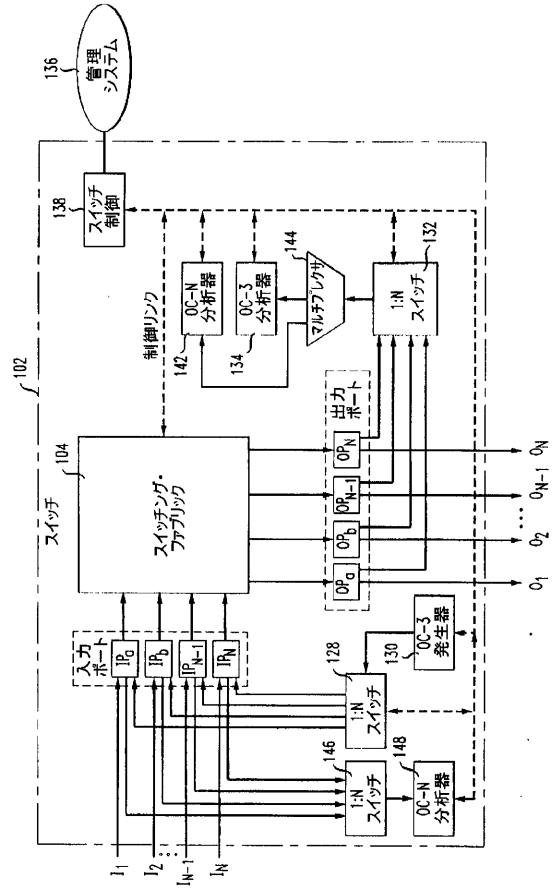
【図2】



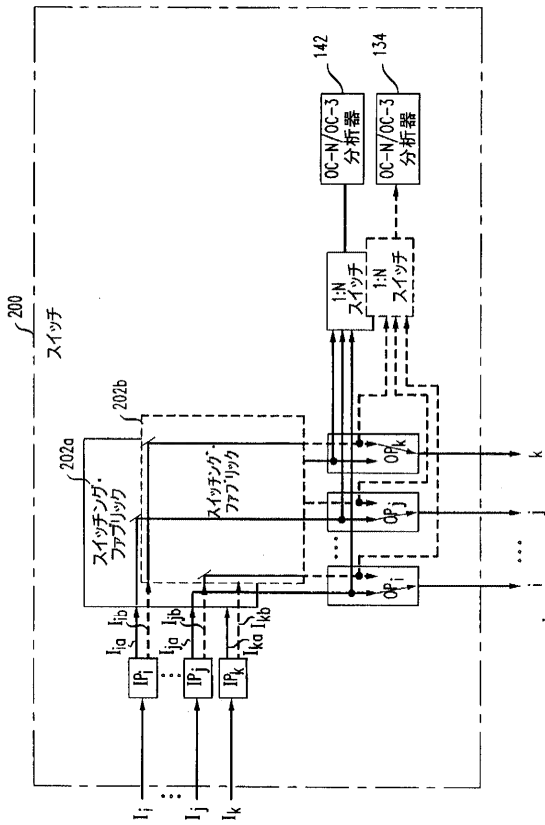
【図 3】



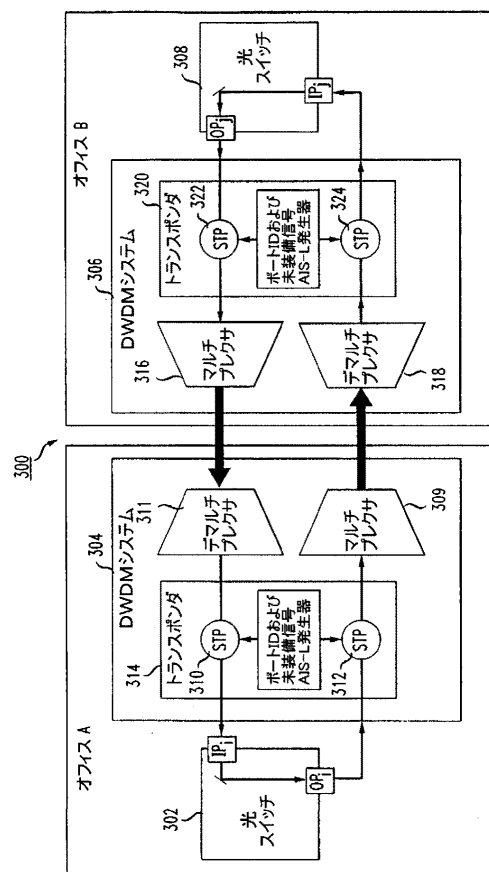
【図 4】



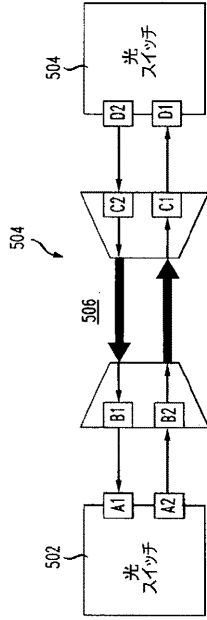
【図 5】



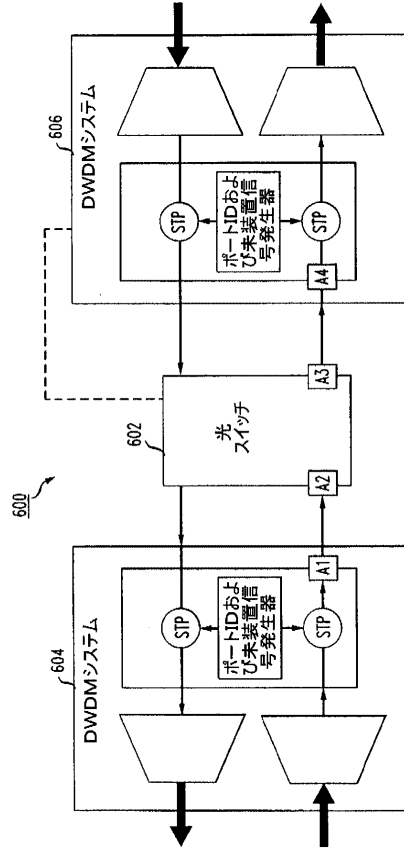
【図 6】



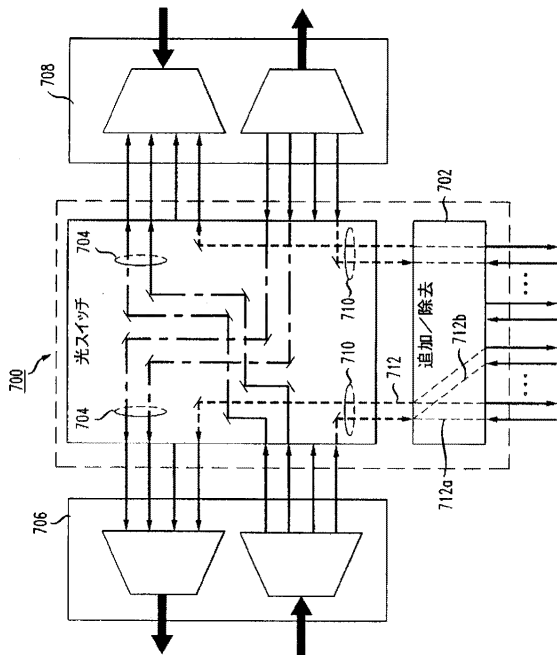
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I

H 0 4 Q 3/52 (2006.01)

(74)代理人 100096943

弁理士 臼井 伸一

(74)代理人 100101498

弁理士 越智 隆夫

(74)代理人 100096688

弁理士 本宮 照久

(74)代理人 100104352

弁理士 朝日 伸光

(74)代理人 100128657

弁理士 三山 勝巳

(72)発明者 チャウドヒュリ, シド

アメリカ合衆国 0 8 8 1 6 ニュージャーシィ, イースト ブランズウィック, ダレン コート  
1 0

(72)発明者 ゴールドスタイン, エヴァン, エル.

アメリカ合衆国 0 7 7 3 9 ニュージャーシィ, リトル シルヴァー, リヴァーズ エッジ ド  
ライヴ 4 4

審査官 工藤 一光

(56)参考文献 米国特許第05917818 (US, A)

米国特許第05986783 (US, A)

米国特許第05936942 (US, A)

米国特許第05956165 (US, A)

特開平07-087117 (JP, A)

特開平04-242463 (JP, A)

特開平09-247197 (JP, A)

特開2002-314499 (JP, A)

特開2000-321512 (JP, A)

米国特許第5867289 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 4 B 1 0 / 0 0 - 1 0 / 2 8

H 0 4 J 1 4 / 0 0 - 1 4 / 0 8

H 0 4 J 3 / 0 0

H 0 4 Q 3 / 5 2