

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4157102号
(P4157102)

(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

H O 4 B 10/24 (2006.01)

H O 4 B 9/00 G

H O 4 B 10/02 (2006.01)

H O 4 B 9/00 T

H O 4 J 14/00 (2006.01)

H O 4 B 9/00 E

H O 4 J 14/02 (2006.01)

H O 4 L 12/56 F

H O 4 L 12/56 (2006.01)

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2005-17757 (P2005-17757)
 (22) 出願日 平成17年1月26日(2005.1.26)
 (62) 分割の表示 特願2001-557326 (P2001-557326)
 の分割
 原出願日 平成13年2月2日(2001.2.2)
 (65) 公開番号 特開2005-223901 (P2005-223901A)
 (43) 公開日 平成17年8月18日(2005.8.18)
 審査請求日 平成17年12月13日(2005.12.13)
 (31) 優先権主張番号 60/180,347
 (32) 優先日 平成12年2月4日(2000.2.4)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 09/775,429
 (32) 優先日 平成13年2月1日(2001.2.1)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390035493
 エイ・ティ・アンド・ティ・コーポレーシ
 ョン
 A T & T C O R P .
 アメリカ合衆国 1 0 0 1 3 - 2 4 1 2
 ニューヨーク ニューヨーク アヴェニュー
 オブ ジ アメリカズ 3 2
 (74) 代理人 100064447
 弁理士 岡部 正夫
 (74) 代理人 100085176
 弁理士 加藤 伸晃
 (74) 代理人 100106703
 弁理士 産形 和央
 (74) 代理人 100094112
 弁理士 岡部 譲

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ネットワーク内のネットワーク・トポロジを自動的に決定する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光スイッチを有する光ネットワーク内のネットワーク・トポロジを自動的に決定する方法であって、

WDMシステム内の第1のポートを第2の光スイッチの第1の出力ポートに接続し前記第1のポートに接続された第2のポートを第1の光スイッチの第1の入力ポートに接続することにより、前記第1の光スイッチの第1の入力ポートを前記第2の光スイッチの第1の出力ポートに接続して第1の信号経路を提供し、前記WDMシステムの第3のポートを前記第1の光スイッチの第1の出力ポートに接続し前記第3のポートに接続された第4のポートを前記第2の光スイッチの第1の入力ポートに接続することにより、前記第1の光スイッチの第1の出力ポートを前記第2の光スイッチの第1の入力ポートに接続して第2の信号経路を提供するように、前記WDMシステムを介して前記第1の光スイッチと前記第2の光スイッチを接続するステップと、

前記第1のポート、前記第2のポート、前記第1の光スイッチの第1の入力ポート、及び前記第3のポートのIDを含む第1のポートID情報を、前記WDMシステムにより前記第1の信号経路内の光信号に挿入するステップと、

前記第2の光スイッチの第1の入力ポート、前記第4のポート、前記第3のポート及び前記第1のポートのIDを含む第2のポートID情報を、前記WDMシステムにより前記第2の信号経路内の光信号に挿入するステップと、

前記第1および第2のポートID情報が前記第1のポートと前記第3のポートのID

を共通に含むことに基づいて、前記第 1 の光スイッチの入力ポートと前記第 2 の光スイッチの出力ポートとの接続と、前記第 1 の光スイッチの出力ポートと前記第 2 の光スイッチの入力ポートとの接続を識別するステップとを含む方法。

【請求項 2】

第 1 のポート ID 情報を第 1 の信号経路内の光信号に挿入する前記ステップは、前記第 2 のポートにおいてトランスポンダにより前記第 2 および第 3 のポートの ID を前記第 1 の信号経路内の光信号に挿入するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

帯域外チャネルを介して前記第 1 の光スイッチと前記第 2 の光スイッチとの間でポート ID 情報を交換するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

10

【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。

20

【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、光学ネットワーク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ネルを有する。このチャネル波長は、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ネルの数を最大限にするために、所定の間隔を有する。

30

【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。

【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、Isida 他に付与された米国特許第 5 937 117 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。

40

【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

50

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。

10

【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。

【0009】

20

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、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す。

【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。

30

【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。

40

【0012】

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

50

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】

【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の一部分を示している。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。

【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ンネル・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にチャンネル・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への入力チャンネルおよび出力チャンネルを提供する。

【0015】

交差接続102は、スイッチング・ファブリック104からの光学信号を電気信号に変換する追加/除去ポート126a~126N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RSTPおよび多重セクション終端点MSTPと組み合わせて、SONET/SDH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(RSOH)と多重セクション・オーバヘッド(MSOH)は、終端点RSTP、MSTP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。

【0016】

この構成では、DWDM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102内に統合されているわけではない。DWDM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ン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であるため、密接間隔の波長チャン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WDM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WDM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WDM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ンネル光学インタフェースを介する方法である。

【0017】

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102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102は、入力ポートIPa~IPNおよび出力ポートOPa~OPNとのインタフェースを取るスイッチ・ファブリック104を含む。逆多重化する1:Nスイッチ128は光学信号発生器130に結合されるが、その発生器はたとえばOC-N(N=3、12、48、192)発生器として設けることができる。OC-Nが標準のSONET信号フォーマットおよびレートを目指すことは当業者

には周知のことである。この1:Nスイッチ128は、ポーリング方式で入力ポートIPa~IPNのそれぞれからOC-N発生器へのそれぞれの信号の接続を可能にする。

【0018】

多重化するN:1スイッチ132は、第1の信号分析器134に信号情報を供給するために出力ポートOPa~OPNのそれぞれに接続されるが、その信号分析器はOC-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136は、スイッチ制御部138により全体的なスイッチ102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104、スイッチ128、132、信号発生器130、信号分析器134に結合することができる。

【0019】

スイッチ・ファブリック104による入出力接続は、1:Nスイッチ128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130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130からの比較的低速の接続検証信号、たとえば、OC-3(155.52Mb/sのSONET信号)が1:Nスイッチを介して入力ポートIPに供給される。この光学信号は、入力ポートIP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104を通過した後で出力ポートOPから抽出され、N:1スイッチ132を介してポーリング方式で第1の信号分析器134に供給される。信号分析器134は、注入した信号のビット誤り率(BER)を求めることができる。

【0020】

スイッチ制御部138は、1:Nスイッチ128とN:1スイッチ132の構成を調整する。スイッチ制御部138が、入力IPiに接続するよう1:Nスイッチ128に命令し、IPiをOPjに接続するようスイッチ・ファブリック102に命令する場合、スイッチ制御部は予想される接続情報IPi-OPj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OPj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IPi-OPj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。

【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OPa~OPN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。

【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

10

20

30

40

50

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IPa～IPNから着信データを抽出する。

10

【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（IPi、OPi）が2つのポート（IPj、OPj）および（IPk、OPk）に橋絡された状態で示されている。ポートIPiからの出力は2つのポートOPj、OPkに接続されているが、I番目のポート（OPi）の受信方向ではポートIPjからの信号のみを受信する。

【0026】

入力ポートIPi、・・・IPj、IPkは、入力信号Ii、・・・Ij、Ikをそれぞれの第1および第2の信号セットIia、Iib、・・・Ija、Ijb、Ika、Ikab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IPiからの第1の信号Iia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Iib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、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OPi～OPk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。

20

【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IPiからの第1の信号Iia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OPjに接続されている。第1の入力ポートIPiからの第2の信号Iib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OPkに接続されている。同様に、第2の入力ポートIPjからの第1の信号Ijaは第1の出力ポートOPiに接続され、第2の信号Ijbは第1の出力ポートOPiに接続されている。第3の入力ポートIPkは出力ポートに接続されていない。

30

【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OPi、・・・、OPj、OPk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。

40

【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

50

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。

【 0 0 3 0 】

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 3 0 0 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。

10

【 0 0 3 1 】

システム 3 0 0 は、第 1 の DWDM システム 3 0 4 に結合された第 1 の光スイッチ 3 0 2 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 3 0 4 は第 2 の DWDM システム 3 0 6 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 3 0 8 に接続されている。第 1 の DWDM システム 3 0 4 は、第 1 および第 2 のポートまたはセクション終端点 3 1 0、3 1 2 とともに、DWDM マルチプレクサ 3 0 9 とデマルチプレクサ 3 1 1 とを含む。第 1 の DWDM システム 3 0 4 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 3 1 4 をさらに含む。

【 0 0 3 2 】

20

第 2 の DWDM ネットワーク 3 0 6 は、同様に、DWDM マルチプレクサ 3 1 6 およびデマルチプレクサ 3 1 8 と、トランスポンダ 3 2 0 と、セクション終端点 3 2 2、3 2 4 とを含む。第 2 の DWDM ネットワーク 3 0 6 は第 2 の光スイッチ 3 0 8 に接続されている。第 1 のスイッチ 3 0 2 と第 2 のスイッチ 3 0 8 とのポート間接続により、オフィス A とオフィス B との双方向通信が可能になる。

【 0 0 3 3 】

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 3 0 2 の第 1 の出力ポート O P i 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

30

スイッチ 3 0 8 の第 1 の出力ポート O P j が第 2 のスイッチ 3 0 8 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。

【 0 0 3 4 】

動作時に、第 1 の DWDM ポート 3 1 0 は、たとえば、第 1 のスイッチ 3 0 2 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 I D と未装備状況表示を挿入する。第 1 のスイッチ 3 0 2 の出力ポート O P i 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 I P i は出力ポート O P i 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 3 0 4 内の第 1 のポート 3 1 0 からの挿入信号は、第 2 のポート 3 1 2 で受信される。

【 0 0 3 5 】

40

信号オーバーヘッドを検査してポート I D を抽出するが、第 1 の DWDM ネットワークが第 2 のポート 3 1 2 にある同じ I D を第 1 のポート 3 1 0 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 3 1 0 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 3 1 2 で同じポート I D が受信されない場合、第 1 の DWDM ネットワーク 3 0 4 は、出力ポート O P i がもはや第 1 の光スイッチの入力ポート I P i 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 3 0 4 は、第 1 のポート 3 1 0 側の未装備状況表示を除去し、第 2 の DWDM ネットワーク 3 0 6 の出力ポート 3 2 2 からの受信信号が第 1 の光スイッチの入力ポート I P i に向かって第 1 の DWDM ネットワークの入力ポート 3 1 0 を通過できるようにする。

50

【 0 0 3 6 】

入力ポート 3 1 2 は、第 1 のスイッチの出力ポート O P i 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ヘッド情報を第 1 のポート 3 1 2 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 D W D M ネットワークの入力ポート 3 2 2 および出力ポート 3 2 0 のトランスポンダでも同じアクションが行われる。

【 0 0 3 7 】

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 5 0 2 、 5 0 4 を有する D W D M 通信システム 5 0 0 の一部分を示している。第 1 および第 2 の光スイッチ 5 0 2 、 5 0 4 は D W D M システム 5 0 6 によって接続されている。第 2 のスイッチ 5 0 4 から第 1 のスイッチ 5 0 2 への信号経路は、スイッチの出力ポート D 2 と、第 1 および第 2 の D W D M ポート C 2 、 B 1 と、スイッチの入力ポート A 1 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 A 2 : B 2 : C 1 : D 1 を含む。

【 0 0 3 8 】

一般に、ポート I D 情報は、宛先スイッチへの移動中に、 J 0 またはもう 1 つの S O H などのデータ信号オーバヘッド・パケット内に挿入される。当業者には既知の通り、 J 0 および S O H は、 S O N E T および S D H 規格に規定されたヘッダ・フォーマットである。スイッチ 5 0 2 、 5 0 4 はポート I D 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。

【 0 0 3 9 】

例示的な実施形態の各 D W D M 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ヘッド・バイト・セット内にポート I D 情報を挿入し、光学フォーマットの信号を D W D M システム内に供給することができる。したがって、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 I D 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 I D 情報を抽出することができる。

【 0 0 4 0 】

例示した実施形態では、第 1 のスイッチ 5 0 2 の第 1 の入力ポート A 1 は近端の D W D M 送信ポート B 1 からデータを受信し、そのポートが遠端の D W D M 受信ポート C 2 からデータを受信する。第 1 のスイッチ 5 0 2 は、スイッチの出力ポート A 2 を介して近端の D W D M 送信ポート B 2 にデータを送信する。

【 0 0 4 1 】

同様に、第 2 のスイッチ 5 0 4 の第 1 の入力ポート D 1 は D W D M ポート C 1 からデータを受信し、そのポートがもう 1 つの D W D M ポート B 2 からデータを受信する。第 2 のスイッチ 5 0 4 は、出力ポート D 2 から D W D M ポート C 2 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 I D 情報を挿入することができる。光スイッチ 5 0 2 、 5 0 4 は、図 3 で述べた信号分析器を介してポート I D 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、B 1 / B 2 は同一の I D を有する可能性があるものと理解されている。

【 0 0 4 2 】

この構成の第 1 のスイッチ 5 0 2 は、第 2 のスイッチ 5 0 4 が D 2 のポート I D が付いた信号を発生する必要なしに、その入力ポート A 1 が第 2 のスイッチ 5 0 4 の出力ポート D 2 に接続されていることを判定しなければならない。D W D M ポート C 2 は、この目的のために割り振られた特定のオーバヘッド・バイト・セット内にそれ自体の I D を挿入する。次の D W D M ポート B 1 で D W D M ネットワークは、同じオーバヘッド・バイト・セット内に第 1 のスイッチ側のポート I D B 1 、 B 2 を追加する。第 1 のスイッチ 5 0 2 は、これらのオーバヘッド・バイトを読み取ると、4 個組の I D A 1 : B 1 : B 2 : C 2 を作成する。次に第 1 のスイッチ 5 0 2 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。

【００４５】

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。

【００４６】

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。

【００４７】

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

10

20

30

40

50

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。

【0048】

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。

【0049】

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】

【0050】

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。

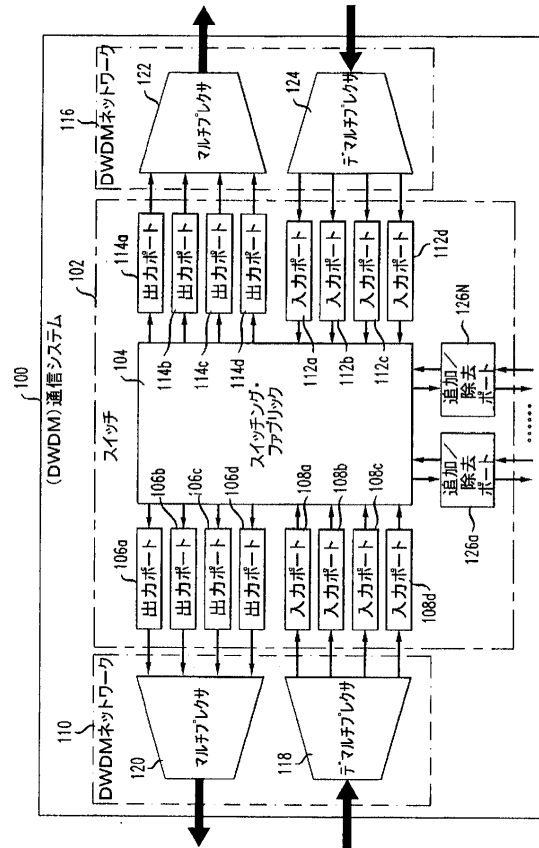
【図9】本発明により追加/除去ポート内の多重化およびスイッチングを可能にする、光スイッチと光学ネットワークとを有する光学通信システムの概略図である。

10

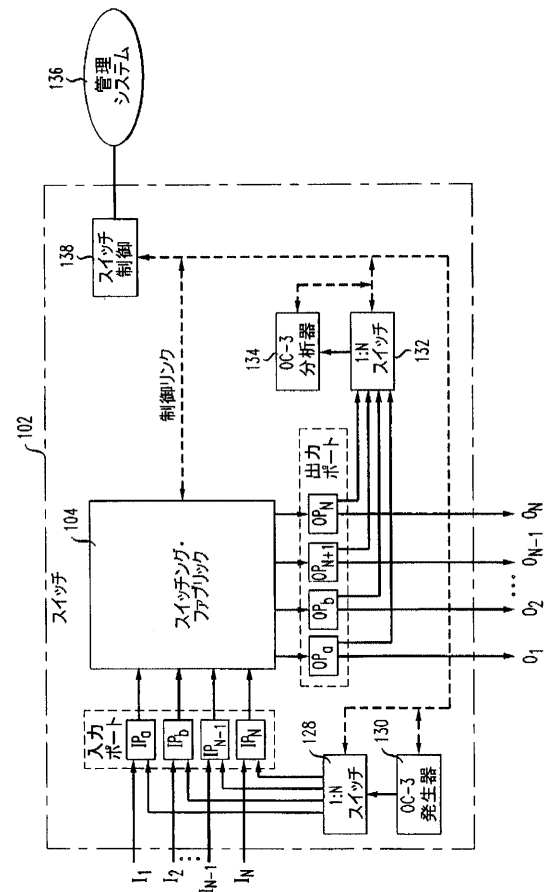
20

30

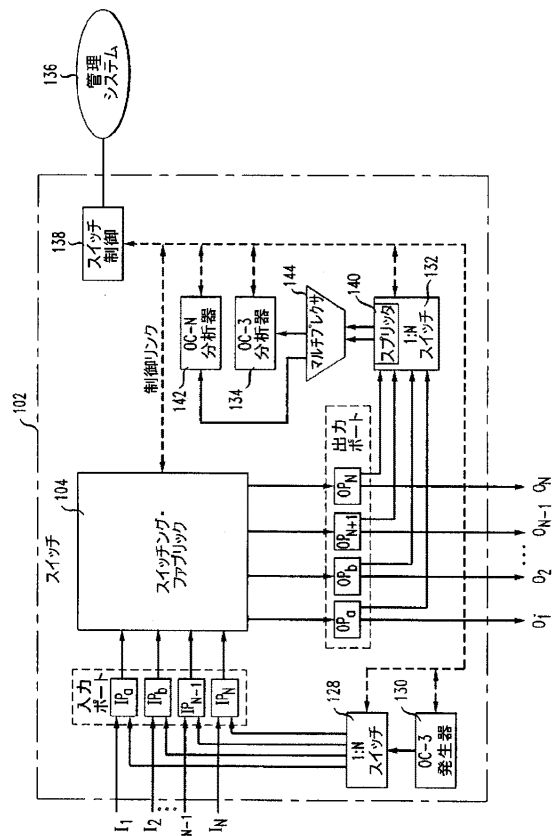
【図 1】



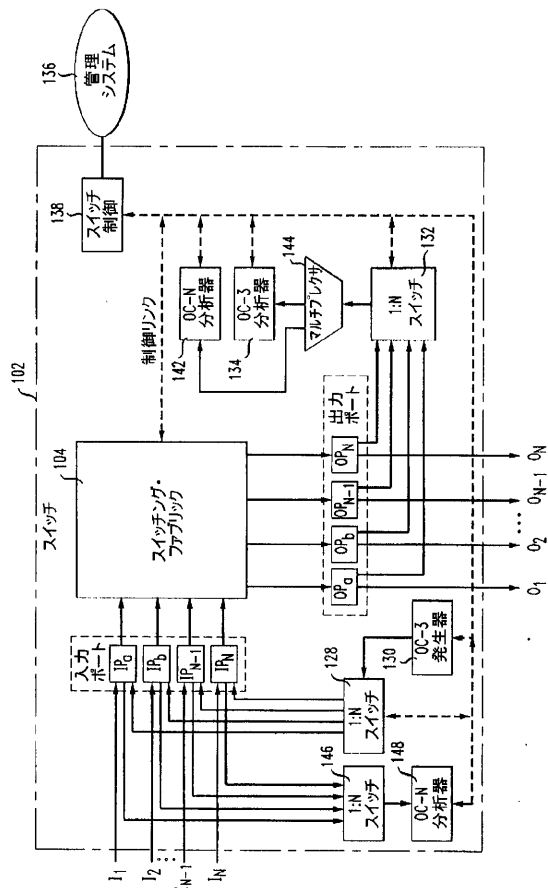
【図 2】



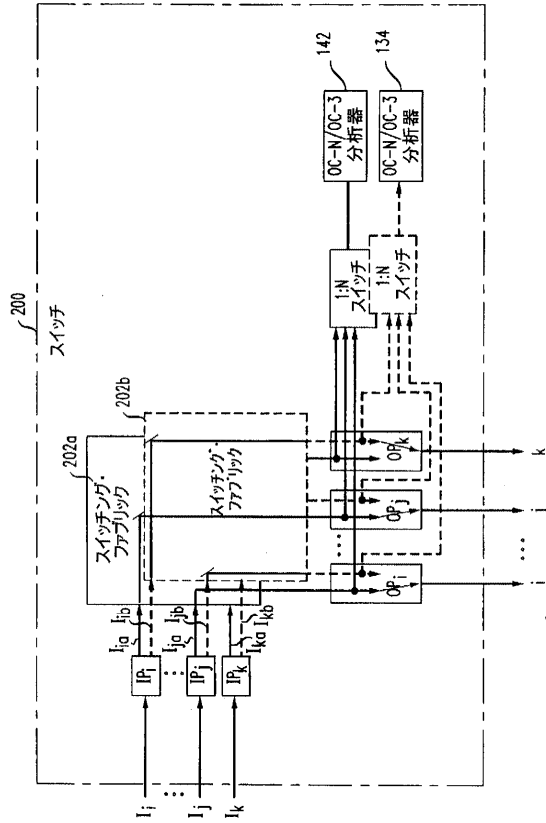
【図 3】



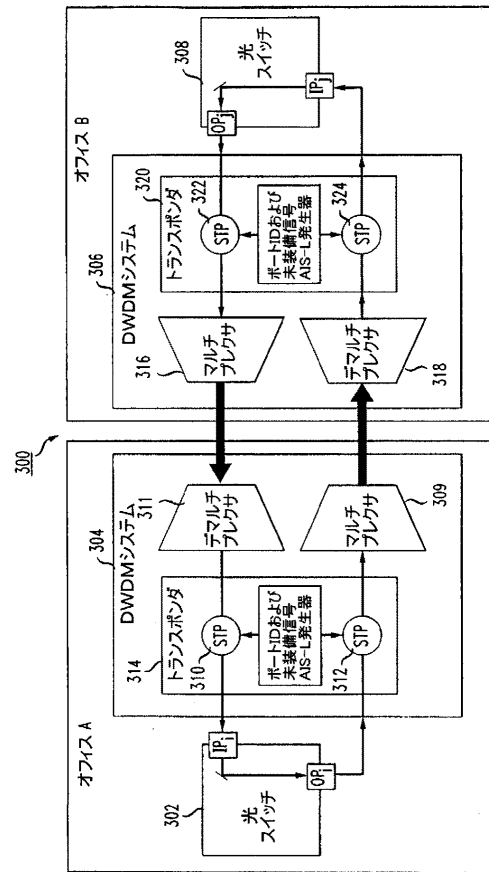
【図 4】



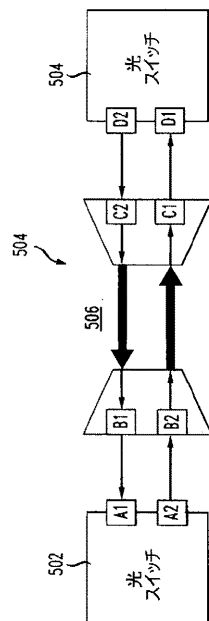
【図 5】



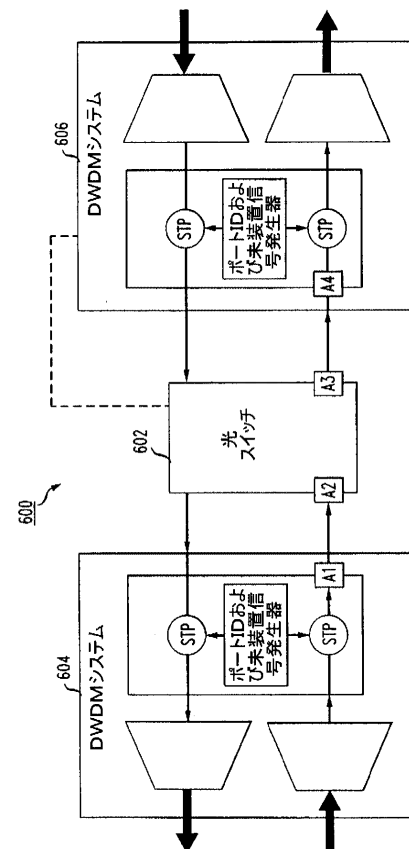
【図 6】



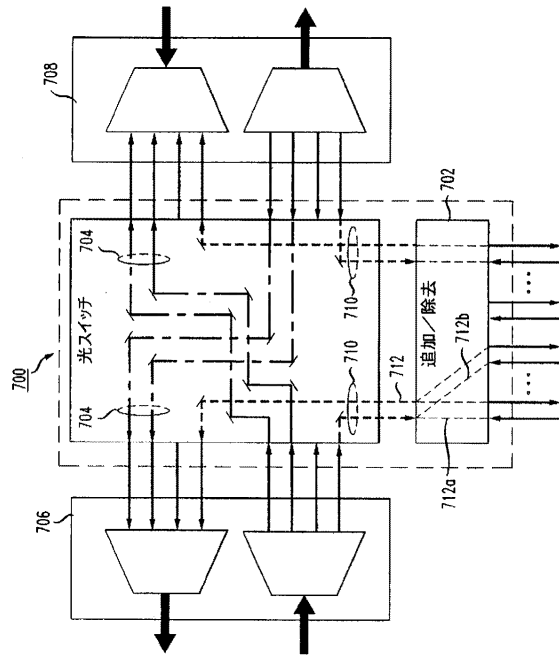
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (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 08816 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
10
- (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 07739 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 44

審査官 工藤 一光

- (56)参考文献 特開平11-261512(JP, A)
特開2000-209623(JP, A)
特開平06-350563(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)
H04B10/00-10/28
H04J14/00-14/08
H04L12/56
H04Q3/52