

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4545349号  
(P4545349)

(45) 発行日 平成22年9月15日(2010.9.15)

(24) 登録日 平成22年7月9日(2010.7.9)

(51) Int.Cl.	F I				
HO4J 14/00	(2006.01)	HO4B 9/00			E
HO4J 14/02	(2006.01)	HO4B 9/00			H
HO4B 10/02	(2006.01)	HO4B 9/00			K
HO4B 10/08	(2006.01)	HO4B 9/00			N
HO4B 10/20	(2006.01)	HO4B 9/00			T

請求項の数 8 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2001-159935 (P2001-159935)	(73) 特許権者	390023157
(22) 出願日	平成13年5月29日(2001.5.29)		ノーテル・ネットワークス・リミテッド
(65) 公開番号	特開2002-44024 (P2002-44024A)		カナダ国 ケベック州、エイチ4エス 2
(43) 公開日	平成14年2月8日(2002.2.8)		エー9、セント ローレント、ブルーバード
審査請求日	平成20年5月19日(2008.5.19)		アルフレッド・ノーベル 2351
(31) 優先権主張番号	2310293	(74) 代理人	100081721
(32) 優先日	平成12年5月30日(2000.5.30)		弁理士 岡田 次生
(33) 優先権主張国	カナダ(CA)	(74) 代理人	100105393
			弁理士 伏見 直哉
		(74) 代理人	100111969
			弁理士 平野 ゆかり
		(72) 発明者	アラン・エフ・グレイブス
			カナダ、ケー2エム、1エヌ7、オンタリオ、カナダ、アパルーサ・ドライブ 22

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フォトニック・ネットワーク・ノード

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

フォトニック・ネットワーク・ノードであって、  
 メインファブリックおよび一つまたは複数の保護ファブリックを含み、複数のチャネルからなる光信号を伝搬するフォトニック・スイッチ・ファブリック(110)と、  
 前記フォトニック・スイッチ・ファブリックの前および後における前記光信号を監視する手段(137、135、114)と、  
 前記監視する手段に回答して、前記メインファブリックと前記保護ファブリックの一つとの間で前記光信号の前記複数のチャネルを切り替える手段(108)と、  
 前記光信号の全てのチャネルにバルク補償を加え、前記フォトニック・ネットワーク・ノードへの複数の入力光信号の間に存在する障害の差異を低減する手段(105)と、  
 一つの光信号を複数のチャネルに多重分離する手段(106)と、  
 前記監視する手段に回答して、前記多重分離されたそれぞれのチャネルのチャネル障害を個別に補償する手段(111)と、  
 複数のチャネルを一つの光信号に多重化する手段(116)と、  
 を含むフォトニック・ネットワーク・ノード。

【請求項2】

前記フォトニック・スイッチ・ファブリックは複数の光スイッチ・プレーンを含む、請求項1に記載のフォトニック・ネットワーク・ノード。

【請求項3】

前記多重分離する手段は 1 : M デマルチプレクサを含む、請求項 1 または 2 に記載の フォトリック・ネットワーク・ノード。

【請求項 4】

前記監視する手段はラッパ・リーダを含む、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の フォトリック・ネットワーク・ノード。

【請求項 5】

前記監視する手段はチャンネル性能モニタを含む、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の フォトリック・ネットワーク・ノード。

【請求項 6】

前記多重化する手段は M : 1 マルチプレクサを含む、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の フォトリック・ネットワーク・ノード。

10

【請求項 7】

前記監視する手段は、それに応答する フォトリック・ネットワーク・ノード 出力チャンネルパワーレベル補償を含む、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の フォトリック・ネットワーク・ノード。

【請求項 8】

前記監視する手段は、それに応答する フォトリック・ネットワーク・ノード 出力チャンネル分散補償を含む、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の フォトリック・ネットワーク・ノード。

【発明の詳細な説明】

20

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般にフォトリック・ネットワークにおいて光信号を直接スイッチングするノードに関する。

【0002】

【従来の技術】

今日、ハブおよび P O P (point-of-presence) サイトにおけるマルチベンダおよびマルチキャリアの相互動作 (interworking) は、電気領域においてはオープン電気インタフェース (例えば DS 3 信号) を介して、光領域においてはオープン光インタフェース (例えば 1310nm 信号) によって行われている。どちらの場合も、比較的成本がかかる光 - 電気 - 光 (O/E/O) からの変換を必要とする。光回線およびスイッチング技術の複雑な性質に加え、O/E/O 変換なしで光学的に相互接続した場合にその相互作用から生じるであろうさらに複雑な事象を考えると、これは現在のところ不可欠なことである。例えば、光回線システムは、高容量、長距離、性能、およびビット当たりの低コストといったことを技術的に同時に包含するために複雑である。同様に、フォトリック・スイッチの大規模化、損失の低減、および管理の容易化を達成するための努力がなされている。このような複雑さ、および障害、過渡干渉を制御し相互動作を容易化する必要性があるために、これらのシステムは現在のところ「分離されて」設計されている。すなわち単一ベンダ方式であり、当初は「分離されて」、すなわち間に O/E/O をはさんで配置されるであろう。

30

【0003】

40

【発明が解決しようとする課題】

しかし、全て光のネットワークに移行するという状況においては、O/E/O 変換なしで光学手段によって、マルチベンダおよびマルチキャリアの相互動作のより経済的な促進が事実上可能であることが望まれる。将来的には、技術的な成熟によってこのような相互作用および相互動作の困難さはやや低減するであろう。

しかし、本明細書により関連するのは、マルチベンダおよびマルチキャリア相互動作のためのゲートウェイ機能の役割を持ったフォトリック・ノードによって、これらの問題を軽減することができるという見通しである。このゲートウェイ機能の基盤は、「マスタ」性能モニタおよび障害補償器としてのフォトリック・ノードである。フォトリック・ノードにおける性能モニタリングは、ネットワーク全体の性能管理及び誤り管理をサポートし、

50

またネットワーク全体の保護と回復のオプションのトリガリングをサポートする。さらにこれはフォトニック・ノード固有の障害および誤接続の検出、分離をサポートし、適用可能な場合に冗長モジュールへの保護スイッチングのトリガリングをサポートする。最後に、本明細書に最も関連することとして、性能モニタリングはフォトニック・ノード出力チャネルパワーレベル補償を駆動し、また潜在的には分散補償を駆動する。この補償は、マルチベンダ回線システムを連結しマルチキャリア・ネットワークを相互接続することが可能な、共通で透過的で「ゼロ障害」の光学ゲートウェイ空間を促進する。フォトニック・ノードはまた、従来の電気/光学領域とインタフェースしこれを活用することを含む。例えば、フォトニック・ネットワークが電気/光学システムと近接しているとき、光学チャネルのネットワークおよびノード監視の少なくとも一部は電気/光学システムによって

10

【0004】

本発明の目的は、改善されたフォトニック・ネットワーク・ノードを提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明によるフォトニック・スイッチおよびクロス・コネクタ(P S X)は、光信号をチャネルに多重分離(デマルチプレクス)する手段と、フォトニック・スイッチ・ファブリックと、フォトニック・スイッチ・ファブリックの前および後を監視する手段と、前記監視手段に応答してチャネルを保護する手段と、前記監視手段に応答してチャネル障害信号を補償する手段と、複数のチャネルを光信号に多重化する手段とを含む。

20

【0006】

P S Xの主要な応用形態は、長距離の全光ネットワークにおける終端間(end-to-end)の波長サービスの接続管理および制御のためのものである。このためにP S Xは最大の価値を提供するが、損失障害、およびP S Xノードと光回線システムの間でのスイッチングの一時的な相互作用を補償しなければならない。

【0007】

P S Xの規模の要件は、ファイバ、帯域、および波長粒ファブリック(wavelength granular fabrics)についてそれぞれ数十、数百および数千のポートの範囲に及び、例えば、中規模帯域スイッチはパススルー集中イントラネットワーク・ハブ・サイトにおいてもっともよく適用でき、大規模波長スイッチはアッド/ドロップ集中インターネットワークPOPサイトにおいてもっともよく適用できる。もう1つの重要なP S Xの要件は、ネットワーク全体およびノードの性能、および欠陥管理のための多目的性能監視、保護および回復オプションのトリガリング、およびP S X損失補償の駆動である。

30

【0008】

本発明の他の態様は、上述の組合せ以外の上述の特徴の組合せおよびサブコンビネーションを含む。

【0009】

【発明の実施の形態】

図1は、フォトニック・ネットワーク10の機能ブロック図である。フォトニック・ネットワーク10は、複数のフォトニック・ノード12、14、16、18、20、22および24を含み、これらは光ファイバによって相互接続される。電気光学デバイス30、32、34および36は、電気信号ネットワークからフォトニック・ネットワークへのアクセスを提供する。ネットワークの動作はネットワーク管理40によって容易にされる。

40

【0010】

電気光学デバイス30乃至36は、コレクタ・ネットワーク42、44、46および48にフォトニック・ネットワークへのアクセスを提供する。

【0011】

ノード16はより詳細に図示されている。ノード16はファイバ50に接続されており、また入力回線機能52、フォトニック・スイッチ・ファブリック54、ファイバ58に接

50

続された出力回線機能 56 を有する。ノード 16 には信号プロセッサ 60、コンテンツ・プロセッサ 62 および OAM 64 も含まれ、図示するように相互接続される。アナログ・デジタル・ラムダ変換器 66 は、アッド/ドロップ機能、波長変換機能および電気的クロス・コネクタ機能を備える。

#### 【0012】

フォトニック・ネットワーク 10 のノード 12 乃至 24 は以下の役割を提供する。すなわち、監視、補償、OAM & P (動作、管理、保守および供給) のための中心点の提供、光回線システムとの相互動作、マルチベンダ光回線システムの連結、マルチベンダ回線システムのゲートウェイ、電気光学系との相互動作、および既存のネットワークとのインタフェースである。これらのネットワークは、異なる役割を提供する、チャンネルに関連したオーバーヘッド・オプションを有する。たとえば、主に終端間のチャンネル向けであり信号品質およびトレース機能を備える高速デジタル・ラッパ；終端間のチャンネルおよび中間サイト向けであり信号品質、トレースおよび欠陥位置特定機能を供給する低速デジタル・ラッパ；トレース用 ID を有する光パイロット・トーンである。これらのオプションは、ノード保全性検査および冗長スイッチングの監視、ノードおよびリンクの障害補償、ネットワークの保護および回復、接続のセットアップを容易にするための制御層への光学層の状態の通知もサポートする。

10

#### 【0013】

フォトニック・ネットワークの高レベル図である図 1 を参照して、動作について以下に説明する。図 1 は、サブ波長を集約して波長レベルのトラフィックに処理するコレクタ・ネットワークまたはアクセス・ネットワーク 42 乃至 48 を含む。この波長レベルのトラフィックは、例えばルータのトランク・ポートで発生する。波長レベルのトラフィックがルータからの集約されたトラフィックであるかスイッチからの集約されたトラフィックであるかに関わらず、または長期間のサービスであるかエンド・ユーザに / から直接供給される高帯域幅サービスであるかに関わらず、波長レベルのトラフィックは、例えば電気光学デバイス 32 において波長ラッパにカプセル化されるか、または信頼性の高い終端間のパスを確立することができる同様の解決手段にカプセル化される。波長ラッパ (ペイロードに付加される波長レベルのオーバーヘッド・チャンネル) により提供できる目的には、終端間の接続性検査；波長ルーティング情報；中間ノード・ルーティング情報；品質 / サービスクラスのインジケータ；中間ノードで信号保全性の妥当性検査を行う方法 (保全性は品質および正確なルーティングとして定義される)；その他が含まれる。

20

30

#### 【0014】

ラップされたトラフィックおよびラムダ・ラッパ (lambda wrapper) をそれぞれ含む波長は、図 1 では図示しない光波長分割多重化装置 (WDM) において多重化されて、マルチキャリア光信号が生成される。各キャリアはキャリアごとの波長で動作し、キャリアごとに情報を搬送する。この WDM 光信号は、ファイバを介して要求された終端宛先、例えばアクセス・ネットワーク 46 へ伝送され、そこで波長が WDM ストリームから多重分離され、また波長ラッパが処理されて上述の潜在的な機能のリストによって示された必要な機能が実行される。これには正確な波長ひいてはペイロードが受信されたこと、および伝送パスの品質が適切であることについての検証が含まれる。

40

#### 【0015】

個々の光学スパンを連結する処理により波長レベルでの終端間の光パスを確立することによって、個々の波長は要求された終端宛先へ到達する。これは、任意の所与の入力スパンからの個々の波長を、波長ごとにまたは代替的に波長グループごとに適切な出力スパンへクロス・コネクタするフォトニック・スイッチ (14、18、24) を使用することによって達成される。

#### 【0016】

これには、ノード (14、18、24) に入る WDM 光信号が多重分離され、各波長または波長グループが適切にスイッチングされることが必要であり、続いて、所与のスイッチ出力ポートにおいて得られた波長は、以降の伝送のために新しい WDM ストリームに再び

50

多重化される必要がある。このことはスイッチが以下の4つの主要な態様を有することを意味する。

【0017】

第1の態様はスイッチであり、入出力間にサービス（波長）レベルのパスを確立する。

【0018】

第2の態様はネットワーク要素である。スイッチ・ノードは協調して動作し、ある形式のネットワーク・インテリジェンス、信号方式（シグナリング）および制御を必要とする終端間のパスを設定しなければならない。これは集中化することもできるし、または分散化することもできる。より高い性能、より機敏かつ応答性の高いネットワークを達成可能であるという考えの元に、集中化から分散化へと移行する動きがある。これは、NM - スイッチ通信が少なくなり、スイッチ - スイッチ通信が多くなることを意味する。換言すれば、スイッチはより自律的なネットワーク・ノードとなる。

10

【0019】

第3の態様は、フォトニック・リンク・バジェット内の構成要素である。フォトニック・リンクは光送信器と光受信器の間の光パスである。光送信器と光受信器はこのネットワークにおいて数百または数千キロメートルも離れて設置することができ、またその経路に沿ったいくつかの場所でスイッチを持つことができる。フォトニック・リンクを介したエラーのないデータ転送を保証するため、送信器からの信号が光パスを越えた後に、光受信器は受信した光信号をある範囲のパラメータ内で「見る」ことができなければならない。この光パスはパスに沿った様々な要素によって引き起こされた障害を有している。スイッチされた全光ネットワークにおいては、ネットワーク要素の1つはフォトニック・スイッチであり、フォトニック・スイッチは他の要素と同様に様々な障害を引き起こす。障害のなかには他の要素によって起こる障害と同様のものもあるが、光スイッチに固有のものである可能性もある。光スイッチによって起こされる固有の障害の1つは、（WDMにおける異なるポート損失に類似する）スイッチにおいてパス損失が異なること、および複数の無関係のWDM入力信号からの複数の異なる入力信号（波長）を共通の出力WDMストリームに混合することの双方による、ラムダ・レベルの変動によるラムダの導入であり、これによって多くの相関のない障害を波長毎に起こしてしまうことになる。これらは多少なりとも波長レベル毎に補償される必要がある。これについてはさらに後述する。

20

【0020】

第4の態様としては、フォトニック・スイッチは、送信器と受信器の間の光障害の組合せを「ランダムに」変更し、送信器/受信器間の関係を変更する方法を導入する。従って、相対的にローカルな送信器と所与の受信器の間の短いパスが、長距離から生じる、遠い送信器からその受信器へのパスへと突然置き換えられてしまうことがある。これにより、以下の2つの各分野において問題が発生する可能性がある。

30

【0021】

a) リンク・バジェットおよびリンク・バジェット補償構成要素が迅速に変更されないと、個々の受信器が「仕様外」の光信号を受信する可能性がある。

【0022】

b) 例えば、非常に高パワーの光キャリアが突然挿入されることによって、WDMストリームの集約キャリアパワーの全体が突然変化する可能性があり、結果として、増幅器およびファイバにおける過負荷/非線形効果、または増幅器における突然の利得の変化が生じ、これらのすべてによって同じWDMストリーム上の他のイン・トラフィックの波長に影響を与える可能性がある。

40

【0023】

フォトニック・スイッチング・ノードの実施を成功させるには、上述の4つの態様すべてに対処する必要がある。これらの4点については後でさらに言及する。その前にフォトニック・スイッチング・ノードの基本アーキテクチャを確立し、次いでこのアーキテクチャをどのように実施し洗練し改良して上記の態様1乃至4に対処することができるかを考察する。

50

## 【0024】

図2は、本発明の一実施形態によるフォトニック・ノードを示す。

## 【0025】

フォトニック・ノード100は、ファイバ102のN個の入力、光増幅器104、デマルチプレクサ(多重分離装置)106、第1の保護機能108、フォトニック・スイッチ・ファブリック110、第2の保護機能112、チャンネル障害補償機能114、マルチプレクサ(多重化装置)116、光増幅器118、ファイバ120への出力、および電気光学デバイス122を含む。サポート機能は、高速および低速回線スキャナ124および126、ラッパ・リーダ128、接続比較130、チャンネル性能モニタ132、OAM&Pプロセッサ134、接続マップ136および制御プロセッサ138を含む。

10

## 【0026】

動作においては、中央光スイッチングコア110は光クロス・ポイントのアレイを備えており、光パスの実際のスイッチングを提供するが、これは個々の波長レベル、波長グループ・レベルまたはその両方であることができる。このコアは、保護されたメインファブリックおよび1:1または1:Nの保護ファブリックから構成され、それを制御するための制御システム62、ノードを検証/管理するためのOAM/保全システム134、障害の影響を軽減するための保護要素、個々のファイバ106、120とスイッチ・コア110との間の入力および出力「回線カード」機能、波長変換およびアッド/ドロップ機能122、およびスイッチまたはスイッチに到達する信号において生じる光障害を訂正するための補償要素114を有する。波長変換機能は、「波長ブロッキング」のためにこれ以上前方へ伝搬されることができない波長を変換し、このノードに到達したときに多くの障害を  
20  
通って伝送されてきた光信号を再生成して、「クリーンアップ」することなく光信号を前方へ伝搬できるように備えられる。スイッチを通る光パスについてはこれ以上説明せず、次にこの光パスを制御し管理し検証する方法について明らかにする。

20

## 【0027】

複数チャンネルWDMからなる入力光信号は、Aでノードに入る。この信号は、多数の増幅器、フィルタおよびスイッチ・ノードを通過して長距離を移動してきており高レベルの劣化を蓄積している可能性もあるし、あるいはこの信号は相対的にローカルの(よってクリーンな)ソースである可能性もある。この信号は保護スイッチ要素(保護スイッチ1)を直接通過してスイッチ・ノードに入る。この保護スイッチ要素の目的は、ファイバ毎の支流  
30  
の(tributary)保護スイッチング機能の回線側の構成要素を提供することであり、スイッチコア側の支流スイッチング機能は、メインスイッチ自体の接続マップを変更して保護支流パスからの供給を拾い出すことによって提供される。

30

## 【0028】

Aに到着する信号は、保護スイッチ1(103)を通過しており、バルク(WDM)補償ブロック(105)を通過する。この選択的なブロックは、WDM信号全体に補償を与えてスイッチの複数の入力に存在する障害間の差異を低減する。これらの障害は、スパンベースまたはリンクベースの色分散および/または偏波モード分散の全体の平均光パワー誤差を含むこともある。このブロックは複数の波長を同時にバルク処理するものである  
40  
ので、ランダムに異なる波長毎に訂正を行うことはできないが、入力間の全体の変動を低減することができる。このブロックはスイッチ自体において起こされた障害を訂正することもできない。しかしこのブロックは、ある一定の障害を非常に効果的に訂正することができる。この訂正には、最後の光スイッチまで、到着するリンク上で生じる色分散および/または偏波モード分散を除去/低減することが含まれる。複数の補償器の設定における可変性または許容差のために、たとえ最後の光スイッチが同様のバルク補償器を有していたとしても、最後の光スイッチは「ランダムに」動作するのでこれよりさらに戻ることはできない。補償器のもう1つの目的は、各WDMストリームの全体のパワーレベルを調整して、各WDD(波長分割多重分離装置)106が同じ入力パワーを「見る」ようにすることである。別法として、これは増幅器の利得を調整することによって行うこともできる。しかし重要な点は、補償器を制御フィードバック・ループにおいて動的に制御しなければ  
50

40

50

らないことである。なぜなら、WDM信号を構成する様々な構成要素の代替ソースはランダムであり変化するからである。

【0029】

バルク補償ブロックからのWDM多重化光信号は、この時点では色分散誤差および/または全体のパワー誤差が低減された範囲になっており、支流カード機能のWDD106構成要素を通過する。WDD106は、WDM光信号をスイッチング粒度(granularity)に合致するその成分波長または波長グループに分解(多重分離)する。ここでは単一段処理を図示するが、これは多段スイッチング処理になりうることに留意されたい。

【0030】

光信号成分は、この時点ではスイッチされる粒度で、WDD出力105から保護スイッチ機構108(保護スイッチ2)を介してメイン・スイッチ・ファブリックに出力される。この保護スイッチ機構108は、スイッチコアのすべて(1:1保護)または一部(1:N保護)の故障を保護する。一般に、メインファブリック110が単一段のモノリシック構造である場合は1:1保護スイッチングが必要とされるが、スイッチコアを複数の同等の供給可能な相互依存しない構成単位に分割することができる場合は1:N保護スイッチングを採用することができる。保護スイッチ108(保護スイッチ2)は保護スイッチ3(112)と共に動作して、トラフィックを保護ファブリック、あるいは1つまたは複数の保護ファブリック・モジュールへ再ルーティングすることによって、故障したメインファブリック/故障したメインファブリックモジュールをバイパスする。光信号はメインファブリック110においてスイッチされ、ファブリックから出力される。出力光信号は、出力WDM114へと供給される前に、障害の範囲を(スイッチの粒度に依存して)波長毎あるいは波長グループ毎に訂正/低減する一連の補償ブロック111を通過する。これらの補償器は、集中障害制御ブロック112の制御下で動作する。集中障害制御ブロックは、色分散イコライザ等の振幅制御のためのパワー・スペクトラム・イコライザから構成されることができ、またスイッチパス健全性検査システムと機能を共有することができる。

【0031】

出力WDM114モジュールは所与の出力ファイバへ向かう各スイッチ・ポートからの出力を結合し、WDM信号は光後置増幅器118を介して回線120へ出力される。典型的にノードからの出力の95%を回線に渡し、5%を障害制御ブロック114へ渡す非対称パワー・スプリッタは集中化され、粒毎の要素補償アレイならびに選択的な入力バルク補償アレイを制御する。共有の高性能スキームを使用して、出力WDM114および後置増幅器118を含む、出力光信号における光障害の大部分を除去することができる。

【0032】

メインファブリック110が動作可能な場合には、スイッチング粒度の個々の光信号はスイッチングのためにメイン・スイッチ・ファブリックへ渡される。バルク(WDM)補償ブロック105の動作に関わらず、これらの信号は、このファブリックへの入力に供されるときに形態において、これらのパラメータ上で異なる障害または許容差(tolerance)を有する。これらの許容差および/または障害は、以下から生じる。

【0033】

【表1】

光キャリアの振幅

- 所与の光ファイバからの波長セット内において
- 以前のノードからの伝送パス内の不均一な損失
- 回線増幅器
- ファイバ
- 以前のノードから発したキャリア毎の不均等なパワー
- 主としてWDDからの、この(ローカルな)ノード内の損失の差
- 異なる入力光ファイバ間において
- 異なる以前のノードにおける光信号の処理における差

10

20

30

40

50

- 各入力バルク補償ブロックから出力された、補償された全体のパワーにおける差
- 様々な到達するファイバ経路の間の不均一な損失（スペクトル依存損失）の間の差

色分散（およびPMD）

- 所与のファイバからの波長セット内において
- バルク補償器の任意の波長依存性における誤差
- 以前のノードよりさらに上流の、相互関連しないソースからの色分散の残留（これらの影響の低減がそのノードにある場合はこれを含む）
- ファイバ間において
- バルク補償ブロック間の誤差 / 許容差

【0034】

これらの信号は、前述の障害と共に、保護されたメインファブリック110によってスイッチされる。このファブリックは、簡単なまたは非常に複雑なトポロジのスイッチング・クロス・ポイントのアレイを含み、これは制御プロセッサの制御下で動作して要求された接続パスを設定する。この制御システムについてはさらに後述する。適切な出力支流カード上の適切な波長ポートに対応するメインファブリック出力ポートへと光信号はスイッチされて、正しい出力ファイバ120に接続する。しかし、これらの信号は出力WDM114へ直接進むのではない。代わりにこれらの信号は波長毎/粒毎の要素補償ブロック111を通過する。このブロックは、個々の光キャリアにランダムに蓄積された（あるいは、それらがスイッチを出る前に蓄積される）光障害を除去/低減する。振幅における個々の（波長毎の）変化には色分散についてよりも多数の原因があり（なぜなら、色分散は主として光ファイバ内で生じるが、光ファイバでは波長のすべてが多かれ少なかれ同様の劣化を受けやすいからである）、従って、波長毎の振幅補償は第1の関心となる。しかし長距離のシステムにおいては、バルク補償器が非スペクトルで不均一な色分散を処理する過程において誤差が蓄積し、異なる色分散（および異なって補償された）パスからの信号を混合するので、波長毎の色分散の必要性は特に超長距離のシステムにおいて生じると予想される。波長毎の補償ブロックで除去することができる（光信号が解析のためにサンプリングされる、ノードの出力側で存在する）振幅誤差の原因には、以下が含まれる。

【0035】

【表2】

- リモート端末または回線システムからの入力障害 / 振幅の差
- 入力増幅器における不均一な利得
- バルク補償ブロックにおける不均一な利得の訂正
- 入力WDDの不均一な損失またはチャンネル間変動
- 支流とメインファブリック（光バックプレーン）の間の光相互接続パスにおける損失の差。なぜならば、WDMモジュールおよびスイッチ・モジュールがそれらの間の光相互接続を必要とするためである。
- 非作動の保護スイッチ要素、特に信号が異なるパス上で移動中である保護スイッチ2（108）を通る不均一な損失
- 作動されたときの保護スイッチ1、2、3、4（103、108、112、114）における余分な損失による保護スイッチパス上の増加した損失
- メインファブリック110を通る（および、作動されている場合は保護ファブリックを通る）様々なスイッチパスにおける異なる損失
- メイン・スイッチ・ファブリック（110）/波長毎の補償ブロック111とWDM114への入力の間異なるパスにおける損失の差
- WDMのチャンネル毎の損失の変動
- 出力後置増幅器における不均一な利得

【0036】

フィードバックパスにおける振幅制御、ノードの出力側のWDM光ストリームにおける各出力キャリアのパワーに基づく制御と共に、波長毎の補償要素111を含むことによって、前述の振幅誤差の原因のすべてを制御システムの感度および精度によって決まるレベル

10

20

30

40

50



にまで低減／解消することができる。この利点は、非常に長距離のシステムを実際に構築するためには、これらの障害を解消しなければならないのではなく、実質的にこれらの障害を減衰させればよいということにある。なぜならば、このアクティブに補償されたシステムにおける残留した障害はいずれも、下流の次のノードにおいて障害に寄与するものと見なされてさらに低減されるからである。

【 0 0 3 7 】

図 2 のノード 1 0 0 は、他にもいくつかのブロックおよび機能を有しているが、これらについて以下に説明する。

【 0 0 3 8 】

入力 WDM 信号タップは、シグナリング（信号方式）処理ブロック 6 0 への入力において受信器のアレイへ信号の一部を供給するために使用される。このシグナリング処理ブロック 6 0 は、波長ラッパにおけるチャンネル毎のシグナリングを抽出して、入力信号がネットワークを通る自身のパスを要求できるようにする。

シグナリング抽出点に高速の受信器の大規模なアレイを置くことなくシグナリング情報の回復を容易にするために、波長ラッパのフォーマットに特定の構成がなされる。これによって、狭帯域であるがより高感度かつ入力分割点における光信号の非対称分割の使用が可能となる、より低帯域で回線プロトコル／ビット・レート独立の（しかし、ラッパデータレート独立ではない）受信器のアレイを、ラッパ・リーダが使用することができる。これらの受信器からの直流電圧レベルは、波長毎の光パワーの尺度となる（ラッパ・リーダは WDD デバイスおよび低帯域受信器のアレイから構成されるが、様々な走査技術を使用して装置の複雑さを低減することもできる）。この直流電圧レベルは障害制御 1 1 4 内の PSE に供給され、入力振幅コントローラ（増幅器または減衰器）の利得／損失を設定するために使用される。抽出されたシグナリング情報は、制御プロセッサ 6 2 および／または OAM プロセッサ 1 3 4 へ渡される。この場合、波長ラッパが包含するチャンネルが OAM プロセッサ 1 3 4 へ渡され、復号化／多重分離されて、OAM 情報は保持され、シグナリング情報は制御プロセッサ 6 2 へ渡され、適切な決定／処理の後、制御プロセッサ 6 2 がこのデータを使用して接続マップ 1 3 6 を更新すると仮定される。セルフスレッディング・ネットワークおよび自動発見スイッチ・ノードのテーマには多数の変形形態があり、これらをすべて本明細書で取り上げることは不可能であることに留意されたい。OAM プロセッサ 1 3 4 は、複数のスイッチ・ノードを扱いたまたネットワーク全体の制御、保全性および供給機能を提供するネットワーク・マネージャ（NM）4 0 と通信する。このように、ノード機能に関しては OAM プロセッサ 1 3 4 が NM 4 0 と通信し、OAM プロセッサ 1 3 4 が波長ラッパから受信する情報は、その波長のルーティング／起点／宛先と共に、主として品質、保全性、波長内容のサービスのクラス／回線のタイプに関係する。その他のブロックには、分散補償測定ブロックおよび較正ブロック 1 1 1 がある。

【 0 0 3 9 】

分散補償測定ブロック 1 3 5 は、特定の波長での到来 WDM 信号上の分散を定性的に測定する。この目的は、分散の近似の大きさと、分散の符号／極性（「正」または「負」の分散）の正確な査定とを確立することである。これによって分散補償測定ブロックが分散の符号を高い信頼性で判定できなくなるまで、補償ブロックにおいて増分の「負」または「正」の分散を付加することができる。この集中ブロックは様々な入力で共有することができ、かつ／または集中ブロックを使用して出力側で波長毎の分散誤差を査定し波長毎の分散補償器を駆動することもできる。

【 0 0 4 0 】

分散補償測定ブロック 1 3 2 は、適切なファイバ（入力または出力）に接続するための光スイッチ 1 3 7 からなり、スプリッタおよびスイッチにおける損失に 6 ~ 7 dB を加えたものにほぼ等しい利得を低ノイズの光増幅器に供給する。増幅器の出力は WDD 1 0 6 に供給され、スイッチは伝送された波長の 1 つを選択して 3 つの交互に変わるパスを介して受信器に供給する。これらのパスの 1 つは直通のパスであり、他の 2 つは分散媒体を介して進む。一方のパスは「正」の分散媒体を介して進み、これは適切なファイバのコイルで

10

20

30

40

50

あることが多く、他方のパスはほぼ等しい逆側の「負」の分散媒体を介して進み、これはファイバとは異なるコイルであることが多い（光フィルタや「壊れた」ブラッグ格子など他の構造もいくつかの制限の下に使用することはできる）。受信器の出力は2つの帯域フィルタへ供給されるが、その一方は相対的に低い周波数を中心とし、他方は相対的に高い変調周波数を中心とする（これらはスループット信号に応じて適応的でなければならない可能性がある）。この構成によって低い周波数に対して高い周波数で相対的な信号スペクトル強度を測定することができる。高周波スペクトル強度は分散がゼロであるときに最大となり、従って3つのパスを取ることによって、（「正」、「負」のパスを介して）分散誤差の「符号」を測定し、（補償なしに中央パスをパックすることによって）真のキャンセレーションを確認することができる。入力バルク分散を最小化するためにこれを入力上の1つまたは少数の波長で行うことができ、かつ/または出力分散を低減/解消するためにこれを出力上で行うことができる。次のブロックは、検査/較正ブロック139である。関連する分散補償測定ユニット、パワー・スペクトラム・イコライザ等を有する障害制御114は複雑なサブシステムであり、自身が誤差/不信頼性の原因となる可能性がある。従って検査/較正ブロック139はその動作を監督し、その複雑な光パスを自動で較正する。

10

## 【0041】

監視走査オプションには以下が含まれる。

## 【表3】

- ・なし - 回線毎にN本の回線およびM本のチャンネル専用のN×M個の並列モニタ
- ・回線スキャナ - 選択された回線毎にすべてのM本のチャンネル専用のM個の並列モニタ
- ・チャンネル・スキャナ - 選択されたチャンネル番号毎にすべてのN本の回線専用のN個の並列モニタ
- ・回線およびチャンネル・スキャナ - 回線毎にすべてのN本の回線およびM本のチャンネルに渡って共有される1個のモニタ

20

## 【0042】

フォトニック・スイッチングおよび相互接続（PSX）保護オプションには以下が含まれる。

## 【表4】

- ・1:N
- ・重複の負荷分散ノード
- ・障害の起こったノード周辺のネットワーク回復

30

## 【0043】

PSX補償オプションは、以下を含む。

## 【表5】

- ・なし、PSX固有、PSXおよび回線固有
- ・レベル、レベルおよび分散
- ・一時、静的および一時
- ・統合されているか否か

40

## 【0044】

PSX統合オプションには以下が含まれる。

## 【表6】

- ・ファブリック
- ・冗長ファブリック
- ・冗長ファブリック + 補償
- ・冗長ファブリック + 補償 + フィルタ
- ・冗長ファブリック + 補償 + フィルタ + 増幅器
- ・冗長ファブリック + 補償 + フィルタ + 増幅器 + 監視

## 【0045】

チャンネル毎のネットワーク監視オプションには以下が含まれる。

50

## 【表 7】

- ・トレース - チャネル毎の接続検証
- デジタル・ラッパ（高速、低速）、パイロット・トーン、相関
- ・欠陥位置特定についての終端間および中間サイトのための粗い信号品質
- 光信号アナライザ
- チャネルパワー、ドリフト、OSNR、PDL
- ・正確な信号品質、診断および分散補償
- Qモニタ

## 【0046】

ノードのコスト低減は、光 - 電気 - 光（O/E/O）変換が少なくまた中間サービス・プラットフォームをバイパスする高速の波長とのサービス・プラットフォームの相互接続という主要な観点から、PSXによって達成される。PSXノードのコスト低減は、密度の改善（省空間、パワーおよび冷却）および構成部品が少なく管理する層が少ないという動作の観点からも達成される。動作についてのコスト低減に関するものは、より少ないO/E/O変換から生じるサービス速度ドライバであり、これは、波長毎の前の供給が少なく、従って接続設定がより迅速になるという結果として現れる。動作のコスト低減に関するものはまた、ビット・レートおよびプロトコル独立から生じるサービス柔軟性ドライバである。

10

このPSX特性は、増加するサービスおよび回線レート、およびプロトコルの多様性に容易に対応することによって、許容差が不確定になる結果となる。

20

## 【0047】

3000 km以上に達することが可能な長距離（ロングリーチ）光システムは、まもなく商業展開される。この長距離の環境においては、接続可用性を向上させ波長アッド/ドロップの柔軟性および低コスト管理のパススルーを提供しファイバ効率を向上させるために、PSXが必要とされる。フォトリック・スイッチ技術自体が急速に発達しており、より大きな拡張性および信頼性を特徴としている。PSXは、特にEXCの補完的役割として使用されるとき、管理が容易になりつつある。加えて、制御アーキテクチャ、波長シグナリングおよびルーティング・プロトコルについての様々な公開フォーラムにおいて、迅速な接続設定および回復のための柔軟性のあるメッシュネットワークを可能とする提案によって、制御層においては著しい進歩を遂げている。

30

## 【0048】

EXCと共に使用するとき、PSXノードは大規模かつ損失の少ないファブリックを有することができる、波長非ブロッキングにすることができることは利点である。電気光学領域内部の管理のための電氣的動作、管理、保守および供給（OAM&P）を活用することもでき、光回線システムに相互動作の影響を与えない。

## 【0049】

PSXアプリケーションをスイッチ粒度、すなわちファイバ、波長域、および波長レベルでのスイッチングに関して表現することができる。

## 【0050】

帯域およびファイバ・スイッチングは、個々のPSXポートを通った波長のグループのスイッチングを含む。ファイバ・スイッチングにおいては、グループは特定のWDMシステムにおける利用可能なすべての波長から構成される。帯域スイッチングにおいては、グループは帯域として知られる利用可能な波長のサブセットである。光フィルタのモジュール性を可能にするために帯域がWDMシステムにおいて使用されて、性能の向上およびコスト上の利点をもたらす。これは、波長のグループを単一のエンティティとしてスイッチングすることができるPSXの全光であることによる特性であり、EXCでは不可能な機能である。

40

## 【0051】

スイッチングの利点は、すべてが複数のポートおよび接続を含むことによって帯域およびファイバ・スイッチングが拡張性を有し、コストが低減でき、また管理の複雑性が低いこ

50

とである。ネットワーク・トラフィックが増加するのに応じて、波長スイッチングのシナリオから帯域スイッチング、次いでファイバ・スイッチングへと移行することが可能である。これによって、P S Xスイッチ・ファブリックを更新する必要なしに、P S Xノードを拡張して増加するトラフィック要求を満たすことができる。同時に、スイッチを通るトラフィックのビット当りのコストを劇的に低減することができる。中間P S Xノードでの波長発生の必要性を排除することによって、実質的な光マルチプレクサおよび光デマルチプレクサのコストが節約されるという潜在性もある。最後に、ノードの組の間の複数の波長を単一のエンティティとして管理することによって、管理の複雑性を低減できるという潜在性もある。

【 0 0 5 2 】

光ネットワークにおけるP S Xの配置では、P S Xノードと光回線システムとの間の想定される相互作用を考慮しなければならない。1つの相互作用はP S Xによって起こされる障害に関係する。主要なP S X障害は、P S Xによってスイッチされるチャネル（波長または波長帯域）間の損失変動ならびに著しくフラットな損失である。P S Xのフラットな（例えばファブリック）損失は、（例えば、図2のP S X入力回線前置増幅器による）フラットな利得によって補償できるように制限されるべきである。このフラットな利得は、S N Rおよび非線形性に関しても、安全性の問題または高パワーによるP S X構成要素の損傷においても、著しい性能低下の原因となるべきではない。

【 0 0 5 3 】

チャネル間のP S X損失変動は2つの原因から生じる。第1は、P S Xの不完全性、例えばファブリックにおけるパス長の違いからである。第2は、同等でない伝送レベルを持つローカルで付加された信号から（すなわち、図2の電気光学デバイスから）、ならびに同等に損失補償されていない入力回線システムの間からのチャネルをスイッチングするP S X機能の特性（P S Xが完全であった場合でも）によるものである。これらの損失変動はすべてP S Xの出力で現れ、回線システムに送り込まれる前に補償して回線システムの性能低下を回避する必要がある。これは、すべての回線システムはP S X入力に接続する前に（少なくとも）最後の増幅器で障害（損失および分散）が補償され、また前述した特定のP S Xにより引き起こされたレベル変動をP S Xが補償するという、想定可能な障害補償の戦略につながる。

【 0 0 5 4 】

P S Xの機能、性能および規模の要件には、接続管理および制御、光保護および回復オプション、性能および故障の管理、および光障害の補償が含まれる。これらの要件のいくつかを図2において示す。P S Xの障害補償および規模の要件は、先のセクションにおいて概説した。以下で、他の重要な要件についてより詳細に説明する。

【 0 0 5 5 】

P S Xノードにおける性能監視には多数の目的があり、この目的にはネットワーク全体の性能および欠陥管理のサポート、およびネットワーク全体の保護および回復オプションのトリガリングのサポートが含まれる。P S Xノードにおける性能監視にはよりローカルな目的もあり、この目的にはP S Xノード固有の欠陥および誤接続の検出および分離、適用可能な場合には冗長モジュールへの保護スイッチングをトリガすること、および潜在的にP S X出力チャネルパワーレベルの補償を駆動することが含まれる。P S Xノードに渡る欠陥および誤接続の自己完結のノード検出および分離には、P S X入力および出力の双方でチャネル識別（I D）および信号品質を監視することが必要である。P S Xの入力または出力だけが監視される場合、所与のP S Xノードに渡る障害および誤接続を検出し分離するために、上流または下流ノードへの依存性がある。P S Xが電気光学システムに近接する（例えば図1および図2を参照）程度まで、自己完結型ノード監視を少なくとも部分的には電気光学システムによって行うことができる。しかし最終的には、光監視機能が必要とされチャネル・ドリフト、パワーおよび光S N Rなどのパラメータのために発生する。

【 0 0 5 6 】

上述した性能監視要件に加えて、関係のあるノード要件は、適用可能である場合にノード保護モジュールにスイッチし、障害、誤接続、およびいずれかの保護アクティビティが障害をクリアしたかどうかを、サービスのために管理システムに報告することである。さらに関係のある要件は、修復のために管理システムへ分離情報を報告し、インサービス（ほぼヒットなし）修復（モジュール置換）手順を提供し、修復の後、適用可能な場合はモジュールを動作するノードに戻ることである。

【0057】

これらの要件は、改善されたノード信頼性のためのある程度のノード・ベースの冗長性を暗示し、これは99.999%の終端間の接続可用性を必要とするサービスに必要である。あるいは、制御プレーンが適所であれば、ネットワークにおける予備容量を使用することはノード信頼性オプションであり、これは例えば、最善努力サービス・オーバーレイなど、いくつかのサービスについて適切である可能性がある。改善されたノード信頼性は、必要とされる場合1:Nにすることができ、そうでない場合は例えばフルサイズの冗長PSXファブリックのように1:1にすることができる。ファブリック間の保護スイッチングは、PSX粒度に応じてファイバ、帯域または波長レベルにすることができ、スプリッタおよび/またはカプラおよび小型スイッチ（2×2または1×2）の組合せを介することができる。前述したように、PSX入力利得を活用してこれらの構成要素の損失を補償することができる。関係する監視、保護スイッチング、およびブリッジおよびロール機能のためにこれらの構成要素を統合または共有するという見通しもある。

【0058】

ブリッジおよびロール機能は、入出力PSXポートのある組から別の組へのトラフィックの転送を含む。例としては、ファブリックの保守および修復を容易にし、アップグレードすなわち既存のトラフィックを新しいファブリック上へロールし、統合すなわち波長を波長域にロールするかあるいは波長域をファイバにロールするために保護ファブリックにスイッチすることである。ブリッジおよびロールはインサービスであり（すなわち、ほぼヒットなし、現在のサブ-50ms保護スイッチングに類似している）、本質的に他のトラフィックへ影響を与えるサービスではないことが必要とされる。

【0059】

光領域におけるデジタル・ラッパおよび光サービス・チャンネル（OSC）は、電気的なSONET/SDH領域におけるオーバーヘッドおよび動作チャンネルに類似している。SONETユーザ（または接続性）プレーンは、パスID、誤差、および保守インジケータを監視するための、階層化セクション、回線およびパス・オーバーヘッドを含み、接続トレース、性能監視および欠陥位置特定をサポートする。管理プレーンにおいては、SONETセクションのデータ通信チャンネル（DCC）がリモート・ソフトウェア・ダウンロード、リモート起動、およびネットワーク要素（NE）のリモート供給を可能にする。

【0060】

光領域においては、接続性プレーンは階層化光ターミネーション、多重化セクションおよびチャンネルを含み、チャンネルは波長および波長域に対処する必要がある。デジタル・ラッパは、チャンネル・レベルの新生の標準手法であり、O/E変換を手段とする監視を可能にし、チャンネルID、誤差などを決定するものであり、SONET/SDHに類似している。このチャンネル監視の詳細なレベルは、POP（インターネットワーク、ゲートウェイ、管理ハンドオフ）PSXサイトで必要とされる可能性ももっとも高く、これは電気光学（たとえば、図1ないし図2におけるEXC）の範囲を定めることによって行うことができる。これは特に、これらのサイトで（アッド/ドロップ）トラフィックを終了することについて当てはまるが、これらのサイトを通過するトラフィックについても当てはまる。なぜなら、異なる管理の間の光層相互動作が可能となるまで、ハンドオフはO/E/O変換を手段としてなされる可能性が高いからである。イントラネットワーク・ハブPSXサイトでの光パススルー・トラフィックについては、より簡単な代替物は接続性検証のためのチャンネルIDを有する光パイロットであり、性能監視および故障特定をサポートするためのチャンネル・ドリフト、パワー、光SNRおよびQの信号品質監視などの光スペクトル

10

20

30

40

50

・アナライザ ( O S A ) である。しかし、共有デジタル・ラッパ・モニタもこれらのサイトで使用することができる。

【 0 0 6 1 】

光学領域では、管理および制御プレーンは、すべての回線増幅器および P S X サイトで終了し、光ネットワークを管理かつ制御するために使用される O S C を必要とする。機能には、 N E のリモート・ダウンロード、起動、および供給が含まれるが、チャンネル・ルーティングおよびシグナリング情報を通信することも含まれる。 S O N E T / S D H のように、光ノードおよびネットワーク・レベルの双方で制御冗長性が必要とされる。これは、制御プレーン機能を有するより大容量の光ネットワークでは、さらに多くのインテリジェンスおよびネットワークの影響が重要となるからである。

10

【 0 0 6 2 】

図 3 は、全電気領域から混合電気光学領域を通して全光領域、すなわちフォトニック・ノードへ移行するネットワーク・ノードである。

【 0 0 6 3 】

フォトニック・ノードは光ゲートウェイの代替物を以下のために提供する。すなわち、マルチベンダ回線システムを連結することと、マルチキャリア・ネットワークを相互接続することである

その一方で、既存の電気光学領域とのインタフェースを取り、これを利用する。

【 0 0 6 4 】

今日、ハブおよび P O P サイトにおけるマルチベンダおよびマルチキャリア相互動作は、電気領域 ( 図 3 ( a ) ) においてはオープンな電気インタフェース ( 例えば D S 3 信号 ) を介して、光学領域 ( 図 3 ( b ) ) においてはオープンな光インタフェース ( 例えば 1310nm 信号 ) によって行われている。どちらの場合も、比較的成本がかかる光 - 電気 - 光 ( O / E / O ) からの変換を必要とする。光回線およびスイッチング技術の複雑な性質、および O / E / O 変換なしで光学的に相互接続した場合その相互作用から生じるであろうさらに複雑な事象を考えると、これは現在のところ不可欠なことである。例えば、光回線システムは、高容量、長距離、性能、およびビット当たりの低コストといったことを技術的に同時に包含するために複雑である。同様に、フォトニック・スイッチの大規模化、損失の低減、および管理の容易化を達成するために努力がなされている。このような複雑さ、および障害、過渡干渉を制御し相互動作を容易化する必要性のために、これらのシステムは現在のところ「分離されて」設計されている。すなわち単一ベンダ方式であり、当初は「分離されて」、すなわち間に O / E / O をはさんで配置されるであろう。

20

30

【 0 0 6 5 】

しかし、全光ネットワーク ( 図 3 ( c ) ) に移行するという状況においては、 O / E / O 変換なしで光学手段によって、マルチベンダおよびマルチキャリアの相互動作をより経済的に促進することが事実上可能であることが望まれる。将来的には、技術的な成熟によってこのような相互作用および相互動作の困難さはやや低減するであろう。しかし、本明細書により関連するのは、マルチベンダおよびマルチキャリア相互動作のためのゲートウェイ機能の役割を持ったフォトニック・ノードによって、これらの問題を軽減することができるという見通しである。このゲートウェイ機能の基盤は、「マスタ」性能モニタおよび障害補償器としてのフォトニック・ノードである。フォトニック・ノードにおける性能の監視は、ネットワーク全体の性能管理及び欠陥管理をサポートし、またネットワーク全体の保護と回復のオプションのトリガリングをサポートする。さらにこれはフォトニック・ノード固有の障害および誤接続の検出および分離をサポートし、適用可能な冗長モジュールへの保護スイッチングのトリガリングをサポートする。最後に、本明細書に最も関連することとして、性能監視はフォトニック・ノード出力チャンネルパワーレベル補償を駆動し、また潜在的には分散補償を駆動する。この補償は、マルチベンダ回線システムを連結しマルチキャリア・ネットワークを相互接続することが可能な、共通で透過的で「ゼロ障害」の光学ゲートウェイ空間を促進する。フォトニック・ノードはまた、従来の電気/光学領域とインタフェースしこれを活用することを含む。例えば、フォトニック・ネットワークが

40

50

電気/光学システムと近接しているとき、光学チャンネルのネットワークおよびノード監視の少なくとも一部は電気/光学システムによってなされることができる。

【0066】

以上説明した本発明の実施形態の修正、変形および変更は、本発明の範囲内に含まれる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態による、ノードを有するフォトニック・ネットワークの機能ブロック図である。

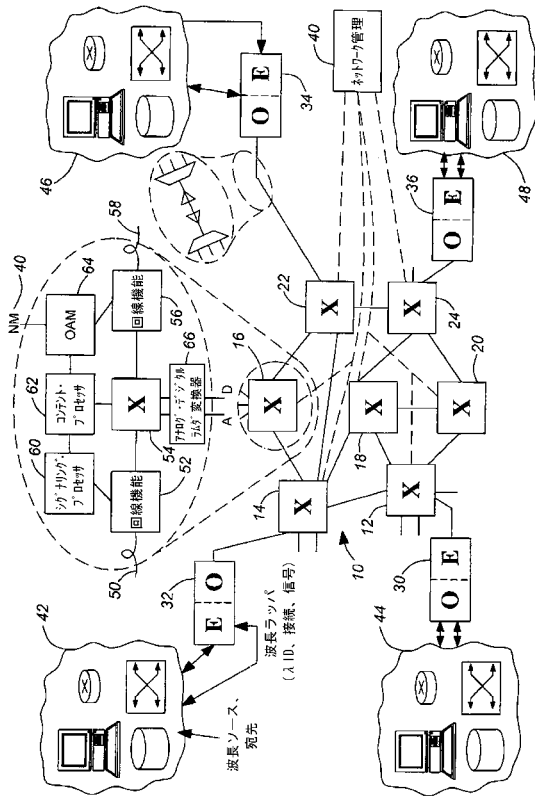
【図2】本発明の一実施形態によるフォトニック・ノードの機能ブロック図である。

【図3】電気領域から全光領域へ移行するネットワーク・ノードを示す機能ブロック図である。

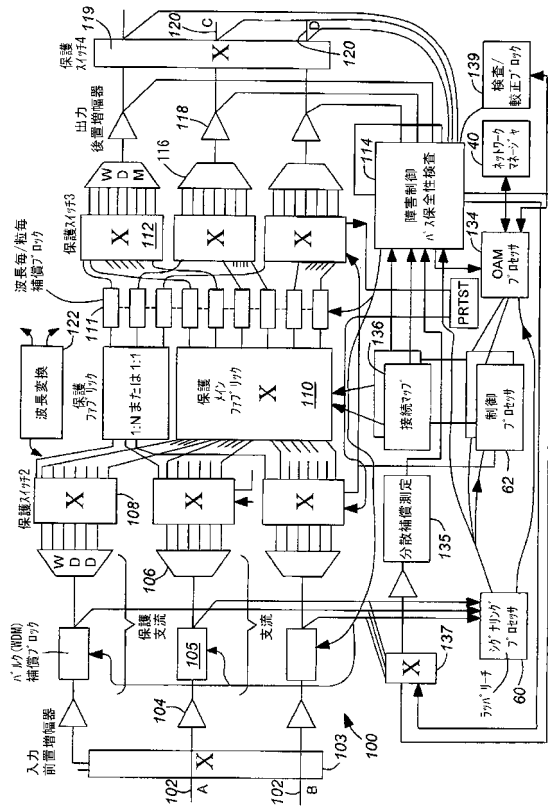
【符号の説明】

- 100 フォトニック・ノード
- 106 デマルチプレクサ
- 108 第1の保護機能
- 110 フォトニック・スイッチ・ファブリック
- 112 第2の保護機能
- 114 チャンネル障害補償機能
- 116 マルチプレクサ

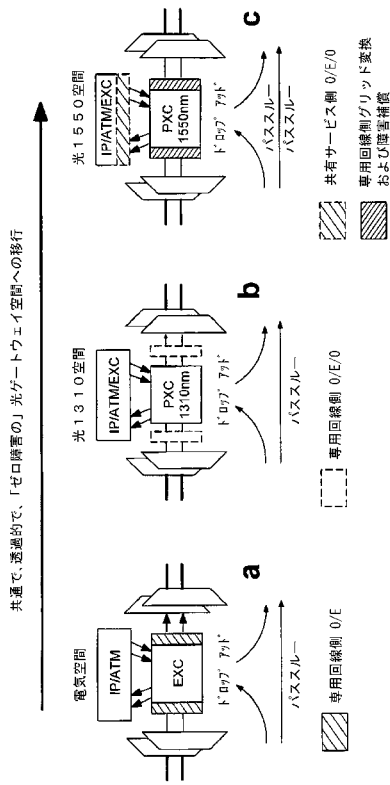
【図1】



【図2】



【図 3】





フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
H 0 4 Q	3/52	(2006.01)	H 0 4 Q	3/52	C
H 0 4 Q	11/04	(2006.01)	H 0 4 Q	11/04	L

(72)発明者 ジョン・ジー・グルーバー  
カナダ、ケー-1シー、2ジー-1、オンタリオ、オルレアン、マティス・アベニュー 6355

審査官 工藤 一光

(56)参考文献 国際公開第98/038709(WO,A1)  
特開平11-027208(JP,A)  
特開平11-032010(JP,A)  
特開平10-065615(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)  
H04B10/00-10/28  
H04J14/00-14/08  
H04Q3/52  
H04Q11/00-11/08