

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-529003

(P2017-529003A)

(43) 公表日 平成29年9月28日(2017.9.28)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
HO4B 10/291 (2013.01)		HO4B 10/291	5K102
HO4B 10/075 (2013.01)		HO4B 10/075	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2017-514522 (P2017-514522)
 (86) (22) 出願日 平成27年9月11日 (2015.9.11)
 (85) 翻訳文提出日 平成29年5月12日 (2017.5.12)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2015/001999
 (87) 国際公開番号 WO2016/038463
 (87) 国際公開日 平成28年3月17日 (2016.3.17)
 (31) 優先権主張番号 62/048,818
 (32) 優先日 平成26年9月11日 (2014.9.11)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 516245106
 ザ アリゾナ ボード オブ リージェン
 ツ オン ビハーフ オブ ザ ユニバー
 シティー オブ アリゾナ
 The Arizona Board o
 f Regents on behal
 f of The University
 of Arizona
 アメリカ合衆国 アリゾナ州 85721
 , ツーソン, ザ ユニバーシティー オブ
 アリゾナ, テック トランスファー ア
 リゾナ, ユニバーシティー サービス
 アネックス, 4階, ピー. オー. ボックス
 210300エイ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回復力のある光ネットワーク

(57) 【要約】

光通信システムは、複数の光システムノード、複数の光空間スイッチ、および複数の光ファイバを含む。複数の光システムノードはそれぞれ、少なくとも1つの再構成可能な光アド/ドロップマルチプレクサ(ROADM)を含む。光システムノードはそれぞれ、少なくとも1つのクライアント側ポートおよび少なくとも1つの回線側ポートを有する。各光空間スイッチは、複数の光システムノードのうちの1つの回線側ポートに動作可能に結合される。光ファイバのそれぞれは、光空間スイッチのうちの1つを光空間スイッチのうちの別のものに結合する。

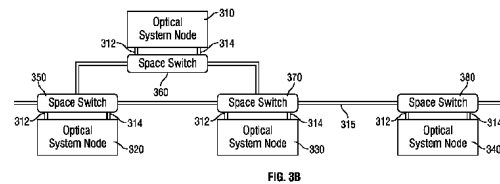


FIG. 3B

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

それぞれが少なくとも1つの再構成可能な光アド/ドロップマルチプレクサ(ROADM)を含む複数の光システムノードであって、それぞれ少なくとも1つのクライアント側ポートおよび少なくとも1つの回線側ポートを有する、複数の光システムノードと、

それぞれが前記複数の光システムノードのうちの1つの前記回線側ポートに動作可能に結合されている、複数の光空間スイッチと、

それぞれが前記光空間スイッチのうちの1つを前記光空間スイッチのうちの別のものに結合している、複数の光ファイバと
を備える、光通信システム。

10

【請求項 2】

前記光空間スイッチのうちの少なくとも1つが、前記光空間スイッチを横断する信号経路へと前記光空間スイッチによって選択的に切替え可能である少なくとも1つの機能モジュールを含み、前記少なくとも1つの機能モジュールが信号調整および/または信号監視を実施するように構成される、請求項1に記載の光通信システム。

【請求項 3】

前記機能モジュールが少なくとも1つの光増幅器を含む、請求項2に記載の光通信システム。

【請求項 4】

前記光空間スイッチのうちの少なくとも1つが、前記光空間スイッチを横断する信号経路内に配置される少なくとも1つの光制御器を含む、請求項1に記載の光通信システム。

20

【請求項 5】

前記光制御器が前記光空間スイッチへの入力に配置される、請求項4に記載の光通信システム。

【請求項 6】

前記光制御器が前記光空間スイッチへの出力に配置される、請求項4に記載の光通信システム。

【請求項 7】

前記光制御器が第1および第2の光制御器を含み、前記第1の光制御器が前記光空間スイッチへの入力に配置され、前記第2の光制御器が前記光空間スイッチへの出力に配置される、請求項4に記載の光通信システム。

30

【請求項 8】

前記光制御器が光パワー制御器を含む、請求項4に記載の光通信システム。

【請求項 9】

前記光パワー制御器が可変光減衰器を含む、請求項8に記載の光通信システム。

【請求項 10】

前記光制御器が光パワーモニタを含む、請求項4に記載の光通信システム。

【請求項 11】

前記光通信システムからの少なくとも1つのファイバ接続が、前記光空間スイッチを使用して異なる光通信システムの少なくとも1つの回線側ポートに接続される、請求項1に記載の光通信システム。

40

【請求項 12】

前記光通信システム内のノード間の少なくとも1つのファイバ接続が、それが異なる光通信システムのノードを接続するファイバ接続になるように、前記光空間スイッチのうちの1つまたは複数を使用して再構成される、請求項1に記載の光通信システム。

【請求項 13】

複数の回線側ポートを有する光アクセスネットワークノードおよび前記光アクセスネットワークノードと関連付けられた少なくとも1つの追加の光空間スイッチをさらに備え、前記複数の回線側ポートが、前記追加の光空間スイッチを介して、エンドユーザサイトまたはFiber To The Curbエンド終端で終了する複数の回線側ファイバに接続される、請求

50

項1に記載の光通信システム。

【請求項14】

少なくとも1つのアクセスネットワーク回線側ファイバからの少なくとも1つの光信号が、ROADMシステムノードの少なくとも1つの回線側ポートに直接接続されて、それにより前記光アクセスシステムノードを迂回する、請求項13に記載の光通信システム。

【請求項15】

少なくとも1つのアクセスネットワーク回線側ファイバからの少なくとも1つの光信号が、ROADMシステムノードの少なくとも1つのアド/ドロップポートに直接接続されて、それにより前記光アクセスシステムノードを迂回する、請求項14に記載の光通信システム。

【請求項16】

光アクセスネットワークからの複数の回線側ファイバが、前記空間スイッチを使用して、前記複数の回線側ファイバからの前記信号を光学的に組み合わせる機能素子へ接続され、前記光学的に組み合わせられた信号が、引き続いてROADMシステムノードの回線側ポートへ接続されて、それにより前記光アクセスシステムノードを迂回する、請求項14に記載の光通信システム。

【請求項17】

それぞれが再構成可能な光アド/ドロップ多重化機能を有する複数の光学的に相互接続された光システムノードを含む光通信システムを通る信号経路を再構成する方法であって、

前記光システムノードのうちの第1の光システムノードと第2の光システムノードとの間の事前構成された信号経路が利用不可能であることを判定するステップと、

前記事前構成された信号経路が利用不可能であると判定すると、前記第1の光システムノードと関連付けられた第1の光空間スイッチを使用して、前記第1の光システムノードを迂回し、前記事前構成された信号経路を横断することになる光チャネルを、前記光システムノードのうちの第3の光システムノードと関連付けられた第3の光空間スイッチへとリダイレクトするステップであり、前記第3の光空間スイッチが、前記光チャネルを前記第2の光システムノードと関連付けられた第2の光空間スイッチへとさらにリダイレクトすることができる、ステップと

を含む、方法。

【請求項18】

前記光チャネルの1つまたは複数の信号品質パラメータを監視するステップと、前記監視するステップに基づいて、前記光チャネルに対する信号調整を実施するステップとをさらに含む、請求項17に記載の方法。

【請求項19】

前記信号品質パラメータが光パワーレベルを含み、前記信号調整が光増幅および減衰を含む、請求項18に記載の方法。

【請求項20】

前記監視された光パワーレベルを目標値と比較するステップと、前記監視された光パワーレベルが前記目標値を下回る場合に、前記リダイレクトされた光チャネルを光学的に増幅するステップとをさらに含む、請求項19に記載の方法。

【請求項21】

前記監視するステップが、前記光チャネルがリダイレクトされる前に実施される、請求項18に記載の方法。

【請求項22】

前記監視するステップが、前記光チャネルがリダイレクトされた後に実施される、請求項20に記載の方法。

【請求項23】

前記第1および第2の光システムノードの下流に位置する信号品質モニタにより監視されている信号品質パラメータに基づいて、前記光チャネルに対して信号調整を実施するステップをさらに含む、請求項17に記載の方法。

10

20

30

40

50

- 【請求項 2 4】
前記信号調整が光増幅である、請求項23に記載の方法。
- 【請求項 2 5】
監視されている前記信号品質パラメータが、前方誤り訂正入力エラーを反映する、請求項18に記載の方法。
- 【請求項 2 6】
前記事前構成された信号経路が、前記第1および第2の光信号ノードの間で発生する光ファイバ破損が理由で利用不可能である、請求項17に記載の方法。
- 【請求項 2 7】
前記第1および第2の光システムノードの間の前記事前構成された信号経路が利用不可能であることを判定するステップが、電力が前記第2の光システムノードもしくは前記第1の光システムノードの下流の別の光システムノードには利用不可能であるか、または今後利用不可能となることを判定するステップを含む、請求項17に記載の方法。 10
- 【請求項 2 8】
前記光空間スイッチに光学的に結合される1つまたは複数の光ファイバの入力および/または出力において光パワーレベルを監視するステップをさらに含む、請求項17に記載の方法。
- 【請求項 2 9】
前記監視された光パワーレベルを目標値と比較するステップと、前記リダイレクトされた光チャネルの前記光パワーレベルを調節して、前記リダイレクトされた光チャネルの最新の既知の目標動作電力と一致させるステップとをさらに含む、請求項28に記載の方法。 20
- 【請求項 3 0】
前記信号品質パラメータが、前記第1の光システムノードの下流に位置する光学性能モニタを用いて監視される、請求項18に記載の方法。
- 【請求項 3 1】
前記光チャネルに対して信号調整を実施するステップが、前記光チャネルのうちの1つまたは複数のパワーレベルを調節するステップを含む、請求項30に記載の方法。
- 【請求項 3 2】
前記1つまたは複数の光チャネルの前記パワーレベルを調節するステップが、パワー制御アルゴリズムを使用して実施される、請求項26に記載の方法。 30
- 【請求項 3 3】
前記パワー制御アルゴリズムが、導関数が不要な最適化アルゴリズムを含む、請求項32に記載の方法。
- 【請求項 3 4】
前記1つまたは複数の光チャネルの前記パワーレベルを調節するステップが、最小および/もしくは最大許可パワーレベル、減衰レベル、または利得レベルに少なくとも一部に基づいた指定範囲に制限される、請求項31に記載の方法。
- 【請求項 3 5】
監視されている前記信号品質パラメータが、前方誤り訂正入力エラーを反映し、かつ前記監視するステップが、前記第1の光システムノードの下流に位置する光学性能モニタを用いて実施される、請求項18に記載の方法。 40
- 【請求項 3 6】
追加の光ファイバを横断する光信号が、前記光空間スイッチがそれぞれ動作可能に結合される前記光信号ノード内に含まれる前記ROADMを横断しないように、前記光空間スイッチのうちの1つを前記光空間スイッチのうちの別のものに結合する少なくとも1つの前記追加の光ファイバをさらに含む、請求項1に記載の光通信システム。
- 【請求項 3 7】
前記光アクセスノードが、受動光ネットワーク(PON)ノードである、請求項13に記載の光通信システム。
- 【請求項 3 8】 50

前記PONノードが、WDM PONを介してWDM PON信号を通信するWDM PONノードである、請求項37に記載の光通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、参照によりその全体が本明細書に組み込まれている、「Resilient Metro Optical Networking」という名称の2014年9月11日出願の米国仮出願第62/048,818号の利益および優先権を主張するものである。本発明は、米国政府機関との契約、すなわちNSFにより裁定された第EEC0812072号の下でなされた。

10

【背景技術】

【0002】

商用光通信システムは、主に静的な大容量光システム上で動作する高度に動的かつ構成可能な電子スイッチングを利用する。このアーキテクチャは、光チャネルの容量が10~100Gb/sである中、典型的なデータトラフィックフローが約10~100Mb/sであったために、過去にはうまく機能していた。トラフィック需要が増大すると、アプリケーショントラフィックフローのサイズが増大し、インターネットが使用される方法が変化した。ギガビット/秒の範囲でのデータフローが、より頻繁に使用されるか、または望ましい。さらには、大量のデータを操作、バックアップ、および輸送することに関与するビッグデータ、ネットワークオンデマンド、企業データセンターおよびストレージネットワーク、ビデオオンデマンド、ならびに科学計算などのトレンドはすべて、従来の静的光ネットワークモデルを破壊する。したがって、メトロおよび他のネットワークの光学層における動的かつ高度に構成可能な能力に対する必要性が高まっている。さらに、自然災害および停電などの事象は、それらの影響を緩和する、適応性がありしたがって回復力のある光ネットワークインフラも必要とする劇的な変化を作り出す。

20

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

本明細書に記載されるのは、動的かつ高度に再構成可能な光ネットワーク能力を有する光通信システムである。本発明の一態様に従って、光空間スイッチは、各ネットワークノードにおいてネットワークのファイバプラントまたは回線側に導入される。光空間スイッチは、基になる光システムが通常通りに光プロテクションおよび復元を実施することも可能にしつつ、ノード間のファイバ接続が再構成されることを可能にする。さらには、基になる光システムによるそのような光プロテクションおよび復元は、このファイバプラントまたは回線側スイッチングから完全に独立して実施され得る。さらに、光パワー制御器、モニタ、および光増幅器は、安定した動作に必要とされる総パワーレベルを達成するために、光ファイバ上の利得を調節するために使用され得る。

30

【0004】

本「発明の概要」は、簡略化した形式で選定された概念を紹介するために提供される。概念は、「発明を実施するための形態」のセクションでさらに記載される。本「発明の概要」に記載されるもの以外の要素またはステップが可能であり、要素またはステップは必ずしも必要とされない。本「発明の概要」は、特許請求された主題の重要な特徴または本質的な特徴を特定することを意図するものでも、特許請求された主題の範囲を決定する助けとして使用することを意図するものでもない。特許請求された主題は、本開示のいずれかの部分に記述される任意またはすべての不利益を解決する実装に限定されない。

40

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図1】本明細書に記載される主題に従う、波長分割多重(WDM:Wavelength Division Multiplexing)トラフィックを輸送するように構成され得る光通信または伝送ネットワークのための階層アーキテクチャの一例を例示する。

50

【図2】光システムノードの一例を示す。

【図3A】外部ファイバプラントに接続される一連の光システムノードを有する従来の光通信または伝送システムを示す。

【図3B】光システムノードとファイバプラントとの間に光空間スイッチを組み込む再構成可能な光通信または伝送システムの例示的な一実装を示す。

【図4】光空間スイッチに加えて機能モジュールを組み込む再構成可能な光通信システムの例示的な別の実装を示す。

【図5】ファイバ破損後の図4の再構成可能な光通信または伝送システムを示す。

【図6】異なる種類のネットワークからの光システムノードを含む再構成可能な光通信システムの例示的な別の実装を示す。

10

【図7】WDM受動光ネットワーク(PON:Passive Optical Network)に利用され得る光システムノードの一例を示す。

【図8】受動光ネットワーク(PON)からの信号を切り替える異なる光システムと関連付けられた2つの光システムノードを示す。

【図9】全光型2D MEMSベースの光空間スイッチの一例を示す。

【発明を実施するための形態】

【0006】

図1は、本明細書に記載される主題に従う、波長分割多重(WDM)トラフィックを輸送するように構成され得る光通信または伝送ネットワークのための階層アーキテクチャ10の一例を例示する。実装によっては、階層アーキテクチャ10は、図1に例示されるものと比べて追加の、少ない、または異なる、光ネットワークおよび光相互接続の構成を含み得る。階層アーキテクチャ10内で、示される最低階層である階層1は、それぞれが1つまたは複数のアクセスサブネットワーク14-1、14-2、～14-Kを含み得る1つまたは複数のアクセスネットワーク12を含む。各アクセスサブネットワーク14-Nは、環構造、ツリー構造、バス構造、メッシュ構造、またはそれらの任意の組合せにある光ファイバ18を介して相互接続されるアクセスノード16を含む。

20

【0007】

一般に、各アクセスノード16は、遠隔オフィスビル、住宅地域などの1つまたは複数のアクセスポイント20に通信可能に結合される。各アクセスポイント20に配備されるのは、例えば、光ネットワークユニット(ONU:Optical Network Unit)などの1つまたは複数の光モジュールである。

30

【0008】

アクセスポイント20のうちの1つまたは複数に通信可能に結合されると、アクセスノード16は、それらのアクセスポイント20がアップリンクトラフィックを伝送する波長チャネルを集め、集められた波長チャネルをアクセスノード16が形成するアクセスサブネットワーク14-N上に置く。同様に、アクセスノード16は、ダウンリンクトラフィックがアクセスポイント20に伝送される波長チャネルをアクセスサブネットワーク14-Nからドロップする。

【0009】

アクセスネットワーク12は次に、終了し(例えば、光アクセスネットワーク信号を電気信号に転換し、次いでそれを同じメトロノードに入る他のアクセス信号とまとめ、次いでそれらをメトロネットワーク光チャネル上に置く)、ネットワークからアップリンクWDMトラフィックを集め、その集めたトラフィックを階層2のメトロネットワーク22などのより高い階層のネットワーク上に置く。メトロネットワーク22は、時にセントラルオフィス(CO)と称される複数の相互接続されたネットワークノード24から形成され、複数のアクセスネットワークのためにWDMトラフィックを輸送する。この点に関して、各ネットワークノード24は、それが接続される1つまたは複数のアクセスネットワークからWDMトラフィックを集め、その集めたトラフィックをメトロネットワーク22内のハブノード12へ輸送する。

40

【0010】

次にハブノード12が、1つまたは複数のネットワークノード24からの波長チャネルを地

50

域ネットワーク26と称され得るより高い階層のネットワークヘルーティングする。より具体的には、ハブノード12は、波長チャンネルを複数のサービス側ノード(図示されず)のうちの適切な1つ、例えば、ビジネスサービスエッジルータ、住宅サービスまたはモバイルサービスブロードバンドネットワークゲートウェイ(BNG)、ブロードバンドリモートアクセスサーバ(BRAS)などヘルーティングする。次いで、サービス側ノードは、波長チャンネルからのアップリンクトラフィックを、コンテンツサーバへ向けて、アクセスネットワークへ戻して、インターネットへ向けてなど、適切な宛先ヘルーティングする。そのようなサービス側ノードルーティングは、アップリンクトラフィックを地域ネットワークへ送信することを伴い得る。地域ネットワーク26はまた、地域間輸送のために、アップリンクトラフィックを階層4の長距離ネットワーク28上に置く複数の相互接続されたネットワークノード32から形成される。ダウンリンクトラフィックは、類似しているが反対の様式で、ネットワークを介して伝播する。

10

【0011】

ネットワークノード24およびネットワークノード32など、図1の光通信または伝送ネットワークに示される光システムノードの様々なものは、波長の遠隔構成を可能にする全光型サブシステムである再構成可能な光アド/ドロップマルチプレクサ(ROADM)を組み込み得る。一般的に波長選択スイッチ、スプリッタ、およびデマルチプレクサなどのコンポーネントを利用するROADMは、トラフィック(すなわち、チャンネルまたは波長)が、ノードを介してアド、ドロップ、またはExpressRoute接続されることを可能にする。

20

【0012】

アクセスノード16、ネットワークノード24、および/またはネットワークノード32のうちの1つまたは複数として利用され得る光システムノードの例示的な一例が図2に例示される。当然ながら、本明細書に記載される主題は、幅広い種類の異なる光システムノードと共に利用され得、図2に提示される特定の例に限定されない。

【0013】

図2は、マルチディグリーROADMベースの光システムノード100の例示的な一例の概略図である(4つのネットワークディグリーが示される)。各ネットワークディグリーは、1xN光ファンイン装置、例えば、パワースプリッタ(PS)または波長選択スイッチ(WSS)104、に接続される入力、およびNx1光ファンアウト装置、すなわちWSS106、に接続される出力によって、一对の光増幅器102に結合される。ネットワークディグリー1からの入力ポート108₁上の多重化された光信号は、PS/WSS104を介して、WSS106、ならびにネットワークディグリー2、3、および/または4それぞれのための関連出力ポート110₂、110₃、および/または110₄へ選択的に向けられる。同じ様式で、入力ポート108₂、108₃、および108₄(ネットワークディグリー2、3、および4)上の多重化された光信号は、同様に本システムの他のネットワークディグリーヘルーティングされ得る。入力ポート108および出力ポート110は、光システムノード100の回線ポートとして機能する。複数のマルチプレクサ/デマルチプレクサアセンブリ112₁、112₂、112₃、および112₄は、WSS106およびPS/WSS104によって各ネットワークディグリー1、2、3、および4内外へのクライアント側ポートから波長を局所的にアド/ドロップするため、WSS106およびPS/WSS104に接続される。

30

【0014】

図3aは、例えば、図1に示されるネットワークのいずれかなど、従来の光ネットワークで利用される一連の光システムノード310、320、330、および340を示す。上記のように、光システムノードはそれぞれ、光ファイバ対315を通じて、クライアント信号をクライアント側からノードへ輸送するための1つまたは複数のクライアント側ポートまたはインターフェース、および信号をノードから光ネットワークのファイバプラントまたは回線側へ輸送するための1つまたは複数のファイバプラントまたは回線側ポートもしくはインターフェースを含む。光システムノードは、光ネットワークのファイバプラントを通じて、互いに通信する。

40

【0015】

従来のシステムでは、各システムそれぞれが、決まった一組の回線側ファイバに接続さ

50

れる。これらは、接続を変更するためには手動で断線および再接続されることを必要とする実配線の物理的接続である。ROADMシステムは、そのシステム内の光信号がそのシステムに接続される様々なファイバへ柔軟に切り替えられることを可能にするが、物理的ファイバおよびシステムへのそれらの接続を変更することはできない。さらに、ネットワーク階層内の、およびネットワーク階層にまたがる各システムは、信号を終了すること、およびクライアント側インターフェースを介して送信することによって、信号を交換する(システム間で信号を動かす)ことのみできる。これは、各システムそれぞれの信号のみがそれぞれのファイバプラントを通じて輸送され得るように、各システムに接続されたファイバプラントを効果的にロックアップする。

【0016】

しばしば保守運用、災害対応、または単に柔軟なサービスプロビジョニングのため、ファイバプラント接続を修正することができることが望まれる。例えば、特定のシステムに接続されたファイバが切断される場合、そのシステムは、新しいファイバプラントに取り付けられる必要がある。ノードまたはオフィスは典型的には、出入りする多くの(何百またはさらには何千の)ファイバを有するが、各システムは、それが接続されるファイバのみを使用することができる。本明細書に記載されるシステムおよび技術は、回線側空間スイッチを使用し、かつクリティカル信号監視、制御、および調整要素を提供して、異なるシステムを接続するファイバプラントの柔軟なスイッチングを可能にすることによって、この問題を解決する。さらに、これらのシステムおよび技術は、異なるシステムがノードまたはオフィスにおいて利用可能な回線側ファイバプラントのすべてを共有および活用することを可能にするだけでなく、異なる種類および異なるネットワーク階層内のシステムがファイバプラントを共有することも可能にする。したがって、PONアクセスシステムからの信号は、例えば、ROADMメトロシステムによって使用されるファイバプラントを通じて伝送され得る。さらに、これらの接続は、物理的および手動の介入なしに、プログラムによってかつ遠隔で変更され得る。

【0017】

図3bは、光システムノードとファイバプラントとの間に光空間スイッチを組み込む再構成可能な光通信または伝送システムに利用される、図3aに示される光システムノード310、320、330、および340の例示的な一実装を示す。具体的には、光空間スイッチ360は光システムノード310と関連付けられ、光空間スイッチ350は光システムノード320と関連付けられ、光空間スイッチ370は光システムノード330と関連付けられ、光空間スイッチ380は光システムノード340と関連付けられる。各光システムノード310、320、330、および340は、外部ファイバプラントに接続するために、それが関連付けられるそれぞれの光空間スイッチを通過する光入力ポート312および出力ポート314を有する回線側を有する。光空間スイッチは、光信号が任意の回線側入力ファイバから任意の選択された回線側出力ファイバへルーティングされることを可能にする。

【0018】

外部ファイバプラント接続が再構成されるとき、光損失およびチャネル構成はそれらの目標値から変化する。必要に応じてこれらの変化を補てんするため、いくつかの実装は、空間スイッチに接続される機能モジュールを導入し得る。機能モジュールは、光空間スイッチに接続される装置であり、信号調整および/または信号監視を実施するために、光空間スイッチによって光信号経路へと選択的に切り替えられ得る。図4は、光空間スイッチに加えて機能モジュールを組み込む再構成可能な光通信システムの例示的な別の実装を示す。図3および図4、ならびに後に続く図において、同様の要素は同様の参照数字で表される。

【0019】

図4に示されるように、機能モジュールの特定の一例は、光増幅器325であり、それが実施する信号調整は、追加の利得またはパワーを信号に提供するための光増幅である。利用され得る他の種類の機能モジュールは、図4に示されるように、ファイバプラントまたは回線側上の空間スイッチ350、360、370、および380のうちの1つまたは複数の入力および/

10

20

30

40

50

または出力に接続され得る光パワー制御器323である。光パワー制御器は、光パワーを測定し、その光パワーを目標値に向けて調節する。そのようなモニタの一実装は、外部ファイバプラントへ続くファイバ上の信号のタップされたコピー(tapped copy)を受信する光検出器である。光パワー制御器の別の実装は、外部ファイバプラント接続前およびモニタ接続前に空間スイッチの出力に接続され得る可変光減衰器である。そのような光パワー制御器は、光増幅器と共に使用され得る。

【0020】

いくつかの実装において、光増幅器325に組み込まれる光パワーモニタおよび制御器は、前述の光パワー制御器323と同じ機能を実施するために使用され得る。さらに、利得および出力パワー制御器を含め、光増幅器モニタおよび制御器は、空間スイッチ内に構築されるか、または空間スイッチの他のポートに取り付けられる光モニタおよび制御器との異なる組合せで使用され得る。

10

【0021】

ネットワーク再構成が起こるとき、光空間スイッチは、光システムノードを完全に迂回するように、および/または空間スイッチに取り付けられた機能モジュールを介して信号を伝えるように調節され得る。光パワー制御器は、ファイバプラント上の光パワーレベルをそれらの目標値に維持するために使用される。

【0022】

ファイバプラント内の各ファイバの入力および/または出力における光パワーレベルは、典型的な動作状態中に測定され得る。例えば、測定値は、システムが安定した非警告または故障状態であるとき、一定の(例えば、1時間)間隔で更新され得る。目標値はまた、計画された変更がシステムに対してなされ、かつ安定した動作が達成されるたびに更新され得る。ファイバプラントが再構成されるとき、ファイバプラント信号パワーの入力および/または出力は、移動されているチャンネルの組に対して決定される最新の既知の目標動作パワーと一致するように制御される。これを達成すると、基になる光システムは、その通常の過渡または光パワー制御応答を実施して、チャンネルに対するさらなる微調整および調節を提供することになる。

20

【0023】

図5は、光システムノード320と330との間のファイバ破損後の図4の再構成可能な光通信または伝送システムを示す。この例では、元の信号経路(破線)が、上方の光システムノード310を通る信号経路(一点鎖線)へ再構成される。再構成された経路は、再構成されたチャンネルが上位にある場合は、他のチャンネル用にすでに構成されたファイバを使用することができる。信号がそれらの元の経路に戻ると、信号は、信号品質モニタ327または光パワーモニタが制御のために情報をシステムに提供するように使用され得ることを除いては、元々構成されるようにアドおよびドロップされることになる。

30

【0024】

いくつかの実装において、スイッチ再構成に關与する1つまたは複数のファイバの入力および/または出力における光パワーレベルは、再構成後のある程度の期間にわたって継続して調節される。この調節は、スイッチ再構成が行われる光システムノードの下流に位置する1つまたは複数の信号品質モニタ327からのフィードバックに基づいて実行され得る。信号品質モニタ327は、ファイバ破損の下流の空間スイッチで導入される光学性能モニタであり得る(図5を参照のこと)。

40

【0025】

いくつかの実装において、信号品質モニタ327は、受信器を使用して前方誤り訂正(FEC)入力エラー読み込み(FEC前または訂正エラー前)を獲得して、再構成されたチャンネルのうちの1つを検出し得る。受信器は、チャンネルが再構成された場所の下流に位置し得る。いくつかの場合において、下流信号品質パラメータの測定値に基づいたこのパワー調節は、信号品質パラメータに基づくパワー制御アルゴリズムを使用し得る。パワー制御調節は、最小および/もしくは最大許可パワーレベル、減衰レベル、または利得レベルを表すように特定の範囲に制限され得る。パワー制御アルゴリズムはまた、導関数が不要な最適化ア

50

ルゴリズムを使用し得る。

【0026】

異なる信号接続経路を実現するためにファイバ構成を変更することに加えて、異なる入力および出力ポートから信号を合成もしくは分割するため、またはノードのポートをアドおよびドロップするために、信号合成、分割、および遮断機能モジュールが、空間スイッチを介して光システムノードで導入され得る。

【0027】

本明細書に記載される再構成可能な技術の原理は、2つの異なる基となる通信システムからの光システムノードを接続するため、および1つのシステムからの信号を別のシステムによって以前使用された経路に沿って送信するために使用され得る。この機能は、1つのシステムからの信号が上位にあるとき、例えば、再構成された信号が緊急応答チームによって使用される緊急状況において、使用され得る。

10

【0028】

別の例では、本明細書に記載される再構成可能な技術の原理は、電力網に関連した情報に基づいてファイバ接続を変更するために使用され得る。例えば、災害シナリオでは、ファイバ接続は、ネットワーク内の異なるノードにおいてその地域で利用可能な電力に基づいて最大容量を提供するように再構成され得る。さらには、このファイバ再構成は、停電カスケードを予測するアルゴリズムに基づき得る。

【0029】

本発明の一態様に従って、光システムノードは、ROADMネットワークおよびアクセスネットワークなど、異なる種類のネットワークからのノードを含み得る。例えば、図6は、システムAと関連付けられたROADMベースのシステムノードである光システムノード410、420、および430、ならびにシステムBと関連付けられたROADMベースのシステムノードである他の光システムノード440および450を示す。アクセスネットワークの例としては、受動光ネットワーク(PON)(例えば、PON433、435、および437)、またはポイントツーポイントネットワークが挙げられる。PONネットワークでは、各ノードは、N個の異なるエンドユーザまたはFiber To The Curbノード(エンドユーザに達する前に光信号を終了するノード--信号を電気信号または無線信号に転換して、それをエンドユーザに送信する)に送信されるN個のコピーに分割される単一の出力信号を有する。

20

【0030】

最も単純な場合、PONネットワーク内の光システムノードは、1つまたは複数の受動スプリッタまたは縦列接続された一連の受動スプリッタなどのファンアウト装置を含む。WDM PONなどのより複雑な種類のPONでは、例えば、光システムノードは、追加の受動光コンポーネントを利用し得る。例えば、図7は、ネットワークサービスプロバイダによって動作される上流光回線終端装置(OLT:Optical Line Terminal)510とエンドユーザに対するサービスインターフェースである下流光ネットワークユニット(ONU)520との間の接続性を提供するWDM PON内の光システムノード500を示す。光システムノード500は、光ファイバ535によって結合された2組のマルチプレクサ/デマルチプレクサ(mux/demux)530および550を含む。mux/demux530は、パワースプリッタ、波長スプリッタ、または両方の組合せであり得る。mux/demux550は、1つまたは複数のアレイ導波路格子(AWG)560に結合され、多分岐光ツリー構成を有し得る。mux/demux550は、単一のAWG560のみが存在する場合には任意であり得る。各AWG560は、エンドユーザからのいくつかの波長のチャンネルを単一の光ファイバ(上流)上に多重化し、その単一の光ファイバ上の信号をエンドユーザ(下流)への伝送のために異なる波長の個々のチャンネルへと多重分離する。

30

40

【0031】

一実装において、ONU520からの1つまたは複数のファイバ接続は、光空間スイッチに接続され、次に光空間スイッチがAWG560に接続される。さらに、次いでmux/demux550が、空間スイッチに接続され、次いでそれが、OLT510に接続される。この方法では、WDM PON信号は、異なるOLTへと、またはさらにはそれらが別のセントラルオフィスへ伝送され、完全に異なるセントラルオフィスにあるOLTにおいて終了され得るROADMネットワークへと再

50

構成され得る。この機能は、最も近いノードでのOLTの可用性を低減させる災害またはコンポーネント故障が起きた場合に使用される可能性がある。それはまた、接続を他のノードへ一時的に移動させることを必要とする可能性のある保守運用またはネットワークアップグレードのために使用され得る。

【 0 0 3 2 】

ポイントツーポイントであるアクセスネットワークでは、N個の回線側信号は、アクセスネットワークノードからN個の異なるエンドユーザまたはFiber To The Curbノードまで接続される。本明細書に記載される技術を利用するとき、アクセスノード内に入ってくるアクセスネットワーク回線側ファイバのすべては、まず光空間スイッチ(例えば、図6内の光空間スイッチ415)に接続され、次いで光空間スイッチが、光アクセスネットワーク回線側ポートに接続される。

10

【 0 0 3 3 】

回線側アクセスネットワークからの光ファイバは、光アクセスノードを迂回して、ROADMベースのシステムノードの回線側ポートに直接接続され得る。したがって、アクセスネットワーク上の光信号は、通信要求に応じて、アクセスノード間またはROADMベースのノード間を通信され得る。同様に、アクセスネットワークの部分である光ファイバは、ROADMネットワークからのおよびその逆の信号によって使用され得る。具体的には、エンドユーザまたは他のネットワークノードのいずれかに接続する光アクセスネットワークファイバは、光空間スイッチにより接続を切り替えることによって、ROADMネットワークによって使用され得る。この方法では、アクセスファイバは、大容量アクセストラックを形成するために、またはROADMネットワークのためのバックアップ経路として、使用され得る。

20

【 0 0 3 4 】

図8は、システムAおよびBとそれぞれ関連付けられた図6の光システムノード430および450を示す。この例では、PON433のOLTへ送信される予定であったONU445からのPON信号は、フィルタリングおよびシステムBの近接ノード450への伝送のためにシステムAの光システムノード430へと切り替えられ、システムBでそれはPON437のOLTへドロップされる。システムAおよびB内のROADMベースのノードは、PON信号をスルーチャネルとして処理し、ROADMのWSS内でフィルタリングすることにより、それが他のWDMチャネルと混信することを防ぐ。代替的に、PON信号は、ノード間のフリーファイバへ切り替えられ、単に次のノードに直接伝送され得る。すなわち、フリーファイバは、ROADMベースのシステムから独立しており、このファイバを横断している信号は、増幅または他の処理を受けない。これは、例えば、PON信号の波長がROADMシステムと互換性がなく、かつそれが次のノードに達するために増幅を必要としない場合に有用であり得る。

30

【 0 0 3 5 】

本明細書に記載されるファイバ接続は、例えば、単方向の単一ファイバ接続、双方向の単一ファイバ接続、または図3～図6に示されるように、双方向の二重ファイバ接続の任意の組合せであり得る。

【 0 0 3 6 】

本明細書に記載される光空間スイッチは、異なる光信号がスイッチを介して異なる経路に沿って入力ポートから異なる選択された出力ポートへルーティングされることを可能にする任意の好適な技術を利用し得る。利用され得る例示的な全光型スイッチング技術は、オプトメカニカルスイッチング技術、光微小電気機械システム(MEMS)スイッチング技術、電気光学スイッチング技術、熱光学スイッチング技術、液晶スイッチング技術、バブルスイッチング技術、音響光学スイッチング技術、および半導体光増幅器スイッチング技術を含むが、これらに限定されない。

40

【 0 0 3 7 】

簡単に言うと、オプトメカニカルスイッチングは、プリズム、移動するファイバ、および鏡によって実施され得る。光MEMSスイッチングは、機械的、光学的、および電子工学的に実施され得る。MEMSベースのスイッチは、2次元(2D)または3次元(3D)装置であり得る。2D MEMSスイッチでは、すべての鏡が、2つの異なる位置(オンまたはオフのいずれか)によ

50

って2つの可能性のある状態を有する。3D MEMSベースのスイッチには、各入力および出力ポート用に専用の可動鏡がある。電気光学的スイッチングは、基板に電圧を印加すること、したがって基板の屈折率を変化させることによって実施され得る。熱光学的スイッチングは、材料の温度を変えて、その屈折率に変化を生み出すことによって実施され得る。液晶ベースのスイッチングは、入射するビームの偏光を変化させるために、電場を印加して材料内の液晶モジュールを再配向することによって実施され得る。パルススイッチングは、液体を含有する基板の加熱および冷却によって実施され得る。パルスは、出力ポートへの光を屈折させる。音響光学的スイッチングは、光の直交偏光された成分を互いに交換させる、材料内での光と音または振動波との相互作用によって実施され得る。半導体光増幅器スイッチングは、半導体材料に電圧を印加し、それを光吸収から透過あるいは光増幅へと変化させ、それによりオンオフ機能を達成することによって実施され得る。

10

20

30

40

50

【0038】

図9は、単純なクロスバースイッチングアーキテクチャを使用する2D MEMSベースの光空間スイッチの一例を示す。入力ポートおよび出力ポートは、それぞれ1~4およびa~dがラベル付けされる。MEMS装置600の個々の鏡は、それらの行および列の位置によって表され得る。オン状態にある鏡ijは、入力ポートiからの光信号を出力ポートjへ反射させる。図9の例では、鏡1d、2b、3c、および4aがオン状態にある。したがって、入力ポート1、2、3、および4からの光信号は、それぞれ出力ポートd、b、c、およびaへと切り替えられて示される。図9に例示される2D MEMSベースの光スイッチはクロスバースイッチングアーキテクチャを利用するが、代替では、より複雑なスイッチングアーキテクチャが同様に利用され得ることに留意されたい。

【0039】

上記では、図2~図6に示される光システムノードは、クライアント側信号を輸送するための1つまたは複数のクライアント側ポートおよび回線側信号を輸送するための1つまたは複数の回線側ポートの両方を有すると言われる。光システムノードは一般的に、様々な種類の信号処理を実施して、信号をクライアント側信号から回線側信号へ、およびその逆に変換する。そのような信号処理は、クライアント側信号によって利用される様々なプロトコルと回線側信号によって利用されるプロトコルとの間で信号を変換し得る。本明細書に記載される主題を限定するものではなく例として、クライアント側信号を回線側信号へ変換するためにいくつかの実装で使用され得る例示的な信号処理法が提示される。当然ながら、異なる種類の光ネットワーク内の異なる種類の光システムノードは、異なる種類の信号処理を実施し得、本明細書に記載される技術は、本明細書に記載される主題を限定すると解釈されないものとする。

【0040】

クライアント側は、例として、同期光ネットワーク(SONET:Synchronous Optical Network)、同期デジタルハイアラキ(SDH:Synchronous Digital Hierarchy)、非同期転送モード(ATM:Asynchronous Transfer Mode)、光トランスポートネットワーク(OTN:Optical Transport Network)、イーサネット(登録商標)、インターネットプロトコル(IP)、マルチプロトコルラベルスイッチング(MPLS:Multi-Protocol Label Switching)、ストレージプロトコル(例えば、ファイバーチャネル(FC))、エンタープライズシステム接続(ESCON:Enterprise Systems Connect)、ファイバ接続性(FICON:Fiber Connectivity)、デジタルビデオ輸送、またはそれらの組合せなどのプロトコルに準拠するクライアント信号を輸送することができる。クライアント側は、例として、8ギガビット/秒(Gbps)、10Gbps、40Gbps、および100Gbpsなど、任意の伝送速度において動作することができる。いくつかの場合において、あるネットワーク階層のためのクライアント側信号は、次のネットワーク階層のための回線側信号となる。他の場合において、ある階層のクライアント側信号は、次の階層のクライアント側信号に接続するショートリーチインターフェースとなり、回線側信号はクライアント側信号とは完全に別である。

【0041】

回線側は、光トランスポートユニット(OTU:Optical Transport Unit)、OTUK、OTUKV、O

TUkeV、およびOTUKfVの伝送速度(kは、サポートされるビット速度を示すために、例として、1、2、3、および4を含むことができる)など、任意の伝送速度において動作することができる。

【0042】

一連のステップの一例では、これはクライアント側信号が光システムノードによって受信された後に、クライアント側信号を回線側信号に変換するために実施され得る。クライアント側信号に組み込まれる受信データは、受信データパーティションに関係なく別の形態のデータに透過的にマッピングされる。このマッピングプロセスは、データのトランスコーディングを含み得る。次に、クライアント側信号は、非同期マッピングされたフレームに非同期的にマッピングされ得る。中でも、非同期マッピングは、クライアントタイミ
10
ングを回線タイミングから分離することができる。非同期マッピングを経た後、誤り訂正冗長性が非同期マッピングされたフレームに対して生成され得る。最後に、クライアントデータ、オーバーヘッド(例えば、運用管理および保守機能に関する情報)、および冗長性を含む出力フレームが生成される。同様のプロセスが、回線側信号をクライアント側信号に変換するために逆向きに実施され得る。回線側光空間スイッチはまた、回線側信号を適切なクライアント側信号形式に転換するために、回線側信号を好適な電子サービススイッチへ切り替えるように構成され得る。特定のクライアント側ポートを光空間スイッチへ接続することによって、これらの信号は次いで、そのノードにおいて別のシステムまたはネットワークに接続されることになる別のネットワーク階層を通じた伝送のために回線側へ再導入され得る。
20

【0043】

光システムノードおよびそれらの関連した光空間スイッチの構成は、ノードの場所にて局所的に、または遠隔で(例えば、セントラルオフィスなどで)制御され得る。この目的のため、1つまたは複数の制御器またはプロセッサが、コンピュータ実行可能な命令を処理してそれらの動作を制御するために利用され得る。コンピュータ実行可能な命令は、任意の好適な種類のメモリなど、任意のコンピュータ可読記憶媒体を使用して提供され得る。

【0044】

本明細書で使用される場合、用語「メモリ」は、読み出し専用メモリ(ROM)、ランダムアクセスメモリ(RAM)、磁気RAM、コアメモリ、磁気ディスク記憶媒体、光記憶媒体、フラッシュメモリ装置、または情報を記憶するための他のコンピュータ可読記憶媒体など、データを記憶するための1つまたは複数の装置を表し得る。用語「コンピュータ可読記憶媒体」は、可搬または固定記憶装置、光記憶装置、無線チャネル、SIMカード、他のスマートカード、および命令またはデータを記憶、含有、または運搬することができる様々な他の媒体を含むが、これらに限定されない。しかしながら、コンピュータ可読記憶媒体は、例えば、伝播信号などの記憶の一時的形態を含まない。
30

【0045】

前述の記載において、本発明の態様例は、それらの特定の実施形態例に関して記載されている。本明細書および図面は、したがって、限定的意味ではなく例示の意味に考えられるものとする。しかしながら、コンピュータプログラム製品もしくはソフトウェア、ハードウェア、またはそれらの任意の組合せにおいて、本発明のより広範な趣旨および範囲から逸脱することなく様々な修正および変更がそれらに成され得ることは明らかである。
40

【0046】

加えて、本発明の機能および利点を強調する図面は、例示的目的のみのために提示されることを理解されたい。本発明の態様例のアーキテクチャは、十分に柔軟および構成可能であるため、それは添付の図面に示される以外の方法で活用(および操作)され得る。

【0047】

本明細書内の態様例は、ある特定の実施形態例において記載されているが、多くの追加の修正および変形形態は当業者にとって明白である。故に、本明細書内の様々な実施形態例は、具体的に記載される以外の方法において実践され得ることを理解されたい。したがって、本実施形態例は、ここでも、あらゆる点において例示的であり限定的でないと思な
50

されるべきである。

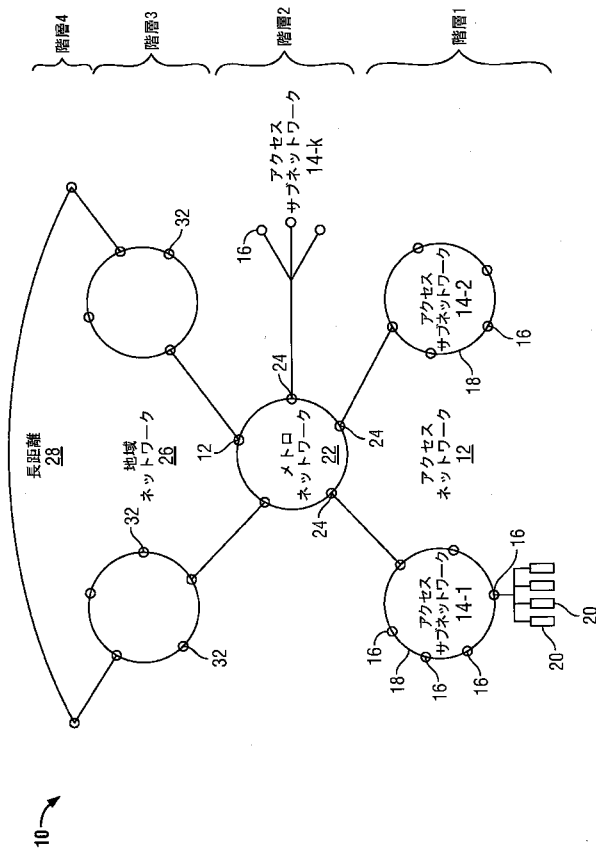
【符号の説明】

【0048】

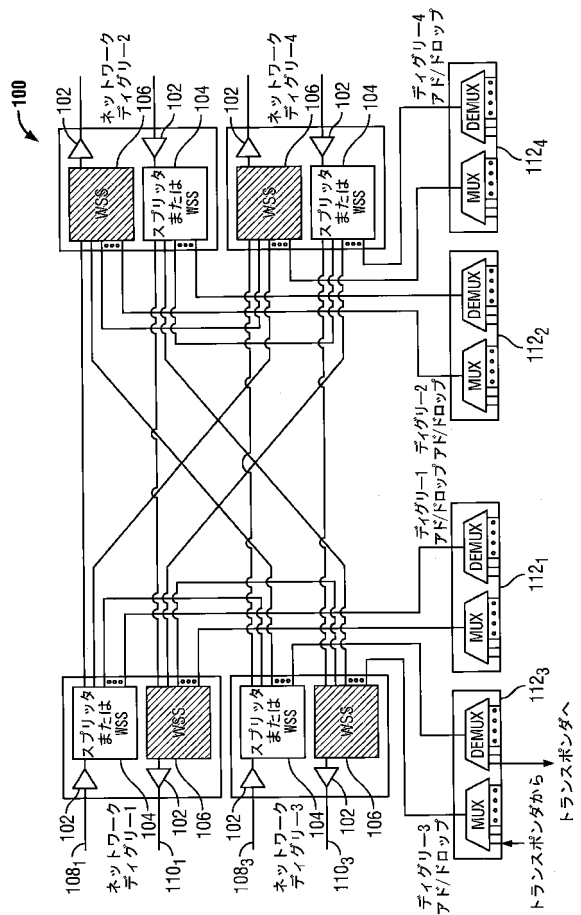
10	階層アーキテクチャ	
12	アクセスネットワーク	
12	ハブノード	
14-1	アクセスサブネットワーク	
14-2	アクセスサブネットワーク	
14-K	アクセスサブネットワーク	
14-N	アクセスサブネットワーク	10
16	アクセスノード	
18	光ファイバ	
20	アクセスポイント	
22	メトロネットワーク	
24	ネットワークノード	
26	地域ネットワーク	
28	長距離ネットワーク	
32	ネットワークノード	
100	光システムノード	
102	光増幅器	20
104	パワースプリッタ(PS)または波長選択スイッチ(WSS)	
106	WSS	
108	入力ポート	
108 ₂	入力ポート	
108 ₃	入力ポート	
108 ₄	入力ポート	
110	出力ポート	
110 ₂	出力ポート	
110 ₃	出力ポート	
110 ₄	出力ポート	30
112 ₁	マルチプレクサ/デマルチプレクサアセンブリ	
112 ₂	マルチプレクサ/デマルチプレクサアセンブリ	
112 ₃	マルチプレクサ/デマルチプレクサアセンブリ	
112 ₄	マルチプレクサ/デマルチプレクサアセンブリ	
310	光システムノード	
312	光入力ポート	
314	光出力ポート	
315	光ファイバ対	
320	光システムノード	
323	光パワー制御器	40
325	光増幅器	
327	信号品質モニタ	
330	光システムノード	
340	光システムノード	
350	光空間スイッチ	
360	光空間スイッチ	
370	光空間スイッチ	
380	光空間スイッチ	
410	光システムノード	
415	光空間スイッチ	50

- 420 光システムノード
- 430 光システムノード
- 433 受動光ネットワーク (PON)
- 435 受動光ネットワーク (PON)
- 437 受動光ネットワーク (PON)
- 440 光システムノード
- 445 ONU
- 450 光システムノード
- 500 光システムノード
- 510 上流光回線終端装置 (OLT)
- 520 下流光ネットワークユニット (ONU)
- 530 マルチプレクサ/デマルチプレクサ (mux/demux)
- 535 光ファイバ
- 550 マルチプレクサ/デマルチプレクサ (mux/demux)
- 560 アレイ導波路格子 (AWG)
- 600 MEMS装置

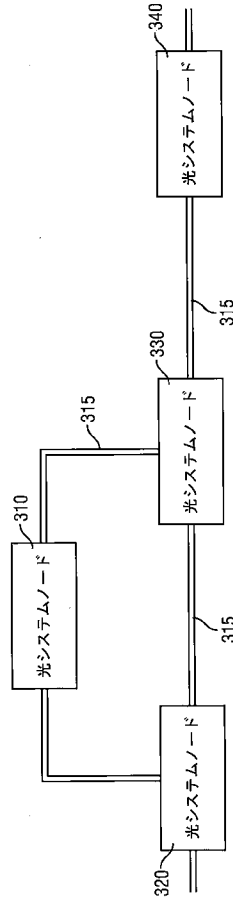
【 図 1 】



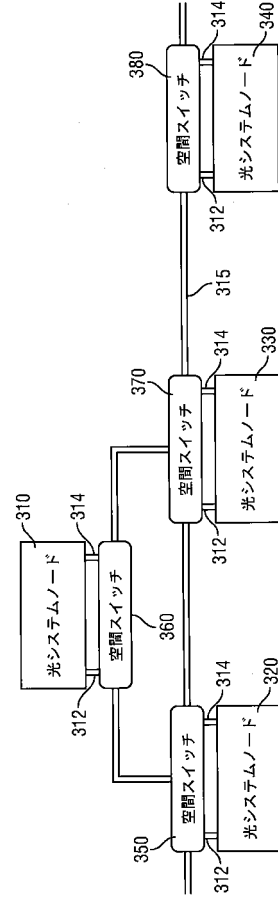
【 図 2 】



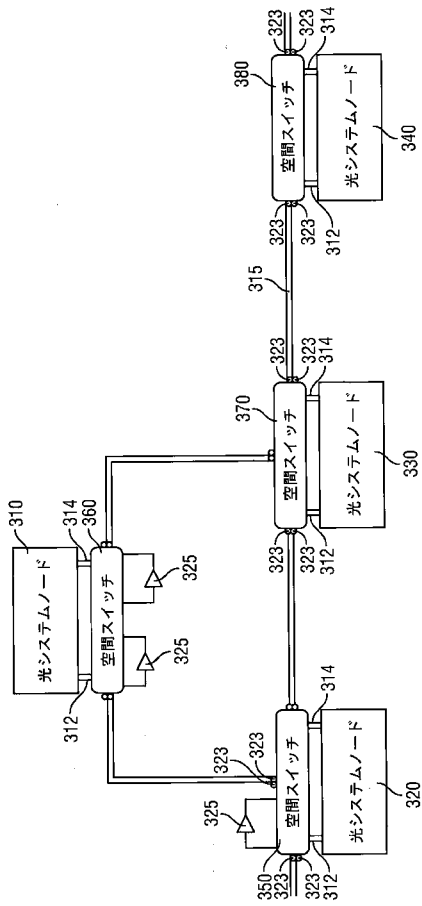
【図 3 A】



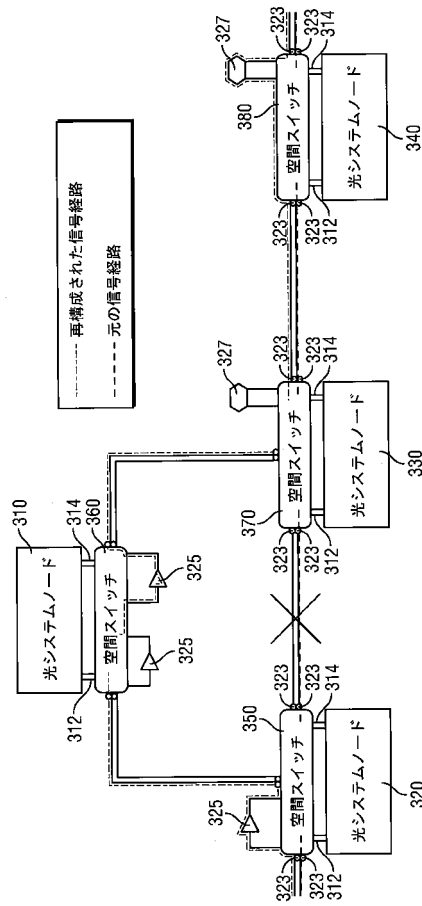
【図 3 B】



【図 4】



【図 5】



【手続補正書】

【提出日】平成29年5月16日(2017.5.16)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、参照によりその全体が本明細書に組み込まれている、「Resilient Metro Optical Networking」という名称の2014年9月11日出願の米国仮出願第62/048,818号の利益および優先権を主張するものである。本発明は、NSFにより授与された助成金第EEC0812072号の支援によってなされた。政府は本発明に一定の権利を有する。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/IB15/01999
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(B) - H04J 14/00, 14/02, 14/08 (2016.01) CPC - H04J 14/021, 14/0212, 14/0258 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(B): H04J 14/00, 14/02, 14/08 (2016.01) CPC: H04J 14/021, 14/0212, 14/0258, 14/0267, 14/0275 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PatSeer (US, EP, WO, JP, DE, GB, CN, FR, KR, ES, AU, IN, CA, INPADOC Data) Google / Google Scholar, Ebsco, IEEE KEYWORDS: optical, light, photon, wave, communication, conversation, translation, message, talk, exchange, network, port, docks, stations, inputs Reconfigurable-optical-add/drop-multiplexer, node, point, spot, redirect, broken, disconnect, reroute, re-configure		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y — A	US 2005/0226210 A1 (MARTIN, J) October 13, 2005; figure 1, paragraphs [0030]-[0031]	1-13 — 14-38
Y — A	US 2012/0183294 A1 (BOERTJES, D et al.) July 19, 2012; figure 14	1-13 — 14-16
Y	US 6,480,309 B1 (LEE, S et al.) November 12, 2002; claims 1 & 3	2 & 3
Y	US 6,317,233 B1 (SON, Y) November 13, 2001; figure 3, column 4, lines 34-43	8-10
A	US 2011/0262142 A1 (ARCHAMBAULT, J) October 27, 2011; paragraph [0014], claim 18	14-38
A	US 8,200,084 B2 (BERNSTEIN, G et al.) June 12, 2012; figure 1, column 2, lines 55-60, column 3, lines 63-67, column 4, lines 1-4	17-38
A	EP 2 461 629 A1 (ZTE CORPORATION) June 06, 2012; claim 1	17-38
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 09 February 2016 (09.02.2016)		Date of mailing of the international search report 23 FEB 2016
Name and mailing address of the ISA/ Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer Shane Thomas PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(71)出願人 306018457
 ザ・トラスティーズ・オブ・コロンビア・ユニバーシティ・イン・ザ・シティ・オブ・ニューヨーク
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 10027、ニューヨーク、ウェスト 116番 ストリート
 535、ロー メモリアル ライブラリ 412

(74)代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦

(74)代理人 100110364
 弁理士 実広 信哉

(74)代理人 100133400
 弁理士 阿部 達彦

(72)発明者 ダニエル・キルパー
 アメリカ合衆国・アリゾナ・85721・ツーソン・イースト・ユニバーシティ・ブルヴァード
 ・630・ザ・ユニバーシティ・オブ・アリゾナ

(72)発明者 ケレン・バーグマン
 アメリカ合衆国・ニューヨーク・10027・ニュー・ヨーク・ウェスト・ワンハンドレッドトゥ
 ウェンティス・ストリート・530・コロンビア・ユニバーシティ・シーイーピーエスアール・8
 05・メール・コード・4712

(72)発明者 ジル・ズスマン
 アメリカ合衆国・ニューヨーク・10027・ニュー・ヨーク・ウェスト・ワンハンドレッドトゥ
 ウェンティス・ストリート・530・コロンビア・ユニバーシティ・シーイーピーエスアール・8
 05・メール・コード・4712

(72)発明者 バーク・ピラント
 アメリカ合衆国・ニューヨーク・10027・ニュー・ヨーク・ウェスト・ワンハンドレッドトゥ
 ウェンティス・ストリート・530・コロンビア・ユニバーシティ・シーイーピーエスアール・8
 05・メール・コード・4712

Fターム(参考) 5K102 AA36 AD01 AL08 LA08 LA11 LA44 NA01 PH47 PH48 RB12