

(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2015-526966

(P2015-526966A)

(43) 公表日 平成27年9月10日 (2015.9.10)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H04B 10/27 (2013.01)</b>	H04B 9/00 270	2H147
<b>G02B 6/12 (2006.01)</b>	G02B 6/12 331	2K102
<b>G02F 1/01 (2006.01)</b>	G02F 1/01 C	5K102
<b>G02F 1/313 (2006.01)</b>	G02F 1/313	
<b>H04J 14/00 (2006.01)</b>	H04B 9/00 E	
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 20 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2015-520377 (P2015-520377)  
 (86) (22) 出願日 平成25年6月25日 (2013.6.25)  
 (85) 翻訳文提出日 平成27年2月25日 (2015.2.25)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/047455  
 (87) 国際公開番号 W02014/008028  
 (87) 国際公開日 平成26年1月9日 (2014.1.9)  
 (31) 優先権主張番号 13/800,403  
 (32) 優先日 平成25年3月13日 (2013.3.13)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 61/667,374  
 (32) 優先日 平成24年7月2日 (2012.7.2)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 61/667,380  
 (32) 優先日 平成24年7月2日 (2012.7.2)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

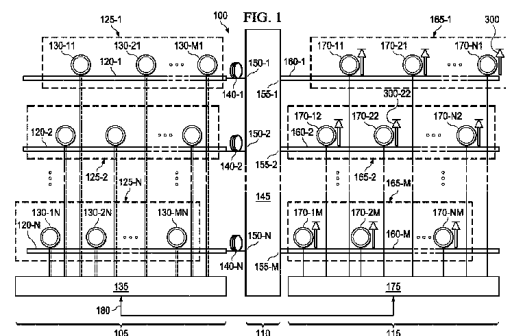
(71) 出願人 391030332  
 アルカテルルーセント  
 フランス国、92100・ブローニュ・ビ  
 ヤンクール、ルート・ドゥ・ラ・レーヌ・  
 148/152  
 (74) 代理人 100094112  
 弁理士 岡部 譲  
 (74) 代理人 100106183  
 弁理士 吉澤 弘司  
 (74) 代理人 100170601  
 弁理士 川崎 孝  
 (74) 代理人 100187964  
 弁理士 新井 剛

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 再構成可能な光ネットワーク

## (57) 【要約】

例えば再構成可能な光チャネル・ルータであるシステムは、波長デマルチプレクサに光学的に接続されている入力導波管を含む。複数のマイクロキャビティ共振器を含む第1の入力マイクロキャビティ共振器の組が、入力導波管に隣接して配置される。マイクロキャビティ共振器は、前記入力導波管の内部を伝搬する光信号の複数の周波数チャネルの中の対応する1つに制御可能に結合するように、構成されている。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

第 1 の複数の別々の組の光リング共振器と、  
第 2 の複数の別々の組の光リング共振器と、  
1 組の光入力と 1 組の光出力とを有する光マルチプレクサ / デマルチプレクサと、  
を備えており、  
前記第 1 の複数の別々の組の中のそれぞれの組は、前記光マルチプレクサ / デマルチプレクサの前記光入力の中の対応する 1 つに光学的に接続されており、  
前記第 2 の複数の別々の組の中のそれぞれの組は、前記光マルチプレクサ / デマルチプレクサの前記光出力の中の対応する 1 つに光学的に接続されている、システム。

10

**【請求項 2】**

複数の第 1 のデバイスを更に備えており、それぞれの第 1 のデバイスは、前記第 1 の複数の組の中の対応する 1 つの前記リング共振器を経由する光キャリア上にデジタル・データ・ストリームを変調するように接続されている、請求項 1 に記載のシステム。

**【請求項 3】**

複数の第 1 の装置を更に備えており、それぞれの第 1 の装置は、前記第 2 の複数の組の中の対応する 1 つの前記リング共振器を経由する光キャリアからのデジタル・データ・ストリームを復調するように接続されている、請求項 2 に記載のシステム。

**【請求項 4】**

光デマルチプレクサの入力に光学的に接続されている入力導波管と、  
それぞれのマイクロキャビティ共振器が前記入力導波管の内部を伝搬する光信号の複数の波長チャンネルの中の対応する 1 つに結合することができるように、前記入力導波管に隣接して配置されている複数のマイクロキャビティ共振器を含む第 1 のマイクロキャビティ共振器の組と、  
を備えている、システム。

20

**【請求項 5】**

複数の出力導波管を更に備えており、それぞれの出力導波管は、前記波長デマルチプレクサの対応する光出力と光学的に接続されている、請求項 4 に記載のシステム。

**【請求項 6】**

対応する複数のマイクロキャビティ共振器をそれぞれが含む複数の出力マイクロキャビティ共振器の組を更に備えており、それぞれのマイクロキャビティ共振器の組は、前記出力導波管の中の対応する 1 つに光学的に結合され、それぞれの出力の組の前記マイクロキャビティ共振器は、前記出力導波管の中の前記対応する 1 つの内部を伝搬する光信号の波長チャンネルと別々に結合することができる、請求項 5 に記載のシステム。

30

**【請求項 7】**

波長デマルチプレクサに光学的に接続されている入力導波管を提供するステップと、  
それぞれのマイクロキャビティ共振器が前記入力導波管の内部を伝搬する複数の波長チャンネルの中の対応する 1 つに結合することができるように、前記入力導波管に隣接して配置されている複数のマイクロキャビティ共振器を含む第 1 の入力マイクロキャビティ共振器の組を提供するステップと、  
を含む、方法。

40

**【請求項 8】**

前記波長デマルチプレクサと光学的に接続されている複数の出力導波管を提供するステップを更に含む、請求項 7 に記載の方法。

**【請求項 9】**

対応する複数のマイクロキャビティ共振器をそれぞれが含む複数の出力マイクロキャビティ共振器の組を提供するステップを更に含んでおり、それぞれのマイクロキャビティ共振器の組は、前記出力導波管の中の対応する 1 つと光学的に結合されている、請求項 8 に記載の方法。

**【請求項 10】**

50

波長デマルチプレクサと光学的に接続されている入力導波管、及び前記入力導波管に隣接して配置されている複数のマイクロキャビティ共振器を含む第1の入力マイクロキャビティ共振器の組を有する第1の基板を提供するステップであって、前記マイクロキャビティ共振器のそれぞれは、前記入力導波管の内部を伝搬する光信号の異なる周波数に結合するように構成されている、ステップと、

その上に電子コントローラが形成されている第2の基板を提供するステップであって、前記電子コントローラは、周波数チャネルの中の対応する1つに制御可能に結合するように前記マイクロキャビティ共振器を制御できるように構成されている、ステップと、

前記第1の基板と前記第2の基板とを結合することにより、前記コントローラを前記マイクロキャビティ共振器に接続するステップと、

を含む方法。

【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、2012年6月29日に出版され参照により本明細書に組み入れられている米国特許出願第13/538,525号（'525出願）と関連する。本出願は、更に、本出願と同日に出版され参照により本明細書に組み入れられている米国特許出願第13/800,403号（弁護士整理番号812258-US-NP）（'258出願）と関連する。本出願は、同一の名称を有し2012年7月2日に出版され参照によりその全体が本明細書に組み入れられている本出願以前の出願である米国仮特許出願第61/667,374号の優先権を主張するものである。本出願は、更に、同一の名称を有し2012年7月2日に出版され参照によりその全体が本明細書に組み入れられている本出願以前の出願である米国仮特許出願第61/667,380号（'380出願）の優先権を主張するものである。

【0002】

この出願は、一般に、光通信システムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0003】

このセクションでは、本発明のよりよい理解を容易にする助けとなり得る態様を紹介する。従って、このセクションにおける記載は、そのような観点から読まれるべきであって、従来技術には何が存在するのか、または、従来技術には何が存在しないのか、に関する承認として理解されるべきではない。

【0004】

光スイッチング・ネットワークは、「光スイッチ・ファブリック」と称されることがあるスイッチング・トポロジを用いる。そのようなネットワークのサイズおよび速度が高度成長化するにつれて、そのような高度成長化から取り残されないためには、より高い性能を提供する新たな光スイッチ・ファブリックが必要とされる。取り組まれるべき性能に関する態様としては、そのような光ネットワークの構成（configuration）がある。

【発明の概要】

【0005】

一態様によると、例えば再構成可能な光チャネル・ルータなどのシステムが、提供される。このシステムは、波長デマルチプレクサに光学的に接続されており光キャリア信号の複数の波長チャネルを伝搬するように構成されている入力導波管を含む。第1の入力マイクロキャビティ共振器の組が、入力導波管に隣接して配置されている。この組は、複数のマイクロキャビティ共振器を含んでおり、これら複数のマイクロキャビティ共振器は、それぞれが、入力導波管の内部を伝搬する光信号の複数の周波数チャネルの中の対応する1つに制御可能に結合するように、構成されている。

【0006】

10

20

30

40

50

別の態様によると、例えば再構成可能な光チャネル・ルータなどの光システムを例えば形成するための方法が、提供される。この方法は、波長デマルチプレクサに光学的に接続されている入力導波管を形成するステップを含む。マイクロキャビティ共振器の第1の入力の組のマイクロキャビティ共振器が、入力導波管に隣接して配置されるように、形成される。それぞれのマイクロキャビティ共振器は、入力導波管の内部を伝搬する複数の周波数チャネルの中の対応する1つに制御可能に結合するように、構成される。

【0007】

更に別の態様によると、例えば再構成可能な光ルータなどの光システムを例えば形成するための方法が、提供される。この方法の第1のステップでは、第1の基板が提供される。第1の基板は、波長デマルチプレクサに光学的に接続されている入力導波管を有する。第1の入力マイクロキャビティ共振器の組は、入力導波管に隣接して配置されている複数のマイクロキャビティ共振器を含む。マイクロキャビティ共振器の組は、入力導波管の内部を伝搬する光信号の異なる周波数チャネルに結合するようにそれぞれが構成されている複数のマイクロキャビティ共振器を含む。この方法の第2のステップでは、第2の基板が提供される。第2の基板は、その上に電子コントローラが形成されている。このコントローラは、周波数チャネルの中の対応する1つに制御可能に結合するように、マイクロキャビティ共振器のそれぞれを制御するように構成されている。この方法の第3のステップでは、第1の基板と第2の基板とが結合されることにより、コントローラをマイクロキャビティ共振器に動作可能に接続する。

10

【0008】

いずれの実施形態においても、複数の出力導波管が形成され得るのであって、それぞれの導波管は、波長デマルチプレクサに光学的に接続されている。そのような実施形態において、波長デマルチプレクサは、それぞれのキャリア信号を出力導波管の中の対応する1つにルーティングするように構成され得る。いずれの実施形態も、複数の出力マイクロキャビティ共振器の組を形成するステップを含み得る。それぞれの共振器の組は、対応する複数のマイクロキャビティ共振器を含む。それぞれの出力の組のそれぞれのマイクロキャビティ共振器は、それぞれの出力の組のマイクロキャビティ共振器が、対応する出力導波管の内部を伝搬する対応する別の波長チャネルに制御可能に結合し得るように、出力導波管の中の同一の対応する1つに隣接して配置されている。

20

【0009】

いくつかのそのような実施形態においては、複数の光/電気トランスデューサが形成され得るのであるが、それらのトランスデューサはそれぞれが出力マイクロキャビティ共振器の中の対応する1つに光学的に結合されている。それぞれのトランスデューサは、その対応する共振器の内部の光信号を電気信号に変換するように構成されている。

30

【0010】

いずれの実施形態においても、波長デマルチプレクサは、アレイ導波路格子(AWG)を含み得る。いずれの実施形態においても、AWGは、AWGの入力と出力との間で波長チャネルの光経路の巡回置換を提供するように、構成され得る。いずれの実施形態においても、導波管と波長デマルチプレクサとは、シリコンから形成され得る。いずれの実施形態も、マイクロキャビティ共振器の共振周波数を変調するように構成されている制御電子装置を含み得る。いずれの実施形態においても、マイクロキャビティ共振器はリング共振器であり得る。

40

【0011】

一実施形態は、第1の複数の別々の組の光リング共振器と、第2の複数の別々の組の光リング共振器と、光マルチプレクサ/デマルチプレクサとを備えているシステムである。光マルチプレクサ/デマルチプレクサは、1組の光入力と1組の光出力とを有する。第1の複数の別々の組の中のそれぞれの組は、光マルチプレクサ/デマルチプレクサの光入力の中の対応する1つに光学的に接続されている。第2の複数の別々の組の中のそれぞれの組は、光マルチプレクサ/デマルチプレクサの光出力の中の対応する1つに光学的に接続されている。

50

## 【 0 0 1 2 】

いくつかのそのような実施形態は、複数の第 1 のデバイスを更に備えており、それぞれの第 1 のデバイスは、第 1 の複数の組の中に対応する 1 つのリング共振器を経由する光キャリア上に、デジタル・データ・ストリームを変調するように接続されている。いくつかのそのような実施形態は、複数の第 1 の装置を更に備えており、それぞれの第 1 の装置は、第 2 の複数の組の中に対応する 1 つのリング共振器を経由する光キャリアからのデジタル・データ・ストリームを復調するように接続されている。いくつかのそのような実施形態は、複数の第 1 の装置を更に備えており、それぞれの第 1 の装置は、第 2 の複数の組の中に対応する 1 つのリング共振器を経由する光キャリアからのデジタル・データ・ストリームを復調するように接続されている。いくつかのそのような実施形態は、更に、第 1 の複数の組のリング共振器のいくつかの共振周波数を別々に調整することができる電子コントローラを備えている。いくつかのそのような実施形態は、複数の第 1 の光ファイバを更に備えており、それぞれの第 1 の光ファイバは、第 1 の複数の組の中に対応する 1 つを、マルチ波長チャネルの光源に接続する。いくつかのそのような実施形態では、それぞれの第 1 の光ファイバが、光マルチプレクサ/デマルチプレクサの光入力の中に対応する 1 つに接続する。

10

## 【 0 0 1 3 】

ここで、次の添付図面を用いて行われる以下の説明が参照される。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 4 】

20

【 図 1 】例えば、一実施形態による  $M \times N$  の再構成可能な光ネットワークなど、波長分割多重化 (WDM) された信号の受信された波長チャネルの光ドメイン・スイッチングを提供するシステムの図解である。

【 図 1 A 】非限定的実施形態において入力電気デバイスと出力電気デバイスとの間のデータ接続を光学的に提供する、図 1 の光ネットワークの動作の概略的な図解である。

【 図 2 】複数の波長チャネルを含む周波数コムの態様の図解である。

【 図 3 】様々な実施形態において用いられ変調された光信号を電気ドメインに変換する光/電気ドメイン・コンバータの図解である。

【 図 4 A 】図 1 のシステムのスイッチング段において用いられ得るアレイ導波路格子による、例証のための一実施形態における信号ルーティングの図解である。

30

【 図 4 B 】図 1 のシステムのスイッチング段において用いられ得るアレイ導波路格子による、例証のための一実施形態における信号ルーティングの図解である。

【 図 4 C 】図 1 のシステムのスイッチング段において用いられ得るアレイ導波路格子による、例証のための一実施形態における信号ルーティングの図解である。

【 図 4 D 】図 1 のシステムのスイッチング段において用いられ得るアレイ導波路格子による、例証のための一実施形態における信号ルーティングの図解である。

【 図 5 A 】結合されることにより例えば図 1 のシステムなどのシステムを形成する、別個の基板の上にシステムの部分が形成される様々な実施形態の図解である。

【 図 5 B 】結合されることにより例えば図 1 のシステムなどのシステムを形成する、別個の基板の上にシステムの部分が形成される様々な実施形態の図解である。

40

【 図 5 C 】結合されることにより例えば図 1 のシステムなどのシステムを形成する、別個の基板の上にシステムの部分が形成される様々な実施形態の図解である。

【 図 6 】様々な実施形態により、例えば図 1 のシステムなどのシステムを、例えば形成するための方法の流れ図である。

【 図 7 】様々な実施形態により、例えば図 1 のシステムなどのシステムを、例えば形成するための方法の流れ図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 5 】

発明者らは、光ネットワークにおいてデータをスイッチングするためのコンパクトで柔軟性を有するアーキテクチャが、例えば、光/電気スイッチング・マトリクス内部にお

50

いて、変調された光信号を選択的に追加および削除するための導波管に結合されたマイクロキャビティ共振器を用いて実装され得る、と考えている。複数の実施形態が、例えばフォトニック集積回路内部などのように小規模に、例えばデータ・センタ内部などのように中規模に、または、例えば長距離光通信システムなどのように大規模に、コンパクトで低コストである信号ルーティングを提供するために、用いられ得る。

#### 【0016】

’ 380 出願および / または ’ 258 出願に記載されているいくつかの構造および / または方法は、本出願の同様の構造および / または方法を構成する、または、用いるのに適切であり得る。

#### 【0017】

図1は、例えば、 $MN \times NM$ の再構成可能な電気クロスコネクタ100の実施形態である、システム100を与えている。クロスコネクタ100は、光波長チャネルを用いて、 $N$ 個の出力デバイスの $M$ 個の電気ポートから $M$ 個の入力デバイスの $N$ 個のポートまでの間で、入力および出力デバイスの個々のポートに関して1対1の態様で、デジタル・データ信号ストリームを選択的にルーティングする。個々の入力ポートは、 $m = 1, 2, \dots, M$ および $n = 1, 2, \dots, N$ という1対の整数( $m, n$ )によってインデックスが付され、個々の出力ポートは、 $n = 1, 2, \dots, N$ および $m = 1, 2, \dots, M$ という1対の整数( $n, m$ )によってインデックスが付されている。パラメータ $N$ は、データを送信するのに利用可能である波長分割多重化(WDM)キャリアの個数を示す。システム100は、位置分散型の送信機段105、受動的スイッチング段110、および位置分散型の受信機段115という順に説明がなされる3つの主要部分を含む。システム100は、 $M$ および $N$ の異なる値をサポートするように構成可能である。従って、一般化されたアーキテクチャを用いてシステム100が説明されるのであるが、システム100のいくつかの詳細な態様を説明するためには、より具体的な例が用いられる。

#### 【0018】

送信機段105は、集合的に導波管120と称される、 $N$ 個の光パワー導波管120-1、120-2、 $\dots$ 、120- $N$ を含む。送信機段105は、更に、 $N$ 個の入力マイクロキャビティ共振器の組125-1、125-2、 $\dots$ 、125- $N$ を含むのであるが、それぞれの組は、光パワー導波管120-1、120-2、 $\dots$ 、120- $N$ の中に対応する1つに光学的に結合されている。マイクロキャビティ共振器の組125-1、 $\dots$ 、125- $N$ のそれぞれの組は、後述されるように、 $M$ 個のマイクロキャビティ共振器130を含む。それぞれのマイクロキャビティ共振器の組125は、例えばSバンド(1460nm~1530nm)、Cバンド(1530nm~1565nm)またはLバンド(1565nm~1625nm)におけるある光波長で共振するように再構成可能に構成されている、例えば光リング共振器(マイクロリング)または光ディスク共振器(マイクロディスク)を含み得る。以下の議論では、それに限定することなく、リング共振器としては、マイクロキャビティ共振器を参照する。マイクロキャビティ共振器の組125は、従って、リング共振器の組125とも称され得る。

#### 【0019】

$N$ 個の導波管120-1、 $\dots$ 、120- $N$ のそれぞれの組は、変調されていない波長成分の重ね合わせである、変調されていないマルチチャネルの光信号200(図2を参照のこと)を受信する。図2は、6つの等しい間隔を有する波長成分 $\lambda_1, \dots, \lambda_6$ を含む、代表的な変調されていないマルチチャネルの光信号200のスペクトルを概略的に図解している。個々の波長は、WDMグリッドの周波数間隔 $\Delta f$ (または、同等の波長間隔 $\Delta \lambda$ )の間隔を有し得るのであり、これは例えば、例えば約100GHzの同じ周波数差だけの波長成分の規則的でほぼ等しい間隔である。6つの波長成分が示されているが、実施形態は、波長成分のどのような特定の個数にも限定されない。

#### 【0020】

再び図1を参照して、リング共振器の組125-1を例として考察すると、この組は、 $M$ 個のリング共振器130-11、130-21、 $\dots$ 、130- $M1$ を含む。リング共振

10

20

30

40

50

器 130 - 11、130 - 21・・・130 - M1のそれぞれは、変調されていないマルチチャネルの光信号 200 の M 個の波長成分の中心波長、すなわち、 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、・・・ $\lambda_M$  の中の 1 つにほぼ等しい共振波長で動作するように制御され得る。

#### 【0021】

送信機段 105 では、特定の k 番目のリング共振器 130 - 1k の共振波長に近い波長を有する光信号の波長成分がそのリング共振器に結合するように、リング共振器 130 - 11、130 - 21・・・130 - M1のそれぞれが光パワー導波管 120 - 1 に光学的に結合されている。コントローラ 135 は、リング共振器 130 - 11、130 - 21・・・130 - M1 の中の一意的な 1 つの公称共振周波数を波長成分の 1 つに設定する準静的な制御信号を提供し得る。公称共振周波数は、共振器 130 の光経路の長さの電气的、10 光学的、熱的、または自由キャリアの変調によって、変更され得る。データ変調器（図示せず）は、例えばバイナリ位相シフト・キーイングまたはオン・オフ・キーイングによって、リング共振器 130 の共振周波数を変調し、結合された信号上にデータを与え得る。例えば、それぞれの共振器 130 の共振周波数は、公称共振周波数から僅かな量だけ外れた 2 つの共振周波数の間で、高速でスイッチングされ得る。そのような変調の追加的な適切な例は、'525 出願に記載があり得る。よって、コントローラ 135 は、それぞれのリング共振器 130 に運ばれるデータ・ストリームを、特定の波長チャネルにマッピングするように動作し得る。

#### 【0022】

それぞれの導波管 120 の内部を伝搬する波長成分  $\lambda_1$ ・・・ $\lambda_M$  は、独立に変調され得る。よって、送信機段は、M x N 個の独立にデータ変調された光キャリアを生じることができる。導波管 120 - 1・・・120 - N の出力においては、それぞれの光信号は、波長  $\lambda_1$ ・・・ $\lambda_M$  の中の任意のものを有し得る。

#### 【0023】

スイッチング段 110 において、波長デマルチプレクサ 145 は、入力ポート 150 - 1・・・150 - N と出力ポート 155 - 1・・・155 - M とを含む。入力ポート 150 において、波長デマルチプレクサ 145 は、導波管 120 から、対応する光経路 140 - 1・・・140 - N を経由して、変調された光信号を受け取る。図解されている実施形態では、光経路 140 は、送信段 105 とスイッチング段 110 との間に物理的に配置されているものとして示されているが、他の実施形態では、光経路 140 のセグメントが、30 スイッチング段 110 と受信機段 115 との間に物理的に配置されることがあり得る。光経路 140 は、例えば、様々な長さのシングル・モード光ファイバのセグメントを含み得る。例えば一体化されたフォトニック光プロセッサとしてシステム 100 が実装される実施形態では、短い経路長が用いられることがあり得る。例えば長距離通信システムとしてシステム 100 が実装される実施形態では、長い経路長が用いられることがあり得る。例えばデータ処理センタの内部における通信ネットワークとしてシステム 100 が実装される実施形態では、中間的な経路長が用いられることがあり得る。

#### 【0024】

様々な実施形態において、波長デマルチプレクサ 145 は、それぞれの入力ポート 150 において受け取られた光キャリア信号の波長成分をデマルチプレクスして、それらの成分を、波長選択的に、出力ポート 155 にルーティングする。例えば、波長デマルチプレクサ 145 は、導波管 120 - 1 から受け取られた M 個の波長成分の中のそれぞれを、M 個の出力ポート 155 の中の対応する 1 つにルーティングし得る。

#### 【0025】

様々な実施形態において、波長デマルチプレクサ 145 は、典型的に、WDM 光信号の個々の波長成分を、シーケンシャルおよび巡回的に、出力ポート 155 にルーティングする。例えば、入力 150 - 1 が波長順のシーケンス  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ ・・・ $\lambda_M$  として M 個の波長成分を有する WDM 光信号を受け取る場合には、波長  $\lambda_{k+M-1}$  が M 番目の出力 155 - M において出力されるというように、k 番目の波長  $\lambda_k$  が第 1 の出力 155 - 1 において出力され、次の巡回的にシーケンシャルな波長  $\lambda_{k+1}$  が第 2 の出力 15 50

5 - 2において出力される等のように、これらの成分が出力ポート155までルーティングされ得る。ここで、 $\{k + M - 1\}$ は、モジュロMで $k + M + 1$ に等しく区間 $[1, M]$ の中にある整数を指定している。

#### 【0026】

よって、デマルチプレクサ145は、例えばAWGベースの光デマルチプレクサなど、任意の従来型の波長巡回的な光デマルチプレクサであり得る。本明細書においては、そのようなデマルチプレクサを、巡回的な光デマルチプレクサと称することがある。

#### 【0027】

図4A～図4Dは、より具体的な実施形態における波長デマルチプレクサ145の出力におけるチャネル周波数の順序を、限定することなしに、図解している。以下の議論では、例示であって、限定を意味することなく、NおよびMはそれぞれ4であり、波長デマルチプレクサ145が波長成分の巡回置換を実装している。それぞれの波長チャネルの中心波長は、 $\lambda_m$ と記載される。図4Aでは、入力ポート150-1において受け取られる波長成分 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、および $\lambda_4$ は、波長デマルチプレクサ145によって、波長選択的に、出力ポート155-1、155-2、155-3、および155-4に、それぞれルーティングされる。図4Bでは、入力ポート150-2において受け取られる波長成分 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、および $\lambda_4$ は、波長デマルチプレクサ145によって、波長選択的に、出力ポート155-4、155-1、155-2、および155-3に、それぞれルーティングされる。図4Cでは、入力ポート150-3において受け取られる波長成分 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、および $\lambda_4$ は、波長デマルチプレクサ145によって、波長選択的に、出力ポート155-3、155-4、155-1、および155-2に、それぞれルーティングされる。図4Dでは、入力ポート150-4において受け取られる波長成分 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、および $\lambda_4$ は、波長デマルチプレクサ145によって、波長選択的に、出力ポート155-2、155-3、155-4、および155-1に、それぞれルーティングされる。

#### 【0028】

波長デマルチプレクサ145は、どの特定の实装例にも限定されない。いくつかの便利な実装例は、アレイ導波路格子(AWG)ベースの光クロスコネクタを含む。光学技術分野の当業者に知られているように、AWGベースの光クロスコネクタは、WDM光信号の一連の波長成分を、波長選択的に、光出力の並列的な空間的シーケンスにルーティングするのに用いられ得る。上述したように、AWGベースの波長選択的なクロスコネクタは、成分のシーケンスにおいて巡回的に、波長チャネルを出力にルーティングすることもできる。更に、AWGベースのデバイスは、例えばSOI基板上のシリカなど平坦な導波管プロセスにおいて実装することができ、それにより、フォトニック集積回路(PIC)における一体化に非常に適している。

#### 【0029】

波長デマルチプレクサ145の実施形態は、AWGを用いる実装例に限定されることはない。例えば、巡回的な波長デマルチプレクサもまた、エシェル(Echelle)格子に基づく場合もあり得る。そのような格子は、実質的な量の受けとった光を、複数の回折次数に導き、よって、デバイス145のM個の光出力のそれぞれが、複数の次数からの光を受け取るように接続され得る。いくつかの別の実施形態では、スイッチング段110が、電子的に制御されるスイッチング・マトリクスを用いて、実装され得る。例えば、 $2 \times 2$ の電気的光学的スイッチが、電子的に制御されるスイッチを用いて、 $M \times N$ マトリクスを実装するように構成され得る。光学技術分野の当業者であれば、そのようなスイッチング・マトリクスに習熟している。しかし、そのようなマトリクスのサイズは、Nが増大するにつれて急激に大きくなり、Nによりそのような実施形態が扱い困難で高価になり得る。

#### 【0030】

図1を再び参照すると、受信機段115は、例えば、1つの導波管160-1、160-2・・・160-Mが波長デマルチプレクサ145の出力ポート155の中の対応する

10

20

30

40

50



1つに光学的に接続されている、複数の導波管160を含む。それぞれの導波管160は、出力リング共振器の組165と関連している。よって、例えば、導波管160-1は出力リング共振器の組165-1と関連し、導波管160-2は出力リング共振器の組165-2と関連する、などである。リング共振器の組165-1はN個のリング共振器170-11・・・・170-N1を含んでおり、例えば、1つのリング共振器はリング共振器の組125のそれぞれと対応している。

#### 【0031】

それぞれのリング共振器170-11・・・・170-N1は、チャネル波長 $\lambda_1 \sim \lambda_M$ の中の1つにおいて導波管160-1を伝搬する光に選択的に結合するように構成され得る。よって、例えば、リング共振器170-11は $\lambda_1$ で伝搬する光に結合され得る、リング共振器170-21は $\lambda_2$ で伝搬する光に結合され得る、などである。同様にして、リング共振器170-12は導波管160-2の内部を $\lambda_1$ で伝搬する光に結合され得る、リング共振器170-22は導波管160-2の内部を $\lambda_2$ で伝搬する光に結合され得る、などである。

10

#### 【0032】

受信機コントローラ175は、リング共振器170のそれぞれの共振周波数を制御する。コントローラ175は、リング共振器170のそれぞれを、チャネル波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、および $\lambda_4$ の中のいずれか1つに対応する公称共振周波数を有するように、構成し得る。すなわち、リング共振器の組165-QのN個のリング共振器170-1Q、・・・、170-NQのそれぞれの共振周波数を、N個のチャネル波長の中の選択された1つと結合するように設定し得ることにより、光導波管160におけるN個の波長成分の中の1つがそのリング共振器170に選択的に結合される。典型的には、波長の組165の中では、チャネル波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、および $\lambda_4$ のそれぞれが、リング共振器の組165-Qの中のただ1つのリング共振器に割り当てられる。

20

#### 【0033】

リング共振器170のそれぞれは、本明細書においてドメイン・コンバータ300と称される光/電気トランスデューサ300とペアになる。図3は、代表的なドメイン・コンバータ300の詳細図を図解している。それぞれのドメイン・コンバータ300は、導波管部分310とフォトダイオード320を含む。導波管部分310は、光がリング共振器170から導波管部分310に結合されるように、関連するリング共振器170に近接して配置される。フォトダイオード320は、例えば受信されたデータ・ストリームの復調などの更なる処理のために、結合された光信号に対応する電気信号に変換する。ドメイン・コンバータ300のそれぞれは、その関連するリング共振器170と同じ添え字によって識別され得る。このように、例えば、ドメイン・コンバータ300-11はリング共振器170-11と関連し、ドメイン・コンバータ300-21はリング共振器170-21と関連する、などである。

30

#### 【0034】

再び図1を参照すると、コントローラ135とコントローラ175とは、協調された態様で作用して、NMのリング共振器130の中の選択された1つからMNのリング共振器170の中の選択された1つにデータを送信する。例えば、リング共振器130-21によって受信されたデータ・ストリームをリング共振器170-22に送信することが望まれる場合には、コントローラ135は、リング共振器130-21を、チャネル波長 $\lambda_2$ に結合することによって、データ・ストリームを用いて $\lambda_2$ のキャリアを変調するように構成し得る。波長デマルチプレクサ145は、 $\lambda_2$ のキャリアを出力155-2にルーティングする(図4Aを参照のこと)。受信機コントローラ175は、リング共振器170-22をやはりチャネル波長 $\lambda_2$ に結合するように構成する。次に、トランスデューサ300-22が、処理のために光信号を電気ドメインに変換する。この技術分野の当業者にとっては、説明されている原理を用いて、リング共振器130のいずれかによって受信されたデータをトランスデューサ300のいずれかの所望のインスタンスに送信することにより一般的なM×Nの光/電気スイッチング・ネットワークを実装し得ることは明らかで

40

50

あろう。

【 0 0 3 5 】

図 1 A は、N 個の電気デバイス 8 0 0 - 1、・・・、8 0 0 - N と M 個の電気デバイス 9 0 0 - 1、・・・、9 0 0 - M との間において、光ネットワーク 1 0 0 がどのようにしてデータ接続を光学的に提供し得るかを、概略的に図解している。それぞれの電気デバイス 8 0 0 - R は、M 個のデータ・ストリームを、対応する M 個のリング共振器の組 1 2 5 - R に電氣的に送信するように接続されている。それぞれの電気デバイス 9 0 0 - S は、対応する N 個のリング共振器の組 1 6 5 - S からの N 個のデータ・ストリームを電氣的にモニタするように接続されている。その理由のために、いずれの個別的な電気デバイス 8 0 0 - R も、デジタル・データ・ストリームを、光ネットワーク 1 0 0 を経由して、いづれかの個別的な電気デバイス 9 0 0 - S に通信することができる。すなわち、N 個の電気デバイス 8 0 0 - 1 ~ 8 0 0 - N は、光ネットワーク 1 0 0 を経由して、M 個の電気デバイス 9 0 0 - 1 ~ 9 0 0 - M と、独立に、並列的に通信し得る。例としては、電気デバイス 8 0 0 - 1 ~ 8 0 0 - N は、データ・センタの N 個のデジタル・データ・プロセッサであり得るし、電気デバイス 9 0 0 - 1 ~ 9 0 0 - M は、データ・センタの M 個のデジタル・データ・ストレージ・デバイスであり得る。次に、光ネットワーク 1 0 0 は、N 個のデジタル・データ・プロセッサのそれぞれが、別々のデジタル・データ・ストリームを M 個のデジタル・データ・ストレージ・デバイスのそれぞれに選択的にルーティングすることを可能にする。

10

【 0 0 3 6 】

他の実施形態では、光ネットワーク 1 0 0 は、N 個のデータ・デバイスの第 1 の組と M 個のデータ・デバイスの第 2 の組との間において、そのような並列的なデジタル・データ接続を提供し得る。第 1 の組においては、N 個の個別的なデバイスは、デジタル・データ・ストリームを出力する様々なタイプの従来型のデバイスを含み得る。第 2 の組においては、M 個の個別的なデバイスは、デジタル・データ・ストリームを入力する様々なタイプの従来型のデバイスを含み得る。

20

【 0 0 3 7 】

上述した実施形態では、例えば  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、および  $\lambda_4$  など、同じ組のチャネル波長の中の 1 つに結合するように構成されているリング共振器 1 3 0 のそれぞれを用いて説明を行った。そのような実施形態では、様々な実施形態において既に説明されたように、波長デマルチプレクサ 1 4 5 が入力チャネル波長の巡回置換を出力に提供することが好ましいことがあり得る。いくつかの他の実施形態では、それぞれのリング共振器の組 1 2 5 が光キャリアに結合する波長の組は、リング共振器の組 1 2 5 の他のものがそうする場合の波長の組と同じであるように拘束されることはない。そのような場合には、波長デマルチプレクサ 1 4 5 は、その出力において、入力波長チャネルの巡回置換を提供する必要がない。特に、いくつかのそのような実施形態は、同じ波長を備えているどの 2 つのチャネルも同じ導波管上を同時に伝搬することがないように、波長を選択し得る。

30

【 0 0 3 8 】

コントローラ 1 3 5 とコントローラ 1 7 5 とが同じ位置に配置されている実施形態においては、これらのコントローラの動作の調整が、例えば、通信のために選択されるデータ・チャネルを運ぶタイミング情報および / またはデータを通信するデータ経路 1 8 0 を用いて、容易に達成され得る。長距離通信の場合のようにコントローラ 1 3 5 とコントローラ 1 7 5 とが物理的に離れている実施形態においては、データ経路 1 8 0 は、コントローラ 1 3 5 とコントローラ 1 7 5 との動作を調整するために、選択されたデータ・チャネルおよび / またはチャネル・スケジューリング・データを通信し得る。

40

【 0 0 3 9 】

システム 1 0 0 の光コンポーネントは、例えばシリコン・ウエハなどのシリコン基板の上に形成された例えばプレーナ構造として、従来型の態様で、形成され得る。その上にシステム 1 0 0 を形成すべき便利なプラットフォームとして、シリコン・オン・インシュレータ ( S O I ) ウエハがあるが、本発明の実施形態が、それに限定されることはない。例

50

えばプラズマ酸化物などの誘電層を任意の適切な基板の上に形成することが可能であり、その上にシリコン層を任意の適切な方法によって形成することが可能である。他の実施形態は、例えばガラス、サファイアまたは化合物半導体から形成された基板を用いることがあり得る。関連する技術分野の当業者であれば、そのような製造技術に精通している。

#### 【0040】

いくつかの実施形態では、システム100の光コンポーネントと電気コンポーネントとが、同一の基板の上に形成される。そのようなシステムでは、例えばシリコン・ベースの電子コンポーネントが、あるフォトニック集積回路(PIC)のある領域の上に形成され、光コンポーネントが、そのPICの別の領域の上に形成されることがあり得る。相互接続が、ドメイン・コンバータ300から制御段110への導電性経路を提供し得る。

10

#### 【0041】

図5A~図5Cによって表されているような他の実施形態では、ある光学的電氣的システムの各部分が、別々の基板の上に形成されることがあり得る。図5Aは、ある実施形態に従って形成されたそのようなシステム500を図解している。電気コンポーネントが電氣的にアクティブな基板510上に形成され、光コンポーネントが光基板520上に形成され、相互接続が相互接続基板530上に形成される。次に、基板510、520および530が面結合されて、動作可能なシステム500を形成する。

#### 【0042】

電子基板510は、システム100の電氣的機能を実装するためのトランジスタ、ダイオード、抵抗およびコンデンサなどの電子コンポーネントを含み得る。これらの機能は、限定されることはないが、スイッチング、信号調整および増幅を含むコントローラ135および175の機能を含み得る。電子基板510は、例えばシリコン・ウエハなどのベース層540と、電子デバイスと相互接続とを含むアクティブ層550とを含み得る。基板510は、任意の従来型のおよび/または将来発見されるプロセスから形成され得るのであって、どのような特定の材料のタイプにも限定されない。例示であって、限定ではないが、そのような材料は、シリコン、シリカ、SiN、InP、GaAs、銅製の相互接続、アルミニウム製の相互接続、および/または様々なバリア材料を含み得る。

20

#### 【0043】

光基板520は、送信段105、スイッチング段110、および受信機段115の光コンポーネントを含み得る。そのようなコンポーネントは、例えば、格子カプラ、AWG、光導波管、マイクロキャビティ共振器、光パワー・スプリッタ、光パワー・コンバイナおよびフォトダイオードなどを含む。光導波管は、従来型のおよび/または新規なプロセスによって、プレーナまたは隆起構造から形成され得る。そのようなコンポーネントは、光コア領域と光クラッド領域とを含むのが典型的である。コア領域は、例えば、シリカ、シリコン、LiNbO<sub>3</sub>、GaAlAsやGaAlNもしくはInPなどの化合物半導体合金、または電氣的・光学的ポリマなど、任意の従来型または非従来型の光材料系から形成され得る。本明細書で説明されているいくつかの実施形態は、非限定的な例であるシリコン(Si)に実装されている。本発明の範囲に属する実施形態はSiに限定されないが、この材料は、他の材料系と比較すると、例えば、比較的低コストであること、十分に進んだ製造用インフラストラクチャが存在すること、のようないくつかの利点を提供する。クラッド領域は、例えばシリカやベンゾシクロブテン(BCB)などの均一または不均一な誘電性材料を含み得る。クラッド領域のいくつかの部分は空気を含み得るのであるが、ここでの議論の目的として真空も含まれる。

30

40

#### 【0044】

相互接続基板530は、システム500の動作を構成し得る追加的な相互接続構造を含む。相互接続基板530は、所望の接続性を実装するのに必要とされる任意の誘電性材料と導電性(例えば金属製の)材料とを含み得る。いくつかの場合には、基板530の形成は、機械的なサポートを提供するハンドル・ウエハを用いることを含み得るが、その後では、基板530はハンドルから取り外される。

#### 【0045】

50

電子基板 510 は、例えばバンプ・プロセスによって、または、図解されているようなウエハ・ボンディング・プロセスによって、相互接続基板 530 に結合され得る。これらのプロセスは、半導体製造の当業者に広く知られており、例えば、ボンディングのために基板表面を準備するための化学的機械的研磨 (CMP) を含み得る。相互接続基板 530 は、例えば、図 5A に図解されているバンプ・プロセスによって、または、図 5B に図解されているウエハ・ボンディング・プロセスによって、光基板 520 に結合され得る。バンプ・プロセスでは、半田ボール 560 が、基板 530 における相互接続構造を、光基板 520 におけるメタライゼーション処理がなされたパイア (via) 構造 570 に結合する。パイア構造 570 は、基板 520 と基板 530 との間において、電気的および / または機械的な接続を提供し得る。

10

#### 【0046】

図 5C は、システム 100 の別の実施形態を図解しているのであるが、この実施形態では、相互接続と光機能とが、一体化された基板 580 の中に組み合わされている。図解されている実施形態では、基板 580 は、光基板 520 と、光基板 520 の両側に形成されている相互接続層 530a および 530b とを含む。一体化された基板 580 は、例えばウエハ・ボンディングによって、基板 510 に結合され得る。

#### 【0047】

電子基板 510 と相互接続基板 530 と光基板 520 とが別個に形成されることによって、いくつかの目的の中の少なくとも 1 つにおいて役立つことがある。第 1 に、例えば光基板 520 における高品質の導波管などのいくつかの特徴を形成するのに要求される熱収支 (budget) により、電気的にアクティブな基板 510 におけるトランジスタのドーピング・プロファイルなどの他の特徴と互換性がない可能性がある。第 2 に、基板 510、520 および 530 は、特定の技能および / または製造設備を有する企業によって別々に形成され、別の企業によって結合されることが可能である。第 3 に、組み立てられたシステム 500 の機能に関するセキュリティが望まれる場合であっても、どの 1 つの企業もデバイスの特定の機能性を判断するのに十分な知識を取得することがないように、製造作業を、様々な企業に割り当てることが可能である。このようにして、最終的な組み立ては、組み立てられたシステム 500 の動作に関する機密性が保証される安全な状況の下で、完成され得るのである。

20

#### 【0048】

次に図 6 を参照すると、例えば、様々な実施形態によるシステム 100 を形成するための方法 600 が与えられている。方法 600 のステップは、例えば図 1 ~ 図 5 においてなど、本明細書で既に説明された要素を参照することによって、限定されることなく、説明される。方法 600 のステップは、図解されている順序とは異なる順序で実行されることがあり得るし、いくつかの実施形態では、完全に省略されること、および / または、同時もしくは並列的なグループとして実行されることがあり得る。この方法 600 は、異なる基板における別個の処理によるなど、そのステップが連続的に実行されるものとして、限定されることなく、図解されている。他の実施形態、例えば共通の複合基板を用いる実施形態では、部分的に並列的にまたは完全に並列的に、そして任意の順序で、ステップを実行することもあり得る。

30

40

#### 【0049】

ステップ 610 では、例えば導波管 120-1 などの入力導波管が形成され、例えば波長デマルチプレクサ 145 などの波長デマルチプレクサに光学的に接続される。ステップ 620 では、第 1 の入力組のマイクロキャビティ共振器のマイクロキャビティ共振器が、形成される。これらの共振器は、それぞれのマイクロキャビティ共振器が入力導波管の内部を伝搬する複数の周波数チャネルの中に対応する 1 つに制御可能に結合するように構成されるように、入力導波管に隣接して配置されている。

#### 【0050】

方法 600 のいくつかの実施形態は、複数の出力導波管が形成されるステップ 630 を含む。それぞれの導波管は、波長デマルチプレクサに光学的に接続されている。波長デマ

50

ルチプレクサは、それぞれのキャリア信号を出力導波管の中の対応する１つにルーティングするように、構成されている。

【００５１】

そのような実施形態のいくつかは、複数の出力マイクロキャビティ共振器の組が形成されるステップ６４０を含む。それぞれの共振器の組は、対応する複数のマイクロキャビティ共振器を含む。それぞれの出力の組の中のそれぞれのマイクロキャビティ共振器は、それぞれの組のマイクロキャビティ共振器が対応する出力導波管の内部を伝搬する対応する異なる波長チャネルと制御可能に結合し得るように、出力導波管の中の同じ対応する１つに隣接して配置されている。

【００５２】

図７は、例えばシステム１００を形成する方法７００を与えている。方法７００のステップは、例えば図１～図５など、本明細書において既に説明された要素を参照することによって、限定されることなく、説明される。方法７００のステップは、図解されている順序とは異なる順序で実行されることがあり得るし、いくつかの実施形態では、完全に省略されることがあり得る。本明細書および特許請求の範囲では、「提供される」または「提供する」とは、デバイス、基板、構造的要素などが、開示されている方法を実行する個人もしくは企業によって製造され得ること、または、別の個人もしくは企業を含む個人もしくは企業とは異なるソースからそのようにして取得され得ること、を意味する。

【００５３】

この方法は、第１の基板が提供されるステップ７１０を含む。この基板は、波長デマルチプレクサに光学的に接続された入力導波管を有する。複数のマイクロキャビティ共振器を含む第１の入力マイクロキャビティ共振器の組は、入力導波管に隣接して配置されている。

【００５４】

ステップ７２０では、第２の基板が提供される。第２の基板は、その上に電子コントローラが形成されている。このコントローラは、マイクロキャビティ共振器のそれぞれを、入力導波管の内部を伝搬する光信号の複数の周波数チャネルの中の対応する１つに制御可能に結合するように、マイクロキャビティ共振器を制御できるように構成されている。

【００５５】

ステップ７３０では、第１および第２の基板が結合され、それによって、コントローラをマイクロキャビティ共振器に接続する。

【００５６】

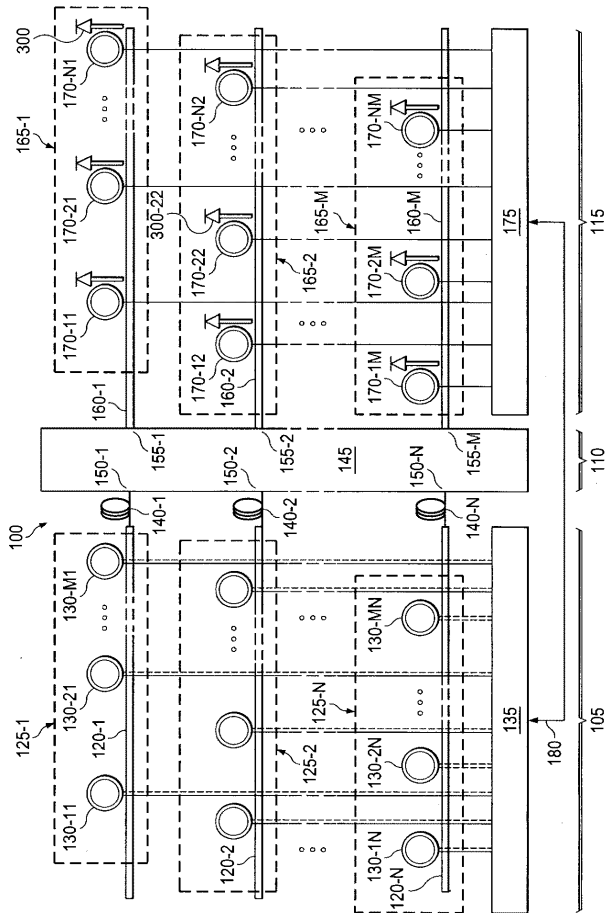
本出願と関係する技術分野の当業者であれば、他のおよび更なる追加、削除、置換および修正を、説明されている実施形態に対して行い得ることを、理解するであろう。

10

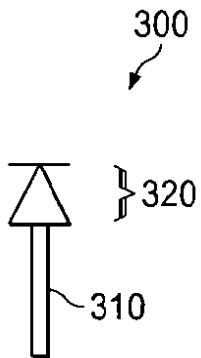
20

30

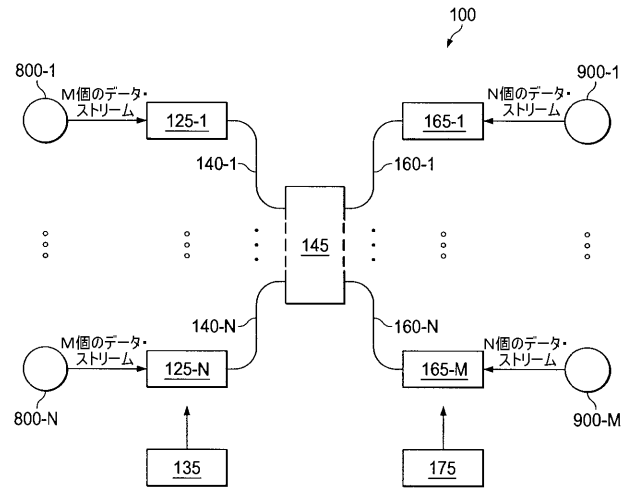
【図 1】



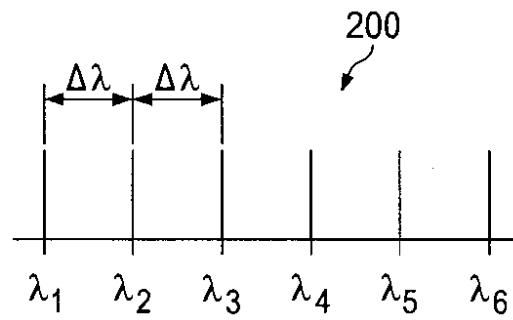
【図 3】



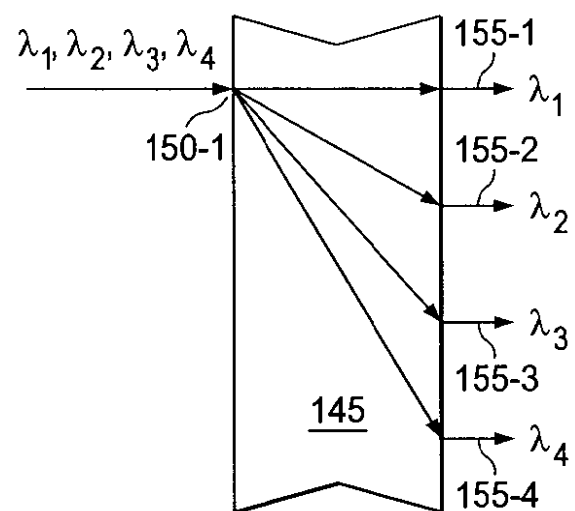
【図 1 A】



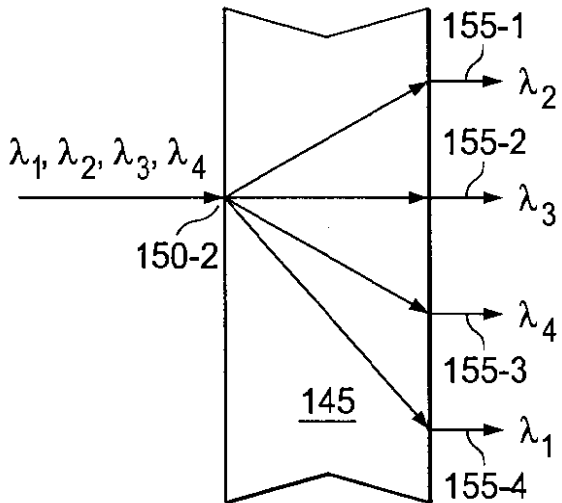
【図 2】



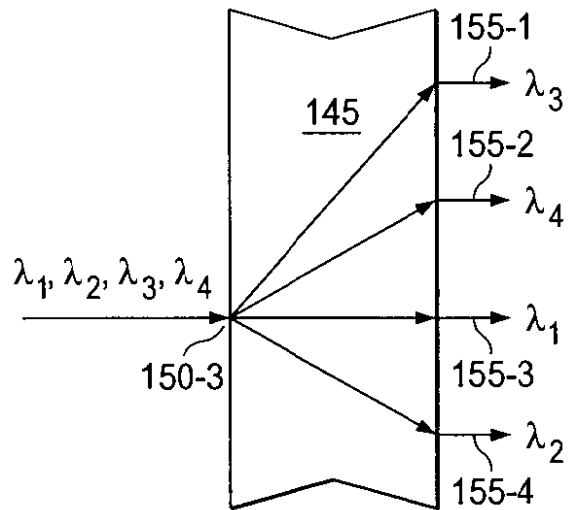
【図 4 A】



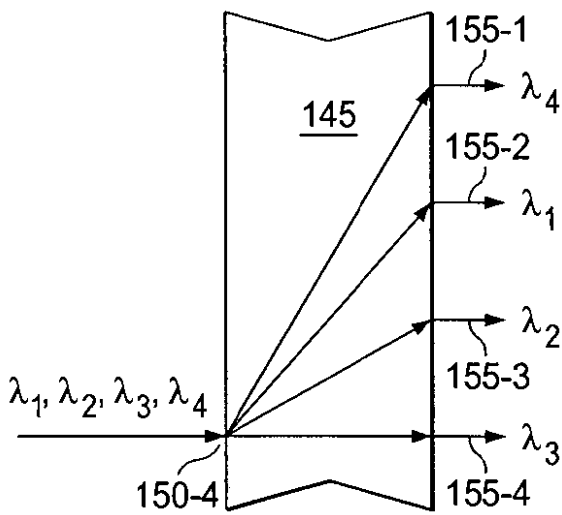
【図 4 B】



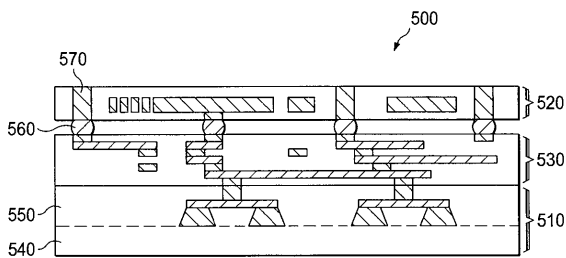
【図 4 C】



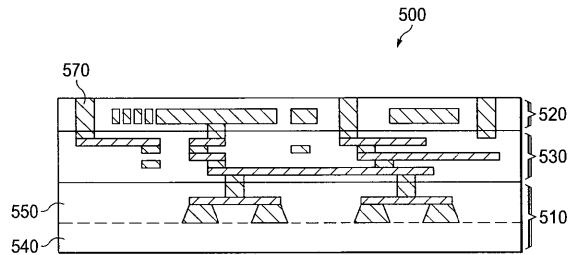
【図 4 D】



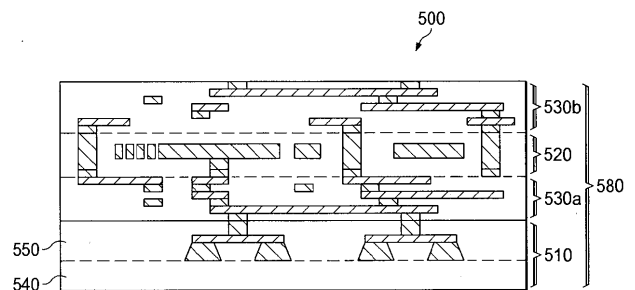
【図 5 A】



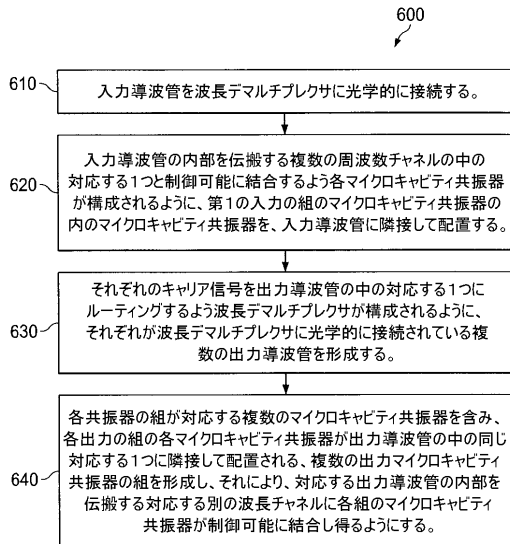
【図 5 B】



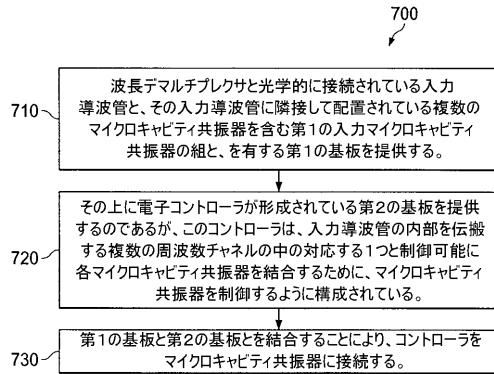
【図 5 C】



【図 6】



【図 7】





## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2013/047455

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H04J14/02

ADD. H04Q11/00

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)

H04Q

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)

EPO-Internal, INSPEC, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 195 187 B1 (SOREF RICHARD A [US] ET AL) 27 February 2001 (2001-02-27) column 1, line 12 - column 2, line 27 column 3, line 63 - column 5, line 46; figures 2,3,4	1-10
X	US 6 115 517 A (SHIRAGAKI TATSUYA [JP] ET AL) 5 September 2000 (2000-09-05) column 1, line 8 - line 10 column 2, line 43 - column 5, line 21 column 7, line 18 - column 10, line 61; figures 2-4	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 October 2013

Date of mailing of the international search report

16/10/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Roldán Andrade, J

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2013/047455

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	US 2012/251042 A1 (JULIEN MARTIN [CA] ET AL) 4 October 2012 (2012-10-04) paragraph [0001] paragraph [0013] - paragraph [0015] paragraph [0038] - paragraph [0050]; figures 1a,1b,2,3,4 paragraph [0053] - paragraph [0055]; figures 6,7 paragraph [0057] - paragraph [0073]; figures 9,10-14 -----	1-10

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/US2013/047455

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6195187	B1	27-02-2001	NONE
-----			
US 6115517	A	05-09-2000	JP 3114801 B2 04-12-2000
			JP H1127707 A 29-01-1999
			US 6115517 A 05-09-2000
-----			
US 2012251042	A1	04-10-2012	US 2012251042 A1 04-10-2012
			WO 2012131648 A1 04-10-2012
-----			

## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
**H 0 4 J 14/02 (2006.01)**

(31)優先権主張番号 13/800,634  
 (32)優先日 平成25年3月13日(2013.3.13)  
 (33)優先権主張国 米国(US)

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

(72)発明者 ベルナスコーニ, ピエトロ  
 アメリカ合衆国 0 7 7 4 7 ニュージャージー, アバディーン, アイヴィーヒル ドライヴ 3  
 6

(72)発明者 ドン, ボ  
 アメリカ合衆国 0 7 7 3 3 - 1 6 6 1 ニュージャージー, ホルムデル, ホルムデル - キーポ  
 ト ロード 7 9 1

(72)発明者 ニールソン, デヴィッド, ティ - .  
 アメリカ合衆国 0 7 7 3 3 - 1 6 6 1 ニュージャージー, ホルムデル, ホルムデル - キーポ  
 ト ロード 7 9 1

(72)発明者 チェン, ヤン - カイ  
 アメリカ合衆国 0 7 9 7 4 - 0 6 3 6 ニュージャージー, マレイ ヒル, マウンテン アヴェ  
 ニュー 6 0 0 - 7 0 0

F ターム(参考) 2H147 AB02 AB15 AB17 AB31 BD03 BE04 BE15 CA11 CA17 DA08  
 DA09 DA10 EA10D EA12A EA12C EA13A EA13C EA14B EA15C EA16A  
 EA16B EA25B FC08 FD15 GA10  
 2K102 AA17 AA21 AA28 BA02 BA08 BA16 BB01 BB04 BC04 BC05  
 BC10 BD02 DA04 DB01 DC07 DC08 DD03 EA21 EB16 EB22  
 5K102 AA36 AD01 NA00 PD17 PH45 RB11 RB14