

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4348595号
(P4348595)

(45) 発行日 平成21年10月21日(2009.10.21)

(24) 登録日 平成21年7月31日(2009.7.31)

(51) Int.Cl.		F I			
GO2F	1/01	(2006.01)	GO2F	1/01	C
GO2B	6/12	(2006.01)	GO2B	6/12	H
GO2B	6/13	(2006.01)	GO2B	6/12	M

請求項の数 9 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2002-194005 (P2002-194005)	(73) 特許権者	000002945
(22) 出願日	平成14年7月2日(2002.7.2)		オムロン株式会社
(65) 公開番号	特開2004-37783 (P2004-37783A)		京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
(43) 公開日	平成16年2月5日(2004.2.5)		801番地
審査請求日	平成17年6月8日(2005.6.8)	(74) 代理人	100094019
			弁理士 中野 雅房
		(72) 発明者	古村 由幸
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町801番地 オムロン株式会社内
		(72) 発明者	速水 一行
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町801番地 オムロン株式会社内
		(72) 発明者	寺川 裕佳里
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町801番地 オムロン株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光導波路装置、光導波路装置の製造方法及び光通信用機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光を透過伝搬させるコア及び当該コアの外周面全体を囲むクラッドを備えた光導波路と

、
前記光導波路を構成するクラッドの上面に一体に重ね合わされ、前記光導波路の前記コア内を伝搬する光の導光に影響を与える素子を備えた導光制御部とからなり、

前記導光制御部は、

基板と、

基板の上面に形成された第一の導電層と、

基板の下面に形成された第二の導電層とを備え、

前記第一の導電層と前記第二の導電層とは導通しており、

前記第二の導電層が前記素子である

ことを特徴とする光導波路装置。

【請求項2】

前記基板には表面から裏面に貫通する貫通孔が形成されており、前記第一の導電層と前記第二の導電層とが、貫通孔の内部で導通していることを特徴とする請求項1に記載の光導波路装置。

【請求項3】

光を透過伝搬させるコア及び当該コアの外周面全体を囲むクラッドを備えた光導波路と

、

前記光導波路を構成するクラッドの上面に一体に重ね合わされ、前記光導波路の前記コア内を伝搬する光の導光に影響を与える素子を備えた導光制御部とからなる光導波路装置の製造方法において、

基板の上面から下面に貫通する貫通孔を形成し、前記基板の上面、下面、及び貫通孔の内面に第一の金属薄膜を形成し、前記基板の上面に形成した前記第一の金属薄膜の上面に第二の金属薄膜を形成し、前記基板の下面に形成した前記第一の金属薄膜から前記素子を形成することによって前記導光制御部を作製し、

前記光導波路又は前記光導波路の一部を作製した後、

接着剤又は前記クラッドの一部を成形するための未硬化の樹脂を用いて前記光導波路又は前記光導波路の一部の上面に前記導光制御部を接着することを特徴とする光導波路装置の製造方法。

10

【請求項 4】

前記クラッドは、上部クラッド層と下部クラッド層からなり、

前記下部クラッド層に前記コアを埋め込んで前記光導波路の一部を製作した後、

前記下部クラッド層及び前記コアの上面に未硬化の樹脂を滴下し、

前記樹脂によって前記光導波路と前記導光制御部とを貼り合わせ、

前記樹脂を硬化させて前記上部クラッド層を形成することを特徴とする、請求項 3 に記載の光導波路装置の製造方法。

【請求項 5】

光を透過伝搬させるコア及び当該コアの外周面全体を囲むクラッドを備えた光導波路と

20

前記光導波路を構成するクラッドの上面に一体に重ね合わされ、前記光導波路の前記コア内を伝搬する光の導光に影響を与える素子を備えた導光制御部とからなる光導波路装置の製造方法において、

基板の上面から下面に貫通する貫通孔を形成し、前記基板の上面、下面、及び貫通孔の内面に第一の金属薄膜を形成し、前記基板の上面に形成した前記第一の金属薄膜の上面に第二の金属薄膜を形成し、前記基板の下面に形成した前記第一の金属薄膜から前記素子を形成することによって前記導光制御部を作製した後、

前記導光制御部の表面に前記光導波路を形成することを特徴とする光導波路装置の製造方法。

30

【請求項 6】

前記光導波路は、前記導光制御部の前記素子が形成された面に未硬化の樹脂を滴下し、表面に前記コアを形成するための溝を備えた前記クラッドを形成し、前記溝に樹脂を注入し硬化させて前記コアを形成することを特徴とする請求項 5 に記載の光導波路装置の製造方法。

【請求項 7】

前記基板の上面の前記第一の金属薄膜の上面に前記第二の金属薄膜を形成し、前記第二の金属薄膜の一部と前記第二の金属薄膜の下面に形成された前記第一の金属薄膜の一部を除去して電極とワイヤボンダッドを形成することを特徴とする請求項 3 または 5 に記載の光導波路装置の製造方法。

40

【請求項 8】

前記導光制御部表面の前記光導波路と接合する面に、前記コアと前記素子との距離を一定に保つためのスペーサーを備えたことを特徴とする、請求項 3 または 5 に記載の光導波路装置の製造方法。

【請求項 9】

請求項 1 に記載した光導波路装置及び請求項 3 の光導波路装置の製造方法によって製造された光導波路装置を備えた光通信機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

50

本発明は、光導波路装置、光導波路装置の製造方法、及び光通信用機器に関し、特に熱光学効果や電気光学効果を利用してコアの屈折率を変化させ、変調やスイッチングを行う光導波路装置に関する。

【0002】

【背景技術】

高速で大容量のデータ通信が行える光通信では、伝送網として主に光ファイバケーブルが用いられている。また、光ファイバケーブルの接続点では、その目的に合わせて、光導波路にスイッチングや変調などの機能を付加した光導波路装置が用いられている。

【0003】

図1は、従来から用いられている光導波路装置1(1×8光スイッチ)の概略斜視図である。図1に示す光導波路装置1は、基板2と、下部クラッド層3、下部クラッド層3の内部に形成されたコア5a,5b,5c,5d,5e,5f,5g,5h,5i,5j,5k,5l,5m,5n,5o、コア5a~5oを覆う上部クラッド層4、コアの分岐部分上方に設けられたヒーター8a,8b等から構成されている。コア5a~5oと下部クラッド層3および上部クラッド層4はいずれも比較的屈折率の高い樹脂等である。また、コア5a~5oは上部クラッド層4や下部クラッド層3よりも屈折率の高い物質である。

10

【0004】

図1に示す光導波路装置1は、コア端面6aを光ファイバケーブルや投光素子等に接続し、またコア端面6b~6iを光ファイバケーブルや受光素子に接続して使用する。コア端面6aから入射した光はコア5aの内部を伝搬し、3箇所に分岐部分を経由して、選択された1又は複数のコア端面6b~6iから出射される。

20

【0005】

この光導波路装置1では、コアの分岐部分で光の進行方向を選択することができるが、その仕組みを簡単に説明する。図2は、図1の光導波路装置1の一部を拡大した平面図である。コア端面6aから入射した光は、コア5aの内部を伝搬して、コア5bとコア5cとの分岐部分に到達する。図1のA-A'断面図である図3に示すように、コア5b,5cの上方の上部クラッド層4の表面には、ヒーター8a,8bが設置されており、ヒーター8aを加熱すればコア5bが加熱され、また、ヒーター8bを加熱すればコア5cが加熱されるようになっている。

30

【0006】

ヒーター8bによってコア5cを加熱すると、コア5cの実効屈折率が低くなる。コア5aを伝搬してきた光は、実効屈折率の高い方に伝搬されるので、ヒーター8bを加熱するとコア5cには光が伝搬されず、コア5bにのみ光が伝搬されるようになる。また、いずれのヒーター8a,8bも加熱しなければ、両方のコア5b,5cに光を伝搬させることができる。このように、コアの屈折率は温度によって変化するために、ヒーターをON/OFFしてヒーター直下のコアの屈折率を変化させれば、コア内での光の伝搬を制御することができる。

【0007】

コア5b内を伝搬した光は、さらにコア5d,5eの分岐部に到達するが、ここでもいずれか一方のヒーター8a,8bを加熱することによって、いずれか一方のコア5d又は5eにのみ光を伝搬させることができる。また、いずれのヒーター8a,8bも加熱しなければ、両方のコア5d,5eに光を伝搬させることができる。

40

【0008】

上記のような、スイッチング作用を有する光導波路装置は、1つのデータ発信源から多数の端末に向けてデータを送信する場合や、使用する光ファイバケーブルを切り替えて、通常使用しているケーブルの保守点検を行う場合など、様々な状況で利用でき、今後さらなる利用が見込まれている。

【0009】

しかしながら従来の光導波路装置は以下のような問題を有している。図1及び図2に示すような光導波路装置1を製造するには、まず、基板2上に下部クラッド層3とコア5a

50

～5c、及び、上部クラッド層4からなる光導波路を形成しておき、上部クラッド層4上に金属薄膜を蒸着して、ヒーター8a, 8bとなる部分をマスクし、エッチングしてヒーター8a, 8bを形成していた。また、各ヒーター8a, 8bと電源とを接続する一対のワイヤボンダッド9a, 9bや、ヒーター8a, 8bとワイヤボンダッド9a, 9bを接続する配線も上部クラッド層4上に蒸着とエッチングによって形成していた。

【0010】

上述のような光導波路装置の製造方法によっては、蒸着された金属薄膜をエッチングする際、図4に示すように上部クラッド層4や下部クラッド層3までがエッチングされてしまったり、蒸着時の熱やエッチング用の薬剤による影響で上部クラッド層4やコア5b, 5cが変質し、光導波路装置1の性能にバラツキが生じるという問題があった。また、蒸着に伴う熱やエッチングで使用する薬剤による制約をクリアするためには多数の製造工程を余計に要することになり、製造にかかる時間やコストが増大してしまう問題もあった。

10

【0011】

また、従来の光導波路装置においては、上部クラッド層4の表面にヒーター8a, 8bを形成しているのので、上記のようにヒーター8a, 8bを蒸着させる際の加熱温度などが高いとコア5b, 5cが変質する恐れがあり、そのためヒーター8a, 8bを形成する工程に制約が生じる。そのため、ヒーター8a, 8bが上部クラッド層4から剥がれ易くなるという問題があった。さらに、ヒーター8a, 8bは上部クラッド層4の表面に蒸着しただけであるために、図4に示すように、湿気や使用時に発生する熱によってヒーター8aが剥離してしまう問題もあった。

20

【0012】

また、狭い領域にコアやヒーターが密集していると、図2に示すように各ヒーター8a, 8bとワイヤボンダッド9a～9dとを接続する配線がコア5b～5gの上方を横断することになる。コアと配線とが近くにあれば、配線で発生する熱や、配線を通る電流による電界・磁界の変化が、コア5b～5g内を伝搬する光に予期せぬ影響を与えてしまう。したがって、配線とコアとを十分に離して、配線で発生する熱や、電界・磁界の変化がコアに及ばないようにしなければならないが、ヒーターによって特定のコアのみを十分に、かつ、効率よく加熱するためには、上部クラッド層を薄くしてヒーターとコアとの距離を近づけなければならないが、上述のようにヒーターと配線及び電極を同一面上に形成する従来の光導波路装置の製造方法では、ヒーターとコアとを近づけ、かつ、ヒーターの配線や電極とコアとを離すことは不可能であった。

30

【0013】

【発明の開示】

本発明は上述の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、コアやクラッド層に悪影響を及ぼすことなく素子を形成することができ、また、素子を構成する金属薄膜が剥離しにくい光導波路装置を提供することにある。

【0014】

また、本発明のさらに別な目的は、製造工程においてコアが変質する恐れが無く、熱や薬品による制約を受けることがない、大量生産に適した光導波路装置の製造方法を提供することにある。

40

【0015】

請求項1に記載の光導波路装置は、光を透過伝搬させるコア及び当該コアの外周面全体を囲むクラッドを備えた光導波路と、前記光導波路を構成するクラッドの上面に一体に重ね合わされ、前記光導波路の前記コア内を伝搬する光の導光に影響を与える素子を備えた導光制御部とからなり、前記導光制御部は、基板と、基板の上面に形成された第一の導電層と、基板の下面に形成された第二の導電層とを備え、前記第一の導電層と前記第二の導電層とは導通しており、前記第二の導電層が前記素子であることを特徴としている。

【0016】

請求項1に記載の光導波路装置は、コアとクラッドを備えた光導波路と、熱光学効果や電気光学効果、磁気光学効果等を利用してコア内を伝搬する光に光学的な影響を与える素

50

子を備えた導光制御部とを別々に形成し、一体化させたものである。コア内を伝搬する光に影響を与える素子とは、例えばヒーターや電圧印加用の導電層等である。また、コア内を伝搬する光に与える光学的な影響とは、例えばヒーターでコアを加熱してコアの屈折率を変化させ、光の伝搬方向を変化させることや、電圧を印加してコア内を伝搬する光に変調など光学的な影響を与えることである。すなわち、導光制御部は、導電層（素子、電極）と基板とが一体化し、電極に電圧を印加することで、素子付近にある光を熱光学効果や電気光学効果、磁気光学効果等を利用し、コア内を透過する光の導光を制御するものである。

【0017】

個別に作製された前記光導波路と前記導光制御部を接着剤で接着すれば、コアの上面に素子を形成する場合のようにコア形成後にコアが加熱されたり、コアに薬品がかかる恐れがなく、コアが変質する恐れがない。また、前記素子を形成する際にコアの変質を考慮して前記素子を形成する際の加熱温度等に制約を設ける必要がないので、剥離しにくい素子を形成することができる。また、接着剤をコアの上部クラッド層にすれば経済的であり、製造工程を簡略化することができる。

【0018】

また、請求項1に記載の光導波路装置にあっては、導光制御部が、基板と基板の上面に形成された第一の導電層と、基板の下面に形成された第二の導電層とを備え、第一の導電層と第二の導電層とが導通しており、第二の導電層が素子となっているので、導光制御部が、基板の表面と裏面との二層構造になっている。前記第二の導電層を前記素子にしたときに、前記第一の導電層を前記素子を導通させるための電極にすれば、前記コアと前記素子とを近接させた場合でも、前記コアと前記素子の電極を離すことができる。したがって、前記素子の電極によって生じる熱や電界や磁界の変化がコアを伝搬する光にまで及びにくくすることができる。

【0019】

請求項2に記載の光導波路装置は、請求項1における前記基板に表面から裏面に貫通する貫通孔が形成されており、前記第一の導電層と前記第二の導電層とが、貫通孔の内部で導通していることを特徴としている。

【0020】

請求項2に記載の光導波路装置にあっては、前記素子が形成されている面内に素子の配線を設けずに、配線を基板の厚み方向で行うために、配線で生じる熱や、配線で生じる電界や磁界の変化による影響を、コアやコア内を伝搬する光にまで及びにくくすることができる。

【0021】

請求項3に記載の光導波路装置の製造方法は、光を透過伝搬させるコア及び当該コアの外周面全体を囲むクラッドを備えた光導波路と、前記光導波路を構成するクラッドの上面に一体に重ね合わされ、前記光導波路の前記コア内を伝搬する光の導光に影響を与える素子を備えた導光制御部とからなる光導波路装置の製造方法において、基板の上面から下面に貫通する貫通孔を形成し、前記基板の上面、下面、及び貫通孔の内面に第一の金属薄膜を形成し、前記基板の上面に形成した前記第一の金属薄膜の上面に第二の金属薄膜を形成し、前記基板の下面に形成した前記第一の金属薄膜から前記素子を形成することによって前記導光制御部を作製し、前記光導波路又は前記光導波路の一部を作製した後、接着剤又は前記クラッドの一部を成形するための未硬化の樹脂を用いて前記光導波路又は前記光導波路の一部の上面に前記導光制御部を接着することを特徴としている。

【0022】

請求項3に記載の光導波路装置の製造方法では、前記光導波路又は前記光導波路の一部と前記導光制御部を接着するため、コア形成後に熱や薬品を使用する工程が無く、コアが変質する恐れがない。また、前記素子を形成する際にコアへの悪影響を考慮しなくてよいので、加熱温度等に制約を設ける必要が無く、剥離しにくい素子を形成することができる。

【 0 0 2 3 】

しかも、基板の上面から下面に貫通する貫通孔を形成し、前記基板の上面、下面、及び貫通孔の内面に第一の金属薄膜を形成し、前記基板の上面に形成した前記第一の金属薄膜の上面に第二の金属薄膜を形成し、前記基板の下面に形成した第一の金属薄膜から前記素子を形成することによって前記導光制御部を作製しているため、導光制御部が、基板の表面と裏面との二層構造になり、貫通孔内の第一の金属薄膜によって表裏の第一の金属薄膜が導通している。よって、前記基板の下面に形成した第一の金属薄膜を前記素子にし、前記基板の上面に形成した第一の金属薄膜を前記素子を導通させるための電極にすれば、素子が形成されている面内に素子の配線を設けずに、配線を基板の厚み方向で行うことができる。、前記コアと前記素子とを近接させた場合でも、前記コアと前記素子の電極を離すことができる。したがって、前記素子の電極によって生じる熱や電界や磁界の変化がコアを伝搬する光にまで及びにくくすることができる。

10

【 0 0 2 4 】

請求項4に記載の光導波路装置の製造方法は、請求項3における光導波路装置の製造方法において、前記クラッドは、上部クラッド層と下部クラッド層からなり、前記下部クラッド層に前記コアを埋め込んで前記光導波路の一部を製作した後、前記下部クラッド層及び前記コアの上面に未硬化の樹脂を滴下し、前記樹脂によって前記光導波路と前記導光制御部とを貼り合わせ、前記樹脂を硬化させて前記上部クラッド層を形成することを特徴としている。

20

【 0 0 2 5 】

請求項4に記載の光導波路装置の製造方法によれば、前記光導波路と前記導光制御部とを接着する前記樹脂が硬化すれば上部クラッド層になるため、上部クラッド層の形成と光導波路と導光制御部の貼り合わせを別工程で行うよりも、製造工程を簡略化できる。また、より少ない材料で光導波路装置を作成することができるため経済的である。

【 0 0 2 6 】

請求項5に記載の光導波路装置の製造方法は、光を透過伝搬させるコア及び当該コアの外周面全体を囲むクラッドを備えた光導波路と、前記光導波路を構成するクラッドの上面に一体に重ね合わされ、前記光導波路の前記コア内を伝搬する光の導光に影響を与える素子を備えた導光制御部とからなる光導波路装置の製造方法において、

基板の上面から下面に貫通する貫通孔を形成し、前記基板の上面、下面、及び貫通孔の内面に第一の金属薄膜を形成し、前記基板の上面に形成した前記第一の金属薄膜の上面に第二の金属薄膜を形成し、前記基板の下面に形成した前記第一の金属薄膜から前記素子を形成することによって前記導光制御部を作製した後、前記導光制御部の表面に前記光導波路を形成することを特徴としている。

30

【 0 0 2 7 】

請求項5に記載の光導波路装置の製造方法によれば、導光制御部の表面に前記光導波路を形成するため、コアやクラッド層を形成した後に熱を加えたり薬品を使用する工程が無く、コアが変質する恐れがない。なお、前記導光制御部の表面に前記素子が形成されている場合には、該素子が形成されている面上に光導波路を形成すれば、前記素子と前記コアとを近接させられるため、より効果的に前記コア内を伝搬する光に影響を与えることが可能になる。

40

【 0 0 2 8 】

しかも、基板の上面から下面に貫通する貫通孔を形成し、前記基板の上面、下面、及び貫通孔の内面に第一の金属薄膜を形成し、前記基板の上面に形成した前記第一の金属薄膜の上面に第二の金属薄膜を形成し、前記基板の下面に形成した第一の金属薄膜から前記素子を形成することによって前記導光制御部を作製しているため、導光制御部が、基板の表面と裏面との二層構造になり、貫通孔内の第一の金属薄膜によって表裏の第一の金属薄膜が導通している。よって、前記基板の下面に形成した第一の金属薄膜を前記素子にし、前記基板の上面に形成した第一の金属薄膜を前記素子を導通させるための電極にすれば、素子が形成されている面内に素子の配線を設けずに、配線を基板の厚み方向で行うことがで

50

き、前記コアと前記素子とを近接させた場合でも、前記コアと前記素子の電極を離すことができる。したがって、前記素子の電極によって生じる熱や電界や磁界の変化がコアを伝搬する光にまで及びにくくすることができる。

【0029】

請求項6に記載の光導波路装置の製造方法は、請求項5の前記光導波路において、前記導光制御部の前記素子が形成された面に未硬化の樹脂を滴下し、表面に前記コアを形成するための溝を備えた前記クラッドを形成し、前記溝に樹脂を注入し硬化させて前記コアを形成することを特徴としている。

【0030】

前記コアを形成するための溝を備えたクラッドは、コアの反転パターンを有するスタンパ(型)を前記未硬化の樹脂に押圧し、該樹脂を硬化させることによって形成しても良い。また、前記コアを形成するための溝を備えたクラッドを、複製法や射出成型、注型などで成型しておき、前記樹脂によって導光制御部に接着し、その後コアを形成するようにしても良い。

【0031】

請求項7に記載の光導波路装置の製造方法は、請求項3または5に記載の前記導光制御部において、前記第二の金属薄膜の一部と前記第二の金属薄膜の下面に形成された前記第一の金属薄膜の一部を除去して電極とワイヤボンダッドを形成することを特徴としている。

【0032】

請求項7に記載の光導波路装置の製造方法によれば、前記素子に通電させるための電極とワイヤボンダッドとを製造することができる。請求項3乃至7に記載の光導波路装置の製造方法では、光導波路装置と導光制御部を大面積の親基板を用いて複数形成しておき、最後にダイシングブレードで切断して個々の光導波路装置を作製することができるため、大量生産に適している。

【0033】

請求項8に記載の光導波路装置の製造方法は、請求項3または5に記載の前記導光制御部表面の前記光導波路と接合する面に、前記コアと前記素子との距離を保持するためのスペーサーを備えたことを特徴としている。

【0034】

前記コアと前記素子との距離が変化すると、素子がコアやコア内を伝搬する光に与える影響が変化する。したがって導波路装置毎の性能のバラツキをなくすためには、コアと素子との間隔を一定にする必要がある。請求項4に記載の光導波路装置では、前記光導波路と前記導光制御部との間に、一定の高さ(厚さ)を有するスペーサーを挟むことによって、前記コアと前記素子との距離を一定にすることができる。また、スペーサーの厚みを変化させることによって変調効果など光に与える効果の異なる光導波路装置にすることもできる。

【0035】

請求項9に記載の光通信機器は、請求項1に記載した光導波路装置及び請求項3に記載の光導波路装置の製造方法によって製造された光導波路装置を備えたことを特徴としている。前記光導波路装置は、コアの端面を光ファイバや投光素子、受光素子に光学的に接続して使用する。

【0036】

なお、この発明の以上説明した構成要素は、可能な限り組み合わせることができる。

【0037】

【発明の実施の形態】

(第1の実施形態)

図5は、本発明の一実施形態による光導波路装置10a(光減衰器)の概略斜視図である。また、図6は、図5の光導波路装置10aから上部クラッド層14を除いた概略分解斜視図である。本発明の光導波路装置10aは、ガラス基板11と、下部クラッド層12

10

20

30

40

50

、下部クラッド層 1 2 の内部に形成されたコア 1 3 a ~ 1 3 e からなる光導波路 2 3 と、コア 1 3 b, 1 3 c 内を伝搬する光を変調する機能を有する導光制御部 2 4 とから構成されている。導光制御部 2 4 は、ガラス板 1 5、電極 1 7 a, 1 7 b, 1 7 c, 1 7 d (第一、第二の導電層)、ワイヤボンダット 1 8 a, 1 8 b, 1 8 c, 1 8 d、及び、ガラス板 1 5 の下面に形成された素子 (ヒーター) 1 9 a, 1 9 b で構成されている。光導波路 2 3 と導光制御部 2 4 は上部クラッド層 1 4 で接着されている。ワイヤボンダット 1 8 a ~ 1 8 d は外部の電源に接続する。

【 0 0 3 8 】

本発明の光導波路装置 1 0 a のコア 1 3 a ~ 1 3 d は、光入射端では一本のコア 1 3 a であるが、途中で 2 本のコア 1 3 b, 1 3 c に分岐し、さらに合流して一本のコア 1 3 d 10 になっている。素子 1 9 a, 1 9 b は、コア 1 3 b, 1 3 c 上方の上部クラッド層 1 4 の表面に設置され、図 6 に二点差線で示すように、素子 1 9 a でコア 1 3 b を加熱し、素子 1 9 b でコア 1 3 c を加熱することができる。図 7 は、図 6 に示す導光制御部 2 4 を裏返しにしたときの概略斜視図である。

【 0 0 3 9 】

素子 1 9 a 又は 1 9 b の一方に通電して一方のコア 1 3 b 又はコア 1 3 c を加熱すると、加熱されたコア 1 3 b 又はコア 1 3 c の屈折率が小さくなってそのコア 1 3 b 又はコア 1 3 c 内を通過する光の光路長が変化するので、コア 1 3 b を通過した光とコア 1 3 c を通過した光の位相が変化する。しかして、2 本の分岐コアの合流部では、位相の異なる 2 20 つの光が干渉し、その位相差に応じてコア 1 3 e から出力される光のパワーが変化する。よって、素子 1 9 a 又は素子 1 9 b に通電する電流値を制御して素子 1 9 a 又は素子 1 9 b の発熱量を変化させることにより、出力される光の減衰量をコントロールすることができる。特に、モニター用のコア 1 3 d に対向させてモニター用の受光素子を設置しておき、この受光素子で受光量をモニターしながら素子 1 9 a 及び 1 9 b に通電させる電流量をフィードバック制御することにより、コア 1 3 e に出力される光のパワーが一定になるようにオートパワーコントロールを行わせることができる。

【 0 0 4 0 】

コア 1 3 d と隣り合うように形成されたコア 1 3 e は、コア 1 3 d を伝搬する光を出射するために設けられたコアである。コア 1 3 d とコア 1 3 e との最近接部では、コア 1 3 d とコア 1 3 e とが、波長の数倍程度の間隔で平行に形成されている。この程度に近接した 30 コア間では、コア 1 3 d を伝搬する光のパワーをコア 1 3 e に移行させることができ、また、平行な部分を適度な長さにするによっては、移行する光の割合を調整することができる。本実施形態の光導波路装置では、分岐コアの合流部から出てきた光のうち、9 5 % の光をコア 1 3 e に移行し、残りの 5 % の光をコア 1 3 d の光出射端から出射させる。コア 1 3 e は光ファイバや受光素子に接続するため、コア 1 3 e から出射される光を直接調べることはできないが、コア 1 3 d から出射された光をモニターすることによって、間接的にコア 1 3 e から出射される光の強度を見ることができる。

【 0 0 4 1 】

次に、本発明の光導波路装置の製造方法を図 8 から図 1 3 を用いて説明する。まず、導光制御部 2 4 の製造方法であるが、図 8 に示す斜視図、図 9 (a) に示す図 8 の B - B ' 40 線断面図で示すように、ガラス板 1 5 に表面から裏面に貫通する貫通孔 1 6 a, 1 6 b を形成する。後に形成する素子 1 9 a, 1 9 b と電極 1 7 a ~ 1 7 d は貫通孔 1 6 a, 1 6 b の内部で導通させるため、対応する電極が識別しやすくなるように貫通孔 1 6 a の直径は、貫通孔 1 6 b の直径に対して大きくなっている。貫通孔 1 6 a と貫通孔 1 6 b の間隔は、各素子の長さに合わせて設計し、また、隣り合う貫通孔 1 6 a どうし (貫通孔 1 6 b どうし) の間隔は、隣り合うコアどうしの間隔に合わせて設計しておく。

【 0 0 4 2 】

次に、図 9 (b) に示すように、ガラス板 1 5 の上面、下面、及び、貫通孔 1 6 a (貫通孔 1 6 b も同じ。) の内面に、ガラス板 1 5 との密着性がよく、抵抗率が高いチタン (Ti) を蒸着またはスパッタリングして、導電膜 1 7 q (第一の金属薄膜) を形成する。 50

次に図9(c)に示すように、ガラス板15の上面の導電膜17qの表面にアルミニウム(A1)を蒸着し、ワイヤボンダッド部18q(第二の金属薄膜)を形成する。次に、図9(d)に示すようにガラス板15の裏面の導電膜17qの一部をマスク26で覆い、エッチングでマスク26で覆われていない部分を除去し、素子19a, 19bを形成する。

【0043】

この後、ガラス板15上の導電膜17qから電極17a~17dを、またワイヤボンダッド部18qからワイヤボンダッド18a~18dを形成すれば導光制御部24が完成するが、製造工程の簡略化のために電極17a~17dとワイヤボンダッド18a~18dは後の工程で形成する。しかしながら、この後の説明では、上記工程で形成されたものを導光制御部24という。

10

【0044】

光導波路23は、図10(a)(b)(c)に示すように、ガラス基板11に比較的屈折率の高い紫外線硬化樹脂12aを塗布し、スタンプ21で押圧してコア溝22を形成し、紫外線を照射し硬化させて下部クラッド層12を形成する。コア溝22には、図10(d)に示す下部クラッド層12よりも屈折率の高い樹脂を滴下して、押圧して表面を平らにし、硬化させてコア13a~13eを形成する。

【0045】

次に、図11(a)に示すように、コア13a~13eの上面に上部クラッド層14となる未硬化の樹脂14aを滴下して、スピナーで樹脂14aを下部クラッド層12全体に拡げ、図11(b)に示すように、光導波路23と導光制御部24を接着する。

20

【0046】

次に、図11(c)に示すように、コア13bとコア13cの中間部上方に位置するワイヤボンダッド部18q、導電膜17q、およびガラス板15の一部をダイシングブレードで削り取って、電極分離溝20aを形成する。

【0047】

次に、図12に破線で示す部分のワイヤボンダッド部18q、導電膜17q、及びガラス板15の一部をダイシングブレードで削り取って電極分離溝20bを形成し、さらに、貫通孔16a, 16bの中心を通るように図13の破線に沿って切断すれば、電極17a~17dと、ワイヤボンダッド18a~18dが形成されて、図5に示す光導波路装置10aが完成する。なお、図においては、コア全体(本実施形態では13a~13e)を符号13で表すことがある。

30

【0048】

本発明の光導波路装置10aの製造方法によれば、個別に製造した光導波路23と導光制御部24とを接着剤(上部クラッド層)で接着してコア13b, 13c上に素子19a, 19bを設置するために、コア13a~13eや上部クラッド層14に熱を加えたり薬剤がかかるような工程が無く、コア13a~13eや上部クラッド層14が変質する恐れがない。また、素子19a, 19bはコア13a~13eや下部クラッド層12、上部クラッド層14とは分離した工程で作製しているため、素子19a, 19bの製造工程でコア13a~13e等がダメージを受ける恐れがなく、その分素子19a, 19bの作製工程における加熱温度等の制約が少なくなり、素子19a, 19bの剥離が起りにくくなる。さらに、素子19a, 19bは上部クラッド層14とガラス板15とで挟まれて保護されているために、剥がれたり傷がつく恐れがない。

40

【0049】

また、本発明の光導波路装置10aは、素子19a, 19bと電極17a~17dとがガラス板15の内部で導通しており、素子19a, 19bが形成されている面内に素子19a, 19bの配線が無い場合、素子の配線で生じる熱や電界・磁界の変化による影響がコア13a~13e内部を伝搬する光に及ぶおそれが少ない。

【0050】

また、本発明の光導波路装置10aは、電極17a~17d及びワイヤボンダッド1

50

8 a ~ 1 8 d と素子 1 9 a , 1 9 b とがガラス板 1 5 の対向する面に形成されているために、ガラス板 1 5 の厚みを厚くすることによって、電極 1 7 a ~ 1 7 d 及びワイヤボンダッド 1 8 a ~ 1 8 d とコア 1 3 a ~ 1 3 e との距離を十分に離すことができる。したがって、上部クラッド層 1 4 の厚みを薄くしてコア 1 3 a ~ 1 3 e と素子 1 9 a , 1 9 b とを近距離で設置しても、ワイヤボンダッド 1 8 a ~ 1 8 d や電極 1 7 a ~ 1 7 d で生じる熱や電界・磁界の変化による影響を、コア 1 3 a ~ 1 3 e 内を伝搬する光に与えることがない。また、上部クラッド層 1 4 を薄くすれば、少ない電力で効率よくコア 1 3 b , 1 3 c を加熱することができるため、素子 1 9 a , 1 9 b を消費電力の小さな小型のヒーターにして、光導波路装置 1 0 a の小型化や低コスト化が可能になる。

【 0 0 5 1 】

なお、上述の製造工程で導光制御部 2 4 を形成した後に、導光制御部 2 4 の素子 1 9 a , 1 9 b が形成されている面に上部クラッド層 1 4 となる樹脂を滴下して、図 1 0 を用いて説明した複製法（スタンパ法）によって、上部クラッド層 1 4 の表面にコア溝 2 2、コア 1 3 a ~ 1 3 e を順に形成し、さらに下部クラッド層 1 2 となる樹脂を滴下してガラス基板 1 1 を押圧し、硬化させるようにしても、本発明の光導波路装置 1 0 a と同様の光導波路装置を製造することができる。

【 0 0 5 2 】

（第 2 の実施形態）

図 1 4 は、本発明の別の実施形態による光導波路装置の導光制御部 2 4 の概略斜視図である。図 1 4 に示す導光制御部 2 4 は、第 1 の実施形態で説明し、図 6 に示すようにコアとコアを囲むクラッドを備えた光導波路と組み合わせて使用する。

【 0 0 5 3 】

図 1 4 に示す導光制御部 2 4 は、ガラス板 1 5 , 電極 1 7 a , 1 7 b , 1 7 c , 1 7 d、ワイヤボンダッド 1 8 a , 1 8 b , 1 8 c , 1 8 d、素子（ヒーター）1 9 a , 1 9 b、及びスペーサー 2 2 a , 2 2 b から構成されている。スペーサー 2 2 a , 2 2 b は導光制御部 2 4 の両端にあたる貫通孔 1 6 a , 1 6 b の周辺にのみ形成されている。

【 0 0 5 4 】

次に、本実施形態の導光制御部 2 4 の製造方法を説明する。図 1 5 (a) に示すように、ガラス板 1 5 に表面から裏面へ貫通する貫通孔 1 6 a (1 6 b) を形成し、ガラス板 1 5 の上面、裏面、貫通孔の内面に、まずチタン (Ti) をスパッタリング又は蒸着して、図 1 5 (b) に示す導電膜 1 7 q を形成する。

【 0 0 5 5 】

次に、図 1 5 (c) に示すように、ガラス板の表面と裏面上の導電膜 1 7 q の表面にアルミニウム (Al) を蒸着して、ワイヤボンダッド部 1 8 q、及び、スペーサー部 2 2 c を形成する。

【 0 0 5 6 】

次に、図 1 5 (d) に示すようにスペーサー部 2 2 c の一部にマスクをしてエッチングし、スペーサー 2 2 a , 2 2 b を成形する。さらに、図 1 5 (e) に示すように露出した導電膜 1 7 q の一部にマスクをしてエッチングし、素子 1 9 a , 1 9 b を形成する。

【 0 0 5 7 】

この後、ガラス板 1 5 上の導電膜 1 7 q から電極 1 7 a ~ 1 7 d を、またワイヤボンダッド部 1 8 q からワイヤボンダッド 1 8 a ~ 1 8 d を形成すれば導光制御部 2 4 が完成するが、製造工程の簡略化のために電極 1 7 a ~ 1 7 d とワイヤボンダッド 1 8 a ~ 1 8 d は後の工程で個々に分離する。しかしながら、この後の説明では、上記工程で形成されたものを導光制御部 2 4 ということとする。

【 0 0 5 8 】

次に、図 1 6 (a) に示すように、第 1 の実施形態で説明し、図 1 0 に示す製造方法で製造された光導波路装置 2 3 に上部クラッド層 1 4 となる未硬化の樹脂 1 4 a を滴下して、図 1 6 (b) に示すように導光制御部 2 4 を接着する。

【 0 0 5 9 】

10

20

30

40

50

次に、図16(c)に示すように、コア13bとコア13cの間の上方に位置するワイヤボンダッド部18q、導電膜17q、およびガラス板15の一部をダイシングブレードで除去して、電極分離溝20aを形成する。その後は、第1の実施形態に示した工程と同様の工程を経て、つまり、電極分離溝20bを形成し、個々の光導波路装置のように切断することによって、光導波路装置が完成する。

【0060】

第1の実施形態で示した光導波路装置のように、光導波路23と導光制御部24とを上部クラッド層14となる樹脂で接着して一体化させると、塗布する樹脂の量や樹脂の粘度、接着の際に加える加圧力等によって、上部クラッド層14の厚みがばらついてしまう。上部クラッド層14の厚みにばらつきがあると、素子19a, 19aの電源をONにしたときのコアの加熱温度が各素子毎に異なり、コアの屈折率の変化がばらつくために光導波路装置の性能が安定しない。本実施形態の光導波路装置のようにスペーサーを備えていれば、コアと素子との距離をほぼ一定にすることができ、より性能が安定した光導波路装置になる。

10

【0061】

(第3の実施形態)

図17は、本発明のさらに別の実施形態による光導波路装置10b(1×4光スイッチ)の概略平面図である。また、図18は、図17のC-C'線断面図である。

【0062】

この光導波路装置10bは、ガラス基板11と、下部クラッド層12、コア13a, 13b, 13c, 13d, 13e, 13f, 13g, 13h, 13i、上部クラッド層14、素子(ヒーター)19a, 19b、貫通孔16a, 16bが形成されたガラス板15、電極17a~17p、電極17a~17pの上面に形成されたワイヤボンダッド18a~18pから構成されている。貫通孔16a, 16bはガラス板15の上面から下面に貫通するように形成されており、貫通孔16a, 16bを通してガラス板15の下面の素子19a, 19bと、ガラス板15の上面の電極17b, 17c, 17f, 17g, 17i, 17j, 17k, 17l, 17m, 17n, 17o, 17pが導通している。ワイヤボンダッド18a, 18d, 18e, 18h及び電極17a, 17d, 17e, 17hはダミーであって実際に使われることはない。本実施形態の光導波路装置10bは、第1の実施形態で示した製造方法で製造する。

20

30

【0063】

素子19a, 19bは、コア13b, 13c, 13f, 13g, 13h, 13iの分岐部付近の上方に上部クラッド層14を隔てて設置される。素子19a, 19bに接続する電極17b, 17c, 17f, 17g, 17i, 17j, 17k, 17l, 17m, 17n, 17o, 17pは素子19a, 19bからさらにガラス板15を隔てて設置されている。素子19a, 19bの電源のON/OFF操作によって、入射した光を伝搬するコアを選択することができるため、光出射端である4つのコア端のいずれか1箇所、若しくは複数箇所から光を出射することができる。

【0064】

本発明の光導波路装置10bによれば、上部クラッド層14を薄くして素子19a, 19bとコア13b, 13c, 13f, 13g, 13h, 13iとを近づけても、厚みのあるガラス板15でコア13a~13iと電極17a~17pとを十分に離すことができるので、電極17a~17pやワイヤボンダッド18a~18pで発生する熱や、電界・磁界の変化がコア内を伝搬する光に影響を与えない。また、素子19a, 19bの配線は、素子19a, 19bと同一の面内には設けずに、垂直方向に設けているために、配線で発生する熱や、電界・磁界の変化がコア内を伝搬する光に影響を与えない。したがって、狭い領域にコアとヒーターとが複数設けられた、複数の分岐部分を有する光導波路装置(光スイッチ)にすることができる。

40

【0065】

(第4の実施形態)

50

図19は、本発明のさらに別の実施形態による光導波路装置10c(光変調器)の概略平面図である。また、図20(a)(b)は、図19に示す光導波路装置10cのD-D'線断面図、及び、E-E'線断面図である。本実施形態の光導波路装置10cは、ガラス基板11と下部クラッド層12、コア13a、上部クラッド層14、櫛歯状の素子(櫛歯状電極)19c,19d、貫通孔16a,16b、ガラス板15、電極17a,17b、ワイヤボンダッド18a,18bから構成されている。

【0066】

本実施形態の光導波路装置10cは、第1の実施形態で示したものと同様の製造方法で製造することができ、素子19c,19dは、第1の実施形態で説明し、図9(c)(d)に示す素子19a,19bの製造工程と同じ工程、つまりガラス板15の下面に形成した導電膜17qをエッチングして素子19c,19dを形成すればよい。ワイヤボンダッド18aとワイヤボンダッド18b、また、電極17aと電極17bは、いずれも電極分離溝20aによって分離されている。この光導波路装置10cにあっては、ワイヤボンダッド18a,18bを外部の電源に接続し、電極17a,17bを通して、素子19c,19dに逆位相の交流を流すと、素子19c,19dの間に生じる電界によって、コア13aの屈折率が変化し、コア内を伝搬する光を変調できる。

【0067】

(第5の実施形態)

図21は、本発明のさらに別の実施形態による光導波路装置(光変調器)10dの概略平面図である。また、図22は、図21の光導波路装置10dのF-F'線断面図である。本実施形態の光導波路装置10dは、ガラス基板11と、下部クラッド層12、コア13a、コア13aの下方に成形された下部電極23d、コア13aの上方に形成された上部電極23c、上部クラッド層14、ガラス板15、電極17a,17b、ワイヤボンダッド18a,18bから構成されている。

【0068】

本実施形態の光導波路装置10dは、第1の実施形態で説明したものとほぼ同様の製造工程で製造することができる。ガラス基板11上に金属薄膜の蒸着等によって下部電極23dを形成し、その上に下部クラッド層12、コア13aおよび上部クラッド層14を形成した後、上部クラッド層14及び下部クラッド層12を貫通するような引き出し電極24を形成して引き出し電極24の下面を下部電極23dに電氣的に接続する。なお、ガラス基板11上に、下部電極23dと引き出し電極24を形成した後に、下部クラッド層12等を形成するようにしても良い。その後第1の実施形態で説明した製造方法によって光導波路装置10dを作製する。上部電極23cは、第1の実施形態で説明し、図9(c)(d)に示すように、ガラス板15の下面に形成した導電膜17qをエッチングして形成する。

【0069】

ワイヤボンダッド18a,18bは、外部の電源に接続する。本実施形態の光導波路装置10dは、下部電極23dと上部電極23cが作る電界の変化によってコアの屈折率を変化させ、コアを伝搬する光を変調することができる。

【0070】

(第6の実施形態)

図23は、本発明にかかる光減衰器29、33(例えば図5に示したような光導波路装置)を用いた光合分波を行う装置を示す概略図である。分波器27及び合波器28は、波長の異なる複数の光信号を一本の光ファイバで伝送する波長多重(WDM)方式の光通信システムで用いられる装置である。分波器27は、一本の光ファイバ31によって伝送された光信号を波長毎に分波して、波長毎に異なる光ファイバに出力する装置である。また、合波器28は、複数の光ファイバによって入力された波長の異なる光信号を合波して、一本の光ファイバ32に出力する装置である。なお、光スイッチとして本発明にかかる光導波路装置10eを用いても差し支えない。よって、当該実施形態においては、光スイッチについても、光導波路装置10eと同じ符号を用いる。

【0071】

光導波路装置10e(2×2光スイッチ)は、第3の実施形態に示したようにコア内を伝搬する光の進行方向を切り換えて、選択した特定のコアからのみ光を出射できる光導波路装置である。また、光減衰器(VOA)29,33は、第1の実施形態に示したものである。各光導波路装置10eには、光入射端が2箇所設けられていて、一方は光ファイバ30aによって分波器27に接続されており、分波器27で分波された波長1, 2, ..., Nの光が入力されるようになっている。他方は分波器27に接続されていない光ファイバ30bによって伝送された光信号の入射端である。光ファイバ30bは分波器27以外の他の分波器に接続されていてもよい。

【0072】

また、光導波路装置10eには、光出射端が2箇所設けられていて、一方の光出射端は光ファイバ30cによって光減衰器(VOA)29を介して合波器28に接続されており、他方の光出射端は分波器27に接続されていない光ファイバ30dに接続されている。光ファイバ30dは合波器28以外の他の合波器に接続されていてもよい。

【0073】

しかして、この光合波分波器を用いた光通信システムにおいては、光ファイバ31及び光ファイバ32は例えば都市内ネットワークや都市間ネットワークにおける中継系ネットワーク回線を構成しており、波長多重信号を伝送している。いま、すべての光スイッチ10eが合波器28側に接続しているとすると、光ファイバ31からなる中継系ネットワーク回線を伝送されてきた波長多重信号は、分波器27により各波長1, 2, ..., Nの信号に分波された後、各光スイッチ10eを合波器側へ通過し、光減衰器29によって各波長の信号のパワーを均一に揃えられた後、各波長1, 2, ..., Nの信号は再び合波器28で合波され、さらに光減衰器33により波長多重信号全体のパワーが規定値となるように調整されて光ファイバ32からなる中継系ネットワーク回線へ送り出される。

【0074】

これに対し、例えば波長1に対応する光スイッチ10eが合波器側と異なる側へ切り換えられると、分波器27で分波された信号のうち波長1の信号だけが光ファイバ30dからなるアクセスネットワーク回線へ取り出される。また、光ファイバ30bからなるアクセスネットワーク回線から波長1の信号が送り込まれていると、この他線からの波長1の信号は光スイッチ10eによって合波器28へ送られ、光ファイバ31から送られてきた波長多重信号に重畳させて光ファイバ32からなる中継系ネットワーク回線へ送り出される。

【0075】

図24は、本発明にかかる光減衰器(例えば、図5に示したような光導波路装置)を用いた光波長多重伝送装置を示す概略図である。この光波長多重伝送装置は、送信部(DWDM伝送装置)36と受信部(DWDM伝送装置)37とを光ファイバ38で結んだものである。これは複数本の光ファイバ39から送られてきた各波長1, 2, ...の光信号を送信部36で波長多重信号に変換し、これを1本の光ファイバ38によって受信部37へ伝送し、受信部37において元の各波長1, 2, ...の光信号を復元し、各波長1, 2, ...の信号を各光ファイバ40に分けて送り出すものである。

【0076】

送信部36は、光/電気変換器41、電気合波器(MUX)42、DWDM用電気/光変換器43、光減衰器(VOA)44及び光合波器45からなる。ここで、光減衰器44は本発明の光導波路装置によって構成されている。しかして、複数本の光ファイバ39から送られてきた波長1, 2, ...の光信号は、光/電気変換器41により各波長1, 2, ...の電気信号に変換される。変換された各波長1, 2, ...の電気信号は、電気合波器42によって各波長域毎に合波され、信号数を減少させられる。ついで、各DWDM用電気/光変換器43により、電気合波器42から出力される各波長域の電気信号を光信号に変換する。このDWDM用電気/光変換器43は、半導体レーザー素子46と光変調器47とからなり、電気合波器42から出力された電気信号により半導体レーザー素子

10

20

30

40

50

46を駆動し、さらに光変調器47で変調した光信号を出力する。DWDM用電気/光変換器43から出力された光信号は、光減衰器44によって各光信号のパワーを規定値に揃えた後、光合波器45で1本の波長多重信号に合波され、光ファイバ38から送り出される。なお、上記光変調器47も本発明の光導波路装置によって構成されていてもよい。

【0077】

受信部は、可変分散補償器48、光分波器49、光/電気変換器50、電気分波器51及び電気/光変換器52からなる。しかして、光ファイバ38から送られてきた波長多重信号は、可変分散補償器48を通過して光/電気変換器50に送られ、光/電気変換器50で各波長域毎の光信号に分波される。各波長域毎の光信号は光/電気変換器50によって一旦電気信号に変換された後、電気分波器51によって各波長1, 2, ...の電気信号に分波され、さらに電気/光変換器52によって元の光信号に復元された各波長1, 2, ...の光信号は、各光ファイバ40から送り出される。

10

【0078】

【発明の効果】

本発明の光導波路装置の製造方法によれば、コアとクラッド等からなる光導波路と、ヒーターや電極などのコア内を伝搬する光に光学的な影響を与える導光制御部とを個別に作製して貼り合わせるために、コアやクラッドを変質させるような熱や薬品を使用する工程が無い。また、熱や薬品への制約を伴うような製造方法でないため、低コストで精度良く光導波路装置を製造することができる。本発明の光導波路装置の製造方法によっては、熱光学効果、電気光学効果、磁気光学効果等を利用して光変調などコア内を伝搬する光に影響を与える素子を備えたあらゆる光導波路装置を製造することができる。

20

【0079】

また、本発明の光導波路装置は、外部の電源に接続するワイヤボンダッドをガラス板の上面に形成し、ガラス板を貫通する貫通孔を通してガラス板下面に形成された電極やヒーター等と接続している。電極やヒーター等と、電極やヒーター等を導通する配線や電極が異なる面で形成されるため、電極やヒーター等とコアとを近づけて設置しても、ガラス板の厚みによって、配線やワイヤボンダッドとコアとを離すことができる。そのため、配線等から生じる熱や、配線を流れる電流による電界・磁界の変化がコア内を伝搬する光に影響を及ぼしにくくすることができる。

【0080】

30

また、本発明の光導波路装置は、ヒーターが上部クラッド層とガラス板とで挟まれているために、使用中にヒーターが剥離する恐れがなく、長期間わたって使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来の光導波路装置の概略斜視図である。

【図2】 図1に示す従来の光導波路装置の一部を拡大した概略平面図である。

【図3】 図2に示す光導波路装置のA-A'線断面図である。

【図4】 従来の光導波路装置の問題点を説明するための図である。

【図5】 本発明の一実施形態による光導波路装置の概略斜視図である。

【図6】 図5に示す光導波路装置の概略分解斜視図である。

40

【図7】 導光制御部の概略斜視図である。

【図8】 本発明の光導波路装置の製造工程を説明する図である。

【図9】 (a)~(d)は図8の続図であって、いずれも図8のB-B'線断面に相当する断面を示している。

【図10】 (a)~(d)は図9の続図である。

【図11】 (a)~(c)は図10の続図である。

【図12】 図11の続図である。

【図13】 図12の続図である。

【図14】 本発明の別の実施形態による光導波路装置の導光制御部の概略斜視図である。

50

【図15】 (a) (b) (c) (d) (e) は、図14に示す導光制御部の製造工程を説明するための図である。

【図16】 (a) (b) (c) は、図15 (d) に示す導光制御部を光導波路部と一体化させる工程を説明するための図である。

【図17】 本発明のさらに別の実施形態による光導波路装置の概略平面図である。

【図18】 図17に示す光導波路装置のC - C'線断面図である。

【図19】 本発明のさらに別の実施形態による光導波路装置の概略平面図である。

【図20】 (a) (b) は、図19の光導波路装置のD - D'線断面図、及び、E - E'線断面図である。

【図21】 本発明のさらに別の実施形態による光導波路装置の概略平面図である。

10

【図22】 図21に示す光導波路装置のF - F'断面図である。

【図23】 本発明の光導波路装置を利用した光通信システムを説明する図である。

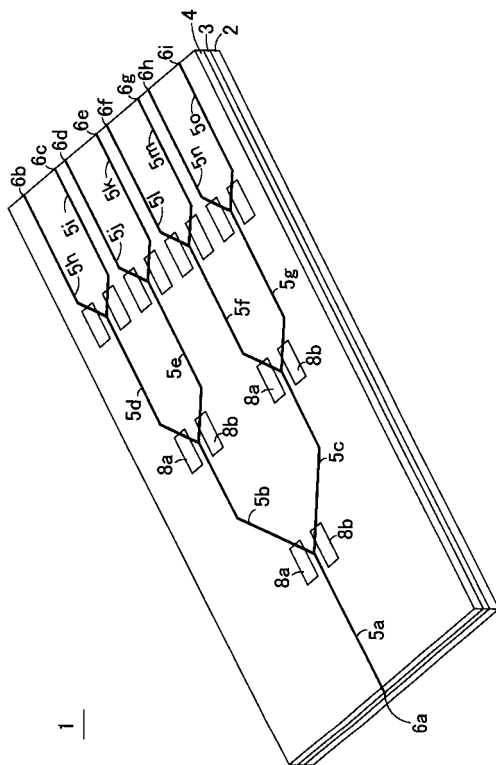
【図24】 本発明の光導波路装置を利用した光通信システムを説明する図である。

【符号の説明】

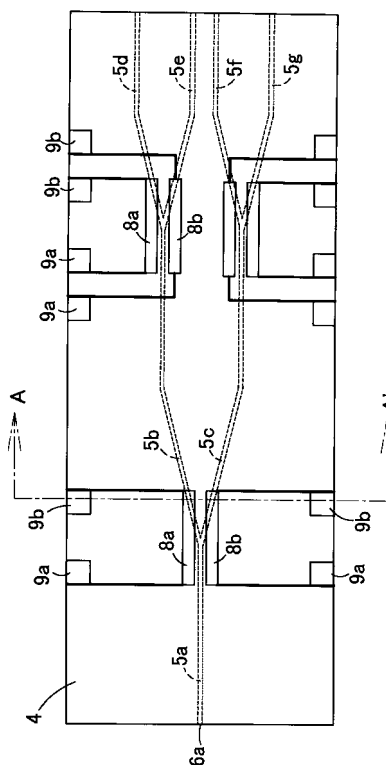
- 1 1 ガラス基板
- 1 2 下部クラッド層
- 1 3 a ~ 1 3 i、1 3 コア
- 1 4 上部クラッド層
- 1 5 ガラス板
- 1 6 a、1 6 b 貫通孔
- 1 7 a ~ 1 7 d 電極部
- 1 8 a ~ 1 8 d ワイヤボンドパッド

20

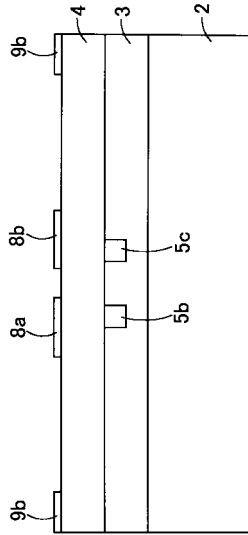
【図1】



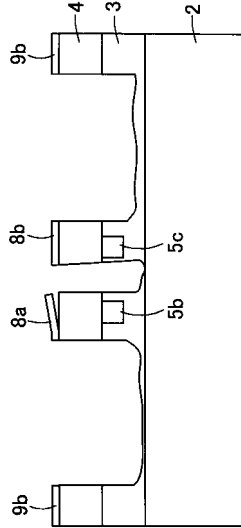
【図2】



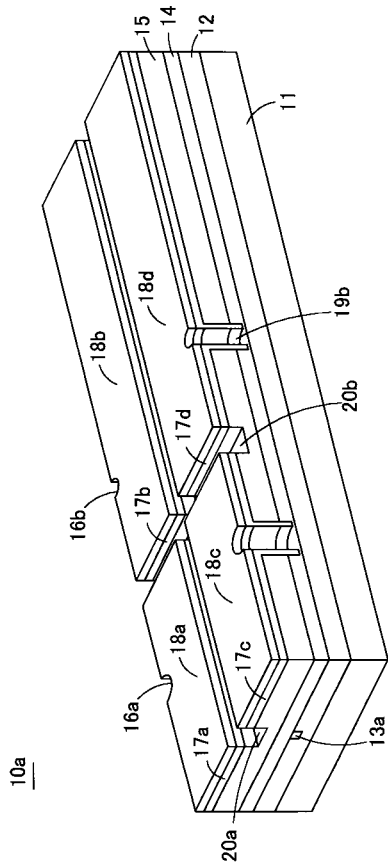
【 図 3 】



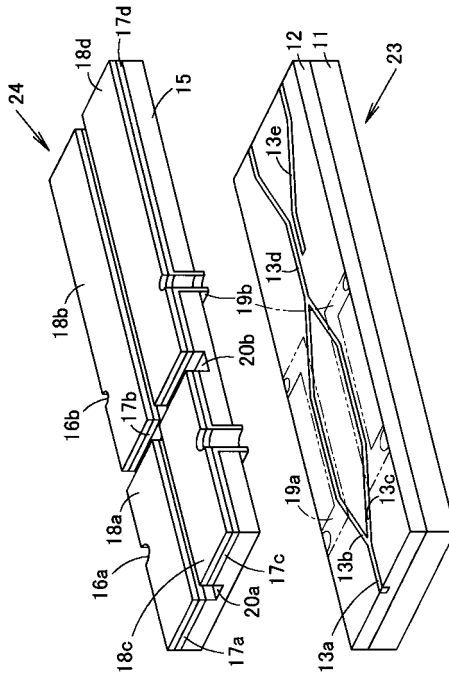
【 図 4 】



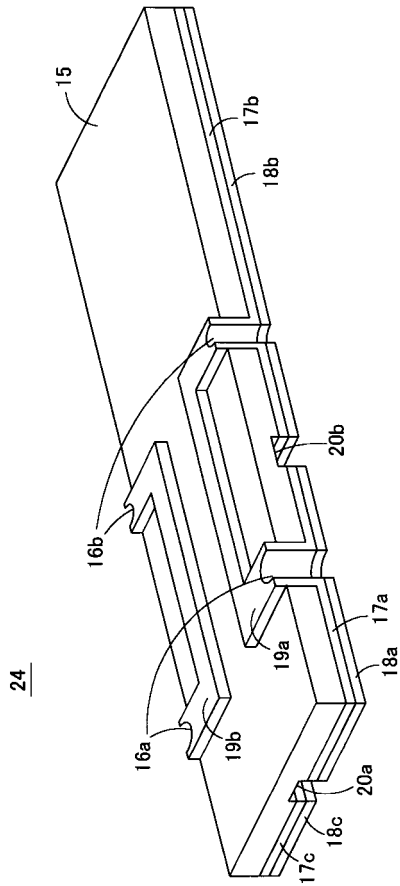
【 図 5 】



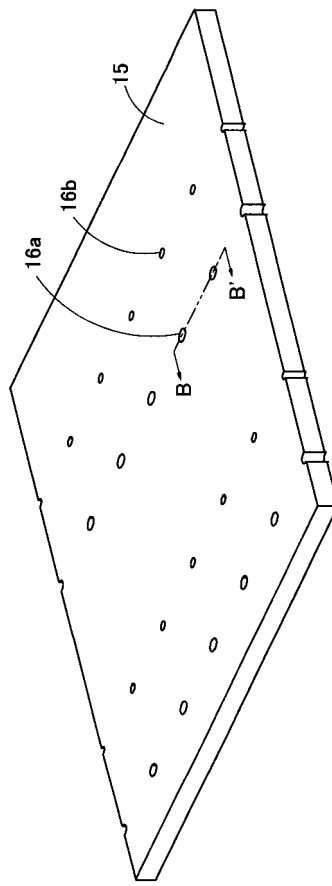
【 図 6 】



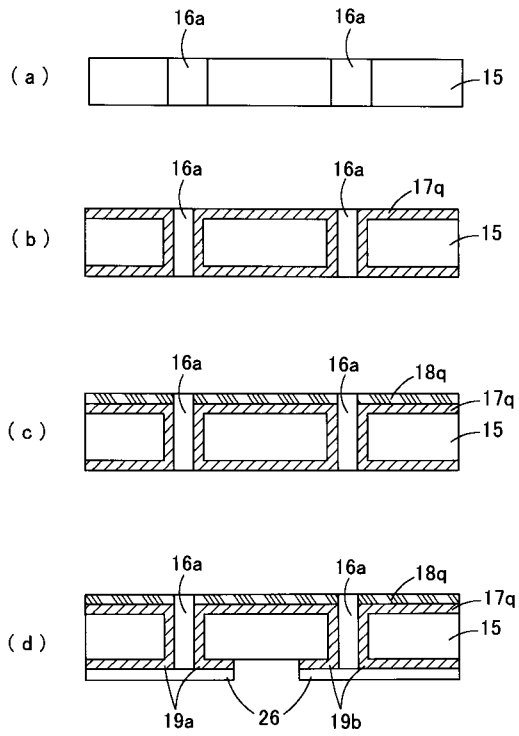
【 図 7 】



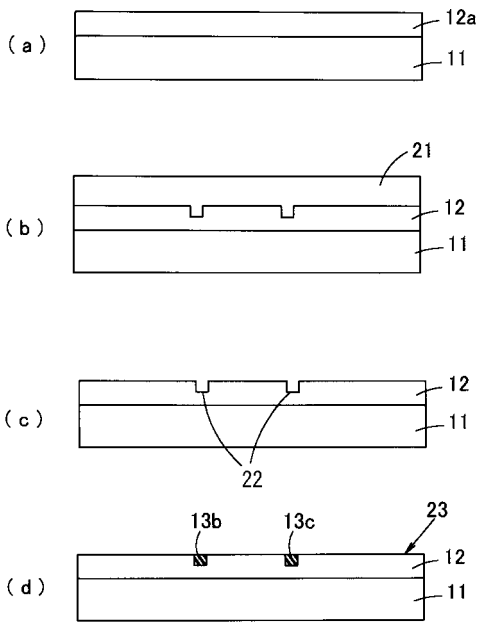
【 図 8 】



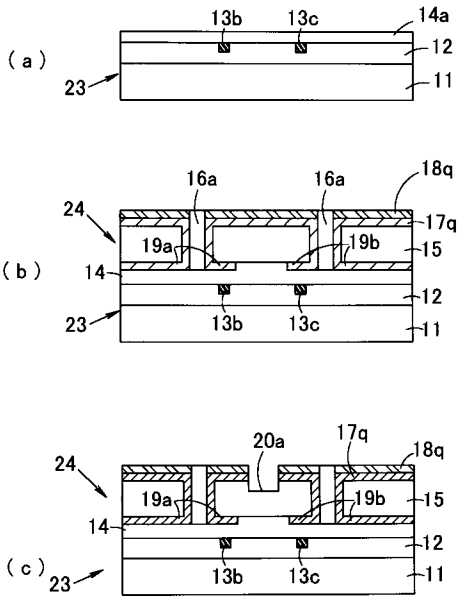
【 図 9 】



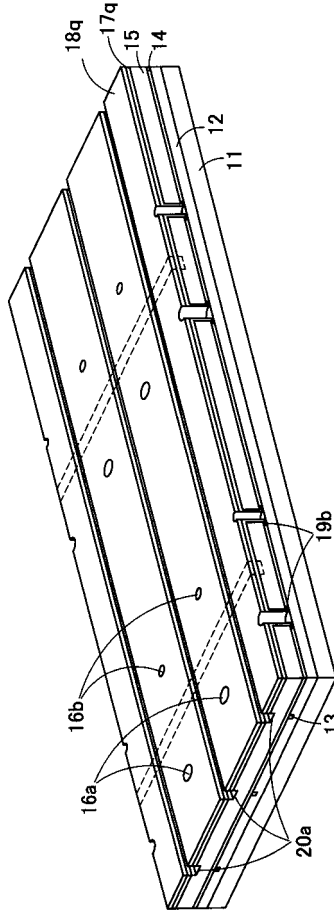
【 図 10 】



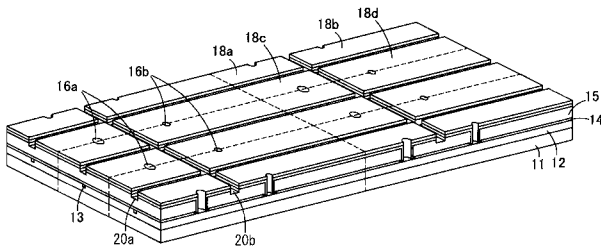
【図 1 1】



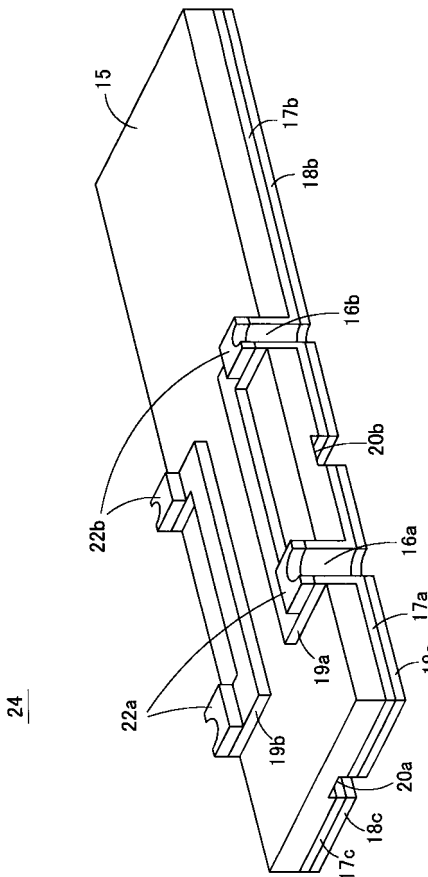
【図 1 2】



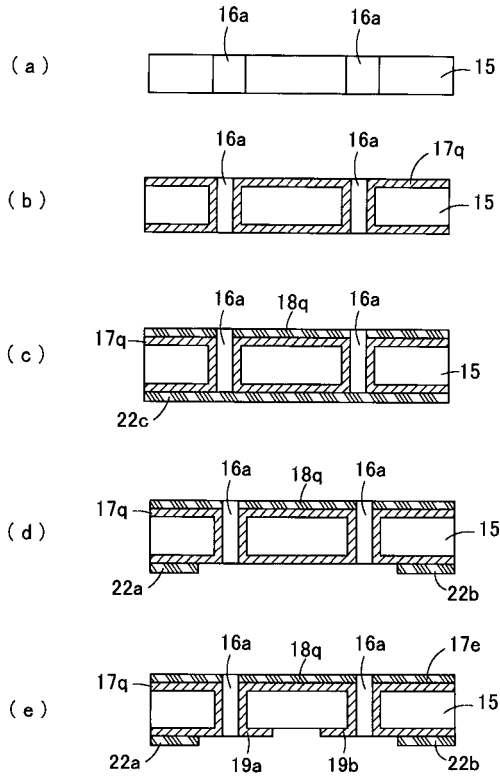
【図 1 3】



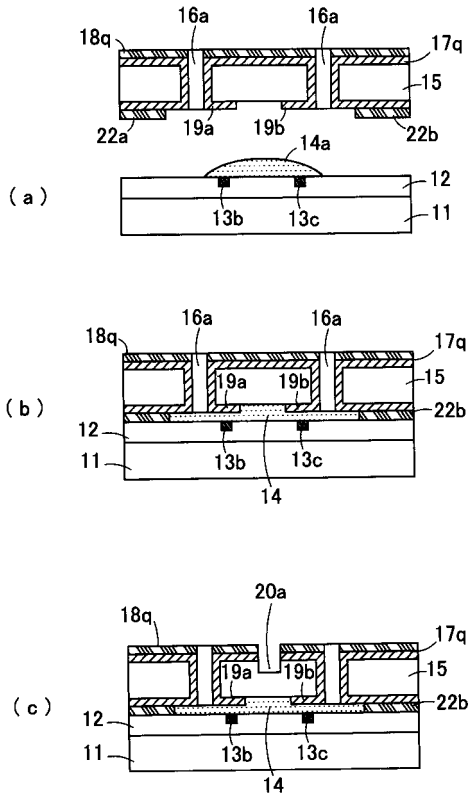
【図 1 4】



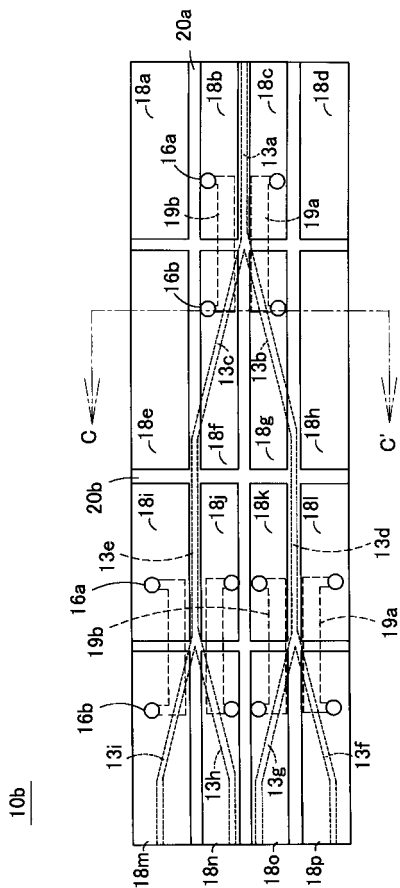
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

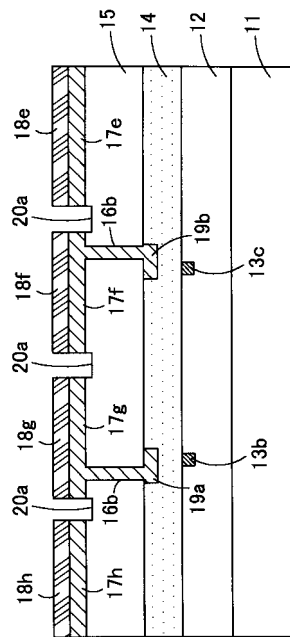


【 図 1 7 】



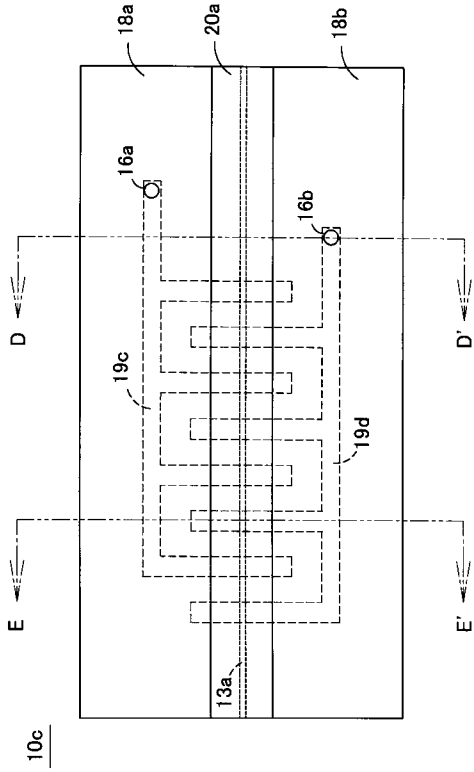
10b

【 図 1 8 】

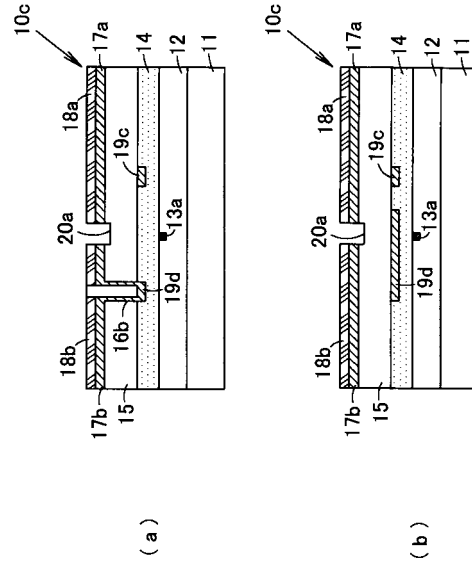


10b

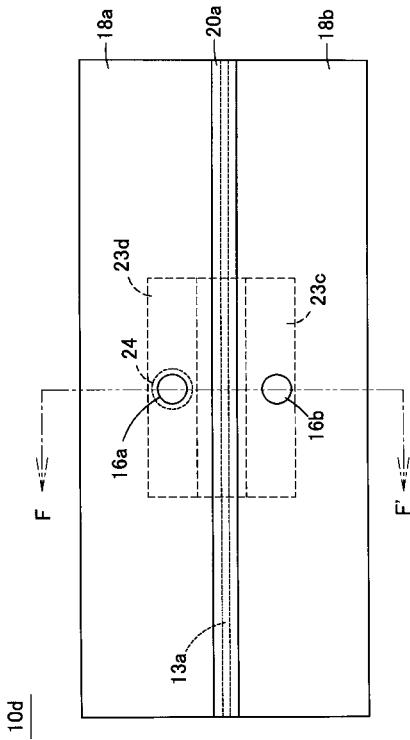
【図 19】



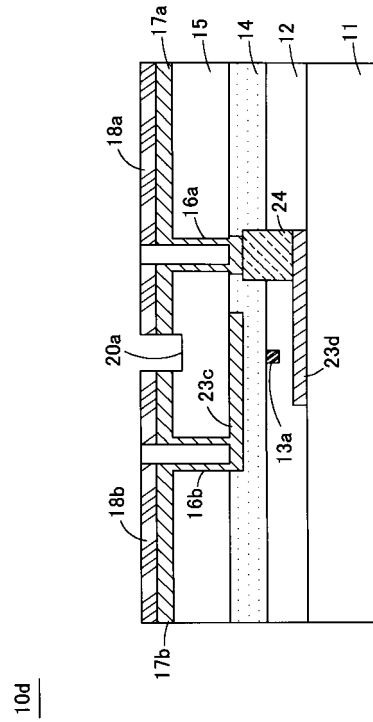
【図 20】



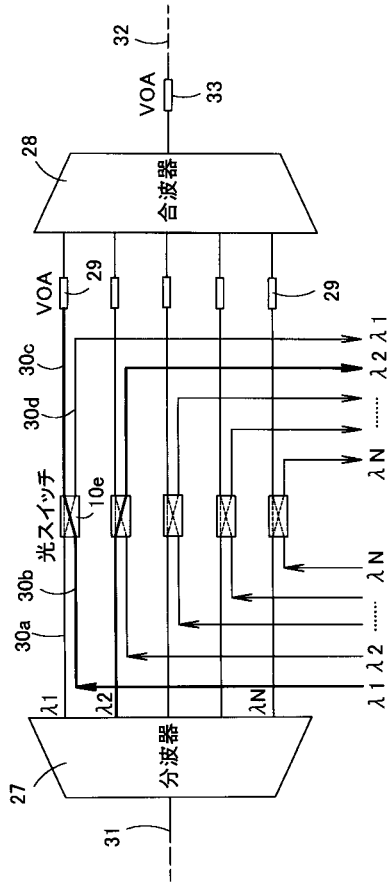
【図 21】



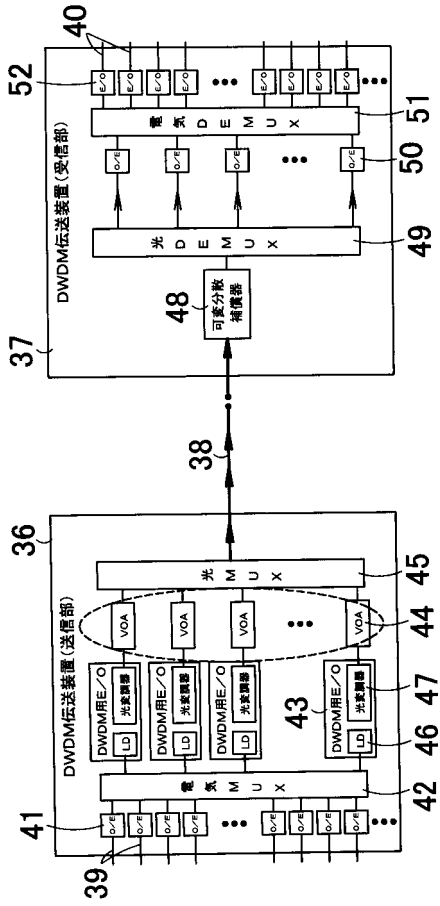
【図 22】



【図 23】



【図 24】



フロントページの続き

(72)発明者 細川 速美

京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内

審査官 山本 貴一

(56)参考文献 特開2000-056278(JP,A)

特開平06-160788(JP,A)

米国特許出願公開第2001/0046363(US,A1)

特開平10-239649(JP,A)

特開平06-051254(JP,A)

特開昭63-271412(JP,A)

特開平02-299259(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/00-1/125

G02B 6/12-6/14