

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4506275号
(P4506275)

(45) 発行日 平成22年7月21日(2010.7.21)

(24) 登録日 平成22年5月14日(2010.5.14)

(51) Int. Cl. F I
GO2F 1/313 (2006.01) GO2F 1/313
GO2F 1/01 (2006.01) GO2F 1/01 C

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2004-145395 (P2004-145395)	(73) 特許権者	000002130
(22) 出願日	平成16年5月14日(2004.5.14)		住友電気工業株式会社
(65) 公開番号	特開2005-326676 (P2005-326676A)		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(43) 公開日	平成17年11月24日(2005.11.24)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成18年7月11日(2006.7.11)		弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100089978
			弁理士 塩田 辰也
		(74) 代理人	100092657
			弁理士 寺崎 史朗
		(74) 代理人	100110582
			弁理士 柴田 昌聰
		(72) 発明者	福田 智恵
			神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に、一定範囲において互いに近接して光結合する第1光導波路と第2光導波路とを含む光導波路型素子が形成され、所定波長の光の入射により屈折率が変化する樹脂が前記第1光導波路と前記第2光導波路との間で前記第1光導波路または前記第2光導波路の近傍領域の一部であって前記第1光導波路と前記第2光導波路とが光結合する光結合領域の始端より手前に設けられ、前記樹脂の屈折率を変化せしめる前記所定波長の光を導波して該光を前記樹脂に入射させる屈折率調整用光導波路が形成されており、

前記屈折率調整用光導波路により導波した前記所定波長の光を前記樹脂に入射させることで前記樹脂の屈折率を変化させて前記光導波路型素子の光学特性を変化させる、
 ことを特徴とする光デバイス。

10

【請求項2】

前記屈折率調整用光導波路が、前記樹脂の近傍の長手方向の一定範囲において、前記樹脂へ向かって次第に幅が狭くなっている、ことを特徴とする請求項1記載の光デバイス。

【請求項3】

前記樹脂の屈折率を変化せしめる波長の光を出力して該光を前記屈折率調整用光導波路に入射させる光源部を更に備えることを特徴とする請求項1または2に記載の光デバイス。

【請求項4】

前記光源からの出力光が前記樹脂に入射していないときに前記樹脂の屈折率が前記光導

20

波路の屈折率と等しいことを特徴とする請求項3記載の光デバイス。

【請求項5】

前記光源から出力されて前記樹脂に入射した光が所定パワーであるときに前記樹脂の屈折率が前記光導波路の屈折率と等しいことを特徴とする請求項3記載の光デバイス。

【請求項6】

前記光源からの出力光の波長が前記樹脂の吸収ピーク波長と一致していることを特徴とする請求項3記載の光デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、光導波路型素子を含む光デバイスに関するものである。

【背景技術】

【0002】

光導波路型素子として、例えば、一定範囲において互いに近接して光結合する第1光導波路と第2光導波路とを含む方向性結合器などが挙げられる。特許文献1～3それぞれには、光導波路型素子の光学特性を変化させることができる光デバイスが開示されている。

【0003】

特許文献1に開示された光デバイスは、基板上に形成された方向性結合器の光結合領域において第1光導波路と第2光導波路との間に樹脂が設けられ、オーバーラッド層または基板を介して樹脂の温度が調整される。そして、この樹脂の温度が変化することで、該樹脂の屈折率が変化して、これにより、方向性結合器の光学特性（例えば光分岐比）が変化する。

20

【0004】

特許文献2に開示された光デバイスは、コア領域の周囲の一部クラッド領域が樹脂とされており、この樹脂の温度が調整される。そして、このクラッド領域の樹脂の温度が変化することで、該樹脂の屈折率が変化して、これにより、コア領域を導波する光の状態（例えば位相）が変化する。

【0005】

特許文献3に開示された光デバイスは、基板上に形成された方向性結合器の光結合領域において第1光導波路および第2光導波路それぞれのコア領域の周囲のクラッド領域が樹脂とされており、この樹脂の温度が調整される。そして、このクラッド領域の樹脂の温度が変化することで、該樹脂の屈折率が変化して、これにより、方向性結合器の光学特性（例えば光分岐比）が変化する。

30

【特許文献1】特開2003-215647号公報

【特許文献2】特開2000-066044号公報

【特許文献3】特開2000-111964号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

40

しかしながら、特許文献1～3それぞれに開示された光デバイスでは、光導波路型素子の光学特性を変化させるべく樹脂の温度を変化させるために必要な消費電力が多い。

【0007】

本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、少ない消費電力で光導波路型素子の光学特性を変化させることができる光デバイスを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る光デバイスは、基板上に、一定範囲において互いに近接して光結合する第1光導波路と第2光導波路とを含む光導波路型素子が形成され、所定波長の光の入射により屈折率が変化する樹脂が第1光導波路と第2光導波路との間で第1光導波路または第2

50

光導波路の近傍領域の一部であって第1光導波路と第2光導波路とが光結合する光結合領域の始端より手前に設けられ、樹脂の屈折率を変化せしめる所定波長の光を導波して該光を樹脂に入射させる屈折率調整用光導波路が形成されており、屈折率調整用光導波路により導波した所定波長の光を樹脂に入射させることで樹脂の屈折率を変化させて光導波路型素子の光学特性を変化させる、ことを特徴とする。また、屈折率調整用光導波路が、樹脂の近傍の長手方向の一定範囲において、樹脂へ向かって次第に幅が狭くなっているのが好適である。

【0011】

本発明に係る光デバイスは、樹脂の屈折率を変化せしめる波長の光を出力して該光を屈折率調整用光導波路に入射させる光源部を更に備えるのが好適である。この場合には、樹脂の屈折率を変化せしめる波長の光は、光源部から出力され、屈折率調整用光導波路に入射して導波されて、樹脂に入射する。

10

【0012】

ここで、光源からの出力光が樹脂に入射していないときに樹脂の屈折率が光導波路の屈折率と等しいのが好適であり、或いは、光源から出力されて樹脂に入射した光が所定パワーであるときに樹脂の屈折率が光導波路の屈折率と等しいのも好適である。また、光源からの出力光の波長が樹脂の吸収ピーク波長と一致しているのが好適である。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、少ない消費電力で光導波路型素子の光学特性を変化させることができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0015】

(第1実施形態)

先ず、本発明に係る光デバイスの第1実施形態について説明する。図1は、第1実施形態に係る光デバイス1の構成図である。本実施形態に係る光デバイス1は、光回路部品10、光源部31およびレンズ32を備える。光回路部品10には、光導波路11a、光導波路11bおよび光導波路12が形成され、また、樹脂13が設けられている。光回路部品10において、光導波路11aは端面P₁から端面P₂まで延び、光導波路11bは端面P₃から端面P₄まで延び、また、光導波路12は端面P₅から樹脂13まで延びる。光導波路11aと光導波路11bとは、一定範囲において互いに近接して光結合する方向性結合器を構成している。

30

【0016】

樹脂13は、光導波路11a、11bまたは当該近傍領域の一部に設けられていて、光導波路12を導波してきた光の入射に因り発熱し、その発熱に因り屈折率が変化し得るものである。そして、樹脂13は、その屈折率変化により上記方向性結合器の光分岐特性を変化させることができる。なお、「近傍領域」とは、光導波路11aまたは光導波路11bを導波する光のエネルギーが存在する領域であり、屈折率が変化することで導波光の状態(位相など)を変化させて光分岐特性を変化させることができる領域である。特に本実施形態では、光導波路11aと光導波路11bとが互いに近接して両者間で導波光の結合が生じる光結合領域に樹脂13が設けられているのが好適である。

40

【0017】

光源部31は、樹脂13の屈折率を変化させ得る波長の光を出力する。光源部31は、光出力パワーが可変であり、或いは、光の出力および停止の切替が可能である。光源部31から出力される光の波長は樹脂13の吸収ピーク波長と一致しているのが好ましく、この場合には、樹脂13の屈折率変化を効果的に起こさせることができる。レンズ32は、

50

光源部 3 1 から出力された光を端面 P₅ に集光して、その光を端面 P₅ から光導波路 1 2 へ入射させる。そして、光導波路 1 2 は、端面 P₅ に入射した光を樹脂 1 3 まで導波して、該光を樹脂 1 3 に入射させる。

【 0 0 1 8 】

樹脂 1 3 は、光導波路 1 1 a と光導波路 1 1 b との間の狭い領域に設けられるので、その幅は狭い。それ故、光導波路 1 2 から樹脂 1 3 へ光が出射する位置における光導波路 1 2 の幅を樹脂 1 3 の幅と同程度に狭くしておくことにより、樹脂 1 3 に対して光を効率よく入射させることができる。一方、端面 P₅ 近傍では光導波路 1 2 の幅を広くしておくことにより、外部から端面 P₅ へ光を効率よく入射させることができる。したがって、光導波路 1 2 の幅は、樹脂 1 3 近傍の長手方向の一定範囲で、端面 P₅ の側から樹脂 1 3 へ向かって次第に狭くなっていくのが好ましい。

10

【 0 0 1 9 】

図 2 は、第 1 実施形態に係る光デバイス 1 に含まれる光回路部品 1 0 の A - A 断面図である。光回路部品 1 0 は、平板状の基板 1 4 の上にアンダークラッド層 1 5 が形成され、このアンダークラッド層 1 5 の上の一部に光導波路 1 1 a , 1 1 b , 1 2 が形成されるとともに樹脂 1 3 が設けられ、さらに、これらの上にオーバークラッド層 1 6 が形成されている。樹脂 1 3 は、光導波路 1 1 a と光導波路 1 1 b との間に挟まれた位置に設けられている。なお、光導波路 1 1 a , 1 1 b , 1 2、基板 1 4、アンダークラッド層 1 5 およびオーバークラッド層 1 6 それぞれは石英ガラスからなる。

【 0 0 2 0 】

20

光導波路 1 1 a , 1 1 b , 1 2 それぞれの屈折率は、アンダークラッド層 1 5 およびオーバークラッド層 1 6 それぞれの屈折率より高い。樹脂 1 3 の屈折率は、光源部 3 1 から出力されて入射する光の強度によって異なるが、該光が樹脂 1 3 に入射していないときに樹脂 1 3 の屈折率が光導波路 1 1 a , 1 1 b の屈折率と等しいのが好適であり、或いは、樹脂 1 3 に入射した該光が所定パワーであるときに樹脂 1 3 の屈折率が光導波路 1 1 a , 1 1 b の屈折率と等しいのが好適である。

【 0 0 2 1 】

次に、第 1 実施形態に係る光デバイス 1 の具体的な実施例について説明する。この実施例では、光導波路 1 1 a、光導波路 1 1 b、光導波路 1 2、基板 1 4、アンダークラッド層 1 5 およびオーバークラッド層 1 6 それぞれは石英ガラスを主成分とするものである。光導波路 1 1 a、光導波路 1 1 b および光導波路 1 2 それぞれは、GeO₂ が添加されていて、波長 1.55 μm における屈折率が 1.45 である。

30

【 0 0 2 2 】

光導波路 1 1 a および光導波路 1 1 b それぞれの高さは 7.5 μm であり、これらの幅は 7.5 μm である。光導波路 1 2 の高さは 7.5 μm であり、これの幅は、端面 P₅ 近傍の長手方向の一定範囲では 7.5 μm であるが、樹脂 1 3 近傍の長手方向の一定範囲では樹脂 1 3 へ向かって次第に狭くなっていき、樹脂 1 3 へ光が出射する位置では 3 μm である。光結合領域における光導波路 1 1 a と光導波路 1 1 b との間隔は 5 μm であり、光結合領域における光導波路 1 1 a , 1 1 b の長さは 160 μm である。

【 0 0 2 3 】

40

樹脂 1 3 は、エポキシ系のものであり、波長 1.55 μm における屈折率が 1.45 であり、屈折率の温度依存性が - 0.0002 / K であり、波長 1.65 μm 付近および波長 1.1 μm 付近それぞれに有機基による吸収ピークを有する。樹脂 1 3 は、光結合領域の始端より 700 μm 手前から 40 μm 手前まで設けられる。

【 0 0 2 4 】

光源部 3 1 から出力される光の波長は、波長 1.61 μm であり、樹脂 1 3 の吸収ピーク波長と略一致する。光源部 3 1 から出力されて樹脂 1 3 に入射する光のパワーは 10 mW である。そして、端面 P₁ から光導波路 1 1 a へ波長 1.55 μm の光を入射させる。

【 0 0 2 5 】

その結果、パワー 10 mW の波長 1.61 μm の光を樹脂 1 3 に入射させたとき、端面

50

P_1 に入射して端面 P_2 から出射される波長 $1.55\ \mu\text{m}$ の光の損失は $1.5\ \text{dB}$ であり、端面 P_1 に入射して端面 P_4 から出射される波長 $1.55\ \mu\text{m}$ の光の損失は $5.3\ \text{dB}$ であった。一方、波長 $1.61\ \mu\text{m}$ の光を樹脂13に入射させなかったとき、端面 P_1 に入射して端面 P_2 から出射される波長 $1.55\ \mu\text{m}$ の光の損失は $3.1\ \text{dB}$ であり、端面 P_1 に入射して端面 P_4 から出射される波長 $1.55\ \mu\text{m}$ の光の損失も $3.1\ \text{dB}$ であった。

【0026】

このように、この光デバイス1は、波長 $1.61\ \mu\text{m}$ の光が樹脂13に入射するか否かにより、光分岐比が異なる。また、樹脂13に入射する波長 $1.61\ \mu\text{m}$ の光のパワーが変化すると、光分岐比も変化する。なお、波長 $1.61\ \mu\text{m}$ の光が光結合領域において光導波路11a, 11bに入ることがあっても、その波長 $1.61\ \mu\text{m}$ の光は、曲げ部で放射される。

10

【0027】

以上のように、本実施形態では、樹脂13に照射されるべき光が光導波路12により導波されるので、該光は樹脂13に効率よく導かれ、それ故、少ない消費電力で方向性結合器の光分岐比を変化させることができる。

【0028】

(第2実施形態)

次に、本発明に係る光デバイスの第2実施形態について説明する。図3は、第2実施形態に係る光デバイス2の構成図である。本実施形態に係る光デバイス2は、光回路部品20、光源部31およびレンズ32を備える。光回路部品20には、光導波路21a、光導波路21bおよび光導波路22が形成され、また、樹脂23が設けられている。光回路部品20において、光導波路21aは端面 P_1 から端面 P_2 まで延び、光導波路21bは端面 P_3 から端面 P_4 まで延び、また、光導波路22は端面 P_5 から樹脂23まで延びる。光導波路21aと光導波路21bとは互いに交差している。

20

【0029】

樹脂23は、光導波路21a, 21bまたは当該近傍領域の一部に設けられていて、光導波路22を導波してきた光の入射に因り発熱し、その発熱に因り屈折率が変化し得るものである。そして、樹脂23は、その屈折率変化により上記光導波路21a, 21bの光導波特性を変化させることができる。なお、「近傍領域」とは、光導波路21aまたは光導波路21bを導波する光のエネルギーが存在する領域であり、屈折率が変化することで導波光の状態(位相など)を変化させて光導波特性を変化させることができる領域である。特に本実施形態では、光導波路21aと光導波路21bとが互いに交差している交差領域に樹脂23が設けられているのが好適である。

30

【0030】

光源部31は、樹脂23の屈折率を変化させ得る波長の光を出力する。光源部31は、光出力パワーが可変であり、或いは、光の出力および停止の切替が可能である。光源部31から出力される光の波長は樹脂23の吸収ピーク波長と一致しているのが好ましく、この場合には、樹脂23の屈折率変化を効果的に起こさせることができる。レンズ32は、光源部31から出力された光を端面 P_5 に集光して、その光を端面 P_5 から光導波路22へ入射させる。そして、光導波路22は、端面 P_5 に入射した光を樹脂23まで導波して、該光を樹脂23に入射させる。

40

【0031】

図4は、第2実施形態に係る光デバイス2に含まれる光回路部品20のB-B断面図である。光回路部品20は、平板状の基板24の上にアンダークラッド層25が形成され、このアンダークラッド層25の上の一部に光導波路21a, 21b, 22が形成されるとともに樹脂23が設けられ、さらに、これらの上にオーバークラッド層26が形成されている。樹脂23は、光導波路21aと光導波路21bとが互いに交差する交差領域に設けられている。なお、光導波路21a, 21b, 22、基板24、アンダークラッド層25およびオーバークラッド層26それぞれは石英ガラスからなる。

【0032】

50

光導波路 2 1 a , 2 1 b , 2 2 それぞれの屈折率は、アンダークラッド層 2 5 およびオーバークラッド層 2 6 それぞれの屈折率より高い。樹脂 2 3 の屈折率は、光源部 3 1 から出力されて入射する光の強度によって異なるが、該光が樹脂 2 3 に入射していないときに樹脂 2 3 の屈折率が光導波路 2 1 a , 2 1 b の屈折率と等しいのが好適であり、或いは、樹脂 2 3 に入射した該光が所定パワーであるときに樹脂 2 3 の屈折率が光導波路 2 1 a , 2 1 b の屈折率と等しいのが好適である。

【 0 0 3 3 】

次に、第 2 実施形態に係る光デバイス 2 の具体的な実施例について説明する。この実施例では、光導波路 2 1 a、光導波路 2 1 b、光導波路 2 2、基板 2 4、アンダークラッド層 2 5 およびオーバークラッド層 2 6 それぞれは石英ガラスを主成分とするものである。光導波路 2 1 a、光導波路 2 1 b および光導波路 2 2 それぞれは、 GeO_2 が添加されていて、波長 $1.55 \mu\text{m}$ における屈折率が 1.45 である。光導波路 2 1 a、光導波路 2 1 b および光導波路 2 2 それぞれの高さは $7.5 \mu\text{m}$ であり、これらの幅は $7.5 \mu\text{m}$ である。

10

【 0 0 3 4 】

樹脂 2 3 は、エポキシ系のものであり、波長 $1.55 \mu\text{m}$ における屈折率が 1.45 であり、屈折率の温度依存性が $-0.0002 / \text{K}$ であり、波長 $1.65 \mu\text{m}$ 付近および波長 $1.1 \mu\text{m}$ 付近それぞれに有機基による吸収ピークを有する。樹脂 2 3 は、交差領域に設けられる。

【 0 0 3 5 】

光源部 3 1 から出力される光の波長は、波長 $1.1 \mu\text{m}$ であり、樹脂 2 3 の吸収ピーク波長と略一致する。光源部 3 1 から出力されて樹脂 2 3 に入射する光のパワーは 100mW である。そして、端面 P_1 から光導波路 2 1 a へ波長 $1.55 \mu\text{m}$ の光を入射させる。

20

【 0 0 3 6 】

その結果、パワー 100mW の波長 $1.1 \mu\text{m}$ の光を樹脂 2 3 に入射させたとき、端面 P_1 に入射した波長 $1.55 \mu\text{m}$ の光は、光導波路 2 1 a により導波されて樹脂 2 3 に達すると、樹脂 2 3 により反射され、光導波路 2 1 b により導波されて端面 P_4 から外部へ出射された。一方、波長 $1.1 \mu\text{m}$ の光を樹脂 2 3 に入射させなかったとき、端面 P_1 に入射した波長 $1.55 \mu\text{m}$ の光は、光導波路 2 1 a により導波されて樹脂 2 3 に達すると、樹脂 2 3 を透過して、更に光導波路 2 1 a により導波されて端面 P_2 から外部へ出射された。

30

【 0 0 3 7 】

このように、この光デバイス 2 は、波長 $1.1 \mu\text{m}$ の光が樹脂 2 3 に入射するか否かにより、端面 P_1 に入射した波長 $1.55 \mu\text{m}$ の光が端面 P_2 および端面 P_4 の何れから出射されるかを切り替えることができる。すなわち、この光デバイス 2 は光スイッチとして動作し得る。

【 0 0 3 8 】

以上のように、本実施形態では、樹脂 2 3 に照射されるべき光が光導波路 2 2 により導波されるので、該光は樹脂 2 3 に効率よく導かれ、それ故、少ない消費電力でスイッチング動作させることができる。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 9 】

【 図 1 】 第 1 実施形態に係る光デバイス 1 の構成図である。

【 図 2 】 第 1 実施形態に係る光デバイス 1 に含まれる光回路部品 1 0 の A - A 断面図である。

【 図 3 】 第 2 実施形態に係る光デバイス 2 の構成図である。

【 図 4 】 第 2 実施形態に係る光デバイス 2 に含まれる光回路部品 2 0 の B - B 断面図である。

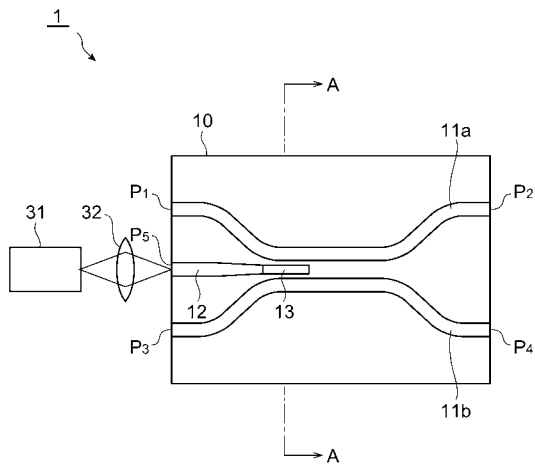
【 符号の説明 】

【 0 0 4 0 】

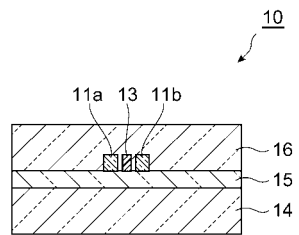
50

1, 2 ... 光デバイス、10 ... 光回路部品、11a, 11b, 12 ... 光導波路、13 ... 樹脂、14 ... 基板、15 ... アンダークラッド層、16 ... オーバークラッド層、20 ... 光回路部品、21a, 21b, 22 ... 光導波路、23 ... 樹脂、24 ... 基板、25 ... アンダークラッド層、26 ... オーバークラッド層、31 ... 光源部、32 ... レンズ。

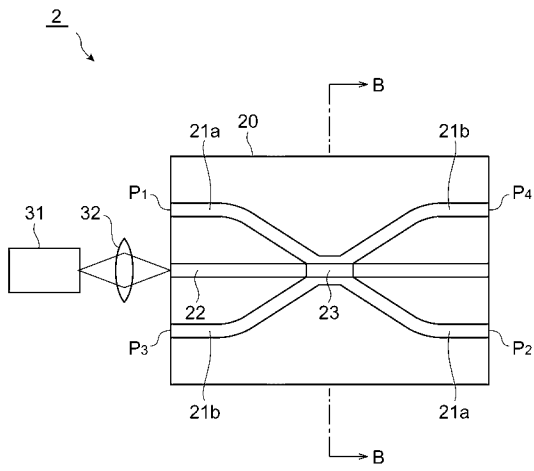
【図1】



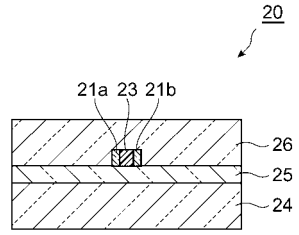
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 耕田 浩

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

審査官 植田 高盛

(56)参考文献 特開平02-126238(JP,A)
特開2000-066252(JP,A)
特開平08-286216(JP,A)
特開昭63-280224(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/00 - 1/125