

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-251033

(P2009-251033A)

(43) 公開日 平成21年10月29日(2009.10.29)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
G02B	6/13	(2006.01)	G02B	6/12	M	2H137		
G02B	6/122	(2006.01)	G02B	6/12	B	2H147		
G02B	6/42	(2006.01)	G02B	6/42		5E338		
H05K	1/02	(2006.01)	H05K	1/02	T			

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2008-95297(P2008-95297)
 (22) 出願日 平成20年4月1日(2008.4.1)

(71) 出願人 000190688
 新光電気工業株式会社
 長野県長野市小島田町80番地
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (72) 発明者 米倉 秀樹
 長野県長野市小島田町80番地 新光電気
 工業株式会社内
 (72) 発明者 山本 貴功
 長野県長野市小島田町80番地 新光電気
 工業株式会社内
 (72) 発明者 山本 和尚
 長野県長野市小島田町80番地 新光電気
 工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光導波路の製造方法、光導波路及び光送受信装置

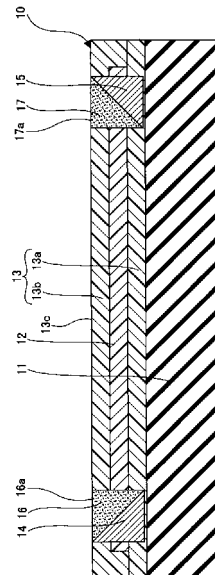
(57) 【要約】

【課題】光導波路を構成する材料を選ばず、簡易な工程で光伝搬方向変換部を形成することができる光導波路の製造方法、光導波路、及び、光送受信装置を提供することを目的とする。

【解決手段】第1のクラッド層と、前記第1のクラッド層上に形成された、光が伝搬する層であるコア層と、前記コア層を覆うように前記第1のクラッド層上に形成された第2のクラッド層と、前記コア層を伝搬する前記光の伝搬方向を変換する光伝搬方向変換部とを有する光導波路の製造方法であって、前記第1のクラッド層及び前記コア層を貫通する凹部を形成する凹部形成工程と、前記光伝搬方向変換部の光伝搬方向変換面が、所定の基準面に対して所定の傾斜角をなすように、前記凹部に前記光伝搬方向変換部を挿入する挿入工程と、を有することを特徴とする

【選択図】 図10

本発明の第1の実施の形態に係る光導波路10の製造工程を例示する図(その7)



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 のクラッド層と、前記第 1 のクラッド層上に形成された、光が伝搬する層であるコア層と、前記コア層を覆うように前記第 1 のクラッド層上に形成された第 2 のクラッド層と、前記コア層を伝搬する前記光の伝搬方向を変換する光伝搬方向変換部とを有する光導波路の製造方法であって、

前記第 1 のクラッド層及び前記コア層を貫通する凹部を形成する凹部形成工程と、

前記光伝搬方向変換部の光伝搬方向変換面が、所定の基準面に対して所定の傾斜角をなすように、前記凹部に前記光伝搬方向変換部を挿入する挿入工程と、を有することを特徴とする光導波路の製造方法。

10

【請求項 2】

更に、前記光伝搬方向変換部を封止する封止工程を有することを特徴とする請求項 1 記載の光導波路の製造方法。

【請求項 3】

前記封止工程は、前記光伝搬方向変換部上に、前記コア層の屈折率と同等の屈折率を有する封止剤を塗布し、硬化する工程であることを特徴とする請求項 2 記載の光導波路の製造方法。

【請求項 4】

前記光伝搬方向変換部は、金属片からなり、前記光伝搬方向変換面は、前記金属片を構成する一つの平面であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項記載の光導波路の製造方法。

20

【請求項 5】

前記光伝搬方向変換面上に、金属層が形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項記載の光導波路の製造方法。

【請求項 6】

第 1 のクラッド層と、前記第 1 のクラッド層上に形成された、光が伝搬する層であるコア層と、前記コア層を覆うように前記第 1 のクラッド層上に形成された第 2 のクラッド層と、前記コア層を伝搬する前記光の伝搬方向を変換する光伝搬方向変換部とを有する光導波路であって、

前記光伝搬方向変換部は、前記コア層を貫通するとともに、前記光伝搬方向変換部の光伝搬方向変換面が、所定の基準面に対して所定の傾斜角をなすように配置されていることを特徴とする光導波路。

30

【請求項 7】

更に、前記光伝搬方向変換部を封止する封止部を有することを特徴とする請求項 6 記載の光導波路。

【請求項 8】

前記封止部は、前記コア層の屈折率と同等の屈折率を有する封止剤から構成されていることを特徴とする請求項 7 記載の光導波路。

【請求項 9】

前記コア層は、前記第 1 のクラッド層上に複数個並設され、前記第 2 のクラッド層は、複数個の前記コア層を覆うように形成されていることを特徴とする請求項 6 乃至 8 の何れか一項記載の光導波路。

40

【請求項 10】

2 つの前記光伝搬方向変換部を有する請求項 6 乃至 9 の何れか一項記載の光導波路と、発光素子と、受光素子と、基板とを有する光送受信装置であって、

前記光導波路は前記基板上に形成されており、前記発光素子は前記光導波路上に、一方の前記光伝搬方向変換部に対して光を照射可能に配置され、前記受光素子は前記光導波路上に、他方の前記光伝搬方向変換部で伝搬方向を変換された前記光を受光可能に配置されていることを特徴とする光送受信装置。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、光を伝搬可能な光導波路の製造方法、光導波路、及び、光送受信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、集積回路の内部構造の高密度配線化により、CPU等の動作速度（動作クロック）が高速化している。しかし、電気伝送方式における信号伝達速度はほぼ限界に達しつつあり、CPU等の処理速度のボトルネックとなっている。又、CPU等の動作速度（動作クロック）の高速化にともない、高密度配線によるクロストークノイズやEMI（Electromagnetic Interference）ノイズの発生が問題となっており、これらのノイズを防止するための対策が不可欠である。

10

【0003】

これらの問題に対する対策方法として、光導波路を用いた光インターコネクション方式（光配線方式）が注目されている。光インターコネクション方式は、電気伝送方式と比較して遥かに広帯域な伝送を行うことが可能であり、処理速度の高速化に対応できるとともに、小型かつ低消費電力の光部品を使用した信号伝送システムを構築できる。又、クロストークノイズやEMI（Electromagnetic Interference）ノイズの発生を抑制することができる。

【0004】

20

図1は従来光導波路100を有する光送受信装置200を例示する断面図である。図1を参照するに、光送受信装置200は、光導波路100と、発光部201aを有する発光素子201と、受光部202aを有する受光素子202とから構成されている。光導波路100は、支持基板101と、コア層102と、クラッド層103と、溝104及び105と、金属層106及び107とを有する。 θ_1 は45°である。

【0005】

光導波路100において、支持基板101上には、コア層102及びクラッド層103が形成されている。クラッド層103は第1クラッド層103a及び第2クラッド層103bから構成されている。コア層102及びクラッド層103にはコア層102及びクラッド層103を貫通する溝104及び105が形成されている。

30

【0006】

溝104の45°傾斜部には金属層106が、溝105の45°傾斜部には金属層107が形成されている。光導波路100の溝104の上部には、発光部201aを有する発光素子201が配置されており、溝105の上部には、受光部202aを有する受光素子202が配置されている。

【0007】

光送受信装置200において、発光素子201の発光部201aから出射された光は、光導波路100に入射し、図1の矢印のように金属層106により伝搬方向を略90°変換されてコア層102に入射する。コア層102の屈折率は、クラッド層103の屈折率よりも高く設定されているため、コア層102に入射した光は、クラッド層103へは透過せずコア層102内部を伝搬する。

40

【0008】

コア層102内部を伝搬した光は金属層107に達し、金属層107により伝搬方向を略90°変換されて受光素子202の受光部202aに入射する。このように、溝104及び105の45°傾斜部に形成されている金属層106及び107は、光の伝搬方向を変換する光伝搬方向変換部として機能する。

【0009】

図1に示す光導波路100は、支持基板101上にコア層102及びクラッド層103を形成し、コア層102及びクラッド層103にコア層102及びクラッド層103を貫通する45°傾斜部を有する溝104及び105を形成し、更に、溝104及び105の

50

45°傾斜部に金属層106及び107を形成することにより製造される。

【0010】

45°傾斜部を有する溝104及び105はダイシング、金型転写等により形成することができる。又、溝104及び105を形成する他の方法として、開口部の大きさ又は密度が光導波路100の長手方向に漸次増加、減少するマスクパターンを一部に備えたフォトマスクを用いてフォトレジストをパターンングしドライエッチングする方法や、コア層102を形成する際のフォトマスクをコア層102を構成する材料面より500µm以上離して露光することで硬化光の回折量をコントロールする方法等が提案されている。

【0011】

又、光導波路の他の例としては、光導波路100における45°傾斜部を有する溝104及び105と金属層106及び107の代わりに、ミラー面を持つミラー部材を用いる構成が提案されている。このような光導波路は、光導波路の製造工程中で、光導波路となる液状材料にミラー面を持つミラー部材を埋め込んだ後に液状材料を硬化することにより製造される。

10

【特許文献1】特開平6-265738号公報

【特許文献2】特開2001-272565号公報

【特許文献3】特開2002-131586号公報

【特許文献4】特開2007-183467号公報

【特許文献5】特開2007-183468号公報

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、従来の光導波路100の製造方法では、45°傾斜部を有する溝104及び105を形成した後に、45°傾斜部にスパッタ法や無電解めっき法等により金属層106及び107を形成する工程が必要であり、製造工程が複雑化するという問題があった。

【0013】

これは、45°傾斜部に金属層106及び107を形成する工程では、部分的に金属層106及び107が形成されるようなマスクを用いる必要があり、微細な溝104及び105の45°傾斜部とマスクとの位置合わせが困難なためである。又、金属層106及び107は、光導波路100に一つ一つ形成しなければならないためである。

30

【0014】

又、光導波路100における45°傾斜部を有する溝104及び105と金属層106及び107の代わりに、ミラー面を持つミラー部材を用いる構成では、光導波路の材料として用いることができるのは液状材料に限定され、フィルム状材料を用いることができないという問題があった。

【0015】

本発明は、上記に鑑みてなされたもので、光導波路を構成する材料を選ばず、簡易な工程で光伝搬方向変換部を形成することができる光導波路の製造方法、光導波路、及び、光送受信装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記目的を達成するため、第1の発明は、第1のクラッド層と、前記第1のクラッド層上に形成された、光が伝搬する層であるコア層と、前記コア層を覆うように前記第1のクラッド層上に形成された第2のクラッド層と、前記コア層を伝搬する前記光の伝搬方向を変換する光伝搬方向変換部とを有する光導波路の製造方法であって、前記第1のクラッド層及び前記コア層を貫通する凹部を形成する凹部形成工程と、前記光伝搬方向変換部の光伝搬方向変換面が、所定の基準面に対して所定の傾斜角をなすように、前記凹部に前記光伝搬方向変換部を挿入する挿入工程と、を有することを特徴とする。

【0017】

50

第2の発明は、第1のクラッド層と、前記第1のクラッド層上に形成された、光が伝搬する層であるコア層と、前記コア層を覆うように前記第1のクラッド層上に形成された第2のクラッド層と、前記コア層を伝搬する前記光の伝搬方向を変換する光伝搬方向変換部とを有する光導波路であって、前記光伝搬方向変換部は、前記コア層を貫通するとともに、前記光伝搬方向変換部の光伝搬方向変換面が、所定の基準面に対して所定の傾斜角をなすように配置されていることを特徴とする。

【0018】

第3の発明は、2つの前記光伝搬方向変換部を有する請求項6乃至9の何れか一項記載の光導波路と、発光素子と、受光素子と、基板とを有する光送受信装置であって、前記光導波路は前記基板上に形成されており、前記発光素子は前記光導波路上に、一方の前記光伝搬方向変換部に対して光を照射可能に配置され、前記受光素子は前記光導波路上に、他方の前記光伝搬方向変換部で伝搬方向を変換された前記光を受光可能に配置されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、光導波路を構成する材料を選ばず、簡易な工程で光伝搬方向変換部を形成することができる光導波路の製造方法、光導波路、及び、光送受信装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態の説明を行う。

【0021】

第1の実施の形態

図2は本発明の第1の実施の形態に係る光導波路10を有する光送受信装置20を例示する断面図である。図3は本発明の第1の実施の形態に係る光導波路10を例示する平面図である。図2及び図3を参照するに、光送受信装置20は、光導波路10と、発光部21aを有する発光素子21と、受光部22aを有する受光素子22とから構成されている。

【0022】

光導波路10は、支持基板11と、コア層12と、クラッド層13と、光伝搬方向変換部14及び15と、封止部16及び17とを有する。クラッド層13は第1クラッド層13a及び第2クラッド層13bからなる。

【0023】

12cはコア層12の下面を、13cは第2クラッド層13bの上面を、14a及び15aは光伝搬方向変換部14及び15の光伝搬方向変換面を、16a及び17aは封止部16及び17の上面を、 D_1 はコア層12の奥行きを、 D_2 は光伝搬方向変換部14及び15の奥行きを示している。

【0024】

光伝搬方向変換部14及び15の光伝搬方向変換面14a及び15aは、入射する光の方向を変換できるように、所定の基準面に対して所定の傾斜角をなすように配置されている。所定の基準面は、例えば、光の伝搬方向に平行なコア層12の下面12cであり、所定の傾斜角は、コア層12の下面12cと光伝搬方向変換部14及び15の光伝搬方向変換面14a及び15aとのなす角度 θ_1 であり、 θ_1 は、例えば、 45° である。

【0025】

光導波路10において、支持基板11上には、コア層12及びクラッド層13が形成されている。コア層12及びクラッド層13は、例えば、液状材料であるポリイミド樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリオレフィン樹脂、ポリノルボルネン樹脂又はこれらのフッ化物等のポリマー材料、又は、エポキシ系のフィルム状材料等のポリマー材料から構成されている。

【0026】

10

20

30

40

50

光伝搬方向変換部 14 及び 15 は、コア層 12 及び第 2 クラッド層 13 b を貫通するように設けられている。光伝搬方向変換部 14 及び 15 は、例えば、S U S、A l、C u と Z n との合金である真鍮等からなる金属製のブロック（金属片）であり、光伝搬方向変換部 14 及び 15 の光伝搬方向変換面 14 a 及び 15 a は、例えば、物理的又は化学的ラッピング加工等が施された平滑面であり、光を反射する機能を有する。

【0027】

光伝搬方向変換部 14 及び 15 の光伝搬方向変換面 14 a 及び 15 a に、更にスパッタ法やめっき法等により、例えば、A l、A u 等の金属層が形成されていても構わない。光伝搬方向変換部 14 及び 15 の奥行き D_2 は、コア層 12 の奥行き D_1 より長ければ、どのような寸法でも構わない。

10

【0028】

光伝搬方向変換部 14 及び 15 の光伝搬方向変換面 14 a 及び 15 a に、予め金属層を形成する工程は、従来の光導波路 100 における 45° 傾斜部に金属層 106 及び 107 を形成する工程とは異なり、マスクとの位置合わせが不要であり、又、光伝搬方向変換部 14 及び 15 となる複数の金属ブロックに同時に金属層を形成することができ、加工時間が少なく済むため、従来の方法のような問題点は発生しない。なお、光伝搬方向変換部 14 及び 15 となる複数の金属ブロックの光伝搬方向変換面 14 a 及び 15 a 以外の面に、金属層が形成されても問題はない。

【0029】

なお、図 2 の例では、光伝搬方向変換部 14 及び 15 の光伝搬方向変換面 14 a 及び 15 a とコア層 12 の下面 12 c とのなす角度 θ_1 は 45° であるが、 θ_1 は必ずしも 45° にする必要はなく、 θ_1 は、光導波路 10 と発光素子 21 及び受光素子 22 との間で良好な光結合性が得られるような任意の角度に設定することができる。左右の θ_1 を異なる角度に設定しても構わない。

20

【0030】

光伝搬方向変換部 14 及び 15 は封止部 16 及び 17 により封止されている。封止部 16 及び 17 の上面 16 a 及び 17 a と、第 2 クラッド層 13 b の上面 13 c とは、略面一とされている。封止部 16 及び 17 は、コア層 12 と同等な屈折率を有する接着剤から構成されている。封止部 16 及び 17 は、光伝搬方向変換部 14 及び 15 が設けられている部分の機械的強度を向上するとともに、コア層 12 と発光素子 21 及び受光素子 22 との間の光接続性を向上することを目的として設けられている。

30

【0031】

第 2 クラッド層 13 b の上面 13 c の、光伝搬方向変換部 14 及び 15 の光伝搬方向変換面 14 a 及び 15 a の上部に対応する位置には、発光素子 21 の発光部 21 a 及び受光素子 22 の受光部 22 a が配置されている。発光素子 21 は、光伝搬方向変換部 14 の光伝搬方向変換面 14 a に対して光を照射可能に配置され、受光素子 22 は光伝搬方向変換部 15 の光伝搬方向変換面 15 a で伝搬方向を変換された光を受光可能に配置されている。発光素子 21 としては、例えば、半導体レーザ等を、受光素子 22 としては、例えば、フォトダイオード等を用いることができる。

【0032】

光送受信装置 20 において、発光素子 21 の発光部 21 a から出射された光は、光導波路 10 の封止部 16 に入射し、図 2 の矢印のように光伝搬方向変換部 14 の光伝搬方向変換面 14 a により伝搬方向を略 90° 変換されてコア層 12 に入射する。コア層 12 の屈折率は、クラッド層 13 の屈折率よりも高く設定されているため、コア層 12 に入射した光は、クラッド層 13 へは透過せずにコア層 12 内部を伝搬する。

40

【0033】

コア層 12 内部を伝搬した光は封止部 17 を経由して光伝搬方向変換部 15 に達し、光伝搬方向変換部 15 の光伝搬方向変換面 15 a により伝搬方向を略 90° 変換されて受光素子 22 の受光部 22 a に入射する。このように、光伝搬方向変換部 14 及び 15 は、光の伝搬方向を変換する機能を有する。

50

【0034】

続いて、本発明の第1の実施の形態に係る光導波路10の製造方法について説明する。図4～図10は、本発明の第1の実施の形態に係る光導波路10の製造工程を例示する図である。図4～図10において、図2及び図3と同一部品については、同一符号を付し、その説明は省略する場合がある。

【0035】

始めに、図4に示す工程では、支持基板11を用意し、支持基板11上に第1クラッド層13aを形成する。支持基板11としては、例えば、ガラス基板、シリコン基板等を用いることができる。又、電気回路が形成された基板を支持基板11とし、その上に直接第1クラッド層13aを形成しても良い。

10

【0036】

第1クラッド層13aは、例えば、液状材料であるポリイミド樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリオレフィン樹脂、ポリノルボルネン樹脂又はこれらのフッ化物等のポリマー材料を、支持基板11上に塗布した後、紫外線照射及び加熱し硬化させることにより形成することができる。又、第1クラッド層13aは、例えば、エポキシ系のフィルム状材料等のポリマー材料を、支持基板11上にラミネートした後、紫外線照射及び加熱し硬化させることにより形成しても構わない。第1クラッド層13aの厚さは、例えば、10 μm ～60 μm とすることができる。

【0037】

次いで、図5に示す工程では、第1クラッド層13a上にコア層12aを形成する。コア層12aは、パターンニングされてコア層12となる層である。コア層12aは、例えば、液状材料であるポリイミド樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリオレフィン樹脂、ポリノルボルネン樹脂又はこれらのフッ化物等のポリマー材料を、第1クラッド層13a上に塗布することにより形成することができる。又、コア層12aは、例えば、エポキシ系のフィルム状材料等のポリマー材料を、第1クラッド層13a上にラミネートすることにより形成しても構わない。

20

【0038】

但し、コア層12aの屈折率は、クラッド層13の屈折率よりも高く設定する必要があるため、コア層12aを構成する上記ポリマー材料には、例えば、Ge等の屈折率制御用添加剤が含まれている。コア層12aの厚さは、例えば、30 μm ～80 μm とすることができる。

30

【0039】

次いで、図6に示す工程では、コア層12aをパターンニングしてコア層12を形成する。例えば、コア層12aとしてネガ型感光材料を使用した場合には、コア層12として残したい部分のみを露出するようにコア層12aをフォトマスク(図示せず)で覆い、露光及び現像し、紫外線照射及び加熱し硬化させることにより、コア層12を形成することができる。

【0040】

次いで、図7に示す工程では、コア層12を覆うように、第1クラッド層13a上に第2クラッド層13bを形成する。第2クラッド層13bは、図4に示す工程において第1クラッド層13aに用いたポリマー材料と同一のポリマー材料を第1クラッド層13a上に塗布又はラミネートし、紫外線照射及び加熱し硬化させることにより形成することができる。コア層12及びクラッド層13の合計の厚さは、例えば、50 μm ～200 μm とすることができる。

40

【0041】

次いで、図8に示す工程では、例えば、レーザ加工、ダイシング加工等の方法により、図7に示す構造体に、コア層12及び第2クラッド層13bを貫通するように、例えば、平面視長方形の縦溝である凹部18及び19を形成する。次いで、図9に示す工程では、凹部18及び19に、光伝搬方向変換部14及び15を、それぞれの光伝搬方向変換面14a及び15aが対向するように挿入する。なお、凹部18及び19と光伝搬方向変換

50

部 1 4 及び 1 5 との寸法関係は、光伝搬方向変換部 1 4 及び 1 5 を圧入しなくても凹部 1 8 及び 1 9 に挿入できる程度に、凹部 1 8 及び 1 9 の方が、若干大きくなっている。

【 0 0 4 2 】

光伝搬方向変換部 1 4 及び 1 5 の光伝搬方向変換面 1 4 a 及び 1 5 a は、例えば、物理的又は化学的ラッピング加工等が施された平滑面であり、光を反射する機能を有する。光伝搬方向変換部 1 4 及び 1 5 としては、良好に光を反射する金属であれば、どのような材料を用いても構わない。又、光伝搬方向変換部 1 4 及び 1 5 の光伝搬方向変換面 1 4 a 及び 1 5 a に、更にスパッタ法やめっき法等により、例えば、Al、Au 等の金属層を形成してから挿入しても構わない。なお、予め良好に光を反射する平滑面を有する金属片であれば、特定の処理を施す必要はない。

10

【 0 0 4 3 】

次いで、図 1 0 に示す工程では、凹部 1 8 及び 1 9 に挿入された光伝搬方向変換部 1 4 及び 1 5 の光伝搬方向変換面 1 4 a 及び 1 5 a の上部に、封止部 1 6 及び 1 7 の上面 1 6 a 及び 1 7 a と、第 2 クラッド層 1 3 b の上面 1 3 c とが略面一となるように、封止剤を塗布し、封止部 1 6 及び 1 7 を形成する。

【 0 0 4 4 】

封止部 1 6 及び 1 7 としては、例えば、紫外線硬化タイプの光路結合用接着剤等を用いることができる。光路結合用接着剤は、 ± 0.005 程度の高い精度で屈折率を制御することが可能であるため、コア層 1 2 と同等な屈折率になるように制御された光路結合用接着剤を用いる。

20

【 0 0 4 5 】

なお、封止部 1 6 及び 1 7 として紫外線硬化タイプの光路結合用接着剤を用いた場合には、光伝搬方向変換部 1 4 及び 1 5 の光伝搬方向変換面 1 4 a 及び 1 5 a の上部に光路結合用接着剤を塗布した後に、紫外線を照射して光路結合用接着剤を硬化させることにより封止部 1 6 及び 1 7 を形成する。封止部 1 6 及び 1 7 の材料として、光路結合用接着剤を用いることにより、光伝搬方向変換部 1 4 及び 1 5 が設けられている部分の機械的強度を向上するとともに、コア層 1 2 と発光素子 2 1 及び受光素子 2 2 との間の光接続性を向上することができる。このようにして、本発明の第 1 の実施の形態に係る光導波路 1 0 が製造される。

【 0 0 4 6 】

本発明の第 1 の実施の形態に係る光導波路 1 0 によれば、支持基板 1 1 上にコア層 1 2 及びクラッド層 1 3 を形成した後に、コア層 1 2 及び第 2 クラッド層 1 3 b を貫通するように加工が容易な縦溝である凹部 1 8 及び 1 9 を形成し、凹部 1 8 及び 1 9 に光伝搬方向変換部 1 4 及び 1 5 を挿入することにより光伝搬方向変換部を設けるため、光導波路 1 0 を構成するコア層 1 2 及びクラッド層 1 3 が液状材料であるか、フィルム状材料であるかに関わらず、光伝搬方向変換部を設けることができる。

30

【 0 0 4 7 】

又、複雑な形状の溝を形成する工程や、コア層 1 2 及びクラッド層 1 3 に傾斜部を設けた後に、傾斜部に金属層を形成する工程等が不要であるため、簡易な工程で光伝搬方向変換部 1 4 及び 1 5 を形成することができる。

40

【 0 0 4 8 】

本発明の第 1 の実施の形態に係る光導波路 1 0 によれば、コア層 1 2 及び第 2 クラッド層 1 3 b を貫通するように加工が容易な縦溝である凹部 1 8 及び 1 9 を形成し、凹部 1 8 及び 1 9 に光伝搬方向変換部 1 4 及び 1 5 を挿入することにより光伝搬方向変換部を設けるため、光伝搬方向変換部 1 4 及び 1 5 の光伝搬方向変換面 1 4 a 及び 1 5 a の方向を、発光素子 2 1 の発光部 2 1 a 及び受光素子 2 2 の受光部 2 2 a の方向に向けることが容易であり、電気回路が形成された基板上に光導波路 1 0 を容易に形成して光送受信装置 2 0 を製造することができる。

【 0 0 4 9 】

第 2 の実施の形態

50

図 1 1 は本発明の第 2 の実施の形態に係る光導波路 3 0 を有する光送受信装置 4 0 を例示する断面図である。図 1 2 は本発明の第 2 の実施の形態に係る光導波路 3 0 を例示する平面図である。図 1 1 及び図 1 2 を参照するに、光送受信装置 3 0 は、光導波路 3 0 と、複数の発光部 4 1 a を有する発光素子アレイ 4 1 と、複数の受光部 4 2 a を有する受光素子アレイ 4 2 とから構成されている。

【 0 0 5 0 】

光導波路 3 0 は、支持基板 3 1 と、複数のコア層 3 2 と、クラッド層 3 3 と、光伝搬方向変換部 3 4 及び 3 5 と、封止部 3 6 及び 3 7 とを有する。クラッド層 3 3 は第 1 クラッド層 3 3 a 及び第 2 クラッド層 3 3 b からなる。

【 0 0 5 1 】

3 2 c はコア層 3 2 の下面を、3 3 c は第 2 クラッド層 3 3 b の上面を、3 4 a 及び 3 5 a は光伝搬方向変換部 3 4 及び 3 5 の光伝搬方向変換面を、3 6 a 及び 3 7 a は封止部 3 6 及び 3 7 の上面を、 D_1 はコア層 3 2 の奥行きを、 D_3 は複数のコア層 3 2 全体の奥行きを、 D_4 は光伝搬方向変換部 3 4 及び 3 5 の奥行きを示している。

【 0 0 5 2 】

光伝搬方向変換部 3 4 及び 3 5 の光伝搬方向変換面 3 4 a 及び 3 5 a は、入射する光の方向を変換できるように、所定の基準面に対して所定の傾斜角をなすように配置されている。所定の基準面は、例えば、光の伝搬方向に平行なコア層 3 2 の下面 3 2 c であり、所定の傾斜角は、コア層 3 2 の下面 3 2 c と光伝搬方向変換部 3 4 及び 3 5 の光伝搬方向変換面 3 4 a 及び 3 5 a とのなす角度 θ_1 であり、 θ_1 は、例えば、 45° である。

【 0 0 5 3 】

光導波路 3 0 において、支持基板 3 1 上には、複数のコア層 3 2 及びクラッド層 3 3 が形成されている。複数のコア層 3 2 及びクラッド層 3 3 は、例えば、液状材料であるポリイミド樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリオレフィン樹脂、ポリノルボルネン樹脂又はこれらのフッ化物等のポリマー材料、又は、エポキシ系のフィルム状材料等のポリマー材料から構成されている。

【 0 0 5 4 】

光伝搬方向変換部 3 4 及び 3 5 は、複数のコア層 3 2 及び第 2 クラッド層 3 3 b を貫通するように設けられている。光伝搬方向変換部 3 4 及び 3 5 は、例えば、SUS、Al、Cu と Zn との合金である真鍮等からなる金属製のブロック（金属片）であり、光伝搬方向変換部 3 4 及び 3 5 の光伝搬方向変換面 3 4 a 及び 3 5 a は、例えば、物理的又は化学的ラッピング加工等が施された平滑面であり、光を反射する機能を有する。

【 0 0 5 5 】

光伝搬方向変換部 3 4 及び 3 5 の光伝搬方向変換面 3 4 a 及び 3 5 a に、更にスパッタ法やめっき法等により、例えば、Al、Au 等の金属層が形成されていても構わない。光伝搬方向変換部 3 4 及び 3 5 の奥行き D_4 は、複数のコア層 3 2 全体の奥行き D_3 より長ければ、どのような寸法でも構わない。

【 0 0 5 6 】

なお、図 1 1 の例では、光伝搬方向変換部 3 4 及び 3 5 の光伝搬方向変換面 3 4 a 及び 3 5 a とコア層 3 2 の下面 3 2 c とのなす角度 θ_1 は 45° であるが、 θ_1 は必ずしも 45° にする必要はなく、 θ_1 は、光導波路 3 0 と発光素子アレイ 4 1 及び受光素子アレイ 4 2 との間で良好な光結合性が得られるような任意の角度に設定することができる。左右の θ_1 を異なる角度に設定しても構わない。

【 0 0 5 7 】

光伝搬方向変換部 3 4 及び 3 5 は封止部 3 6 及び 3 7 により封止されている。封止部 3 6 及び 3 7 の上面 3 6 a 及び 3 7 a と、第 2 クラッド層 3 3 b の上面 3 3 c とは、略面一とされている。封止部 3 6 及び 3 7 は、複数のコア層 3 2 と同等な屈折率を有する接着剤から構成されている。封止部 3 6 及び 3 7 は、光伝搬方向変換部 3 4 及び 3 5 が設けられている部分の機械的強度を向上するとともに、複数のコア層 3 2 と発光素子アレイ 4 1 及び受光素子アレイ 4 2 との間の光接続性を向上することを目的として設けられている。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

第2クラッド層33bの上面33cの、光伝搬方向変換部34及び35の光伝搬方向変換面34a及び35aの上部に対応する位置には、発光素子アレイ41の複数の発光部41a及び受光素子アレイ42の複数の受光部42aが配置されている。発光素子アレイ41は、光伝搬方向変換部34の光伝搬方向変換面34aに対して光を照射可能に配置され、受光素子アレイ42は光伝搬方向変換部35の光伝搬方向変換面35aで伝搬方向を変換された光を受光可能に配置されている。発光素子アレイ41としては、例えば、半導体レーザアレイ等を、受光素子アレイ42としては、例えば、フォトダイオードアレイ等を用いることができる。

【 0 0 5 9 】

光送受信装置40において、発光素子アレイ41の複数の発光部41aから同時に又は別々に出射された光は、光導波路30の封止部36に入射し、図11の矢印のように光伝搬方向変換部34の光伝搬方向変換面34aにより伝搬方向を略90°変換されて対応するコア層32に入射する。コア層32の屈折率は、クラッド層33の屈折率よりも高く設定されているため、コア層32に入射した光は、クラッド層33へは透過せずにコア層32内部を伝搬する。

【 0 0 6 0 】

コア層32内部を伝搬した光は封止部37を経由して光伝搬方向変換部35に達し、光伝搬方向変換部35の光伝搬方向変換面35aにより伝搬方向を略90°変換されて受光素子アレイ42の対応する受光部42aに入射する。このように、光伝搬方向変換部34及び35は、光の伝搬方向を変換する機能を有する。

【 0 0 6 1 】

このようにして、複数のコア層32、発光素子アレイ41の複数の発光部41a及び受光素子アレイ42の複数の受光部42aを有する複数チャンネルに対応した光導波路30を有する光送受信装置40を実現することができる。なお、図11及び図12では、コア層32、発光素子アレイ41の発光部41a及び受光素子アレイ42の受光部42aをそれぞれ10個有する10チャンネルに対応した光導波路30を有する光送受信装置40を例示したが、チャンネル数は10以外でも構わない。

【 0 0 6 2 】

続いて、本発明の第2の実施の形態に係る光導波路30の製造方法について説明する。ただし、本発明の第2の実施の形態に係る光導波路30の製造方法は、本発明の第1の実施の形態に係る光導波路10の製造方法とほぼ同様であるため、本発明の第1の実施の形態に係る光導波路10の製造方法の説明に用いた図を参照しながら、本発明の第1の実施の形態に係る光導波路10の製造方法と異なる部分を中心に説明する。

【 0 0 6 3 】

始めに、本発明の第1の実施の形態の図4及び図5に対応する工程の後、図6に対応する工程において、第1クラッド層33a上に形成された複数のコア層32aをパターンニングして複数のコア層32を形成する。次いで、図7に対応する工程の後、図8に対応する工程において、例えば、レーザ加工、ダイシング加工等の方法により、図7に対応する構造体に、複数のコア層32及び第2クラッド層33bを貫通するように、例えば、平面視長方形の縦溝である2つの凹部を形成する。

【 0 0 6 4 】

次いで、図9に対応する工程において、2つの凹部に光伝搬方向変換部34及び35を、それぞれの光伝搬方向変換面34a及び35aが対向するように挿入する。なお、2つの凹部と光伝搬方向変換部34及び35との寸法関係は、光伝搬方向変換部34及び35を圧入しなくても2つの凹部に挿入できる程度に、2つの凹部の方が、若干大きくなっている。

【 0 0 6 5 】

次いで、図10に対応する工程において、2つの凹部に挿入された光伝搬方向変換部34及び35の光伝搬方向変換面34a及び35aの上部に、封止部36及び37の上面3

10

20

30

40

50

6 a 及び 3 7 a と、第 2 クラッド層 3 3 b の上面 3 3 c とが略面一となるように、封止剤を塗布し、封止部 3 6 及び 3 7 を形成する。このようにして、本発明の第 2 の実施の形態に係る複数のコア層 3 2 有する複数のチャンネルに対応した光導波路 3 0 が製造される。

【0066】

本発明の第 2 の実施の形態に係る光導波路 3 0 によれば、本発明の第 1 の実施の形態に係る光導波路 1 0 と同様に、支持基板 3 1 上に複数のコア層 3 2 及びクラッド層 3 3 を形成した後に、複数のコア層 3 2 及び第 2 クラッド層 3 3 b を貫通するように加工が容易な縦溝である 2 つの凹部を形成し、2 つの凹部に光伝搬方向変換部 3 4 及び 3 5 を挿入することにより光伝搬方向変換部を設けるため、光導波路 3 0 を構成する複数のコア層 3 2 及びクラッド層 3 3 が液状材料であるか、フィルム状材料であるかに関わらず、光伝搬方向変換部を設けることができる。

10

【0067】

又、複雑な形状の溝を形成する工程や、複数のコア層 3 2 及びクラッド層 3 3 に傾斜部を設けた後に、傾斜部に金属層を形成する工程等が不要であるため、簡易な工程で光伝搬方向変換部 3 4 及び 3 5 を形成することができる。

【0068】

本発明の第 2 の実施の形態に係る光導波路 3 0 によれば、本発明の第 1 の実施の形態に係る光導波路 1 0 と同様に、複数のコア層 3 2 及び第 2 クラッド層 3 3 b を貫通するように加工が容易な縦溝である 2 つの凹部を形成し、2 つの凹部に光伝搬方向変換部 3 4 及び 3 5 を挿入することにより光伝搬方向変換部を設けるため、光伝搬方向変換部 3 4 及び 3 5 の光伝搬方向変換面 3 4 a 及び 3 5 a の方向を、発光素子アレイ 4 1 の複数の発光部 4 1 a 及び受光素子アレイ 4 2 の複数の受光部 4 2 a の方向に向けることが容易であり、電気回路が形成された基板上に光導波路 3 0 を容易に形成して光送受信装置 4 0 を製造することができる。

20

【0069】

以上、本発明の好ましい実施の形態について詳説したが、本発明は、上述した実施の形態に制限されることはなく、本発明の範囲を逸脱することなく、上述した実施の形態に種々の変形及び置換を加えることができる。

【0070】

例えば、本発明の第 1 の実施の形態及び第 2 の実施の形態において、2 つの光伝搬方向変換部を有する光導波路を例示したが、発光素子から出射された光の伝搬方向を変換する 1 つの光伝搬方向変換部を有する光導波路や、入射された光の伝搬方向を受光素子の方向に変換する 1 つの光伝搬方向変換部を有する光導波路等にも本発明を適用することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0071】

【図 1】従来の光導波路 1 0 0 を有する光送受信装置 2 0 0 を例示する断面図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施の形態に係る光導波路 1 0 を有する光送受信装置 2 0 を例示する断面図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施の形態に係る光導波路 1 0 を例示する平面図である。

40

【図 4】本発明の第 1 の実施の形態に係る光導波路 1 0 の製造工程を例示する図（その 1）である。

【図 5】本発明の第 1 の実施の形態に係る光導波路 1 0 の製造工程を例示する図（その 2）である。

【図 6】本発明の第 1 の実施の形態に係る光導波路 1 0 の製造工程を例示する図（その 3）である。

【図 7】本発明の第 1 の実施の形態に係る光導波路 1 0 の製造工程を例示する図（その 4）である。

【図 8】本発明の第 1 の実施の形態に係る光導波路 1 0 の製造工程を例示する図（その 5）である。

50

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態に係る光導波路 10 の製造工程を例示する図（その 6）である。

【図 10】本発明の第 1 の実施の形態に係る光導波路 10 の製造工程を例示する図（その 7）である。

【図 11】本発明の第 2 の実施の形態に係る光導波路 30 を有する光送受信装置 40 を例示する断面図である。

【図 12】本発明の第 2 の実施の形態に係る光導波路 30 を例示する平面図である。

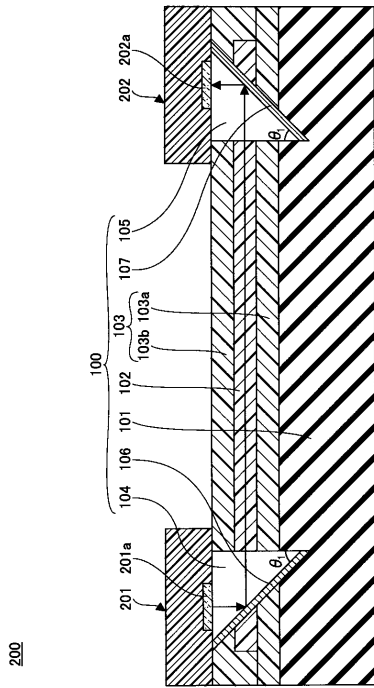
【符号の説明】

【0072】

10, 30, 100	光導波路	10
11, 31, 101	支持基板	
12, 12a, 32, 102	コア層	
12c, 32c	コア層 12, 32 の下面	
13, 33, 103	クラッド層	
13a, 33a, 103a	第 1 クラッド層	
13b, 33b, 103b	第 2 クラッド層	
13c, 33c	第 2 クラッド層 13b, 33b の上面	
14, 15, 34, 35	光伝搬方向変換部	
14a, 15a, 34a, 35a	光伝搬方向変換部 14, 15, 34, 35 の光伝搬 方向変換面	20
16, 17, 36, 37	封止部	
16a, 17a, 36a, 37a	封止部 16, 17, 36, 37 の上面	
18, 19	凹部	
20, 40, 200	光送受信装置	
21, 201	発光素子	
21a, 41a, 201a	発光部	
22, 202	受光素子	
22a, 42a, 202a	受光部	
41	発光素子アレイ	
42	受光素子アレイ	30
106, 107	金属層	
θ_1	角度	
D_1, D_2, D_3, D_4	奥行き	

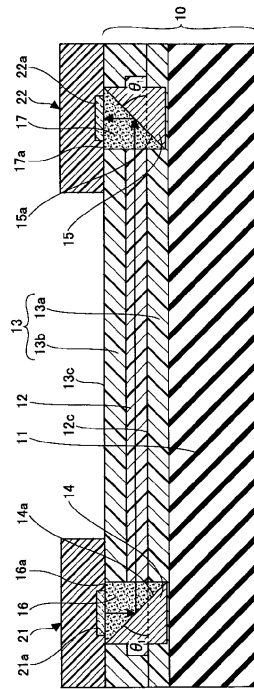
【 図 1 】

従来の光導波路100を有する光送受信装置200を例示する断面図



【 図 2 】

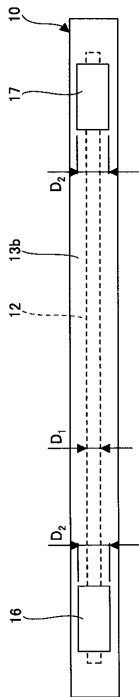
本発明の第1の実施の形態に係る光導波路10を有する光送受信装置20を例示する断面図



20

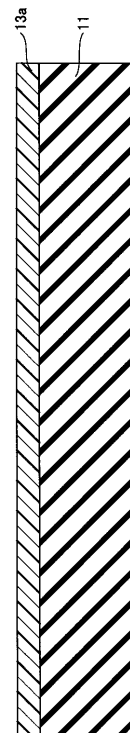
【 図 3 】

本発明の第1の実施の形態に係る光導波路10を例示する平面図



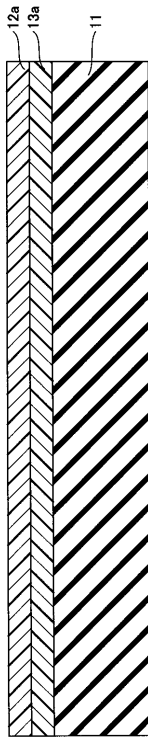
【 図 4 】

本発明の第1の実施の形態に係る光導波路10の製造工程を例示する図(その1)



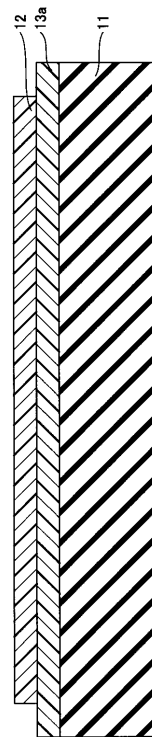
【 図 5 】

本発明の第1の実施の形態に係る光導波路10の製造工程を例示する図(その2)



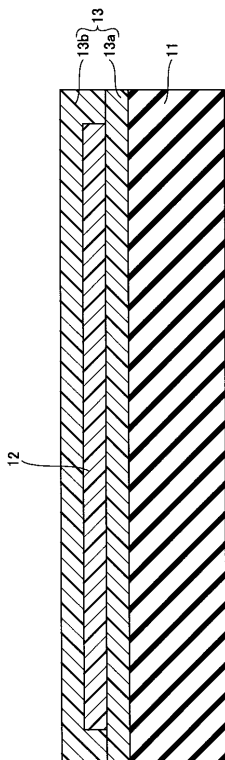
【 図 6 】

本発明の第1の実施の形態に係る光導波路10の製造工程を例示する図(その3)



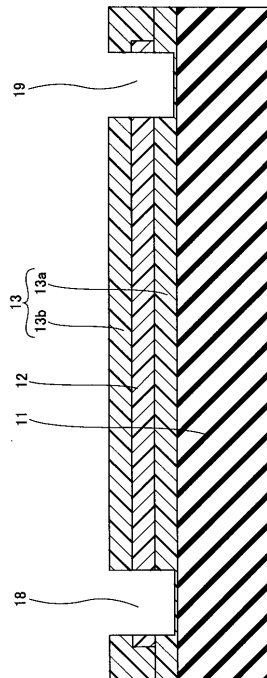
【 図 7 】

本発明の第1の実施の形態に係る光導波路10の製造工程を例示する図(その4)



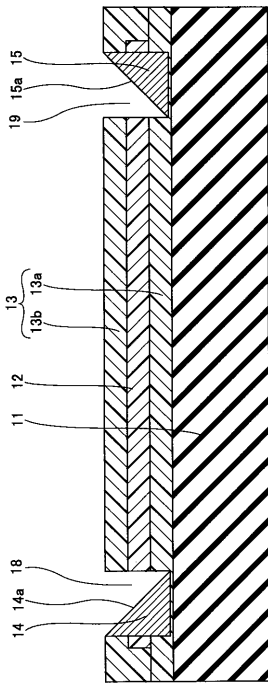
【 図 8 】

本発明の第1の実施の形態に係る光導波路10の製造工程を例示する図(その5)



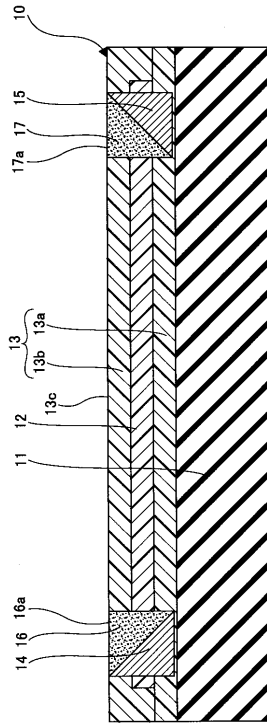
【 図 9 】

本発明の第1の実施の形態に係る光導波路10の製造工程を例示する図(その6)



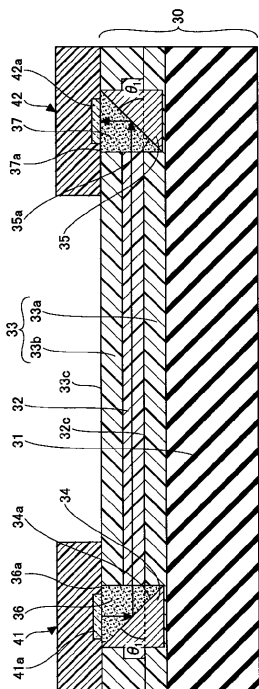
【 図 10 】

本発明の第1の実施の形態に係る光導波路10の製造工程を例示する図(その7)



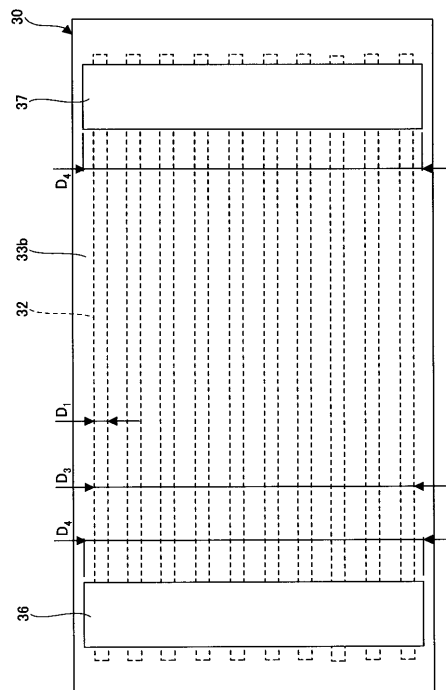
【 図 11 】

本発明の第2の実施の形態に係る光導波路30を有する光送受信装置40を例示する断面図



【 図 12 】

本発明の第2の実施の形態に係る光導波路30を例示する平面図



フロントページの続き

(72)発明者 柳沢 賢司

長野県長野市小島田町 8 0 番地 新光電気工業株式会社内

Fターム(参考) 2H137 AB12 AC05 BA55 BB03 BB13 BB17 BB25 BB33 BC51 EA02

EA03

2H147 AB04 AB05 AB31 CA13 CB06 CD02 DA09 EA10D EA13C EA14C

EA16A EA16B EA16C EA17A EA17B EA19A EA19B EA20A EA20B FB04

FC08 FC09

5E338 AA18 CC10 EE32