

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6637368号
(P6637368)

(45) 発行日 令和2年1月29日(2020.1.29)

(24) 登録日 令和1年12月27日(2019.12.27)

(51) Int.Cl.

F 1

GO2B	6/122	(2006.01)	GO2B	6/122
GO2B	6/13	(2006.01)	GO2B	6/13
GO2B	6/43	(2006.01)	GO2B	6/43

請求項の数 10 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2016-76337 (P2016-76337)
(22) 出願日	平成28年4月6日(2016.4.6)
(65) 公開番号	特開2017-187620 (P2017-187620A)
(43) 公開日	平成29年10月12日(2017.10.12)
審査請求日	平成30年12月26日(2018.12.26)

(73) 特許権者	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	100107766 弁理士 伊東 忠重
(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(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

審査官 山本 貴一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光導波路装置及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

配線基板と、
前記配線基板の上に形成された第1クラッド層と、
前記第1クラッド層の上面に直接形成された下地保護層と、
前記第1クラッド層及び前記下地保護層の上に形成されたコア層と、
前記コア層と前記下地保護層とをその積層方向に連続的に切欠いて形成された、傾斜面を備えた溝部と、
前記傾斜面に形成された光路変換ミラーと、

前記第1クラッド層及び前記コア層の上に形成された第2クラッド層と
を有し、

前記下地保護層は並んで配置された複数の下地保護パターンを有し、前記コア層は並んで配置された複数のコアパターンを有し、複数の前記下地保護パターンそれぞれの上に、前記コアパターンが1つずつ配置され、

前記下地保護層の屈折率は前記コア層の屈折率よりも低く、
前記下地保護層の前記コアパターンの光伝搬方向と平面視において垂直に交わる方向の幅は、前記コア層の前記コアパターンの光伝搬方向と平面視において垂直に交わる方向の幅以上であることを特徴とする光導波路装置。

【請求項 2】

前記コア層の溝部は前記コア層の両端部に形成され、

10

20

前記下地保護層は、前記コア層の両端部に対応する領域に分離されて配置され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】

前記下地保護層の前記コアパターンの光伝搬方向と平面視において垂直に交わる方向の幅は、前記コア層の前記コアパターンの光伝搬方向と平面視において垂直に交わる方向の幅よりも大きく設定され、

前記下地保護層の前記幅の方向の両端部に、前記溝部に連通する切込みが形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光導波路装置。

【請求項 4】

前記下地保護層は、前記第 1 クラッド層と同じ屈折率を有する樹脂から形成されることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の光導波路装置。 10

【請求項 5】

前記配線基板に接続され、前記光路変換ミラーに光結合された光素子を有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の光導波路装置。

【請求項 6】

配線基板の上に、第 1 クラッド層を形成する工程と、

前記第 1 クラッド層の上面に下地保護層を直接形成する工程と、

前記第 1 クラッド層及び前記下地保護層の上にコア層を形成する工程と、

回転ブレードにより、前記コア層と前記下地保護層とをその積層方向に連続的に切欠いて、傾斜面を備えた溝部を形成する工程と、 20

前記傾斜面に光路変換ミラーを形成する工程と、

前記第 1 クラッド層及び前記コア層の上に第 2 クラッド層を形成する工程とを有し、

前記下地保護層は並んで配置された複数の下地保護パターンを有し、前記コア層は並んで配置された複数のコアパターンを有し、複数の前記下地保護パターンそれぞれの上に、前記コアパターンが 1 つずつ配置され、

前記下地保護層の屈折率は前記コア層の屈折率よりも低く、

前記下地保護層の前記コアパターンの光伝搬方向と平面視において垂直に交わる方向の幅は、前記コア層の前記コアパターンの光伝搬方向と平面視において垂直に交わる方向の幅以上に設定されることを特徴とする光導波路装置の製造方法。 30

【請求項 7】

前記下地保護層を形成する工程において、

前記下地保護層は、前記コア層の両端部に対応する領域に分離されて配置され、

前記溝部を形成する工程において、

前記コア層の溝部は前記コア層の両端部に形成されることを特徴とする請求項 6 に記載の光導波路装置の製造方法。

【請求項 8】

前記下地保護層を形成する工程において、

前記下地保護層の前記コアパターンの光伝搬方向と平面視において垂直に交わる方向の幅は、前記コア層の前記コアパターンの光伝搬方向と平面視において垂直に交わる方向の幅よりも大きく設定され、 40

前記溝部を形成する工程において、

前記下地保護層の前記幅の方向の両端部に、前記溝部に連通する切込みが形成されることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の光導波路装置の製造方法。

【請求項 9】

前記コア層を形成する工程において、

前記コア層は複数で並んで形成され、

前記溝部を形成する工程において、

前記複数のコア層に溝部を形成する際に、前記回転ブレードと前記第 1 クラッド層との間に隙間が生じることを特徴とする請求項 6 乃至 8 のいずれか一項に記載の光導波路装置 50

の製造方法。

【請求項 10】

前記第2クラッド層を形成する工程の後に、

前記光路変換ミラーに光結合される光素子を前記配線基板に接続する工程を有することを特徴とする請求項6乃至9のいずれか一項に記載の光導波路装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、光導波路装置及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、電気信号を扱う配線基板の上に光信号を扱う光導波路が形成された光導波路装置がある。光導波路装置は光電気複合基板であり、電気信号の伝達速度の限界を補うために、高速部分を光信号で伝達することができる。

【0003】

光導波路の端側には光路変換ミラーが配置されており、光素子が光導波路の光路変換ミラーに光結合されるように配線基板に搭載される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2011-118163号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

後述する予備的事項の欄で説明するように、光導波路装置を製造するには、切削装置の回転ブレードにより、複数のコア層に光路変換ミラーを得るための溝部を形成する工程がある。

30

【0006】

このとき、回転ブレードは切削不要な下側のクラッド層も切削することになるため、回転ブレードの消耗が早くなり、コスト高を招く問題がある。

【0007】

また、回転ブレードがコア層の下側のクラッド層を突き抜けて配線基板の配線層まで達することがあり、この場合は、配線層とクラッド層との界面で剥離が発生する。

【0008】

光路変換ミラーを得るための溝部を信頼性よくコア層に形成できる新規な構造の光導波路装置及びその製造方法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】

【0009】

以下の開示の一観点によれば、配線基板と、前記配線基板の上に形成された第1クラッド層と、前記第1クラッド層の上面に直接形成された下地保護層と、前記第1クラッド層及び前記下地保護層の上に形成されたコア層と、前記コア層と前記下地保護層とをその積層方向に連続的に切欠いて形成された、傾斜面を備えた溝部と、前記傾斜面に形成された光路変換ミラーと、前記第1クラッド層及び前記コア層の上に形成された第2クラッド層とを有し、前記下地保護層は並んで配置された複数の下地保護パターンを有し、前記コア層は並んで配置された複数のコアパターンを有し、複数の前記下地保護パターンそれぞれの上に、前記コアパターンが1つずつ配置され、前記下地保護層の屈折率は前記コア層の

50

屈折率よりも低く、前記下地保護層の前記コアパターンの光伝搬方向と平面視において垂直に交わる方向の幅は、前記コア層の前記コアパターンの光伝搬方向と平面視において垂直に交わる方向の幅以上である光導波路装置が提供される。

【発明の効果】

【0011】

以下の開示によれば、光導波路装置では、第1クラッド層の上に下地保護層がパターン状に形成され、第1クラッド層及び下地保護層の上にコア層が形成されている。コア層の上面から下地保護層に、光路変換ミラーを得るための溝部が形成されている。

【0012】

溝部は、回転ブレードによりコア層を切削することにより形成される。このとき、コア層の切削部分の下に下地保護層を配置しているため、第1クラッド層が回転ブレードによって切削されることが防止される。

【0013】

これにより、回転ブレードは、切削不要な第1クラッド層を切削しないため、回転ブレードの磨耗が少なくなり、寿命を長くすることができるため、低コスト化を図ることができる。

【0014】

また、コア層の切削部分の下に下地保護層が配置されているので、回転ブレードが第1クラッド層を突き抜けて配線基板の配線層に達することが回避される。これにより、光導波路の光路変換ミラーの下の領域において、配線層と第1クラッド層との界面で剥離が発生することが防止される。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1(a)～(d)は予備的事項に係る光導波路装置の製造方法を示す断面図及び平面図(その1)である。

【図2】図2(a)及び(b)は予備的事項に係る光導波路装置の製造方法を示す断面図及び平面図(その2)である。

【図3】図3(a)及び(b)は実施形態の光導波路装置の製造方法を示す断面図及び平面図(その1)である。

【図4】図4は実施形態の光導波路装置の製造方法を示す断面図(その2)である。

【図5】図5(a)及び(b)は実施形態の光導波路装置の製造方法を示す断面図及び平面図(その3)である。

【図6】図6(a)及び(b)は実施形態の光導波路装置の製造方法を示す断面図及び平面図(その4)である。

【図7】図7(a)及び(c)は実施形態の光導波路装置の製造方法を示す断面図及び平面図(その5)である。

【図8】図8は実施形態の光導波路装置の製造方法を示す断面図(その6)である。

【図9】図9(a)及び(b)は実施形態の光導波路装置の製造方法を示す断面図及び平面図(その7)である。

【図10】図10(a)及び(b)は実施形態の光導波路装置の製造方法を示す断面図(その8)である。

【図11】図11(a)～(c)は実施形態の光導波路装置の製造方法を示す断面図及び平面図(その9)である。

【図12】図12(a)～(c)は実施形態の光導波路装置の製造方法を示す断面図(その10)である。

【図13】図13(a)及び(b)は実施形態の光導波路装置を示す断面図及び平面図である。

【図14】図14は実施形態の光導波路装置に光素子が搭載された様子を示す断面図及び平面図である。

【発明を実施するための形態】

10

20

30

40

50

【0016】

以下、実施の形態について、添付の図面を参照して説明する。

【0017】

実施形態を説明する前に、基礎となる予備的事項について説明する。予備的事項の記載は、発明者の個人的な検討内容であり、公知技術ではない新規な技術を含む。

【0018】

予備的事項に係る光導波路装置の製造方法では、まず、図1(a)に示すように、配線基板100を用意する。図1(a)の配線基板100では、絶縁層120と、その上に形成された配線層140とが部分的に描かれている。

【0019】

次いで、図1(b)に示すように、配線基板100の上に第1クラッド層200を形成する。さらに、図1(c)に示すように、第1クラッド層200の上にコア層300を形成する。

【0020】

続いて、図1(d)に示すように、切削装置の回転ブレード160により、コア層300の端側の光路変換ミラーが配置される部分を厚み方向に切削する。

【0021】

これにより、図2(a)に示すように、コア層300の端側に溝部300aが形成される。溝部300aの傾斜面Sに金属層が形成されて、光路変換ミラーが得られる。

【0022】

溝部300aはコア層300を分断すると共に、下地の第1クラッド層200の厚みの途中まで形成される。

【0023】

図2(b)は図2(a)の構造体を上側からみた平面図である。図2(b)に示すように、切削装置の回転ブレード160はコア層300の延在方向と直交する方向に移動し、複数のコア層300に溝部300aが順次形成される。

【0024】

このとき、回転ブレード160は、複数のコア層300の間の領域の切削不要な第1クラッド層200も切削することになり、第1クラッド層200に切込み200aが形成される。

【0025】

このため、回転ブレード160は、広範囲の切削不要な箇所を切削することになる。よって、回転ブレード160の消耗が早くなり、回転ブレード160の交換頻度が高くなるため、コスト高を招く問題がある。

【0026】

また、回転ブレード160が消耗してくると、溝部300aを形成する際に、良好な傾斜面Sが得られないと共に、所望の深さの溝部300aを上手く形成できなくなる。

【0027】

さらには、回転ブレード160でコア層300に溝部300aを形成する際に、コア層300を完全に分断する必要があるため、下地の第1クラッド層200がある程度切削される。

【0028】

第1クラッド層200の厚みは比較的薄く、切削量のマージンが少ないため、特に配線基板100に反りが発生したりすると、回転ブレード160が第1クラッド層200を突き抜けて配線基板100の配線層140に達することがある。

【0029】

配線基板100の配線層140が回転ブレード160で切削されると、配線層140が変形し、配線層140と第1クラッド層200との界面で剥離が発生する。

【0030】

以下に説明する実施形態の光導波路装置では、前述した不具合を解消することができる

10

20

30

40

50

。

【0031】

(実施形態)

図3～図12は実施形態の光導波路装置の製造方法を示す図、図13は実施形態の光導波路装置を示す図である。以下、光導波路装置の製造方法を説明しながら、光導波路装置の構造を説明する。

【0032】

実施形態の光導波路装置の製造方法では、図3(a)及び(b)に示すように、まず、電気信号を扱う配線基板10を用意する。図3(b)は図3(a)の配線基板10を上側からみた平面図である。

10

【0033】

配線基板10では、基板12の両面に配線層20がそれぞれ形成されている。基板12には厚み方向に貫通するスルーホールTHが設けられており、スルーホールTH内に貫通導体22が充填されている。両面側の配線層20は貫通導体22を介して相互接続されている。配線層20及び貫通導体22は銅などから形成される。

【0034】

なお、スルーホールTHの側壁に形成されたスルーホールめっき層を介して両面側の配線層20が相互接続され、スルーホールTHの残りの孔に樹脂が充填されていてもよい。

【0035】

また、基板12はリジット基板であってもよいし、あるいはフレキシブル基板でもよい。リジット基板とする場合は、基板12は例えばガラスエポキシ樹脂などから形成される。

20

【0036】

あるいは、フレキシブル基板とする場合は、基板12は例えばポリイミドフィルムなどから形成される。また、基板12の両面側において、配線層20の積層数は任意に設定することができる。

【0037】

配線基板10のスルーホールTHはドリルやレーザなどで形成され、配線層20及び貫通導体22はフォトリソグラフィ及びめっき技術などを使用して形成される。

30

【0038】

次いで、図4に示すように、配線基板10の上に第1クラッド層を得るための感光性樹脂層(不図示)を形成し、フォトリソグラフィに基づいて露光/現像を行う。

【0039】

その後に、感光性樹脂層を100～140程度の加熱処理によって硬化させる。これにより、配線基板10上の光導波路形成領域に第1クラッド層32が形成される。第1クラッド層32の厚みは、例えば、10μm～30μm程度である。

【0040】

感光性樹脂層としては、UV硬化型エポキシ樹脂などが好適に使用される。感光性樹脂層の形成方法としては、半硬化状態(B-ステージ)の感光性樹脂シートを貼付してもよいし、あるいは、液状の感光性樹脂を塗布してもよい。

40

【0041】

第1クラッド層32をパターン化せずに全面に形成する場合は、非感光性樹脂を使用してもよい。

【0042】

後述するコア層及び第2クラッド層を形成する工程においても同様な樹脂が好適に使用される。

【0043】

続いて、図5(a)に示すように、光導波路形成領域の両端側の第1クラッド層32の上に下地保護層40をパターン状に形成する。図5(b)は図5(a)の構造体を上側からみた平面図である。

50

【0044】

図5 (b) を加えて参照すると、下地保護層40は、後述するコア層の光路変換ミラーを得るために溝部が配置される部分に対応する第1クラッド層32の領域上に配置される。

【0045】

図5 (b) では、光導波路形成領域のうちの2本のコア層が配置される領域が部分的に示されており、2本のコア層(不図示)の両端部に対応する領域に下地保護層40がそれぞれ島状に分離されて配置される。

【0046】

下地保護層40の形成方法としては、まず、第1クラッド層32の上に感光性樹脂層(10不図示)を形成し、フォトリソグラフィに基づいて露光/現像を行う。

【0047】

その後に、感光性樹脂層を100 ~ 140程度の加熱処理によって硬化させる。これにより、第1クラッド層32の上に下地保護層40が島状にパターン化されて形成される。下地保護層40の厚みは、例えば、5 ~ 15 μm程度である。

【0048】

下地保護層40は、コア層34の屈折率よりも低い屈折率を有する樹脂から形成される。さらに好適には、下地保護層40は、第1クラッド層32と同じ屈折率を有する樹脂から形成される。この態様では、光導波路を構築する際に、下地保護層40が第1クラッド層32の一部として機能する。

20

【0049】

次いで、図6 (a) に示すように、第1クラッド層32及び下地保護層40の上にコア層を得るために感光性樹脂層(不図示)を形成する。

【0050】

さらに、フォトリソグラフィに基づいて露光/現像を行った後に、感光性樹脂層を100 ~ 140程度の加熱処理によって硬化させる。これにより、第1クラッド層32及び下地保護層40の上にコア層34がパターン化されて形成される。

【0051】

図6 (b) は図6 (a) の構造体を上側からみた平面図である。図6 (b) を加えて参考すると、コア層34は、前述した図5 (b) の両端側の一対の下地保護層40の上に両端部が配置されるように形成される。そして、複数のコア層34が第1クラッド層32の上に帯状パターンとして並んで配置される。

30

【0052】

このようにして、複数のコア層34の両端部の下に下地保護層40がそれぞれ配置される。後述するように、コア層34の両端部に光路変換ミラーを得るために溝部が回転ブレードによって形成される。このとき、下地保護層40は、回転ブレードで下地の第1クラッド層32が切削されることを防止する保護層として機能する。

【0053】

図6 (b) に示すように、好適な例では、下地保護層40の幅W1はコア層34の幅W2よりも大きく設定され、下地保護層40の幅方向の両端部がコア層34の両側面から外側にはみ出した状態となる。あるいは、下地保護層40の幅W1はコア層34の幅W2と同じであってもよい。

40

【0054】

このように、下地保護層40の幅W1はコア層の幅W2以上に設定される。

【0055】

例えば、コア層34の幅W1は5 μm ~ 50 μmに設定され、コア層34の厚みは5 μm ~ 50 μmに設定される。

【0056】

図7 (a) 及び (b) には、下地保護層40のパターンの変形例が示されている。図7 (b) は図7 (a) の構造体を上側からみた平面図である。図7 (a) 及び (b) に示す

50

ように、前述した図5(a)及び(b)の工程において、下地保護層40をコア層34の一端側から他端側まで一本の長手状パターンとして配置してもよい。

【0057】

この場合は、一本の下地保護層40の上にコア層34がそれぞれ配置される。この様子においても、下地保護層40の幅W1はコア層34の幅W2よりも大きく設定され、下地保護層40の幅方向の両端部がコア層34の両側面から外側にはみ出した状態となる。

【0058】

なお、図6及び図7では、コア層34の長手方向の両端の側面が下地保護層40の側面よりも外側に配置されているが、コア層34の長手方向の両端の側面が下地保護層40の上に配置されるようにしてもよい。図7(a)及び(b)において、下地保護層40以外の要素は図6(a)及び(b)と同じである。

10

【0059】

以下の工程では、図6(a)及び(b)の構造体を使用して説明する。

【0060】

続いて、図8に示すように、回転ブレード14を備えた切削装置(不図示)を用意する。回転ブレード14はモータ(不図示)に接続された回転軸16に連結されている。回転ブレード14は刃先に傾斜面14aを有し、被切削物の表面から厚み方向に傾斜面を有するV字状の溝部を形成することができる。

【0061】

また、回転ブレード14及び回転軸16は移動手段(不図示)に接続されており、上下方向及び水平方向に移動することができる。これにより、回転ブレード14は、所定の高さ位置に調整された状態で、水平方向に移動して被切削物を切削することができる。

20

【0062】

このような切削装置の回転ブレード14により、コア層34の両端側の光路変換ミラーが配置される部分を厚み方向に切削する。

【0063】

これにより、図9(a)に示すように、光路を90°変換するための傾斜面Sを備えたV字状の溝部34aを形成する。傾斜面Sは、配線基板10の表面に対して好適には45°で傾斜して形成される。

【0064】

30

図10(a)及び(b)は、図9(a)の工程で回転ブレード14によってコア層34に溝部34aを形成する際の様子をA方向からみた模式図である。図10(a)では、回転ブレード14が透視的に描かれている。

【0065】

図10(a)及び(b)に示すように、本実施形態では、コア層34の溝部34aを形成する部分の下に下地保護層40が配置されている。そして、回転ブレード14の刃先が下地保護層40の厚みの途中に配置されるように高さ位置が調整された状態で、水平方向に移動しながら、複数の並んだコア層34に溝部34aを順次形成していく。

【0066】

このようにして、並列に並んだコア層34及び下地保護層40に一括で溝部34aを形成する。

40

【0067】

これにより、図10(b)に示すように、回転ブレード14が複数のコア層34の間の領域を通過する際に、回転ブレード14の刃先と第1クラッド層32の上面との間に隙間Cが生じるようになっている。

【0068】

このようにして、第1クラッド層32の上に下地保護層40を配置して局所的にかさ上げすることにより、第1クラッド層32が回転ブレード14によって切削されないようにしている。

【0069】

50

これにより、回転ブレード14は、切削不要な第1クラッド層32を切削しないため、回転ブレード14の磨耗が少なくなり、寿命を長くすることができる。よって、回転ブレード14の交換頻度を低減することができるため、低コスト化を図ることができる。

【0070】

さらに、回転ブレード14の寿命を長くできるため、良好な傾斜面Sを備えた所望の深さの溝部34aを歩留りよく形成することができる。

【0071】

さらには、コア層34の切削部分の下に下地保護層40が配置されているので、回転ブレード14が第1クラッド層32に達することが防止される。しかも、配線基板10に反りが発生するとしても、下地保護層40の厚みを調整することにより、回転ブレード14が第1クラッド層32に達することが防止される。 10

【0072】

これにより、回転ブレード14が第1クラッド32を突き抜けて配線基板10の配線層20に達することを回避することができる。よって、溝部34aの下の領域において、配線層20と第1クラッド層32との界面で剥離が発生することが防止される。

【0073】

以上のように、図11(a)及び(b)に示すように、複数のコア層34の両端部に傾斜面Sを備えた溝部34aがそれぞれ形成される。

【0074】

図11(b)は図11(a)の構造体を上側からみた平面図であり、図11(c)は図11(b)のコア層34の左側の溝部34aの部分拡大平面図である。 20

【0075】

図11(c)の部分拡大平面図を参照すると、コア層34の幅方向の側面からはみ出した下地保護層40の両端部に、コア層34の溝部34aに連通する切込み40aが形成される。下地保護層40の切込み40aは、回転ブレード14でコア層34に溝部34aを形成する際に同時に形成される。

【0076】

このとき、下地保護層40はコア層34の下地層として配置され、回転ブレード14は同じ高さ位置で水平方向に移動する。下地保護層40の幅方向の両端部にはコア層34が存在しないため、回転ブレード14の先端部のみで下地保護層40が切削されて切込み40aが形成される。 30

【0077】

このため、下地保護層40の切込み40aの深さはコア層34の深さよりも浅くなっている。

【0078】

また、図11(b)に示すように、複数のコア層34の間の領域の第1クラッド層32は回転ブレード14と接触しないため、第1クラッド層32には切込みは形成されない。

【0079】

次いで、図12(a)に示すように、マスク蒸着などにより、コア層34の溝部34aの傾斜面Sに光反射性の金属層を部分的に形成して光路変換ミラーMを得る。光反射性の金属として、金又はアルミニウムなどがある。 40

【0080】

次いで、図12(b)に示すように、図12(a)の第1クラッド層32及びコア層34の上に、第2クラッド層を得るために感光性樹脂層(不図示)を形成する。さらに、フォトリソグラフィに基づいて露光/現像を行った後に、感光性樹脂層を100~140程度の加熱処理によって硬化させる。

【0081】

これにより、第1クラッド層32の上に、コア層34を被覆する第2クラッド層36が形成される。第2クラッド層36の厚みは、例えば30μm~50μm程度である。第2クラッド層36は、コア層34の溝部34a及び光路変換ミラーMを埋め込んで形成され 50

、上面が平坦面として形成される。

【0082】

これにより、下から順に、第1クラッド層32、コア層34及び第2クラッド層36から形成される光導波路5が得られる。光導波路5は、コア層34が第1クラッド層32及び第2クラッド層36で囲まれた構造を有する。

【0083】

光導波路5では、コア層34の屈折率が第1クラッド層32及び第2クラッド層36の屈折率よりも高くなるように設定される。

【0084】

続いて、図12(c)に示すように、第2クラッド層36及び第1クラッド層32をレーザで加工することにより、配線基板10の配線層20に到達する接続ホールCHを形成する。

10

【0085】

あるいは、フォトリソグラフィによって接続ホールCHを形成してもよい、この場合は、前述した図4の第1クラッド層32を形成する工程で配線基板10の配線層20の上に第1ホールを形成する。

【0086】

さらに、前述した図12(b)の第2クラッド層36を形成する工程で、第1クラッド層32の第1ホールに連通する第2ホールを形成する。このようにして、第1ホール及び第2ホールから接続ホールCHが形成される。

20

【0087】

続いて、図13(a)に示すように、接続ホールCH内のビア導体を介して配線基板10の配線層20に接続される接続パッドPを第2クラッド層36の上に形成する。

【0088】

接続パッドPは、例えばセミアディティブ法によって形成される。詳しく説明すると、まず、接続ホールCH内及び第2クラッド層36の上にシード層(不図示)を形成する。次いで、接続ホールCHを含む領域に開口部が設けられためっきレジスト層(不図示)をシード層の上に形成する。

【0089】

その後に、シード層をめっき給電経路に利用する電解めっきにより、接続ホールCH内からめっきレジスト層に開口部に金属めっき層(不図示)を形成する。さらに、めっきレジスト層を剥離した後に、金属めっき層をマスクにしてシード層をエッチングする。これにより、シード層及び金属めっき層から接続パッドPが形成される。

30

【0090】

以上により、実施形態の光導波路装置1が得られる。

【0091】

図13(a)に示すように、実施形態の光導波路装置1は、前述した図3(a)及び(b)で説明した配線基板10を備えている。配線基板10では、基板12の両面に配線層20がそれぞれ形成されており、両面側の配線層20は貫通導体22を介して相互接続されている。

40

【0092】

そして、配線基板10の上に第1クラッド層32が形成されている。第1クラッド層32の上に下地保護層40がパターン状に形成されている。また、第1クラッド層32及び下地保護層40の上にコア層34が形成されている。

【0093】

さらに、コア層34の上面から下地保護層40の厚みの途中まで傾斜面Sを備えた溝部34aが形成されている。溝部34aの傾斜面Sには、金属層からなる光路変換ミラーMが形成されている。

【0094】

このように、本実施形態では、コア層34の溝部34aはコア層34の両端部に形成さ

50

れ、下地保護層 4 0 は、両端部の溝部 3 4 a に対応する領域に分離されて配置されている。

【 0 0 9 5 】

前述した製造方法で説明したように、下地保護層 4 0 は、コア層 3 4 に溝部 3 4 a を回転ブレード 1 4 で形成する際に、回転ブレード 1 4 で下地の第 1 クラッド層 3 2 が切削されることを防止する保護層として機能する。このため、下地保護層 4 0 は、コア層 3 4 の溝部 3 4 a が形成される領域に島状に分離されて配置される。

【 0 0 9 6 】

あるいは、前述した図 7 (a) 及び (b) で説明したように、下地保護層 4 0 をコア層 3 4 の一端側から他端側まで一本の長手状パターンとして配置してもよい。

10

【 0 0 9 7 】

このように、下地保護層 4 0 は、コア層 3 4 の溝部 3 4 a が配置される両端部に対応する領域に島状に分離して形成してもよいし、コア層 3 4 の全体にほぼ対応するパターンで形成してもよい。

【 0 0 9 8 】

図 13 (b) は図 13 (a) の光導波路装置 1 を上側からみた平面図である。図 13 (b) 及び前述した図 6 (b) に示すように、下地保護層 4 0 の幅はコア層 3 4 の幅よりも大きく設定されている。あるいは、下地保護層 4 0 の幅はコア層 3 4 の幅と同じであってもよい。

【 0 0 9 9 】

さらに、図 13 (b) に示すように、前述した図 11 (c) で説明したように、下地保護層 4 0 の幅方向の両端部にコア層 3 4 の溝部 3 4 a に連通する切込み 4 0 a が形成されている。

20

【 0 1 0 0 】

また、下地保護層 4 0 の両端部の切込み 4 0 a の深さは、コア層 3 4 の溝部 3 4 a の深さよりも浅くなっている。

【 0 1 0 1 】

一方、図 13 (b) に示すように、前述した図 11 (b) で説明したように、複数のコア層 3 4 の間の領域の第 1 クラッド層 3 2 には回転ブレード 1 4 による切込みは形成されていない。

30

【 0 1 0 2 】

これは、前述した図 10 (a) 及び (b) で説明したように、回転ブレード 1 4 で複数のコア層 3 4 に溝部 3 4 a を形成する際に、下地保護層 4 0 を配置することで第 1 クラッド層 3 2 と回転ブレード 1 4 との間に隙間 C が生ずるためである。

【 0 1 0 3 】

下地保護層 4 0 の屈折率は、コア層 3 4 の屈折率よりも低く設定され、さらに好適には、第 1 クラッド層 3 2 と同じ屈折率に設定される。

【 0 1 0 4 】

また、第 1 クラッド層 3 2 及びコア層 3 4 の上に第 2 クラッド層 3 6 が形成されている。第 2 クラッド層 3 6 はコア層 3 4 の溝部 3 4 a を埋め込んで形成され、上面が平坦面となっている。

40

【 0 1 0 5 】

第 1 クラッド層 3 2 、コア層 3 4 及び第 2 クラッド層 3 6 から光導波路 5 が構築される。

【 0 1 0 6 】

また、第 2 クラッド層 3 6 及び第 1 クラッド層 3 2 に、配線基板 1 0 の配線層 2 0 に到達する接続ホール C H が形成されている。そして、第 2 クラッド層 3 6 の上に、接続ホール C H 内のピア導体を介して配線基板 1 0 の配線層 2 0 に接続される接続パッド P が形成されている。

【 0 1 0 7 】

50

本実施形態の光導波路装置1では、コア層34の溝部34aが形成された部分の下に下地保護層40が配置されている。下地保護層40は、回転ブレード14でコア層34に溝部34aを形成する際に、下地の第1クラッド層32が切削されることを防止する保護層として機能する。

このため、回転ブレード14が第1クラッド32を突き抜けて配線基板10の配線層20に達することを回避することができる。よって、光路変換ミラーMの下の領域で、配線層20と第1クラッド層32との界面で剥離が発生することが防止される。これにより、光導波路装置の信頼性を向上させることができる。

【0108】

次に、図13(a)の光導波路装置1に光素子を搭載する方法について説明する。

10

【0109】

図14(a)に示すように、光導波路装置1のコア層34の一端側の接続パッドPに、発光素子50をはんだ電極52によって接続する。発光素子50は光素子の一例である。

【0110】

発光素子50はその下面に複数の発光部50aを備えており、発光部50aが光導波路装置1の各光路の光路変換ミラーMに光結合される。発光素子50として、面発光レーザ(VCSEL:Vertical Cavity Surface Emitting Laser)が好適に使用される。

【0111】

また、光導波路装置1のコア層34の他端側の接続パッドPに受光素子60をはんだ電極62によって接続する。受光素子60は光素子の一例である。

20

【0112】

受光素子60はその下面に複数の受光部60aを備えており、受光部60aが光導波路装置1の各光路の光路変換ミラーMに光結合される。受光素子60として、フォトダイオードが好適に使用される。

【0113】

発光素子50及び受光素子60の下側にアンダーフィル樹脂をそれぞれ充填してもよい。

【0114】

本実施形態の光導波路装置1では、図14(a)の矢印経路で示すように、不図示のドライバ素子から出力される電気信号が発光素子50に供給され、発光素子50の発光部50aから下側に光が出射される。

30

【0115】

発光素子50から出射される光は、第2クラッド層36を透過して光導波路装置1の光路変換ミラーMに到達する。さらに、光路変換ミラーMで光が反射され、光路が90°変換されてコア層34に入射する。

【0116】

次いで、コア層34に入射した光は、コア層34内で全反射を繰り返して伝播し、他端側の光路変換ミラーMに到達する。そして、他端側の光路変換ミラーMで光が反射されて光路が90°変換され、第2クラッド層36を透過して受光素子60の受光部60aに光が入射される。

40

【0117】

受光素子60は光信号を電気信号に変換し、不図示のアンプ素子に電気信号が供給される。

【0118】

本実施形態の光導波路装置1では、光路変換ミラーMの下の領域での剥離が発生しないため、歩留りよく製造されると共に、光素子との光結合の高い信頼性が得られる。

【符号の説明】

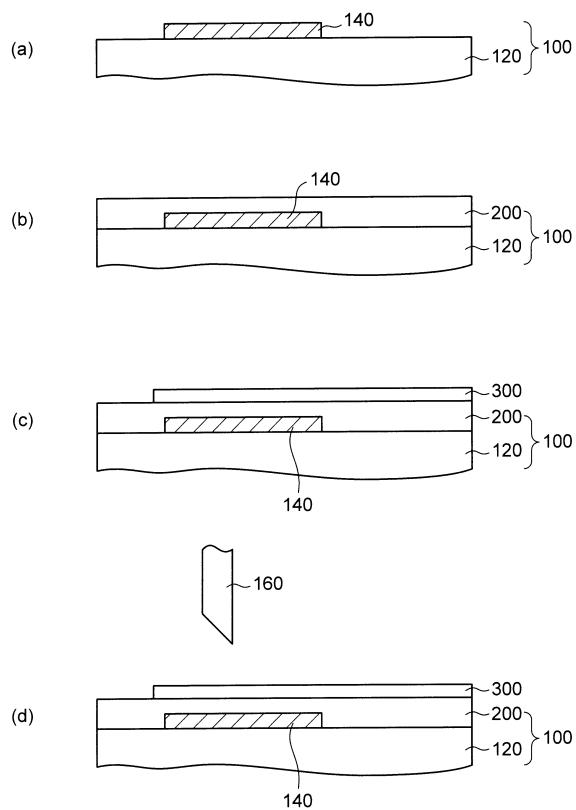
【0119】

1...光導波路装置、5...光導波路、10...配線基板、12...基板、14...回転ブレード、14a, S...傾斜面、16...回転軸、20...配線層、22...貫通導体、32...第1クラッド層

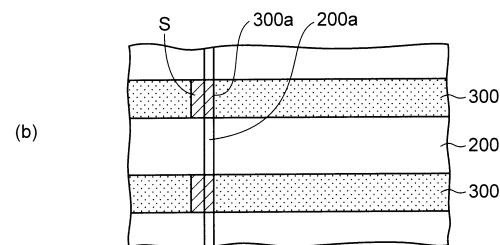
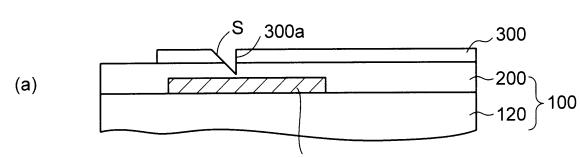
50

ド層、34...コア層、34a...溝部、36...第2クラッド層、40...下地保護層、40a...切込み、50...発光素子、50a...発光部、52, 62...はんだ電極、60...受光素子、60a...受光部、CH...接続ホール、P...接続パッド、M...光路変換ミラー、TH...スルーホール。

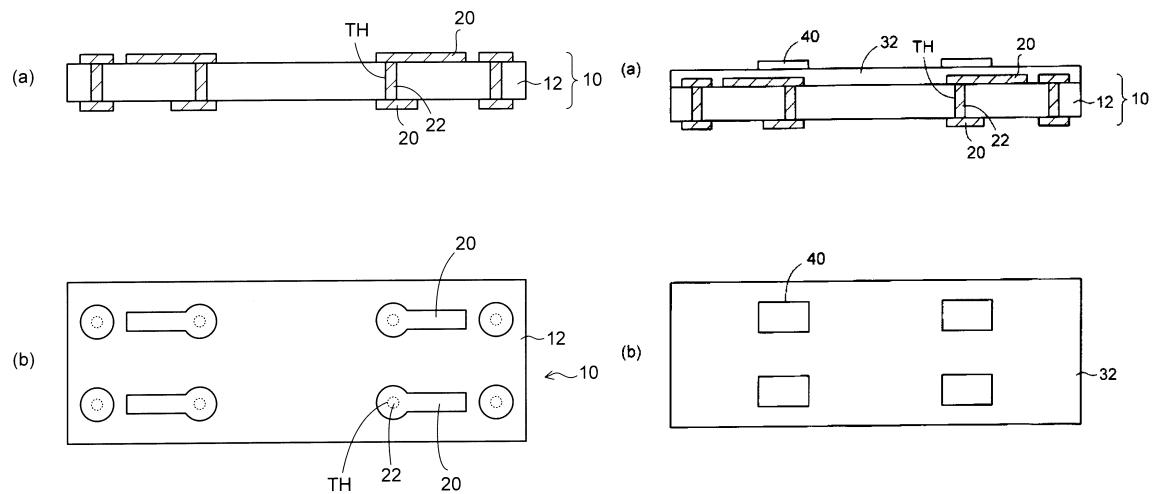
【図1】



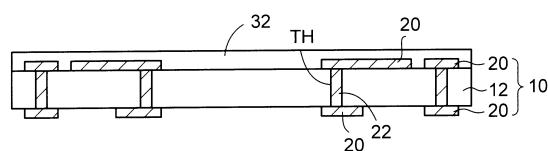
【図2】



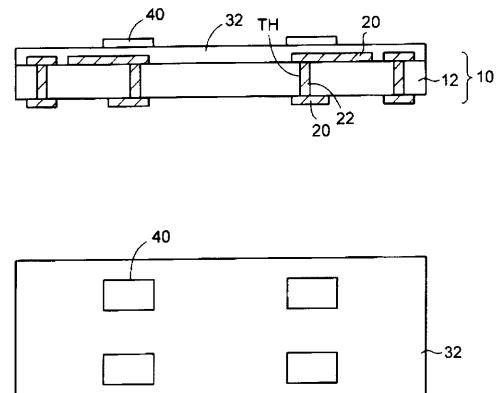
【図3】



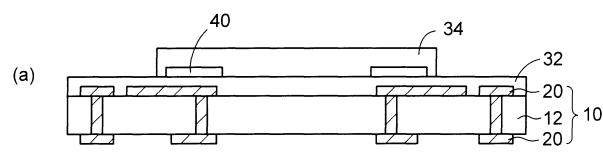
【図4】



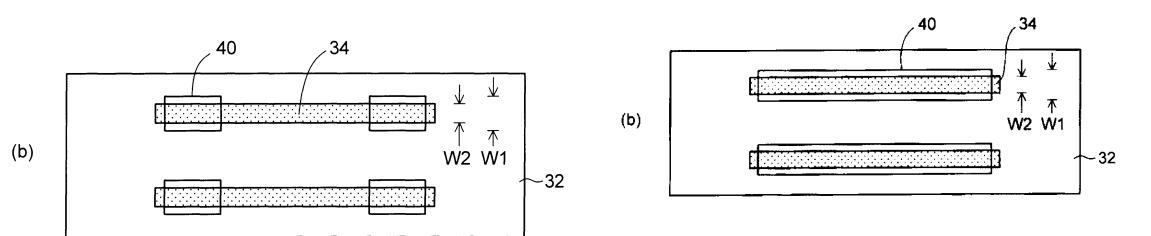
【図5】



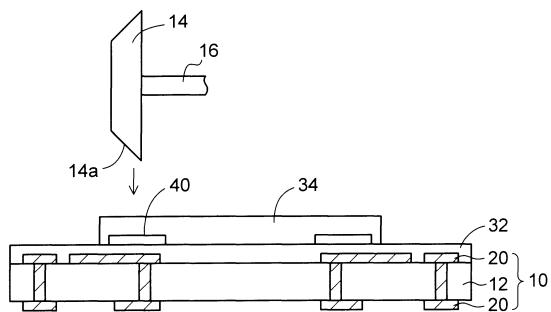
【図6】



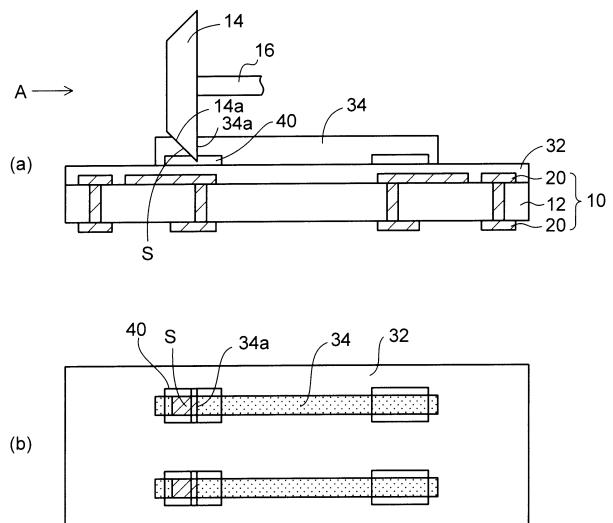
【図7】



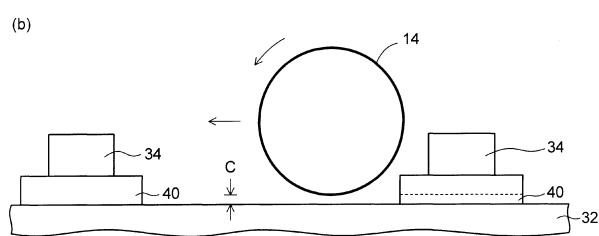
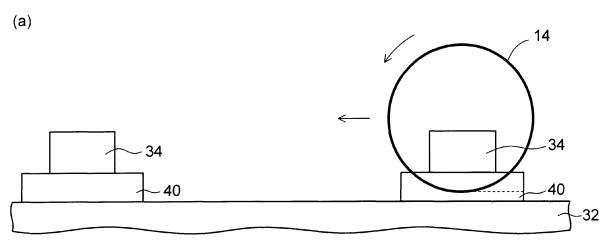
【図8】



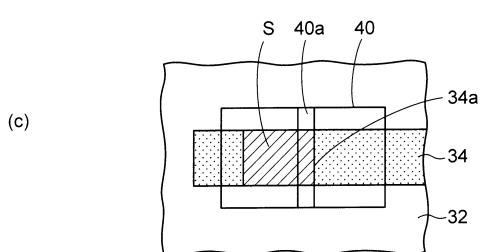
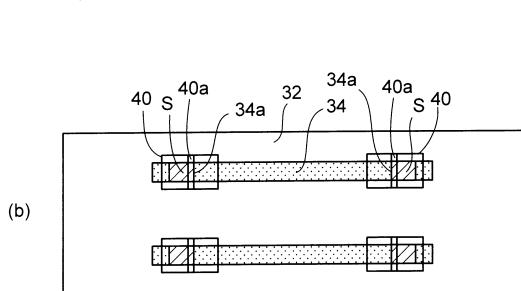
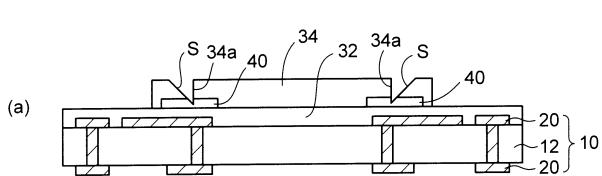
【図9】



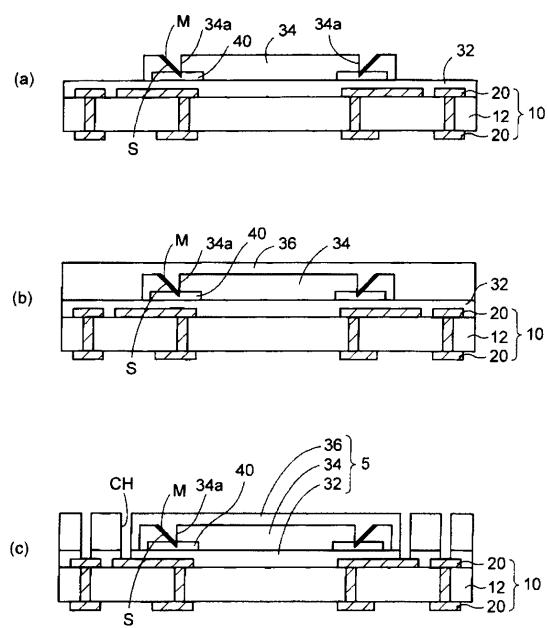
【図10】



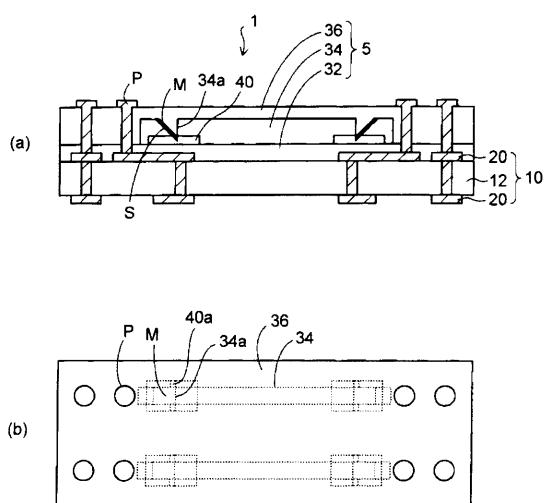
【図11】



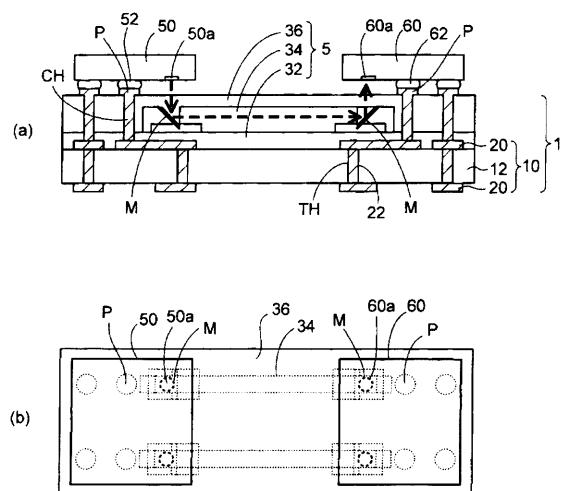
【図1-2】



【図1-3】



【図1-4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-142824(JP, A)
特開2011-064977(JP, A)
国際公開第2013/105470(WO, A1)
特開2015-043050(JP, A)
特開2008-176071(JP, A)
米国特許出願公開第2007/0183718(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 6/12 - 6/13, 6/42, 6/43