

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5369301号
(P5369301)

(45) 発行日 平成25年12月18日(2013.12.18)

(24) 登録日 平成25年9月27日(2013.9.27)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 B 6/12 (2006.01)

G O 2 B 6/12

B

請求項の数 6 (全 13 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2009-287926 (P2009-287926) | (73) 特許権者 | 000190688 |
| (22) 出願日 | 平成21年12月18日(2009.12.18) | | 新光電気工業株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2011-128438 (P2011-128438A) | | 長野県長野市小島田町80番地 |
| (43) 公開日 | 平成23年6月30日(2011.6.30) | (74) 代理人 | 100077621 |
| 審査請求日 | 平成24年9月10日(2012.9.10) | | 弁理士 綿貫 隆夫 |
| | | (74) 代理人 | 100092819 |
| | | | 弁理士 堀米 和春 |
| | | (74) 代理人 | 100146075 |
| | | | 弁理士 岡村 隆志 |
| | | (72) 発明者 | 白石 晶紀 |
| | | | 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 | 田口 裕一 |
| | | | 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) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光信号を伝送するコア層と、前記光信号を反射するミラーとを備える光導波路であって、

結晶性材料からなる基材の所定の結晶面をウェットエッチングプロセスによりエッチングすることによって形成された複数の他の結晶面が内壁の全部となり且つ前記光信号の進行方向と平行な内壁面に垂直な面による断面形状が逆三角形となる溝部と、

前記溝部内にコア材料が充填されて形成されるコア層と、を備え、

前記溝部は、内壁の全面に金属反射膜が設けられ、該内壁の所定の対向する二つの面がミラーとして形成され、

前記コア層の上面には、前記光信号を進入・進出させるための開口部を有するクラッド層が形成されており、

前記ミラーは、90°の角度をなして対向する二つの前記他の結晶面に金属反射膜が設けられて形成される二つのミラーであり、

前記結晶性材料として、シリコン単結晶が用いられ、前記所定の結晶面は、(100)面であり、前記他の結晶面は、(110)面であること

を特徴とする光導波路。

【請求項2】

前記クラッド層は、金属材料を用いて形成されていることを特徴とする請求項1記載の光導波路。

【請求項 3】

前記ウェットエッチングプロセスは、エッチング液として、アルカリ性エッチング液が用いられること

を特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の光導波路。

【請求項 4】

基材に設けられた請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の光導波路と、発光素子と、受光素子と、を備える光送受信装置であって、

前記発光素子は、前記基材上に、一方のミラーに対して光信号を照射可能に配設され、

前記受光素子は、前記基材上に、前記一方のミラーで反射されて他方のミラーで反射された前記光信号を受光可能に配設されていること

を特徴とする光送受信装置。

【請求項 5】

光信号を伝送するコア層と、前記光信号を反射するミラーとを備える光導波路の製造方法であって、

結晶性材料からなる基材の所定の結晶面上に、所定形状にパターニングされたマスク層を形成する工程と、

前記マスク層をエッチングマスクとするウェットエッチングプロセスにより前記所定の結晶面をエッチングして、前記基材に複数の他の結晶面を出現させて該他の結晶面が内壁の全部となり且つ前記光信号の進行方向と平行な内壁面に垂直な面による断面形状が逆三角形となる溝部を形成する工程と、

前記溝部の内壁の全面に金属反射膜を設け、該内壁の所定の対向する二つの面にミラーを形成する工程と、

前記溝部内にコア材料を充填してコア層を形成する工程と、

前記コア層の上面に、前記光信号を進入・進出させるための開口部を有するクラッド層を形成する工程と、を備え、

前記ミラーを形成する工程は、90°の角度をなして対向する二つの前記他の結晶面に金属反射膜を設けて二つのミラーを形成する工程であり、

前記結晶性材料として、シリコン単結晶が用いられ、前記所定の結晶面は、(100)面であり、前記他の結晶面は、(110)面であること

を特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項 6】

前記ウェットエッチングプロセスは、エッチング液として、アルカリ性エッチング液が用いられること

を特徴とする請求項 5 記載の光導波路の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光信号を伝送するコア層と、前記光信号を反射するミラーとを備える光導波路及びその製造方法、並びに該光導波路を備える光送受信装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、種々の電子回路において、信号伝達の高速化（高周波化）に伴い、回路の一部を銅等の電気配線から光導波路による光配線に置き換えた光電混載回路が用いられており、関連する様々な技術が提案されている（特許文献 1、特許文献 2 参照）。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開平 2 - 118607 号公報

【特許文献 2】特開平 8 - 46292 号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】**【0004】**

一般に、光電混載回路では、垂直共振器面発光レーザ（VCSEL）等の発光素子とフォトダイオード（PD）等の受光素子とが、回路基板に搭載されており、発光素子から出射した光（光信号）が、光導波路を介して受光素子に入射する。

【0005】

このような光電混載回路では、発光素子から回路基板に向けて垂直に出射された光は、その光進行方向が45度の角度を有するミラー部により回路基板に水平になるように90度反射されて、光導波路内を光が伝播する方法が採られている。

【0006】

ここで、従来の実施形態に係る光導波路101の製造方法について説明する。

先ず、図12に示すように、周知の手法により、ダミー基板102上に、第1クラッド層110と、コア層112と、第2クラッド層114とを順次積層させる工程を実施する。いずれも、光信号を透過可能な樹脂材料（例えばシリコン）を用いて形成されるが、コア層112には相対的に屈折率の大きな材料を用い、第1クラッド層110及び第2クラッド層114には相対的に屈折率が小さな材料を用いる。

【0007】

次いで、図13に示すように、第2クラッド層114側からダイサー（ダイシング装置）によりコア層112を分断するV字状の溝部103、104を形成する工程を実施する。この際、溝部103を構成する傾斜面103aと第2クラッド層114の上面114aとの成す角度1、及び溝部104を構成する傾斜面104aと第2クラッド層114の上面114aとの成す角度2が、それぞれ45度となるように形成する。

【0008】

なお、溝部103、104を形成する工程の他の例として、第2クラッド層114の上面114a上にグレースマスクを設けて、公知のフォトリソグラフィプロセスによって、上記同様に角度1、2が、それぞれ45度となる傾斜面103a、104aを形成してもよい（図示省略）。

【0009】

次いで、図14に示すように、溝部103の傾斜面103a、及び溝部104の傾斜面104aに金属反射膜116を成膜する工程を実施する。これにより、傾斜面103aにミラー105が形成され、傾斜面104aにミラー106が形成される。

【0010】

次いで、図15に示すように、ダミー基板102上の構造体を、ダミー基板102上から本基板107上へ転写する工程を実施する。

以上説明した工程を備えて、光導波路101の製造が行われる。なお、図15中の矢印が光信号の通過経路である。

【0011】

しかし、上記の製造方法においては、ミラー105、106が設けられる傾斜面103a、104aを高精度且つ微細に形成することが困難であった。すなわち、ダイシングにより傾斜面103a、104aを形成すると、その面粗度が大きくなってしまったため、その面上に金属反射膜116が成膜されて構成されるミラー105、106において光伝播ロスが発生するという課題が生じ得る。

一方、フォトリソグラフィプロセスにより傾斜面103a、104aを形成すると、第2クラッド層114の上面114aとの成す角度1、2を正確に45[°]に形成することが困難なため、その面上に金属反射膜116が成膜されて構成されるミラー105、106において光伝播ロスが発生するという課題が生じ得る。

【0012】

また、上記のように、ダミー基板102上に構造体を形成し、その後、本基板107上に転写する工程を実施する場合、光導波路101と本基板107との位置合せ精度が悪くなってしまうという課題があった。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

また、本基板 1 0 7 の実装面 1 0 7 a に対して、光導波路部分が実装面 1 0 7 a よりもその厚さ分だけ盛り上がってしまうため、発光素子、受光素子等の電子部品を実装するための実装パッドをかさ上げして形成しなければならないという課題があった。

【 0 0 1 4 】

上記事情に鑑み、高精度で且つ微細な光導波路及びその製造方法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】

【 0 0 1 5 】

一実施形態として、以下に開示するような解決手段により、前記課題を解決する。

10

【 0 0 1 6 】

開示の光導波路は、光信号を伝送するコア層と、前記光信号を反射するミラーとを備える光導波路であって、結晶性材料からなる基材の所定の結晶面をウェットエッチングプロセスによりエッチングすることによって形成された複数の他の結晶面が内壁の全部となり且つ前記光信号の進行方向と平行な内壁面に垂直な面による断面形状が逆三角形となる溝部と、前記溝部内にコア材料が充填されて形成されるコア層と、を備え、前記溝部は、内壁の全面に金属反射膜が設けられ、該内壁の所定の対向する二つの面がミラーとして形成され、前記コア層の上面には、前記光信号を進入・進出させるための開口部を有するクラッド層が形成されており、前記ミラーは、90°の角度をなして対向する二つの前記他の結晶面に金属反射膜が設けられて形成される二つのミラーであり、前記結晶性材料として、シリコン単結晶が用いられ、前記所定の結晶面は、(100)面であり、前記他の結晶面は、(110)面であることを要件とする。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 7 】

開示の光導波路及びその製造方法によれば、面粗度が小さく且つ傾斜面の傾斜角度が正確に形成されたミラーを有する、高精度で微細な光導波路が実現される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 8 】

【図 1】本発明の第一の実施形態に係る光導波路の製造方法を説明するための説明図である。

30

【図 2】本発明の第一の実施形態に係る光導波路の製造方法を説明するための説明図である。

【図 3】本発明の第一の実施形態に係る光導波路の製造方法を説明するための説明図である。

【図 4】本発明の第一の実施形態に係る光導波路の製造方法を説明するための説明図である。

【図 5】本発明の第一の実施形態に係る光導波路の製造方法を説明するための説明図である。

【図 6】本発明の第一の実施形態に係る光導波路の製造方法を説明するための説明図である。

40

【図 7】本発明の第二の実施形態に係る光導波路の製造方法を説明するための説明図である。

【図 8】本発明の第三の実施形態に係る光導波路の製造方法を説明するための説明図である。

【図 9】本発明の第四の実施形態に係る光導波路の製造方法を説明するための説明図である。

【図 10】本発明の実施形態に係る光送受信装置の例を示す概略図である。

【図 11】本発明の実施形態に係る光送受信装置の他の例を示す概略図である。

【図 12】従来の実施形態に係る光導波路の製造方法を説明するための説明図である。

【図 13】従来の実施形態に係る光導波路の製造方法を説明するための説明図である。

50

【図 1 4】従来の実施形態に係る光導波路の製造方法を説明するための説明図である。

【図 1 5】従来の実施形態に係る光導波路の製造方法を説明するための説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

本発明の第一の実施形態に係る光導波路 1 の製造方法について説明する。ここで、図 1 ~ 図 6 は、その製造工程を説明するための概略図である。

【0020】

先ず、図 1 に示す基材 2 を用意する。図 1 (a) は基材 2 の平面図であり、図 1 (b) はその断面図である。本実施形態においては、結晶性材料からなる基材 2 を用いる。ここで、結晶性材料の例としては、後述の理由により、Si (シリコン) 単結晶を用いることが好適である。

10

【0021】

次いで、図 2 (a) (平面図) 及び 2 (b) (断面図) に示すように、基材 2 の所定の結晶面 (ここでは、(1 0 0) 面) 2 a 上に、所定形状にパターニングされたマスク層 1 0 を形成する工程を実施する。

なお、マスク層 1 0 の形成方法の例としては、公知のフォトリソグラフィプロセスによって、レジスト材料を塗布し、露光・現像によりパターン形成する方法等が考えられる。

【0022】

次いで、図 3 (a) (平面図)、3 (b) (断面図)、及び 3 (c) (断面図) に示すように、マスク層 1 0 をエッチングマスクとするウェットエッチングプロセスにより基材 2 の (1 0 0) 面 2 a をエッチングする工程を実施する。

20

前述の通り、基材 2 は Si (シリコン) の単結晶によって形成されているが、Si (シリコン) 単結晶は、一の結晶面 (ここでは、(1 0 0) 面) に対する他の結晶面 (ここでは、(1 1 0) 面) が $45 [^\circ]$ の角度をなしている。ここで、Si (シリコン) 単結晶の (1 0 0) 面をアルカリ性エッチング液を用いてウェットエッチングすると、(1 0 0) 面に対して $45 [^\circ]$ の角度をなす (1 1 0) 面が形成されるという異方性エッチング技術が知られている。一例として、アルカリ性エッチング液には、KOH (水酸化カリウム) 水溶液、あるいは KOH (水酸化カリウム) 水溶液に所定の添加物 (例えばアルコール類、界面活性剤、微量の金属元素等が知られている) を添加したもの等が用いられる。

30

【0023】

すなわち、上記エッチング工程によれば、四つの (1 1 0) 面が出現するようにエッチングが進行していき、当該四つの (1 1 0) 面が内壁となる溝部 3 を形成することが可能となる。当該溝部 3 に関して、より詳しくは、溝部 3 の 4 面が、それぞれ (1 0 0) 面 2 a に対して角度 $45 [^\circ]$ で傾斜した (1 1 0) 面 3 a、3 b、3 c、3 d によって囲われている。すなわち、溝部 3 は、(1 0 0) 面 2 a に平行な断面形状が長方形で、(1 0 0) 面 2 a に垂直で且つ (1 1 0) 面 3 a、3 b に垂直な断面形状が逆台形 (逆三角形でもよい) で、(1 0 0) 面 2 a に垂直で且つ (1 1 0) 面 3 c、3 d に垂直な断面形状が逆三角形の形状を有している。なお、図 3 における溝部 3 上部の幅寸法 L 1 は、 $L 1 = 15 \sim 35 [\mu m]$ 程度である。

40

【0024】

このとき、各 (1 1 0) 面 3 a、3 b、3 c、3 d は、Si 単結晶に固有の結晶配列構造によって規定される面であるため、(1 0 0) 面 2 a に対して正確に $\theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = \theta_4 = 45 [^\circ]$ の角度を成す面として得ることができる。加えて、ダイシング等で切削された面と比較して、面粗度が極めて小さい高精度で且つ微細な平坦面として得ることができる。

【0025】

次いで、図 4 (a) (断面図) 及び 4 (b) (断面図) に示すように、マスク層 1 0 を除去した後、溝部 3 の内壁を構成する (1 1 0) 面に金属反射膜 1 2 を設けてミラーを形成する工程を実施する。ここで、図 4 (a) は、図 3 (b) と同位置の断面図である (以

50

下、図5(a)、6(a)、7(a)、8(a)、9(a)についても同様である)。一例として、金属反射膜12は、Al(アルミニウム)を用いて、スパッタリング法により形成する。なお、Au(金)等の他の金属材料・合金材料を用いてもよく、また、真空蒸着法等の方法によって形成してもよい。

【0026】

例えば、ミラーを一つ形成する場合は、一つの(110)面3aに金属反射膜12を設けてミラー4を形成する。

一方、発光素子から光導波路の一方のミラーに対して光信号を照射し、当該一方のミラーで反射されてさらに他方のミラーで反射された光信号を受光素子で受光するような光受信装置に用いる場合等のように、ミラーを二つ形成する場合は、対向する二つの(110)面3a、3bに金属反射膜12を設けて二つのミラー4、5を形成する。

【0027】

ここで、図4(a)、4(b)は、溝部3内の全面に金属反射膜12を形成する場合の例として図示している。このとき、ミラー4、5として用いられない他の(110)面3c、3dに形成された金属反射膜12は第1クラッド層14として作用する。

なお、マスク(不図示)等を設けることによって、金属反射膜12を形成する位置を限定してもよいが、その場合は、金属反射膜12が用いられない他の位置に別途クラッド層を形成する必要がある。

【0028】

ここで、各(110)面3a、3b、3c、3dは、前述の通り、Si単結晶に固有の結晶配列構造によって規定される面であるため、(100)面2aに対して正確に $1 = 2 = 3 = 4 = 45 [^\circ]$ の角度を成す面として得ることができる。これに加えて、特に、対向する二つの(110)面3a、3bは、一方の面3aと他方の面3bとが正確に $5 = 90 [^\circ]$ の角度を成す面として得ることができる。

【0029】

次いで、図5(a)(断面図)及び5(b)(断面図)に示すように、溝部3内にコア材料を充填してコア層16を形成する工程を実施する。一例として、コア材料には、光信号(例えば、VCSELから照射されるレーザ光)の透過が可能なシリコン樹脂、エポキシ樹脂等の樹脂材料が用いられる。

【0030】

コア材料を充填してコア層16を形成する方法としては、様々な方法が考えられるが、例えば、未硬化のフィルム状材料を配置して、マスク(不図示)を設けてパターンニングを行い、現像して硬化させる方法等がある。

【0031】

次いで、図6(a)(断面図)及び6(b)(断面図)に示すように、コア層16の上面を覆うようにして、第2クラッド層18を形成する工程を実施する。

一例として、第2クラッド層18は、Al(アルミニウム)を用いて、スパッタリング法により形成する。なお、Au(金)等の他の金属材料・合金材料を用いてもよく、また、真空蒸着法等の方法によって形成してもよい。

ここで、本実施形態のように、光信号を透過させない金属材料を用いて第2クラッド層18を形成する場合には、コア層16に光信号を進入・進出させるための開口部18a、18bを所定位置(本実施形態では、ミラー4、5に対応する位置)に設ける必要がある。

【0032】

以上説明した工程を備えて、光導波路1の製造が行われる。

光導波路1は、図6(a)中の矢印で示すように、発光素子(不図示)から基材2の上面2aに向けて垂直に出射された光信号が、コア層16内に進入し、 $45 [^\circ]$ の角度を有するミラー4によって進行方向が基材2の上面2aに平行になるように $90 [^\circ]$ 反射され、コア層16内を伝播し、さらに $45 [^\circ]$ の角度を有するミラー5によって進行方向が基材2の上面2aに垂直になるように $90 [^\circ]$ 反射され、基材2の上面2aに対し

10

20

30

40

50

て垂直の方向に、コア層 16 から進出する作用が生じる。

なお、ミラーを一つのみ設けて（ここではミラー 4）、ミラー 5 の位置にこれに代えて受光素子（不図示）を設ける構造としてもよい。

【0033】

続いて、本発明の第二の実施形態に係る光導波路 1 の製造方法について説明する。

本実施形態に係る光導波路 1 の製造方法は、前述の第一の実施形態に係る製造方法で説明した工程を備えるが、第 2 クラッド層 18 を形成する工程において相違点を有する。

より具体的には、図 7 (a) (断面図) 及び 7 (b) (断面図) に示すように、第 2 クラッド層 18 が、光信号を透過可能な樹脂材料（例えばシリコン樹脂）を用いて形成される。このとき、コア層 16 には相対的に屈折率が大きな材料を用い、第 2 クラッド層 18 には相対的に屈折率が小さな材料を用いる。

10

【0034】

続いて、本発明の第三の実施形態に係る光導波路 1 の製造方法について説明する。

本実施形態に係る光導波路 1 の製造方法は、前述の第二の実施形態に係る製造方法で説明した工程を備えるが、溝部 3 内の全面に金属反射膜 12 を形成する工程の後に、これとは別の材料を用いて第 1 クラッド層 14 を形成する工程を備える点で相違する。

より具体的には、第 1 クラッド層 14 を形成する工程は、図 8 (a) (断面図) 及び 8 (b) (断面図) に示すように、ミラー 4、5 として用いられない溝部 3 の (110) 面 3c、3d に形成された金属反射膜 12 の上にのみ、当該第 1 クラッド層 14 を形成する。一例として、第 1 クラッド層 14 を形成する材料には、第 2 クラッド層 18 と同じ樹脂材料が用いられる。

20

【0035】

続いて、本発明の第四の実施形態に係る光導波路 1 の製造方法について説明する。

本実施形態に係る光導波路 1 の製造方法は、前述の第一の実施形態に係る製造方法で説明した工程を備えるが、マスク層 10 をエッチングマスクとするウェットエッチングプロセスにより基材 2 の (100) 面をエッチングする工程において、エッチング時間を短くする等の調整を行うことによって、四つの (110) 面 3a、3b、3c、3d 及び底面 3e に出現する (100) 面 3e の計 5 つの面が内壁となる溝部 3 が形成されることを特徴とする（図 9 (a) (断面図) 及び 9 (b) (断面図) 参照）。

【0036】

30

当該溝部 3 に関して、より詳しくは、溝部 3 の 4 面が、それぞれ (100) 面 2a に対して角度 $45 [^\circ]$ で傾斜した (110) 面 3a、3b、3c、3d によって囲われている。すなわち、溝部 3 は、(100) 面 2a に平行な断面形状が長方形で、(100) 面 2a に垂直で且つ (110) 面 3a、3b に垂直な断面形状が逆台形（逆三角形でもよい）で、(100) 面 2a に垂直で且つ (110) 面 3c、3d に垂直な断面形状が逆台形の形状を有している。

【0037】

したがって、溝部 3 の底面 3e が基材 2 の上面 2a に平行な面として形成されるため、図 9 (a)、9 (b) に示すように、底面 3e 上に金属反射膜 12（クラッド層として作用する）を介して断面形状が矩形のコア層 16 を積層し、その側面を第 1 クラッド層 14 で覆い、その上面を第 2 クラッド層 18 で覆う形状を有する光導波路 1 を製造することが可能となる。

40

なお、第 1 クラッド層 14 及び第 2 クラッド層 18 の形成材料としては、前述の第三の実施形態に係る製造方法で説明した樹脂材料を用いることが考えられる。

【0038】

続いて、本発明の実施形態に係る光送受信装置 20 について説明する。

上記の製造方法により製造される光導波路 1 を用いることによって、好適な光送受信装置 20 が実現される。当該光送受信装置 20 の第一実施例を図 10 の概略図（断面図）に示す。

【0039】

50

回路基板 22 の上面 22 a 上で且つ光導波路 1 の一端側に隣接して、例えば VCSEL 等の発光素子 30 が搭載される。ここで、回路基板 22 と、光導波路 1 が形成される基材 2 とを、共通の部材とすることができる。

発光素子 30 は、そのデバイス本体に発光部 31 を具備していると共に、バンプ 32 により回路基板 22 のランド 33 に接続され、回路基板 22 との間の電氣的な接続が行われる。なお、透明性アンダーファイル材（不図示）が発光素子 30 と回路基板 22 との隙間に充填される。

このとき、発光部 31 の光軸が、回路基板 22 の上面 22 a に対して、すなわち基材 2 の上面 2 a に対して垂直となるように、且つ、一方のミラー 4 に対して $45 [^\circ]$ の角度となるように、発光素子 30 が回路基板 22 に位置決めされている。

10

【0040】

一方、回路基板 22 の上面 22 a 上で且つ光導波路 1 の他端側に隣接して、例えば PD 等の受光素子 40 が搭載される。

受光素子 40 は、そのデバイス本体に受光部 41 を具備していると共に、発光素子 30 の場合と同様に、バンプ 42 により回路基板 22 のランド 43 に接続され、回路基板 22 との間の電氣的な接続が行われる。なお、透明性アンダーファイル材（不図示）が受光素子 40 と回路基板 22 との隙間に充填される。

このとき、受光部 41 の光軸が、回路基板 22 の上面 22 a に対して、すなわち基材 2 の上面 2 a に対して垂直となるように、且つ、他方のミラー 5 に対して $45 [^\circ]$ の角度となるように、受光素子 40 が回路基板 22 に位置決めされている。

20

【0041】

上記の構成によれば、図 10 中の矢印で示すように、発光素子 30 の発光部 31 から光導波路 1 に対して垂直に入射された光信号は、一方のミラー 4 により 90 度の角度で反射され、光導波路 1 のコア層 16 内を伝播し、光導波路 1 の他方のミラー 5 により 90 度の角度で反射されて、受光素子 40 の受光部 41 によって受光される作用を生じる。

【0042】

次に、光送受信装置 20 の第二実施例を図 11 の概略図（断面図）に示す。

前述の第一実施例では、発光素子 30 の制御回路部品 35、論理回路部品 36、受光素子 40 の制御回路部品 45、論理回路部品 46 が、及び光導波路 1 が、回路基板 22 の同一面（ここでは上面 22 a）上に搭載される構造であるのに対し、第二実施例では、発光素子 30、受光素子 40、及び光導波路 1 が、回路基板 22 の一面（ここでは上面 22 a）上に搭載され、発光素子 30 の制御回路部品 35、論理回路部品 36、及び受光素子 40 の制御回路部品 45、論理回路部品 46 が、回路基板 22 の他面（ここでは下面 22 b）上に搭載される構造である点で相違する。なお、本実施例では、回路基板 22 にスルーホールビア 37、47 を設けて、発光素子 30 と制御回路部品 35 との接続、及び受光素子 40 と制御回路部品 45 との接続をそれぞれ行っている。

30

【0043】

上記の構成によれば、光配線（光導波路）と電気配線とを分離させて別々の面に形成することが可能となる。

【0044】

40

以上説明した通り、開示の光導波路の製造方法及び当該製造方法により製造される光導波路によれば、ミラーが形成される面が、基材の一面に対して、正確に $45 [^\circ]$ の角度を成す面として得ることができる。加えて、ダイシング等で切削形成された面と比較して、面粗度が極めて小さい高精度で且つ微細な平坦面として得ることができる。したがって、ミラーが形成される面のテーパ角度が正確に $45 [^\circ]$ にならずに光伝播ロスが発生する、あるいは、面粗度が大きい場合光伝播ロスが発生するという課題を、共に解決することが可能となる。

【0045】

また、一方のミラー及び他方のミラーが形成される二つの面が、相互に正確に $90 [^\circ]$ の角度を成す面として得ることができる。したがって、発光素子から光導波路の一方の

50

ミラーに対して光信号を照射し、当該一方のミラーで反射されてさらに他方のミラーで反射された光信号を受光素子で受光するような光送受信装置において、正確な光信号の反射を可能とし、光伝播ロスの発生を防止することができる。

【 0 0 4 6 】

また、ダミー基板上に構造体を形成し、その後、本基板上に転写する工程を有しないため、光導波路と本基板との位置合せ精度が悪化するという課題を解決することが可能となる。

【 0 0 4 7 】

また、光導波路は、基材に設けられる溝内に形成され、光導波路部分が基材の実装面よりも盛り上がる構造とはならないため、電子部品を実装するための実装パッドをかさ上げて形成しなければならないという課題を解決することが可能となる。

10

【 0 0 4 8 】

なお、本発明は、以上説明した実施例に限定されることなく、本発明を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは言うまでもない。特に、結晶性材料としてSi単結晶を例に挙げて説明したが、これに限定されるものではなく、同様の性質を備える他の結晶性材料を利用して本発明の実施を行ってもよい。

【 符号の説明 】

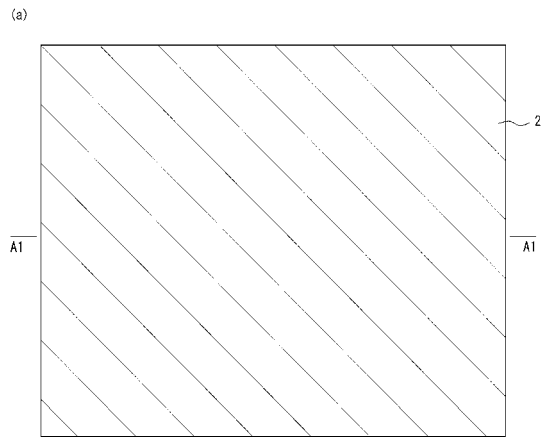
【 0 0 4 9 】

- 1 光導波路
- 2 基材
- 3 溝部
- 4、5 ミラー
- 10 マスク層
- 12 金属反射膜
- 14 第1クラッド層
- 16 コア層
- 18 第2クラッド層
- 20 光送受信装置
- 22 回路基板
- 30 発光素子
- 40 受光素子

20

30

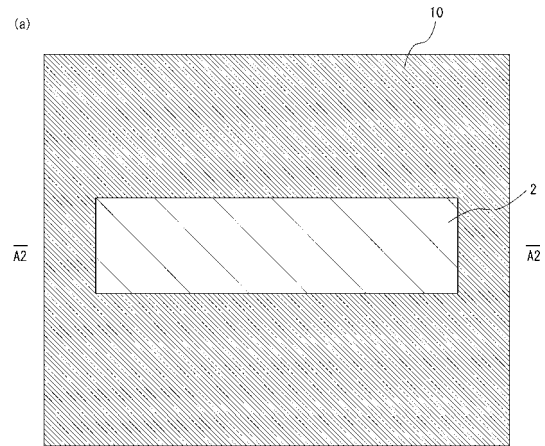
【図 1】



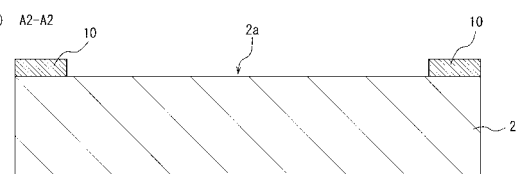
(b) A1-A1



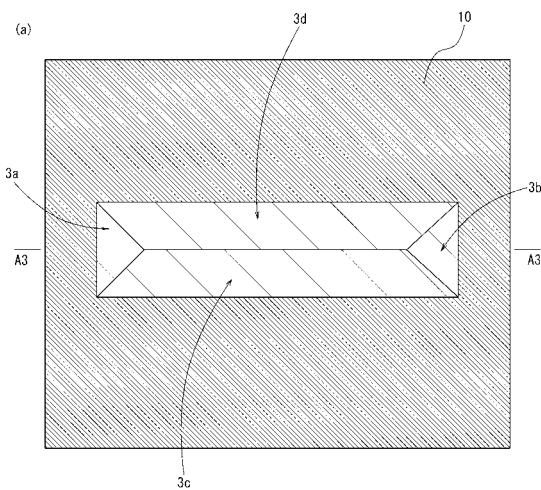
【図 2】



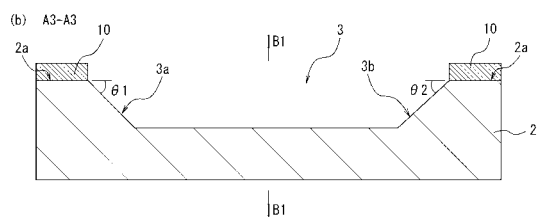
(b) A2-A2



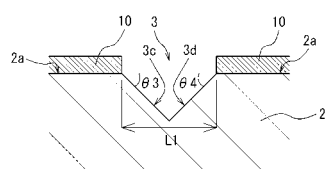
【図 3】



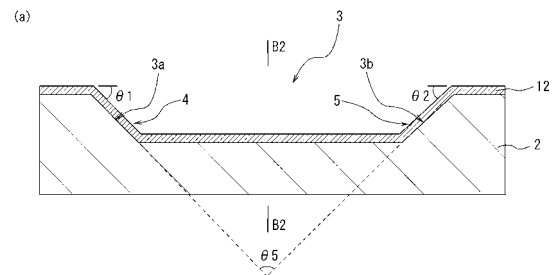
(b) A3-A3



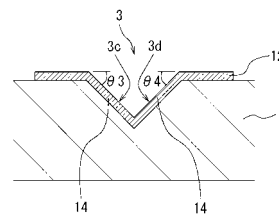
(c) B1-B1



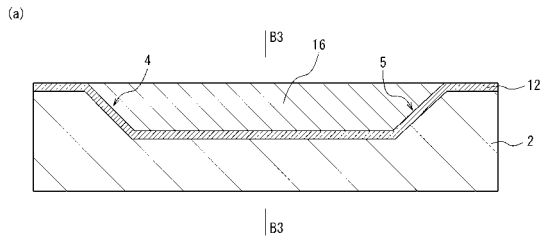
【図 4】



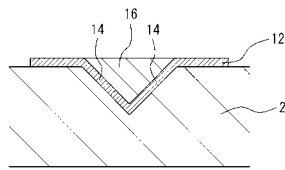
(b) B2-B2



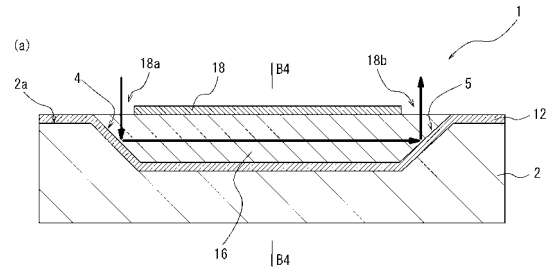
【図 5】



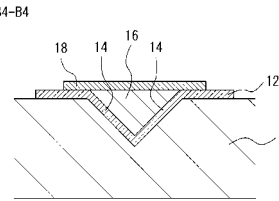
(b) B3-B3



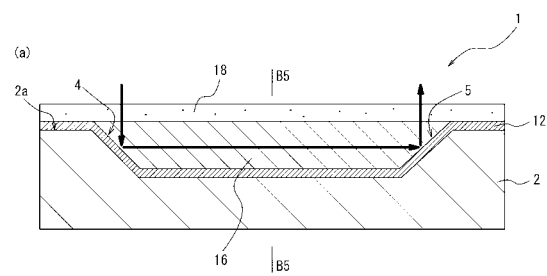
【図 6】



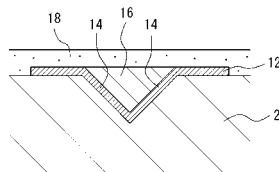
(b) B4-B4



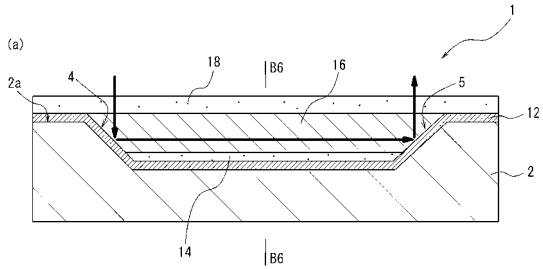
【図 7】



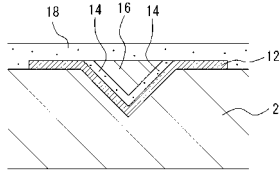
(b) B5-B5



【図 8】



(b) B6-B6



フロントページの続き

審査官 井上 徹

(56)参考文献 特開平 07 - 183570 (JP, A)
特開 2003 - 043281 (JP, A)
特開 2008 - 122475 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 6/12 - 6/14、6/26、6/30 - 6/34、6/42