

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3543121号

(P3543121)

(45) 発行日 平成16年7月14日(2004.7.14)

(24) 登録日 平成16年4月16日(2004.4.16)

(51) Int. Cl.⁷

F I

GO2B 6/26

GO2B 6/26

GO2B 6/122

GO2B 6/12

A

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2000-317463 (P2000-317463)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成12年10月18日 (2000.10.18)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2002-122750 (P2002-122750A)		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(43) 公開日	平成14年4月26日 (2002.4.26)	(74) 代理人	100064414
審査請求日	平成13年12月18日 (2001.12.18)		弁理士 磯野 道造
		(72) 発明者	荘司 哲史
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号
			日本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	山田 浩治
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号
			日本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	森田 博文
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号
			日本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光導波路接続構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光を導波伝搬する第1コアおよびこの第1コアよりも屈折率が小さいクラッドを第1平面基板に有する第1光導波路と、この第1光導波路の第1コアの屈折率よりも屈折率が大きい第2コアを第2平面基板に有する第2光導波路とを光学的に接続する光導波路接続構造において、

前記第2光導波路の第2コアは、長手方向の断面高さを維持した状態で、その幅方向の寸法をその第2導波路の端部に向かって小さくなるテーパ部を形成し、前記第1コアの前記第1平面基板とは反対側の面と前記第2コアの前記第2平面基板とは反対側の面とが、前記第2光導波路の第2コアにおける前記テーパ部のみで長手方向に接触または平行な状態で光学的に近接するように配置されていることを特徴とする光導波路接続構造。

10

【請求項2】

光を導波伝搬する第1コアおよびこの第1コアよりも屈折率が小さいオーバークラッドを有する第1光導波路と、この第1光導波路の下方に配置され前記第1コアの屈折率よりも屈折率が大きい第2コアと、この第2コアに接触するように形成されたアンダークラッドとを有する第2光導波路とを、前記アンダークラッドの下方に配置された平面基板上に備え、前記第1光導波路と前記第2光導波路とを光学的に接続する光導波路接続構造において、

前記アンダークラッドおよび前記オーバークラッドは、それぞれ凸部を設けて前記第1コアの下面と前記オーバークラッドの凸部の下面とが同一平面に形成されると共に、前記第

20

2 コアの上面と前記アンダークラッドの凸部の上面とが同一平面に形成され、前記第 2 光導波路の第 2 コアは、長手方向の断面高さを維持した状態で、その幅方向の寸法をその第 2 導波路の端部に向かって小さくなるテーパ部を形成し、前記第 1 コアの下面と前記第 2 コアの上面とが、前記第 2 光導波路の第 2 コアにおける前記テーパ部のみで長手方向に接触または平行な状態で光学的に近接するように配置されていることを特徴とする光導波路接続構造。

【請求項 3】

光を導波伝搬する第 1 コアならびに第 2 コアと、この両コアよりも屈折率が小さいクラッドとを第 1 平面基板に有する第 1 光導波路および第 2 光導波路を、前記クラッドの所定位置に形成された凸部の左右に備える第 1 モジュールと、

10

この第 1 モジュールの前記第 1 光導波路の第 1 コアおよび第 2 コアの屈折率よりも屈折率が大きい第 3 コアを第 2 平面基板に有する第 3 光導波路を備える第 2 モジュールと、を光学的に接続する光導波路接続構造において、

前記第 3 光導波路の第 3 コアは、長手方向の断面高さを維持した状態で、その幅方向の寸法をその第 3 導波路の端部に向かって小さくなるテーパ部をその両端に形成し、前記第 1 コアおよび前記第 2 コアそれぞれの前記第 1 平面基板とは反対側の面と、前記第 3 コアの前記第 2 平面基板とは反対側の面とが、前記第 3 光導波路の第 3 コアの両端の前記テーパ部のみで長手方向に接触または平行な状態で光学的に近接するように配置されていることを特徴とする光導波路接続構造。

【発明の詳細な説明】

20

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光を導波伝搬する光導波路同士を接続する光導波路接続構造に係り、特に、屈折率の異なる光導波路を互いに接続する場合に適した光導波路接続構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

一般に、平面光導波路を配線部材として、発光素子、受光素子、光変調器等の光回路素子を集積して形成される光集積回路は、高度な光信号処理が可能であり、量産性、安定性、コスト性等の観点から、光通信における主要な部品となりつつある。この光集積回路に用

30

【0003】

一方、光集積回路内の配線部材である平面導波路においても、従来の石英系の素材から、シリコンを素材に用いる構造が研究されており、既存の石英系あるいはポリマー導波路等との接続が求められている。

【0004】

ところが、シリコンをはじめとする半導体の屈折率は、光通信にもっぱら用いられる近赤外域において石英系素材やポリマー系素材のそれと比較して約 2 倍から 3 倍程度大きな値を持っている。そのため、シリコン材料よりなるシングルモード条件を満たすコアの断面は、例えば、クラッドの材料が石英で、コア断面が厚さ 0.2 μm の矩形である場合、幅が 0.4 μm 程度あるいはそれ以下となり単に導波路端面を突きあわせるだけでは、高効率な結合を実現することが困難である。したがって、結合される導波路コアは、その先端部を厚み方向にテーパ状に加工することによりモードフィールド径の拡大を図り、高効率な結合を実現している。この従来技術を図 4 により示す。図 4 (a)、(b) は従来の光導波路接続構造の側面状態を示す概略図である。

40

【0005】

図 4 (a)、(b) に示すように、導波路コア先端部 100 は、平面基板 126 の上に、アンダークラッド 125、オーバークラッド 123 に挟み込まれる形で、周囲より屈折率の高いコア部 124 となめらかに断面積の変化するテーパ部 129 が形成されている。な

50

お、導波路コア先端部100に接続される光導波路(光ファイバ等)101は、石英系素材よりなるクラッド127と、このクラッド127の内側に形成された石英系素材よりなるコア部128とを備えており、コア部128はクラッド127よりわずかに大きな屈折率を有している。

【0006】

そのため、光導波路であるコア部124の左端から入射した光は、断面積の小さいテーパ部129の右端ではモードフィールド径が拡大され、石英系素材よりなるコア部128に低損失で結合される。この時の接続損失は、たとえば「ONU(光ネットワークユニット)の光技術」(光学 第24巻 第5号(1995年5月))では、計算値で0.5dB程度、実験値で0.75dB程度の数値が示されている。

10

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、前記した従来の光導波路接続構造ではテーパ部分の形状・特に先端部での断面形状は高精度で加工することが要求されることになった。また、前記の結合構造では接続する二つの導波路端面のどちらも高い精度での研磨が必要であり、研磨作業が大変であった。さらに、前記の光導波路接続構造では、屈折率の低い方のコア径における10分の1程度の精度で位置決めを行う必要があり、位置決め操作が大変であった。

【0008】

また、前記の光導波路接続構造では、屈折率の高いコアと、屈折率の低いコアの中心軸を同一平面上とする事が必要であるため、同一の平面基板上に二つの導波路を複合して形成するためには、高さ方向の加工を伴う複雑な手順が要求されることになった。さらに、前記の光導波路接続構造では、両端面間での反射損失を低減させるため、端面に無反射コーティング等の加工を行う必要があった。

20

【0009】

本発明は、前記の問題点に鑑み創案されたものであり、その目的は、光導波路の導波モードのスポットサイズが異なる光導波路同士の接続損失や、反射減衰量を小さくすることが可能で、接続のための装置や作業に高い精度を必要とすることなく、しかも集積回路製造プロセス技術により容易に製造可能な光導波路接続構造を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するため、本発明ではつぎのように構成した。すなわち、光を導波伝搬する第1コアおよびこの第1コアよりも屈折率が小さいクラッドを第1平面基板に有する第1光導波路と、この第1光導波路の第1コアの屈折率よりも屈折率が大きい第2コアを第2平面基板に有する第2光導波路とを光学的に接続する光導波路接続構造において、前記第2光導波路の第2コアは、長手方向の断面高さを維持した状態で、その幅方向の寸法をその第2導波路の端部に向かって小さくなるテーパ部を形成し、前記第1コアの前記第1平面基板とは反対側の面と前記第2コアの前記第2平面基板とは反対側の面とが、前記第2光導波路の第2コアにおける前記テーパ部のみで長手方向に接触または平行な状態で光学的に近接するように配置されている光導波路接続構造とした。

30

【0011】

このように構成されることにより、この第1コアおよび第2コアの接続部分における導波モードが光を入力する側から光を出力する側へ行くに従い、光を入力する側の光導波路のコアを通過する光パワーが、出力する側の光導波路のコアを通過する光パワーより大きい状態から、光を出力する側の光導波路のコアを通過する光パワーが、入力する側の光導波路のコアを通過する光パワーより大きい状態へ徐々に変化するようになる。

40

【0012】

また、光を導波伝搬する第1コアおよびこの第1コアよりも屈折率が小さいオーバークラッドを有する第1光導波路と、この第1光導波路の下方に配置され前記第1コアの屈折率よりも屈折率が大きい第2コアと、この第2コアに接触するように形成されたアンダークラッドとを有する第2光導波路とを、前記アンダークラッドの下方に配置された平面基板

50

上に備え、前記第1光導波路と前記第2光導波路とを光学的に接続する光導波路接続構造において、前記アンダークラッドおよび前記オーバークラッドは、それぞれ凸部を設けて前記第1コアの下面と前記オーバークラッドの凸部の下面とが同一平面に形成されると共に、前記第2コアの上面と前記アンダークラッドの凸部の上面とが同一平面に形成され、前記第2光導波路の第2コアは、長手方向の断面高さを維持した状態で、その幅方向の寸法をその第2導波路の端部に向かって小さくなるテーパ部を形成し、前記第1コアの下面と前記第2コアの上面とが、前記第2光導波路の第2コアにおける前記テーパ部のみで長手方向に接触または平行な状態で光学的に近接するように配置されている光導波路接続構造とした。このように構成することにより、低損失で接続できるという利点がある。また、テーパ部の高さ方向の加工を必要としない利点がある。

10

なお、光導波路接続構造は、以下に示す構成であっても構わない。すなわち、光を導波伝搬する第1コアならびに第2コアと、この両コアよりも屈折率が小さいクラッドとを第1平面基板に有する第1光導波路および第2光導波路を、前記クラッドの所定位置に形成された凸部の左右に備える第1モジュールと、この第1モジュールの前記第1光導波路の第1コアおよび第2コアの屈折率よりも屈折率が大きい第3コアを第2平面基板に有する第3光導波路を備える第2モジュールと、を光学的に接続する光導波路接続構造において、前記第3光導波路の第3コアは、長手方向の断面高さを維持した状態で、その幅方向の寸法をその第3導波路の端部に向かって小さくなるテーパ部をその両端に形成し、前記第1コアおよび前記第2コアそれぞれの前記第1平面基板とは反対側の面と、前記第3コアの前記第2平面基板とは反対側の面とが、前記第3光導波路の第3コアの両端の前記テーパ部のみで長手方向に接触または平行な状態で光学的に近接するように配置されているものとする。

20

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明にかかる光導波路接続構造を、図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明にかかる第一の実施の形態である。図1(a)は、光導波路接続構造の正面状態を示す模式図、(b)は(a)の平面状態を示す模式図、(c)は(a)の右側面状態を示す模式図である。

【0014】

図1(a),(b),(c)に示すように、第1光導波路aは、平面基板1と、この平面基板1の一方面に形成される石英系素材よりなるアンダークラッド2と、このアンダークラッド2の一方面の中央に沿って形成される石英系素材よりなる光導波路コア3(第1コア)とを備えている。

30

【0015】

また、第2光導波路bは、平面基板6と、この平面基板6の一方面に形成される石英系素材よりなるアンダークラッド5と、このアンダークラッド5の一方面で中央に沿って形成されるシリコンよりなる光導波路コア4(第2コア)と、この光導波路コア4の端部に、その光導波路コア4の断面高さ(厚さ)を維持した状態で幅寸法を先端に向かうに従って細くなるように連続的に変化して形成されたテーパ部7とを備えている。

【0016】

40

そして、第2光導波路bのテーパ部7は、第1光導波路aの光導波路コア3と長手方向に接触または平行な状態で光学的に近接するように配置された状態で配置されている。なお、ここでは、第1光導波路aと、第2光導波路bとを光硬化樹脂などの接続部材を介して結合させた状態としている。テーパ部7と光導波路コア3との位置関係は、軸線同士が一致していることが望ましいが、光導波路コア3の幅内で平行にズれる状態や、あるいは光導波路コア3の幅内にテーパ部7が収まる程度の状態であれば良く、厳密な整合性を必要とするものではない。また、平行な状態で光学的に近接するとは、伝搬する光が許容範囲の損失内で適切に一方から他方に伝わる状態である。

【0017】

アンダークラッド2および光導波路コア3、アンダークラッド5の屈折率は、添加不純物

50

および使用波長帯域により異なるが近赤外光の領域においては、いずれもおおむね1.4から1.5程度である。一方、光導波路コア4の屈折率は、おおむね3.4程度である。光導波路コア4の厚さは0.2 μm 程度、幅は0.4 μm 程度であり、光導波路コア3の厚さと幅はいずれも21 μm ~10 μm 程度である。

【0018】

また、テーパ部7は、その幅が左端（光導波路コア4側）においては光導波路コア4の幅から右端（先端）に向かうにしたがって0.1 μm あるいはそれ以下となるように形成されている。このテーパ部7の長さは数十 μm 程度から1mm程度に形成されている。このテーパ部7の幅および長さは、接続する側の光導波路コアに対して位置決めなどを行う場合に操作が容易となる寸法に形成されていれば、特に限定されるものではない。なお、前記した各構成の寸法は、ここで挙げた寸法以外であっても構わない。

10

【0019】

つぎに、光導波路接続構造における光の伝搬状態を説明する。

光導波路コア4の左端面から入射した光は、光導波路コア4を伝搬しテーパ部7の左端位置に到達する。光導波路コア3の左端において光導波路コア4のクラッドの役割をする空気と光導波路コア3の屈折率の違いにより、一部の光が反射するが、空気と光導波路コア3との屈折率の違いは、光導波路コア4と空気あるいはテーパ部7と光導波路コア3の屈折率の違いにくらべると相対的に小さいので、この反射光強度は弱い。

【0020】

光がテーパ部7を図1における右方向に伝搬するにつれて、コア幅が徐々に狭まり光の閉じこめが弱くなりモードフィールドが周囲に広がろうとする。ところが、このときアンダークラッド2、5より屈折率の高い光導波路コア3が隣接して存在するため、光パワーの分布は光導波路コア4から光導波路コア3のみへ徐々に移っていく。

20

【0021】

テーパ部7の右端部（先端）でも一部反射が起きるが、断面が十分小さく、有効屈折率が小さくなっているため、この場所で発生する反射光はわずかである。前記とは逆に光導波路コア3の右端部から入射した場合には、ちょうど逆に、右から左へ光が進行するにつれて光導波路コア3、テーパ部7を介して、光導波路コア4へ光の分布が移動する。

このように、テーパ部7を介して光導波路コア3と光導波路コア4を接続することで屈折率のことなる光導波路を接続する場合に適した光導波路接続構造を構成することができる。

30

【0022】

なお、テーパ部7は、長手方向の断面の高さをほぼ保ったまま幅のみを変化させているので、高さ方向の加工を必要としない。これによって、リソグラフィやエッチング等を用いた加工が容易にできるという利点がある。また、テーパ部7のテーパ部分は、その面状態が、その伝搬される波長に比して十分なめらかである必要があるが、作成上の必要に応じて、十分に微細な凹凸であれば存在しても構わない。また、図1ではテーパは直線で表しているが、なめらかな曲線であっても構わない。

【0023】

さらに、テーパ部7の高さは、ほぼ一定としたが、加工の結果テーパ先端部で幅が細くなる部分において、高さが減少する方向で多少変化しても、これが連続的かつゆるやかであるなら構わない。また、ここでは導波路を構成する素材としてシリコンおよび石英を挙げたが、これは一つの例示に過ぎず、ガリウム砒素やインジウム燐等他の半導体材料やガラス素材、ポリマー素材等であっても構わない。

40

【0024】

つぎに図2を参照して本発明における第2の実施の形態を説明する。

図2(a)は、光導波路接続構造の正面状態を示す模式図、(b)は(a)の平面状態を示す模式図、(c)は(a)の右側面状態を示す模式図である。

【0025】

図2(a),(b),(c)に示すように、光導波路Aは、平面基板12と、この平面基板

50

12の一方面に形成された石英系素材よりなるアンダークラッド9と、このアンダークラッド9の一方面で中央位置に沿って矩形断面に形成された光導波路コア10(第2コア)と、この光導波路コア10の長手方向の端部に、その先端に向かうに従って幅寸法が小さくなるように形成されたテーパ部13と、このテーパ部13の一方面に接触するように石英系素材よりなる矩形断面に形成された光導波路コア11(第1コア)と、この光導波路コア11および前記光導波路コア10の一面に接触するように形成された石英系素材よりなるオーバークラッド8とを備えている。

【0026】

なお、テーパ部13と光導波路コア11の整合状態は、長手方向に沿ってその光導波路コア11およびテーパ部13の軸線が一致する状態で整合されていることが望ましいが、光導波路コア11の幅内で平行方向にズレる状態であることや、また、光導波路コア11の幅内にテーパ部13が配置され、伝搬する光が許容範囲の損失内で適切に一方から他方に伝わる状態であれば良い。

10

【0027】

オーバークラッド8、およびアンダークラッド9、および光導波路コア11の屈折率は、添加不純物および使用波長帯域により異なるが近赤外光の領域ではいずれもおおむね1.4から1.5程度である。一方、光導波路コア10の屈折率は、おおむね3.4程度である。

【0028】

光導波路コア10は、その厚さが0.2 μm 程度、幅が0.4 μm 程度に構成されている。また、光導波路コア11は、その厚さと幅がいずれも2 μm ~10 μm 程度に構成されている。

20

【0029】

テーパ部13は、その幅が、左端側(光導波路コア10側)では光導波路コア10の幅と等しく、先端側(右側)においては0.1 μm あるいはそれ以下となるように構成されている。そして、このテーパ部13は、その長さが数十 μm 程度から1mm程度になるように構成されている。なお、前記した各構成の寸法は、ここで挙げた寸法以外であっても構わない。

【0030】

また、図2では、アンダークラッド9の上面に凸をもうけて光導波路コア11の下面をフラットとしたが、光導波路コア10の厚さは、光導波路コア11の厚さと比較すると十分に小さいので、アンダークラッド9ではなく光導波路コア11の側に下方に凸となるように凸部を設けて、アンダークラッド9の上面を平らであるようにしても、本発明による効果に変化はないし、リソグラフィプロセス技術による製造がより容易となる。

30

【0031】

本実施例は、同一基板上に材質やスポットサイズの異なる第1と第2の導波路を構成し、これらを接続する部分も同一基板上に構成するものであり、低損失で接続できるという利点がある。また、テーパ部の高さ方向の加工を必要としないので、加工が容易で作りやすいという利点もある。

【0032】

つぎに、光導波路コア10から光導波路コア11に伝達される光の伝達状態を説明する。光導波路コア10の左端面から入射した光は光導波路コア10を伝搬してテーパ部13の左端面に到達する。オーバークラッド8と光導波路コア11の境目で一部の光が反射するが、オーバークラッド8と光導波路コア11の屈折率の違いは、光導波路コア10とオーバークラッド8あるいは、テーパ部13と光導波路コア11の屈折率の違いに比べると極めてわずかであるので、この場所で発生する反射光はごくわずかである。

40

【0033】

光は、テーパ部13の幅が徐々に狭まるに従って閉じこめが弱くなり、モードフィールドが周囲に広がるようとするが、オーバークラッド8、アンダークラッド9より屈折率の高い光導波路コア11が隣接して存在するため、光パワーの分布が光導波路コア10からテー

50

パ部 13 を介して光導波路コア 11 のみへ徐々に移っていく。光は、テーパ部 13 の先端部でも一部反射を発生するが、テーパ部 13 の断面が十分小さく、有効屈折率が小さくなっているため、この場所で発生する反射光はごくわずかである。

【0034】

前記とは逆に光導波路コア 11 の右端部から光が入射した場合には、ちょうど逆に、右から左へ進行するにつれて光導波路コア 11 からテーパ部 13 を介して光導波路コア 10 へ光パワーの分布が移動する。

【0035】

テーパ部 13 は、そのテーパ（傾斜）部分の面状態が、波長と比較して十分なめらかである必要があるが、製造上の必要に応じて、十分に微細な凹凸であれば存在しても構わない。また、図 2 ではテーパは直線で表しているが、なめらかな曲線であっても構わない。

10

【0036】

つぎに、図 3 を参照して本発明における第 3 の実施の形態を説明する。

図 3 (a) は光導波路接続構造の正面状態を示す模式図、(b) は (a) の光導波路接続構造の平面状態を示す模式図、(c) は (a) の光導波路接続構造の右側面状態を示す模式図である。なお、図 3 では、平面基板 21 の左右に離間して一体に形成された第 1 光導波路 c および第 2 光導波路 d を有する第 1 モジュールと、両光導波路 c、d とは別体に形成した第 3 光導波路 e である第 2 モジュールとを接続する構成について説明する。

【0037】

第 3 光導波路 e は、平面基板 14 と、この平面基板 14 の一方面に形成された石英系素材よりなるアンダークラッド 15 と、このアンダークラッド 15 の一方面で中央に沿って形成された矩形断面の光導波路コア 22（第 2 コア）と、この光導波路コア 22 の左右に端部に向かうに従って幅が狭くなるように形成された第 1 テーパ部 16 および第 2 テーパ部 17 とを備えている。

20

【0038】

また、第 1 光導波路 c および第 2 光導波路 d は、平面基板 21 およびこの平面基板 21 の一方面に形成した石英系素材からなるアンダークラッド 20 を共通して備えており、このアンダークラッド 20 の所定位置に形成した凸部分 20a の左右で中央に沿って矩形断面に形成された第 1 光導波路コア 18（第 1 コア）と、第 2 光導波路コア 19（第 1 コア）とを備えている。

30

【0039】

そして、第 3 光導波路 e の第 1 テーパ部 16 と第 2 テーパ部 17 が、第 1 光導波路 c および第 2 光導波路 d の第 1 光導波路コア 18 と第 2 光導波路コア 19 の上に重なり合うように第 1 モジュールと第 2 モジュールとを精密位置決めを行い、光硬化樹脂などの接合部材を介して接合する。

【0040】

このとき、製造誤差と位置決め誤差を合わせた第 1 テーパ部 16 と第 1 光導波路コア 18、第 2 テーパ部 17 と第 2 光導波路コア 19 の位置ズレの許容範囲量は、第 1 光導波路コア 18 および第 2 光導波路コア 19 の幅内に収まる程度であり、従来技術を用いた方法より格段にゆるやかである。そのため、複数の入出力光導波路を持つ半導体光回路部品を、石英型光導波路上に集積する事が容易となる。

40

【0041】

なお、図 3 では、二つの光導波路の組が同一直線上で平面基板に一体に結合しているが、3 つあるいはそれ以上の光導波路の組であってもかまわないし、結合される光導波路が別々に形成される構成であってもよく、さらに、各々の光導波路の位置関係が、クラッドに形成されるテーパ部を備えるコアを複数平行・放射状などに形成し、それぞれのテーパ部に、接続するための光導波路を接触させる構成としてもよい。なお、接続させる光導波路の位置関係は、他の任意の位置関係であってもかまわない。

また、光導波路コア 22 は、任意の光機能部であればよく、例えば、光スイッチの構成や、あるいは、光フィルタの構成であってもよく、特に、導波路構造を持つ必要はなく、波

50

長分散プリズム等であっても構わない。

さらに、図1ないし図3では、光導波路接続構造として、それぞれの光導波路の断面形状を矩形断面として説明したが、それ以外の断面形状であっても、本発明のテーパ部を備える構成であれば、特に、その断面形状を限定されるものではない。

【0042】

【発明の効果】

本発明によれば、2つの光導波路の光結合を行う光導波路接続構造は、幅方向にテーパを形成するテーパ部を介して、入力側の光導波路の導波モードから出力側の光導波路の導波モードへ徐々に変化するため、入力側の光導波路の導波モードが出力側の光導波路の導波モードに断続的に変換される。これによって、入力側及び出力側の光導波路のスポットサイズが整合しない場合においても損失の少ない接続が可能となり、また、光の伝搬方向において反射の要因となる急激な導波路構造の変化がないため、接続部分の結合部における反射戻り光を極めて少なくでき、反射減衰量を従来技術と比べてそれ以下まで小さくすることができる。そして、光導波路接続構造は、厚さ方向の変化を伴う構造を有しないためリソグラフィプロセス技術等による製造に適し、高精度加工や大量生産が容易となる。

10

【0043】

また、光導波路接続構造は、接続部分の結合部における2つの光導波路は等価屈折率を特定の値に正確に調整する必要がないので、光導波路の構造を厳密に制御する必要がなく、さらにまた、結合における2つの光導波路の相対的な位置ズレ量は、コアとクラッドの比屈折率差が小さい光導波路すなわちコア断面積が大きな光導波路のコア断面積と同等程度で良いため、接続のための作業に高い精度を必要としない。

20

【0044】

さらに、光導波路接続構造は、同一基板上に材質やスポットサイズの異なる複数の光回路を作りこれらを同基板上で相互に接続する場合、低損失の接続構造を容易な加工で製作できるという利点がある。したがって、光導波路接続構造は、ハイブリット集積回路に最適に使用することができる。

なお、光導波路接続構造は、複数の入出力光導波路を持つ半導体光回路部品を、石英型光導波路上に集積する事が容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明にかかる第1の実施の形態における光導波路接続構造の正面状態を示す模式図、(b)は(a)の平面状態を示す模式図、(c)は(a)の右側面状態を示す模式図である。

30

【図2】(a)は、本発明にかかる第2の実施の形態における光導波路接続構造の正面状態を示す模式図、(b)は(a)の平面状態を示す模式図、(c)は(a)の右側面状態を示す模式図である。

【図3】(a)は、本発明にかかる第3の実施の形態における光導波路接続構造の正面状態を示す模式図、(b)は(a)の平面状態を示す模式図、(c)は(a)の右側面状態を示す模式図である。

【図4】(a)、(b)は従来の光導波路接続構造の概略図である。

【符号の説明】

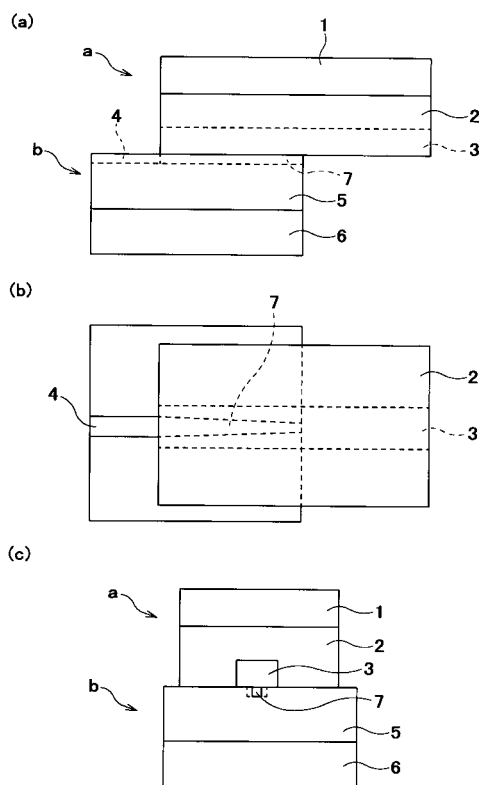
40

- a 第1光導波路
- b 第2光導波路
- c 第1光導波路
- d 第2光導波路
- e 第3光導波路
- A 光導波路(第1光導波路、第2光導波路)
- 1, 6, 12, 21 平面基板
- 2, 5, 15, 20 アンダークラッド
- 3 光導波路コア(第1コア)
- 4 光導波路コア(第2コア)

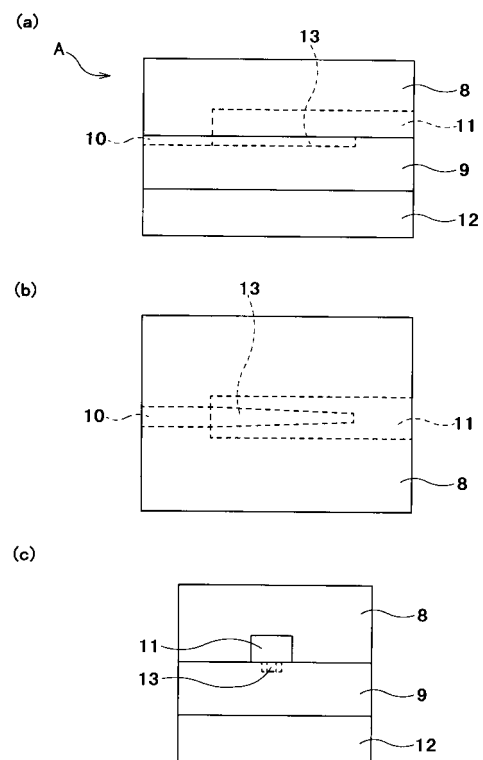
50

- 7, 13, 16, 17 テーパー部
- 8 オーバークラッド
- 9 アンダークラッド
- 10 光導波路コア (第2コア)
- 11 光導波路コア (第1コア)
- 18 第1光導波路コア (第1コア)
- 19 第2光導波路コア (第1コア)
- 20 a 凸部
- 22 光導波路 (第2コア)

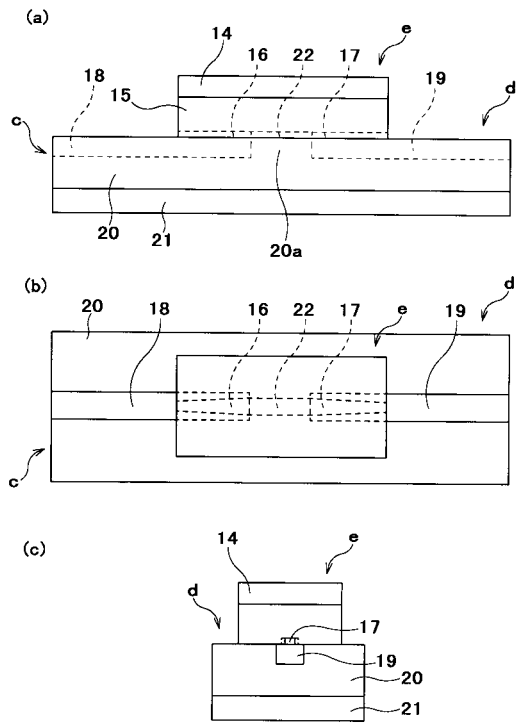
【図1】



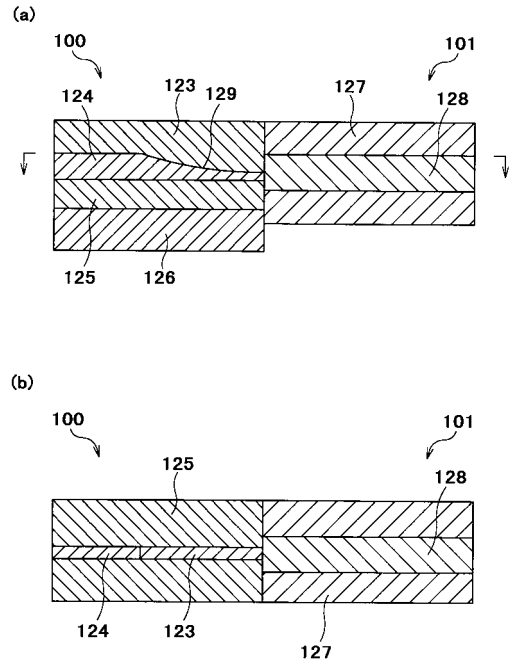
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (72)発明者 納富 雅也
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 新家 昭彦
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 横浜 至
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 吉田 英一

- (56)参考文献 特開平04-015604(JP,A)
特開平04-283704(JP,A)
特開平06-034838(JP,A)
特開平06-174982(JP,A)
特開平07-110415(JP,A)
特開昭59-121008(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G02B 6/26
G02B 6/122