

(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2006-209068

(P2006-209068A)

(43) 公開日 平成18年8月10日(2006.8.10)

(51) Int. Cl.

F I

テーマコード (参考)

G O 2 B 6/122 (2006.01)

G O 2 B 6/12

B

2 H 1 3 7

G O 2 B 6/30 (2006.01)

G O 2 B 6/30

2 H 1 4 7

G O 2 B 6/42 (2006.01)

G O 2 B 6/42

G O 2 B 6/13 (2006.01)

G O 2 B 6/12

M

G O 2 B 6/12 (2006.01)

G O 2 B 6/12

F

審査請求 未請求 請求項の数 21 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-203417 (P2005-203417)

(22) 出願日 平成17年7月12日 (2005.7.12)

(31) 優先権主張番号 特願2004-380401 (P2004-380401)

(32) 優先日 平成16年12月28日 (2004.12.28)

(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(74) 代理人 100090376

弁理士 山口 邦夫

(72) 発明者 中田 英彦

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ

ニー株式会社内

(72) 発明者 荒木田 孝博

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ

ニー株式会社内

(72) 発明者 成瀬 晃和

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ

ニー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光導波路、光導波路モジュール及び光導波路モジュールの製造方法

(57) 【要約】

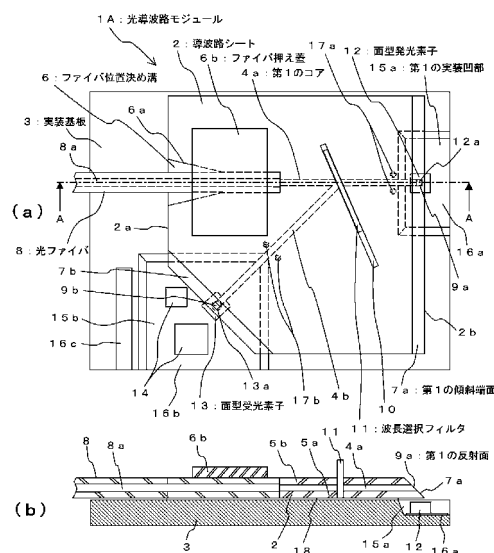
【課題】簡単な構成で面型の受発光素子を利用できるようにすると共に、各光学部品の高精度な位置合わせを容易に行えるようにした光導波路モジュールを提供する。

【解決手段】導波路シート2は、第1のコア4aと第2のコア4bを備え、第1のコア4aの一方の端部側にファイバ位置決め溝6を備え、光ファイバ8は、ファイバ位置決め溝6に挿入されて固定される。また、第1のコア4aの他方の端部側の辺に第1の傾斜端面7aが形成され、第1の傾斜端面7aに露出した第1のコア4aの端面によって第1の反射面9aが形成されて、第1の反射面9aに対向して面型発光素子12が実装される。更に、第2のコア4bの一方の端部側の辺に第2の傾斜端面7bが形成され、第2の傾斜端面7bに露出した第2のコア4bの端面によって第2の反射面9bが形成され、第2の反射面9bに対向して面型受光素子13が実装される。

【選択図】

図1

第1の実施形態の光導波路モジュールの構成



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも 1 本のコアを備えた平面型の光導波路において、
光ファイバが挿入され、この光ファイバを前記コアに対して位置調芯して光結合させる
ファイバ位置決め溝と、

前記コアと交差する辺に傾斜端面を形成し、前記傾斜端面に露出させた前記コアの端面
により形成された反射面と

を備えたことを特徴とする光導波路。

【請求項 2】

前記コアから少なくとも 1 本のコアが分岐し、前記分岐したコアが交差する辺に、前記
ファイバ位置決め溝あるいは前記傾斜端面による前記反射面のどちらか一方が形成された
ことを特徴とする請求項 1 記載の光導波路。 10

【請求項 3】

前記コアの分岐位置に、波長選択フィルタが挿入されるフィルタ挿入溝が形成された
ことを特徴とする請求項 2 記載の光導波路。

【請求項 4】

複数本の前記コアが並列して配置され、各コアの一方の端部側にそれぞれ前記ファイバ
位置決め溝が形成されると共に、

前記各コアの他方の端部側が交差する辺に前記傾斜端面が形成され、前記傾斜端面に露
出させた前記各コアの端面によりそれぞれ前記反射面が形成された 20

ことを特徴とする請求項 1 記載の光導波路。

【請求項 5】

本導波路は、高分子材料で構成される
ことを特徴とする請求項 1 記載の光導波路。

【請求項 6】

本導波路は感光性材料で構成され、前記ファイバ位置決め溝がフォトリソグラフィプロ
セスで形成される

ことを特徴とする請求項 1 記載の光導波路。

【請求項 7】

少なくとも 1 本のコアを有する平面型の光導波路と、 30

前記光導波路の前記コアと光学的に結合する光ファイバと、

前記光導波路の前記コアと光学的に結合する光素子を備えた光導波路モジュールにおい
て、

前記光導波路は、前記光ファイバが挿入され、この光ファイバを前記コアに対して位置
調芯して光結合させるファイバ位置決め溝と、

前記コアと交差する辺に傾斜端面を形成し、前記傾斜端面に露出させた前記コアの端面
により形成された反射面とを備え、

前記反射面と対向する位置に、前記光素子として面型光素子を実装して、前記面型光素
子を、前記反射面を介して前記コアと光結合させた

ことを特徴とする光導波路モジュール。 40

【請求項 8】

前記光導波路が固定される実装基板を備え、

前記実装基板は、前記光導波路の前記反射面と対向する位置に実装凹部が形成され、前
記実装凹部に前記面型光素子を実装される

ことを特徴とする請求項 7 記載の光導波路モジュール。

【請求項 9】

前記面型光素子は、前記実装基板に形成されたマーカに位置合わせをして前記実装凹部
に実装され、前記光導波路は、前記面型光素子または前記実装基板に形成されたマーカに
位置合わせをして前記実装基板に実装される

ことを特徴とする請求項 8 記載の光導波路モジュール。 50

【請求項 10】

前記光導波路と結合される前記面型光素子を 2 個以上備えたことを特徴とする請求項 7 記載の光導波路モジュール。

【請求項 11】

前記光導波路と結合される前記面型光素子を 2 個備えたことを特徴とする請求項 7 記載の光導波路モジュール。

【請求項 12】

前記光導波路と結合される一方の面型光素子は発光素子で、他方は受光素子であることを特徴とする請求項 11 記載の光導波路モジュール。

【請求項 13】

前記光導波路は、任意の波長領域の光を選択的に反射及び透過させ、光の波長により光路を切り替える波長選択フィルタを備えたことを特徴とする請求項 7 記載の光導波路モジュール。

【請求項 14】

前記光導波路は、前記コアから少なくとも 1 本のコアが分岐し、前記コアの分岐位置に前記波長選択フィルタを備えたことを特徴とする請求項 13 記載の光導波路モジュール。

【請求項 15】

前記光導波路は、前記分岐したコアと交差する辺に、前記傾斜端面による前記反射面が形成され、

一方のコアの前記反射面と対向して面型光素子が実装されると共に、分岐した他方のコアの前記反射面と対向して面型光素子が実装され、

前記面型光素子の一方は発光素子で、他方は受光素子であることを特徴とする請求項 14 記載の光導波路モジュール。

【請求項 16】

前記ファイバ位置決め溝の開口部分に取り付けられ、前記ファイバ位置決め溝に挿入された前記光ファイバを固定するファイバ押え蓋を備え、

前記ファイバ押え蓋を、前記光導波路を構成する材料の熱膨張係数に応じた熱膨張係数を有する材料で構成した

ことを特徴とする請求項 7 記載の光導波路モジュール。

【請求項 17】

前記光導波路は高分子材料で構成され、前記ファイバ押え蓋は、前記光導波路を構成する高分子材料との熱膨張係数の差が 40×10^{-6} [ppm/K] 以下の材料で構成されることを特徴とする請求項 16 記載の光導波路モジュール。

【請求項 18】

前記ファイバ押え蓋は光を透過する材料で構成され、光硬化型の接着剤で前記光導波路に接着固定される

ことを特徴とする請求項 16 記載の光導波路モジュール。

【請求項 19】

少なくとも 1 本のコアを有する平面型の光導波路と、

前記光導波路の前記コアと光学的に結合する光ファイバとを備えた光導波路モジュールにおいて、

前記光導波路は、前記光ファイバが挿入され、この光ファイバを前記コアに対して位置調芯して光結合させるファイバ位置決め溝と、

前記ファイバ位置決め溝の開口部分に取り付けられ、前記ファイバ位置決め溝に挿入された前記光ファイバを固定するファイバ押え蓋を備え、

前記ファイバ押え蓋を、前記光導波路を構成する材料の熱膨張係数に応じた熱膨張係数を有する材料で構成した

ことを特徴とする光導波路モジュール。

【請求項 20】

実装基板の実装凹部に面型光素子を実装し、電氣的接続を行った後に、前記面型光素子と光学的に結合するように位置合わせを行って前記実装基板に光導波路を接着固定し、

前記光導波路のファイバ位置決め溝に光ファイバを挿入することで位置合わせして接着固定する

ことを特徴とする光導波路モジュールの製造方法。

【請求項 21】

前記面型光素子は、前記実装基板に形成されたマーカに位置合わせをして前記実装凹部に実装され、前記光導波路は、前記面型光素子または前記実装基板に形成されたマーカに位置合わせをして前記実装基板に実装される

ことを特徴とする請求項 20 記載の光導波路モジュールの製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、少なくとも 1 本のコアを有する平面型の光導波路と、この光導波路を備えた光導波路モジュール及び光導波路モジュールの製造方法に関する。詳しくは、光導波路のコアと交差する辺を傾斜させ、コアに対する垂直方向から光の入出射を行う反射面と、光ファイバが挿入され、コアに対して光ファイバの位置調芯を行うファイバ位置決め溝を備えることで、簡単な構成で面型の受発光素子を利用できるようにすると共に、各光学部品の高精度な位置合わせを、容易に行えるようにしたものである。

【背景技術】

20

【0002】

従来より、電子機器内のボード間、チップ間等の情報伝達は電気信号により行われてきたが、更に超高速、大容量の情報伝送を実現するために、光配線技術が注目されており、光配線技術を利用した導波路型の光モジュールが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

特許文献 1 に開示される光モジュールは、端面発光型の発光素子（LD）と端面受光型の受光素子（PD）を備え、受光素子を発光素子側とは別の実装用キャリアに実装して光導波路と位置合わせする構成である。このため、実装工程が複雑で低コスト化は困難である。

30

【0004】

これに対して、光導波路と受発光素子等を単一の実装用基板に実装した光モジュールが提案されている（例えば、特許文献 2 参照）。

【0005】

特許文献 2 に開示される光モジュールは、平面型の光導波路と、光導波路及び受発光素子と、光ファイバが実装される基板を備える。基板には、光ファイバを嵌め込んで位置合わせするための V 溝と、位置合わせマーカを備える。そして、受発光素子と光導波路をマーカに位置合わせして実装し、光ファイバを V 溝に合わせて実装することにより、光ファイバ、光導波路、受発光素子の結合を行っている。

【0006】

40

【特許文献 1】特開 2001 - 305365 号公報

【特許文献 2】特開 2000 - 047055 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、特許文献 2 の構成では、基板に実装した受発光素子と、光ファイバの固定位置となる V 溝の双方に対して、光導波路の位置合わせを行う必要があるため、部品に要求される精度が厳しく、製造コストが高いという問題がある。また、高精度な位置合わせを行うためには実装工程が複雑になり、実装コストが高いという問題がある。

【0008】

50

更に、光ファイバと光導波路間のギャップと、受発光素子と光導波路間のギャップは、光導波路の外形精度で決まるが、光導波路の外形精度はダイシングによって決定されるので、 μm 単位の精度を要求するのは困難である。このため、光導波路と光ファイバ及び受発光素子間のギャップを精度良くコントロールすることは困難であり、損失の原因となるという問題がある。

【0009】

また、光導波路を基板に貼り付ける際の接着剤の厚みによって、光導波路と光ファイバの高さ方向の相対位置が変わるので、接着剤の塗布厚等のコントロールも高精度に行う必要があり、実装コストが高いという問題がある。

【0010】

さて、面型の受発光素子は作製プロセスが端面型のものに比較して容易であることや表面実装に向いていることなどから、端面型のものに比較して低コスト化に対して有利である。特に面型発光素子（VCSEL）は、高速で直接変調が可能であるというメリットもあり、低コストな光モジュール用のデバイスとして非常に有望であり、面型の受発光素子を使用した低コストな光モジュールが求められている。

【0011】

しかし、特許文献1及び特許文献2の構成では、発光素子をVCSELに置き換えるためには別の実装用キャリア等が必要となり、実装工程が更に複雑になってしまい、低コスト化が困難であるという問題がある。

【0012】

本発明は、このような課題を解決するためになされたもので、簡単な構成で面型の受発光素子を利用できるようにすると共に、各光学部品の高精度な位置合わせを容易に行えるようにした光導波路と、この光導波路を備えた光導波路モジュール及び光導波路モジュール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】

【0013】

上述した課題を解決するため、本発明に係る光導波路は、少なくとも1本のコアを備えた平面型の光導波路において、光ファイバが挿入され、この光ファイバをコアに対して位置調芯して光結合させるファイバ位置決め溝と、コアと交差する辺に傾斜端面を形成し、傾斜端面に露出させたコアの端面により形成された反射面とを備えたものである。

【0014】

本発明に係る光導波路では、ファイバ位置決め溝に光ファイバを挿入すると、光ファイバとの光学的な位置合わせが行われる。また、コアの反射面では、コアに対する垂直方向から光の入出射が行われる。

【0015】

これにより、コアの一端側にファイバ位置決め溝を備え、他端側に反射面を備えた構成では、光ファイバを伝搬された光がコアに入射してコアを伝搬され、反射面で反射してコアに対して垂直方向へ出射する。また、反射面に対してコアの垂直方向から入射した光は、反射面で反射してコアを伝搬され、光ファイバに入射する。

【0016】

また、本発明に係る光導波路モジュールは、少なくとも1本のコアを有する平面型の光導波路と、光導波路のコアと光学的に結合する光ファイバと、光導波路のコアと光学的に結合する光素子を備えた光導波路モジュールにおいて、光導波路は、光ファイバが挿入され、この光ファイバをコアに対して位置調芯して光結合させるファイバ位置決め溝と、コアと交差する辺に傾斜端面を形成し、傾斜端面に露出させたコアの端面により形成された反射面とを備え、反射面と対向する位置に、光素子として面型光素子を実装して、面型光素子を、反射面を介してコアと光結合させたものである。

【0017】

本発明に係る光導波路モジュールでは、光導波路に形成したファイバ位置決め溝に光ファイバを挿入すると、光導波路のコアと、光ファイバとの光学的な位置合わせが行われる

10

20

30

40

50

。また、光導波路におけるコアの反射面では、コアに対する垂直方向から光の入出射が行われる。

【 0 0 1 8 】

これにより、光導波路においてコアの一端側にファイバ位置決め溝を備えると共に、他端側に反射面を備え、反射面に対向して面型光素子を実装することで、面型光素子が発光素子であれば、反射面に対してコアの垂直方向から入射した光は、反射面で反射してコアを伝搬され、光ファイバに入射する。

【 0 0 1 9 】

また、面型光素子が受光素子であれば、光ファイバを伝搬された光がコアに入射してコアを伝搬され、反射面で反射してコアに対して垂直方向へ出射し、受光素子で受光される。

10

【 0 0 2 0 】

更に、本発明に係る光導波路モジュールは、少なくとも1本のコアを有する平面型の光導波路と、光導波路のコアと光学的に結合する光ファイバとを備えた光導波路モジュールにおいて、光導波路は、光ファイバが挿入され、この光ファイバをコアに対して位置調芯して光結合させるファイバ位置決め溝と、ファイバ位置決め溝の開口部分に取り付けられ、ファイバ位置決め溝に挿入された光ファイバを固定するファイバ押え蓋を備え、ファイバ押え蓋を、光導波路を構成する材料の熱膨張係数に応じた熱膨張係数を有する材料で構成したものである。

【 0 0 2 1 】

本発明に係る光導波路モジュールでは、光導波路に形成したファイバ位置決め溝に光ファイバを挿入すると、光導波路のコアと、光ファイバとの光学的な位置合わせが行われる。そして、ファイバ位置決め溝に挿入された光ファイバは、ファイバ位置決め溝の開口部分に取り付けられるファイバ押え蓋により固定される。

20

【 0 0 2 2 】

ファイバ押え蓋は、光導波路を構成する材料の熱膨張係数に応じた熱膨張係数を有する材料で構成され、光導波路の温度が変化しても、光導波路とファイバ押え蓋は温度変化に応じて互いが略同等の割合で伸縮することになり、光導波路に応力は殆ど発生しない。

【 0 0 2 3 】

本発明に係る光導波路モジュールの製造方法は、実装基板の実装凹部に面型光素子を実装し、電氣的接続を行った後に、面型光素子と光学的に結合するように位置合わせを行って実装基板に光導波路を接着固定し、光導波路のファイバ位置決め溝に光ファイバを挿入することで位置合わせして接着固定することを特徴とする。

30

【 0 0 2 4 】

本発明に係る光導波路モジュールの製造方法では、面型光素子の電氣的接続工程が終了した後に、光導波路等の光学部品の実装が行われる。光導波路は、面型光素子に対して位置合わせを行って実装するが、光ファイバが固定されるファイバ位置決め溝は光導波路に形成されるので、光ファイバの固定位置に対する位置合わせは不要である。

【 0 0 2 5 】

光ファイバは、光導波路を実装基板に接着固定した後に、光導波路のファイバ位置決め溝に挿入されて接着固定される。光ファイバの光導波路に対する位置合わせは、ファイバ位置決め溝に挿入されることで行われる。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 2 6 】

本発明の光導波路によれば、ファイバ位置決め溝に光ファイバを挿入することで、光ファイバとの光学的な位置合わせが行われるので、光ファイバの結合が容易に行える。

【 0 0 2 7 】

また、光ファイバの位置合わせの精度は、ファイバ位置決め溝の精度で決まるので、高精度な位置合わせができると共に、光導波路の外形の必要精度を緩和することができる。

【 0 0 2 8 】

50

更に、コアと交差する辺を傾斜端面として、傾斜端面に露出したコアの端面により反射面を形成したので、反射面を介して面型光素子を結合させることができる。

【0029】

これにより、光ファイバとの結合効率が高く、かつ、面型の受発光素子を利用できる光導波路を低コストで提供できる。

【0030】

本発明の光導波路モジュールによれば、上述した光導波路を備えることで、光導波路と光ファイバの結合や、光導波路と面型光素子の結合を、面型光素子を駆動することなくパッシブアライメントで実現できる。

【0031】

また、光ファイバの位置合わせを行うファイバ位置決め溝が光導波路に形成されているので、光ファイバと光導波路の位置合わせの精度が、光導波路の実装位置の精度に影響を受けず、光導波路の実装時には、面型光素子に対する位置合わせを高精度に行えばよい。

【0032】

更に、光ファイバを固定するファイバ押え蓋を、光導波路を構成する材料の熱膨張係数に応じた熱膨張係数を有する材料で構成したので、温度変化に伴い光導波路に発生する応力を抑制することができる。

【0033】

これにより、光学部品の高精度な位置合わせが容易に行えるので、実装コストを抑えることができ、低コストで長期間にわたって高性能な光導波路モジュールを実現することができる。

【0034】

本発明の光導波路モジュールの製造方法によれば、電気的な実装が全て終了した後に光導波路等の光学部品を実装することができる。これにより、電気部品の実装で必要な高温の熱履歴を光学部品に与えることなく実装が可能となり、光学部品の劣化を抑えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0035】

以下、図面を参照して本発明の光導波路、光導波路モジュール及び光導波路モジュールの製造方法の実施の形態について説明する。

【0036】

< 第1の実施の形態の光導波路モジュールの構成例 >

図1は第1の実施の形態の光導波路モジュールの一例を示す構成図で、図1(a)は平面図、図1(b)は図1(a)のA-A断面図である。

【0037】

第1の実施の形態の光導波路モジュール1Aは、平面型の光導波路を構成する導波路シート2と、導波路シート2を支持する実装基板3を備える。導波路シート2は、例えば高分子材料で構成され、第1のコア4a及び第2のコア4bと、下部クラッド5a及び上部クラッド5bを備えて、コア・クラッド構造を有する。

【0038】

第1のコア4a及び第2のコア4bは、屈折率が下部クラッド5a及び上部クラッド5bより若干大きくなるように構成されて、光が第1のコア4a及び第2のコア4bに閉じ込められて伝搬される。

【0039】

導波路シート2は、対向する2辺の間を第1のコア4aが直線状に延在し、第1のコア4aの一方の端部側の辺2aにファイバ位置決め溝6を備える。また、導波路シート2は、第1のコア4aの他方の端部と交差する辺2bに第1の傾斜端面7aを備える。

【0040】

更に、導波路シート2は、第2のコア4bが第1のコア4aから分岐して直線状に延在し、第2のコア4bの一方の端部と交差する辺2cに第2の傾斜端面7bを備える。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

ファイバ位置決め溝 6 は、導波路シート 2 に接続される光ファイバ 8 が嵌る形状を有する上面が開口した溝が、導波路シート 2 の端面から第 1 のコア 4 a と平行な向きで形成され、ファイバ位置決め溝 6 の先端には、第 1 のコア 4 a の一方の端面が露出する。

【 0 0 4 2 】

ファイバ位置決め溝 6 は、断面形状が例えば四角状で、その幅は、光ファイバ 8 の芯線の直径と略同じに設定される。また、光ファイバ 8 をファイバ位置決め溝 6 に嵌めると、図 1 (a) に示すように、導波路シート 2 の第 1 のコア 4 a に、光ファイバ 8 のコア 8 a の位置が合うように、ファイバ位置決め溝 6 の形成位置が設定される。

【 0 0 4 3 】

また、ファイバ位置決め溝 6 の深さは、光ファイバ 8 の芯線の直径と略同じに設定され、また、光ファイバ 8 をファイバ位置決め溝 6 に嵌めると、図 1 (b) に示すように、光ファイバ 8 のコア 8 a の高さが、導波路シート 2 の第 1 のコア 4 a の位置に合うように下部クラッド 5 a の厚さ等が設定される。

【 0 0 4 4 】

これにより、光ファイバ 8 を導波路シート 2 のファイバ位置決め溝 6 に嵌めると、導波路シート 2 の第 1 のコア 4 a に、光ファイバ 8 のコア 8 a の位置が合うように調芯され、導波路シート 2 の第 1 のコア 4 a の一方の端面と、光ファイバ 8 のコア 8 a が対向する。

【 0 0 4 5 】

なお、ファイバ位置決め溝 6 は、導波路シート 2 の端面側にテーパ部 6 a を形成して、光ファイバ 8 の挿入工程が容易に行えるようにしてある。

【 0 0 4 6 】

ファイバ位置決め溝 6 に挿入された光ファイバ 8 は、ファイバ押え蓋 6 b により押えて接着固定される。ファイバ押え蓋 6 b は、透明な例えばガラス板あるいはアクリル板で構成され、ファイバ位置決め溝 6 の上面開口を覆う大きさを有する。なお、本例ではファイバ押え蓋 6 b はアクリル板で構成した。

【 0 0 4 7 】

第 1 の傾斜端面 7 a は、導波路シート 2 の下面に対して 4 5 度に傾斜しており、第 1 のコア 4 a の他方の端面が、第 1 の傾斜端面 7 a と同一平面に露出している。そして、第 1 の傾斜端面 7 a に露出した第 1 のコア 4 a の端面により、第 1 の反射面 9 a が構成される。

【 0 0 4 8 】

同様に、第 2 の傾斜端面 7 b は、導波路シート 2 の下面に対して 4 5 度に傾斜しており、第 2 のコア 4 b の一方の端面が、第 2 の傾斜端面 7 b と同一平面に露出している。そして、第 2 の傾斜端面 7 b に露出した第 2 のコア 4 b の端面により、第 2 の反射面 9 b が構成される。

【 0 0 4 9 】

導波路シート 2 において、第 1 のコア 4 a の延長線上にあって、ファイバ位置決め溝 6 が形成される辺 2 a と、第 1 のコア 4 a のなす角は 9 0 度である。また、第 1 のコア 4 a と交差する第 1 の傾斜端面 7 a が形成される辺 2 b と、第 1 のコア 4 a のなす角は 9 0 度である。

【 0 0 5 0 】

更に、第 2 のコア 4 b と交差する第 2 の傾斜端面 7 b が形成される辺 2 c と、第 2 のコア 4 b のなす角は 9 0 度である。そして、第 1 のコア 4 a と第 2 のコア 4 b の交差角は鋭角で、例えば 4 5 度である。これにより、本例の導波路シート 2 は、変形した五角形となる。

【 0 0 5 1 】

導波路シート 2 は、第 1 のコア 4 a と第 2 のコア 4 b の分岐点にフィルタ挿入溝 1 0 を備え、フィルタ挿入溝 1 0 に波長選択フィルタ 1 1 が挿入される。フィルタ挿入溝 1 0 は、第 1 のコア 4 a と第 2 のコア 4 b の分岐点を横切る位置に形成され、フィルタ挿入溝 1

10

20

30

40

50

0の対向する側壁面の一方に、第1のコア4a及び第2のコア4bの端面が露出すると共に、他方の側壁面に第1のコア4aの端面が露出する。

【0052】

波長選択フィルタ11は、任意の波長領域における光を選択的に反射及び透過させる機能を有し、例えば波長1の光は反射し、波長2の光は透過するように構成される。

【0053】

波長選択フィルタ11は、フィルタ挿入溝10に挿入され、導波路シート2に接着固定される。波長選択フィルタ11は、第1のコア4aと第2のコア4bの分岐点を横切る位置に挿入されており、第1のコア4a及び第2のコア4bを伝搬される光の波長に応じて光路を切り替える。

10

【0054】

実装基板3は、例えばシリコン(Si)基板であり、表面に導波路シート2が実装される。また、実装基板3は、面型発光素子(VCSL)12と、面型受光素子(PD)13と、電子部品14等が実装される。

【0055】

更に、実装基板3は、導波路シート2の第1の反射面9aに対向させて面型発光素子12を実装するために第1の実装凹部15aを備え、導波路シート2の第2の反射面9bに対向させて面型受光素子13を実装するために第2の実装凹部15bを備える。

【0056】

第1の実装凹部15a及び第2の実装凹部15bは、実装基板3の表面の一部を凹状にして形成され、第1の実装凹部15aの底面には電極パッド16aを備え、第2の実装凹部15bの底面には電極パッド16bを備える。更に、実装基板3は、必要に応じて実装凹部以外にも電極パッド16cを備える。

20

【0057】

面型発光素子12は、発光部12aが導波路シート2の第1の反射面9aと対向するように第1の実装凹部15aに実装され、電極パッド16aと電氣的に接続される。また、面型発光素子12の上面に備えられるボンディングパッドが図示しない電子部品とワイヤボンディングにより電氣的に接続される。

【0058】

面型受光素子13は、受光部13aが導波路シート2の第2の反射面9bと対向するように第2の実装凹部15bに実装され、電極パッド16bと電氣的に接続される。また、面型受光素子13の上面に備えられるボンディングパッドが電子部品14等とワイヤボンディングにより電氣的に接続される。

30

【0059】

実装基板3は、面型発光素子12を実装する際の基準位置となる位置合わせマーカ17aと、面型受光素子13を実装する際の基準位置となる位置合わせマーカ17bを備える。位置合わせマーカ17a、17bは、実装基板3の表面の所定の位置に、所定のパターンで形成される。

【0060】

導波路シート2は、接着剤18により実装基板3に接着固定される。接着剤18による接着位置は、第1の実装凹部15a及び第2の実装凹部15bを避けた導波路シート2の全面である。

40

【0061】

<実装基板の製造工程例>

図2は実装基板3の製造工程例を示す工程説明図で、次に、第1の実施の形態の光導波路モジュール1Aを構成する実装基板3の製造工程について説明する。

【0062】

実装基板3を形成する材料として、表面に熱酸化膜21aのあるシリコン基板21(結晶方位<100>)を用いる。まず、図1で説明した面型発光素子12及び面型受光素子13を実装する実装凹部15(a,b)を作製する位置が開口するように、図2(a)に

50

示すようにシリコン基板 2 1 の表面に所定の開口部 2 2 a を有するフォトレジスト 2 2 をパターンニングする。

【 0 0 6 3 】

その後、フッ素系ガスを用いたイオンエッチング (RIE: Reactive Ion Etching) により、開口部分の熱酸化膜 2 1 a を除去する。マスクしたフォトレジスト 2 2 は、酸素プラズマによるアッシングにより除去する。

【 0 0 6 4 】

次に、図 2 (b) に示すように、シリコン基板 2 1 を例えば 7 0 の K O H 水溶液 (濃度 2 0 w t %) に入れてシリコンのエッチングを行い、実装凹部 1 5 を形成する。このエッチングの工程で、面型発光素子 1 2 及び面型受光素子 1 3 の実装時の基準位置となる位置合わせマーカ 1 7 a , 1 7 b を同時に形成してもよい。 10

【 0 0 6 5 】

すなわち、位置合わせマーカ 1 7 a , 1 7 b を形成するためのパターンニングを同時に行ってエッチングを行うことで、シリコン基板 2 1 の表面に、凹状の位置合わせマーカ 1 7 a , 1 7 b を形成することとしてもよい。

【 0 0 6 6 】

次に、図 2 (c) に示すように、実装凹部 1 5 の底面に所定のパターンで電極パッド 1 6 (a , b) を形成する。本例では、電極パッド 1 6 の構成は、下層からチタン (T i) 、白金 (P t) 、金 (A u) の 3 層構造とし、金属膜形成には蒸着を用い、パターン形成にはフォトレジストを用いたリフトオフ工程により電極パッド 1 6 を形成する。 20

【 0 0 6 7 】

金属膜形成の方法としては、蒸着の他にもメッキやスパッタ等でもよい。また、パターン形成もエッチングによる方法を用いてもよい。

【 0 0 6 8 】

この電極パッド 1 6 の形成工程で、位置合わせマーカ 1 7 a , 1 7 b をメタルパターンにより同時に形成することとしてもよい。

【 0 0 6 9 】

そして、ウエハ状態で作製を行った場合は、最後に実装基板 3 の形態にダイシングして、実装凹部 9 を備えた実装基板 3 が完成する。

【 0 0 7 0 】

以上のように、実装凹部 1 5 の形成工程あるいは電極パッド 1 6 の形成工程で、位置合わせマーカ 1 7 a , 1 7 b を同時に形成することで、位置合わせマーカ 1 7 a , 1 7 b を、高精度に実装基板 3 上に形成することができる。 30

【 0 0 7 1 】

< 第 1 の実施の形態の導波路シートの製造工程例 >

図 3 は導波路シート 2 の製造工程例を示す説明図で、次に、第 1 の実施の形態の光導波路モジュール 1 A を構成する導波路シート 2 の製造工程について説明する。

【 0 0 7 2 】

まず、図 3 (a) に示すように、下部クラッド 5 a を構成する紫外線硬化型の高分子材料をスピンコート等によりシリコン等の支持基板 2 3 上に塗布して下部クラッド形成薄膜 2 4 a を形成する。 40

【 0 0 7 3 】

次に、図 1 に示すファイバ位置決め溝 6 及びフィルタ挿入溝 1 0 のパターンが形成されたマスク 2 5 を介して紫外線を照射し、ファイバ位置決め溝 6 及びフィルタ挿入溝 1 0 を形成する部位以外の下部クラッド形成薄膜 2 4 a を硬化させる。

【 0 0 7 4 】

そして、図 3 (b) に示すように、例えば溶液現像によって、ファイバ位置決め溝 6 及びフィルタ挿入溝 1 0 の形成部位を除去して、下部クラッド 5 a を形成する。

【 0 0 7 5 】

次に、図 3 (c) に示すように、コア 4 を構成する紫外線硬化型の高分子材料をスピン 50

コート等により下部クラッド 5 a 上に塗布してコア形成薄膜 2 4 b を形成する。

【 0 0 7 6 】

次に、図 1 に示す第 1 のコア 4 a 及び第 2 のコア 4 b のパターンが形成されたマスク 2 6 を介して紫外線を照射することで第 1 のコア 4 a 及び第 2 のコア 4 b を形成する部位を硬化させる。

【 0 0 7 7 】

そして、図 3 (d) に示すように、溶液現像によってコア 4 の形成部位以外を除去して、所定のパターンで第 1 のコア 4 a 及び第 2 のコア 4 b を形成する。コア 4 を構成する高分子材料は、下部クラッド 5 a 及び上部クラッド 5 b を構成する高分子材料より若干屈折率の大きい材料を用いる。

【 0 0 7 8 】

次に、図 3 (e) に示すように、上部クラッド 5 b を構成する紫外線硬化型の高分子材料をスピンコート等により下部クラッド 5 a 及びコア 4 上に塗布して上部クラッド形成薄膜 2 4 c を形成する。

【 0 0 7 9 】

次に、ファイバ位置決め溝 6 及びフィルタ挿入溝 1 0 のパターンが形成されたマスク 2 5 を介して紫外線を照射し、ファイバ位置決め溝 6 及びフィルタ挿入溝 1 0 を形成する部位以外の上部クラッド形成薄膜 2 4 c を硬化させる。

【 0 0 8 0 】

そして、図 3 (f) に示すように、例えば溶液現像によって、ファイバ位置決め溝 6 及びフィルタ挿入溝 1 0 の形成部位を除去して、上部クラッド 5 b を形成する。

【 0 0 8 1 】

次に、図 1 で説明した第 1 の傾斜端面 7 a 及び第 2 の傾斜端面 7 b が形成される辺となる部分を、図 3 (g) に示すように、45度の角度を持つダイシングプレートを用いてダイシングすることで、傾斜端面 7 (a , b) 及び反射面 9 (a , b) を形成する。また、他の辺となる部分は、90度の角度を持つダイシングプレートを用いてダイシングすることで、所定の形状の導波路シート 2 を切り出す。

【 0 0 8 2 】

そして、図 3 (h) に示すように、導波路シート 2 を支持基板 2 3 から剥離して、ファイバ位置決め溝 6 及びフィルタ挿入溝 1 0 が形成された導波路シート 2 が完成する。

【 0 0 8 3 】

< 第 1 の実施の形態の光導波路モジュールの製造工程例 >

図 2 で説明した工程で作製した実装基板 3 に、面型発光素子 1 2 及び面型受光素子 1 3 等を実装すると共に、図 3 で説明した工程で作製した導波路シート 2 を実装して、図 1 に示すような光導波路モジュール 1 A が形成される。

【 0 0 8 4 】

図 4 は光導波路モジュール 1 A の製造工程例を示す説明図で、次に、第 1 の実施の形態の光導波路モジュール 1 A の製造工程について説明する。

【 0 0 8 5 】

まず、図 4 (a) に示すように、実装基板 3 の第 1 の実装凹部 1 5 a に、位置合わせマーク 1 7 a を基準位置にして面型発光素子 1 2 を実装する。また、実装基板 3 の第 2 の実装凹部 1 5 b に、位置合わせマーク 1 7 b を基準位置にして面型受光素子 1 3 を実装する。

【 0 0 8 6 】

次に、図 4 (b) に示すように、第 2 の実装凹部 1 5 b にコンデンサや T I A などの電子部品 1 4 を実装し、実装基板 3 を図示しない回路基板に実装した後、ボンディングワイヤ 2 7 によるワイヤボンディングで電氣的な接続を行う。

【 0 0 8 7 】

次に、図 4 (c) に示すように、導波路シート 2 の第 1 の反射面 9 a が面型発光素子 1 2 の発光部 1 2 a の真上に位置し、第 2 の反射面 9 b が面型受光素子 1 3 の受光部 1 3 a

10

20

30

40

50

の真上に位置するように、導波路シート 2 を、面型発光素子 1 2 の図示しないマーカに合わせて実装基板 3 に接着固定する。導波路シート 2 を実装基板 3 に接着固定する接着剤 1 8 としては、導波路シート 2 が光を透過するので、可視光 (4 0 5 n m , 4 3 6 n m) 硬化型の接着剤を用いる。

【 0 0 8 8 】

この導波路シート 2 の実装工程で、面型発光素子 1 2 を基準にするのは、面型発光素子 1 2 と導波路シート 2 間の結合トレランスが、面型受光素子 1 3 と導波路シート 2 間の結合トレランスに比較して厳しいためであり、面型発光素子 1 2 に対して高精度に位置合わせをすることで、過剰損失を低減できる。

【 0 0 8 9 】

なお、導波路シート 2 を実装する際の基準位置となるマーカは、実装基板 3 に備えられていてもよい。

【 0 0 9 0 】

次に、図 4 (d) に示すように、導波路シート 2 のフィルタ挿入溝 1 0 に波長選択フィルタ 1 1 を挿入し、接着固定する。波長選択フィルタ 1 1 を接着固定する接着剤には、可視光硬化型で、かつ、導波路シート 2 と同等の屈折率を有する接着剤を用いる。

【 0 0 9 1 】

最後に、図 4 (e) に示すように、光ファイバ 8 を導波路シート 2 のファイバ位置決め溝 6 に挿入し、ファイバ押え蓋 6 b で上から押えて接着固定する。光ファイバ 8 を接着固定する接着剤には、可視光硬化型で、かつ、導波路シート 2 と同等の屈折率を有する接着剤を用いる。

【 0 0 9 2 】

このように、図 4 に示す製造工程で光導波路モジュール 1 A の組み立てを行うと、電気的な実装が全て終了した後に導波路シート 2 等の光学部品を実装することができる。これにより、電気部品の実装で必要なリフローやワイヤボンディングによる高温の熱履歴を光学部品に与えることなく実装が可能となる。

【 0 0 9 3 】

また、面型発光素子 1 2 及び面型受光素子 1 3 と、導波路シート 2 の位置合わせは、2次元方向の移動で行えるので、マーカ等を利用することで、光素子を駆動することなく、パッシブアライメントで実現できる。

【 0 0 9 4 】

更に、上述したように、ファイバ位置決め溝 6 に光ファイバ 8 を挿入したときに、導波路シート 2 の第 1 のコア 4 a と、光ファイバ 8 のコア 8 a の位置が合うように、導波路シート 2 の厚さ、ファイバ位置決め溝 6 の位置及び幅等が設定される。

【 0 0 9 5 】

光ファイバ 8 がファイバ位置決め溝 6 に挿入されると、ファイバ位置決め溝 6 の側壁面と光ファイバ 8 の外周面との間には殆ど隙間が形成されないので、光ファイバ 8 の径方向の移動が規制される。

【 0 0 9 6 】

これにより、光ファイバ 8 がファイバ位置決め溝 6 に挿入されると、光ファイバ 8 のコア 8 a が、導波路シート 2 の第 1 のコア 4 a に対して位置調芯され、導波路シート 2 と光ファイバ 8 の光学的な結合が行われる。

【 0 0 9 7 】

従って、導波路シート 2 と光ファイバ 8 との光結合を、パッシブアライメントによって実現できる。さて、フォトリソグラフィプロセスで作製されたファイバ位置決め溝 6 の幅の精度は、 \pm 数 μ m 単位である。これに対して、マルチモードの光ファイバ 8 では、光結合時に \pm 1 0 μ m 程度の誤差が許容される。これにより、フォトリソグラフィプロセスでファイバ位置決め溝 6 を形成することで、高精度な位置合わせが可能である。

【 0 0 9 8 】

このように、導波路シート 2 に対する光ファイバ 8 の位置合わせの精度は、導波路シ

10

20

30

40

50

ト 2 に形成したファイバ位置決め溝 6 の精度に依存し、導波路シート 2 と面型発光素子 1 2 あるいは面型受光素子 1 3 との間の位置精度には影響を受けない。これにより、導波路シート 2 の外形に要求される精度を緩和することができる。

【 0 0 9 9 】

また、実装基板 3 に第 1 の実装凹部 1 5 a を形成して面型発光素子 1 2 を実装すると共に、第 2 の実装凹部 1 5 b を形成して面型受光素子 1 3 を実装し、導波路シート 2 と面型発光素子 1 2 及び面型受光素子 1 3 との光結合を行う構成では、各実装凹部 1 5 は、面型発光素子 1 2 及び面型受光素子 1 3 が実装基板 3 の表面から突出しない深さとする必要がある。

【 0 1 0 0 】

更に、面型発光素子 1 2 及び面型受光素子 1 3 と導波路シート 2 とのギャップが広いと、光の結合効率が低下するので、面型発光素子 1 2 及び面型受光素子 1 3 と導波路シート 2 とのギャップは厳密にコントロールする必要がある。

【 0 1 0 1 】

このため、実装基板 3 はシリコン基板で形成するとよい。実装基板 3 にシリコンを用いることにより、異方性エッチングによって高精度な実装凹部 1 5 を容易に形成することができるため、面型発光素子 1 2 及び面型受光素子 1 3 との間のギャップを精密にコントロールすることができ、良好な光結合を得ることができる。

【 0 1 0 2 】

また、ファイバ押え蓋 6 b を光硬化型の接着剤を用いて導波路シート 2 に接着固定することで、短時間でかつ導波路シート 2 に熱履歴をかけることなく接着が可能となる。

【 0 1 0 3 】

すなわち、ファイバ押え蓋 6 b の接着固定に熱硬化型の接着剤を用いると、接着工程で加熱処理が必要となり、高分子材料で構成される導波路シート 2 等に熱履歴を与えてしまう。また、自然硬化型の接着剤では、接着剤が硬化するまでに時間がかかり、作業効率が低下する。

【 0 1 0 4 】

これに対して、ファイバ押え蓋 6 b として光を透過する透明なアクリル板等を用いることで、例えば可視光硬化型の接着剤を用いてファイバ押え蓋 6 b を接着固定することが可能となる。これにより、導波路シート 2 等に対する熱履歴の影響を排除することができると共に、短時間で接着剤が硬化されることで作業効率を向上させることができる。

【 0 1 0 5 】

< 第 1 の実施の形態の光導波路モジュールの動作例 >

光導波路モジュール 1 A は、図示しない対向機器からの入力信号が波長 1 (例えば、 $1 = 790 \text{ nm}$) の光信号で光ファイバ 8 から入力される。光ファイバ 8 は、ファイバ位置決め溝 6 に挿入されて導波路シート 2 に固定されることで、上述したように、光ファイバ 8 のコア 8 a と、導波路シート 2 の第 1 のコア 4 a が光学的に結合している。これにより、光ファイバ 8 を伝搬される入力光信号は、導波路シート 2 の第 1 のコア 4 a に入射して、第 1 のコア 4 a を伝搬される。

【 0 1 0 6 】

導波路シート 2 の第 1 のコア 4 a を伝搬される入力光信号は、波長選択フィルタ 1 1 に入射する。波長選択フィルタ 1 1 は、本例では波長 1 の光は反射するので、第 1 のコア 4 a を伝搬される波長 1 の入力光信号は、波長選択フィルタ 1 1 で反射して、第 2 のコア 4 b に入射し、第 2 のコア 4 b を伝搬される。

【 0 1 0 7 】

導波路シート 2 の第 2 のコア 4 b を伝搬される入力光信号は、第 2 の反射面 9 b で反射することで光の伝搬方向が 90 度変換され、導波路シート 2 の第 2 の傾斜端面 7 b の下面側から出射し、対向する面型受光素子 1 3 の受光部 1 3 a で受光されて、面型受光素子 1 3 で電気信号に変換される。

【 0 1 0 8 】

10

20

30

40

50

一方、光導波路モジュール 1 A では、電気信号が面型発光素子 1 2 で光信号に変換される。ここで、面型発光素子 1 2 の発振波長は λ_2 (例えば、 $\lambda_2 = 850 \text{ nm}$) とする。

【0109】

面型発光素子 1 2 の発光部 1 2 a から出射された出力光信号は、導波路シート 2 の第 1 の傾斜端面 7 a の下面側から入射し、第 1 の反射面 9 a で反射することで光の伝搬方向が 90 度変換されて、導波路シート 2 の第 1 のコア 4 a を伝搬される。

【0110】

導波路シート 2 の第 1 のコア 4 a を伝搬される出力光信号は、波長選択フィルタ 1 1 に入射する。波長選択フィルタ 1 1 は、上述したように波長 λ_2 の光は透過するので、第 1 のコア 4 a を伝搬される波長 λ_2 の出力光信号は、波長選択フィルタ 1 1 を透過して第 1 のコア 4 a に入射し、更に第 1 のコア 4 a を伝搬される。そして、導波路シート 2 の第 1 のコア 4 a を伝搬された出力光信号は、光ファイバ 8 に入射して、光ファイバ 8 を伝搬されて図示しない対向機器で受光される。

10

【0111】

図示しない対向機器では、光導波路モジュール 1 A と対になる光導波路モジュールとして、光導波路モジュール 1 A と同じ構成で、かつ、波長 λ_2 の光は反射し、波長 λ_1 の光は透過する波長選択フィルタと、発振波長 λ_1 の面型発光素子を備えた光導波路モジュールを用いることで、複数の異なる波長の光信号の分離多重化を行って、1 本の光ファイバに複数の異なる波長の光信号を伝送させることが可能となる。

【0112】

20

これにより、光導波路モジュール 1 A を備えることで、波長多重双方向光通信 (WDM) が行われるシステムの構築が可能となる。

【0113】

さて、光導波路モジュール 1 A を作動させると、面型発光素子 1 2 が駆動されることで、面型発光素子 1 2 や、図示しない回路基板に搭載されたドライバ IC 等が発熱して、導波路シート 2 は熱の影響を受けて温度が上昇する。

【0114】

本例では、導波路シート 2 を高分子材料で構成しており、導波路シート 2 を構成する高分子材料の熱膨張係数は約 $80 \times 10^{-6} [\text{ppm/K}]$ である。ファイバ押え蓋 6 b としてガラス板を用いた構成とした場合、ガラスの熱膨張係数は $0.4 \sim 1.0 \times 10^{-6} [\text{ppm/K}]$ であるので、導波路シート 2 とファイバ押え蓋 6 b では熱膨張係数が著しく異なる。

30

【0115】

これにより、光導波路モジュール 1 A が作動して導波路シート 2 の温度が変化すると、導波路シート 2 に応力が発生する。そして、導波路シート 2 に応力が生じると、実装基板 3 から剥離したり、導波路シート 2 が割れる等の問題が発生する。

【0116】

これに対して、本例では、ファイバ押え蓋 6 b として、アクリル板を用いる構成とした。アクリルの熱膨張係数は約 $70 \sim 100 \times 10^{-6} [\text{ppm/K}]$ で、導波路シート 2 を構成する高分子材料の熱膨張係数 ($80 \times 10^{-6} [\text{ppm/K}]$) に近い。

40

【0117】

このように、導波路シート 2 に接着固定されるファイバ押え蓋 6 b を、導波路シート 2 を構成する高分子材料の熱膨張係数に応じた熱膨張係数を有する材料で構成することで、光導波路モジュール 1 A が作動して導波路シート 2 の温度が変化しても、導波路シート 2 とファイバ押え蓋 6 b は温度変化に応じて互いが略同等の割合で伸縮することになり、導波路シート 2 に応力は殆ど発生しない。

【0118】

従って、導波路シート 2 が実装基板 3 から剥離したり、導波路シート 2 が割れる等の問題を回避することができる。以上のことから、高分子材料で構成される導波路シート 2 に対するファイバ押え蓋 6 b の熱膨張係数の差は、 $40 \times 10^{-6} [\text{ppm/K}]$ 以下程度で

50

あることが好ましいことが判る。

【0119】

<第2の実施の形態の光導波路モジュールの構成例>

図5は第2の実施の形態の光導波路モジュールの一例を示す平面図である。以下の説明で、第1の実施の形態の光導波路モジュール1Aと同じ構成については同じ番号を付して説明する。

【0120】

第2の実施の形態の光導波路モジュール1Bは、導波路シート2と実装基板3を備え、本例では、導波路シート2に3本のコア4cが平行に配置される。導波路シート2は、各コア4cに対応して一方の端部側に3本のファイバ位置決め溝6を備える。

10

【0121】

また、導波路シート2は、ファイバ位置決め溝6が形成された辺と対向する他方の辺に傾斜端面7を備え、傾斜端面7に露出するコア4cの端面によって反射面9が構成される。

【0122】

実装基板3は、導波路シート2の反射面9に対向する位置に面型発光素子12あるいは面型受光素子13が実装され、面型発光素子12及び面型受光素子13が実装される位置に実装凹部15を備える。

【0123】

光ファイバ8は、例えばリボンファイバで、ファイバ芯線が導波路シート2に形成された各ファイバ位置決め溝6に挿入され、ファイバ押え蓋6bにより上から押えて接着剤により固定される。ここで、ファイバ押え蓋6bは、透明なアクリル板で構成され、光硬化型の接着剤で導波路シート2に接着固定される。光ファイバ8がファイバ位置決め溝6に挿入されて接着固定されると、光ファイバ8のコア8aが、導波路シート2のコア4cに対して位置調芯され、導波路シート2と光ファイバ8の光学的な結合が行われる。

20

【0124】

第2の実施の形態の光導波路モジュール1Bでは、各コア4cに対応して例えば3個の面型光素子12を備えることで、3チャンネルの送信モジュールを構成する。なお、いくつかの面型光素子を受光素子とすることで、多芯のファイバを利用した送受信モジュールとして機能させることができる。

30

【0125】

上述したように、導波路シート2に対する光ファイバ8の位置合わせの精度は、導波路シート2に形成したファイバ位置決め溝6の精度に依存し、導波路シート2と面型発光素子12あるいは面型受光素子13との間の位置精度には影響を受けない。これにより、導波路シート2の外形に要求される精度を緩和することができる。

【0126】

また、光ファイバ8を導波路シート2に固定するファイバ押え蓋6bを、導波路シート2を構成する高分子材料の熱膨張係数に応じた熱膨張係数を有する材料で構成することで、光導波路モジュール1Bが作動して導波路シート2の温度が変化しても、導波路シート2に応力は殆ど発生しない。

40

【0127】

従って、導波路シート2が実装基板3から剥離したり、導波路シート2が割れる等の問題を回避することができる。

【0128】

なお、光導波路モジュール1Bの製造工程は、波長選択フィルタの実装工程が省略される以外は、図4で説明した第1の実施の形態の光導波路モジュール1Aと同様である。

【0129】

<第3の実施の形態の光導波路モジュールの構成例>

図6は第3の実施の形態の光導波路モジュールの一例を示す平面図である。以下の説明で、第1の実施の形態の光導波路モジュール1A及び第2の実施の形態の光導波路モジュ

50

ール 1 B と同じ構成については同じ番号を付して説明する。

【 0 1 3 0 】

第 3 の実施の形態の光導波路モジュール 1 C は、導波路シート 2 と実装基板 3 を備え、本例では、導波路シート 2 に 3 本のコアが平行に配置される。3 本のコアの中で、例えば左右の両側に位置する第 1 のコア 4 d は、それぞれ分岐コア 4 e が形成され、中央に位置する第 2 のコア 4 f は分岐コアが形成されない 1 本のコアである。

【 0 1 3 1 】

分岐コア 4 e は、第 1 のコア 4 d から分岐して直線上に延在し、導波路シート 2 において第 1 のコア 4 d 及び第 2 のコア 4 f の一方の端部と交差する辺と交差する。

【 0 1 3 2 】

導波路シート 2 は、第 1 のコア 4 d と第 2 のコア 4 f の一方の端部及び分岐コア 4 e の端部と交差する辺に第 1 の傾斜端面 7 c を備える。また、導波路シート 2 は、第 1 のコア 4 d 及び第 2 のコア 4 f に対応して第 1 の傾斜端面 7 c から延在する 3 本のファイバ位置決め溝 6 を備える。

【 0 1 3 3 】

更に、導波路シート 2 は、ファイバ位置決め溝 6 が形成された辺と対向する他方の辺に第 2 の傾斜端面 7 d を備える。

【 0 1 3 4 】

導波路シート 2 は、第 2 の傾斜端面 7 d に露出する第 1 のコア 4 d の端面によって反射面 9 c が構成され、第 2 の傾斜端面 7 d に露出する第 2 のコア 4 f の端面によって反射面 9 d が構成され、第 1 の傾斜端面 7 c に露出する分岐コア 4 e の端面によって反射面 9 e が構成される。

【 0 1 3 5 】

実装基板 3 は、導波路シート 2 において第 1 のコア 4 d の反射面 9 c に対向する位置に面型発光素子 1 2 が実装され、第 2 のコア 4 f の反射面 9 d に対向する位置に面型受光素子 1 3 が実装されて、面型発光素子 1 2 及び面型受光素子 1 3 が実装される位置に実装凹部 1 5 を備える。

【 0 1 3 6 】

また、実装基板 3 は、分岐コア 4 e の反射面 9 e に対向する位置に面型受光素子 1 3 が実装され、面型受光素子 1 3 が実装される位置に実装凹部 1 5 を備える。

【 0 1 3 7 】

光ファイバ 8 は、例えばリボンファイバで、ファイバ芯線が導波路シート 2 に形成された各ファイバ位置決め溝 6 に挿入され、ファイバ押え蓋 6 b により上から押えて接着剤により固定される。ここで、ファイバ押え蓋 6 b は、透明なアクリル板で構成され、光硬化型の接着剤で導波路シート 2 に接着固定される。光ファイバ 8 がファイバ位置決め溝 6 に挿入されて接着固定されると、光ファイバ 8 のコア 8 a が、導波路シート 2 の第 1 のコア 4 d 及び第 2 のコア 4 f に対して位置調芯され、導波路シート 2 と光ファイバ 8 の光学的な結合が行われる。

【 0 1 3 8 】

次に、第 3 の実施の形態の光導波路モジュール 1 C の動作について説明すると、図示しない対向機器からの入力光信号は、第 2 のコア 4 f に接続された光ファイバ 8 から入力される。光ファイバ 8 を伝搬される入力光信号は、導波路シート 2 の第 2 のコア 4 f に入射して、第 2 のコア 4 f を伝搬される。

【 0 1 3 9 】

導波路シート 2 の第 2 のコア 4 f を伝搬される入力光信号は、反射面 9 d で反射することで光の伝搬方向が 90 度変換され、導波路シート 2 の第 2 の傾斜端面 7 d の下面側から出射し、対向する面型受光素子 1 3 の受光部で受光されて、面型受光素子 1 3 で電気信号に変換される。

【 0 1 4 0 】

一方、光導波路モジュール 1 C では、電気信号が面型発光素子 1 2 で光信号に変換され

10

20

30

40

50

る。面型発光素子 1 2 の発光部から出射された出力光信号は、導波路シート 2 の第 2 の傾斜端面 7 d の下面側から入射し、反射面 9 c で反射することで光の伝搬方向が 90 度変換されて、導波路シート 2 の第 1 のコア 4 d を伝搬される。

【0141】

導波路シート 2 の第 1 のコア 4 d を伝搬される出力光信号は、光ファイバ 8 に入射して、光ファイバ 8 を伝搬されて図示しない対向機器で受光される。また、導波路シート 2 の第 1 のコア 4 d を伝搬される出力光信号の一部は、分岐コア 4 e へと分岐され、分岐コア 4 e を伝搬される。

【0142】

導波路シート 2 の分岐コア 4 e を伝搬される入力光信号は、反射面 9 e で反射することで光の伝搬方向が 90 度変換され、導波路シート 2 の第 1 の傾斜端面 7 c の下面側から出射し、対向する面型受光素子 1 3 の受光部で受光されて、面型受光素子 1 3 で電気信号に変換される。これにより、面型発光素子 1 2 の光パワー等がモニタされ、フィードバック制御が可能となる。

【0143】

第 3 の実施の形態の光導波路モジュール 1 C でも、上述したように、導波路シート 2 に対する光ファイバ 8 の位置合わせの精度は、導波路シート 2 に形成したファイバ位置決め溝 6 の精度に依存し、導波路シート 2 と面型発光素子 1 2 あるいは面型受光素子 1 3 との間の位置精度には影響を受けない。これにより、導波路シート 2 の外形に要求される精度を緩和することができる。

【0144】

また、光ファイバ 8 を導波路シート 2 に固定するファイバ押え蓋 6 b を、導波路シート 2 を構成する高分子材料の熱膨張係数に応じた熱膨張係数を有する材料で構成することで、光導波路モジュール 1 C が作動して導波路シート 2 の温度が変化しても、導波路シート 2 に応力は殆ど発生しない。

【0145】

従って、導波路シート 2 が実装基板 3 から剥離したり、導波路シート 2 が割れる等の問題を回避することができる。

【0146】

なお、光導波路モジュール 1 C の製造工程は、波長選択フィルタの実装工程が省略される以外は、図 4 で説明した第 1 の実施の形態の光導波路モジュール 1 A と同様である。

【産業上の利用可能性】

【0147】

本発明は、電子機器のボード間やチップ間の光通信モジュールや、光ファイバを利用した通信ケーブルのコネクタ等に適用される。

【図面の簡単な説明】

【0148】

【図 1】第 1 の実施の形態の光導波路モジュールの一例を示す構成図である。

【図 2】実装基板の製造工程例を示す工程説明図である。

【図 3】導波路シートの製造工程例を示す説明図である。

【図 4】光導波路モジュールの製造工程例を示す説明図である。

【図 5】第 2 の実施の形態の光導波路モジュールの一例を示す平面図である。

【図 6】第 3 の実施の形態の光導波路モジュールの一例を示す平面図である。

【符号の説明】

【0149】

1・・・光導波路モジュール、2・・・導波路シート、3・・・実装基板、4・・・コア、5 a・・・下部クラッド、5 b・・・上部クラッド、6・・・ファイバ位置決め溝、6 a・・・テーパ部、6 b・・・ファイバ押え蓋、7・・・傾斜端面、8・・・光ファイバ、8 a・・・コア、9・・・反射面、10・・・フィルタ挿入溝、11・・・波長選択フィルタ、12・・・面型発光素子、12 a・・・発光部、13・・・面型受光素子、1

10

20

30

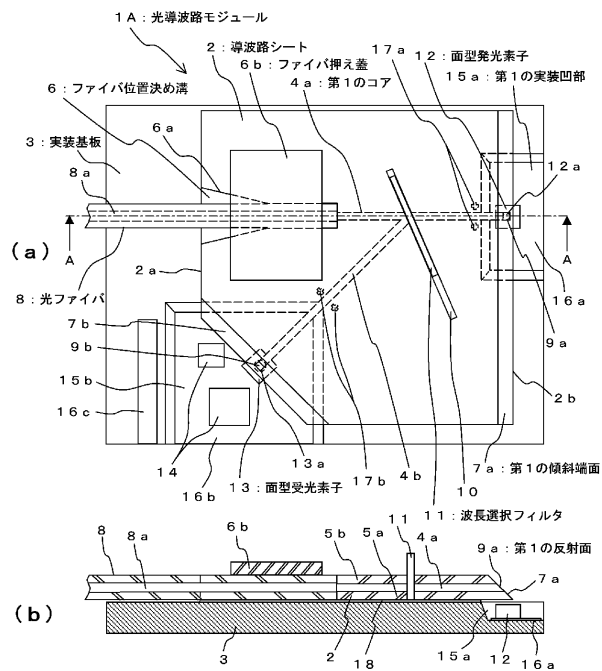
40

50

3 a . . . 受光部、14 . . . 電子部品、15 a . . . 第1の実装凹部、15 b . . . 第2の実装凹部、16 a . . . 電極パッド、16 b . . . 電極パッド、16 c . . . 電極パッド、17 a , 17 b . . . 位置合わせマーカ、18 . . . 接着剤

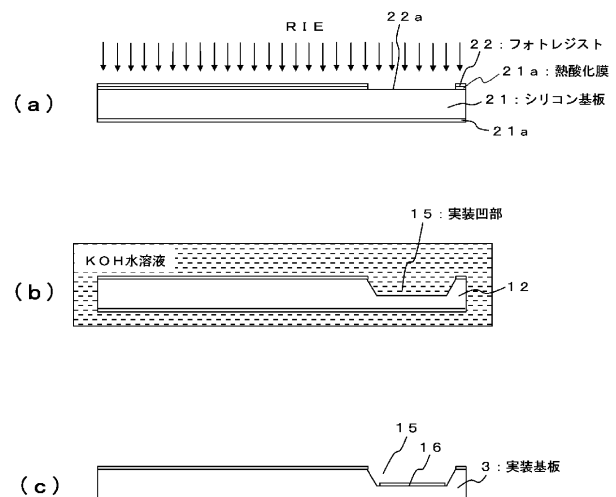
【図1】

第1の実施の形態の光導波路モジュールの構成



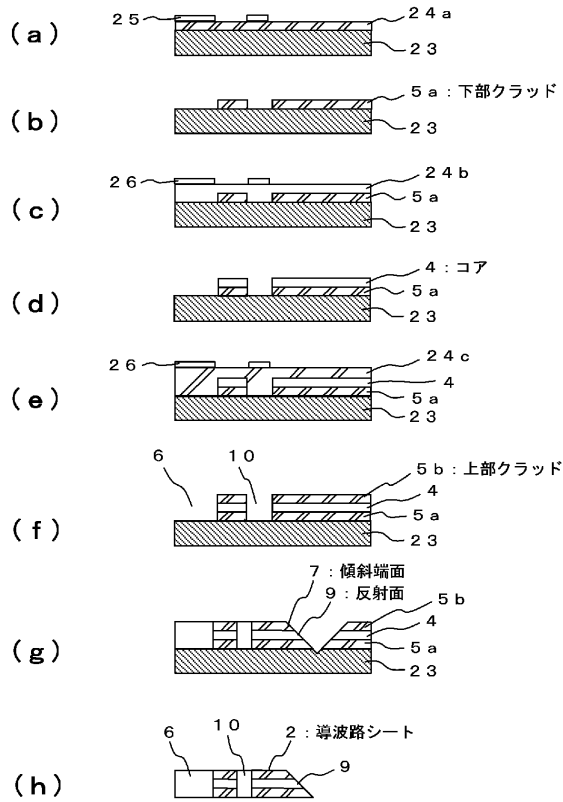
【図2】

実装基板の製造工程



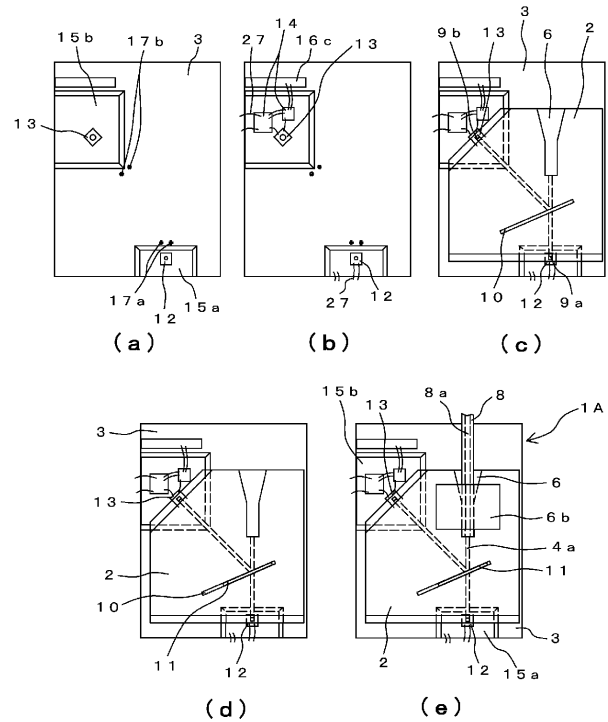
【図 3】

第1の実施の形態の導波路シートの製造工程



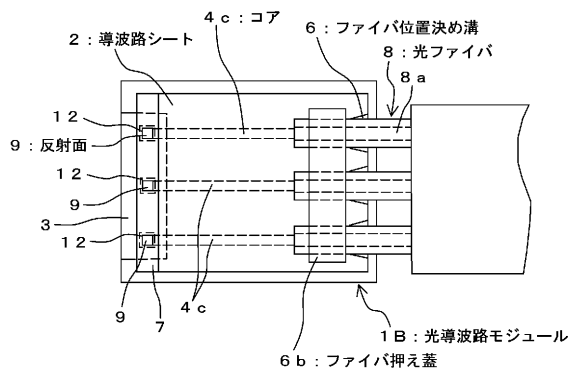
【図 4】

第1の実施の形態の光導波路モジュールの製造工程



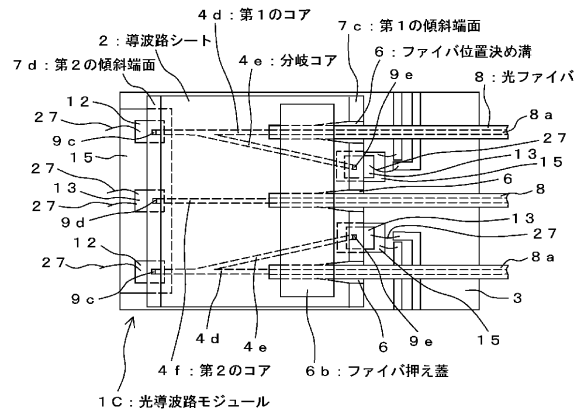
【図 5】

第2の実施の形態の光導波路モジュールの構成



【図 6】

第3の実施の形態の光導波路モジュールの構成



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
G 0 2 B 6/12 A

(72)発明者 大久保 美和
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内

(72)発明者 山田 和義
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内

(72)発明者 江口 百子
東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内

F ターム(参考) 2H137 AB05 AB06 AB08 BA01 BA32 BB03 BB13 BC32 BC51 CA12A
CA12F CA19B CA73 CA75 CC03
2H147 BG02 BG06 BG14 CA01 CA05 CA17 CB01 CB05 CB09 CC02
CC07 CC13 EA13C EA16A EA16B FA17 FC02 FC05 FC08