

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5185895号
(P5185895)

(45) 発行日 平成25年4月17日(2013.4.17)

(24) 登録日 平成25年1月25日(2013.1.25)

(51) Int. Cl.		F I	
G O 2 B	6/42	(2006.01)	G O 2 B 6/42
G O 2 B	6/122	(2006.01)	G O 2 B 6/12 B
H O 1 S	5/022	(2006.01)	H O 1 S 5/022

請求項の数 12 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2009-176930 (P2009-176930)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成21年7月29日(2009.7.29)		パナソニック株式会社
(65) 公開番号	特開2011-33659 (P2011-33659A)		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成23年2月17日(2011.2.17)	(74) 代理人	100087767
審査請求日	平成24年5月9日(2012.5.9)		弁理士 西川 恵清
		(72) 発明者	山路 忠寛
			大阪府門真市大字門真1048番地 パナソニック電工株式会社内
		審査官	大石 敏弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光電変換サブマウント基板及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、基板表面の凹設面に形成されたコア層、及びコア層を被覆して封止すると共に上端面が基板表面よりも突出して形成されたクラッド層からなる光導波路と、光導波路と光結合する光素子と、光素子と光導波路との間に充填されたアンダーフィルと、基板表面に端部が接着された外部導波路フィルムとを備え、光素子と外部導波路フィルムの端部との間の基板表面に、光素子と光導波路の間から流れ出したアンダーフィルが外部導波路フィルムの基板表面との接着面に到達するのを防ぐ流出防止部が形成されていることを特徴とする光電変換サブマウント基板。

【請求項2】

流出防止部は、コア層と同じ材料からなり、基板表面に壁状に形成されたものであることを特徴とする請求項1に記載の光電変換サブマウント基板。

【請求項3】

流出防止部は、クラッド層と同じ材料からなり、基板表面に壁状に形成されたものであることを特徴とする請求項1に記載の光電変換サブマウント基板。

【請求項4】

流出防止部は、基板表面に形成された溝であることを特徴とする請求項1に記載の光電変換サブマウント基板。

【請求項5】

溝に凹部が設けられていることを特徴とする請求項4に記載の光電変換サブマウント基

板。

【請求項 6】

溝は光導波路から遠くなるにしたがってその深さが徐々に深くなることを特徴とする請求項 4 に記載の光電変換サブマウント基板。

【請求項 7】

基板は表面に絶縁膜が形成されたものであり、流出防止部は基板表面に絶縁膜が設けられずに形成された溝であることを特徴とする請求項 1 に記載の光電変換サブマウント基板。

【請求項 8】

流出防止部は、基板表面に形成された金属薄膜であることを特徴とする請求項 1 に記載の光電変換サブマウント基板。

10

【請求項 9】

基板表面に回路層を備え、上記金属薄膜は回路層と同じ材料からなるものであることを特徴とする請求項 8 に記載の光電変換サブマウント基板。

【請求項 10】

流出防止部は、光素子の周囲を囲んで形成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の光電変換サブマウント基板。

【請求項 11】

流出防止部は、光導波路から基板の端部に亘って形成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の光電変換サブマウント基板。

20

【請求項 12】

下記の (a) (c) (d) (f) (g) 及び (h) を含む工程、(a) (b) (c) (d) (f) (g) 及び (h) を含む工程、又は (a) (c) (d) (e) (f) (g) 及び (h) を含む工程によって請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載の光電変換サブマウント基板を製造する方法であって、(a) (b) (c) (d) 及び (e) から選ばれるいずれかの工程で、光素子と外部導波路フィルムの端部との間の基板表面に、光素子と光導波路の間から流れ出したアンダーフィルが外部導波路フィルムの基板表面との接着面に到達するのを防ぐ流出防止部を形成することを特徴とする光電変換サブマウント基板の製造方法。

(a) 基板表面に凹設面を形成する工程

(b) 前記基板表面に絶縁膜を形成する工程

30

(c) 前記凹設面の表面にコア層を形成する工程

(d) コア層を被覆して封止すると共に上端面が前記基板表面よりも突出したクラッド層を形成する工程

(e) 前記基板表面に金属薄膜からなる回路層を形成する工程

(f) コア層及びクラッド層で構成される光導波路と光結合するように基板に光素子を取り付ける工程

(g) 光素子と光導波路との間にアンダーフィルを充填する工程

(h) 外部導波路フィルムの端部を基板表面に接着して外部導波路フィルムを基板に取り付ける工程

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、光と電気の信号を相互に変換する光電変換サブマウント基板及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、通信インフラの急速な広帯域化、コンピュータ等の情報処理能力の飛躍的な増大などに伴って、非常に高速な情報伝送路を有する情報処理回路へのニーズが高まっている。このような背景のもと、電気信号の伝送速度限界を突破する一つ的手段として、光信号による伝送が考えられており、電気回路に光回路を混載することが種々検討されている。

50

そして、光信号を電気信号に、またはその逆に変換するユニットとして光電変換サブマウント基板が知られている。

【0003】

図13は、従来の光電変換サブマウント基板の一例であり、(a)は平面図、(b)は(a)の横側面図(白抜矢印方向から見た図)である。この光電変換サブマウント基板は、基板1と、基板表面の凹設面20に形成されたコア層21、及びコア層21を被覆して封止すると共に上端面が基板表面よりも突出して形成されたクラッド層22からなる光導波路2と、光導波路2と光結合する光素子4と、光素子4と光導波路2との間に充填されたアンダーフィル5と、基板表面に端部が接着され、外部導波路23とフィルム24を有する外部導波路フィルム3とを備えている。

10

【0004】

図12は、光電変換サブマウント基板の要部の拡大図であり、(a)は(b)の口-口断面図、(b)は斜視図である。なお、図12(b)においてはアンダーフィル5を省略して図示している。なお、図12及び13において、6はメタルパターンにより形成される回路層、7は45°ミラーとして形成される光反射層である。図12に示すように、クラッド層22は上端面が基板表面よりも高くなっており、クラッド層22と基板1とにより段差Xが形成されている。段差Xは、1~15µm程度の高さを有する。

【0005】

このような光電変換サブマウント基板にあつては、光と電気とを効率よく変換できると共に、光素子4がアンダーフィル5によって基板1に固定され、丈夫で光電変換性能のよいものとする事ができる。

20

【0006】

しかしながら、上記のような光電変換サブマウント基板では、光素子4と基板1との間に充填されたアンダーフィル5が、毛細管現象によりクラッド層22の段差Xをつたって外部導波路フィルム3の方に流れ出してフィルム接着面に達することにより、外部導波路フィルム3の接続強度不良が発生するという問題があった。

【0007】

図12(b)において、アンダーフィル5は、クラッド層22の段差Xに図示の太矢印で示す方向に流れ出す。また、図13(a)において、アンダーフィル5の流れ出しを矢印が指す斜線部分(UF流出)で示している。

30

【0008】

上記のような光電変換サブマウント基板の製造にあつては、ウェハに光導波路2などの各層を形成し光素子4を実装した後、アンダーフィル5を充填し、次いで、素子を保護しながらウェハを個片化して基板1を取り出し、個片化された基板1に外部導波路フィルム3を接着する。したがって、流出によってフィルムを接着しようとする面に到達したアンダーフィル5が接着剤の接着性を低下させるので、外部導波路フィルム3が基板1に接着されるのを阻害することになるのである。なお、フィルム接着後ではなくウェハレベルで先にアンダーフィル5を充填しておくのは、その方がハンドリング性が良く、個片化時(ダイシング等での切断時)には素子保護の役目も果たすからである。

【0009】

40

このように、アンダーフィル5が流れ出して、外部導波路フィルム3の接着面に到達すると接続不良が発生し、この接続強度の不良は、外部導波路フィルム3の剥離を招き、光導通性の不良や、部品の故障に繋がるものであり、光電変換サブマウント基板の信頼性を損ねるといった問題があった。

【0010】

光電気素子におけるアンダーフィル5の流れ出し防止構造としては、特許文献1のものが開示されている。この文献では、光半導体素子の搭載面に凹部を設け、この凹部にアンダーフィルを充填することにより、アンダーフィルが流れ出すのを防いでいる。しかし、この文献の構造では、光半導体素子を搭載する部分に凹部を形成しなければならないのに加えて、この凹部に光半導体素子を半分埋め込むようにして実装しなければならず、製造

50

が煩雑になるものであった。また、凹部から溢れ出したアンダーフィルについては、毛細管現象による流れ出しを抑制することができず、図 1 2 及び 1 3 の光電変換サブマウント基板のような構造においては、アンダーフィル 5 の流出を十分に防止できるものではなかった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献 1】特開 2007 - 3906 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0012】

本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、光素子 4 と基板 1 との間に充填されたアンダーフィル 5 が、毛細管現象によりクラッド層 2 2 の段差 X をつたって外部導波路フィルム 3 の方に流れ出したとしても、このアンダーフィル 5 がフィルム接着面に達することを防止し、基板 1 に対する外部導波路フィルム 3 の接続強度の不良を抑制することにより、外部導波路フィルム 3 が剥離せず、信頼性の高い光電変換サブマウント基板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】

【0013】

請求項 1 の発明は、基板 1 と、基板表面の凹設面 2 0 に形成されたコア層 2 1、及びコア層 2 1 を被覆して封止すると共に上端面が基板表面よりも突出して形成されたクラッド層 2 2 からなる光導波路 2 と、光導波路 2 と光結合する光素子 4 と、光素子 4 と光導波路 2 との間に充填されたアンダーフィル 5 と、基板表面に端部が接着された外部導波路フィルム 3 とを備え、光素子 4 と外部導波路フィルム 3 の端部との間の基板表面に、光素子 4 と光導波路 2 の間から流れ出したアンダーフィル 5 が外部導波路フィルム 3 の基板表面との接着面に到達するのを防ぐ流出防止部 1 0 が形成されていることを特徴とする光電変換サブマウント基板である。

20

【0014】

請求項 2 の発明は、上記構成の光電変換サブマウント基板において、流出防止部 1 0 は、コア層 2 1 と同じ材料からなり、基板表面に壁状に形成されたものであることを特徴とする光電変換サブマウント基板である。

30

【0015】

請求項 3 の発明は、上記構成の光電変換サブマウント基板において、流出防止部 1 0 は、クラッド層 2 2 と同じ材料からなり、基板表面に壁状に形成されたものであることを特徴とする光電変換サブマウント基板である。

【0016】

請求項 4 の発明は、上記構成の光電変換サブマウント基板において、流出防止部 1 0 は、基板表面に形成された溝 1 2 であることを特徴とする光電変換サブマウント基板である。

【0017】

請求項 5 の発明は、上記構成の光電変換サブマウント基板において、溝 1 2 に凹部 1 3 が設けられていることを特徴とする光電変換サブマウント基板である。

40

【0018】

請求項 6 の発明は、上記構成の光電変換サブマウント基板において、溝 1 2 は光導波路 2 から遠くなるにしたがってその深さが徐々に深くなることを特徴とする光電変換サブマウント基板である。

【0019】

請求項 7 の発明は、上記構成の光電変換サブマウント基板において、基板 1 は表面に絶縁膜 1 4 が形成されたものであり、流出防止部 1 0 は基板表面に絶縁膜 1 4 が設けられずに形成された溝 1 2 であることを特徴とする光電変換サブマウント基板である。

50

【 0 0 2 0 】

請求項 8 の発明は、上記構成の光電変換サブマウント基板において、流出防止部 1 0 は、基板表面に形成された金属薄膜 1 5 であることを特徴とする光電変換サブマウント基板である。

【 0 0 2 1 】

請求項 9 の発明は、上記構成の光電変換サブマウント基板において、基板表面に回路層 6 を備え、上記金属薄膜 1 5 は回路層 6 と同じ材料からなるものであることを特徴とする光電変換サブマウント基板である。

【 0 0 2 2 】

請求項 1 0 の発明は、上記構成の光電変換サブマウント基板において、流出防止部 1 0 は、光素子 4 の周囲を囲んで形成されていることを特徴とする光電変換サブマウント基板である。

10

【 0 0 2 3 】

請求項 1 1 の発明は、上記構成の光電変換サブマウント基板において、流出防止部 1 0 は、光導波路 2 から基板 1 の端部に亘って形成されていることを特徴とする光電変換サブマウント基板である。

【 0 0 2 4 】

請求項 1 2 の発明は、下記の (a) (c) (d) (f) (g) 及び (h) を含む工程、(a) (b) (c) (d) (f) (g) 及び (h) を含む工程、又は (a) (c) (d) (e) (f) (g) 及び (h) を含む工程によって上記構成の光電変換サブマウント基板を製造する方法であって、(a) (b) (c) (d) 及び (e) から選ばれるいずれかの工程で、光素子 4 と外部導波路フィルム 3 の端部との間の基板表面に、光素子 4 と光導波路 2 の間から流れ出したアンダーフィル 5 が外部導波路フィルム 3 の基板表面との接着面に到達するのを防ぐ流出防止部 1 0 を形成することを特徴とする光電変換サブマウント基板の製造方法である。

20

【 0 0 2 5 】

- (a) 基板表面に凹設面 2 0 を形成する工程
- (b) 前記基板表面に絶縁膜 1 4 を形成する工程
- (c) 前記凹設面 2 0 の表面にコア層 2 1 を形成する工程
- (d) コア層 2 1 を被覆して封止すると共に上端面が前記基板表面よりも突出したクラッド層 2 2 を形成する工程
- (e) 前記基板表面に金属薄膜 1 5 からなる回路層 6 を形成する工程
- (f) コア層 2 1 及びクラッド層 2 2 で構成される光導波路 2 と光結合するように基板 1 に光素子 4 を取り付ける工程
- (g) 光素子 4 と光導波路 2 との間にアンダーフィル 5 を充填する工程
- (h) 外部導波路フィルム 3 の端部を基板表面に接着して外部導波路フィルム 3 を基板 1 に取り付ける工程

30

【発明の効果】

【 0 0 2 6 】

請求項 1 の発明によれば、光素子と外部導波路フィルムの端部との間の基板表面に形成された流出防止部が、アンダーフィルが流れ出して外部導波路フィルムの基板表面との接着面に到達するのを防ぐことにより、光素子と基板との間に充填されたアンダーフィルが、毛細管現象によりクラッド層の段差をつたって外部導波路フィルムの方に流れ出したとしても、アンダーフィルがフィルム接着面に達することがないので、外部導波路フィルムの接続強度の不良を防止することができ、フィルムが剥離することなく信頼性の高い光電変換サブマウント基板を得ることができるものである。

40

【 0 0 2 7 】

請求項 2 の発明によれば、コア層と同じ材料によって流出防止部を形成することにより、コア層の形成と同時に流出防止部を形成することができるので、流出防止部を形成する工程を増やすことなく簡単に流出防止部を形成することができ、光電変換サブマウント基

50

板を容易に得ることができるものである。また、流出防止部はコア層と同じ材料からなることにより、流出防止部の壁の高さを容易に制御することができるので、必要十分な材料量で無駄なくアンダーフィルの流出を確実に防止することができると共に、光電変換サブマウント基板が、重量が重くなったり嵩高くなったりすることを防ぐことができるものである。

【 0 0 2 8 】

請求項 3 の発明によれば、クラッド層と同じ材料によって流出防止部を形成することにより、クラッド層の形成と同時に流出防止部を形成することができるので、流出防止部を形成する工程を増やすことなく簡単に流出防止部を形成することができ、光電変換サブマウント基板を容易に得ることができるものである。また、流出防止部はクラッド層と同じ材料からなることにより、流出防止部の壁の高さを容易に制御することができるので、必要十分な材料量で無駄なくアンダーフィルの流出を確実に防止することができると共に、光電変換サブマウント基板が、重量が重くなったり嵩高くなったりすることを防ぐことができるものである。さらに、流出防止部がクラッド層と同じ材料からなることによって光結合損失に影響することがなく流出防止部を形成することができるものである。

10

【 0 0 2 9 】

請求項 4 の発明によれば、溝によって流出防止部を形成することにより、この溝に体積分のアンダーフィルを蓄えて流れ出しを防止することができるので、アンダーフィルの流出量が多くなっても、アンダーフィルが外部導波路フィルムに到達することを確実に防ぐことができるものである。

20

【 0 0 3 0 】

請求項 5 の発明によれば、溝に凹部が設けられていることにより、溝の体積が増加するので、蓄えるアンダーフィルの量を増やすことができ、アンダーフィルの流出量が多くなっても、アンダーフィルが外部導波路フィルムに到達することをさらに確実に防ぐことができるものである。また、凹部を基板を貫通するスルーホールにした場合には、アンダーフィルを基板の裏面に排出することができ、アンダーフィルの流出量がさらにも多くなっても確実にアンダーフィルが外部導波路フィルムに到達することを防止することができるものである。また、この凹部はサンドブラスト加工などの簡単な方法で形成することができるので、アンダーフィルの流出を防止する光電変換サブマウント基板を容易に得ることができるものである。

30

【 0 0 3 1 】

請求項 6 の発明によれば、光導波路から遠くなるにしたがって溝の深さが徐々に深くなることにより、溝の体積を増加させると共にこの溝の深みに沿ってアンダーフィルを流して蓄えることができるので、アンダーフィルを効率よく排出してフィルムに到達することを防ぐことができるものである。また、溝の深みはグレイマスクを用いたサンドブラスト加工などの簡単な方法で形成することができ、アンダーフィルの流出を防止する光電変換サブマウント基板を容易に得ることができるものである。

【 0 0 3 2 】

請求項 7 の発明によれば、基板表面に絶縁膜が形成されていることにより回路間の絶縁性が確保されるので、導通信頼性のある光電変換サブマウント基板を得ることができるものである。また、流出防止部は絶縁膜が設けられずに形成された溝として形成されていることにより、絶縁膜を形成する際に絶縁膜を形成しない部分を設けて流出防止部を形成することができるので、流出防止部を形成する工程を増やすことなく簡単に流出防止部を形成することができ、光電変換サブマウント基板を容易に得ることができるものである。また、絶縁膜はクラッドとしての役割も果たすことができるので、光損失の生じない光電変換サブマウント基板を簡単に得ることができるものである。

40

【 0 0 3 3 】

請求項 8 の発明によれば、流出防止部が金属薄膜で形成されていることにより、この薄膜の厚みを極めて薄くすることができるので、基板表面に不要な凹凸を形成することなく流出防止部を形成することができるものである。また、金属薄膜は濡れ性が悪い T i (チ

50

タン)系の薄膜などで形成することができるので、アンダーフィルが金属薄膜をつたって流れることを防止し、流出防止効果を向上することができるものである。

【0034】

請求項9の発明によれば、回路層と流出防止部の金属薄膜とが同じ材料からなることにより、回路層の形成と同時に流出防止部を形成することができるので、流出防止部を形成する工程を増やすことなく簡単に流出防止部を形成することができ、光電変換サブマウント基板を容易に得ることができるものである。

【0035】

請求項10の発明によれば、流出防止部が光素子の周囲を囲んで形成されていることにより、アンダーフィルの流出量が多くなった場合においても、アンダーフィルを流出防止部に取り囲んで溜めることができるので、流出防止部を迂回するなどしてアンダーフィルが外部導波路フィルムに到達することを防止して、フィルムの剥離をさらに防止することができるものである。

10

【0036】

請求項11の発明によれば、流出防止部が光導波路から基板の端部に亘って形成されていることにより、アンダーフィルの流出量が多くなった場合においても、アンダーフィルを流出防止部に沿って基板の表面より外に排出することができるので、流出防止部を迂回するなどしてアンダーフィルが外部導波路フィルムに到達することを防止して、フィルムの剥離をさらに防止することができるものである。

【0037】

20

請求項12の発明によれば、流出防止部を他の工程と同時に形成することができるので、流出防止部を形成する工程を増やすことなく簡単に流出防止部を形成することができ、光電変換サブマウント基板を容易に得ることができるものである。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の光電変換サブマウント基板の一例を示す平面図である。

【図2】(a)は同上の他の一例を示す平面図であり、(b)は要部の概略断面図である。

【図3】同上の他の一例を示す平面図である。

【図4】同上の他の一例を示す平面図である。

30

【図5】同上の他の一例を示す平面図である。

【図6】同上の他の一例を示す平面図である。

【図7】同上の他の一例を示す図であり、(a)は(b)のイ-イ断面図、(b)は平面図、である。

【図8】同上の他の一例を示す平面図である。

【図9】同上の他の一例を示す平面図である。

【図10】同上の他の一例を示す平面図である。

【図11】光電変換サブマウント基板の製造工程の一例を示す図であり、(a)~(l)は断面図である。

【図12】光電変換サブマウント基板の要部の拡大図であり、(a)は(b)の口-口断面図、(b)は斜視図である。

40

【図13】従来の光電変換サブマウント基板の一例を示す図であり、(a)は平面図、(b)は横側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0039】

以下、本発明を実施するための形態について説明する。

【0040】

図1は、本発明の光電変換サブマウント基板の一例を示す平面図である。また、図12は、光電変換サブマウント基板の要部の拡大図である。なお、図1では、光素子4は破線で示している。

50

【0041】

光電変換サブマウント基板は、基板1と、コア層21及びコア層21を被覆して封止するクラッド層22からなる光導波路2と、この光導波路2と光結合する光素子4と、光素子4と光導波路2との間に充填されたアンダーフィル5と、基板表面に端部が接着された外部導波路フィルム3とを備えている。

【0042】

基板1は、光導波路2を表面に形成したり、光素子4を実装したりするためのものであり、例えばシリコン(Si)基板として形成することができる。この基板1の表面には、光導波路2を設けるための溝部が直線状に凹設されて形成され、その溝部の底面が凹設面20として設けられている。

10

【0043】

光導波路2は、光信号を伝送するためのものであり、コア層21及びクラッド層22により構成される。コア層21及びクラッド層22の材料としては、例えば、屈折率の高い樹脂組成物をコア層21の材料に、屈折率の低い樹脂組成物をクラッド層22の材料にすることができる。具体的には、コア層21及びクラッド層22の材料として、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、フッ素化樹脂、ポリイミドなどを挙げることができる。例えばエポキシ樹脂を用いる場合には、コア層21の材料として高屈折率のビスフェノール型エポキシ化合物の配合割合を高めたものを用い、クラッド層22の材料として低屈折率の脂環式エポキシ化合物の配合割合を高めたものを用いるなどして、光導波路2を構成することができる。

20

【0044】

コア層21は、凹設面20の表面に外部導波路23に向かって直線状に形成されている。クラッド層22は、基板1の凹設面20に形成されたコア層21を周囲を取り囲んで封止しており、その上端面は基板表面よりも突出して形成されている。したがって、図示するように、クラッド層22と基板表面とで段差Xが生じている。

【0045】

コア層21の光素子4と光結合する側の端部は光を反射させるために傾斜面21aとして形成され、この傾斜面21aの部分では凹設面20も同じ傾斜角度で傾斜している。そして、この傾斜面21aと傾斜面21aに対向する凹設面20との間には、光を効率よく反射させるために光反射層7が設けられている。光反射層7は、例えば、金属の薄膜により形成された45°ミラーで構成される。

30

【0046】

基板1のコア層21が延出された端部の表面には、外部導波路フィルム3が接着されている。外部導波路フィルム3は、フィルム24の表面に、コア層21と光学的に結合され、外部と光信号のやり取りをする外部導波路23が設けられたものであり、その端部が接着剤により基板1の表面に接着されている。すなわち、フィルム24は、基板1のクラッド層22の上端面の上方に接着剤を介して配置され、段差Xはフィルム24の端部の端縁を横切ってフィルム24と基板1との間に入り込んで延出している。図示のものでは、段差Xとフィルム24の端縁とは略垂直に交差している。なお、基板1とフィルム24との隙間には段差Xよりも高い厚みで接着剤層が形成され、フィルム24は略平坦になるように基板1に接着されている。

40

【0047】

光素子4は、光信号と電気信号とを相互に変換する素子である。この光素子4は、コア層21の傾斜面21aの上方に光導波路2と光結合するように基板1に実装されている。そして、図1の形態では、光素子4は、基板1の表面に設けられた金属の薄膜などにより構成される回路層6と、回路層6の表面に突出して形成された端子6aにより電氣的に接続されている。

【0048】

すなわち、端子6aと別の端子6aとの間に光導波路2が配置され、光素子4は光導波路2を跨ぐようにして複数の端子6aに接触して取り付けられている。光素子4と光導波

50

路 2 との間には、端子 6 a の高さ分の隙間が、段差 X の高さや回路層 6 の厚みよりも大きくなって形成されており、段差 X は光素子 4 の下方からこの隙間を抜け出して基板 1 の端部に向かって延出している。光素子 4 と光導波路 2 との間には、この隙間を埋めるようにアンダーフィル 5 が充填されている。

【 0 0 4 9 】

アンダーフィル 5 は、光素子 4 を基板 1 に接着して実装するためのものである。アンダーフィル 5 としては、例えば、樹脂溶液などが用いられ、樹脂溶液中の溶媒が蒸発して乾燥したりすることにより樹脂が固化し、光素子 4 が基板 1 に固定される。

【 0 0 5 0 】

アンダーフィル 5 の材料としては、例えば、熱硬化型のエポキシ樹脂、アクリル樹脂、シリコンゴム、シリコンゲルなどを用いることができる。

10

【 0 0 5 1 】

上記のような光電変換サブマウント基板にあっては、溶液状態のアンダーフィル 5 を充填した際に、アンダーフィル 5 がクラッド層 2 2 と基板表面とにより形成された段差 X の毛細管現象によって、この段差 X を伝って流れ出すことがある。図 1 2 (b) の太矢印は、アンダーフィル 5 の流れる方向を示している。アンダーフィル 5 が流れ出して外部導波路フィルム 3 と基板 1 との接着面に達すると、外部導波路フィルム 3 の接着強度を弱めてしまうことになり、フィルム 2 4 が剥離するといった問題が生じる。そこで、本発明では、光素子 4 と外部導波路フィルム 3 の端部との間の基板表面に、アンダーフィル 5 が流れ出して外部導波路フィルム 3 の基板表面との接着面に到達するのを防ぐ流出防止部 1 0 が形成されている。

20

【 0 0 5 2 】

図 1 の形態では、流出防止部 1 0 は、クラッド層 2 2 の露出側面 (段差 X を形成する面) に連設して形成されている。そして、流出防止部 1 0 は、クラッド層 2 2 の両側の露出側面にそれぞれ設けられ、一対のものとして形成されている。この流出防止部 1 0 は、例えば、光導波路 2 の延伸方向と垂直な方向に長辺が配置された矩形状の壁状体 1 1 や溝 1 2 や金属薄膜 1 5 など形成されるものであり、段差 X に隙間なく密着して設けられている。そして、流出防止部 1 0 が基板表面に形成されることによりアンダーフィル 5 が流出した際に、アンダーフィル 5 の流れを阻止して、アンダーフィル 5 を外部導波路フィルム 3 の方へ流さないようになる。このように、光素子 4 と外部導波路フィルム 3 の端部との間の基板表面に形成された流出防止部 1 0 が、アンダーフィル 5 が流れ出して外部導波路フィルム 3 の基板表面との接着面に到達するのを防ぐことができるので、光素子 4 と基板 1 との間に充填されたアンダーフィル 5 が、毛細管現象によりクラッド層 2 2 の段差 X をつたって外部導波路フィルム 3 の方に流れ出したとしても、アンダーフィル 5 がフィルム接着面に達することがない。したがって、外部導波路フィルム 3 の接続強度の不良を防止することができ、フィルム 2 4 が剥離することなく信頼性の高い光電変換サブマウント基板を得ることができるものである。なお、流出防止部 1 0 は矩形状に限らず、台形状などの角形状や L 形状、円の中心位置を光素子 4 の側にした円弧状などであってもよい。

30

【 0 0 5 3 】

図 2 (a) は、光電変換サブマウント基板の他の一例を示す平面図である。この形態では、流出防止部 1 0 が、クラッド層 2 2 の露出側面に隙間なく密着して連結し、基板表面に突出した壁状体 1 1 で形成されている。壁状体 1 1 としては適宜の材料を用いて形成することができるが、この形態にあっては、壁状体 1 1 の材料としてコア層 2 1 の材料を用いている。すなわち、流出防止部 1 0 がコア層 2 1 と同じ材料からなり、基板表面に積層されて壁状に形成されている構造である。それにより、コア層 2 1 の形成と同時に流出防止部 1 0 を形成することができるので、流出防止部 1 0 を形成する工程を増やすことなく簡単に流出防止部 1 0 を形成することができるものである。

40

【 0 0 5 4 】

また、流出防止部 1 0 がコア層 2 1 と同じ材料からなることにより、流出防止部 1 0 の壁の高さ (層の厚み) を容易に制御することができる。この壁の高さは 1 ~ 1 0 μm で形

50

成することが好ましい。壁の高さが $1\ \mu\text{m}$ 未満であるとアンダーフィル5の流出を防止することができなくなるおそれがある。一方、壁の高さは $10\ \mu\text{m}$ あれば十分な防止効果があり、その高さを超えると受光素子を実装したサブマウント基板側では、光結合効率が低下するおそれがある。すなわち、図2(b)の要部(光反射層7を含む部分)の概略断面図で示すように、流出防止部10の高さが高くなりすぎた場合、すなわちコア層21が高く形成されすぎた場合には、コア層21を伝搬する光(図中の矢印)が光反射層7に当たらずに、その頭上を通過して光の「ロス」が多く発生するおそれがあり、そのため、光結合効率が低下するおそれがあるのである。このように、必要十分な材料量で無駄なく壁状体を形成してアンダーフィル5の流出を確実に防止することができると共に、光電変換サブマウント基板が、重量が重くなったり嵩高くなったりすることを防ぐことができるものである。

10

【0055】

図3は、光電変換サブマウント基板の他の一例を示す平面図である。この形態では、壁状体11の材料として、クラッド層22の材料を用いている。すなわち、流出防止部10がクラッド層22と同じ材料からなり、基板表面に積層されてクラッド層22と一体化して連結した壁状に形成されている構造である。それにより、クラッド層22の形成と同時に流出防止部10を形成することができるので、流出防止部10を形成する工程を増やすことなく簡単に流出防止部10を形成することができるものである。

【0056】

また、流出防止部10がクラッド層22と同じ材料からなることにより、流出防止部10の壁の高さ(層の厚み)を容易に制御することができる。この壁の高さは $1\sim 20\ \mu\text{m}$ で形成することが好ましい。壁の高さが $1\ \mu\text{m}$ 未満であるとアンダーフィル5の流出を防止することができなくなるおそれがある。一方、壁の高さは高いほど流れ防止効果は見込めるが、 $20\ \mu\text{m}$ あれば十分であり、その高さを超えても嵩高くなったりするおそれがある。このように、必要十分な材料量で無駄なく壁状体を形成してアンダーフィル5の流出を確実に防止することができると共に、光電変換サブマウント基板が、重量が重くなったり嵩高くなったりすることを防ぐことができるものである。さらに、流出防止部10をクラッド層22と同じ材料から形成した場合には、クラッド層22と流出防止部10とを一体化して形成すること(すなわち、クラッド層22を延長して流出防止部10を形成すること)ができ、基板1に強固に固定された壁状体11を形成することができるものであり、このクラッド層22は厚くなっても光結合損失に影響することがないので、壁の高さを高くして流出防止効果の高い流出防止部10を形成することができるものである。すなわち、図2(b)で示したようにコア層21が高くなると光結合損失が発生するおそれがあるが、クラッド層22は光が伝播しないので層が高くなっても光結合損失に影響しない。したがって、コア層21で形成する場合よりも流出防止部10の厚みを厚くすることが可能である。なお、實際上、クラッド層22の高さは、素子の高さ、つまり端子6の高さで制約され、実際の端子高さは $20\ \mu\text{m}$ 程度である。

20

30

【0057】

図4は、光電変換サブマウント基板の他の一例を示す平面図である。この形態では、流出防止部10は、端部がクラッド層22の露出側面に連設すると共に光導波路2の延伸方向と垂直な方向に延伸した、基板表面に凹設されて設けられた直線状の溝12で形成されている。そして、溝12は、クラッド層22の両側の露出側面にそれぞれ設けられている。この形態によれば、溝12によって流出防止部10を形成することにより、この溝12に溝12の体積分のアンダーフィル5を蓄えて流れ出しを防止することができるので、アンダーフィル5の流出量が多くなっても、アンダーフィル5が外部導波路フィルム3に到達することを確実に防ぐことができるものである。

40

【0058】

溝12の深さとしては、 $0.5\sim 50\ \mu\text{m}$ にすることが好ましく、 $40\ \mu\text{m}$ 程度にすることがより好ましい。 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上の深さの溝12であれば十分にアンダーフィル5の流出防止効果が得られるものである。溝12の深さが $0.5\ \mu\text{m}$ 未満になるとアンダーフ

50

イル5の流出防止効果が十分に得られなくなるおそれがある。一方、溝12の深さが50 μm を超えると加工コストが増大し不経済になるおそれがある。また、溝12の深さを光導波路2の深さ(基板表面から凹設面20までの深さ)にすることも好ましい。それにより、溝12と光導波路2とを同時に簡単に形成することができる。

【0059】

すなわち、溝12は、シリコン基板などの基板1に光導波路2を形成するための溝部(導波路溝)と同時に形成することができる。したがって、流出防止部10を形成する工程を増やすことなく簡単に流出防止部10を形成することができるものである。なお、図示の形態では、溝12は直線状のものを示したが、溝12は曲線状や円弧状であってもよい。また、溝12を複数本設けてもよい。

10

【0060】

図5は、光電変換サブマウント基板の他の一例を示す平面図である。この形態では、図4の形態に加えて、溝12の底面に溝12よりもさらに深く凹設された凹部13が設けられている。図示のものでは、凹部13は、溝12の略半分の長さの位置に丸状に設けられている。この形態にあっては、溝12に凹部13が設けられていることにより、溝12の体積が増加するので、蓄えるアンダーフィル5の量を増やすことができ、アンダーフィル5の流出量が多くなっても、アンダーフィル5が外部導波路フィルム3に到達することをさらに確実に防ぐことができるものである。

【0061】

ここで、凹部13を基板1を貫通するスルーホールにして形成することもできる。その場合、アンダーフィル5を基板1の裏面に排出することができ、アンダーフィル5の流出量がさらに多くなっても確実にアンダーフィル5が外部導波路フィルム3に到達することを防止することができるものである。そして、この凹部13はサンドブラスト加工などの簡単な方法で形成することができるものであり、簡単に流出防止効果の高い流出防止部10を形成することができるものである。なお、図示の形態では、凹部13は丸状のものを示したが、凹部13は角状などであってもよい。凹部13の形成位置は図示のものに限られず、溝12のクラッド層22と連設する側とは反対側の端部に凹部13を設けてもよい。また、凹部13を複数個設けてもよい。

20

【0062】

図6は、光電変換サブマウント基板の他の一例を示す平面図である。この形態では、図4の形態において、溝12が光導波路2から遠くなるにしたがってその深さが徐々に深くなっている。すなわち、溝12は光導波路2側の一端から他端に向かって徐々に深くなったテーパ状に形成されている。なお、図示のものでは、溝12の深さを色の濃淡で示しており、色が濃くなるほど溝12の深さが深くなる。溝12は、溝12の底部が直線状に傾斜して徐々に深くなるものであってもよいし、溝12の底部が曲線状に傾斜して徐々に深くなるものであってもよい。溝12の深さとしては、浅いところ、すなわちクラッド層22と連設する端部の深さが0.5 μm 以上であることが好ましく、深いところ、すなわちクラッド層22と連設する端部とは反対側の端部の深さが100 μm 以下であることが好ましい。溝12の浅いところの深さが0.5 μm 未満ではアンダーフィル5の流出を十分に防止できなくなるおそれがある。一方、溝12の深いところの深さが100 μm を超えると加工コストが増大し不経済になるおそれがある。ただし、アンダーフィル5の流出防止の観点からは、溝12の深いところの深さは、深ければ深いほどよい。例えば、最も深い位置で溝12が基板1を貫通してもよい。

30

40

【0063】

この形態にあっては、溝12の深さが徐々に深くなることにより、溝12の体積を増加させると共にこの溝12の深みに沿ってアンダーフィル5を流して蓄えることができるので、アンダーフィル5を効率よく排出してフィルム24に到達すること防ぐことができるものである。そして、溝12の深みの調整はグレースクを用いたサンドブラスト加工などの簡単な方法で形成することができるものであり、簡単に流出防止効果の高い流出防止部10を形成することができるものである。

50

【 0 0 6 4 】

図7は、光電変換サブマウント基板の他の一例を示す図であり、(a)は(b)のイ-イ断面図、(b)は平面図を示している。この形態では、基板1の表面には絶縁膜14が形成されており、流出防止部10は基板表面に絶縁膜14が設けられずに形成された溝12として形成されている。溝12の形状は図4の形態と同様のものにすることができる。この形態にあつては、基板表面に絶縁膜14が形成されていることにより回路間の絶縁性が確保されるので、導通信頼性のある光電変換サブマウント基板を得ることができる。この流出防止部10は絶縁膜14を形成する際に絶縁膜14を形成しない部分を設けて形成してもよいし、絶縁膜14を基板表面の全面に形成した後で、流出防止部10を形成する部分のみが開口されたレジストを用いて絶縁膜14を除去することにより形成してもよい。絶縁膜14を形成しない部分を設けて流出防止部10を形成した場合は、流出防止部10を形成する工程を増やすことなく簡単に流出防止部10を形成することができるものである。一方、絶縁膜14を除去して流出防止部10を形成する場合、流出防止部10を形成する部分が開口されたレジストを基板表面に設け、ドライエッチングを施して開口部分の絶縁膜14を除去し、基板表面のレジストを除去する方法により行うことができる。そして、絶縁膜14はクラッドとしての役割も果たすことができる。すなわち、図7(a)に示すように、コア層21と基板表面の凹設面20との間には絶縁膜14が配され、この絶縁膜14はコア層21に対して屈折率が低いため絶縁膜14をクラッドとして機能させることができるので、コア層21を絶縁膜14とクラッド層22とにより構成されるクラッド材料で簡単に包囲することができ、光損失の生じない光電変換サブマウント基板を簡単に得ることができるものである。絶縁膜14を形成する材料としては、例えば、ケイ素酸化膜(Si酸化膜)を用いることができる。溝12の深さは、絶縁膜14の厚みと等しくなるものであり、例えば、0.5~50 μm にすることができる。

10

20

【 0 0 6 5 】

図8は、光電変換サブマウント基板の他の一例を示す平面図である。この形態では、流出防止部10は基板表面に金属薄膜15として積層されて形成されている。この金属薄膜15は、クラッド層22の露出側面に密着して連結し、光導波路2の延伸方向と垂直な方向に長辺が配置された矩形状の薄膜層として形成されている。この形態にあつては、流出防止部10が金属薄膜15で形成されていることにより、この薄膜の厚みを極めて薄くすることができるので、基板表面に不要な凹凸を形成することなく流出防止部10を形成することができるものである。金属薄膜15の厚みは好ましくは1 μm 以下にすることができる。それにより、不要な凹凸をさらになくすることができる。金属薄膜15の厚みの下限は実質的に0.05 μm である。金属薄膜15は濡れ性が悪いTi(チタン)系の薄膜などで形成することができるので、アンダーフィル5が金属薄膜15の表面をつたって流れることがない。すなわち、金属薄膜15の濡れ性の悪さを利用してアンダーフィル5の流出を防止するので、壁を形成して物理的に阻止する場合に比べて、層の厚さを壁のように高くする必要がなく、薄い層で流出防止部10を形成することができるものである。そして、濡れ性を利用してアンダーフィル5の流出を防止するので、流出防止効果を向上することができるものである。

30

【 0 0 6 6 】

図8の形態にあつては、基板表面に形成された回路層6と流出防止部10を形成する金属薄膜15とが同じ材料からなるものであることが好ましい。それにより、回路層6の形成と同時に流出防止部10を形成することができるので、流出防止部10を形成する工程を増やすことなく簡単に流出防止部10を形成することができるものである。

40

【 0 0 6 7 】

図9は、光電変換サブマウント基板の他の一例を示す平面図である。この形態では、流出防止部10は、光素子4の周囲を囲んで基板表面に形成されている。この流出防止部10は、上述した、壁状体11であつてよく、溝12であつてもよく、金属薄膜15であつてもよい。この形態によれば、流出防止部10が光素子4の周囲を囲んで形成されていることにより、アンダーフィル5の流出量が多くなったり濡れ性の高い材料で流出防止部1

50

0を形成したりした場合においても、アンダーフィル5を流出防止部10に取り囲んで溜めることができるので、流出防止部10を迂回するなどしてアンダーフィル5が外部導波路フィルム3に到達することを防止して、フィルム24の剥離をさらに防止することができるものである。なお、図示のものでは光素子4の周囲を四角形状に囲んでいる例を示しているが、円状に周囲を囲むようにしてもよい。ところで、金属薄膜15で流出防止部10を形成する場合、特に回路層6と同一の金属薄膜15で流出防止部10を形成する場合には、回路が短絡しないように回路層6が通過する部分には流出防止部10を設けずに、分断した流出防止部10で光素子4の周囲を囲むようにするとよい。

【0068】

図10は、光電変換サブマウント基板の他の一例を示す平面図である。この形態では、流出防止部10は、光導波路2から基板1の端部に亘って形成されている。すなわち、流出防止部10は、一端がクラッド層22の露出側面に連設すると共に、他端が光導波路2の延伸方向と垂直な方向に基板1の端部の先端にまで延伸して形成されている。この流出防止部10は、上述した、壁状体11であってよく、溝12であってよく、金属薄膜15であってよい。この形態によれば、アンダーフィル5の流出量が多くなったり濡れ性の高い材料で流出防止部10を形成したりした場合においても、アンダーフィル5を流出防止部10に沿って基板の表面より外に排出することができるので、流出防止部10を迂回するなどしてアンダーフィル5が外部導波路フィルム3に到達することを防止して、フィルム24の剥離をさらに防止することができるものである。

【0069】

次に、光電変換サブマウント基板の製造について説明する。

【0070】

図11は、光電変換サブマウント基板の製造工程の一部（光導波路2の作製）を示す断面図である。図11(a)~(d)は、光導波路2を設けるための溝部を基板1の表面に加工する様子を示している。基板1の表面を加工するにあたっては、まず、(a)で示すように、光導波路2を形成するためのマスク31を基板1の表面に形成する。次に、(b)で示すように、異方性エッチングをして基板1を凹設し、光導波路2を形成するための凹設面20を形成する。そして、(c)に示すように、マスク31を除去し、次いで、(d)に示すように、基板1の表面に絶縁膜14を積層して形成する。

【0071】

図11(e)~(h)はコア層21を作製する様子を示している。コア層21の作製にあたっては、まず、(e)で示すように、コア層21を形成するコア樹脂組成物32を凹設面20の上に塗布し、プレ加熱(PB)する。次に、(f)で示すように平坦化プレスしてコア層21の上面を平坦化した後、(g)で示すように、マスク31でパターンニングしてUVなどのエネルギー線で樹脂を硬化する。そして、(h)で示すように、現像によって不溶なコア樹脂組成物32を除去し、加熱(PDB)することによりコア層21を作製することができる。なお、コア層21を形成する前にコア層21の傾斜面21aが形成される凹設面20の表面に金属の薄膜を形成し、光反射層7を設けることができる。

【0072】

図11(i)~(l)はクラッド層22を作製する様子を示している。クラッド層22の作製にあたっては、まず、(i)で示すように、クラッド層22を形成するクラッド樹脂組成物33を塗布し、プレ加熱(PB)する。次に、(j)で示すように平坦化プレスしてクラッド層22の上面を基板表面よりも高く突出した面にして平坦化した後、(k)で示すように、マスク31でパターンニングしてUVなどのエネルギー線で樹脂を硬化する。そして、(l)で示すように、現像によって不溶なクラッド樹脂組成物33を除去し、加熱(PDB)することによりクラッド層22を作製することができる。

【0073】

こうして、コア層21とクラッド層22とにより構成される光導波路2が表面に作製された基板1が形成される。そして、この基板1に回路層6を形成し、回路層6の表面に形成された端子6aに光素子4を取り付け、光素子4と光導波路2の間にアンダーフィル5

10

20

30

40

50

を充填する。一方、基板 1 の光導波路 2 が延伸された端部の基板表面に外部導波路フィルム 3 を接着剤で接着する。接着剤としては、光硬化性樹脂などを用いることができる。なお、クラッド層 2 2 の段差 X の高さ分だけ基板表面とフィルム 2 4 との間で隙間ができるが、この隙間には接着剤が充填され、接着剤層が形成される。フィルム 2 4 の取り付けは、通常、光素子 4 を実装し、アンダーフィル 5 を充填した後に行う。このときアンダーフィル 6 が流出防止部 1 0 でその流出が防止されてフィルム 2 4 を接着しようとする部分に到達しないために、フィルム 2 4 を確実に基板 1 に接着することができるのである。このようにして、光素子 4 が実装されると共に外部導波路フィルム 3 が設けられた光電変換サブマウント基板を得ることができる。

【 0 0 7 4 】

10

上記のように製造されたクラッド層 2 2 の上端面は基板表面よりも高く、段差 X が生じる。すなわち、コア層 2 1 とクラッド層 2 2 を形成するそれぞれの樹脂をプレスで平坦化しているので、コア層 2 1 の上端面は基板 1 の表面と略面一になり、コア層 2 1 を包囲するためにクラッド層 2 2 の上端面は基板 1 の表面よりも突出する。そして、クラッド層 2 2 の上端面の突出により段差 X が生じ、この段差 X がアンダーフィル 5 の流出を招くのである。しかしながら、本発明においては、上記の通り、流出防止部 1 0 を形成することにより、アンダーフィル 5 の流出が防止されるものである。

【 0 0 7 5 】

そして、流出防止部 1 0 の形成は、光電変換サブマウント基板の製造工程の一部で行うことが好ましい。

20

【 0 0 7 6 】

例えば、図 2 の形態の一例のように、壁状体 1 1 の流出防止部 1 0 をコア層 2 1 の材料と同じものとするときには、図 1 1 (e) ~ (h) のコア層 2 1 の形成工程で同時に形成することができる。すなわち、(e) において、コア樹脂組成物 3 2 を流出防止部 1 0 を形成する部分にも塗布する。そして、(g) で示すマスク 3 1 のパターンニングをコア層 2 1 と共に流出防止部 1 0 を形成するパターンにする。このようにして、コア層 2 1 と同時に流出防止部 1 0 を形成することができ、工程を増やすことなく流出防止部 1 0 を形成することができるものである。

【 0 0 7 7 】

また、図 3 の形態のように、壁状体 1 1 の流出防止部 1 0 をクラッド層 2 2 の材料と同じものとするときには、図 1 1 (i) ~ (j) のクラッド層 2 2 の形成工程で同時に形成することができる。すなわち、(i) において、クラッド樹脂組成物 3 3 を流出防止部 1 0 を形成する部分にも塗布する。そして、(j) で示すマスク 3 1 のパターンニングをクラッド層 2 2 と共に流出防止部 1 0 を形成するパターンにする。このようにして、クラッド層 2 2 と同時に流出防止部 1 0 を形成することができ、工程を増やすことなく流出防止部 1 0 を形成することができるものである。

30

【 0 0 7 8 】

また、図 4 の形態のように、溝 1 2 で流出防止部 1 0 を形成する場合には、図 1 1 (a) ~ (c) に示す基板 1 の表面の加工工程で流出防止部 1 0 を形成することができる。すなわち、(a) で示すマスク 3 1 のパターンニングを光導波路 2 と共に流出防止部 1 0 を形成するパターンにする。それにより、光導波路 2 を形成するための凹設面 2 0 と同時に流出防止部 1 0 を形成することができ、工程を増やすことなく流出防止部 1 0 を形成することができるものである。なお、図 5 の形態のように、溝 1 2 に凹部 1 3 を設ける場合には、溝 1 2 の底部をサンドブラスト加工するなどして形成できる。凹部 1 3 の形成は、基板 1 の表面の加工工程の際に行ってもよく、光導波路 2 を形成した後に行ってもよい。また、図 6 の形態のように、溝 1 2 の深さを徐々に深くする場合には、上記のようなパターンニングによりあらかじめ溝 1 2 を形成し、この溝 1 2 をグレーマスクを用いたサンドブラスト加工で深さを調整して削ることにより形成することができる。

40

【 0 0 7 9 】

また、図 7 の形態のように、絶縁膜 1 4 が形成されないことにより溝 1 2 を設けて流出

50

防止部 10 を形成する場合には、図 11 (d) に示す絶縁膜 14 の形成工程で流出防止部 10 を形成することができる。すなわち、(d) において、流出防止部 10 を形成する部分をマスクで覆い、パターニングして絶縁膜 14 を積層し、マスクを除去する。それにより、絶縁膜 14 と同時に流出防止部 10 を形成することができ、工程を増やすことなく流出防止部 10 を形成することができるものである。

【0080】

また、図 8 の形態においては、流出防止部 10 の形成を回路層 6 の形成工程で行うことができる。この形態では、流出防止部 10 が回路層 6 と同一の材料からなる金属薄膜 15 として形成されており、回路層 6 を形成する際に、回路層 6 と共に流出防止部 10 を形成するパターニングを行い、回路層 6 と金属薄膜 15 を同時に積層して形成するものである。それにより、絶縁膜 14 と同時に流出防止部 10 を形成することができ、工程を増やすことなく流出防止部 10 を形成することができるものである。

10

【符号の説明】

【0081】

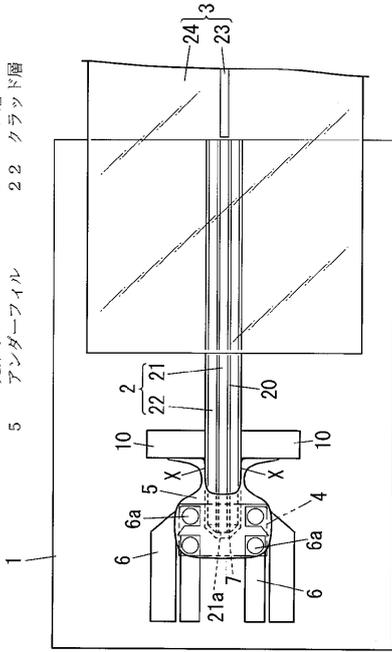
- 1 基板
- 2 光導波路
- 3 外部導波路フィルム
- 4 光素子
- 5 アンダーフィル
- 6 回路層
- 7 光反射層
- 10 流出防止部
- 11 壁状体
- 12 溝
- 13 凹部
- 14 絶縁膜
- 15 金属薄膜
- 20 凹設面
- 21 コア層
- 22 クラッド層
- 23 外部導波路
- 24 フィルム
- 31 マスク

20

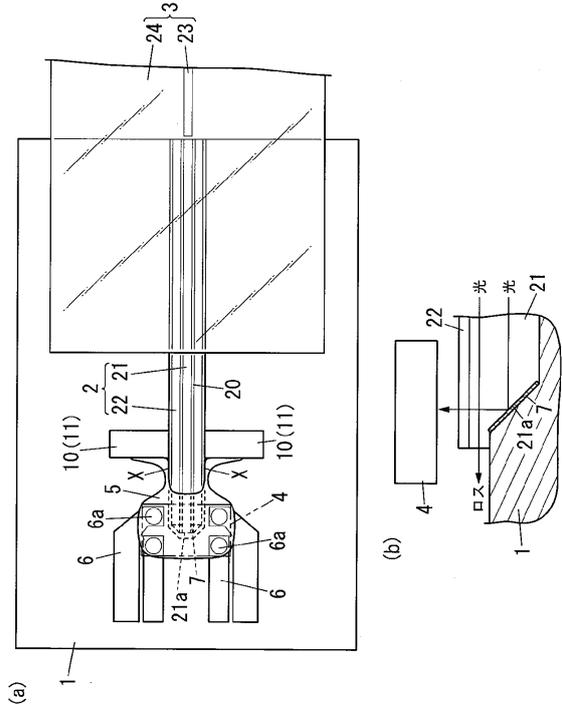
30

【図1】

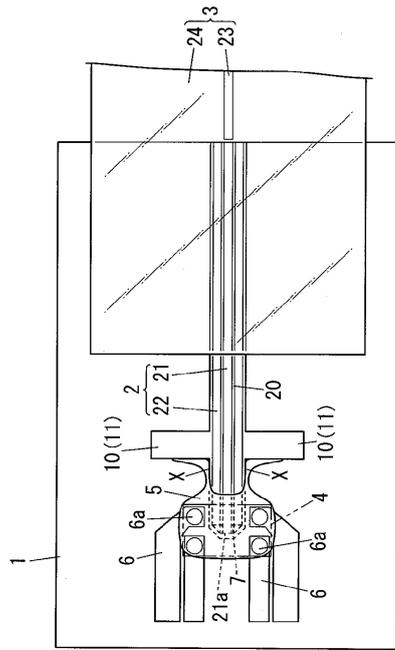
- 1 基板
- 2 光導波路
- 3 外部導波路フィルム
- 4 アンダーフィルム
- 5 コア層
- 6 回路層
- 7 光素子
- 10 流出防止部
- 20 凹設面
- 21 コア層
- 22 クラッド層



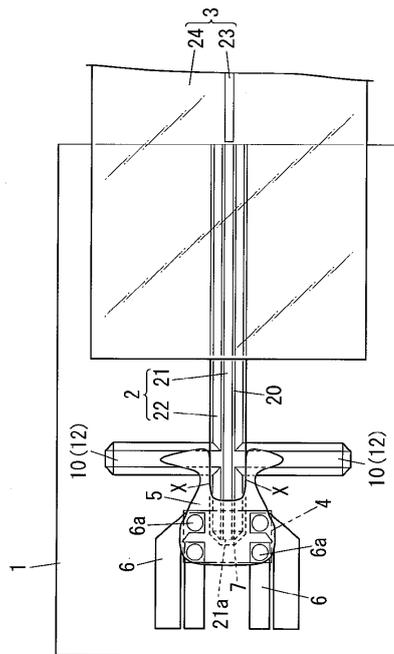
【図2】



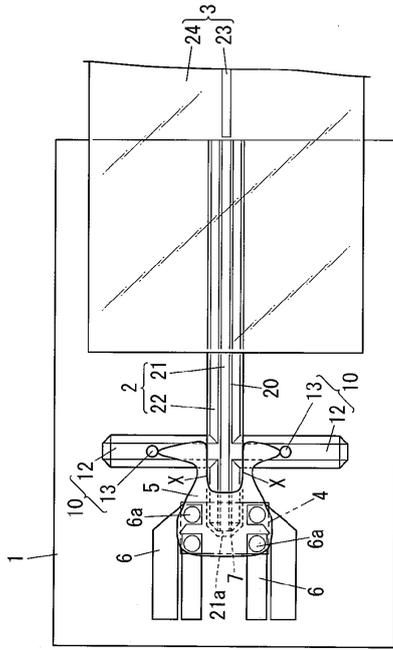
【図3】



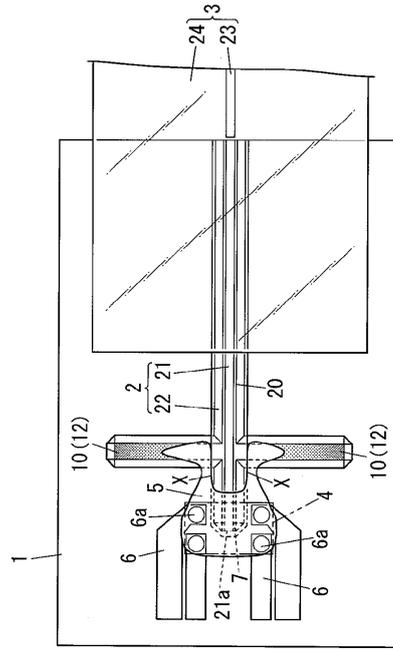
【図4】



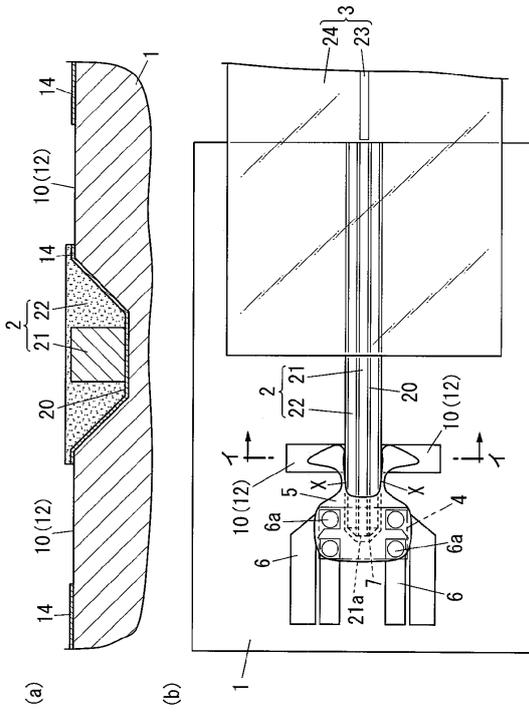
【 図 5 】



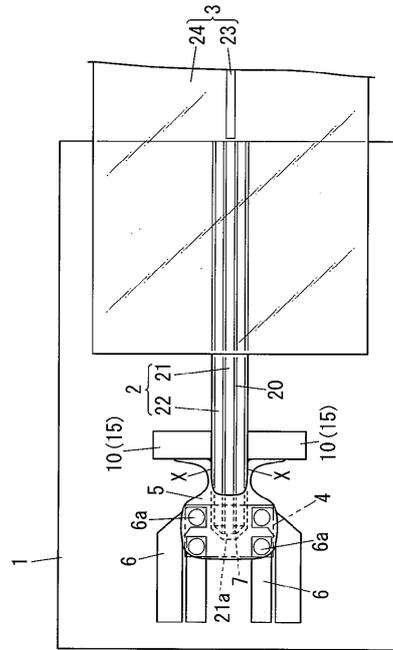
【 図 6 】



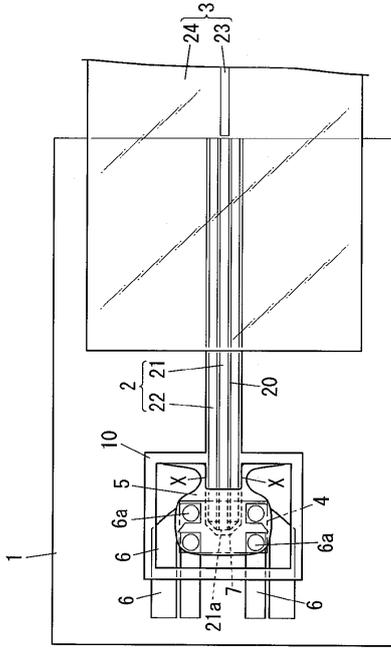
【 図 7 】



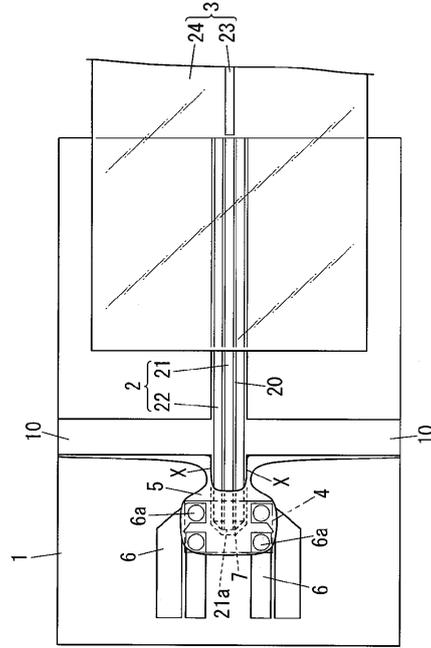
【 図 8 】



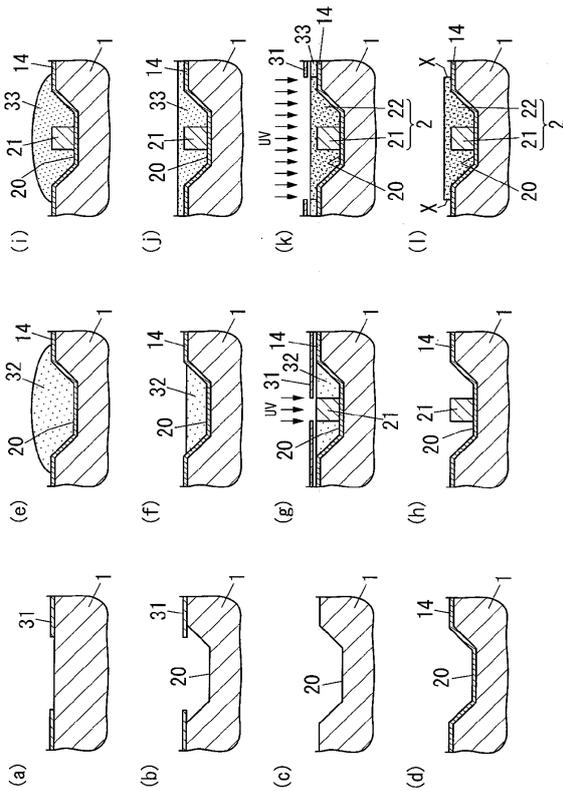
【図9】



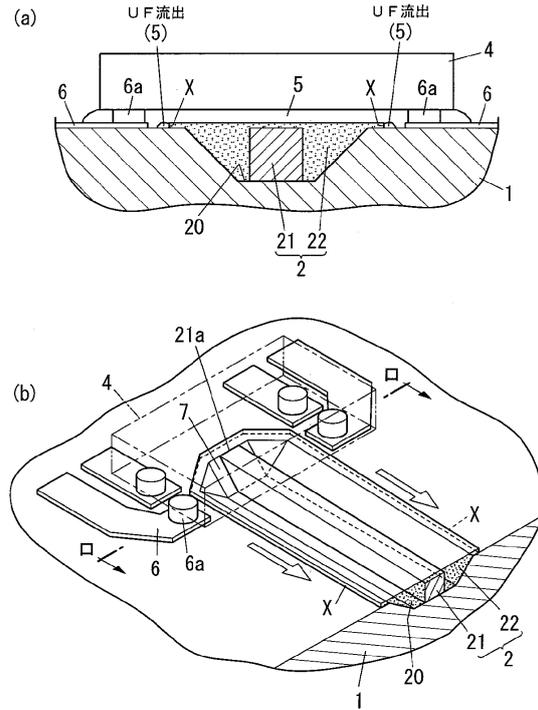
【図10】



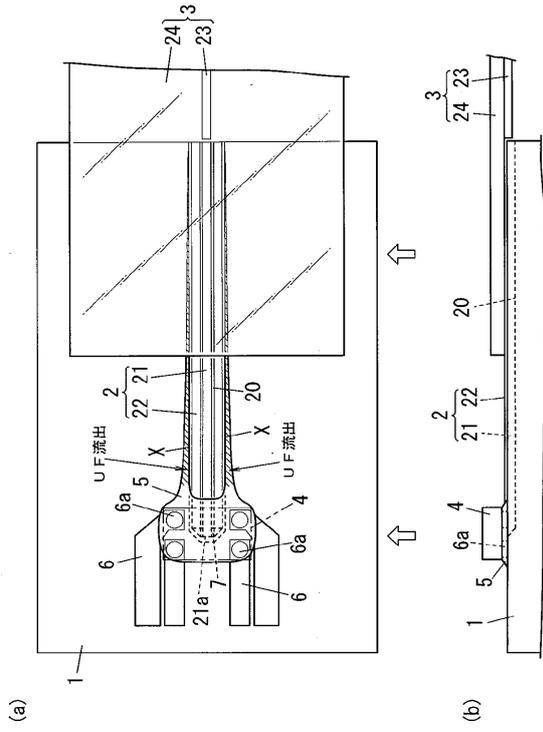
【図11】



【図12】



【図 13】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-008766(JP,A)
特開2007-003906(JP,A)
特開2007-199657(JP,A)
特開平11-119066(JP,A)
特開2001-356246(JP,A)
特開2006-133467(JP,A)
特開2008-065287(JP,A)
特開2000-347052(JP,A)
特開2007-298770(JP,A)
特開2006-184754(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/12 - 6/14
G02B 6/26
G02B 6/30 - 6/34
G02B 6/42
H01S 5/022