

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7118731号
(P7118731)

(45)発行日 令和4年8月16日(2022.8.16)

(24)登録日 令和4年8月5日(2022.8.5)

(51)国際特許分類	F I	
G 0 2 B 6/122(2006.01)	G 0 2 B 6/122	
G 0 2 B 6/12 (2006.01)	G 0 2 B 6/12 3 0 1	
G 0 2 B 6/42 (2006.01)	G 0 2 B 6/42	
H 0 1 S 5/022(2021.01)	H 0 1 S 5/022	
H 0 1 L 31/0232(2014.01)	H 0 1 L 31/02 D	
請求項の数 4 (全14頁) 最終頁に続く		

(21)出願番号	特願2018-95993(P2018-95993)	(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 8 0 番地
(22)出願日	平成30年5月18日(2018.5.18)	(74)代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(65)公開番号	特開2019-200373(P2019-200373 A)	(74)代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(43)公開日	令和1年11月21日(2019.11.21)	(72)発明者	柳沢 賢司 長野県長野市小島田町 8 0 番地 新光電 気工業株式会社内
審査請求日	令和3年2月16日(2021.2.16)	審査官	井部 紗代子
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 光導波路搭載基板、光送受信装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

配線基板と、前記配線基板上に接着層を介して搭載された光導波路と、を有し、
前記光導波路は、
第 1 クラッド層と、
前記第 1 クラッド層の一方の面に形成されたコア層と、
前記コア層の周囲を覆うように前記第 1 クラッド層の一方の面に形成された、前記第 1
クラッド層よりも厚い第 2 クラッド層と、
前記第 2 クラッド層側が開口され、前記第 2 クラッド層及び前記コア層を貫通し、前記
第 1 クラッド層側が前記第 1 クラッド層内において閉鎖された開口部と、を備え、
前記第 2 クラッド層が前記接着層を介して前記配線基板と対向し、
前記開口部の前記第 2 クラッド層側は、前記接着層により塞がれ、
前記開口部内の少なくとも前記コア層の部分には空間が形成され
前記コア層を長手方向に沿って切断した縦断面視において、前記開口部は、前記第 2 クラ
ッド層側から前記コア層側に向かって漸次縮幅する断面視楔状に形成され、
前記開口部は開口側から閉鎖側に至る第 1 面及び第 2 面を備え、前記コア層を長手方向
に沿って切断した縦断面視において、前記第 1 面の開口端から前記第 1 クラッド層の一方
の面に引いた第 1 垂線と前記第 1 面とがなす角 θ_1 、及び前記第 2 面の開口端から前記第
1 クラッド層の一方の面に引いた第 2 垂線と前記第 2 面とがなす角 θ_2 が何れも鋭角であ
り、

前記角 1 は、前記縦断面視で、前記第 1 面の開口端を中心に前記第 1 垂線が時計回り又は反時計回りに回転して前記第 1 面と重なるまでの角度であり、

前記角 2 は、前記縦断面視で、前記第 2 面の開口端を中心に前記第 2 垂線が前記第 1 垂線と同一回りに回転して前記第 2 面と重なるまでの角度であり、

前記角 1 は前記角 2 よりも大きく、前記第 1 面が光の反射面となる光導波路搭載基板。

【請求項 2】

前記角 1 及び前記角 2 の何れか一方が $45 \text{ deg} \pm 1 \text{ deg}$ であり、前記コア層の部分の前記 $45 \text{ deg} \pm 1 \text{ deg}$ の面は光の反射面となる請求項 1 に記載の光導波路搭載基板。

10

【請求項 3】

前記角 1 と前記角 2 の差の絶対値は、 $14 \pm 1 \text{ deg}$ である請求項 1 又は 2 に記載の光導波路搭載基板。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の光導波路搭載基板と、

前記光導波路に光を出射する発光素子、及び / 又は、前記光導波路から出た光を入射する受光素子と、を有する光送受信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光導波路搭載基板、光送受信装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

第 1 クラッド層と第 2 クラッド層によりコア層を挟持した光導波路において、光導波路の一方側から断面が直角二等辺三角形形状の開口部（空間）を設けることで、コア層の光伝搬方向に対して略 45 deg 傾斜した傾斜面を形成する技術が知られている。この傾斜面は、コア層を伝搬する光の伝搬方向を略直角に変換する全反射面となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】国際公開第 2007 / 139155 号

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上記の光導波路において、直角二等辺三角形形状の開口部の開口側を接着層側に向けて、光導波路を接着層を介して配線基板上に搭載する場合がある。直角二等辺三角形形状の開口部は、開口側の幅が広く、接着層の残渣やごみ等の汚染物が開口部内に入り易い。そのため、開口部内の反射面に汚染物が付着し、反射特性が悪化する場合があった。

【0005】

本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであり、光導波路に設けた開口部内に汚染物が侵入するおそれを低減することを課題とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本光導波路搭載基板は、配線基板と、前記配線基板上に接着層を介して搭載された光導波路と、を有し、前記光導波路は、第 1 クラッド層と、前記第 1 クラッド層の一方の面に形成されたコア層と、前記コア層の周囲を覆うように前記第 1 クラッド層の一方の面に形成された、前記第 1 クラッド層よりも厚い第 2 クラッド層と、前記第 2 クラッド層側が開口され、前記第 2 クラッド層及び前記コア層を貫通し、前記第 1 クラッド層側が前記第 1 クラッド層内において閉鎖された開口部と、を備え、前記第 2 クラッド層が前記接着層を介して前記配線基板と対向し、前記開口部の前記第 2 クラッド層側は、前記接着層により

50

塞がれ、前記開口部内の少なくとも前記コア層の部分には空間が形成され前記コア層を長手方向に沿って切断した縦断面視において、前記開口部は、前記第2クラッド層側から前記コア層側に向かって漸次縮幅する断面視楔状に形成され、前記開口部は開口側から閉鎖側に至る第1面及び第2面を備え、前記コア層を長手方向に沿って切断した縦断面視において、前記第1面の開口端から前記第1クラッド層の一方の面に引いた第1垂線と前記第1面とがなす角 α_1 、及び前記第2面の開口端から前記第1クラッド層の一方の面に引いた第2垂線と前記第2面とがなす角 α_2 が何れも鋭角であり、前記角 α_1 は、前記縦断面視で、前記第1面の開口端を中心に前記第1垂線が時計回り又は反時計回りに回転して前記第1面と重なるまでの角度であり、前記角 α_2 は、前記縦断面視で、前記第2面の開口端を中心に前記第2垂線が前記第1垂線と同一回りに回転して前記第2面と重なるまでの角度であり、前記角 α_1 は前記角 α_2 よりも大きく、前記第1面が光の反射面となる。

10

【発明の効果】

【0007】

開示の技術によれば、光導波路に設けた開口部内に汚染物が侵入するおそれを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】第1の実施の形態に係る支持体付光導波路を例示する図である。

【図2】図1(b)の開口部25近傍の部分拡大断面図である。

【図3】第1の実施の形態に係る支持体付光導波路の製造工程を例示する図である。

20

【図4】第2の実施の形態に係る光導波路搭載基板を例示する平面図である。

【図5】第2の実施の形態に係る光導波路搭載基板を例示する断面図である。

【図6】第2の実施の形態に係る光導波路搭載基板の製造工程を例示する図(その1)である。

【図7】第2の実施の形態に係る光導波路搭載基板の製造工程を例示する図(その2)である。

【図8】第3の実施の形態に係る光送受信装置を例示する断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を参照して発明を実施するための形態について説明する。なお、各図面において、同一構成部分には同一符号を付し、重複した説明を省略する場合がある。

30

【0010】

第1の実施の形態

[第1の実施の形態に係る支持体付光導波路の構造]

まず、第1の実施の形態に係る支持体付光導波路の構造について説明する。図1は、第1の実施の形態に係る支持体付光導波路を例示する図であり、図1(a)は平面図である。図1(b)は、図1(a)のA-A線に沿う断面図であり、コア層22を長手方向に沿って切断した縦断面(支持体10の一方の面10aに対して垂直な方向に切断した断面)を示している。図2は、図1(b)の開口部25近傍の部分拡大断面図である。

【0011】

40

図1を参照するに、支持体付光導波路1は、支持体10と、支持体10上に形成された光導波路2とを有している。図1及び図2を参照するに、光導波路2は、第1クラッド層21と、コア層22と、第2クラッド層23と、開口部25及び26とを備えている。

【0012】

支持体10は、第1クラッド層21、コア層22、及び第2クラッド層23を備えた光導波路2を形成する基体となる部分であり、例えば、ポリカーボネート等からなる樹脂基板により形成することができる。支持体10は、ガラス基板やシリコン基板等により形成してもよい。支持体10の厚さは、例えば、200~500 μm 程度とすることができる。

【0013】

第1クラッド層21は、支持体10の一方の面10aに形成されている。第1クラッド

50

層 2 1 は、例えば、ポリイミド系樹脂、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリオレフィン系樹脂、ポリノルボルネン系樹脂等により形成できる。第 1 クラッド層 2 1 の厚さ T_1 は、例えば、 $10 \sim 30 \mu\text{m}$ 程度とすることができる。

【 0 0 1 4 】

コア層 2 2 は、第 1 クラッド層 2 1 の一方の面 2 1 a に選択的に形成されている。図 1 の例では、第 1 クラッド層 2 1 の一方の面 2 1 a に細長状の 3 本のコア層 2 2 が並置されているが、これは一例であり、コア層 2 2 は 1 本又は 2 本形成してもよいし、4 本以上形成してもよい。並置されるコア層 2 2 のピッチは、例えば、 $200 \sim 300 \mu\text{m}$ 程度とすることができる。コア層 2 2 は、第 1 クラッド層 2 1 と同様の材料により形成できる。コア層 2 2 の厚さ T_2 は、例えば、 $25 \sim 35 \mu\text{m}$ 程度とすることができる。コア層 2 2 の短手方向の断面形状は、例えば、正方形とすることができる。

10

【 0 0 1 5 】

第 2 クラッド層 2 3 は、第 1 クラッド層 2 1 の一方の面 2 1 a にコア層 2 2 の周囲を覆うように形成されている。第 2 クラッド層 2 3 は、第 1 クラッド層 2 1 と同様の材料により形成できる。第 2 クラッド層 2 3 の厚さ T_3 は、第 1 クラッド層 2 1 の厚さ T_1 よりも厚く形成されている。第 2 クラッド層 2 3 の厚さ T_3 は、例えば、第 1 クラッド層 2 1 の厚さ $T_1 + 20 \mu\text{m}$ 程度とすることができる。なお、第 2 クラッド層 2 3 の厚さ T_3 は、第 2 クラッド層 2 3 においてコア層 2 2 の上面よりも上側の部分の厚さである。

【 0 0 1 6 】

上記のように、第 1 クラッド層 2 1、コア層 2 2、及び第 2 クラッド層 2 3 は同一の材料から形成できるが、コア層 2 2 の屈折率は、第 1 クラッド層 2 1 及び第 2 クラッド層 2 3 の屈折率よりも高く設定する必要がある。コア層 2 2 に、例えば、Ge 等の屈折率制御用添加剤を含むことにより、コア層 2 2 の屈折率を第 1 クラッド層 2 1 及び第 2 クラッド層 2 3 の屈折率よりも高くすることができる。第 1 クラッド層 2 1 及び第 2 クラッド層 2 3 の屈折率は例えば 1.5、コア層 2 2 の屈折率は例えば 1.6 とすることができる。

20

【 0 0 1 7 】

支持体付光導波路 1 には、第 2 クラッド層 2 3 側が開口され、第 2 クラッド層 2 3 及びコア層 2 2 を貫通し、第 1 クラッド層 2 1 側が閉鎖された開口部 2 5 及び 2 6 が形成されている。開口部 2 5 及び 2 6 の開口側の幅 W は、例えば、 $30 \sim 80 \mu\text{m}$ 程度とすることができる。

30

【 0 0 1 8 】

図 2 に示すように、開口部 2 5 は、第 2 クラッド層 2 3 側からコア層 2 2 側に向かって漸次縮幅する断面視楔状に形成することができる。開口部 2 5 は開口側から閉鎖側に至る第 1 面 2 5 1 及び第 2 面 2 5 2 を備え、第 1 面 2 5 1 と第 2 面 2 5 2 とは概ね対向している。

【 0 0 1 9 】

第 1 面 2 5 1 の開口端 2 5 1 e から第 1 クラッド層 2 1 の一方の面 2 1 a に引いた垂線 P_1 と第 1 面 2 5 1 とがなす角を θ_1 とする。又、第 2 面 2 5 2 の開口端 2 5 2 e から第 1 クラッド層 2 1 の一方の面 2 1 a に引いた垂線 P_2 と第 2 面 2 5 2 とがなす角を θ_2 とする。このとき、角 θ_1 と角 θ_2 は、何れも鋭角である。

40

【 0 0 2 0 】

角 θ_1 は、例えば、 $45 \text{ deg} \pm 1 \text{ deg}$ であり、第 1 面 2 5 1 のコア層 2 2 の部分 2 5 1 m は入射光の伝搬方向を変換する反射面となる（以降、反射面 2 5 1 m と称する場合がある）。角 θ_2 は、例えば、 $31 \text{ deg} \pm 1 \text{ deg}$ である。角 θ_1 と角 θ_2 の差の絶対値は、例えば、 $14 \pm 1 \text{ deg}$ である。

【 0 0 2 1 】

詳細な図示は省略するが、開口部 2 6 は、垂線 P_1 や P_2 に対して開口部 2 5 と線対称の形状である。従って、角 θ_1 及び角 θ_2 の値は開口部 2 5 と同様である。第 1 面 2 6 1 のコア層 2 2 の部分 2 6 1 m は入射光の伝搬方向を変換する反射面となる（以降、反射面 2 6 1 m と称する場合がある）。

50

【 0 0 2 2 】

なお、本願では、楔角（角₁と角₂の差の絶対値）が40deg以下の形状を断面視楔状と称する。すなわち、断面視直角二等辺三角形形状（楔角が45deg）は、本願でいう断面視楔状には含まれない。

【 0 0 2 3 】

[第1の実施の形態に係る支持体付光導波路の製造方法]

次に、第1の実施の形態に係る支持体付光導波路の製造方法について説明する。図3は、第1の実施の形態に係る支持体付光導波路の製造工程を例示する図である。

【 0 0 2 4 】

まず、図3（a）に示す工程では、支持体10を準備し、支持体10の一方の面10aに第1クラッド層21を形成する。支持体10の材料や厚さは前述の通りである。第1クラッド層21は、例えば、液状又はペースト状の樹脂材料を、支持体10の一方の面10aに塗布した後、紫外線照射及び加熱し硬化させることにより形成できる。液状又はペースト状の樹脂材料の塗付に代えて、フィルム状の樹脂材料をラミネートしてもよい。第1クラッド層21の材料や厚さは前述の通りである。

10

【 0 0 2 5 】

次に、図3（b）に示す工程では、第1クラッド層21の一方の面21aにコア層22を形成する。コア層22は、例えば、液状又はペースト状の樹脂材料を、第1クラッド層21の一方の面21aの全面に塗布した後、紫外線照射及び加熱し硬化させ、その後フォトリソグラフィ法でパターニングすることにより形成できる。液状又はペースト状の樹脂材料の塗付に代えて、フィルム状の樹脂材料をラミネートしてもよい。コア層22の材料や厚さは前述の通りである。

20

【 0 0 2 6 】

次に、図3（c）に示す工程では、コア層22を覆うように、第1クラッド層21の一方の面21aに第2クラッド層23を形成する。これにより、コア層22の周囲は、第1クラッド層21及び第2クラッド層23に覆われる。第2クラッド層23は、第1クラッド層21と同様の方法により形成できる。第2クラッド層23の材料や厚さは前述の通りである。

【 0 0 2 7 】

次に、図3（d）に示す工程では、第2クラッド層23側が開口され、第2クラッド層23及びコア層22を貫通し、第1クラッド層21側が閉鎖された開口部25及び26を形成する。これにより、支持体10の一方の面10aに、第1クラッド層21、コア層22、及び第2クラッド層23が順次積層された光導波路2が形成され、支持体付光導波路1が完成する。

30

【 0 0 2 8 】

開口部25及び26は、レーザ光の照射により形成することができる。レーザ光としては、例えば、ArFエキシマレーザ（波長193nm）、KrFエキシマレーザ（波長248nm）、XeClエキシマレーザ（波長308nm）、XeFエキシマレーザ（波長351nm）等を用いることができる。エキシマレーザは、一度の照射で1つの開口部を形成できる点で好適である。

40

【 0 0 2 9 】

なお、エキシマレーザを用いると第1面251と第2面252（図2参照）のなす角が略14degになるように開口部25が形成される。開口部26についても同様である。従って、第1クラッド層21の一方の面21aに対して略38degの角度をなすようにレーザ光を照射することで、角₁（図2参照）は略45degとなり、角₂（図2参照）は略31degとなる。

【 0 0 3 0 】

このように、支持体付光導波路1において、エキシマレーザを用いて開口部25及び26を形成することで、一度の照射で1つの開口部を精度良く形成することができる。

【 0 0 3 1 】

50

第 2 の実施の形態

第 2 の実施の形態では、第 1 の実施の形態に係る光導波路を搭載した光導波路搭載基板の例を示す。なお、第 2 の実施の形態において、既に説明した実施の形態と同一構成部品についての説明は省略する場合がある。

【 0 0 3 2 】

[第 2 の実施の形態に係る光導波路搭載基板の構造]

まず、第 2 の実施の形態に係る光導波路搭載基板の構造について説明する。図 4 は、第 2 の実施の形態に係る光導波路搭載基板を例示する平面図である。図 5 は、第 2 の実施の形態に係る光導波路搭載基板を例示する断面図であり、図 4 の B - B 線に沿う断面を示している。

【 0 0 3 3 】

図 4 及び図 5 を参照するに、光導波路搭載基板 5 は、配線基板 3 と、配線基板 3 上に接着層 4 を介して搭載された光導波路 2 とを有している。

【 0 0 3 4 】

配線基板 3 において、コア基板 3 0 の両面に配線層及び絶縁層が積層されている。具体的には、配線基板 3 において、コア基板 3 0 の一方の面（上面）には、配線層 3 2 と、絶縁層 3 3 と、配線層 3 4 と、ソルダーレジスト層 3 5 とが順次積層されている。又、コア基板 3 0 の他方の面（下面）には、配線層 4 2 と、絶縁層 4 3 と、配線層 4 4 と、ソルダーレジスト層 4 5 とが順次積層されている。

【 0 0 3 5 】

コア基板 3 0 としては、例えば、ガラスクロスにエポキシ系樹脂等の絶縁性樹脂を含浸させた所謂ガラスエポキシ基板等を用いることができる。コア基板 3 0 として、ガラス繊維、炭素繊維、アラミド繊維等の織布や不織布にエポキシ系樹脂やポリイミド系樹脂等を含浸させた基板等を用いてもよい。コア基板 3 0 の厚さは、例えば、60 ~ 400 μm 程度とすることができる。コア基板 3 0 には、コア基板 3 0 を厚さ方向に貫通する貫通孔 3 0 x が設けられている。貫通孔 3 0 x の平面形状は例えば円形である。

【 0 0 3 6 】

配線層 3 2 は、コア基板 3 0 の一方の面に形成されている。又、配線層 4 2 は、コア基板 3 0 の他方の面に形成されている。配線層 3 2 と配線層 4 2 とは、貫通孔 3 0 x 内に形成された貫通配線 3 1 により電氣的に接続されている。配線層 3 2 及び 4 2 は、各々所定の平面形状にパターンニングされている。配線層 3 2 及び 4 2、並びに貫通配線 3 1 の材料としては、例えば、銅 (Cu) 等を用いることができる。配線層 3 2 及び 4 2 の厚さは、例えば、10 ~ 30 μm 程度とすることができる。なお、配線層 3 2 と配線層 4 2 と貫通配線 3 1 とは一体に形成されたものであってもよい。

【 0 0 3 7 】

絶縁層 3 3 は、コア基板 3 0 の一方の面に配線層 3 2 を覆うように形成されている。絶縁層 3 3 の材料としては、例えば、エポキシ系樹脂やポリイミド系樹脂を主成分とする絶縁性樹脂等を用いることができる。絶縁層 3 3 の厚さは、例えば 30 ~ 40 μm 程度とすることができる。絶縁層 3 3 は、シリカ (SiO₂) 等のフィラーを含有することができる。

【 0 0 3 8 】

配線層 3 4 は、絶縁層 3 3 の一方の側に形成されている。配線層 3 4 は、絶縁層 3 3 を貫通し配線層 3 2 の一方の面を露出するビアホール 3 3 x 内に充填されたビア配線、及び絶縁層 3 3 の一方の面に形成された配線パターンを含んで構成されている。配線層 3 4 は、配線層 3 2 と電氣的に接続されている。ビアホール 3 3 x は、ソルダーレジスト層 3 5 側に開口されている開口部の径が配線層 3 2 の一方の面によって形成された開口部の底面の径よりも大きい逆円錐台状の凹部とすることができる。配線層 3 4 の材料や配線層 3 4 を構成する配線パターンの厚さは、例えば、配線層 3 2 と同様とすることができる。

【 0 0 3 9 】

ソルダーレジスト層 3 5 は、配線基板 3 の一方の側の最外層であり、絶縁層 3 3 の一方

10

20

30

40

50

の面に、配線層 3 4 を覆うように形成されている。ソルダーレジスト層 3 5 は、例えば、エポキシ系樹脂やアクリル系樹脂等の感光性樹脂等から形成することができる。ソルダーレジスト層 3 5 の厚さは、例えば 1 5 ~ 3 5 μm 程度とすることができる。

【 0 0 4 0 】

ソルダーレジスト層 3 5 は、開口部 3 5 x を有し、開口部 3 5 x の底部には配線層 3 4 の一方の面の一部が露出している。開口部 3 5 x の平面形状は、例えば、円形とすることができる。必要に応じ、開口部 3 5 x 内に露出する配線層 3 4 の一方の面に金属層を形成したり、OSP (Organic Solderability Preservative) 処理等の酸化防止処理を施したりしてもよい。金属層の例としては、Au 層や、Ni / Au 層 (Ni 層と Au 層をこの順番で積層した金属層)、Ni / Pd / Au 層 (Ni 層と Pd 層と Au 層をこの順番で積層した金属層) 等を挙げることができる。

10

【 0 0 4 1 】

絶縁層 4 3 は、コア基板 3 0 の他方の面に配線層 4 2 を覆うように形成されている。絶縁層 4 3 の材料や厚さは、例えば、絶縁層 3 3 と同様とすることができる。絶縁層 4 3 は、シリカ (SiO₂) 等のフィラーを含有することができる。配線層 4 4 は、絶縁層 4 3 の他方の側に形成されている。配線層 4 4 は、絶縁層 4 3 を貫通し配線層 4 2 の他方の面を露出するビアホール 4 3 x 内に充填されたビア配線、及び絶縁層 4 3 の他方の面に形成された配線パターンを含んで構成されている。配線層 4 4 は、配線層 4 2 と電氣的に接続されている。ビアホール 4 3 x は、ソルダーレジスト層 4 5 側に開口されている開口部の径が配線層 4 2 の他方の面によって形成された開口部の底面の径よりも大きい円錐台状の凹部とすることができる。配線層 4 4 の材料や厚さは、例えば、配線層 3 2 と同様とすることができる。

20

【 0 0 4 2 】

ソルダーレジスト層 4 5 は、配線基板 3 の他方の側の最外層であり、絶縁層 4 3 の他方の面に、配線層 4 4 を覆うように形成されている。ソルダーレジスト層 4 5 の材料や厚さは、例えば、ソルダーレジスト層 3 5 と同様とすることができる。ソルダーレジスト層 4 5 は、開口部 4 5 x を有し、開口部 4 5 x 内には配線層 4 4 の他方の面の一部が露出している。開口部 4 5 x の平面形状は、例えば、円形とすることができる。開口部 4 5 x 内に露出する配線層 4 4 は、マザーボード等の実装基板 (図示せず) と電氣的に接続するためのパッドとして用いることができる。必要に応じ、開口部 4 5 x 内に露出する配線層 4 4 の他方の面に前述の金属層を形成したり、OSP 処理等の酸化防止処理を施したりしてもよい。

30

【 0 0 4 3 】

配線基板 3 のソルダーレジスト層 3 5 上には、接着層 4 を介して、光導波路 2 が搭載されている。光導波路 2 の第 2 クラッド層 2 3 は、接着層 4 を介して、配線基板 3 のソルダーレジスト層 3 5 と対向している。光導波路 2 には、ソルダーレジスト層 3 5 の開口部 3 5 x と連通する開口部 2 8 が形成されている。接着層 4 は、例えば、熱硬化性のエポキシ系接着剤である。

【 0 0 4 4 】

互いに連通する開口部 3 5 x 及び開口部 2 8 内に露出する配線層 3 4 の一方の面には、外部接続端子 3 9 が形成されている。外部接続端子 3 9 は、例えば、はんだバンプである。はんだバンプの材料としては、例えば Pb を含む合金、Sn と Cu の合金、Sn と Ag の合金、Sn と Ag と Cu の合金等を用いることができる。外部接続端子 3 9 は、発光素子や受光素子と電氣的に接続される端子である。

40

【 0 0 4 5 】

[第 2 の実施の形態に係る光導波路搭載基板の製造方法]

次に、第 2 の実施の形態に係る光導波路搭載基板の製造方法について説明する。図 6 及び図 7 は、第 2 の実施の形態に係る光導波路搭載基板の製造工程を例示する図である。なお、ここでは、1 つの光導波路搭載基板を作製する工程の例を示すが、光導波路搭載基板となる複数の部分を作製し、その後個片化して各光導波路搭載基板とする工程としてもよ

50

い。

【 0 0 4 6 】

まず、図 6 (a) に示す工程では、配線基板 3 を準備する。配線基板 3 は、例えば、周知のビルドアップ工法を用いて作製することができる。

【 0 0 4 7 】

次に、図 6 (b) に示す工程では、支持体付光導波路 1 を準備し、配線基板 3 のソルダーレジスト層 3 5 上に、接着層 4 を介して、支持体付光導波路 1 を搭載する。なお、支持体付光導波路 1 は、光導波路 2 の第 2 クラッド層 2 3 が、接着層 4 を介して、配線基板 3 のソルダーレジスト層 3 5 と対向するように搭載する。

【 0 0 4 8 】

この工程で、開口部 2 5 及び 2 6 の第 2 クラッド層 2 3 側は接着層 4 により塞がれるが、開口部 2 5 内の反射面 2 5 1 m の周囲には空間が形成されている。これにより、反射面 2 5 1 m は入射光の伝搬方向を変換するという本来の機能を果たすことができる。同様に、開口部 2 6 の第 2 クラッド層 2 3 側は接着層 4 により塞がれるが、開口部 2 6 内の反射面 2 6 1 m の周囲には空間が形成されている。これにより、反射面 2 6 1 m は入射光の伝搬方向を変換するという本来の機能を果たすことができる。

【 0 0 4 9 】

次に、図 7 (a) に示す工程では、支持体 1 0 を除去し、光導波路 2 に、ソルダーレジスト層 3 5 の開口部 3 5 x と連通する開口部 2 8 を形成する。互いに連通する開口部 3 5 x 及び開口部 2 8 内には、配線層 3 4 の一方の面が露出する。開口部 2 8 は、例えば、C O₂ レーザを用いたレーザ加工法により形成できる。

【 0 0 5 0 】

次に、図 7 (b) に示す工程では、互いに連通する開口部 3 5 x 及び開口部 2 8 内に露出する配線層 3 4 の一方の面に、外部接続端子 3 9 を形成する。外部接続端子 3 9 は、例えば、はんだバンプである。はんだバンプの材料は、前述の通りである。以上の工程により、図 4 及び図 5 に示す光導波路搭載基板 5 が完成する。

【 0 0 5 1 】

なお、図 6 (b) に示す工程の前に、支持体付光導波路 1 から支持体 1 0 を除去し、配線基板 3 のソルダーレジスト層 3 5 上に、接着層 4 を介して、支持体 1 0 を除去した光導波路 2 のみを搭載してもよい。

【 0 0 5 2 】

ところで、従来は、開口部 2 5 及び 2 6 に相当する開口部が断面視直角二等辺三角形形状 ($\theta_1 = 45 \text{ deg}$ 、 $\theta_2 = 0 \text{ deg}$) であったため、開口部の開口側の幅 W が広く、接着層 4 の残渣やごみ等の汚染物が開口部内に入り易かった。そのため、開口部内の反射面 (開口部 2 5 内の反射面 2 5 1 m や、開口部 2 6 内の反射面 2 6 1 m に相当) に汚染物が付着し、反射特性が悪化する場合があった。

【 0 0 5 3 】

これに対して、本実施の形態では、開口部 2 5 及び 2 6 は、従来のような断面視直角二等辺三角形形状ではなく断面視楔状に形成されており、開口部 2 5 及び 2 6 の開口側の幅 W は、断面視直角二等辺三角形形状の開口部の場合よりも大幅に狭く形成されている。そのため、例えば、図 6 (b) に示す工程において、接着層 4 の残渣やごみ等の汚染物が開口部 2 5 や開口部 2 6 内に入り難く、反射面 2 5 1 m や反射面 2 6 1 m に汚染物が付着して反射特性が悪化するおそれを低減することができる。

【 0 0 5 4 】

又、従来は、第 1 クラッド層と第 2 クラッド層が同厚であることが一般的であるが、本実施の形態では、接着層 4 に近い側の第 2 クラッド層 2 3 を第 1 クラッド層 2 1 よりも厚く形成している。そのため、従来と比較して、接着層 4 と反射面 2 5 1 m 及び 2 6 1 m との距離を遠くすることが可能となり、接着層 4 の残渣が反射面 2 5 1 m 及び 2 6 1 m に付着するおそれを更に低減することができる。

【 0 0 5 5 】

10

20

30

40

50

又、光導波路搭載基板 5 では、開口部 2 5 及び 2 6 が第 1 クラッド層 2 1 を貫通していない。そのため、開口部 2 5 及び 2 6 が開口部 2 8 と干渉しないため、光学素子（後述の発光素子や受光素子）の実装に関わる設計自由度を向上できる。

【 0 0 5 6 】

第 3 の実施の形態

第 3 の実施の形態では、第 2 の実施の形態に係る光導波路搭載基板に発光素子及び受光素子を搭載した光送受信装置の例を示す。なお、第 3 の実施の形態において、既に説明した実施の形態と同一構成部品についての説明は省略する場合がある。

【 0 0 5 7 】

図 8 は、第 3 の実施の形態に係る光送受信装置を例示する断面図である。図 8 を参照するに、光送受信装置 8 は、光導波路搭載基板 5 と、発光素子 1 1 0 と、受光素子 1 2 0 と、アンダーフィル樹脂 1 5 0 及び 1 6 0 とを有する。

10

【 0 0 5 8 】

発光素子 1 1 0 は、パンプ 1 1 1 と、発光部 1 1 2 とを有しており、光導波路 2 に光を出射する。パンプ 1 1 1 は、例えば A u パンプであり、開口部 3 5 x 及び開口部 2 8 内に挿入され、開口部 3 5 x 及び開口部 2 8 内に露出する外部接続端子 3 9 と電氣的に接続されている。発光部 1 1 2 は、反射面 2 5 1 m に光を照射可能な位置に配置されている。発光素子 1 1 0 としては、例えば、面発光レーザ（V C S E L : Vertical Cavity Surface Emitting Laser）、発光ダイオード（L E D : Light Emitting Diode）等を用いることができる。

20

【 0 0 5 9 】

アンダーフィル樹脂 1 5 0 は、開口部 3 5 x 及び開口部 2 8 内、並びに発光素子 1 1 0 とソルダーレジスト層 3 5 との間に設けられている。アンダーフィル樹脂 1 5 0 としては、例えば、発光素子 1 1 0 から出射された光を透過できる光透過性樹脂を用いることができる。

【 0 0 6 0 】

受光素子 1 2 0 は、パンプ 1 2 1 と、受光部 1 2 2 とを有しており、光導波路 2 から出た光を入射する。パンプ 1 2 1 は、例えば A u パンプであり、開口部 3 5 x 及び開口部 2 8 内に挿入され、開口部 3 5 x 及び開口部 2 8 内に露出する外部接続端子 3 9 と電氣的に接続されている。受光部 1 2 2 は、反射面 2 6 1 m で反射された光を受光可能な位置に配置されている。受光素子 1 2 0 としては、例えば、フォトダイオードやアバランシェフォトダイオード（A P D : Avalanche Photodiode）等を用いることができる。

30

【 0 0 6 1 】

アンダーフィル樹脂 1 6 0 は、開口部 3 5 x 及び開口部 2 8 内、並びに受光素子 1 2 0 とソルダーレジスト層 3 5 との間に設けられている。アンダーフィル樹脂 1 6 0 としては、例えば、受光素子 1 2 0 が受光する光を透過できる光透過性樹脂を用いることができる。

【 0 0 6 2 】

図 8 において、発光素子 1 1 0 の発光部 1 1 2 から出射された光 L は、アンダーフィル樹脂 1 5 0 及び第 1 クラッド層 2 1 を透過してコア層 2 2 内に入射し、反射面 2 5 1 m に達して反射面 2 5 1 m で全反射され、光伝搬方向を略 9 0 d e g 変換される。そして、コア層 2 2 内を伝搬し、反射面 2 6 1 m に達して反射面 2 6 1 m で全反射され、光伝搬方向を略 9 0 d e g 変換される。そして、コア層 2 2 から外に出て第 1 クラッド層 2 1 及びアンダーフィル樹脂 1 6 0 を透過し、受光素子 1 2 0 の受光部 1 2 2 に受光される。

40

【 0 0 6 3 】

光 L が反射面 2 5 1 m 及び 2 6 1 m で全反射する理由は、下記の通りである。全反射とは、屈折率の大きい媒体 A から屈折率の小さい媒体 B に光が入射しようとするときに、光が媒体 A と媒体 B との境界面を透過せず、全て反射する現象をいう。又、スネルの法則としてよく知られているように、臨界角（屈折が起こる最大の入射角）の大きさは、屈折率によって定まる。光が媒質 A（屈折率 N_1 ）から媒質 B（屈折率 N_2 ）に入射するとき、 $N_1 > N_2$ 、臨界角を θ_c 、媒質 A から媒質 B への入射角を θ とすると、 $\theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$

50

- 1 (N 2 / N 1) であり、 $b > m$ が全反射の起こる条件である。

【 0 0 6 4 】

図 8 の場合には、コア層 2 2 が媒体 A に相当し、開口部 2 5 及び 2 6 内の空気が媒体 B に相当する。例えば、コア層 2 2 の屈折率 N 1 が 1 . 6、空気の屈折率 N 2 が 1 . 0 である場合には、反射面 2 5 1 m 及び 2 6 1 m における臨界角 m は、 $m = \sin^{-1} (1 . 0 / 1 . 6) = 3 8 \text{ deg}$ である。この場合には、入射角 b が 3 8 deg よりも大きければ、光 L は反射面 2 5 1 m 及び 2 6 1 m で全反射される。

【 0 0 6 5 】

光送受信装置 8 では、開口部 2 5 及び 2 6 が第 1 クラッド層 2 1 を貫通していないため、発光素子 1 1 0 及び受光素子 1 2 0 の実装側には開口していない。そのため、特別な製造プロセスを用いなくても、アンダーフィル樹脂 1 5 0 及び 1 6 0 が開口部 2 5 及び 2 6 に入り込むことがない。すなわち、発光素子 1 1 0 及び受光素子 1 2 0 を実装する際に、通常の半導体チップを実装する場合と同様の製造プロセスを用いることができる。

10

【 0 0 6 6 】

以上、好ましい実施の形態について詳説したが、上述した実施の形態に制限されることはなく、特許請求の範囲に記載された範囲を逸脱することなく、上述した実施の形態に種々の変形及び置換を加えることができる。

【 0 0 6 7 】

例えば、上記の実施の形態において、発光素子及び受光素子を有する光導波路搭載基板を例示したが、発光素子を有し受光素子を有さない光導波路搭載基板も実現できる。この場合には、発光素子から入射された光の伝搬方向をコア層 2 2 に平行な方向に変換する反射面 2 5 1 m のみを有する構成とすることができる。又、発光素子を有さず受光素子を有する光導波路搭載基板も実現できる。この場合には、コア層 2 2 内を伝搬する光の伝搬方向を受光素子側に変換する反射面 2 6 1 m のみを有する構成とすることができる。

20

【 0 0 6 8 】

又、上記実施の形態では、配線基板 3 をビルドアップ工法により製造されたコア層を備える配線基板とする例を示したが、配線基板 3 をビルドアップ工法により製造されたコアレスの配線基板としてもよい。又、配線基板 3 は、これらに限定されることなく、様々な配線基板とすることができる。一例を挙げれば、基板の片面のみに配線層が形成された片面（一層）配線基板、基板の両面に配線層が形成された両面（二層）配線基板、スルービアで各配線層を接続する貫通多層配線基板、I V H (Interstitial Via Hole) で特定の配線層を接続する I V H 多層配線基板等である。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 6 9 】

- 1 支持体付光導波路
- 2 光導波路
- 3 配線基板
- 4 接着層
- 5 光導波路搭載基板
- 8 光送受信装置
- 1 0 支持体
- 1 0 a 支持体の一方の面
- 2 1 第 1 クラッド層
- 2 1 a 第 1 クラッド層の一方の面
- 2 2 コア層
- 2 3 第 2 クラッド層
- 2 5、2 6、2 8、3 5 x、4 5 x 開口部
- 3 0 コア基板
- 3 0 x 貫通孔
- 3 1 貫通配線

40

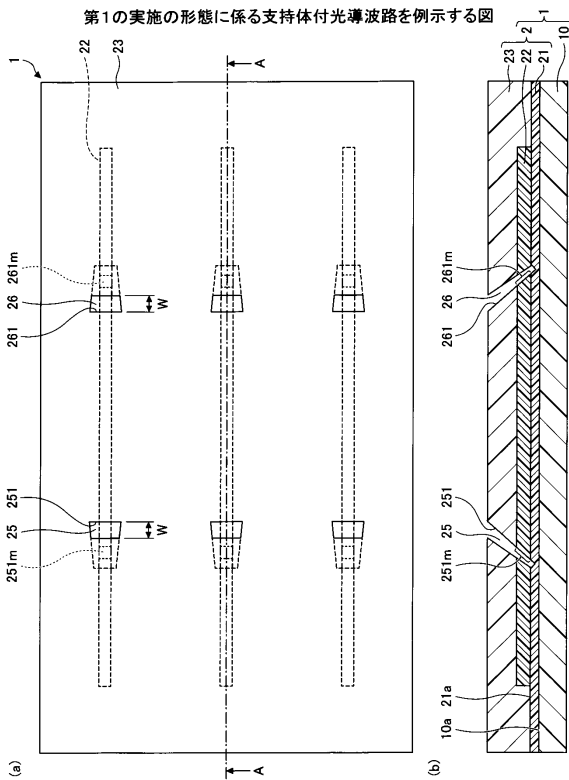
50

- 3 2、3 4、4 2、4 4 配線層
- 3 3、4 3 絶縁層
- 3 3 x、4 3 x ピアホール
- 3 5、4 5 ソルダレジスト層
- 3 9 外部接続端子
- 1 1 0 発光素子
- 1 1 1、1 2 1 バンプ
- 1 1 2 発光部
- 1 2 0 受光素子
- 1 2 2 受光部
- 1 5 0、1 6 0 アンダーフィル樹脂
- 2 5 1、2 6 1 第1面
- 2 5 1 e 第1面の開口端
- 2 5 1 m、2 6 1 m 反射面
- 2 5 2 第2面
- 2 5 2 e 第2面の開口端

10

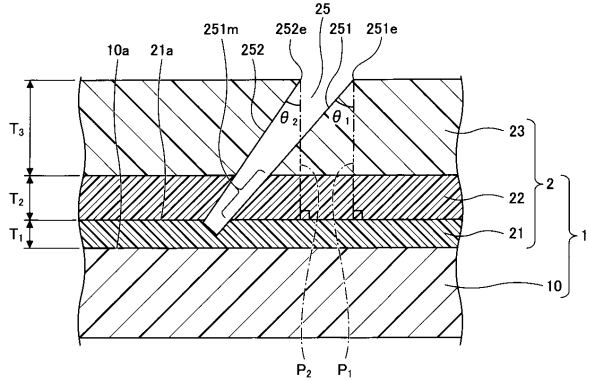
【図面】

【図 1】



【図 2】

図1(b)の開口部25近傍の部分拡大断面図



20

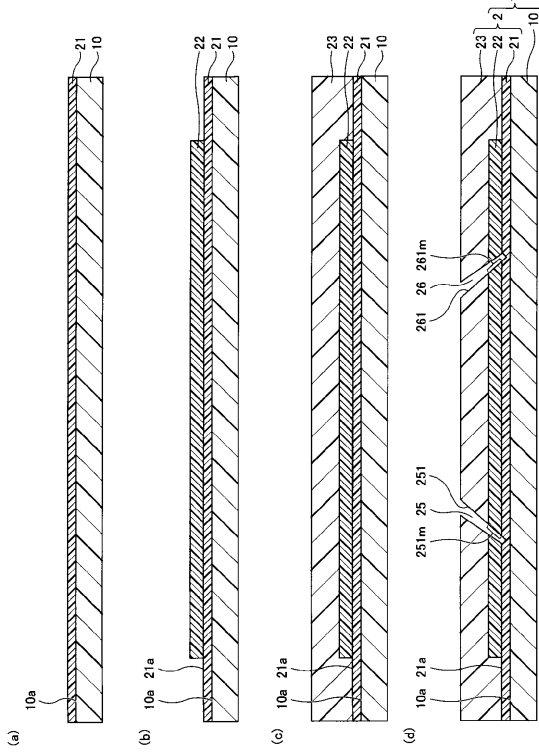
30

40

50

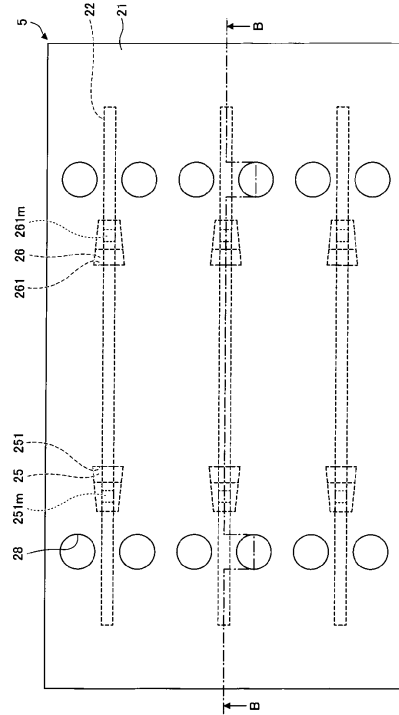
【図3】

第1の実施の形態に係る支持体付光導波路の製造工程を例示する図



【図4】

第2の実施の形態に係る光導波路搭載基板を例示する平面図

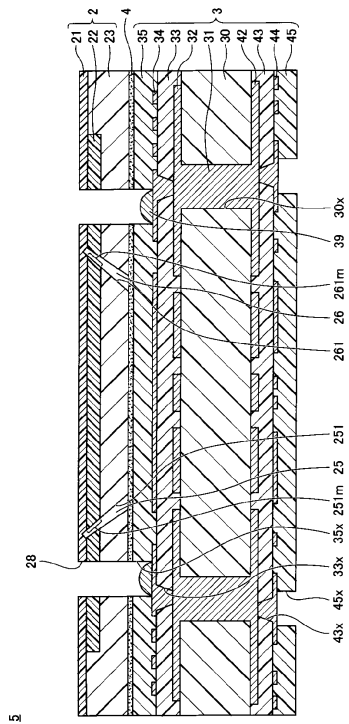


10

20

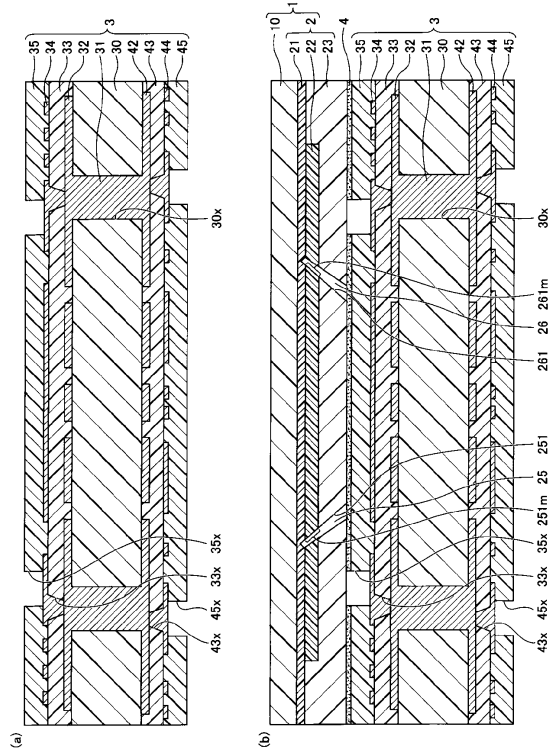
【図5】

第2の実施の形態に係る光導波路搭載基板を例示する断面図



【図6】

第2の実施の形態に係る光導波路搭載基板の製造工程を例示する図(その1)



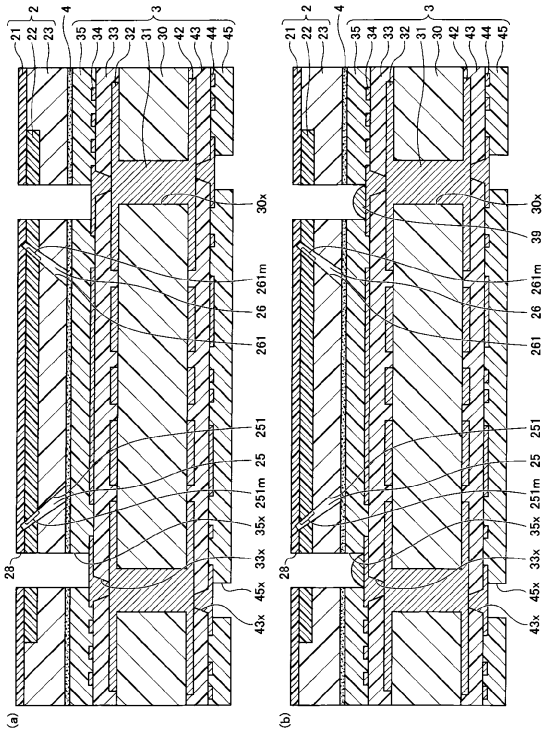
30

40

50

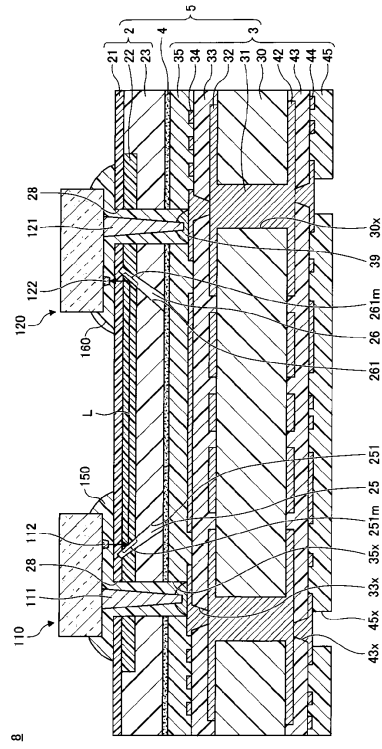
【 図 7 】

第2の実施の形態に係る光導波路搭載基板の製造工程を例示する図(その2)



【 図 8 】

第3の実施の形態に係る光送受信装置を例示する断面図



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

H 0 1 L 31/10 (2006.01)

F I

H 0 1 L 31/10

A

(56)参考文献

特開 2 0 0 6 - 3 3 0 0 6 7 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 1 2 6 0 3 9 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 1 1 3 1 8 0 (J P , A)
韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 0 - 0 0 3 5 9 3 3 (K R , A)
特開 2 0 0 8 - 2 8 1 9 2 3 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 9 4 9 6 5 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 7 / 1 3 9 1 5 5 (W O , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 1 4 6 7 4 1 (U S , A 1)
特開 2 0 0 9 - 2 5 1 0 3 4 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 3 9 5 6 2 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G 0 2 B 6 / 1 2 - 6 / 1 4
G 0 2 B 6 / 2 6 - 6 / 2 7
G 0 2 B 6 / 3 0 - 6 / 3 4
G 0 2 B 6 / 4 2 - 6 / 4 3
H 0 1 S 5 / 0 2 2
H 0 1 L 3 1 / 0 2
H 0 1 L 3 1 / 1 0
J S T p l u s / J S T C h i n a / J S T 7 5 8 0 (J D r e a m I I I)