

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4732139号  
(P4732139)

(45) 発行日 平成23年7月27日(2011.7.27)

(24) 登録日 平成23年4月28日(2011.4.28)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>GO2B</b>	<b>6/42</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2B 6/42
<b>HO1S</b>	<b>5/022</b>	<b>(2006.01)</b>	HO1S 5/022

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2005-330213 (P2005-330213)	(73) 特許権者	500393893 新科實業有限公司 SAE Magnetics (H. K.) Ltd. 香港新界沙田香港科學園科技大道東六號新 科中心 SAE Technology Cent re, 6 Science Park East Avenue, Hong K ong Science Park, S hatin, N. T., Hong K ong
(22) 出願日	平成17年11月15日(2005.11.15)	(74) 代理人	100123788 弁理士 宮崎 昭夫
(65) 公開番号	特開2007-139877 (P2007-139877A)		
(43) 公開日	平成19年6月7日(2007.6.7)		
審査請求日	平成20年9月30日(2008.9.30)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光モジュールの製造方法および光モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光半導体素子がキャップで覆われて構成されるキャンと、該キャップが入る凹部が形成され、前記光半導体素子と光結合する光ファイバーが接続されるように構成されたパレルとを接合して光モジュールを製造する方法であって、

前記キャンに配設された前記キャップと、紫外線を透過する材料でできた前記パレルの前記凹部を形成する側壁とを接着するように、前記凹部に紫外線硬化型樹脂を塗布する第1の塗布工程と、

前記パレルと前記キャンとの光軸を調整する光軸調整工程と、

紫外線を前記パレルの外側から前記パレルを通して前記紫外線硬化型樹脂に照射し、前記紫外線硬化型樹脂を硬化させる第1の硬化工程と、

前記パレルの前記凹部の開口縁と前記キャンとの間の隙間に熱硬化型樹脂を塗布することにより、前記キャンと前記パレルとの間に密閉された内部空間を形成する第2の塗布工程と、

前記キャンと前記パレルからなる光モジュール全体を密閉容器に封入し、塗布された前記熱硬化型樹脂を雰囲気加熱によって硬化させる第2の硬化工程と、

を有する、光モジュールの製造方法。

【請求項 2】

光半導体素子がベースに配置されキャップで覆われて構成されるキャンと、

前記キャップが入る凹部が形成され、前記光半導体素子と光結合する光ファイバーが接

10

20

続されるように構成されたバレルと、

前記キャンに配設された前記キャップと前記バレルの前記凹部を形成する側壁とを接着する、前記凹部内に塗布された紫外線硬化型樹脂と、

前記バレルの前記凹部の開口縁と前記キャンとの間の隙間を封止する熱硬化型樹脂と、を有し、

前記バレルが紫外線を透過する材料でできており、

前記開口縁と前記開口縁に対向する前記ベースとが、前記開口縁と前記ベースの間に前記熱硬化型樹脂のみを配して接着されている、光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、本発明は光モジュールの製造方法および光モジュールに関する。特に、TOSA (Transmitter Optical Sub-assembly) や ROSA (Receiver Optical Sub-assembly) 等の光モジュールの構造および製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光モジュールのうち、TOSA や ROSA は、光通信や光信号による情報処理などに広く用いられている。TOSA とは、発光素子（レーザーダイオード等）を搭載する送信用小型光デバイスであり、ROSA とは受光素子（フォトダイオード等）を搭載する受信用小型光デバイスである。これらの光モジュールは、発光素子および受光素子などの光半導体素子が金属等のキャップで覆われて構成されるキャンと、TOSA ではレンズが配設されたバレルが、ROSA ではレンズがないバレルとが接合された構造である。

20

【0003】

このようなTOSA および ROSA を製造する際、通常、キャンの光半導体素子とバレルのレンズとの光軸を高精度で合わせた後、キャンにバレルを固定する。キャンの光半導体素子とバレルのレンズとの光軸のずれの許容差は、マルチモードのTOSA の場合で $\pm 5 \mu\text{m}$ 程度、ROSA の場合でも $\pm 25 \mu\text{m}$ 程度、シングルモードの場合ではさらに高い精度が必要とされており、キャンとバレルの接合精度を確保することが重要である。

【0004】

このため、キャンとバレルの固定において、光半導体素子とレンズとの光軸ずれを引き起こさないようにすることが求められている。

30

【0005】

しかし、従来、キャンとバレルは熱硬化性樹脂を用いて接合されていた為、樹脂の硬化には長時間の加熱が必要であり、作業性・作業効率の悪化や、硬化中に樹脂が変形して光軸がずれてしまうという問題が指摘されていた。そこで、紫外線硬化型樹脂を用いて瞬間的に接合することも検討されているが、紫外線硬化型樹脂は接着強度が低く、未硬化部分が生じやすく、耐候性も十分でないという問題が指摘されている。

【0006】

かかる観点から、特許文献1は、図5に示すように、キャン101とバレル102の接合面に紫外線・加熱兼用硬化性樹脂103を塗布し、光軸合わせが完了した状態で、紫外線照射によってキャン101とバレル102との仮固定を行った後、紫外線・加熱兼用硬化性樹脂103の外側に熱硬化性樹脂104を塗布して接着補強する方法を開示している。

40

【特許文献1】特開2002-090587号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1に開示された方法では、熱硬化性樹脂で紫外線硬化型樹脂の接着強度不足を補っているが、熱硬化性樹脂を塗布する工程で、紫外線硬化型樹脂の上に、熱硬化型樹脂を塗布するため、機械的な接触により接着箇所が破壊されてしまうことがあった。また、

50

接着位置（すなわち樹脂の塗布位置）が、被接着部品のエッジ部分に限られていることと、熱硬化型樹脂をもともと接着強度の弱い紫外線硬化型樹脂の上に塗布するため、熱硬化型樹脂の特性が十分発揮できないことにより、十分な接着強度が得られなかった。

【0008】

特に、特許文献1に開示された方法を密閉型の光モジュールに応用する場合は、バレルとキャンとの接合により形成されるバレル内側の密閉空間の内圧が、紫外線硬化型樹脂を硬化させるときの雰囲気加熱により上昇する。その結果、内圧上昇の負荷に紫外線硬化型樹脂が耐え切れず、バレルとキャンの接合状態が歪み、光軸ずれの不良が大量に発生していた。なお、特許文献1に開示された構成は、図5に示されるようにバレル102に貫通孔102aが設けられているので、膨張した気体が逃げ、このような問題は生じにくい。しかし、接合完了後に貫通孔102aを接着剤などで封止する必要があり、その分作業工程や製造コストが増加する。また、貫通孔を封止しないと、キャン上に配設された部品が外気、特に水分と接触し、劣化することになり、光モジュールの信頼性が低下する。したがって、貫通孔102aが設けられていないバレルを用いて密閉型の光モジュールを製造することが望ましかったが、上述したとおり、特許文献1によるバレルとキャンとの接合方法では、光軸ずれの不良が起きていた。

10

【0009】

そこで、本発明は、上述した従来技術の課題に鑑み、キャンとバレルとの光軸のずれを引き起こさないように製造できる光モジュールの製造方法、及びこれを用いた光モジュールを提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の光モジュールの製造方法は、光半導体素子がキャップで覆われて構成されるキャンと、該キャップが入る凹部が形成され、前記光半導体素子と光結合する光ファイバーが接続されるように構成されたバレルとを接合して光モジュールを製造する方法である。本製造方法は、キャンに配設されたキャップと、紫外線を透過する材料でできたバレルの凹部を形成する側壁とを接着するように、前記凹部に紫外線硬化型樹脂を塗布する第1の塗布工程と、バレルとキャンとの光軸を調整する光軸調整工程と、紫外線をバレルの外側からバレルを通して紫外線硬化型樹脂に照射し、紫外線硬化型樹脂を硬化させる第1の硬化工程と、バレルの凹部の開口縁とキャンとの間の隙間に熱硬化型樹脂を塗布することにより、前記キャンと前記バレルとの間に密閉された内部空間を形成する第2の塗布工程と、前記キャンと前記バレルからなる光モジュール全体を密閉容器に封入し、塗布された前記熱硬化型樹脂を雰囲気加熱によって硬化させる第2の硬化工程とを有している。

30

【0011】

上記のように第1の硬化工程では、紫外線を用いるため、光モジュールの温度上昇が抑えられ、光軸調整後のバレルとキャンは熱膨張を起こさない。このため、調整された光軸がずれることなく、バレルとキャンを固定することができる。

【0012】

紫外線硬化型樹脂の塗布位置がバレルの凹部内であるため、バレルの凹部の開口縁とキャンとの間の隙間に熱硬化型樹脂を塗布する際、紫外線硬化型樹脂による接着箇所が機械的な接触により破壊されるおそれは無くなる。さらに、バレルの凹部の開口縁とキャンとを熱硬化型樹脂のみで接着するので、熱硬化型樹脂の特性が十分発揮でき、十分な接着強度が得られる。このため、熱硬化型樹脂を雰囲気加熱によって硬化させる際、熱硬化型樹脂により密閉された内部空間の気体が膨張しても、その負荷に熱硬化型樹脂が耐えて、キャンとバレルとの光軸のずれは生じない。

40

【0014】

また、本発明の光モジュールは、光半導体素子がベースに配置されキャップで覆われて構成されるキャンと、キャップが入る凹部が形成され、光半導体素子と光結合する光ファイバーが接続されるように構成されたバレルと、キャンに配設されたキャップとバレルの凹部を形成する側壁とを接着する、前記凹部に塗布された紫外線硬化型樹脂と、バレル

50

の凹部の開口縁とキャンとの間の隙間を封止する熱硬化型樹脂と、を有している。また、バレルが紫外線を透過する材料でできている。さらに、前記開口縁と前記開口縁に対向する前記ベースとが、前記開口縁と前記ベースの間に前記熱硬化型樹脂のみを配して接着されている。

【発明の効果】

【0015】

以上説明したように、本発明によれば、キャンとバレルとの光軸のずれを引き起こさないように製造できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、図面を参照して本発明の光モジュールについて説明する。本発明はTOSAとROSAの両者に、同様の形態で適用可能であるが、以下の説明はTOSAを例におこなう。図1は、本発明の光モジュールの概略断面図である。また、図2は図1のA部の部分拡大図である。

【0017】

図1(a)は光半導体素子が設けられたキャンの断面図である。キャン2のベース21上(図面では下側)には、発光素子22と受光素子23とが配置されている。発光素子22はレーザーダイオードが代表例であり、受光素子23はフォトダイオードが代表例である。受光素子23は発光素子22の使用時に発光量をモニターするために備えられている。発光素子22と受光素子23の動作を制御する複数本の端子24がベース21の反対側に延びている。ベース21の上には発光素子22と受光素子23とを気密封止するために、金属性のキャップ25が設けられている。キャップ25の中央付近には光路の確保のため、半透明の鏡やガラス(図示せず)が付けられている。キャップ25はFe-Ni系合金やCo-Ni系合金等の金属で作られており、抵抗溶接によって接合されている。

【0018】

図1(b)はバレルの断面図である。バレル3は本体部分であるハウジング31と、ハウジング31に支持されたレンズ32を備えている。ハウジング31は、紫外線を透過する材料(例えばプラスチック)で作られている。ハウジング31の先端部分には開口部33が設けられており、発光素子22と光結合する光ファイバーを保持するフェルール(図示せず)が嵌合保持される。フェルールは開口部33と一体形成されていてもよい。開口部33の内側は光路孔34となっており、その先に半球状のレンズ32が設けられている。発光素子22とフェルールに保持された光ファイバーとの光結合は、レンズ32および光路孔34を介して行われる。光結合を精度よく行なうため、レンズ32の取り付けには高い調芯精度が求められるが、方向性のない球形レンズを用いてもよい。

【0019】

また、ハウジング31にはレンズ32を囲むように側壁35が形成されており、その側壁によって、キャン2のキャップ25を入れることができる凹部36が形成されている。

【0020】

図1(c)は光モジュールの断面図である。光モジュール1は、キャン2のキャップ25をバレル3のハウジング31に形成された凹部36内に入れた状態で、キャン2とバレル3を紫外線硬化型樹脂4および熱硬化型樹脂5によって接合して形成されている。図2に示すように、紫外線硬化型樹脂4は、キャン2に配設されたキャップ25の外周面の一部である第1の接合面26および、これに対向する、バレル3のハウジング31に形成された側壁35の一部である第1の接合面37を互いに接着している。熱硬化型樹脂5は、バレル3のハウジング31に形成された凹部36の開口縁である第2の接合面38および、これに対向する、キャン2のベース21上の第2の接合面27を互に接着して、キャン2とバレル3との隙間を埋めている。これにより、キャン2とバレル3との間に、密閉された内部空間6が形成される。

【0021】

このように、光モジュール1は密閉構造型のモジュールである。キャン2およびバレル

10

20

30

40

50

3には、内部空間6と外部とが連通する開口や貫通孔は設けられていない。このため、内部空間6に存在するキャップ25が外気、特に水分と接触し、光モジュールの信頼性が低下することが防止される。

#### 【0022】

ROSAは、図4に示すように、図1に示すTOSAと基本的に同一構造であるが、発光素子22の代わりに受光素子（フォトダイオード等）が設けられている。また、レンズはTOSAにおける半球状のレンズ32の代わりに球形レンズ39を用いることができる。その理由は、TOSAではレンズを通る光の位相を揃えて光ファイバーに供給する必要があるのに対して、ROSAではそのような必要がなく、通常は安価な球形レンズで十分であるためである。

10

#### 【0023】

なお、図4に示すようにROSAの場合も、キャン2とバレル3の接合は紫外線硬化型樹脂4および熱硬化型樹脂5を使用している。具体的には、紫外線硬化型樹脂4は、キャン2に配設されたキャップ25の外周面の一部と、これに対向する、バレル3のハウジング31に形成された側壁35の一部とを互いに接着している。熱硬化型樹脂5は、バレル3のハウジング31に形成された凹部36の開口縁と、これに対向する、キャン2のベース21の上面とを互に接着して、キャン2とバレル3との隙間を埋めている。

#### 【0024】

次に、以上説明した光モジュールの製造方法について、TOSAを例に図面を参照して説明する。図3A～3Eは、本実施形態における光モジュールの製造工程を示す図である。なお、これらの図では、キャップ内の部品を省略してある。

20

#### 【0025】

まず、図3Aに示すようにキャン2およびバレル3を用意する。

#### 【0026】

次に、図3Bに示すように、キャン2に配設されたキャップ25の外周面の一部である第1の接合面26に紫外線硬化型樹脂4を塗布する（第1の塗布工程）。ただし、紫外線硬化型樹脂4はバレル3のハウジング31に形成された側壁35の第1の接合面37、または第1の接合面26、37の双方に塗布してもよい。紫外線硬化型樹脂4としては、例えばアクリルウレタン樹脂（粘度3Pa・s、熱変形温度Tg=20）を用いた。

#### 【0027】

次に、図3Cに示すように、キャン2とバレル3を近づけ、キャン2をバレル3に嵌合する。この結果、キャン2に配設されたキャップ25の外周面の一部と、これに対応する、バレル3のハウジング31に形成された側壁35とが、紫外線硬化型樹脂4を介して接続される。なお、あらかじめ、バレル3の開口部33には、光量の測定装置が付いたファイバ（不図示）を挿入しておく。そして、キャン2には仮の配線（不図示）を施して、発光素子（不図示）を駆動することができるように準備しておく。キャン2をバレル3に嵌合した後、バレル2に備えられたレンズ32とキャン3に配置された発光素子（不図示）との光軸が一致するように、バレル2とキャン3の相対位置を調整する（光軸調整工程）。具体的には、発光素子を動作させ、その出力光をファイバから取り出し、取り出した発光素子の出射光の光量が最大になるように、バレル2とキャン3の相対位置を調整する。紫外線硬化型樹脂4は後述するようにバレル2とキャン3との仮止めのために塗布されるものであり、塗布量も少量であるので、調整は容易である。

30

40

#### 【0028】

上記のように光軸を調整したら、バレル2とキャン3の光軸がずれないように、不図示の保持治具によってそれらを保持する。

#### 【0029】

次に、図3Dに示すように、紫外線を透過できる材料からなるバレル3の周囲に複数の紫外線ランプ7を配置する。そして、紫外線を、バレル3の周囲からバレル3を通して、キャン2に配設されたキャップ25の外周面とバレル3のハウジング31に形成された側壁35との間に存在する紫外線硬化型樹脂4に照射し、紫外線硬化型樹脂4を硬化させる

50

(第1の硬化工程)。紫外線照射中、バレル2とキャン3の光軸位置が変わらないように、不図示の保持治具によってそれらを保持し続ける。本例では、紫外線を40秒間照射した。紫外線の照度は紫外線ランプ一台当たり $3\text{ W}/\text{cm}^2$ とした。このような工程により、キャン2とバレル3とを仮止めした。

#### 【0030】

次に、図3Eに示すように、樹脂注入機8により、熱硬化型樹脂5を、バレル3のハウジング31に形成された凹部36の開口縁である第2の接合面38および、これに対向する、キャン2のベース21上の第2の接合面27との間に塗布する(図2参照)。具体的には、図3Eに示すように、仮止めしたキャン2とバレル3を回転させながら、熱硬化型樹脂5をバレル3の周辺から、第2の接合面27, 38の間に流し込むようにして塗布する(第2の塗布工程)。この熱硬化型樹脂5により、キャン2とバレル3との間に、密閉された内部空間6が形成され、光モジュールの信頼性が向上する。なお、前述した紫外線硬化型樹脂4によっては内部空間6は密閉されていない。

10

#### 【0031】

熱硬化型樹脂5はキャン2とバレル3の最終的な接合を目的とするものであるため、塗布量は紫外線硬化型樹脂4より大目とするのが望ましい。熱硬化型樹脂5としては、例えばエポキシ樹脂(粘度 $22.5\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 、熱変形温度 $T_g = 94$ )を用いた。このように本例の熱硬化型樹脂5は紫外線硬化型樹脂4よりも高い硬化温度を有している。これは、熱硬化型樹脂5は最終的な接合のための接着剤であり、TOSAとしての信頼性を高めるためにはできるだけ硬化温度の高い樹脂を用いて、高い温度で硬化させることが望ましいからである。

20

#### 【0032】

また、上記熱硬化型樹脂5の塗布工程は、窒素環境下で行われることが望ましい。これによって、熱硬化型樹脂5によりキャン2とバレル3を密着させる際に、内部空間6が窒素ガスで充填され、空気中の酸素や水分による発光素子22, 受光素子23や樹脂4, 5の劣化を抑制することができる。

#### 【0033】

最後に、塗布された熱硬化型樹脂5を雰囲気加熱によって硬化させて、キャン2とバレル3とを固定する(第2の硬化工程)。雰囲気加熱は、一般的な加熱炉(オープン)で行なうことができる。本例では、加熱炉において95、60分の加熱処理を行なって硬化させた。

30

#### 【0034】

この加熱の際、密閉された内部空間6の気体が熱膨張し、膨張した気体が熱硬化型樹脂5に入り込み、熱硬化型樹脂5に気泡が発生するおそれがある。このため、キャン2とバレル3からなる光モジュール全体を密閉容器に封入して加熱することが望ましい。すなわち、このように加熱することで、光モジュール全体と密閉容器との間に封入された気体と、内部空間6の気体との両方が熱膨張するので、内部空間6とこの外側との圧力差が小さくなる。その結果、熱硬化型樹脂5に対して内部空間6の内圧の影響が及びにくく、気泡の発生を防止することができる。

#### 【0035】

以上説明したように、本発明では、バレル3がUV透過材料で形成されている。そして、キャン2に配設されたキャップ25の外周の一部と、バレル3の凹部36を形成する側壁35とを、紫外線硬化型樹脂4で接着し、バレル3とキャン2の光軸を合わせた状態で、バレル3の外側から紫外線により紫外線硬化型樹脂4を硬化させてバレル3とキャン2を仮止めしている。このように紫外線を用いるため、光モジュールの温度上昇が抑えられ、バレル3とキャン2は熱膨張を起こさない。このため、調整された光軸がずれることなく、バレル3とキャン2は固定される。

40

#### 【0036】

また、紫外線硬化型樹脂4の塗布位置がバレル3の凹部36内であるため、バレル3の凹部36の開口縁と、これに対向するキャン2のベース21との隙間に熱硬化型樹脂5を

50

塗布する際、紫外線硬化型樹脂 4 による接着箇所が機械的な接触により破壊されるおそれ  
は無くなる。さらに、パレル 3 の凹部 3 6 の開口縁と、これに対向するキャン 2 のベース  
2 1 とを熱硬化型樹脂 5 のみで接着するので、熱硬化型樹脂の特性が十分発揮でき、十分  
な接着強度が得られる。このため、熱硬化型樹脂 5 を雰囲気加熱によって硬化させる際、  
熱硬化型樹脂 5 により密閉された内部空間 6 の気体が膨張しても、その負荷に熱硬化型樹  
脂 5 が耐えて、キャン 2 とパレル 3 との光軸のずれは生じない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 7 】

【図 1】本発明が適用される T O S A の概略断面図である。

【図 2】図 1 の A 部の部分拡大図である。

【図 3 A】本実施形態における光モジュールの製造工程を示す図である。

【図 3 B】本実施形態における光モジュールの製造工程を示す図である。

【図 3 C】本実施形態における光モジュールの製造工程を示す図である。

【図 3 D】本実施形態における光モジュールの製造工程を示す図である。

【図 3 E】本実施形態における光モジュールの製造工程を示す図である。

【図 4】本発明が適用される R O S A の概略断面図である。

【図 5】従来の光モジュールにおけるキャンとパレルの接合方法を説明するための断面図  
である。

【符号の説明】

【 0 0 3 8 】

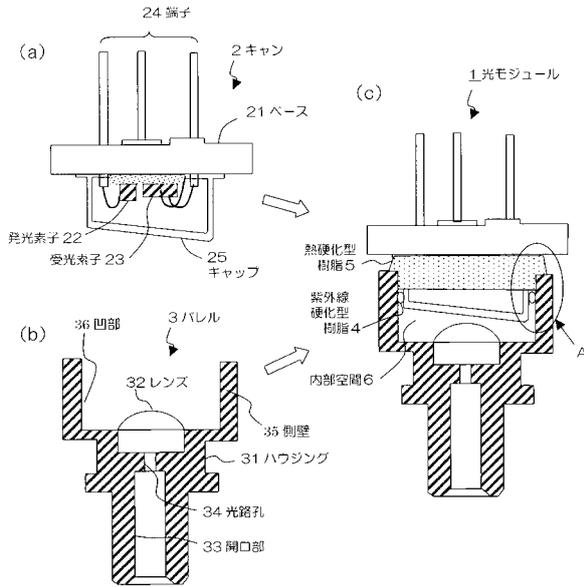
- 1 光モジュール
- 2 キャン
  - 2 2 発光素子
  - 2 3 受光素子
  - 2 6 第 1 の接合面
  - 2 7 第 2 の接合面
- 3 パレル
  - 3 1 ハウジング
  - 3 2 レンズ
  - 3 5 側壁
  - 3 6 凹部
  - 3 7 第 1 の接合面
  - 3 8 第 2 の接合面
  - 3 9 球形レンズ
- 4 紫外線硬化型樹脂
- 5 熱硬化型樹脂
- 6 内部空間
- 7 紫外線ランプ
- 8 樹脂注入機

10

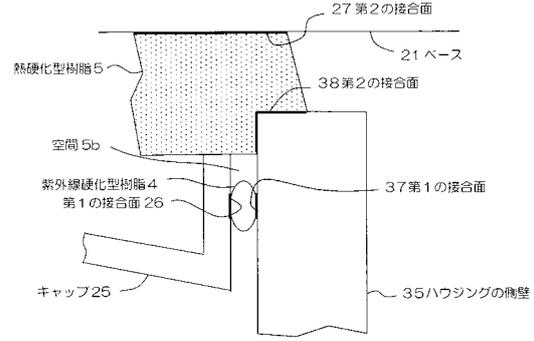
20

30

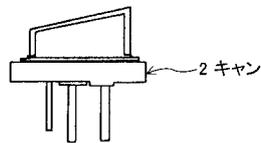
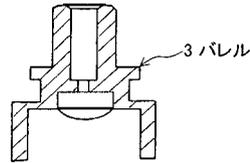
【図1】



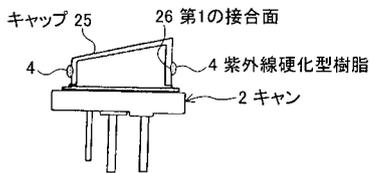
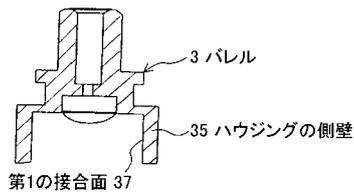
【図2】



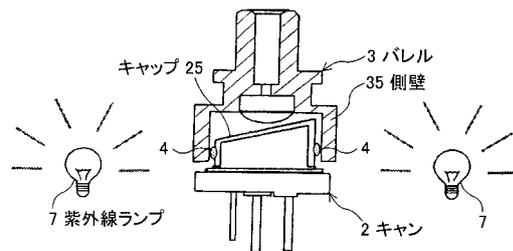
【図3A】



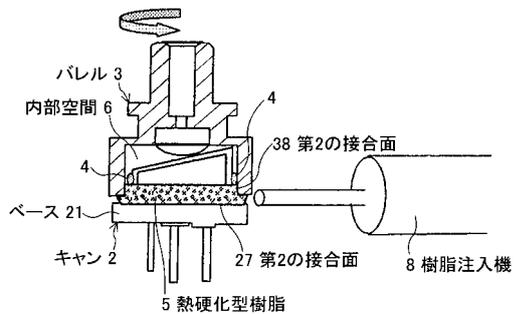
【図3B】



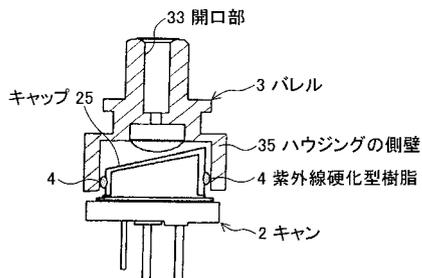
【図3D】



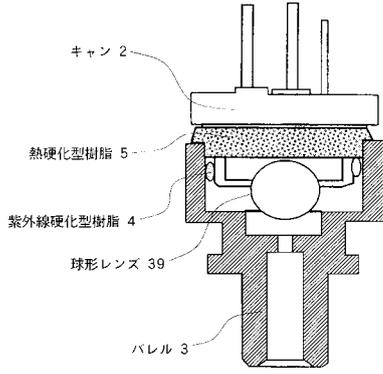
【図3E】



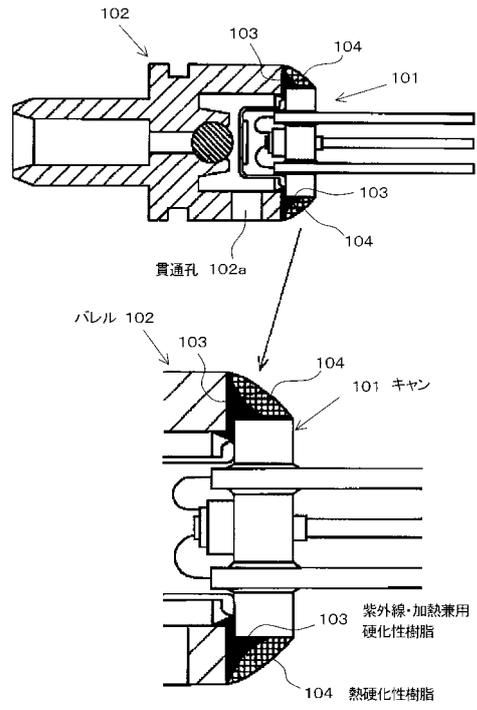
【図3C】



【図4】



【図5】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100106138  
弁理士 石橋 政幸
- (74)代理人 100120628  
弁理士 岩田 慎一
- (74)代理人 100127454  
弁理士 緒方 雅昭
- (72)発明者 大西 雅裕  
香港新界沙田香港科學園科技大道東六號新科中心

審査官 高 芳徳

- (56)参考文献 特開平11-186609(JP,A)  
特開平11-186608(JP,A)  
特開平08-110447(JP,A)  
特開平08-335744(JP,A)  
特開2007-127925(JP,A)  
特開2006-201392(JP,A)  
特開2003-75687(JP,A)  
特開2006-190783(JP,A)  
特開2002-90587(JP,A)  
特開2000-155251(JP,A)  
特開平9-33763(JP,A)  
特開平8-234058(JP,A)  
特開平8-234059(JP,A)  
特開平8-110448(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/00 - 6/43  
H01S 5/02 - 5/022  
H01L 31/032  
JSTPlus(JDreamII)  
JST7580(JDreamII)