

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 6 月 26 日(26.06.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/097710 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/42 (2006.01) *H01S 5/022* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/077242
- (22) 国際出願日: 2013 年 10 月 7 日(07.10.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-279409 2012 年 12 月 21 日(21.12.2012) JP
特願 2013-085392 2013 年 4 月 16 日(16.04.2013) JP
- (71) 出願人: 古河電気工業株式会社(FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 三代川 純(MIYOKAWA, Jun); 〒1008322 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 井上 誠一(INOUE, Seichi); 〒1600005 東京都新宿区愛住町 2 2 第 3 山田ビル 7 F Tokyo (JP).

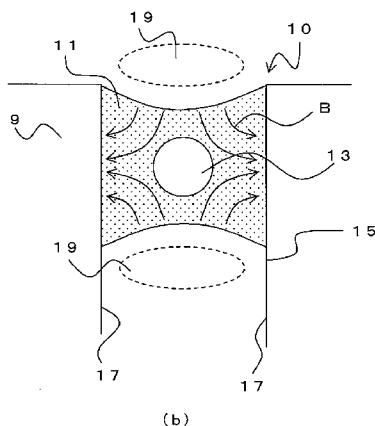
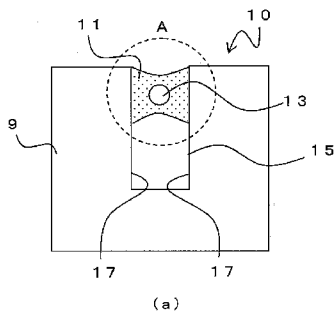
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: FIXING STRUCTURE FOR OPTICAL FIBER, SEMICONDUCTOR LASER MODULE, AND FIXING METHOD FOR OPTICAL FIBER

(54) 発明の名称: 光ファイバの固定構造、半導体レーザモジュール、光ファイバの固定方法



(57) Abstract: This fixing structure for an optical fiber comprises a groove (15) that is provided to a fiber-fixing base (9) along the axial direction of an optical fiber (13) to be fixed. The groove (15) opens upward. The optical fiber (13) is arranged within the groove (15) along the groove (15). The optical fiber (13) is fixed to the inner surface of the groove (15) using an adhesive (11). On this occasion, the inner-side surfaces of the groove (15) that face each other serve as fixing surfaces (17) for the optical fiber (13). In other words, the optical fiber (13) is fixed to the fixing surfaces (17) that are the inner-side surfaces of the groove (15) and that face each other using the adhesive (11). A space (19) in which the fiber fixing base (9) and the adhesive are not bonded is formed in the vertical direction of the optical fiber (13). In other words, a space (19) is provided in a vertical direction that is substantially perpendicular to the fixing direction in which the optical fiber (13) is fixed.

(57) 要約: ファイバ固定台座 9 には、固定される光ファイバ 13 の軸方向に沿って溝 15 が設けられる。溝 15 は、上方に開口する。光ファイバ 13 は、溝 15 に沿って、溝 15 の内部に配置される。光ファイバ 13 は、溝 15 の内面に対して接着剤 11 によって固定されている。この際、溝 15 の互いに対向する内側面が、光ファイバ 13 の固定面 17 となる。すなわち、光ファイバ 13 は、溝 15 の内側面である対向する固定面 17 に対して接着剤 11 によって固定される。光ファイバ 13 の上下方向には、接着剤 11 とファイバ固定台座 9 とが接着されない空間部 19 が形成される。すなわち、光ファイバ 13 が固定される固定方向に対して、略垂直な上下方向に、空間部 19 が設けられる。

明 細 書

発明の名称：

光ファイバの固定構造、半導体レーザモジュール、光ファイバの固定方法 技術分野

[0001] 本発明は、光ファイバの位置ずれを防止可能であり、安定して光ファイバを固定可能な光ファイバの固定構造、半導体レーザモジュール、および光ファイバの固定方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来用いられている半導体レーザモジュールにおいて、レーザダイオード（半導体レーザ）チップと光ファイバとは光学的に接続されている。この際、光ファイバは、半導体レーザとの光軸を合わせた後、台座上に半田や接着剤等によって固定される。

[0003] 図10は、従来の半導体レーザモジュール100を示す概略図である。半導体レーザモジュール100は、ベース103上に、半導体レーザ台座105とファイバ固定台座109とが整列して配置される。半導体レーザ台座105上には、半導体レーザ107が固定される。また、ファイバ固定台座109には光ファイバ113が接着剤111等によって固定される。この状態で、光ファイバ113と半導体レーザ107とが光学的に結合される。なお、以下の説明において、光ファイバとファイバ固定台座との固定構造を、光ファイバ固定構造と称する。

[0004] 図11は、半導体レーザモジュール100における光ファイバ固定構造110を示す図で、図11(a)は側面図、図11(b)は正面図である。図11(a)に示すように、上面が平坦なファイバ固定台座109上には、上方に表面張力で盛り上がるように接着剤111が設けられ、接着剤111によって光ファイバ113が固定される。

[0005] 光ファイバ固定構造110では、光ファイバ113の下方のみにおいてファイバ固定台座109に固定される。すなわち、光ファイバ113の一方側

のみがファイバ固定台座 109 に固定される。この場合、光ファイバ 113 の固定部の後方側で軸方向に力が付与されると（図中矢印 G 方向）、光ファイバ 113 の先端が上下にずれるように回転方向のずれが生じる（図中矢印 H 方向）。

[0006] また、図 11（b）に示すように、このような光ファイバ固定構造 110 では、接着剤 111 が硬化する際の収縮によって、光ファイバ 113 には、ファイバ固定台座 109 方向に力が付与される（図中矢印 I 方向）。このように、ファイバ固定台座 109 に対する光ファイバ 113 の位置が、調心後、事後的に変動する恐れがある。

[0007] このような光ファイバの位置ずれは、特にシングルモードのレンズドファイバの場合に大きな問題となる。すなわち、シングルモードのレンズドファイバのように、結合トレランスの特に狭い光学結合系を用いた半導体レーザモジュールにおいては、このような位置ずれが生じることで、半導体レーザと光ファイバとの光結合状態にずれが生じ、半導体レーザモジュールのファイバ端出力が劣化するという問題があった。

[0008] 特に、波長帯が 980 nm 前後の半導体レーザとの光結合に用いられる光ファイバのように、先端形状が楔状の楔レンズドファイバを用いる場合には、その光結合の特性上、上下高さ方向の光結合トレランスが極端に狭いことから、ファイバ端出力の劣化は更に大きな問題となっていた。

[0009] これに対し、ファイバ固定台座に溝または孔を設け、光ファイバ 113 を溝または孔に配置した状態で、溝または孔に接着剤を充填し、光ファイバ 113 をファイバ固定台座に固定する方法がある（例えば、特許文献 1、特許文献 2）。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献 1：特開平 02-308101 号公報

特許文献 2：実開昭 61-143111 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0011] 図12(a)は、略矩形断面の溝を有するファイバ固定台座109aを用いた光ファイバ固定構造110aを示す図である。光ファイバ固定構造110aは、ファイバ固定台座109aに形成された溝内に光ファイバ113が配置され、溝に充填された接着剤111によって光ファイバ113がファイバ固定台座109aに固定される。
- [0012] しかし、光ファイバ固定構造110aは、矩形溝に対し、光ファイバ113が左右及び下方の3方向でファイバ固定台座109aに固定されるものであるが、このようにしても、接着剤111の硬化時の収縮によって、下方及び左右方向（図中矢印J方向）に光ファイバ113が応力を受ける。したがって、接着剤硬化時に光ファイバ113の先端位置がずれる恐れがある。
- [0013] また、図12(b)は、円形の孔を有するファイバ固定台座109bを用いた光ファイバ固定構造110bを示す図である。光ファイバ固定構造110bは、ファイバ固定台座109bに形成された孔内に光ファイバ113が挿通され、孔に充填された接着剤111によって光ファイバ113がファイバ固定台座109bに固定される。
- [0014] 光ファイバ固定構造110bでは、接着剤111の硬化収縮時に、孔内の光ファイバ113は、全方向に略均一な応力を受ける（図中矢印K方向）。しかし、接着剤111の硬化収縮時には、光ファイバ113の表面が全方向に引っ張られ、圧縮の応力が付与される。また、接着後の温度変化によって、接着剤の膨張や収縮が生じ、光ファイバ113の全周に圧縮や引っ張りの応力が付与される。このような場合、接着剤の全周が孔によって規制されているため、応力が解放できず、接着剤111がファイバ固定台座109bまたは光ファイバ113表面から剥離したり、ファイバ固定台座109bの表面に亀裂が生じる等の恐れがある。
- [0015] 本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、光ファイバの位置ずれを防止し、安定して光ファイバを固定可能な光ファイバの固定構造等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

- [0016] 前述した目的を達成するために第1の発明は、光ファイバの固定構造であって、台座と前記台座に固定部材で固定される光ファイバと、を具備し、前記台座には、前記光ファイバの軸方向に沿って溝が形成され、前記光ファイバは、前記溝の内面の互いに対向する固定面に、前記固定部材で固定され、前記光ファイバの軸方向から見て、前記光ファイバと前記固定面との固定方向と略垂直な両方向には、前記光ファイバが前記台座に固定されない空間部が形成されることを特徴とする光ファイバの固定構造である。
- [0017] 前記溝は、前記台座の上面に形成され、前記光ファイバは、前記溝の内側面である前記固定面に前記固定部材により固定され、前記溝の底部側には、前記光ファイバが固定された部位における前記固定面同士の間隔とは間隔が変化する、間隔変化部が形成させてもよい。
- [0018] 前記溝は、前記光ファイバの軸方向に複数設けられ、前記光ファイバの先端に近い側の前記溝の長さは、前記光ファイバの先端から遠い側の前記溝の長さよりも短くしてもよい。
- [0019] 第1の発明によれば、台座に形成された溝の一方の対向面にのみ固定部材で光ファイバが固定される。また、光ファイバの固定方向と垂直な方向には、台座と光ファイバとが固定されない空間部が形成される。このため、接着剤の収縮による力が相殺されて、光ファイバの位置ずれが抑制される。また、空間部が形成されるため、接着剤の膨張や収縮時には、空間部が形状変化の逃げ部となる。したがって、光ファイバの外周に過剰な力が付与されることを抑制することができる。
- [0020] また、光ファイバを左右方向の固定面で固定支持した際に、下方に、溝内面の間隔が変化する間隔変化部を形成することで、硬化前の接着剤が下方に流れることを抑制することができる。したがって、接着剤が下方に流れ、図12(a)に示したように、溝が接着剤で埋まることを抑制することができる。
- [0021] また、溝が光ファイバの軸方向に複数形成され、光ファイバの先端側の短

い溝部と、他方の長い溝部に分けることで、光ファイバをより精度良く台座に固定することができる。例えば、短い溝に光ファイバを固定する場合には、接着剤の使用量も少量で済むため、接着剤による位置ずれの影響を抑えることができる。一方、少量の接着剤では、十分な固定強度を得ることができないため、長い側の溝で光ファイバを固定し、十分な固定強度を確保することができる。

[0022] 第2の発明は、第1の発明にかかる光ファイバの固定構造を有し、ベースと、前記ベース上に設けられる前記光ファイバの固定構造と、前記光ファイバの固定構造における前記光ファイバと光接続される半導体レーザと、を具備することを特徴とする半導体レーザモジュールである。

[0023] 前記半導体レーザと前記光ファイバとの間には、レンズと、アイソレータと、が設けられてもよい。

[0024] 第2の発明によれば、光ファイバと半導体レーザとの光結合状態のずれが小さく、ファイバ端出力の劣化の少ない半導体レーザモジュールを得ることができる。

[0025] 第3の発明は、光ファイバの固定方法であって、前記光ファイバを、溝を有する台座の前記溝に配置する工程と、前記光ファイバと前記溝の内面の互いに対向する固定面との間に、固定部材を塗布する工程と、前記固定部材を硬化させて、前記台座に前記光ファイバを固定する工程と、有し、前記光ファイバは、前記光ファイバの軸方向から見て、前記光ファイバと前記固定面との固定方向と略垂直な両方向には、前記光ファイバが前記台座に固定されない空間部が形成されるように固定されることを特徴とする光ファイバの固定方法である。

[0026] 前記光ファイバの先端に近い側の第1溝の長さは、前記光ファイバの先端から遠い側の第2溝の長さよりも短く、前記光ファイバと前記第1溝の前記固定面との間に前記固定部材を塗布する工程と、前記第1溝の前記固定部材を硬化させて、前記台座に前記光ファイバを固定する工程と、前記光ファイバと前記第2溝の前記固定面との間に前記固定部材を塗布する工程と、前記

第2溝の前記固定部材を硬化させて、前記台座に前記光ファイバを固定する工程と、を有し、前記光ファイバは、前記第1溝および前記第2溝において、前記光ファイバの軸方向から見て、前記光ファイバと前記固定面との固定方向と略垂直な両方向には、前記光ファイバが前記台座に固定されない空間部が形成されるように固定されてもよい。

[0027] 第3の発明によれば、光ファイバと半導体レーザとの光結合状態のずれが小さく、ファイバ端出力の劣化の少ない半導体レーザモジュールを容易に得ることができる。

[0028] また、光ファイバの軸方向に複数形成された溝に対し、まず、短い溝に光ファイバを固定するため、光ファイバの先端に近い位置を少量の接着剤で固定することが可能であるため、接着剤による位置ずれの影響を抑えることができる。また、短い溝への固定完了後に、長い側の溝で光ファイバを固定するため、十分な固定強度を確保することができる。

発明の効果

[0029] 本発明によれば、光ファイバの位置ずれを防止し、安定して光ファイバを固定可能な光ファイバの固定構造等を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]図1(a)は半導体レーザモジュール1を示す図であり、図1(b)はその変形例を示す図。

[図2]半導体レーザモジュール1の変形例を示す図。

[図3]図3(a)は光ファイバ固定構造10を示す図、図3(b)は図3(a)のA部拡大図。

[図4]図4(a)から図4(c)は、それぞれ間隔変化部21a、21b、21cを有する光ファイバ固定構造10a、10b、10cを示す図。

[図5]半導体レーザモジュール1aを示す図。

[図6]半導体レーザモジュール1bを示す図。

[図7]光ファイバ固定構造10dを示す側面図。

[図8]図8(a)は半導体レーザモジュール1cを示す図であり、図8(b)

は半導体レーザモジュール 1 d を示す図。

[図9]製造工程における光強度の変化を示す図。

[図10]従来の半導体レーザモジュール 1 0 0 を示す図。

[図11]図 1 1 (a) は従来の光ファイバ固定構造 1 1 0 を示す側面図、図 1 1 (b) はその正面図。

[図12]図 1 2 (a) は従来の光ファイバ固定構造 1 1 0 a を示す正面図、図 1 2 (b) は従来の光ファイバ固定構造 1 1 0 b を示す正面図。

発明を実施するための形態

[0031] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。図 1 (a) は、半導体レーザモジュール 1 の斜視図である。半導体レーザモジュール 1 は、主に、ベース 3、半導体レーザ台座 5、半導体レーザ 7、ファイバ固定台座 9、光ファイバ 1 3 等から構成される。

[0032] ベース 3 は、上部に各構成が設置される板状の部材である。ベース 3 としては、例えば、AlN、CuW、Al₂O₃等を用いることができ、熱伝導性に優れる材質であることが望ましい。

[0033] ベース 3 上には、半田等によって半導体レーザ台座 5 が固定される。半導体レーザ台座 5 は上部に半導体レーザ 7 が固定される部材である。半導体レーザ台座 5 としては、例えば、AlN、CuW、Cu、Si等を用いることができ、また、半導体レーザ 7 は、所望の波長のレーザを発光することが可能である、例えば InP レーザ、GaAs レーザ、GaAs Al レーザ等を用いることができる。

[0034] ベース 3 上には半導体レーザ台座 5 と併設するように、ファイバ固定台座 9 が半田や接着剤等によって固定される。ファイバ固定台座 9 としては、例えば、ホウケイ酸ガラスや石英ガラス等のガラス材や、AlN、CuW、Al₂O₃等を用いることができる。なお、図 1 (b) に示すように、ファイバ固定台座 9 は、ベース 3 に対して一体で構成することもできる。また、図 2 に示すように、半導体レーザ台座 5 とファイバ固定台座 9 とを一体で構成してもよい。この場合、一体化された台座が半田等によってベース 3 に固定さ

れる。ここで、図2に示すように、半導体レーザ台座5とファイバ固定台座9とを一体で構成する場合には、ベース3は必ずしも必要ではない。なお、以下の説明においては、ファイバ固定台座9がベース3とは別体で構成され、ベース3上に接合された例について説明する。

[0035] ファイバ固定台座9の上面には、光ファイバ13が接着剤11によって固定される。接着剤11としては、例えば、UV硬化系、熱硬化系、UV硬化+熱硬化系、常温放置硬化系などを用いることができる。この状態で、光ファイバ13と半導体レーザ7とが光学的に結合される。なお、光ファイバ13を固定するための固定部材としては、接着剤11ではなく、半田を用いても良い。この場合、半田材として、例えばAuSn、SnAgCu、SnBi等を用いることができる。なお、以下の説明では、固定部材として接着剤11を用い、接着剤11が硬化収縮する例について説明するが、半田を用いた場合において、半田の凝固収縮に対しても同様の効果を得ることができる。

[0036] 光ファイバ13と半導体レーザ7との調芯は、例えば、光ファイバ13に半導体レーザ7から光を入射させた状態で、光ファイバ13を半導体レーザ7に対して相対移動させて行われる。光ファイバ13は、光ファイバ13をチャックしているハンド（図示せず）によって移動させる。光ファイバ13に接続された光検出器で検出される光強度が最大となるように位置決めを行い、所定以上の強度が検出された状態で位置決め作業を終了する。この状態で、接着剤11に熱や紫外線を照射する等により、接着剤11を硬化させる。以上により、光ファイバ13が適切な位置でファイバ固定台座9上に固定される。

[0037] 図3は、光ファイバ固定構造10を示す概略図であり、図3(a)は正面図、図3(b)は図3(a)のA部拡大図である。ファイバ固定台座9には、固定される光ファイバ13の軸方向に沿って溝15が設けられる。溝15は、上方に開口する。光ファイバ13は、溝15に沿って、溝15の内部に配置される。

[0038] 光ファイバ13は、溝15の内面に対して接着剤11によって固定されている。この際、溝15の互いに対向する内側面が、光ファイバ13の固定面17となる。すなわち、光ファイバ13は、溝15の内側面である対向する固定面17に対して接着剤11によって固定される。

[0039] この際、図3（b）に示すように、光ファイバ13の上下方向には、接着剤11とファイバ固定台座9とが接着されない空間部19が形成される。すなわち、光ファイバ13が固定される固定方向に対して、略垂直な上下方向に、空間部19が設けられる。

[0040] なお、光ファイバ13としては、例えば125 μ mのレンズドファイバを用いることができる。この際、溝15の幅（図3（b）の左右方向であって、光ファイバ13の固定方向の固定面17同士の間隔）は、例えば200 μ m～500 μ m程度とする。溝15の幅が大きすぎると、接着剤11が下部に流れやすくなり、下方の空間を埋めてしまう恐れがある。また、溝15の幅が狭すぎると、光ファイバ13の調心幅が狭くなるためである。

[0041] 図3（b）に示すように、接着剤11には、硬化する際の収縮力が付与される。このような力は、接着剤11の表面から、固定面17方向への力となる（図中矢印B方向）。本実施形態では、光ファイバ13は、両方の固定面17方向へ引っ張られる。したがって、固定面17方向（左右方向）の力は略相殺されて、接着剤11の硬化収縮時における、光ファイバ13の左右方向への位置ずれを抑制することができる。一方、光ファイバ13の上下方向に対しては、上下方向に略同様の力が付与され、一方の方向へ光ファイバ13が引っ張られることがない。したがって、接着剤11の硬化収縮時における、光ファイバ13の上下方向の位置ずれを抑制することができる。この際、光ファイバ13の上下方向の接着剤11は、左右方向（固定面17方向）への接着剤11の収縮に補填される。したがって、光ファイバ13の表面に対して、過剰な引張力が付与されることがない。

[0042] このように、対向する固定面17に対してのみ光ファイバ13を固定し、これと垂直な方向に対しては空間部19を設けるため、空間部19の方向に

は光ファイバ13とファイバ固定台座9とが接合されることがない。このため、接着剤11が収縮する際に、上下方向、左右方向に生じる応力がそれぞれ対称になり、光ファイバ13の位置ずれを抑制することができる。

[0043] なお、溝15の深さは、溝15の幅に対して十分に深くする（例えば、深さを幅の1.5倍以上とする）。溝15の深さが浅すぎると、接着剤11が流れて溝15の底面に付着し、空間部19を適切に形成することが困難となるためである。また、接着剤11の粘度は、例えば10～200 Pa/sとすることが望ましく、さらに望ましくは、15～100 Pa/sである。接着剤11の粘度が低すぎると、接着剤11が下方に流れやすくなる。また、接着剤11の粘度が高すぎると、光ファイバ13の調心が困難となる。このような粘度の調整は、例えばフィラーの含有量によっても調整することができる。フィラーを多く含有させると、粘度を上げることができる。また、フィラーを含有させることで、接着剤11の硬化時の収縮量を小さくすることもできる。

[0044] また、図4（a）に示すように、接着剤11が下方へ流れることを構造的に抑制することもできる。光ファイバ固定構造10aは、溝15の幅が、位置によって異なる。具体的には、光ファイバ13とファイバ固定台座9とが接着剤11によって固定される固定部の幅C（固定面17同士の間隔）に対して、その下方の溝幅Dが大きい。すなわち、固定面17の下部には、間隔変化部21aによって、段差が形成される。このように接着剤11が塗布された固定面17の下部が直線ではなく、段差となることで、接着剤11が下方に流れることを抑制することができる。

[0045] このような効果は、図4（b）に示す光ファイバ固定構造10bでも得ることができる。光ファイバ固定構造10bは、光ファイバ13とファイバ固定台座9とが接着剤11によって固定される固定部の幅（固定面17同士の間隔）に対して、その下方の溝幅が小さい。すなわち、固定面17の下部には、間隔変化部21bによって、段差が形成される。このように、段差の形成方向によらず、間隔を変化させることで、固定面17から接着剤11が下

方に流れることを抑制することができる。なお、段差はたとえば0.1 mm以上であることが好ましい。

[0046] また、図4(c)に示す光ファイバ固定構造10cでも同様の効果を得ることができる。光ファイバ固定構造10cは、固定面17の下部が、円形に形成される。この場合でも、固定面17の下部には、間隔変化部21cによって、溝の幅が変化する。このように、固定面17の下部に、溝15の幅の変化部が形成されれば、その形態によらず、固定面17から接着剤11が下方に流れることを抑制することができる。

[0047] また、固定面17の接着剤の接着面部分又は固定面17全面に対して、すりガラス状に粗く加工して、固定面17の表面粗さを粗くすることで、接着剤の表面張力効果を高めることができ、接着剤が下方に流れることを抑制することができる。このとき、固定面17の表面粗さは中心線平均粗さ(Ra)で0.8 μ m~25.0 μ mが好ましく、1.0 μ m~12.5 μ mであることがさらに好ましい。

[0048] 以上、本実施の形態によれば、光ファイバ13が対向する一对の固定面17に固定されるため、接着剤11の硬化収縮時に、それぞれの固定面17の方向への力が相殺され、光ファイバ13の左右方向への位置ずれを抑制することができる。また、光ファイバ13は、正面視において、左右対称(上下対称)にファイバ固定台座9に固定されるため、光ファイバ13が後方から引っ張られた際にも、光ファイバ13の先端に、上下左右の回転方向のずれが生じることを抑制することができる。

[0049] また、光ファイバ13の上下方向には、空間部19が設けられ、接着剤11の収縮に伴う引張力は上下方向に对称となる。したがって、光ファイバ13の上下方向の位置ずれも抑制することができる。この際、空間部19における接着剤11の表面は、接着剤11の収縮を補填するため、光ファイバ13表面や台座の固定面17付近に対して過剰な引張力が付与されることがない。このため、光ファイバ13表面や台座の固定面17付近の亀裂の発生などを防止することができる。

[0050] 特に、溝 1 5 の幅に対して深さを十分に深くすることで、接着剤 1 1 が下方に流れて、溝 1 5 の底面に達し、空間部 1 9 が埋まることを防止することができる。また、接着剤 1 1 の粘度を適正範囲とすれば、より確実に空間部 1 9 を確保することができる。さらに、溝 1 5 の接着剤 1 1 による固定部の下方に間隔変化部を形成することで、接着剤 1 1 の下方への流出を確実に確保することができる。

[0051] 次に、他の実施の形態について説明する。図 5 は、第 2 の実施の形態にかかる半導体レーザモジュール 1 a を示す図である。なお、以下の説明において、半導体レーザモジュール 1 と同様の機能を奏する構成については、図 1 等と同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0052] 半導体レーザモジュール 1 a は、半導体レーザモジュール 1 と略同様の構成であるが、溝 1 5 の形成方向が異なる。半導体レーザモジュール 1 a では、溝 1 5 が側方に向けて開口する。すなわち、接着剤 1 1 による固定面 1 7 は、上下方向に対向する。この場合には、溝 1 5 の開口方向および開口方向とは逆方向の左右方向に空間部 1 9 が形成される。この場合であっても、接着剤 1 1 による光ファイバ 1 3 とファイバ固定台座 9 との固定方向（図中上下方向）に対して、垂直な両方向に空間部が形成される。したがって、半導体レーザモジュール 1 と同様の効果を得ることができる。

[0053] 次に、第 3 の実施の形態について説明する。図 6 は、第 3 の実施の形態にかかる半導体レーザモジュール 1 b を示す図である。半導体レーザモジュール 1 b は、半導体レーザモジュール 1 と略同様の構成であるが、溝 1 5 の構造が異なる。半導体レーザモジュール 1 b の溝 1 5 には分割部 2 3 が設けられ、溝 1 5 が光ファイバ 1 3 の軸方向に複数設けられている。

[0054] 図 7 は、半導体レーザモジュール 1 b における光ファイバ固定構造 1 0 d を示す図である。光ファイバ固定構造 1 0 d のファイバ固定台座 9 a には、光ファイバ 1 3 の軸方向に溝 1 5 が形成される。また、ファイバ固定台座 9 a には、溝 1 5 と直交し、溝 1 5 を分割するように分割部 2 3 が設けられる。したがって、溝 1 5 は、溝 1 5 a と溝 1 5 b に分割される。

- [0055] 光ファイバ13の先端側（半導体レーザ側）の溝15aの長さE（光ファイバ13の軸方向の長さ）は、光ファイバ13の先端側から遠い側の溝15bの長さFよりも短い。なお、溝15a、15bともに、互いに対向する固定面17で接着剤11によって光ファイバ13がファイバ固定台座9aに固定され、これと直交する上下方向のそれぞれに空間部19が形成される。
- [0056] このような光ファイバ固定構造10dは、以下のようにして製造される。まず、図6に示したように、ベース3上に、半導体レーザ台座5およびファイバ固定台座9aを固定し、さらに、半導体レーザ台座5上に半導体レーザ7を固定する。次いで、ファイバ固定台座9aの溝15（溝15a、15b）に光ファイバ13を配置する。この際、溝15aにのみ接着剤を塗布しておく。
- [0057] 光ファイバ13の位置を調整して、半導体レーザ7との調芯が終了すると、溝15aの接着剤11を熱や紫外線等によって硬化させる。溝15aの接着剤11が硬化し、光ファイバ13が溝15aに固定された後、溝15bに接着剤11を塗布する。この状態では、すでに光ファイバ13の調芯は完了しているため、溝15bの接着剤11は、そのまま硬化させる。
- [0058] このように、溝15a、15bの二段階で光ファイバ13をファイバ固定台座9に固定するのは、以下の理由による。光ファイバ13には、ファイバ固定台座9に固定された状態で、後方からのテンションなど、事後的に力が加わる恐れがある。このため、ある程度以上の固定強度（接合強度）が必要である。このため、光ファイバ13とファイバ固定台座9a（溝15）との接合面積が必要である。しかし、接合面積を大きくしようとすると、接着剤11の使用量が多くなる。このため、光ファイバ13の調心作業が困難となり、さらに、接着剤11の収縮の影響も大きくなる。
- [0059] そこで、光ファイバ固定構造10dでは、まず、光ファイバ13の先端部に近い位置で、溝15aに固定する。溝15aは長さが短いため、使用する接着剤11の使用量も少なく済み、調心作業が容易となる。また、接着剤11の使用量が少なく、接合長さが短いため、接着剤11の収縮の影響を小

さくすることができる。このため、光ファイバ13の位置精度をより高めることができる。

[0060] また、光ファイバ13を溝15aに固定した後、溝15aよりも長さの長い溝15bに光ファイバ13を固定する。この際、光ファイバ13の先端側の位置は動かないため、接着剤11の収縮による影響は小さい。また、溝15bが長いため、光ファイバ13とファイバ固定台座9aとの十分な接合面積を確保することができる。したがって、光ファイバ13の固定強度を確保することができる。

上記機能を十分に発揮するには、溝15aの長さEは、溝15bの長さFの $1/2$ 以下が好ましく、さらに好ましくは、 $1/3$ である。

[0061] このように、光ファイバ固定構造10dによれば、光ファイバ固定構造10と同様の効果を得ることができる。また、光ファイバ13の固定強度を確保しつつ、光ファイバ13の調心作業性を高め、光ファイバ13の位置ずれをより抑制することができる。

[0062] 次に、第4の実施の形態について説明する。図8(a)は、第4の実施の形態にかかる半導体レーザモジュール1cを示す図である。半導体レーザモジュール1cは、半導体レーザモジュール1と略同様の構成であるが、光ファイバ13の先端と半導体レーザ7の間に、レンズ25が設けられる点で異なる。

[0063] レンズ25は、例えば球レンズである。レンズ25は、レンズホルダ27によって保持される。なお、レンズホルダ27は、ベース3上に固定される。光ファイバ13の先端は、例えば、フラットまたは斜め研磨されたものを用いることができる。このようにすることで、光ファイバ13と半導体レーザ7とをレンズ25を介して光接続することができる。

[0064] さらに、図8(b)に示す半導体レーザモジュール1dのように、光ファイバ13と半導体レーザ7との間に、レンズ25aとアイソレータ29を設けても良い。また、レンズ25aは、球面レンズまたは非球面レンズを用いることができる。レンズ25aは、レンズホルダ27aによって保持される

。また、レンズホルダ 27 a およびアイソレータ 29 は、ベース 3 上に固定される。アイソレータ 29 は、入射した光が反射して戻ることを防止するものである。このようにすることで、光ファイバ 13 と半導体レーザ 7 とをレンズ 25 a およびアイソレータ 29 を介して光接続することができる。なお、図 8 に示す例では、半導体レーザモジュール 1 に対して、レンズ 25、25 a 等を配置した例を示したが、他の半導体レーザモジュールに対して適用することもできる。

実施例

[0065] 本発明の効果について評価した。図 1 に示すような半導体レーザモジュールについて、調芯後の調心ずれを測定した。測定方法は、調心後の接着剤の硬化工程以降について、光ファイバに接続された光検出器で、光強度を検出し、その変化を測定した。結果を図 9 に示す。

[0066] 図 9 の折れ線 K は、本発明にかかる半導体レーザモジュール（図 1 (a) の構造）であり、折れ線 L は比較例（図 10 の構造）である。台座の材質としては、ホウケイ酸ガラス（製品名：テンパックス）を用い、本発明の台座の溝幅は 0.25 mm とした。用いた光ファイバの寸法は、 $\phi 0.125$ mm とした。なお、結果は省略するが、特殊な $\phi 0.080$ mm の細径ファイバでも同様の結果を得ることができた。接着剤としては、エポキシ系 UV 硬化樹脂を用いた。接着剤は、光ファイバに付着して溝に入れたが、少量の接着剤を溝上方より入れた後、光ファイバを溝に入れた場合でも同様の結果であった。

[0067] 図の横軸は製造工程を示し、縦軸は、光強度の変化率を示す。図中 G は、調芯後の光強度であり、これを基準とした。図中 H は、接着剤に紫外線を照射している工程であり、10 秒照射毎にデータを採取した。図中 I は、その後の放置工程であり、60 秒毎にデータを採取した。なお、放置工程によって接着剤が冷却される。また、図中 J は、光ファイバを保持していたチャックを解放した際のものである。

[0068] 図より明らかなように、接着剤が硬化する際に、比較例 L では、大きく光

強度が低下した。これは、接着剤の収縮によって、光ファイバが下方に引っ張られたためと考えられる（図 1 1（b））。これに対し、本発明 K は、光強度の変化が小さい。これは、光ファイバの位置ずれが抑制されたためであり、本発明の効果を確認することができた。

[0069] 以上、添付図を参照しながら、本発明の実施の形態を説明したが、本発明の技術的範囲は、前述した実施の形態に左右されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

符号の説明

[0070] 1、1 a、1 b、1 c、1 d……………半導体レーザモジュール
3……………ベース
5……………半導体レーザ台座
7……………半導体レーザ
9、9 a……………ファイバ固定台座
10、10 a、10 b、10 c、10 d……………光ファイバ固定構造
11……………接着剤
13……………光ファイバ
15、15 a、15 b……………溝
17……………固定面
19……………空間部
21 a、21 b、21 c……………間隔変化部
23……………分割部
25、25 a……………レンズ
27、27 a……………レンズホルダ
29……………アイソレータ
100……………半導体レーザモジュール
103……………ベース

105.....半導体レーザ台座

107.....半導体レーザ

109、109a、109b.....ファイバ固定台座

110、110a、110b.....ファイバ固定構造

111.....接着剤

113.....光ファイバ

請求の範囲

- [請求項1] 光ファイバの固定構造であって、
台座と
前記台座に固定部材で固定される光ファイバと、
を具備し、
前記台座には、前記光ファイバの軸方向に沿って溝が形成され、
前記光ファイバは、前記溝の内面の互いに対向する固定面に、前記固定部材で固定され、
前記光ファイバの軸方向から見て、前記光ファイバと前記固定面との固定方向と略垂直な両方向には、前記光ファイバが前記台座に固定されない空間部が形成されることを特徴とする光ファイバの固定構造。
- [請求項2] 前記溝は、前記台座の上面に形成され、
前記溝の底部側には、前記光ファイバが固定された部位における前記固定面同士の間隔とは間隔が変化する、間隔変化部が形成されることを特徴とする請求項1記載の光ファイバの固定構造。
- [請求項3] 前記溝は、前記光ファイバの軸方向に複数設けられ、
前記光ファイバの先端に近い側の前記溝の長さは、前記光ファイバの先端から遠い側の前記溝の長さよりも短いことを特徴とする請求項1記載の光ファイバの固定構造。
- [請求項4] 請求項1記載の光ファイバの固定構造を有し、
ベースと、
前記ベース上に設けられる前記光ファイバの固定構造と、
前記光ファイバの固定構造における前記光ファイバと光接続される半導体レーザと、
を具備することを特徴とする半導体レーザモジュール。
- [請求項5] 前記半導体レーザと前記光ファイバとの間には、レンズと、アイソレータと、が設けられることを特徴とする請求項4記載の半導体レー

ザモジュール。

[請求項6]

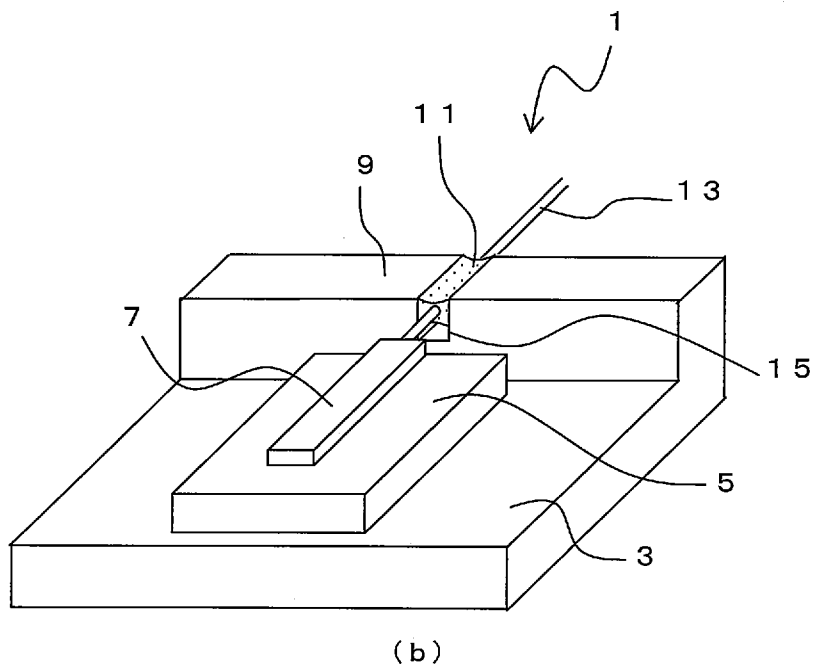
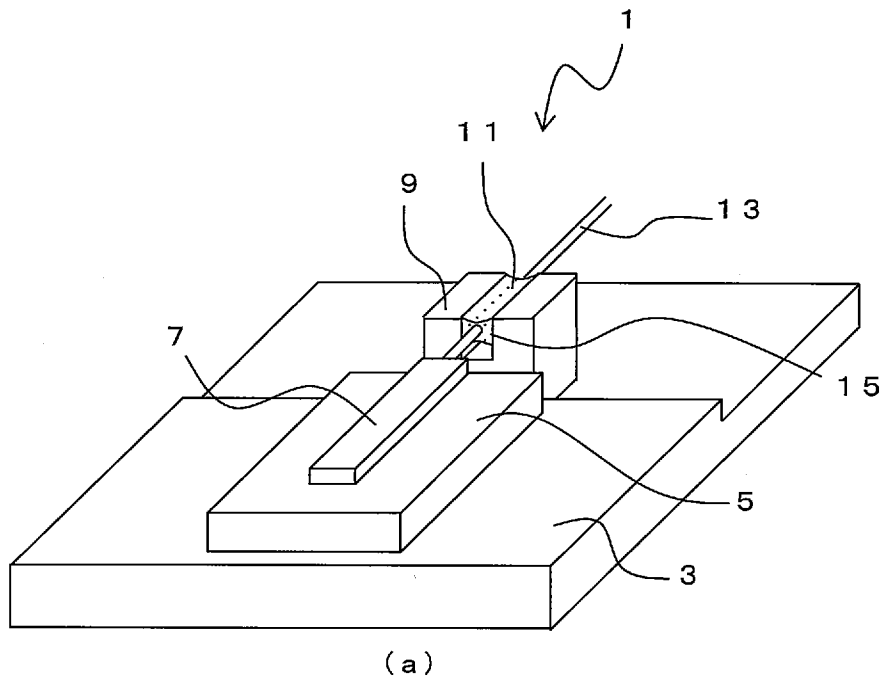
光ファイバの固定方法であって、
前記光ファイバを、溝を有する台座の前記溝に配置する工程と、
前記光ファイバと前記溝の内面の互いに対向する固定面との間に、
固定部材を塗布する工程と、
前記固定部材を硬化させて、前記台座に前記光ファイバを固定する
工程と、
を有し、
前記光ファイバは、前記光ファイバの軸方向から見て、前記光ファイバと前記固定面との固定方向と略垂直な両方向には、前記光ファイバが前記台座に固定されない空間部が形成されるように固定されることを特徴とする光ファイバの固定方法。

[請求項7]

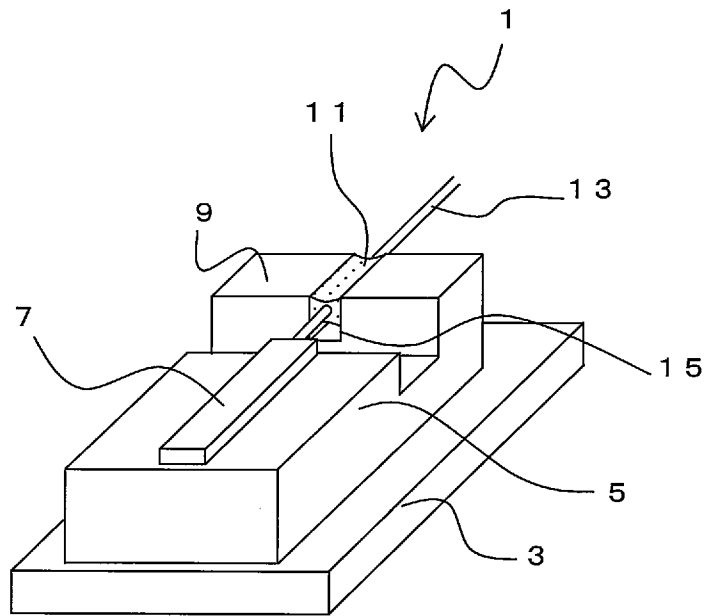
前記溝は、前記光ファイバの軸方向に複数設けられ、
前記光ファイバの先端に近い側の第1溝の長さは、前記光ファイバの先端から遠い側の第2溝の長さよりも短く、
前記光ファイバと前記第1溝の前記固定面との間に前記固定部材を塗布する工程と、
前記第1溝の前記固定部材を硬化させて、前記台座に前記光ファイバを固定する工程と、
前記光ファイバと前記第2溝の前記固定面との間に前記固定部材を塗布する工程と、
前記第2溝の前記固定部材を硬化させて、前記台座に前記光ファイバを固定する工程と、
を有し、
前記光ファイバは、前記第1溝および前記第2溝において、前記光ファイバの軸方向から見て、前記光ファイバと前記固定面との固定方向と略垂直な両方向には、前記光ファイバが前記台座に固定されない空間部が形成されるように固定されることを特徴とする請求項6記載

の光ファイバの固定方法。

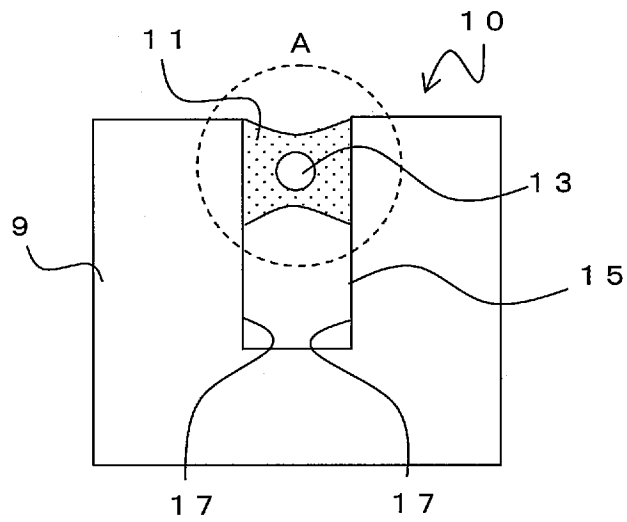
[図1]



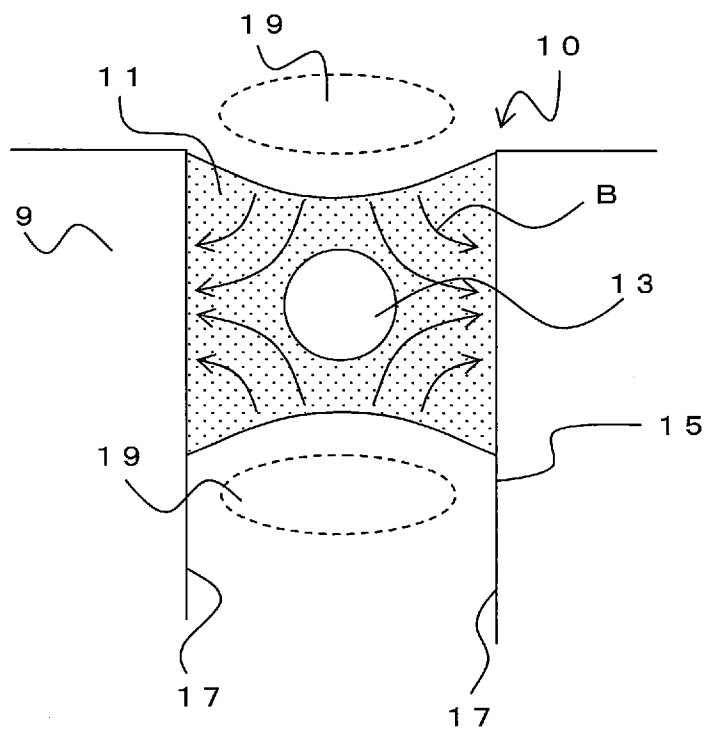
[図2]



[図3]

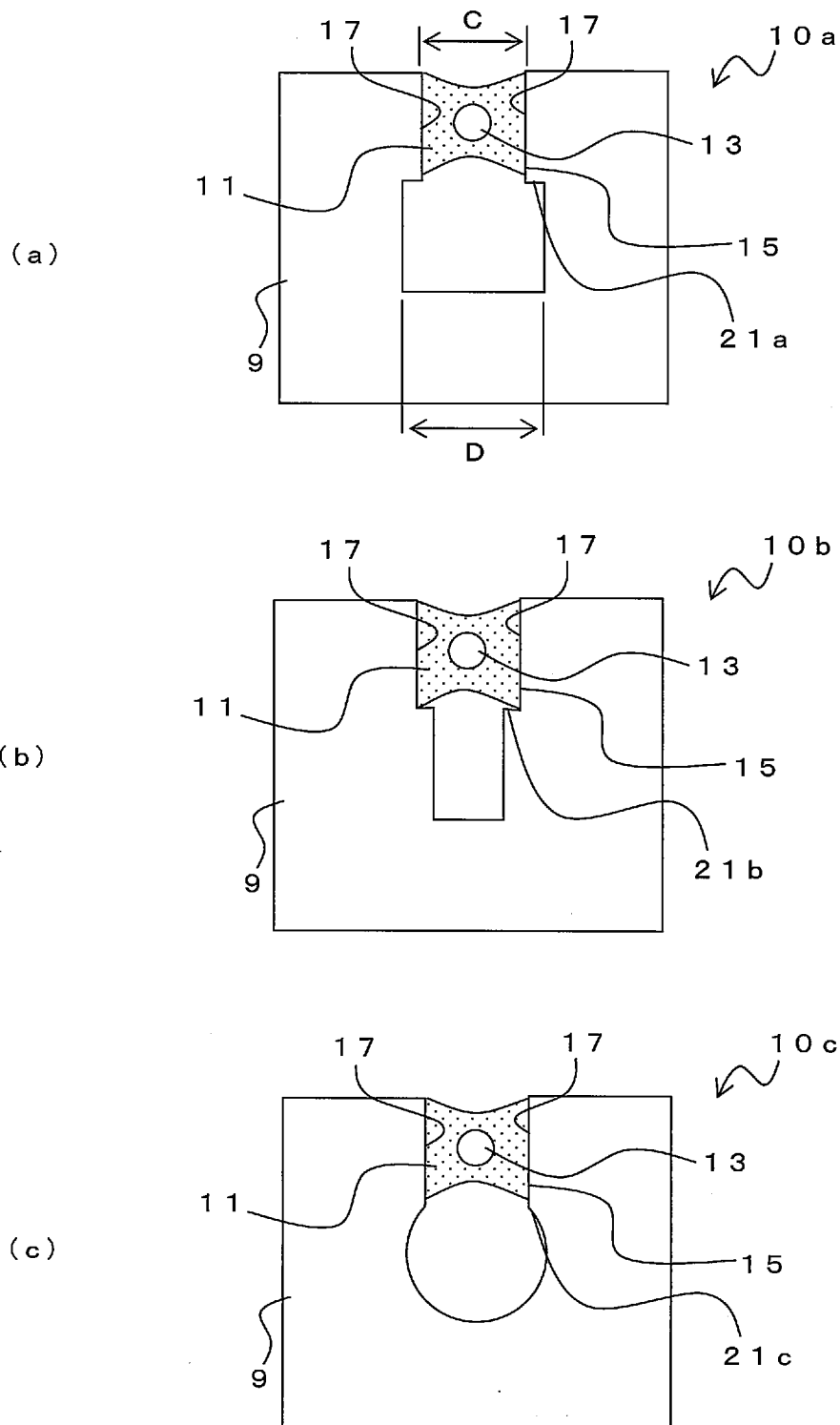


(a)

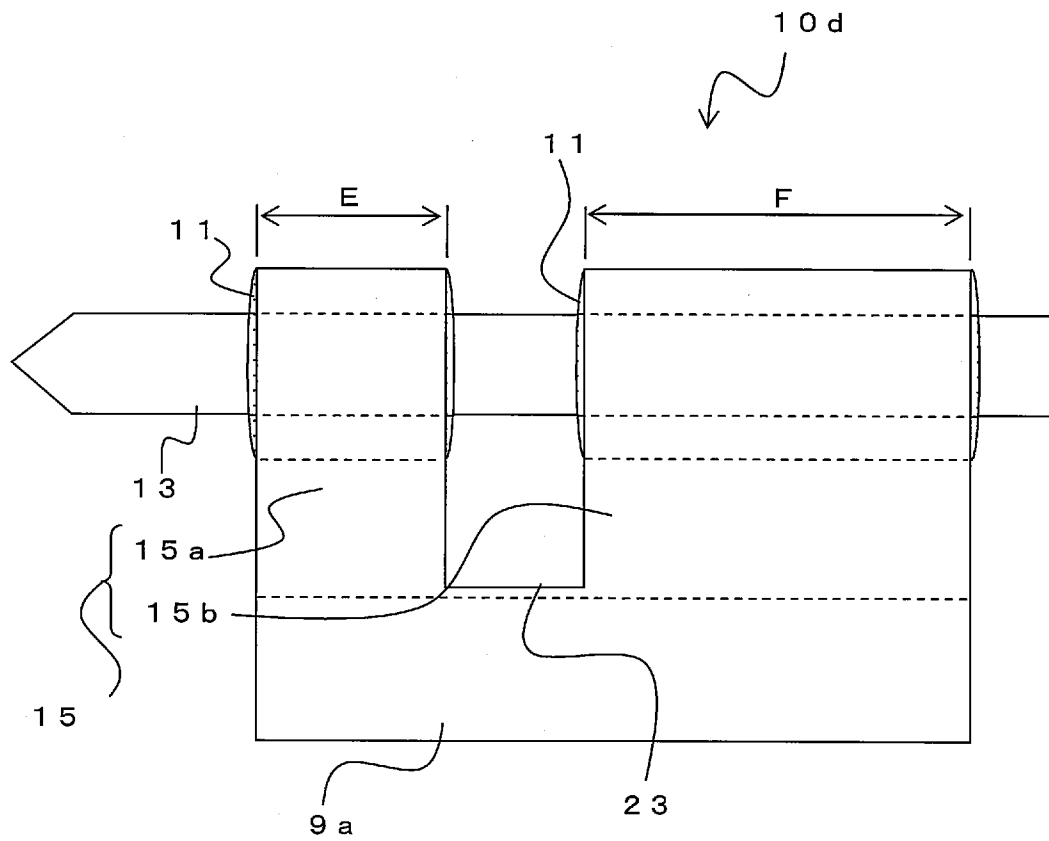


(b)

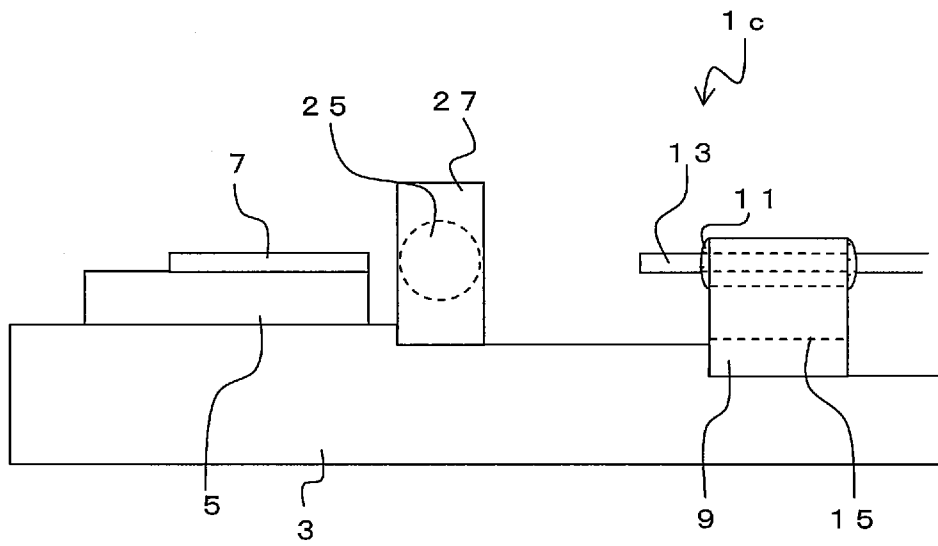
[図4]



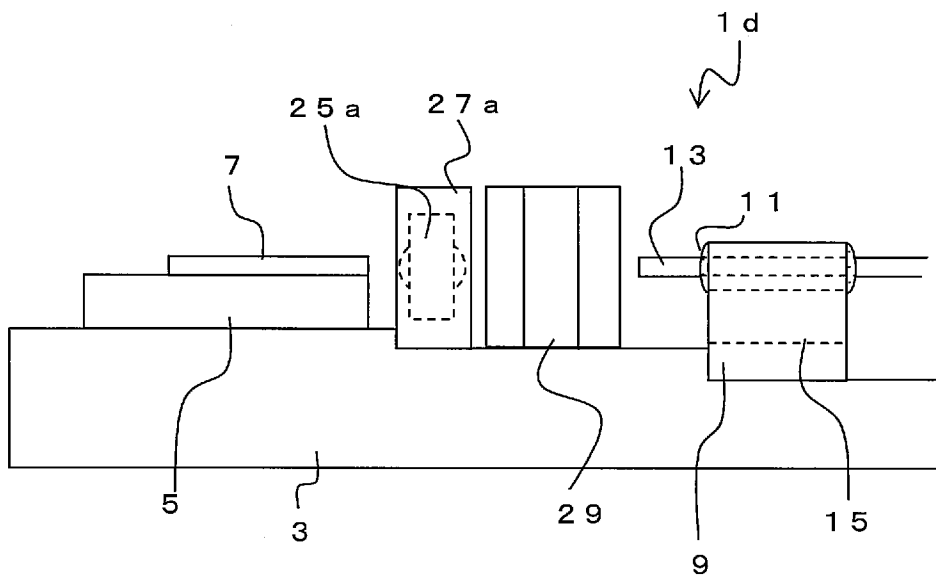
[図7]



[図8]

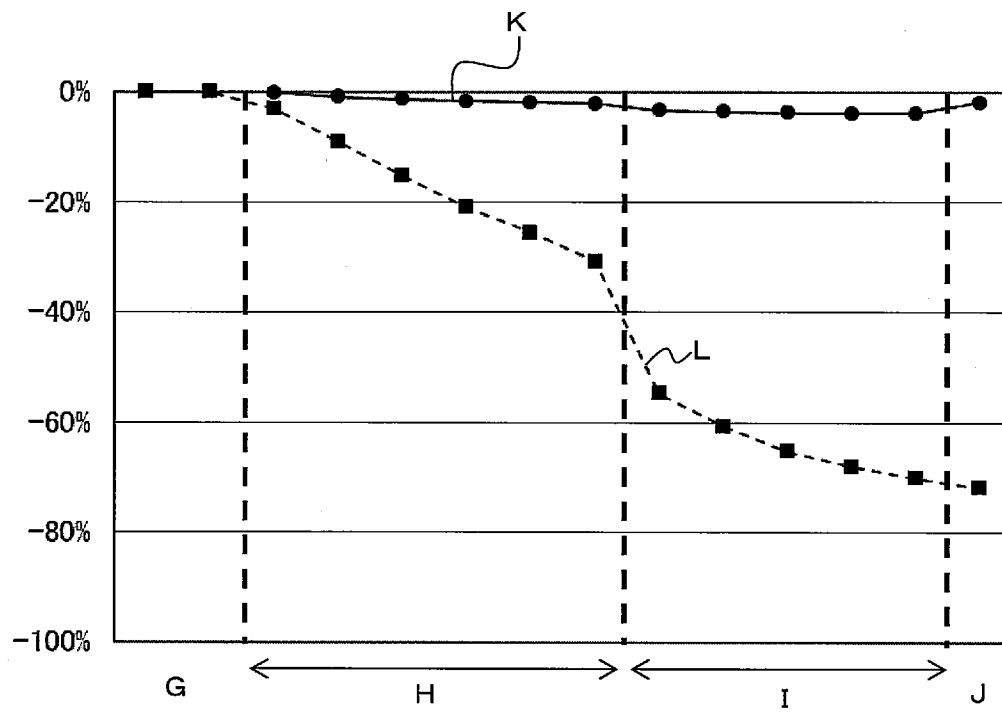


(a)

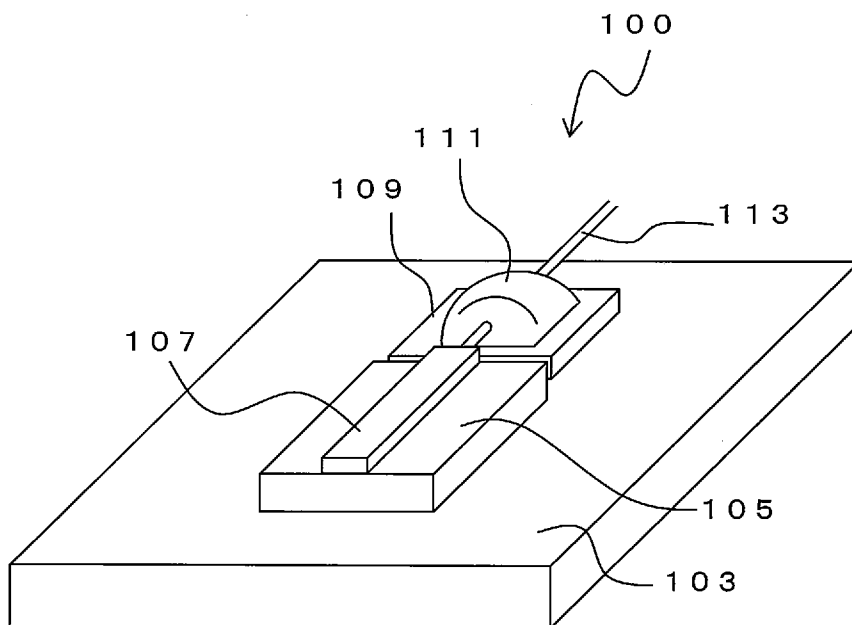


(b)

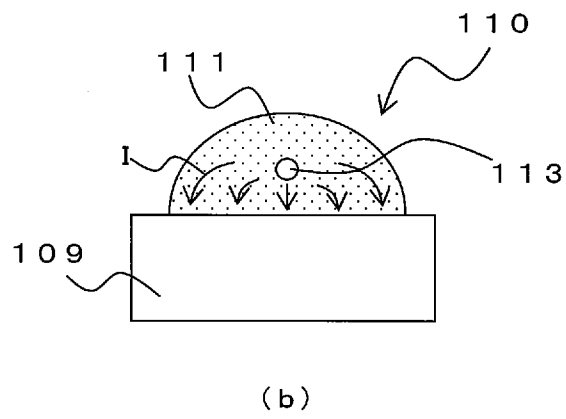
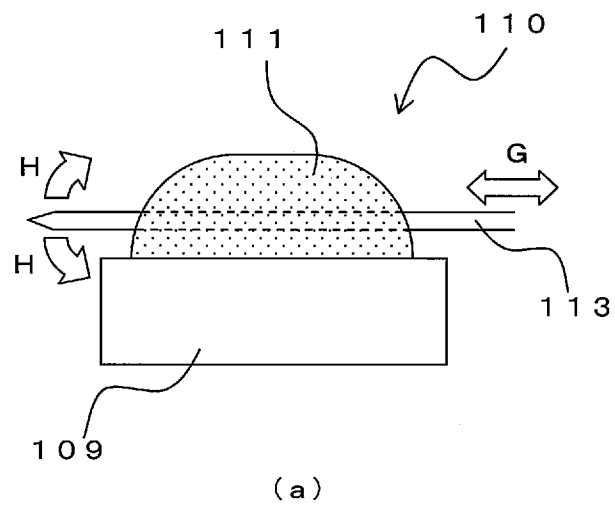
[図9]



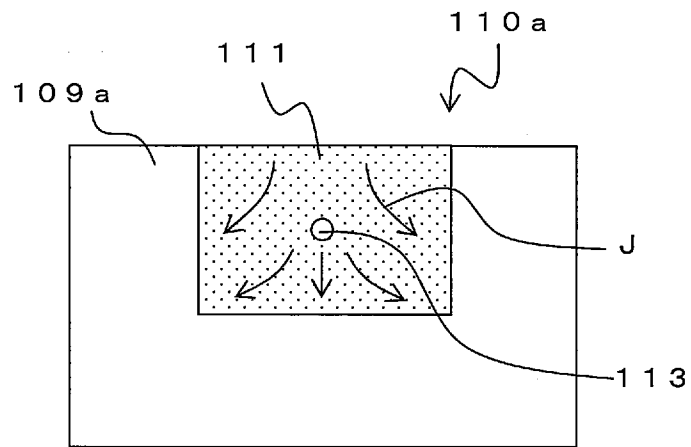
[図10]



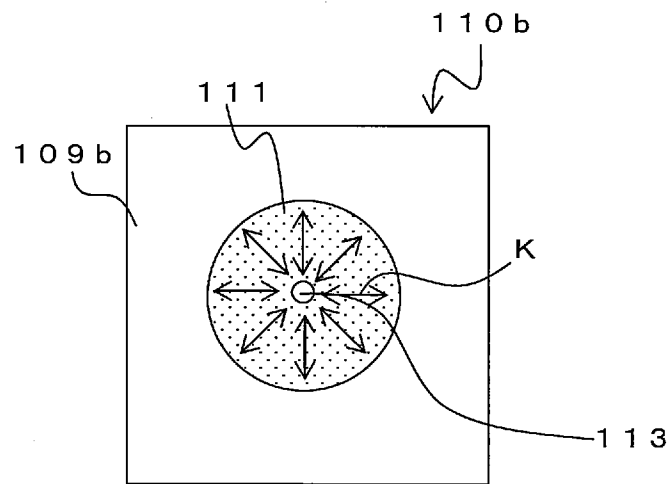
[図11]



[図12]



(a)



(b)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/077242

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B6/42(2006.01)i, H01S5/022(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B6/00-6/43, H01S5/02-5/022

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-107586 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 10 April 2002 (10.04.2002), entire text; fig. 1 to 8 & US 2002/0021875 A1	1-7
Y	WO 2010/106978 A1 (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 23 September 2010 (23.09.2010), claim 2; paragraphs [0014], [0020], [0031] to [0033]; fig. 1 to 11 & US 2012/0027352 A1 & CN 102356523 A	1-7
Y	US 2002/0037142 A1 (ROSSI, D.M.), 28 March 2002 (28.03.2002), paragraph [0086]; fig. 31A, 31B & WO 2002/027365 A1 & CN 1474951 A	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 November, 2013 (05.11.13)

Date of mailing of the international search report
12 November, 2013 (12.11.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/077242

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-202443 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 19 July 2002 (19.07.2002), paragraphs [0002], [0022]; fig. 1 to 4 & US 2003/0021574 A1 & GB 2375832 A & WO 2002/037154 A1 & CN 1394288 A	1-7
A	JP 1-116607 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 09 May 1989 (09.05.1989), entire text; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-7
A	JP 2003-4989 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 08 January 2003 (08.01.2003), paragraph [0055] & US 2002/0197021 A1	1-7
A	JP 6-88923 A (Thomson Hybrides), 29 March 1994 (29.03.1994), paragraph [0018]; fig. 1 to 5 & US 5210811 A & EP 481876 A1 & DE 69109047 T2 & FR 2668267 A	1-7
A	JP 63-205978 A (Toshiba Corp.), 25 August 1988 (25.08.1988), entire text; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B6/42(2006.01)i, H01S5/022(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B6/00-6/43, H01S5/02-5/022

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2002-107586 A（古河電気工業株式会社）2002.04.10, 全文, 第1-8図 & US 2002/0021875 A1	1-7
Y	WO 2010/106978 A1（古河電気工業株式会社）2010.09.23, 請求項2, 段落[0014], [0020], [0031]-[0033], 第1-11図 & US 2012/0027352 A1 & CN 102356523 A	1-7
Y	US 2002/0037142 A1（ROSSI, D.M.）2002.03.28, 段落[0086], 第31A, 31B図 & WO 2002/027365 A1 & CN 1474951 A	1-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 5 . 1 1 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 2 . 1 1 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

▲高▼ 芳徳

2 X

9 8 1 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2002-202443 A (三菱化学株式会社) 2002. 07. 19, 段落【0002】 , 【0022】 , 第 1-4 図 & US 2003/0021574 A1 & GB 2375832 A & WO 2002/037154 A1 & CN 1394288 A	1-7
A	JP 1-116607 A (沖電気工業株式会社) 1989. 05. 09, 全文, 第 1-6 図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2003-4989 A (古河電気工業株式会社) 2003. 01. 08, 段落【0055】 & US 2002/0197021 A1	1-7
A	JP 6-88923 A (トムソン ハイブリッド) 1994. 03. 29, 段落【0018】 , 第 1-5 図 & US 5210811 A & EP 481876 A1 & DE 69109047 T2 & FR 2668267 A	1-7
A	JP 63-205978 A (株式会社東芝) 1988. 08. 25, 全文, 第 1-5 図 (ファミリーなし)	1-7