

(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 12 月 31 日(31.12.2014)



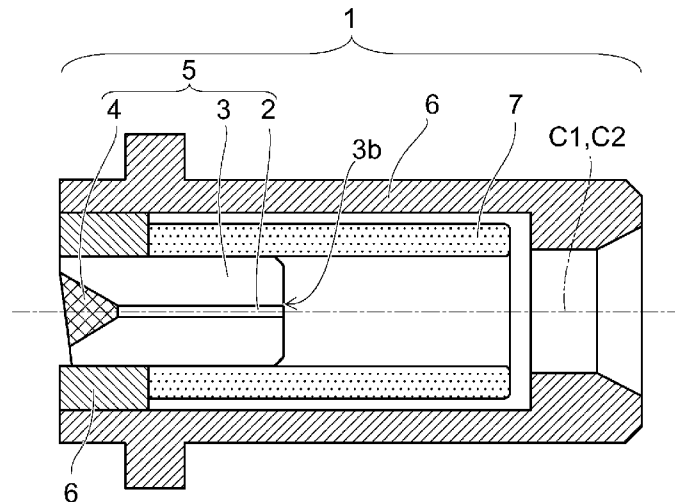
(10) 国際公開番号
WO 2014/208752 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/42 (2006.01) **G02B 6/38** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/067264
- (22) 国際出願日: 2014 年 6 月 27 日(27.06.2014)
- (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 2013-136499 2013 年 6 月 28 日(28.06.2013) JP
特願 2014-045651 2014 年 3 月 7 日(07.03.2014) JP
- (71) 出願人: T O T O 株式会社(TOTO LTD.) [JP/JP]; 〒8028601 福岡県北九州市小倉北区中島 2 丁目 1 番 1 号 Fukuoka (JP).
- (72) 発明者: 近藤 祥(KONDO, Sho); 〒8028601 福岡県北九州市小倉北区中島 2 丁目 1 番 1 号 T O T O 株式会社内 Fukuoka (JP). 我妻 弘嗣(AGATSUMA, Hirotugu); 〒8028601 福岡県北九州市小倉北区中島 2 丁目 1 番 1 号 T O T O 株式会社内 Fukuoka (JP). 箱▲崎▼ 悟史(HAKOZAKI, Satoshi); 〒8028601 福岡県北九州市小倉北区中島 2 丁目 1 番 1 号 T O T O 株式会社内 Fukuoka (JP).
- (74) 代理人: 日向寺 雅彦, 外(HYUGAJI, Masahiko et al.); 〒2318966 神奈川県横浜市中区桜木町一丁目 1 番地 8 日石横浜ビル Kanagawa (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).

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL RECEPTACLE

(54) 発明の名称: 光レセプタクル



(57) Abstract: This optical receptacle is characterized by being provided with: an optical fiber having a core; a fiber stub including a ferrule with a through-hole in which the optical fiber is fixed, and an elastic member packed into the through-hole of the ferrule; and a retainer; and is characterized in that the through-hole of the ferrule has a small-diameter section and a large-diameter section, the optical fiber is arranged across the entire area in the small-diameter section of the through-hole in the ferrule, the elastic member has a refractive index approximately the same as that of the core and is packed in both the small-diameter section and the large-diameter section, and, on the end surface of the fiber stub opposite of the side optically connecting to the plug ferrule, at least part of the elastic member is polished to a flat surface area. Breakage of the optical fiber and reductions in coupling efficiency are prevented by arranging the optical fiber across the entire area in the small-diameter section of the through-hole in the ferrule, and, even without processing the fiber end surface by planarizing the end surface of the elastic member packed into the through-hole in the ferrule, reductions in the coupling efficiency due to reflection are precluded, making more economic production possible.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/208752 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

本発明による光レセプタクルは、コアを有する光ファイバと、光ファイバが固定される貫通孔を有するフェルールと、フェルールの貫通孔に充填される弾性部材と、を含むファイバスタブと、保持具と、を備え、フェルールの貫通孔は、小径部と、大径部と、を有し、光ファイバは、全域に渡ってフェルールの貫通孔内の小径部に配設されており、弾性部材は、コアと略同一の屈折率を有し、小径部とともに大径部にも充填されており、且つプラグフェルールと光学接続する側と反対側のファイバスタブの端面において、弾性部材の少なくとも一部が平面部となるように研磨されていることを特徴とする。光ファイバを全域に渡ってフェルールの貫通孔の小径部に配設することで光ファイバの折れと結合効率の低下を防ぎ、さらにフェルールの貫通孔内に充填された弾性部材の端面を平面とすることでファイバ端面の加工を行わなくても、反射による結合効率の低下を防ぎ、且つ経済的な生産を可能とする。

明 細 書

発明の名称：光レセプタクル

技術分野

[0001] 本発明の態様は、一般に、光通信用の光トランシーバ・モジュールに係る、光レセプタクルに関する。

背景技術

[0002] 光レセプタクルは、光通信用トランシーバの光モジュールにおいて光ファイバコネクタを受光素子や発光素子等の光素子と光学的に接続させるための部品として用いられる（例えば、特許文献1参照。）。

[0003] 近年、IPトラフィックの増加に伴い光通信用トランシーバは高速化が要求されている。一般に、レセプタクル型光モジュールを採用するトランシーバ等の形状は規格化されており、光学素子の1つである半導体レーザーからの出射する光信号の変調速度を高速化すると、電気回路に必要なスペースが大きくなるため、光モジュールの小型化が求められている。

[0004] 光モジュールを小型化するための光レセプタクルとして、特許文献2にあるようなフェルールの一部に筒状の凹部を設け、且つ光素子側に所定の幅を持った横溝を設ける方法が知られている。このような場合、光ファイバ端部を容易に加工するためにはフェルールの貫通孔から光ファイバが突き出した状態となっていることが必要となり、光ファイバに外力がかかった際に折れたり、光モジュールとして使用する際に光ファイバの突き出した部分が動くことで結合効率が低下するという課題があった。

[0005] また、フェルールの貫通孔に大径部を設け、ファイバの周囲に透過性を有する樹脂を充填する方法も知られている（例えば、特許文献3参照。）。しかし、この場合は光ファイバとその周囲に充填した樹脂の熱膨張係数の違いにより、温度変化が起こった際に光ファイバに応力がかかり折れたり、ファイバ先端が動いてしまうという課題があった。これらの問題は特に光ファイバがフェルールの貫通孔の大径部の中心から外側に位置してた際に起こりや

すい。また、光ファイバの端面の加工が必要なため経済的な生産が難しいという問題があった。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2001-66468号公報

特許文献2：特許第4119872号

特許文献3：特開2004-133299号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明の態様は、上記問題を解決するためになされたもので、光レセプタクルの小型化に際して、光ファイバが外力や温度変化によって折れたりクラックが発生することを防止し、且つ経済的な生産を可能とする光レセプタクル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

[0008] 本発明の一態様によれば、光を導通するためのコアとクラッドを有する光ファイバと、前記光ファイバが固定される貫通孔を有するフェルールと、前記フェールの貫通孔に前記光ファイバと共に充填される弾性部材と、を含むファイバスタブと、前記ファイバスタブを保持する保持具と、を備え、前記フェールの貫通孔は、前記光ファイバが配設される小径部と、プラグフェルールと光学接続する側と反対側に設けられた大径部と、を有し、前記光ファイバは、全域に渡って前記フェールの貫通孔内の前記小径部に配設されており、前記弾性部材は、前記コアと略同一の屈折率を有し、前記小径部とともに前記大径部にも充填されており、且つ前記プラグフェルールと光学接続する側と反対側の前記ファイバスタブの端面において、前記弾性部材の少なくとも一部が平面部となるように研磨されていることを特徴とする光レセプタクルが提供される。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

[図2]図2は、本発明の第1の実施形態におけるファイバスタブの模式断面図である。

[図3]図3は、本発明の第2の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

[図4]図4（a）および図4（b）は、本発明の第3の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

[図5]図5は、図4（b）に表した矢印A1の方向にみたときの大径部を表す模式平面図である。

[図6]図6は、本発明の第4の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

[図7]図7は、本発明の第5の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

[図8]図8は、本発明の第6の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

[図9]図9（a）および図9（b）は、本発明の第7の実施形態を示す光レセプタクルの模式図である。

[図10]図10（a）および図10（b）は、本実施形態のファイバスタブを表す模式斜視図である。

発明を実施するための形態

[0010] 第1の発明は、光を導通するためのコアとクラッドを有する光ファイバと、前記光ファイバが固定される貫通孔を有するフェルールと、前記フェルールの貫通孔に前記光ファイバと共に充填される弾性部材と、を含むファイバスタブと、前記ファイバスタブを保持する保持具と、を備え、前記フェルールの貫通孔は、前記光ファイバが配設される小径部と、プラグフェルールと光学接続する側と反対側に設けられた大径部と、を有し、前記光ファイバは、全域に渡って前記フェルールの貫通孔内の前記小径部に配設されており、

前記弾性部材は、前記コアと略同一の屈折率を有し、前記小径部とともに前記大径部にも充填されており、且つ前記プラグフェルールと光学接続する側と反対側の前記ファイバスタブの端面において、前記弾性部材の少なくとも一部が平面部となるように研磨されていることを特徴とする光レセプタクルである。

[0011] この光レセプタクルによれば、光ファイバを全域に渡ってフェルールの貫通孔の小径部に配設することで、光ファイバに直接大きな外力がかかることを防止し、光ファイバの折れやクラック、且つ結合効率の低下を防ぐことができる。さらに、フェルールの貫通孔内に充填された弾性部材の屈折率を光ファイバのコアとほぼ同等としながら、プラグフェルールとファイバスタブが接続される端面とは反対側の端面を平面とすることで、光ファイバ端面の加工を行わなくても、反射による結合効率の低下を防ぎ、且つ経済的な生産を可能とした。

[0012] 第2の発明は、第1の発明において、前記ファイバスタブの前記プラグフェルールと光学的接続する側と反対側の端面において、前記弾性部材の平面部が、前記フェルールの端面よりも突出されていることを特徴とする光レセプタクルである。

[0013] この光レセプタクルによれば、通常、弾性部材は、一般にフェルールの材料として用いられるセラミックスや光ファイバの材料として用いられる石英ガラスに比べてやわらかいため、容易に平面を形成することができ、光レセプタクルを経済的に生産することを可能とした。

[0014] 第3の発明は、ファイバスタブであって、光を導通するコアを有する光ファイバと、前記光ファイバを固定する貫通孔を有するフェルールと、前記フェルールに固定された透光性部材と、前記光ファイバを前記フェルールに固定し前記透光性部材を前記フェルールに固定する弾性部材と、を有するファイバスタブと、前記ファイバスタブを保持する保持具と、を備え、前記貫通孔は、小径部と、前記小径部からみて前記ファイバスタブがプラグフェルールと光学接続する側とは反対側に設けられ前記小径部よりも大きい径を有す

る大径部と、を有し、前記光ファイバの全体は、前記小径部に配設され、前記弾性部材は、前記光ファイバと前記透光性部材との間に充填されたことを特徴とする光レセプタクルである。

[0015] この光レセプタクルによれば、光ファイバの全体がフェルールの貫通孔の小径部に配設されているため、光ファイバに直接大きな外力がかかることを防止し、光ファイバの折れやクラック、且つ結合効率の低下を防ぐことができる。また、弾性部材が光ファイバと透光性部材との間に充填されているため、光ファイバと透光性部材との間の境界面における光の反射による結合効率の低下を防ぐことができる。また、光ファイバの端面の研磨を不要とすることで経済的な生産を可能とした。

[0016] 第4の発明は、第3の発明において、前記弾性部材の屈折率は、前記コアの屈折率と略同じであることを特徴とする光レセプタクルである。

[0017] この光レセプタクルによれば、弾性部材と光ファイバのコアとの間の境界面における光の反射を抑制し、結合効率の低下を防ぐことができる。

[0018] 第5の発明は、第3の発明において、前記透光性部材の屈折率は、前記コアの屈折率と略同じであることを特徴とする光レセプタクルである。

[0019] この光レセプタクルによれば、透光性部材と光ファイバのコアとの間、および透光性部材と弾性部材との間の境界面における光の反射を抑制し、結合効率の低下を防ぐことができる。

[0020] 第6の発明は、第3の発明において、前記透光性部材の第1の端面であって、前記ファイバスタブが前記プラグフェルールと光学接続する側とは反対側に設けられた第1の端面のうちの少なくとも一部は、平面を有することを特徴とする光レセプタクルである。

[0021] この光レセプタクルによれば、透光性部材の第1の端面において光の反射を抑制し、結合効率の低下を防ぐことができる。

[0022] 第7の発明は、第6の発明において、前記平面は、前記フェルールの中心軸に対して垂直な面に対して所定の角度で傾斜したことを特徴とする光レセプタクルである。

- [0023] この光レセプタクルによれば、透光性部材の第 1 の端面において反射した光が発光素子に戻ることを防ぐことにより、発光素子を安定的に動作させることができる。
- [0024] 第 8 の発明は、第 6 発明において、前記第 1 の端面は、前記フェルールの第 2 の端面であって、前記ファイバスタブが前記プラグフェルールと光学接続する側とは反対側に設けられた第 2 の端面よりも前記大径部の外側に突出したことを特徴とする光レセプタクルである。
- [0025] この光レセプタクルによれば、透光性部材の端面の一部を平面に形成する際に、端面がフェルールの端面よりも突出していることにより研磨等により容易に平面を形成することができる。
- [0026] 第 9 の発明は、第 3 の発明において、前記大径部の中心軸は、前記フェルールの中心軸に対して一定の角度で傾斜したことを特徴とする光レセプタクルである。
- [0027] この光レセプタクルによれば、透光性部材をフェルールの大径部に配設することにより、透光性部材の端面で光を反射する方向を高精度に決めることが可能となる。透光性部材の端面において反射した光が発光素子に戻ることを防ぎ、発光素子を安定的に動作させることができる。
- [0028] 第 10 の発明は、第 3 の発明において、前記大径部は、前記フェルールの中心軸を通り一定の幅を有するスリットを含むことを特徴とする光レセプタクルである。
- [0029] この光レセプタクルによれば、フェルールの貫通孔の大径部を容易に形成できる。また大径部の底面をフェルールの中心軸に対し一定の角度を持つように形成する場合には、大径部の底面の傾き方向を容易に視認することができるため、光モジュールを精度よく組み立てることができる。
- [0030] 以下、図面を参照しつつ、本発明の実施形態について例示をする。尚、各図面中、同様の構成要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。
- [0031] 図 1 は、本発明の第 1 の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図であ

る。

光レセプタクル 1 は、光を導通するための光ファイバ 2、光ファイバ 2 が固定される貫通孔 3 b を有するフェルール 3、フェルール 3 の貫通孔 3 b に光ファイバ 2 と共に充填される弾性部材 4 からなるファイバスタブ 5 と、ファイバスタブ 5 を保持する保持具 6 と、ファイバスタブ 5 の先端を一端で保持し、他端で光レセプタクル 1 に挿入されるプラグフェルールを保持可能なスリーブ 7 からなり、光ファイバ 2 はコアとクラッドとを有しフェルール 3 の貫通孔 3 b 内に弾性部材 4 を用いて接着固定されている。なお、光レセプタクル 1 に挿入されるプラグフェルールは図示されていない。

[0032] 図 2 は、本発明の第 1 の実施形態を示すファイバスタブの模式断面図である。

フェルール 3 の貫通孔 3 b は、プラグフェルールと光学的接続する側に光ファイバ 2 を固定するための小径部 4 b と、プラグフェルールと光学的接続する側とは反対側に弾性部材 4 を充填するための大径部 4 a を有している。光ファイバ 2 は全域に渡ってフェルール 3 の小径部 4 b 内に配設されている。光ファイバ 2 とフェルール 3 の貫通孔 3 b の隙間、およびフェルール 3 の大径部 4 a には、弾性部材 4 が充填されており、光ファイバ 2 のプラグフェルールと光学的接続する側とは反対側の端面 2 a と、弾性部材 4 は密着している。なお、ここでは指示部を分かりやすくするため、弾性部材 4 は図示していない。

[0033] フェルール 3 に適する材質はセラミックス、ガラス等が挙げられるが、本実施形態ではジルコニアセラミックスを用い、その中心にある貫通孔 3 b に光ファイバ 2 を接着固定し、プラグフェルールを光学的接続される一端を凸球面に研磨して形成した。また、光レセプタクル 1 の組立てにおいて、ファイバスタブ 5 は保持具 6 に圧入固定されている。

[0034] スリーブ 7 に適する材質は樹脂、金属、セラミックス等が挙げられるが、本実施形態では全長方向にスリットを有するジルコニアセラミックス製の割リスリーブを用いた。スリーブ 7 は一端でファイバスタブ 5 の凸球面に研磨

された先端部を保持し、他端で光レセプタクル 1 に挿入されるプラグフェルールを保持するようになっている。

[0035] フェルール 3 の貫通孔 3 b は、この大径部 4 a は円筒状をしていても、ファイバスタブ 5（フェルール 3）のプラグフェルールと光学的接続される側とは反対側の端面 3 a に向かって徐々に拡径する形状をしていても良い。図 1、および図 2 では、端面 3 a に向かって徐々に拡径する形状とした。

[0036] 発光素子から発射され光ファイバ 2 に入射する光、または光ファイバ 2 から出射され受光素子に入射する光が、拡径部の形状によらずフェルール 3 と干渉することを避けるため、拡径部の最大径部の直径は $\phi 0.6 \text{ mm}$ 以上であることが望ましい。

[0037] 光ファイバ 2 は全域に渡って、フェルール 3 の貫通孔 3 b の小径部 4 b に接着固定されている。ここで言う小径部 4 b とは、フェルール 3 の貫通孔 3 b の内径が光ファイバ 2 の外径の 2 倍以下となるような内径を有する部分のことである。

[0038] 光ファイバ 2 のプラグフェルールと光学的接続される側とは反対側の端面 2 a は、光レセプタクル 1 の中心軸 C 1 に対し略垂直となる平面とすることができる。ここで、略垂直とは、光レセプタクル 1 の中心軸 C 1 に対し $85 \sim 95$ 度となるような角度を示す。これによれば、結合効率をさらに向上させることができる。

[0039] 光ファイバ 2 とフェルール 3 の貫通孔 3 b の間には、弾性部材 4 が隙間無く充填されている。これにより光ファイバ 2 の周囲に充填される弾性部材 4 の偏りが小さくなり、光レセプタクル 1 が温度変化に晒された際に、弾性部材 4 と光ファイバ 2 における熱膨張係数差により光ファイバ 2 の折れやクラックの発生を防止できる。さらに、光ファイバ端面 2 a のフェルール 3 の貫通孔 3 b 内における直径方向の変動量が小さくなるため、発光素子や受光素子と光ファイバ端面 2 a を位置合わせする際の時間が短縮される。ここで、弾性部材 4 は小径部 4 b と大径部 4 a で異なるものを使用しても良い。

[0040] フェルール 3 の貫通孔 3 b 内には、透過性を有する弾性部材 4 が充填され

ている。弾性部材４は光ファイバ２のコアと近い屈折率を有している。ここで言う近い屈折率とは１．４～１．６程度であることが望ましい。また弾性部材４は、光ファイバ２をフェルール３の貫通孔３ｂに固定するものと同じであることができる。

[0041] また、弾性部材４は、フェルール３の材料として用いられるセラミックスや光ファイバ２の材料として用いられる石英ガラスに比べて低い弾性率を有する。たとえば、エポキシ系樹脂、アクリル系樹脂、シリコン系樹脂等が例示される。

[0042] ここで弾性部材４は、光ファイバ２のプラグフェルールと光学的接続される側とは反対側の端面２ａにおいて隙間無く密着している。このことにより、光ファイバ２の端面２ａと、弾性部材４の境界面において、光ファイバ２に入射される、または、光ファイバ２から出射される光の反射を減少させることができ、光モジュールの結合効率が向上することができる。

[0043] また、従来の光レセプタクルでは、前述の反射を減少させるため、光ファイバ２の端面２ａを平面加工することが一般的であったが、本発明の態様によれば、光ファイバ２の端面２ａを平面研磨をすることが不要となるため、効率的且つ経済的に生産することができる。

[0044] 弾性部材４の、フェルール３の端面３ａ側の端面は、フェルール３の中心軸Ｃ２に対して略垂直または、フェルール３の中心軸Ｃ２に対して一定の角度を持つ平面となるように研磨されている。これにより、弾性部材４と空気の境界面において、光ファイバ２に入射する、または光ファイバ２から出射される光の反射を減少させることができ、結合効率が向上するという効果がある。ここで言う略垂直とは、フェルール３の中心軸Ｃ２に対して８５度～９５度程度であることが望ましい。また、一定の角度とはフェルール３の中心軸Ｃ２に対して９０度の角度からみて例えば４度～１０度のことである。

[0045] また、従来の光レセプタクルでは、前述の反射を減少させるために光ファイバ２とフェルール３の端面をほぼ同一平面上に配置し、両者を同時に研磨することで光ファイバ２の端面２ａに平面を形成することが一般的であった

が、弾性部材４は通常、光ファイバ２およびフェルール３よりも柔らかいため、従来よりも容易に平面を形成することが可能となり、効率的且つ経済的に生産することができる。

弾性部材４の端面に平面を形成する方法としては、ダイヤモンド粒を持つ研磨フィルム等による方法がある。また、平面の面粗さは、光の反射量をできるだけ小さくするため、算術平均粗さ０．１マイクロメートル以下となることが望ましい。

[0046] 図３は、本発明の第２の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

光レセプタクル１を構成する部材は第１の実施形態と同様であり、ファイバスタブ５のプラグフェルールと光学的接続される端面とは反対側において、弾性部材４の端面が、フェルール３の端面よりも突き出している。

[0047] 従来の光レセプタクルでは、前述のように、光ファイバ２の端面２aに効率的に平面を形成するためには、光ファイバ２とフェルール３の端面を同じ平面上に配置し、同時に研磨をすることが一般的であった。本発明の態様によれば、弾性部材４の、ファイバスタブ５がプラグフェルールと光学的接続される端面とは反対側に平面を形成する際、弾性部材４のみを研磨すれば良い事になり、弾性部材４は通常、光ファイバ２やフェルール３よりも柔らかいため容易に研磨することができ、効率的且つ経済的に平面を形成することができる。

[0048] 図４は、本発明の第３の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

図５は、図４（b）に表した矢印A１の方向にみたときの大径部を表す模式平面図である。

図４（a）は、本実施形態にかかる光レセプタクルを表す模式断面図である。図４（b）は、本実施形態のファイバスタブを表す模式断面図である。

[0049] 図４（a）に表した光レセプタクル１０は、ファイバスタブ５と、保持具６と、スリーブ７と、を備える。ファイバスタブ５は、光ファイバ２と、透

光性部材 8 と、フェルール 3 と、弾性部材 4 と、を有する。光ファイバ 2 は、コアとクラッドとを有し、光を導通する。透光性部材 8 は、光を透過させる。フェルール 3 は、光ファイバ 2 および透光性部材 8 を固定するための貫通孔 3 b を有する。弾性部材 4 は、光ファイバ 2 と、透光性部材 8 と、の間に充填されている。保持具 6 は、ファイバスタブ 5 を保持する。スリーブ 7 は、ファイバスタブ 5 の先端を一端で保持し、他端で光レセプタクル 10 に挿入されるプラグフェルールを保持可能である。光ファイバ 2 および透光性部材 8 は、フェルール 3 の貫通孔 3 b 内に弾性部材 4 を用いて接着固定されている。なお、光レセプタクル 10 に挿入されるプラグフェルールは図示されていない。

[0050] 図 4 (b) に表したように、フェルール 3 の貫通孔 3 b は、プラグフェルールと光学的接続する側に光ファイバ 2 を固定するための小径部 4 b と、プラグフェルールと光学接続する側とは反対側に透光性部材 8 の少なくとも一部を配設するための大径部 4 a と、を有している。光ファイバ 2 と、フェルール 3 の貫通孔 3 b の小径部 4 b と、間の隙間には、弾性部材 4 が充填されている。透光性部材 8 と、光ファイバ 2 と、の間の隙間には、弾性部材 4 が充填されている。透光性部材 8 と、フェルール 3 の貫通孔 3 b の大径部 4 a と、の間のうちの少なくとも一部には、弾性部材 4 が充填されている。光ファイバ 2 のプラグフェルールと光学接続する側とは反対側の端面 2 a は、弾性部材 4 と密着している。透光性部材 8 の光ファイバ 2 側の端面 8 a は、弾性部材 4 と密着している。

[0051] フェルール 3 の貫通孔 3 b の大径部 4 a は、円筒状をしていても、ファイバスタブ 5 のプラグフェルールと光学的接続される側とは反対側の端面に向かって徐々に拡径する形状をしていても良い。図 5 に表したように、本実施形態では、大径部 4 a は、円筒状の形状を有する。大径部 4 a の径は、小径部 4 b の径よりも大きい。

[0052] 光ファイバ 2 に入射する、または光ファイバ 2 から出射する光が確実に透光性部材 8 内を通過させるためには、透光性部材 8 の光ファイバ 2 と反対側

の端面（第１の端面）８ｂの直径は、 $\phi 0.3$ ミリメートル（mm）以上であることが望ましい。例えば、図５に表したように、透光性部材８の端面８ｂが四角形の形状を有する場合には、端面８ｂの中心Ｃ３を中心とする円の有効径（直径）Ｄ１が約０.２mm以上０.５mm以下であることが望ましい。なお、端面８ｂの中心Ｃ３は、四角形の対角線の交点である。

[0053] 光ファイバ２は、全域に渡ってフェルール３の貫通孔３ｂの小径部４ｂに接着固定されている。つまり、光ファイバ２の全体は、フェルール３の貫通孔３ｂの小径部４ｂに配設されている。より具体的には、光ファイバ２の端面２ａは、大径部４ａではなく小径部４ｂの内部に存在する。これにより、光ファイバ２の強度を確保することができる。図４（ｂ）に表したように、小径部４ｂと大径部４ａとの接続部には、小径部４ｂから大径部４ａに向かって拡径したテーパ部４ｃが設けられている。テーパ部４ｃは、小径部４ｂのうちの一部である。そのため、光ファイバ２の端面２ａは、テーパ部４ｃの内部に存在していてもよい。

[0054] 図４（ａ）～図５に表したように、透光性部材８は、略直方体（略立方体を含む）の形状を有する。大径部４ａの底面４１ａは、光レセプタクル１０の中心軸Ｃ１に対し略垂直である。大径部４ａの側面４２ａは、光レセプタクル１０の中心軸Ｃ１に対し略平行である。

[0055] 透光性部材８の光ファイバ２とは反対側の端面８ｂのうちの少なくとも一部は、光レセプタクル１０の中心軸Ｃ１に対し略垂直となる平面を有している。ここで、略垂直とは、光レセプタクル１０の中心軸Ｃ１に対して約８５度以上、９５度以下の角度である。

[0056] 透光性部材８の端面８ｂに平面を形成する方法としては、ダイヤ砥粒を持つ研磨フィルム等による方法がある。また、透光性部材８の端面８ｂの面粗さは、光の反射量をできるだけ小さくするため、算術平均粗さ０.１マイクロメートル以下となることが望ましい。

[0057] 光ファイバ２と、フェルール３の貫通孔３ｂの小径部４ｂと、の間には、弾性部材４が隙間無く充填されている。これにより、光ファイバ２の周囲に

充填される弾性部材４の偏りが小さくなり、光レセプタクル１０が温度変化に晒された際に、弾性部材４の熱膨張係数と、光ファイバ２の熱膨張係数と、の間の差により光ファイバ２の折れやクラックが発生することを防止することができる。さらに、光ファイバ２のプラグフェルールと光学接続する側と反対側の端面２ａのフェルール３の貫通孔３ｂ内における直径方向の変動量が小さくなるため、発光素子や受光素子と光ファイバ２の端面とを位置合わせする際の時間が短縮される。ここで、小径部４ｂにおける弾性部材４の材料は、大径部４ａにおける弾性部材４の材料と異なってもよい。

[0058] 光ファイバ２と透光性部材８の端面８ａとの間には、弾性部材４が隙間なく充填されている。ここで、弾性部材４および透光性部材８のそれぞれは、光ファイバ２のコアの屈折率と略同じ屈折率を有していることが望ましい。ここでいう略同じ屈折率とは、１．４以上１．６以下程度である。光ファイバ２のコアの屈折率は、例えば約１．４６以上、１．４７以下程度である。弾性部材４の屈折率は、例えば約１．４以上、１．５以下程度である。透光性部材８の屈折率は、例えば約１．４以上、１．６以下程度である。これにより、透光性部材８と弾性部材４との間の境界面、および弾性部材４と光ファイバ２との間の境界面における光の反射を減少させることができ、光モジュールの結合効率が向上する。

[0059] 弾性部材４は、フェルール３の材料として用いられるセラミックスや光ファイバの材料として用いられる石英ガラスに比べて低い弾性率を有する。例えば、エポキシ系樹脂、アクリル系樹脂、シリコン系樹脂等が例示される。

[0060] 従来の光レセプタクルでは、前述の反射を減少させるため、光ファイバ２の端面２ａを鏡面状の平面となるように研磨加工を施すことが一般的であるが、本発明の態様によれば、光ファイバ２の端面２ａを同様に研磨加工を施さなくても、端面２ａにおける光の反射を減少させることができる。また、透光性部材８の固定強度を確保することができる。さらに、光レセプタクル１０の小型化を図ることができる。

[0061] なお、各部材の材料等、および光レセプタクル１０の他の構造は、図１お

よび図2に関して前述した通りである。

[0062] 図6は、本発明の第4の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

図6に表した光レセプタクル10aが備える部材は、第3の実施形態と同様である。大径部4aの底面41aは、光レセプタクル10の中心軸C1に対し略垂直である。透光性部材81の光ファイバ2と反対側の端面（第1の端面）81bのうちの少なくとも一部は、フェルール3の中心軸C2に対して一定の角度を持つ平面となるように研磨されている。これにより、透光性部材81と空気との間の境界面において光の反射を減少させることができ、結合効率が向上するという効果がある。また、発光素子から出射され、透光性部材81の端面81bにおいて反射した光が発光素子に戻ることを防止でき、発光素子を安定して動作させることができる。また、光ファイバ2の端面2aを斜めに加工しなくとも、光の反射を減少させることができる。ここでいう一定の角度とは、フェルール3の中心軸C2に対して90度の角度からみて例えば約4度以上、12度以下である。光レセプタクル10aの他の構造は、第3の実施形態と同様である。

[0063] 透光性部材81の光ファイバ2と反対側の端面81bは、ファイバスタブ5（フェルール3）のプラグフェルールと光学的接続される側とは反対側の端面（第2の端面）3aより突き出している。より具体的には、透光性部材81の端面81bは、フェルール3の端面3aよりも大径部4aの外側に突出している。これにより、透光性部材81の端面81aに研磨加工を施す際には透光性部材81のみを研磨することができ、効率的に光レセプタクル10aを生産することができる。

[0064] 図7は、本発明の第5の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

図7に表した光レセプタクル10bが備える部材は、第3の実施形態と同様である。フェルール3に形成された貫通孔3bの大径部4aが、フェルール3の中心軸C2に対して一定の角度を持つように形成されている。つまり

、大径部 4 a の中心軸 C 4 は、フェルール 3 の中心軸 C 2 に対して一定の角度で傾斜している。より具体的には、大径部 4 a の底面 4 1 a および大径部 4 a の側面 4 2 a は、フェルール 3 の中心軸 C 2 に対して一定の角度を持つように形成されている。透光性部材 8 は、略直方体（略立方体を含む）の形状を有する。

[0065] これにより、フェルール 3 の貫通孔 3 b の大径部 4 a 内に透光性部材 8 を配設する際に、予め光ファイバ 2 と反対側の端面 8 b のうちの少なくとも一部を平面となるように加工した透光性部材 8 を貫通孔 3 b の大径部 4 a にならうように配設するだけで、透光性部材 8 の端面 8 b をフェルール 3 の中心軸 C 2 に対して所定の角度を持つように配置することができ、光レセプタクル 10 b を効率よく生産することができる。また、光ファイバ 2 の端面 2 a および透光性部材 8 の端面 8 b を斜めに加工しなくとも、光の反射を減少させることができる。ここでいう所定の角度とは、フェルール 3 の中心軸 C 2 に対して 90 度の角度からみて例えば約 4 度以上、12 度以下である。

[0066] 図 8 は、本発明の第 6 の実施形態を示す光レセプタクルの模式断面図である。

図 8 に表した光レセプタクル 10 c は、図 7 に関して前述した光レセプタクル 10 b の透光性部材 8 がアイソレータ 8 2 に置き換えられた構造を有する。光レセプタクル 10 c の他の構造は、第 5 の実施形態と同様である。

[0067] アイソレータ 8 2 は、第 1 の偏光子 8 2 c と、第 2 の偏光子 8 2 d と、ファラデー回転子 8 2 e と、を有する。ファラデー回転子 8 2 e は、第 1 の偏光子 8 2 c と第 2 の偏光子 8 2 d との間に設けられている。ファラデー回転子 8 2 e は、例えばガーネットなどの材料を含む。これにより、発光素子から発射され光ファイバ 2 に入射する光、または光ファイバ 2 から出射され受光素子に入射する光を一方向にだけ通過させることができる。

[0068] アイソレータ 8 2 の光ファイバ 2 と反対側の端面 8 2 b には、AR (anti-reflective) コーティングが施されている。アイソレータ 8 2 の端面 8 2 b は、フェルール 3 の中心軸 C 2 に対して所定の角度を持つように配置されて

いる。これにより、アイソレータ 8 2 の端面 8 2 b において光が反射することを抑え、あるいは反射した光が発光素子に戻ることを防止し、発光素子を安定して動作させることができる。

[0069] 図 9 は、本発明の第 7 の実施形態を示す光レセプタクルの模式図である。

図 10 は、本実施形態のファイバスタブを表す模式斜視図である。

図 9 (a) は、本実施形態にかかる光レセプタクルを示す模式断面図である。図 9 (b) は、図 9 (a) に表した矢印 A 2 の方向にみたときの大径部を表す模式平面図である。

[0070] 図 9 (a) に表した光レセプタクル 10 d が備える部材は、第 3 の実施形態と同様である。フェルール 3 に形成された貫通孔 3 b の大径部 4 a は、フェルール 3 の中心軸 C 2 を通り、一定の幅を持ったスリットを含む。大径部 4 a (本実施形態ではスリット) の底面 4 1 a は、フェルール 3 の中心軸 C 2 に対して一定の角度を持つように形成されている。ここでいう一定の角度とは、フェルール 3 の中心軸 C 2 に対して 90 度の角度からみて例えば約 4 度以上、12 度以下である。透光性部材 8 は、略直方体 (略立方体を含む) の形状を有する。

[0071] これにより、フェルール 3 の貫通孔 3 b の大径部 4 a を容易に形成できるだけでなく、大径部 4 a の底面 4 1 a をフェルール 3 の中心軸 C 2 に対し一定の角度を持つように形成した際、その傾き方向を容易に視認することができるため、光レセプタクル 10 d と、発光素子または受光素子と、を精度よく組み立てることができる。

[0072] 以上、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明はこれらの記述に限定されるものではない。前述の実施の形態に関して、当業者が適宜設計変更を加えたものも、本発明の特徴を備えている限り、本発明の範囲に包含される。例えば、ファイバスタブ 5 などが備える各要素の形状、寸法、材質、配置などやフェルール 3 および光ファイバ 2 の設置形態などは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。

また、前述した各実施の形態が備える各要素は、技術的に可能な限りにお

いて組み合わせることができ、これらを組み合わせたものも本発明の特徴を含む限り本発明の範囲に包含される。

産業上の利用可能性

[0073] 本発明の態様によれば、光ファイバを全域に渡ってフェルールの貫通孔の小径部に配設することで光ファイバの折れと結合効率の低下を防ぎ、さらにフェルールの貫通孔内に充填された弾性部材の端面を平面とすることでファイバ端面の加工を行わなくても、反射による結合効率の低下を防ぎ、且つ経済的な生産を可能とする光レセプタクルが提供される。

符号の説明

- [0074] 1 光レセプタクル
 2 光ファイバ
 2 a 端面
 3 フェルール
 3 a 端面
 3 b 貫通孔
 4 弾性部材
 4 a 大径部
 4 b 小径部
 4 c テーパ部
 5 ファイバスタブ
 6 保持具
 7 スリーブ
 8 透光性部材
 8 a、8 b 端面
 10、10 a、10 b、10 c、10 d 光レセプタクル
 41 a、42 a 側面
 81 透光性部材
 81 a、81 b 端面

8 2 アイソレータ

8 2 b 端面

8 2 c 第 1 の偏光子

8 2 d 第 2 の偏光子

8 2 e ファラデー回転子

請求の範囲

- [請求項1] 光を導通するためのコアとクラッドを有する光ファイバと、前記光ファイバが固定される貫通孔を有するフェルールと、前記フェルールの貫通孔に前記光ファイバと共に充填される弾性部材と、を含むファイバスタブと、
- 前記ファイバスタブを保持する保持具と、
- を備え、
- 前記フェルールの貫通孔は、前記光ファイバが配設される小径部と、プラグフェルールと光学接続する側と反対側に設けられた大径部と、を有し、
- 前記光ファイバは、全域に渡って前記フェルールの貫通孔内の前記小径部に配設されており、
- 前記弾性部材は、前記コアと略同一の屈折率を有し、前記小径部とともに前記大径部にも充填されており、且つ前記プラグフェルールと光学接続する側と反対側の前記ファイバスタブの端面において、前記弾性部材の少なくとも一部が平面部となるように研磨されていることを特徴とする光レセプタクル。
- [請求項2] 前記ファイバスタブの前記プラグフェルールと光学的接続する側と反対側の端面において、前記弾性部材の平面部が、前記フェルールの端面よりも突出されていることを特徴とする請求項1記載の光レセプタクル。
- [請求項3] ファイバスタブであって、光を導通するコアを有する光ファイバと、前記光ファイバを固定する貫通孔を有するフェルールと、前記フェルールに固定された透光性部材と、前記光ファイバを前記フェルールに固定し前記透光性部材を前記フェルールに固定する弾性部材と、を有するファイバスタブと、
- 前記ファイバスタブを保持する保持具と、
- を備え、

前記貫通孔は、小径部と、前記小径部からみて前記ファイバスタブがプラグフェルールと光学接続する側とは反対側に設けられ前記小径部よりも大きい径を有する大径部と、を有し、

前記光ファイバの全体は、前記小径部に配設され、

前記弾性部材は、前記光ファイバと前記透光性部材との間に充填されたことを特徴とする光レセプタクル。

[請求項4] 前記弾性部材の屈折率は、前記コアの屈折率と略同じであることを特徴とする請求項3記載の光レセプタクル。

[請求項5] 前記透光性部材の屈折率は、前記コアの屈折率と略同じであることを特徴とする請求項3記載の光レセプタクル。

[請求項6] 前記透光性部材の第1の端面であって、前記ファイバスタブが前記プラグフェルールと光学接続する側とは反対側に設けられた第1の端面のうちの少なくとも一部は、平面を有することを特徴とする請求項3記載の光レセプタクル。

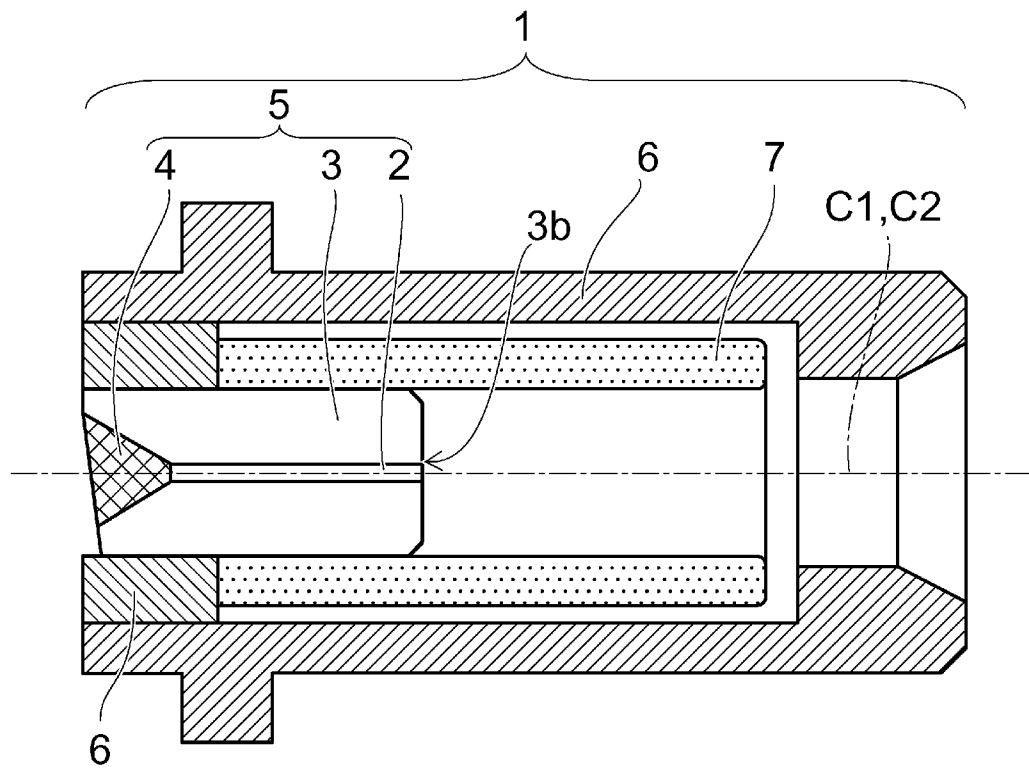
[請求項7] 前記平面は、前記フェールの中心軸に対して垂直な面に対して所定の角度で傾斜したことを特徴とする請求項6記載の光レセプタクル。

[請求項8] 前記第1の端面は、前記フェールの第2の端面であって、前記ファイバスタブが前記プラグフェルールと光学接続する側とは反対側に設けられた第2の端面よりも前記大径部の外側に突出したことを特徴とする請求項6記載の光レセプタクル。

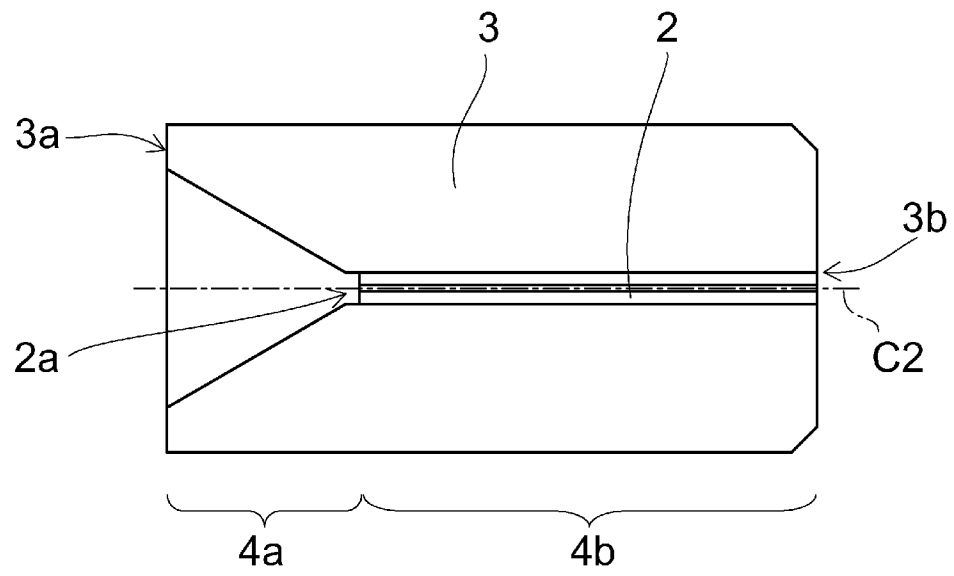
[請求項9] 前記大径部の中心軸は、前記フェールの中心軸に対して一定の角度で傾斜したことを特徴とする請求項3記載の光レセプタクル。

[請求項10] 前記大径部は、前記フェールの中心軸を通り一定の幅を有するスリットを含むことを特徴とする請求項3記載の光レセプタクル。

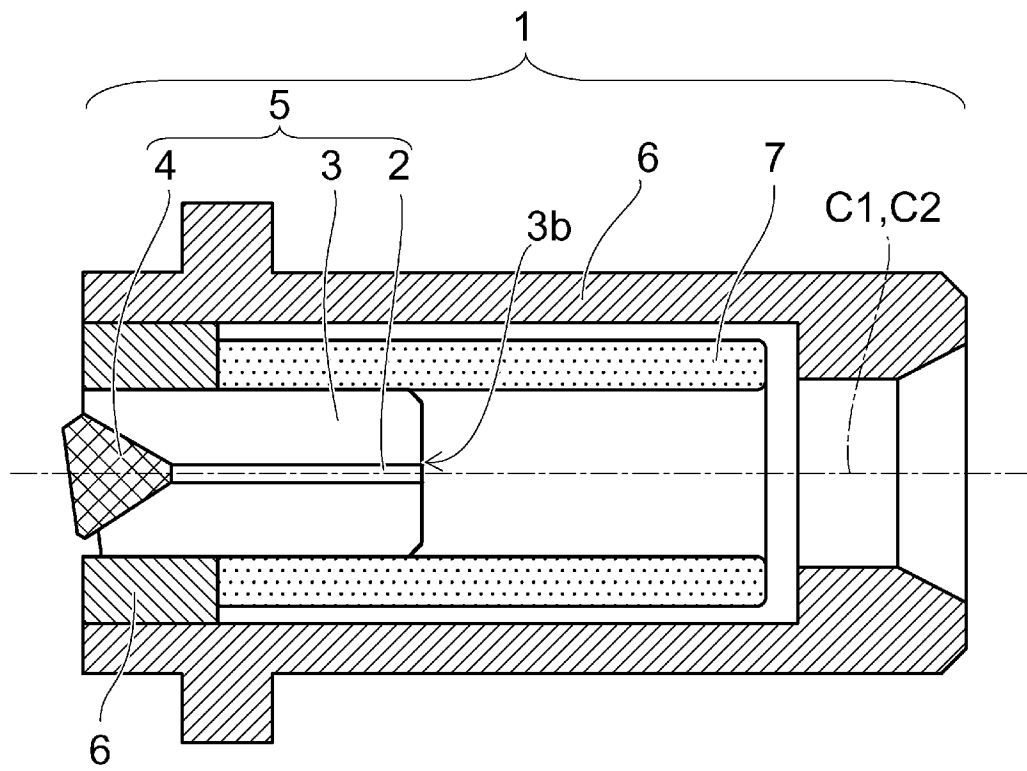
[図1]



[図2]

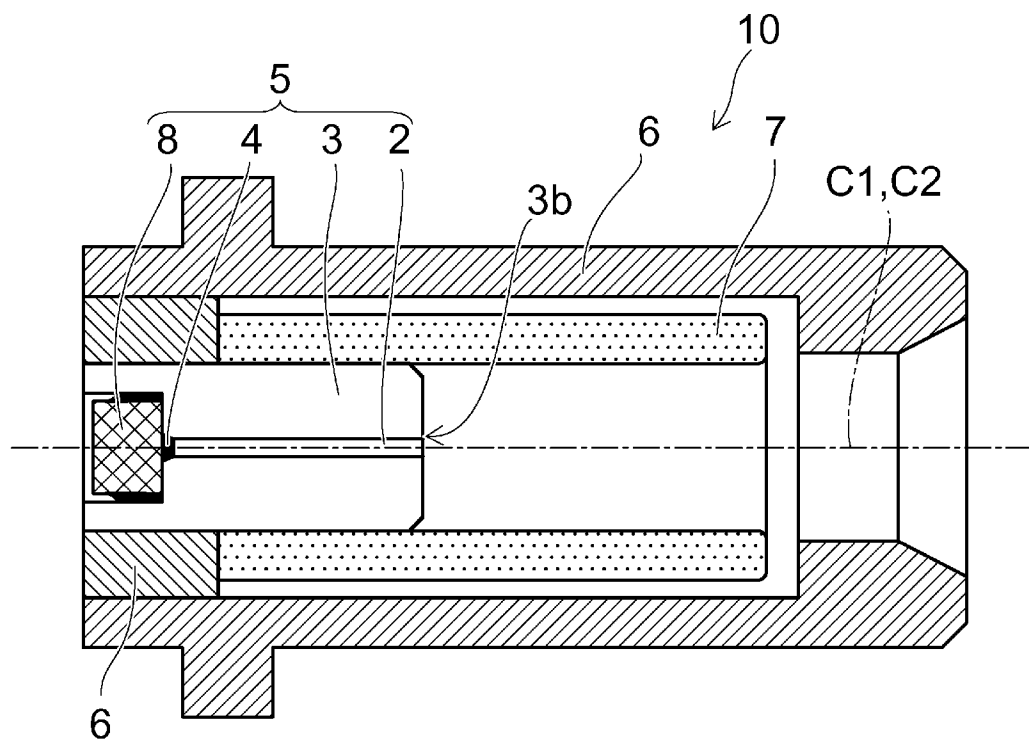


[図3]

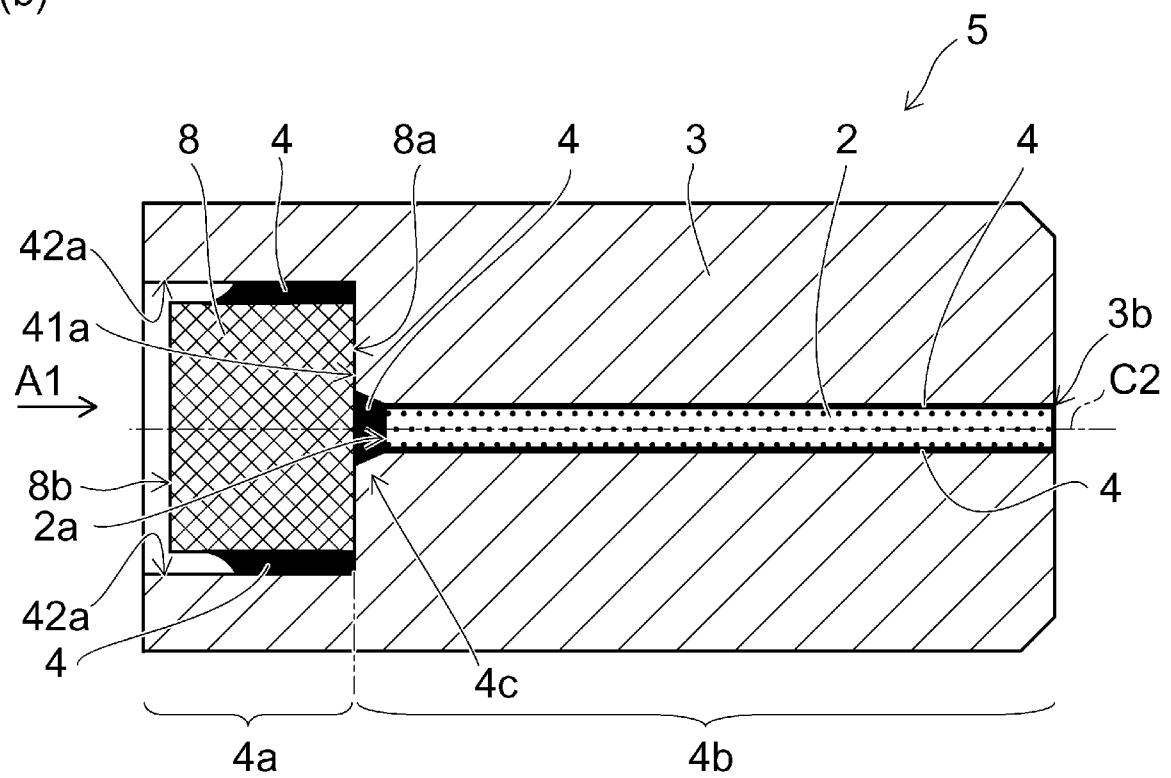


[図4]

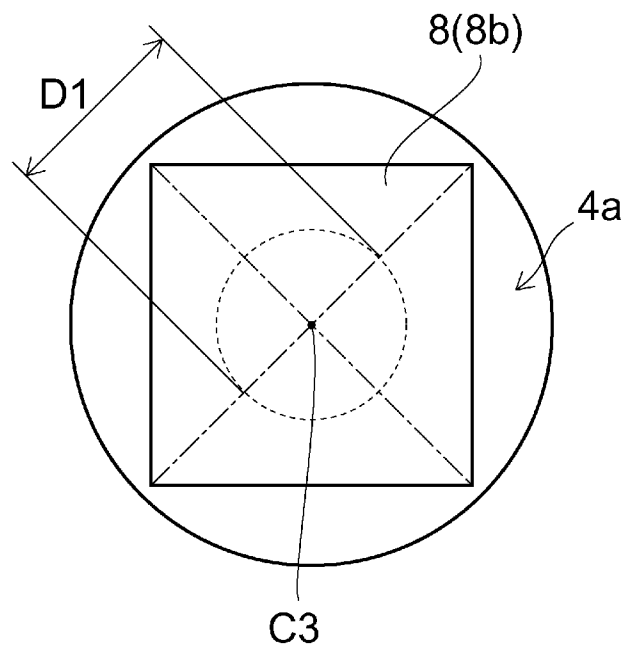
(a)



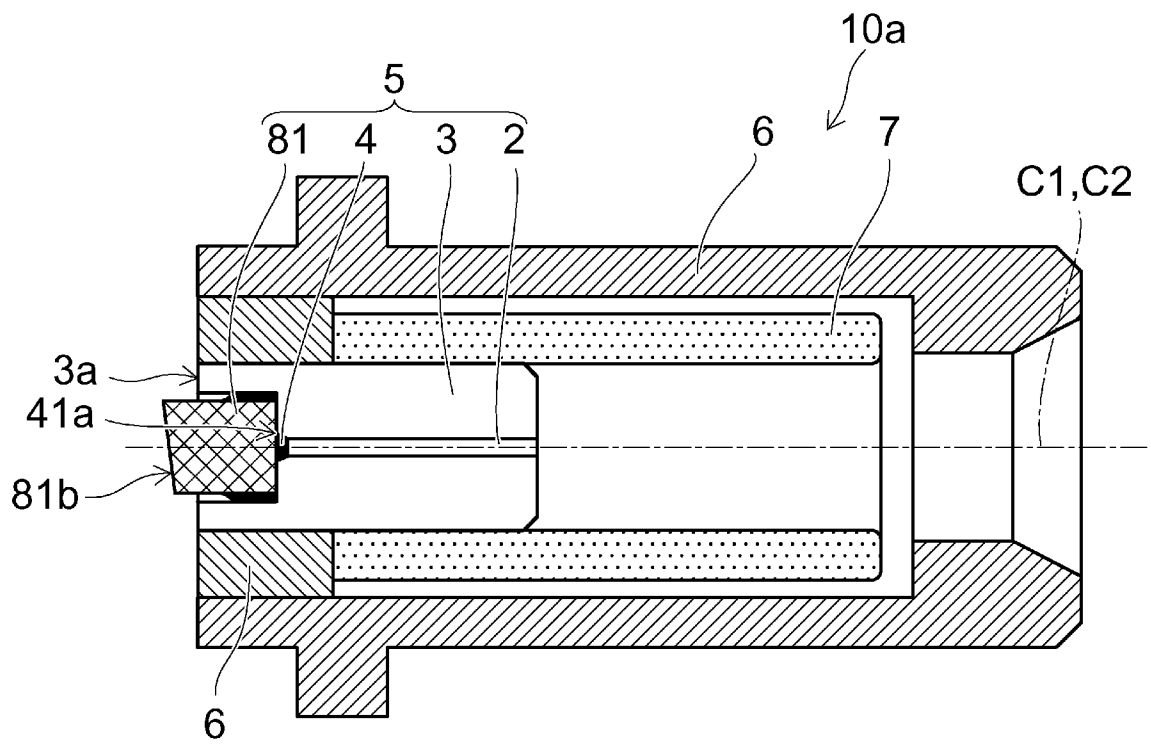
(b)



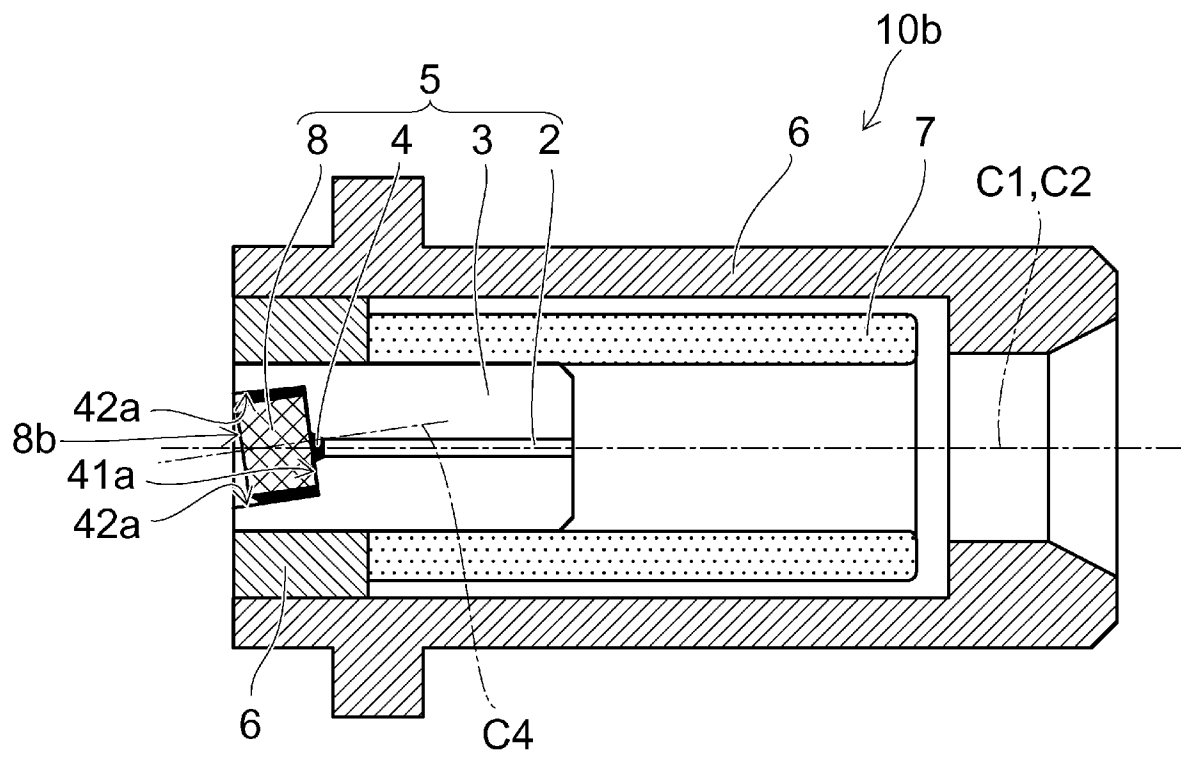
[図5]



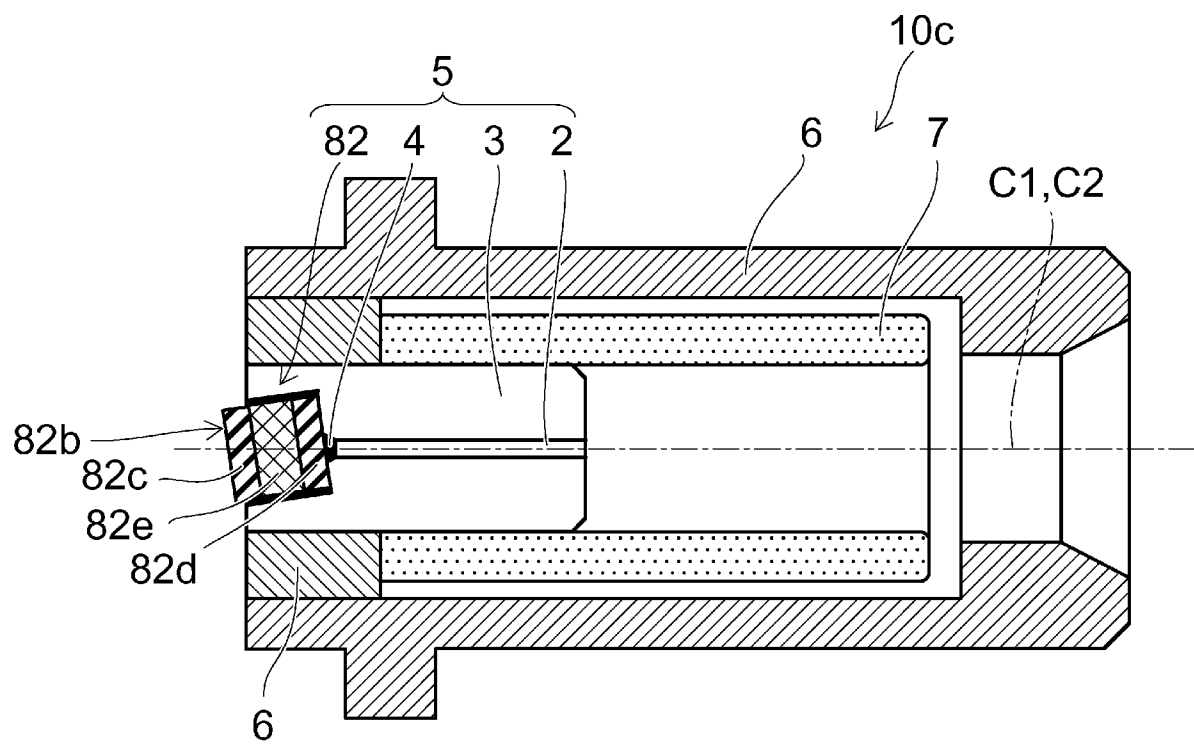
[図6]



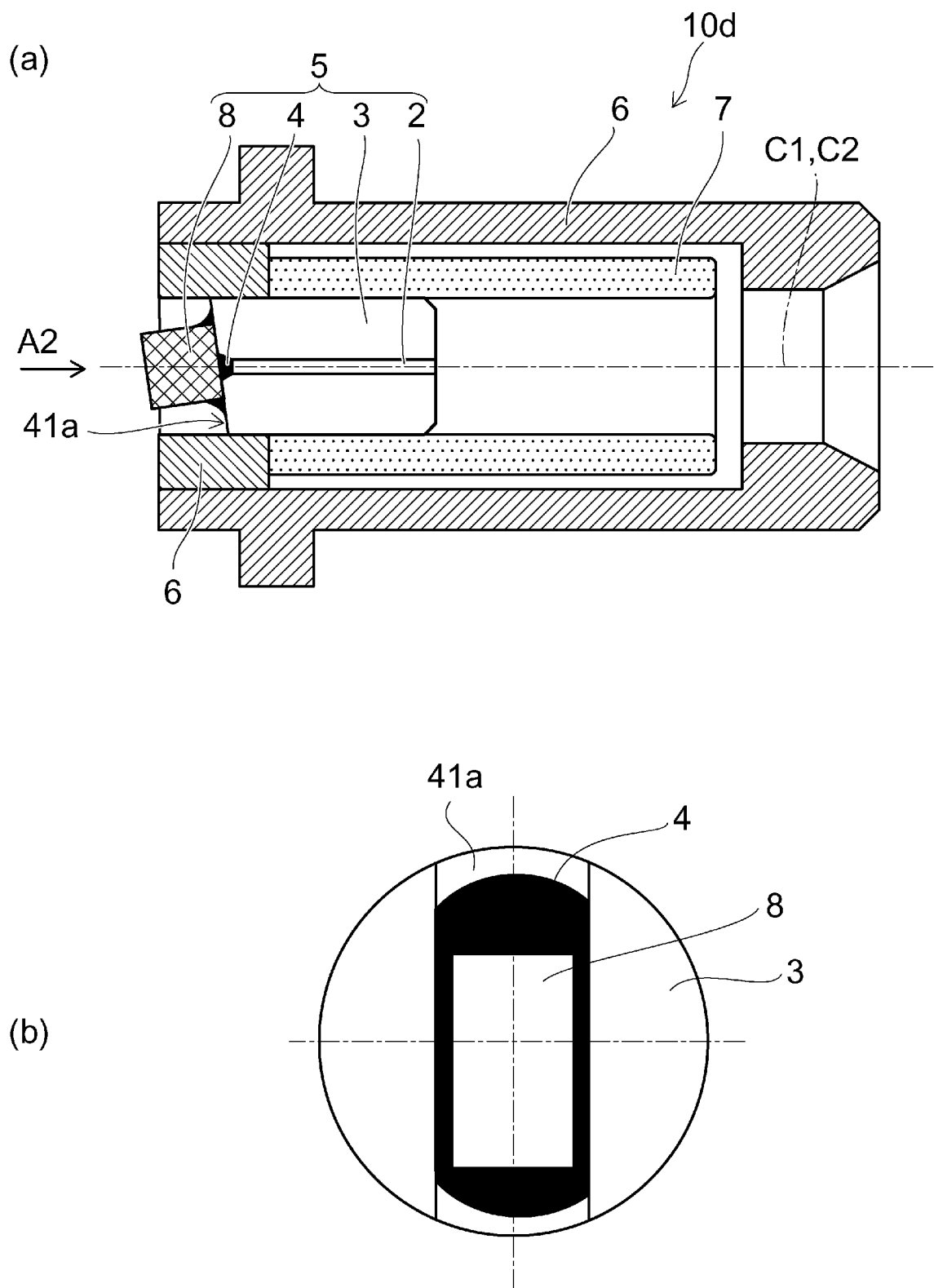
[図7]



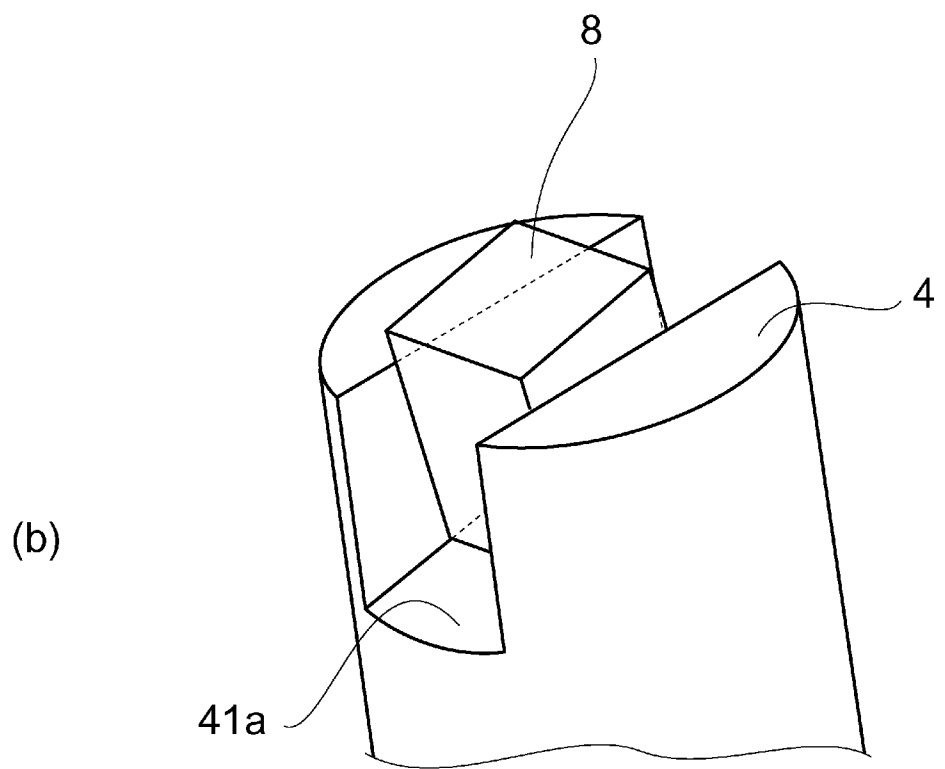
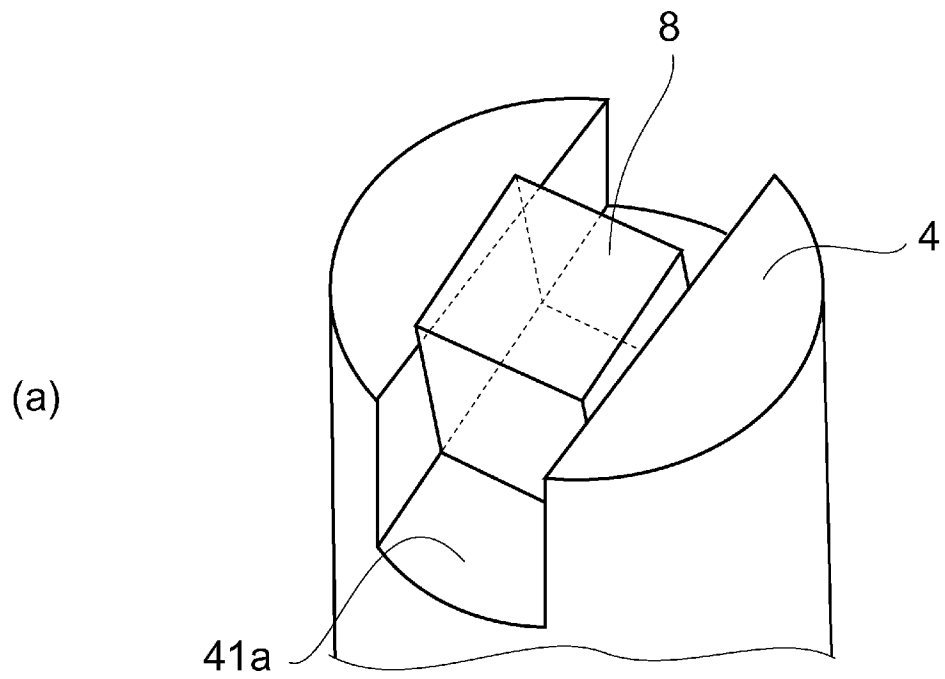
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/067264

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B6/42(2006.01)i, G02B6/38(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)

G02B6/42, G02B6/36-6/38

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

JSTPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2005-157147 A (Kyocera Corp.), 16 June 2005 (16.06.2005), paragraphs [0056] to [0068]; fig. 4, 5 (Family: none)	1, 2 3-10
Y	JP 2003-75679 A (Kyocera Corp.), 12 March 2003 (12.03.2003), paragraphs [0017] to [0019]; fig. 1(a), (b) (Family: none)	3-10
Y	JP 2006-30381 A (Adamant Kogyo Co., Ltd.), 02 February 2006 (02.02.2006), paragraph [0016]; fig. 1, 2 (Family: none)	10

☒ 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
03 September, 2014 (03.09.14)

Date of mailing of the international search report
16 September, 2014 (16.09.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/067264

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2007/0183723 A1 (T.Matsumoto et al.), 09 August 2007 (09.08.2007), entire text; all drawings & JP 2007-188071 A	1-10
A	JP 2006-119633 A (Kyocera Corp.), 11 May 2006 (11.05.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

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, G02B6/38(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. G02B6/42, G02B6/36-6/38

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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）

JSTPlus/JST7580(JDreamIII)

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
X	JP 2005-157147 A（京セラ株式会社）2005.06.16, 段落【0056】 - 【0068】 , 図 4, 5（ファミリーなし）	1, 2
Y		3-10
Y	JP 2003-75679 A（京セラ株式会社）2003.03.12, 段落【0017】 - 【0019】 , 図 1(a), (b)（ファミリーなし）	3-10

☒ 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 3 . 0 9 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 9 . 2 0 1 4

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

林 祥恵

2 X

4 0 8 5

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 2006-30381 A (アダマンド工業株式会社) 2006. 02. 02, 段落【0016】, 図 1, 2 (ファミリーなし)	10
A	US 2007/0183723 A1 (T. Matsumoto, et al.) 2007. 08. 09, 全文, 全図 & JP 2007-188071 A	1-10
A	JP 2006-119633 A (京セラ株式会社) 2006. 05. 11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10