

(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
2015年10月15日(15.10.2015)



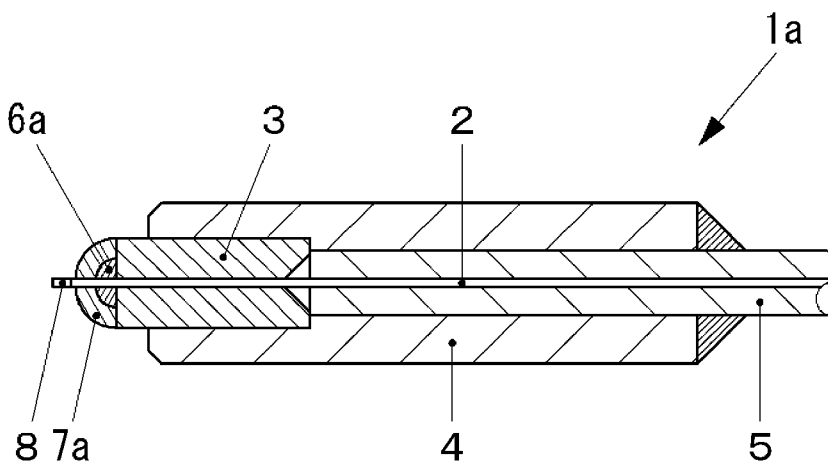
(10) 国際公開番号
WO 2015/155994 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/42 (2006.01) G02B 6/40 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/002015
- (22) 国際出願日: 2015年4月9日(09.04.2015)
- (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 2014-081344 2014年4月10日(10.04.2014) JP
- (71) 出願人: アダマンド株式会社 (ADAMANT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1238595 東京都足立区新田1丁目16番7号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 藤原 弘幸 (FUJIWARA, Hiroyuki); 〒1238595 東京都足立区新田1丁目16番7号アダマンド株式会社内 Tokyo (JP). 鳥居 薫 (TORII, Kaoru); 〒1238595 東京都足立区新田1丁目16番7号アダマンド株式会社内 Tokyo (JP). 佐々木勝 (SASAKI, Masaru); 〒1238595 東京都足立区新田1丁目16番7号アダマンド株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 細井 勇, 外 (HOSOI, Isamu et al.); 〒1040061 東京都中央区銀座8-19-3 銀座竹葉亭ビル8階 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, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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), ユーロパ (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 FIBER ASSEMBLY, OPTICAL COUPLING DEVICE, AND OPTICAL FIBER COUPLING DEVICE

(54) 発明の名称: 光ファイバアセンブリ及び光結合装置、光ファイバ結合装置



(57) Abstract: Provided are an optical fiber assembly, and an optical coupling device and optical fiber coupling device provided with the optical fiber assembly. In the optical fiber assembly, damage to a fixing material is prevented by preventing clad mode light from being incident on the fixing material, and the direct incidence on the fixing material of laser light emitted from a light-emitting element or an optical fiber is prevented to produce resistance against emitted light. At least an optical fiber and a capillary constitute the optical fiber assembly. The optical fiber is inserted into the capillary and one end of the optical fiber is extended from the capillary. The capillary and the outer circumference of the optical fiber are fixed using the fixing material. A ceramic material is disposed so as to be in contact around the entire outer circumference of the optical fiber and so as to have a predetermined contact length in the axial direction of the optical fiber. The position at which the ceramic material is disposed is set forward of the position of the fixing material as viewed from one end of the optical fiber.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2015/155994 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

固定材へのクラッドモード光の入射を防止して固定材の損傷を防止すると共に、更に発光素子又は光ファイバから出射されたレーザ光が直接、固定材に入射される事を防止して、出射光に対する耐性を備えた光ファイバアセンブリと、その光ファイバアセンブリを備えた光結合装置又は光ファイバ結合装置を提供する。光ファイバアセンブリを少なくとも光ファイバとキャピラリで構成し、キャピラリに光ファイバを挿入すると共に光ファイバの一端をキャピラリの外部に突出し、光ファイバの外周とキャピラリを固定材で固定し、更に光ファイバの外周の全周に亘って接触させると共に光ファイバの軸方向に所定の接触長を有してセラミックスを配置し、光ファイバの一端から見て固定材の位置よりも前方に、セラミックスの配置位置を設定する。

明 細 書

発明の名称：

光ファイバアセンブリ及び光結合装置、光ファイバ結合装置

技術分野

[0001] 本発明は、光ファイバアセンブリ及び光結合装置又は光ファイバ結合装置に関する。

背景技術

[0002] 微細な粒子を流体中に分散させ、その流体を細く流して個々の粒子を光学的に分析する手法として、フローサイトメトリー（flow cytometry）が開発されている。そのフローサイトメトリーの励起光源として、紫外線から赤外線範囲の波長帯域を有するレーザ光源が実用化されており、レーザ出力としては50mW以上のハイパワーレーザ光が用いられている。更に、このようなレーザ光源を備えた光結合装置、又は紫外線から赤外線範囲の波長帯域のレーザ光を伝搬する光ファイバ結合装置が開発されている。

[0003] 光結合装置は、レーザ光源として筐体内に収容された発光素子の光出射端面と、光ファイバの一端が、筐体内で互いに対向するように配置され、更に光ファイバの他端側が筐体外に引き出された構造を有している。発光素子としては、LD（Laser diode）、スーパーluminescent diode）、又はYAGレーザ等の固体レーザ等が用いられる。

[0004] 一方、光ファイバ結合装置は、フェルールを取り付けた光ファイバ同士を、互いに対向するように筒状のケース内部に両側から取り付け、光ファイバ同士が光学的に結合するように構成されている（例えば、特許文献1を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第3530757号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 従来の光結合装置では、発光素子からの出射光をレンズで収束して、光ファイバに光学的に結合させている。しかし、光ファイバの入射端部においてモードフィールド径（MFD：Mode Field Diameter）のミスマッチや、レンズの収差等に起因した、結合損失が発生する。この結合損失により収束された出射光の一部が光ファイバのクラッドに漏れたり、コアの開口数（NA）よりも大きなNAを有する出射光がコアに入射されて出射光の一部がクラッドへと漏れてしまう。このクラッドへの出射光の漏れにより、クラッド層を伝搬するレーザ光（クラッドモード光）が生じてしまう。

[0007] また光ファイバ結合装置でも、クラッドモード光が生じてしまう。光ファイバ結合装置におけるクラッドモード光の発生原因としては、対向配置される各光ファイバの端部間の調軸不一致、即ち各光ファイバ同士の光軸が一致しないことによる。

[0008] 光結合装置又は光ファイバ結合装置でクラッドモード光が発生しても、クラッドの外周が空気と接する光ファイバ外周部では、空気の屈折率がクラッド材の屈折率よりも小さい。従って、クラッドモード光がクラッド外周面に入射する角度が臨界角より大きい場合は、クラッドモード光は光ファイバ内に閉じ込められる。しかしクラッド外周が、クラッド材の屈折率以上の屈折率を有する固定材（例えば、接着剤や低融点ガラス、又は半田等）で固定されていると、クラッドから固定材へとクラッドモード光が漏れてしまう。前記のようなレーザ出力が50mW以上のハイパワーなレーザ光がクラッドモード光として固定材に漏れると、クラッドモード光が固定材に吸収されて固定材が高温となり、固定材を溶解又は燃やして損傷させてしまうという問題があった。

[0009] また更なる問題として、発光素子から出射された50mW以上のハイパワーなレーザ光が直接、固定材に入射される事が挙げられる。光ファイバとキ

キャピラリ等が固定材で固定され、更にその固定材が光ファイバの入射端部側に配置されている光結合装置を例に取り説明すると共に、図18にそのような光結合装置におけるレーザ光の入射状態を概念図で示す。図18より光結合装置100では、図示しないレンズの収差や、図示しない発光素子と光ファイバ101の入射端部との調軸不一致、又はレンズと光ファイバ101の入射端部との調軸不一致等により、発光素子から出射されたハイパワーなレーザ光が直接、固定材102に入射される虞がある。そしてこのようなレーザ光が直接、固定材102に入射されると、固定材102が加熱されて損傷してしまうという問題があった。

[0010] 本発明は、上記事情に照らしてなされたものであり、固定材へのクラッドモード光の入射を防止し、固定材の損傷を防止可能な光ファイバアセンブリと、その光ファイバアセンブリを備えた光結合装置又は光ファイバ結合装置の提供を課題とする。

[0011] 更に本発明は上記課題に加えて、発光素子又は光ファイバから出射されたレーザ光が直接、固定材に入射される事を防止して、発光素子又は光ファイバからの出射光に対する耐性を備えた光ファイバアセンブリと、その光ファイバアセンブリを備えた光結合装置又は光ファイバ結合装置の提供も課題とする。

課題を解決するための手段

[0012] 前記課題は、以下の本発明により達成される。即ち、

(1) 本発明の光ファイバアセンブリは、少なくとも光ファイバ及びこの光ファイバを挿入する貫通孔を有するキャピラリで構成され、更に光ファイバが、コアと、コアの屈折率よりも小さい屈折率を有してコアの周りを包囲するクラッドで構成され、キャピラリの貫通孔に光ファイバが挿入され、更に光ファイバの一端がキャピラリの外部に突出されており、光ファイバの外周とキャピラリとが固定材で固定され、更に光ファイバの外周の全周に亘って接触されると共に光ファイバの軸方向に所定の接触長を有してセラミックスが配置され、光ファイバの一端から見て、光ファイバ外周と接触される固

定材の位置よりも前方に、セラミックスの配置位置が設定されていることを特徴とする。

[0013] (2) 本発明の光ファイバアセンブリの一実施形態は、セラミックスに入射された光が散乱されると共に、セラミックスの屈折率がクラッドの屈折率以上に設定されていることが好ましい。

[0014] (3) 本発明の光ファイバアセンブリの他の実施形態は、接触長が0.3 mm以上であることが好ましい。

[0015] (4) 本発明の光ファイバアセンブリの他の実施形態は、光ファイバの一端側の貫通孔の端部に固定材が配置され、更に固定材がセラミックスで覆われていることが好ましい。

[0016] (5) また、本発明の光結合装置は、前記(1)～(4)の何れかに記載の光ファイバアセンブリと発光素子で少なくとも構成され、発光素子に対向して一端が配置されていることを特徴とする。

[0017] (6) また、本発明の光ファイバ結合装置は、前記(1)～(4)の何れかに記載の光ファイバアセンブリを複数備えて構成され、各光ファイバの一端が対向配置されていることを特徴とする。

発明の効果

[0018] 請求項1、5、6記載の発明(即ち、前記(1)、(5)、(6)の発明)に依れば、クラッドモード光を散乱し、光ファイバの軸方向の散乱光を除去することで、固定材へのクラッドモード光の入射が防止され、固定材の損傷が防止可能となる。

[0019] 更に、請求項2記載の発明(即ち、前記(2)の発明)に依れば、請求項1、5、6記載の発明が有する効果に加えて、セラミックスの屈折率をクラッドの屈折率以上に設定することで、セラミックスにクラッドモード光を入射させることを許容した上で散乱させ、光ファイバの軸方向の散乱光を除去して固定材に入射させない構成としている。従って、より確実に固定材の損傷を防止することが出来る。

[0020] 更に、請求項3記載の発明(即ち、前記(3)の発明)に依れば、前記各

請求項記載の発明が有する効果に加えて、クラッドモード光の固定材への漏れを防止するために必要となる、光ファイバ外周に対するセラミックスの接触長が0.3mm以上であることを見出した。従って、クラッドモード光をより確実に散乱して光ファイバの軸方向の散乱光を除去し、より確実に固定材の損傷を防止することが可能となる。

[0021] 更に、請求項4記載の発明（即ち、前記（4）の発明）に依れば、前記各請求項記載の発明が有する効果に加えて、結合漏れした発光素子又は光ファイバからの出射光をセラミックス表面で拡散反射することで、出射光が固定材に直接入射される事を防止し、発光素子又は光ファイバからの出射光に対する耐性を備えて、固定材の損傷を防止可能としている。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の第1の実施形態に係る光ファイバアセンブリの構成を示す模式図である。

[図2]本発明の第1の実施形態に係る光ファイバアセンブリの構成を模式的に示す断面図である。

[図3]本発明の第1の実施形態に係る光ファイバアセンブリにおける、光ファイバ一端側付近の拡大部分断面図である。

[図4]本発明の第1の実施形態に係る光ファイバアセンブリを使用した、光結合装置の模式図である。

[図5]第1の実施形態の光ファイバアセンブリにおける、光ファイバ一端側付近の拡大断面と、クラッドモード光の散乱状態を示す模式図である。

[図6]本発明の第1の実施形態に係る光ファイバアセンブリを使用した、光ファイバ結合装置の一例を示す断面図である。

[図7]本発明の第2の実施形態に係る光ファイバアセンブリの構成を示す模式図である。

[図8]本発明の第2の実施形態に係る光ファイバアセンブリの構成を模式的に示す断面図である。

[図9]本発明の第2の実施形態に係る光ファイバアセンブリにおける、光ファ

イバー端側付近の拡大断面図である。

[図10]本発明の第2の実施形態に係る光ファイバアセンブリを使用した、光結合装置の模式図である。

[図11]第2の実施形態の光ファイバアセンブリにおける、光ファイバー端側付近の拡大断面と、クラッドモード光の散乱状態を示す模式図である。

[図12]本発明の第2の実施形態に係る光ファイバアセンブリを使用した、光ファイバ結合装置の一例を示す断面図である。

[図13]本発明に係る光ファイバアセンブリに備えられる偏波保持ファイバを光軸と垂直な面で切断したときの断面図である。

[図14]実施例における、アルミナの状態を示す写真である。

[図15]比較例における、クラッドモード光が入射された低融点ガラスの拡大写真である。

[図16]比較例における、レーザ光の直接照射前の低融点ガラスの表面状態を示す写真である。

[図17]比較例における、レーザ光の直接照射後の低融点ガラスの表面状態を示す写真である。

[図18]光結合装置において、レーザ光が直接、固定材に入射される状態を示す概念図である。

発明を実施するための形態

[0023] <第1の実施形態>

以下に、本発明に係る光ファイバアセンブリの第1の実施形態について、図1から図3を参照しながら説明する。図1は、本発明の第1の実施形態に係る光ファイバアセンブリ1aの構成を示す模式図であり、図2は光ファイバアセンブリ1aの構成を模式的に示す断面図であり、図3は光ファイバアセンブリ1aにおける、光ファイバ2の一端側付近の拡大断面図である。なお、図2及び図3では見易さを優先し、後述する光ファイバ2とエンドキャップ8のハッチングを省略している。

[0024] 光ファイバアセンブリ1aは少なくとも光ファイバ2とキャピラリ3で構

成され、更にキャピラリ3の端部を若干突出させて保持するフェルール4とで、主要部が構成される。

[0025] 光ファイバ2は、入射端部である一端から所定長さ分だけ被覆5が除去されて素線が露出した素線部分（ストリップ部分）となっている。そのストリップ部分がキャピラリ3に挿入される。光ファイバ2は、コアと、そのコアの屈折率よりも小さい屈折率を有してコアの周りを包囲するクラッドで構成され、シングルモード型ファイバやマルチモード型ファイバ、又は偏波保持ファイバが使用される。

[0026] シングルモード型ファイバは、石英材で構成された光ファイバを使用する。クラッドの屈折率は、一例として587.56nmの波長で1.4585、1060.00nmの波長で1.4498、1500.00nmの波長で1.4447とし、クラッドの屈折率はコアの屈折率よりも小さく設定される。

[0027] マルチモード型ファイバとしては、石英材で構成された屈折率分布型やステップインデックス型の光ファイバを使用する。なお本発明では、コアとそのコアの屈折率よりも小さい屈折率を有してコアの周りを包囲するクラッドで構成される光ファイバに、屈折率分布型のマルチモード型ファイバも含むものとする。

[0028] また偏波保持ファイバは、直線偏光状態を保持しつつ光を伝搬することの可能な光ファイバ（いわゆるPMF；Polarization Maintaining Fiber）である。更に、図13で示すようにその素線16内部の一例は、石英材で構成されて大きい屈折率であるコア16aと、このコア16aの周囲に同心円状に形成された比較的小さい屈折率で、コア16aよりも小さい屈折率の石英材で構成されたクラッド16bと、クラッド16b内に設けられた2つの応力付与部16cとから構成されている。

[0029] 応力付与部16cは、クラッド16b内でコア16aを中心に対称配置されており、その断面は円形である。また、その屈折率はクラッド16bよりも更に小さい。応力付与部16cには、クラッド16bよりも熱膨張係数の

大きい材料が用いられており、特に $B_2O_3-SiO_2$ ガラスが利用される。

[0030] PMFには、図13に示した様なパンダ型以外の光ファイバも使用可能であり、例えば楕円型コアを有するPMFや、圧縮楕円型のPMF、又はパンダ型を含むボウタイのPMFも使用可能である。

[0031] キャピラリ3はその中心部に、長手方向に対し平行に貫通孔が形成され、円筒状に形成されている。更にその貫通孔に光ファイバ2が挿入され、光ファイバ2の一端をキャピラリ3の外部に突出して、光ファイバ2の一端を保持している。

[0032] キャピラリ3の材料としては、ジルコニア、アルミナ等の酸化物セラミック材、その他として炭化珪素、窒化珪素、窒化アルミニウム等の非酸化物セラミック材や、ほう珪酸ガラス、結晶化ガラス等のガラス材、並びにプラスチック材、及びその他の金属材等が挙げられる。

[0033] これら材料の中でも特にジルコニアは広く使われており、また微細孔を高精度に加工することができ、且つ熱的環境変化に強く、更にエポキシ系接着剤を介して光ファイバ2に接着すると、その接着力が強いことから、キャピラリ3の材料として最も好ましい。

[0034] 光ファイバ2を挿入したキャピラリ3並びに被覆5が、スリーブ4の孔部に挿入される。キャピラリ3と被覆5の外径寸法は異なるため、スリーブ4の孔部の内周面には、キャピラリ3挿入用と被覆5挿入用の段差部が設けられている。なおスリーブ4の外形は、円筒状に形成されている。

[0035] 前記貫通孔に挿入された光ファイバ2の外周と、キャピラリ3が、固定材6aで固定される。光ファイバ2の外周とキャピラリ3との固定は、図2に示すように光ファイバ2の一端側の貫通孔の端部に固定材6aを配置して固定するか、後述する図8に示すように光ファイバ2の他端側の貫通孔の端部に固定材6bを配置して固定するか、又は貫通孔の内径と光ファイバ2の外周との隙間に固定材を配置して固定するか、或いはこれらを組み合わせて固定すれば良い。光ファイバアセンブリ1aでは、図2に示すように光ファイバ2の一端側の貫通孔の端部に固定材6aが配置される場合を例に取り説明

する。固定材6 aには、接着剤、低融点ガラス、半田等を用いる。なお本発明では、紫外線から赤外線範囲の波長帯域における屈折率で、光ファイバ2のクラッド材の屈折率よりも大きい固定材を用いても良い。固定材を屈折率に関係なく幅広く選択することが可能となり、光ファイバアセンブリ1 aの設計や製造の容易化を図ることが可能となる。

[0036] 接着剤としては、エポキシ系接着剤（エポキシ樹脂系接着剤）や、UV系接着剤等の光硬化接着剤、無機接着剤（特に金属アルコキシドをバインダとした接着剤）等を用いることが出来る。しかしキャピラリ3の貫通孔への充填性、接着力（接着強度）、耐熱的環境特性、硬化特性等を考慮すると、特にエポキシ系接着剤が好ましい。なお接着剤にはフィラー（充填剤）を混入しても構わない。

[0037] また低融点ガラスとしては、 7×10^{-6} ($^{\circ}\text{C}$) の熱膨張係数を持つPbO-B₂O₃系低融点ガラス、或いは無鉛低融点ガラスを用いれば良い。

[0038] また半田には、Au-Sn、Au-Ge、In-Pb-Ag等の接合材を用い、Ti-Pt-Auのスパッタリング膜を付けておき、Ni-Auのめっきを施した光ファイバ2及びキャピラリ3に接合材を固定すれば良い。

[0039] 前述のように、光ファイバ2の一端側の貫通孔の端部に固定材6 aが配置されると共に、更に固定材6 aの表面露出部分がセラミックス7 aで覆われる。セラミックス7 aは、光ファイバ2の外周の全周に亘って接触するように設けられると共に、図3に示すように光ファイバ2の軸方向に所定の接触長Lを有して配置される。従って、光ファイバ2の一端から見て、光ファイバ2の外周と接触される固定材6 aの位置よりも前方に、セラミックス7 aの配置位置が設定されることとなる。

[0040] セラミックス7 aは、紫外線から赤外線範囲（200nm以上6000nm以下の範囲）の波長帯域において、光ファイバ2のクラッド（特にクラッド外周部）の屈折率以上に設定された屈折率を有する。更に、セラミックス7 a内部に入射する光を散乱及び除去する特性を有するセラミックス材料を全て網羅するものと定義する。具体的にはアルミナ、ジルコニア、グレーア

ルミナ、チタニア、アルミナチタニアなどが挙げられる。具体的なセラミックス7aの屈折率の一例としては、1.76~1.77が挙げられる。従って、光ファイバ2の一端からクラッドモード光が入射した場合、セラミックス7aがクラッド以上の屈折率を有するので、セラミックス7a内部にクラッドモード光が入射することを、本発明では許容する。

[0041] 図3に示すセラミックス7aと光ファイバ2外周との接触長Lは、任意に設定すれば良いが、0.3mm以上に設定することが特に好ましい。その理由は、セラミックス7a内部に入射したクラッドモード光を散乱させ、散乱したクラッドモード光をセラミックス7a内部で減衰させ、光ファイバ2の軸方向においてセラミックス7a外部に伝搬するクラッドモード光を除去して、セラミックス7aよりも後部に配置される固定材6aへの漏れ入射をより確実に防止するためである。なお、セラミックス7a内部においてクラッドモード光の散乱が生じない部分まで接触長Lを延長する必要は無く、固定材6aへのクラッドモード光の漏れを防止可能な程度としては、接触長Lは0.5mmから1.0mm程度がより実用的である。

[0042] セラミックス7aの塗布は、常温域（5℃以上35℃以下）でペースト状のセラミック材基材の接着剤を固定材6a上に塗布し、その後100℃で加熱して硬化させることで、固定材6aをセラミックス7aで覆うこととする。

[0043] 更に本実施形態では、光ファイバ2の一端側の端面にエンドキャップ8を固定している。エンドキャップ8は、単一屈折率を有するコアレス構造の非ドープ石英材料から構成されると共に、その屈折率は光ファイバ2のコアの屈折率と等価に設定される。また外形は円柱状に形成され、光ファイバ2と同一径に設定される。光ファイバ2とエンドキャップ8とはそれぞれの端部で融着固定される。

[0044] 更にエンドキャップ8の端部は図3に示すように、光ファイバ2の光軸に垂直な平面に対して角度 θ （4度から8度）に研磨され、傾斜状に形成されている。その端面には光学研磨処理が施されると共に、AR（Anti-R

reflection) コートが施され、端面からのフレネル反射が抑制されて結合損失が少ない光ファイバアセンブリ 1 a が実現される。

[0045] なおエンドキャップ 8 の代わりに、大きなコアのマルチモード型ファイバを使用して良い。

[0046] 以上の光ファイバアセンブリ 1 a を使用した、光結合装置 1 1 の模式図を図 4 に示す。図 4 では、光ファイバアセンブリ 1 a は断面図で示している。但し見易さを優先して、光ファイバ 2 とエンドキャップ 8 のハッチングは省略している。図 4 に示すように光結合装置 1 1 は、少なくとも光ファイバアセンブリ 1 a と発光素子 1 0 で構成され、発光素子 1 0 に対向して光ファイバ 2 の一端及びエンドキャップ 8 の端面が配置される。更に図 4 では、光ファイバ 2 の一端側にレンズ 9 を配置し、一端側の端面をレンズ 9 に対向して配置した光結合装置 1 1 を例示している。

[0047] レンズ 9 (一例は図示のような凸レンズ) は、発光素子 1 1 から発振されたレーザ光を光学面で収束させ、エンドキャップ 8 の端面 (又はエンドキャップ 8 が無い場合は、光ファイバ 2 の一端) に焦点を結ぶ。更に焦点は、エンドキャップ 8 の端面の略中心上 (エンドキャップ 8 が無い場合は、光ファイバ 2 の光軸上) に設定される。

[0048] 一方、発光素子 1 0 は、紫外線から赤外線範囲の波長帯域を有すると共に、レーザ出力としては 5 0 mW 以上のハイパワーなレーザ光を発振する光源であり、LD、スーパーluminescentダイオード、又は YAG レーザ等の固体レーザ等が用いられる。

[0049] 発光素子 1 0 を図示しない筐体内部に収納し、レンズ 9 によるレーザ光の焦点位置に、エンドキャップ 8 の端面中心を高精度に位置決めし、更に筐体内部に、図示しない支持部品で光ファイバアセンブリ 1 a を固定することで、光結合装置 1 1 が作製される。

[0050] 図 5 は、光ファイバアセンブリ 1 a における、光ファイバ 2 の一端側付近の拡大断面と、発光素子 1 0 から出射されたレーザ光の少なくとも一部が光ファイバ 2 内でクラッドモード光として伝搬し、そのクラッドモード光がセ

ラミックス7 a内部で散乱する状態を幾何的に示す模式図である。なお、クラッドモード光の散乱状態の見易さの確保のため、キャピラリ3以外の各部のハッチングは省略している。

[0051] まず発光素子10より、紫外線から赤外線範囲の波長帯域のレーザ光が出射される。出射されたレーザ光は、レンズ9で収束されてエンドキャップ8端面に入射し、更に光ファイバ2に入射される。理想的な場合は、発光素子10から出射されるレーザ光に対するレンズ9の位置決めや、レンズ9とエンドキャップ8端面間の位置決めが正確に行われているため、エンドキャップ8の端面中心に収束光が入射される。レンズ9からの収束光がエンドキャップ8に入射されると、エンドキャップ8内部をレーザ光が伝搬して行き、光ファイバ2の一端に所定内の開口数NAで入射され、コア2 a内部を臨界角以下で全反射しながら伝搬して行く。

[0052] しかし、レンズ9で収差が発生したり、発光素子10とレンズ9間の位置決めやレンズ9とエンドキャップ8端面間の位置決め（調軸）が不正確な場合は、その程度に応じて図5に示すようにエンドキャップ8の端面でレーザ光が屈折し、入射角度を変えて内部を伝搬し、光ファイバ2に入射する。エンドキャップ8に入射したレーザ光は、エンドキャップ8内部で緩やかに屈折しながら光ファイバ2へと入射されて、MFDのミスマッチが生じたレーザ光やコア2 aの開口数NAよりも大きなNAを有するレーザ光が光ファイバ2に入射され、クラッドモード光が発生する。

[0053] 図5に示すように、空気と接するクラッド2 b外周では、空気の屈折率（約1.00）がクラッド2 bの屈折率（前記より約1.47）よりも小さいため、クラッドモード光がクラッド外周面に入射する角度が臨界角より大きい場合は、クラッドモード光は光ファイバ2内に閉じ込められる。しかしクラッド2 b外周がセラミックス7 aと接触する部分まで伝搬していくと、セラミックス7 aの屈折率はクラッド2 bの屈折率以上に設定されているため、クラッドモード光は固定材6 aよりも前方に配置されたセラミックス7 a内部に入射する。

- [0054] セラミックス7 a内部に入射したクラッドモード光は、セラミックス7 a内部で散乱し、更に散乱したクラッドモード光はセラミックス7 a内部で減衰される。光ファイバ2の一端から見て、固定材6 aの位置よりも前方にセラミックス7 aが配置されているため、クラッドモード光はセラミックス7 a内部で散乱、減衰される。更に、セラミックス7 aは光ファイバ2の軸方向に所定の接触長L分だけ接触しているため、クラッドモード光はセラミックス7 a内部で減衰されながら、光ファイバ2の軸方向において徐々に減衰されて行く。以上により、光ファイバ2の軸方向において、セラミックス7 a外部に伝搬するクラッドモード光が散乱され、光ファイバ2の軸方向の散乱光が除去されて、固定材6 aへのクラッドモード光の入射が防止され、固定材6 aの損傷が防止可能となる。
- [0055] 更に、セラミックス7 aの屈折率をクラッド2 bの屈折率以上に設定することで、セラミックス7 aにクラッドモード光を入射させることを許容した上で散乱させ、光ファイバ2の軸方向の散乱光を除去して固定材6 aに入射させない構成としている。従って、より確実に固定材6 aの損傷を防止することが出来る。
- [0056] 接触長Lは、クラッドモード光の固定材6 aへの漏れ防止との効果が得られる範囲で所定長さに設定すれば良い。本出願人は、特に、固定材6 aへのクラッドモード光の漏れを完全に防止する長さとして、0.3 mm以上が必要であることを検証により見出した。従って、接触長Lを0.3 mm以上に設定することにより、クラッドモード光をより確実に散乱して、光ファイバ2の軸方向の散乱光を除去し、より確実に固定材6 aの損傷を防止することが可能となる。
- [0057] 更に、光ファイバアセンブリ1 aでは、セラミックス7 aが固定材6 aの前方に配置されるように、固定材6 aの露出部分をセラミックス7 aで覆っている。従って、レンズ9の収差や、発光素子10と光ファイバ2の入射端部（又はエンドキャップ8端面）との調軸不一致、又はレンズ9と光ファイバ2の入射端部（又はエンドキャップ8端面）との調軸不一致等により、発

光素子 10 から出射されたハイパワーなレーザ光が直接、固定材 6 a 方向に出射されても、そのレーザ光はセラミックス 7 a 表面で拡散反射され、固定材 6 a には入射されない。従って、結合漏れした発光素子 10 からの出射光を拡散反射することで、出射光が固定材 6 a に直接入射される事が防止され、発光素子 10 からの出射光に対する耐性を備えて、固定材 6 a の損傷が防止可能となる。

[0058] また図 6 に示すように、光ファイバアセンブリ 1 a を複数、各光ファイバ 2 の一端が対向するように、複数の円筒状のケース 1 2 内に配置して備えることで、光ファイバ結合装置 1 3 を構成しても良い。なお、光結合装置 1 1 と同一箇所には同一番号を付し、重複する説明は省略又は簡略化する。図 6 では光ファイバ結合装置の一例として、光ファイバ 2 同士のコア軸が同一直線上に配置されると共に、対向配置された各光ファイバ 2 の一端同士が互いに接触するように構成された光ファイバ結合装置 1 3 を図示している。なお図 6 でも、見易さを優先して、光ファイバ 2 とエンドキャップ 8 のハッチングを省略している。勿論、各光ファイバ 2 の一端同士を離しても良いし、更に離れた各光ファイバ 2 の間にコリメートレンズやフィルタ、又は光アイソレータ等の光学素子を配置しても良い。

[0059] 光ファイバ結合装置 1 3 においても、各光ファイバ 2 同士の間の一調軸不一致により、各光ファイバ 2 のコアの NA よりも大きな NA を有するレーザ光の結合や、MFD のミスマッチが生じたレーザ光の結合により、クラッドモード光が生じる場合がある。しかしながら、各光ファイバ 2 において固定材 6 a よりも前方にセラミックス 7 a を配置しているので、光結合装置 1 1 と同様にクラッドモード光はセラミックス 7 a 内部で散乱、減衰、除去され、固定材 6 a へのクラッドモード光の入射が防止されて、固定材 6 a の損傷が防止される。

[0060] 更に、各光ファイバ 2 同士の間の一調軸不一致により、一方の光ファイバ 2 から出射されたレーザ光が直接、もう一方の光ファイバ 2 における固定材 6 a 方向に出射されても、そのレーザ光はセラミックス 7 a 表面で拡散反

射される。従って、出射光が固定材 6 a に直接入射される事が防止され、出射光に対する耐性を備えて、固定材 6 a の損傷が防止可能となる。

[0061] <第 2 の実施形態>

次に、本発明に係る光ファイバアセンブリの第 2 の実施形態について、図 7 から図 9 を参照しながら説明すると共に、第 2 の実施形態の光ファイバアセンブリを使用した光結合装置の構成と動作を図 10 及び図 11 を参照しながら説明する。また、第 2 の実施形態の光ファイバアセンブリを使用した光ファイバ結合装置の構成と動作を、図 12 を参照しながら説明する。なお、第 1 の実施形態と同一箇所には同一番号を付し、重複する説明は省略又は簡略化する。図 8 から図 10、及び図 12 でも見易さを優先して、光ファイバ 2 とエンドキャップ 8 のハッチングを省略している。更に、図 11 ではキャピラリ 3 以外の各部のハッチングは省略している。

[0062] 第 2 の実施形態に係る光ファイバアセンブリ 1 b が、前記光ファイバアセンブリ 1 a と異なる点は、光ファイバ 2 の一端側とは反対側の他端側のキャピラリ 3 貫通孔端部に、固定材 6 b が配置されており、更に光ファイバ 2 の一端側の前記貫通孔の端部には、セラミックス 7 b のみが配置されている点である。

[0063] 光ファイバアセンブリ 1 b における光ファイバ 2 の外周とキャピラリ 3 との固定は、図 8 に示すように光ファイバ 2 の他端側の貫通孔の端部に固定材 6 b を配置することで行われる。固定材 6 b には、前記接着剤又は前記半田等を用いれば良い。但し低融点ガラスは、加熱温度により光ファイバ 2 の被覆 5 が燃える虞が有るため、固定材 6 b の配置位置には使用を控えた方が望ましい。

[0064] セラミックス 7 b は、光ファイバ 2 の外周の全周に亘って接触するように設けられると共に、図 9 に示すように光ファイバ 2 の軸方向に所定の接触長 L を有して配置される。従って、光ファイバ 2 の一端から見て、光ファイバ 2 の外周と接触される固定材 6 b の位置よりも前方に、セラミックス 7 b の配置位置が設定されることとなる。

- [0065] セラミックス7bもセラミックス7aと同様、紫外線から赤外線範囲の波長帯域において、光ファイバ2のクラッド（特にクラッド外周部）の屈折率以上に設定された屈折率を有する。更に、セラミックス7b内部に入射する光を散乱及び除去する特性を有するセラミックス材料を全て網羅する。従って、光ファイバ2の一端からクラッドモード光が入射した場合、セラミックス7b内部にクラッドモード光が入射する。
- [0066] セラミックス7bの塗布は、常温域（5℃以上35℃以下）でペースト状のセラミック材基材の接着剤を、光ファイバ2の一端側のキャピラリ3の貫通孔端部に塗布し、その後100℃で加熱して硬化させて行う。
- [0067] 光結合装置11と同様に図10の光結合装置14でもクラッドモード光が発生すると、図11に示すように、空気と接するクラッド2b外周では、空気の屈折率（約1.00）がクラッド2bの屈折率（約1.47）よりも小さいため、クラッドモード光がクラッド外周面に入射する角度が臨界角より大きい場合は、クラッドモード光は光ファイバ2内に閉じ込められる。しかしクラッド2b外周がセラミックス7bと接触する部分まで伝搬していくと、セラミックス7bの屈折率はクラッド2bの屈折率以上に設定されているため、クラッドモード光は固定材6bよりも前方に配置されたセラミックス7b内部に入射する。
- [0068] セラミックス7b内部に入射したクラッドモード光は、セラミックス7b内部で散乱し、減衰される。更に、セラミックス7bは光ファイバ2の軸方向に所定の接触長L分だけ接触しているため、光ファイバ2の軸方向において徐々に減衰されて行く。以上により、光ファイバ2の軸方向の散乱光が除去されて、固定材6bへのクラッドモード光の入射が防止され、固定材6bの損傷が防止可能となる。
- [0069] また、図12の光ファイバ結合装置15においても、各光ファイバ2同士の間の一軸間の調軸不一致により、各光ファイバ2のコアのNAよりも大きなNAを有するレーザ光の結合や、MFDのミスマッチが生じたレーザ光の結合により、クラッドモード光が生じる場合がある。しかしながら、各光ファイ

バ2において固定材6 bよりも前方にセラミックス7 bを配置しているので、光結合装置1 4と同様にクラッドモード光はセラミックス7 b内部で散乱、減衰、除去され、固定材6 bへのクラッドモード光の入射が防止されて、固定材6 bの損傷が防止される。

実施例

[0070] (実施例)

以下に本発明の実施例を説明するが、本発明は以下の実施例にのみ限定されるものではない。本実施例に係る光ファイバアセンブリは、図2に示す光ファイバアセンブリ1 aの構成とし、光ファイバとしてパンダ型の偏波保持ファイバを用いた。また、固定材としてPbO-B₂O₃系低融点ガラスを用いると共に、セラミックスにはアルミナを用いた。更に、接触長Lは光ファイバの全周に亘って0.5 mmから1.0 mm内に収まるように設定した。一方発光素子には、波長405、450、488 nmの青色帯域を有すると共に、レーザ出力が50 mWの光源を用いた。

[0071] 前記光源からレーザ光を光ファイバに入射し、光ファイバ内部でクラッドモード光を伝搬させて、アルミナの状態を観察した。アルミナの状態を図14に示す。図14よりアルミナの状態には何らの変化も観察されず、低融点ガラスにも変化は見られなかった。従って、アルミナ内部でクラッドモード光が散乱し、除去されていることが確認された。

[0072] 更に光源からレーザ光をアルミナ表面に焦点を結ぶように、直接入射させて耐性を評価した。その結果、レーザ光はアルミナ表面で拡散反射し、図14に示すようにアルミナの状態には何らの変化も生じないことが観察された。従って、本実施例が光源からの出射光に対する耐性を備えているとの評価結果が得られた。

[0073] (比較例)

次に比較例として、図2に示す光ファイバアセンブリ1 aにおいてセラミックス7 aを備えない光ファイバアセンブリを、サンプルとして用意した。セラミックスの有無以外は、前記実施例と同一の構成とした。なお発光素子

には、実施例と同一の光源を使用した。

[0074] 前記光源からレーザ光を光ファイバに入射し、光ファイバ内部でクラッドモード光を伝搬させて、低融点ガラスの状態を観察した。低融点ガラスの状態を図15に示す。図15より、低融点ガラスの黒化が観察された。従って、クラッドモード光の漏れにより固定材の損傷発生が確認された。

[0075] 更に光源からレーザ光を低融点ガラス表面に焦点を結ぶように、直接入射させて耐性を評価した。図16にレーザ光の直接照射前の低融点ガラスの表面状態を示すと共に、図17にレーザ光の直接照射後の低融点ガラスの表面状態を示す。図17に示すように、レーザ光照射後の低融点ガラス表面のレーザ光集光部には黒化が生じ、その周囲には白い析出物が観察された。従って、比較例では光源からの出射光に対する耐性を備えていないとの評価結果が得られた。

[0076] 以上、実施例と比較例の各評価結果により、接触長さLを有してセラミックスを設けることが、クラッドモード光による固定材の損傷防止と、発光素子からの直接入射光に対する固定材の耐性付与と云う点で、有効であることが確認された。

符号の説明

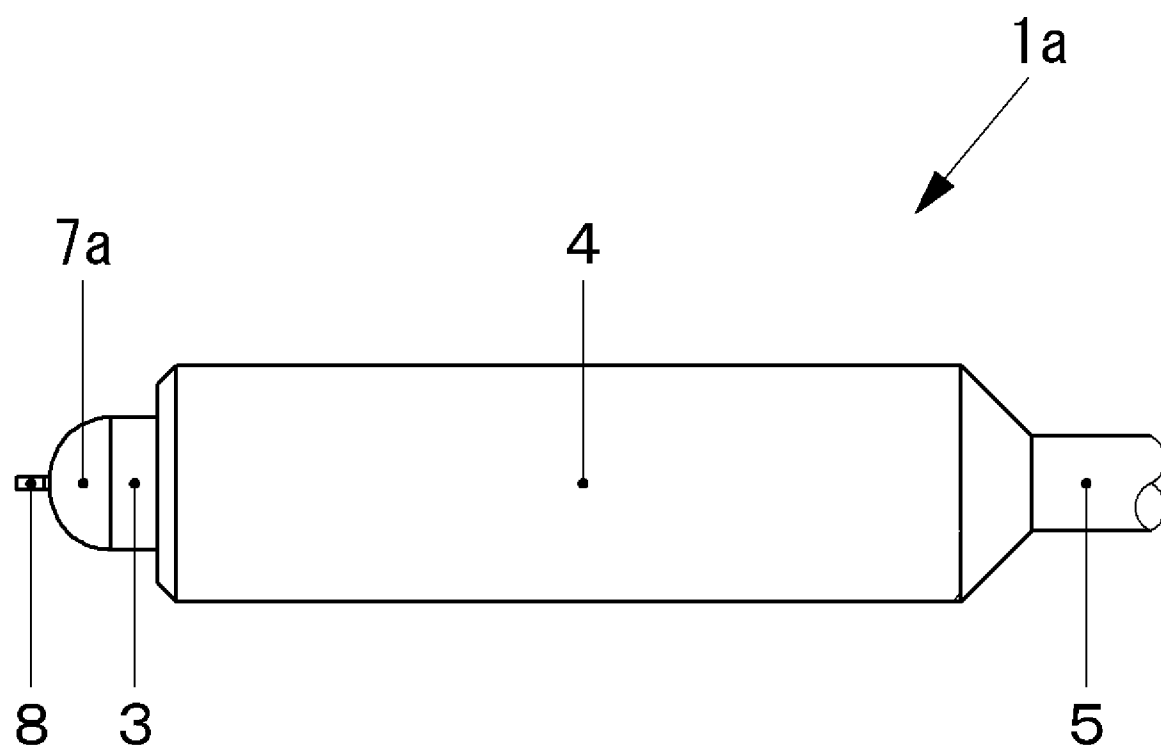
[0077]	1 a、1 b	光ファイバアセンブリ
	2	光ファイバ
	2 a	コア
	2 b	クラッド
	3	キャピラリ
	4	スリーブ
	5	被覆
	6 a、6 b	固定材
	7 a、7 b	セラミックス
	8	エンドキャップ
	9	レンズ

1 0	発光素子
1 1、1 4	光結合装置
1 2	ケース
1 3、1 5	光ファイバ結合装置
1 6	偏波保持ファイバの素線
1 6 a	偏波保持ファイバのコア
1 6 b	偏波保持ファイバのクラッド
1 6 c	偏波保持ファイバの応力付与部
L	光ファイバ外周とセラミックスとの接触長
θ	エンドキャップ端部の傾斜角度

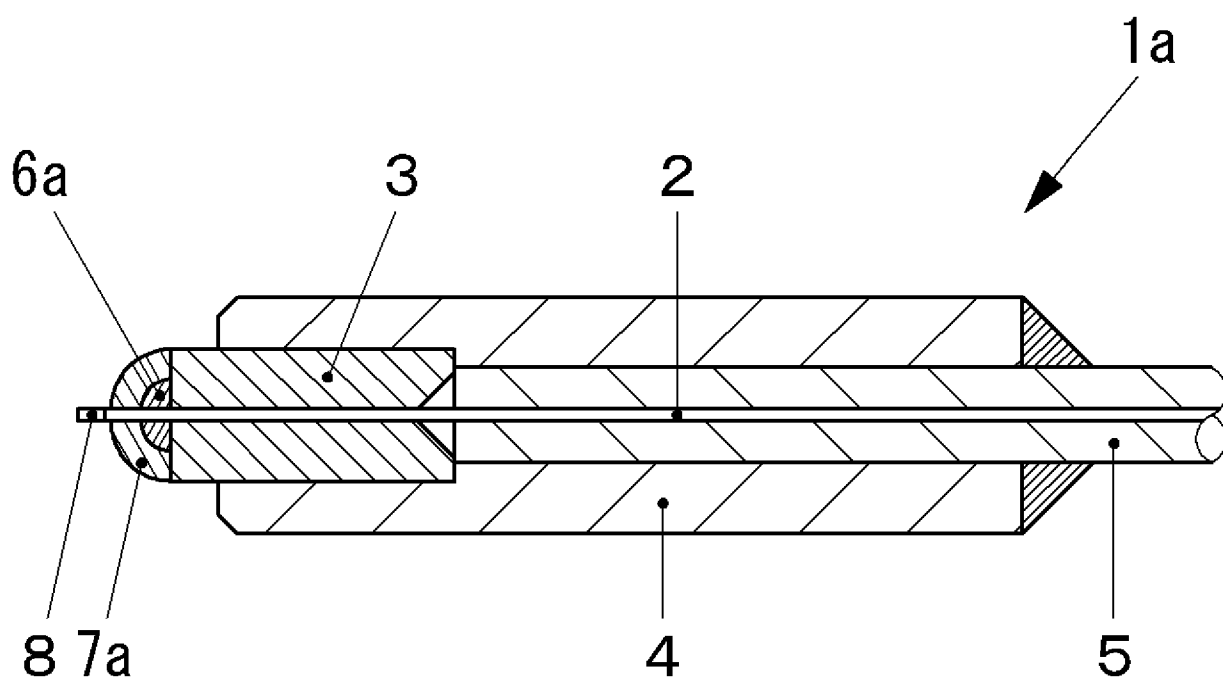
請求の範囲

- [請求項1] 少なくとも光ファイバ及びこの光ファイバを挿入する貫通孔を有するキャピラリで構成され、
 更に光ファイバが、コアと、コアの屈折率よりも小さい屈折率を有してコアの周りを包囲するクラッドで構成され、
 キャピラリの貫通孔に光ファイバが挿入され、更に光ファイバの一端がキャピラリの外部に突出されており、
 光ファイバの外周とキャピラリとが固定材で固定され、
 更に光ファイバの外周の全周に亘って接触されると共に光ファイバの軸方向に所定の接触長を有してセラミックスが配置され、
 光ファイバの一端から見て、光ファイバ外周と接触される固定材の位置よりも前方に、セラミックスの配置位置が設定されていることを特徴とする光ファイバアセンブリ。
- [請求項2] 前記セラミックスに入射された光が散乱されると共に、前記セラミックスの屈折率が前記クラッドの屈折率以上に設定されていることを特徴とする請求項1記載の光ファイバアセンブリ。
- [請求項3] 前記接触長が0.3mm以上であることを特徴とする請求項1又は2に記載の光ファイバアセンブリ。
- [請求項4] 前記光ファイバの前記一端側の前記貫通孔の端部に前記固定材が配置され、更に前記固定材が前記セラミックスで覆われていることを特徴とする請求項1～3の何れかに記載の光ファイバアセンブリ。
- [請求項5] 請求項1～4の何れかに記載の光ファイバアセンブリと発光素子で少なくとも構成され、
 発光素子に対向して前記一端が配置されていることを特徴とする光結合装置。
- [請求項6] 請求項1～4の何れかに記載の光ファイバアセンブリを複数備えて構成され、各光ファイバの前記一端が対向配置されていることを特徴とする光ファイバ結合装置。

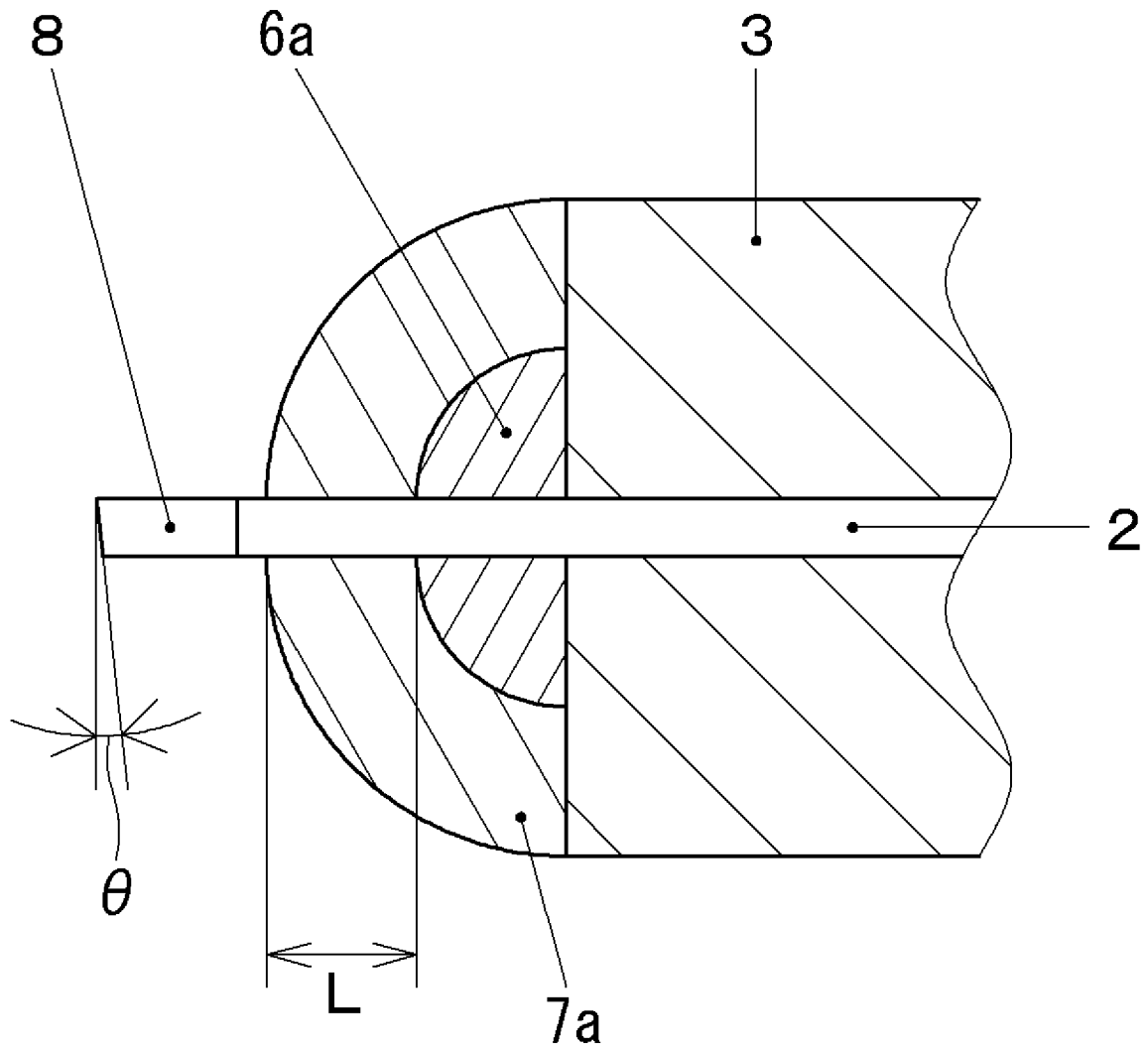
[図1]



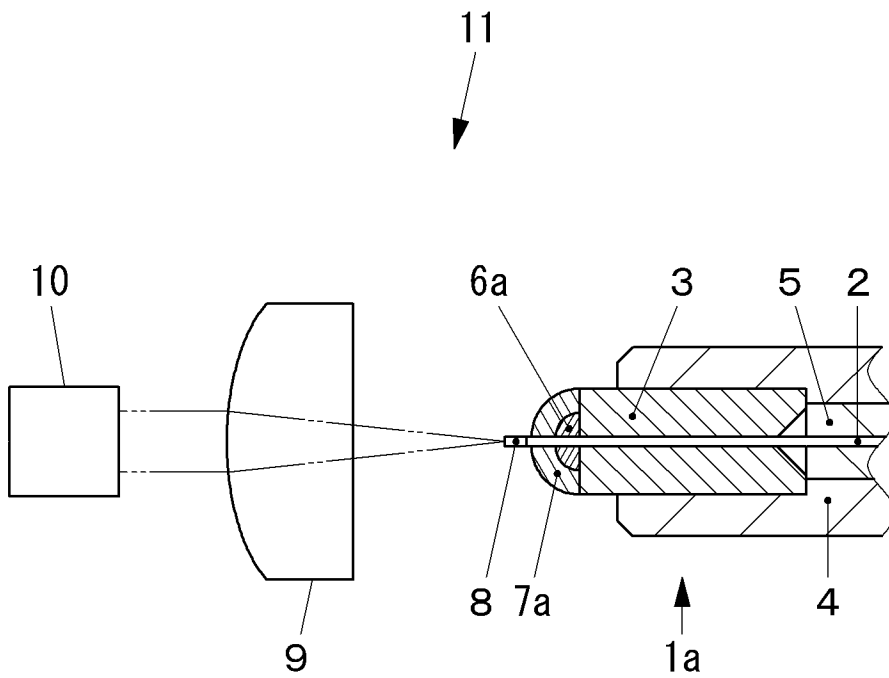
[図2]



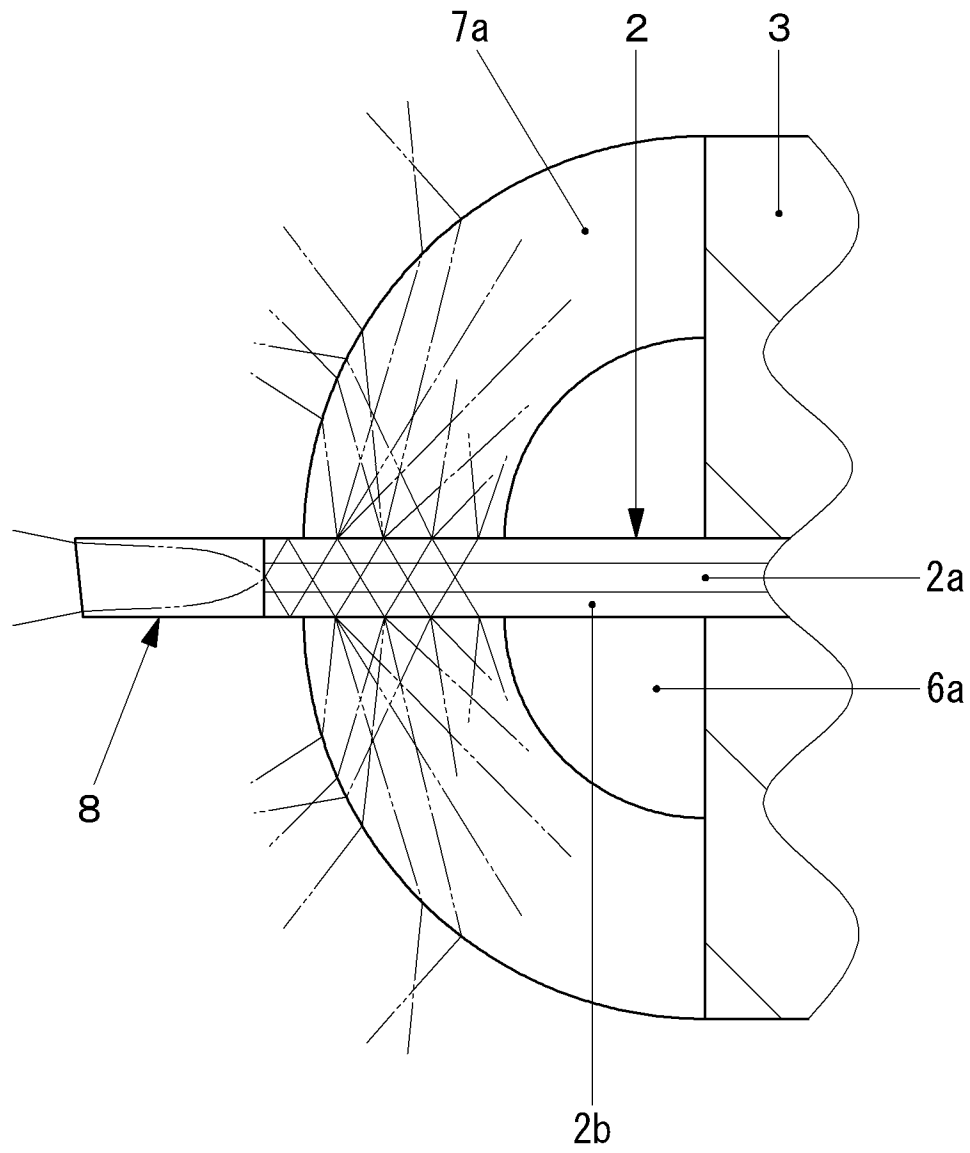
[図3]



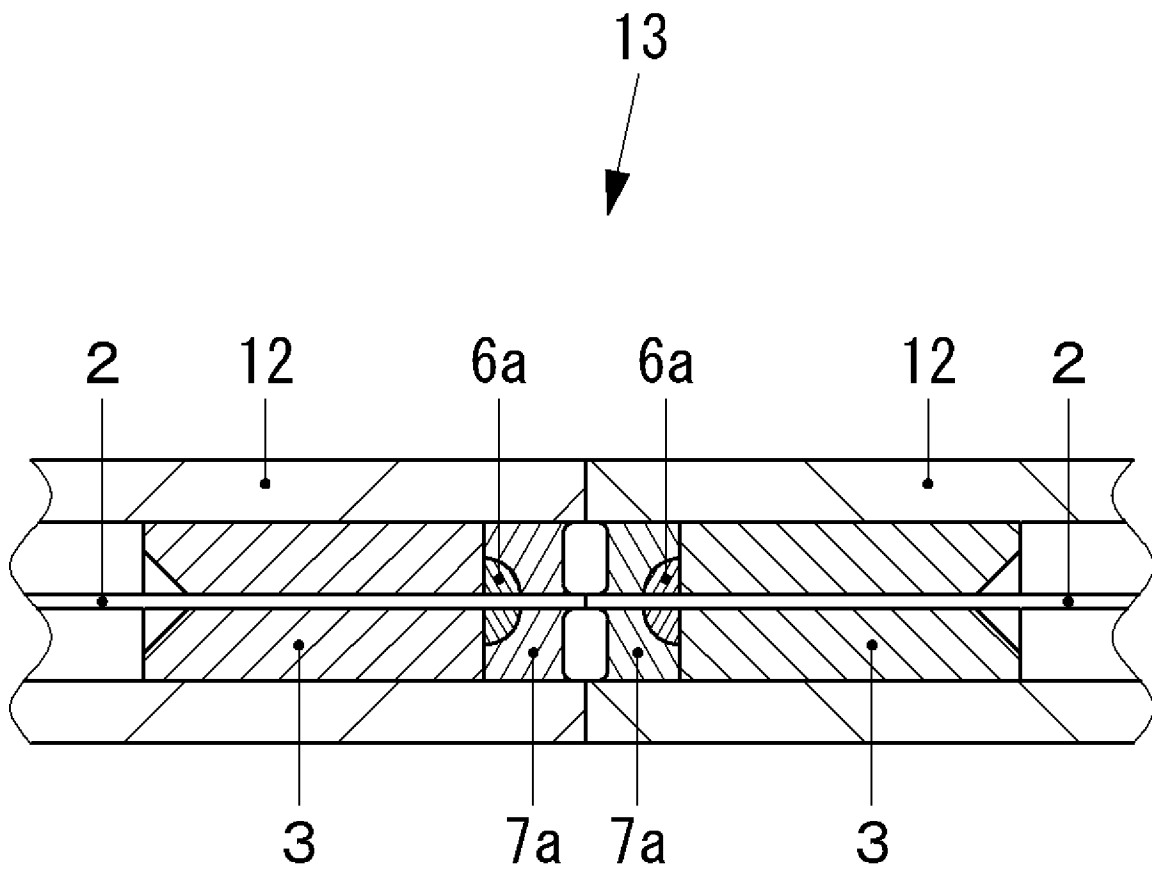
[図4]



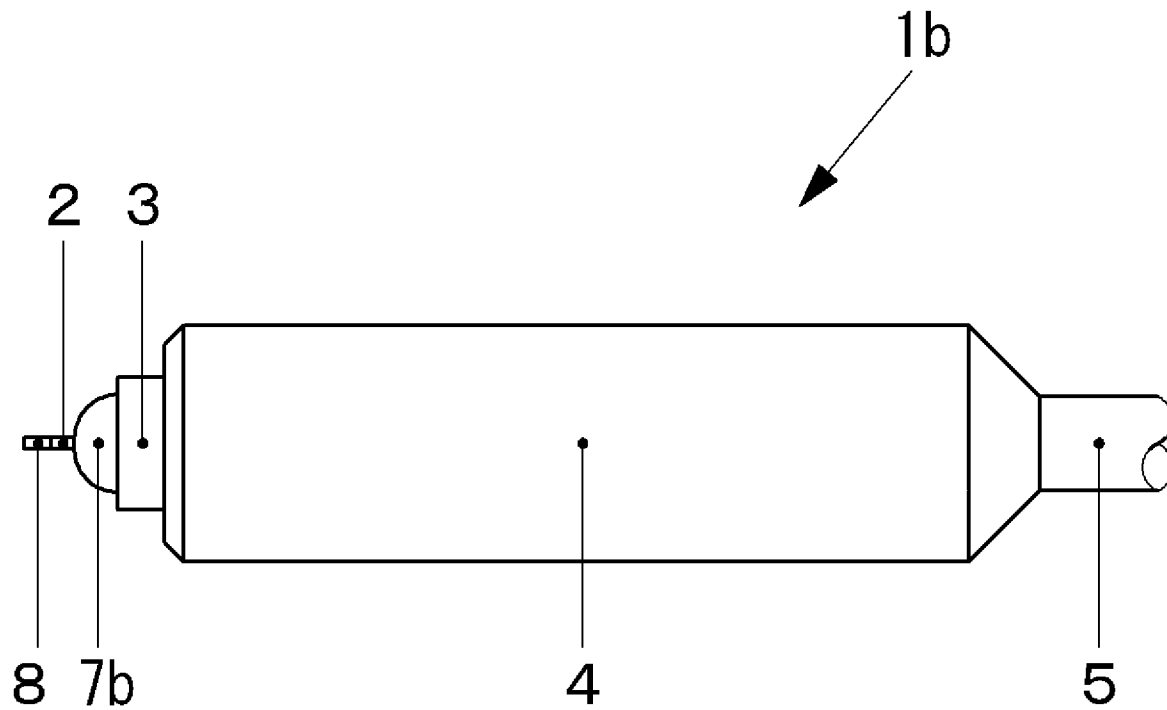
[図5]



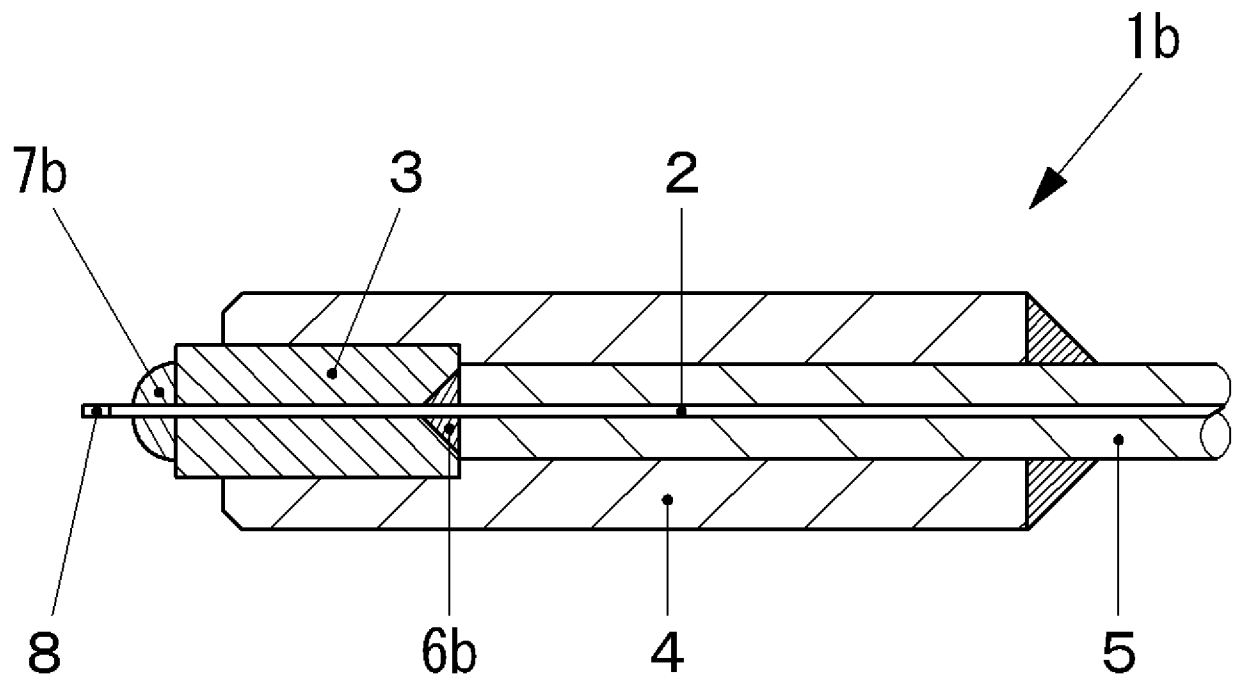
[図6]



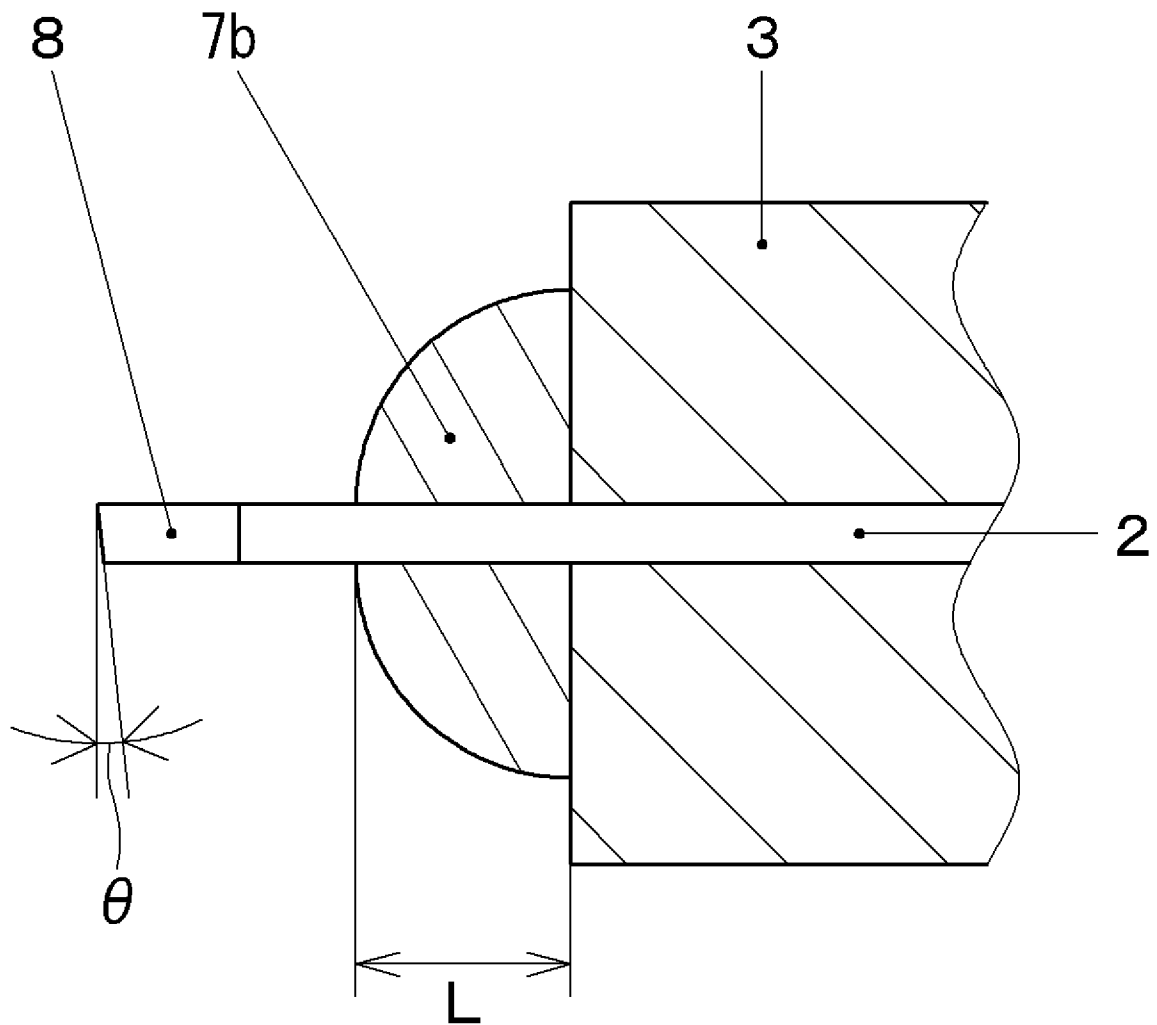
[図7]



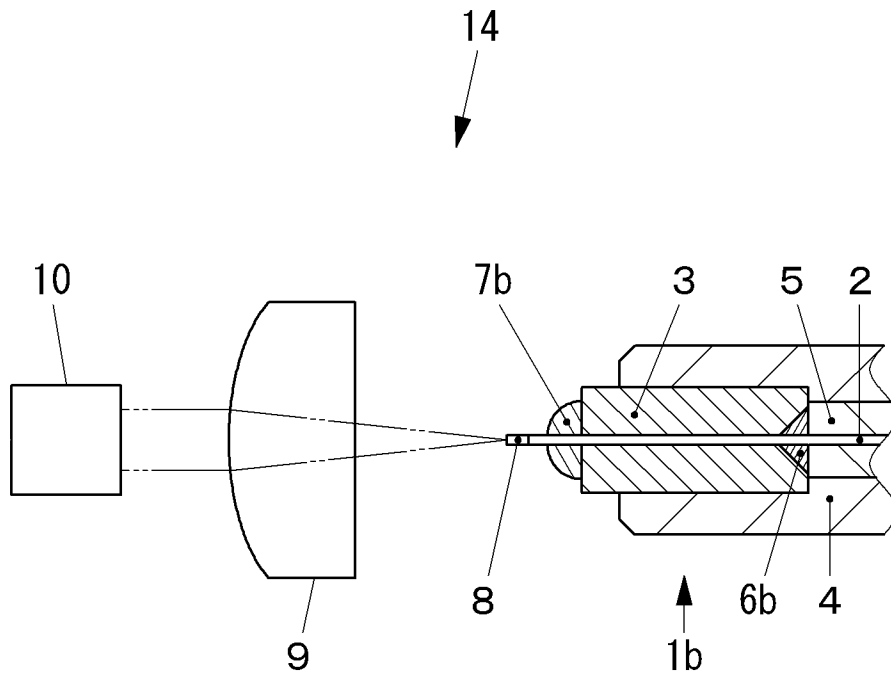
[図8]



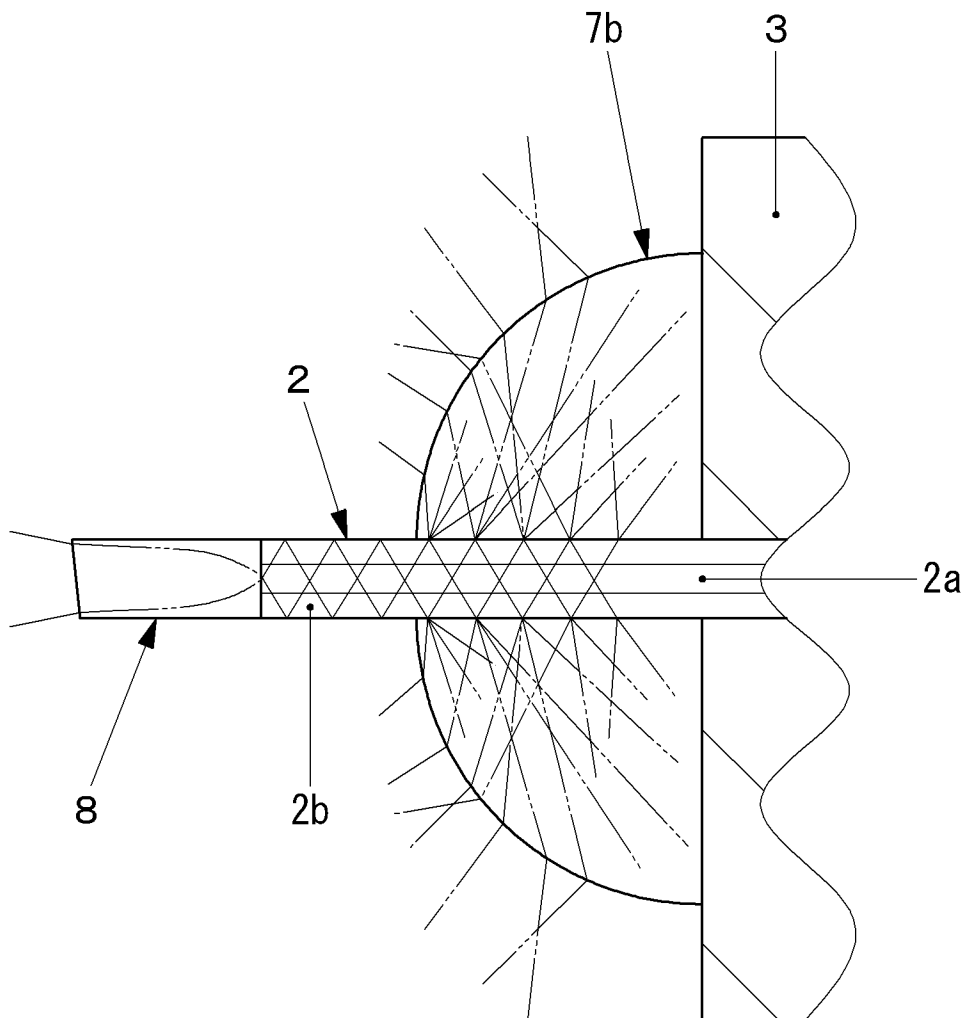
[図9]



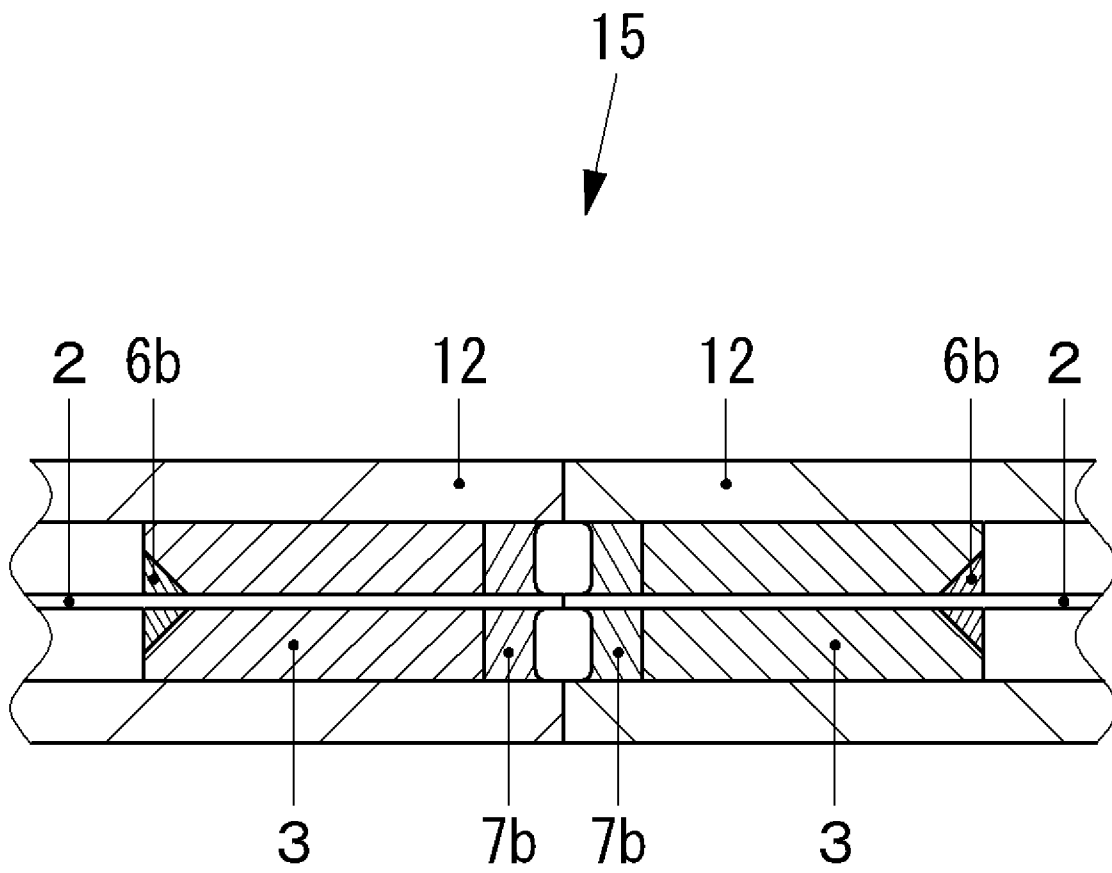
[図10]



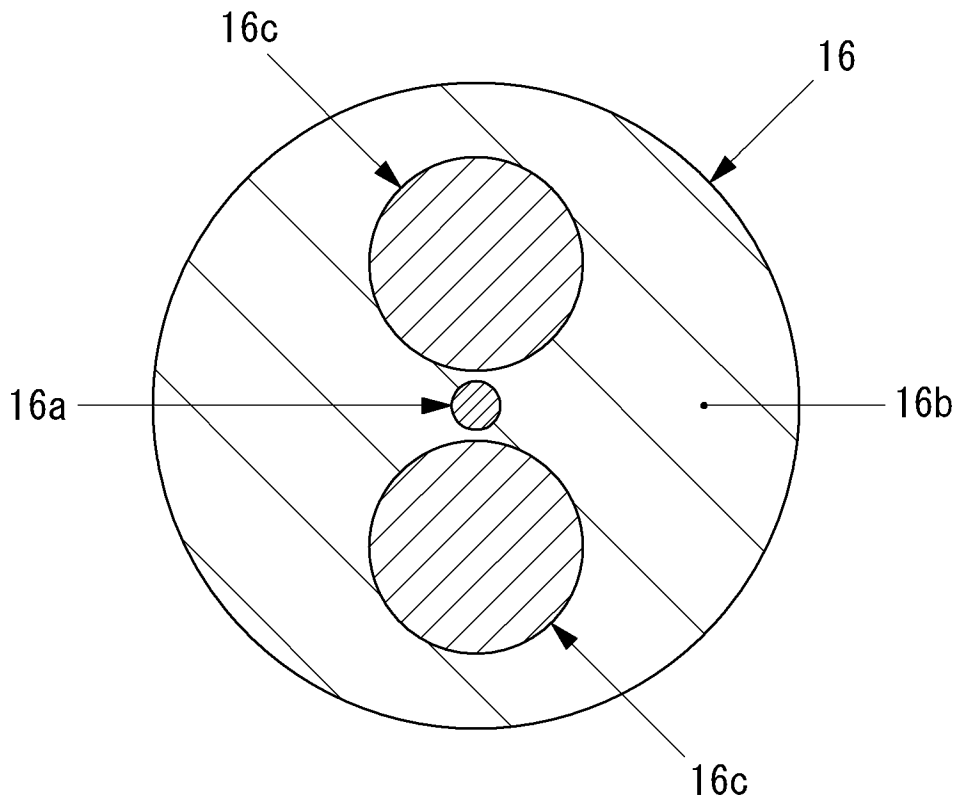
[図11]



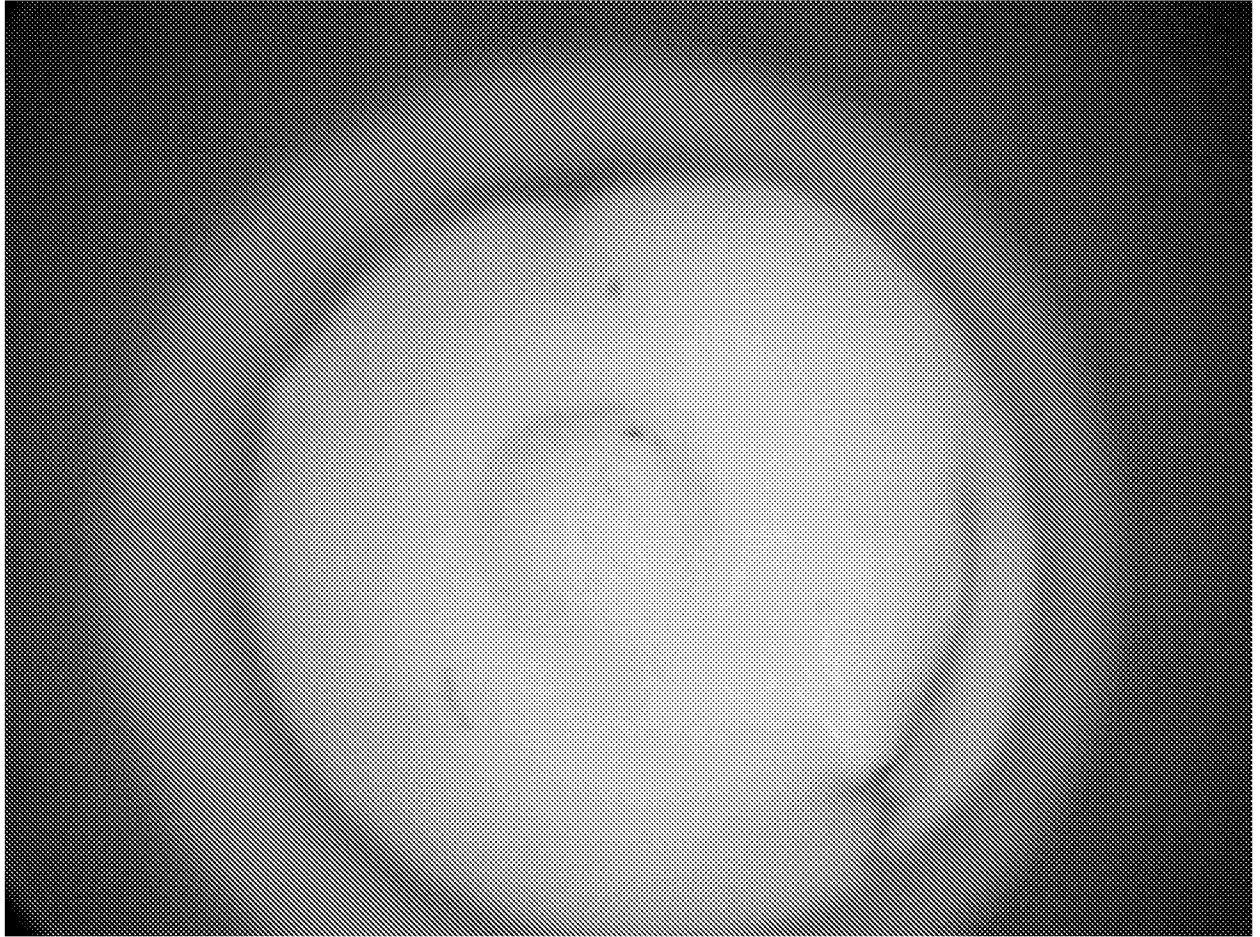
[図12]



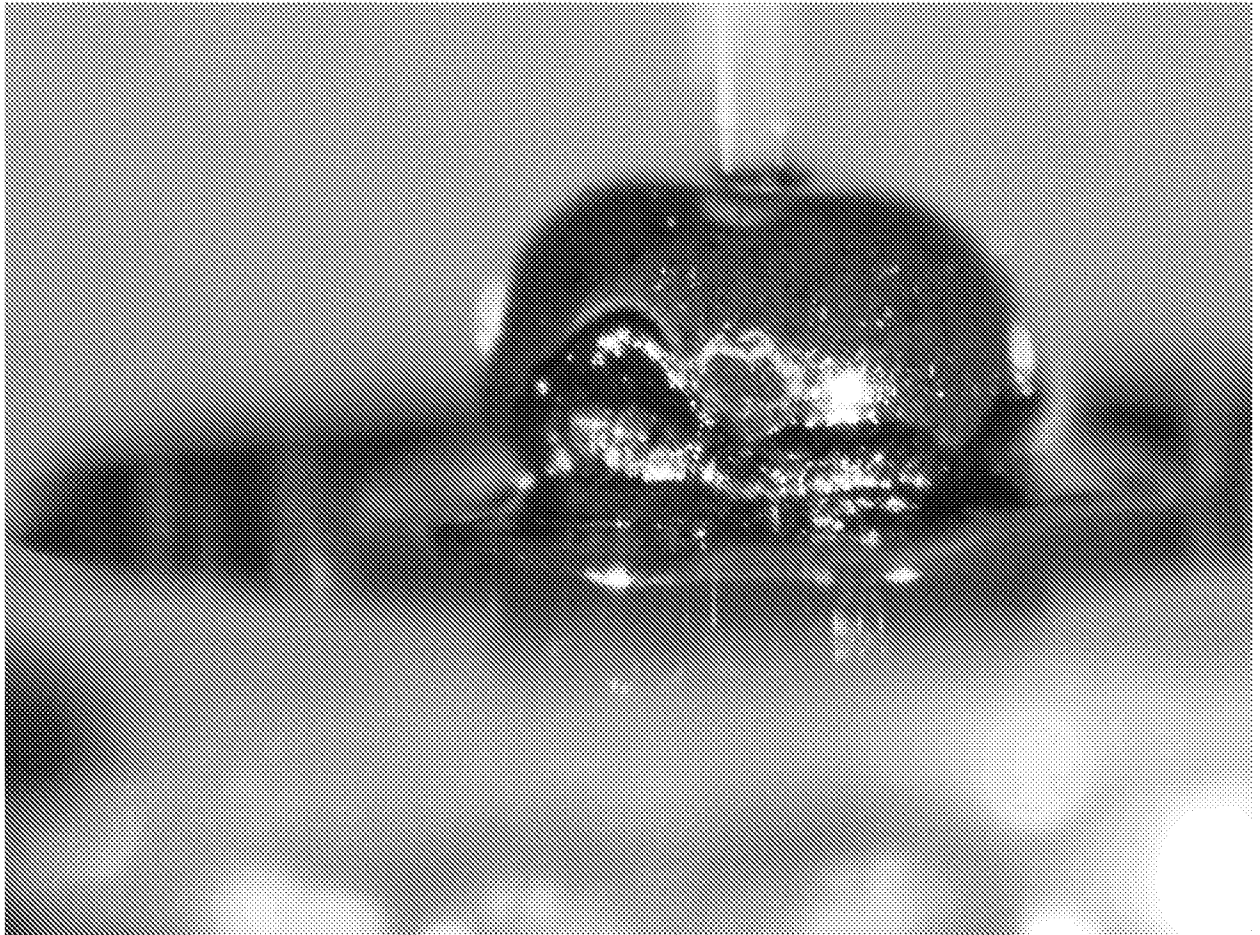
[図13]



[図14]



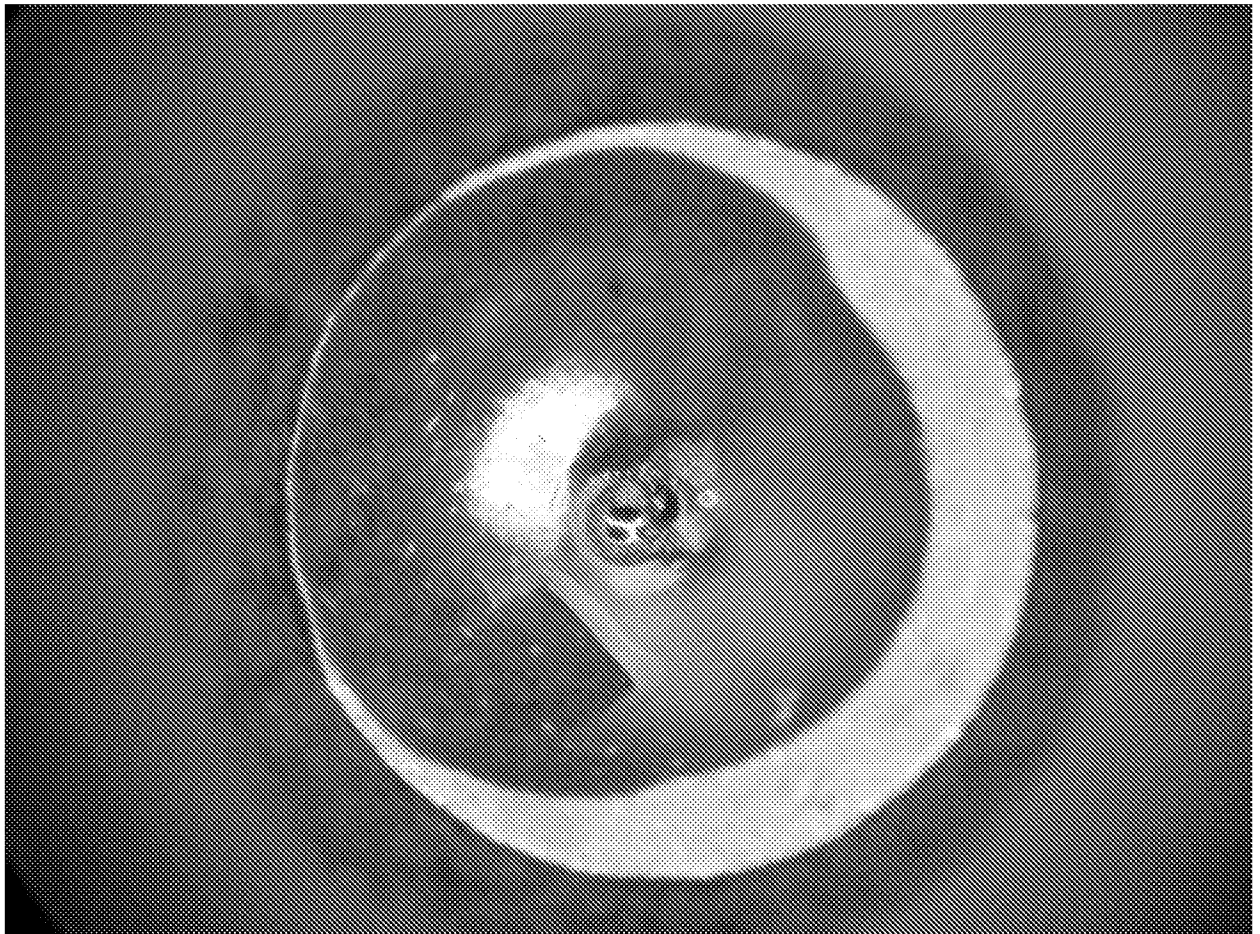
[図15]



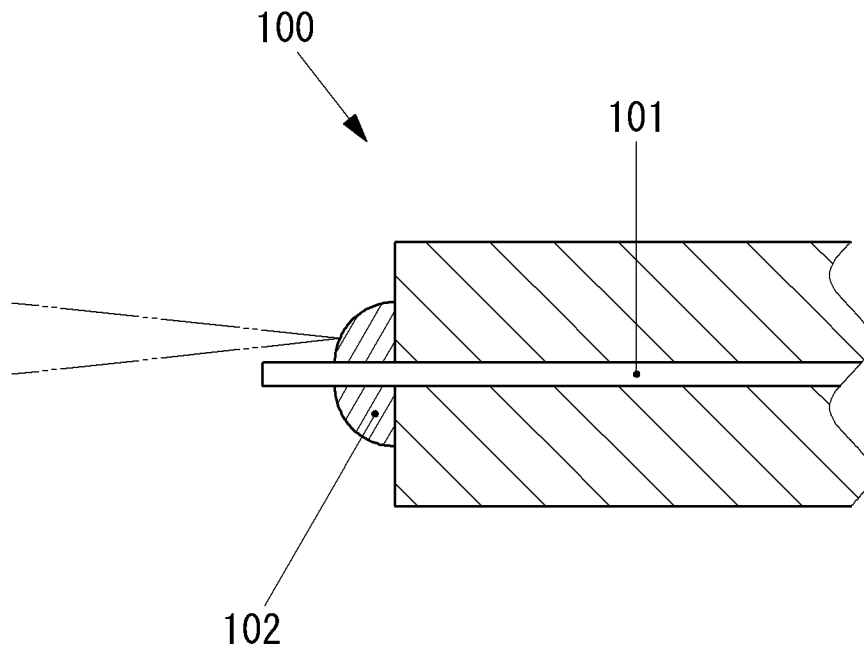
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/002015

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B6/42(2006.01)i, G02B6/40(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, G02B6/40

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
X Y	JP 2001-83369 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 30 March 2001 (30.03.2001), specification, paragraphs [0050] to [0060], [0064]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-5 6
X Y	EP 2479594 A1 (Oclaro Technology Ltd.), 25 July 2012 (25.07.2012), specification, paragraphs [0038] to [0063]; fig. 1 to 3 & WO 2012/098456 A1	1-5 6

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 11 June 2015 (11.06.15)	Date of mailing of the international search report 30 June 2015 (30.06.15)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/002015

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 114063/1979 (Laid-open No. 32809/1981) (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 31 March 1981 (31.03.1981), specification, page 1, line 14 to page 8, line 13; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-6
Y	JP 59-97110 A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 04 June 1984 (04.06.1984), specification, page 3, upper left column, line 11 to page 5, lower left column, line 7; fig. 2 to 3 (Family: none)	1-6
Y	JP 2011-186399 A (Omron Corp.), 22 September 2011 (22.09.2011), specification, paragraphs [0057] to [0063]; fig. 2 (Family: none)	6
Y	JP 2001-194623 A (Kyocera Corp.), 19 July 2001 (19.07.2001), specification, paragraphs [0040] to [0054]; fig. 1 & US 6485191 B1 & FR 2797058 A1	6
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 106830/1984 (Laid-open No. 22009/1986) (Dainichi-Nippon Cables, Ltd.), 08 February 1986 (08.02.1986), specification, page 7, line 7 to page 15, line 11; fig. 5 to 7 & US 4737011 A & EP 168261 A2	1-6
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 75941/1991 (Laid-open No. 27707/1993) (Mitsubishi Electric Corp.), 09 April 1993 (09.04.1993), specification, paragraphs [0002], [0012] to [0014]; fig. 2, 3, 5 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B6/42(2006.01)i, G02B6/40(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 (IPC)) Int.Cl. G02B6/42, G02B6/40		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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
X	JP 2001-83369 A (古河電気工業株式会社) 2001.03.30, 明細書【0050】-【0060】、【0064】欄、図1-3 (ファミリーなし)	1-5
Y		6
X	EP 2479594 A1 (Oclaro Technology Limited) 2012.07.25, 明細書【0038】-【0063】欄, Fig. 1-Fig. 3 & WO 2012/098456 A1	1-5
Y		6
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 11.06.2015	国際調査報告の発送日 30.06.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/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) 百瀬 正之 電話番号 03-3581-1101 内線 3294	2 X 4084

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	日本国実用新案登録出願54-114063号(日本国実用新案登録出願公開56-32809号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(東京芝浦電気株式会社)1981.03.31, 明細書第1ページ14行-第8ページ第13行, 第1図-第4図 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 59-97110 A (東京芝浦電気株式会社) 1984.06.04, 明細書第3ページ左上欄第11行-第5ページ左下欄第7行, 第2図-第3図 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 2011-186399 A (オムロン株式会社) 2011.09.22, 明細書【0057】-【0063】欄, 図2 (ファミリーなし)	6
Y	JP 2001-194623 A (京セラ株式会社) 2001.07.19, 明細書【0040】-【0054】欄, 図1 & US 6485191 B1 & FR 2797058 A1	6
A	日本国実用新案登録出願59-106830号(日本国実用新案登録出願公開61-22009号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(大日本電線株式会社)1986.02.08, 明細書7ページ第7行-第15ページ第11行, 第5図-第7図 & US 4737011 A & EP 168261 A2	1-6
A	日本国実用新案登録出願3-75941号(日本国実用新案登録出願公開5-27707号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM(三菱電機株式会社)1993.04.09, 明細書【0002】, 【0012】-【0014】欄, 図2、3、5 (ファミリーなし)	1-6