

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5564344号
(P5564344)

(45) 発行日 平成26年7月30日(2014.7.30)

(24) 登録日 平成26年6月20日(2014.6.20)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 6/36 (2006.01)
G02B 6/42 (2006.01)G02B 6/36
G02B 6/42

請求項の数 1 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2010-148288 (P2010-148288)
 (22) 出願日 平成22年6月29日 (2010.6.29)
 (65) 公開番号 特開2012-13805 (P2012-13805A)
 (43) 公開日 平成24年1月19日 (2012.1.19)
 審査請求日 平成24年12月6日 (2012.12.6)

(73) 特許権者 000005186
 株式会社フジクラ
 東京都江東区木場1丁目5番1号
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100108578
 弁理士 高橋 詔男
 (74) 代理人 100089037
 弁理士 渡邊 隆
 (72) 発明者 太田 達哉
 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社
 フジクラ 佐倉事業所内
 (72) 発明者 西村 顕人
 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社
 フジクラ 佐倉事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光ファイバ付きフェルール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光ファイバの先端に取り付けて前記光ファイバと他の光学部品とを光接続するフェルールに、光ファイバを固定した光ファイバ付きフェルールであって、

前記フェルールは、

フェルール後端面に開口し、前記光ファイバに取り付けたブーツを収容するブーツ収容穴と、

前記ブーツ収容穴の前端から前方に延出し、前記光ファイバの中間部を位置決めする光ファイバ穴と、

前記他の光学部品側とは反対の側面に開口する凹所であって、前記光ファイバ穴により位置決めされた前記光ファイバの先端部が突出可能な第1の内壁と、それと対向する第2の内壁を少なくとも有する凹所と

を備え、

前記フェルールを構成する材料は、使用波長に対して透明な樹脂であり、

前記第1の内壁と前記第2の内壁の間の距離が、前記光ファイバの外径の0.5倍以上4倍以下であり、

前記光ファイバを、前記第1の内壁から突出させるとともに前記第2の内壁にほぼ突き当てた状態で前記凹所に接着剤を充填硬化させて固定しており、

前記フェルールは、その前面に前記光ファイバ穴により位置決めされた前記光ファイバの先端と前記他の光学部品の間の光路を変換する反射部を有し、前記フェルールに複数本

の光ファイバが固定され、前記反射部は、光ファイバ毎に設けられた凹反射面であり、複数の前記反射部が光ファイバの配列方向に配列しており、

前記凹所における前記第2の内壁側に前記前面に掛からないように傾斜面を形成すると共に前記凹所における前記第1の内壁側に傾斜面を形成することにより、前記第1の内壁と前記第2の内壁の間の距離より広く開口した接着剤投入孔を有する光ファイバ付きフェルール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板またはモジュール上の光素子や他のコネクタに取り付けられた光ファイバなどの光学部品を光ファイバと光接続するために光ファイバの先端にフェルールを取り付けた光ファイバ付きフェルールに関する。 10

【背景技術】

【0002】

近年、基板上に発光素子（半導体レーザ等）や受光素子（フォトダイオード等）などの光素子を搭載し、この基板に沿って配線された光ファイバの先端部に組み立てた光コネクタを、前記光素子に光接続されるように固定する方式が広く用いられてきている。

光ファイバを光素子あるいは他の光ファイバと光接続するときには、軸方向のずれにより接続損失が増大するので、光ファイバの軸を位置決めする必要がある。

【0003】

例えば特許文献1には、光ファイバを挿通する光ファイバ挿通孔と、この光ファイバ挿通孔が開口した先端配置空間とを形成し、光ファイバの先端部を先端配置空間に配置し、先端配置空間に接着剤を充填して光ファイバを固定した光路変更部材が記載されている。 20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-104096号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

光ファイバの中間部のみを位置決めして、光ファイバの先端部を先端配置空間に配置して接着固定する場合、接着剤が硬化時に収縮することにより、先端配置空間内で光ファイバが側方から力を受け、光ファイバ先端部の位置が移動し、出射方向がばらついていた。また、これを避けるために、光ファイバの先端部を位置決めする位置決め手段をフェルールにさらに形成したとしても、この先端部の位置決め手段と、中間部を位置決めする位置決め手段との相対的な位置関係を高精度で合わせる必要があり、フェルールの成形が困難であった。 30

【0006】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、成形が容易であり、出射方向のばらつきを低減可能な光ファイバ付きフェルールを提供することを課題とする。 40

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記課題を解決するため、本発明は、光ファイバの先端に取り付けて前記光ファイバと他の光学部品とを光接続するフェルールに、光ファイバを固定した光ファイバ付きフェルールであって、前記フェルールは、フェルール後端面に開口し、前記光ファイバに取り付けたブーツを収容するブーツ収容穴と、前記ブーツ収容穴の前端から前方に延出し、前記光ファイバの中間部を位置決めする光ファイバ穴と、前記他の光学部品側とは反対の側面に開口する凹所であって、前記光ファイバ穴により位置決めされた前記光ファイバの先端部が突出可能な第1の内壁と、それと対向する第2の内壁を少なくとも有する凹所とを備え、前記フェルールを構成する材料は、使用波長に対して透明な樹脂であり、前記第1の 50

内壁と前記第2の内壁の間の距離が、前記光ファイバの外径の0.5倍以上4倍以下であり、前記光ファイバを、前記第1の内壁から突出させるとともに前記第2の内壁にほぼ突き当たる状態で前記凹所に接着剤を充填硬化させて固定してあり、前記フェルールは、その前面に前記光ファイバ穴により位置決めされた前記光ファイバの先端と前記他の光学部品の間の光路を変換する反射部を有し、前記フェルールに複数本の光ファイバが固定され、前記反射部は、光ファイバ毎に設けられた凹反射面であり、複数の前記反射部が光ファイバの配列方向に配列しており、前記凹所における前記第2の内壁側に前記前面に掛からないように傾斜面を形成すると共に前記凹所における前記第1の内壁側に傾斜面を形成することにより、前記第1の内壁と前記第2の内壁の間の距離より広く開口した接着剤投入口を有する光ファイバ付きフェルールを提供する。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、接着剤の硬化時の収縮による光ファイバの位置ずれを抑制し、光ファイバの出射方向のばらつきを低減することができる。また、光ファイバの先端部を位置決めする第2の位置決め手段を形成する必要がなく、フェルールの成形が容易である。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1(a)は、本発明の光ファイバ付きフェルールの一例を示す平面図であり、図1(b)は、図1(a)のI-I線に沿う断面図である。

20

【図2】図2(a)は、比較例の光ファイバ付きフェルールの一例を示す平面図であり、図2(b)は、図2(a)のII-II線に沿う断面図である。

【図3】図3は、接着剤の硬化時の収縮による光ファイバの位置ずれの説明図である。

【図4】図4は、本発明のフェルールの一例を示す平面図である。

【図5】図5(a)は、図4のIV-IV線に沿う断面図であり、図5(b)は、図5(a)のV-V線に沿う断面図である。

【図6】図6は、図4に示すフェルールにより光ファイバと基板上の光素子とを光接続する様子の一例を示す断面図である。

【図7】図7(a)は、接着剤投入口が傾斜面されたフェルールの一例を示す平面図であり、図7(b)は、図7(a)のVI-VI-VII-VII線に沿う断面図である。

30

【図8】図8(a)は、凸レンズを有するフェルールの一例を示す平面図であり、図8(b)は、図8(a)のVIII-VIII-VII-VII線に沿う断面図である。

【図9】図9(a)は、凹反射面を有するフェルールの一例を示す平面図であり、図9(b)は、図9(a)のIX-IX線に沿う断面図である。

【図10】図10(a)は、光ファイバ穴の一例を示す断面図であり、図10(b)は、V溝の一例を示す断面図であり、図10(c)は、U溝の一例を示す断面図である。

【図11】図11は、V溝を有する本体と押さえ蓋を備えるフェルールの一例を示す断面図である。

【図12】図12(a)は、実施例のフェルールによる光接続の状態の一例を示す断面図であり、図12(b)は、比較例のフェルールによる光接続の状態の一例を示す断面図である。

40

【図13】図13は、実施例によるビーム角の標準偏差の測定結果の一例を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、好適な実施の形態に基づき、図面を参照して本発明を説明する。

図1に示すように、本形態例のフェルール1は、光ファイバ2の先端に取り付けて光ファイバ2と他の光学部品とを光接続するフェルールであって、光ファイバ2の中間部を位置決めする位置決め手段7と、位置決め手段により位置決めされた光ファイバ2の先端部が突出可能な第1の内壁6bと、それと対向する第2の内壁6aを少なくとも有する凹所6とを備え、光ファイバ2を、第1の内壁6bから突出させるとともに第2の内壁6aに

50

ほぼ突き当たる状態で凹所 6 に接着剤 4 を充填硬化させて固定可能である。

このフェルールは、光コネクタ用フェルールとして利用可能である。光コネクタは、フェルールを備えるとともに、このフェルールを、他の光学部品または他の光学部品が搭載された基板やモジュール等と機械的に結合するための構成（例えば、ハウジング、ラッチ、ネジ、バネ、アーム、嵌合ピンなど）を備えることができる。

【0013】

光ファイバ 2 は、例えば、光ファイバ心線や多心光ファイバテープ心線の先端に口出しされた单心の光ファイバ心線、光ファイバ素線、または裸光ファイバである。図 1 (b) に示す例では、光ファイバ 2 は周囲に被覆 3 が設けられ、位置決め手段 7 内に配置される光ファイバ 2 の中間部及び凹所 6 内に配置される光ファイバ 2 の先端部では、被覆 3 が除去（口出し）されている。光ファイバ 2 の先端面 2 a は、長手方向に対して垂直に形成することができる。
10

光ファイバの種類は特に限定されるものではなく、石英系光ファイバ、プラスチック光ファイバ、マルチモード光ファイバ、シングルモード光ファイバ等のいずれでも良い。

【0014】

光ファイバ 2 の中間部を位置決めする位置決め手段としては、図 10 (a) に示す光ファイバ穴 22 a、図 10 (b) に示す V 溝 22 b、図 10 (c) に示す U 溝 22 c 等が挙げられる。なお、図 10 (a) ~ (c) の各図は、位置決め手段及び光ファイバ 12 の長手方向に垂直な断面を示す。

【0015】

フェルール 1 は、1 本の光ファイバが取り付けられる单心用にも、2 本以上の光ファイバが取り付けられる多心用にも構成することが可能である。位置決め手段 7 は、凹所 6 に光ファイバ 2 を突出できるように、第 1 の内壁 6 b で開口している。位置決め手段 7 に光ファイバ 2 を挿入するとき、位置決め手段 7 の内部に滞留していた空気等の気体は、凹所 6 へ排出される。これにより、光ファイバ穴 22 a の内径と光ファイバ 2 の外径との差が小さい場合でも、円滑に光ファイバ 2 を挿入することが可能である。
20

【0016】

本形態例の場合、フェルール 1 は、透明材料により一体で成形されたフェルール本体 5 からなる。フェルール本体 5 を構成する材料としては、例えばポリカーボネート、変性ポリオレフィン、エポキシ系樹脂、ポリエーテルイミド（PEI）などの透明な樹脂が挙げられる。
30

フェルール本体 5 は、例えば射出成形等の樹脂成形法によって製造することができる。フェルール本体 5 の形状は、特に限定されるものではないが、例えば偏平な直方体状（cuboid）、あるいはこれに類似した形状とすることができる。

【0017】

凹所 6 内に配置した光ファイバ 2 が他の光学部品と光結合するためには、第 2 の内壁 6 a は、少なくとも光ファイバ 2 の先端面 2 a が対向する近傍部において、使用波長に対して透明であればよい。この場合、フェルール本体 5 の他の部分は、不透明材料で構成されても構わない。なお、本発明において光接続に用いる光は、可視光線に限らず、紫外線や赤外線などの場合もあり、接続損失が実用上支障ない程度に小さければ良い。
40

フェルール本体 5 の構成材料の屈折率は、特に限定されるものではなく、光ファイバ 2 の屈折率より高い、低い、同程度のいずれでも良い。

【0018】

凹所 6 は、上方が開口した接着剤投入口 6 d を有する。接着剤 4 を接着剤投入口 6 d から凹所 6 内に充填して硬化させると、光ファイバ 2 が接着剤 4 によって凹所 6 に固定される。接着剤 4 は、位置決め手段 7 内に浸透させてもよい。これにより、位置決め手段 7 内でも光ファイバ 2 の中間部をフェルール 1 と固定することができる。

接着剤 4 は光透過性であることが好ましく、特に、屈折率が光ファイバ 2 のコアと等しいことが好ましい。接着剤 4 は、被着体であるフェルール 1 や光ファイバ 2 の材質に応じて接着力に優れるものが好ましい。具体例としては、熱硬化型のエポキシ系接着剤、アク
50

リル系接着剤などが挙げられる。

【0019】

光ファイバ2の先端面2aと凹所6の第2の内壁6aとの間に隙間がないように、接着剤の充填硬化に先立って、光ファイバ2の先端面2aを第2の内壁6aに押圧した状態で突き当てる（当接させる）ことが好ましい。光ファイバ2の先端面2aと第2の内壁6aとの間に圧力が加わっていると、凹所6内で第1の内壁6bから突出させた光ファイバ2の先端部がより安定に保持されるので好ましい。このとき光ファイバ2は、凹所6の底部6cに接触する必要がない。光ファイバ2の先端面2aと第2の内壁6aとの間に隙間がある場合には、この隙間に充填された接着剤4は屈折率整合剤としての機能を発揮するため、光損失を抑えることができる。

10

光ファイバ2の接着固定後は、硬化した接着剤によって移動が妨げられるため、光ファイバ2の先端面2aが第2の内壁6aに突き当たっている場合に限らず、先端面2aが第2の内壁6aに近接し、隙間がある状態で接着固定されても構わない。要は、接着剤4の充填から硬化までの間、第1の内壁6bから凹所6に突出した光ファイバ2の先端の向きを維持できれば良い。

【0020】

そのため、本形態例では、第1の内壁6bと第2の内壁6aの間の距離Lが、光ファイバ2の外径Dの4倍以下である。つまり、 L/D の値が4以下である（ $L/D \leq 4$ ）。

【0021】

図2に示すように、フェルール1Aの凹所6Aにおいて第1の内壁6bと第2の内壁6aの間の距離Lが光ファイバ2の外径Dに比べて過度に大きい場合、図3に示すように、接着剤4が硬化するときに収縮4aが起こり、光ファイバ2の先端面2aの位置が移動して、位置決め手段7により位置決めされた光ファイバ2の中心軸Cからずれることがある。この場合、光ファイバ2の先端部からの光の出射方向（あるいは光ファイバ2の先端部への光の入射方向）にばらつきが生じ、光ファイバ2を他の光学部品と光接続するときの位置合わせが容易でなくなる。特に、フェルールが他の光学部品の搭載された基板やモジュール等に対して連結するための手段（図示せず）を備える場合には、光ファイバ2の出射または入射の方向がずれても、フェルール全体の向きを変えて調整することは困難である。

20

【0022】

図3に示すように、接着剤4の収縮4aは、光ファイバ2の長手方向（左右方向）に沿った凹所6Aの中央部では大きく、該長手方向に対向する両側の内壁6a, 6b付近では小さい。これは、接着剤4と内壁6a, 6bとの相互作用により、収縮4aの影響が抑制されるためと考えられる。しかしながら、 L/D が大きい場合には、中央部の収縮4aに引きずられて第2の内壁6a付近でも接着剤4の移動が起こり、さらに光ファイバ2が位置決め手段7から片持ち梁として突出する長さが大きいことから、光ファイバ2の先端部が接着剤4の移動に抗しきれずに曲がりを生じ、光ファイバ2先端部の方向がばらつくと考えられる。

30

【0023】

これに対して、図1に示すように、 L/D が4以下である場合は、位置決め手段7からの突出長さが小さいため、接着剤4の収縮による光ファイバ2先端部の移動が光ファイバ2自身の剛性によって無視できるレベルに抑制され、光ファイバ2先端部の方向のばらつきをなくすことができる。

40

なお、 L/D の下限は特に限定されるものではなく、第1の内壁6bと第2の内壁6aの間の距離Lが、接着剤4を凹所6に投入可能な程度に確保されれば良い。例えば、光ファイバ2の外径Dが0.125mmの場合、Lは約0.06mm以上、 L/D は0.5以上が好ましい。

【0024】

接着剤4の収縮が大きいと、光ファイバ2先端部の移動量が大きくなるため、光ファイバ2先端部の向きのばらつきも大きくなる傾向がある。このため、収縮率の小さい接着剤

50

4を用いることが好ましい。例えば、収縮率5～10%の接着剤よりは、収縮率3～5%の接着剤のほうが好ましい。なお、接着剤の収縮率は、フェルール1の凹所6に投入した深さが硬化前にはZであり、硬化後の深さがZ-Zとなった場合には、以下の式で求めることができる。

【0025】

$$(\text{接着剤の収縮率}) = (\text{収縮量 } Z) / (\text{硬化前の充填深さ } Z) \times 100 (\%)$$

【0026】

本形態例のフェルール1は、各光ファイバ2の出射（または入射）方向のばらつきが小さくなるため、1個のフェルール1に複数本の光ファイバ2を接着固定する多心用のフェルールの場合には、特に好適である。

10

多心用フェルールの場合、フェルールに接着固定される複数本の光ファイバのうち1本でも、接続損失の許容範囲を超えるものを含むと、光ファイバ付きフェルール全体が不良品となる。このため、すべての光ファイバの接続損失が許容範囲を下回る光ファイバ付きフェルールをより確実に作製するためには、フェルールに接着固定する際、光ファイバの先端部の向きのばらつきを小さくする本発明の効果がより顕著となる。

【0027】

本形態例のフェルール1は、構造を単純化できるので、小型化にも有利である。例えば、特に限定されるものではないが、フェルール寸法を縦横それぞれ7mm、あるいはそれ以下に抑えることができる。

【0028】

図4～6に、光電変換モジュール16に搭載された光素子17との光接続に用いられる光コネクタに好適なフェルール11の一例を示す。

20

図4に示すフェルール11は、光ファイバ12の中間部を位置決めする位置決め手段22と、位置決め手段22により位置決めされた光ファイバ12の先端部が突出可能な第1の内壁21bと、それと対向する第2の内壁6aを少なくとも有する凹所21とを備えるフェルール本体20からなる。

【0029】

図5に示すように、フェルール本体20は、下面20aが光電変換モジュール16と対向する接合面とされ、その反対側である上面20bには凹所21が開口している。光ファイバ12を、第1の内壁21bから突出させるとともに第2の内壁21aにほぼ突き当たった状態で凹所21に接着剤14を充填硬化させて固定することが可能である。

30

【0030】

本形態例の場合、複数本の光ファイバ12が1つの被覆13により一括に被覆されてテープ形光ファイバ心線（ファイバリボン）を構成している。このテープ形光ファイバ心線は、図4に示すように、ブーツ15と共にフェルール11に挿入することもできる。フェルール本体20の後端面20dには、ブーツ収容穴23が開口されており、光ファイバ12が位置決め手段22に挿入されると、ブーツ15はブーツ収容穴23に収容される。

【0031】

ブーツ15は、断面が略矩形の筒状であり、光ファイバを挿入するための貫通穴15aを有する。ブーツ収容穴23の開口断面積は、位置決め手段22の開口断面積より大きく、ブーツ収容穴23の幅方向及び厚さ方向の寸法は、それぞれブーツ15の対応する方向の寸法と同程度である。ブーツ15は、その弾性力によってブーツ収容穴23に係合する。固定を確実にするため、ブーツ15を接着剤（図示せず）によってブーツ収容穴23に固定しても良い。

40

【0032】

複数本の光ファイバ12がフェルール11に取り付けられる場合、凹所21は、各光ファイバ12の位置決め手段22が凹所21とつながるように、複数本の光ファイバ12の配列方向（図4の上下方向）において、少なくとも各光ファイバ12が配列される範囲全體に形成されている。この場合、1つの凹所21に接着剤14を投入するだけで、すべての光ファイバ12を接着固定することができる。

50

凹所 21 は、上述したフェルール 1 の凹所 6 と同様に、内壁 21a, 21b と、底部 21c と、接着剤投入口 21d を有する。凹所 21 及び接着剤 14 の構成や、凹所 21 における光ファイバ 12 の接着固定の態様等は、上述したフェルール 1 の凹所 6 及び接着剤 4 と同様の構成や態様等を採用することができるので、重複する説明は省略する。

【0033】

図 6 に示すように、光電変換モジュール 16 は、光素子 17 を搭載あるいは内蔵したモジュールである。光素子 17 としては、半導体レーザ（例えばレーザダイオード：LD）等の発光素子、あるいは、フォトダイオード（PD）等の受光素子が挙げられる。光電変換モジュール 16 は、回路基板（図示せず）上に設置され、回路基板上の駆動回路からの制御信号に基づいて、発光素子を駆動する機能や、受光素子から出力される電気信号を回路基板上の処理回路に伝達する機能を有することができる。10

【0034】

光電変換モジュール 16 は、光ファイバ 12 が固定されたフェルール 11（光ファイバ付きフェルール 10）を保持するホルダ手段（図示せず）を備える。ホルダ手段の構成は、特に限定されるものではなく、バネによって支持されたアーム、ラッチ、ピン嵌合、磁石などが挙げられる。光ファイバ付きフェルール 10 が光電変換モジュール 16 上に保持されると、フェルール本体 20 の下面 20a が光素子 17 に対向する。このとき、位置決め手段 22 により位置決めされた光ファイバ 12 は、回路基板等に対して略平行に配置される。位置決め手段 22 は、フェルール本体 20 の下面 20a に対して平行でもよく、傾斜してもよい。20

【0035】

フェルール本体 20 の前面 20c は、凹所 21 に配置された光ファイバ 12 の先端面 12a が向かう光路 12b の延長線上に位置する面である。この前面 20c には、光ファイバ 12 の先端と光素子 17との間で光路 12b, 17a を変換する反射部 24 を有する。反射部 24 は、フェルール本体 20 と外部媒質（空気等）との屈折率差に基づいて、フェルール本体 20 内を伝播する光を内面で反射する。また、前面 20c に金属層や樹脂層等を設けて反射率を向上させることもできる。反射部 24 における反射率は高いほど好ましい。

【0036】

反射部 24 は、例えば位置決め手段 22 により位置決めされる光ファイバ 12 の長手方向及びこれに直交する方向に対して傾斜した傾斜面でもよい。反射部 24 の傾斜角は特に限定されるものではないが、図 6 に示すように、光ファイバ 12 の光路 12b と光素子 17 の光路 17a が略直交する場合には、傾斜角を約 45° とすることもできる。30

【0037】

図 6 に示す形態例では、フェルール本体 20 の前面 20c は、反射部 24 の傾斜角に一致するよう下面 20a から上面 20b に向かって凹所 21 に近づくように形成された傾斜面である。複数本の光ファイバ 12 がフェルール 11 に取り付けられる場合、各光ファイバ 12 に対応する反射部 24 が前面 20c において一つの平面として形成されると、金型の製造コスト等の製造上の観点からは有利である。本形態例の場合、反射部 24 となる前面 20c は、複数本の光ファイバ 12 の配列方向（図 4 の上下方向）において、少なくとも各光ファイバ 12 が配列される範囲全体にわたって同一平面となっている。40

【0038】

反射部 24 は、光素子 17 が発光素子である場合には、下面 20a に入射する光を光ファイバ 12 の先端面 12a に向けて反射する。光素子 17 が受光素子である場合には、光ファイバ 12 の先端面 12a から出射する光を、下面 20a を通して光素子 17 に向けて反射する。光素子 17 が発光部及び受光部の両方を有する複合素子である場合には、光素子 17 から光ファイバ 12 の先端への方向と、光ファイバ 12 の先端から光素子 17 への方向との双方向で光接続を行うことができる。

【0039】

図 7 に示す光ファイバ付きフェルール 10A は、凹所 21 の内壁 21a, 21b と上面

10

20

30

40

50

20bとの間の角に、上面20bに向かって接着剤投入口21dの開口寸法を拡大する傾斜面25a, 25bを有する。これにより、第1の内壁21bと第2の内壁21aの間の距離Lが小さい場合でも、凹所21の上方で接着剤投入口21dの開口面積を拡大することができる。凹所21の上方から接着剤14を滴状に投入するとき、接着剤投入口21dを通して凹所21内に入り込みやすくなる。本形態例の場合、光ファイバ12の長手方向(図7(a)の左右方向)に沿った開口寸法を増大させたが、光ファイバ12の配列する本数が少數である場合(光ファイバが1本、すなわち単心用の場合でもよい。)には、光ファイバ12の長手方向に直交する方向(図7(a)の上下方向)に沿った開口寸法を増大させても、接着剤14の投入を容易にする効果が得られる。

【0040】

10

傾斜面25a, 25bは、第1の内壁21b側または第2の内壁21a側のうちの少なくとも一方に設けることができ、図示のように両方の内壁21a, 21b側に設けてもよい。傾斜面25a, 25bの傾斜角は、図示例では約45°であるが、特に限定されるものではなく、例えば30~60°とすることができます。第2の内壁21a側に設ける傾斜面25aは、反射部24を有する前面20cに掛からないようにすると、傾斜面25aと前面20cとの間に平坦な上面20bの一部が形成されるので、成形上、有利である。

【0041】

接着剤投入口21dの開口寸法を、第1の内壁21bと第2の内壁21aの間の距離Lより広くする構成としては、傾斜面25a, 25bのほか、内壁21a, 21b全体を湾曲または傾斜させ、上面に向かって凹所21の寸法をテープ状に徐々に増大させる構成が挙げられる。上述したL/D=4の要件を満たす限り、位置決め手段22より上方の光ファイバ12の存在しない高さにおいて、凹所21が光ファイバ12の外径Dの4倍より大きく開口していても構わない。

20

【0042】

図8に示す光ファイバ付きフェルール10Bは、フェルール本体20の下面20aに集光レンズを有する。集光レンズ26は、例えば凸レンズである。この集光レンズ26は反射部24と光素子17との間に介在し、反射部24から光素子17に向かって、またはその反対に(すなわち、光素子17から反射部24に向かって)、光を集め、接続損失を抑制することができる。集光レンズ26は、フェルール本体20の外面を凸状に形成することにより、フェルール本体20と一緒に形成することもできる。また、フェルール本体20とは別体に形成されたレンズをフェルール本体20に固定してもよい。

30

【0043】

集光レンズ26が下面20aから下方に突出する突出量を抑制するため、フェルール本体20の下面20aから凹部26aをくぼませ、この凹部26a内に集光レンズ26を形成することもできる。凹部26aの深さを集光レンズ26の突出寸法より大きくすると、集光レンズ26がフェルール本体20の下面20aより内側(図8(b)の上方)に収容され、好ましい。

【0044】

40

図8(a)に示すように、フェルール本体20に複数本の光ファイバ12が固定される場合、集光レンズ26は、光ファイバ12毎に設けられ、複数の集光レンズ26が光ファイバ12の配列方向に配列する。凹部26aは、集光レンズ26毎に設けてもよいし、図8(a)に例示するように、1つの凹部26a内に複数の集光レンズ26を形成してもよい。凹部26aは、下面20aに矩形状に開口した溝部であってもよい。

【0045】

図9に示す光ファイバ付きフェルール10Cは、フェルール本体20の前面20cに、曲面からなる反射部27を有する。反射部27は、例えば凹反射面であり、球面でも非球面でもよい。この反射部27は光ファイバ12の先端と光素子17との間に介在し、光ファイバ12の先端及び光素子17に対して凹面鏡として機能する。

これにより、光ファイバ12と光素子17との間で光を集め、接続損失を抑制することができる。つまり、光素子17が発光素子である場合には、光素子17から反射部27

50

に向かって発散した光を光ファイバ12の先端に向かって集束させることができる。また、光素子17が受光素子である場合には、光ファイバ12の先端から反射部27に向かって発散した光を光素子17に向かって集束させることができる。

反射部27の焦点の位置は、光ファイバ12の先端面12a上、光素子17の発光面上または受光面上にあってもよく、あるいは若干のずれがあつてもよい。

【0046】

反射部27は、フェルール本体20と外部媒質(空気等)との屈折率差に基づいて、フェルール本体20内を伝播する光を内面で反射する。また、前面20cに金属層や樹脂層等を設けて反射率を向上させることもできる。反射部27における反射率は高いほど好ましい。反射部27は、内面反射する光から見て凹状に形成されればよいため、フェルール本体20の前面20cを外側から見て凸状に形成することにより、フェルール本体20と一緒に形成することもできる。また、フェルール本体20とは別体に形成された凹面鏡をフェルール本体20に固定してもよい。10

図9(a)に示すように、フェルール本体20に複数本の光ファイバ12が固定される場合、反射部27は、光ファイバ12毎に設けられ、複数の反射部27が光ファイバ12の配列方向に配列する。

【0047】

位置決め手段22は、図10(a)に示すように、光ファイバ12の周囲を全周にわたって取り囲む光ファイバ穴22aであつてもよい。一体成形品において光ファイバ穴22aのような細径の貫通穴を形成する場合には、フェルール本体20の成形時にピン状の型を光ファイバ穴の位置に配置して材料の流入を防ぐことで、フェルール本体20の成形と同時に光ファイバ穴を形成することが可能である。この手法は、ドリル等を用いた後加工に比べて高精度の光ファイバ穴22aを容易に形成できるので、特に複数の光ファイバ穴22aを有する多心用のフェルール11に好適である。20

【0048】

位置決め手段22としては、図10(b)に示すV溝22b、図10(c)に示すU溝22c等を採用することも可能である。

この場合、図11に示すように、V溝22bやU溝等の光ファイバ収容溝を有するフェルール本体28に対して、板状部材からなる押さえ蓋29を被せ、フェルール本体28と押さえ蓋29との間に光ファイバ12を接着固定してもよい。30

【0049】

以上、本発明を好適な実施の形態に基づいて説明してきたが、本発明は上述の形態例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の改変が可能である。

図6~9においては、フェルール本体20の反射部24,27を、フェルール本体20の外面である前面20cに形成したが、本発明はこれに限定されるものではなく、反射部をフェルール本体の内部に形成することもできる。例えば、フェルール本体20の前面20cと凹所21との間の位置において、フェルール本体の上面20bから断面V字状などに形成した凹部を反射面とすることもできる。また、反射ミラーとなる金属等の薄片をフェルール本体に埋め込んで反射部を構成することも可能である。

【実施例】

【0050】

以下、実施例をもって本発明を具体的に説明する。なお、本発明は、これらの実施例のみに限定されるものではない。

【0051】

この実施例では、光ファイバとして、外径が0.125mmの石英系光ファイバを有する、多心(12心)のテープ形光ファイバ心線を用いた。また、フェルールは、図12に示すように、凹所21に光ファイバ12の先端部を接着剤14で固定し、フェルール本体20の前面に平坦面として形成された反射部24における反射によって光路12b,17aの向きを90°変換して、光ファイバ12と光素子17とを光接続する構造のフェルール本体20を有するものを用いた。フェルールの位置決め手段22は、内径が0.1274050

mmの光ファイバ穴とした。

【0052】

各サンプルにおける凹所21における第1の内壁21bと第2の内壁21aの間の距離Lは、表に示すように、 L/D が0.5、1、2、3、4、5及び6となる7種類で設計し、これら7種類のサンプルをそれぞれ約30個作製した。1つのフェルールに12個の光ファイバ穴を形成し、12本の光ファイバを位置決め及び固定できるようにした。

【0053】

光ファイバごとに、図12(b)に示すように、下面20aに直交する方向である基準方向に対するビーム角 α を測定した。ここで、上記基準方向は、光素子17と光接続したときの光素子17の光軸方向に相当し、ビーム角 α は、光素子17の光軸方向に対するビーム角に相当する。この例では、ビーム角 α は、光ファイバ12から出射された光が反射部24で反射して出射するときの角度を、上記基準方向からのずれ角として測定したものである。接着剤14の収縮14a等によって光ファイバ12の先端部が移動すると、光路12bが正規の方向からずれて、ビーム角 α が大きくなる。

【0054】

$L/D = 0.5, L/D = 1, L/D = 2, L/D = 3, L/D = 4, L/D = 5$ 、及び $L/D = 6$ の7種類のそれぞれについて、フェルールの個数にして約30個、光ファイバの本数にして約360本のビーム角 α を測定した。それぞれの L/D について、12本(12芯)ある光ファイバ毎のビーム角 α の標準偏差を算出し、これらを平均したものと表1の結果をグラフに表した結果を図13に示す。

【0055】

【表1】

L/D	ビーム角 α の標準偏差($^{\circ}$)
0.5	0.07
1	0.09
2	0.08
3	0.08
4	0.09
5	0.18
6	0.22

【0056】

表1及び図13に示すように、 $L/D = 4$ となるように凹所21の内壁21a, 21b間の距離Lを設計すると、ビーム角 α の標準偏差が小さく、 L/D が5以上の場合には、ビーム角 α の標準偏差が格段に大きくなる結果となった。このことから、 $L/D = 4$ とすることによって、接続損失の小さいフェルールを、より高い歩留まりで作製可能になることが分かる。

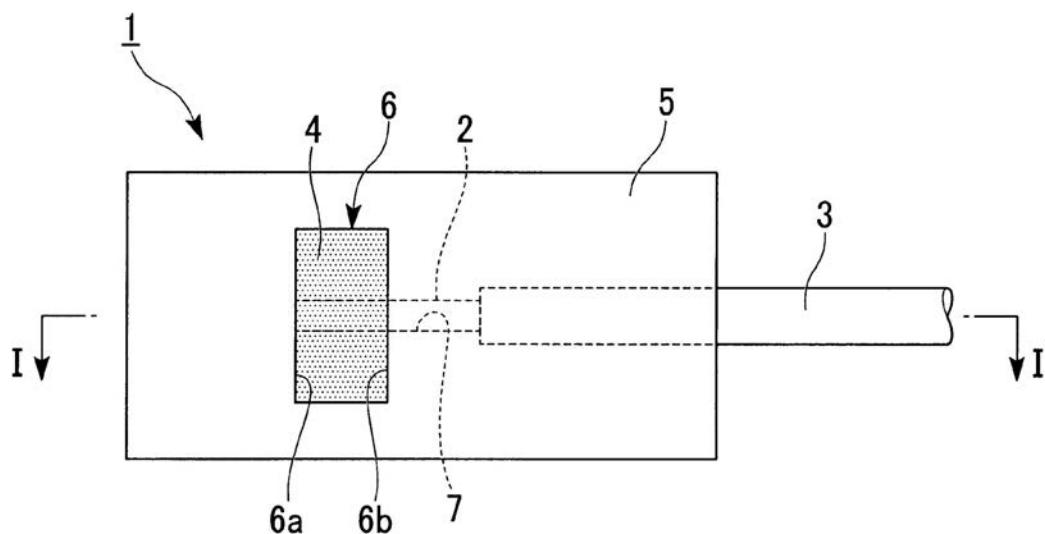
【符号の説明】

【0057】

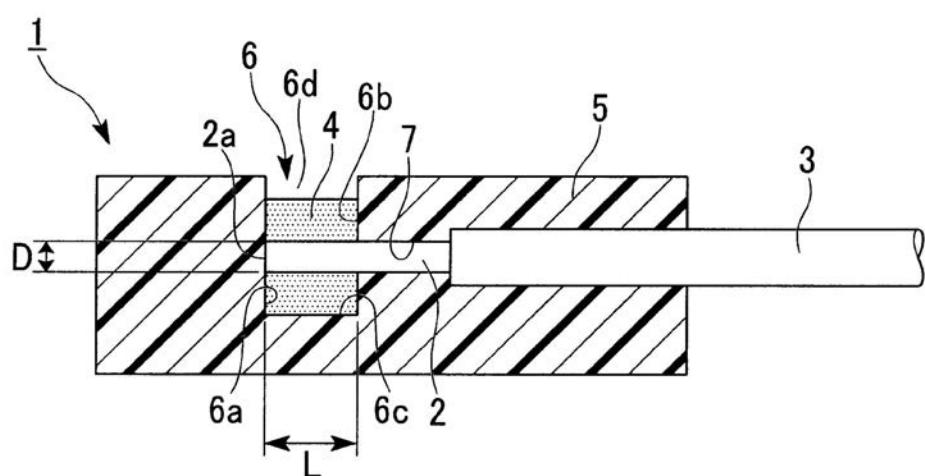
1, 1A, 11...フェルール、2, 12...光ファイバ、2a, 12a...光ファイバの先端面、4, 14...接着剤、6, 6A, 21...凹所、6a, 21a...第2の内壁、6b...第1の内壁、6d, 21d...接着剤投入口、7, 22...位置決め手段、17...光素子、22a...光ファイバ穴、25a, 25b...傾斜面、L...第1の内壁と第2の内壁の間の距離、D...光ファイバの外径。

【図1】

(a)

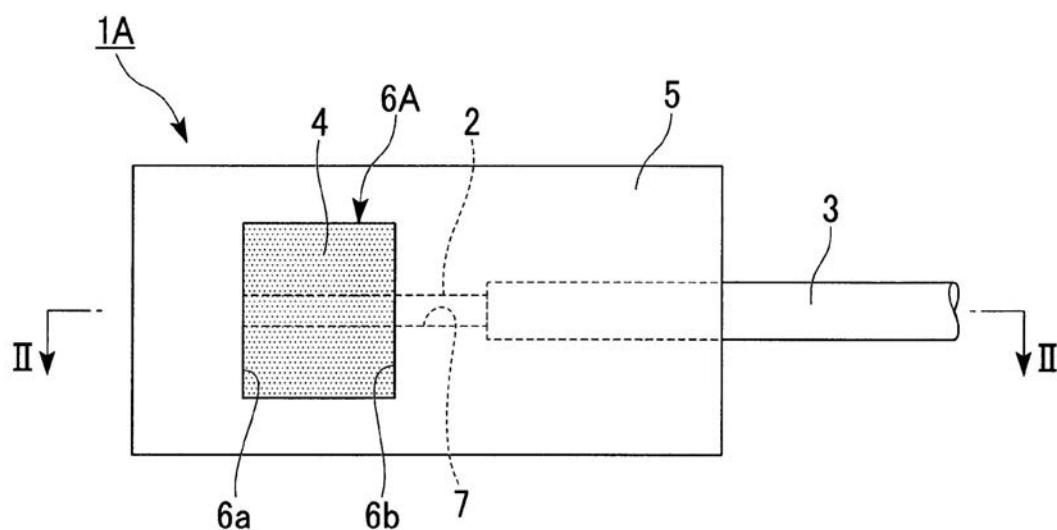


(b)

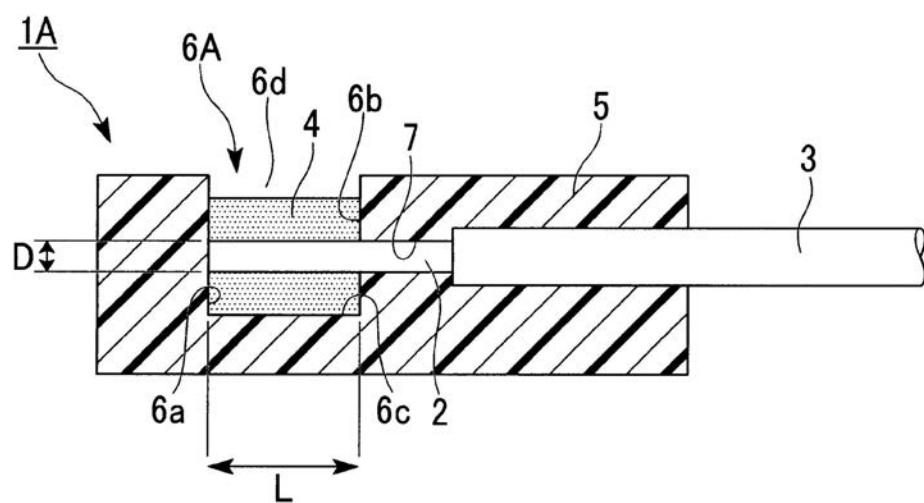


【図2】

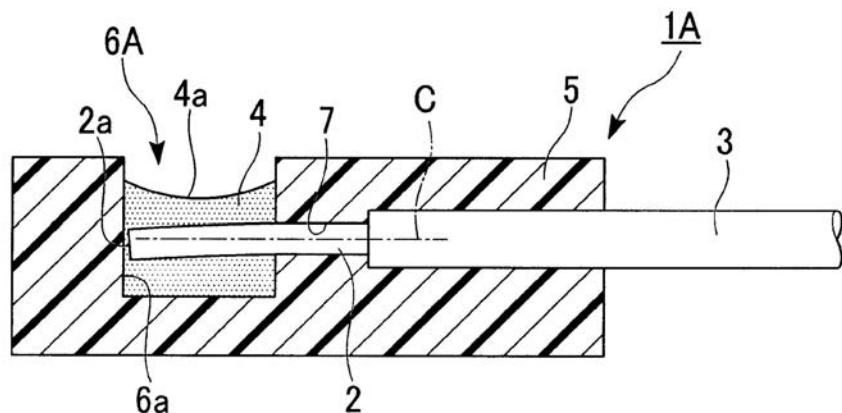
(a)



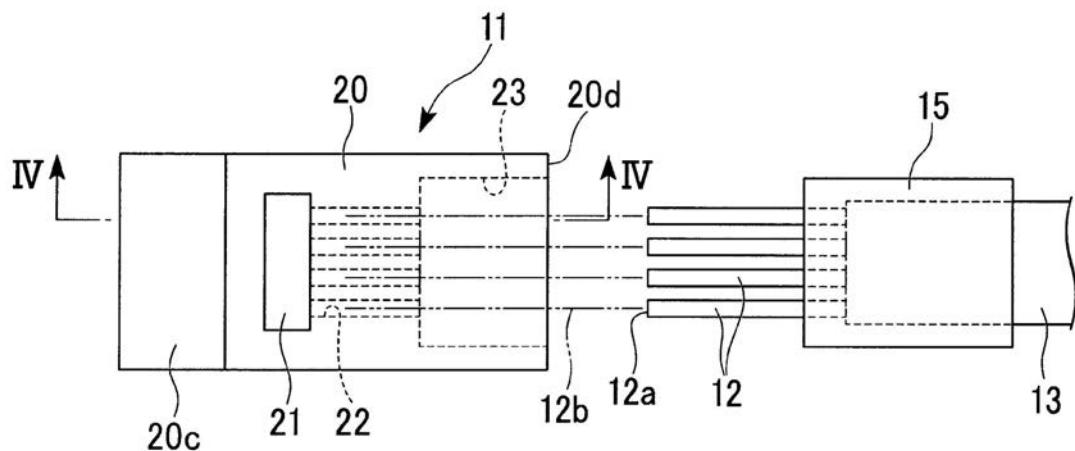
(b)



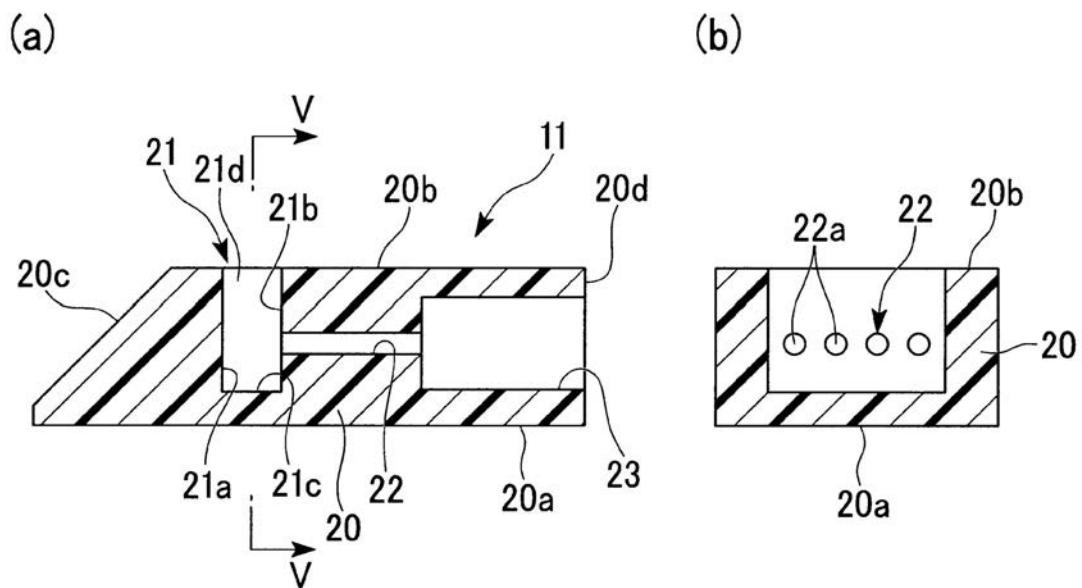
【図3】



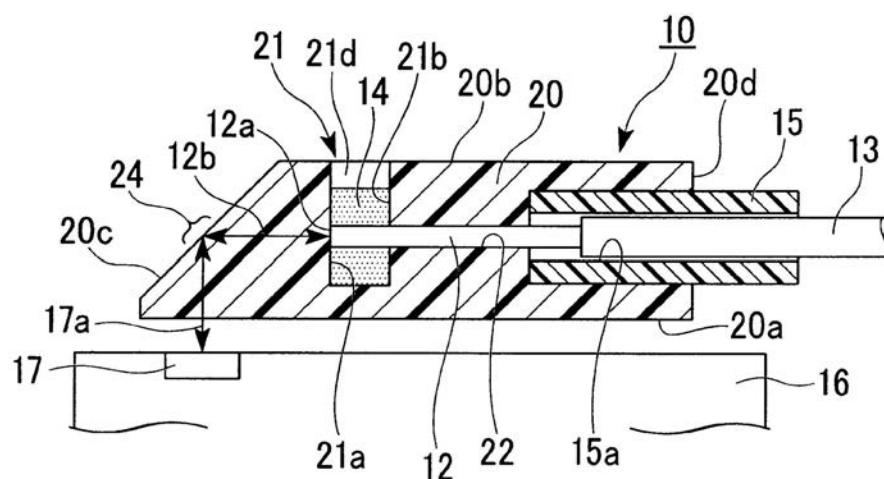
【図4】



【図5】

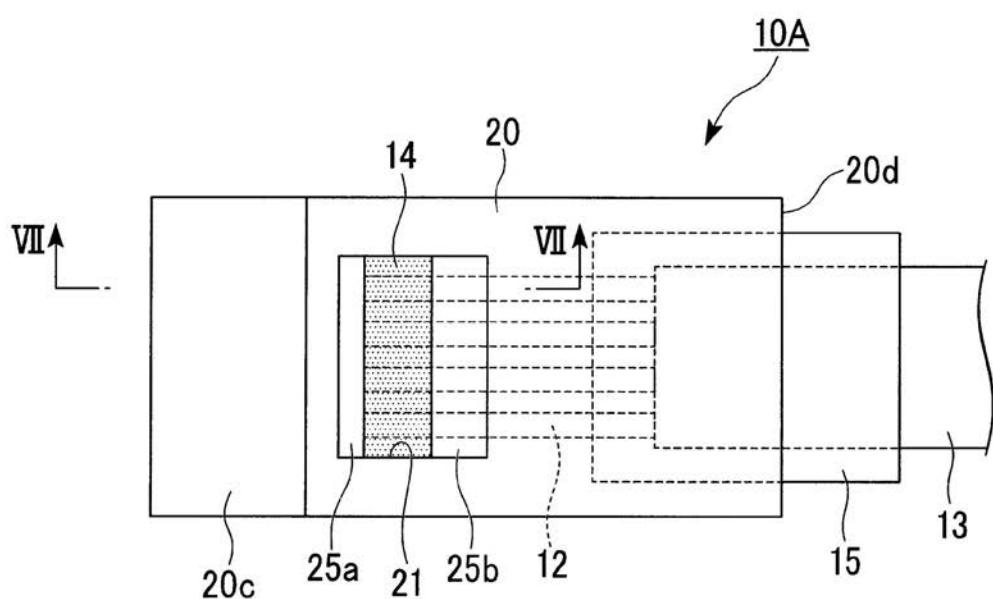


【図6】



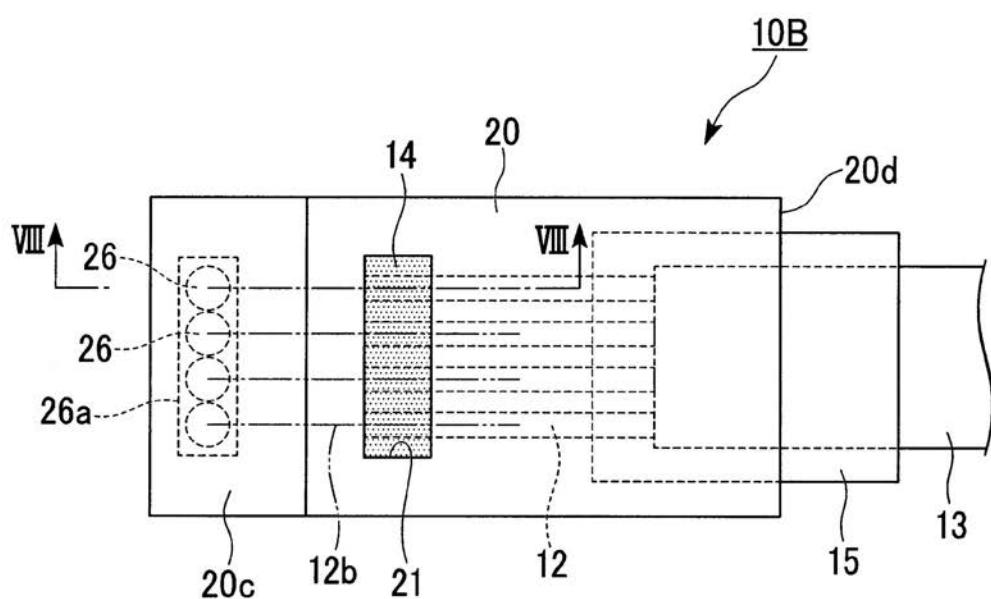
【図7】

(a)

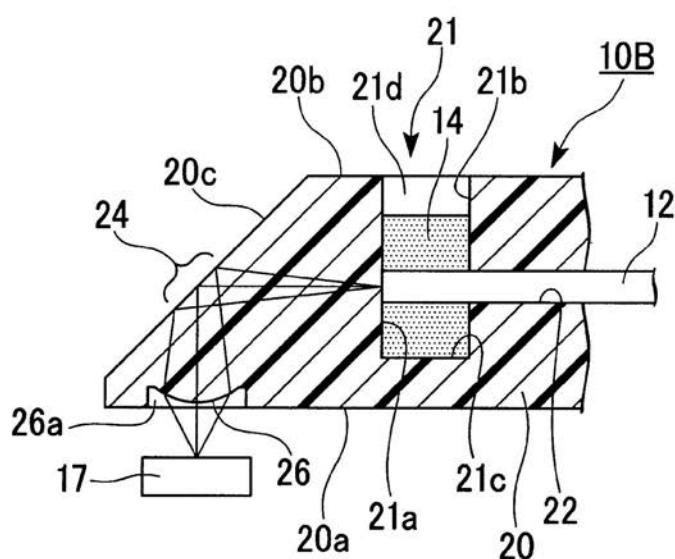


【図8】

(a)

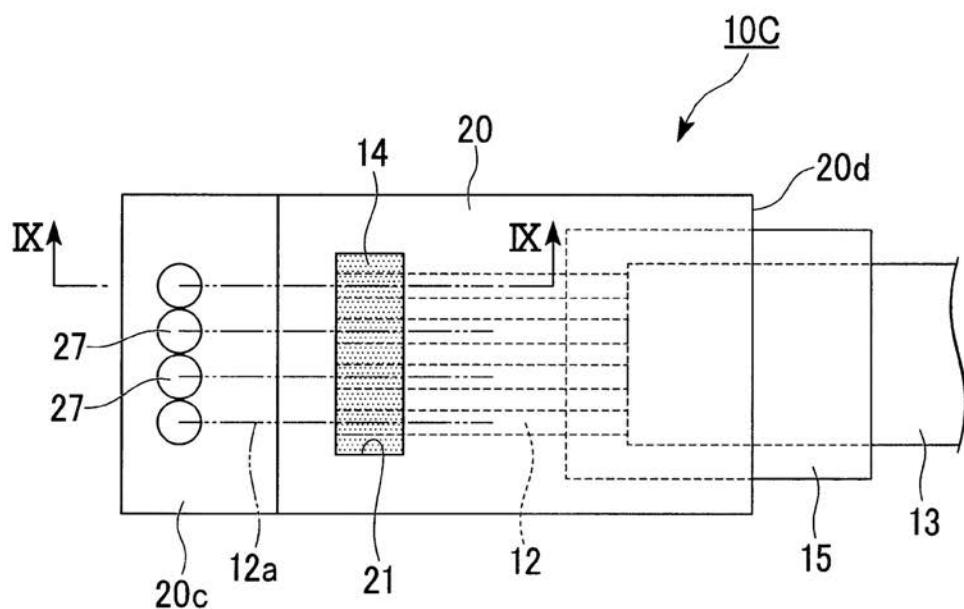


(b)

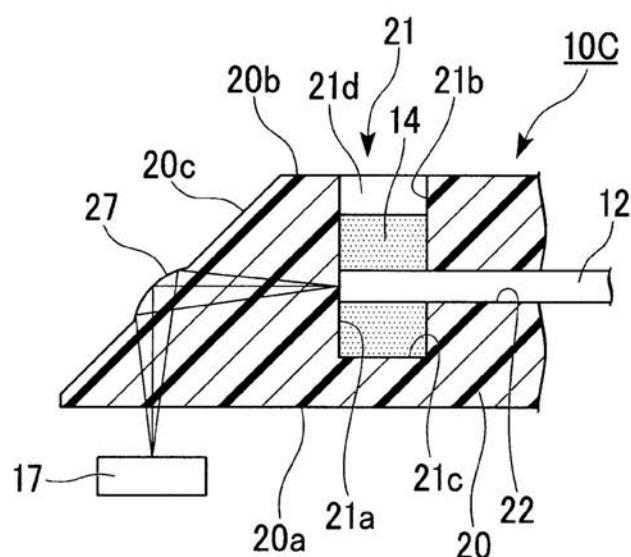


【図9】

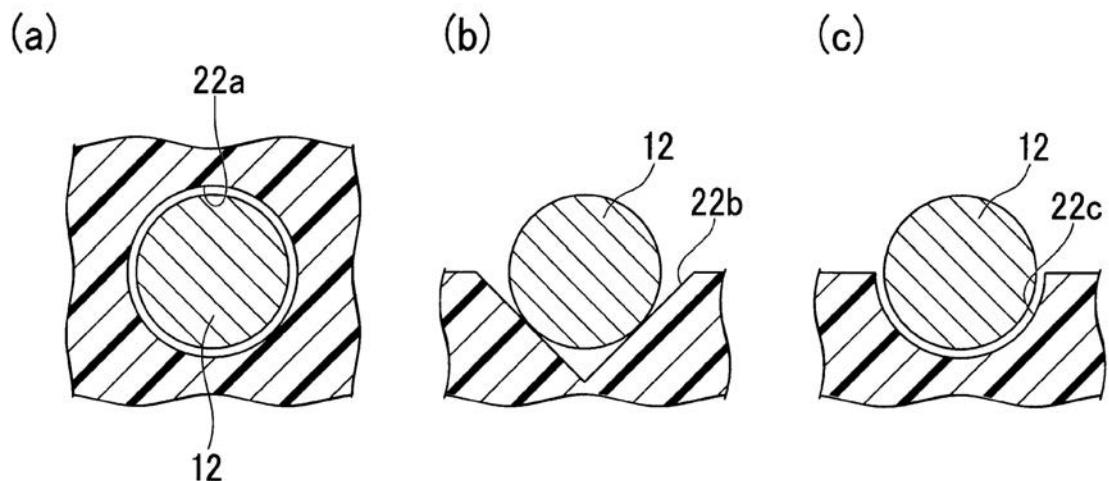
(a)



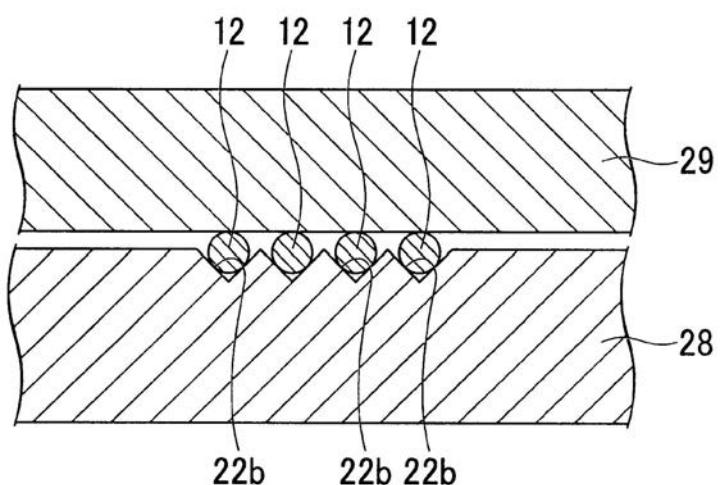
(b)



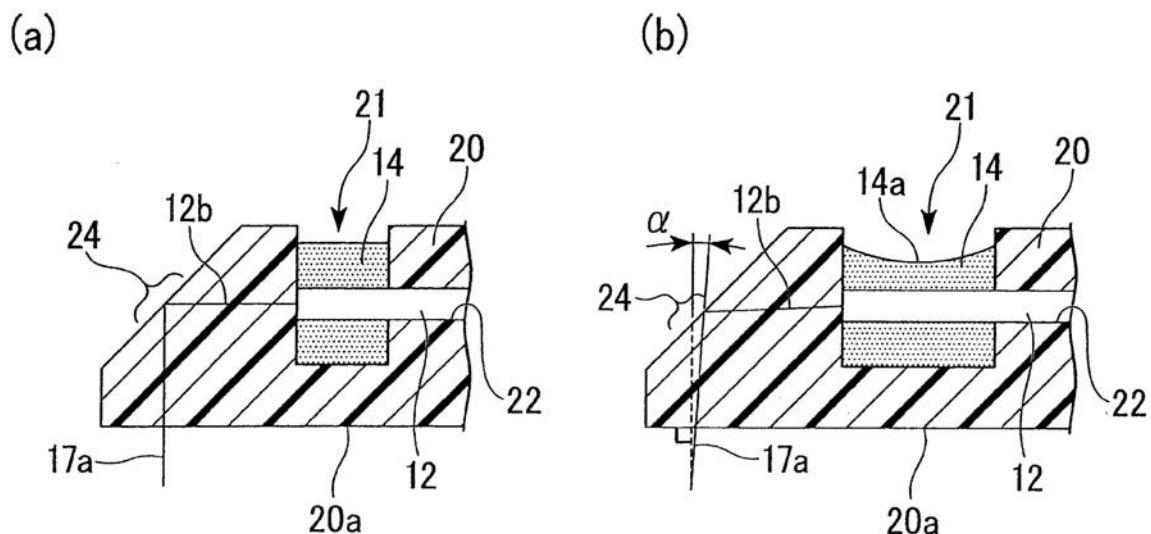
【図10】



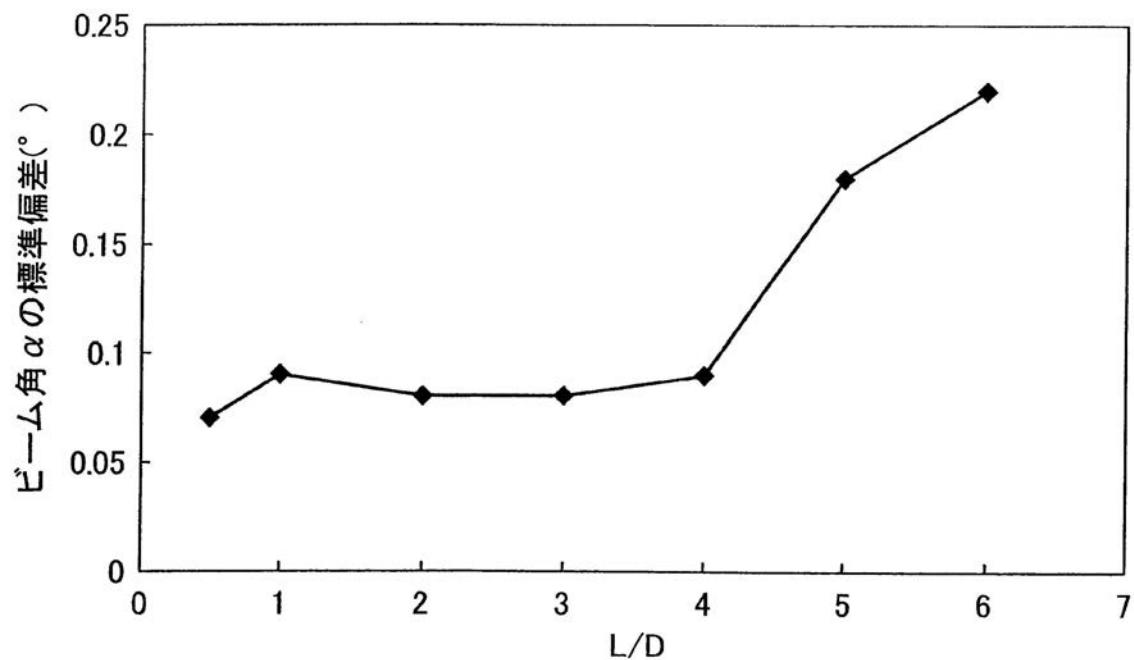
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 小林 照武

千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内

(72)発明者 藤原 邦彦

千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内

審査官 奥村 政人

(56)参考文献 特開2008-151843(JP,A)

特開2003-140002(JP,A)

特開2009-104096(JP,A)

特開2006-162806(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/00 - 6/54