

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-13805  
(P2012-13805A)

(43) 公開日 平成24年1月19日(2012.1.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO2B 6/36 (2006.01)</b>	GO2B 6/36	2H036
<b>GO2B 6/42 (2006.01)</b>	GO2B 6/42	2H137

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2010-148288 (P2010-148288)	(71) 出願人	000005186 株式会社フジクラ 東京都江東区木場1丁目5番1号
(22) 出願日	平成22年6月29日(2010.6.29)	(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

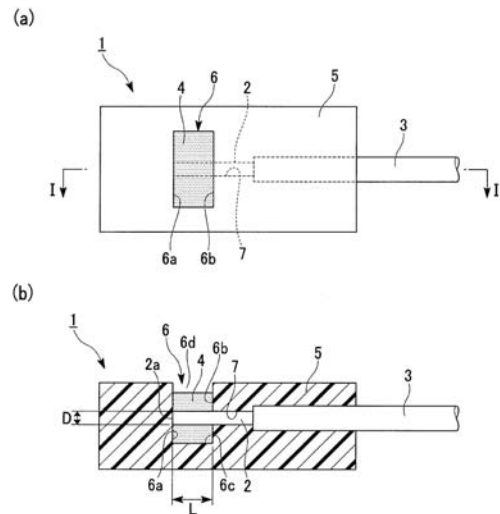
(54) 【発明の名称】 フェルルール及び光ファイバ付きフェルルール

(57) 【要約】

【課題】 成形が容易であり、出射方向のばらつきを低減可能なフェルルールを提供する。

【解決手段】 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ルール1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7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、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倍以下であり、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にほぼ突き当たった状態で凹所6に接着剤4を充填硬化させて固定可能である。

【選択図】 図1



## 【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であって、

前記光ファイバの中間部を位置決めする位置決め手段と、

前記位置決め手段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 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った状態で前記凹所に接着剤を充填硬化させて固定可能な

フェルール。

## 【請求項 2】

使用波長に対して透明な樹脂である請求項 1 に記載のフェルール。

## 【請求項 3】

前記凹所は、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請求項 1 に記載のフェルール。

## 【請求項 4】

前記接着剤投入口は、前記第 1 の内壁側または前記第 2 の内壁側のうちの少なくとも一方に傾斜面を有する請求項 3 に記載のフェルール。

## 【請求項 5】

前記フェルールには、前記位置決め手段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との間の光路を変換する反射部を有する請求項 1 に記載のフェルール。

## 【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載のフェルールに前記光ファイバを固定した光ファイバ付きフェルール。

## 【請求項 7】

請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載のフェルールを備える光コネクタ。

## 【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取り付けるフェルール及び光ファイバ付きフェルールに関する。

## 【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。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献 1】特開 2009 - 104096 号公報

10

20

30

40

50

## 【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く。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。

10

## 【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フェルールを提供することを課題とする。

## 【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であって、前記光ファイバの中間部を位置決めする位置決め手段と、前記位置決め手段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った状態で前記凹所に接着剤を充填硬化させて固定可能なフェルールを提供する。

20

## 【0008】

フェルールが使用波長に対して透明な樹脂であることも可能である。

前記凹所は、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ことも可能である。

前記接着剤投入口は、前記第1の内壁側または前記第2の内壁側のうちの少なくとも一方に傾斜面を有することも可能である。

前記フェルールには、前記位置決め手段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との間の光路を変換する反射部を有することも可能である。

30

## 【0009】

また、本発明は、上記のフェルールに前記光ファイバを固定した光ファイバ付きフェルールを提供する。

また、本発明は、上記のフェルールを備える光コネクタを提供する。

## 【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】

40

## 【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。

【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

50

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 V I I - V I I 線に沿う断面図である。

【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 V I I I - V I I I 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 I X - I X 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。

10

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

【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 6 b と、それと対向する第 2 の内壁 6 a 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 6 b から突出させるとともに第 2 の内壁 6 a にほぼ突き当たった状態で凹所 6 に接着剤 4 を充填硬化させて固定可能である。

20

このフェールは、光コネクタ用フェールとして利用可能である。光コネクタは、フェールを備えるとともに、このフェールを、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、パネ、アーム、嵌合ピンなど）を備えることができる。

【0013】

30

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単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好ましい。

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】

40

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 2 2 a、図 10 ( b ) に示す V 溝 2 2 b、図 10 ( c ) に示す U 溝 2 2 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 1 2 の長手方向に垂直な断面を示す。

【0015】

フェール 1 は、1 本の光ファイバが取り付けられる単心用にも、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 2 2 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。

50

## 【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。

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6aは、少なくとも光ファイバ2の先端面2a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。

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6dを有する。接着剤4を接着剤投入口6d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。

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( $L/D < 4$ )。

## 【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

10

20

30

40

50

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、フェルルール全体の向きを変えて調整することは困難である。

【0022】

図 3 に示すように、接着剤 4 の収縮 4 a は、光ファイバ 2 の長手方向（左右方向）に沿った凹所 6 A の中央部では大きく、該長手方向に対向する両側の内壁 6 a , 6 b 付近では小さい。これは、接着剤 4 と内壁 6 a , 6 b との相互作用により、収縮 4 a 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 4 a に引きずられて第 2 の内壁 6 a 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。

10

【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ることができる。

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 6 b と第 2 の内壁 6 a 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 0.125 mm の場合、L は約 0.06 mm 以上、L/D は 0.5 以上が好ましい。

20

【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 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】

(接着剤の収縮率) = (収缩量 Z) / (硬化前の充填深さ Z) × 100 (%)

30

【0026】

本形態例のフェルルール 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ルールの場合には、特に好適である。

多心用フェルルールの場合、フェル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ルールをより確実に作製するためには、フェル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】

40

本形態例のフェルルール 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、フェルルール寸法を縦横それぞれ 7 mm、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 1 6 に搭載された光素子 1 7 との光接続に用いられる光コネクタに好適なフェルルール 1 1 の一例を示す。

図 4 に示すフェルルール 1 1 は、光ファイバ 1 2 の中間部を位置決めする位置決め手段 2 2 と、位置決め手段 2 2 により位置決めされた光ファイバ 1 2 の先端部が突出可能な第 1 の内壁 2 1 b と、それと対向する第 2 の内壁 6 a を少なくとも有する凹所 2 1 とを備えるフェルルール本体 2 0 からなる。

50

## 【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。

## 【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に挿入されるとき、ブーツ15はブーツ収容穴23に収容される。

10

## 【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。

## 【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体に形成されている。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。

20

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。

30

## 【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、パ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。

40

## 【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

50

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。

【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。

10

【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。

20

【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 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ので、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数である場合（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。

30

【0040】

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° とすることもできる。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。

40

【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 の寸法をテーパ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。

【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

50



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）、光を集束し、接続損失を抑制することができる。集光レンズ 26 は、フェルル本体 20 の外面を凸状に形成することにより、フェルル本体 20 と一体的に形成することもできる。また、フェルル本体 20 とは別体に形成されたレンズをフェルル本体 20 に固定してもよい。

#### 【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。

10

#### 【0044】

図 8（a）に示すように、フェルル本体 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ル 10C は、フェルル本体 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。

20

これにより、光ファイバ 12 と光素子 17 との間で光を集束し、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 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ってもよい。

#### 【0046】

反射部 27 は、フェルル本体 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。また、フェルル本体 20 の前面 20c を外側から見て凸状に形成することにより、フェルル本体 20 と一体的に形成することもできる。また、フェルル本体 20 とは別体に形成された凹面鏡をフェルル本体 20 に固定してもよい。

30

図 9（a）に示すように、フェルル本体 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。

40

#### 【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 であってもよい。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ル 11 に好適である。

#### 【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

50

2 2 c 等を採用することも可能である。

この場合、図 1 1 に示すように、V 溝 2 2 b や U 溝等の光ファイバ収容溝を有するフェルール本体 2 8 に対して、板状部材からなる押さえ蓋 2 9 を被せ、フェルール本体 2 8 と押さえ蓋 2 9 との間に光ファイバ 1 2 を接着固定してもよい。

#### 【 0 0 4 9 】

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 2 0 の反射部 2 4 , 2 7 を、フェルール本体 2 0 の外面である前面 2 0 c 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 2 0 の前面 2 0 c と凹所 2 1 との間の位置において、フェルール本体の上面 2 0 b 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 】

#### 【 0 0 5 0 】

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。

#### 【 0 0 5 1 】

この実施例では、光ファイバとして、外径が 0 . 1 2 5 mm の石英系光ファイバを有する、多心 ( 1 2 心 ) のテーブ形光ファイバ心線を用いた。また、フェルールは、図 1 2 に示すように、凹所 2 1 に光ファイバ 1 2 の先端部を接着剤 1 4 で固定し、フェルール本体 2 0 の前面に平坦面として形成された反射部 2 4 における反射によって光路 1 2 b , 1 7 a の向きを 9 0 ° 変換して、光ファイバ 1 2 と光素子 1 7 とを光接続する構造のフェルール本体 2 0 を有するものを用いた。フェルールの位置決め手段 2 2 は、内径が 0 . 1 2 7 mm の光ファイバ穴とした。

#### 【 0 0 5 2 】

各サンプルにおける凹所 2 1 における第 1 の内壁 2 1 b と第 2 の内壁 2 1 a 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 3 0 個作製した。1 つのフェルールに 1 2 個の光ファイバ穴を形成し、1 2 本の光ファイバを位置決め及び固定できるようにした。

#### 【 0 0 5 3 】

光ファイバごとに、図 1 2 ( b ) に示すように、下面 2 0 a に直交する方向である基準方向に対するビーム角  $\theta$  を測定した。ここで、上記基準方向は、光素子 1 7 と光接続したときの光素子 1 7 の光軸方向に相当し、ビーム角  $\theta$  は、光素子 1 7 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  $\theta$  は、光ファイバ 1 2 から出射された光が反射部 2 4 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 1 4 の収縮 1 4 a 等によって光ファイバ 1 2 の先端部が移動すると、光路 1 2 b が正規の方向からずれて、ビーム角  $\theta$  が大きくなる。

#### 【 0 0 5 4 】

$L / D = 0 . 5$ 、 $L / D = 1$ 、 $L / D = 2$ 、 $L / D = 3$ 、 $L / D = 4$ 、 $L / D = 5$ 、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 3 0 個、光ファイバの本数にして約 3 6 0 本のビーム角  $\theta$  を測定した。それぞれの  $L / D$  について、1 2 本 ( 1 2 心 ) ある光ファイバ毎のビーム角  $\theta$  の標準偏差を算出し、これらを平均したものをそれぞれの  $L / D$  についてのビーム角  $\theta$  の標準偏差とした。その結果を表 1 に示す。また、表 1 の結果をグラフに表した結果を図 1 3 に示す。

#### 【 0 0 5 5 】

10

20

30

40

【表 1】

L/D	ビーム角 $\alpha$ の 標準偏差(°)
0.5	0.07
1	0.09
2	0.08
3	0.08
4	0.09
5	0.18
6	0.22

10

## 【0056】

表 1 及び図 1 3 に示すように、 $L/D$  4 となるように凹所 2 1 の内壁 2 1 a , 2 1 b 間の距離  $L$  を設計すると、ビーム角  $\alpha$  の標準偏差が小さく、 $L/D$  が 5 以上の場合には、ビーム角  $\alpha$  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。

20

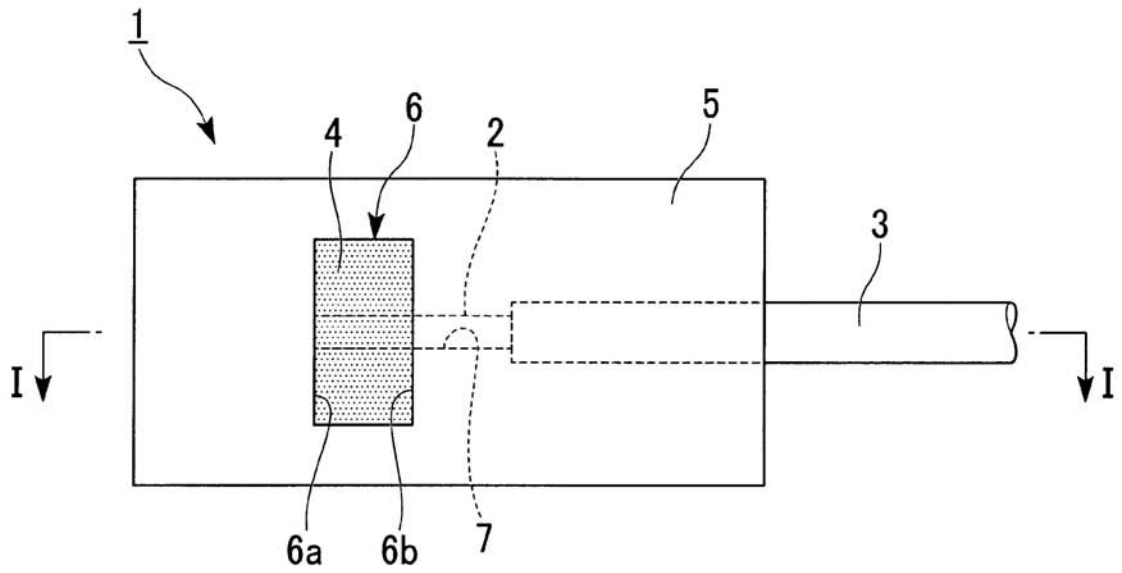
## 【符号の説明】

## 【0057】

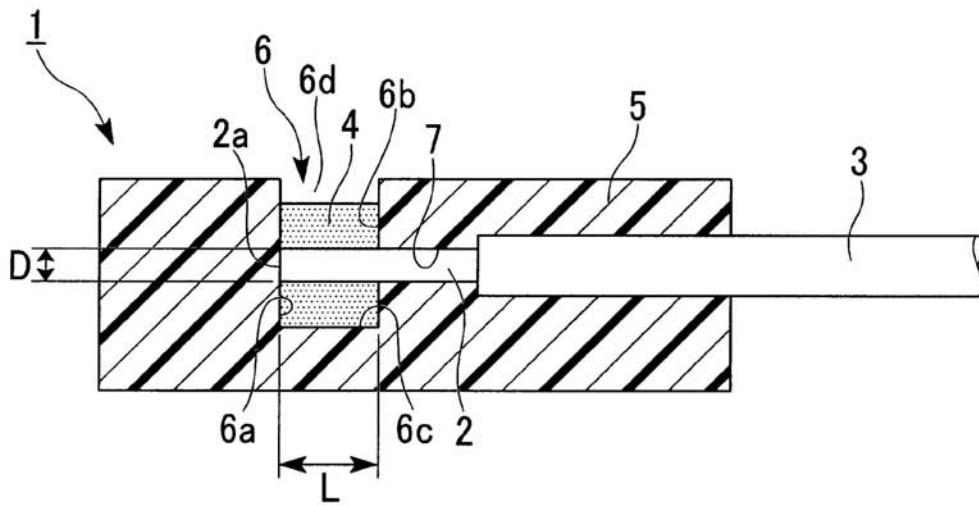
1 , 1 A , 1 1 ... フェルール、2 , 1 2 ... 光ファイバ、2 a , 1 2 a ... 光ファイバの先端面、4 , 1 4 ... 接着剤、6 , 6 A , 2 1 ... 凹所、6 a , 2 1 a ... 第 2 の内壁、6 b ... 第 1 の内壁、6 d , 2 1 d ... 接着剤投入口、7 , 2 2 ... 位置決め手段、1 7 ... 光素子、2 2 a ... 光ファイバ穴、2 5 a , 2 5 b ... 傾斜面、 $L$  ... 第 1 の内壁と第 2 の内壁の間の距離、 $D$  ... 光ファイバの外径。

【図 1】

(a)

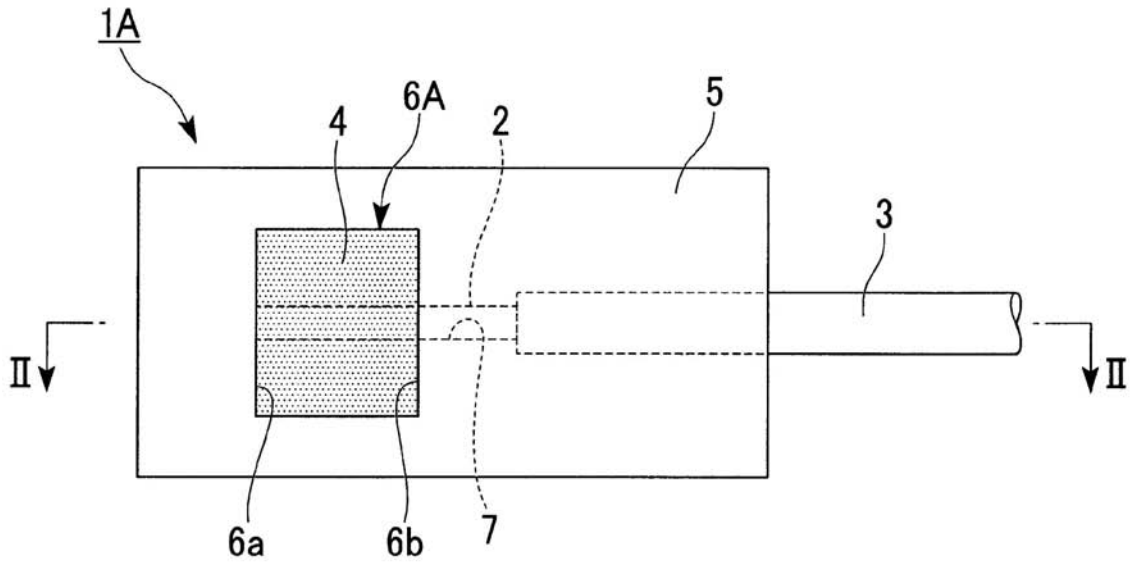


(b)

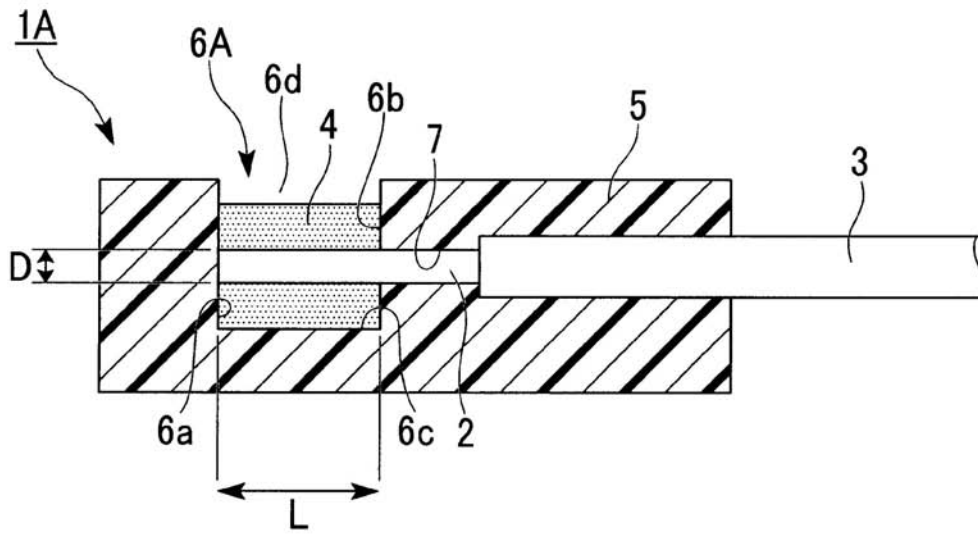


【 図 2 】

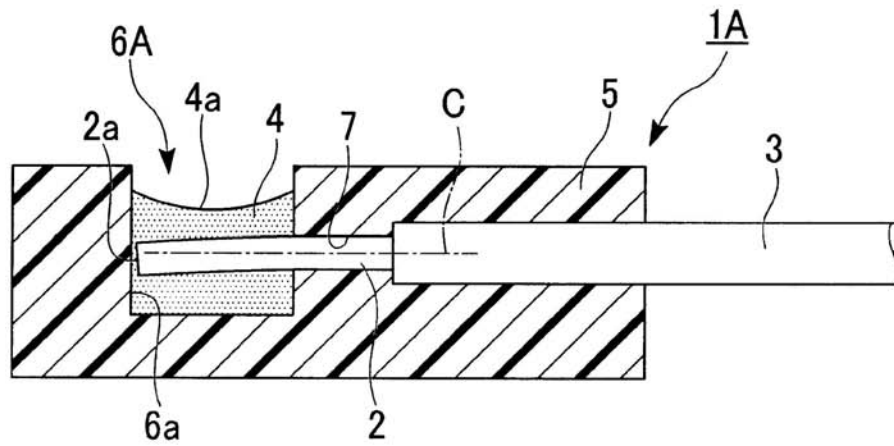
(a)



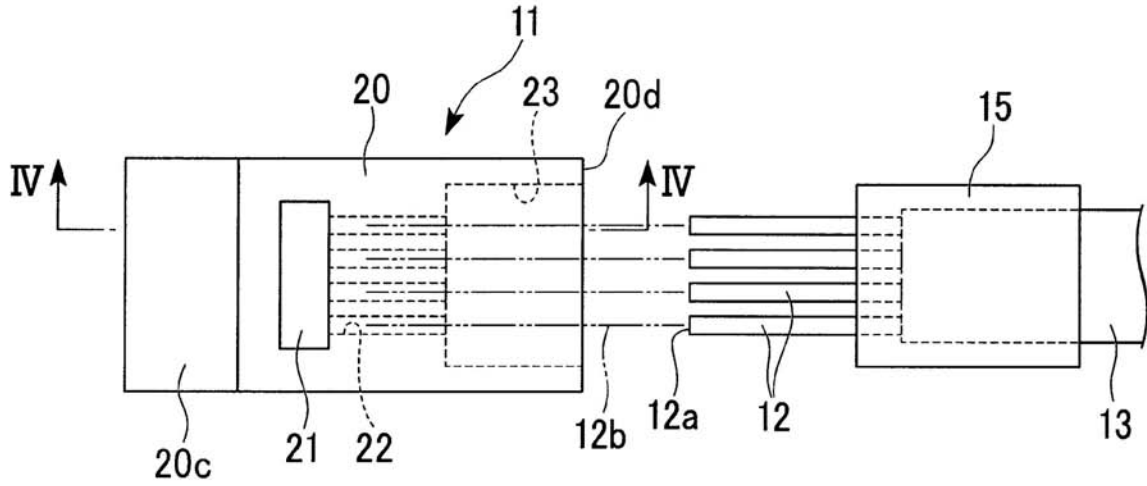
(b)



【 図 3 】

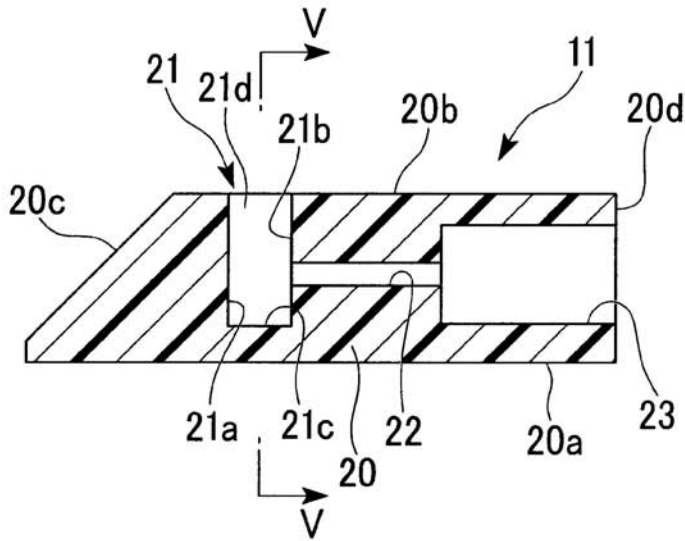


【 図 4 】

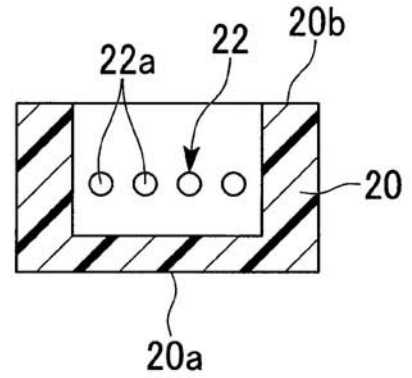


【 図 5 】

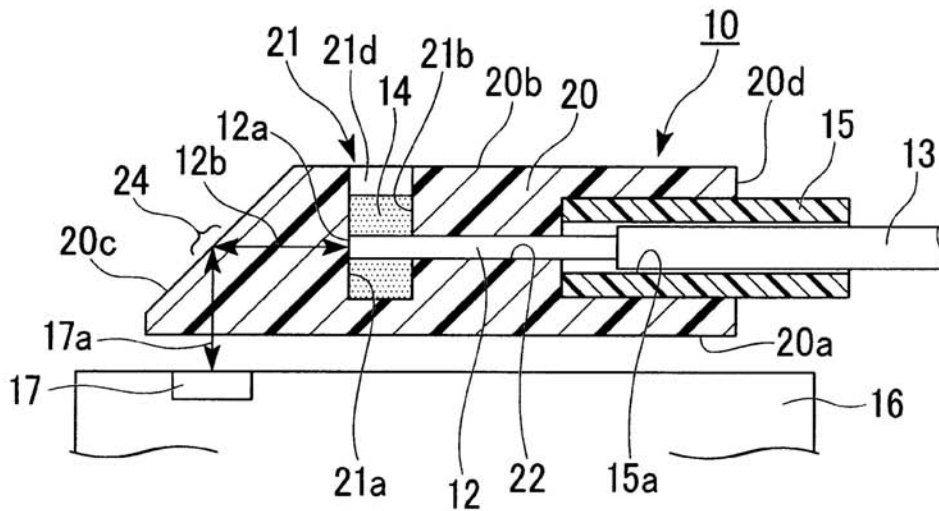
(a)



(b)

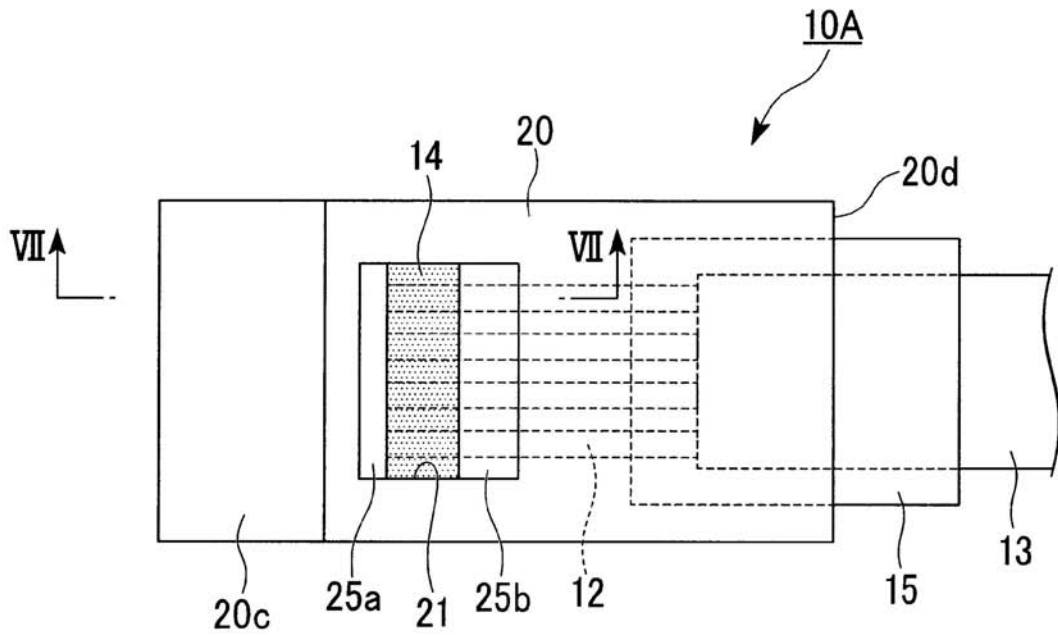


【 図 6 】

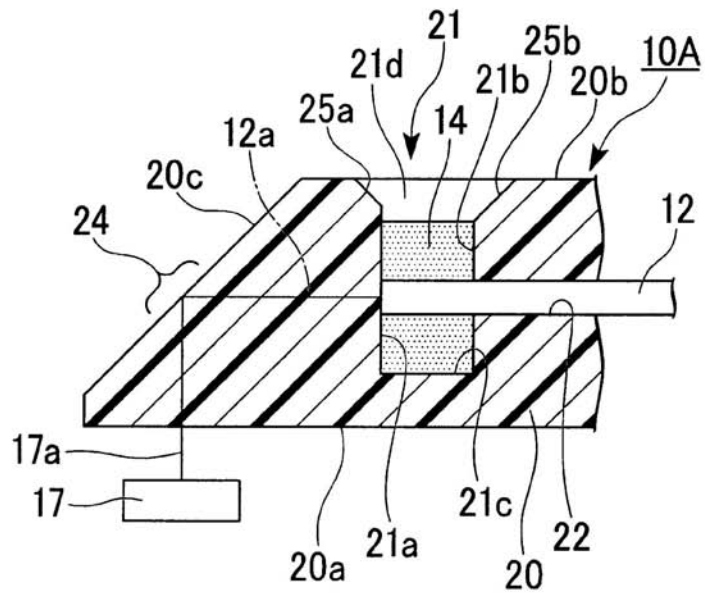


【 図 7 】

(a)

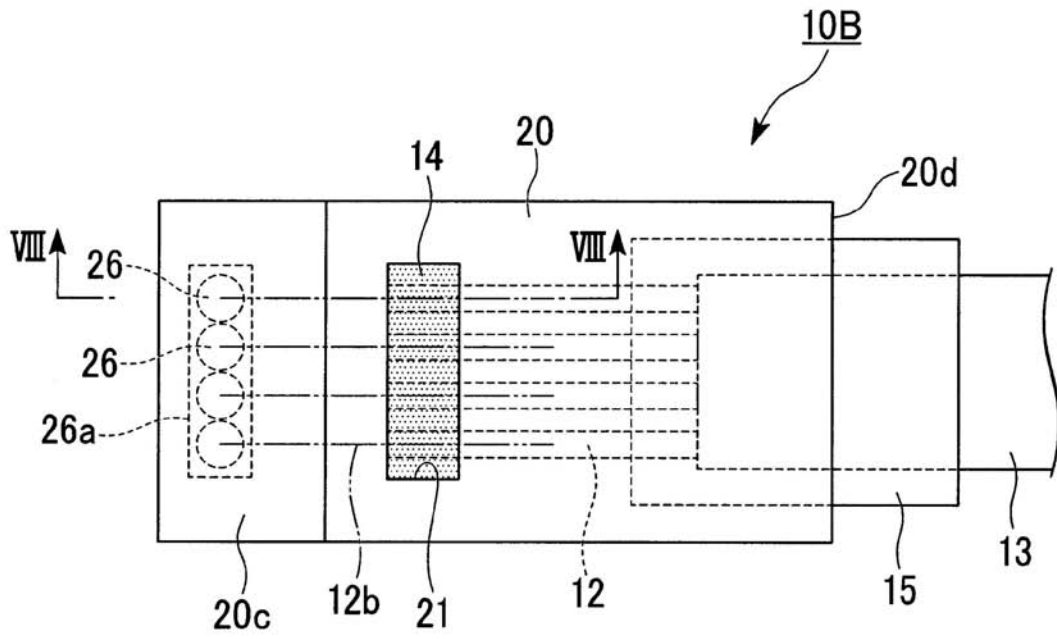


(b)

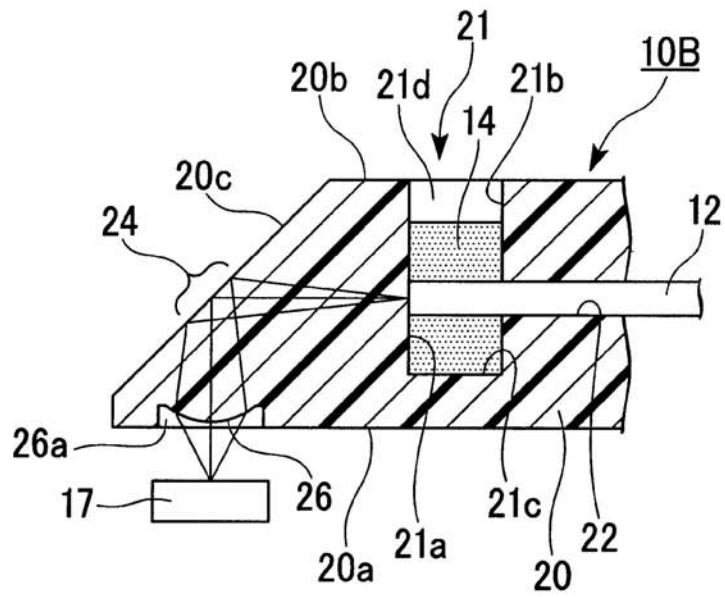


【 図 8 】

(a)



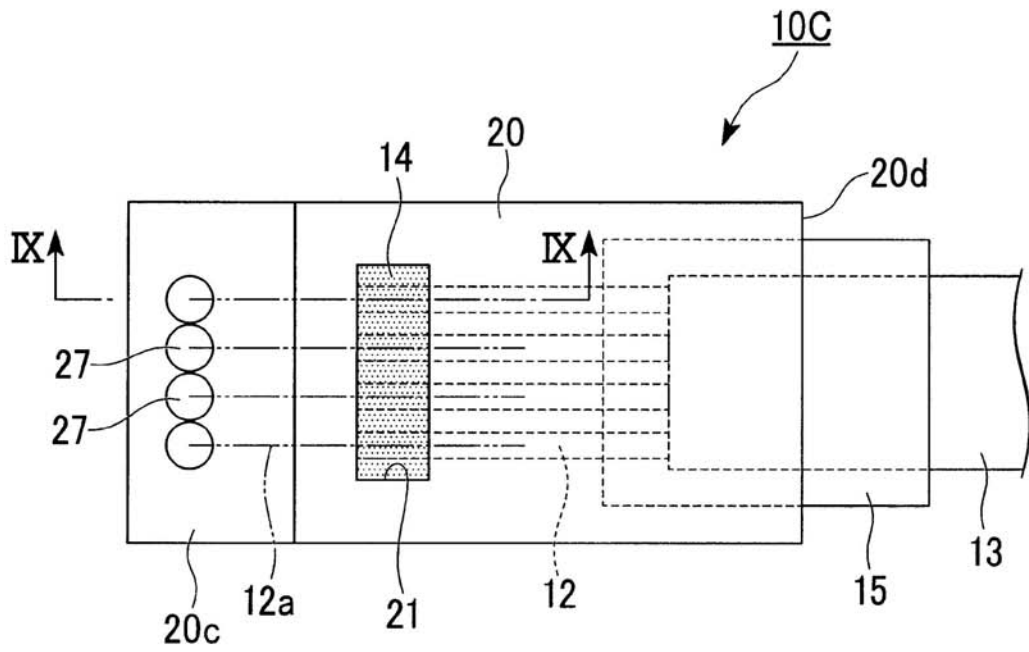
(b)



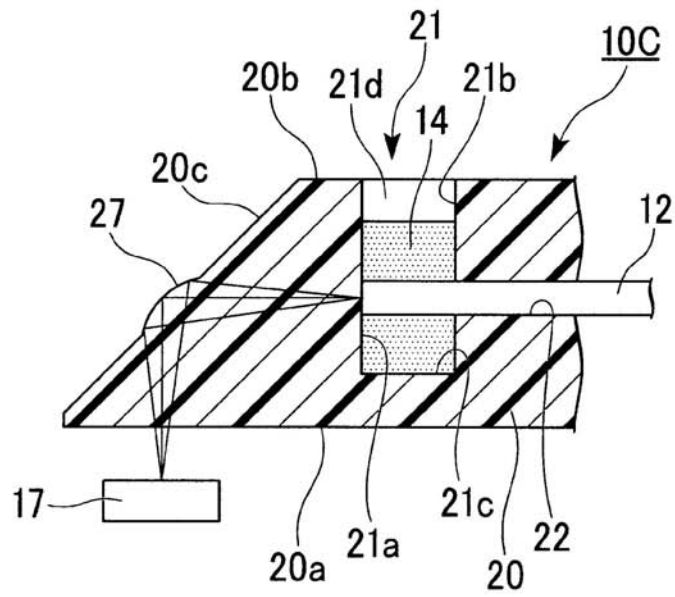


【図 9】

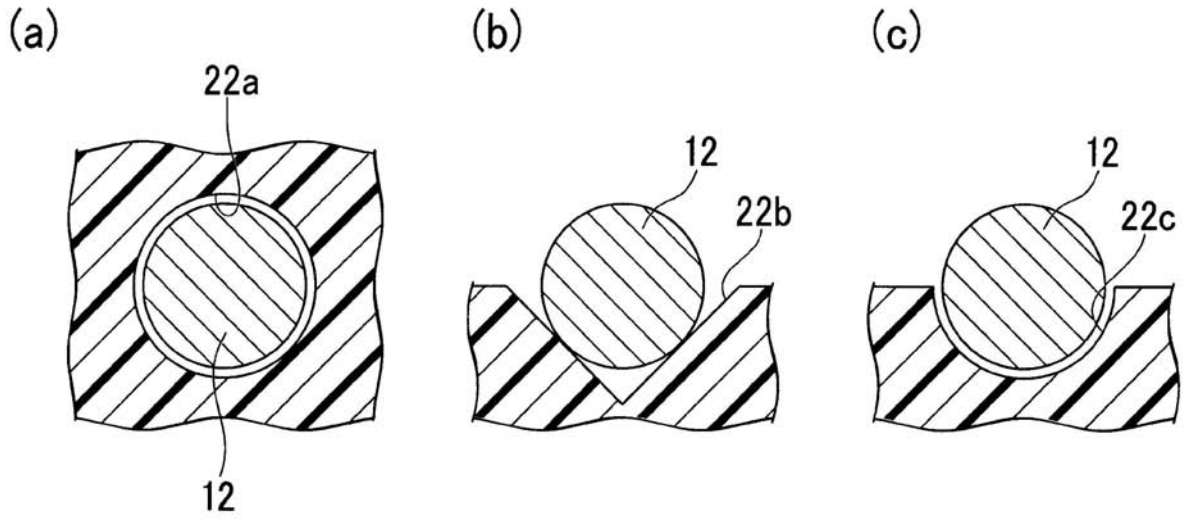
(a)



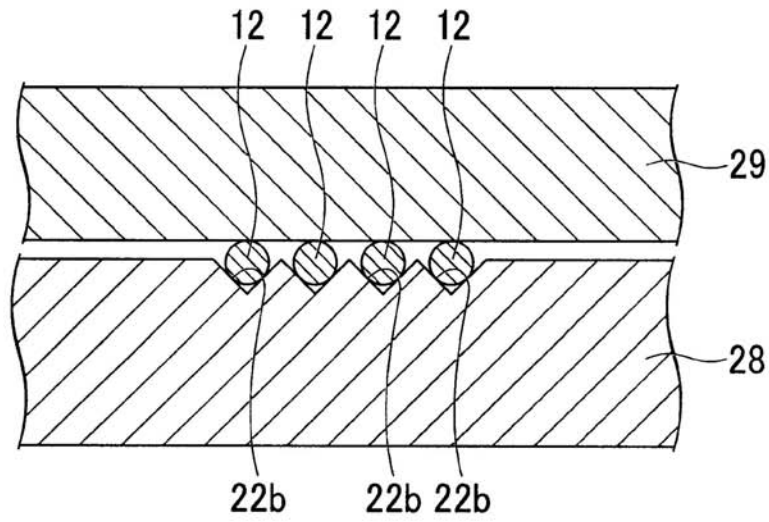
(b)



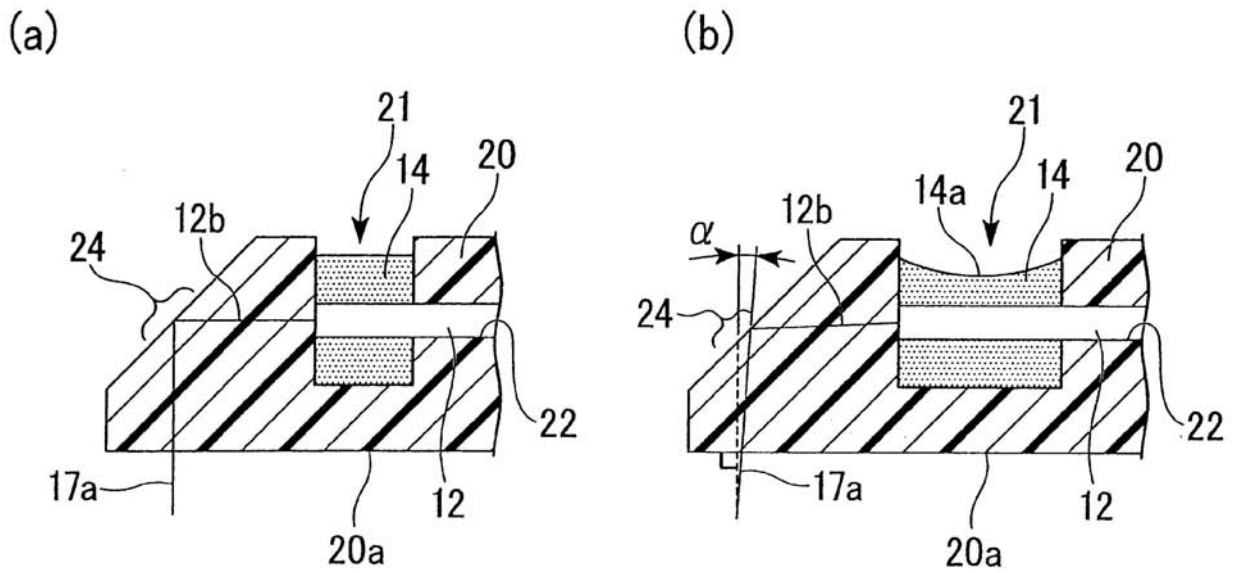
【図10】



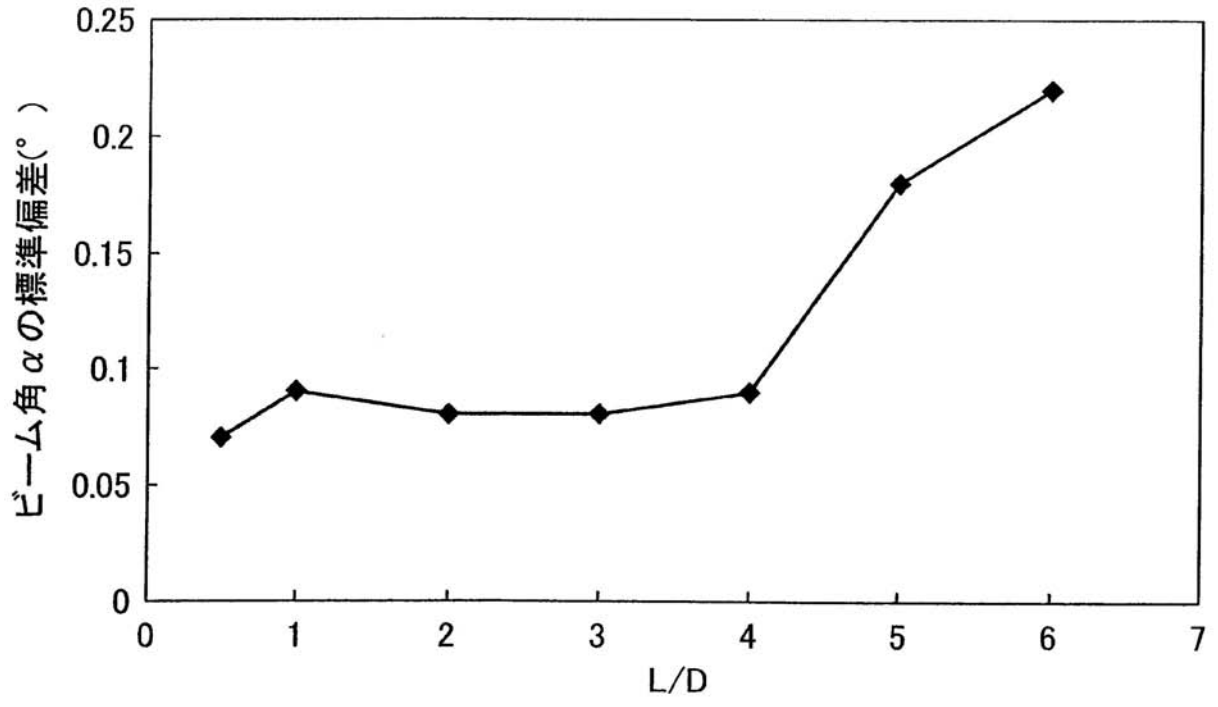
【図11】



【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1 4 4 0 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1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ佐倉事業所内

Fターム(参考) 2H036 JA02 LA02 LA03 LA08 QA14 QA18 QA20 QA23 QA59

2H137 AB05 AB06 AC05 BA01 BA03 BA04 BA06 BA15 BB02 BB12

BC10 BC14 BC51 BC52 BC73 CA12A CA13A CA15A CA75 CC01