

(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2017-173612

(P2017-173612A)

(43) 公開日 平成29年9月28日(2017.9.28)

(51) Int.Cl.
G02B 6/40 (2006.01)F1
G02B 6/40テーマコード (参考)
2H036

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2016-60492 (P2016-60492)
(22) 出願日 平成28年3月24日 (2016.3.24)(71) 出願人 000002130
住友電気工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(74) 代理人 100088155
弁理士 長谷川 芳樹
(74) 代理人 100113435
弁理士 黒木 義樹
(74) 代理人 100136722
弁理士 ▲高▼木 邦夫
(74) 代理人 100174399
弁理士 寺澤 正太郎
(74) 代理人 100182006
弁理士 湯本 譲司

最終頁に続く

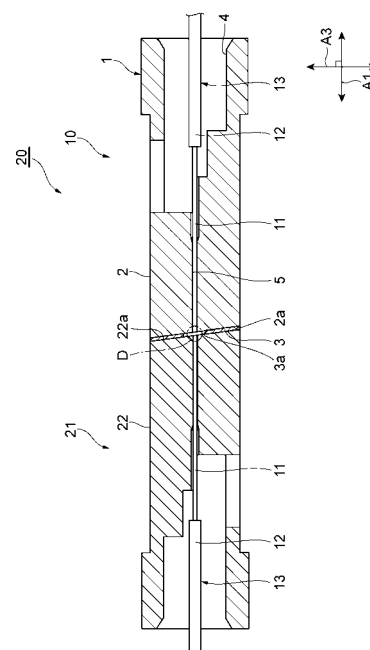
(54) 【発明の名称】 光コネクタフェルール、光コネクタ及び光結合構造

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 多重反射の発生を抑制することができる光コネクタフェルール、光コネクタ及び光結合構造を提供する。

【解決手段】 光コネクタフェルール1は、相手側コネクタ21と対向するフェルール端面2a、及びフェルール端面2aにおいて開口しており光ファイバ11が挿入及び保持される光ファイバ保持孔5を有する光コネクタフェルール1を備える。光ファイバ保持孔5に挿入及び保持される光ファイバ11の光軸に沿った断面において、フェルール端面2aの法線方向が光ファイバ11の光軸方向に対して傾斜しており、光軸方向に対する法線方向の傾斜角度 θ は、 10° 以上且つ 20° 以下である。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

相手側コネクタと対向するフェルール端面、及び前記フェルール端面において開口しており光ファイバが挿入及び保持される光ファイバ保持孔を有する光コネクタフェルールであって、

前記フェルール端面の法線方向が前記光ファイバ保持孔の中心軸方向に対して傾斜しており、

前記中心軸方向に対する前記法線方向の傾斜角度は、 10° 以上且つ 20° 以下である、
光コネクタフェルール。

10

【請求項 2】

前記光ファイバ保持孔を複数有する、
請求項 1 に記載の光コネクタフェルール。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の光コネクタフェルールと、

前記光ファイバ保持孔に挿入されて先端面が前記フェルール端面に露出する光ファイバと、を備え、

前記光ファイバの前記先端面の法線方向が前記光ファイバの光軸方向に対して傾斜しており、

前記光軸方向に対する前記先端面の法線方向の傾斜角度は、 10° 以上且つ 20° 以下である、
光コネクタ。

20

【請求項 4】

互いに接続される第 1 及び第 2 の光コネクタを備え、

前記第 1 及び第 2 の光コネクタは、光ファイバと、フェルール端面を有すると共に前記光ファイバを保持する光コネクタフェルールと、をそれぞれ備え、

前記第 1 の光コネクタの前記フェルール端面と、前記第 2 の光コネクタの前記フェルール端面とは互いに対向し、

前記第 1 及び第 2 の光コネクタのそれぞれにおいて、前記フェルール端面において前記光ファイバの先端面が露出しており、

30

前記光ファイバの光軸に沿った断面において、前記光ファイバの前記先端面の法線方向、及び前記フェルール端面の法線方向は、共に前記光ファイバの光軸方向に対して傾斜しており、

前記光軸方向に対する前記フェルール端面の法線方向の傾斜角度、及び前記光軸方向に対する前記光ファイバの前記先端面の法線方向の傾斜角度は、共に 10° 以上且つ 20° 以下となっており、

前記第 1 の光コネクタの前記フェルール端面と、前記第 2 の光コネクタの前記フェルール端面との間隔を規定するスペーサと、

前記第 1 の光コネクタと前記第 2 の光コネクタとの相対位置を固定するガイドピンと、
を更に備える光結合構造。

40

【請求項 5】

前記断面において、前記第 1 の光コネクタの前記光ファイバの位置と、前記第 2 の光コネクタの前記光ファイバの位置とは、前記光軸に交差する方向に互いにずれている、
請求項 4 に記載の光結合構造。

【請求項 6】

前記スペーサの厚さは $5\mu\text{m}$ 以上且つ $30\mu\text{m}$ 以下である、
請求項 4 又は 5 に記載の光結合構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、光コネクタフェルール、光コネクタ及び光結合構造に関するものである。

【背景技術】

【0002】

非特許文献1には、多芯光ファイバ同士を接続する光コネクタに用いられるフェルールが開示されている。このフェルールは、複数本の光ファイバを保持するための複数の孔と、位置決め用のガイドピンが挿入されるガイド孔とを有する。このガイド孔にガイドピンが挿入されることにより、フェールの精密な位置決めがなされる。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献1】S. Nagasawa et al., "A high-performance single-mode multifiber connector using oblique and direct endface contact between multiple fibers arranged in a plastic ferrule," IEEE Photonics Technol Letters, vol. 3, no. 10, pp. 937-939 (1991)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

光ファイバ同士のコネクタ接続の方式として、一般的にPC (Physical Contact) 方式が知られている。図9 (a) は、PC方式のフェールの構造の一例を示す側断面図である。フェール100は、円柱状の外観を有しており、光ファイバ120を保持するための孔102を中心軸線上に有する。光ファイバ120は孔102に挿通される。このPC方式では、光ファイバ120の先端面を相手側コネクタの光ファイバの先端面と物理的に接触させて押圧することにより、光ファイバ120同士を光結合させる。この方式は、主に単心光ファイバ同士を接続する際に用いられる。

【0005】

しかしながら、上記の方式には次の問題がある。フェール端面104に異物が付着した状態で接続してしまうと、押圧力によってフェール端面104に異物が密着してしまう。密着した異物を取り除くためには接触式のクリーナを使用する必要があり、また、異物の密着を防ぐためには頻繁に清掃を行う必要がある。また、複数本の光ファイバ120を同時に接続する多芯フェールの場合、1本の光ファイバ120毎に所定の押圧力が要求されるので、光ファイバ120の本数が多くなるほど接続に大きな力が必要となる。

【0006】

上記の問題に対し、例えば図9 (b) に示されるように、互いに接続される2本の光ファイバ120の先端面121間に間隔を設ける構造が考えられる。しかしながら、先端面121間に間隔を設ける構造では、フェール端面104において光の反射が生じ、この反射が2つのフェール端面104間で何度も繰り返される多重反射が生じる。この多重反射によって、互いに位相が異なる複数の光が光ファイバ120に入射することがあり、この場合、光ファイバ120に結合する光の強度が変化してしまうという問題が生じうる。

【0007】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、多重反射の発生を抑制することができる光コネクタフェルール、光コネクタ及び光結合構造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】

前述した課題を解決するために、本発明の一実施形態に係る光コネクタフェルールは、相手側コネクタと対向するフェール端面、及びフェール端面において開口しており光ファイバが挿入及び保持される光ファイバ保持孔を有する光コネクタフェルールであって、フェール端面の法線方向が光ファイバ保持孔の中心軸方向に対して傾斜しており、当該中心軸方向に対する当該法線方向の傾斜角度は、10°以上且つ20°以下である。

【0009】

本発明の一実施形態に係る光コネクタは、前述の光コネクタフェルールと、光ファイバ保持孔に挿入されて先端面がフェルール端面に露出する光ファイバと、を備え、光ファイバの先端面の法線方向が光ファイバの光軸方向に対して傾斜しており、当該光軸方向に対する当該先端面の法線方向の傾斜角度は、 10° 以上且つ 20° 以下である。

【0010】

本発明の一実施形態に係る光結合構造は、互いに接続される第1及び第2の光コネクタを備え、第1及び第2の光コネクタは、光ファイバと、フェルール端面を有すると共に光ファイバを保持する光コネクタフェルールと、をそれぞれ備え、第1の光コネクタのフェルール端面と、第2の光コネクタのフェルール端面とは互いに対向し、第1及び第2の光コネクタのそれぞれにおいて、フェルール端面において光ファイバの先端面が露出しており、光ファイバの光軸に沿った断面において、光ファイバの先端面の法線方向、及びフェルール端面の法線方向は、共に光ファイバの光軸方向に対して傾斜しており、当該光軸方向に対するフェルール端面の法線方向の傾斜角度、及び当該光軸方向に対する光ファイバの先端面の法線方向の傾斜角度は、共に 10° 以上且つ 20° 以下となっており、第1の光コネクタのフェルール端面と、第2の光コネクタのフェルール端面との間隔を規定するスペーサと、第1の光コネクタと第2の光コネクタとの相対位置を固定するガイドピンと、を更に備える。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、多重反射の発生を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係る光コネクタフェルールの構成を示す側断面図である。

【図2】図2は、接続方向から見た光コネクタフェルールの正面図である。

【図3】図3は、一実施形態に係る光コネクタフェルールを備えた光コネクタと、相手側コネクタとによって構成された光結合構造を示す側断面図である。

【図4】図4は、図3に示されたD部を拡大して示す断面図である。

【図5】図5は、2つの先端面間で生じる光の多重反射を模式的に示す図である。

【図6】図6は、2つの先端面間の距離と光の結合損失との関係を示すグラフである。

【図7】図7は、2つの先端面間の距離と光の結合強度の変動幅との関係を示すグラフである。

【図8】図8は、光の結合強度の変動幅を一定にしたときにおける先端面の傾斜角度と2つの先端面間の距離との関係を示すグラフである。

【図9】図9(a)及び図9(b)は、従来の光結合構造を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

〔本願発明の実施形態の説明〕

最初に、本発明の実施形態の内容を列記して説明する。本発明の一実施形態に係る光コネクタフェルールは、相手側コネクタと対向するフェルール端面、及びフェルール端面において開口しており光ファイバが挿入及び保持される光ファイバ保持孔を有する光コネクタフェルールであって、フェルール端面の法線方向が光ファイバ保持孔の中心軸方向に対して傾斜しており、当該中心軸方向に対する当該法線方向の傾斜角度は、 10° 以上且つ 20° 以下である。

【0014】

本発明の一実施形態に係る光コネクタは、前述の光コネクタフェルールと、光ファイバ保持孔に挿入されて先端面がフェルール端面に露出する光ファイバと、を備え、光ファイバの先端面の法線方向が光ファイバの光軸方向に対して傾斜しており、当該光軸方向に対する当該先端面の法線方向の傾斜角度は、 10° 以上且つ 20° 以下である。

【0015】

本発明の一実施形態に係る光結合構造は、互いに接続される第1及び第2の光コネクタを備え、第1及び第2の光コネクタは、光ファイバと、フェルル端面を有すると共に光ファイバを保持する光コネクタフェルルと、をそれぞれ備え、第1の光コネクタのフェルル端面と、第2の光コネクタのフェルル端面とは互いに対向し、第1及び第2の光コネクタのそれぞれにおいて、フェルル端面において光ファイバの先端面が露出しており、光ファイバの光軸に沿った断面において、光ファイバの先端面の法線方向、及びフェルル端面の法線方向は、共に光ファイバの光軸方向に対して傾斜しており、当該光軸方向に対するフェルル端面の法線方向の傾斜角度、及び当該光軸方向に対する光ファイバの先端面の法線方向の傾斜角度は、共に 10° 以上且つ 20° 以下となっており、第1の光コネクタのフェルル端面と、第2の光コネクタのフェルル端面との間隔を規定するスペーサと、第1の光コネクタと第2の光コネクタとの相対位置を固定するガイドピンと、を更に備える。

10

【0016】

前述の光コネクタフェルル、光コネクタ及び光結合構造では、フェルル端面の法線方向が光ファイバ保持孔の中心軸方向に対して傾斜しており、光ファイバ保持孔の中心軸方向に対するフェルル端面の法線方向の傾斜角度は、 10° 以上且つ 20° 以下である。このように中心軸方向に対する法線方向の傾斜角度を 10° 以上とすることにより、フェルル端面から相手側コネクタに向かう戻り光を光ファイバの光軸から大きく離すことができる。従って、戻り光を光ファイバの光軸から大きく離すことにより、戻り光を相手側コネクタの光ファイバに入射させにくくすることができる。よって、2つのフェルル端面間における光の多重反射を抑制することができる。更に、光ファイバ保持孔の中心軸方向に対する法線方向の傾斜角度を 20° 以下とすることにより、光の複数の偏光成分間における結合強度の差を抑えることができる。

20

【0017】

また、前述の光コネクタフェルルは、光ファイバ保持孔を複数有してもよい。この光コネクタフェルルによれば、接続における大きな力を不要とすることができると共に、複数本の光ファイバを同時に接続することができる。

【0018】

また、前述の光結合構造では、光軸に沿った断面において、第1の光コネクタの光ファイバの位置と、第2の光ファイバの位置とは、光軸に交差する方向に互いにずれていてもよい。この光結合構造では、光ファイバの先端面の法線方向が光ファイバの光軸方向に対して傾斜しているので、該先端面における屈折により、光ファイバの先端面から延びる光路は、光ファイバの光軸に交差する方向に傾く。このような構成であっても、第1の光コネクタの光ファイバの位置と、第2の光コネクタの光ファイバの位置とが光軸に交差する方向に互いにずれていることによって、第1の光コネクタの光ファイバと第2の光コネクタの光ファイバとを好適に光結合させることができる。

30

【0019】

また、スペーサの厚さは $5\mu\text{m}$ 以上且つ $30\mu\text{m}$ 以下であってもよい。前述したように、光ファイバの光軸方向に対するフェルル端面の法線方向の傾斜角度、及び当該光軸方向に対する光ファイバの先端面の法線方向の傾斜角度は、共に 10° 以上且つ 20° 以下となっている。このときにスペーサの厚さを $5\mu\text{m}$ 以上且つ $30\mu\text{m}$ 以下とすることにより、光の多重反射が抑制された光結合構造が実現される。更に、このように薄いスペーサによって2つの光ファイバの先端面間の間隔を規定することにより、2つの先端面間の距離を短くし、レンズを介さない構成であるにもかかわらず、低い結合損失でもってこれらの光ファイバ同士を接続することができる。

40

【0020】

[本願発明の実施形態の詳細]

本発明の実施形態に係る光コネクタフェルル、光コネクタ、及び光結合構造の具体例を、以下に図面を参照しつつ説明する。なお、本発明はこれらの例示に限定されるもので

50

はなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。以下の説明では、図面の説明において同一又は相当の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0021】

図1は、本発明の一実施形態に係る光コネクタフェルール1の構成を示す側断面図であって、接続方向A1（すなわち光ファイバの光軸方向）に沿った断面を示している。また、図2は、接続方向A1から光コネクタフェルール1を見た正面図である。

【0022】

光コネクタフェルール1は、本体部2及びスペーサ3を備えている。本体部2は、略直方体状の外観を有しており、例えば樹脂によって構成される。本体部2は、接続方向A1の一端側に設けられて相手側コネクタと対向する平坦なフェルール端面2aと、他端側に設けられた後端面2bとを有する。また、本体部2は、接続方向A1に沿って延びる一対の側面2c、2dと、底面2e及び上面2fとを有する。後端面2bには、複数本の光ファイバをまとめて受け入れる導入孔4が形成されている。例えば、複数本の光ファイバは、0.25mm素線、0.9mm心線、又はテープ心線等の形で導入される。

【0023】

本体部2は、複数の光ファイバ保持孔5を更に有する。各光ファイバ保持孔5は挿入された光ファイバを保持する。複数の光ファイバ保持孔5は、導入孔4からフェルール端面2aにまで貫通しており、各光ファイバ保持孔5の前端はフェルール端面2aにおいて開口している。各光ファイバ保持孔5は接続方向A1に延びており、各光ファイバ保持孔5の中心軸方向は接続方向A1に一致している。複数の光ファイバ保持孔5の開口は、フェルール端面2aにおいて、接続方向A1と交差する方向A2に沿って一列に並んでいる。方向A2は例えば接続方向A1に直交している。

【0024】

また、光コネクタフェルール1は、一対のガイドピン2g、2hを更に有する。ガイドピン2g、2hはフェルール端面2aから接続方向A1に突出している。ガイドピン2g、2hは、光コネクタフェルール1に接続される相手側コネクタの光コネクタフェールのガイド孔に挿入される。ガイドピン2g、2hは、光コネクタフェルール1と相手側コネクタの光コネクタフェールとの相対位置を固定する。一対のガイドピン2g、2hは、方向A2に沿って並んでおり、複数の光ファイバ保持孔5を挟む位置（言い換えれば、光ファイバ保持孔5の列の両端）に設けられている。

【0025】

スペーサ3は、フィルム状（薄膜状）の部材であって、少なくともその一部がフェルール端面2a上に配置され、フェルール端面2aと相手側コネクタのフェルール端面との間に挟まれることにより、フェルール端面2aと相手側コネクタのフェルール端面との間隔を規定する。スペーサ3の材料としては特に制限はなく種々の材料を用いることが可能であるが、樹脂製（例えばポリフェニレンサルファイド（PPS））又は金属製であることが好適である。スペーサ3の少なくとも一部は、本体部2のいずれかの箇所に接合されている。スペーサ3と本体部2との接合は、例えば、接着剤を介した接着又は溶着（レーザ溶着等）によって行われる。

【0026】

例えば、スペーサ3の材料と本体部2の材料とが互いに異なる場合（例えば金属と樹脂の場合）には接着剤により本体部2へのスペーサ3の接合が行われる。一方、スペーサ3の材料と本体部2の材料とが互いに同一である場合（例えば樹脂同士である場合）には溶着により本体部2へのスペーサ3の接合が行われる。スペーサ3の線膨張係数と本体部2の線膨張係数が互いに異なると温度変化の際にスペーサ3が本体部2から剥離する懸念があるが、スペーサ3の材料と本体部2の材料とが互いに同一の場合には、上記のような懸念がなく溶着接合による信頼性が高まるからである。なお、本実施形態では、スペーサ3はフェルール端面2a上のみに設けられており、スペーサ3はフェルール端面2aに接合されている。

10

20

30

40

50

【0027】

スペーサ3は、フェルル端面2aを露出させる開口部3aを有する。開口部3aは、複数の光ファイバ保持孔5のそれぞれに保持された複数の光ファイバの各先端面と、相手側コネクタの複数の光ファイバの各先端面との間に延びる複数本の光路を通過させるために、複数の光ファイバ保持孔5の開口を露出させる。一例では、開口部3aは方向A2を長手方向として形成されている。例えば、方向A2における開口部3aの長さは5.31mmであり、方向A2と交差する方向A3における開口部3aの幅は0.71mmである。方向A3は、例えば接続方向A1及び方向A2に延在する平面に直交している。

【0028】

スペーサ3の外形寸法は、フェルル端面2aの外形寸法と同一、又はフェルル端面2aの外形寸法よりも小さい。これにより、スペーサ3の周縁部への引っ掛かりに起因するスペーサ3の剥離を防ぐことができる。スペーサ3の厚さは、例えば5μm以上且つ30μm以下である。これにより、フェルル端面2aと相手側コネクタのフェルル端面との間隔が5μm以上30μm以下に規定される。スペーサ3の開口部3aの内縁は、ガイドピン2g、2hの軸線方向（すなわち接続方向A1）から見て、ガイドピン2g、2hの外周面に接している。本実施形態では、方向A2に沿った開口部3aの一对の内縁の双方が、共にガイドピン2g、2hの外周面に接している。

【0029】

図3は、本実施形態の光コネクタフェルル1を備える光コネクタ10（第1のコネクタ）と、相手側コネクタ21（第2のコネクタ）とによって構成された光結合構造20を示す側断面図である。光コネクタ10は、光コネクタフェルル1に加えて、複数本の光ファイバ11を更に備えている。光ファイバ11は例えばシングルモードファイバである。相手側コネクタ21は、光コネクタフェルルとしての本体部22と、複数本の光ファイバ11とを備えている。光結合構造20では、光コネクタ10の本体部2のフェルル端面2aと、相手側コネクタ21の本体部22のフェルル端面22aとが互いに対向している。

【0030】

複数本の光ファイバ11は、光ファイバ保持孔5の中心軸方向、すなわち接続方向A1に沿って各々延びている。各光ファイバ11は、樹脂被覆12に覆われて光ファイバ心線13を構成しており、接続方向A1における途中から先端部に亘って樹脂被覆12が除去されることにより光ファイバ11が露出している。これらの光ファイバ11は、本体部2の複数の光ファイバ保持孔5のそれぞれに挿入されて保持されている。

【0031】

前述したように、スペーサ3は、光コネクタ10のフェルル端面2aと、相手側コネクタ21のフェルル端面22aとの間に挟まれることにより、これらのフェルル端面2a、22a間の間隔を規定する。その為に、スペーサ3の表面は、相手側コネクタ21のフェルル端面22aに当接する。そして、スペーサ3の開口部3aを介して、光コネクタ10の光ファイバ11と、相手側コネクタ21の光ファイバ11とが光結合する。

【0032】

図4は、図3に示されたD部を拡大して示す断面図である。図4に示されるように、各光ファイバ11の先端面11aは、フェルル端面2a、22aにおいて露出しており、好適にはフェルル端面2a、22aのそれぞれと面一である。また、光ファイバ11の光軸に沿った断面において、光ファイバ11の先端面11aの法線方向V1は、光ファイバ保持孔5の中心軸方向、すなわち光ファイバ11の光軸方向V2に対して傾斜している。以下では、光軸方向V2に対する法線方向V1の傾斜角度を傾斜角度θとする。この傾斜角度θは、光ファイバ11の光軸に直交する面に対する先端面11aの傾斜角度に一致する。

【0033】

また、本実施形態において、フェルル端面2a、22aの法線方向は先端面11aの法線方向V1と一致している。また、先端面11aから出射される光の光路L1は、先端

10

20

30

40

50

面 1 1 a において先端面 1 1 a の傾斜の向きとは逆向きに屈折する。従って、光コネクタ 1 0 の光ファイバ 1 1 の中心軸線と、相手側コネクタ 2 1 の光ファイバ 1 1 の中心軸線とは、互いに屈折方向にずれている。

【0034】

また、光コネクタ 1 0 の光ファイバ 1 1 の先端面 1 1 a と、相手側コネクタ 2 1 の光ファイバ 1 1 の先端面 1 1 a とには、レンズ等の光学要素又は屈折率整合剤などを介することなく、間隔 K のみを介して直接的に光結合される。間隔 K は例えば空気で満たされている。

【0035】

図 5 は、2 つの光ファイバ 1 1 の先端面 1 1 a 間で生じうる光の多重反射を模式的に示す図である。図 5 に示されるように、2 つの先端面 1 1 a の間に間隔 K を設ける構造では、先端面 1 1 a において反射が生じ、この反射が 2 つの先端面 1 1 a の間で何度も繰り返される多重反射が生じる。

【0036】

具体的には、2 つの先端面 1 1 a の間に間隔 K が介在する光結合構造では、一方の光ファイバ 1 1 の先端面 1 1 a から他方の光ファイバ 1 1 に向かって反射される一次光 H 1、他方の光ファイバ 1 1 の先端面 1 1 a が一次光 H 1 を受けることにより他方の光ファイバ 1 1 の先端面 1 1 a から一方の光ファイバ 1 1 に向かって反射される二次光 H 2、というように 2 つの先端面 1 1 a 間で反射を繰り返す多重反射が生じうる。この多重反射又はフェルル端面 2 a、2 2 a 間における光の多重反射によって、互いに位相が異なる複数の光が光ファイバ 1 1 に入射することがありうる。よって、光ファイバ 1 1 に結合する光の強度が変化するという問題が生じうる。

【0037】

図 6 は、傾斜角度 θ が 8° であるときにおける 2 つの先端面 1 1 a の間の端面間距離 X と光ファイバ 1 1 に結合する光の結合損失との関係を示すグラフである。図 7 は、傾斜角度 θ が 8° であるときにおける端面間距離 X と光ファイバ 1 1 に結合する光の結合強度の変動幅との関係を示すグラフである。

【0038】

図 6 に示されるように、端面間距離 X が長くなるほど光ファイバ 1 1 への光の結合損失が大きくなる。しかしながら、図 7 に示されるように、端面間距離 X が長いほど、光ファイバ 1 1 への光の結合強度の変動幅は小さくなる。これは、端面間距離 X が長くなるほど、図 5 に示されるような一次光 H 1 及び二次光 H 2 が光ファイバ 1 1 から方向 A 3 に大きくずれて先端面 1 1 a における光の反射頻度が下がるからである。また、傾斜角度 θ を大きくした場合にも、一次光 H 1 及び二次光 H 2 が光ファイバ 1 1 から方向 A 3 に大きくずれるので、先端面 1 1 a における多重反射を減らすことが可能となる。

【0039】

図 7 に示される光ファイバ 1 1 への光の結合強度の変動幅は、先端面 1 1 a における光の反射頻度に応じた値であり、光の反射頻度が高いほど、この変動幅が大きくなる。この変動幅は、小さい方が好ましいが、例えば 0.025 dB 以下とすることができれば多重反射による影響を無視することが可能である。図 7 に示されるように、傾斜角度 θ が 8° である場合に光ファイバ 1 1 への光の結合強度の変動幅を 0.025 dB 以下とするためには、端面間距離 X を 30 μm 以上にしなければならない。

【0040】

図 8 は、光ファイバ 1 1 への光の結合強度の変動幅が 0.025 dB であるときにおける傾斜角度 θ と端面間距離 X との関係を示すグラフである。前述したように、傾斜角度 θ が 8° である場合には、上記変動幅を 0.025 dB 以下にするために端面間距離 X を 30 μm 以上としなければならないが、傾斜角度 θ を 8° より大きくしていくと端面間距離 X を 30 μm より小さくしても上記変動幅を 0.025 dB 以下にすることができる。端面間距離 X を小さくすると光ファイバ 1 1 への光の結合損失を減らすことができるので、傾斜角度 θ を大きくして端面間距離 X を小さくすることが好ましい。

【0041】

以上、光コネクタフェルール1、光コネクタ10及び光結合構造20では、フェルール端面2aの法線方向V1が光ファイバ11の光軸方向V2（光ファイバ保持孔5の中心軸方向）に対して傾斜しており、光ファイバ11の光軸方向V2に対するフェルール端面2aの法線方向V1の傾斜角度 θ は、 10° 以上且つ 20° 以下である。このように光軸方向V2に対する法線方向V1の傾斜角度 θ を 10° 以上とすることにより、フェルール端面2aから相手側コネクタ21に向かう戻り光を光ファイバ11の光軸から大きく離すことができる。従って、一次光H1及び二次光H2のような戻り光を相手側コネクタ21の光ファイバ11に入射させることができる。よって、フェルール端面2a、22aにおける光の反射頻度を下げることができるので、フェルール端面2a、22a間における光の多重反射を抑制することができる。

10

【0042】

また、光軸方向V2に対する法線方向V1の傾斜角度 θ を 20° より大きくすると、光の複数の偏光成分間の結合強度の差が大きくなると共に、全反射により先端面11aから光が出射しないという問題も生じうる。これに対し、本実施形態では、傾斜角度 θ が 20° 以下であるため、全反射を抑えると共に、光の複数の偏光成分間における結合強度の差を抑えることができる。

【0043】

また、光コネクタフェルール1は、光ファイバ保持孔5を複数有している。従って、光コネクタフェルール1では、接続における大きな力を不要とすることができると共に、複数本の光ファイバ11を同時に接続することができる。

20

【0044】

また、光結合構造20では、光軸に沿った断面において、光コネクタ10の光ファイバ11の位置と、相手側コネクタ21の光ファイバ11の位置とは、光軸に交差する方向A3に互いにずれている。この光結合構造20では、光ファイバ11の先端面11aの法線方向V1が光ファイバ11の光軸方向V2に対して傾斜しているので、先端面11aにおける屈折により、光ファイバ11の先端面11aから延びる光路L1は、光ファイバ11の光軸に交差する方向A3に傾く。このような構成であっても、光コネクタ10の光ファイバ11の位置と、相手側コネクタ21の光ファイバ11の位置とが方向A3に互いにずれていることによって、光コネクタ10の光ファイバ11と相手側コネクタ21の光ファイバ11とを好適に光結合させることができる。

30

【0045】

また、スペーサ3の厚さは $5\mu\text{m}$ 以上且つ $30\mu\text{m}$ 以下である。前述したように、光軸方向V2に対する先端面11aの法線方向V1の傾斜角度 θ 、及び光軸方向V2に対するフェルール端面2a、22aの法線方向V1の傾斜角度 θ は、共に 10° 以上且つ 20° 以下となっている。このときにスペーサ3の厚さを $5\mu\text{m}$ 以上且つ $30\mu\text{m}$ 以下とすることにより、光の多重反射が抑制された光結合構造20が実現される。更に、このように薄いスペーサ3によって2つの先端面11a間の間隔を規定することにより2つの光ファイバ11間の距離を短くし、レンズを介さない構成であるにもかかわらず、低い結合損失をもって2つの光ファイバ11同士を光結合させることができる。

40

【0046】

本発明に係る光コネクタフェルール、光コネクタ及び光結合構造は、前述の実施形態に限られるものではなく、他に様々な変形が可能である。例えば、前述の実施形態では、フェルール端面2a、22a間の間隔Kが空気で満たされていたが、屈折率が一定の媒質であれば空気以外の媒質で上記の間隔Kを満たしてもよい。また、前述の実施形態では、フェルール端面2a、22aの法線方向が先端面11aの法線方向V1と一致している例を説明したが、フェルール端面の法線方向が光ファイバの先端面の法線方向と異なっている例もよい。

【0047】

また、光コネクタフェルールの本体部、スペーサ及びガイドピンの形状及び大きさは適

50

宜変更可能である。更に、前述の実施形態では多芯フェルールに本発明を適用しているが、単心フェルールにも適用可能である。

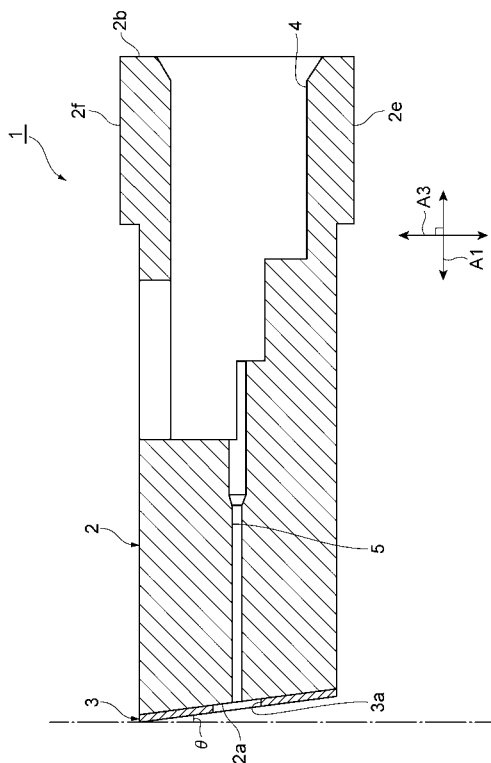
【符号の説明】

【0048】

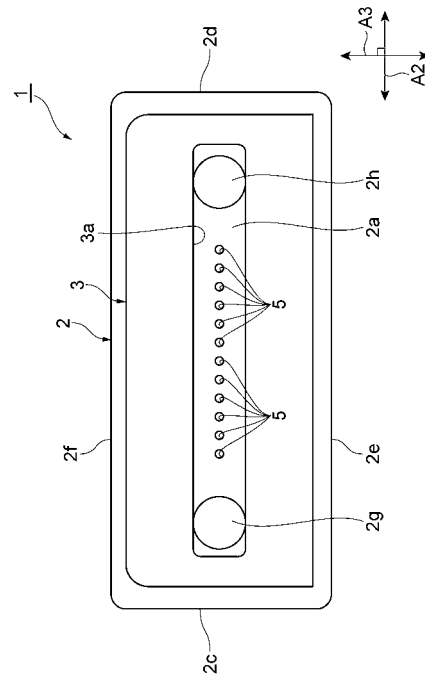
1…光コネクタフェルール、2…本体部、2a, 22a…フェルール端面、2b…後端面、2c, 2d…側面、2e…底面、2f…上面、2g, 2h…ガイドピン、3…スペーサ、3a…開口部、4…導入孔、5…光ファイバ保持孔、10…光コネクタ（第1の光コネクタ）、11…光ファイバ、11a…先端面、12…樹脂被覆、13…光ファイバ心線、20…光結合構造、21…相手側コネクタ（第2の光コネクタ）、22…本体部、A1…接続方向、A2, A3…方向、H1…一次光、H2…二次光、K…間隔、L1…光路、V1…法線方向、V2…光軸方向、X…端面間距離、 θ …傾斜角度。

10

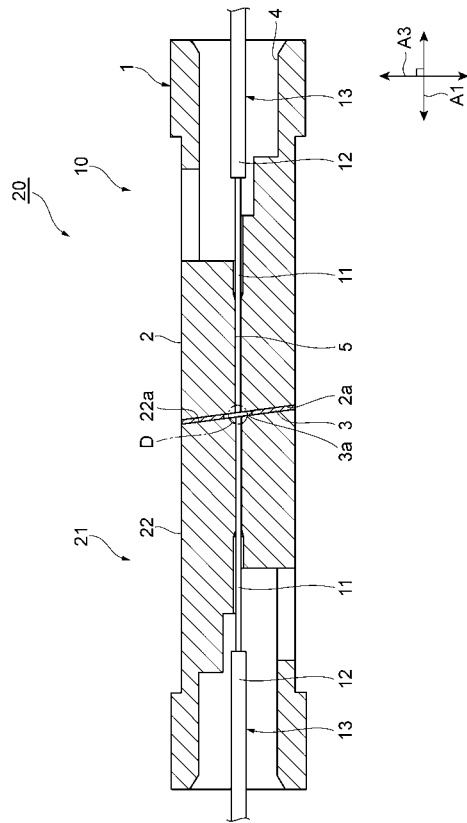
【図1】



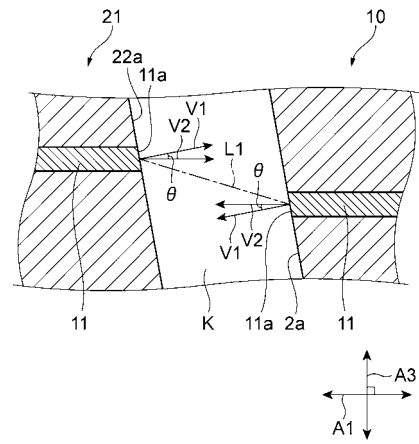
【図2】



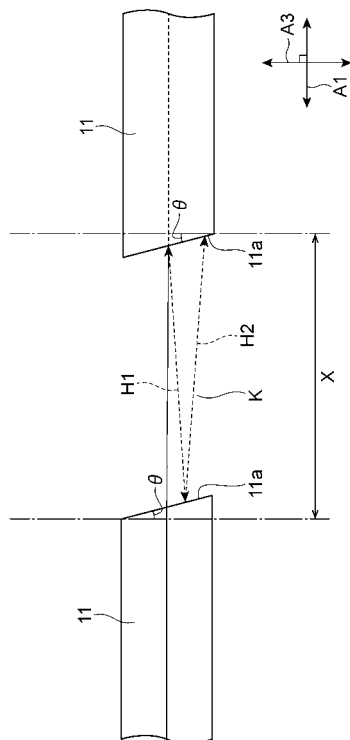
【図 3】



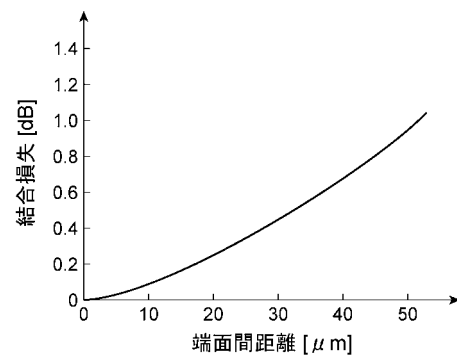
【図 4】



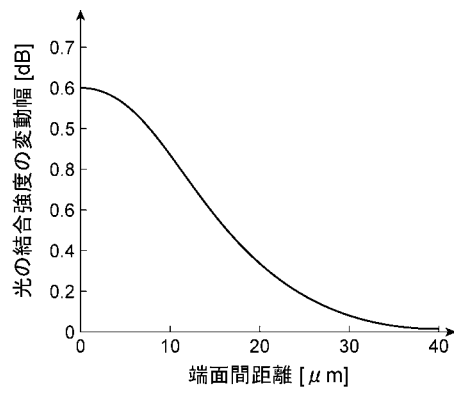
【図 5】



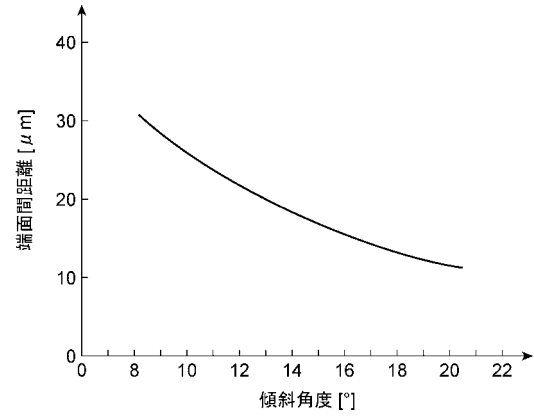
【図 6】



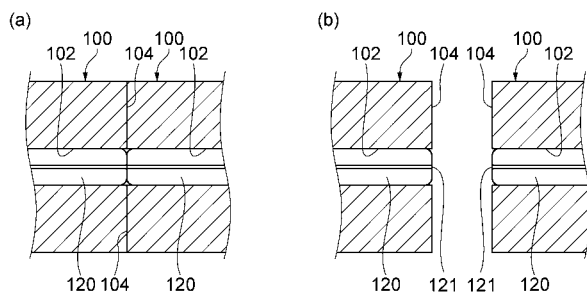
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 矢加部 祥
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
- (72)発明者 島川 修
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
- (72)発明者 佐野 知巳
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
- (72)発明者 細川 貴子
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
- (72)発明者 渡邊 卓朗
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
- Fターム(参考) 2H036 JA02 QA12 QA13 QA14 QA18 QA19 QA49