

(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2013-257520

(P2013-257520A)

(43) 公開日 平成25年12月26日(2013.12.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 6/42 (2006.01)	GO2B 6/42	2H036
GO2B 6/38 (2006.01)	GO2B 6/38	2H137

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2012-135161 (P2012-135161)	(71) 出願人	512048572 株式会社オプティ 千葉県香取市下小野312-1
(22) 出願日	平成24年6月14日 (2012.6.14)	(72) 発明者	吉田 誠 千葉県柏市柏の葉5-4-6 東葛テクノ プラザ 401 株式会社オプティ内
		(72) 発明者	林 正英 千葉県柏市柏の葉5-4-6 東葛テクノ プラザ 401 株式会社オプティ内
		(72) 発明者	榎谷 順 千葉県柏市柏の葉5-4-6 東葛テクノ プラザ 401 株式会社オプティ内
		(72) 発明者	外川 雅之 千葉県柏市柏の葉5-4-6 東葛テクノ プラザ 401 株式会社オプティ内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光コネクタ

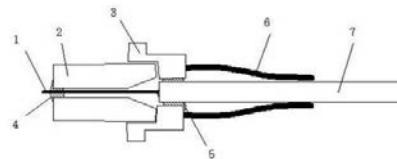
(57) 【要約】

【課題】

高出力レーザ用光コネクタにおいて位置精度が悪いため、光コネクタ交換時に膨大な時間が必要となる。

【解決手段】 高出力レーザ用途の光コネクタにおいて、光ファイバの側面または光ファイバ先端に融着接続するエンドキャップの側面または低面にガラスパイプを融着接続する構造をとることにより、大きい光量が光コネクタを投下した場合においても加熱を抑えるとともに、光ファイバの位置精度を高くすることが可能である。これにより光コネクタの交換作業を大幅に軽減できる。得に交換作業時間の短縮に寄与し、メンテナンスコストの低減に役立つ。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

1W以上のレーザ光が透過する光コネクタにおいて、光ファイバの先端付近で光コネクタと直接または間接的に固定する第1の固定部材と第1の固定部材と異なる位置で光コネクタと光ファイバとを直接または間接的に固定する第2の固定部材とで光ファイバが光コネクタに固定することを特徴とする光コネクタ

【請求項 2】

光ファイバが光コネクタに直接または間接的に固定されている部分が少なくとも2か所以上であり、各固定部の間の光ファイバが固定されていないことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光コネクタ

10

【請求項 3】

少なくともフェルールと光ファイバと透明部材からなる光コネクタであって、光ファイバと透明部材とが機械的に固定されかつ光学的に接続されており、かつまた、フェルールまたは光コネクタの後方へ所定の長さ延伸する光ファイバと、他の光ファイバとが融着接続することを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項記載の光コネクタ。

【請求項 4】

前記透明部材が均一な材質から成り、ファイバと融着接続されている事を特徴とする特許請求の範囲第3項記載の光コネクタ

20

【請求項 5】

光ファイバがフェルールまたはコネクタハウジングから後方に2mm以上300mm以下の長さであることを特長とする特許請求の範囲第3、第4項記載の光コネクタ

【請求項 6】

前記透明部材の外径が光ファイバの外径の2倍以上から10倍以下の範囲内であることを特長とする特許請求の範囲第1項、2項、3項記載の光コネクタ

30

【請求項 7】

前記透明部材がフェルールまたはコネクタハウジングに圧入または焼パメにより固定されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項、2項、3項記載の光コネクタ

【請求項 8】

前記透明部材および光ファイバの少なくともいずれか一方が無機または有機接着剤によりフェルールまたはコネクタハウジングに固定されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項、2項、3項記載の光コネクタ

【請求項 9】

前記透明部材の先端にレンズ作用を有する光学素子を配置したことを特徴とする特許請求の範囲第1項、2項、3項記載の光コネクタ

40

【請求項 10】

前記透明部材が光ファイバと固定された側と反対側の面が曲率を有することを特徴とする特許請求の範囲第8項記載の光コネクタ

【請求項 11】

前記光ファイバをパイプに挿入し、パイプの出口の少なくとも一方でパイプと光ファイバを固定すると共に、前記パイプが前記透明部材と光ファイバの前記透明部材側と異なる先

50

端との間に配置され、前記パイプと光ファイバとがパイプの内壁との間に空隙があり、光ファイバとパイプの外側にフェルールが配置していることを特徴とする特許請求の範囲第1項、2項、3項記載の光コネクタ

【請求項12】

前記パイプがガラスを主成分とする材質からなり、前記透明部材と融着接合されることを特徴とする特許請求の範囲第11項記載の光コネクタ。

【請求項13】

前記光ファイバと前記第2のフェルールまたは前記パイプとの間に接着剤が充填していることを特徴とする特許請求の範囲第1項または第11項記載の光コネクタ

10

【請求項14】

前記光ファイバまたはファイバ先端の透明部材の側壁を前記パイプが押すことで固定させることを特徴とする特許請求の範囲第1項、第3項または第11項記載の光コネクタ

【請求項15】

前記光ファイバと前記パイプとの間に真空またはガスが充填していることを特徴とする特許請求の範囲第1項、3項、第11項、第13項記載の光コネクタ

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は光ファイバ中の光エネルギーを伝送・中継するため光ファイバを接続する光コネクタに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、光コネクタは光通信分野で多用されており、長いファイバを接続し、長距離を信号伝送することや複数の光機器間を接続する際、光信号を伝送するために用いられている。特に複数の光伝送機器を設置する際、光機器を分離して設置場所まで輸送し、現地で光信号を接続するために着脱可能な光コネクタで光ファイバを接続することはきわめて有効かつ経済的に有益である。

30

【0003】

また、光通信以外の分野でも近年レーザによる加工が急速に普及、発展しており、レーザ加工で使用する高出力レーザ光をレーザ発振機から加工対象物の近くまで伝送するために光ファイバを使用する場合がある。レーザ加工で使用するレーザは1 μ m帯の波長の光が多い。また、レーザ光の強度が非常に強く、光通信分野の光強度の数千倍から数億倍の強さが一般的である。

【0004】

この光通信分野の光強度の数千倍から数億倍もの非常に強い光とは具体的には1Wから数十KWの強度である。これほどの強度の大きなレーザ光を接続するための光コネクタは光信号による発熱を効率よく冷却するため、光通信分野にない冷却機構を備えた光コネクタが多数考案され一部実用化されている。

40

【0005】

具体的にはコネクタの一部または全体を水で冷却することや光コネクタで使用する部品がアルミや真鍮、銅、などの熱伝導性のよい金属材料を用いることやサファイアなどの熱伝導性のよい結晶材料やSiCなどの熱伝導性のよい焼結セラミックスなどを用いる。さらには放熱フィンを設けることや放熱のためのスリットを設ける設計などである。

【0006】

また、光通信分野の光コネクタでは光ファイバを固定するためエポキシ接着剤など有機系

50

の接着剤を用いているが、有機系の接着剤の耐熱性は100 未満が多く、定常的に温度がかかる場所での有機系接着剤が使用できず、2枚の板でファイバを挟む機械式固定や光ファイバと光コネクタとをハンダで固定する方法や水ガラスと呼ばれる材料で固定することや無機接着剤で固定する方法などが考案されている。

【0007】

さらにレーザ加工に用いるレーザ光は所定の強度のレーザで加工する場合やパルス状のレーザで加工する場合がある。パルス状のレーザではパルス光のピーク光量は定常の光強度の場合に比べ数十倍から数万倍もの大きな値とすることが可能である。この、パルス状の強いピーク光量の光が光ファイバの終端部でファイバの屈折率と空気の屈折率との差が大きいため光エネルギーにより光ファイバが破損することが多い。これを防ぐため、エンド

10

【0008】

従って、エンドキャップは光ファイバの外径よりも大きくなる場合がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

20

【特許文献1】特開2009-175545公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、光ファイバの先端に光ファイバ外径よりも大きなエンドキャップが固定され、同時に光ファイバを機械的に保護するため、光ファイバの外側に樹脂で被覆されている。従って、固定される光ファイバが最も細く、その先端側に外径が大きいエンドキャップが融着固定され、同時に光ファイバの根本側に光ファイバより太い被覆がある。

【0011】

30

このことより、ファイバを固定するキャピラリの内径が、エンドキャップまたは被覆のどちらかよりも大きくする必要がある。キャピラリの内径が大きくなることにより、光ファイバをキャピラリに固定した時点で、光ファイバがキャピラリとの相対的位置が定まらず、位置精度が悪くなる。光ファイバの位置精度が悪いと光コネクタで光ファイバ同士を接続する場合や光コネクタを固定し、外部のレンズなどの光学系から光入射させる場合、光ファイバを交換すると光ファイバとレンズの位置がズレ、光軸がずれる。光軸がずれるとレーザ加工装置を調整しなおし必要がある上に、最悪、装置を破損させる場合がある。

【0012】

以上述べたように光コネクタ中の光ファイバの位置が異なることはレーザ加工装置を取り扱う作業者の不便さが発生する上に装置そのものを破損させると言う重大な危険性をはら

40

【発明の効果】

【0013】

本発明は、高出力レーザ装置で使用可能な光コネクタにおいて特に位置精度を向上させることで、上記作業者の不便さと共に、装置を破損する原因である光コネクタ中のファイバの位置精度を大幅に向上させ、さらに、作業者の安全性を担保する光コネクタを提供する

。

【課題を解決するための手段】

50

【0014】

光ファイバ中を伝送する光を効率よく接続する着脱可能な光コネクタにおいて、少なくともフェルールと光ファイバと透明部材からなる光コネクタであって、光ファイバと透明部材とが機械的に固定されかつ光学的に接続されており、かつまた、フェルールまたは光コネクタの後方へ所定の長さ延伸する光ファイバと、他の光ファイバとが融着接続した光コネクタ。

【0015】

ここで言う透明とは、所望の波長の光において物質を通過する光の量が減じることが少ない物質を透明とする。具体的には可視光や赤外線的光においてガラスは光の損失が極めて少ない透明物質があげられる。しかし、200nm以下の波長の紫外線や2 μm以上の波長の赤外線においては不透明である。透過する光量は物質の厚さに反比例する。そこで、ここでは10%以上光が透過する物質を透明と呼び、9%未満の光が透過する物質を不透明と呼ぶ。

10

【0016】

前記透明部材が均一な材質から成り、ファイバと融着接続されている光コネクタ

【0017】

光ファイバがフェルールまたはコネクタハウジングから後方に2mm以上300mm以下の長さである光コネクタ

【0018】

前記透明部材の外径が光ファイバの外径の2倍以上から10倍以下の範囲内である光コネクタ

20

【0019】

前記透明部材がフェルールまたはコネクタハウジングに圧入または焼バメにより固定されている光コネクタ

【0020】

前記透明部材および光ファイバの少なくともいずれか一方が無機または有機接着剤のよりフェルールまたはコネクタハウジングに固定されている光コネクタ

【0021】

前記透明部材の先端にレンズ作用を有する光学素子を配置した光コネクタ

【0022】

前記透明部材が光ファイバと固定された側と反対側の面が曲率を有する光コネクタ

30

【0023】

前記光ファイバをパイプに挿入し、パイプの出口の少なくとも一方でパイプと光ファイバを固定すると共に、前記パイプがエンドキャップと光ファイバのエンドキャップ側と異なる先端との間に配置され、前記パイプと光ファイバとがパイプの内壁との間に空隙があり、光ファイバとパイプの外側にフェルールが配置している光コネクタ

【0024】

前記パイプがガラスを主成分とする材質からなり、エンドキャップと融着接合される光コネクタ。

【0025】

前記パイプとエンドキャップとを固定する方法として接着剤を使用することやハンダ付けを行う方法やゴム状の弾性体で固定する方法などが考えられる。

40

【0026】

前記光ファイバと前記第2のフェルールまたは前記パイプとの間に接着剤が充填している光コネクタ

【0027】

前記課題を解決するために本発明の第1形態の実施例として図1に光コネクタ単体の断面図を示す。

【0028】

光ファイバ1をフェルール2の穴に挿入する。フェルール2はフランジ3に圧入されてい

50

る。光ファイバ1をフェルール2の先端部でエポキシ系接着剤4により固定する。

【0029】

光ファイバの被覆7をフランジの内壁でエポキシ系接着剤5により固定する。光ファイバは外力が加わり機械的に小さい曲率で曲げられないよう保護ブーツ6をかぶせられている。保護ブーツはフランジ3と接着固定されている。

【0030】

前記フェルール2とフランジ3とを狭義の光コネクタと呼ぶ。光コネクタの先端と後部との2か所でエポキシ系接着剤により光ファイバが固定されている。光ファイバを2か所で固定することで位置精度をフェルールの高い位置精度を反映させることができると共に、光ファイバを敷設や取り回しを行う際発生する光ファイバへの引っ張り応力を後端で機械的に強度を持たせることができる。

10

【0031】

さらに、ファイバ先端より光を入射させる場合、すべての光を光ファイバのコアに入射することはできない。一部の光はコアからはみ出しクラッド部へ漏れ出る。クラッドへ漏れ出た光は光ファイバの外へ染み出る。

【0032】

光ファイバの側壁より染み出た光はフェルールの内径の壁に当り散乱する。

【0033】

従来の光通信コネクタの場合、フェルールの内径と光ファイバとの間に接着剤があり、光ファイバから染み出た光は接着剤にあたり、接着剤が光エネルギーを吸収し、接着剤は数百もの高い温度まで加熱される。

20

【0034】

接着剤が数百まで加熱されると接着力が低下するとともに発火する危険性もあり、大変危険である。

【0035】

光ファイバを固定している接着剤の接着力が弱まると、光ファイバが光コネクタから脱落する可能性がある。

【0036】

光ファイバのコアに入らなかった光を光ファイバの外部に効率よく捨て、接着剤の加熱を抑制することができる。

30

【0037】

光ファイバの先端と後端の2か所で接着固定することで2か所の接着部で囲まれた部分の空気の入りを抑制することができる。

【0038】

上記実施例で用いた接着剤は有機系のエポキシ系接着剤を例にとり説明したが、エポキシ系および有機系接着剤に限定するものではなく、他の有機系接着剤でもよく、さらには低融点ガラスを用いた固定方法やセメントに代表されるような無機接着剤やハンダやろう付けなどの方法でもよい。さらにはネジやコレットチャックなどの様に機械的に光ファイバを前記光コネクタに固定する方法がある。さらには、ガラスフェルールと光ファイバとを用いて融着する方法や溶着、静電溶着、陽極接合、熱カシメなど多種多様な接合方法を用いることができる。

40

【0039】

さらに、固定方法が光コネクタの先端部と後端部とで同一であっても良いし、異なっても良い。

【0040】

本発明の光コネクタが応用される高出力レーザの一例としてCW用ファイバレーザの構成概念図を図7に示す。

【0041】

ポンプレーザ131からの光を光コネクタ132を介し、光ファイバ138に入射させる。ポンプレーザの光は光カプラ134を経由し、増幅用光ファイバ137に入射させる。増幅用光ファイ

50

パでポンプ光の光量に応じて光が出力され、ファイバ型回折格子135と133との間を往復する光が誘導放出により光増幅されレーザ発振する。ファイバ型回折格子135を透過した光は光コネクタ136を通過して出力される。上記のように、本発明の光コネクタはレーザの入力と出力の両方に使用される。

【0042】

他の実施形態の光コネクタにおいても高出力レーザの使用方法は同様である。

【0043】

本発明の第2形態の実施例として図2に光コネクタ単体の断面図を示す。

【0044】

図2に示すように透明部材である円柱状のエンドキャップ101があり、エンドキャップの底面で光ファイバが融着されている。エンドキャップ付き光ファイバ105が第1のフェルール102の穴に挿入され、第1のフェルールにエンドキャップが圧入固定されている。第1のフェルールを第2のフェルール103にさらに圧入し、固定する。第2のフェルールをフランジ104に圧入している。光ファイバはエンドキャップからフランジ後部の接続点まで被覆を徐越している。第2のフェルールの穴径は光ファイバの外径より1~3 μ m程度、わずかに大きな値である。このフェルールの穴に光ファイバを挿入し固定されている。エンドキャップと第1のフェルールとの固定方法は圧入の他、エポキシ系接着剤を代表とする有機系接着剤やセラミックス系接着剤を代表とする無機系接着剤を使用することができる。

【0045】

さらに、第1のフェルールを熱膨張係数の大きな金属で製造し、エンドキャップを熱膨張係数の小さい石英ガラスで製造し、第1のフェルールを加熱し、穴を大きくし、エンドキャップを挿入後、第1のフェルールを冷却すると第1のフェルールの穴径が小さくなりエンドキャップを強固に固定できるいわゆる焼バメも使用可能である。さらに、溶着や常温接合などの接合方法も使用可能である。

【0046】

上記多様な接合方法はエンドキャップと第1のフェルール間の接合方法に限定するものではなく、本発明に記載の全ての接合方法に採用できるものである。

【0047】

前記フランジの後端より2mmから300mmの間の長さの光ファイバの先端を他の光ファイバ107と融着接続し、図7に示すようなファイバレーザに組み込む。ファイバレーザにおいて高密度の光が光ファイバのコア中を伝搬するため非線形効果が生じる。誘導ブリュリアン散乱(SBS)などの非線形効果は光ファイバの長さが300mmより長くなった場合に発生しやすくなることが経験的に知られているため、融着接続する光ファイバの長さは300mm以下である必要がある。

【0048】

一方光ファイバを融着接続するために融着機を使用するが、ファイバを融着するため1400以上の高温に加熱し光ファイバを溶融する必要がある。そこで1400以上の高温の範囲内にフェルールや光コネクタハウジングがあると融解する。従って、光ファイバの溶融点から光コネクタ部品の間は2mm以上の空隙を空ける必要がある。

【0049】

光ファイバはエンドキャップ底面と融着接続される。光ファイバを機械的に保護するためUV硬化樹脂がガラスパイプおよびフェルールに充填された後、UV光を照射され硬化している。さらに、外側に金属や樹脂製の被覆やパイプを被せて機械的に強固にする。

【0050】

なお、前記円柱状のエンドキャップの長さは0.5mm以上50mm以下の範囲で選択する。エンドキャップの外径は光ファイバの外径以上の大きさである。一般的には125 μ m~5mm程度である。

【0051】

円柱状のエンドキャップを穴の径がエンドキャップよりわずかに大きい第1のフェルール

の穴に挿入する。エンドキャップの側面に図示しない接着剤で硬化させ機械的強度を得る場合、接着剤がエンドキャップの側壁を伝って、光ファイバ側まで回りこむことを抑制する構造とする。接着剤がエンドキャップの裏面に回りこむとファイバレーザなどの強度の強い光が当該光コネクタから出射され、外部の観察光学系や加工対象物より、再び光コネクタに反射した場合、エンドキャップの後端を照射する場合がある。戻り光が照射された場所に接着剤があると、接着剤は光を吸収し過熱される。これにより光コネクタが破損することが考えられる。

【0052】

エンドキャップの形状として説明を簡単にするため円柱状としたが、直方体や球体であってもよい。またコーン状などでもかまわない。さらに、エンドキャップの先端を光軸に垂直とせず、例えば8度程度、斜めにすることでエンドキャップ先端から反射した光を再び光ファイバに入射させない形状も選択できる。

10

【0053】

光ファイバを融着接続した後、樹脂を塗布および紫外線を照射し樹脂を硬化させ光ファイバの被覆とし、光ファイバを保護せしめることや、保護チューブと言われる熱収縮チューブの中にステンレスなどの金属棒を挿入した部材を通し、ファイバごと100～300程度加熱し、熱収縮チューブ106を収縮させ光ファイバを保護せしめる。

【0054】

フランジ104で光ファイバ106を接着剤108で機械的に固定する。

【0055】

第2のフェルールの光ファイバを挿入する穴径が光ファイバよりわずかに大きく、光ファイバと第2のフェールとの隙間が小さいため光ファイバのガタツキが少なく位置精度が高くなる。同時に第2のフェールの外径と穴径との同心度を高くすることで、光コネクタにおける光ファイバの同心度も高くすることができる。

20

【0056】

第3の実施形態を以下に図3を用いて説明する。

【0057】

前記実施例2と同様に光ファイバ105の先端にエンドキャップ111を融着接合し、第1のフェール102に図示しない接着剤などで機械的に固定した後、第2のフェール103に挿入固定する。光ファイバ105は後端でファイバ107と融着接続する。光ファイバ105はフランジと接着材108で接着固定する。

30

【0058】

前記エンドキャップ111の先端の形状として先に一例として円柱状をあげた。円柱の光ファイバを融着する側と反対側の底面を円柱の底面に垂直な軸を回転中心とした球面状に研磨整形する。球面状に研磨することでエンドキャップ先端がレンズ作用を持ち、曲率を最適化することでエンドキャップからの出射光を略平行な光にすることが可能となる。

【0059】

光コネクタから略平行な光が出射すると、レーザを応用する機器などへの光学的結合が容易になる。

【0060】

具体的には屈折率1.5のガラスロッドを長さ1～3mm程度、先端の曲率を $R=0.5$ mm程度に設定すると、略平行な光が出射する。

40

【0061】

エンドキャップの先端に曲率をつける方法は様々な方法がある。

【0062】

一例としてあげれば、第1のフェールにエンドキャップ付き光ファイバを固定した状態でエンドキャップの先端を光学研磨機で研磨する。光学研磨機の研磨シートの裏側にゴムなどの柔らかい材質のパッキングシートを置き、エンドキャップを研磨シート介してゴムに荷重をかけて押し研磨する。荷重によりゴム製パッキングシートが円弧状にくぼみ、それに倣って研磨シートも窪む。このまま研磨すると、エンドキャップが円弧状に研磨で

50

き、先端が曲率をもつ。ゴム製バックグシートの硬度を変えることで窪み量を任意に変える事ができ、所望の曲率のエンドキャップの先端形状を得ることができる。

【0063】

研磨シートをくぼませる方法はバックグプレートに弾性力があるゴムを例にとり上記で説明した。ゴム以外に円形の研磨シートの円周状を固定し、研磨シートの中央部で研磨すると研磨シートが応力で窪み、エンドキャップは凸状の曲率を持つ加工を行うことができる。

【0064】

また、別の製造方法の例を述べる。光学研磨機を使用するが、バックグプレートにステンレスや銅、アルミなどの硬度の高い材質を採用する。硬度が高いバックグプレートでは荷重をかけて研磨をしても研磨シートは窪まない。そこで、エンドキャップ先端近くを回転中心として円弧状に動かすことで、エンドキャップの先端が、円弧状に研磨できる。エンドキャップ先端と研磨治具のアームの回転中心との距離がエンドキャップの曲率半径とほぼ等しくなる。

10

【0065】

更に別の製造方法を述べる。エンドキャップ先端を予め円弧状に整形した部材を使用し光ファイバを融着する。エンドキャップ単体の整形方法は光学研磨機を用いる方法や金型によるモールド成型や加熱による溶融成型などが挙げられる。

【0066】

第4の実施形態を図4を用いて以下に述べる。

20

【0067】

第3の実施形態でエンドキャップの先端に曲率をつけることで、略平行光での入出射が可能となることを説明した。しかし、様々な光ファイバの種類や平行光の光束の径や光束の広がり角度、光軸の傾きなどの品質を向上させようとする、非球面レンズなどの高品質なレンズを光ファイバ及びエンドキャップの先端に所定の位置に配置することが望ましい。そこで、レンズを別置きにした実施形態について以下に述べる。

【0068】

光ファイバ105の先端にエンドキャップ101を融着接続した部材を第1のフェルール102に固定する。第1のフェルールとエンドキャップとの固定方法は本発明の実施例2において詳細に説明している。前述の固定方法のいずれかの方法を用いてエンドキャップを第1のフェルールに固定した後、第2のフェルール103と第1のフェルール102とをYAG溶接し固定する。第2のフェールの先端にレンズ109が固定されている。レンズの固定方法は接着法、ハンダ付け法、圧入、融着、焼パメなどが採用可能である。

30

【0069】

レンズは所定の曲率を持つ均一の材質で例えば合成石英からなる。レンズの焦点距離の位置にファイバの先端になるよう位置決めする。なお、レンズの焦点距離は光ファイバとレンズとの間にエンドキャップが配置されているため、光学的にエンドキャップの長さを屈折率で除した値の長さに相当する。レンズの材質として合成石英を例に挙げたが、透明な樹脂や単結晶材料などであってもよい。また均質な材質でなくとも、中心部の屈折率が高く外周分の屈折率が比較的低いいわゆるGRIN(屈折率分布型)レンズであってもよい。さらに、フレネルレンズなど回折を用いたレンズを使用できることは言うまでもない。また、球面レンズの他、非球面レンズも使用可能である。

40

【0070】

更に、レンズは図4では凸レンズをあらわしているが、凹レンズを用いて、光ファイバおよびエンドキャップの先端から出射した光束を広げ、直径の大きな光束を得ることもよい。さらに、凹レンズおよび凸レンズを組み合わせた複数のレンズ群により構成できることは言うまでもない。

【0071】

第5の実施形態を図5を用いて以下に述べる。

50

【0072】

第2の実施形態において第2のフェルールに光ファイバを挿入する構成を述べた。光ファイバが空気にさらされ続けると光ファイバが空気中のOH基を吸収し、機械的強度が劣化することや光の損失が増大することが知られている。そこで、光ファイバの被服を除去した部分を密閉することでOH基の光ファイバへの侵入を防御できる。そのため、パイプのエンドキャップ側をエンドキャップと融着や接着やハンダ固定などの方法で気密封止する。さらに、パイプのエンドキャップと反対側を接着剤などで封止し、光ファイバをパイプ中に保持しつつ被服を除去した部分を気密封止でき、性能が高いまま安定できる。

【0073】

具体的な構成以下に述べる。

10

【0074】

光ファイバ105とエンドキャップ101を融着する。図5では斜めに切断し、先端を鏡面研磨したエンドキャップを図示している。エンドキャップ先端の形状を球状にすることができることは実施例3で述べた。

【0075】

エンドキャップ101の後端でガラスパイプ113を融着接続する。ガラスパイプの後端部を接着剤114で固定する。これにより空気の流入および流出が抑制され、密閉される。ガラスパイプ113から出たファイバ105を他のファイバ107と融着接続する。さらに熱収縮チューブまたは弾性をもつパイプ106で光ファイバを補強する。パイプの両端の固定部の間のファイバとパイプとの間隔はファイバ延伸方向で変わっても良い

20

【0076】

具体的には、パイプが両端よりも中央部が太くすることやパイプの中央部が両端よりも細くすることができる。中央部を太くすることで、光ファイバやパイプが温度変化により伸縮した場合を想定する。光ファイバの伸びが大きかった場合、パイプの中央部を太くすることでパイプに接触することを防ぐことができる。

【0077】

また、パイプの中央部を細くした場合、クラッド光が光ファイバより漏れ出した場合、パイプが後方へ放射する光を遮断する効果も期待できる。

【0078】

保護チューブごとフランジ104で接着固定する。

30

【0079】

エンドキャップ102を第1のフェルール102で図示しない接着剤で固定する。第1のフェルールと第2のフェルール103とを接着固定し、第2のフェルールと一体構造となっているフランジ104と第1のフェルールを固定する。

【0080】

さらに、エンドキャップと反対側のパイプの内径と光ファイバとの隙間に紫外線硬化樹脂などの樹脂を流し、紫外線を照射し樹脂を硬化させ光ファイバが振動で揺れにくくすると共に気密封止をより強固に維持できる。

【0081】

なお、紫外線硬化樹脂を用いる場合、紫外線が透過することが必要であるためパイプはガラス製であることが望ましい。パイプはガラス製以外に熱硬化性樹脂を使用し、光ファイバを固定するためにステンレスなどの金属製パイプであっても良い。

40

【0082】

第6の実施形態を図6を用いて説明する。

【0083】

第5の実施例の図5の例と酷似しているが、図6ではガラスパイプ123がエンドキャップ101の側壁と接する。

【0084】

光ファイバ107とエンドキャップ101とを融着接続し、ガラスパイプ123のエンドキャップと反対側の部分で光ファイバを固定する。光ファイバを固定する方法は接着固定などが考

50

えられる。図6では接着剤114で固定している。

【0085】

ガラスパイプ123を加熱し、ファイバ107を挿入後、ガラスパイプを徐々に冷やすとガラスパイプの内径が小さくなり、エンドキャップを外側から径方向に挟みつけ固定する。

【0086】

ガラスパイプ123をフェルール103、またはフランジ104で固定する。光ファイバ107はガラスパイプを介して光コネクタにエンドキャップ先端部とガラスパイプの後端で接着固定されている。

【0087】

なお、接着固定の他、様々な固定方法があるが、ガラスパイプ123を加熱し、径を小さくすることでファイバをガラスパイプで圧接し固定することもできる。

【0088】

また、図6では光ファイバ107が1本として説明したが、ガラスパイプから出たファイバとを融着接続することも可能である。

【0089】

前記光ファイバは透明な材料で比較的屈折率の高い部分をコアとし、比較的低い部分をクラッドしてコアに選択的に光を導波伝搬させる機能を持つデバイスの総称を指す。従って、透明な材料として代表的な材料はガラスであるが、プラスチックなどの樹脂であっても良い。また、コアの材料をガラスでクラッドの材料をプラスチックや樹脂としてもよいし、コアの材料をプラスチックや樹脂でクラッドの材料をガラスとしてもよい。

【0090】

さらに、コアの屈折率は一様であってもよいし、径方向または光が伝搬する方向に屈折率が異なる構造で一例として光通信用途で使用されているグレーデッド屈折率型のマルチモードファイバとして市販されているファイバであっても良い。さらに、クラッドに熱膨張係数の異なる材料を埋め込むなどしてコアに応力をかけることで直線偏光を維持して伝搬させるいわゆるPANDAファイバであってもよいし、さらにはクラッドの屈折率が径方向または光が伝搬する方向に異なっても良い。特にクラッドにおいて径方向に複数の異なる屈折率を持たせることで内側の比較的高い屈折率の部分にポンプ光を伝搬させ、光を増幅することを光アンプまたはファイバレーザにおいて一般に用いている。

【0091】

さらに、コアが複数ある光ファイバであってもよい。

【0092】

本発明で定義している光ファイバの外観形状は紐状でなくともシート状であってもよいし、板状や円筒状であっても良いことはいうまでもない。

【符号の説明】

【0093】

- | | | |
|-----|-----------|----|
| 1 | 光ファイバ | 40 |
| 2 | フェルール | |
| 3 | フランジ | |
| 4 | 第1の固定部材 | |
| 5 | 第2の固定部材 | |
| 6 | ファイバ保護ブーツ | |
| 7 | 光ファイバ被覆 | |
| 101 | エンドキャップ | |
| 102 | 第1のフェルール | |
| 103 | 第2のフェルール | |
| 104 | フランジ | 50 |

105	光ファイバ	
106	延長用光ファイバ	
111	円弧状の面を持つエンドキャップ	
112	レンズ	
113	ガラスパイプ	
114	封止材	
131	ポンプレーザ	
132	光コネクタ	
133、135	ファイバ型回折格子	
134	光カブラ	10
136	光コネクタ	
137	増幅用光ファイバ	
138	光ファイバ	

【図面の簡単な説明】

【0094】

【図1】本発明の断面図（実施例1）

【図2】本発明の断面図（実施例2）。エンドキャップを先端につけた例

【図3】本発明の断面図（実施例3）。エンドキャップの先端に曲率をつけた例

【図4】本発明の断面図（実施例4）。レンズを組み込んだ例

【図5】本発明の断面図（実施例5）。パイプにファイバを挿入し、エンドキャップを融着接合した例

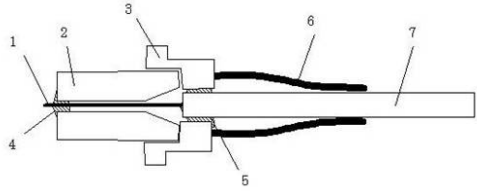
【図6】本発明の断面図（実施例6）。パイプにファイバを挿入し、エンドキャップの側壁をパイプで挟みつけて固定した例

【図7】本発明を応用する高出力レーザの例

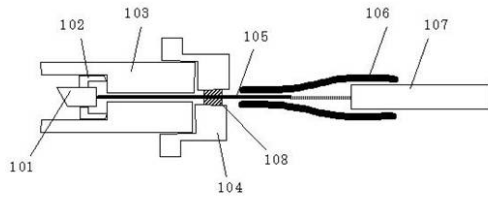
10

20

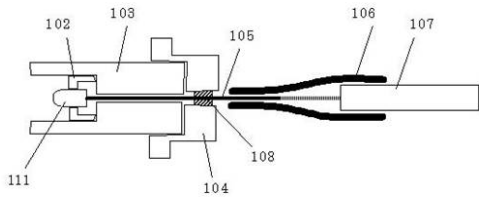
【 図 1 】



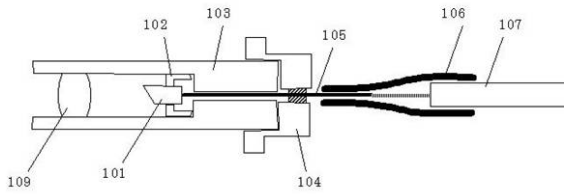
【 図 2 】



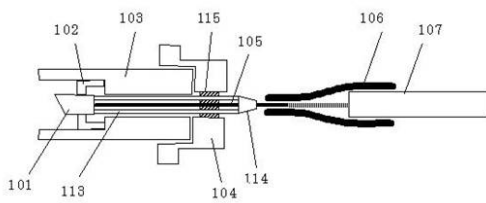
【 図 3 】



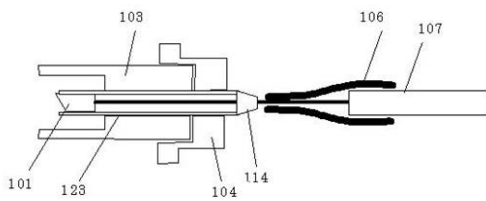
【 図 4 】



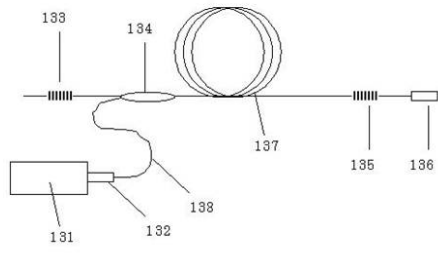
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 住田 眞

千葉県柏市柏の葉5 - 4 - 6 東葛テクノプラザ 401 株式会社オプティ内

Fターム(参考) 2H036 JA02 MA11 PA03 QA03 QA12 QA17 QA19 QA23 QA32 QA59
2H137 AA13 AB06 AC02 AC12 BA02 BA06 BA12 BA15 BA20 BB08
BC02 CA15A CA22C CA35 CA45 CA74 CA78 CC01 CC04 CC05
CC10 CC11 CC12 CC21 CC30 CD01 EA02 FA06 GA02 HA01
HA02 HA05