

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5475342号
(P5475342)

(45) 発行日 平成26年4月16日(2014.4.16)

(24) 登録日 平成26年2月14日(2014.2.14)

(51) Int.Cl.	F 1
G02B 6/32 (2006.01)	GO2B 6/32
G02B 6/38 (2006.01)	GO2B 6/38
A61B 1/00 (2006.01)	A61B 1/00 300U
A61B 1/06 (2006.01)	A61B 1/06 D
G02B 23/26 (2006.01)	GO2B 23/26 B

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2009-151202 (P2009-151202)
 (22) 出願日 平成21年6月25日 (2009.6.25)
 (65) 公開番号 特開2011-8013 (P2011-8013A)
 (43) 公開日 平成23年1月13日 (2011.1.13)
 審査請求日 平成23年12月7日 (2011.12.7)

(73) 特許権者 306037311
 富士フィルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100075281
 弁理士 小林 和憲
 (72) 発明者 下津 臣一
 神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地
 富士フィルム株式会社内

審査官 井上 徹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

100 mW以上の光パワーを発生する光源、前記光源に一端が接続された第1光ファイバ、及び前記第1光ファイバから前記光源の光が伝送されるソケットを有する光源装置と、体腔に挿入される挿入部、前記挿入部内に挿通された第2光ファイバ、及び前記第2光ファイバの一端が接続され、前記ソケットに着脱自在にされたコネクタを有する内視鏡と、前記コネクタ及び前記ソケットに設けられ、前記光源の光を前記第1光ファイバから前記第2光ファイバに伝送する光ファイバ接続構造と、を備える内視鏡システムにおいて、

前記第1光ファイバ及び前記第2光ファイバは、100 μm以上のコア径を有するマルチモードファイバであり、

前記光ファイバ接続構造は、

前記ソケット内に設けられ、

前記第1光ファイバの端部に取り付けられて、一方の端面から前記第1光ファイバの先端を露呈させる第1接続部品と、

前記第1光ファイバのコア径の5倍以上のコア径を有し、かつ光の入射端面及び出射端面にフッ化物膜が設けられている第1グレーデッドインデックスファイバを内蔵し、両端から前記第1グレーデッドインデックスファイバの入射端面及び出射端面を露呈させる第1光学部品と、

前記第1光ファイバの先端と前記第1グレーデッドインデックスファイバの入射端面とが当接するように、両端部からそれぞれ挿入された前記第1接続部品と前記第1光学部品

とを弾性力によって着脱自在に保持する円筒状の第1保持部材と、

前記コネクタ内に設けられ、

前記第2光ファイバの端部に取り付けられ、一方の端面から前記第2光ファイバの先端を露呈させる第2接続部品と、

前記第1グレーデッドインデックスファイバと同一またはより大きなコア径を有し、かつ光の入射端面及び出射端面にフッ化物膜が設けられている第2グレーデッドインデックスファイバを内蔵し、両端から前記第2グレーデッドインデックスファイバの入射端面及び出射端面を露呈させる第2光学部品と、

前記第2光ファイバの先端と前記第2グレーデッドインデックスファイバの出射端面とが当接するように、両端部からそれぞれ挿入された前記第2接続部品と前記第2光学部品とを弾性力によって着脱自在に保持する円筒状の第2保持部材と、

前記ソケット内に設けられ、前記コネクタが前記ソケットに接続される際に、前記第1グレーデッドインデックスファイバの出射端面と前記第2グレーデッドインデックスファイバの入射端面とが所定の間隔を隔てて対面するように、両端部からそれぞれ挿入された前記第1光学部品及び前記第2光学部品を着脱自在に連結する円筒状の連結部材と、

を備え、

前記第1グレーデッドインデックスファイバにより、前記第1光ファイバから入射された光のビーム径を拡大してコリメートし、前記第2グレーデッドインデックスファイバにより、前記第1グレーデッドインデックスファイバから入射された光のビーム径を収束して前記第2光ファイバに入射させ、前記第1グレーデッドインデックスファイバの前記出射端面と、前記第2グレーデッドインデックスファイバの前記入射端面とに付着したゴミによる焼損を防ぐことを特徴とする内視鏡システム。

【請求項2】

前記光は、405～635nmの1つ以上の波長を有することを特徴とする請求項1に記載の内視鏡システム。

【請求項3】

前記第1グレーデッドインデックスファイバ及び前記第2グレーデッドインデックスファイバの長さは、3mm以上10mm以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の内視鏡システム。

【請求項4】

前記第1グレーデッドインデックスファイバの前記出射端面と、前記第2グレーデッドインデックスファイバの前記入射端面には、前記フッ化物膜の下に反射防止膜が設けられていることを特徴とする請求項1～3いずれか1項に記載の内視鏡システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ファイバの接続に用いられる着脱自在な接続構造を備える内視鏡システムに関し、より詳しくは、短波長・高出力のレーザ光の伝送に適した光ファイバの接続構造を備える内視鏡システムに関する。

【背景技術】

【0002】

光ファイバを接続する手法の1つとして、光ファイバの先端同士を密着させるフィジカルコンタクト接続（以下、PC接続と言う）が用いられている。PC接続される光ファイバは、円筒状のフェルールに挿入されて固定され、フェルールの端面とともに先端が凸球面状に研磨されている。光ファイバが取り付けられたフェルールは、円筒状のスリープの両端から挿入され、スリープ内で端面同士が当接される。これにより、フェルールの端面から露呈されている光ファイバ同士が直接に密着する。

【0003】

生体内の診察等に用いられる内視鏡には、照明用のライトガイドとして、複数本の光ファイバを束ねた光ファイババンドルが用いられている。ライトガイドは、生体内に挿入さ

10

20

30

40

50

れる内視鏡の挿入部内に挿通され、先端が挿入部の先端部に設けられた照明窓に接続されている。ライトガイドの後端は、P C接続を利用したコネクタによって光源装置に接続されている。

【0004】

内視鏡のコネクタは、着脱頻度が高いため、光ファイバの先端にゴミ等が付着しやすい。また、着脱時の衝撃によって光ファイバの先端に傷が発生することもある。光ファイバの先端にゴミが付着し、または傷が発生すると接続損失が大きくなる。また、光ファイバの先端の光パワー密度が高い場合、付着しているゴミや傷の部分が焼けて光ファイバやフェルールの先端が焼損し、あるいはファイバヒューズ現象によって光ファイバが延焼することもある。

10

【0005】

ゴミの付着等による光ファイバの焼損を防止するため、光ファイバの接続部分の光パワー密度を低くした光ファイバ伝送路が発明されている。例えば、特許文献1、2記載の発明では、シングルモードファイバの先端にコリメータレンズとして機能するグレーデッドインデックスファイバを融着接続し、モードフィールド径を広げている。

【0006】

ところで、内視鏡の照明にレーザ照明装置を用いることが検討されている。このレーザ照明装置は、短波長・高出力のレーザ光をライトガイドによって蛍光体までガイドし、レーザ光により蛍光体を励起させて照明光を得る。レーザ照明装置に用いられるライトガイドには、光ファイババンドルではなく、例えば $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上の大きなコア径を有する1本のマルチモードファイバが用いられる。そのため、内視鏡にレーザ照明装置を適用することにより、挿入部の細径化が期待できる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2005-077549号公報

【特許文献2】特開2002-350666号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

30

短波長・高出力のレーザ光を伝送したときに、光パワー密度の高い光透過部分で集塵効果と呼ばれる現象が発生することが知られている。集塵効果とは、気化した有機物とレーザ光とが光化学反応して発生した物質が堆積する現象である。マルチモードファイバは、コア径が一般的なシングルモードファイバよりも大きいので、P C接続によってコアの端面同士を完全に密着させることが難しい。そのため、光パワー密度が高くなっているコアの端面の一部が外気に接する状態となり、集塵効果が発生しやすくなる。光ファイバにおいて集塵効果が発生すると、ゴミの付着等と同様に接続損失が大きくなり、光ファイバの焼損、ファイバヒューズ現象の原因となる。

【0009】

また、光ファイバによって短波長・高出力のレーザ光を伝送したときに、光ファイバに含まれる酸化物（石英、 SiO_2 等）がレーザ光によって何らかの反応を起こし、P C接続部分が固着することがある。この固着現象は、光ファイバ及びフェルールの端面をUVクリーニングしてP C接続を行ったときに発生しやすいことが確認されている。例えば、内視鏡のコネクタ内で光ファイバ同士が固着した場合、コネクタを光源装置から取り外す際に光ファイバの先端が破損してしまう。光ファイバの先端が破損した場合、フェルールとともに再研磨を行わなければならないので、改修作業が大掛かりなものとなる。

40

【0010】

集塵効果、固着等の現象は、例えば、特許文献1、2記載の発明のように、グレーデッドインデックスファイバを用いてP C接続部分の光パワー密度を低下させることにより抑制可能である。しかし、特許文献1、2記載の発明は、シングルモードファイバを対象と

50

し、かつ通信用の長波長の光を伝送することを想定しているので、レーザ照明装置とは光ファイバの種類、コア径等が異なり、簡単には転用できない。

【0011】

本発明の目的は、光ファイバによって短波長・高出力のレーザ光を伝送する際に発生する集塵効果、固着現象等の発生を防ぎ、かつ接続構造が破損したときの改修を簡便にすることにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の内視鏡システムは、100mW以上の光パワーを発生する光源、光源に一端が接続された第1光ファイバ、及び第1光ファイバから光源の光が伝送されるソケットを有する光源装置と、体腔に挿入される挿入部、挿入部内に挿通された第2光ファイバ、及び第2光ファイバの一端が接続され、ソケットに着脱自在にされたコネクタを有する内視鏡と、コネクタ及びソケットに設けられ、光源の光を第1光ファイバから第2光ファイバに伝送する光ファイバ接続構造とを備えており、第1光ファイバ及び第2光ファイバは、100μm以上のコア径を有するマルチモードファイバである。光ファイバ接続構造は、第1光ファイバの先端に着脱自在に取り付けられ、第1光ファイバのコア径の5倍以上のコア径を有し、かつ光の入射端面及び出射端面にフッ化物膜が設けられていて、第1光ファイバから入射された光のビーム径を拡大してコリメートする第1グレーデッドインデックスファイバと、第2光ファイバの先端に着脱自在に取り付けられ、第1グレーデッドインデックスファイバと同一またはより大きなコア径を有し、かつ光の入射端面及び出射端面にフッ化物膜が設けられている第2グレーデッドインデックスファイバとを備えている。
第2グレーデッドインデックスファイバは、コネクタがソケットに接続された場合に第1グレーデッドインデックスファイバから所定の間隔を隔てて配置され、第1グレーデッドインデックスファイバから入射された光のビーム径を収束して第2光ファイバに入射させる。光ファイバ接続構造は、第1グレーデッドインデックスファイバの出射端面と、第2グレーデッドインデックスファイバの入射端面とに付着したゴミによる焼損を防止する。

【0013】

第1光ファイバ及び第2光ファイバによって伝送する光は、例えば、405～635nmの1つ以上の波長を有している。

【0015】

第1グレーデッドインデックスファイバ及び第2グレーデッドインデックスファイバの長さは、3mm以上10mm以下であることが望ましい。

【0016】

第1グレーデッドインデックスファイバの出射端面と、第2グレーデッドインデックスファイバの入射端面には、フッ化物膜の下に反射防止膜が設けられていることが好ましい。

【0018】

また、本発明の接続構造には、第1接続部材、第1光学部品、第1保持部材、第2接続部材、第2光学部品、第2保持部材、連結部材を用いてもよい。第1接続部材は、第1光ファイバの端部に取り付けられ、一方の端面から第1光ファイバの先端を露呈させている。第1光学部品は、第1グレーデッドインデックスファイバを内蔵し、両端から第1グレーデッドインデックスファイバの入射端面及び出射端面を露呈させている。第1保持部材は、第1光ファイバの先端と第1グレーデッドインデックスファイバレンズの入射端面とが当接するように第1接続部品と第1光学部品とを保持している。第2接続部材は、第2光ファイバの端部に取り付けられ、一方の端面から第2光ファイバの先端を露呈させている。第2光学部品は、第2グレーデッドインデックスファイバを内蔵し、両端から第2グレーデッドインデックスファイバの入射端面及び出射端面を露呈させている。第2保持部材は、第2光ファイバの先端と第2グレーデッドインデックスファイバの出射端面とが当接するように第2接続部品と第2光学部品とを保持している。連結部材は、第1グレーデッドインデックスファイバの出射端面と第2グレーデッドインデックスファイバの入射端

10

20

30

40

50

面とが所定の間隔を隔てて対面するように、第1光学部品及び第2光学部品を連結している。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、ゴミ付着による光ファイバの焼損及び延焼、光ファイバの先端への傷の発生を防止することができる。また、光ファイバの先端に発生する集塵効果と、光ファイバのPC接続部分での固着現象とを抑制することができる。更には、集塵現象等による汚染が発生した場合には、グレーデッドインデックスファイバを交換することにより容易に改修が可能である。

【図面の簡単な説明】

10

【0021】

【図1】本発明の光ファイバの接続構造を示す断面図である。

【図2】接続損失の評価結果を示す表である。

【図3】光軸方向トレランスを示すグラフである。

【図4】光軸垂直方向トレランスを示すグラフである。

【図5】本発明の接続構造を用いた内視鏡システムの構成を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明の光ファイバの接続構造10を用いて、第1光ファイバ11と第2光ファイバ12とを接続している状態を示している。本実施形態では、第1光ファイバ11から第2光ファイバ12に向けて、例えば405~635nm、かつ100mW以上の短波長・高出力のレーザ光を伝送する。そのため、第1光ファイバ11及び第2光ファイバ12には、例えばコア径が100μm以上の石英製マルチモードファイバが用いられている。

20

【0023】

接続構造10は、第1光ファイバ11の先端を保持する第1フェルール15と、第1光ファイバ11によって伝送されたレーザ光のビーム径を拡大してコリメートする第1ファイバスタブ16とを備えている。第1フェルール15と第1ファイバスタブ16は、第1スリープ17によって着脱自在に接続されている。また、第1ファイバスタブ16から入射された光を収束して第2光ファイバ12に伝送する第2ファイバスタブ18と、第2光ファイバ12の先端を保持する第2フェルール19も接続構造10に含まれている。第2ファイバスタブ18と第2フェルール19は、第2スリープ20によって着脱自在に接続されている。第1ファイバスタブ16と第2ファイバスタブ18は、連結用スリープ21によって着脱自在に連結されている。第1光ファイバ11と第2光ファイバ12との連結は、連結用スリープ21から第1ファイバスタブ16と第2ファイバスタブ18とのいずれか一方、又は両方が抜き取られることにより解除される。

30

【0024】

本発明の第1接続部材である第1フェルール15は、中心に軸方向に沿って貫通したファイバ挿入穴15aが設けられた円筒形状をしている。ファイバ挿入穴15aには、先端の被覆11aが剥がされた第1光ファイバ11が挿入され、接着剤によって固定されている。なお、図1は、発明の概要を示すため図示を簡略化しているが、実際の第1光ファイバ11と第1フェルール15との接続では、第1フェルール15の根元側に固着された金属製のフランジが第1光ファイバ11を保持している。第1フェルール15の先端15bは、ファイバ挿入穴15aに挿入された第1光ファイバ11の先端とともに、凸球面状または平面状に研磨されている。

40

【0025】

本発明の第1光学部品である第1ファイバスタブ16は、コリメータレンズとして機能する第1グレーデッドインデックスファイバ(以下、G Iファイバと言う)24と、第1G Iファイバ24を内蔵した円筒形状のフェルール25とを備えている。第1ファイバスタブ16は、第1G Iファイバ24の両端が露呈されている入射端面16aと出射端面1

50

6 b とが、それぞれ凸球面状及び平面状に研磨されている。第1G I ファイバ2 4は、入射端面1 6 aが第1フェルール1 5の先端1 5 bに当接することにより、第1光ファイバ1 1とP C接続される。なお、入射端面1 6 a及び出射端面1 6 bの形状は、凸・凸、平・凸、凸・平、平・平のいずれの組み合わせであってもよい。

【0026】

第1G I ファイバ2 4は、第1光ファイバ1 1よりも大きなコア径を有しているので、第1光ファイバ1 1は、先端が外気に触れることなく第1G I ファイバ2 4にP C接続することができる。これにより、第1光ファイバ1 1の先端に集塵効果が発生することはない。なお、第1光ファイバ1 1と第1G I ファイバ2 4とのP C接続を良好な状態に保つため、第1フェルール1 5と第1ファイバスタブ1 6とのいずれか一方を他方に押し付ける機構を設けることが好ましい。なお、光ファイバのコア径が100 μm以上である場合、P C接続されるコンタクト面の形状は、凸・凸よりも凸・平、平・平の方がコンタクト面のサイズが大きくなるため、汚染防止の観点から望ましい。

10

【0027】

また、第1G I ファイバ2 4は、第1光ファイバ1 1によって伝送されたレーザ光のビーム径を拡大してコリメートするので、第1ファイバスタブ1 6の出射端面1 6 bにおける光パワー密度は、第1光ファイバ1 1の先端よりも低くなる。これにより、出射端面1 6 bのゴミや傷等によって接続損失が大幅に低下することはない。また、出射端面1 6 bのゴミ等が燃えることによる第1ファイバスタブ1 6の焼損、ファイバヒューズ現象による第1光ファイバ1 1の延焼も発生しない。更には、光パワー密度の低下によりレーザ光と空気中の有機物との光化学反応も低下するので、出射端面1 6 bにおける集塵効果の発生も少なくなる。

20

【0028】

なお、集塵効果は、光パワー密度を15 W / mm²以下にすることによって十分に抑制可能であることが分かっている（例えば、特開2007-025431参照）。したがって、本実施形態においても、出射端面1 6 bの光パワー密度を15 W / mm²以下まで低下させることが好ましい。

20

【0029】

第1ファイバスタブ1 6の入射端面1 6 aには、フッ化物膜2 8が設けられている。そのため、第1光ファイバ1 1は、フッ化物膜2 8を介して第1G I ファイバ2 4にP C接続されるので、光ファイバ同士を直接にP C接続させたときにP C接続部分が固着する固着現象の発生を防止することができる。

30

【0030】

第1ファイバスタブ1 6の出射端面1 6 bには、反射損失を低下させる反射防止膜3 1が設けられている。この反射防止膜3 1の最上層には、フッ化物の層が設けられている。これにより、第1ファイバスタブ1 6の出射端面1 6 bに付着したゴミや、集塵効果よって堆積した汚染物を容易に除去することができる。

【0031】

本発明の第1保持部材である第1スリーブ1 7は、一般に割スリーブと呼ばれているものであり、中心に第1フェルール1 5及び第1ファイバスタブ1 6の外径よりも僅かに小さな内径のフェルール挿入穴1 7 aが設けられた円筒形状をしている。第1スリーブ1 7の周面には、第1スリーブ1 7に対して径方向の弾性を付与する1本のスリット（図示せず）が、軸方向に沿って設けられている。

40

【0032】

第1フェルール1 5と第1ファイバスタブ1 6は、第1スリーブ1 7のフェルール挿入穴1 7 aに両端から挿入され、第1スリーブ1 7の弾性力によって着脱自在に保持される。第1スリーブ1 7内では、第1フェルール1 5の先端1 5 bと第1ファイバスタブ1 6入射端面1 6 aとが当接される。

【0033】

第1スリーブ1 7の長さは、第1フェルール1 5と第1ファイバスタブ1 6との長さを

50

足し合わせた長さよりも短い。そのため、第1フェルール15の後端に第1スリープ17の端部を揃えると、第1スリープ17の他端から第1ファイバスタブ16の半分ほどの長さが突出される。なお、第1スリープ17は、金属製またはジルコニアセラミック製等、様々な材質のものを用いることができる。

【0034】

本発明の第2光学部品である第2ファイバスタブ18は、第1ファイバスタブ16と略同じものであり、第2G I ファイバ34と、第2G I ファイバ34を内蔵した円筒形状のフェルール35とを備えている。第2ファイバスタブ18は、第2G I ファイバ34の両端が露呈されている入射端面18aと出射端面18bとが、それぞれ平面状及び凸球面状に研磨されている。10

【0035】

第2ファイバスタブ18の入射端面18aは、所定の間隔Gを隔てて第1ファイバスタブ16の出射端面16bに対面される。第2ファイバスタブ18の出射端面18bは、第2フェルール19の先端に当接され、第2光ファイバ12と第2G I ファイバ34とをPC接続させる。入射端面18a及び出射端面18bには、第1ファイバスタブ16と同様に反射防止膜38及びフッ化物膜39が設けられている。

【0036】

第1ファイバスタブ16と第2ファイバスタブ18は、出射端面16bと入射端面18aとが当接しないので、出射端面16bまたは入射端面18aに付着したゴミが押しつぶされて広がることはない。また、第1光ファイバ11と第2光ファイバ12との接続時及び接続解除時に、第1ファイバスタブ16と第2ファイバスタブ18とが不適切に当接して傷が発生することもない。20

【0037】

本発明の第2接続部品である第2フェルール19は、第1フェルール15と同じ部品であり、第1フェルール15と同様に第2光ファイバ12の先端を保持している。第2フェルール19の先端19bは、第2光ファイバ12の先端とともに凸球面状（または平面状）に研磨されている。

【0038】

本発明の第2保持部材である第2スリープ20は、第1スリープ17と同じものであり、第2ファイバスタブ18と第2フェルール19とを着脱自在に接続している。第2光ファイバ12と第2G I ファイバ34は、第2スリープ20内でPC接続されている。第2スリープ20により保持された第2ファイバスタブ18は、第2スリープ20の一端から半分ほどの長さが突出している。30

【0039】

本発明の連結部材である連結用スリープ21は、第1ファイバスタブ16及び第2ファイバスタブ18の外径とほぼ同じ内径のスタブ挿入穴21aが中心に設けられた円筒形状をしている。連結用スリープ21は、スタブ挿入穴21aの両端から第1ファイバスタブ16と第2ファイバスタブ18とを嵌合させることにより両者の中心軸を合わせ、着脱自在に連結している。なお、連結用スリープ21は、金属製またはジルコニアセラミック製等、様々な材質のものを用いることができる。40

【0040】

連結用スリープ21は、第1ファイバスタブ16の第1スリープ17からの突出量と、第2ファイバスタブ18の第2スリープ20からの突出量と、第1ファイバスタブ16と第2ファイバスタブ18との間隔Gとを足し合わせた長さを有している。したがって、連結用スリープ21に第1ファイバスタブ16と第2ファイバスタブ18とが嵌合されると、連結用スリープ21の両端が第1スリープ17及び第2スリープ20に当接し、第1ファイバスタブ16及び第2ファイバスタブ18の連結用スリープ21への挿入量が規制される。これにより、連結用スリープ21内には、第1ファイバスタブ16と第2ファイバスタブ18との間に所定の間隔Gが形成される。

【0041】

10

20

30

40

50

光ファイバの先端に付着するゴミの大きさは、最大で $50 \mu m$ 程度であることが分かっている。したがって、第 1 ファイバスタブ 16 の出射端面 16b と第 2 ファイバスタブ 18 の入射端面 18a との間の間隔 G は、付着したゴミが挟まれて潰れるのを防止するため、 $50 \mu m$ 以上であることが必要である。また、出射端面 16b と入射端面 18a とが確実に接触しないことも必要であるため、接続構造 10 の各構成部品の製造誤差、組立誤差等を考慮して、間隔 G は、 $1.0 \sim 2.0 mm$ 程度であることが好ましい。

【0042】

次に、第 1 GI ファイバ 24 及び第 2 GI ファイバ 34 について詳細に説明する。上述したように、第 1 光ファイバ 11 及び第 2 光ファイバ 12 は、一般的な通信用のシングルモードファイバよりも太いコア径を有するマルチモードファイバである。したがって、第 1 光ファイバ 11 によって伝送されたレーザ光のビーム径を、集塵効果、焼損等が発生しないように拡大してコリメートするには、第 1 GI ファイバ 24 のコア径を第 1 光ファイバ 11 のコア径の少なくとも 3 倍以上、望ましくは 5 倍以上にする必要がある。10

【0043】

同様に、第 1 GI ファイバ 24 が拡大したビーム径を適切に収束して第 2 光ファイバ 12 に伝送するには、第 2 GI ファイバ 34 のコア径を少なくとも第 1 GI ファイバ 24 と同じ、または第 1 GI ファイバ 24 よりも大きくする必要がある。そこで、本実施形態では、第 1 GI ファイバ 24 のコア径を、例えば $300 \mu m$ 以上、望ましくは $500 \mu m$ 以上とし、第 2 GI ファイバ 34 のコア径を第 1 GI ファイバ 24 以上としている。

【0044】

また、GI ファイバは、短波長の光の伝送損失が大きいため、第 1 GI ファイバ 24 及び第 2 GI ファイバ 34 の長さは、できるだけ短いことが好ましい。更に、第 1 GI ファイバ 24 及び第 2 GI ファイバ 34 は、フェルール 25 及び 35 に挿入した後で端面を研磨するため、研磨時に保持可能な長さを有している必要がある。以上の観点から、本実施形態では、第 1 GI ファイバ 24 及び第 2 GI ファイバ 34 の長さを、例えば $3 mm$ 以上 $10 mm$ 以下としている。20

【0045】

なお、GI ファイバ中を伝送される光のモードフィールド径は、最小値 - 最大値 - 最小値 - 最大値を 1 周期（1 ピッチ）として連続的に変化する。そのため、GI ファイバをコリメータレンズとして用いるには、その長さを $1/4$ ピッチにする必要がある。したがって、第 1 GI ファイバ 24 及び第 2 GI ファイバ 34 の長さは、それぞれ上述した $3 mm$ 以上 $10 mm$ 以下であり、かつ $1/4$ ピッチであることが好ましい。なお、一般的には、 $1/4 \times (2n - 1)$ 、($n = 0, 1, 2, \dots$) で最適ピッチが現れるが、伝播損失を低減する観点から、最小の長さである $1/4$ ピッチが望ましい。30

【0046】

次に、上記実施形態の作用について説明する。第 1 光ファイバ 11 の先端には、第 1 フェルール 15 及び第 1 スリープ 17 によって、第 1 ファイバスタブ 16 が着脱自在に PC 接続している。また、第 2 光ファイバ 12 の先端には、第 1 光ファイバ 11 と同様に、第 2 フェルール 19 及び第 2 スリープ 20 によって、第 2 ファイバスタブ 18 が着脱自在に PC 接続している。40

【0047】

第 1 光ファイバ 11 と第 2 光ファイバ 12 を接続する際には、第 1 ファイバスタブ 16 と第 2 ファイバスタブ 18 とが連結用スリープ 21 の両端にそれぞれ嵌合される。連結用スリープ 21 内では、連結用スリープ 21 の両端が第 1 スリープ 17 及び第 2 スリープ 20 に当接することにより、第 1 ファイバスタブ 16 と第 2 ファイバスタブ 18 との間に所定の間隔 G が設けられる。これにより、第 1 ファイバスタブ 16 または第 2 ファイバスタブ 18 に付着していたゴミが潰れて広がり、あるいは第 1 ファイバスタブ 16 と第 2 ファイバスタブ 18 とが不適切に当接して傷が発生することもない。

【0048】

第 1 光ファイバ 11 は、第 1 フェルール 15 に固定されている側と反対側の端部がレー50

ザモジュールに接続されており、例えば405～635nm、100mW以上の短波長・高出力のレーザ光が入射される。第1光ファイバ11によって伝送されたレーザ光は、第1光ファイバ11の先端から出射され、第1ファイバスタブ16の第1G I ファイバ24に入射する。第1G I ファイバ24は、入射されたレーザ光のビーム径を拡大してコリメートし、出射端面16bから出射する。第2ファイバスタブ18は、間隔Gを隔てて第1ファイバスタブ16から入射されたレーザ光を収束し、第2光ファイバ12に入射させる。

【0049】

第1光ファイバ11及び第2光ファイバ12は、自身のコア径よりも大きなコア径を有する第1G I ファイバ24及び第2G I ファイバ34にPC接続しているので、第1光ファイバ11及び第2光ファイバ12の先端が外気に触れることなく、集塵効果は発生しない。また、第1ファイバスタブ16の入射端面16aには、フッ化物膜28が設けられているので、第1光ファイバ11と第1G I ファイバ24との間に固着現象が発生することもない。同様に、第2光ファイバ12と第2G I ファイバ34との間でも、フッ化物膜39の効果により固着現象は発生しない。

【0050】

第1ファイバスタブ16の出射端面16bと第2ファイバスタブ18の入射端面18aには、着脱時にゴミ等が付着することがある。出射端面16bから出射されるレーザ光は、第1G I ファイバ24によって光パワー密度が低くなっているので、接続損失が大幅に低下することではなく、付着したゴミが焼けて第1ファイバスタブ16または第2ファイバスタブが焼損することもない。また、集塵効果の発生も少なくなる。なお、出射端面16b及び入射端面18aには、最上層にフッ化物層を有する反射防止膜31及び38が設けられているので、付着したゴミ、または堆積した汚染物を容易に除去することができる。

【0051】

第1光ファイバ11と第2光ファイバ12との接続を解除する際には、連結用スリープ21から第1ファイバスタブ16と第2ファイバスタブ18とのいずれか一方または両方が抜き取られる。第1ファイバスタブ16と第2ファイバスタブ18は、間隔Gを隔てて配置されているので、接続解除時に固着現象によって第1ファイバスタブ16等が破損することはない。

【0052】

第1ファイバスタブ16に傷が発生し、あるいは汚染物の堆積による劣化が激しくなったときには、第1スリープ17から使用中の第1ファイバスタブ16を抜き取り、新しいものに交換することができる。これにより、従来はフェルールの最研磨等が必要であった接続構造の改修作業が容易になり、かつコストダウンすることができる。第2ファイバスタブ18も同様に交換することができる。

【0053】

また、第1ファイバスタブ16及び第2ファイバスタブ18の光軸中心は、第1光ファイバ11及び第2光ファイバ12の光軸と一致しているため、色収差の影響が出にくい。このため、405nm(青紫)～635nm(赤)のレーザ光まで、損失増加が非常に小さい特性を得ることができる。したがって、本発明の接続構造は、多数の波長を用いるシステムにおいても有用である。

【実施例】

【0054】

本発明の接続構造10による接続損失の評価を行った。この損失評価では、第1光ファイバ11と第2光ファイバ12とを直結させた状態をリファレンスとし、第1光ファイバ11と第2光ファイバ12との間に、評価対象となる第1ファイバスタブ16及び第2ファイバスタブ18を挿入することにより増加した損失値を接続損失として用いている。また、この損失評価では、ステージ上で405nmの波長に合わせて第1ファイバスタブ16及び第2ファイバスタブ18の位置調整を行い、405nm及び635nmともに同一位置で損失評価を行っている。405nmの波長に合わせて位置調整を行っているのは、

10

20

30

40

50

405 nmでは波長分散の影響があり、635 nmの場合に比べて光軸方向に400 μm近接するため、最適位置の調整が必要となるからである。以下に、損失評価にて用いた各種条件を示す。

【0055】

[第1光ファイバ及び第2光ファイバ]

マルチモードファイバ(ステップインデックス型)

コア径：105 μm

クラッド径：126 μm

[第1フェルール及び第2フェルール]

2.5 mm、長さ10 mmのジルコニアフェルール

10

[第1ファイバスタブ及び第2ファイバスタブ]

・第1G I ファイバ及び第2G I ファイバ

グレーデッドインデックスファイバ(Geドープコア)

コア径：500 μm

クラッド径：625 μm

長さ：4.0 mm

N A : 0.22

1ピッチの長さ：約8 mm

・フェルール

2.5 mm、長さ4 mmのジルコニアフェルール

20

・接着剤

熱硬化ポキシ

・間隔G

1.0 ~ 1.5 mm

[第1スリーブ及び第2スリーブ]

金属製割スリーブ

[連結用スリーブ]

金属製割スリーブ

[レーザ光]

波長：405 nm、635 nm

30

出力：1 ~ 0.1 mW

【0056】

図2の表は、損失評価に用いた第1ファイバスタブ16及び第2ファイバスタブ18のサンプルA、Bそれぞれについての評価結果を示している。なお、サンプルA、Bの欄に記載されている第1G I ファイバ24及び第2G I ファイバ34の長さは、実測値である。第1ファイバスタブ16及び第2ファイバスタブ18は、両端の研磨加工によって長さを調整しているため、±20%程度のばらつきが生じる。

【0057】

図2の評価結果から明らかなように、本発明の接続構造10による接続損失は、0.9 ~ 1.4 dB (18 ~ 28%)と軽微であった。なお、サンプルA、Bの差は、各光ファイバとG I ファイバとのPC接続部分でのコンタクト状態の差であると考えられる。また、第1スリーブ17及び第2スリーブ20、連結用スリーブ21の連結位置で数度程度まで各フェルール15、19やスタブ16、18を傾けたが、大きな損失の増加は発生しなかった。更に、第1スリーブ17及び第2スリーブ20と連結用スリーブ21とをジルコニアスリーブに変更した場合でも同様の低損失特性が得られた。

40

【0058】

図3及び図4のグラフは、第1ファイバスタブ16と第2ファイバスタブ18との相対位置を光軸方向Zと光軸方向Zに直交する光軸垂直方向X、Yとにずらしたときに、第2光ファイバ12から出力されるレーザ光の出力を表したトランスクーブを示している。光軸方向Zは、第1ファイバスタブ16と第2ファイバスタブ18とが接近する方向をブ

50

ラス方向としている。また、光軸垂直方向X、Yは、光軸方向Zが0の状態である。更に、上述したトレランスカーブは、第1ファイバスタブ16と第2ファイバスタブ18の長さが4.0～4.6mm、光軸方向Zの公差が±100μm、光軸垂直方向X、Yの公差が±20μmとしたときの測定結果である。

【0059】

図3及び図4のグラフから分るように、第1ファイバスタブ16と第2ファイバスタブ18との相対位置のずれ量に対するレーザ光の出力低下は比較的小さい。したがって、本発明の接続構造10は、トレランスが広く、第1ファイバスタブ16と第2ファイバスタブ18との相対位置にずれが生じた場合でも低損失特性を維持することができる。

【0060】

また、上述したサンプルA、Bのように、第1G I ファイバ24のコア径を500μmにすることによって、第1光ファイバ11によって伝送されたレーザ光のビーム径(105μm)は約5倍まで拡大される。これにより、第1G I ファイバ24の出射端面における光パワー密度は、第1光ファイバ11の先端における光パワー密度の1/25になる。したがって、第1G I ファイバ24の出射端面における光パワー密度を、集塵効果の抑制が可能な15W/mm²にした場合でも、3Wのレーザ光まで入力が可能となる。よって、本発明の接続構造10は、高輝度なレーザ照明装置にも適用が可能である。

10

【0061】

第1ファイバスタブ16及び第2ファイバスタブ18に使用するG I ファイバのコア径は、第1光ファイバ11のコア径の5倍以上であってもよい。例えば、コア径が1000μm、クラッド径が1250μmのG I ファイバを用いた接続構造によって第1光ファイバ11と第2光ファイバ12とを接続する場合、第1ファイバスタブ16及び第2ファイバスタブ18の長さを9mm程度にすることによって、上述のサンプルA、Bと同様の結果を得ることができた。なお、接続構造10に使用するフェルールが標準サイズ(例えば、2.5mmもしくは1.25mm)のものを使用するのであれば、G I ファイバの外径は1000μm以下が望ましい。

20

【0062】

本発明の光ファイバの接続構造10は、着脱頻度の高い光ファイバの接続に適しているので、例えばレーザ照明装置を用いる内視鏡システムへの適用が可能である。以下、図5を用いて、本発明の接続構造を用いた内視鏡システムについて説明する。なお、上記実施形態と同じ部品については、同符号を用いて詳しい説明を省略する。

30

【0063】

内視鏡システム50は、生体内に挿入部51を挿入して撮影を行う内視鏡52と、内視鏡52に照明用のレーザ光を供給する光源装置53と、内視鏡52で撮影した画像を処理するプロセッサ装置54と、プロセッサ装置54で処理された画像を表示するモニタ55から構成されている。

【0064】

内視鏡52には、光源装置53及びプロセッサ装置54に接続されるユニバーサルコード58が設けられている。ユニバーサルコード58内には、挿入部51の先端に組み込まれた撮像素子の撮像信号をプロセッサ装置54に送信する通信ケーブルが挿通されている。また、挿入部51とユニバーサルコード58内には、本発明の第2光ファイバ12に相当する照明用光ファイバが挿通されている。この照明用光ファイバは、挿入部51の先端部51a内で、先端が蛍光体に接続されている。

40

【0065】

ユニバーサルコード58の先端には、光源装置53の光源用ソケット61に着脱自在に接続される光源用コネクタ62が設けられている。光源用コネクタ62からは、通信ケーブルをプロセッサ装置54のプロセッサ用ソケット63に接続させるプロセッサ用コネクタ64が分岐するように設けられている。

【0066】

光源用ソケット61内には、本発明の第1光ファイバ11、第1フェルール15、第1

50

ファイバスタブ16、第1スリーブ17、連結用スリーブ21に相当する部品が組み込まれている。第1光ファイバ11は、光源装置53に内蔵されたレーザモジュールに接続されている。光源用コネクタ62内には、本発明の第2ファイバスタブ18、第2フェルール19、第2スリーブ20に相当する部品が組み込まれている。したがって、光源用コネクタ62と光源用ソケット61により本発明の接続構造10が構成され、光源用コネクタ62が光源用ソケット61に接続されることにより、第1ファイバスタブ16と第2ファイバスタブ18とが接続される。

【0067】

光源装置53内のレーザモジュールから照射されたレーザ光は、光源用ソケット61及び光源用コネクタ62内の接続構造10を介してユニバーサルコード58内の照明用光ファイバに伝送される。挿入部51の先端部51a内で照明用光ファイバの先端から出射したレーザ光は、蛍光体を励起させて照明光を発生させる。これにより、キセノンランプ等を用いた従来の光源装置よりも高輝度な照明光を得ることができる。10

【0068】

光源用コネクタ62は、内視鏡52の使用時に光源用ソケット61に接続され、使用後に抜き取られるため、着脱頻度が高い。従来、着脱頻度が高いコネクタでは、光ファイバの先端へのゴミの付着、傷の発生、光ファイバ同士の固着による破損等が問題となっていた。しかし、本実施形態の内視鏡システム50では、光源用コネクタ62及び光源用ソケット61に本発明の接続構造10を用いているので、これらの問題を解消することができる。20

【0069】

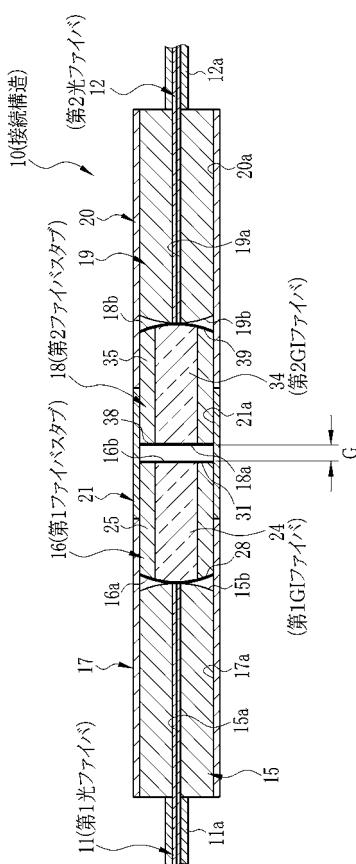
上記実施形態では、第1光ファイバと第2光ファイバとが同じコア径を有している場合について説明したが、本発明の接続構造は、異なるコア径を有する光ファイバの接続にも適用することができる。この場合、例えば、第1G I ファイバと第2G I ファイバとのコア径を異ならせることによって対応が可能である。また、本発明の接続構造は、上記の実施形態に限定されず、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々の改良や変更をしてよいのはもちろんである。

【符号の説明】

【0070】

10	接続構造	30
11	第1光ファイバ	
12	第2光ファイバ	
15	第1フェルール	
16	第1ファイバスタブ	
17	第1スリーブ	
18	第2ファイバスタブ	
19	第2フェルール	
20	第2スリーブ	
21	連結用スリーブ	
24	第1G I ファイバ	40
28, 39	フッ化物膜	
34	第2G I ファイバ	
31, 39	反射防止膜	
50	内視鏡システム	
51	内視鏡	
53	光源装置	
61	光源用ソケット	
62	光源用コネクタ	

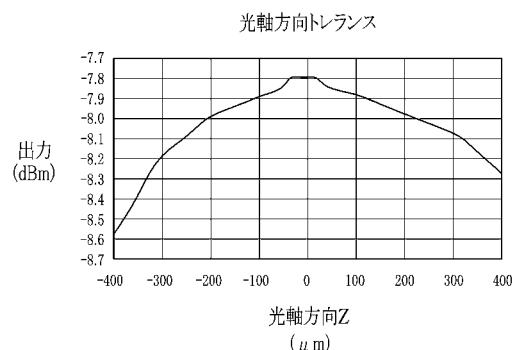
【図1】



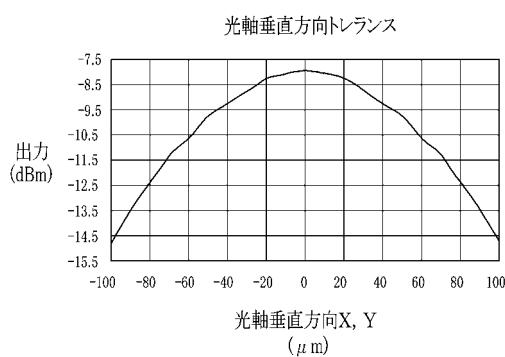
【図2】

	接続損失(405nm)	接続損失(635nm)
サンプルA 第1GIファイバ長:4.62mm 第2GIファイバ長:3.91mm	1. 2dB (損失24%)	0. 9dB (損失18%)
サンプルB 第1GIファイバ長:4.62mm 第2GIファイバ長:3.93mm	1. 4dB (損失28%)	1. 1dB (損失22%)

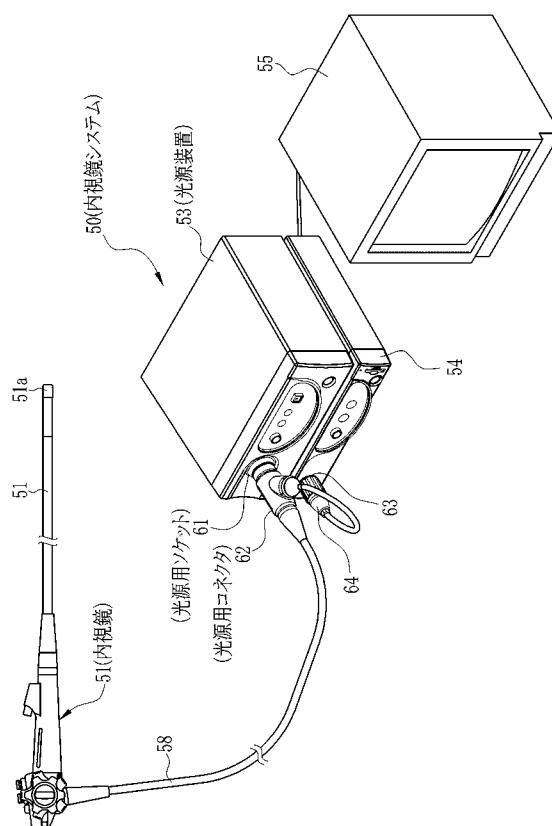
【図3】



(4)



〔 5 〕



フロントページの続き

(56)参考文献 実開平02-024808(JP, U)
特表2004-537065(JP, A)
特開2009-109715(JP, A)
特開2003-325449(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 1/00 - 1/32,
G 02 B 6/24 - 6/26、6/30 - 6/42,
G 02 B 23/26

专利名称(译)	内窥镜系统		
公开(公告)号	JP5475342B2	公开(公告)日	2014-04-16
申请号	JP2009151202	申请日	2009-06-25
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	下津臣一		
发明人	下津 臣一		
IPC分类号	G02B6/32 G02B6/38 A61B1/00 A61B1/06 G02B23/26		
CPC分类号	G02B6/32 A61B1/00126 A61B1/07 G02B3/0087 G02B6/262 G02B6/3813 G02B6/3874 G02B23/2469		
FI分类号	G02B6/32 G02B6/38 A61B1/00.300.U A61B1/06.D G02B23/26.B A61B1/00.732 A61B1/06.520 A61B1/07.732 G02B6/26		
F-TERM分类号	2H036/QA13 2H036/QA16 2H036/QA23 2H036/QA45 2H036/QA46 2H040/CA09 2H040/CA11 2H137/AA08 2H137/AA10 2H137/AA13 2H137/AB01 2H137/AB06 2H137/AC02 2H137/BA04 2H137/BA12 2H137/BA13 2H137/BA22 2H137/BB08 2H137/BC04 2H137/BC71 2H137/CA15A 2H137/CA15C 2H137/CA22E 2H137/CA36 2H137/CA77 2H137/CA78 2H137/CC01 2H137/CC26 2H137/CD12 2H137/CD20 2H137/DB08 2H137/FA00 2H137/FA06 2H137/HA00 2H137/HA11 4C161/FF07 4C161/FF46		
代理人(译)	小林和典		
审查员(译)	井上彻		
其他公开文献	JP2011008013A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

包含第一渐变折射率(GI)光纤(24)的第一光纤短截线(16)通过物理接触(PC)连接连接到第一光纤(11)。第一GI光纤扩展由第一光纤透射的光的光束直径并使该光准直。第二光纤插针(18)通过PC连接与第二光纤(12)连接。第二光纤短截线面对穿过其间的预定间隙G的第一光纤短截线，使用结合在其中的第二GI光纤(34)会聚从第一光纤插针传输的光。第二光纤接头将会聚光传输到第二光纤。当第一光纤插针或第二光纤插针损坏时，第一光纤插针或第二光纤插针分别从第一套管(17)或第二套管(20)中拉出以进行更换。

	接続損失(405nm)	接続損失(635nm)
サンプルA 第1GIファイバ長:4.62mm 第2GIファイバ長:3.91mm	1.2dB (損失24%)	0.9dB (損失18%)
サンプルB 第1GIファイバ長:4.62mm 第2GIファイバ長:3.93mm	1.4dB (損失28%)	1.1dB (損失22%)