

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6979381号
(P6979381)

(45) 発行日 令和3年12月15日(2021.12.15)

(24) 登録日 令和3年11月17日(2021.11.17)

(51) Int.Cl. F I
G O 2 B 6/32 (2006.01) G O 2 B 6/32
G O 2 B 6/30 (2006.01) G O 2 B 6/30
G O 2 B 6/36 (2006.01) G O 2 B 6/36 3 O 1

請求項の数 4 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2018-56718 (P2018-56718)	(73) 特許権者	000006633
(22) 出願日	平成30年3月23日 (2018. 3. 23)		京セラ株式会社
(62) 分割の表示	特願2018-500348 (P2018-500348) の分割		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
原出願日	平成29年6月16日 (2017. 6. 16)	(74) 代理人	100147485
(65) 公開番号	特開2019-3169 (P2019-3169A)		弁理士 杉村 憲司
(43) 公開日	平成31年1月10日 (2019. 1. 10)	(74) 代理人	230118913
審査請求日	令和2年6月9日 (2020. 6. 9)		弁護士 杉村 光嗣
		(74) 代理人	100188307
			弁理士 太田 昌宏
		(74) 代理人	100202326
			弁理士 橋本 大佑
		(72) 発明者	角田 勝健
			京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地
			京セラ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光コネクタモジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基体に積層されるコア及びクラッドを有する光伝送路と、

基部と、前記光伝送路の端面及び前記基部の端面と対向する前記基部の内面を第 1 側面まで切欠いた切欠部と、前記切欠部に形成されている前記第 1 側面と、前記基部において前記第 1 側面と反対側に設けられた第 2 側面と、を有し、前記光伝送路と光学的に結合する光コネクタと、

前記光伝送路の端面及び前記基部の端面と前記第 1 側面との間に介在する屈折率調整剤と、

を備え、

前記第 1 側面には、前記コアと対向する位置に凹形状として曲率し、凹レンズとして形成される第 1 レンズ部が設けられ、

前記第 2 側面には、前記第 1 レンズ部と対向する位置に凸形状として曲率し、凸レンズとして形成される第 2 レンズ部が設けられ、

前記屈折率調整剤は、前記切欠部及び前記第 1 側面における前記凹レンズの前記凹形状内に充填され、

前記基部の前記内面において最も前記基部側に位置する面は、前記基部の端面と離間し、かつ前記屈折率調整剤と接着する、

光コネクタモジュール。

【請求項 2】

前記屈折率調整剤は、前記光コネクタと前記光伝送路とを固定する、
請求項 1 に記載の光コネクタモジュール。

【請求項 3】

前記光伝送路の端面は、前記光コネクタ側に突出する曲面である、
請求項 1 又は 2 に記載の光コネクタモジュール。

【請求項 4】

前記コアの前記端面は、前記クラッドの端面よりも前記光コネクタ側に突出する曲面である、

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の光コネクタモジュール。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、光伝送路及び光コネクタを光結合する光コネクタモジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、光伝送路同士を光結合するための光接続用コネクタが知られている。例えば、特許文献 1 には、光ファイバと光導波路との結合損失を抑制するために、レンズ部材を設けることが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0003】

【特許文献 1】特開 2016 - 009081

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

異なる光伝送路同士を光結合する際には、結合損失をできる限り低減させることが望ましい。しかしながら、例えば特許文献 1 に記載されているような光接続用コネクタでは、レンズ部材において、光伝送路との対向面と反対側の外面にレンズが形成されており、より長い距離で光の回折効果が生じる。これにより、結合損失が増大する恐れがあった。

【0005】

30

また、光伝送路及び光接続用コネクタを含むモジュール全体を小型化するために、光接続用コネクタをできる限り小型化することが望ましい。しかしながら、例えば特許文献 1 に記載されているような光接続用コネクタでは、所望のビーム状態へと光学調整を行うレンズと光伝送路との間の距離が長い。したがって、このような配置が小型化の妨げとなっていた。

【0006】

このような問題点に鑑みてなされた本発明の目的は、結合損失を低減しつつ、小型化に寄与できる光コネクタモジュールを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

40

上記課題を解決するために、第 1 の観点に係る光コネクタモジュールは、
基体に積層されるコア及びクラッドを有する光伝送路と、
基部と、前記基部の内面を切欠いた切欠部と、前記切欠部に形成され、前記光伝送路の端面及び前記基体の端面と対向する第 1 側面と、を有し、前記光伝送路と光学的に結合する光コネクタと、

前記光伝送路の端面及び前記基体の端面と前記第 1 側面との間に介在し、屈折率を調整する屈折率調整剤と、

を備え、

前記第 1 側面には、前記コアと対向する位置に曲率し、凹レンズとして形成される第 1 レンズ部が設けられ、

50

前記屈折率調整剤は、前記切欠部及び前記第 1 側面における前記凹レンズ内に充填され

、前記基部の前記内面は、前記基体の端面と離間する。

【0008】

第 2 の観点に係る光コネクタモジュールでは、
光の伝搬方向において、前記光コネクタは、前記第 1 側面と反対側に第 2 側面を有して
おり、

前記第 2 側面には、曲率し、凸レンズとして形成される第 2 レンズ部が設けられてもよ
い。

【0012】

第 3 の観点に係る光コネクタモジュールでは、
前記屈折率調整剤は、前記光コネクタと前記光伝送路とを固定してもよい。

【0013】

第 4 の観点に係る光コネクタモジュールでは、
前記光伝送路の端面は、前記光コネクタ側に突出する曲面であってもよい。

【0014】

第 5 の観点に係る光コネクタモジュールでは、
前記コアの前記端面は、前記クラッドの端面よりも前記光コネクタ側に突出する曲面で
あってもよい。

【発明の効果】

【0015】

本発明の一実施形態に係る光コネクタモジュールによれば、結合損失を低減しつつ、小
型化に寄与できる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図 1】第 1 実施形態に係る光コネクタモジュールを示す斜視図である。

【図 2】図 1 の光伝送路単体を拡大して示した斜視図である。

【図 3】図 1 の光コネクタ単体を示す斜視図である。

【図 4】図 1 の光コネクタモジュールを分解して示した分解斜視図である。

【図 5】図 1 の V-V 矢線に沿う断面図である。

【図 6】図 5 の VI 部に対応する拡大図である。

【図 7】図 6 の VII 部に対応する拡大図である。

【図 8】変形例に係る光伝送路の端面の様子を示した、図 7 に対応する拡大図である。

【図 9】第 2 実施形態に係る光コネクタモジュールを示す斜視図である。

【図 10】図 9 の光コネクタ単体を示す斜視図である。

【図 11】図 9 の光コネクタモジュールを分解して示した分解斜視図である。

【図 12】図 9 の XII-XII 矢線に沿う断面図である。

【図 13】図 12 の XIII 部に対応する拡大図である。

【図 14】図 13 の XIV 部に対応する拡大図である。

【図 15】変形例に係る光伝送路の端面の様子を示した、図 14 に対応する拡大図である

【図 16】第 3 実施形態に係る光コネクタモジュールを示す斜視図である。

【図 17】図 16 の XVII-XVII 矢線に沿う断面の一部を拡大した拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以降、添付図面を参照しながら、本発明の一実施形態について詳細に説明する。以下の
説明中の前後、左右及び上下の方向は、図中の矢印の方向を基準とする。

【0018】

(第 1 実施形態)

図 1 は、第 1 実施形態に係る光コネクタモジュール 1 を示す斜視図である。光コネクタ

10

20

30

40

50

モジュール 1 は、光伝送路 10 と、光伝送路 10 と光学的に結合する光コネクタ 20 と、光伝送路 10 と光コネクタ 20 との間の空隙 S の屈折率を調整する屈折率調整剤 30 とを有する。第 1 実施形態では、光伝送路 10 は、基板上に形成される光導波路であるものとして説明する。

【 0 0 1 9 】

図 2 は、図 1 の光伝送路 10 単体を拡大して示した斜視図である。

【 0 0 2 0 】

光伝送路 10 は、図 2 に示すとおり、例えば、リジッド式のプリント配線基板によって構成される基体 40 の上面に形成される。特に、光伝送路 10 は、基体 40 の上面に形成された凹部から上方に突出するように配置される。光伝送路 10 は、光コネクタ 20 と光結合するために、前端面が基体 40 の前端面と一致するように形成される。すなわち、光伝送路 10 の前端面は、基体 40 の前端面に沿って略平面状に形成される。光伝送路 10 の導波モードは、シングルモード及びマルチモードのいずれであってもよい。以下では、光伝送路 10 は、基体 40 の上面に形成されるものとして説明するが、これに限定されない。例えば、光伝送路 10 は、基体 40 の内部に埋め込まれてもよい。この場合、光伝送路 10 の前端面は、基体 40 の前端面と一致し、後述するコア 12 の端面が基体 40 から露出するように形成されてもよい。

【 0 0 2 1 】

光伝送路 10 は、基体 40 の上面に積層するように形成されたクラッド 11 と、左右方向に所定の間隔で互いに離間する複数のコア 12 とを有する。クラッド 11 及びコア 12 は、例えば、石英系のガラスにより形成される。コア 12 の屈折率は、クラッド 11 の屈折率よりも高い。以下では、光伝送路 10 は、例えば、埋め込み型の光導波路であるものとして説明するが、これに限定されず、スラブ型又は半埋め込み型などの適宜な方式の光導波路であってよい。

【 0 0 2 2 】

図 3 は、図 1 の光コネクタ 20 単体を示す斜視図である。

【 0 0 2 3 】

一例として、光コネクタ 20 は、光伝送路 10 のコア 12 の屈折率と略同一の屈折率を有する材料によって構成される。光コネクタ 20 は、略 L 字状である。光コネクタ 20 は、前後方向に延伸する第 1 基部 21 を有する。第 1 基部 21 は、下面 21 a の略中央部から内側に向けて一段凹んだ凹部 21 b を有する。光コネクタ 20 は、第 1 基部 21 の前方に突出し、第 1 基部 21 と連続するように形成される第 2 基部 22 を有する。第 2 基部 22 は、第 1 基部 21 から下方に張り出すように形成される。光コネクタ 20 は、第 2 基部 22 の前面から後面まで貫通する一对の貫通孔 22 a を有する。貫通孔 22 a は、第 2 基部 22 の左右両端に一对形成される。

【 0 0 2 4 】

光コネクタ 20 は、第 2 基部 22 の内面の一部を構成する第 1 側面 A1 に設けられた第 1 レンズ部 23 を有する。第 1 レンズ部 23 は、複数の曲率するレンズ 23 a により構成される。第 1 レンズ部 23 を構成するレンズ 23 a の数は、光伝送路 10 のコア 12 の数以上である。

【 0 0 2 5 】

光コネクタ 20 は、光の伝搬方向において第 1 側面 A1 と反対側の第 2 側面 A2 に設けられた第 2 レンズ部 24 を有する。第 2 レンズ部 24 は、複数の曲率するレンズ 24 a により構成される。第 2 レンズ部 24 を構成するレンズ 24 a の数は、光伝送路 10 のコア 12 の数以上である。

【 0 0 2 6 】

光コネクタ 20 は、第 2 基部 22 の内面を第 1 側面 A1 まで切欠いた切欠部 25 を有する。すなわち、切欠部 25 は、凹形状として形成される。光コネクタ 20 は、切欠部 25 を構成する上下左右の 4 つの側面と、第 1 側面 A1 と、切欠部 25 の直下に位置する第 2 基部 22 の外面とによって構成される接着部 26 を有する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 7 】

屈折率調整剤 30 は、光伝送路 10 のコア 12 の屈折率と略同一の屈折率を有する材料によって構成される。屈折率調整剤 30 は、接着剤としての役割を果たしてもよい。

【 0 0 2 8 】

図 4 は、図 1 の光コネクタモジュール 1 を分解して示した分解斜視図である。図 5 は、図 1 の V-V 矢線に沿う断面図である。図 6 は、図 5 の VI 部に対応する拡大図である。

【 0 0 2 9 】

図 4 に示すとおり、光コネクタ 20 は、光伝送路 10 の上方から基体 40 上に取り付けられる。すなわち、光コネクタ 20 は、第 1 基部 21 の下面 21a が基体 40 の上面と当接して、光伝送路 10 の一部を覆った状態で配置される。第 2 基部 22 は、基体 40 の前
10
端部から前方に突出し、第 1 基部 21 から下方に張り出すように配置される。すなわち、第 2 基部 22 は、その下面が光伝送路 10 の上下位置よりもさらに下方に位置するように突出する。

【 0 0 3 0 】

このとき、光伝送路 10 及び基体 40 と光コネクタ 20 の接着部 26 との間には、空隙 S が形成される（図 5 参照）。屈折率調整剤 30 は、空隙 S を満たすように下方から充填される。すなわち、屈折率調整剤 30 は、コア 12 と第 1 側面 A1 との間
20
の空隙 S の屈折率を調整する。このとき、光コネクタ 20 の接着部 26 と屈折率調整剤 30 とが接着する。同様に、光伝送路 10 及び基体 40 の前端面と屈折率調整剤 30 とが接着する。特に、屈折率調整剤 30 は、第 1 レンズ部 23 及びコア 12 の端面と密着する。これにより、光伝送路 10 と光コネクタ 20 とは、屈折率調整剤 30 によって固定される。

【 0 0 3 1 】

屈折率調整剤 30 は、空隙 S のみを満たす構成に限定されず、例えば光コネクタ 20 の下面 21a と基体 40 の上面との間に充填されてもよい。同様に、屈折率調整剤 30 は、光伝送路 10 を覆う光コネクタ 20 の凹部 21b を満たすように充填されてもよい。基体 40 及び光伝送路 10 の少なくとも一方と光コネクタ 20 とは、このような方法で、屈折率調整剤 30 によって固定されてもよい。

【 0 0 3 2 】

基体 40 への取り付けの際に、光コネクタ 20 は、適宜な方法により位置決めされてもよい。例えば、光コネクタ 20 は、凹部 21b の前後方向に沿った内側面の少なくとも一
30
方が基体 40 から突出した光伝送路 10 の左右方向の端面と当接することで位置決めされてもよい。例えば、光コネクタ 20 は、基体 40 上に形成されたスタッドピンに対応する形状の凹部を有してもよい。このとき、光コネクタ 20 は、当該スタッドピンに凹部を係合させることで位置決めされてもよい。例えば、光コネクタ 20 は、基体 40 上に形成された凹部に対応する形状の凸部を有してもよい。このとき、光コネクタ 20 は、当該凹部に凸部を嵌合させることで位置決めされてもよい。

【 0 0 3 3 】

以上により、光コネクタモジュール 1 の組み立てが完了する。

【 0 0 3 4 】

図 6 に示すとおり、光コネクタモジュール 1 が完成した状態で、第 1 側面 A1 は、コア 12 の前端面と対向する。特に、第 1 レンズ部 23 は、コア 12 の前端面と対向する。屈折率調整剤 30 は、第 1 レンズ部 23 とコア 12 の前端面との間に介在する。一例として、第 1 レンズ部 23 を構成するレンズ 23a は、第 1 側面 A1 において凹形状として形成される。すなわち、レンズ 23a は、凹レンズとして形成される。特に、レンズ 23a は、光の伝搬方向、すなわち前後方向に沿った図 6 のような平面視において、略半円形状に形成されてもよい。レンズ 23a の上下方向の半幅 r_1 は、光伝送路 10 のコア 12 の半径よりも大きくてもよい。レンズ 23a において、上下方向の全幅 $2r_1$ に対する伝搬方向に沿った幅 d の比率が、 $1/2$ 以下であってもよい。すなわち、 $d < (2r_1) / 2 = r_1$ である。

【 0 0 3 5 】

10

20

30

40

50

一方で、第2レンズ部24は、光コネクタ20の第2基部22を介して第1レンズ部23と対向する。一例として、第2レンズ部24を構成するレンズ24aは、第2側面A2において凸形状として形成される。すなわち、レンズ24aは、凸レンズとして形成される。特に、レンズ24aは、光の伝搬方向、すなわち前後方向に沿った図6のような平面視において、略半円形状に形成されてもよい。レンズ24aの上下方向の半幅 r_2 は、光伝送路10のコア12の半径よりも大きくてもよい。

【0036】

図6を用いて、一例として、光伝送路10の前端面から光が出射する場合の光の伝搬の様子について説明する。すなわち、光伝送路10は、発光素子からの光を伝送するものとして説明する。これに限定されず、光伝送路10は、受光素子へと光を伝送してもよい。この場合、光の伝搬方向を真逆にした状態で以下の説明が適用され得るものと理解されたい。

10

【0037】

屈折率調整剤30がコア12の屈折率と略同一の屈折率を有する材料によって構成される場合、屈折率調整剤30とコア12との境界面に入射した光のフレネル反射は、屈折率の整合によって抑制される。したがって、当該境界面に入射した光は、高い透過率で屈折率調整剤30の内部へと出射する。出射した光は、屈折率調整剤30の内部で回折効果によって拡がりながらレンズ23aへと入射する。光コネクタ20が屈折率調整剤30の屈折率と略同一の屈折率を有する材料によって構成される場合、光コネクタ20と屈折率調整剤30との境界面に入射した光のフレネル反射は、屈折率の整合によって抑制される。したがって、当該境界面に入射した光は、高い透過率で光コネクタ20、特に第2基部22の内部へと出射する。レンズ23aが凹レンズとして形成される場合、第2基部22の内部へと出射した光は、さらに拡がりながらレンズ24aへと入射する。レンズ24aが凸レンズとして形成される場合、外部と光コネクタ20との境界面に入射した光は、レンズ24aによってコリメートされる。このように、光コネクタモジュール1は、光伝送路10から出射した光をコリメートした状態で外部へと伝搬させる。

20

【0038】

図7は、図6のVII部に対応する拡大図である。図7は、図1の光伝送路10の端面の様子を示す。図8は、変形例に係る光伝送路10の端面の様子を示した、図7に対応する拡大図である。

30

【0039】

図7に示すとおり、光伝送路10の前端面は、基体40の前端面と一致する。すなわち、クラッド11及びコア12の前端面が、基体40の前端面に沿って、同一平面上に形成される。しかしながらこれに限定されず、図8に示すとおり、光伝送路10の端面、特にコア12の端面は、光コネクタ20側に突出する曲面であってもよい。特に、コア12の端面は、クラッド11の端面よりも光コネクタ20側に突出する曲面であってもよい。

【0040】

以上のような第1実施形態に係る光コネクタモジュール1は、結合損失を低減しつつ、小型化に寄与できる。すなわち、光コネクタモジュール1は、第1側面A1においてコア12と対向する位置に第1レンズ部23が設けられることで、光の回折効果が生じる距離を短くして結合損失を低減できる。光コネクタモジュール1は、第1レンズ部23と光伝送路10との間の距離が短く、全体の小型化に寄与できる。特に、光コネクタモジュール1は、光の伝搬方向に沿った幅を低減できる。

40

【0041】

光コネクタモジュール1は、屈折率調整剤30を介在させることで、結合損失を低減できる。すなわち、光コネクタモジュール1は、回折効果による損失、外部からの異物による光の散乱又は吸収に伴う損失及びフレネル反射による損失を低減できる。

【0042】

具体的には、光コネクタモジュール1は、コア12の屈折率と略同一の屈折率を有する屈折率調整剤30が光路中に配置されることで、空気中の場合と比較して回折効果による

50

光の拡がりを抑制できる。これにより、光コネクタモジュール 1 は、回折効果によって第 1 レンズ部 2 3 と結合しない光の割合を低減できる。

【 0 0 4 3 】

また、屈折率調整剤 3 0 は、異物の混入を防止する役割も果たす。すなわち、光コネクタモジュール 1 は、空隙 S が屈折率調整剤 3 0 によって充填されることで、外部からの異物の混入を防止できる。これにより、光コネクタモジュール 1 は、外部からの異物による光の散乱又は吸収に伴う損失を防止して、結合損失を低減できる。

【 0 0 4 4 】

さらに、光コネクタモジュール 1 は、屈折率調整剤 3 0 の屈折率がコア 1 2 の屈折率と略同一であるので、互いの境界面におけるフレネル反射を抑制できる。すなわち、光コネクタモジュール 1 は、高い透過率で光をコア 1 2 から出射させ、結合効率を向上できる。

10

【 0 0 4 5 】

光コネクタモジュール 1 は、曲率する第 2 レンズ部 2 4 を有することで、第 1 レンズ部 2 3 と組み合わせた 2 つのレンズ部による光学調整を可能とする。すなわち、光コネクタモジュール 1 は、2 つのレンズ部によって光学調整の自由度を向上できる。これにより、光コネクタモジュール 1 は、所望のビーム状態を有する出射光を容易に提供できる。

【 0 0 4 6 】

光コネクタモジュール 1 は、第 1 レンズ部 2 3 が凹レンズとして形成されることで、コア 1 2 から出射された光を強制的に拡げることができる。特に、光コネクタモジュール 1 は、第 1 側面 A 1 においてコア 1 2 と対向する位置に凹レンズが設けられることで、屈折率調整剤 3 0 によって拡がりが抑制された光を出射後の早い段階で強制的に拡げることができる。

20

【 0 0 4 7 】

光コネクタモジュール 1 は、第 2 レンズ部 2 4 が凸レンズとして形成されることで、凹レンズの第 1 レンズ部 2 3 によって拡げられた光をコリメート光に変換できる。特に、光コネクタモジュール 1 は、第 1 レンズ部 2 3 及び第 2 レンズ部 2 4 による凹レンズ及び凸レンズの組合せによって、大口径のコリメート光を提供できる。これにより、光コネクタモジュール 1 は、より小さなスポットに効率良く集光可能なコリメート光を提供できる。すなわち、光コネクタモジュール 1 は、特性の良いコリメート光を出射できる。また、光コネクタモジュール 1 は、大口径のコリメート光によって光結合の許容範囲を広げることができる。換言すると、光コネクタモジュール 1 は、光結合の対象となる他のモジュールとの間で光軸がずれていたとしても、所定の許容範囲において光結合を可能とする。

30

【 0 0 4 8 】

光コネクタモジュール 1 は、屈折率調整剤 3 0 が第 1 レンズ部 2 3 及びコア 1 2 の端面と密着することで、回折効果による光の拡がりをより効果的に抑制できる。これにより、光コネクタモジュール 1 は、回折効果によって第 1 レンズ部 2 3 と結合しない光の割合をさらに低減できる。また、光コネクタモジュール 1 は、当該構成によって光の伝搬方向に沿った空隙 S の幅を低減できる。これにより、光コネクタモジュール 1 は、全体の小型化、特に光の伝搬方向に沿った幅の低減に寄与できる。

【 0 0 4 9 】

40

光コネクタモジュール 1 は、屈折率調整剤 3 0 によって光伝送路 1 0 と光コネクタ 2 0 とが固定されることで、使用、経年劣化などによる光軸ずれを抑制できる。したがって、光コネクタモジュール 1 は、最初の位置決めによって互いの相対位置が定められた状態で、長期にわたって略同一の光学特性を維持できる。このように、光コネクタモジュール 1 は、製品としての品質を向上できる。

【 0 0 5 0 】

光コネクタモジュール 1 は、光伝送路 1 0 の端面を光コネクタ 2 0 側に突出する曲面として維持することで、生産性の向上に寄与する。すなわち、光コネクタモジュール 1 は、光伝送路 1 0 の端面を研磨する必要がなく、生産工程の一部を省略できる。これにより、光コネクタモジュール 1 は、生産コストの削減にも寄与する。この場合、平面度が小さい

50

平面である場合と比較して、光伝送路10の端面ではフレネル反射が増大する傾向にある。しかしながら、光コネクタモジュール1は、光伝送路10の端面を屈折率調整剤30と当接させることで、フレネル反射を抑制できる。光コネクタモジュール1は、光伝送路10の端面が光コネクタ20側に突出する曲面であることで、当該端面においてもレンズ効果を発揮できる。

【0051】

光コネクタモジュール1は、コア12の端面がクラッド11の端面よりも光コネクタ20側に突出する曲面であることで、上記の関連する効果をより顕著に奏する。

【0052】

光コネクタモジュール1は、第1レンズ部23の半幅 r_1 がコア12の半径よりも大きいことで、コア12の端面から出射して広がった光を第1レンズ部23によって漏れなく受けることができる。これにより、光コネクタモジュール1は、回折による結合損失を抑制できる。光コネクタモジュール1は、第2レンズ部24も同様の構成とすることで、回折による結合損失をさらに抑制できる。

【0053】

光コネクタモジュール1は、屈折率調整剤30と共に光コネクタ20もコア12の屈折率と略同一の屈折率を有する材料によって構成されることで、フレネル反射を抑制して、結合損失を低減できる。

【0054】

(第2実施形態)

図9は、第2実施形態に係る光コネクタモジュール1を示す斜視図である。第2実施形態に係る光コネクタモジュール1は、光伝送路10が光ファイバ13により構成される点で第1実施形態と異なる。以下では、第2実施形態に係る光コネクタモジュール1において、第1実施形態と共通する構成部については同一の符号を付す。共通する構成部及びその機能の説明については省略し、第1実施形態と異なる点について主に説明する。

【0055】

光伝送路10は、図9に示すとおり、複数の光ファイバ13により構成される。各光ファイバ13は、クラッド11及びコア12(図14参照)、並びに必要に応じて被膜を有している。クラッド11は、ガラスにより構成されてもよいし、樹脂によって構成されてもよい。同様に、コア12は、ガラスにより構成されてもよいし、樹脂によって構成されてもよい。各光ファイバ13の導波モードは、シングルモード及びマルチモードのいずれであってもよい。各光ファイバ13は、汎用のシングルモードファイバ、分散シフトシングルモードファイバ、ステップインデックスマルチモード光ファイバなど、任意の種類の光ファイバであってもよい。複数の光ファイバ13は、シースによって覆われるように束ねられてもよいし、束ねられていなくてもよい。複数の光ファイバ13は、例えば、光コネクタ20の内部において、左右方向に一列に配列されている。

【0056】

図10は、図9の光コネクタ20単体を示す斜視図である。

【0057】

光コネクタ20は、光伝送路10のコア12の屈折率と略同一の屈折率を有する材料によって構成されてもよい。光コネクタ20は、基部51と、基部51と前方に連続するように形成される開口構成部52と、を有する。

【0058】

開口構成部52には、光伝送路10を挿通するための開口部53が形成される。光コネクタ20は、複数の光ファイバ13を保持するための保持部54を基部51内に有する。光コネクタ20は、保持部54内において、複数のガイド溝55を有する。複数のガイド溝55は、光伝送路10を構成する複数の光ファイバ13をそれぞれ保持するための溝である。ガイド溝55の数は、光伝送路10を構成する光ファイバ13の本数以上である。

【0059】

光コネクタ20は、複数のガイド溝55の後方にそれぞれ連続する複数の貫通孔56を

10

20

30

40

50

有する。光コネクタ 20 は、ガイドピン 60 を保持する保持孔 57 を備える。保持孔 57 は、基部 51 及び開口構成部 52 の左右両端を貫通するように、光コネクタ 20 の左右両端に一对形成される。

【0060】

光コネクタ 20 は、基部 51 の上面を切欠いた切欠部 25 を有する。すなわち、切欠部 25 は、略凹形状として形成される。光コネクタ 20 は、切欠部 25 の内面の一部を構成する第 1 側面 A1 に設けられた第 1 レンズ部 23 を有する。光コネクタ 20 は、光の伝搬方向において第 1 側面 A1 と反対側の第 2 側面 A2 に設けられた第 2 レンズ部 24 を有する。

【0061】

図 11 は、図 9 の光コネクタモジュール 1 を分解して示した分解斜視図である。図 12 は、図 9 の XII-XII 矢線に沿う断面図である。図 13 は、図 12 の XIII 部に対応する拡大図である。

【0062】

図 11 に示すとおり、光伝送路 10 は、光コネクタ 20 に前方から挿入される。光伝送路 10 は、光伝送路 10 のクラッド 11 及びコア 12 の端部が貫通孔 56 より後方に露出した状態で光コネクタ 20 により保持される。屈折率調整剤 30 は、切欠部 25 を満たすように上方から充填される。左右一对のガイドピン 60 が、光伝送路 10 を保持した光コネクタ 20 の保持孔 57 に挿入される。

【0063】

以上により、光コネクタモジュール 1 の組み立てが完了する。

【0064】

図 12 及び図 13 に示すとおり、光コネクタモジュール 1 が完成した状態で、第 1 レンズ部 23、第 2 レンズ部 24 及び屈折率調整剤 30 は、第 1 実施形態と同様に構成される。光伝送路 10 の後端面から光が出射する場合の光の伝搬の様子についても同様である。第 2 レンズ部 24 から光が入射する場合の光の伝搬の様子についても同様であり、光の伝搬方向を真逆にした状態で第 1 実施形態における説明が適用され得るものと理解されたい。

【0065】

図 14 は、図 13 の XIV 部に対応する拡大図である。図 14 は、図 9 の光伝送路 10 の端面の様子を示す。図 15 は、変形例に係る光伝送路 10 の端面の様子を示した、図 14 に対応する拡大図である。

【0066】

図 14 に示すとおり、光伝送路 10 の端面は、光コネクタ 20 側、特に第 1 側面 A1 側に突出する曲面である。一例として、光伝送路 10 の端面は、クラッド 11 及びコア 12 の端面が同一曲面となるように構成される。しかしながらこれに限定されず、図 15 に示すとおり、光伝送路 10 の端面、特にコア 12 の端面は、クラッド 11 の端面よりも第 1 側面 A1 側に突出する曲面であってもよい。

【0067】

以上のような第 2 実施形態に係る光コネクタモジュール 1 は、第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

【0068】

(第 3 実施形態)

図 16 は、第 3 実施形態に係る光コネクタモジュール 1 を示す斜視図である。図 17 は、図 16 の XVII-XVII 矢線に沿う断面の一部を拡大した拡大断面図である。第 3 実施形態に係る光コネクタモジュール 1 は、第 1 実施形態に係る光学系と第 2 実施形態に係る光学系とを組み合わせたものである。以下では、第 3 実施形態に係る光コネクタモジュール 1 において、第 1 実施形態及び第 2 実施形態と共通する構成部については同一の符号を付す。共通する構成部及びその機能の説明については省略し、第 1 実施形態及び第 2 実施形態と異なる点について主に説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 9 】

図 1 6 に示すとおり、第 3 実施形態に係る光コネクタモジュール 1 は、第 1 実施形態に係る光コネクタ 2 0 a と第 2 実施形態に係る光コネクタ 2 0 b とを接続して、第 1 実施形態に係る光伝送路 1 0 a と第 2 実施形態に係る光伝送路 1 0 b とを光結合する。

【 0 0 7 0 】

より具体的には、光コネクタ 2 0 a と光コネクタ 2 0 b とを上下左右方向の位置が略一致するように、前後方向に並べる。この状態で、一对のガイドピン 6 0 が、貫通孔 2 2 a に挿入される。これにより、光コネクタ 2 0 a と光コネクタ 2 0 b とが接続する。このとき、貫通孔 2 2 a によって、光コネクタ 2 0 a に対する光コネクタ 2 0 b の位置が決定される。これにより、図 1 7 に示すとおり、光伝送路 1 0 a の端面及び光伝送路 1 0 b の端面が略同一の光軸上に配置され、光伝送路 1 0 a を構成する光導波路と、光伝送路 1 0 b を構成する対応する複数の光ファイバ 1 3 とが、それぞれ光結合する。

10

【 0 0 7 1 】

例えば、光伝送路 1 0 a から出射した光は、屈折率調整剤 3 0 a、第 1 レンズ部 2 3 1 及び第 2 レンズ部 2 4 1 を通過して、コリメート光として出射する。コリメート光は、第 2 レンズ部 2 4 2、第 1 レンズ部 2 3 2 及び屈折率調整剤 3 0 b を通過して、光ファイバ 1 3 へと入射する。光の伝搬方向が真逆の場合であっても同様の説明が適用されるものとする。

【 0 0 7 2 】

以上のような第 3 実施形態に係る光コネクタモジュール 1 は、第 1 実施形態及び第 2 実施形態と同様の効果を奏する。第 3 実施形態に係る光コネクタモジュール 1 は、大口径のコリメート光によって、効率良い集光可能性かつ広範な光結合の許容範囲を実現した状態で、異なる 2 つの光伝送路 1 0 a、1 0 b を光結合できる。

20

【 0 0 7 3 】

本発明は、その精神又はその本質的な特徴から離れることなく、上述した実施形態以外の他の所定の形態で実現できることは当業者にとって明白である。したがって、先の記述は例示的なものであり、これに限定されるものではない。発明の範囲は、先の記述によってではなく、付加した請求項によって定義される。あらゆる変更のうちその均等の範囲内にあるいくつかの変更は、その中に包含されるものとする。

【 0 0 7 4 】

例えば、上記では、屈折率調整剤 3 0 は、空隙 S 全体に充填されるものとして説明したが、これに限定されない。屈折率調整剤 3 0 は、第 1 側面 A 1 とコア 1 2 の端面との間に介在し、かつ、所望の光学特性が得られるのであれば、空隙 S の一部にのみ配置されてもよい。

30

【 0 0 7 5 】

上記では、第 1 レンズ部 2 3 及び第 2 レンズ部 2 4 の形状は、平面視において略半円形であるものとして説明したが、これに限定されない。第 1 レンズ部 2 3 及び第 2 レンズ部 2 4 の形状は、球面であってもよいし、非球面であってもよい。

【 0 0 7 6 】

第 1 レンズ部 2 3 は、 $d < (2r_1) / 2 = r_1$ の条件を満たす構成に限定されない。所望の光学特性が得られるのであれば、第 1 レンズ部 2 3 において、全幅 $2r_1$ に対する幅 d の比率が、 $1/2$ よりも大きくてもよい。

40

【 0 0 7 7 】

第 1 レンズ部 2 3 は、凹レンズであるものとして説明したがこれに限定されない。所望の光学特性が得られるのであれば、第 1 レンズ部 2 3 は、凸レンズなどの任意のタイプのレンズであってもよい。

【 0 0 7 8 】

所望の光学特性が得られるのであれば、光コネクタ 2 0 は、第 2 レンズ部 2 4 を有さなくてもよい。また、第 2 レンズ部 2 4 は、凸レンズであることに限定されず、凹レンズなどの任意のタイプのレンズであってもよい。

50

【 0 0 7 9 】

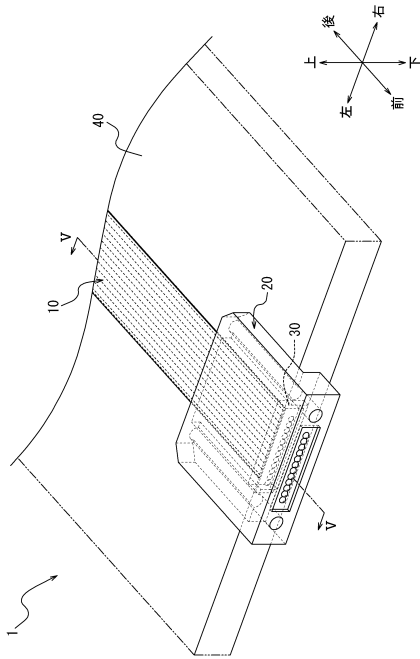
光導波路又は光ファイバ 1 3 によって構成される光伝送路 1 0 の端面は、平面であってもよいし、曲面であってもよい。当該端面は、曲面により形成される場合、凹面であってもよいし、凸面であってもよい。特に、光伝送路 1 0 のクラッド 1 1 及びコア 1 2 の端面の形状及び位置は、図 7、8、1 4 及び 1 5 に示したものに限定されない。所望の光学特性が得られるのであれば、光伝送路 1 0 のクラッド 1 1 及びコア 1 2 の端面は、任意の形状で任意の位置に配置されてもよい。例えば、コア 1 2 と第 1 レンズ部 2 3 とが離間しており、その間に屈折率調整剤 3 0 が充填されているのであれば、クラッド 1 1 は、光コネクタ 2 0、特に第 1 側面 A 1 と当接してもよい。

【 符号の説明 】

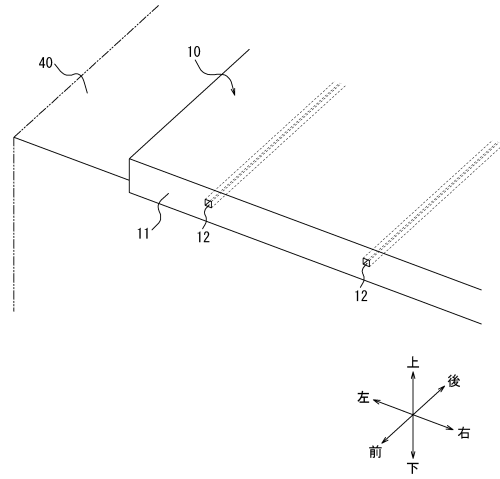
【 0 0 8 0 】

1	光コネクタモジュール	
1 0、1 0 a、1 0 b	光伝送路	
1 1	クラッド	
1 2	コア	
1 3	光ファイバ	
2 0、2 0 a、2 0 b	光コネクタ	
2 1	第 1 基部	
2 1 a	下面	
2 1 b	凹部	20
2 2	第 2 基部	
2 2 a	貫通孔	
2 3、2 3 1、2 3 2	第 1 レンズ部	
2 3 a	レンズ	
2 4、2 4 1、2 4 2	第 2 レンズ部	
2 4 a	レンズ	
2 5	切欠部	
2 6	接着部	
3 0、3 0 a、3 0 b	屈折率調整剤	
4 0	基体	30
5 1	基部	
5 2	開口構成部	
5 3	開口部	
5 4	保持部	
5 5	ガイド溝	
5 6	貫通孔	
5 7	保持孔	
6 0	ガイドピン	
A 1	第 1 側面	
A 2	第 2 側面	40
S	空隙	

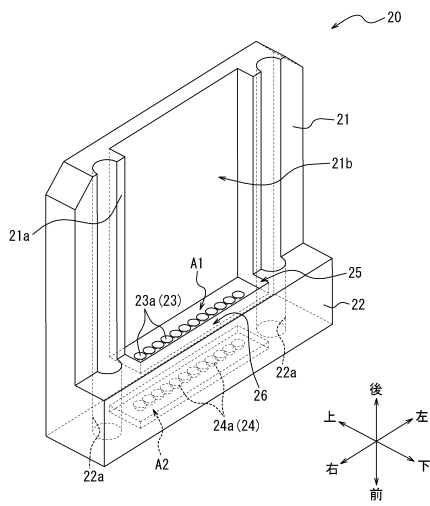
【図1】



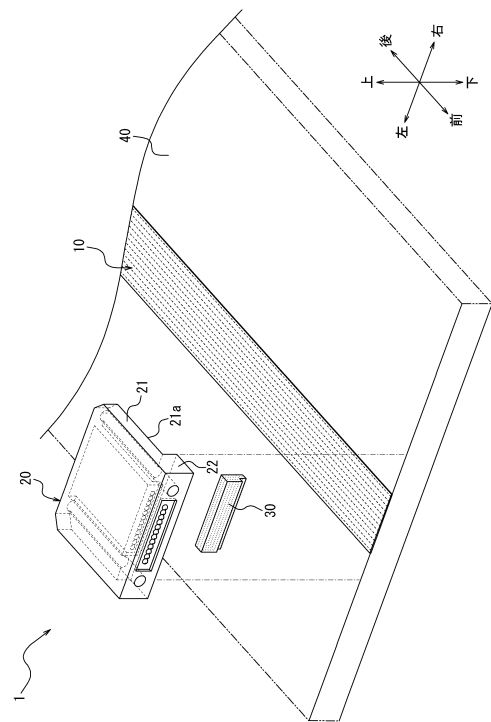
【図2】



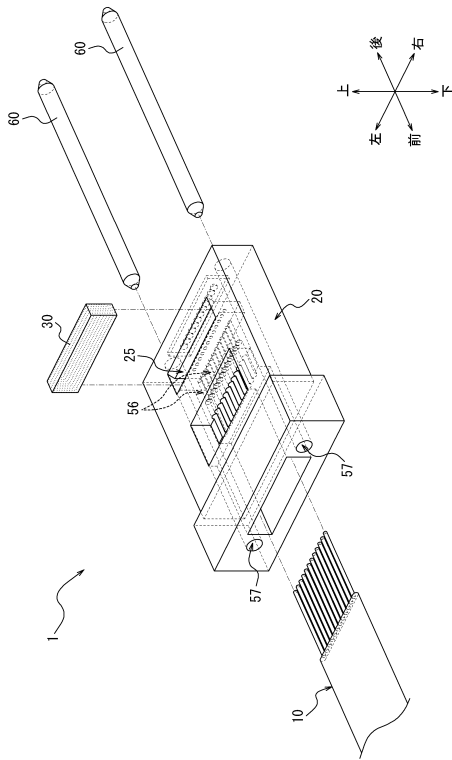
【図3】



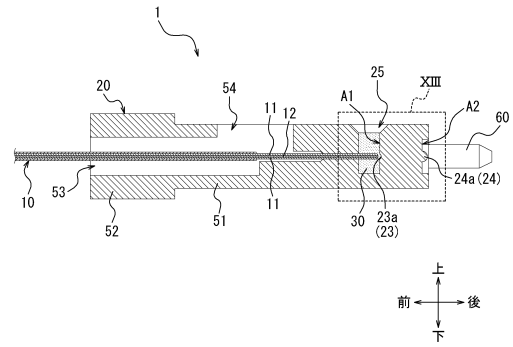
【図4】



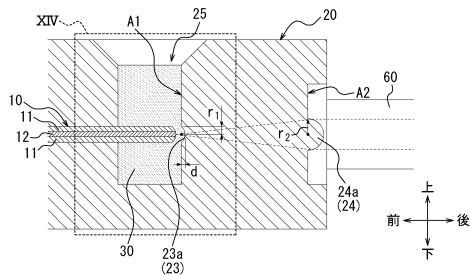
【図 1 1】



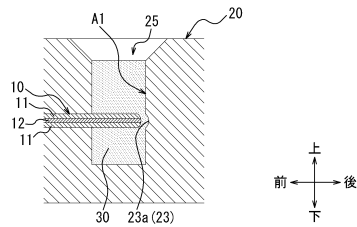
【図 1 2】



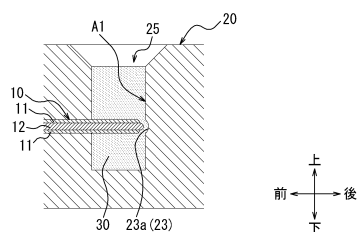
【図 1 3】



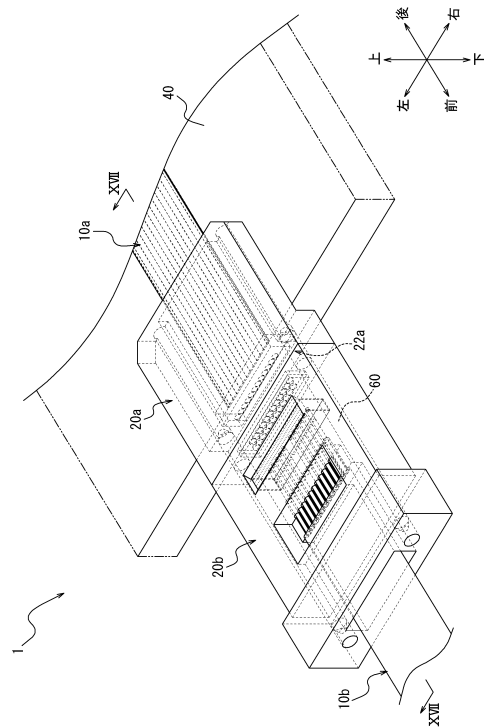
【図 1 4】



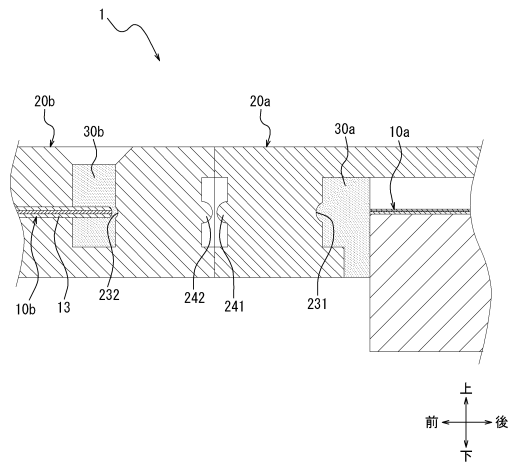
【図 1 5】



【図 1 6】



【図17】



フロントページの続き

- (72)発明者 中水流 和美
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内
- (72)発明者 鈴木 貴大
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内

審査官 井部 紗代子

- (56)参考文献 国際公開第2017/072993(WO, A1)
特開2016-057588(JP, A)
特開昭59-088713(JP, A)
特開2012-054673(JP, A)
特開2015-191112(JP, A)
特開2016-009081(JP, A)
特開昭53-100260(JP, A)
特開2014-164270(JP, A)
特開2001-350037(JP, A)
特開2014-059479(JP, A)
米国特許第04523843(US, A)
特開2013-020027(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/12 - 6/24
G02B 6/255 - 6/27
G02B 6/30 - 6/34
G02B 6/36 - 6/43