

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5923548号
(P5923548)

(45) 発行日 平成28年5月24日 (2016. 5. 24)

(24) 登録日 平成28年4月22日 (2016. 4. 22)

(51) Int. Cl.

G 0 2 B 6 / 2 4 (2006. 01)

F 1

G 0 2 B 6 / 2 4

請求項の数 11 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2014-88596 (P2014-88596)	(73) 特許権者	000005186
(22) 出願日	平成26年4月22日 (2014. 4. 22)		株式会社フジクラ
(65) 公開番号	特開2015-206952 (P2015-206952A)		東京都江東区木場 1 丁目 5 番 1 号
(43) 公開日	平成27年11月19日 (2015. 11. 19)	(73) 特許権者	000004226
審査請求日	平成27年2月24日 (2015. 2. 24)		日本電信電話株式会社
			東京都千代田区大手町一丁目 5 番 1 号
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100106909
			弁理士 棚井 澄雄
		(74) 代理人	100126882
			弁理士 五十嵐 光永
		(74) 代理人	100160093
			弁理士 小室 敏雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ接続器、メカニカルスプライスおよび光ファイバ接続方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも一方の対向面に調心溝を形成した一対の素子を有するメカニカルスプライスと、前記調心溝上で突き合わせるために前記メカニカルスプライスにその両端から光ファイバをそれぞれ導入する導入機構とを備え、

前記調心溝を有する一方の前記素子に、前記調心溝を長さ方向に分断する溝部を設け、この溝部に弾性変形可能な固形の屈折率整合体を配置し、

前記導入機構によってそれぞれ導入された光ファイバ同士が、前記溝部からずれた前記調心溝上で、一方の光ファイバの先端で押し伸ばされた前記屈折率整合体を介して突き合わせられる光ファイバ接続器。

【請求項 2】

前記光ファイバが挿通する挿通部を有し、その挿通部内に前記屈折率整合体を膜状に形成した枠体をさらに備える請求項 1 に記載の光ファイバ接続器。

【請求項 3】

前記挿通部は、挿通基部と、前記挿通基部よりも内径が大きく、前記枠体の一方面に開口を有する拡径部とを有する請求項 2 に記載の光ファイバ接続器。

【請求項 4】

前記屈折率整合体は、前記挿通基部と前記拡径部との間に前記開口に面して形成された開放面に接して形成されている請求項 3 に記載の光ファイバ接続器。

【請求項 5】

10

20

前記屈折率整合体のショア硬度 E は 30 以下である請求項 1 ~ 4 のうちいずれか 1 項に記載の光ファイバ接続器。

【請求項 6】

前記屈折率整合体の厚みは 50 μ m 以下である請求項 1 ~ 5 のうちいずれか 1 項に記載の光ファイバ接続器。

【請求項 7】

前記調心溝には、前記溝部よりも前記光ファイバの突き合わせ位置側に、前記溝部に臨む切欠きが形成され、

前記切欠きは、前記調心溝の内部空間を拡張して形成されている請求項 1 ~ 6 のうちいずれか 1 項に記載の光ファイバ接続器。

【請求項 8】

前記 2 本の光ファイバは、前記溝部から 0.2 ~ 1 mm ずれて突き合わされる請求項 1 ~ 7 のうちいずれか 1 項に記載の光ファイバ接続器。

【請求項 9】

少なくとも一方の対向面に調心溝を形成した一对の素子を備えるメカニカルスプライスであって、

前記調心溝上で突き合わせるために前記メカニカルスプライスにその両端から光ファイバをそれぞれ導入する導入機構とともに用い、

前記調心溝を有する一方の前記素子に、前記調心溝を長さ方向に分断する溝部を設け、この溝部に弾性変形可能な固形の屈折率整合体を配置し、

前記導入機構によってそれぞれ導入された光ファイバ同士が、前記溝部からずれた前記調心溝上で、一方の光ファイバの先端で押し伸ばされた前記屈折率整合体を介して突き合わせられるメカニカルスプライス。

【請求項 10】

少なくとも一方の対向面に調心溝を形成した一对の素子を有するメカニカルスプライスと、前記調心溝上で突き合わせるために前記メカニカルスプライスにその両端から光ファイバをそれぞれ導入する導入機構とを用い、

前記メカニカルスプライスでは、前記調心溝を有する一方の前記素子に、前記調心溝を長さ方向に分断する溝部を設け、この溝部に弾性変形可能な固形の屈折率整合体を配置し、

前記導入機構によってそれぞれ導入された光ファイバ同士を、前記溝部からずれた前記調心溝上で、一方の光ファイバの先端で押し伸ばされた前記屈折率整合体を介して突き合わせる光ファイバの接続方法。

【請求項 11】

前記導入機構によって前記 2 本の光ファイバを前記調心溝に導入するにあたって、前記 2 本の光ファイバのうちの一方の光ファイバを前記素子の一端側から前記調心溝に導入し、前記一方の光ファイバの先端を前記一对の素子の間に固定した後、

前記 2 本の光ファイバのうちの他方の光ファイバを前記素子の他端側から前記調心溝に導入し、前記屈折率整合体を介して前記一方の光ファイバに突き合わせる請求項 10 に記載の光ファイバの接続方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ファイバ同士を接続する光ファイバ接続器、メカニカルスプライスおよび光ファイバ接続方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光ファイバ同士の接続に、突き合わせた光ファイバを素子の間に挟み込んで固定するメカニカルスプライスを用いた光ファイバ接続器が広く用いられている（例えば特許文献 1 参照）。

10

20

30

40

50

かかる光ファイバ接続器において、突き合わせられる光ファイバ端面間に、固形の屈折率整合体を設けることが提案されている（特許文献１等を参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２０１１－０３３７３１号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

しかしながら、特許文献１の光ファイバ接続器では、光ファイバ同士が突き合わせられる位置に調心溝がないため、光ファイバ同士の位置決めが不十分になることがある。このため、光ファイバ接続器での接続損失が大きくなることがあった。

本発明は、前記事情に鑑みてなされたものであり、光ファイバ同士の接続損失を低減できるようにするものである。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

本発明は、少なくとも一方の対向面に調心溝を形成した一对の素子を有するメカニカルスプライスと、前記調心溝上で突き合わせるために前記メカニカルスプライスにその両端から光ファイバをそれぞれ導入する導入機構とを備え、前記調心溝を有する一方の前記素子に、前記調心溝を長さ方向に分断する溝部を設け、この溝部に弾性変形可能な固形の屈折率整合体を配置し、前記導入機構によってそれぞれ導入された光ファイバ同士が、前記溝部からずれた前記調心溝上で、一方の光ファイバの先端で押し伸ばされた前記屈折率整合体を介して突き合わせられる光ファイバ接続器を提供する。

本発明の光ファイバ接続器は、前記光ファイバが挿通する挿通部を有し、その挿通部内に前記屈折率整合体を膜状に形成した枠体をさらに備えることが好ましい。

前記挿通部は、挿通基部と、前記挿通基部よりも内径が大きく、前記枠体の一方面に開口を有する拡張部とを有することが好ましい。

前記屈折率整合体は、前記挿通基部と前記拡張部との間に前記開口に面して形成された開放面に接して形成されていることが好ましい。

前記屈折率整合体のショア硬度 E は 30 以下であることが好ましい。

前記屈折率整合体の厚みは 50 μm 以下であることが好ましい。

前記調心溝には、前記溝部よりも前記光ファイバの突き合わせ位置側に、前記溝部に臨む切欠きが形成され、前記切欠きは、前記調心溝の内部空間を拡張して形成されていることが好ましい。

前記２本の光ファイバは、前記溝部から 0.2 ~ 1 mm ずれて突き合わせられることが好ましい。

【０００６】

本発明は、少なくとも一方の対向面に調心溝を形成した一对の素子を備え、前記調心溝上で突き合わせるために前記メカニカルスプライスにその両端から光ファイバをそれぞれ導入する導入機構とともに用い、前記調心溝を有する一方の前記素子に、前記調心溝を長さ方向に分断する溝部を設け、この溝部に弾性変形可能な固形の屈折率整合体を配置し、前記導入機構によってそれぞれ導入された光ファイバ同士が、前記溝部からずれた前記調心溝上で、一方の光ファイバの先端で押し伸ばされた前記屈折率整合体を介して突き合わせられるメカニカルスプライスを提供する。

【０００７】

本発明は、少なくとも一方の対向面に調心溝を形成した一对の素子を有するメカニカルスプライスと、前記調心溝上で突き合わせるために前記メカニカルスプライスにその両端から光ファイバをそれぞれ導入する導入機構とを用い、前記メカニカルスプライスでは、前記調心溝を有する一方の前記素子に、前記調心溝を長さ方向に分断する溝部を設け、この溝部に弾性変形可能な固形の屈折率整合体を配置し、前記導入機構によってそれぞれ導

10

20

30

40

50

入された光ファイバ同士を、前記溝部からずれた前記調心溝上で、一方の光ファイバの先端で押し伸ばされた前記屈折率整合体を介して突き合わせる光ファイバの接続方法を提供する。

前記導入機構によって前記２本の光ファイバを前記調心溝に導入するにあたっては、前記２本の光ファイバのうちの一方の光ファイバを前記素子の一端側から前記調心溝に導入し、前記一方の光ファイバの先端を前記一对の素子の間に固定した後、前記２本の光ファイバのうちの他方の光ファイバを前記素子の他端側から前記調心溝に導入し、前記屈折率整合体を介して前記第１の光ファイバに突き合わせることが好ましい。

【発明の効果】

【０００８】

10

本発明によれば、光ファイバ先端で押し伸ばされた屈折率整合体を介して２本の光ファイバが突き合わせ接続され、この光ファイバ先端が調心溝で位置決め調心されるので、接続損失を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】本発明の光ファイバ接続器の第１形態例に用いられるメカニカルスプライスのベース部材を示す斜視図である。

【図２】図１のメカニカルスプライスに使用される整合体チップを示す斜視図である。

【図３】（ａ）図１のメカニカルスプライスのベース部材を示す側面図。（ｂ）（ａ）のメカニカルスプライスのベース部材と押さえ蓋を示す平面図。

20

【図４】図１のメカニカルスプライスに使用される整合体チップを示す断面図である。

【図５】図１のメカニカルスプライスに使用される整合体チップを示す断面図である。

【図６】図１のメカニカルスプライスを示す斜視図である。

【図７】図１のメカニカルスプライスの構造を説明する分解斜視図である。

【図８】（ａ）図１のメカニカルスプライスの構造を説明する断面図である。（ｂ）（ａ）の一部を示す図である。

【図９】図１のメカニカルスプライスを用いた光ファイバ接続器の一例を示す斜視図である。

【図１０】光ファイバ接続用ユニットの部分を示す斜視図である。

【図１１】光ファイバ接続器の部分を示す側面図である。

30

【図１２】光ファイバ接続器の部分を下面側から見た平面図である。

【図１３】光ファイバの接続方法の一例を説明する工程図である。

【図１４】整合体チップの他の例を示す断面図である。

【図１５】整合体チップの他の例を示す断面図である。

【図１６】整合体チップの他の例を示す斜視図である。

【図１７】（ａ）整合体チップの他の例を一方側から見た斜視図である。（ｂ）（ａ）の整合体チップを他方側から見た斜視図である。（ｃ）（ａ）の整合体チップの側面図である。

【図１８】本発明のメカニカルスプライスの他の例を一方側から見た分解斜視図である。

【図１９】図１８のメカニカルスプライスを他方側から見た分解斜視図である。

40

【図２０】図１８のメカニカルスプライスの整合体チップの斜視図である。

【図２１】（ａ）図１８のメカニカルスプライスのベース部材を示す側面図。（ｂ）（ａ）のメカニカルスプライスのベース部材と押さえ蓋を示す平面図。

【図２２】図１８のメカニカルスプライスを用いた光コネクタの一例を示す斜視図である。

【図２３】前図の光コネクタの分解斜視図である。

【図２４】空孔付き光ファイバの一例の断面図である。

【図２５】（ａ）メカニカルスプライスに使用されるベース部材の他の例および整合体チップを示す斜視図である。（ｂ）（ａ）に示すベース部材を示す斜視図である。

【図２６】メカニカルスプライスに使用されるベース部材の他の例および整合体チップを

50

示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

図1～図12は、本発明の光ファイバ接続器の第1形態例である光ファイバ接続器10Aを示す。

図9～図12に示すように、光ファイバ接続器10Aは、第1光ファイバ1Aと第2光ファイバ1Bとを突き合わせ接続するメカニカルスプライス30（接続機構）と、メカニカルスプライス30およびファイバ1A、1Bを保持する光ファイバ接続用ユニット10（導入機構）とを有する。

光ファイバ1A、1Bは、裸光ファイバ2aの外周面（側面）を被覆2bで覆った構成の被覆付き光ファイバ（光ファイバ2）であり、例えば光ファイバ心線や光ファイバ素線等である。メカニカルスプライス30は、以下、単にスプライス30ということがある。

【0011】

図9～図11に示すように、光ファイバ接続用ユニット10は、光ファイバ1A、1Bを保持する光ファイバホルダ20、20と、光ファイバホルダ20、20およびスプライス30を支持する支持台40（支持体）と、スプライス30の素子31、32間を開放する介挿片51を有する介挿部材50、50とを備えている。

【0012】

図9および図10に示すように、支持台40は、スプライス30を支持する接続器支持部41と、接続器支持部41の一端側および他端側に光ファイバホルダ20、20を支持する一対のホルダ支持部42、42を有する。

以下、XYZ直交座標系を設定して各構成の位置関係を説明する。支持台40の長手方向をX方向とし、支持台40の底壁部43、46に垂直であって、X方向と直交する方向をY方向とする。X方向およびY方向に直交する方向をZ方向とする。

【0013】

接続器支持部41は、細長板状の底壁部43と、底壁部43の上面43aにZ方向に間隔をおいて立設された一対の側壁部44、44と、底壁部43の上面43aの両端位置に立設された一対の端壁部45、45とを有する。

接続器支持部41は、底壁部43と側壁部44と端壁部45とによって構成される空間にスプライス30を位置決めして収納できる。

【0014】

図12に示すように、底壁部43には、介挿部材50の介挿片51を通すための介挿片通過口（介挿片通過部）43cが形成されている。介挿片通過口43cは、スプライス30の介挿片挿入穴35に相当する位置に形成されている。

図10に示すように、端壁部45は、スプライス30の両端面に当接してスプライス30の移動を規制できる。端壁部45には、光ファイバ1A、1Bを挿通させる切欠状のファイバ挿通部45bが形成されている。

【0015】

図9および図10に示すように、ホルダ支持部42は、底壁部43と同じ方向に延在する長方形の底壁部46と、光ファイバホルダ20を接続器支持部41に接近および離間する方向（X方向）に案内するレール機構47と、ホルダ位置決め機構48（光ファイバ位置決め機構）とを有する。

レール機構47は、レール台部47Aと、レール台部47からZ方向に離れて形成された案内凸部47Bとを有する。

レール台部47Aと案内凸部47Bは、底壁部46の上面46aから上方に突出して形成され、それぞれX方向に沿って延在しており、光ファイバホルダ20の側方（Z方向）移動を規制するとともに、光ファイバホルダ20の前後方向（X方向）のスライド移動を案内できる。

【0016】

ホルダ位置決め機構48は、光ファイバホルダ20を所定位置に位置決めする機構であ

10

20

30

40

50

って、レール部 4 6 の上面 4 6 a に Z 方向に互いに対向して設けられた一对の弾性係止片 4 8 a, 4 8 a を有する。

弾性係止片 4 8 a は、底壁部 4 6 の上面 4 6 a から上方に延出する延出板部 4 8 b の先端に、板状の係合片部 4 8 c を突設した形状になっている。係合片部 4 8 c は、延出板部 4 8 b の先端から内方に向けて張り出している。

【 0 0 1 7 】

係合片部 4 8 c の突端の前後方向中央部には、光ファイバホルダ 2 0 の係止用突起 2 4 b が入り込む係合用凹所 4 8 d が形成されている。係合用凹所 4 8 d は、係合片部 4 8 c の突端から窪む切り欠き状に形成されている。

弾性係止片 4 8 a は、係合用凹所 4 8 d に光ファイバホルダ 2 0 の係止用突起 2 4 b が入り込んで該係止用突起 2 4 b と係合したときに、光ファイバホルダ 2 0 の前後方向の移動を規制できる。

この状態では、弾性係止片 4 8 a が、延出板部 4 8 b の弾性によって光ファイバホルダ 2 0 を挟み込み、光ファイバホルダ 2 0 を安定に保持し、位置決めする。

【 0 0 1 8 】

図 6 ~ 図 8 に示すように、スプライス 3 0 は、本発明のメカニカルスプライスの第 1 形態例であり、細長板状のベース部材 3 1 と、ベース部材 3 1 の長手方向に沿って配列設置した 3 つの蓋部材 3 2 1、3 2 2、3 2 3 によって構成される押さえ蓋 3 2 と、これらを内側に一括保持した細長形状のクランプばね 3 3 と、固形の屈折率整合材からなる屈折率整合体 3 9 (屈折率整合材層) を有する整合体チップ 3 6 とを備えている。

【 0 0 1 9 】

図 6 および図 7 に示すように、スプライス 3 0 は、ベース部材 3 1 (ベース側素子) と蓋部材 3 2 1、3 2 2、3 2 3 (蓋側素子) とからなる半割り把持部材 3 4 を有する。ベース部材 3 1 と蓋部材 3 2 1、3 2 2、3 2 3 とは、クランプばね 3 3 の弾性によって互いに閉じ合わせ方向に弾性付勢されている。

【 0 0 2 0 】

ベース部材 3 1 の長手方向に沿って配列設置した 3 つの蓋部材 3 2 1、3 2 2、3 2 3 のうち、中央に位置する符号 3 2 2 の蓋部材を、以下、中央蓋、該中央蓋 3 2 2 の両側の蓋部材 3 2 1、3 2 3 をサイド蓋とも言う。また、サイド蓋のうち、符号 3 2 1 の蓋部材を、以下、第 1 サイド蓋、符号 3 2 3 の蓋部材を、以下、第 2 サイド蓋とも言う。

【 0 0 2 1 】

スプライス 3 0 のベース部材 3 1 の対向面 3 1 a は、ベース部材 3 1 の長手方向全長にわたって延在形成されている。このベース部材 3 1 の対向面 3 1 a の長手方向 (延在方向) 中央部には、裸光ファイバ 2 a 同士を突き合わせ接続 (光接続) 可能に互いに高精度に位置決め、調心するための調心溝 3 1 b と、整合体チップ 3 6 を保持する保持凹所 3 1 h (溝部) と、が形成されている。

【 0 0 2 2 】

調心溝 3 1 b は、ベース部材 3 1 の対向面 3 1 a の中央蓋 3 2 3 に対向する部分に形成されている。

図 8 に示すように、調心溝 3 1 b は、形成角度が互いに異なる一对の内側面 3 1 b 3、3 1 b 4 を有し、深さ方向に徐々に幅が狭くなる形状を有する。図示例の調心溝 3 1 b は、互いに近づく方向に傾斜する平面である内側面 3 1 b 3、3 1 b 4 からなる断面 V 字形とされている。内側面 3 1 b 3、3 1 b 4 は、光ファイバ 2 の外周面に接して、この光ファイバ 2 を位置決めする。

なお、調心溝 3 1 b の断面形状は、U 字形、半円形、矩形、深さ方向に幅を減じる台形など、任意としてよい。

【 0 0 2 3 】

図 7 に示すように、ベース部材 3 1 の対向面 3 1 a の第 1、第 2 サイド蓋 3 2 1、3 2 3 に対向する部分には、調心溝 3 1 b に比べて溝幅を大きくした被覆部挿入溝 3 1 c、3 1 d が形成されている。被覆部挿入溝 3 1 c、3 1 d は、ベース部材 3 1 長手方向におい

10

20

30

40

50

て調心溝 3 1 b の延長上に延在形成されている。

被覆部挿入溝 3 1 c、3 1 d と調心溝 3 1 b との間には、被覆部挿入溝 3 1 c、3 1 d から調心溝 3 1 b 側に行くにしたがって溝幅が小さくなるテーパ状のテーパ溝 3 1 e が形成されている。各被覆部挿入溝 3 1 c、3 1 d は、前記テーパ溝 3 1 e を介して調心溝 3 1 b と連通されている。

被覆部挿入溝 3 1 c、3 1 d は、光ファイバ 2 の被覆 2 b が除去されていない被覆付き部分（被覆部）を、調心溝 3 1 b によって位置決めしたときの裸光ファイバ 2 a と同軸上に位置決めする。

【0024】

以下、図 1 ~ 図 5 を参照して、整合体チップ 3 6 およびこれを保持する構造について説明する。

10

図 1 ~ 図 5 において、スプライス 3 0 のベース部材 3 1 の長手方向（図 3（a）の左右方向）は上述の X 方向であり、ベース部材 3 1 の対向面 3 1 a 内において X 方向と直交する方向は上述の Y 方向である。

【0025】

図 1 および図 3 に示すように、保持凹所 3 1 h は、調心溝 3 1 b より深く形成された溝状の凹所であり、調心溝 3 1 b を横切って形成されており、これにより調心溝 3 1 b を長さ方向（図 3（a）の左右方向）に分断している。すなわち、保持凹所 3 1 h は、調心溝 3 1 b を、保持凹所 3 1 h より一端側（図 3（a）の右側）の調心溝 3 1 b 1 と、保持凹所 3 1 h より他端側（図 3（a）の左側）の調心溝 3 1 b 2 とに分断している。

20

保持凹所 3 1 h の形成方向は、調心溝 3 1 b に交差する方向であって、例えば調心溝 3 1 b に対し垂直な方向（Y 方向）である。

なお、保持凹所 3 1 h は、調心溝 3 1 b を分断し得る形状であれば溝状に限らない。保持凹所の平面視形状は、例えば Y 方向寸法より X 方向寸法の方が大きい長方形や、正方形であってもよい。

【0026】

図 3（a）に示すように、保持凹所 3 1 h の間隔（X 方向の寸法）は、光ファイバ 2 が挿通部 3 7 に挿通可能となるように整合体チップ 3 6 の X 方向移動を規制できればよく、例えば整合体チップ 3 6 の厚さよりやや大きく形成することができる。

保持凹所 3 1 h の幅方向（Y 方向）の寸法は、光ファイバ 2 が挿通部 3 7 に挿通可能となるように整合体チップ 3 6 の Y 方向移動を規制できればよい。

30

図示例の保持凹所 3 1 h は、整合体チップ 3 6 の収容部分の形状に沿う形状とされ、整合体チップ 3 6 のおよそ半分を収容できる。

【0027】

保持凹所 3 1 h の X 方向位置は、ベース部材 3 1 の長手方向の中央位置 C 1 に対して、ベース部材 3 1 の長手方向にずれた位置とすることができる。図 3（a）および図 4 において、保持凹所 3 1 h は、中央位置 C 1 より右寄りの位置にある。

【0028】

図 4 において、保持凹所 3 1 h の中央位置 C 1 側の内面 3 1 h 1 に整合体チップ 3 6 が当接した状態で、整合体チップ 3 6 の屈折率整合体 3 9（位置 P 1）と中央位置 C 1 との X 方向の距離 A 1 は、例えば 0.2 ~ 1 mm とすることができる。

40

距離 A 1 を 0.2 mm 以上とすることで、突き合わせ接続される一対の光ファイバ 2 の先端を確実に調心溝 3 1 b に載せ、調心の精度を高め、接続損失を低減できる。また、距離 A 1 を 1 mm 以下とすることで、屈折率整合体 3 9 の押し伸ばしが過剰となることによる屈折率整合体 3 9 の破損を防ぎ、反射特性を良好にできる。

上述の屈折率整合体 3 9 の位置 P 1 は、中央位置 C 1 側の面（図 4 の左面）にあって、挿通部 3 7 の中心軸が通る箇所 P 2 の X 方向の位置である。

【0029】

図 4 に示す屈折率整合体 3 9 では、最薄部の表面（挿通部 3 7 の中央に相当する箇所 P 2）の厚さ方向の位置は、拡径部 3 7 b 側から見て、開放面 3 7 c に比べて浅い位置（図

50

4の左寄り)にある。

【0030】

2本の光ファイバ2、2の突き合わせ接続位置は、2本の光ファイバ2、2の先端間の屈折率整合体39の厚さ方向の中間点とすることができる。

図5は、光ファイバ2、2の先端間の屈折率整合体39の厚さ方向の中間点のX方向位置が中央位置C1と一致している例を示す。

【0031】

光ファイバ2、2の突き合わせ接続点のX方向位置は中央位置C1でなくてもよく、例えば、図4および図5において、中央位置C1よりも左寄りの位置、すなわち、2本の光ファイバ2、2のうち、スプライス30に挿入された光ファイバ2Aの先端が、中央位置C1を越えて達した位置としてもよい。

10

光ファイバ2、2は、スプライス30の素子31、32の長さの半分を越える長さとするれば、光ファイバ2の長さに多少の変動があった場合でも、確実な突き合わせ接続が可能となる。

【0032】

第1、第2サイド蓋321、323の対向面の、ベース部材31の被覆部挿入溝31c、31dに対向する部位は、光ファイバ2(1A、1B)の被覆部を被覆部挿入溝31c、31dに押さえ込む平坦なファイバ押さえ面とされている。

中央蓋322の対向面322aの、ベース部材31の調心溝31bに対向する部位は、光ファイバ2(1A、1B)の裸光ファイバ2aを調心溝31bに押さえ込む平坦なファイバ押さえ面とされている。

20

なお、図示例ではベース部材31と押さえ蓋32のうちベース部材31のみに調心溝31bが形成されているが、調心溝はベース部材31と押さえ蓋32の両方に形成してもよいし、押さえ蓋32にのみ形成してもよい。

【0033】

図3(b)に示すように、中央蓋322の対向面322aには、整合体チップ36の一部を収容する収容凹所322dが形成されている。

収容凹所322dは、中央蓋322の長手方向に交差する方向に沿う溝状の凹所であり、保持凹所31hの形成方向に応じて形成することができる。例えば、保持凹所31hと同様に、Y方向に沿って形成することができる。

30

収容凹所322dの間隔(X方向の寸法)は、保持凹所31hの間隔より大きくすると、スプライス30を組み立てる操作が容易になる。

収容凹所322dのX方向の位置は、保持凹所31hのX方向の位置に応じた位置とされる。

【0034】

図2および図4に示すように、整合体チップ36(整合体ユニット)は、裸光ファイバ2aが挿通する挿通部37を有する枠体38と、挿通部37内に形成された屈折率整合体39とを有する。

枠体38は、略矩形の板状に形成されている。

挿通部37は、枠体38を厚さ方向に貫通して形成され、枠体38の第1面38aに開口37a2を有する平面視略円形の挿通基部37aと、挿通基部37aより内径が大きい平面視略円形の拡径部37bとを有する。拡径部37bは、第2面38b(第1面38aとは反対の面。枠体38の一方の面)に開口37b2を有する。

40

挿通基部37aの内径は、例えば0.2~0.5mmであり、拡径部37bの内径は、例えば0.5~1mmである。

【0035】

開放面37cは、挿通基部37aの拡径部37b側の端部37a3から、拡径部37bの挿通基部37a側の端部37b3にかけて形成された面である。開放面37cは、拡径部37bの開口37b2に臨んで形成され、挿通部37の軸方向(X方向)に対し交差する面に沿う。開放面37cは、例えば面38a、38bに平行な面とすることができる。

50

なお、開放面 37c は、挿通基部 37a に近づくほど内径が小さくなるテーパ状の傾斜面としてもよい。

【0036】

図 4 に示すように、屈折率整合体 39 は、挿通部 37 内に、挿通部 37 を塞いで膜状に形成されている。

屈折率整合体 39 は、挿通部 37 における光ファイバ 2 の挿通方向（挿通部 37 の軸方向）に対して交差する面に沿う膜状とされている。図示例の屈折率整合体 39 は、概略、挿通部 37 の軸方向に対しほぼ垂直な面に沿って形成されており、その厚さ方向は挿通部 37 の軸方向に一致している。

屈折率整合体 39 は膜状に形成されているため、厚さ方向に押圧されることにより容易に伸び変形し、調心溝 31b に到達する（図 5 参照）。 10

【0037】

屈折率整合体 39 は、挿通基部 37a から拡径部 37b にかけて形成されている。具体的には、挿通基部 37a の内周面 37a1、拡径部 37b の内周面 37b1 および開放面 37c のほぼ全面に接して形成されている。

屈折率整合体 39 は挿通部 37 を塞ぐように形成されているため、挿通部 37 の内周面に全周にわたり接することから、屈折率整合体 39 の枠体 38 に対する接触面積が大きくなり、接着強度が高くなる。このため、屈折率整合体 39 は、光ファイバ 2 により押し伸ばされても枠体 38 から剥がれにくくなる。

また、挿通部 37 は挿通基部 37a だけでなく拡径部 37b を有するため、屈折率整合体 39 に対する接触面積が大きくなることから、接着強度が高くなり、屈折率整合体 39 が剥離しにくくなる。 20

開放面 37c は光ファイバ 2 の挿通方向（図 4 の左方向）に対し交差する面であるため、光ファイバ 2 により押し伸ばされた際に屈折率整合体 39 の剥離抵抗が大きくなることから、屈折率整合体 39 は枠体 38 から剥がれにくくなる。

【0038】

屈折率整合体 39 が枠体 38 に接する領域は、内周面 37a1、37b1 と開放面 37c の全面でなくてもよい。例えば、内周面 37a1、37b1 については、全領域でなく一部領域であってもよい。また、屈折率整合体 39 は、内周面 37a1 と開放面 37c にのみ接していてもよいし、内周面 37b1 と開放面 37c にのみ接していてもよい。 30

【0039】

屈折率整合体 39 の第 2 面 38b 側の面 39b は、挿通部 37 の中央に近づくほど深く形成された湾曲凹面となっている。図 4 では、面 39b は、拡径部 37b の開口 37b2 の縁部 37b4 を通る断面略円弧形の湾曲凹面である。

この面 39b は、第 2 面 38b に対して凹面をなすため、図 4 に示す未変形の屈折率整合体 39 は、枠体 38 が保持凹所 31h の内面 31h1（図 4 の左側の面）に当接した位置にあっても、調心溝 31b（31b2）の端部 31i（保持凹所 31h 側の端部）から離れた位置にある。

【0040】

図 5 に示すように、光ファイバ 2 先端に押し伸ばされた屈折率整合体 39 は、枠体 38 から離れるほど幅が狭くなる形状となるため、調心溝 31b の端部 31i に相当する位置では十分に幅が狭くなっており、端部 31i に強く押し付けられないことがない。よって、端部 31i に引っかって過大な引張力が加えられることによる屈折率整合体 39 の破損が起こりにくい。 40

【0041】

屈折率整合体 39 は、第 1 面 38a 側の面 39a も、挿通部 37 の中央に近づくほど深く形成された湾曲凹面となっている。この面 39a は、挿通基部 37a の開口 37a2 の縁部 37a4 を通る断面略円弧形の湾曲凹面である。

屈折率整合体 39 は、両面が凹面であるため、中央に行くほど厚さを減じ、挿通部 37 の中央に相当する箇所 P2 が最も薄くなっている。 50

【 0 0 4 2 】

屈折率整合体 3 9 は、屈折率整合性を有することが必要である。

屈折率整合性とは、この屈折率整合体 3 9 の屈折率と、光ファイバ 2 の屈折率との近接の程度をいう。屈折率整合体 3 9 の屈折率は、光ファイバ 2 に近いほどよいが、フレネル反射の回避による伝送損失低減の点から、光ファイバ 2 との屈折率の差が ± 0.1 以内であることが好ましく、さらに好ましくは ± 0.05 以内である。突き合わせ接続される 2 本の光ファイバ 2 の屈折率が互いに異なる場合には、2 本の光ファイバ 2 の屈折率の平均値と屈折率整合体 3 9 の屈折率との差が上記範囲内にあることが望ましい。

【 0 0 4 3 】

屈折率整合体 3 9 は、弾性的に変形可能とされる。屈折率整合体 3 9 の材質としては、例えばアクリル系、エポキシ系、ビニル系、シリコン系、ゴム系、ウレタン系、メタクリル系、ナイロン系、ビスフェノール系、ジオール系、ポリイミド系、フッ素化エポキシ系、フッ素化アクリル系などの高分子材料を挙げることができる。

10

【 0 0 4 4 】

屈折率整合体 3 9 のショア硬度 E (J I S K 6 2 5 3 に準拠) は、例えば 3 0 以下とすることができる。これによって、屈折率整合体 3 9 は、光ファイバ 2 に押圧される際に、十分な伸び変形が可能となる。

屈折率整合体 3 9 の厚みは、例えば $50 \mu\text{m}$ 以下 (例えば $10 \sim 50 \mu\text{m}$) とすることができる。これによって、突き合わせされる光ファイバ 2 A 1、2 B 1 の端部の位置を正確に定め、初期特性を安定にし、接続損失を低くできる。

20

前記厚みとは、例えば光ファイバ 2 の先端に当接する部分の屈折率整合体 3 9 の平均厚みであってもよいし、前記部分の最大または最小厚みであってもよい。

前記厚みは、平面視において挿通基部 3 7 a 内に位置する部分の厚み (前記部分の平均、最大または最小の厚み) であってもよい。

【 0 0 4 5 】

屈折率整合体 3 9 は、調心溝 3 1 b 内に設けられるため、調心溝 3 1 b を長さ方向に分断する位置に設置されることになる。このため、屈折率整合体 3 9 は、調心溝 3 1 b に案内された光ファイバ 2 の進行経路に位置することになる (図 5 参照)。

【 0 0 4 6 】

屈折率整合体 3 9 は、液状屈折率整合材を挿通部 3 7 に滴下して挿通部 3 7 内に膜状に形成した後、硬化させることによって形成することができる。

30

【 0 0 4 7 】

図 4 に示すように、屈折率整合体 3 9 は、未変形状態では保持凹所 3 1 h 内にあるが、図 5 に示すように、光ファイバ 2 (2 A) の先端 2 A 1 により押圧されると調心溝 3 1 b (3 1 b 2) 上に達するまで押し伸ばされる。

光ファイバ 2 A は、先端 2 A 1 だけでなく先端 2 A 1 の近傍部分も含めて調心溝 3 1 b (3 1 b 2) 上に位置するのが好ましい。近傍部分とは、例えば先端 2 A 1 から例えば長さ $0.01 \sim 0.5 \text{ mm}$ の部分である。

これによって、光ファイバ 2 A 1、2 B 1 は高い精度で調心され、光ファイバ 2 A 1、2 B 1 間の接続損失を低くできる。

40

【 0 0 4 8 】

図 7 に示すように、クランプばね 3 3 は、細長板状の背板部 3 3 a の両側から、該背板部 3 3 a の長手方向全長にわたって、背板部 3 3 a に垂直に側板部 3 3 b が張り出された構成になっている。

一对の側板部 3 3 b の一方はベース部材 3 1 の蓋部材 3 2 1、3 2 2、3 2 3 に対向する対向面 3 1 a とは反対の背面に当接し、他方の側板部 3 3 b は蓋部材 3 2 1、3 2 2、3 2 3 のベース部材 3 1 に対向する対向面とは反対の背面に当接する。クランプばね 3 3 は、ベース部材 3 1 と蓋部材 3 2 1、3 2 2、3 2 3 とを、互いに対向する対向面を閉じ合わせる方向に弾性付勢している。

【 0 0 4 9 】

50

クランプばね 3 3 の一対の側板部 3 3 b は、それぞれ、スプライス 3 0 の押さえ蓋 3 2 の 3 つの蓋部材 3 2 1、3 2 2、3 2 3 に対応する 3 つの部分に分かれている。押さえ蓋 3 2 に当接する側板部 3 3 b は、第 1 サイド蓋 3 2 1 と中央蓋 3 2 2 との境界、及び中央蓋 3 2 2 と第 2 サイド蓋 3 2 3 との境界に対応する位置にそれぞれ形成されたスリット状の切り込み部 3 3 d によって、3 つの蓋部材 3 2 1、3 2 2、3 2 3 に対応する 3 つの部分に分断されている。ベース部材 3 1 に当接する側板部 3 3 b は、蓋部材 3 2 1、3 2 2、3 2 3 に当接する側板部 3 3 b の切り込み部 3 3 d に対応する位置に形成された切り込み部 3 3 d によって、3 つの蓋部材 3 2 1、3 2 2、3 2 3 に対応する 3 つの部分に分断されている。

【 0 0 5 0 】

10

クランプばね 3 3 は、第 1 サイド蓋 3 2 1 とベース部材 3 1 とを保持する第 1 クランプばね部 3 3 1 と、中央蓋 3 2 2 とベース部材 3 1 とを保持する第 2 クランプばね部 3 3 2 と、第 2 サイド蓋 3 2 3 とベース部材 3 1 とを保持する第 3 クランプばね部 3 3 3 とを有する。第 1 ～ 3 クランプばね部 3 3 1 ～ 3 3 3 は、互いに独立したクランプばねとして機能する。

なお、第 1 クランプばね部 3 3 1 の一対の側板部に符号 3 3 1 b、第 2 クランプばね部 3 3 2 の一対の側板部に符号 3 3 2 b、第 3 クランプばね部 3 3 3 の一対の側板部に符号 3 3 3 b を付記する。

【 0 0 5 1 】

スプライス 3 0 は、3 つのクランプばね部に対応する 3 つのクランプ部を有する。

20

すなわち、このスプライス 3 0 は、第 1 クランプばね部 3 3 1 の内側に第 1 サイド蓋 3 2 1 とベース部材 3 1 とを保持した第 1 クランプ部と、第 2 クランプばね部 3 3 2 の内側に中央蓋 3 2 2 とベース部材 3 1 とを保持した第 2 クランプ部と、第 3 クランプばね部 3 3 3 の側に第 2 サイド蓋 3 2 3 とベース部材 3 1 とを保持した第 3 クランプ部とを有する。

3 つのクランプ部は、それぞれ、個々のクランプ部に対応するクランプばね部の弾性によって、半割りの素子（ベース部材 3 1（ベース側素子）と蓋部材（蓋側素子））の間に光ファイバを把持固定できる。

【 0 0 5 2 】

スプライス 3 0 の半割り把持部材 3 4 は、クランプばね 3 3 の背板部 3 3 a とは反対側（開放側）に露出する側面（開放側の側面）を有する。該開放側の側面には、前記介挿片 4 1 を挿入するための介挿片挿入穴 3 5 が開口されている。

30

この介挿片挿入穴 3 5 は、ベース部材 3 1 及び 3 つの蓋部材 3 2 1、3 2 2、3 2 3 の対向面の互いに対応する位置に形成された介挿片挿入溝 3 1 g、3 2 1 c、3 2 2 c、3 2 3 c によって、ベース部材 3 1 と蓋部材 3 2 1、3 2 2、3 2 3 との間に確保されている。

介挿片挿入穴 3 5 は、中央蓋 3 2 2 におけるベース部材 3 1 長手方向に沿う方向の中央部を介して両側に対応する 2 カ所、第 1 サイド蓋 3 2 1 及び第 2 サイド蓋 3 2 3 のベース部材 3 1 長手方向に沿う方向の中央部に対応する位置の、計 4 箇所形成されている。

【 0 0 5 3 】

40

図 9 に示すように、スプライス 3 0 は、クランプばね 3 3 の背板部 3 3 a を上方に向け、クランプばね 3 3 の一対の側板部 3 3 b を側壁部 4 4 に向けて接続器支持部 4 1 内に收容されている。このため、スプライス 3 0 は、クランプばね 3 3 の背板部 3 3 a とは反対の側（開放側）を底壁部 4 3 に向けて接続器支持部 4 1 内に收容されている。

【 0 0 5 4 】

光ファイバホルダ 2 0 は、ホルダベース体 2 2 と、このホルダベース体 2 2 の上面に載置された光ファイバ 2（1 A、1 B）を上から押さえる押さえ部材 2 3 とを備えている。

【 0 0 5 5 】

図 1 1 および図 1 2 に示すように、第 1 および第 2 介挿部材 5 0（5 0 A、5 0 B）は、支持台 4 0 の底壁部 4 3 の下面 4 3 b 側に、互いに独立に動作可能となるように取り付

50

けられている。

介挿部材 50 (50A , 50B) は、支持台 40 に軸支された回転軸部 52 から延出する介挿部材本体 53 と、介挿部材本体 53 の基端部 53a から延出する操作片 54 とを備えている。

介挿部材本体 53 は、断面略矩形の延出体 55 と、その上面 55a (支持台 40 側の面) に形成された介挿片 51、51 とを有する。

介挿片 51 は、その厚さ方向が幅方向と一致する向きで、介挿部材本体 53 の長手方向に間隔をおいて 2 箇所突設されている。

【 0056 】

第 1 介挿部材 50A の介挿片 51 は、スプライス 30 の第 1 サイド蓋 321 に対応する 1 カ所、及び中央蓋 322 における第 1 サイド蓋 321 側の 1 カ所の計 2 カ所の介挿片挿入穴 35 に挿入可能な位置に形成されている (図 6、図 7 参照) 。

これら 2 カ所の介挿片挿入穴 35 は、スプライス 30 の略中央より一端側の位置にある。この位置は、スプライス 30 の一端側を開放できる位置であって、スプライス 30 の略中央から一端までの範囲にある。

第 2 介挿部材 50B の介挿片 51 は、スプライス 30 の中央蓋 322 における第 2 サイド蓋 323 側の 1 カ所、及び第 2 サイド蓋 323 に対応する 1 カ所の計 2 カ所の介挿片挿入穴 35 に挿入可能な位置に形成されている。

これら 2 カ所の介挿片挿入穴 35 は、スプライス 30 の略中央より他端側の位置にある。この位置は、スプライス 30 の他端側を開放できる位置であって、スプライス 30 の略中央から他端までの範囲にある。

【 0057 】

図 11 に示すように、回転軸部 52 は、幅方向に間隔をおいて立設された一对の突出板部 52a を有し、突出板部 52a には、軸受口部 52b が形成されている。

軸受口部 52b には、軸受口部 52a を有する支持台 40 の端壁部 45 に外側方に突出して形成された凸状の軸部 45d が挿入され、これによって介挿部材 50 は支持台 40 に軸支される。

介挿部材 50 は、回転軸部 52 を中心にして回動可能である。すなわち、介挿部材 50 は、実線で示すように介挿片 51 がスプライス 30 の介挿片挿入穴 35 に挿入される位置 (挿入位置) と、2 点鎖線で示すように介挿片 51 がスプライス 30 から拔出された位置 (拔出位置) との間で任意に回動できる。

介挿片 51 は、支持台 40 の接続器支持部 41 の底壁部 43 に形成された介挿片通過口 43c を通してスプライス 30 に対し挿入および拔出できる。

操作片 54 は、介挿部材本体 53 とは異なる方向に延出して形成されている。具体的には、介挿部材本体 53 に対し傾斜する方向に延出している。

【 0058 】

図 24 は、光ファイバ 2 (1A、1B) として使用可能な空孔付き光ファイバ 70 を示す断面図である。

空孔付き光ファイバ 70 は、コア 71 と、その周囲を囲むクラッド部 72 とを備え、クラッド部 72 内には光ファイバ 70 の長手方向に沿在する複数の空孔 73 が形成されている。空孔 73 は、例えば、コア 71 に対して同心円状に配列される。空孔 73 の数や配置は図示例に限定されない。空孔付き光ファイバは、例えば、光ファイバの光閉じ込め効果を高め、曲げ損失を低減できる。

光ファイバ接続器 10A では、固形の屈折率整合材からなる屈折率整合体 39 を用いるため、空孔付き光ファイバ 70 を用いる場合でも屈折率整合体 39 が空孔 73 内に浸入することはなく、光学特性への悪影響は生じない。なお、図 24 では被覆は図示していない。

光ファイバ 2 (1A、1B) としては、空孔がない光ファイバを使用してもよい。

【 0059 】

次に、本発明の光ファイバの接続方法の一例について説明する。

ここに説明する光ファイバ接続方法は、まず、第1光ファイバ1Aをスプライス30に挿入する第1ファイバ挿入工程を行い、次いで第2光ファイバ1Bをスプライス30に挿入する第2ファイバ挿入工程を行う。

【0060】

(予備工程)

図13(a)に示すように、スプライス30を接続器支持部41に収容する。

スプライス30は、整合体チップ36が、中央位置C1よりも第1ホルダ支持部42A側(図13の右側)に位置するように配置してもよいし、中央位置C1よりも第2ホルダ支持部42B側(図13の左側)に位置するように配置してもよい。

ここでは、スプライス30は、整合体チップ36が中央位置C1よりも第1ホルダ支持部42A側(図13の右側)に位置するように配置する。

介挿部材50(50A, 50B)を、回転軸部52を中心として回転させることにより、介挿片51を素子31、32間に挿入する。

図8に示すように、介挿片51が介挿片挿入穴35に挿入されると、素子31、32は、光ファイバ1A、1Bの挿入が可能な程度に押し開かれる。

【0061】

光ファイバ1A、1B(光ファイバ2)を、ホルダベース体22上に、押さえ部材23で押さえつけて把持した後(図9参照)、図示せぬ被覆除去器によって光ファイバ1A、1Bの先端部分の被覆を除去する。必要に応じて光ファイバカッター(図示略)を用いて光ファイバ1A、1Bの先端部分を切除し、光ファイバ1A、1Bを所定の長さとする。

【0062】

第1光ファイバ1Aの光ファイバホルダ20前端からの突出長は、この光ファイバホルダ20がホルダ位置決め機構48により位置決めされた状態で、スプライス30の一端側から挿入された第1光ファイバ1Aの先端が、スプライス30の長手方向中央位置C1に達する長さ、または中央位置C1よりもやや他端側の位置に達する長さとするのが好ましい。

【0063】

(第1ファイバ挿入工程)

第1光ファイバ1Aを把持した光ファイバホルダ20が載置されるホルダ支持部42を第1ホルダ支持部42Aといい(図13の右のホルダ支持部42)、第2光ファイバ1Bを把持した光ファイバホルダ20が載置されるホルダ支持部42を第2ホルダ支持部42B(同図における左のホルダ支持部42)という。

【0064】

図13(a)に示すように、第1光ファイバ1Aを把持した光ファイバホルダ20を、第1ホルダ支持部42A上に載置し、レール機構47に沿ってスプライス30に向けて前進させる。第1光ファイバ1Aはスプライス30の一端側から素子31、32間に挿入され、調心溝31bに導入される。

光ファイバホルダ20の係合突起24b、24bがホルダ位置決め機構48の係合用凹所48d、48dに係合すると、光ファイバホルダ20および第1光ファイバ1Aは位置決めされる。

【0065】

光ファイバホルダ20が前進する過程で、第1光ファイバ1Aは調心溝31bに沿って進行し、整合体チップ36の挿通部37に挿入され、屈折率整合体39を押し伸ばす。光ファイバホルダ20および第1光ファイバ1Aは位置決めされた状態では、光ファイバ1Aの先端2cは、保持凹所31hよりも第2ホルダ支持部42B寄りの位置で調心溝31b上に配置される。

この過程を、図5を参照して説明する。光ファイバ2A(第1光ファイバ1A)は、調心溝31b内を右から左に向けて進行し、先端2A1は挿通部37内に挿通基部37a側から挿入され、屈折率整合体39を押圧する。

未変形状態では保持凹所31h内に位置していた屈折率整合体39は、光ファイバ2A

10

20

30

40

50

の先端 2 A 1 によって左方に押し伸ばされ、先端 2 A 1 に接する部分は、先端 2 A 1 とともに調心溝 3 1 b (3 1 b 2) 上に至る。この際、光ファイバ 2 A は、先端 2 A 1 だけでなくその近傍部分も含めて調心溝 3 1 b (3 1 b 2) 上に配置されるのが好ましい。

図 5 では、先端 2 A 1 はほぼ中央位置 C 1 に達しているが、先端 2 A 1 は中央位置 C 1 を越えてさらに左に進行した位置に達してもよい。

【 0 0 6 6 】

次いで、図 1 3 (b) に示すように、第 1 介挿部材 5 0 A の操作片 5 4 の操作により第 1 介挿部材 5 0 A を回動させると、介挿部材本体 5 3 がスプライス 3 0 から離れる方向に移動し、介挿片 5 1 がスプライス 3 0 から抜き出される。

第 1 スプライス用工具 4 0 の介挿片 5 1 をスプライス 3 0 から抜き去ると、第 1 光ファイバ 1 A が、スプライス 3 0 のクランプばね 3 3 の弾性によって、スプライス 3 0 の第 1 サイド蓋 3 2 1 とベース部材 3 1 との間、及び中央蓋 3 2 2 とベース部材 3 1 との間に把持固定される。これによって、光ファイバ 1 A は、長さ方向の移動が規制される。

なお、光ファイバ 1 A の長さ方向の移動規制には、介挿片 5 1 の抜きにより光ファイバ 1 A を素子 3 1、3 2 間に把持固定する手法に限らず、他の手法を採用してもよい。

【 0 0 6 7 】

第 1 介挿部材 5 0 A を回動させると、介挿部材本体 5 3 は基端部 5 3 a 側を中心として傾動するため、2 つの介挿片 5 1 のうち、介挿部材本体 5 3 の先端側にある第 1 介挿片 5 1 a は、基端側に位置する第 2 介挿片 5 1 b よりも移動距離が大きくなり、抜き去りが比較的早期に完了する。

【 0 0 6 8 】

(第 2 ファイバ挿入工程)

図 1 3 (c) に示すように、第 2 光ファイバ 1 B を把持した光ファイバホルダ 2 0 を、第 2 ホルダ支持部 4 2 B 上に載置し、レール機構 4 7 に沿ってスプライス 3 0 に向けて前進させる。

第 2 光ファイバ 1 B はスプライス 3 0 の他端側から素子 3 1、3 2 間に挿入され、調心溝 3 1 b に導入される。

光ファイバホルダ 2 0 の係合突起 2 4 b、2 4 b がホルダ位置決め機構 4 8 の係合用凹所 4 8 d、4 8 d に係合すると、光ファイバホルダ 2 0 および第 2 光ファイバ 1 B は位置決めされる。

【 0 0 6 9 】

光ファイバホルダ 2 0 が前進する過程で、第 2 光ファイバ 1 B は、調心溝 3 1 b に沿って進行し、第 1 光ファイバ 1 A 先端に、屈折率整合体 3 9 を介して突き当てられる。図 1 3 の P 1 は、光ファイバ 1 A、1 B の突き合わせ位置である。

この過程を、図 5 を参照して説明する。光ファイバ 2 B (第 2 光ファイバ 1 B) は、調心溝 3 1 b 内を左から右に向けて進行し、調心溝 3 1 b (3 1 b 2) 上で、光ファイバ 2 A の先端 2 A 1 に、屈折率整合体 3 9 を介して突き当てられる。

光ファイバ 1 A、1 B の先端同士の突き当ては、具体的には第 2 光ファイバ 1 B の先端部に口出しされた裸光ファイバ 2 a 先端と、第 1 光ファイバ 1 A 先端部に口出しされた裸光ファイバ 2 a 先端との突き合わせである。

【 0 0 7 0 】

第 1 光ファイバ 1 A はスプライス 3 0 に固定済みであるので、第 2 光ファイバ 1 B を第 1 光ファイバ 1 A に突き当て (突き合わせ) たときに、第 1 光ファイバ 1 A に長手方向の位置ずれは生じない。

このため、光ファイバ 1 A、1 B の長手方向の位置変動により過大な力が加えられることを原因として屈折率整合体 3 9 が破損するのを防止できる。

【 0 0 7 1 】

第 2 光ファイバ 1 B には、光ファイバホルダ 2 0 とスプライス 3 0 との間に、たわみ部 2 d を形成してもよい。たわみ部 2 d の形成を確認することにより、光ファイバ 1 A、1 B が突き合わせられたことを目視で確認することができる。

【 0 0 7 2 】

次いで、図 1 3 (d) に示すように第 2 介挿部材 5 0 B の操作片 5 4 に、支持台 4 0 に近づく方向への押圧力を作用させて、第 2 介挿部材 5 0 B を回動させる。第 2 介挿部材 5 0 B は介挿部材本体 5 3 がスプライス 3 0 から離れる方向に移動し、介挿片 5 1 がスプライス 3 0 から抜き出される。

介挿片 5 1 をスプライス 3 0 から抜き去ると、第 2 光ファイバ 1 B が、第 1 光ファイバ 1 A との突き合わせ状態を保ったまま、スプライス 3 0 のクランプばね 3 3 の弾性によって、スプライス 3 0 の第 1 サイド蓋 3 2 1 とベース部材 3 1 との間、及び中央蓋 3 2 2 とベース部材 3 1 との間に把持固定される。

これにより、光ファイバ 1 A、1 B は、突き合わせ接続された状態でスプライス 3 0 に把持固定される。

10

次いで、光ファイバホルダ 2 0 の押さえ部材 2 3 を開放し、光ファイバ 1 A、1 B を取り外し可能とし、スプライス 3 0 および光ファイバ 1 A、1 B を光ファイバ接続用ユニット 1 0 から取り外す。

【 0 0 7 3 】

前記予備工程においては、スプライス 3 0 の姿勢を逆にしてもよい。すなわち、整合体チップ 3 6 が、中央位置 C 1 よりも第 2 ホルダ支持部 4 2 B 側 (図 1 3 の左側) に位置するようにスプライス 3 0 を接続器支持部 4 1 に収容して、同様の工程により光ファイバ 1 A、1 B を接続することもできる。

この場合には、第 1 光ファイバ挿入工程において、第 1 光ファイバ 1 A の先端は、整合体チップ 3 6 に到達せず、整合体チップ 3 6 より手前の調心溝 3 1 b 上に位置する。

20

介挿片 5 1 をスプライス 3 0 から抜き出し、第 1 光ファイバ 1 A を押さえ蓋 3 2 とベース部材 3 1 との間に把持固定する。これによって、光ファイバ 1 A は、長さ方向の移動が規制される。

【 0 0 7 4 】

第 2 光ファイバ挿入工程では、第 2 光ファイバ 1 B は、整合体チップ 3 6 の屈折率整合体 3 9 を押し伸ばしつつ、保持凹所 3 1 h よりも第 1 ホルダ支持部 4 2 A 寄りの位置で調心溝 3 1 b に載り、屈折率整合体 3 9 を介して光ファイバ 1 A に突き合わせ接続される。

このとき、第 1 光ファイバ 1 A はスプライス 3 0 に固定済みであるので、第 2 光ファイバ 1 B を第 1 光ファイバ 1 A に突き当てたときに、第 1 光ファイバ 1 A に位置ずれは生じない。このため、光ファイバ 1 A、1 B の長手方向の位置変動により屈折率整合体 3 9 に過大な力が加えられることを原因として屈折率整合体 3 9 が破損するのを防止できる。

30

【 0 0 7 5 】

光ファイバ接続器 1 0 A では、光ファイバ 1 A 先端または光ファイバ 1 B 先端で押し伸ばされた屈折率整合体 3 9 を介して光ファイバ 1 A、1 B が突き合わせ接続され、この光ファイバ 1 A、1 B 先端が調心溝 3 1 b で位置決め調心されるので、接続損失の低減を図ることができる。

これに対し、光ファイバ 1 A、1 B が調心溝 3 1 b に到達せず、保持凹所 3 1 h 内で突き合わせ接続される場合には、光ファイバ 1 A、1 B の先端は調心溝 3 1 b による位置決めがなされないため、軸心位置のズレが起こりやすく、接続損失が大きくなるおそれがある。

40

【 0 0 7 6 】

また、前述の光ファイバ接続方法によれば、光ファイバ 1 A 先端または光ファイバ 1 B 先端で屈折率整合体 3 9 を押し伸ばすとともに、光ファイバ 1 A、1 B の先端を、屈折率整合体 3 9 を介して調心溝 3 1 b で位置決め調心するので、接続損失の低減を図ることができる。

【 0 0 7 7 】

図 1 4 および図 1 5 に示すように、拡径部 3 7 b 側 (第 2 面 3 8 b 側) から見た、屈折率整合体 3 9 の表面の深さ位置は、図 4 に示すものに限定されず、適宜変更可能である。例えば、最薄部 (挿通部 3 7 の中央に相当する箇所 P 2) の表面は、拡径部 3 7 b 側から

50

見て、開放面 37c とほぼ同じ深さ位置にあってもよいし（図 14 参照）、開放面 37c より深い位置にあってもよい（図 15 参照）。

【0078】

図 16 は、整合体チップの他の例である整合体チップ 36A を示す斜視図である。整合体チップ 36A の枠体 38A の挿通部 37A の挿通基部 37d1 および拡径部 37e1 の平面視形状は、矩形とされている。

この整合体チップ 36A は、挿通基部 37d1 および拡径部 37e1 が角部を、断面 V 字形の調心溝 31b の最深部に合せて配置することによって、押し伸ばされる屈折率整合体 39 の形状を、調心溝 31b に応じた形状とすることができる。このため、屈折率整合体 39 が調心溝 31b の端部（例えば図 4 の端部 31i）に当接しにくくなる。

10

【0079】

図 17 は、整合体チップの他の例である整合体チップ 36B を示す斜視図である。整合体チップ 36B の枠体 38B の挿通部 37B は、挿通基部 37d2 の両面側にそれぞれ拡径部 37e2 が形成されている点で、図 4 に示す整合体チップ 36 と異なる。

この整合体チップ 36B は、厚さ方向に対称な構造であるため、表裏面の取り違いによる誤操作が起こらないという利点がある。

【0080】

図 22 および図 23 は、本発明の光ファイバ接続器の第 2 形態例である光コネクタ 110 を示す斜視図である。

光コネクタ 110 は、現場組立形の光コネクタであり、光ファイバケーブル 131 の端末に組み立てられ、光ファイバケーブル 131 の光ファイバ 2 と内蔵光ファイバ 62 とを接続する。

20

光ファイバケーブル 131 は、例えば、光ファイバ 2 と、可撓性を有する線状の抗張力体（図示略）とを互いに並行になるように合成樹脂製の外被 133 によって一括被覆したものである。

以下の説明において、フェルール 61 の接合端面 61b に向かう方向を前方といい、その反対方向を後方ということがある。また、第 1 形態例のスプライス 30 との共通部分については、同じ符号を付してその説明を省略または簡略化する。

【0081】

光コネクタ 110 は、スリーブ状のつまみ 91 と、つまみ 91 内に設けられたプラグフレーム 92 と、プラグフレーム 92 内に設けられたクランプ部付きフェルール 60 と、プラグフレーム 92 に取り付けられた後側ハウジング 140 と、クランプ部付きフェルール 60 を前方へ弾性付勢するスプリング 153 とを備えている。

30

光コネクタ 110 は、例えば SC 形光コネクタ（JIS C 5973 に制定される F 04 形光コネクタである。プラグフレーム 92 および後側ハウジング 140 は、クランプ部付きフェルール 60 を支持する支持体として機能する。

【0082】

図 18 および図 19 に示すように、クランプ部付きフェルール 60 は、光ファイバ 62（内蔵光ファイバ 62）を内挿固定したフェルール 61 の後側に、内蔵光ファイバ 62 の後側突出部 62a と、後側から挿入して内蔵光ファイバ 62 後端に突き当てた光ファイバ 2 先端部とを把持固定して光ファイバ 62、2 同士の突き合わせ接続状態を維持するクランプ部 63 を組み立てたものである。

40

【0083】

クランプ部 63 は、本発明のメカニカルスプライスの第 2 形態例であって、フェルール 61 のフランジ部 64 から後側に延出するベース部材 65（後側延出片 65）（ベース側素子）と蓋部材 66、67（蓋側素子）と、これらを内側に一括保持したクランプばね 68 と、屈折率整合体 39 を有する整合体チップ 36 とを備えている。

クランプ部 63 は、ベース部材 65 と蓋部材 66、67 との間に、内蔵光ファイバ 62 の後側突出部 62a と、内蔵光ファイバ 62 後端に突き当てた光ファイバ 2 先端部とを挟み込んで把持固定することができる。

50

クランプ部付きフェルール 6 0 の内蔵光ファイバ 6 2 後端に突き合わせ接続する光ファイバ 2 を、挿入光ファイバ 2 ともいう。

【 0 0 8 4 】

内蔵光ファイバ 6 2 は、フェルール 6 1 にその軸線と同軸に貫設された微細孔であるファイバ孔 6 1 a に挿入され、接着剤を用いた接着固定等によってフェルール 6 1 に固定されている。このため、フェルール 6 1 は内蔵光ファイバ 6 2 を、クランプ部 6 3 の前側でクランプ部 6 3 に対し位置決めする位置決め機構として機能する。

内蔵光ファイバ 6 2 の前端的端面は、フェルール 6 1 先端（前端）の接合端面 6 1 b に露出している。

フェルール 6 1 の後端部には、その外周に周設（突設）されたフランジ部 6 4 が一体化されている。

クランプ部 6 3 は、フランジ部 6 4 からフェルール 6 1 後側へ延出された後側延出片 6 5 と、蓋部材 6 6、6 7 とを、クランプばね 6 8 の内側に一括保持した構成になっている。

【 0 0 8 5 】

後側延出片 6 5 の蓋部材 6 6、6 7 に対面する対向面 6 5 a（溝形成面）には、内蔵光ファイバ 6 2 の後側突出部 6 2 a をフェルール 6 1 のファイバ孔 6 1 a の後方延長上に位置決めする調心溝 6 9 a と、整合体チップ 3 6 を保持する保持凹所 1 3 1 h（溝部）と、調心溝 6 9 a の後端から後方に延在する被覆部収納溝 6 9 b が形成されている。

【 0 0 8 6 】

後蓋部材 6 7 の対向面 6 7 a には、後側延出片 6 5 の被覆部収納溝 6 9 b に対応する位置に被覆部収納溝 6 9 c が延在形成されている。

前蓋部材 6 6 には、後側延出片 6 5 の対向面 6 5 a に対面する平坦な対向面 6 6 a が形成されている。

【 0 0 8 7 】

図 1 8 および図 2 0 および図 2 1（a）に示すように、保持凹所 1 3 1 h は溝状の凹所であり、調心溝 6 9 a を横切って形成され、調心溝 6 9 a を長さ方向に分断している。このため、保持凹所 1 3 1 h 内に設置される整合体チップ 3 6 の屈折率整合体 3 9 は、調心溝 6 9 a を分断して設置される。

保持凹所 1 3 1 h の形成方向は、調心溝 6 9 a に交差する方向であって、例えば調心溝 6 9 a に対し垂直な方向である。

保持凹所 1 3 1 h は、整合体チップ 3 6 のおよそ半分を収容できる。

【 0 0 8 8 】

保持凹所 1 3 1 h の、クランプ部 6 3 の長手方向の位置は、内蔵光ファイバ 6 2 の後端 6 2 b よりも、前記長手方向の後方にずれた位置とすることができる。

保持凹所 1 3 1 h 内の整合体チップ 3 6 の屈折率整合体 3 9 と内蔵光ファイバ 6 2 の後端 6 2 b との前後方向の距離は、例えば 0 . 2 ~ 1 mm とすることができる。

【 0 0 8 9 】

図 2 1（b）に示すように、前蓋部材 6 6 の対向面 6 6 a には、整合体チップ 3 6 の一部を収容する収容凹所 6 6 b が形成されている。収容凹所 6 6 b は、前蓋部材 6 6 の長手方向に交差する方向に沿う溝状の凹所であり、保持凹所 1 3 1 h の形成方向に応じて形成することができる。例えば、保持凹所 1 3 1 h と同様に、調心溝 6 9 a に対し垂直な方向に沿って形成することができる。

【 0 0 9 0 】

後側延出片 6 5 と蓋部材 6 6、6 7 との間には、スプライス用工具 8 0 介挿片 8 1 が抜き取り可能に介挿できる（図 2 2 参照）。

介挿片 8 1 は、つまみ 9 1 の介挿片挿通孔 9 1 a、プラグフレーム 9 2 の介挿片挿通孔 9 2 a、および、後側ハウジング 1 4 0 の胴部 1 4 1 e の介挿片挿通孔 1 4 1 b を介してクランプ部 6 3 の後側延出片 6 5 と蓋部材 6 6、6 7 との間に挿入できる。

【 0 0 9 1 】

10

20

30

40

50

後側ハウジング１４０は、スリーブ状の胴部１４１eを有するストップリング部１４１と、後方に延出する固定部材受け部１４３と、固定部材付きケーブル端末１３１aの前進を案内する挿入補助スライダ１４５と、固定部材付きケーブル端末１３１aを引き留める引き留めカバー１４６（光ファイバ位置決め機構）とを有する。

固定部材付きケーブル端末１３１aは、光ファイバケーブル１３１端末と、該端末に固定した引留用固定部材１２０とからなる。

【００９２】

次に、光ファイバケーブル１３１端末への光コネクタ１１０の組み立て方法の一例を説明する。

挿入補助スライダ１４５に載置した固定部材付きケーブル端末１３１aを前進させ、光ファイバケーブル１３１端末から突出する光ファイバ２を、クランプ部付きフェルール６０の調心溝６９aに送り込む。

【００９３】

この際、光ファイバ２は、整合体チップ３６の屈折率整合体３９を押し伸ばしつつ、保持凹所１３１hよりも前方寄りの位置で調心溝６９aに載り、屈折率整合体３９を介して内蔵光ファイバ６２の後端６２bに突き合わせ接続される。

このとき、内蔵光ファイバ６２はフェルール６１に固定されているため、内蔵光ファイバ６２に位置ずれは生じない。このため、光ファイバ２、６２の長手方向の位置変動により屈折率整合体３９に過大な力が加えられることを原因として屈折率整合体３９が破損することはない。

【００９４】

固定部材付きケーブル端末１３１aは、前進によって、固定部材受け部１４３内側に収納される。

引き留めカバー１４６を回動させ固定部材付きケーブル端末１３１aに被せると、後退規制片１４６fを、固定部材付きケーブル端末１３１aの引留用固定部材１２０の後端に当接させ、固定部材付きケーブル端末１３１aの後退を規制することができる。また、固定部材付きケーブル端末１３１aは、後側ハウジング１４０内の凸部等（図示略）に当接することにより前進が規制される。

これによって、固定部材付きケーブル端末１３１aは前後方向の位置が定められ、クランプ部付きフェルール６０の内蔵光ファイバ６２に対する光ファイバ２の突き合わせ接続状態を保つことができる。

【００９５】

クランプ部付きフェルール６０のクランプ部６３から、後側延出片６５と蓋部材６６、６７との間に介挿されている介挿片８１を抜き去ると、クランプばね６８の弾性によって、後側延出片６５と蓋部材６６、６７との間に光ファイバ２先端の裸光ファイバ２aが把持固定される。これにより、クランプ部付きフェルール６０の内蔵光ファイバ６２に対する光ファイバ２の突き合わせ接続状態を安定に保つことができる。

【００９６】

光コネクタ１１０では、光ファイバ２の先端で押し伸ばされた屈折率整合体３９を介して光ファイバ２、６２が突き合わせ接続され、この光ファイバ２、６２の端部は調心溝６９aで位置決め調心されるので、接続損失の低減を図ることができる。

【００９７】

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。

例えば、図１等を示す整合体チップ３６は、スプライス３０のベース部材３１および押さえ蓋３２とは別体であるが、整合体チップ３６は、枠体３８をベース部材３１または押さえ蓋３２と一体に形成してもよい。

【００９８】

図２５（a）および図２５（b）に示すように、ベース部材３１の調心溝３１b（３１b２）の内面には、切欠き３１kを形成することができる。

切欠き 3 1 k は、保持凹所 3 1 h より中央位置 C 1 側（光ファイバ 2、2 の突き合わせ位置側）の調心溝 3 1 b（3 1 b 2）に、保持凹所 3 1 h に臨んで形成される。

切欠き 3 1 k は、調心溝 3 1 b の内部空間を拡張する形状とされる。切欠き 3 1 k の形状は特に限定されないが、例えば、保持凹所 3 1 h に近づくに従って内径が徐々に大きくなるテーパ状の内面を有する形状とすることができる。

切欠き 3 1 k は、例えば、調心溝 3 1 b（3 1 b 2）に保持される光ファイバ 2 の中心軸にほぼ一致する中心軸を有し、調心溝 3 1 b に対し垂直な断面（Y Z 断面）が略半円形となる形状としてよい。

切欠き 3 1 k の内面は、例えば、傾斜角度（Y Z 面に対する傾斜角度）が、径方向外方に行くほど小さくなる形状（裾広がり形状）とすることができる。切欠き 3 1 k の外縁 3 1 k 1 は調心溝 3 1 b の端縁部 3 1 b 5 よりも外方寄りに位置していることが望ましい。

切欠き 3 1 k の最大幅 W 1（最大内径）は、調心溝 3 1 b の幅 W 2 より大きい。

なお、前記切欠きの内面は、円錐面に沿う形状としてもよい。

【0099】

図 25 に示す構造によれば、調心溝 3 1 b に、保持凹所 3 1 h に臨む切欠き 3 1 k が形成されるため、光ファイバ 2 により押し伸ばされた屈折率整合体 3 9 が、調心溝 3 1 b の端縁部に当接するのを回避できる。

よって、屈折率整合体 3 9 が押し伸ばされる際に調心溝 3 1 b の端縁部によって過大な引張力が加えられることによる屈折率整合体 3 9 の破損を防止できる。

【0100】

前記切欠きの形状は、調心溝 3 1 b の内部空間を拡張する形状であれば、図 25 に示すものに限らない。図 26 に示す切欠き 3 1 j は、調心溝 3 1 b より幅広とされた拡張部 3 1 m を有する。

拡張部 3 1 m は、例えば、調心溝 3 1 b（3 1 b 2）に保持される光ファイバ 2 の中心軸にほぼ一致する中心軸を有する円柱面に沿う内面を有する形状としてよい。拡張部 3 1 m（切欠き 3 1 j の外縁）は全長にわたって調心溝 3 1 b よりも外方寄りに位置している。

拡張部 3 1 m の最大幅 W 3（最大内径）は、調心溝 3 1 b の幅 W 2 より大きい。

段差面 3 1 n は、調心溝 3 1 b と拡張部 3 1 m との幅寸法の差により形成された、Y Z 平面に沿う面である。

【0101】

切欠き 3 1 j を形成することによって、屈折率整合体 3 9 が押し伸ばされる際に調心溝 3 1 b の端縁部によって過大な引張力が加えられることによる屈折率整合体 3 9 の破損を防止できる。

また、屈折率整合体 3 9 は、挿通部 3 7 内だけでなく、一部が第 2 面 3 8 b 上にはみ出して形成されていてもよい。

【0102】

本発明では、メカニカルスプライスの調心溝は、一対の素子のいずれか一方または両方に形成することができる。図 1 等 to 示すスプライス 30 では、調心溝 3 1 b はベース部材 3 1 の対向面 3 1 a にのみ形成されているが、調心溝は、ベース部材 3 1 の対向面 3 1 a と押さえ蓋 3 2 の対向面（例えば対向面 3 2 a）の両方に形成してもよいし、押さえ蓋 3 2 側にのみ形成してもよい。

調心溝を押さえ蓋 3 2 に形成する場合には、押さえ蓋 3 2 に、調心溝を長さ方向に分断する保持凹部（溝部）を形成するのが好ましい。

図 1 等 to 示す光ファイバ接続器 10 A では、屈折率整合材からなる屈折率整合体 3 9 を枠体 3 8 内に形成した整合体チップ 3 6 が用いられているが、整合体チップ 3 6 に代えて、屈折率整合材からなる（例えば板状の）屈折率整合体を用いてもよい。

【符号の説明】

【0103】

1 A ... 第 1 光ファイバ、1 B ... 第 2 光ファイバ、2 ... 光ファイバ、10 ... 光ファイ

10

20

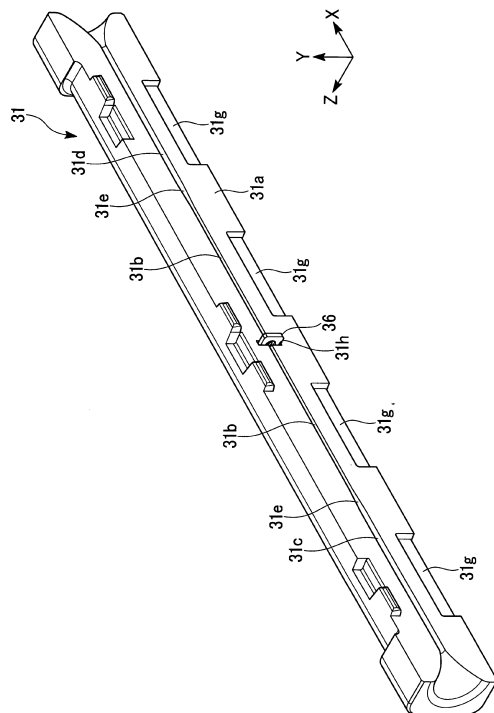
30

40

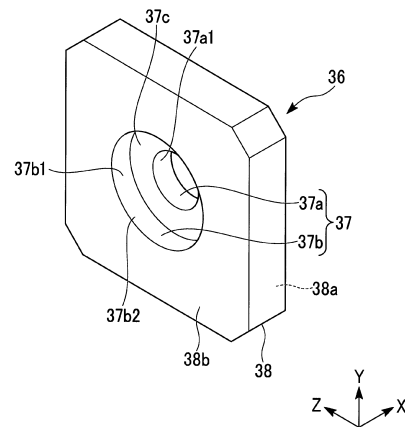
50

バ接続用ユニット（導入機構）、１０Ａ・・・光ファイバ接続器、３０・・・スプライス（メカニカルスプライス）、３１・・・ベース部材（ベース側素子）、３１ｂ・・・調心溝、３１ｈ・・・保持凹所（溝部）、３１ｋ・・・切欠き、３２・・・押さえ蓋（蓋側素子）、３７・・・挿通部、３７ａ・・・挿通基部、３７ｂ・・・拡径部、３７ｂ２・・・開口、３７ｃ・・・開放面、３８・・・枠体、３９・・・屈折率整合体、４７・・・レール機構、６３・・・クランプ部（メカニカルスプライス）、６５・・・ベース部材（後側延出片、ベース側素子）、６６、６７・・・蓋部材（蓋側素子）、６９ａ・・・調心溝、１１０・・・光コネクタ（光ファイバ接続器）。

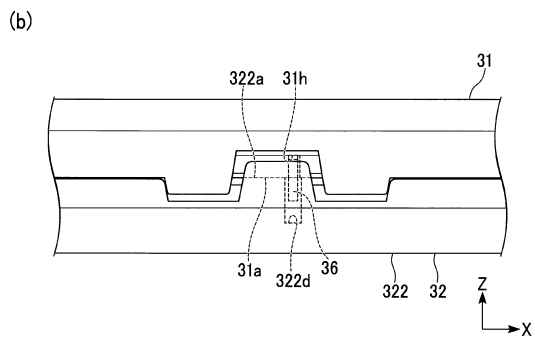
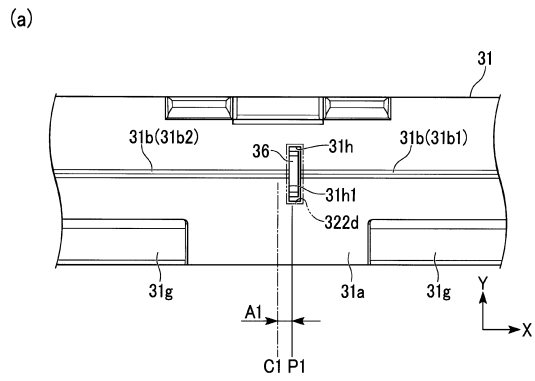
【図１】



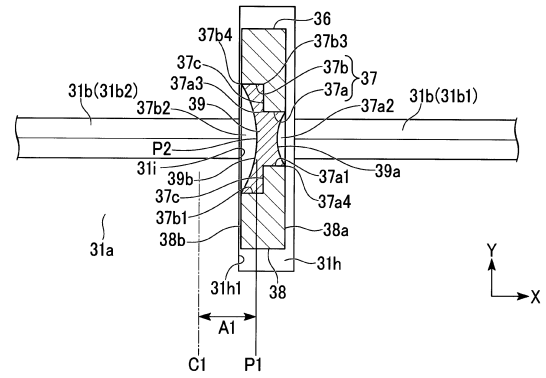
【図２】



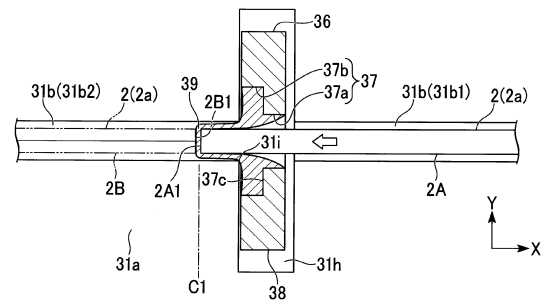
【図 3】



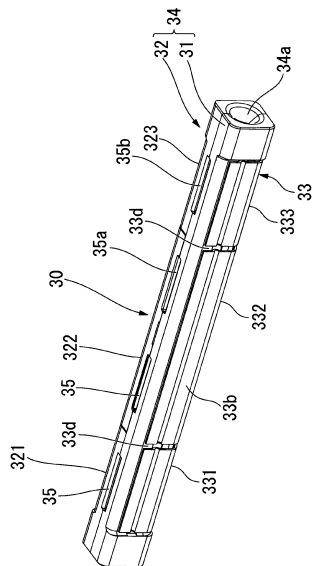
【図 4】



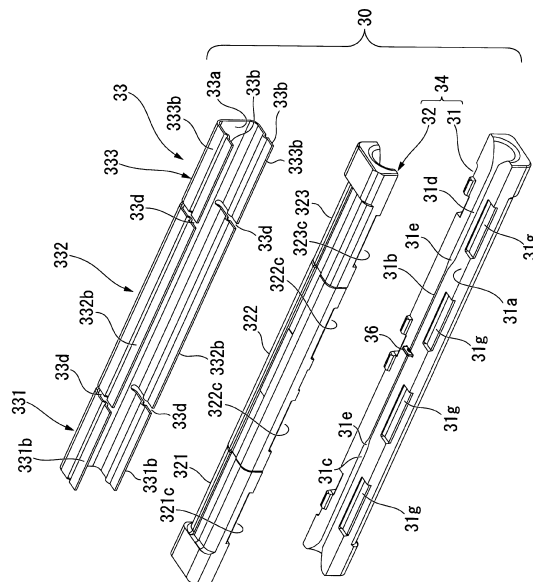
【図 5】



【図 6】

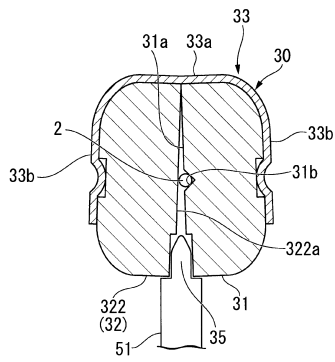


【図 7】

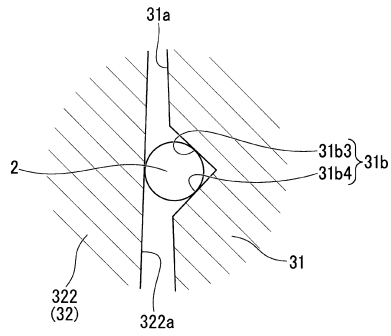


【図 8】

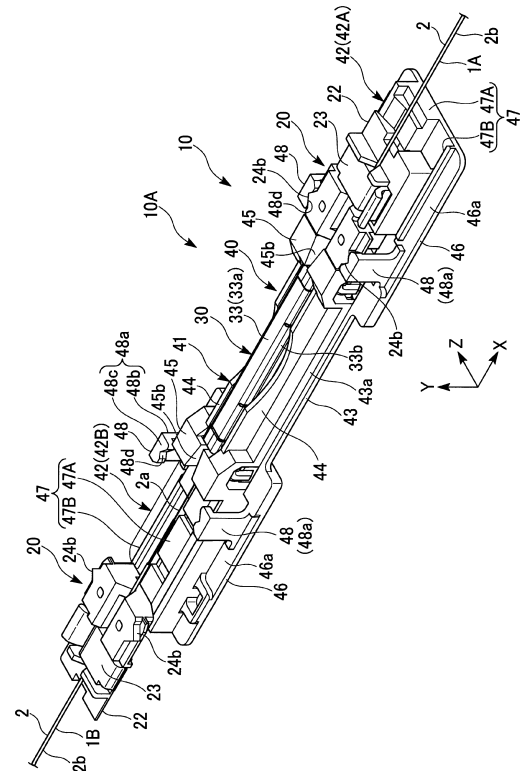
(a)



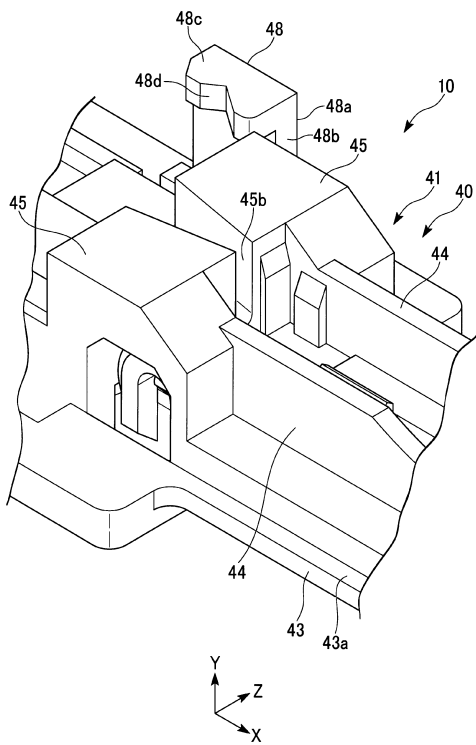
(b)



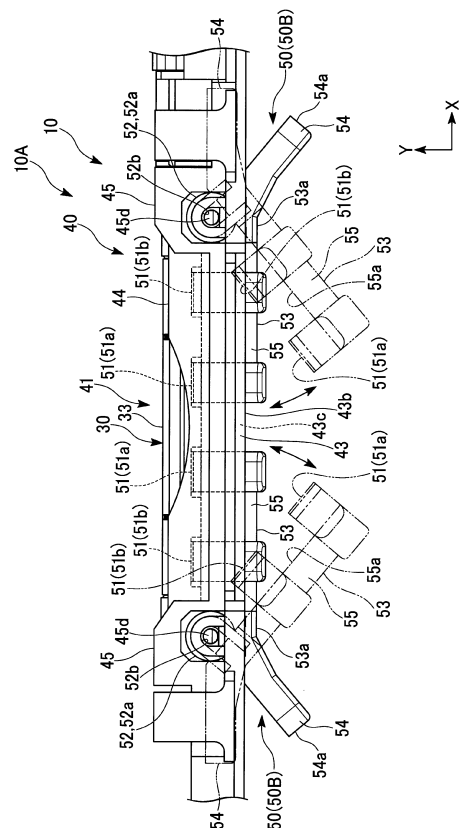
【図 9】



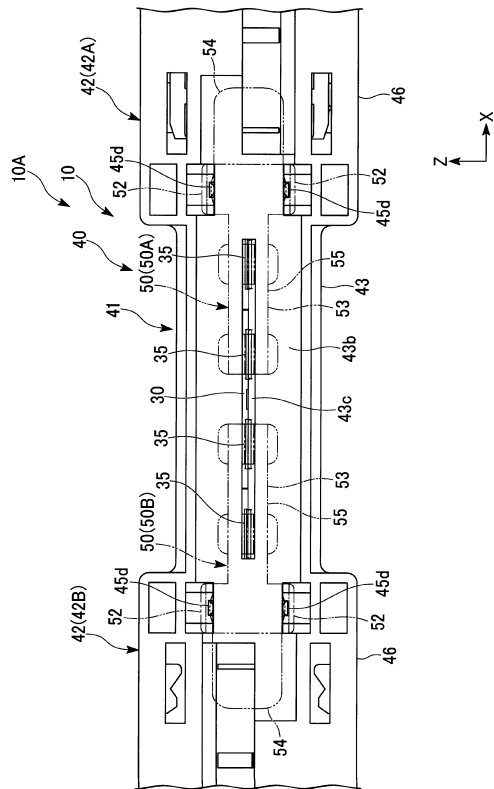
【図 10】



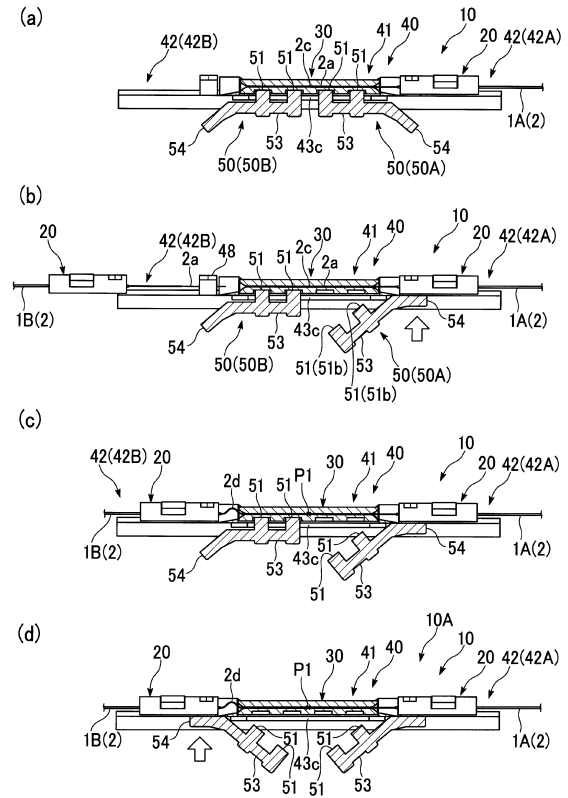
【図 11】



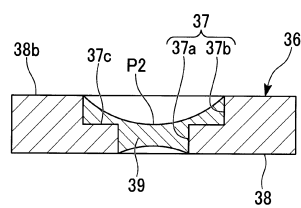
【 図 1 2 】



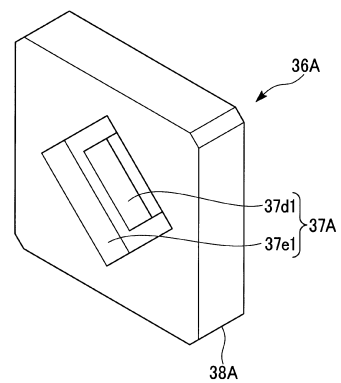
【 図 1 3 】



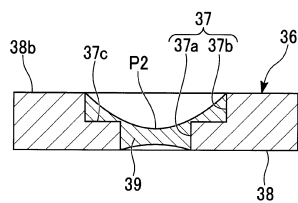
【 図 1 4 】



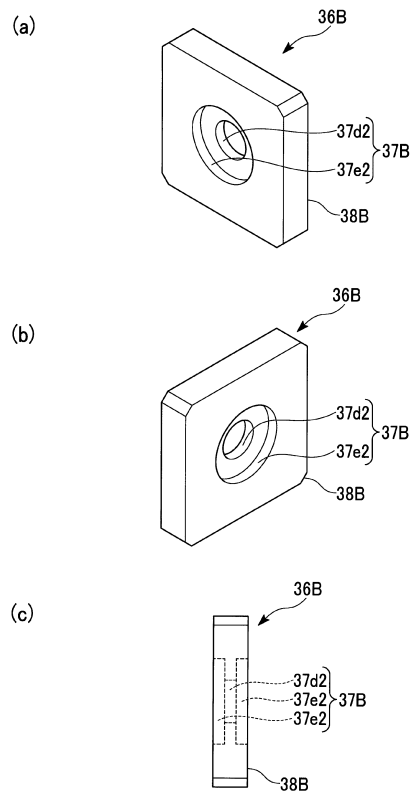
【 図 1 6 】



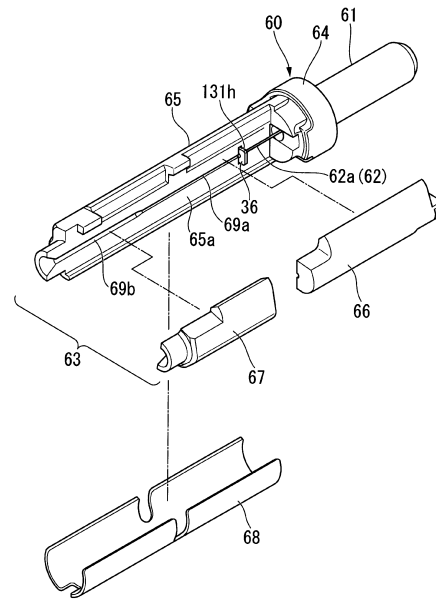
【 図 1 5 】



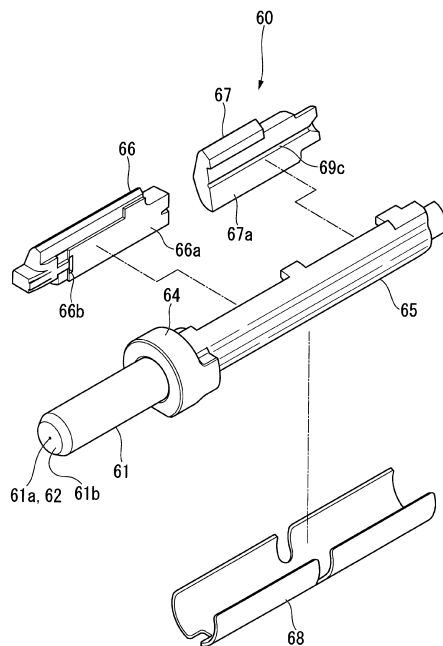
【図 17】



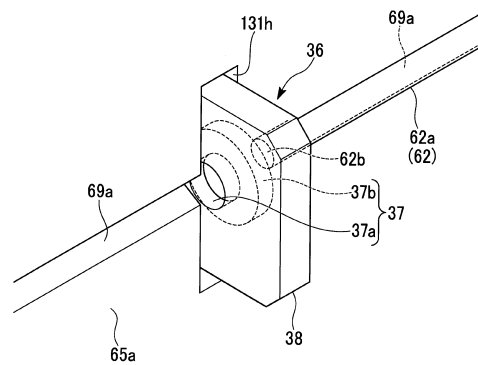
【図 18】



【図 19】

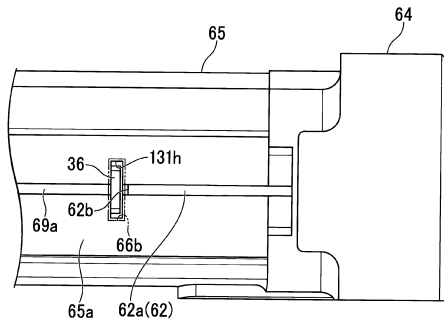


【図 20】

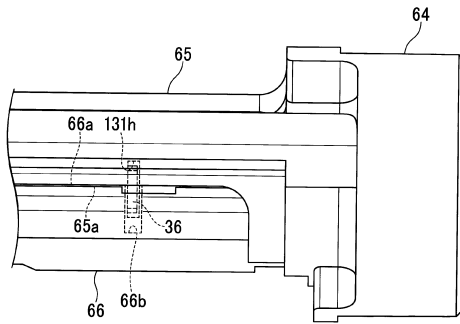


【図 2 1】

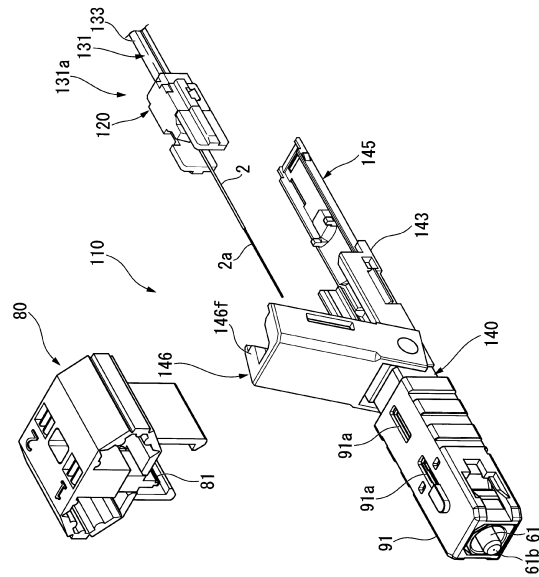
(a)



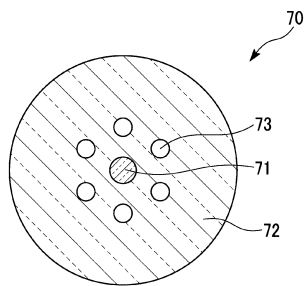
(b)



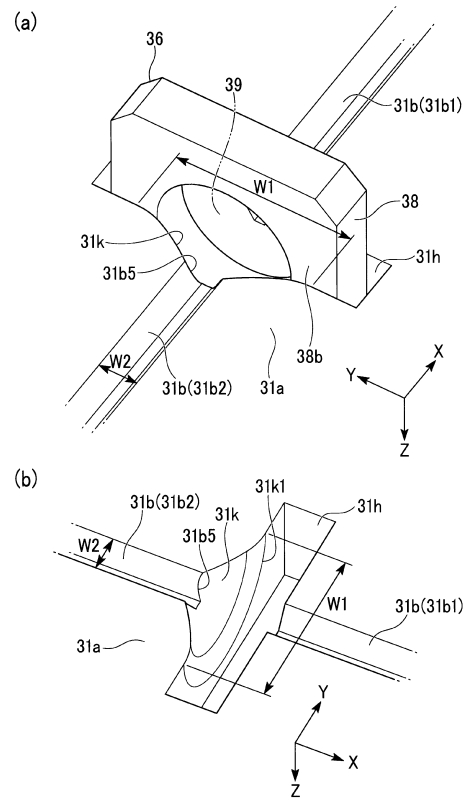
【図 2 2】



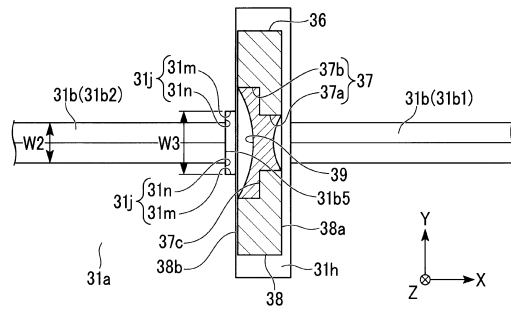
【図 2 4】



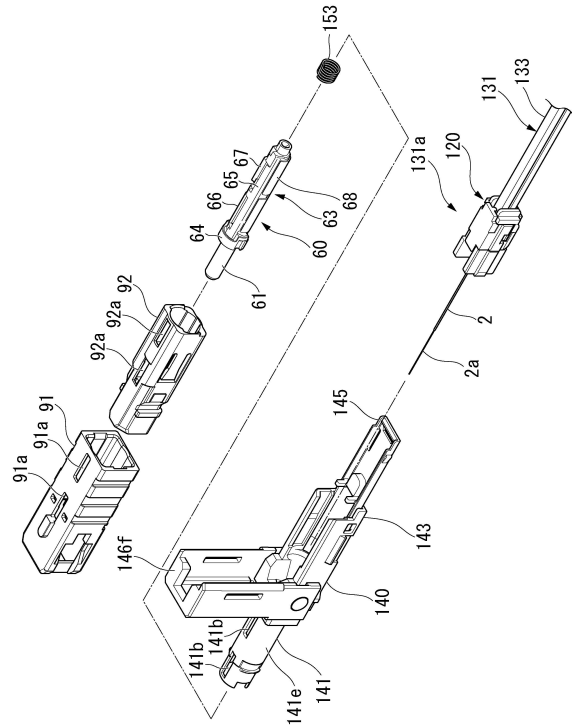
【図 2 5】



【 図 2 6 】



【 図 2 3 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100169764
弁理士 清水 雄一郎
- (72)発明者 山口 敬
千葉県佐倉市六崎1-4-40番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内
- (72)発明者 松田 貴治
千葉県佐倉市六崎1-4-40番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内
- (72)発明者 瀧澤 和宏
千葉県佐倉市六崎1-4-40番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内
- (72)発明者 高見沢 和俊
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 青柳 雄二
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 中谷内 勝司
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 米田 恵輔
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 河原 正

- (56)参考文献 特開2009-265243(JP, A)
特開2006-221031(JP, A)
特開2005-173575(JP, A)
米国特許第07422375(US, B1)
特開2007-298783(JP, A)
米国特許第04991929(US, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 6/24, 6/36 - 6/40