

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010 年 8 月 12 日(12.08.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/090211 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/38 (2006.01) H01R 13/46 (2006.01)
G02B 6/42 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/051496
- (22) 国際出願日: 2010 年 2 月 3 日(03.02.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-024630 2009 年 2 月 5 日(05.02.2009) JP
特願 2009-138537 2009 年 6 月 9 日(09.06.2009) JP
特願 2009-198748 2009 年 8 月 28 日(28.08.2009) JP
特願 2009-247022 2009 年 10 月 27 日(27.10.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本航空電子工業株式会社 (JAPAN AVIATION ELECTRONICS INDUSTRY, LIMITED) [JP/JP]; 〒1500043 東京都渋谷区道玄坂 1 丁目 2 1 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 嶋津 秀人 (SHIMAZU, Hideto) [JP/JP]; 〒1500043 東京都渋谷区道玄坂 1 丁目 2 1 番 2 号 日本航空電子工業株式会社内 Tokyo (JP). 橋口 徹

(HASHIGUCHI, Osamu) [JP/JP]; 〒1500043 東京都渋谷区道玄坂 1 丁目 2 1 番 2 号 日本航空電子工業株式会社内 Tokyo (JP). 田中 幸貴 (TANAKA, Yukitaka) [JP/JP]; 〒1500043 東京都渋谷区道玄坂 1 丁目 2 1 番 2 号 日本航空電子工業株式会社内 Tokyo (JP). 深山 憲蔵 (FUKAYAMA, Kenzo) [JP/JP]; 〒2118585 神奈川県川崎市中原区下小田中 2 丁目 1 2 番 8 号 沖電線株式会社内 Kanagawa (JP). 伊崎 雅宏 (IZAKI, Masahiro) [JP/JP]; 〒2118585 神奈川県川崎市中原区下小田中 2 丁目 1 2 番 8 号 沖電線株式会社内 Kanagawa (JP).

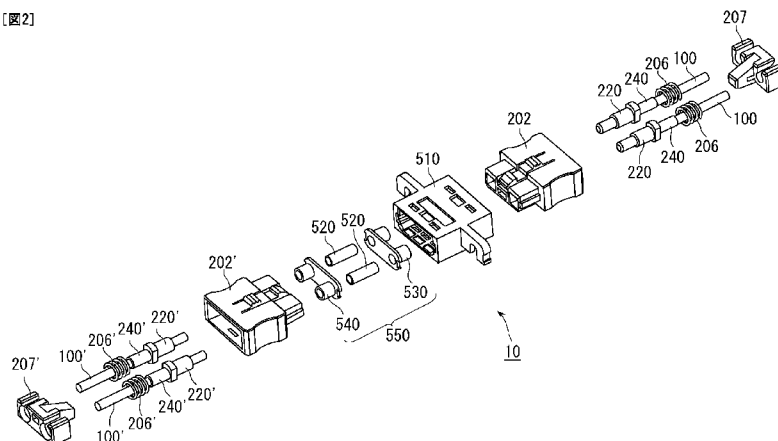
- (74) 代理人: 山崎 拓哉 (YAMAZAKI, Takuya); 〒2490006 神奈川県逗子市逗子五丁目 2 番 5 3 号 三盛楼ビル 4 階 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL CONNECTOR APPARATUS

(54) 発明の名称: 光コネクタ装置

[図2]



(57) Abstract: Disclosed is an optical connector apparatus comprising a connector which is connected to an opto-electrical composite cable including an optical fiber strand and a metal conductor, and an object to be connected. The connector is provided with a ferrule which has a conductor portion on at least a part of the surface thereof. The object to be connected is provided with an electrically conductive connector member to be connected to the ferrule. The ferrule and the cable are connected by a caulking structure. When the ferrule is inserted in the connector member, the connector and the object to be connected are electrically and optically connected to each other. Provided is also an optical connector apparatus which comprises a connector having a plurality of ferrules having different distances between the ends of the ferrules and the conductor portion, so that the time at which the connection of the connector to the object to be connected is established differs, and thus the optical connector apparatus is capable of hot swapping. The object to be connected can be a combination of an adapter and a mating connector, or an optical element and an adapter which holds the same, etc.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/090211 A1



SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,

GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

光ファイバ素線とメタル導体とを含む光電気複合ケーブルに接続されるコネクタと、当該コネクタの接続対象物とを備える光コネクタ装置を提供する。コネクタは、導電部を少なくとも表面の一部に有するフェルールを備えている。接続対象物は、当該フェルールに接続される導電性の接続部材を備えている。フェルールとケーブルとは、かしめ構造によって接続される。フェルールが接続部材に挿入されることにより、コネクタと接続対象物は、電氣的及び光学的に接続される。加えて、フェルール端面から導電部までの距離が互いに異なる複数のフェルールを備えたコネクタにより、コネクタと接続対象物との接続のタイミングをずらすことにより活線挿抜の実現可能な光コネクタ装置を提供する。なお、接続対象物としては、アダプタと相手方コネクタの組合せや、光学素子とこれを保持するアダプタ等が挙げられる。

明 細 書

発明の名称：光コネクタ装置

技術分野

[0001] 本発明は、光コネクタ装置に関し、特に、光電気複合ケーブルとフェルールとの結線構造、光電気複合ケーブルと接続されるコネクタ、コネクタと接続対象物（相手方コネクタや光学素子等）との接続を中継するためのアダプタを備えた光コネクタ装置に関する。

背景技術

[0002] 光電気複合ケーブルとフェルールとの結線構造としては、例えば、特許文献1乃至特許文献3に開示されている。これらに開示されている結線方法は次のようなものである。まず、フェルールと一体に形成された（又は、別体に用意された）筒状部材を光ファイバ心線と抗張力繊維との間に挿入する。次いで、フェルールと筒状部材の間に抗張力繊維及び外皮を挟み込むようにフェルールをかしめる。これにより、接着剤等用いることなく光電気複合ケーブルとフェルールとを結線することができる。

[0003] また、フェルールに接続されるための接続部材としては、割スリーブ（切込部を有するスリーブ）が知られている。割スリーブの問題点を解消する技術は、特許文献4乃至特許文献6に開示されている。これらに開示されている接続部材は、いずれも切込部を設けていないものである。更に、フェルールを3点（面）で支持するように構成されている。なお、特許文献7には、特許文献4の改良技術が開示されている。

[0004] 光電気複合ケーブルと接続されるコネクタと、当該コネクタ同士を接続するためのアダプタの1つの例としては、特許文献8に開示されている。開示されたコネクタは、光電気複合ケーブルに含まれる光ファイバ素線を保持する一方で光電気複合ケーブルのメタル導体に接続される導電性のフェルールを備えている。アダプタは合成樹脂で形成されている。フェルールの軸位置調整を行うための導電性の接続部材は、当該アダプタにインサート成形され

ている。フェルール同士の電氣的接続は、以下のように行われる。まず、2つのコネクタのフェルールが接続部材に挿入される。次いで、スリーブ内にてフェルールの端面同士が接触させられる。

[0005] また、光電気複合ケーブルと接続されるコネクタと、当該コネクタ同士を接続するためのアダプタの他の例としては、特許文献9及び特許文献10に開示されている。これらに開示されたアダプタは、導電性の接続部材が設けられている。導電性の接続部材内において、光コネクタの導電性のフェルール同士の端面同士が付き合わせられる。これにより、2つの光コネクタ間の電氣的接続が図られる。なお、電気コネクタの活線挿抜に関する技術として、例えば特許文献10に開示されている。開示された電気コネクタは、コネクタからの突出長が異なるコンタクトを用いることにより、接続のタイミングをコンタクト毎にずらすものである。これにより、活線挿抜に対応することとしている。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2004-191397号公報
特許文献2：特開2006-146084号公報
特許文献3：特開2006-84788号公報
特許文献4：特開平10-31134号公報
特許文献5：特開昭59-204814号公報
特許文献6：特開平5-164941号公報
特許文献7：特開2006-23420号公報
特許文献8：特開昭62-19813号公報
特許文献9：特開昭62-19813号公報
特許文献10：実開平6-5153号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 光電気複合ケーブルのメタル導体と導電性のフェルールとの電氣的接続に上述したようなかしめ構造を採用すると、接続強度が弱い場合があるといった問題がある。そこで、本発明は、光電気複合ケーブルと導電性を有するフェルールとの結線構造において、接続強度の低下を招く原因を特定し排除することにより、高い接続強度を得ることのできる結線構造を提供することを目的とする。
- [0008] また、特許文献4乃至特許文献7のいずれに開示されたスリーブもバネ定数が高くスリーブに対するフェールの挿入の際にフェールが損傷する可能性がある。また、フェールを適切に保持させるには高い精度を要求されることから、製造コストが高くなってしまったといった問題がある。そこで、本発明は、フェールを損傷することなく適切に保持可能なスリーブであってコストの低いスリーブを有する光コネクタ装置を提供することを目的とする。
- [0009] 更に、光ファイバ素線をフェールに保持させる方法の一つとして、接着剤を用いる方法があり、かかる方法においては、フェール端面から流れ出た接着剤を除去すべく、フェール端面を研磨するのが一般的である。しかしながら、フェール表面に導電性を持たせた場合には、研磨すると導電性がなくなり、研磨されたフェール端面同士を接触させた場合、両者の間に良好な電氣的接続が得られない可能性がある。
- [0010] 加えて、特許文献1のアダプタに組み込まれているスリーブは、通常、導電性のものであるためフェール間の電氣的接続に寄与する可能性もあるが、アダプタにインサート成形されアダプタ内における移動・変形が厳しく規制された状態にあることから明らかなようにフェールの軸調整が主たる目的であるものであり、例えばフェールのサイズに若干のばらつきが生じた場合などにおいてもフェール間の電氣的接続を保証するといったものではない。また、単に導電性のもの同士の接続では、接触が不安定になることがある。更に、フェールに導電性のものを使用すると、コネクタのハウジングからフェールの先端が突出しているため、異物が付着することにより

短絡が生じたり、誤って指などで触ってしまうおそれがある。

[0011] そこで、本発明は、フェルール間の電氣的接続を確実に図ることのできる構造を有する光コネクタ装置を提供することを目的とする。また、フェールの先端部に対し指や異物等が接触することによる短絡等を防止することができる光コネクタ装置を提供することも目的としている。

[0012] 更に、本発明は、特許文献 10 とは、新規な方法により、光接続に加えて、良好な電氣的接続を図りつつ活線挿抜を可能とする光コネクタとそれを用いた光コネクタ装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明の一の側面は、第 1 光ファイバ素線と第 1 メタル導体とを含む第 1 光電気複合ケーブルに接続される第 1 コネクタと、第 2 光ファイバ素線と第 2 メタル導体とを含む第 2 光電気複合ケーブルに接続される第 2 コネクタと、前記第 1 コネクタと前記第 2 コネクタとの接続を中継するアダプタとを備える光コネクタを提供する。前記第 1 コネクタは、前記第 1 メタル導体に電氣的に接続される導電部を少なくとも表面の一部に有し且つ前記第 1 光ファイバ素線を保持する第 1 フェルールを備えている。前記第 2 コネクタは、前記第 2 メタル導体に電氣的に接続される導電部を少なくとも表面の一部に有し且つ前記第 2 光ファイバ素線を保持する第 2 フェルールを備えている。前記アダプタは、前記第 1 フェルールと前記第 2 フェルールとを保持しつつ前記第 1 フェールの前記導電部と前記第 2 フェールの前記導電部との電氣的接続を図るために少なくとも表面の一部に導電性を持たせてなる接続部材を備えている光コネクタ装置を提供する。

[0014] また、本発明の他の側面によれば、光電気複合ケーブルの光ファイバ素線を保持するフェルールであって当該光電気複合ケーブルのメタル導体に電氣的に接続される導電部を有するフェルールと、光学素子と、該光学素子を保持しつつ前記フェルールと光学素子との接続を中継するアダプタとを備える光コネクタ装置が得られる。前記アダプタは、前記フェルールを保持しつつ前記導電部と電氣的接続を図るために少なくとも表面の一部に導電性を持た

せてなる接続部材を備えている。

[0015] また、本発明の他の側面によれば、光電気複合ケーブルの光ファイバ素線を保持するフェルールであって当該光電気複合ケーブルのメタル導体に電氣的に接続される当接部を有するフェルールと、前記フェルールと光学的接続及び電氣的接続を同時に図る接続対象物とを備える光コネクタ装置が得られる。前記接続対象物は、前記フェルールの端部を受容する受容部と、少なくとも前記受容部の端部に設けられた導電部と、前記受容部の内部に設けられた光学的接続部位とを備えている。前記受容部に前記フェルールの端部を受容することにより、前記光ファイバ素線の端面を前記光学的接続部位に対向させて前記光学的接続を図ると共に、前記導電部に前記当接部を当接させて前記電氣的接続を図る。

[0016] また、本発明の他の側面によれば、第1光ファイバ素線と第1メタル導体とを含む第1光電気複合ケーブルに接続される第1コネクタと、第2光ファイバ素線と第2メタル導体とを含む第2光電気複合ケーブルに接続される第2コネクタと、前記第1コネクタと前記第2コネクタとの接続を中継するアダプタとを備える光コネクタ装置が得られる。前記第1コネクタは、前記第1光ファイバ素線を保持する第1フェルールであって、表面の少なくとも一部に前記第1メタル導体に接続される第1導電部を有する第1フェルールを備えている。一方、前記第2コネクタは、前記第2光ファイバ素線を保持する第2フェルールであって、表面の少なくとも一部に前記第2メタル導体に接続される第2導電部を有する第2フェルールを備えている。前記アダプタは、前記第1フェルールと前記第2フェルールとを接続する接続部材を備えている。前記第1フェルールの先端には凹部が形成されており、前記第1光ファイバ素線の先端は前記第1フェルールの先端面から突出しないようにして前記凹部内に位置している。

[0017] また、本発明の他の側面によれば、フェルールを接続する接続部材を有する光コネクタ装置が得られる。前記スリーブは、2つの縁部を有する金属平板を加工して前記縁部同士を対向させて筒状又は略筒状の本体部を有するよ

うに形成されてなるものである。前記本体部は、前記スリーブの軸方向と直交する直交面内において互いに離して形成された複数のフェルール当接部であって、前記スリーブが前記フェルールを保持する際に前記フェルールに当接させられるフェルール当接部を備えている。

- [0018] また、本発明の他の側面によれば、第1端面を有する第1フェルールと第2端面を有する第2フェルールを備える光コネクタが得られる。前記第1フェルールには、第1導電部が設けられている。前記第2フェルールには、第2導電部が設けられている。前記第1端面と前記第1導電部との距離は、前記第2端面と前記第2導電部との距離と異なっている。

発明の効果

- [0019] 本発明によれば、上述した結線構造によると、外被から露出された金属導体と外被との間に段差を段差解消部により解消した上で被かしめ部をかしめることとしたため、接続強度を安定させることができる。また、かしめられる部分に不要な隙間等がないことから、かしめに用いる治具も単純なものでよいという利点もある。
- [0020] また、本発明によれば、接続部材（割スリーブ）が第1フェルール及び第2フェルールを径方向外側から把持する構成としたことから、各フェールの端面に研磨処理が施された場合であっても、第1フェルールと第2フェルールとの間の電氣的接続を確実なものとすることができる。
- [0021] また、本発明によれば、2つの縁部を有する金属平板を加工して縁部同士を対向させて（又は合わせて）略筒状又は筒状の本体部を有するようにスリーブを形成したことから、スリーブのバネ定数を下げることができ、フェールを適切に保持することができる。また、スリーブに対向部（合わせ部）を設けつつ加工により形成された3つのフェール当接部によってフェールを保持することとしたため、製造コストを下げることができる。
- [0022] また、本発明によれば、相手方コネクタ等との電氣的接続を図る導電部までのフェールの端面からの距離を互いに異ならせた複数のフェールを光コネクタに設けることとしたことから、相手方コネクタ等との光接続を行う

にあたって電氣的接続を確実にできる上、活線挿抜を行うことも可能となる。

図面の簡単な説明

- [0023] [図1] 本発明の第1の実施の形態による光コネクタ装置を示す斜視図である。なお、図示された光コネクタ装置の備えるコネクタ（第1コネクタと第2コネクタ）及びアダプタは、互いに分離された状態にある。
- [図2] 図1の光コネクタ装置を示す分解斜視図である。
- [図3] 図1のIII-III線に沿った光コネクタ装置の断面図である。なお、図示された光コネクタ装置は、接続状態にある。
- [図4] 本発明の第1の結線方法による光電気複合ケーブルとフェルールとの結線構造を示す断面図である。
- [図5] 図4の結線構造を構成する手順を示す一部切欠き断面図である。
- [図6] 本発明の実施の形態による光電気複合ケーブルの構造を示す斜視図である。理解を容易にすべく光電気複合ケーブルの各部は露出させられている。
- [図7] 図6の光電気複合ケーブルを示す断面図である。
- [図8] 本発明の第2の結線方法による光電気複合ケーブルとフェルールとの結線構造を示す断面図である。
- [図9] 図8の結線構造を構成する手順を示す斜視図である。
- [図10] 本発明の第3の結線方法による光電気複合ケーブルとフェルールとの結線構造を示す断面図である。
- [図11] 図10の結線構造を構成する手順を示す斜視図である。
- [図12] 本発明の第4の結線方法による光電気複合ケーブルとフェルールとの結線構造を示す断面図である。
- [図13] 図12の結線構造を構成する手順を示す斜視図である。
- [図14] 図3の光コネクタ装置のうち、アダプタに含まれる接続部材とその近傍を示す拡大断面図である。
- [図15] 図3の光コネクタ装置に含まれるコネクタ（第1コネクタ）のみを示す断面図である。

[図16] フェルール（複合タイプ）の変形例を示す断面図である。

[図17] 図16のフェルールを示す斜視図である。

[図18] 図1のコネクタに用いられるアダプタの変形例を示す図である。

[図19] 図16及び図17に示されるフェルール、図18に示されるアダプタ及び図20に示される接続部材で構成される光コネクタ装置の断面図である。なお、図示された光コネクタ装置は、接続状態にある。

[図20] 図19の光コネクタ装置に用いられる接続部材（変形例1）を示す図である。

[図21] 図1の接続部材の代わりに用いられる他の接続部材（変形例2）を示す図である。

[図22] 本発明の第2の実施の形態による光コネクタ装置を示す斜視図である。なお、図示された光コネクタ装置の備えるコネクタ（第1コネクタ及び第2コネクタ）及びアダプタは、互いに分離された状態にある。

[図23] 図22の光コネクタ装置を示す分解斜視図である。

[図24] 図22のXXIV—XXIV線に沿った光コネクタ装置を示す断面図である。なお、図示された光コネクタ装置は接続状態にある。

[図25] 図22のアダプタを示す上面図である。

[図26] 図22のアダプタを示す正面図である。

[図27] 図26のXXVII—XXVII線に沿ったアダプタを示す断面図である。

[図28] 図23のアダプタに含まれる接続部材（変形例3）を示す断面図である。

[図29] 図28の接続部材を示す正面図である。内接円及び外接円も併せて図示されている。

[図30] 図25のXXX—XXX線に沿ったアダプタを示す断面図である。

[図31] 図27のアダプタに図33の接続部材（変形例4）を適用した場合のアダプタの断面図である。

[図32] 図31のアダプタに含まれる接続部材を示す斜視図である。

[図33] 図32の接続部材を示す正面図である。

[図34] 本発明の第3の実施の形態による光コネクタ装置を示す一部切欠き側面図である。図においてはハウジングのみが断面にて示されている。

[図35] 本発明の第4の実施の形態による光コネクタ装置に用いられるアダプタを示す斜視図である。なお、アダプタは、接続部材を保持している。

[図36] 図35のアダプタに保持されている接続部材を示す斜視図である。

[図37] 図38のXXXVII―XXXVII線に沿ったアダプタの断面図である。但し、光学素子については図示を省略してある。

[図38] 本発明の第5の実施の形態による光コネクタ装置に含まれる接続対象物（アダプタとコネクタ（第2コネクタ））を示す斜視図である。なお、図示された光コネクタ装置は、接続状態にある。

[図39] 図38の光コネクタ装置に含まれるフェルール（絶縁タイプ）を示す断面図である。

[図40] 図39のフェルールを示す斜視図である。

[図41] 図38の光コネクタ装置に含まれるアダプタを示す斜視図である。

[図42] 図41のアダプタに含まれる接続部材（当接タイプ）を示す斜視図である。

[図43] 本発明の第6の実施の形態による光コネクタ装置に用いられるアダプタを示す斜視図である。なお、アダプタは、接続部材を保持している。

[図44] 図43のアダプタに保持されている接続部材を示す斜視図である。

[図45] 図43のXLV―XLV線に沿ったアダプタの断面図である。但し、光学素子については図示を省略してある。

[図46] 本発明の第7の実施の形態による光コネクタ装置を示す斜視図である。ここで、光コネクタ装置を構成するコネクタ（第1コネクタ及び第2コネクタ）とアダプタとは、接続していない状態にある。

[図47] 図46の光コネクタ装置を示す分解斜視図である。

[図48] 図46の光コネクタ装置をXLVII―XLVII線に沿って示す断面図である。

[図49] 図46の光コネクタ装置をIL―ILX線に沿って示す断面図である。

[図50] 図46のアダプタを示す上面図である。

[図51] 図46のアダプタを示す正面図である。

[図52] 図50のアダプタをLIII--LII線に沿って示す断面図である。である。

[図53] 図51のアダプタをLIII--LIIIに沿って示す断面図である。

[図54] 本発明の第8の実施の形態による光コネクタ装置に用いられるフェルールの先端を示す斜視図である。

[図55] フェルールの先端の他の変形例を示す斜視図である。

[図56] 図54に示されるフェールと、通常のフェール間の接触を示す側面図である。

発明を実施するための形態

[0024] 本発明の実施の形態による光コネクタ装置の構成を概略すると、光コネクタ装置は、光電気複合ケーブルが接続されるコネクタと、当該コネクタと接続対象物とを中継するアダプタとを備えている。コネクタは光電気複合ケーブルが接続されるフェールを備えており、アダプタは接続部材を備えている。コネクタとアダプタの電氣的・光学的な接続は、コネクタのフェールをアダプタの接続部材に接続することにより行われる。

[0025] ここで、接続対象物としては、相手方コネクタや、光学素子を備えたコネクタを例に挙げて説明する。なお、接続対象物として、上記のアダプタと相手方コネクタとの組合せ、又は上記のアダプタと光学素子を備えたコネクタとの組合せを夫々1つの接続対象物として捉えることも可能である。以下、本実施の形態による光電気複合ケーブル対応の光コネクタ装置について図面を用いて詳細に説明する。

[0026] (第1の実施の形態)

本発明の第1の実施の形態による光コネクタ装置は、フェールを接続部材に把持させることにより両者の接続を図るものである。第1の実施の形態として2つのコネクタとそれらの中継するアダプタを備えるものを説明する。図1乃至図3に示されるように、光コネクタ装置10は、第1光電気複合ケーブル100に接続される第1コネクタ200と、第2光電気複合ケーブ

ル１００'に接続される第２コネクタ２００'と、第１コネクタ２００及び第２コネクタ２００'の接続を中継するアダプタ５００とを備えている。

[0027] 図３に示されるように、本実施の形態による第１コネクタ２００は第１フェルール２２０を備えており、当該第１フェルール２２０は第１光電気複合ケーブル１００に接続される。また、第２コネクタ２００'も第２フェルール２２０'を備えており、当該第２フェルール２２０'は第１光電気複合ケーブル１００'に接続される。ここで、第１光電気複合ケーブル１００と第１フェルール２２０との結線構造（又は、第２光電気複合ケーブル１００'と第２フェルール２２０'との結線構造）としては、図４乃至図１３に示される第１乃至第４の結線構造を適宜用いることができる。

[0028] 第１の結線構造は、図４及び図５に示されるように、光電気複合ケーブル１００と、金属等の導電性材料からなるフェルール２２００aと、金属等の導電性材料からなるスリーブ２４０とを備えている。導電性材料としては、金属以外に導電性樹脂、あるいは絶縁樹脂の表面に金属薄膜を形成したものをを用いても良い。

[0029] 光電気複合ケーブル１００は、図６及び図７に示されるように、光ファイバ素線１１０及び光ファイバ素線１１０を覆う保護被膜１２０からなる光ファイバ心線１２１と、光ファイバ心線１２１の外周に配置されメタル素線を複数本隙間なく配置してパイプ状の外部導体を成形したメタル導体１３０と、これらを覆う外被１４０とを備えている。本実施の形態における外被１４０は、ポリ塩化ビニルからなる。加えて、本実施の形態による光電気複合ケーブル１００は、図６に示されるように、光ファイバ心線１２１とメタル導体１３０との間に設けられた抗張力繊維１２２を更に備えている。

[0030] 一方、フェルール２２００aは、図４に示されるように、本体部２１０と、本体部の後部に位置する結線部２１１とを備えている。本体部２１０は、光ファイバ心線１２１を挿入され、その挿入された光ファイバ心線１２１を中心部において保持するものである。一方、結線部２１１は、光電気複合ケーブル１００（特に、メタル導体１３０）と結線される役割を果たす部分で

ある。詳しくは、フェルール 2200a の後端（即ち、結線部 211 の後端）から本体部 210 の内部にかけて光ファイバ心線 121 の外径と実質的に同じ内径を有する保持穴が形成されており、更に、その保持穴とフェルール 2200a の先端（即ち、本体部 210 の先端）とを連通する連通孔であって光ファイバ素線 110 と実質的に同じ径を有する連通孔が本体部 210 に形成されている。連通孔は、本体部 210 の径方向の中心部に設けられている。

[0031] フェルール 2200a の結線部 211 は、図 4 に示されるように、後端に向かって延びる筒状部 212 と、スリーブ 240 を受けるリング状溝 232 とを備えている。本実施の形態における筒状部 212 は、光ファイバ心線 121 の外径と実質的に等しい内径を有し、且つ、光電気複合ケーブル 100 の外被 140 の肉厚と実質的に等しい肉厚を有している。リング状溝 232 は、筒状部 212 の径方向外側で筒状部 212 と平行に突出して、フェルール 2200a の後端側に向けて延びた断面 L 字状の形状を有している。本実施の形態におけるリング状溝 232 の内径のうち最大のものは、スリーブ 240 の外径と実質的に等しい。

[0032] 本実施の形態においては、図 5 に示されるようにして、上述したフェルール 2200a 及びスリーブ 240 と光電気複合ケーブル 100 との接続が行われる。

[0033] まず、図 5（a）に示されるように、光電気複合ケーブル 100 の外被 140 を除去し、メタル導体 130 を剥き出しにする（露出させる）。更に、不要なメタル導体 130 を除去して光ファイバ心線 121 を剥き出しにする（露出させる）。加えて、光ファイバ心線 121 の先端部においては、保護被膜 120 を除去し、光ファイバ素線 110 を剥き出しにする（露出させる）。ここで、光電気複合ケーブル 100 は、スリーブ 240 に挿入されている。換言すると、スリーブ 240 は剥き出しにされたメタル導体 130 の後方であって外被 140 上に位置している。メタル導体 130 は、次の工程のため、一旦折り返した後に折り戻され、光ファイバ心線 121 からは若干浮

いた状態となっている。なお、図6から理解されるように、本実施の形態においては、メタル導体130の露出している部分（剥き出しとなっている部分）の軸方向における長さは、筒状部212の長さに実質的に等しい。

[0034] 次に、保護被膜120の外周（光ファイバ心線121の外周）に接着剤を塗布し、図5（b）に示されるように、フェルール2200aに挿入する。これによりフェルール2200aに対して光電気複合ケーブル100（光ファイバ心線121）を接着する。この際、メタル導体130は、筒状部212の外側に配置される。

[0035] 次に、スリーブ240をフェルール2200aの先端に向けてスライドさせ、図5（c）に示されるように、スリーブ240の先端をフェルール2200aのリング状溝232に当接させる。これによりスリーブ240とフェルール2200aとを電氣的に接続させる。ここで、スリーブ240内においては、剥き出しとなったメタル導体130の内側に外被140と実質的に同じ肉厚を有する筒状部212が挿入されていることから、メタル導体130の外側と外被140の外周との間に段差がなくなっている。即ち、筒状部212は、段差解消部として機能している。

[0036] このように筒状部212により段差をなくした状態において、スリーブ240をかしめることにより、メタル導体130とフェルール2200aとの接続を図る。このことから明らかなように、本実施の形態におけるスリーブ240は、被かしめ部として機能している。スリーブ240をかしめた後、加熱して接着剤を乾燥させ、最後に光ファイバ素線110を研磨して、光電気複合ケーブル100とフェルール2200aとの接続を終える。

[0037] 以上説明したように、被かしめ部であるスリーブ240の内部においては、筒状部212の存在によりメタル導体130の外側と外被140の外周との間に段差がなくなっていることから、スリーブ240の内側には不要な隙間等がない。被かしめ部が単純な形状となっているため、スリーブ240をかしめた後の形状も単純なものとなり、高い接続強度を得ることができる。

[0038] 第2の結線構造として、図8及び図9に示される結線構造について説明す

る。なお、本結線構造を説明するにあたり、前述した第１の結線構造と同様の構成要素については、図面において同一の参照符号を付すこととし、それにより説明を省略することとする。

[0039] 第２の結線構造は、第１の結線構造と異なり、スリーブを備えていないものである。但し、後述するように、被かしめ部及び段差解消部の機能を有する部位は備えており、その点では、第１の結線構造と同様である。

[0040] 図１５に示されるように、フェルール２２００ｂも、本体部２１０ａと、結線部２１１とを備えている。本体部２１０ａは、第１の結線構造による本体部２１０（図４参照）と略同一構成を備えている。一方、結線部２１１ａは、本体部２１０ａから後方に延びる第１筒状部２１２ａと、第１筒状部２１２ａから更に後方に延びる第２筒状部２２６ａとを備えている。

[0041] 第１筒状部２１２ａは、光電気複合ケーブル１００の中心部からメタル導体１３０の外側までの径に対応する第１の内径を有しており、第２筒状部２２６ａは、光電気複合ケーブル１００の中心部から外被１４０の外側までの径（外被１４０の外径）に対応する第２の内径を有している。一方、第１筒状部２１２ａと第２筒状部２２６ａの外径は、互いに等しい。これにより、結線部２１１ａは、特に段差も有しない筒状のような外観を有している一方、内側には第１筒状部２１２ａと第２筒状部２２６ａとの間に段差を有している。また、上述した第１の内径及び第２の内径の差分から明らかなように、本結線構造における第１筒状部２１２ａと第２筒状部２２６ａとの間の段差は、外被１４０の肉厚と実質的に等しい。

[0042] 本結線構造においては、図９に示されるようにして、上述したフェルール２２００ｂと光電気複合ケーブル１００との接続が行われる。

[0043] まず、第１の結線方法と同様に、光電気複合ケーブル１００の外被１４０を除去し、メタル導体１３０を剥き出し、更に、不要なメタル導体１３０を除去して光ファイバ心線１２１を剥き出しにし、加えて、光ファイバ心線１２１の先端部において、保護被膜１２０を除去して光ファイバ素線１１０を剥き出しにする（図９（ａ）参照）。

[0044] 次に、保護被膜 120 の外周（光ファイバ心線 121 の外周）に接着剤を塗布し、図 9（b）に示されるように、フェルール 2200b に挿入する。これによりフェルール 2200b に対して光電気複合ケーブル 100（光ファイバ心線 121）を接着する。この際、メタル導体 130 と外被 140 との段差が第 1 筒状部 212a と第 2 筒状部 226a との段差と面することとなり、従って、結線部 211a 内に不要な隙間等がなくなる。その後、結線部 211a をかしめて、メタル導体 130 と結線部 211a（フェルール 2200b）との接続を図った後、加熱して接着剤を乾燥させ、最後に光ファイバ素線 110 を研磨して、光電気複合ケーブル 100 とフェルール 2200b との接続を終える。

[0045] 以上の説明から理解されるように、本結線構造における結線部 211a は、被かしめ部と段差解消部とを一体形成してなるものである。即ち、結線部 211a を軸方向において分けて説明すると、上述したように第 1 筒状部 212a 及び第 2 筒状部 226a となるが、結線部 211a を径方向において分けて説明すると、内側から段差解消部と被かしめ部となる。換言すると、第 1 筒状部 212a は、段差解消部と被かしめ部の機能を併せ持つものであり、第 2 筒状部 226a は被かしめ部としての機能のみを有するものである。かかる構造を有する結線部 211a により、結線部 211a 内に不要な隙間等をなくすることができることから、結線部 211a をかしめた後の形状も単純なものとなり、高い接続強度を得ることができる。

[0046] 第 3 の結線構造として、図 10 及び図 11 に示される結線構造について説明する。なお、本結線構造を説明するにあたっては、前述した第 1 の結線構造と同様の構成要素については、図面において同一の参照符号を付すこととし、それにより説明を省略することとする。

[0047] フェルール 2200c は、図 10 に示されるように、本体部 210b と結線部 211b とを備えている。本体部 210b は、第 1 の結線構造による本体部 210（図 4 参照）と略同一構成を備えている。一方、結線部 211b は、後方に延びる筒状のものであり、その内径は、光電気複合ケーブル 10

0の外被140の外径と実質的に等しい。

[0048] 加えて、図10に示されるように、本結線構造は、スリーブ240bを備えている。スリーブ240bの内径は、光電気複合ケーブル100の中心部からメタル導体130の外側までの径を半径として、これを2倍にした直径（これをメタル導体130の外径と定義する）に実質的に等しく、スリーブ240bの外径は、外被140の外径に実質的に等しい。即ち、スリーブ240bの肉厚は、外被140の肉厚に実質的に等しい。

[0049] 本結線構造においては、図11に示されるようにして、上述したフェルール2200c及びスリーブ240bと光電気複合ケーブル100との接続が行われる。

[0050] まず、第1の結線構造と同様に、光電気複合ケーブル100の外被140を除去し、メタル導体130を剥き出し、更に、不要なメタル導体130を除去して光ファイバ心線121を剥き出しにし、加えて、光ファイバ心線121の先端部において、保護被膜120を除去して光ファイバ素線110を剥き出しにする（図11（a）参照）。なお、図10から理解されるように、メタル導体130の露出している部分（剥き出しとなっている部分）の軸方向における長さは、スリーブ240bの長さに実質的に等しい。

[0051] 次に、図11（b）に示されるように、スリーブ240bに光電気複合ケーブル100を挿入し、メタル導体130をスリーブ240bで覆う。これにより、メタル導体130と外被140との段差は解消される。即ち、本結線構造においては、スリーブ240bがメタル導体130と外被140との段差を解消する段差解消部として機能している。

[0052] その後、保護被膜120の外周（光ファイバ心線121の外周）に接着剤を塗布し、図11（c）に示されるように、フェルール2200cに挿入する。これによりフェルール2200cに対して光電気複合ケーブル100（光ファイバ心線121）を接着する。更にその後、結線部211bをかしめて、メタル導体130と結線部211b（フェルール2200c）との接続を図った後、加熱して接着剤を乾燥させ、最後に光ファイバ素線110を研

磨して、光電気複合ケーブル１００とフェルール２２００ｃとの接続を終える。このことから理解されるように、本結線構造における結線部２１１ｂは、被かしめ部として機能している。

[0053] 以上説明したように、被かしめ部である結線部２１１ｂ内においては、スリーブ２４０ｂの存在によりメタル導体１３０と外被１４０との段差が吸収されていることから、結線部２１１ｂの内側には不要な隙間等がない。そのため、結線部２１１ｂをかしめた後の形状も単純なものとなり、高い接続強度を得ることができる。

[0054] 第４の結線構造として、図１２及び図１３に示される結線構造について説明する。なお、本結線構造を説明するにあたっては、前述した第１の結線構造と同様の構成要素については、図面において同一の参照符号を付すこととし、それにより説明を省略することとする。

[0055] 本結線構造によるフェルール２２００ｄは、図１２に示されるように、本体部２１０ｃと結線部２１１ｃとを備えている。本体部２１０ｃは、第１の結線構造による本体部２１０（図４参照）と略同一構成を備えている。一方、本結線構造による結線部２１１ｃは、後方に延びる筒状のものであり、上述した第３の結線構造による結線部２１１ｂと同じである。即ち、結線部２１１ｃの内径は、光電気複合ケーブル１００の外被１４０の外径と実質的に等しい。

[0056] 加えて、本結線構造は、図１２に示されるように、スリーブ２４０ｃを備えている。スリーブ２４０ｃの内径は、光電気複合ケーブル１００の光ファイバ心線１２１の外径に実質的に等しく、スリーブ２４０ｃの肉厚は、外被１４０の肉厚に実質的に等しい。

[0057] 本結線構造においては、図１３に示されるようにして、上述したフェルール２２００ｄ及びスリーブ２４０ｃと光電気複合ケーブル１００との接続が行われる。

[0058] まず、第１の結線構造と同様に、光電気複合ケーブル１００の外被１４０を除去し、メタル導体１３０を剥き出し、更に、不要なメタル導体１３０を

除去して光ファイバ心線 1 2 1 を剥き出しにし、加えて、光ファイバ心線 1 2 1 の先端部において、保護被膜 1 2 0 を除去して光ファイバ素線 1 1 0 を剥き出しにする（図 1 3（a）参照）。なお、図 1 3 から理解されるように、本結線構造においては、メタル導体 1 3 0 の露出している部分（剥き出しとなっている部分）の軸方向における長さは、スリーブ 2 4 0 c の長さに実質的に等しい。

[0059] 次に、図 1 3（b）に示されるように、光電気複合ケーブル 1 0 0 の光ファイバ心線 1 2 1 とメタル導体 1 3 0 の間にスリーブ 2 4 0 c を挿入する。これにより、メタル導体 1 3 0 と外被 1 4 0 との段差は解消される。即ち、本結線構造におけるスリーブ 2 4 0 c と第 3 の結線構造におけるスリーブ 2 4 0 b（図 1 0 参照）とのサイズは異なるものの、第 3 の結線構造のスリーブ 2 4 0 b と同様に、スリーブ 2 4 0 c がメタル導体 1 3 0 と外被 1 4 0 との段差を解消する段差解消部として機能している。

[0060] その後、保護被膜 1 2 0 の外周（光ファイバ心線 1 2 1 の外周）に接着剤を塗布し、図 1 3（c）に示されるように、フェルール 2 2 0 0 d に挿入する。これによりフェルール 2 2 0 0 d に対して光電気複合ケーブル 1 0 0（光ファイバ心線 1 2 1）を接着する。更にその後、結線部 2 1 1 c をかしめて、メタル導体 1 3 0 と結線部 2 1 1 c（フェルール 2 2 0 0 d）との接続を図った後、加熱して接着剤を乾燥させ、最後に光ファイバ素線 1 1 0 を研磨して、光電気複合ケーブル 1 0 0 とフェルール 2 2 0 0 d との接続を終える。このことから理解されるように、本結線構造における結線部 2 1 1 c は、被かしめ部として機能している。

[0061] 以上説明したように、被かしめ部である結線部 2 1 1 c 内においては、スリーブ 2 4 0 c の存在によりメタル導体 1 3 0 と外被 1 4 0 との段差が解消されていることから、結線部 2 1 1 c の内側には不要な隙間等がない。そのため、結線部 2 1 1 c をかしめた後の形状も単純なものとなり、高い接続強度を得ることができる。

[0062] 以上、本発明の実施の形態に用いられる結線構造の例として、第 1 乃至第

4の結線構造について具体的に説明してきたが、本発明はそれらに限定されるものではない。例えば、第1の結線構造や第4の結線構造において、メタル導体の内側に筒状部やスリーブを挿入する際にメタル導体が潰れてしまう（光電気複合ケーブルにおける径方向の厚みが減る）ような場合には、その減少分を考慮して筒状部やスリーブの肉厚を外被の肉厚よりも若干厚くしてもよい。なお、本発明に係わる光電気複合ケーブルとフェルールとの結線構造、及び当該結線構造によって光電気複合ケーブルとフェルールとを接続する結線方法は、フェルールを使用するすべての光電気複合ケーブルにも適用することができる。

[0063] 上述した接続形態をとることとすると、従来の光ケーブル用のコネクタとほぼ同じような大きさを光電気複合ケーブル用のコネクタを構成することができる。即ち、本実施の形態によるコネクタを採用することとすると、機器内において光配線専用としていたスペースにおいて電気配線も可能となり、機器の省スペース化を図ることができる。

[0064] 図1乃至図3、図14及び図15を参照して、第1の実施の形態による光コネクタ装置10について再び説明する。なお、本実施の形態による第1光電気複合ケーブル100及び第1フェルール220（又は、第2光電気複合ケーブル100'及び第2フェルール220'）は、上述した第1の結線構造によって結線されているものであるが、

[0065] 第1コネクタ200は、図2に示されるように、絶縁性材料からなる第1コネクタハウジング202と、第1フェルール220と、第1スリーブ（第1被かしめ部）240と、第1付勢部材206と、絶縁性材料からなる第1ケーブルストッパ207とを備えている。第1コネクタハウジング202は、図1に示されるように、アダプタ500に係止される係止部204（後述）と、係止部204を操作するためのロック解除部205とを有している。

[0066] 第1フェルール220は、表面全体が導電性材料からなるものである（以下、このようなフェルールを「金属タイプ」と呼ぶ）。詳しくは、第1フェルール220は、母材を銅で構成され、その上にニッケルメッキ及び金メッ

キを施してなるものである。なお、第1フェルール220は、他の部材からなるものであってもよいが、第1メタル導体130との電氣的接続を図るため少なくとも表面には導電性を持たせることが必要とされる。例えば、母材を樹脂で構成したのち、その表面に金属メッキを施すことによりフェルールを構成することとしてもよい。但し、本実施の形態においては、上述したように、光電気複合ケーブル100との接続にかしめ工程を採用していることから（図5参照）、第1フェルール220の母材は上述したように、銅（金属）であることが好ましい。なお、以下、

[0067] 図15に示されるように、第1フェルール220は、第1フェルール220の先端面225を含みアダプタ500の接続部材520（後述）に接続保持される被接続部221と、被接続部221よりも大きな径を有する大径部228と、大径部228よりも更に大きな径を有する肩部230と、肩部230よりも後方に延びる筒状部（第1段差解消部）212とを備えている。この第1フェルール220は、被接続部221が第1コネクタハウジング202の前端面203から前方に突出するようにして、且つ、前後方向に移動可能な状態で、第1コネクタハウジング202に保持されている。具体的には、第1フェルール220の大径部228が第1コネクタハウジング202に摺動可能に支持されており、肩部230が前方への移動限界を規定している。なお、第1フェルール220の先端にはベベル処理（面取り処理）がされベベル部223が形成されている。そのため、第1フェルール220の先端面225の径 R_1 は、被接続部221の外径 R_2 よりも小さい。また、筒状部212の肉厚は第1光電気複合ケーブル100の第1外被140の肉厚に実質的に等しい。

[0068] 本実施の形態においては、上述したようにして第1光電気複合ケーブル100と第1フェルール220とを接続する際に、コイルスプリングで構成された第1付勢部材206にも光電気複合ケーブル100を通すこととしている。その上で、それら全体を第1コネクタハウジング202に後方から挿入し、その後、第1ケーブルストッパ207を第1コネクタハウジング202

の後方に組み込むことで、第1フェルール220の被押圧面227と第1ケーブルストッパ207との間に第1付勢部材（コイルスプリング）206を圧縮した状態で收容することとしている。これにより、第1付勢部材206は、常時、第1フェルール220の被押圧面227を前方に押圧することとなる。即ち、第1付勢部材206は、図14に示されるように、第2コネクタ200'の第2フェルール220'（後述）に向けて、第1コネクタ200の第1フェルール220を常時付勢するものである。なお、本実施の形態においては、第1付勢部材206や第1ケーブルストッパ207は、上述したように、第1メタル導体130と第1フェルール220との電氣的接続には寄与していない。従って、上述したように第1ケーブルストッパ207を絶縁性材料で構成することも可能であるし、また、第1付勢部材206を低コストの樹脂等の絶縁部材で構成することも可能である。

[0069] 第2コネクタ200'は、図1乃至図3に示されるように、絶縁性材料からなる第2コネクタハウジング202'と、第2フェルール220'と、第2スリーブ（第2被かしめ部）240'と、第2付勢部材206'と、絶縁性材料からなる第2ケーブルストッパ207'とを備えている。この第2コネクタ200'の各構成要素は、第1コネクタ200の各構成要素と同一の構造等を有するものである。例えば、第2コネクタハウジング202'は、第1コネクタハウジング202と同様、図1に示されるように、アダプタ500に係止される係止部204'（後述）と、係止部204'を操作するためのロック解除部205'とを有している。また、図3に示されるように、第2フェルール220'には第2筒状部212'が設けられており、この第2筒状部212'は、第2被かしめ部として機能する第2スリーブ240'内において第2メタル導体130'と第2外被140'との間の段差を解消する第2段差解消部として機能している。

[0070] アダプタ500は、図14に示されるように、絶縁材料からなるアダプタハウジング510と、導電性材料からなる接続部材520と、接続部材520を保持する第1部位530及び第2部位540からなる收容部550とを

備えている。アダプタハウジング510には、図1に示されるように、第1コネクタ200の係止部204が係止する係止孔512と、第2コネクタ200'の係止部204'が係止する係止孔512'とが形成されている。

[0071] 接続部材520は、図3及び図14に示されるように、第1フェルール220と第2フェルール220'とを保持し且つ第1フェルール220と第2フェルール220'との電氣的接続を図るためのものである。図示された接続部材520は、円筒状の筒に軸と平行なスリットが入った形状のもの、いわゆる割スリーブである。本実施の形態においては、第1フェルール220と第2フェルール220'との電氣的接続を確実なものとするため、第1フェルール220と第2フェルール220'とが接続部材520に挿入されていない状態（即ち、接続されていない状態：非接続状態）における接続部材520の内径が、第1フェルール220の被接続部221や第2フェルール220'の被接続部（第1フェルール220の被接続部221と同様の部位）の外径 R_2 （図15参照）よりも小さく設定されている。これにより、接続部材520に第1フェルール220と第2フェルール220'とが挿入されると、接続部材520の内径が広げられることになり、その反作用として、接続部材520は、第1フェルール220の被接続部221と第2フェルール220'の被接続部とを外側から把持することとなる。このように、単なる接続部材ではなく接続部材520を用いると、第1フェルール220と第2フェルール220'との電氣的接続を積極的に図ることができる。従って、第1光電気複合ケーブル100及び第2光電気複合ケーブル100'を第1フェルール220及び第2フェルール220'に接続する際にフェルール220及び第2フェルール220'の先端部が研磨されたことにより、フェルール220及び第2フェルール220'の先端部間において良好な電氣的接続が図れない場合であっても、第1フェルール220と第2フェルール220'との間の電氣的接続を図ることができる。更に、本実施の形態における接続部材520の内径は、第1フェルール220と第2フェルール220'の先端面の径 R_1 （図15参照）よりも大きい。従って、第1フェルール2

２０と第２フェルール２２０'とを接続部材５２０に挿入する際には、第１フェルール２２０のベベル部２２３や第２フェルール２２０'のベベル部（第１フェルール２２０のベベル部２２３と同様の部位）とが接続部材５２０の内径を広げる役割を果たすため、第１フェルール２２０と第２フェルール２２０'とを接続部材５２０にスムーズに挿入することができる。なお、本実施の形態においては、接続部材５２０を導電性材料からなるもので構成したが、例えば、樹脂性の接続部材の表面に金属メッキを施すこととしてもよい。しかし、強度等を勘案すると、本実施の形態のように、接続部材５２０自体を導電性材料で構成することが好ましい。

[0072] 図３及び図１４に示されるように、本実施の形態による収容部５５０は、第１部位５３０と第２部位５４０との２つのパーツからなるものであり、接続部材５２０の内径を可変とした状態で接続部材５２０を保持するものである。詳しくは、収容部５５０は、図１４に示されるように、接続部材５２０を収容する収容部５５２と、収容空間５５４と連通する第１挿入口５３２及び第２挿入口５４２とを有している。収容空間５５４は、第１フェルール２２０の被接続部２２１や第２フェルール２２０'の被接続部が接続部材５２０に挿入された状態であっても接続部材５２０の外径よりも大きなスペースを有するものであり、従って、接続部材５２０は、上述したように、第１フェルール２２０の被接続部２２１や第２フェルール２２０'の被接続部との接続時に、その内径を可変とすることができる。第１挿入口５３２及び第２挿入口５４２は、夫々、第１フェルール２２０の被接続部２２１及び第２フェルール２２０'の被接続部を挿入されるものである。これら第１挿入口５３２及び第２挿入口５４２の内径は、通常状態における接続部材５２０の内径よりも大きいが通常状態における接続部材５２０の外径よりは小さい。従って、接続部材５２０は、第１部位５３０と第２部位５４０とを組み合わせる収容部５５０を構成した後は、収容部５５０から抜け出すことはない。なお、本実施の形態においては、接続部材５２０を内包するようにして第１部位５３０と第２部位５４０とを組み合わせる収容部５５０を構成し、その後

、収容部５５０をアダプタハウジング５１０内に保持固定させることにより、アダプタ５００を構成している。

[0073] 以上説明したように、本実施の形態による光コネクタ装置によれば、導電性の接続部材５２０により第１フェルール２２０と第２フェルール２２０'とを把持する構成としたことから、第１フェルール２２０と第２フェルール２２０'との間の電氣的接続を確実なものとすることができる。なお、本実施の形態においては、第１フェルール２２０の先端や第２フェルール２２０'の先端が研磨された場合について説明したが、第１フェルール２２０の先端と第２フェルール２２０'の先端との間で良好な電氣的接続が図られる場合であっても、本発明を適用することができるのは言うまでもない。

[0074] 更に、上述した第１フェルール２２０及び第２フェルール２２０'の夫々は、少なくとも表面全体に導電性を持たせることとしていたが、例えば、図１６及び図１７に示されるように、第１フェルール２２０aの先端面２２５aを含む端部を部分的に絶縁体とすることにより、第１フェルール２２０a先端における意図しない短絡を防止することとしてもよい（以下、このようなフェルールを「複合タイプ」と呼ぶ）。上述した第１フェルール２２０と同様に（図３参照）、図示された第１フェルール２２０aも、被接続部２２１と、被接続部２２１の外径よりも大きい外径を有する略円筒状の大径部２２８とを備えている。本実施の形態による被保持部は、絶縁体からなる前部２２２と、大径部２２８と一体形成され且つ導体からなる後部２２４とで構成されている。

[0075] 図１６によく示されているように、前部２２２は、中心に光ファイバ素線を保持する孔２２９が形成されたものであって、前部２２２よりも外径の細い部位を後側に備えている。前部２２２の外径は、後部２２４の外径とはほぼ等しくなるように形成されている。一方、後部は、母材を銅で構成されその上にニッケルメッキ及び金メッキを施してなるものである。後部２２４及び大径部２２８は、第１光電気複合ケーブル１００の第１メタル導体１３０と電氣的に接続される。なお、本実施の形態による第１フェルール２２０a

と第1光電気複合ケーブル100とは、上述した第2の結線構造（図8乃至10）により結線されているが、用いる結線構造はこれに限定されない。なお、第1フェルール220aの後部224は、他の部材からなるものであってもよいが、第1メタル導体130との電氣的接続を図るため少なくとも表面には導電性を持たせることが必要とされる。例えば、母材を樹脂で構成したのち、その表面に金属メッキを施すことにより第1フェルール220aを構成することとしてもよい。この場合には後部224と大径部228とを樹脂にて一体形成し、夫々の表面を金属メッキして形成することとすればよい。但し、本実施の形態においては、第1光電気複合ケーブル100との接続にかしめ工程を採用していることから、第1フェルール220aの母材は上述したように、銅（金属）であることが好ましい。

[0076] 本実施の形態による第1フェルール220aは、前部222を含む部材（前側部材）を後部224及び大径部228を含む部材（後側部材）に組合せることにより形成される。詳しくは、図16に示されるように、後側部材は、前側部材が挿入されるための空洞を内部に有している。当該空洞に対して前側部材が挿入されることにより、第1フェルール220aは形成される。

[0077] なお、第1フェルール220aを用いる場合、上述したアダプタ500（図3及び図14参照）を光コネクタ装置に適用することももちろん可能であるが、例えば、図18に示されるようなアダプタ500aを適用することがより好ましい。上述したアダプタ500と同様に、アダプタ500aは、絶縁体からなるアダプタハウジング510aと、アダプタハウジング510aに保持された導電体からなる接続部材520bとを備えている（接続部材520bについては後述する）。なお、図19に示されるように、本実施の形態による光コネクタ装置10aにおいて、第1コネクタ200及び第1コネクタ200は、上述した第1フェルール220a（図16及び図17参照）と同一のものを備えている。

[0078] 図18及び図19に示されるように、アダプタハウジング510aは、接続部材520aを収容するための略円筒形の収容部550aと、突起505

とを備えている。本実施の形態による収容部550aは、上述したアダプタハウジング510（図14参照）のように第1部位530及び第2部位540からなるものではなく、継ぎ目なく一体に形成されている。突起505は、アダプタ500aを扱う際に、アダプタハウジング510a内に誤って指などが入ってしまうことを防ぐものである。なお、アダプタハウジング510aの奥面からの突起505の長さは、収容部550aの長さよりも長い。

[0079] 収容部550aには、図20に示されるような接続部材520aが収容されている。接続部材520aは、長手方向の両端に設けられた受容部527と、受容部527の縁部541から長手方向に沿って3か所に切込み526を入れることにより形成された2つのバネ部528と、圧入部551とを備えている。受容部527は、第1フェルール220aの被接続部221（又は、第2フェルール220a'の被接続部221）を所定方向（挿入抜去方向）に沿って受容するためのものである。接続部材520aには弾性係数が比較的低いバネ部528が設けられていることから若干の把持力が付与されている。かかる構造により、接続部材520aに対して第1フェルール220aが挿入されると、接続部材520aはその径が大きくなるように弾性変形する。これにより、第1フェルール220aや接続部材520aの大きさに多少のばらつきがあったとしても、対応することができる。更に、当該接続部材520aに挿入された第1フェルール220aの後部224は、接続部材520aの2つのバネ部528及び受容部527の3か所において電氣的に接続されるため、第1フェルール220aと接続部材520aとの接触信頼度を向上させることができる。

[0080] 本実施の形態において、図18乃至図20に示されるように、上述のアダプタハウジング510aの収容部550a内に接続部材520aを圧入して収容部550aの内壁に圧入部551に係止させることにより、接続部材520aを収容部550aに収容する。その後、図24に示されるように、第1コネクタ200a及び第2コネクタ200'aの夫々をアダプタ500aに対して接続させればよい。

- [0081] なお、接続部材 520a は、上述した接続部材 520 と同様にアダプタ 500（図 14 参照）に保持させることとしてもよい。この場合、アダプタ 500 の第 1 部位 530 及び第 2 部位 540 内に接続部材 520a を圧入し、第 1 部位 530 及び第 2 部位 540 の内壁に圧入部 551 を係止させることにより、接続部材 520a は保持される。
- [0082] 更に、接続部材に対してスリット等を入れたものや接続部材に対して更に幅広の T 字状の溝を加えてなるものや、図 21 に示されるように、接続部材 520b の割幅を規定するスリット 523 と直交させるようにして H 字状の切込み（溝） 526 を形成してなるものなどを接続部材として用いても良い。更に、接続部材の保持機能は補助的なものとして接続部材の主機能をフェルール同士の電氣的接続機能とする一方で、フェルール同士の軸合わせを別途設けた部材等により担保することとしても良い。
- [0083] 更に、他の接続部材を用いた光コネクタ装置の例として、図 22 乃至図 30 に示される光コネクタ装置 10b が挙げられる。なお、図示された光コネクタ装置 10b において、第 1 フェルール 220a 及び接続部材 520c 以外の構成については、上述した光コネクタ装置 10（図 1 参照）と同一のものである。従って、同一の部材については同一の参照符号を付し、その説明を省略する。
- [0084] 図 22 乃至図 24 に示されるように、光コネクタ装置 10b は、第 1 光電気複合ケーブル 100 に接続される第 1 コネクタ 200 と、第 1 光電気複合ケーブル 100' に接続される第 2 コネクタ 200' と、第 1 コネクタ 200 と第 2 コネクタ 200' を中継するアダプタ 500 とを備えている。
- [0085] 図 24 に示されるように、第 1 フェルール 220b は、上述した第 1 フェルール 220a（図 16 及び図 17 参照）と同様に、複合タイプのフェルールであり、第 1 フェルール 220a とほぼ同様の構造をしている。即ち、第 1 フェルール 220b は、導電性材料からなる前部 222 及び絶縁性材料からなる後部 224 とで構成されている被保持部 221 と、大径部 228 と、肩部 230 と、第 1 筒状部 212 とを備えている。なお、第 1 フェルール 2

20bの結線構造は、上述した第1フェルール220aとは異なっており、第1フェルール220bは、図4及び図5に示される第1の結線構造を有している。

[0086] 第1フェルール220bは、被保持部221の前部222が第1コネクタハウジング202の前端面から更に前方に突出するようにして、且つ、前後方向に移動可能な状態で、第1コネクタハウジング202に保持されている。また、大径部228が第1コネクタハウジング202に摺動可能に支持されており、肩部230が前方への移動限界を規定している。また、第1コネクタハウジング202に後方から挿入された第1フェルール220bは、第1付勢部材206により、常時、前方に押圧することとなる。なお、第1付勢部材206を低コストの樹脂等の絶縁部材で構成することとしても良い。

[0087] また、図24に示されるように、第2フェルール220b'も、第1フェルール220bと同様に、前部222'及び後部224'からなる被接続部221'と、大径部228'と、肩部230'と、第2筒状部212'とを備えている。

[0088] アダプタ500は、第1の実施の形態において説明したアダプタ500（図1乃至図3参照）とほぼ同一の構成を有しているが、保持されている接続部材520c（スリーブ）が異なっている。即ち、図24に示されるように、アダプタ500は、絶縁材料からなるアダプタハウジング510と、導電性材料からなる接続部材520cと、接続部材520cを保持する収容部550とを備えている。

[0089] 図27及び図30から理解されるように、本実施の形態による収容部550も、第1の実施の形態において説明したアダプタ500（図14参照）と同様に、第1部位530と第2部位540との2つのパーツからなる。また、収容部550は、接続部材520cを収容する収容空間554と、収容空間554と連通する挿入口532、542とを有している。なお、上述したように、挿入口532、542の内径は、収容空間554の内径（内壁部の径）よりも小さい。より具体的には、収容空間554は接続部材520cを

収容可能であるのに対して、挿入口 532, 542 は接続部材が収容空間 554 から抜け出ないように構成されている。

[0090] 図 22、図 23 及び図 27 に示されるように、本実施の形態においては、接続部材 520c を内包するようにして第 1 部位 530 と第 2 部位 540 とを組み合わせて収容部 550 を構成し、その後、固定部 560 を用いて、収容部 550 をアダプタハウジング 510 内に保持固定させることにより、アダプタ 500 を構成している。

[0091] 図 24、図 28 及び図 29 に示されるように、本実施の形態による接続部材 520c も、第 1 フェルール 220b と第 2 フェルール 220b' とを保持し且つ第 1 フェルール 220b と第 2 フェルール 220b' との電氣的接続を図るためのものである。接続部材 520c に対して第 1 フェルール 220b と第 2 フェルール 220b' とが挿入されると、接続部材 520c は、第 1 フェルール 220b の被接続部 221 に設けられた前部 222 と第 2 フェルール 220b' の被接続部 221' に設けられた前部 222' とを外側から把持し、それによって両者の電氣的接続を図る。

[0092] 接続部材 520c の構造的特徴について言及すると、図 28 及び図 29 に示されるように、接続部材 520c は、2 つの縁部を有する 1 枚の金属平板をプレス加工して、縁部同士を対向させて筒状の本体部 522 を有するように形成されたものである。本実施の形態において縁部同士が対向してなる縁対向部（合わせ部） 524 は、実質的に縁部を合わせるようにして構成されたものであり、従って、本体部 522 は前述のように筒状となっている。しかしながら、本発明はこれに制限されるものではない。例えば、縁部同士を若干離れた状態において対向させることにより縁対向部 524 を構成することとしてもよく、その場合、本体部 522 は略筒状形状を有することとなる。なお、本実施の形態においては、シンプルな形状の金属平板をプレス加工してあることから、接続部材 520c 全体が本体部 522 となっているが、前端及び後端に形状的特徴を設けることとした場合であっても、適切なフェルール保持機能を確認するため、接続部材 520c の一部に本体部 522 と

認められる部分を設ける必要がある。

[0093] 本体部 5 2 2 は、接続部材 5 2 0 c が第 1 フェルール 2 2 0 b 及び第 2 フェルール 2 2 0 b' を保持する際に第 1 フェルール 2 2 0 b 及び第 2 フェルール 2 2 0 b' に当接する 3 つのフェルール当接部 5 2 5 a, 5 2 5 b, 5 2 5 c を備えている。これらフェルール当接部 5 2 5 a, 5 2 5 b, 5 2 5 c は、接続部材 5 2 0 c の軸方向と直交する面（直交面）内において互いに離して形成されている。具体的には、フェルール当接部 5 2 5 a は、直交面内において、縁対向部 5 2 4 の反対側に位置している。また、フェルール当接部 5 2 5 b, 5 2 5 c は、フェルール当接部 5 2 5 a と接続部材 5 2 0 c の中心における中心角が略 1 2 0 度をなすように、配置されている。即ち、図示されたフェルール当接部 5 2 5 a, 5 2 5 b, 5 2 5 c は、直交面内において略 1 2 0 度間隔で配置されている。このフェルール当接部 5 2 5 a, 5 2 5 b, 5 2 5 c は、直交面内において直線状であり、また、接続部材 5 2 0 c の軸方向に沿って延びている。即ち、各フェルール当接部 5 2 5 a, 5 2 5 b, 5 2 5 c は、細長い平板形状を有している。その結果、図 2 9 に示されるように、接続部材 5 2 0 c は、直交面内において、三角おにぎりのような形状（頂点が丸められた三角形形状）を有することとなっている。

[0094] かかる形状の接続部材 5 2 0 c の場合、図 2 9 に示される内接円と外接円との差は、接続部材 5 2 0 c の肉厚自体よりも大きくすることができる。即ち、内接円を調整してフェルール保持機能を適切なものとする一方で、外接円を調整して収容部 5 5 0 の収容空間 5 5 4 内における接続部材 5 2 0 c のガタツキを防止することができる。しかも、本実施の形態の接続部材 5 2 0 c の場合、かかる調整は金属平板のプレス加工時に行ったり、その後のプレス加工によって行ったりすることができる。従って、本実施の形態によれば、コストの低いプレス加工によって接続部材 5 2 0 c の外接円及び内接円の調整を容易にでき、それによってフェルールの適切な保持と収容部 5 5 0 内におけるガタツキ防止とを両立させることができる。

[0095] 接続部材の更なる変形例としては、例えば、図 3 1 乃至図 3 3 に示される

接続部材 520d のように、光電気複合ケーブルの接続用により適した構成とすることとしても良い。詳しくは、接続部材 520d もまた、2つの縁部を有する1枚の金属平板をプレス加工して、縁部同士を対向させて筒状の本体部 522d を有するように形成されたものである。そのため、接続部材 520d も縁部同士が対向してなる縁対向部 524 を有している。また、接続部材 520d の本体部 522d にも、上述したフェルール 520c (図 29 参照) と同様に配置された3つのフェルール当接部 525a, 525b, 525c がプレス加工により設けられている。即ち、フェルール当接部 525a は、直交面内において、縁対向部 524 の反対側に位置しており、フェルール当接部 525b, 525c は、フェルール当接部 525a と接続部材 520d の中心における中心角が略 120度をなすように、配置されている。換言すると、図示されたフェルール当接部 525a, 525b, 525c は、直交面内において略 120度間隔で配置されている。

[0096] ここで、接続部材 520d は、単純な構造の金属平板をプレス加工して得られるものではなく、前端及び後端部分を所定形状に打ち抜いた後に折り曲げ加工してなるものであり、その結果、前端及び後端のそれぞれに1対のバネ部 528d と支持部 529 とを有することとなっている。このバネ部 528d は、縁対向部 524 を挟んで縁対向部 524 から同じ距離だけ離れた位置に位置する2つのフェルール当接部 525b, 525c に対応して設けられている。そのため、バネ部 528d は、図 24 に示される第1フェルール 220b の被接続部 221 に設けられている後部 224 (又は第2フェルール 220b' の被接続部 221' に設けられている後部 224') と接触する。第1フェルール 220b (又は第2フェルール 220b') との電氣的接触をより強固なものとするため、本体部 522d にて規定される内接円よりも初期状態において内側に突出している (図 33 参照)。一方、支持部 529 は、縁対向部 524 に対応して設けられている。即ち、支持部 529 は、直交面内において、2つのバネ部 528d の中間に位置している。図 31 に示されるように、この支持部 529 は、収容部 550 の収容空間 554 の

内壁と接続部材 520d の外表面との間の隙間を少なくするために設けられた部分である。接続部材 520d は接続部材 550 の収容空間 554 内にガタを持った状態で収容されている。2つのバネ部 528d は、接続部材 520d の中心を通る線上から外れた位置に位置しているため、支持部 529 が設けられていない場合には、第 1 フェルール 220b（又は第 2 フェルール 220b'）は収容空間 554 内で上下方向のズレが生じる可能性がある。この場合、第 1 フェルール 220b（又は第 2 フェルール 220b'）を接続部材 520d に挿入する際、第 1 フェルール 220b（又は第 2 フェルール 220b'）が接続部材 520d の端面に当たり、挿入できなくなるか、又は誘いが不十分になるおそれがある。しかしながら、支持部 529 を設けた場合、収容部 550 の収容空間 554 と接続部材 520d 外面との間の隙間、即ちガタが少なくなるため問題となるような上下方向のズレをなくすることができることから、第 1 フェルール 220b（又は第 2 フェルール 220b'）を接続部材 520d に挿入する際、接続部材 520d への挿入が案内され、かつ確実に挿入されるようになる。

[0097] なお、支持部 529 は弾性を有していても有していなくてもどちらでも良いし、支持部 529 が収容部 550 の内壁に最初から当接するようにしても、あるいは第 1 フェルール 220b（又は第 2 フェルール 220b'）を接続部材 520d に挿入した際に当接するように構成しても良い。

[0098] 以上説明した第 1 の実施の形態においては、4 種類の結線構造として第 1 乃至第 4 の結線構造（図 4、図 5、図 8 乃至図 13 参照）について、2 種類のアダプタハウジングの構造としてアダプタハウジング 510（図 14 又は図 27、図 19 参照）及び 510a（図 19 参照）について、5 種類の接続部材の構造として接続部材 520（図 2 参照）、接続部材 520a（図 20 参照）、接続部材 520b（図 21 参照）、接続部材 520c（図 28 参照）、接続部材 520d（図 32 参照）について、更に、2 種類のフェルールの構造として金属タイプのフェルール 220（図 3 参照）及び複合タイプのフェルール 220a 及び 220b（図 16 及び図 24 参照）について、夫々

説明したが、本実施の形態による光コネクタ装置は、上述した実施の形態のみに制限されず、これらのうちから最適なものを適宜選択し、それらを組合せることにより光コネクタ装置を構成することとしてもよい。

[0099] また、上述した実施の形態による光コネクタ装置は、2つのコネクタ（第1コネクタ200及び第2コネクタ200'）及びアダプタの3つ部品を備えるものであったが、本発明はこれに制限されるものではない。2つのフェルールを突き合わせた状態で保持する接続部材を有する光コネクタ装置であれば本発明の概念は適用可能である。

[0100] （第2の実施の形態）

上述した第1の実施の形態による光コネクタ装置は、光電気複合コネクタをアダプタを介して他の光電気複合コネクタに接続させるものであったが、アダプタを介して接続される対象をホトダイオードなどの光学素子としてもよい。

[0101] 本発明の第2の実施の形態による光コネクタ装置は、図34に示されるように、光電気複合ケーブル100に接続されるフェルール220と、ホトダイオードなどの光学素子800と、光学素子800を保持するハウジング810とを備えている。ここで、光電気複合ケーブル100は、第1の実施の形態における光電気複合ケーブルと同構成を有するものであり、フェルール220は、第1の実施の形態における金属タイプ（図3参照）のものを使用している。従って、本実施の形態におけるフェルール220も、被接続部221、大径部228、肩部230及び、段差解消部として機能する筒状部（図示せず）を備えており、筒状部によって段差を解消した状態で被かしめ部として機能するスリーブ240をかしめることで、光電気複合ケーブル100をフェルール220に取り付けることとしている。なお、本実施の形態による光コネクタ装置においても、フェルール220の被押圧部227を常時押圧するように配置され且つフェルール220を光学素子800に向けて付勢する付勢部材（コイルスプリング）206が設けられている。フェルール220、スリーブ140及び付勢部材206は、第1の実施の形態と同様に

、絶縁性のコネクタハウジングとケーブルストッパにより構成されるスペース内に收容され得る（図３参照）。

[0102] 光学素子８００は基板（図示せず）に搭載されるものであり、基板の導電パターン（図示せず）と接続される端子８０１を備えている。本実施の形態におけるハウジング８１０は、導電性材料からなるものであり、基板に搭載される搭載面８０２を備えている。このハウジング８１０にはフェルール２２０側に延びる筒状の接続部８２０が形成されている。この接続部８２０にフェルール２２０の被接続部２２１を挿入し、それによって、フェルール２２０の被接続部２２１と大径部２２８との境界を構成し前方を向いている当接面２３３を接続部８２０の端面である接合端面８１２に当接させることにより、フェルール２２０とハウジング８１０との電氣的接続を図ることができる。加えて、フェルール２２０の当接面２３３をハウジング８１０の接合端面８１２に突き合わせることとしているため、光学素子８００とフェルール２２０の先端面２２５との距離を一定にすることができ、フェルール２２０に保持した光ファイバ素線と光学素子８００との間の光結合も安定させることができる。

[0103] なお、本実施の形態においては、ハウジング８１０全体を導電性材料にて構成していたが、例えば、ハウジングの一部のみに金属メッキ等を施して部分的に導電性を持たせ、フェルール２２０と基板までの電氣的経路としてもよい。

[0104] （第３の実施の形態）

上述した第２の実施の形態による光コネクタ装置は、光学素子がハウジングに保持されているものであったが、光学素子を図３５に示されるようなアダプタ９００に保持させることとしてもよい。以下においては、本発明の第３の実施の形態として、光学素子を保持し合コネクタと光学素子との接続を中継するアダプタと、コネクタとを備える光コネクタ装置について説明する。なお、アダプタ９００に接続されるコネクタとしては、例えば、上述した第１の実施の形態による第１コネクタ２００（図１参照）を用いることがで

きる。この際、第1コネクタ200に保持されるフェルールとしては、フェルール220（図14参照）、フェルール220a（図10参照）、フェルール220b（図12参照）、を利用することができることから、以下においては、コネクタ及びフェールの詳細については説明を省略し、アダプタ及びそれに保持される接続部材のみについて説明する。

[0105] 図35乃至図37に示されるように、本実施の形態によるアダプタ900は、絶縁性のハウジング910と、ハウジング910に保持された導電体からなる接続部材930とを備えている。

[0106] 図35及び図37に示されるように、ハウジング910は、接続部材930を收容するための略円筒状の收容部950と、光学素子（図示せず）を收容するための素子收容部960とを有している。なお、光学素子は、アダプタ900にコネクタが接続された場合に、コネクタのフェルールに保持されている光ファイバ素線の端面と対向するように、素子收容部960内に保持される。

[0107] 図36に示されるように、接続部材930は、概略、図20に示された接続部材520aを半分にしたような構造を備えている。具体的には、接続部材930は、略円筒形状の部位に対してその径方向に延びる接続延部970を付加してなるものであり、詳しくは、コネクタのフェルールを所定方向に沿って收容するための收容部927と、收容部927の端部941から長手方向に沿って3か所に切込み926を入れることにより形成された2つのバネ部928と、前述の接続延部970とを備えている。また、図36から明らかなように、接続延部970は、上述した切込み926が入れられている端部941とは反対側の端部に設けられており、図35のアダプタ900が基板（図示せず）に搭載された際に、その基板上の回路パターンに電氣的に接続される。図20に示される接続部材520aと同様に、接続部材930は、弾性係数が比較的低いバネ部928が設けられていることから若干の把持力が付与されている。かかる構造により、例えば、接続部材930に対して例えば上述フェルール220（図1乃至図3参照）が挿入されると、接続

部材 930 はその径が大きくなるように弾性変形する。これにより、フェルール 220 や接続部材 930 の大きさに多少のばらつきがあつたとしても、対応することができる。なお、図 16 に示されるような複合タイプのフェルール 220 a (又は、フェルール 220 b : 図 24 参照) を用いた場合であっても、当該接続部材 930 に挿入されたフェルール 220 a の後部 224 (又は後部 224') は、接続部材 930 の 2 つのバネ部 928 及び受容部 927 の 3 か所において電氣的に接続される。従つて、いずれのフェルールであっても、接続部材 930 との接触信頼度を向上させることができる。

[0108] 接続部材 930 の収容部 950 への収容のされ方は、第 1 の実施の形態による接続部材 520 a (図 20 参照) と同様に、接続部材 930 を収容部 950 内に圧入して収容部 950 の内壁に圧入部 951 を係止させることにより行う。

[0109] (第 4 の実施の形態)

上述した実施の形態においては、いずれも、フェルールが接続部材に把持されることにより両者の接続を図る例を説明した。一方、本発明の第 4 の実施の形態による光コネクタ装置は、図 38 に示されるように、第 1 光電気複合ケーブル 100 に接続される第 1 コネクタ 200 と、第 2 光電気複合ケーブル 100' に接続される第 2 コネクタ 200' と、第 1 コネクタ 200 と第 2 コネクタ 200' との接続を中継するアダプタ 500 a とを備えている。

[0110] 図 38 乃至図 41 に示されるように、本実施の形態による光コネクタ装置 10 c は、接続部材 520 e 及び第 1 フェルール 220 c 以外の構成については、上述した光コネクタ装置 10 a (図 19 参照) と同一である。従つて、同一の部材について同一の参照符号を付し、その説明を省略する。

[0111] 図 39 及び図 40 に示されるように、第 1 フェルール 220 c は、絶縁体のみからなる被接続部 221 と、導体からなる大径部 228 とで構成されている (以下、このようなフェルールを「絶縁タイプ」と呼ぶ)。詳しくは、被接続部 221 は、中心に光ファイバ素線を保持する孔 229 の形成された

円柱状の絶縁体であり、大径部 228 内に挿入されることにより、第 1 フェルール 220c の先端を構成している。大径部 228 は、光電気複合ケーブルの第 1 メタル導体 130 と電氣的に接続された導体部材の略円筒形状の先端部として形成されている。更に、大径部 228 の縁部、即ち大径部 228 と被接続部 221 との境界部分は、円環状の当接面 233 を構成している。

[0112] 図 38 及び図 41 に示されるように、本実施の形態によるアダプタ 500a は、絶縁体からなるアダプタハウジング 510a と、アダプタハウジング 510a に保持された導電体からなる接続部材 520e とを備えている。

[0113] 図 41 に示されるように、アダプタハウジング 510a は、接続部材 520e を収容するための略円筒形の収容部 550a と、突起 505 とを備えている。突起 505 は、アダプタ 500a を扱う際に、アダプタハウジング 510a 内に誤って指などが入ってしまうことを防ぐものである。なお、アダプタハウジング 510a の奥面からの突起 505 の長さは、収容部 550a の長さよりも長い。

[0114] 図 42 に示されるように、接続部材 520e は、導電体で構成されており、略円筒形を有している。接続部材 520e は、両端に第 1 フェルール 220c（又は第 2 フェルール 220c'）の端部を所定方向（挿入抜去方向）に沿って受容するための受容部 527 と、当該所定方向に延びる支持部 552 と、支持部 552 から接続部材 520e の周方向に延びているバネ部 528e と、バネ部 528e の先端に設けられた導電部 541e と、圧入部 551 とを備えている。なお、各バネ部 528e の自由端側端部には、第 1 フェルール 220c（又は第 2 フェルール 220c'）が挿入される側の端部から当該挿入方向に沿って切り込まれた切込部 521 が形成されている。本実施の形態による導電部 541e は、バネ部 528e によって所定方向に沿って変位可能となるように支持されている。支持部 552 の端部 554a と、受容部 527 の端部 554b とは挿入抜去方向において同じ位置に位置している。また、本実施の形態による導電部 541e は、端部 554a、554b よりも挿入抜去方向においてフェルール側に位置しており、バネ部 528

eによって所定方向に沿って変位可能となるように支持されている。

[0115] 接続部材520eは、次のようにして上述したアダプタハウジング510aの収容部550aに収容される。即ち、接続部材520eを収容部550aに圧入して収容部550aの内壁に圧入部551に係止させることにより、接続部材520eの導電部541eを収容部550aの端部502aよりも突出させるようにして収容する。

[0116] このような構成を有する光コネクタ装置においては、アダプタ500aに対して第1コネクタ200を挿入すると、第1コネクタ200の第1フェルール220cの当接面233が、接続部材520eの導電部541eに接触する。この状態から更に第1コネクタ200をアダプタ500aに対して押し込むと、導電部541eは、第1フェルール220cの当接面233を摺動しつつ変位する。更に、当接面233が接続部材520eの端部554a、554bに当接するまで被接続部221を接続部材520e内に挿入され、第1フェルール220cと接続部材520eとの接続が完了する。これにより、第1コネクタ200と第2コネクタ200'間の電氣的接続を図ると共に光学的接続を図ることができる。本実施の形態による接続部材520eの導電部541eは、バネ部528eによって支持されていることから、バネ部528eの復元力により、導電部541eは当接面233と確実に接触することとなる。加えて、当接面233は、端部554a、554bの夫々とも接触しているため、アダプタ500aと第1コネクタ200との間における電氣的接続の信頼性を高めることができる。ここで、本実施の形態における第1フェルール220cの端面を含む部位は絶縁性であるので、上述した複合タイプフェルールと同様に、第1フェルール220cの先端における意図しない電氣的な短絡を防止することができる。

[0117] 以上説明したように、本実施の形態によれば、コネクタの保持するフェルールが接続対象物に当接することにより、コネクタと接続対象物との電氣的・光学的接続を図ることができる。なお、上述した第4の実施の形態においては、上記接続対象物を構成する部材は、第2コネクタ200'とアダプタ5

00aとを1まとめにしたものと捉えることができる。

[0118] (第5の実施の形態)

上述した第4の実施の形態による光コネクタ装置と同様の概念を用いると、接続対象物としては、コネクタとアダプタとの組み合わせのみならず、例えば、ホトダイオードなどの光学素子をハウジング等に收容してなるものであってもよい。かかる観点から、以下においては、本発明の第5の実施の形態による光コネクタ装置として、光学素子を有する接続対象物を備えるものについて説明する。なお、接続対象物と接続されるコネクタは、上述した第4の実施の形態と同様に、絶縁タイプのフェルール220cを備えるもの(図39及び図40参照)を利用することができることから、コネクタの詳細については説明を省略する。

[0119] 図43乃至図45を参照すると、本実施の形態による接続対象物900aは、絶縁性のハウジング910aと、ハウジング910aに保持された導電体からなる接続部材930aと、光学素子(図示せず)とを備えている。

[0120] 図43及び図45に示されるように、ハウジング910aは、接続部材930aを收容するための略円筒状の收容部950aと、光学素子(図示せず)を收容するための素子收容部960とを有している。なお、光学素子は、接続対象物900aにフェルールが挿入された場合にフェルールに保持されている光ファイバ素線の端面と対向するように、ハウジング910aに保持される。

[0121] 図44に示されるように、接続部材930aは、概略、図42に示された接続部材520eを半分にしたような構造を備えている。具体的には、接続部材930aは、略円筒形状の部位に対してその径方向に延びる接続延部970を付加してなるものである。詳しくは、コネクタのフェルールを所定方向に沿って收容するための收容部927aと、所定方向に延びる支持部952と、支持部952から接続部材930aの略円筒形状の部位の周方向に延びるバネ部928aと、バネ部928aの先端に設けられた導電部941aと、前述の接続延部970とを備えている。本実施の形態による導電部94

1 a も、第 4 の実施の形態による接続部材 5 2 0 e の場合と同様、支持部 9 5 2 の端部 9 5 4 a と、受容部 9 2 7 a の端部 9 5 4 b とは挿入抜去方向において同じ位置に位置するよう形成されている。また、本実施の形態による導電部 9 4 1 a は、端部 9 5 4 a 、 9 5 4 b よりも挿入抜去方向においてフェルール側に突出しており、バネ部 9 2 8 a によって所定方向に沿って変位可能となるように支持されている。また、図 4 4 から明らかなように、接続延部 9 7 0 は、導電部 9 4 1 a の設けられている端部とは反対側の端部に設けられており、接続対象物 9 0 0 a を基板（図示せず）に搭載された際に、その基板上の回路パターンに電氣的に接続される。

[0122] 接続部材 9 3 0 a の収容部 9 5 0 a への収容のされ方は、第 3 の実施の形態による光コネクタ装置のアダプタ 9 0 0 a （図 3 5 参照）の場合と同様である。即ち、接続部材 9 3 0 a を収容部 9 5 0 a 内に圧入して収容部 9 5 0 a の内壁に圧入部 9 5 1 を係止させることにより、接続部材 9 3 0 a の導電部 9 4 1 a を収容部 9 5 0 a の端部よりも突出させるようにして接続部材 9 3 0 a を収容部 9 5 0 a に収容する。

[0123] 上述したような構成の接続対象物 9 0 0 a を備える光コネクタ装置においては、接続対象物 9 0 0 a に対して、図 4 0 に示されるような第 1 コネクタ 2 0 0 を挿入すると、まずフェルール 2 2 0 c の当接面 2 3 3 が導電部 9 4 1 a に接触する。この状態から更にフェルール 2 2 0 c が挿入され、導電部 9 4 1 a は、当接面 2 3 3 を摺動しつつ変位する。更に接続部材 9 3 0 a の端部 9 5 4 a 、 9 5 4 b に当接するまで被接続部 2 2 1 を接続部材 9 3 0 a 内に挿入することにより、フェルール 2 2 0 c と接続対象物 9 0 0 a の接続が完了する。これにより、コネクタと接続対象物 9 0 0 a との間の電氣的接続を図ると共に光学的接続を図ることができる。本実施の形態においても、バネ部 9 2 8 a の復元力により、導電部 9 4 1 a はフェルール 2 2 0 c の当接面 2 3 3 と確実に接触することとなる。加えて、当接面 2 3 3 は、端部 9 5 4 a 、 9 5 4 b の夫々とも接触しているため、接続対象物 9 0 0 a と光電気複合コネクタとの間における電氣的接続の信頼性を高めることができる。

[0124] (第6の実施の形態)

上述した光コネクタ装置においては、1つのコネクタに保持されているフェルールは、同一のものであった。当然ながら、当該コネクタを接続部材に接続した場合、1つのコネクタの備える2つのフェルールは、同じタイミングで接続部材に電氣的に接続される。一方、本実施の形態による光コネクタ装置10dは、コネクタが接続部材に接続された際に、少なくとも2つ以上のフェルール間において、当該接続部材との電氣的接続のタイミングをずらすためのものである。詳しくは、光コネクタ装置10dは、図46乃至図49に示されるように、第1光電気複合ケーブル100及び第2光電気複合ケーブル100'に接続される第1コネクタ200及び第2コネクタ200'と、第1コネクタ200と第2コネクタ200'との接続を中継するアダプタ500とを備えている。なお、本実施の形態において、第1コネクタ200、第2コネクタ200'、アダプタ500及び以下に説明する第1フェルール220、第1フェルール220b及び接続部材520dは、既に説明したものと同一のものをを用いている。従って、これらの部材については、同一の参照符号を付し、その説明は省略する。なお、上述した実施の形態において「第1フェルール」という語は第1コネクタの備える2つのフェルールを指し、「第2フェルール」という語は第2コネクタの備える2つのフェルールを指していたが、第6の実施の形態の説明においては、1つのコネクタ(第1コネクタや、第2コネクタ)が有する2つのフェルールを「第1フェルール」、「第2フェルール」と呼ぶことにする。換言すると、第1フェルールと第2フェルールは同一のコネクタに保持されることになる。

[0125] 図46乃至図48に示されるように、第1コネクタ200は、絶縁性材料からなる第1コネクタハウジング202と、第1フェルール220及び第2フェルール220bと、第1スリーブ(第1被かしめ部)240と、第1付勢部材206と、絶縁性材料からなる第1ケーブルストッパ207とを備えている。

[0126] 第1コネクタ200は、金属タイプの第1フェルール220と、複合タイ

プの第2フェルール220bとを備えている。図48に示されるように、第1フェルール220は、被接続部221と、大径部228と、肩部230と、筒状部212とを有している。上述したように、第1フェルールの被接続部221及び大径部228はいずれも導体で構成されている。第1フェルールの被接続部221は、第1導電部として機能する。一方、図49に示されるように、第2フェルール220bも被接続部221と、大径部228と、肩部230と、筒状部212とを有している。第2フェルール220bの被保持部221は、絶縁体からなる前部222と、導体からなり大径部と一体形成されている後部224とで構成されている。後部224は、第2導電部として機能する。本実施の形態において、図46に示されるように、第1フェルール220は、それ自体が第1導電部として機能するため、第1フェルール220の端面である第1先端面225と第1導電部との距離はゼロである。これに対して、第2フェルール220bの端面である第2先端面225aから第2導電部（後部224）までは、間に位置する絶縁性材料からなる前部222の分だけ離れている。即ち、第1先端面225と第1導電部（第1フェルール220自体）との距離は、第2先端面225aと第2導電部（後部224）との距離とは異なっている。

[0127] 第1の実施の形態においても説明したように、第1フェルール220と第1光電気複合ケーブル100は、上述した第1の結線構造（図4及び図5参照）によって結線されている。本実施の形態においては、第1フェルール220は、第1付勢部材206により、常時、第1フェルール220及び第2フェルール220bを前方に押圧することとなる。なお、第1付勢部材206を低コストの樹脂等の絶縁部材で構成することとしても良い。

[0128] 第2コネクタ200'は、第1コネクタ200と鏡像関係を有するように構成されている。また、第1第2フェルール220'と第2フェルール220b'との配置が、第1コネクタ200のものとは逆になっている点以外の点については、第1コネクタ200同一の構成を有している。即ち、第2コネクタ200'も、図46乃至図49に示されるように、絶縁性材料からな

る第2コネクタハウジング202'と、第1フェルール220'及び第2フェルール220b'と、第2スリーブ（第2被かしめ部）240'と、第2付勢部材206'と、絶縁性材料からなる第2ケーブルストッパ207'とを備えている。

[0129] 第1コネクタ200の第1フェルール220及び第2フェルール220bと同様に、第2コネクタ200'の第1フェルール220'は複合タイプ（図24参照）のフェルールであり、第2フェルール220b'は金属タイプのフェルール（図3参照）である。更に、第1フェルール220'の先端面から第1導電部（後部224'）までの距離と、第2フェルール220b'の先端面から第2導電部（第2フェルール220b'自身）までの距離は互いに異なっている。

[0130] 本実施の形態によるアダプタ500は、図46乃至図49並びに図50乃至図53に示されるように、絶縁性材料からなるアダプタハウジング510と、導電性材料からなる2つの接続部材520dと（図32参照）、接続部材520dを収容する収容部550とを備えている。アダプタハウジング510には、図46に示されるように、第1コネクタ200の係止部204が係止する係止孔512と、第2コネクタ200'の係止部204'が係止する係止孔512'と、収容部550が形成されている。

[0131] 図47及び図53から理解されるように、収容部550は、第1部位530と第2部位540の2つのパーツからなる。また、収容部550は、接続部材520dが位置する収容空間554と、収容空間554と連通する第1挿入口532及び第2挿入口542とを有している。第1挿入口532及び第2挿入口542の内径は、収容空間554の内径（内壁部の径）よりも小さい。これにより、収容空間554は接続部材520dを収容可能であるのに対して、第1挿入口532及び第2挿入口542は接続部材520dが収容空間554から抜け出ないように構成されている。

[0132] 図48に示されるように、2つの接続部材520dのうちの一方は、第1コネクタ200の第1フェルール220の被保持部221（第1端部）と、

第2コネクタ200'の第1フェルール220'の被保持部221（第1端部）とを把持するようにして両者の電氣的接続を図っている。他方、図49に示されるように、2つの接続部材520dのうちの他の一方は、第1コネクタ200の第2フェルール220bの被保持部221（第2端部）と、第2コネクタ200'の第2フェルール220b'被保持部221'（第2端部）とを把持して両者の電氣的接続を図るためのものである。

[0133] 本実施の形態による光コネクタ装置においては、上述したように、第1フェルール220と第2フェルール220bとで端面から導電部までの距離が互いに異なっていることから、アダプタ500に第1コネクタ200や第2コネクタ200'を嵌合接続する際、それら導電部がアダプタ500の接続部材520dと電氣的に接続されるタイミングを第1フェルール220と第2フェルール220bとで異ならせることができるため、活線挿抜を行うことができる。

[0134] なお、本実施の形態における光コネクタ装置は上述した部材に限定されない。例えば、フェルールと光電気複合ケーブルの結線構造としては既に説明した第1乃至第4の結線構造（図4、図5、図8乃至図13）を、アダプタハウジングとしてはアダプタハウジング510（図14又は図27、図19参照）又は510a（図19参照）を、接続部材としては接続部材520（図2参照）、520a（図20参照）、520b（図21参照）、520c（図28参照）又は520d（図32参照）を、適宜組合せて用いることができる。更に、アダプタの備える2つの接続部材のうち、一方の接続部材をフェルールと当接することにより接続を図る接続部材520e（図42参照）としてもよい。この場合、接続部材520eについては、図19に示されるアダプタ500aと同じタイプのものを用い、当該接続部材520eに当接させるフェルールとしては、絶縁タイプのフェルール220c（図39及び図40参照）を用いることとすればよい。また、例えば、第1フェルール間の接続には接続部材を介在させる一方で、第2フェルール間の接続は互いの端面を突き合わせるものとしてもよい。これらの構成によっても、アダプ

タへのコネクタの接続時における複数系統の電氣的接続のタイミングを異ならせることができる。

[0135] (第7の実施の形態)

上述した第6の実施の形態による光コネクタ装置は、2つのコネクタと、それらの中継するアダプタとを備えるものであったが、コネクタと、光学素子を備えるアダプタとを備えるもので構成してもよい。

[0136] このような光コネクタ装置の例としては、フェルールと接続部材とを把持により接続させるタイプについては、例えば、図35乃至図37に示されるアダプタ900及び接続部材930とを用いることとし、当該接続部材930に接続されるフェルールについては、金属タイプのフェルール220（図3参照）又は複合タイプのフェルール220a（図16及び図17参照：図24に示されるような複合タイプのフェルール220bであってもよい）を用いることとしてもよい。この場合、図46において説明した光コネクタ装置10dの第1フェルール及び第2フェルールの構成と同様に、例えば、第1フェルールを金属タイプのフェルール220とし、第2コネクタを複合タイプのフェルール220b（又はフェルール220a）としてもよい。かかる構成によれば、第6の実施の形態と同様に、第1フェルール220の第1端面225から被保持部221（第1導電部）までの距離（本実施の形態においてはゼロ）と、第2フェルール220bの第2端面225aから後部224（第2導電部）までの距離を異なるものとすることができる。これにより、第1フェルール220と一方の接続部材930との電氣的接続のタイミングと、第2フェルール220aと他方の接続部材930との電氣的接続のタイミングとを異ならせることができる。その結果、活線挿抜が可能となる。

[0137] 一方、フェルールと接続部材とを当接させることにより接続させるタイプを第1フェルール又は第2フェルールのいずれかに適用する例については、例えば、アダプタについては、図43乃至図45に示されるアダプタ900aを用いることができ、接続部材については接続部材930及び接続部材9

30aを組合せて用いることとすればよい。また、接続部材930に接続されるフェルールとしては金属タイプのフェルール220又は複合タイプのフェルール220a（又はフェルール220b）を用い、接続部材930aに接続されるフェルールとしては絶縁タイプのフェルール220c（図39及び図40）を用いることとすればよい。かかる構成によっても、第1フェルール220の第1先端面225（又は225a）から第1導電部までの距離（金属タイプのフェルールの場合はゼロ。複合タイプのフェルールの場合は前部222の長さに相当する距離）と、第2フェルール220cの第2先端面225cから第2導電部までの距離（被保持部221の長さに相当する距離）を異なるものとすることができる。これにより、一方のフェルール（金属タイプ又は複合タイプ）及び接続部材930の電氣的接続のタイミングと、他方のフェルール（絶縁タイプ）及び接続部材930aの電氣的接続のタイミングとを異ならせることができる。その結果、活線挿抜が可能となる。

[0138] 更に、上述した実施の形態においては、第1フェルール及び第2フェールの2つのフェルールを有するコネクタについて説明してきたが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、コネクタに3つ以上のフェルールを組み込むこととしてもよい。その場合、すべてのフェルールについて端面から導電部までの距離を異ならせることとしてもよい。例えば、第1コネクタ200に対して、金属タイプの第1フェルール220と、複合タイプの第2フェルール220a（又はフェルール220b）と、更に複合タイプの第3フェルールを持たせることとしてもよい。又は、第1コネクタ200に対して、第1乃至第3フェルールを全て複合タイプのフェルールとしてもよい。この場合、第3フェールの端面である第3先端面と第3フェールに設けられた導電部である第3導電部（被接続部の後部）との距離を、第1先端面225と第1導電部（第1フェルール220自体）との距離、及び第2先端面225aと第2導電部（後側部材224）との距離のいずれの距離とも異なるものであればよい。更に、第1フェルール、第2フェルール及び第3フェールの組合せを、金属タイプのフェルール220、複合タイプのフェ

ルール 220 a（又はフェルール 220 b）及び絶縁タイプのフェルール 220 c から適宜選択し組合せることとしてもよい。なお、各フェルールについては、第 1 の実施の形態において説明した第 1 乃至第 4 の結線構造（図 4、図 5 及び図 8 乃至図 13 参照）のいずれも適用することができることは言うまでもない。

[0139] （第 8 の実施の形態）

最後に、上述した第 1 乃至第 7 の実施の形態に用いられるフェールの先端面の変形例について説明する。フェールの先端を研磨せず、フェールとフェールとの先端間においても電氣的接続を積極的に図る場合、例えば、フェールの先端を図 5 4 や図 5 5 に示されるように構成してもよい。図 5 4 に示されるフェール 2200 e の先端面 225 e には、中心を跨ぐようにして形成された凹部 226 e が形成されている。この凹部 226 e は、フェール 2200 e を先端側から見た場合に、略矩形を有している。

[0140] また、図 5 5 に示されるフェール 2200 f の先端面 225 f には、凹部 226 f が形成されている。この凹部 226 f は、フェール 2200 f を先端側から見た場合に、中心角が 180 度より小さい扇形を有している。図 5 4 や図 5 5 に示されるようなフェール 2200 e 及び 2200 f の場合、ファイバ素線を応力切断する際に、フェール 2200 e 及び 2200 f の凹部 226 e 及び 226 f 内において光ファイバ素線にキズを付けて応力を加えることで、フェール 2200 e 及び 2200 f の先端面 225 e 及び 225 f よりも低い位置に（即ち凹部 226 d 及び 226 e 内に）ファイバ素線の先端面を位置させることができる（図 5 6 のフェール 2200 e 参照）。なお、当接させるフェールの両方に対して、凹部 226 e、226 f を適用することができる。この場合、凹部の形状によっては、フェールの回転により、フェールの先端同士が意図しない係合状態を構成してしまう恐れもあるが、図 5 5 に示されるような扇形の凹部 226 f を採用することとすると、フェールが回転した場合であっても、フェール間の意図しない係合状態を避け、先端面同士での接続を図ることができる。

[0141] 更に、図56に示されるように、凹部が設けられたフェルール2200e（又はフェルール2200f）と凹部が設けられていない通常のフェルールとの先端を当接させることとしてもよい。上述した構成によれば、フェルール間の電氣的接続を適切に図る一方で、光ファイバ素線の端部同士の衝突による光ファイバ素線の損傷を防ぐことができる。

[0142] 以上、説明した第1～第8の実施の形態による光コネクタ装置は、光電気複合ケーブルの接続用に用いられるものであったが、上述した実施の形態にて示された概念は単なる光ケーブルの接続用に用いられる光コネクタ装置にも適用可能である。

符号の説明

- [0143] 10、10a、10b、10c、10d 光コネクタ装置
- 100 第1光電気複合ケーブル（光電気複合ケーブル）
- 100' 第2光電気複合ケーブル
- 110 第1光ファイバ素線（光ファイバ素線）
- 110' 第2光ファイバ素線
- 120 第1保護被膜（保護被膜）
- 120' 第2保護被膜
- 121 光ファイバ心線
- 122 抗張力繊維
- 130 第1メタル導体（メタル導体）
- 130' 第2メタル導体
- 140 第1外被（外被）
- 140' 第2外被
- 200 第1コネクタ（コネクタ）
- 200' 第2コネクタ
- 202 第1コネクタハウジング（コネクタハウジング）
- 202' 第2コネクタハウジング
- 203 前端面

204、204' 係止部
205、205' ロック解除部
206 第1付勢部材（付勢部材）
206' 第2付勢部材
207 第1ケーブルストッパ（ケーブルストッパ）
207' 第2ケーブルストッパ
210、210a、210b、210c、2100、 本体部
211、211a、211b、211c、2110 結線部
212 第1筒状部（第1段差解消部）
212' 第2筒状部（第2段差解消部）
212a 筒状部（第1筒状部）
226a 筒状部（第2筒状部）
2200a、2200b、2200c、2200d、2200e、2200f フェルール
220、220a、220b、220c 第1フェルール（フェルール）
220'、220a'、220b'、220c' 第2フェルール
221、221' 被接続部
222、222' 前部
223 ベベル部
224、224' 後部
225、225a、225c、225e、225f 先端面
226e、226f 凹部
227 被押圧面
228 大径部
229 孔
230、230' 肩部
232、232' リング状溝
233 当接面

240、240b、240c 第1スリーブ（第1被かしめ部）
240'、240b'、240c' 第2スリーブ（第2被かしめ部）
500、500a アダプタ
505 突起
510、510a アダプタハウジング
512、512' 係止孔
520、520a、520b、520c、520d、520e 接続部材
521 切込部
522、522d 本体部
523 スリット
524 縁対向部（合わせ部）
525a、525b、525c フェルール当接部
526 切込み
527 受容部
528、528d、528e バネ部
529 支持部
530 第1部位
532 第1挿入口
534 第2挿入口
540 第2部位
541 縁部
541e 導電部
550、550a 収容部
551 圧入部
552 支持部
554 収容空間
554a、554b 端部
560 固定部

8 0 0	光学素子
8 0 1	端子
8 0 2	搭載面
8 1 0	ハウジング
8 1 2	接合端面
8 2 0	接続部
9 0 0、9 0 0 a	アダプタ
9 1 0、9 1 0 a	ハウジング
9 2 6	切込み
9 2 7、9 2 7 a	受容部
9 2 8、9 2 8 a	バネ部
9 3 0、9 3 0 a	接続部材
9 4 1	端部
9 4 1 a	導電部
9 5 0、9 5 0 a	收容部
9 5 1	圧入部
9 5 2	支持部
9 5 4 a、9 5 4 b	端部
9 6 0	素子收容部
9 7 0	接続延部

請求の範囲

[請求項1] 第1光ファイバ素線と第1メタル導体とを含む第1光電気複合ケーブルに接続される第1コネクタと、第2光ファイバ素線と第2メタル導体とを含む第2光電気複合ケーブルに接続される第2コネクタと、前記第1コネクタと前記第2コネクタとの接続を中継するアダプタとを備える光コネクタ装置であって、

前記第1コネクタは、前記第1メタル導体に電氣的に接続される導電部を少なくとも表面の一部に有し且つ前記第1光ファイバ素線を保持する第1フェルールを備えており、

前記第2コネクタは、前記第2メタル導体に電氣的に接続される導電部を少なくとも表面の一部に有し且つ前記第2光ファイバ素線を保持する第2フェルールを備えており、

前記アダプタは、前記第1フェルールと前記第2フェルールとを保持しつつ前記第1フェールの前記導電部と前記第2フェールの前記導電部との電氣的接続を図るために少なくとも表面の一部に導電性を持たせてなる接続部材を備えている
光コネクタ装置。

[請求項2] 請求項1記載の光コネクタ装置において、

前記第1フェルール及び前記第2フェールの夫々は、端面を含む端部であって少なくとも表面が絶縁性である端部を更に有しており、

前記導電部は、前記端面から離れた位置に形成されている
光コネクタ装置。

[請求項3] 請求項1記載の光コネクタ装置において、

前記第1フェルール及び前記第2フェールの夫々は、少なくとも表面全体に導電性を持たせてなるものである
光コネクタ装置。

[請求項4] 請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の光コネクタ装置において、
、

前記接続部材は、前記第 1 フェルールの表面の一部と前記第 2 フェルールの表面の一部とを把持することによって、前記第 1 フェルールの導電部と前記第 2 フェルールの導電部との間の電氣的接続を図るものである

光コネクタ装置。

[請求項5] 請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の光コネクタ装置において

、

前記接続部材は、割スリーブである

光コネクタ装置。

[請求項6] 請求項 5 記載の光コネクタ装置において、

前記割スリーブの非接続状態における内径は、前記第 1 フェルール及び前記第 2 フェルールの前記割スリーブに保持される部位である被保持部の外径よりも小さい

光コネクタ装置。

[請求項7] 請求項 6 記載の光コネクタ装置において、

前記第 1 フェルール及び前記第 2 フェルールの先端面は、前記被保持部の外径よりも小さい径を有しており、

前記割スリーブの非接続状態における内径は、前記第 1 フェルール及び前記第 2 フェルールの前記先端面の径よりも大きい

光コネクタ装置。

[請求項8] 請求項 5 乃至請求項 7 のいずれかに記載の光コネクタ装置において

、

前記アダプタは、前記割スリーブの前記内径を可変とした状態で前記割スリーブを保持する収容部を更に備えている

光コネクタ装置。

[請求項9] 請求項 8 記載の光コネクタ装置において、

前記収容部は、前記割スリーブを収容する収容空間と、該収容空間と連通する第 1 挿入口であって前記第 1 フェルールを挿入される第 1

挿入口と、前記收容空間と連通する第2挿入口であって前記第2フェルールを挿入される第2挿入口を有しており、

前記第1挿入口及び第2挿入口の内径は、前記割スリーブの前記内径よりも大きく前記割スリーブの外径よりも小さい光コネクタ装置。

[請求項10] 請求項5乃至請求項9のいずれかに記載の光コネクタ装置において、

前記割スリーブは、当該割スリーブの割幅を規定するスリットの他に切込部が形成されている光コネクタ装置。

[請求項11] 請求項1乃至請求項10のいずれかに記載の光コネクタ装置において、

前記第1フェルールの先端には凹部が形成されており、

前記第1光ファイバ素線の先端は前記第1フェルールの先端面から突出しないようにして前記凹部内に位置している光コネクタ装置。

[請求項12] 請求項11記載の光コネクタ装置において、

前記凹部は、前記第1フェルールを先端側から見た場合に、中心角が180度より小さい扇形を有している光コネクタ装置。

[請求項13] 請求項1乃至請求項12のいずれかに記載の光コネクタ装置において、

前記第1コネクタは、前記第1フェルールを前記第2フェルールに向けて付勢する第1付勢部材を更に備えており、

前記第2コネクタは、前記第2フェルールを前記第1フェルールに向けて付勢する第2付勢部材を更に備えている光コネクタ装置。

[請求項14] 光電気複合ケーブルの光ファイバ素線を保持するフェルールであって当該光電気複合ケーブルのメタル導体に電氣的に接続される導電部

を有するフェルールと、光学素子と、該光学素子を保持しつつ前記フェルールと光学素子との接続を中継するアダプタとを備える光コネクタ装置において、

前記アダプタは、前記フェルールを保持しつつ前記導電部と電氣的接続を図るために少なくとも表面の一部に導電性を持たせてなる接続部材を備えている

光コネクタ装置。

[請求項15] 請求項14記載の光コネクタ装置において、前記フェルールは、端面を含む端部であって少なくとも表面が絶縁性である端部を更に有しており、

前記導電部は、前記端面から離れた位置に位置している

光コネクタ装置。

[請求項16] 請求項14又は請求項15のいずれかに記載の光コネクタ装置において、

前記接続部材は、前記フェルールを挿入されるスリーブである、

光コネクタ装置。

[請求項17] 請求項16に記載の光コネクタ装置であって、

前記スリーブは、当該フェルールが挿入される側の端部から前記フェルールの挿入方向に沿って切り込まれた切込部を有している、

光コネクタ装置。

[請求項18] 光電気複合ケーブルの光ファイバ素線を保持するフェルールであって当該光電気複合ケーブルのメタル導体に電氣的に接続される当接部を有するフェルールと、前記フェルールと光学的接続及び電氣的接続を同時に図る接続対象物とを備える光コネクタ装置において、

前記接続対象物は、前記フェルールの端部を受容する受容部と、少なくとも前記受容部の端部に設けられた導電部と、前記受容部の内部に設けられた光学的接続部位とを備えており、

前記受容部に前記フェルールの端部を受容することにより、前記光

ファイバ素線の端面を前記光学的接続部位に対向させて前記光学的接続を図ると共に、前記導電部に前記当接部を当接させて前記電氣的接続を図る

光コネクタ装置。

[請求項19] 請求項18記載の光コネクタ装置において、
前記受容部は、筒状の形状を有し、
前記導電部は、前記受容部の縁部に設けられている
光コネクタ装置。

[請求項20] 請求項18又は請求項19に記載の光コネクタ装置において、
前記フェルールは、前記受容部に受容される受容部と、被受容部よりも大きな径を有する大径部とを有しており、
前記当接部は、前記被受容部と前記大径部との境界を構成している
当接面である
光コネクタ装置。

[請求項21] 請求項18乃至請求項20のいずれかに記載の光コネクタ装置において、
前記接続対象物は、前記光学的接続部位を有する光学素子と、前記受容部を有し且つ前記光学素子を保持するハウジングとを備える
光コネクタ装置。

[請求項22] 請求項18乃至請求項21のいずれかに記載のコネクタ装置において、
前記接続対象物は、前記光学的接続部位を有する光学素子と、前記光学素子を保持する絶縁性のハウジングと、前記ハウジングに保持された接続部材であって、前記導電部及び前記受容部を有する接続部材とを備える
光コネクタ装置。

[請求項23] 請求項22記載の光コネクタ装置において、
前記接続部材は、導電体からなる

光コネクタ装置。

[請求項24]

請求項 2 3 記載の光コネクタ装置において、

前記受容部は、所定方向に沿って前記フェルールの端部を受容するものであり、

前記接続部材は、前記導電部を前記所定方向に沿って変位可能となるように支持するバネ部を更に備えている

光コネクタ装置。

[請求項25]

請求項 2 4 記載の光コネクタ装置において、

前記受容部は、略円筒形を有しており、

前記バネ部は、前記受容部の周方向に延びている

光コネクタ装置。

[請求項26]

請求項 1 8 乃至請求項 2 5 のいずれかに記載の光コネクタ装置であって、前記フェルールの前記当接部を前記ハウジングの前記受容部に向けて付勢する付勢部材を更に備えている、光コネクタ装置。

[請求項27]

請求項 1 8 乃至請求項 2 0 のいずれかに記載の光コネクタ装置において、

前記接続対象物は、光電気複合ケーブルの光ファイバ素線を保持するフェールルであって当該光電気複合ケーブルのメタル導体に電氣的に接続される当接部を有するフェールルと、前記導電部及び前記受容部を有する接続部材であって前記受容部と連通し且つ前記相手側フェルールの端部を接続する相手側接続部と少なくとも前記相手側受容部の端部に設けられ且つ前記導電部と電氣的に接続されている相手側導電部とを更に有する接続部材とを備えており、

前記相手側フェルールの端部が前記相手側接続部に接続されることにより、前記相手側導電部に前記相手側当接部を当接させると共に相手側光ファイバ素線の端面を前記光学的接続部位として機能させる光コネクタ装置。

[請求項28]

請求項 2 7 記載の光コネクタ装置において、

前記接続部材は、導電体からなる光コネクタ装置。

[請求項29]

請求項28記載の光コネクタ装置において、

前記接続部は、所定方向に沿って前記フェルールの端部を受容する受容部であり、

前記接続部材は、前記導電部を前記所定方向に沿って変位可能となるように支持するバネ部を更に備えている
光コネクタ装置。

[請求項30]

請求項29記載の光コネクタ装置において、

前記受容部は、略円筒形を有しており、

前記バネ部は、前記受容部の周方向に延びている

光コネクタ装置。

[請求項31]

請求項18乃至請求項30のいずれかに記載の光コネクタ装置において、

前記フェルールの先端には凹部が形成されており、

前記光ファイバ素線の先端は前記フェルールの先端面から突出しないようにして前記凹部内に位置している

光コネクタ装置。

[請求項32]

請求項31記載の光コネクタ装置において、前記凹部は、前記フェルールを先端側から見た場合に、中心角が180度より小さい扇形を有している

光コネクタ装置。

[請求項33]

第1光ファイバ素線と第1メタル導体とを含む第1光電気複合ケーブルに接続される第1コネクタと、第2光ファイバ素線と第2メタル導体とを含む第2光電気複合ケーブルに接続される第2コネクタと、前記第1コネクタと前記第2コネクタとの接続を中継するアダプタとを備える光コネクタ装置であって、

前記第1コネクタは、前記第1光ファイバ素線を保持する第1フェルールであって、表面の少なくとも一部に前記第1メタル導体に接続

される第1導電部を有する第1フェルールを備えており、

前記第2コネクタは、前記第2光ファイバ素線を保持する第2フェルールであって、表面の少なくとも一部に前記第2メタル導体に接続される第2導電部を有する第2フェルールを備えており、

前記アダプタは、前記第1フェルールと前記第2フェルールとを接続する接続部材を備えており、

前記第1フェルールの先端には凹部が形成されており、

前記第1光ファイバ素線の先端は前記第1フェルールの先端面から突出しないようにして前記凹部内に位置している
光コネクタ装置。

[請求項34]

請求項33記載の光コネクタ装置において、

前記第1導電部は、前記第1フェルールの端面にも形成されており、

前記第2導電部は、前記第2フェルールの端面にも形成されており、

前記第1フェルールの端面と前記第2フェルールの端面とを突き合わせるにより、第1導電部と第2導電部との電氣的接続を図ると共に第1光ファイバ素線と第2光ファイバ素線との光学的接続を図る
光コネクタ装置。

[請求項35]

請求項33又は請求項34に記載の光コネクタ装置において、

前記凹部は、前記第1フェルールを先端側から見た場合に、中心角が180度より小さい扇形を有している光コネクタ装置。

[請求項36]

請求項33乃至請求項35のいずれかに記載の光コネクタ装置において、

前記第1コネクタは、前記第1フェルールを前記第2フェルールに向けて付勢する第1付勢部材を更に備えており、

前記第2コネクタは、前記第2フェルールを前記第1フェルールに向けて付勢する第2付勢部材を更に備えている

光コネクタ装置。

[請求項37]

フェルールを接続する接続部材を有する光コネクタ装置であって、
前記スリーブは、2つの縁部を有する金属平板を加工して前記縁部同士を対向させて筒状又は略筒状の本体部を有するように形成されてなるものであり、

前記本体部は、前記スリーブの軸方向と直交する直交面内において互いに離して形成された複数のフェルール当接部であって、前記スリーブが前記フェルールを保持する際に前記フェルールに当接させられるフェルール当接部を備えている

光コネクタ装置。

[請求項38]

請求項37記載の光コネクタ装置であって、

前記フェルール当接部の夫々は、前記直交面内において直線状であり、且つ、前記軸方向に沿って延びており、

前記フェルール当接部は、3つあり、略120度間隔で前記本体部に配置されている

光コネクタ装置。

[請求項39]

請求項38記載の光コネクタ装置であって、

前記本体部は、前記縁部同士が対向してなる縁対向部を有しており、

前記フェルール当接部の1つは、前記直交面内において、前記縁対向部の反対側に位置している

光コネクタ装置。

[請求項40]

請求項37乃至請求項39のいずれかに記載の光コネクタ装置であって、前記接続部材を保持するホルダを更に備えた光コネクタ装置において、

前記フェルールは、光ファイバ素線とメタル導体とを含む光電気複合ケーブルの前記メタル導体と電氣的に接続された状態で前記光電気複合ケーブルを保持するものであり、

前記接続部材は、前記フェルールに接触する１対のバネ部と、支持部とを備えている

光コネクタ装置。

[請求項41] 請求項４０記載の光コネクタ装置であって、

前記直交面内において、前記支持部は前記１対のバネ部の中間に位置している

光コネクタ装置。

[請求項42] 第１端面を有する第１フェルールと第２端面を有する第２フェルールを備える光コネクタであって、

前記第１フェルールには、第１導電部が設けられており、

前記第２フェルールには、第２導電部が設けられており、

前記第１端面と前記第１導電部との距離は、前記第２端面と前記第２導電部との距離と異なっている

光コネクタ。

[請求項43] 請求項４２記載の光コネクタであって、

前記第１フェルールは、第１外周面を有すると共に前記第１端面を端面として有する円柱状の第１端部を備えており、

前記第２フェルールは、第２外周面を有すると共に前記第２端面を端面として有する円柱状の第２端部を備えており、

前記第１導電部は、前記第１外周面上の少なくとも一部に形成されており、

前記第２導電部は、前記第２外周面上の一部であって前記第２端面から離れた位置に形成されている

光コネクタ。

[請求項44] 請求項４３記載の光コネクタであって、

前記第１導電部は、前記第１外周面の全体に亘って形成されている光コネクタ。

[請求項45] 請求項４３又は請求項４４記載の光コネクタであって、

前記第 2 外周面の前記第 2 端面から前記第 2 導電部までの部位は絶縁性材料からなる

光コネクタ。

[請求項46] 請求項 4 2 乃至請求項 4 5 のいずれかに記載の光コネクタであって、

第 3 端面及び第 3 外周面を有する円柱状の第 3 端部を有する第 3 フェルールを更に備えており、

前記第 3 外周面上の一部であって前記第 3 端面から離れた位置には、第 3 導電部が形成されており、

前記第 3 端面と前記第 3 導電部との距離は、前記第 1 端面と前記第 1 導電部との距離とも前記第 2 端面と前記第 2 導電部との距離とも異なっている

光コネクタ。

[請求項47] 請求項 4 2 乃至請求項 4 6 のいずれかに記載の光コネクタと、当該光コネクタと接続する接続部材とを備える光コネクタ装置であって、

前記接続部材は、導電性を有する 2 つの把持部材を少なくとも備えており、

前記把持部材の一方は、前記第 1 導電部を把持することにより前記第 1 導電部と電氣的に接続されるものであり、

前記把持部材の他方は、前記第 2 導電部を把持することにより前記第 2 導電部と電氣的に接続されるものである

光コネクタ装置。

[請求項48] 請求項 4 7 記載の光コネクタ装置であって、

相手方光コネクタとして請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の光コネクタであって前記光コネクタとは別の光コネクタを更に備えており、

前記接続部材は、前記光コネクタと前記相手方光コネクタとを接続するためのアダプタである

光コネクタ装置。

[請求項49] 請求項48記載の光コネクタ装置であって、
前記接続部材は、前記光コネクタの相手方コネクタである
光コネクタ装置。

[請求項50] 光電気複合ケーブルと導電性を有するフェルールとの結線構造において、

前記光電気複合ケーブルは、光ファイバ素線と、前記光ファイバ素線を覆う保護用被覆と、前記保護用被覆の外周に配置されメタル素線を複数本隙間なく配置してパイプ状の外部導体を成形したメタル導体と、これらを覆う外被とを有しており、

前記フェルールは、前記光ファイバ素線を挿入され且つ前記挿入された光ファイバ素線を中心部に保持する本体部と、前記メタル導体と接続する結線部とを有しており、

前記フェルールは、前記本体部から前記結線部まで導電性を有しており、

前記結線部は、前記保護用被覆を挿通させる筒状部を有しており、

前記筒状部の外周に前記メタル導体を配置して、前記メタル導体の外径と前記外被の外径とを略同一径にし、略同一の外径を呈する前記メタル導体と前記外被とをスリーブに挿入した後、前記スリーブをかしめることにより、前記光電気複合ケーブルを前記フェルールに保持固定して光伝送用として用い且つ前記フェルールと前記メタル導体とを電気接続させることを特徴とする光電気複合ケーブルとフェルールとの結線構造。

[請求項51] 光電気複合ケーブルと導電性を有するフェルールとの結線構造において、

前記光電気複合ケーブルは、光ファイバ心線と、前記光ファイバ心線の外周に配置されメタル素線を複数本隙間なく配置してパイプ状の外部導体を成形したメタル導体と、これらを覆う外被とを有しており

、

前記フェルールは、前記光ファイバ心線を挿入され且つ前記挿入された光ファイバ心線を中心部に保持する本体部と、前記メタル導体と接続し前記外被を保持固定する結線部とを有しており、

前記フェルールは、前記本体部から前記結線部まで導電性を有しており、

前記結線部は、前記光ファイバ心線の中心部から前記メタル導体の外側までの径に対応する第1の内径を有する第1筒状部と、前記光ファイバ心線の中心部から前記外被の外側までの径に対応する第2の内径を有する第2筒状部とを有しており、

前記光電気複合ケーブルを前記結線部に挿入し前記結線部をかしめることにより、前記光電気複合ケーブルを前記フェルールに保持固定し光伝送用として用い且つ前記フェルールと前記メタル導体とを電気接続させることを特徴とする光電気複合ケーブルとフェルールとの結線構造。

[請求項52]

光電気複合ケーブルと導電性を有するフェルールとの結線構造において、

前記光電気複合ケーブルは、光ファイバ心線と、前記光ファイバ心線の外周に配置されメタル素線を複数本隙間なく配置してパイプ状の外部導体を成形したメタル導体と、これらを覆う外被とを有しており、

前記フェルールは、前記光ファイバ心線を挿入され且つ前記挿入された光ファイバ心線を中心部に保持する本体部と、前記メタル導体と接続し前記外被を保持固定する結線部とを有しており、

前記フェルールは、前記本体部から前記結線部まで導電性を有しており、

前記外被の外径と略同一径の外径を有するスリーブに前記メタル導体を挿入した後、前記光電気複合ケーブルを前記結線部に挿入し前記

結線部をかしめることにより、前記光電気複合ケーブルを前記フェルールに保持固定し光伝送用として用い且つ前記フェルールと前記メタル導体とを電気接続させることを特徴とする光電気複合ケーブルとフェルールとの結線構造。

[請求項53] 光電気複合ケーブルと導電性を有するフェルールとの結線構造において、

前記光電気複合ケーブルは、光ファイバ素線と、前記光ファイバ素線を覆う保護用被覆と、前記保護用被覆の外周に配置されメタル素線を複数本隙間なく配置してパイプ状の外部導体を成形したメタル導体と、これらを覆う外被とを有し、

前記フェルールは、前記光ファイバ素線が挿入され中心部に保持する本体部と、前記メタル導体と接続し前記外被を保持固定する結線部とを有しており、

前記フェルールは、前記本体部から前記結線部まで導電性を有しており、

前記保護用被覆と前記メタル導体との間にスリーブを挿入して、前記メタル導体の外径と前記外被の外径とを略同一径の外径を有するようにした後、前記光電気複合ケーブルを前記結線部に挿入し前記結線部をかしめることにより、前記光電気複合ケーブルを前記フェルールに保持固定し光伝送用として用い、かつ前記フェルールと前記メタル導体とを電気接続させることを特徴とする光電気複合ケーブルとフェルールとの結線構造。

[請求項54] 光電気複合ケーブルと導電性を有するフェルールとの結線方法であって、

前記光電気複合ケーブルは、光ファイバ素線と、前記光ファイバ素線を覆う保護用被覆と、前記保護用被覆の外周に配置されメタル素線を複数本隙間なく配置してパイプ状の外部導体を成形したメタル導体と、これらを覆う外被とを有しており、前記フェルールは、前記光フ

ファイバ素線が挿入され中心部に保持する本体部と、前記メタル導体と接続する結線部とを有している、光電気複合ケーブルとフェルールとの結線方法において、

前記メタル導体を露出させ前記外被を除去する外被除去工程と、

露出した前記メタル導体を所定長さにしかつ前記保護用被覆を露出させるメタル導体切断工程と、

前記光ファイバ素線を露出させ前記保護用被覆を除去する保護用被覆除去工程と、

前記結線部の筒状部に前記保護用被覆を挿通させ、前記筒状部の外周に前記メタル導体を配置させるメタル導体配置工程と、

前記筒状部の外周に配置したメタル導体と前記外被とをスリーブに挿入するスリーブ取付工程と、

前記スリーブをかしめる結線部カシメ工程と

を備えることを特徴とする光電気複合ケーブルとフェルールとの結線方法。

[請求項55]

光電気複合ケーブルと導電性を有するフェルールとの結線方法であって、

前記光電気複合ケーブルは、光ファイバ心線と、前記光ファイバ心線を覆う保護用被覆と、前記保護用被覆の外周に配置されメタル素線を複数本隙間なく配置してパイプ状の外部導体を成形したメタル導体と、これらを覆う外被とを有しており、前記フェルールは、前記光ファイバ素線が挿入され中心部に保持する本体部と、前記メタル導体と接続し前記外被を保持固定する結線部とを有しており、前記結線部は、前記光ファイバ素線の中心部から前記メタル導体の外側までの径に対応する第1の内径を有する第1筒状部と、前記光ファイバ素線の中心部から前記外被の外側までの径に対応する第2の内径を有する第2筒状部とを有している、光電気複合ケーブルとフェルールとの結線方法において、

前記メタル導体を露出させ前記外被を除去する外被除去工程と、
露出した前記メタル導体を所定長さにしかつ前記保護用被覆を露出させるメタル導体切断工程と、

前記光ファイバ素線を露出させ前記保護用被覆を除去する保護用被覆除去工程と、

前記結線部に前記光電気複合ケーブルを挿入する挿入工程と、

前記光電気複合ケーブルの挿入された前記結線部をかしめる結線部カシメ工程と

を備えることを特徴とする光電気複合ケーブルとフェルールとの結線方法。

[請求項56] 光電気複合ケーブルと導電性を有するフェルールとの結線方法であって、

前記光電気複合ケーブルは、光ファイバ心線と、前記光ファイバ心線を覆う保護用被覆と、前記保護用被覆の外周に配置されメタル素線を複数本隙間なく配置してパイプ状の外部導体を成形したメタル導体と、これらを覆う外被とを有しており、前記フェルールは、前記光ファイバ心線が挿入され中心部に保持する本体部と、前記メタル導体と接続し前記外被を保持固定する結線部とを有している、光電気複合ケーブルとフェルールとの結線方法において、

前記メタル導体を露出させ前記外被を除去する外被除去工程と、

露出した前記メタル導体を所定長さにしかつ前記保護用被覆を露出させるメタル導体切断工程と、

前記光ファイバ素線を露出させ前記保護用被覆を除去する保護用被覆除去工程と、

前記外被の外径と略同一径の外径を有するスリーブに前記露出したメタル導体を挿入するスリーブ取付工程と、

前記スリーブ付きの前記光電気複合ケーブルを前記結線部に挿入する挿入工程と、

前記スリーブ付きの前記光電気複合ケーブルを挿入された前記結線部をかしめる結線部カシメ工程と
を備えることを特徴とする光電気複合ケーブルとフェルールとの結線方法。

[請求項57]

光電気複合ケーブルと導電性を有するフェルールとの結線方法であって、

前記光電気複合ケーブルは、光ファイバ素線と、前記光ファイバ素線を覆う保護用被膜と、前記保護用被膜の外周に配置されメタル素線を複数本隙間なく配置してパイプ状の外部導体を成形したメタル導体と、これらを覆う外被とを有しており、前記フェルールは、前記光ファイバ素線が挿入され中心部に保持する本体部と、前記メタル導体と接続し前記外被を保持固定する結線部とを有している、光電気複合ケーブルと導電性を有するフェルールとの結線方法において、

前記メタル導体を露出させ前記外被を除去する外被除去工程と、

露出した前記メタル導体を所定長さにしかつ前記保護用被膜を露出させるメタル導体切断工程と、

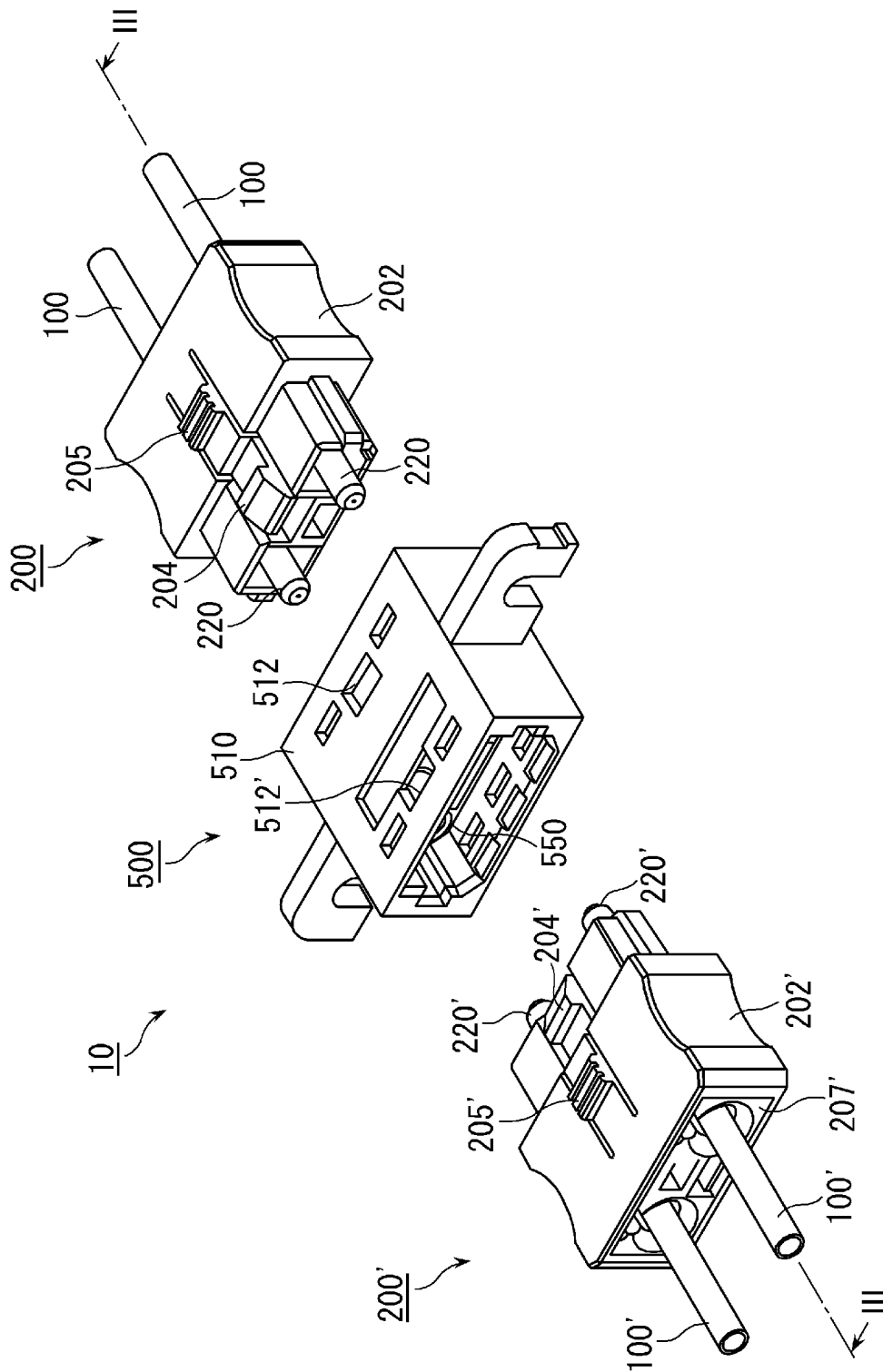
前記光ファイバ素線を露出させ前記保護用被膜を除去する保護用被膜除去工程と、

前記保護用被膜と前記メタル導体との間にスリーブを挿入して、前記メタル導体の外径と前記外被の外径とを略同一径の外径を有するようにするスリーブ挿入工程と、

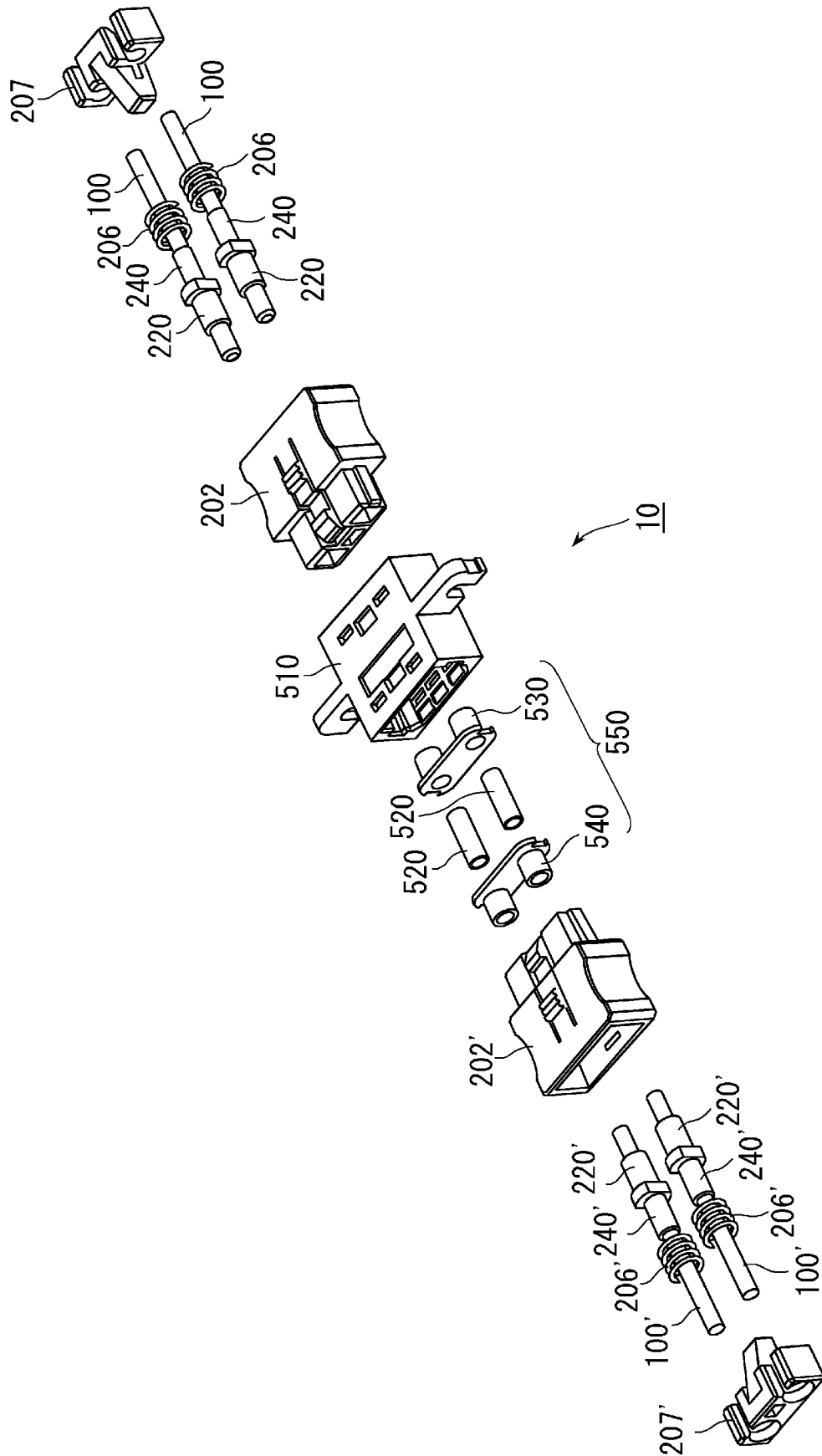
前記スリーブ付きの前記光電気複合ケーブルを前記結線部に挿入する挿入工程と、

前記スリーブ付きの前記光電気複合ケーブルを挿入された前記結線部をかしめる結線部カシメ工程と
を備えることを特徴とする光電気複合ケーブルとフェルールとの結線方法。

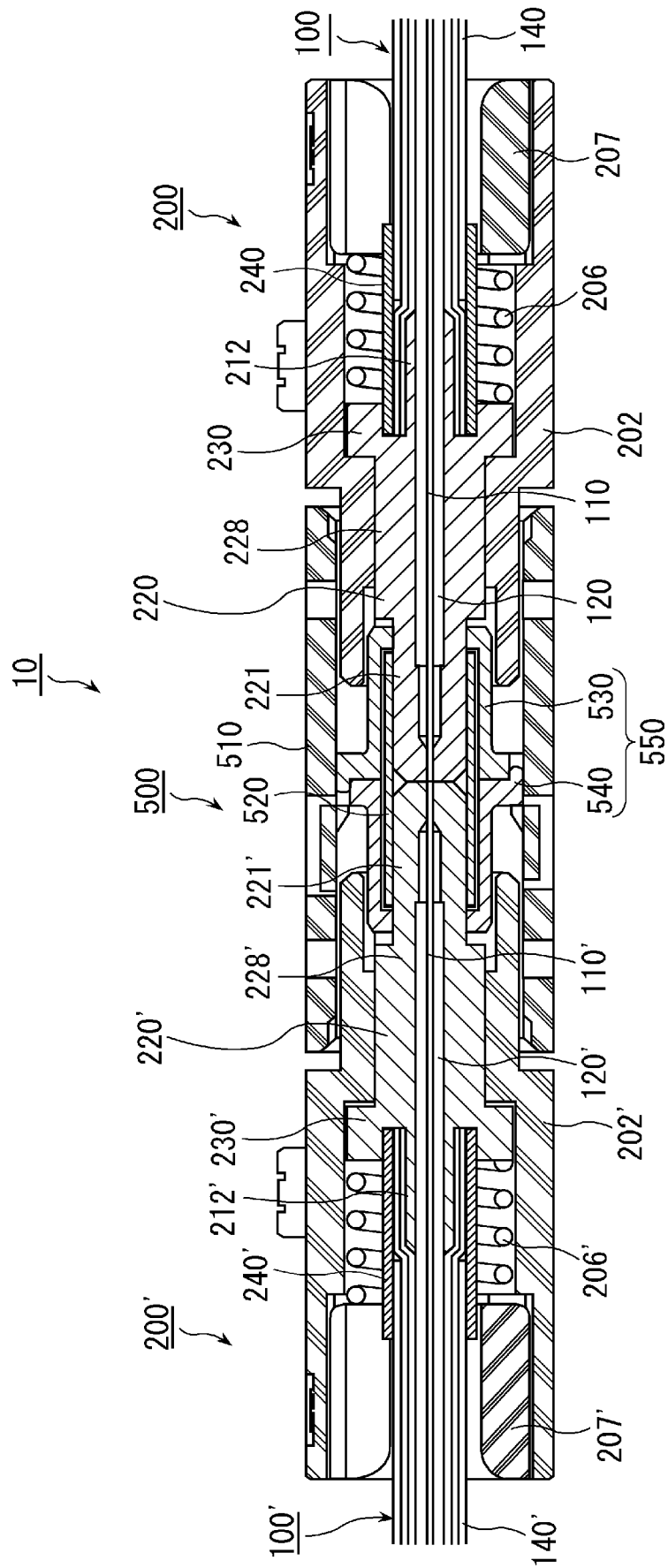
[図1]



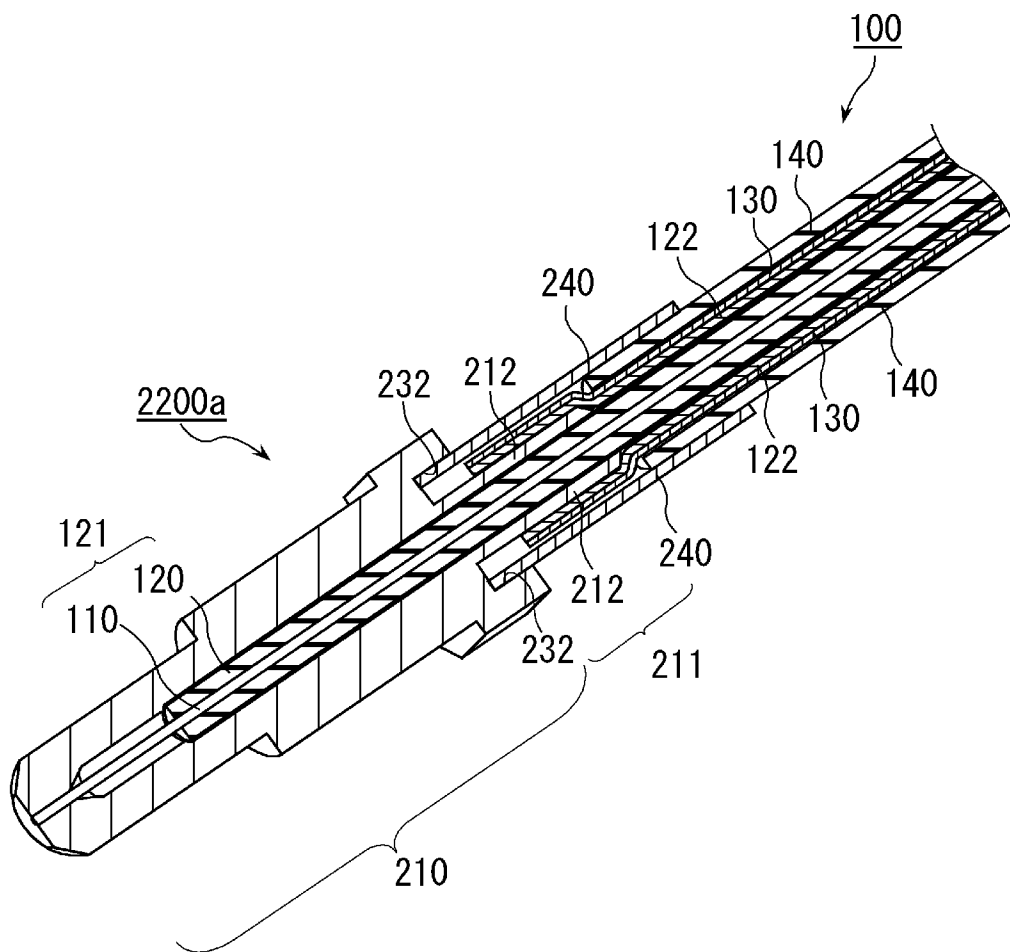
[図2]



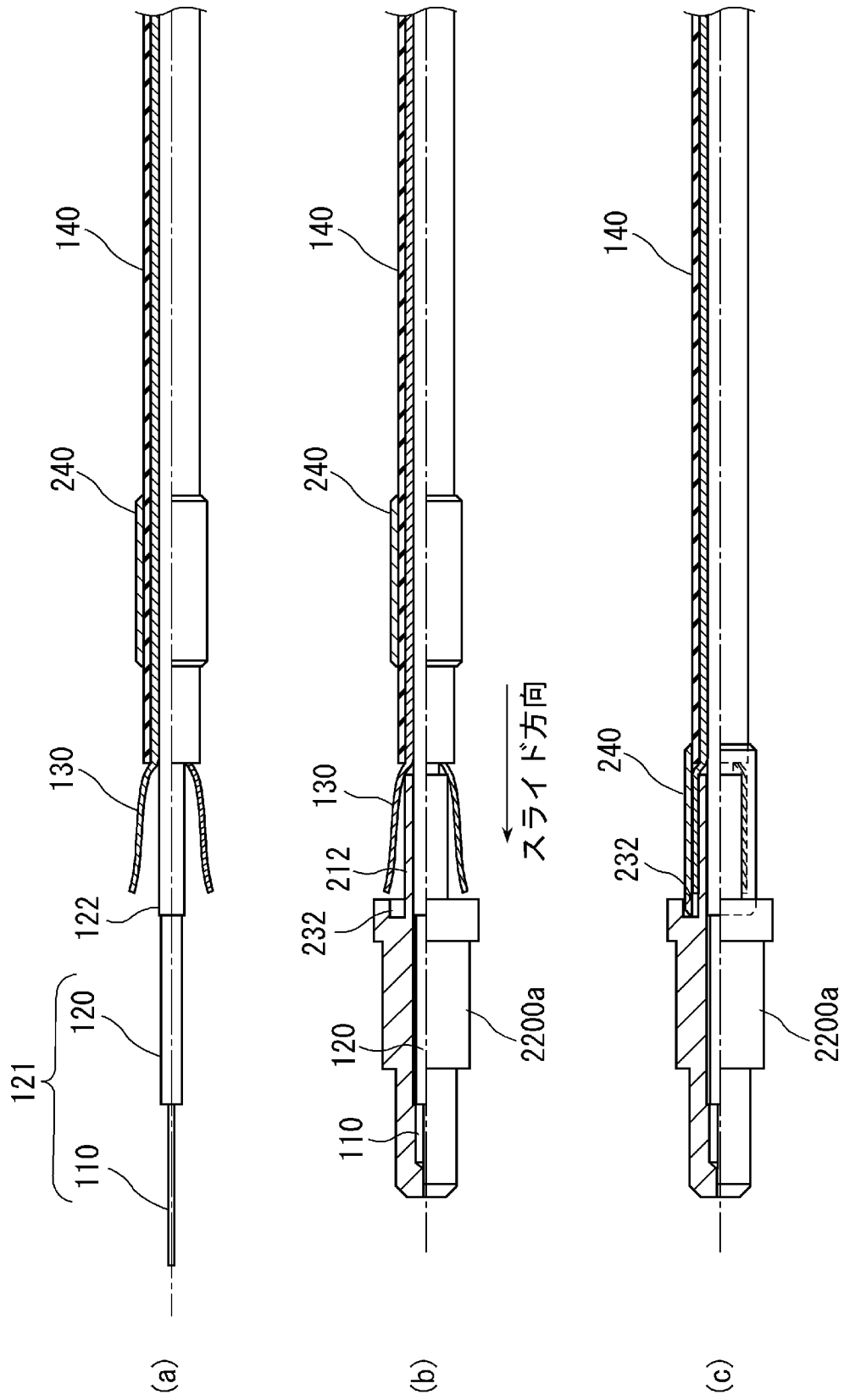
[図3]



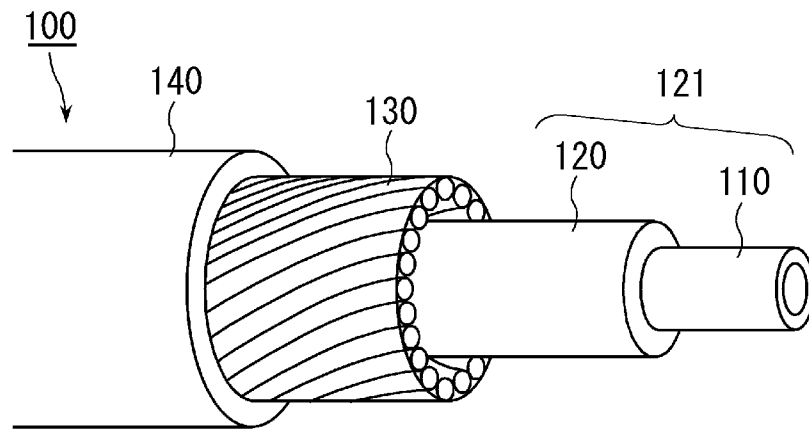
[図4]



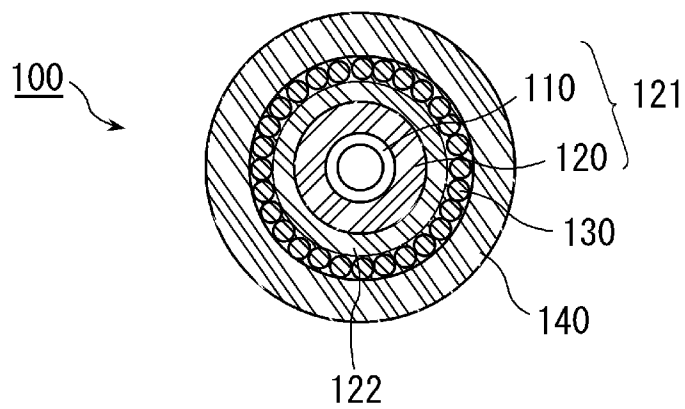
[図5]



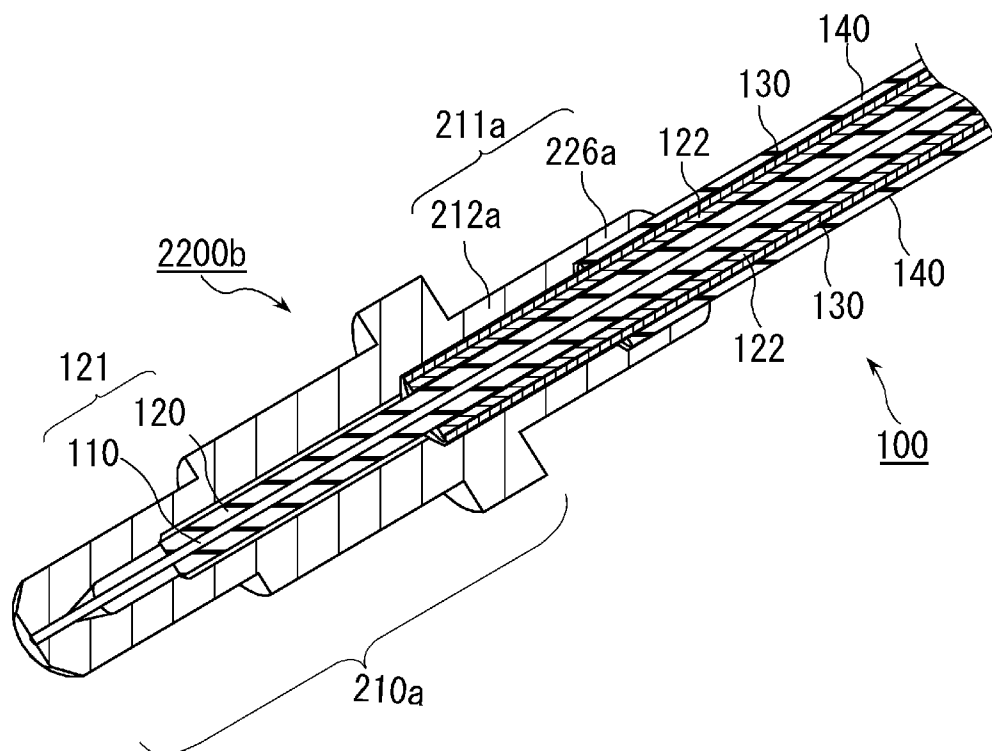
[図6]



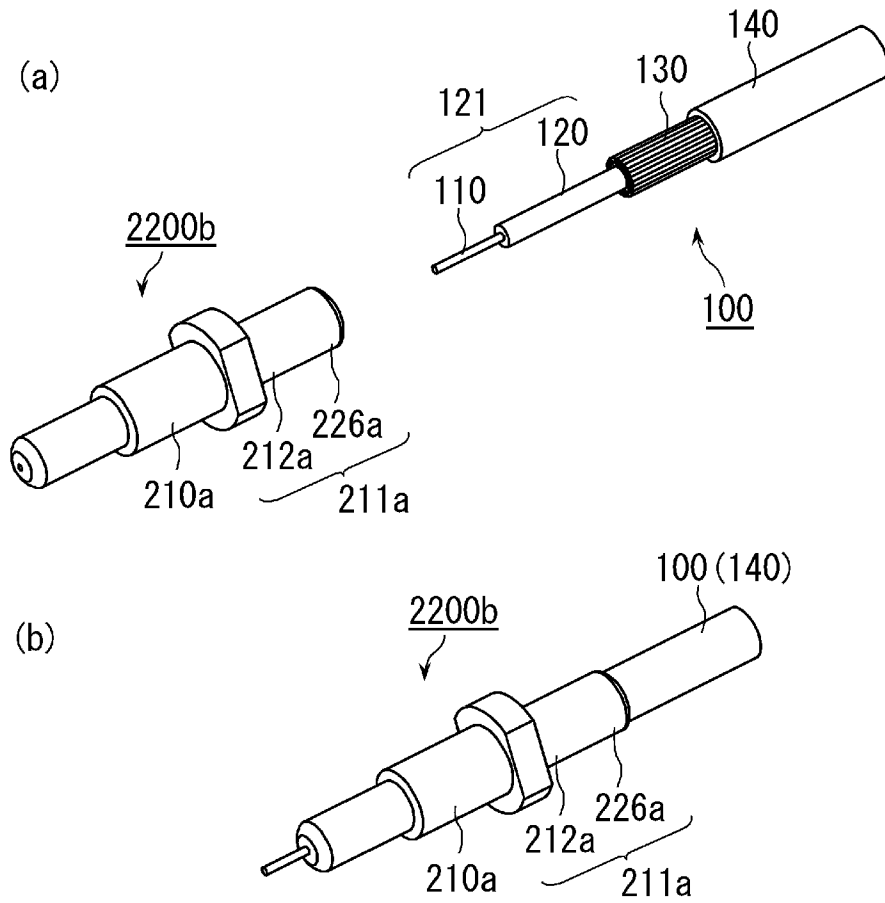
[図7]



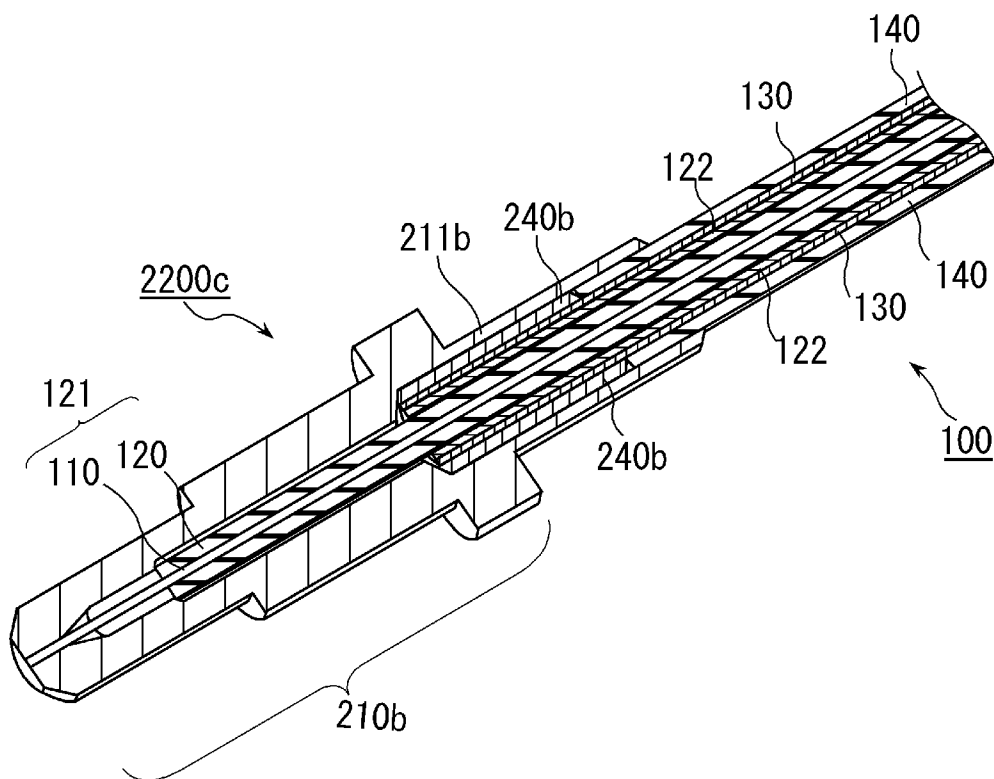
[図8]



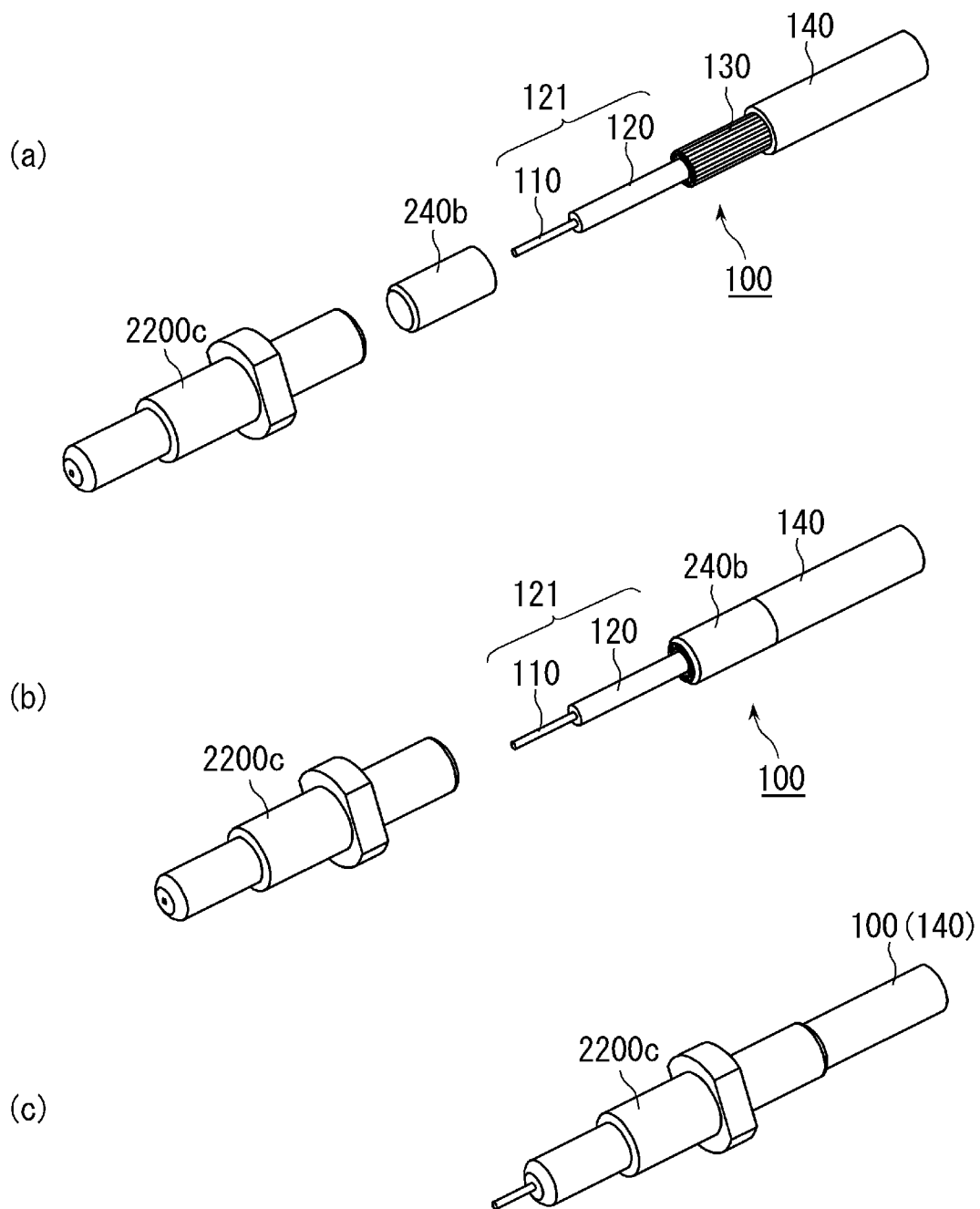
[図9]



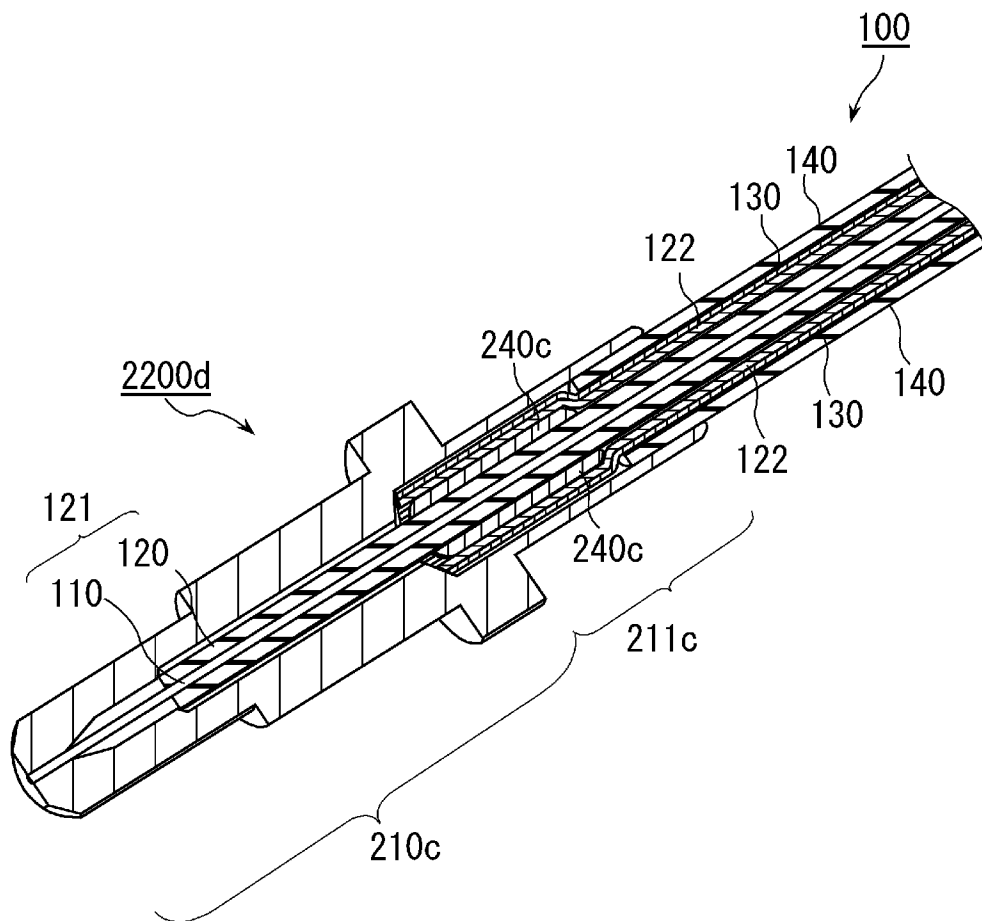
[図10]



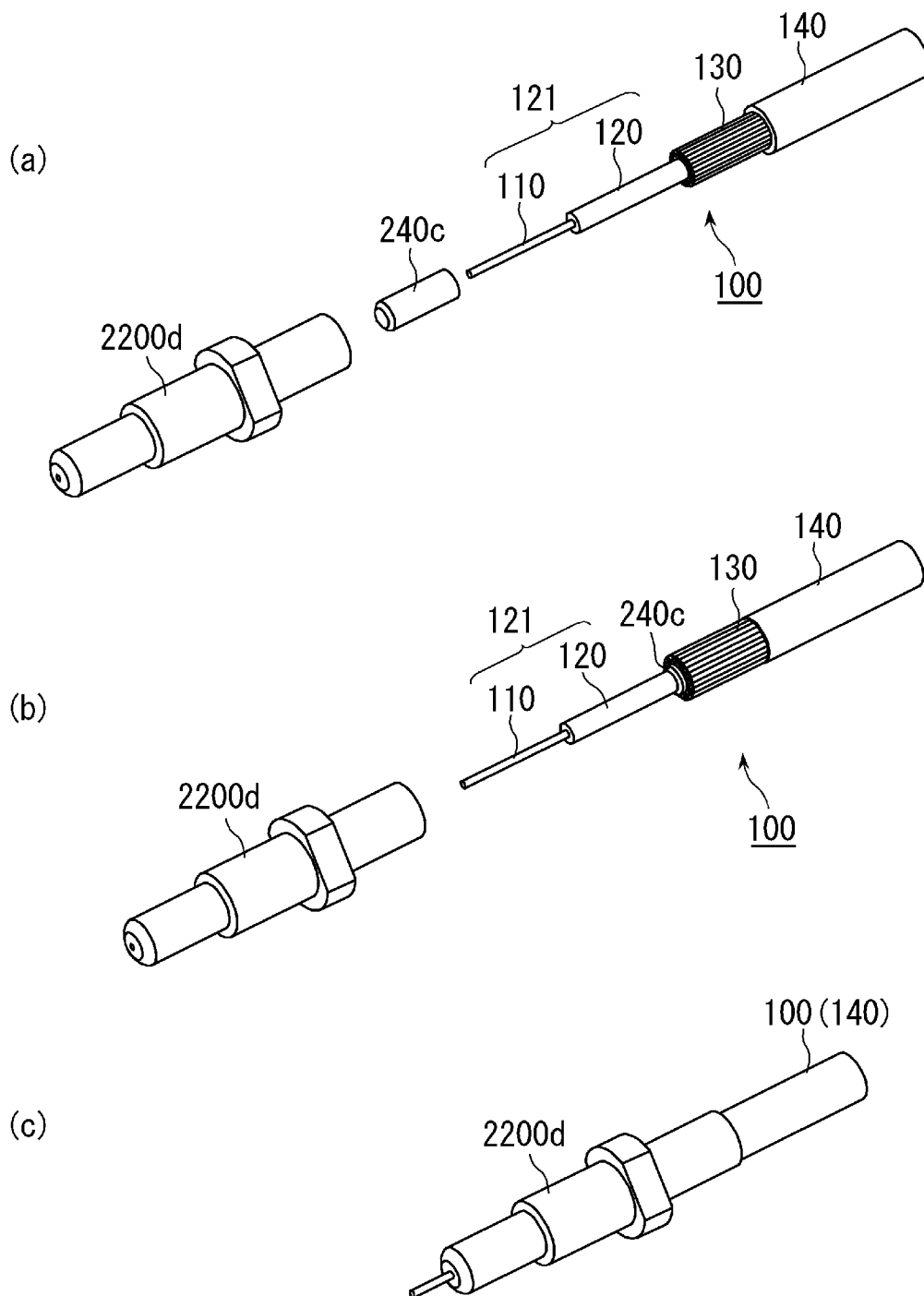
[図11]



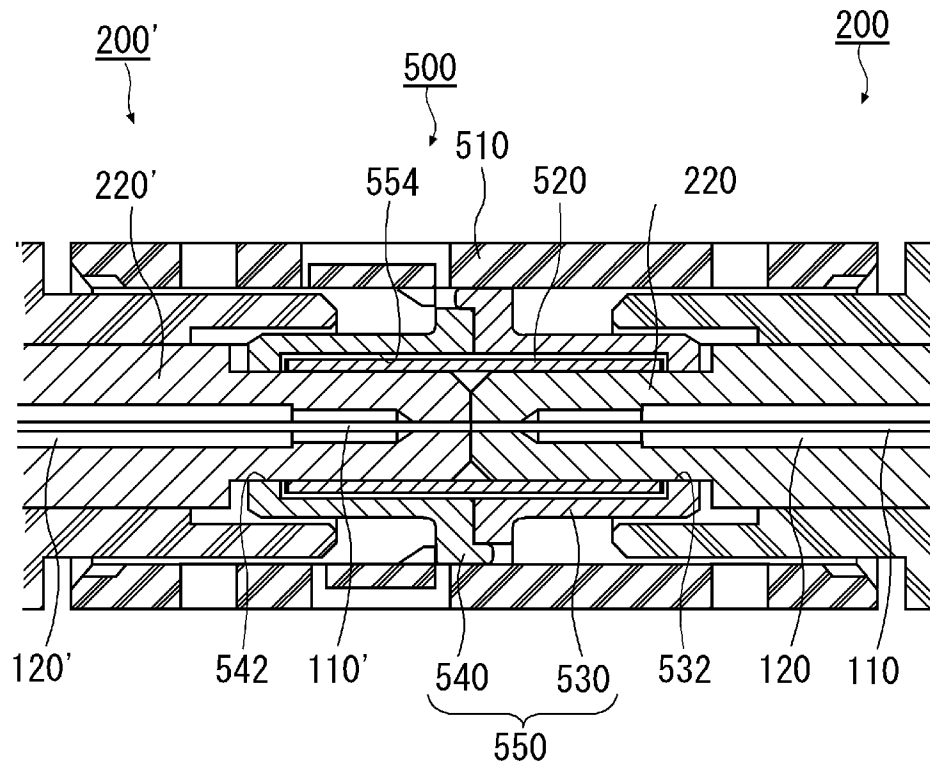
[図12]



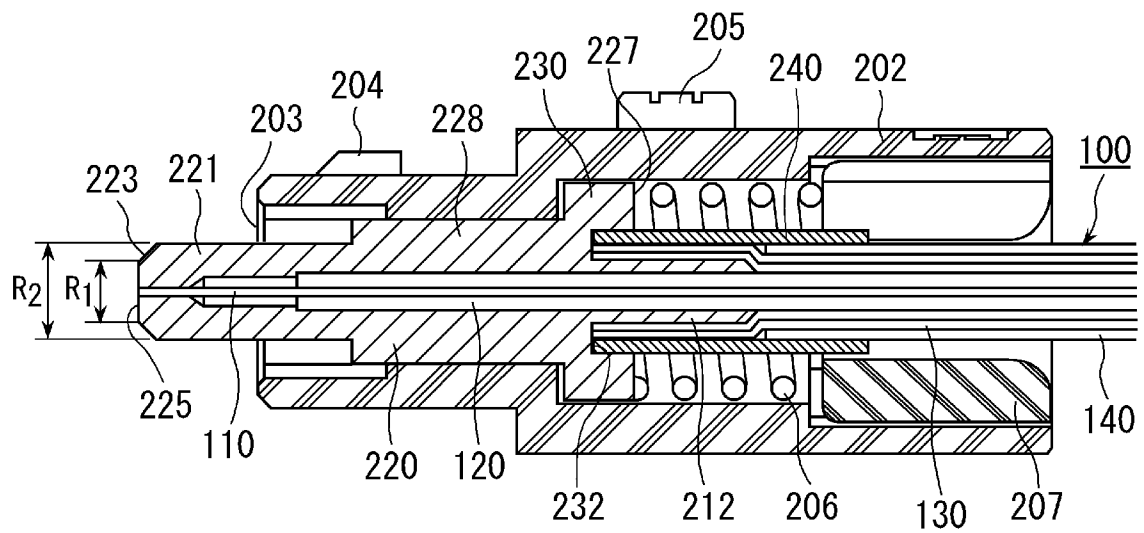
[図13]



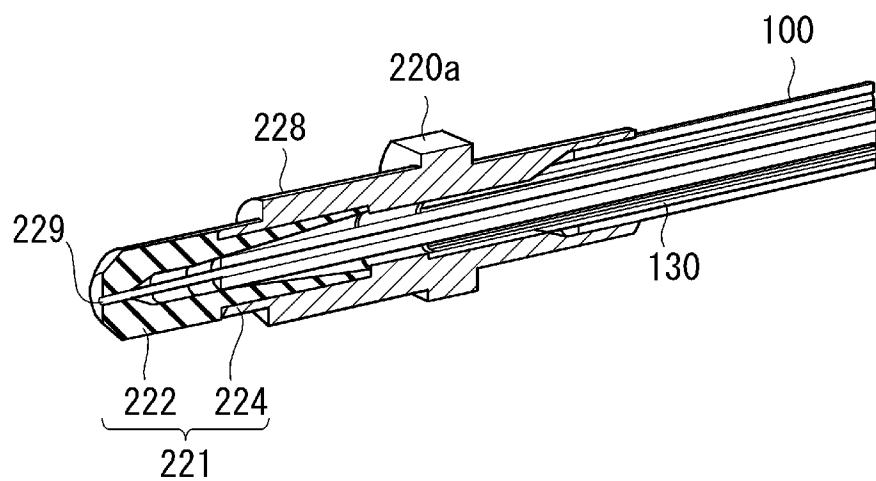
[図14]



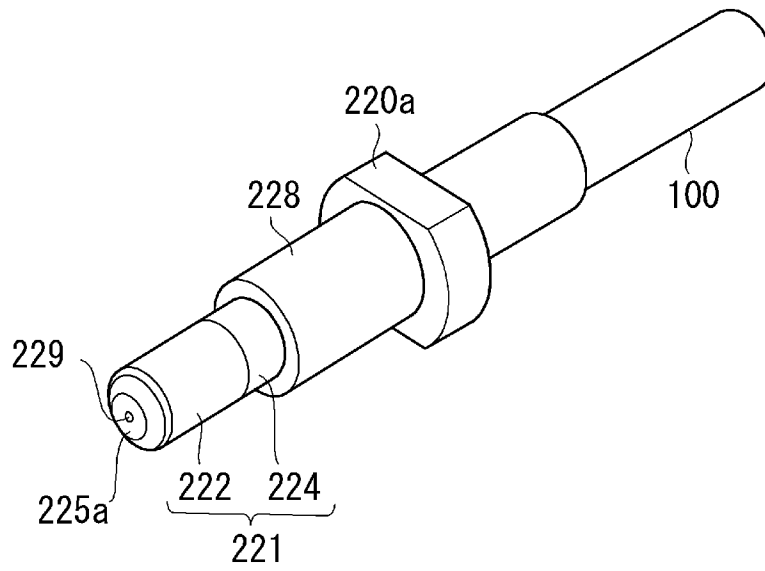
[図15]



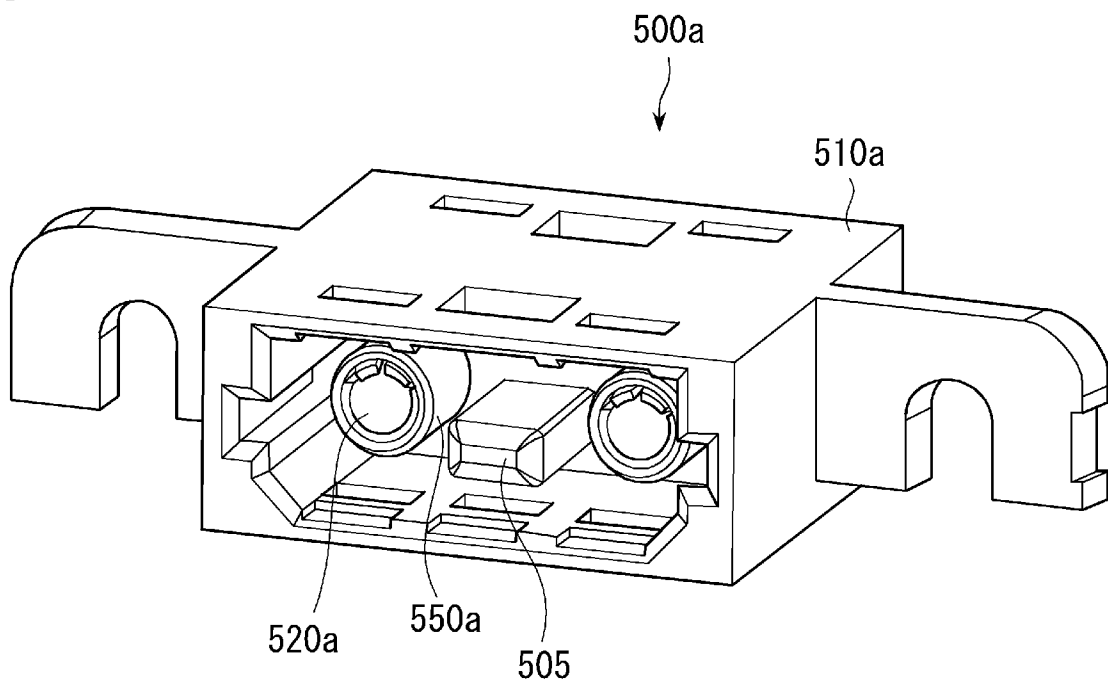
[図16]



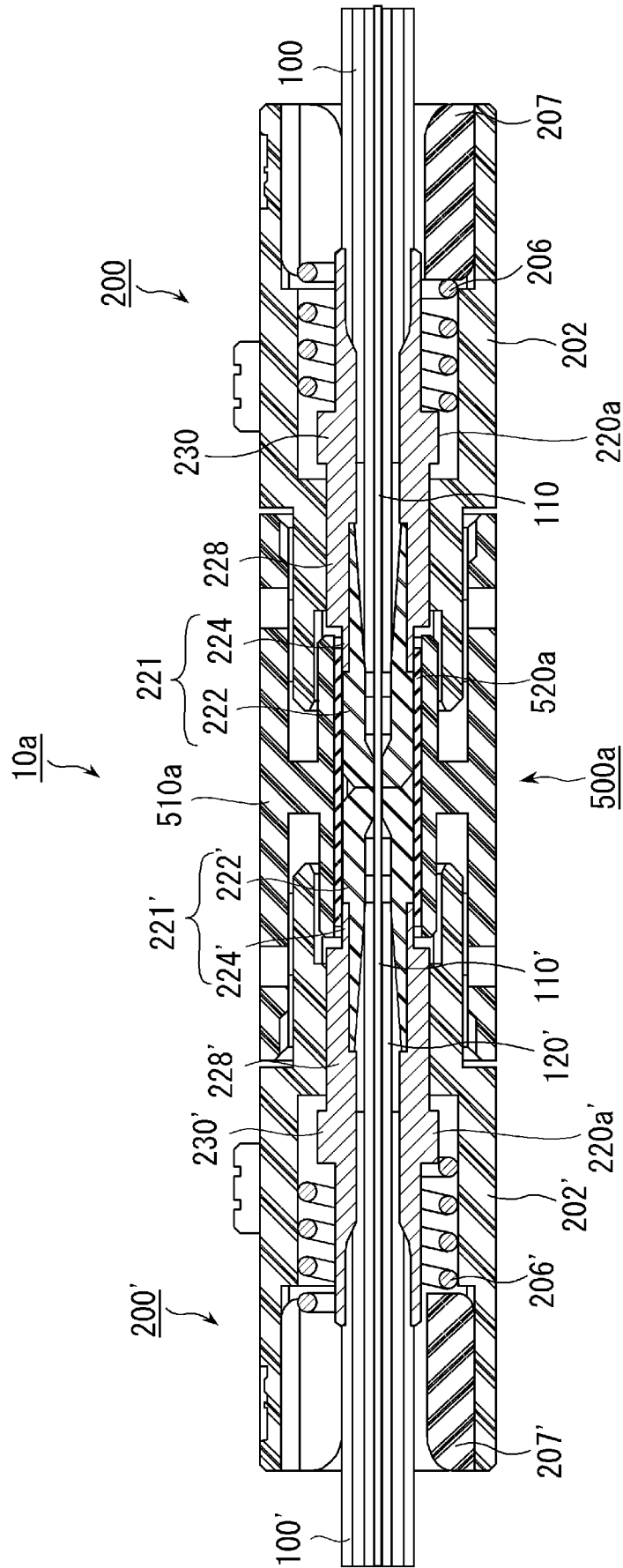
[図17]



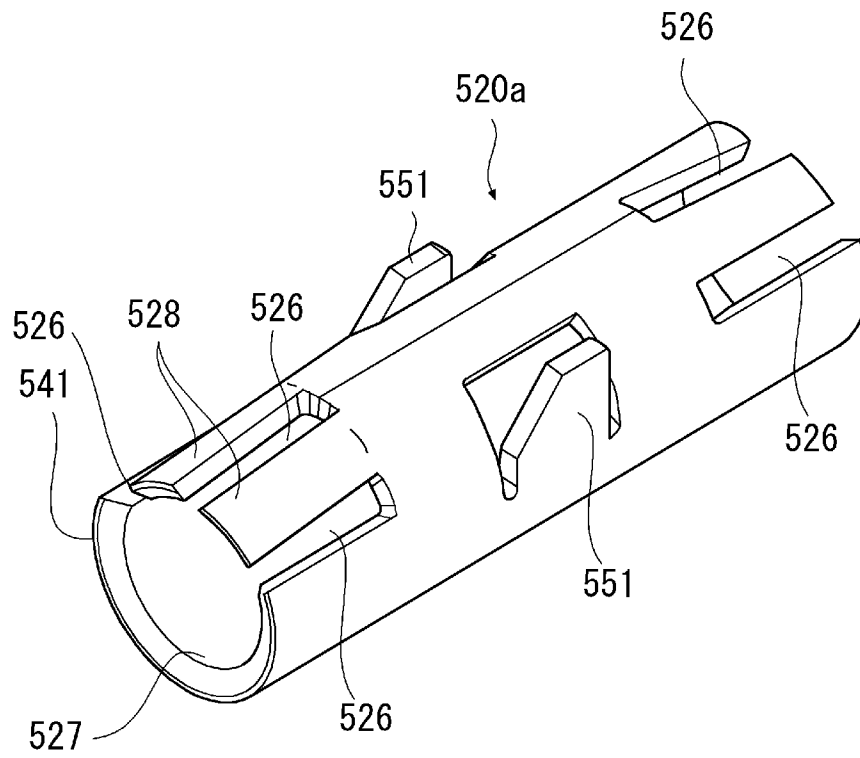
[図18]



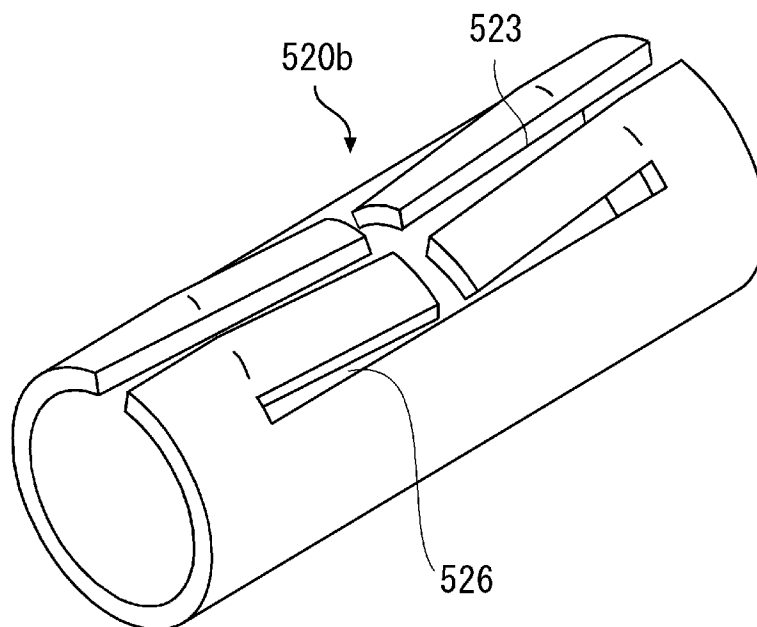
[図19]



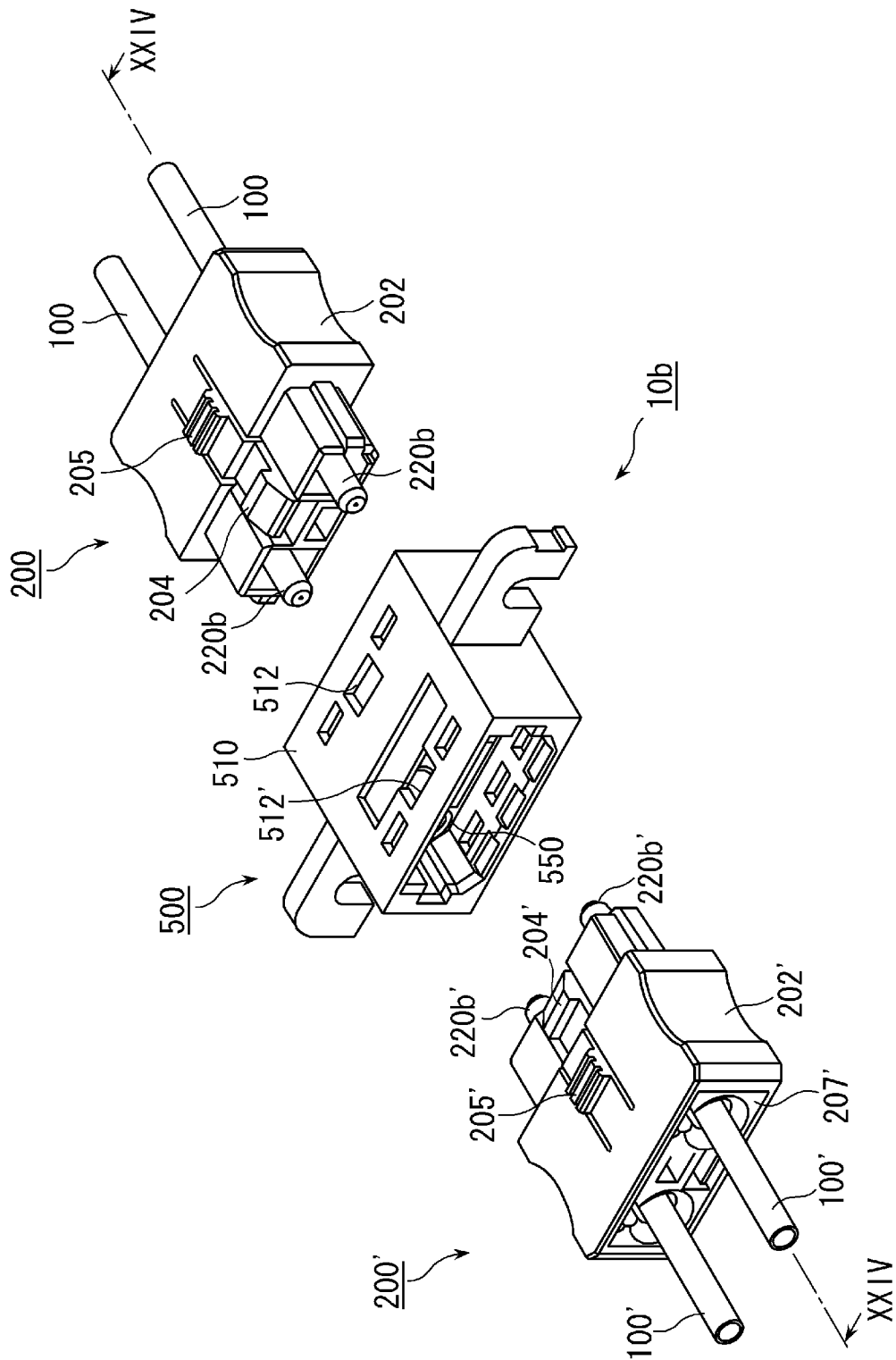
[図20]



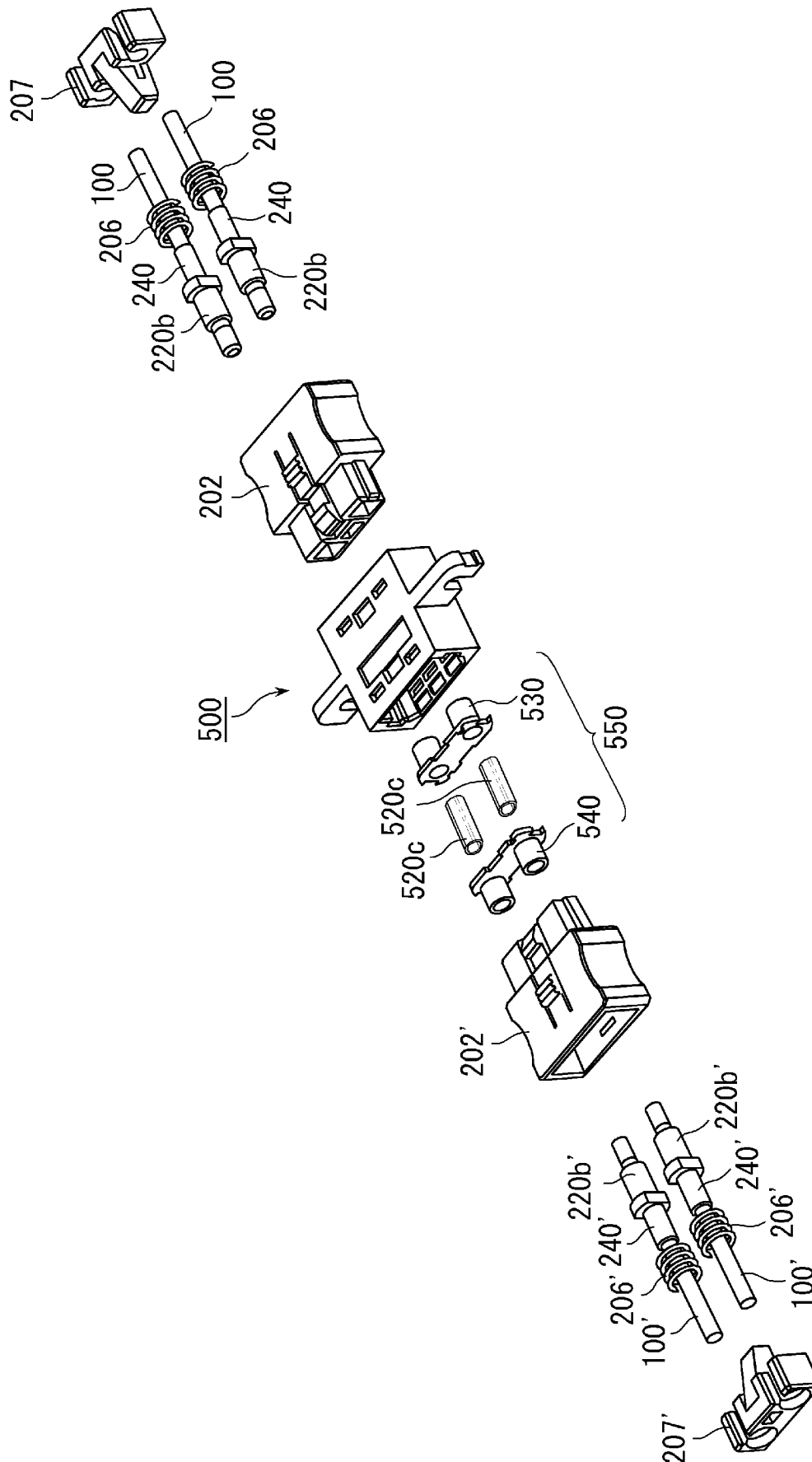
[図21]



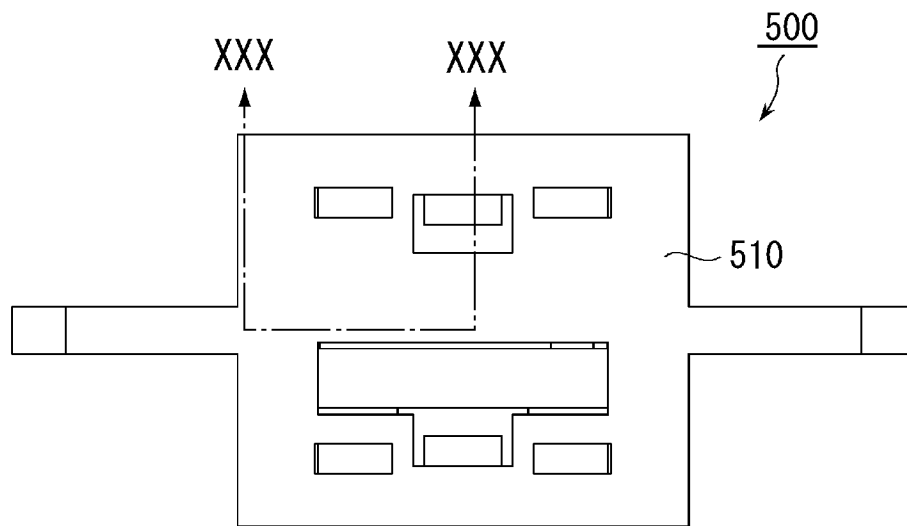
[図22]



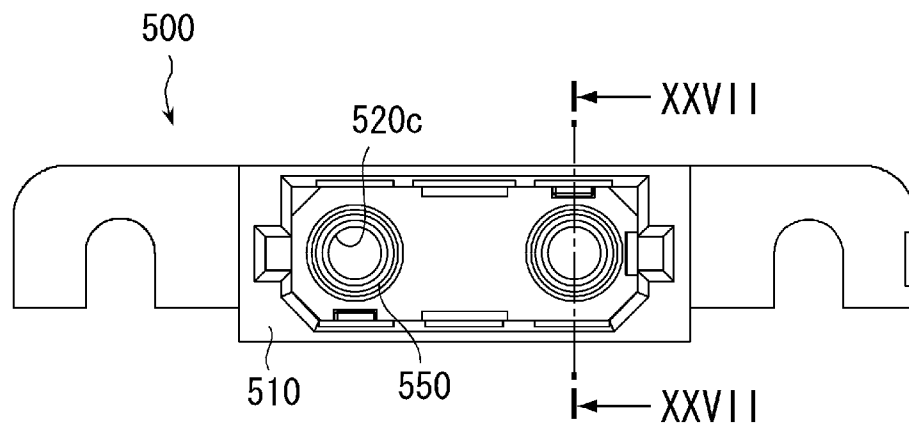
[図23]



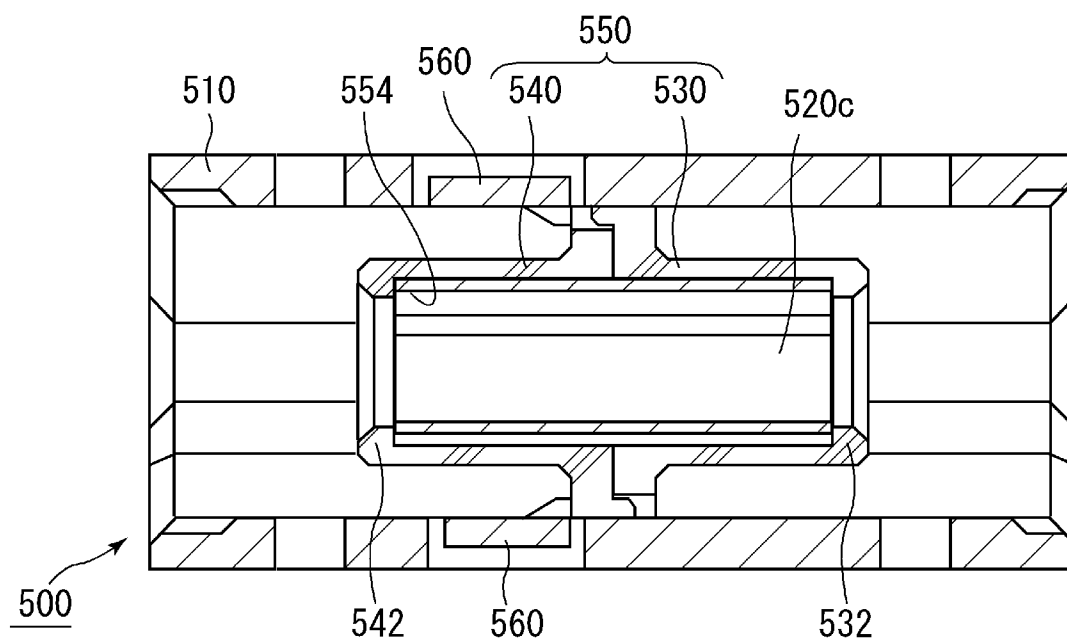
[図25]



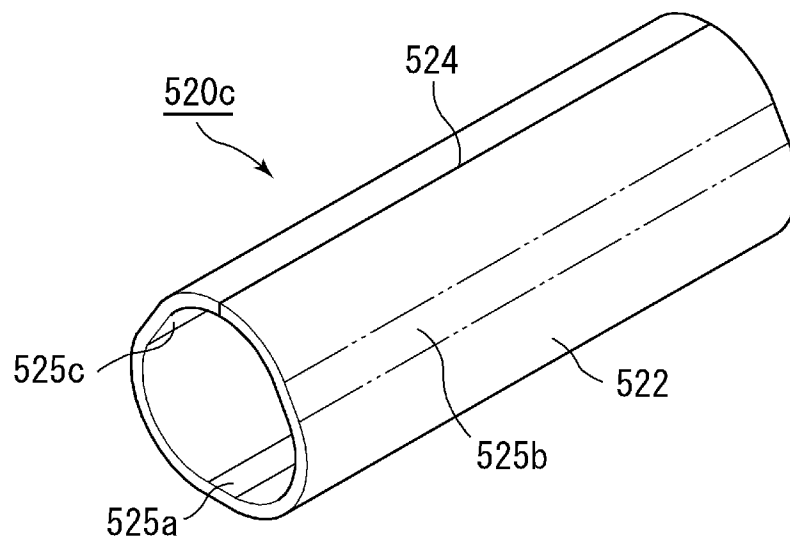
[図26]



[図27]

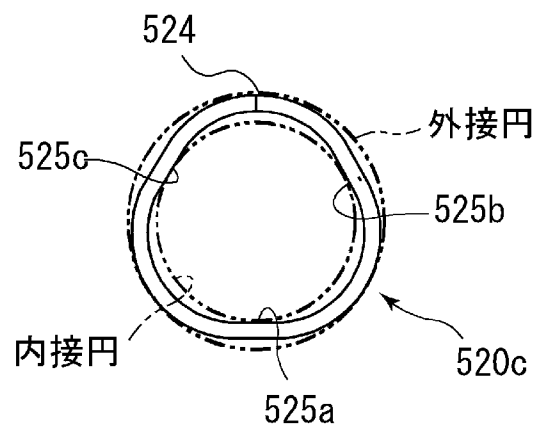


[図28]

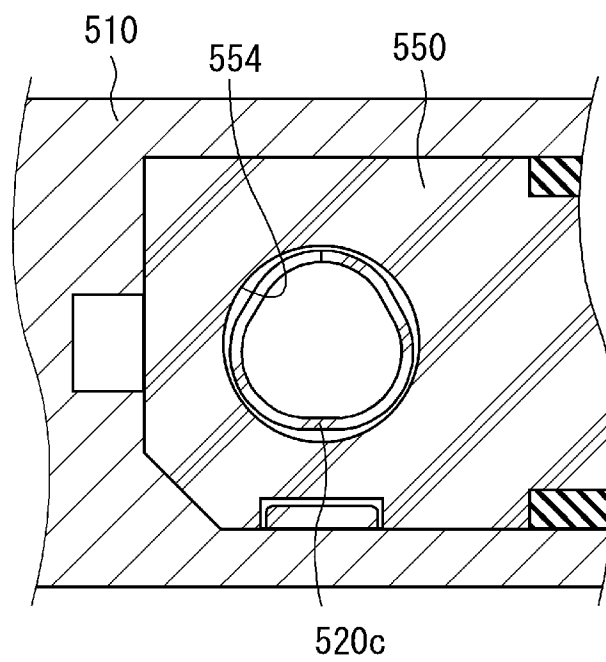


[図29]

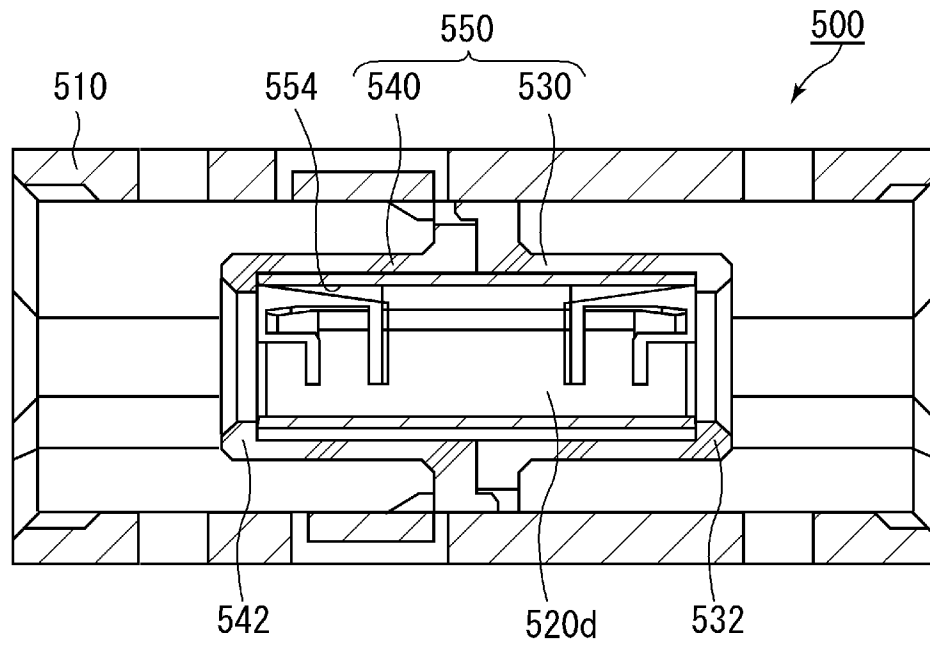
【図 29】



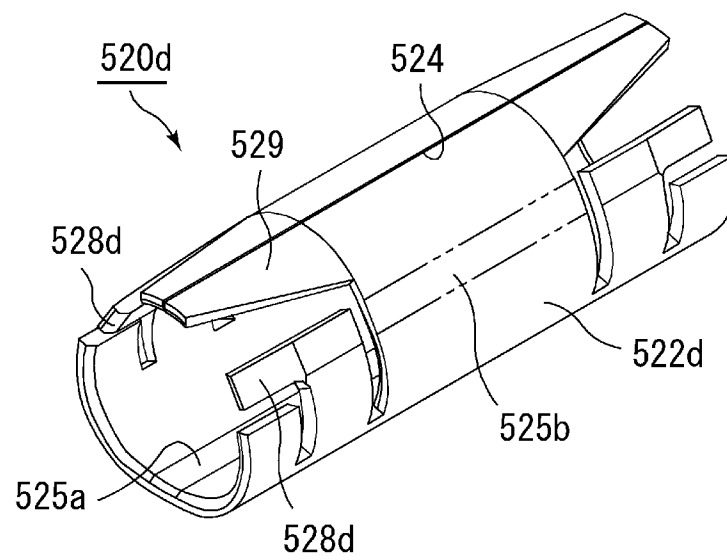
[図30]



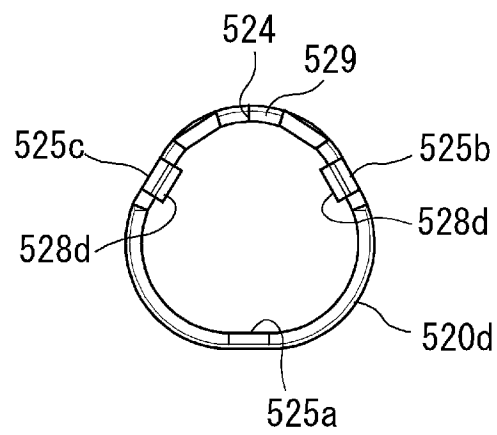
[図31]



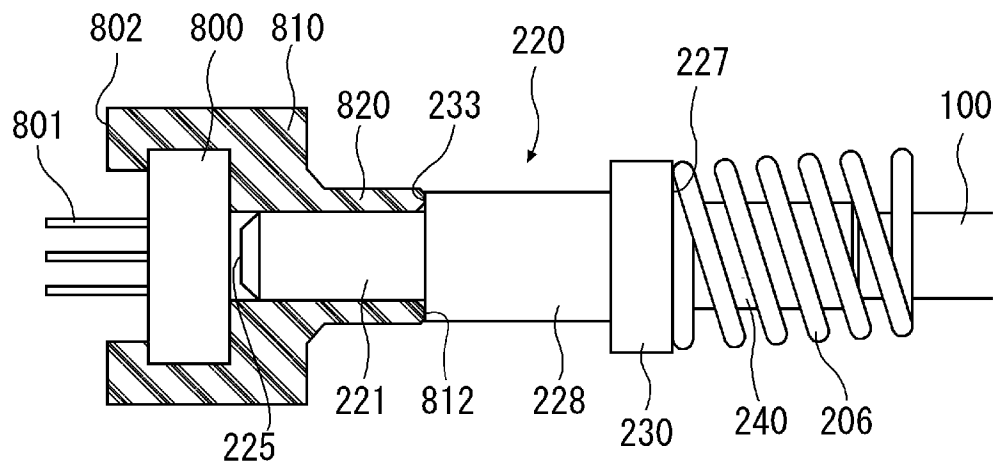
[図32]



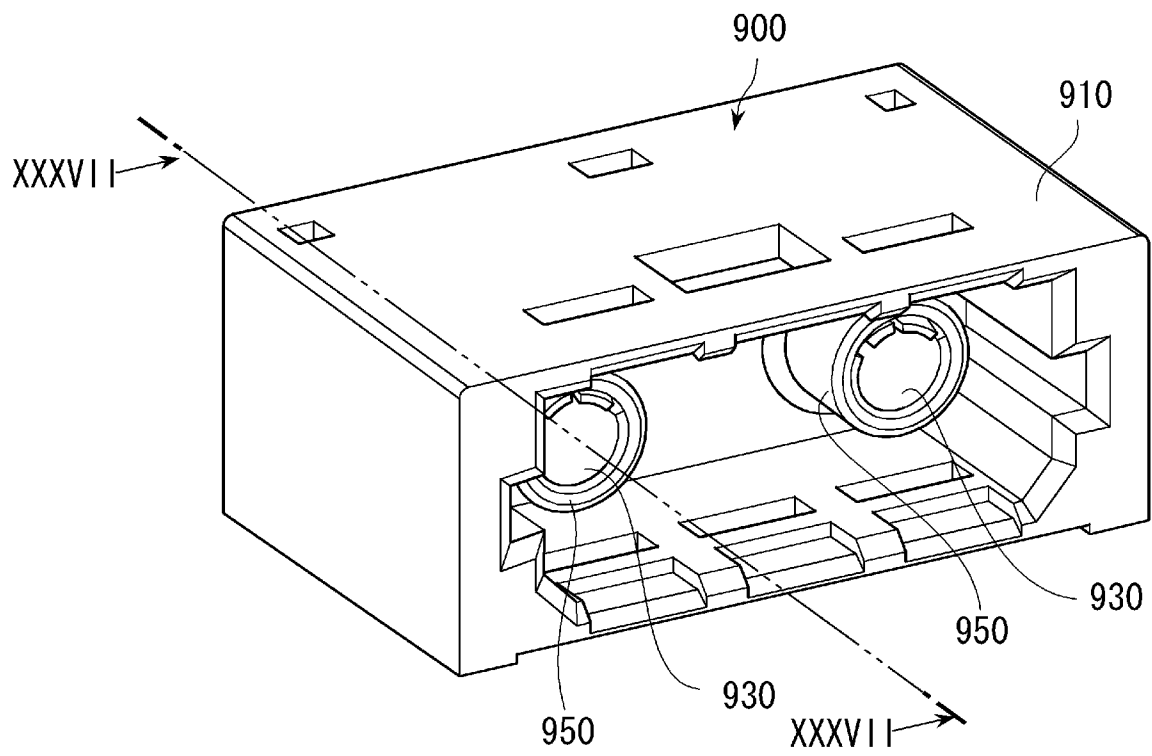
[図33]



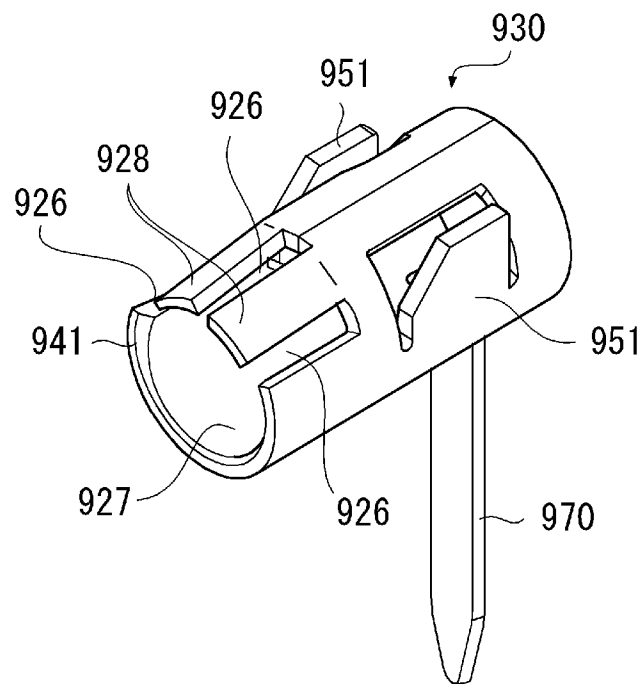
[図34]



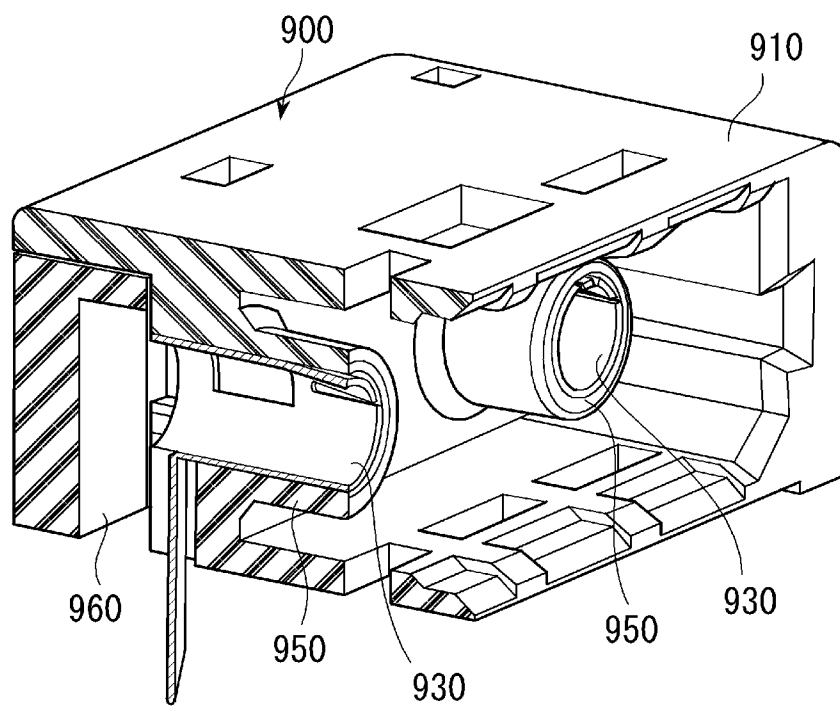
[図35]



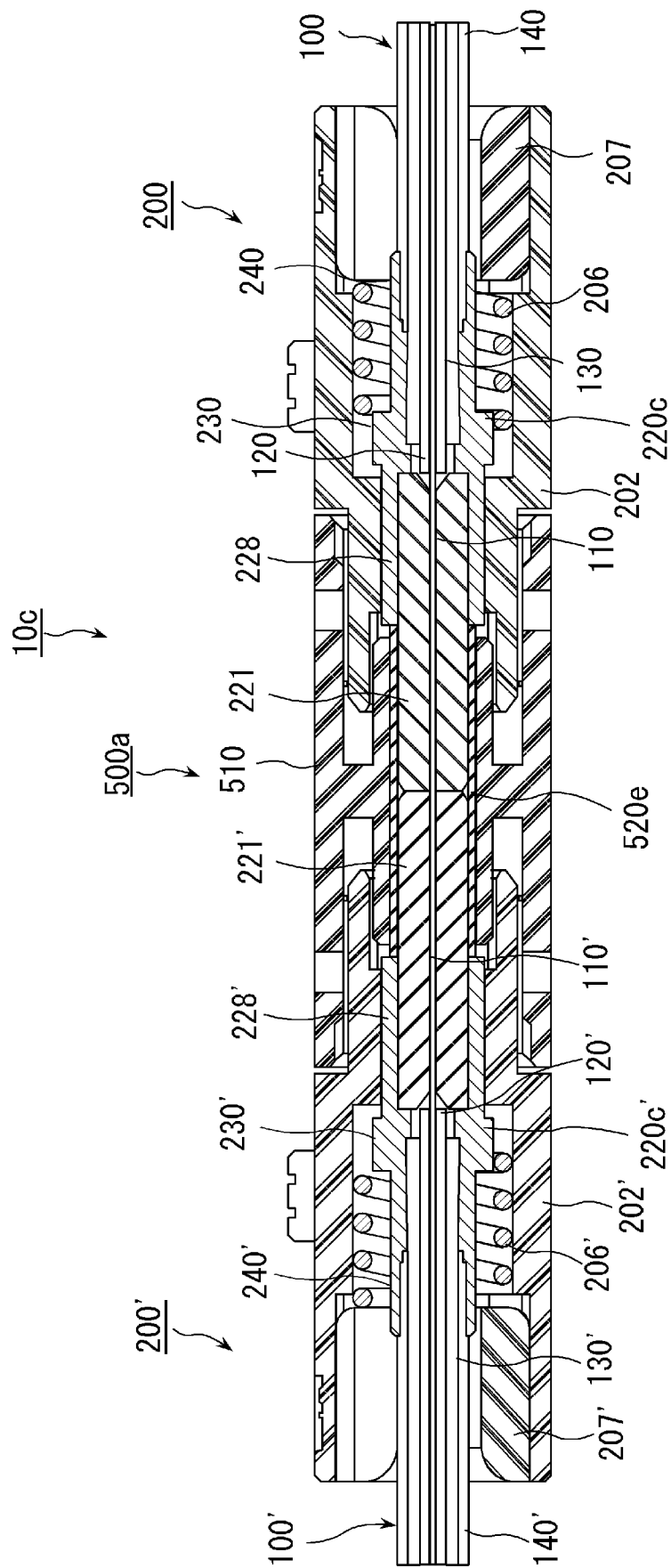
[図36]



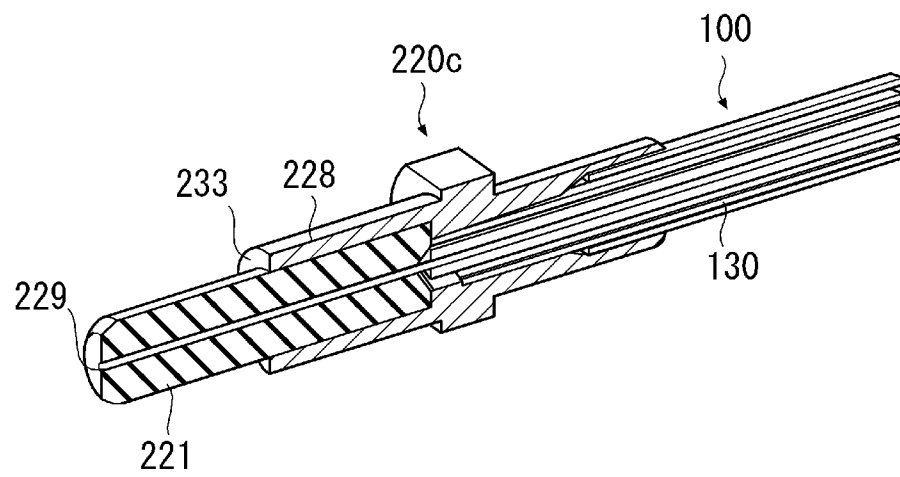
[図37]



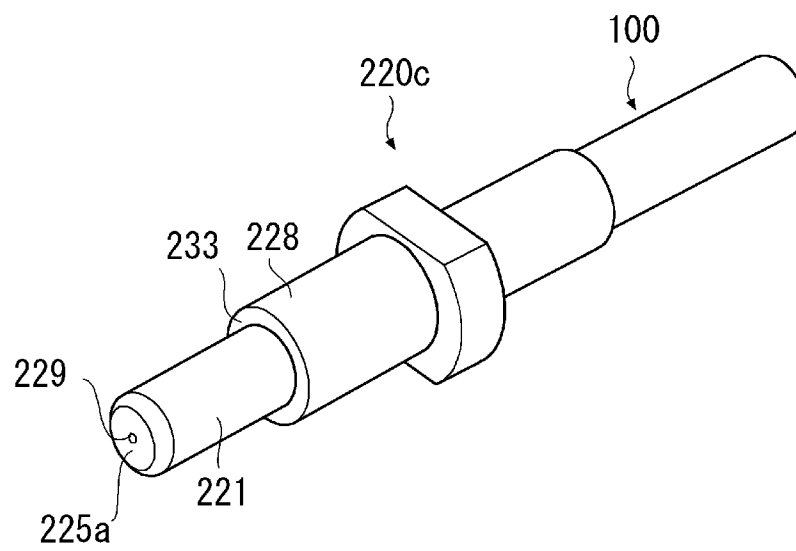
[図38]



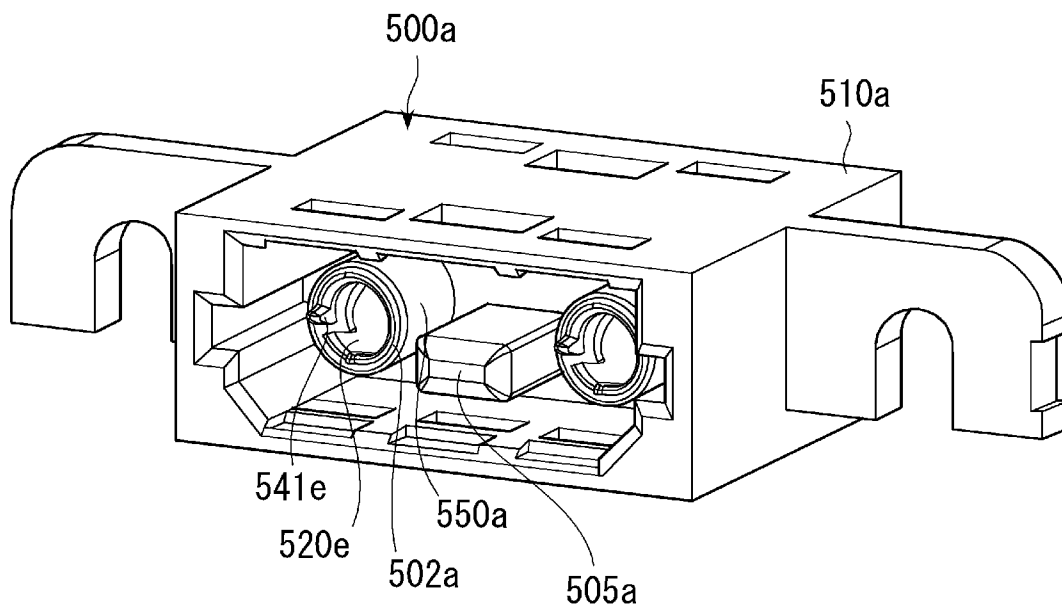
[図39]



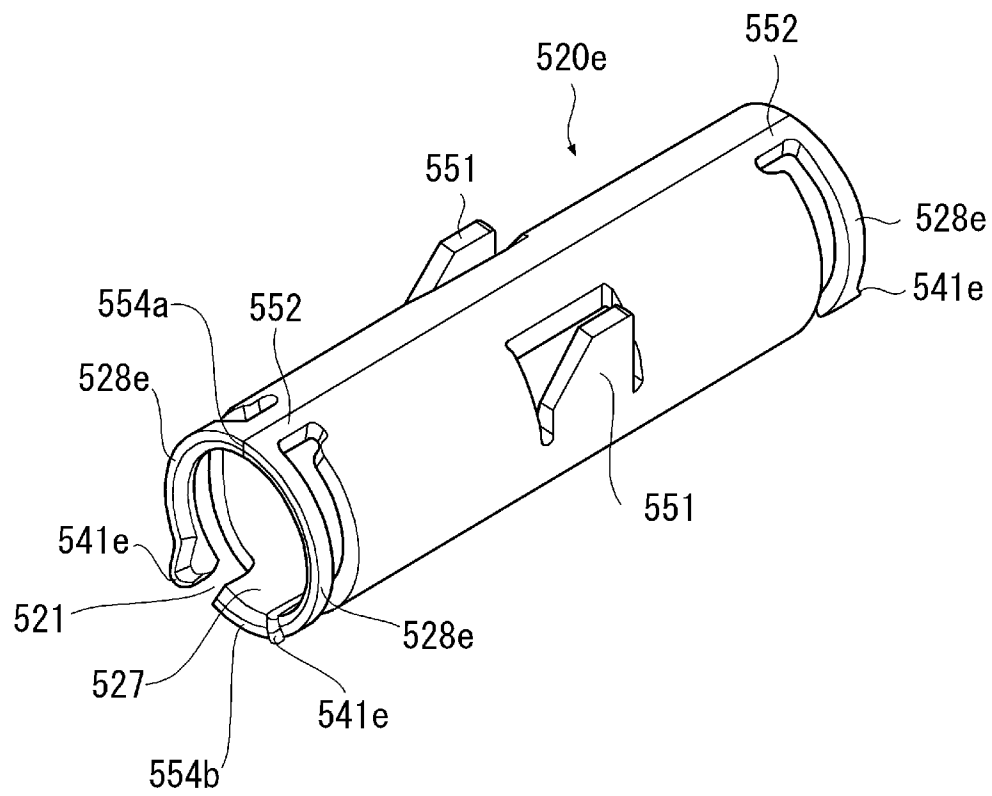
[図40]



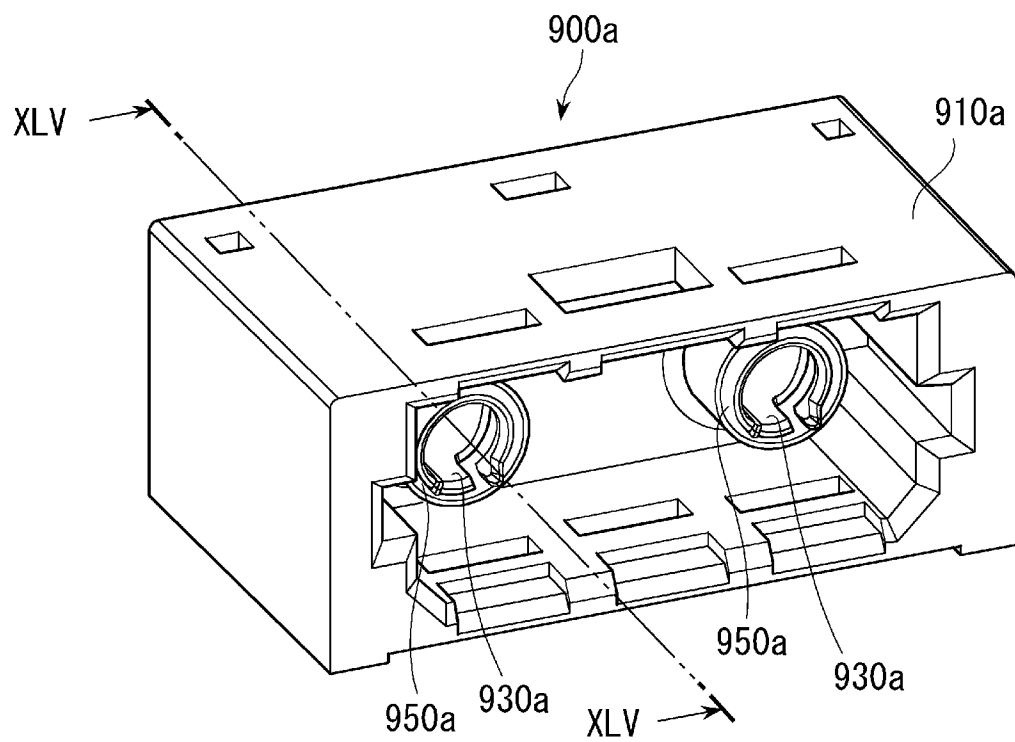
[図41]



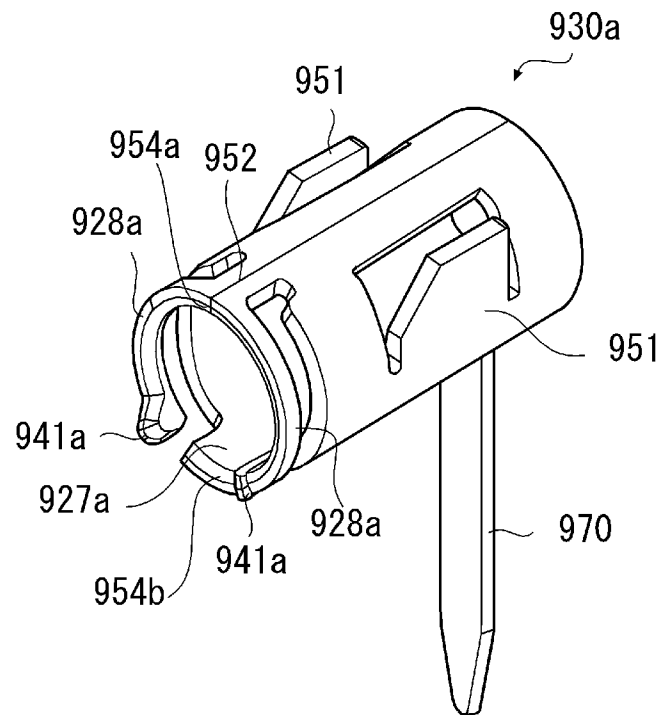
[図42]



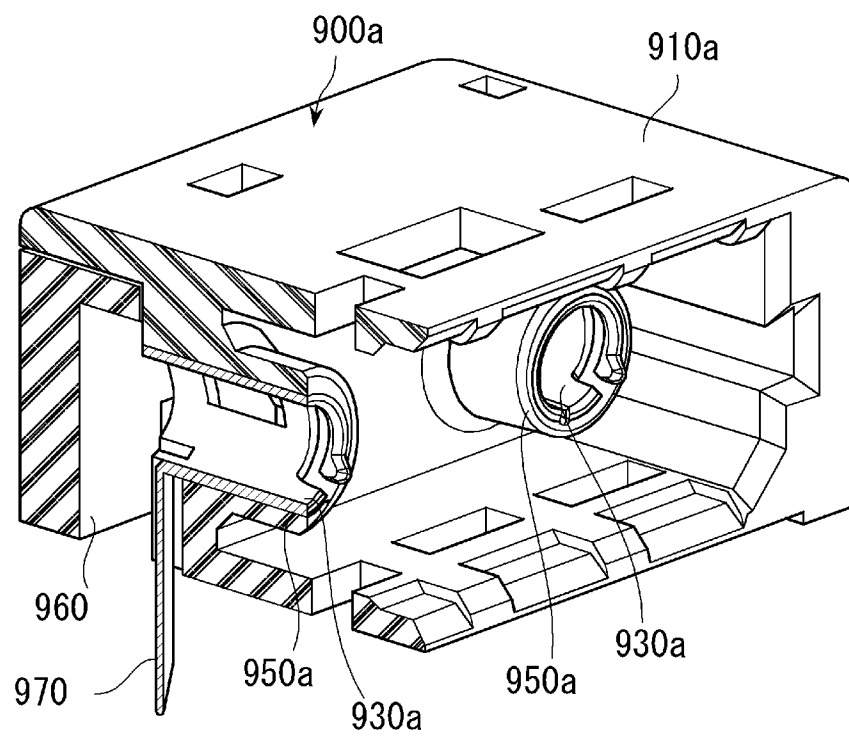
[図43]



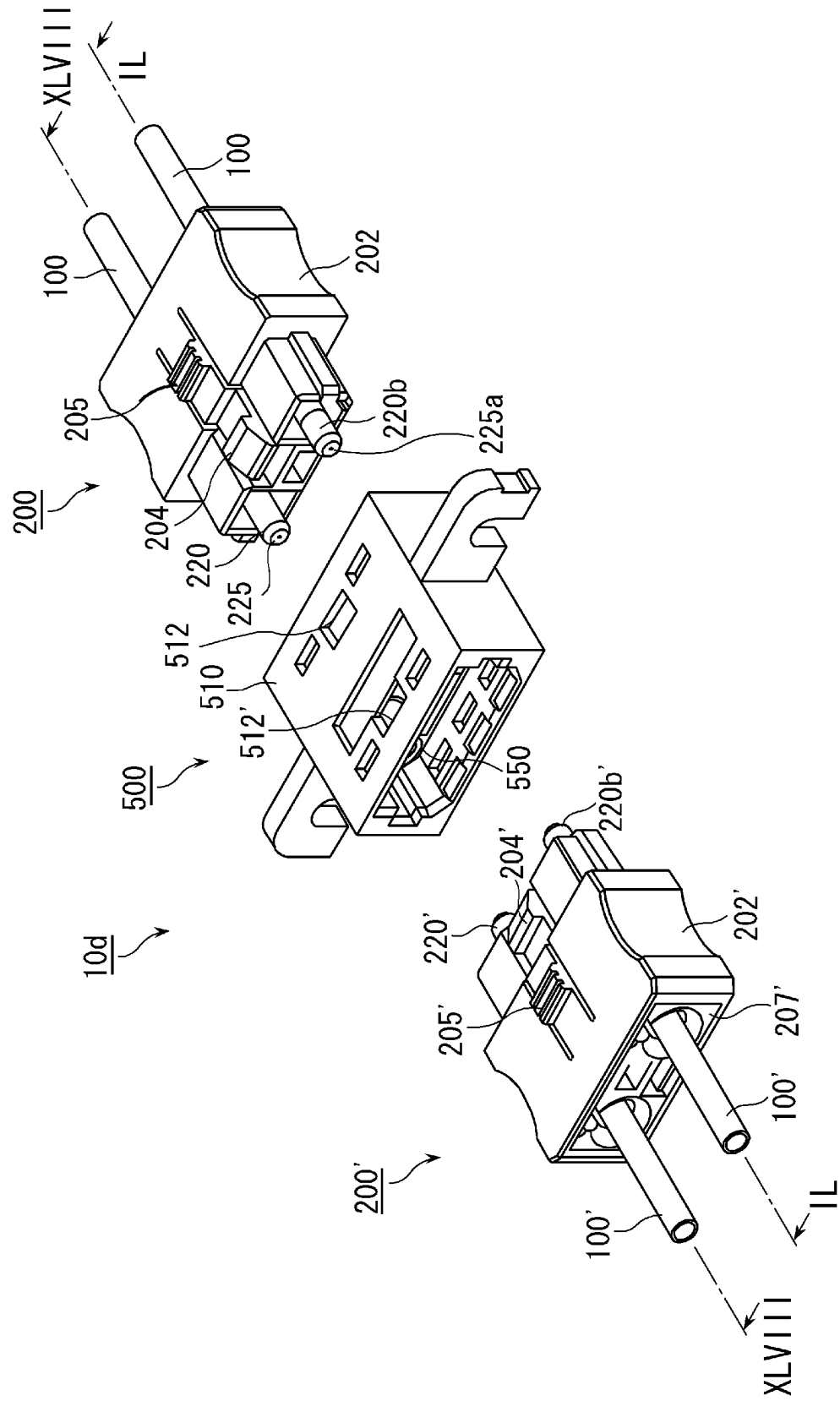
[図44]



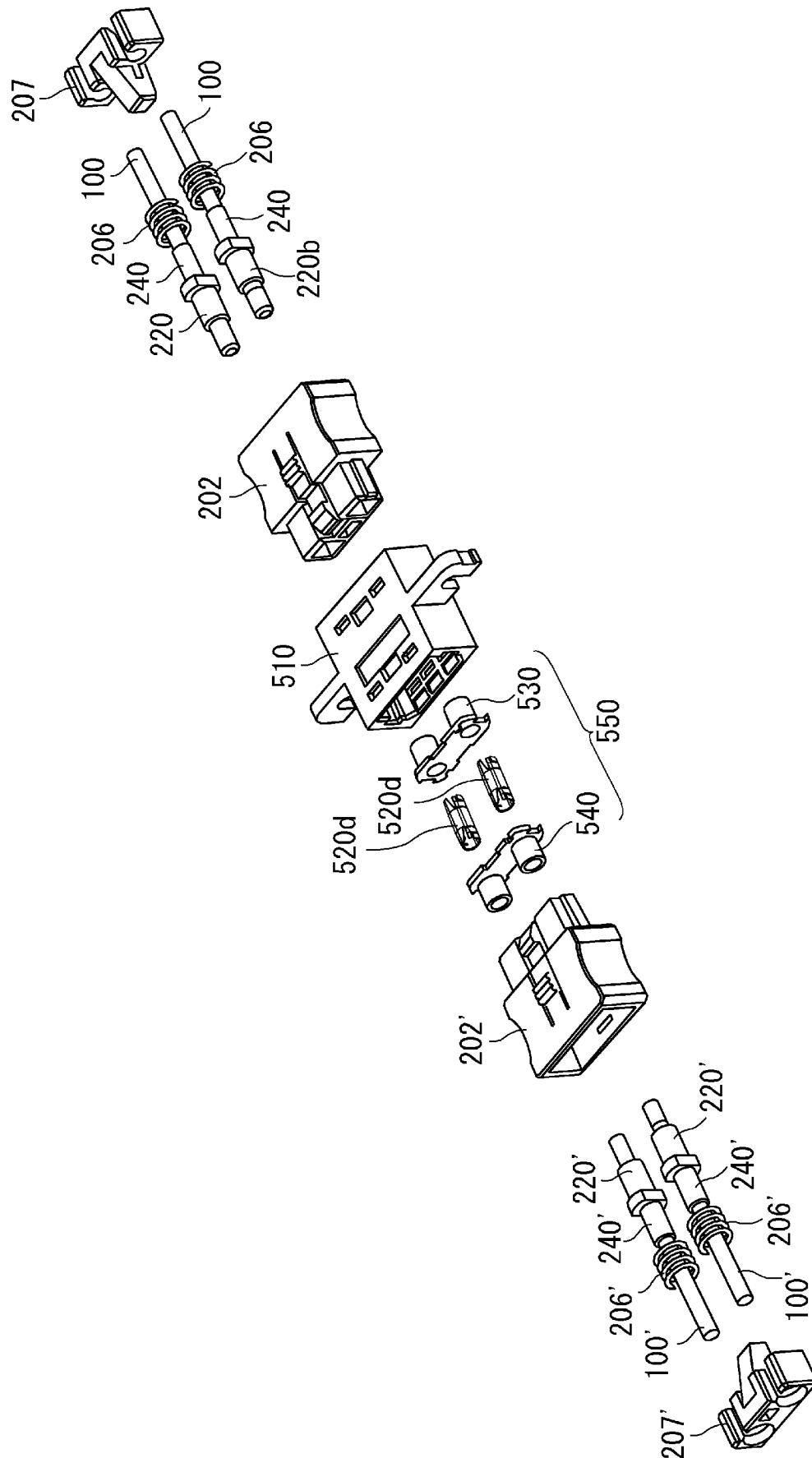
[図45]



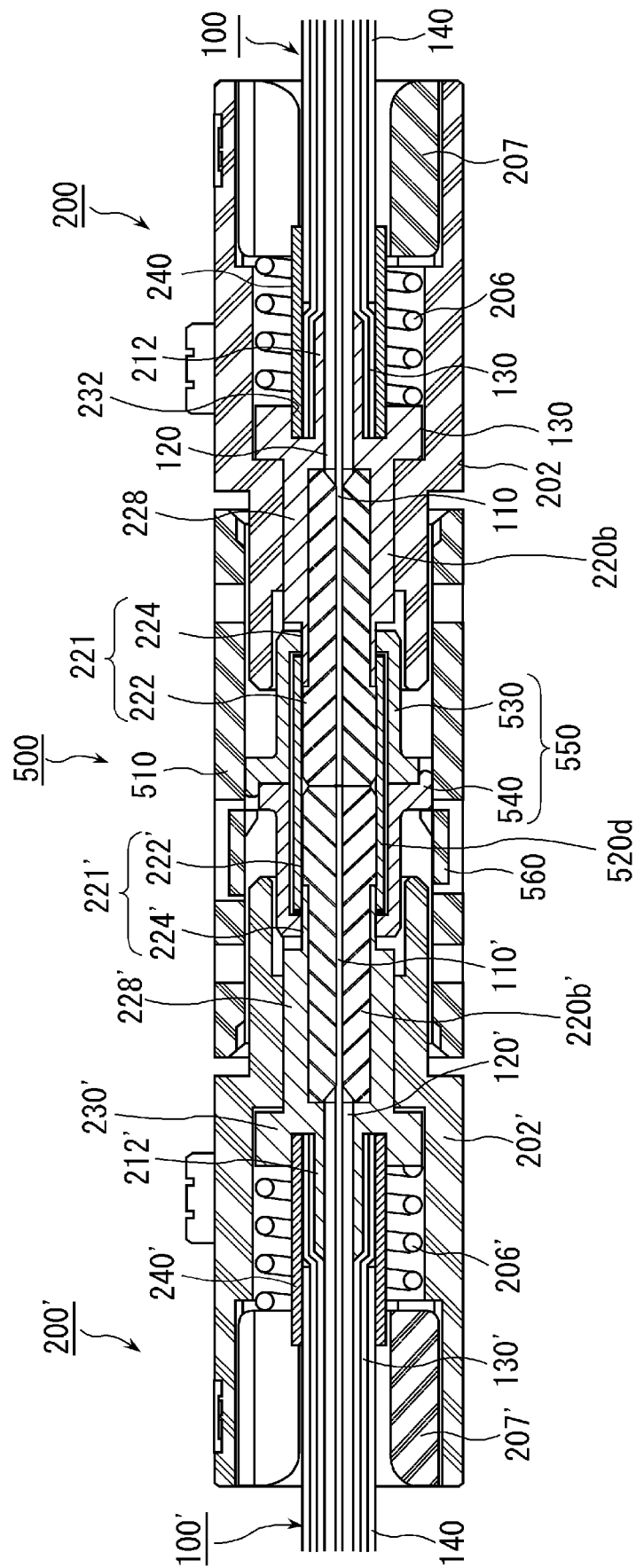
[図46]



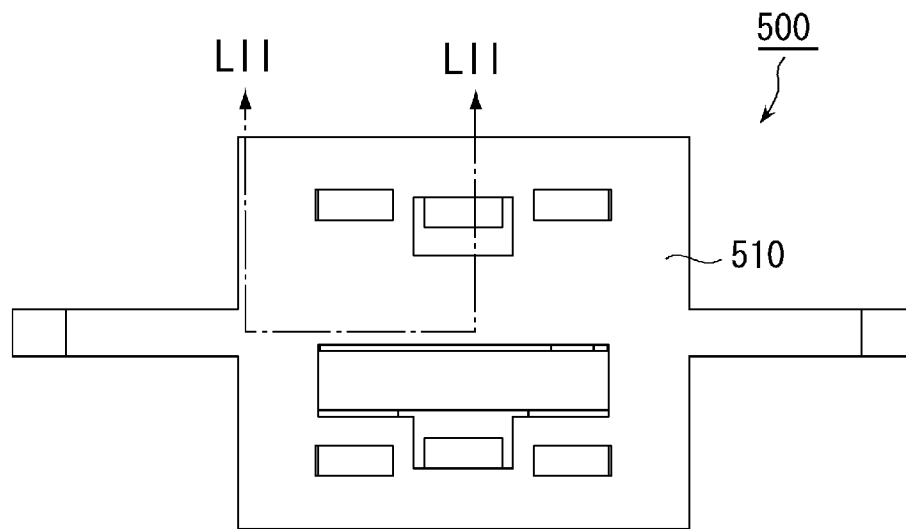
[図47]



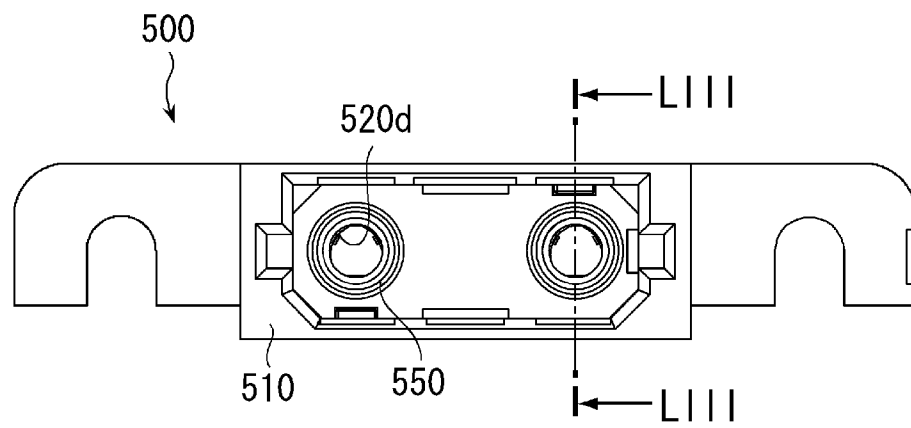
[図49]



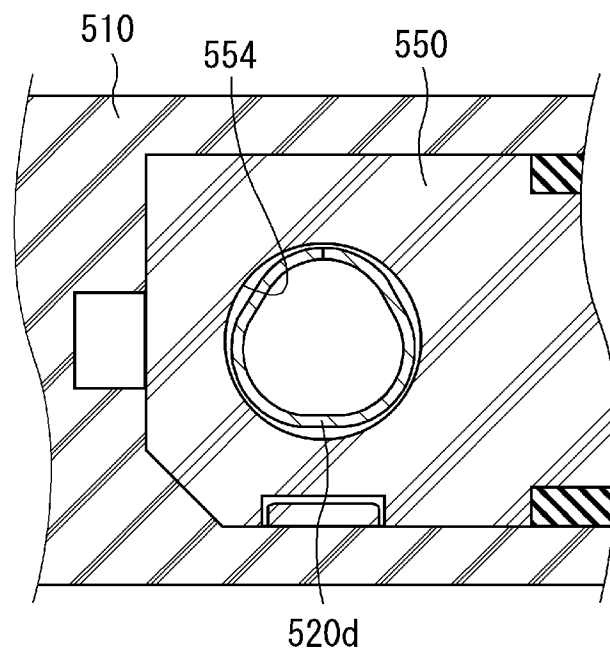
[図50]



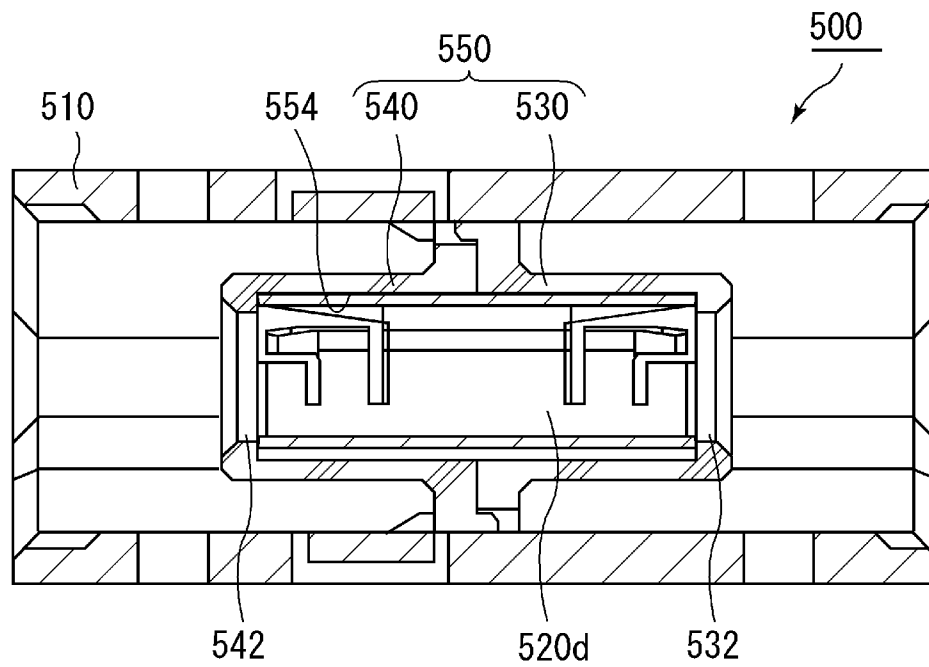
[図51]



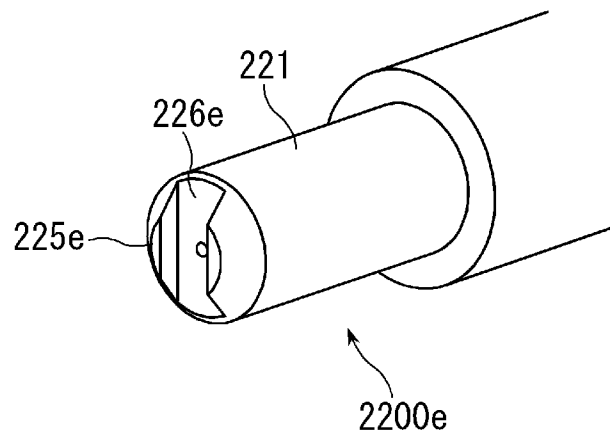
[図52]



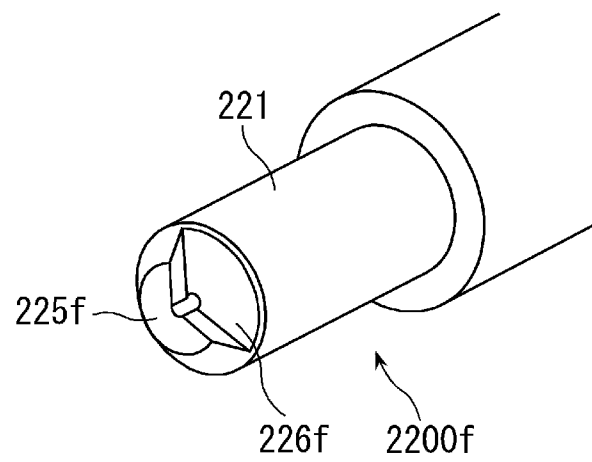
[図53]



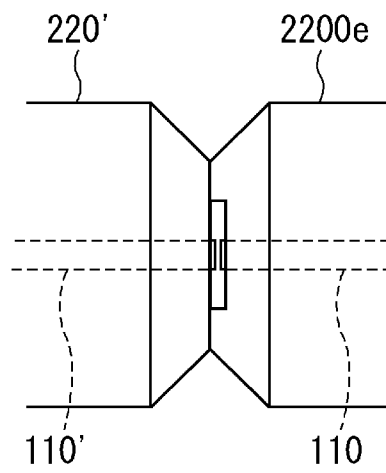
[図54]



[図55]



[図56]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/051496

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B6/38(2006.01)i, G02B6/42(2006.01)i, H01R13/46(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B6/38, G02B6/42, H01R13/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2007-241105 A (Sony Corp.), 20 September 2007 (20.09.2007), paragraphs [0014] to [0062]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-33, 42-49 34-36 40, 41, 50-57
Y A	JP 2007-193251 A (Shoden Co., Ltd.), 02 August 2007 (02.08.2007), paragraphs [0013] to [0022]; fig. 3 (Family: none)	34-36 5-13, 16, 17, 40, 41, 50-57
A	JP 2000-39537 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 08 February 2000 (08.02.2000), paragraphs [0032] to [0035]; fig. 6 (Family: none)	5-13, 16, 17, 36, 50-57

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 April, 2010 (13.04.10)

Date of mailing of the international search report
27 April, 2010 (27.04.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/051496

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-316281 A (Sumiden High Precision Co., Ltd.), 10 November 2005 (10.11.2005), paragraph [0025]; fig. 6 (Family: none)	10-13, 50-57
A	JP 2008-33243 A (Kyocera Corp.), 14 February 2008 (14.02.2008), paragraphs [0040], [0041]; fig. 2-B (Family: none)	10-13, 50-57
A	JP 61-73909 A (Siemens AG.), 16 April 1986 (16.04.1986), page 3, lower right column, lines 13 to 14; page 4, upper left column, lines 8 to 10; fig. 1 to 6 & US 4707071 A & EP 176820 A2	11-13, 31-36, 50-57
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 41649/1985 (Laid-open No. 157910/1986) (Alps Electric Co., Ltd.), 30 September 1986 (30.09.1986), claims; page 11, lines 17 to 20; fig. 10, 11 & US 4758719 A & KR 20-1990-0000421 Y	11-13, 31-36, 50-57
A	JP 9-166730 A (Siemens AG.), 24 June 1997 (24.06.1997), paragraphs [0015] to [0019]; fig. 3 & US 5689609 A & DE 19530684 C1	17, 50-57
X A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 130121/1983 (Laid-open No. 39009/1985) (NHK Precision Co., Ltd.), 18 March 1985 (18.03.1985), page 8, lines 4 to 15; fig. 10 (Family: none)	37-41 50-57
A	JP 10-96832 A (Sumitomo Wiring Systems, Ltd.), 14 April 1998 (14.04.1998), paragraphs [0023] to [0030]; fig. 4 (Family: none)	50-57

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/051496

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/051496

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

The special technical features of the inventions in claims 1-32, claims 33-36, claims 37-41, claims 42-49, and claims 50-57 reside in “a structure for establishing electrical connection in an optical connector”, “a shape of a ferrule tip surface in an optical connector apparatus”, “a structure of a sleeve in an optical connector apparatus”, “a conductor portion of a ferrule in an optical connector”, and “a connection between an opto-electrical composite cable and a ferrule”, respectively. Since there is no technical relationship between these inventions involving one or more of the same or corresponding special technical features, these inventions are not so linked as to form a single general inventive concept.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B6/38(2006.01)i, G02B6/42(2006.01)i, H01R13/46(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B6/38, G02B6/42, H01R13/46

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2007-241105 A（ソニー株式会社）2007.09.20, 段落【0014】 －【0062】、【図1】－【図5】（ファミリーなし）	1-33, 42-49 34-36 40, 41, 50-57
Y A	JP 2007-193251 A（株式会社昭電）2007.08.02, 段落【0013】 －【0022】、【図3】（ファミリーなし）	34-36 5-13, 16, 17, 40, 41, 50-57
A	JP 2000-39537 A（古河電気工業株式会社）2000.02.08, 段落【00	5-13, 16, 17,

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 3 . 0 4 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 7 . 0 4 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

吉田 英一

2 X

9 1 2 4

電話番号 03-3581-1101 内線 3294

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1-32、請求項33-36、請求項37-41、請求項42-49、及び請求項50-57に係る発明の特別な技術的特徴は、それぞれ、光コネクタ装置における電氣的接続を図るための構造、光コネクタ装置におけるフェルール先端面の形状、光コネクタ装置におけるスリーブの構造、光コネクタにおけるフェルールの導電部、及び光電気複合ケーブルとフェルールとの結線に関することである。

そして、これらの発明は、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にないから、単一の一般的発明概念を形成するように連関しているものとは認められない。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☒ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
	3 2】－【0 0 3 5】，【図 6】（ファミリーなし）	36, 50-57
A	JP 2005-316281 A（住電ハイプレシジョン株式会社）2005.11.10，段落【0 0 2 5】，【図 6】（ファミリーなし）	10-13, 50-57
A	JP 2008-33243 A（京セラ株式会社）2008.02.14，段落【0 0 4 0】，【0 0 4 1】，【図 2－B】（ファミリーなし）	10-13, 50-57
A	JP 61-73909 A（シーメンス、アクチエンゲゼルシャフト） 1986.04.16，3 頁右下欄 1 3－1 4 行，4 頁左上欄 8－1 0 行，F I G 1－6 & US 4707071 A & EP 176820 A2	11-13, 31-36, 50-57
A	日本国実用新案登録出願 60-41649 号（日本国実用新案登録出願公開 61-157910 号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム（アルプス電気株式会社）1986.09.30，実用新案登 録請求の範囲，1 1 頁 1 7－2 0 行，第 1 0，1 1 図 & US 4758719 A & KR 20-1990-0000421 Y	11-13, 31-36, 50-57
A	JP 9-166730 A（シーメンス アクチエンゲゼルシャフト） 1997.06.24，段落【0 0 1 5】－【0 0 1 9】，【図 3】 & US 5689609 A & DE 19530684 C1	17, 50-57
X A	日本国実用新案登録出願 58-130121 号（日本国実用新案登録出願公開 60-39009 号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム（日発精密工業株式会社）1985.03.18，8 頁 4－1 5 行，第 1 0 図（ファミリーなし）	37-41 50-57
A	JP 10-96832 A（住友電装株式会社）1998.04.14，段落【0 0 2 3】 －【0 0 3 0】，【図 4】（ファミリーなし）	50-57