

(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  
2017年11月16日(16.11.2017)



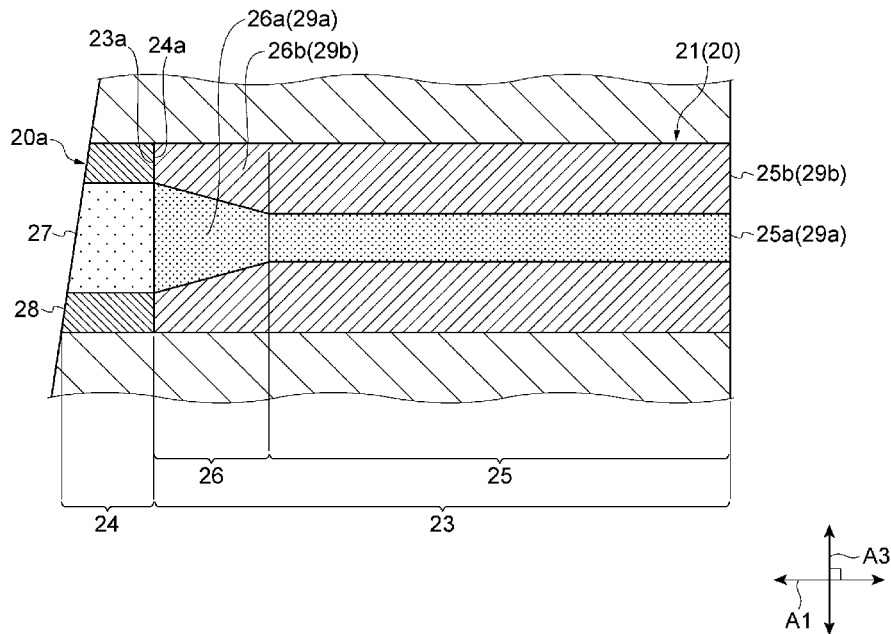
(10) 国際公開番号

WO 2017/195636 A1

- (51) 国際特許分類:  
*G02B 6/26* (2006.01)      *G02B 6/40* (2006.01)  
*G02B 6/36* (2006.01)
- (21) 国際出願番号:                      PCT/JP2017/016801
- (22) 国際出願日:                      2017年4月27日(27.04.2017)
- (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 2016-096004    2016年5月12日(12.05.2016) JP
- (71) 出願人: 住友電気工業株式会社  
(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)
- [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 細川 貴子 (HOSOKAWA Takako); 〒2448588 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内 Kanagawa (JP). 島川 修 (SHIMAKAWA Osamu); 〒2448588 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内 Kanagawa (JP). 矢加部 祥 (YAKABE Sho); 〒2448588 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内 Kanagawa (JP). 佐野 知巳 (SANO Tomomi); 〒2448588 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内 Kanagawa (JP).

(54) Title: OPTICAL CONNECTOR AND OPTICAL COUPLING STRUCTURE

(54) 発明の名称: 光コネクタ及び光結合構造



(57) Abstract: An optical connector is provided with: an optical fiber comprising a body and a distal end; and a ferrule comprising a ferrule end surface that faces a partner optical connector, and an optical fiber-holding hole in which the optical fiber is held. The body comprises a core section in which the mode field diameter is a first value, and a tapered section in which the mode field diameter gradually increases. One end surface of the distal end is fused to an end of the tapered section. The other end surface of the distal end forms a distal end surface. The mode field diameter of the other



WO 2017/195636 A1

(74) 代理人:長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

---

end surface is a second value. The second value is greater than the first value.

(57) 要約:光コネクタは、本体部及び先端部を有する光ファイバと、相手側光コネクタと対面するフェルルール端面及び光ファイバが保持される光ファイバ保持孔を有するフェルルールと、を備える。本体部は、モードフィールド径が第1の値であるコア部、及び、モードフィールド径が徐々に拡大するテーパ部を含む。先端部の一方の端面はテーパ部の端部に融着される。先端部の他方の端面は先端面を形成する。他方の端面におけるモードフィールド径は第2の値である。第2の値は第1の値より大きい。

## 明 細 書

**発明の名称**：光コネクタ及び光結合構造

### 技術分野

[0001] 本開示は、光コネクタ及び光結合構造に関する。本出願は、2016年5月12日の日本出願第2016-096004号に基づく優先権を主張する。本出願は、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用する。

### 背景技術

[0002] 非特許文献1は、多芯光ファイバ同士を接続する光コネクタに用いられるフェルールを開示する。フェルールは、複数本の光ファイバを保持するための複数の孔を有する。複数本の光ファイバは、当該孔にそれぞれ挿入される。光ファイバの先端はフェルール端面から僅かに突出する。

### 先行技術文献

#### 非特許文献

[0003] 非特許文献1：S. Nagasawa et al., "A high-performance single-mode multifiber connector using oblique and direct endface contact between multiple fibers arranged in a plastic ferrule," IEEE Photonics Technology Letters, vol. 3, no. 10, pp. 937-939, 1991

### 発明の概要

[0004] 本開示に係る光コネクタは、本体部、及び、先端部を有する光ファイバと、相手側光コネクタと対面するフェルール端面、及び、フェルール端面において開口しており開口から光ファイバの先端部に設けられた先端面が露出するように光ファイバが保持される光ファイバ保持孔を有するフェルールと、を備える。本体部は、モードフィールド径が第1の値であるコア部、及び、モードフィールド径が第1の値から徐々に拡大するテーパ部を含む。先端部は、一方の端面がテーパ部の端部に融着されており、他方の端面が先端面を形成し、先端面におけるモードフィールド径が第2の値である。第2の値は第1の値より大きい。

[0005] 本開示に係る光結合構造は、互いに接続される第1の光コネクタ及び第2の光コネクタと、第1の光コネクタと第2の光コネクタとの間隔を規定するスペーサと、を備える。第1の光コネクタ及び第2の光コネクタは、本体部、及び、先端部を有する光ファイバと、相手側光コネクタと対面するフェルール端面、及び、フェルール端面において開口しており開口から光ファイバの先端部に設けられた先端面が露出するように光ファイバが保持される光ファイバ保持孔を有するフェルールと、をそれぞれ備える。本体部は、モードフィールド径が第1の値であるコア部、及び、モードフィールド径が第1の値から徐々に拡大するテーパ部を含む。先端部は、一方の端面がテーパ部の端部に融着されており、他方の端面が先端面を形成し、先端面におけるモードフィールド径が第2の値である。第2の値は第1の値より大きい。スペーサは、第1の光コネクタのフェルール端面と、第2の光コネクタのフェルール端面との間に配置されている。

### 図面の簡単な説明

- [0006] [図1]図1は、本開示に係る光結合構造の構成を示す斜視図である。
- [図2]図2は、フェルール端面を示す正面図である。
- [図3]図3は、図1の仮想面S1における光結合構造の断面を示す斜視図である。
- [図4]図4は、図3の領域S2を拡大して示す断面図である。
- [図5]図5は、図4の領域S3を拡大して示す断面図である。
- [図6]図6の(a)部、(b)部、(c)部及び(d)部は、光ファイバを製造するための主要な工程を説明するための断面図である。
- [図7]図7は、光ファイバにおける屈折率の関係を示す図である。
- [図8]図8の(a)部及び図8の(b)部は、PC方式のフェルールの構造の一例を示す側断面図である。図8の(a)部は接続前の状態を示す。図8の(b)部は接続された状態を示す。

### 発明を実施するための形態

[0007] [発明が解決しようとする課題]

非特許文献1の光コネクタは、光ファイバ同士のコネクタ接続の一方式であるPC (Physical Contact) 方式を採用する。図8の(a)部及び図8の(b)部は、PC方式のフェルール100の構造の一例を示す側断面図である。図8の(a)部は接続前の状態を示す。図8の(b)部は接続後の状態を示す。フェルール100は、円柱状の外観を有する。フェルール100は、中心軸線上に設けられた光ファイバ120を保持するための孔102を有する。光ファイバ120は、孔102に挿通される。光ファイバ120は、フェルール100の先端面104において先端部が外部に僅かに突出する。PC方式では、光ファイバ120の先端部を、接続相手側コネクタの同先端部と物理的に接触させて押圧することにより(図8の(b)部)、光ファイバ120同士を効率的に光結合させる。このような方式は、主に単心光ファイバ同士を接続する際に用いられる。

[0008] しかしながら、このような方式には次の問題がある。フェルール端面に異物が付着した状態で接続したとき、異物は、押圧力によってフェルール端面に密着する。密着した異物を取り除くためには接触式のクリーナを使用する必要がある。異物の密着を防ぐためには頻繁に清掃を行う必要がある。複数本の光ファイバを同時に接続する場合、1本毎に所定の押圧力が要求される。従って、光ファイバの本数が多くなるほど接続に大きな力が必要となる。

[0009] 上記の問題に対し、互いに接続される光ファイバの先端面の間に間隔を設ける構造が考えられる。このような構造において、光ファイバから出射された光は、一方の光ファイバから他方の光ファイバに向けて拡散しながら伝播する。伝播する光が他方の光ファイバにおけるコアよりも大きく拡散すると、接続損失が増加するおそれがある。

[0010] 本開示は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、接続損失の増加を抑制し得る光コネクタ及び光結合構造を提供する。

[0011] [本開示の効果]

本開示によれば、接続損失の増加を抑制し得る光コネクタ及び光結合構造が提供される。

## [0012] [実施形態の説明]

最初に、本開示の内容を列記して説明する。

[0013] 本開示に係る光コネクタは、本体部、及び、先端部を有する光ファイバと、相手側光コネクタと対面するフェルール端面、及び、フェルール端面において開口しており開口から光ファイバの先端部に設けられた先端面が露出するように光ファイバが保持される光ファイバ保持孔を有するフェルールと、を備える。本体部は、モードフィールド径が第1の値であるコア部、及び、モードフィールド径が第1の値から徐々に拡大するテーパ部を含む。先端部は、一方の端面がテーパ部の端部に融着されており、他方の端面が先端面を形成し、先端面におけるモードフィールド径が第2の値である。第2の値は第1の値より大きい。

[0014] 光コネクタでは、光は光ファイバの先端面から出射される。先端面は、光ファイバの先端部に含まれる。先端部は、本体部のコア部よりもモードフィールド径が大きい。ここで、モードフィールド径と開口数との積は一定である。この関係に基づけば、先端部はコア部よりもモードフィールド径が大きいので、先端部の開口数はコア部よりも小さい。開口数が小さいほど、光ファイバから出射される光の出射角度が小さい。従って、先端面から出射された光の拡散が抑制されるので、他方の光ファイバのコアに光を効率よく導くことができる。さらに、先端部とコア部との間には、モードフィールド径が徐々に拡大するテーパ部が配置されるので、モードフィールド径の変換における損失の増加が抑制される。従って、この光コネクタによれば、モードフィールド径の拡大によって出射される光の出射角度が小さくされ、且つ、テーパ部を用いたモードフィールド径の変換によって損失の増加が抑制される。このため、光コネクタは、接続損失の増加を抑制することができる。

[0015] 上記の光コネクタにおいて、本体部は、第1のコアと第1のコアを囲む第1のクラッドとを有すると共に、第1のコアと第1のクラッドとの屈折率の関係性を制御する第1の含有物を含む。先端部は、第2のコアと第2のコアを囲む第2のクラッドとを有すると共に、第2のコアと第2のクラッドとの屈

折率の関係を制御する第2の含有物を含む。第1の含有物の熱拡散速度（以下では、加熱により含有物が拡散する速度を熱拡散速度と呼ぶ）は、第2の含有物の熱拡散速度よりも大きい。この構成によれば、本体部に含まれた第1の含有物の熱拡散速度は、先端部に含まれた第2の含有物の熱拡散速度より大きい。このため、第1の含有物を第2の含有物よりも早く本体部において拡散させることが可能になる。従って、熱拡散速度の差異を利用すれば、先端部における第2の含有物の分布の変化を抑制しつつ、本体部における第1の含有物の分布を変化させてモードフィールド径が徐々に拡大するテーパ部を形成することができる。

[0016] 上記の光コネクタにおいて、第1の含有物は、フッ素（F）であり、第2の含有物は、ゲルマニウム（Ge）であってもよい。フッ素は、ゲルマニウムよりも熱拡散速度が大きい。従って、この構成によれば、モードフィールド径が第1の値であるコア部と、モードフィールド径が第1の値から徐々に拡大するテーパ部とを本体部に容易に設けることができる。

[0017] 上記の光コネクタにおいて、先端面は、光ファイバの光軸方向に対して傾斜してもよい。これにより、光ファイバの先端面における反射戻り光を低減できる。

[0018] 上記の光コネクタは、フェルール端面上に設けられてフェルール端面と相手側光コネクタとの間隔を規定するスペーサをさらに備えてもよい。スペーサによれば、一方の光ファイバの先端面から他方の光ファイバの先端面までの間隔を精密に規定することができる。

[0019] 上記の光コネクタは、光ファイバをフェルールに固定するための光ファイバ保持部をさらに備えてもよい。フェルールは、光ファイバ保持孔の開口とは逆側の開口が設けられた光ファイバ導入部を有してもよい。光ファイバ保持部は、光ファイバ導入部に固定されると共に逆側の開口から延出する光ファイバを保持してもよい。この構成によれば、逆側の開口から延出した光ファイバを保護することができる。

[0020] 上記の光コネクタにおいて、光ファイバは、ベアファイバ部分が保護樹脂

で覆われている部分を有してもよい。光ファイバと光ファイバ保持孔は、接着樹脂で固定されてもよい。この構成によれば、光ファイバ保持孔に配置された光ファイバを樹脂により保護することができる。この構成によれば、温度変化による曲げロスの増加を抑制することができる。さらに、この構成によれば、温度変化による断線を防止することができる。

[0021] 本開示に係る光結合構造は、互いに接続される第1の光コネクタ及び第2の光コネクタと、第1の光コネクタと第2の光コネクタとの間隔を規定するスペーサと、を備える。第1の光コネクタ及び第2の光コネクタは、本体部、及び、先端部を有する光ファイバと、相手側光コネクタと対面するフェルール端面、及び、フェルール端面において開口しており開口から光ファイバの先端部に設けられた先端面が露出するように光ファイバが保持される光ファイバ保持孔を有するフェルールと、をそれぞれ備える。本体部は、モードフィールド径が第1の値であるコア部、及び、モードフィールド径が第1の値から徐々に拡大するテーパ部を含む。先端部は、一方の端面がテーパ部の端部に融着されており、他方の端面が先端面を形成し、先端面におけるモードフィールド径が第2の値である。第2の値は第1の値より大きい。スペーサは、第1の光コネクタのフェルール端面と、第2の光コネクタのフェルール端面との間に配置される。

[0022] 光結合構造は、上記光コネクタが有する光ファイバを備える。従って、上記光コネクタと同様に、モードフィールド径の拡大によって出射される光の出射角度が小さくされ、且つ、テーパ部を用いたモードフィールド径の変換により損失の増加が抑制される。従って、光結合構造は、接続損失の増加を抑制することができる。

[0023] 上記の光結合構造では、第1の光コネクタ及び第2の光コネクタのそれぞれにおいて、光ファイバ保持孔から露出された光ファイバの先端面の法線は、光ファイバの光軸方向に対して傾斜してもよい。第1の光コネクタにおける光ファイバの光軸は、第2の光コネクタにおける光ファイバの光軸に対してずれてもよい。この構成によれば、光ファイバの先端面における反射戻り

光を低減できる。

[0024] [本願発明の実施形態の詳細]

本開示に係る光コネクタ及び光結合構造の具体例を、以下に図面を参照しつつ説明する。なお、本開示はこれらの例示に限定されるものではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。以下の説明では、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0025] 図1は、本開示に係る光結合構造1Aの構成を示す斜視図である。図1に示されるように、本開示の光結合構造1Aは、互いに接続される光コネクタ2A及び光コネクタ3A（相手側光コネクタ）を備える。光コネクタ2A及び光コネクタ3Aは、複数本（図には8本を例示）の光ファイバ20と、光ファイバ20を保持するフェルール11と、スペーサ14と、を備える。複数本の光ファイバ20は、接続方向A1に沿って各々延びる。複数本の光ファイバ20は、接続方向A1と交差する配置方向A2に並んで配置される。光ファイバ20は、ベアファイバ21（ベアファイバ部分）とベアファイバ21を覆う樹脂被覆22とを有する。スペーサ14は、光コネクタ2Aと光コネクタ3Aとの隙間を規定する。

[0026] 光コネクタ2Aと光コネクタ3Aとは、互いに同じ構成を有する。従って、以下の説明では、光コネクタ2Aについて詳細に説明し、光コネクタ3Aの説明は省略する。

[0027] フェルール11は、略直方体状の外観を有する。フェルール11は、例えば樹脂によって構成される。フェルール11は、フェルール端面11aと、後端面11bとを有する。フェルール端面11aは、接続方向A1の一端側に設けられる。

後端面11bは、他端側に設けられる。フェルール11は、一对の側面11c、11dと、底面11e及び上面11fとを有する。一对の側面11c、11dは、接続方向A1に沿って延びる。フェルール11は、一对のガイド孔11g、11hを有する。一对のガイド孔11g、11hは、フェルール

端面11aから後端面11bに貫通する。一对のガイド孔11g, 11hは、光ファイバ20の光軸に沿った断面と交差する方向（本開示では配置方向A2）に並ぶ。これらのガイド孔11g, 11hのそれぞれには、ガイドピン15がそれぞれ挿入される。ガイドピン15は、光コネクタ2Aに対する光コネクタ3Aの相対位置を固定する。

[0028] 図2は、光コネクタ2Aのフェルール端面11aと、フェルール端面11aに配置されたスペーサ14と、を示す正面図である。図2に示されるように、フェルール端面11aにおいて、光ファイバ20の先端面20aの中心位置C1は、直線E1に対して僅かに上方にずれる。この直線E1は、一对のガイド孔11g, 11hの中心を結ぶ。言い換えれば、接続方向A1及び配置方向A2の双方と交差する方向A3（すなわちフェルール11の上下方向）において、光ファイバ20の中心軸線は、フェルール11の中心に対し上面11f側に僅かにずれる。従って、光コネクタ2A及び光コネクタ3Aを互いに上下反転して接続すると、それぞれの光ファイバ20の光軸同士は、互いに上下方向にずれる。この構成によれば、光路L1（図4参照）が屈折しても、光ファイバ20同士を好適に光結合できる。

[0029] スペーサ14は、フェルール端面11a上に配置される。スペーサ14は、棒状の外観を有する。スペーサ14は、例えば、ガラスフィラーの入ったポリフェニレンサルファイド（PPS）により構成される。スペーサ14は、開口14aを有する。開口14aは、光ファイバ20の先端面20aから延びる光路L1を通過させる。なお、スペーサ14は、例えば、ガラスフィラーの入ったPPSにより構成されるが、PPSにガラスフィラーが入っていてもよい。

[0030] 図3は、図1の仮想面S1における光結合構造1Aの断面を示す斜視図である。図3に示されるように、スペーサ14は、光コネクタ2Aのフェルール端面11aと光コネクタ3Aのフェルール端面11aとの間隔を規定する。接続方向A1におけるスペーサ14の厚さTは、例えば20 $\mu$ m以上100 $\mu$ m以下である。スペーサ14の厚さTをより薄く10 $\mu$ m以上20 $\mu$ m

以下とすれば、接続ロスをより低減できる。スペーサ14の一方の面14bは光コネクタ2Aのフェルール端面11aに当接する。スペーサ14の他方の面14cは、光コネクタ3Aのフェルール端面11aに当接する。

[0031] フェルール11の後端面11bには、導入孔12が形成される。導入孔12は、複数本の光ファイバ20をまとめて受け入れる。フェルール11は、光ファイバ導入面11j（光ファイバ導入部）を有する。光ファイバ導入面11jは、導入孔12を形成する。光ファイバ導入面11jは、接続方向A1と直交する。複数の光ファイバ保持孔13は、光ファイバ導入面11jからフェルール端面11aに亘って貫通する。光ファイバ20は、接続方向A1における途中から先端面20aに亘って樹脂被覆22が除去される。この構成によれば、ベアファイバ21が露出する。ベアファイバ21は、光ファイバ保持孔13に配置される。

[0032] 光ファイバ保持孔13は、第1の保持部13aと、第2の保持部13bとを含む。第1の保持部13aは、第1の内径を有する。第2の保持部13bは、第2の内径を有する。光ファイバ保持孔13は、先端開口13cと、導入開口13dと、を含む。先端開口13cは、フェルール端面11aに設けられる。導入開口13dは、光ファイバ導入面11jに設けられる。第1の保持部13aは、先端開口13cを含む。第1の保持部13aは、フェルール端面11a側に設けられる。第2の保持部13bは、導入開口13dを含む。第2の保持部13bは、光ファイバ導入面11j側に設けられる。第1の保持部13aにおける第1の内径は、ベアファイバ21の外径と略等しい。従って、ベアファイバ21は、第1の保持部13aに配置されている先端面20aから10mm以上20mm以下の範囲においてリコート処理されていない。第2の保持部13bの第2の内径は第1の内径よりも大きい。第2の保持部13bの内周面はベアファイバ21の外周面から離間する。従って、この範囲のベアファイバ21は保護樹脂16bにより覆われる。つまり、この範囲のベアファイバ21はリコート処理がなされている。保護樹脂16bは、温度変化に対して体積変化が小さい樹脂であってもよい。保護樹脂1

6 bは、例えば紫外線硬化性樹脂である。フェルール11の上面11fには、樹脂供給孔11kが設けられる。樹脂供給孔11kは、上面11fから第1の保持部13aに貫通する。樹脂供給孔11kは、上面11fから第2の保持部13bに連通する。上記のリコート処理がなされている光ファイバ20が光ファイバ保持孔13に挿通された状態で、接着樹脂16aはこの樹脂供給孔11kを介して第1の保持部13a及び第2の保持部13bに充填される。この接着樹脂16aにより、光ファイバ20は光ファイバ保持孔13に固定される。接着樹脂16aは、隙間に流れ込み易い低粘度の樹脂であってもよい。接着樹脂16aは、例えば熱硬化性樹脂である。接着樹脂16aは、保護樹脂16bと同じ樹脂であってもよい。光ファイバ保持孔13に挿通される光ファイバ20は、保護樹脂16bによるリコート処理がなされていなくてもよい。その場合には光ファイバ20と光ファイバ保持孔13との間の隙間は、接着樹脂16aにより充填される。この構成により、光ファイバ20は、光ファイバ保持孔13に固定される。

[0033] 光ファイバ20の先端面20aは、フェルール端面11aに露出する。先端面20aは、フェルール端面11aと面一であってもよい。先端面20aは、レンズ等の光学要素及び屈折率整合剤などを介することなく、相手側コネクタの先端面20aと光結合される。換言すると、先端面20aは、空気のみを介して相手側コネクタの先端面20aと光結合される。従って、一方の光ファイバ20の先端面20aから出射した光は、他方の光ファイバ20の先端面20aに入射する。先端面20aには、反射防止膜（ARコート）が設けられていてもよい。

[0034] 光ファイバ保持体17（光ファイバ保持部）は、光ファイバ導入面11jに取り付けられる。光ファイバ保持体17は、略直方体状の外観を有する。光ファイバ保持体17は、例えば樹脂によって構成される。光ファイバ保持体17は、固定端面17aを有する。固定端面17aは、光ファイバ導入面11jに固定される。光ファイバ保持体17は、複数の光ファイバ挿通孔17cを有する。複数の光ファイバ挿通孔17cは、固定端面17aから逆側

の端面17bに貫通する。例えば、光コネクタ2Aは、8本の光ファイバ20を有する。従って、光ファイバ保持体17に設けられた光ファイバ挿通孔17cの数は8個である。第2の保持部13b又は挿通孔17cには、光ファイバ20における樹脂被覆22が設けられた部分と、ベアファイバ21がリコート処理されている部分との境界が配置される。そして、光ファイバ挿通孔17cの内周面とベアファイバ21がリコート処理されている部分の外周面との間には、第2の保持部13bを介して接着樹脂16aが充填される。光ファイバ挿通孔17cの内周面と樹脂被覆22の外周面との間にも接着樹脂16aが第2の保持部13bを介して充填される。この構成により、光ファイバ20は光ファイバ挿通孔17cにも固定される。接着樹脂16aは、保護樹脂16bと同じ樹脂であってもよい。光ファイバ挿通孔17cに挿通される光ファイバ20は、保護樹脂16bによるリコート処理がなされていなくてもよい。その場合には光ファイバ20と光ファイバ挿通孔17cとの間の隙間は、接着樹脂16aにより充填される。この構成により、光ファイバ20は、光ファイバ挿通孔17cに固定される。

[0035] 図4は、図3の領域S2を拡大して示す断面図である。図4に示されるように、光ファイバ20の光軸に沿った断面において、法線方向V1は、光ファイバ20の光軸方向V2に対して傾斜する。法線方向V1は、光ファイバ20の先端面20aの法線方向である。法線方向V1は、フェルール端面11aの法線方向でもある。光コネクタ2Aに設けられた光ファイバ20の先端面20aにおける法線は、光コネクタ3Aに設けられた光ファイバ20の先端面20aにおける法線に対して平行である。さらに、光コネクタ2Aに設けられた光ファイバ20の光軸方向V2は、光コネクタ3Aに設けられた光ファイバ20の光軸方向V2に対して方向A3の方向にずれる。これにより、先端面20aにおける反射戻り光が低減する。この場合、光ファイバ20の先端面20aから出射される光の光路L1は、先端面20aにおいて先端面20aの傾斜の向きとは逆向きに屈折する。

[0036] 図5は、図4に示された領域S3を拡大して示す断面図である。図5に示

されるように、光ファイバ20は、本体部23と、先端部24とを有する。

[0037] 本体部23は、一例として純シリカコアファイバ（PSCF：Pure-Silica-Core Fiber）である。本体部23は、コア部25とテーパ部26とを有する。コア部25は、コア25aと、クラッド25bとを有する。コア25aは、純シリカ（ $\text{SiO}_2$ ）からなる。クラッド25bは、純シリカにフッ素（F）が添加されたものである。コア部25のモードフィールド径（MFD：Mode Field Diameter）は第1の値である。モードフィールド径は、一例として $5\mu\text{m}$ 以上 $15\mu\text{m}$ 以下であってもよい。モードフィールド径は、別の例として $5\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下であってもよい。テーパ部26は、コア26aと、クラッド26bとを有する。コア26aは、コア25aと同様に純シリカ（ $\text{SiO}_2$ ）からなる。クラッド26bは、クラッド25bと同様に純シリカにフッ素（F）が添加されたものである。テーパ部26は、コア部25と異なり光軸方向に沿ってモードフィールド径が徐々に変化する。具体的には、テーパ部26におけるモードフィールド径は、第1の値から直線的に拡大する。コア部25はテーパ部26と一体である。テーパ部26のモードフィールド径が第1の値である部分は、コア部25と連続する。コア25aとコア26aとは、本開示における第1のコア29aを構成する。クラッド25bとクラッド26bとは、本開示における第1のクラッド29bを構成する。

[0038] モードフィールド径とは、光強度に基づいて定義される値である。モードフィールド径は、光ファイバにおけるコアの径を示す指標である。具体的には、モードフィールド径は、コアの中心における光強度に対して、光強度が $1/e^2$ となる距離である。

[0039] 先端部24は、一例としてシングルモードファイバ（SMファイバ）である。先端部24は、第2のコア27と、第2のクラッド28とを有する。第2のコア27は、純シリカにゲルマニウム（Ge）が添加されたものである。第2のクラッド28は、純シリカからなる。先端部24の一方の端面24aは、本体部23の結合端面23aに融着される。具体的には、先端部24は、テーパ部26においてモードフィールド径が第2の値である部分と融着

される。先端部24の他方の端面は、光ファイバ20の先端面20aを形成する。先端面20aにおけるモードフィールド径は第2の値である。第2の値は第1の値よりも大きい。モードフィールド径は、一例として、 $10\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下であってもよい。モードフィールド径は、別の例として $15\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0040] 要するに、光ファイバ20は、コア部25と、テーパ部26と、先端部24とが、光軸方向に沿ってこの順に設けられている。コア部25は、モードフィールド径が第1の値である。テーパ部26は、モードフィールド径が第1の値から徐々に拡大する。先端部24は、モードフィールド径が第2の値である。

[0041] 図6は、光ファイバ20を製造する方法の一例における主要な工程を示す断面図である。図6の(a)部に示されるように、モードフィールド径が互いに異なる2本の光ファイバ31、32を準備する。光ファイバ31は、本体部23のためのものである。従って、光ファイバ31は、純シリカからなるコア31aと、純シリカにフッ素(F)が添加されたクラッド31bとを有する。光ファイバ31は、モードフィールド径が第1の値である。光ファイバ32は、先端部24のためのものである。従って、光ファイバ32は、純シリカにゲルマニウムが添加されたコア32aと、純シリカからなるクラッド32bとを有する。光ファイバ32は、モードフィールド径が第2の値である。

[0042] 図6の(b)部に示されるように、光ファイバの31の端面31cを光ファイバ32の端面32cに融着する。次に、図6の(c)部に示されるように、光ファイバ31のコア31aの一部をテーパ部31aaに変換する。具体的には、テーパ部31aaとすべき領域S4をバーナ等を用いて加熱する。

[0043] 加熱前の光ファイバ31における屈折率の分布は、図7のグラフG1により示される。純シリカからなるコア31aの屈折率R1は、フッ素(F)が添加されたクラッド31bの屈折率R2よりも低い。この構成により、コア

31aとクラッド31bとの間に屈折率差が設けられる。領域S4の加熱を始めると、クラッド31bに含まれたフッ素(F)がコア31aに拡散し始める。コア31aにフッ素(F)が拡散すると、図7におけるグラフG2に示されるように、コア31aの屈折率はR1からR1aに低下する。一方、クラッド31bの屈折率はR2からR2aに上昇する。従って、コア31aとクラッド31bとの屈折率差が小さくなる。換言すると、モードフィールド径は拡大する。このフッ素(F)の拡散の度合いは、加熱の温度及び加熱時間により制御可能である。接合光ファイバ30は、含有物の熱拡散処理がなされたコア拡散光ファイバ(TECF: Thermally-diffused Expanded Core Fiber)である。

[0044] 一方、領域S4を狙った加熱において、領域S4に隣接する光ファイバ32も温度が上昇する。この温度上昇によっては、光ファイバ32のコア32aに含まれたゲルマニウム(Ge)がクラッド32bに拡散する。この拡散によれば、光ファイバ32のモードフィールド径も大きくなる。しかし、フッ素の熱拡散速度は、ゲルマニウムの熱拡散速度よりも大きい。換言すると、光ファイバ31におけるモードフィールド径が大きくなる速度は光ファイバ32におけるモードフィールド径が大きくなる速度よりも大きい。従って、加熱条件を制御することにより、接続界面33における先端部24のモードフィールド径にテーパ部26のモードフィールド径を近づけることができる。

[0045] ここで、光ファイバ31に光ファイバ32を接続することなく、テーパ部31aを形成することを想定する。加熱によってモードフィールド径を精密に制御することは困難である。加熱により含有物を拡散して屈折率の関係を変化させる手法によれば、拡大可能なモードフィールド径の大きさに限界がある。一方、本開示に係る製造方法では、接合光ファイバ30の先端面30aを構成する光ファイバ32を予め準備し、光ファイバ31に融着する。この方法によれば、接合光ファイバ30の先端面30aを構成するコア32aは、モードフィールド径が第2の値であるので、先端面30aにおけるモ

ードフィールド径を容易に設定することができる。

[0046] そして、最後に、接合光ファイバ30の他方の端面を加工する。この加工により、光軸に対して傾斜した先端面30aが形成される。

[0047] 以上に説明した本開示の光結合構造1A及び光コネクタ2A, 3Aによって得られる効果について説明する。

[0048] 光結合構造1A及び光コネクタ2A, 3Aでは、光ファイバ20の先端面20aから光が出射される。先端面20aは、光ファイバ20の先端部24に含まれる。先端部24は、本体部23のコア部25よりもモードフィールド径が大きい。ここで、モードフィールド径と開口数との積は一定である。この関係に基づけば、先端部24はコア部25よりもモードフィールド径が大きいので、先端部24の開口数はコア部25よりも小さい。開口数が小さいほど、光ファイバ20から出射される光の出射角度が小さくなる。従って、先端面20aから出射された光の拡散が抑制されるので、相手側の光ファイバ20のコアに効率よく光を入射させることができる。従って、隙間を設けることによる影響を小さくすることができる。先端部24のモードフィールド径が大きいので、出射されるビーム径も大きくなる。従って、光ファイバ20の光軸のずれによる接続損失の増加を抑制することができる。さらに、先端部24とコア部25との間には、モードフィールド径が徐々に拡大するテーパ部26が配置される。この構成によれば、モードフィールド径が第1の値から第2の値へ変換される際の損失の増加が抑制される。従って、光結合構造1A及び光コネクタ2A, 3Aによれば、モードフィールド径の拡大によって出射される光の出射角度が小さくされる。さらに、光結合構造1A及び光コネクタ2A, 3Aによれば、テーパ部26を用いたモードフィールド径の変換により損失の増加が抑制される。従って、接続損失の増加が抑制される。

[0049] 先端部24により、拡大されたモードフィールド径を容易に調整できる。従って、実装の作業性を向上させることができる。

[0050] 本開示のように、光ファイバ20の本体部23は、第1のコア29aと第

1のコア29aを囲む第1のクラッド29bとを有すると共に、第1のコア29aと第1のクラッド29bとの屈折率の関係を制御する第1の含有物を含む。先端部24は、第2のコア27と第2のコア27を囲む第2のクラッド28とを有する。先端部24は、第2のコア27と第2のクラッド28との屈折率の関係を制御する第2の含有物を含む。第1の含有物の熱拡散速度は、第2の含有物の熱拡散速度よりも大きい。この構成によれば、本体部23に含まれた第1の含有物の熱拡散速度は、先端部24に含まれた第2の含有物の熱拡散速度より大きい。この構成により、本体部23において第1の含有物を第2の含有物よりも早く拡散させることが可能になる。従って、本体部23の一部を加熱することにより、第1の含有物の分布を変化させて、モードフィールド径が第1の値であるコア部25と、モードフィールド径が第1の値から徐々に拡大するテーパ部26とを容易に設けることができる。

[0051] 本開示のように、第1の含有物は、フッ素(F)である。第2の含有物は、ゲルマニウム(Ge)である。フッ素は、ゲルマニウムよりも熱拡散速度が大きい。従って、この構成によれば、モードフィールド径が第1の値であるコア部25と、モードフィールド径が第1の値から徐々に拡大するテーパ部26とを容易に設けることができる。

[0052] 本開示のように、先端面20aの法線は、光ファイバ20の光軸方向に対して傾斜する。この構成により、光ファイバ20の先端面20aにおける反射戻り光を低減できる。

[0053] 本開示のように、光結合構造1Aは、フェルール端面11a上に設けられてフェルール端面11aと相手側光コネクタとの間隔を規定するスペーサ14をさらに備える。スペーサ14によれば、一方の光ファイバ20の先端面20aから他方の光ファイバ20の先端面20aまでの間隔を精密に規定することができる。

[0054] スペーサ14によれば、フェルール端面11aと相手側光コネクタとの間に所定の間隔を容易に設けることができる。換言すると、スペーサ14によれば、光コネクタ2A, 3Aのフェルール端面11aの間に所定の間隔を容

易に設けることができる。従って、非接触の光接続構造を実現し、異物の密着を低減してフェルール端面11aの例えばエアダスターなどを用いる清掃を容易にすることができる。フェルール端面11aの清掃を不要にできる。そのうえ、PC方式と異なり、接続に大きな力を必要とせずに、多数の光ファイバ20を同時に接続することができる。更には、レンズを介していないので光路に存在する光学部材の数を少なくできる。この構成により、光接続損失を抑えることができる。さらに、調芯工程が不要になるので、製造工程が少なくなりコストを低く抑えることができる。

[0055] 本開示のように、光結合構造1A及び光コネクタ2A, 3Aは、光ファイバ20をフェルール11に固定するための光ファイバ保持体17をさらに備える。フェルール11は、光ファイバ保持孔13の先端開口13cとは逆側の導入開口13dが設けられた光ファイバ導入面11jを有する。光ファイバ保持体17は、光ファイバ導入面11jに固定されると共に導入開口13dから延出する光ファイバ20を保持する。この構成によれば、導入開口13dから延出した光ファイバ20を保護することができる。

[0056] 本開示のように、光ファイバ保持孔13の内周面と、光ファイバ保持孔13に配置された光ファイバ20の外周面との間には、隙間が形成される。光ファイバ20は、保護樹脂16bによりリコート処理される。隙間には接着樹脂16aが充填される。光ファイバ20は、光ファイバ保持孔13と接着される。この構成によれば、光ファイバ保持孔13に配置された光ファイバ20を保護することができる。この構成によれば、温度変化による曲げロスの増加を抑制することができる。この構成によれば、温度変化による断線を防止することができる。

[0057] 上述した開示は、光コネクタ及び光結合構造の一例を示すものである。本開示に係る光コネクタ及び光結合構造は、本開示に係る光コネクタ及び光結合構造に限られない。本開示に係る光コネクタ及び光結合構造は、各請求項に記載した要旨を変更しない範囲で、変形し又は他のものに適用してもよい。

[0058] 例えば、上記開示では、フェルール端面間の隙間は空気で満たされている。しかし、フェルール端面間を満たす媒質は、屈折率が一定の媒質であれば空気に限定されない。上記開示では、本開示に係る光コネクタを多芯光コネクタに適用している。本開示に係る光コネクタは、単芯光コネクタに適用してもよい。

### 符号の説明

[0059] 1 A…光結合構造、2 A, 3 A…光コネクタ、1 1…フェルール、1 1 a…フェルール端面、1 1 b…後端面、1 1 j…光ファイバ導入面、1 1 k…樹脂供給孔、1 3…光ファイバ保持孔、1 3 c…先端開口、1 3 d…導入開口、1 4…スペーサ、1 5…ガイドピン、1 6 a…接着樹脂、1 6 b…保護樹脂、1 7…光ファイバ保持体、2 0…光ファイバ、2 1…ベアファイバ、2 2…樹脂被覆、2 3…本体部、2 4…先端部、2 5…コア部、2 6…テーパ部、2 9 a…第1のコア、2 9 b…第1のクラッド、2 7…第2のコア、2 8…第2のクラッド。

## 請求の範囲

- [請求項1] 本体部、及び、先端部を有する光ファイバと、  
相手側光コネクタと対面するフェルール端面、及び、前記フェルール端面において開口しており前記開口から前記光ファイバの前記先端部に設けられた先端面が露出するように前記光ファイバが保持される光ファイバ保持孔を有するフェルールと、を備え、  
前記本体部は、モードフィールド径が第1の値であるコア部、及び、モードフィールド径が前記第1の値から徐々に拡大するテーパ部を含み、  
前記先端部は、一方の端面が前記テーパ部の端部に融着されており、他方の端面が前記先端面を形成し、前記先端面におけるモードフィールド径が第2の値であり、前記第2の値は前記第1の値より大きい、光コネクタ。
- [請求項2] 前記本体部は、第1のコアと前記第1のコアを囲む第1のクラッドとを有すると共に、前記第1のコアと前記第1のクラッドとの屈折率の関係を制御する第1の含有物を含み、  
前記先端部は、第2のコアと前記第2のコアを囲む第2のクラッドとを有すると共に、前記第2のコアと前記第2のクラッドとの屈折率の関係を制御する第2の含有物を含み、  
前記第1の含有物の熱拡散速度は、前記第2の含有物の熱拡散速度よりも大きい、請求項1に記載の光コネクタ。
- [請求項3] 前記第1の含有物は、フッ素（F）であり、  
前記第2の含有物は、ゲルマニウム（Ge）である、請求項2に記載の光コネクタ。
- [請求項4] 前記先端面の法線は、前記光ファイバの光軸方向に対して傾斜する、請求項1～3の何れか一項に記載の光コネクタ。
- [請求項5] 前記フェルール端面上に設けられて前記フェルール端面と前記相手側光コネクタとの間隔を規定するスペーサをさらに備える、請求項1

～4の何れか一項に記載の光コネクタ。

[請求項6]

前記光ファイバを前記フェルールに固定するための光ファイバ保持部をさらに備え、

前記フェルールは、前記光ファイバ保持孔の前記開口とは逆側の開口が設けられた光ファイバ導入部を有し、

前記光ファイバ保持部は、前記光ファイバ導入部に固定されると共に前記逆側の開口から延出する前記光ファイバを保持する、請求項1～5の何れか一項に記載の光コネクタ。

[請求項7]

前記光ファイバは、ベアファイバ部分が保護樹脂で覆われている部分を有し、

前記光ファイバと前記光ファイバ保持孔は、接着樹脂で固定されている、請求項1～6の何れか一項に記載の光コネクタ。

[請求項8]

互いに接続される第1の光コネクタ及び第2の光コネクタと、

前記第1の光コネクタと前記第2の光コネクタとの間隔を規定するスペーサと、を備え、

前記第1の光コネクタ及び前記第2の光コネクタは、

本体部、及び、先端部を有する光ファイバと、

相手側光コネクタと対面するフェルール端面、及び、前記フェルール端面において開口しており前記開口から前記光ファイバの前記先端部に設けられた先端面が露出するように前記光ファイバが保持される光ファイバ保持孔を有するフェルールと、をそれぞれ備え、

前記本体部は、モードフィールド径が第1の値であるコア部、及び、モードフィールド径が前記第1の値から徐々に拡大するテーパ部を含み、

前記先端部は、一方の端面が前記テーパ部の端部に融着されており、他方の端面が前記先端面を形成し、前記先端面におけるモードフィールド径が第2の値であり、前記第2の値は前記第1の値より大きく、

前記スペーサは、前記第1の光コネクタの前記フェルール端面と、第2の光コネクタの前記フェルール端面との間に配置されている、光結合構造。

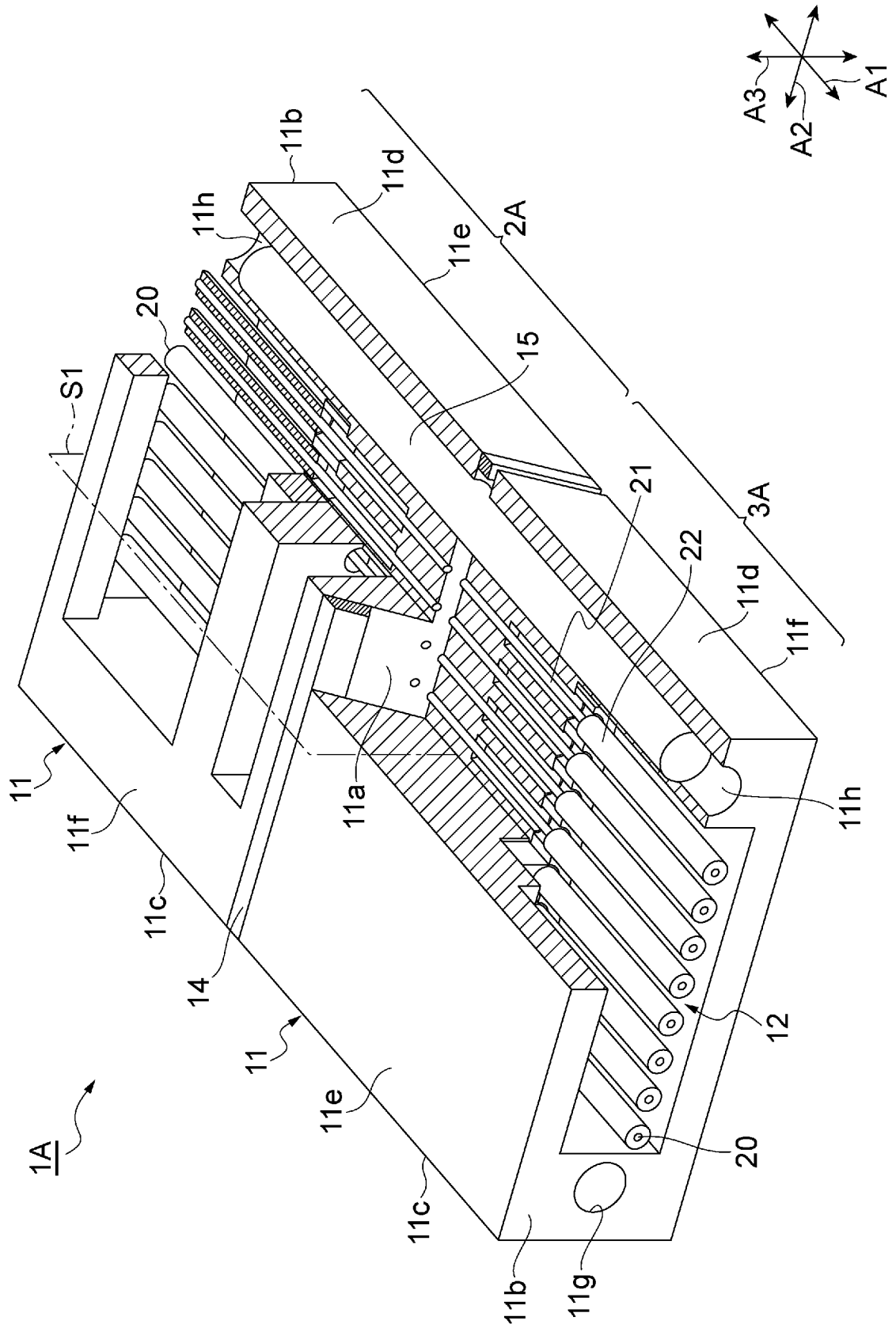
[請求項9]

前記第1の光コネクタ及び前記第2の光コネクタのそれぞれにおいて、

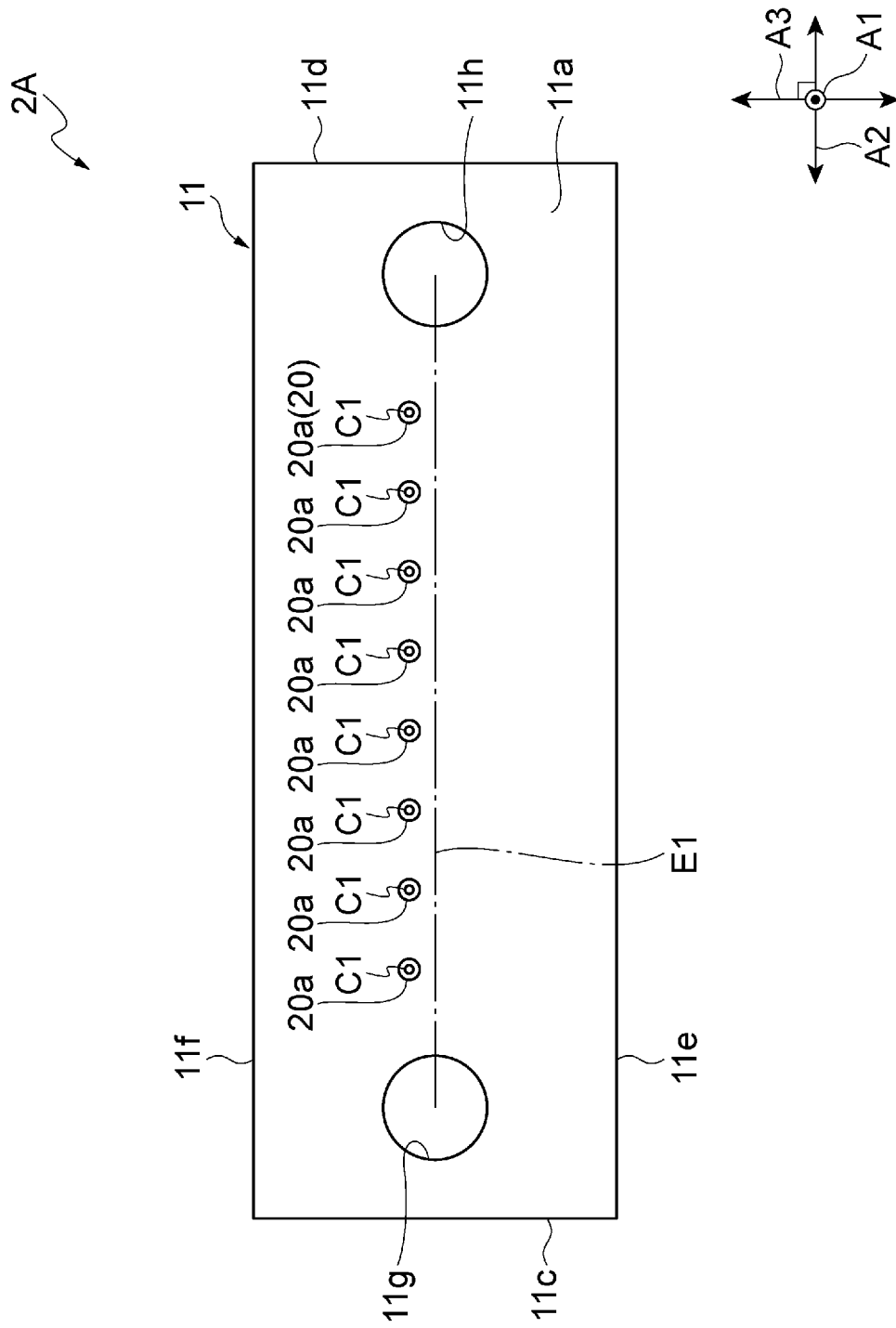
前記光ファイバ保持孔から露出された前記光ファイバの先端面の法線は、前記光ファイバの光軸方向に対して傾斜し、

前記第1の光コネクタにおける前記光ファイバの光軸は、前記第2の光コネクタにおける前記光ファイバの光軸に対してずれている、請求項8に記載の光結合構造。

[図1]

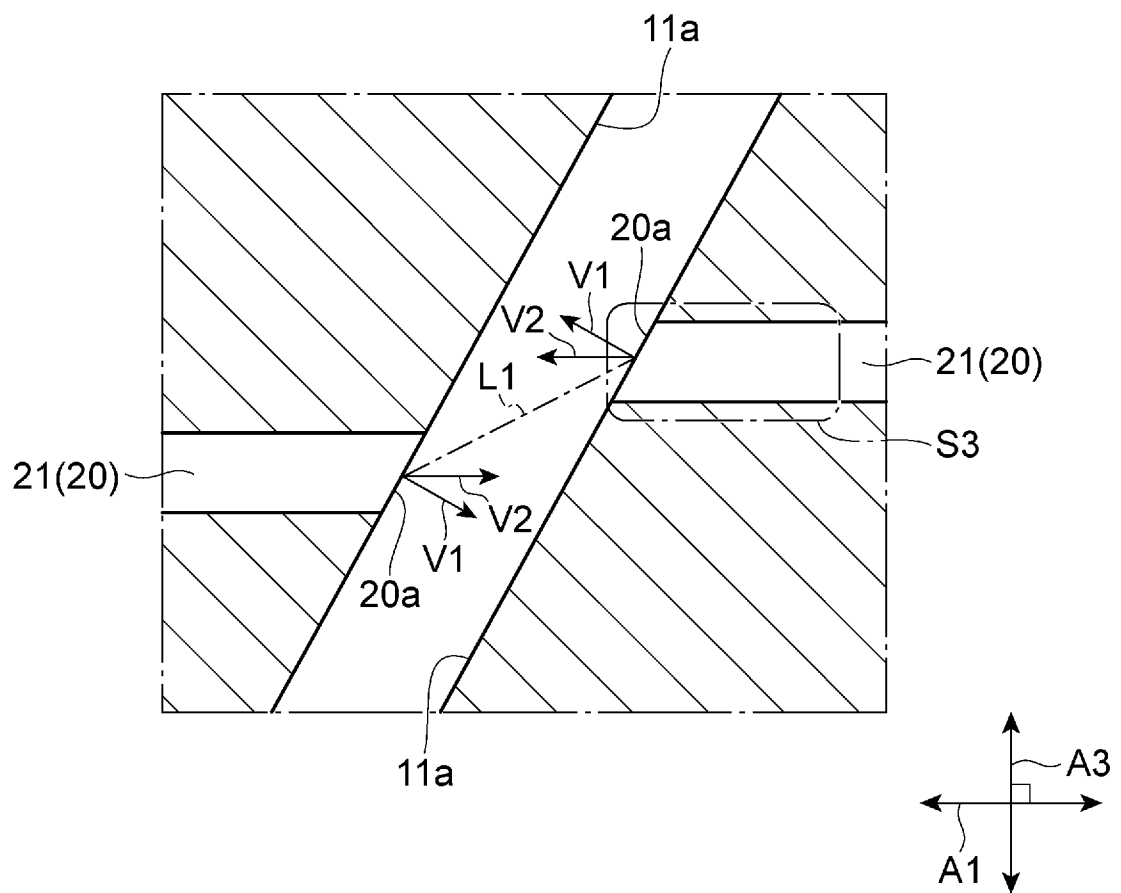


[図2]

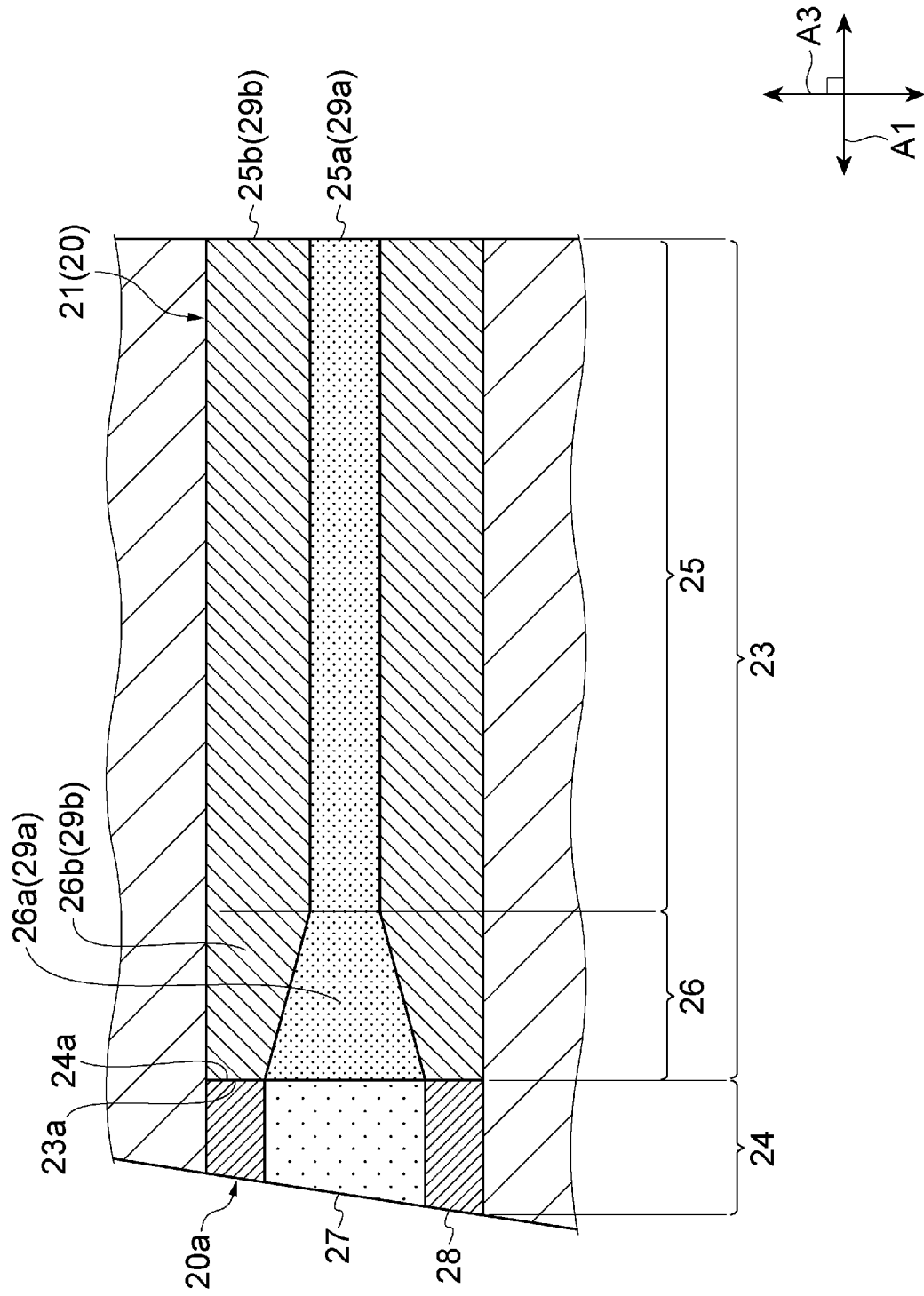




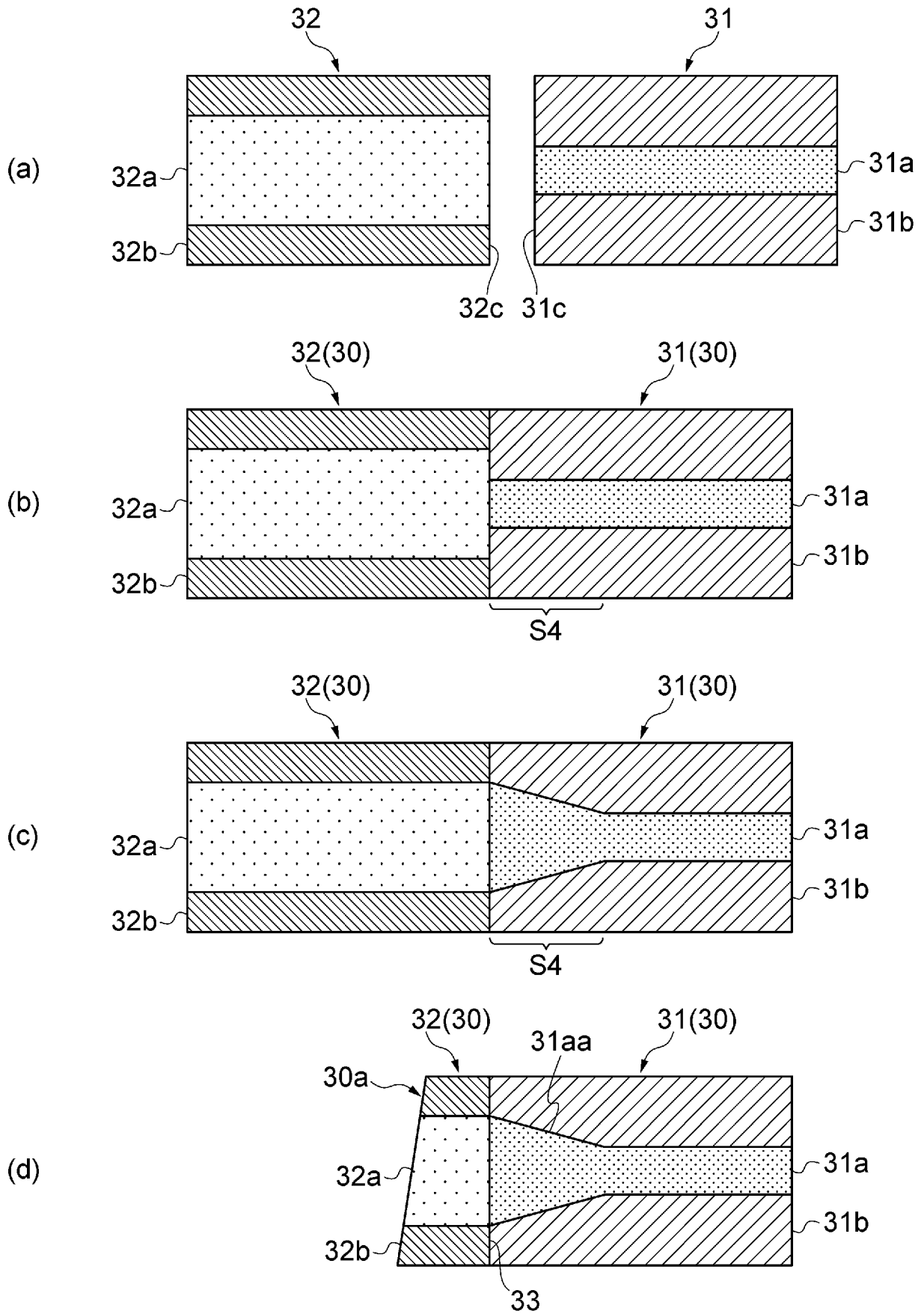
[図4]



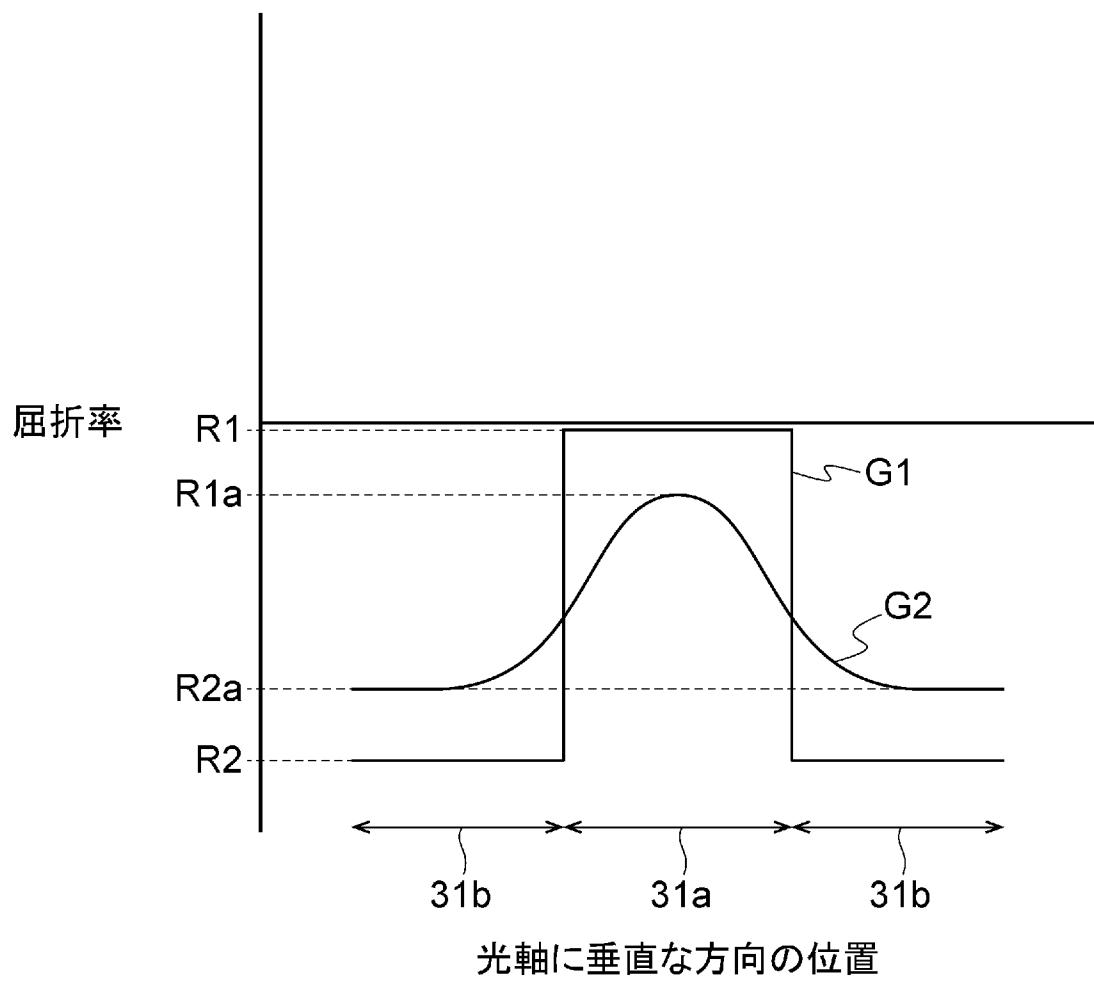
[図5]



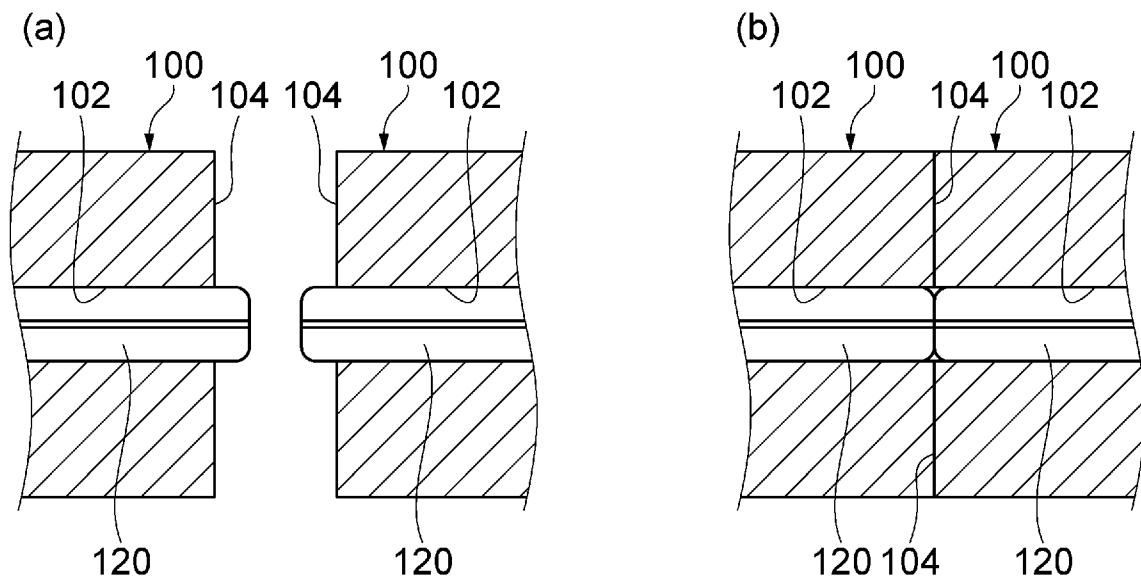
[図6]



[図7]



[図8]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2017/016801

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G02B6/26(2006.01)i, G02B6/36(2006.01)i, G02B6/40(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)  
G02B6/24, G02B6/255-6/27, G02B6/30-6/34, G02B6/36-6/43

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	JP 2004-205654 A (Showa Electric Wire & Cable Co., Ltd.),	1-3
Y	22 July 2004 (22.07.2004), paragraphs [0024] to [0028]; fig. 1 & US 2004/0218867 A1 paragraphs [0029] to [0033]; fig. 1 & US 7037004 B2 & EP 1434072 A1 & CA 2450972 A1 & KR 10-2004-0057912 A	4-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 12 July 2017 (12.07.17)	Date of mailing of the international search report 25 July 2017 (25.07.17)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/016801

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2016-061942 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 25 April 2016 (25.04.2016), paragraphs [0017] to [0029], [0036] to [0039]; fig. 1 to 4, 9 to 10 & US 2016/0085030 A1 paragraphs [0031] to [0043], [0050] to [0053]; fig. 1 to 4, 9 to 10 & US 9360632 B2 & EP 2998771 A1 & CN 105445866 A & TW 201619650 A	4-9
Y	JP 2009-031459 A (SWCC Showa Cable Systems Co., Ltd.), 12 February 2009 (12.02.2009), paragraphs [0004] to [0007]; fig. 7(b), 7(c) (Family: none)	4-9
A	JP 2012-073408 A (Hitachi Cable Ltd.), 12 April 2012 (12.04.2012), entire text; all drawings & JP 5308419 B2 & US 2012/0073331 A1 entire text; all drawings & US 2013/0292859 A1 & US 8490435 B2 & CN 102436030 A	1-9
A	JP 2007-065490 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 15 March 2007 (15.03.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. G02B6/26(2006.01)i, G02B6/36(2006.01)i, G02B6/40(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（IPC））  
 Int.Cl. G02B6/24, G02B6/255-6/27, G02B6/30-6/34, G02B6/36-6/43

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 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2017年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2017年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2017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	JP 2004-205654 A（昭和電線電纜株式会社）2004.07.22, 段落 [0024]-[0028], 図1 & US 2004/0218867 A1, 段落[0029]-[0033], 図 1 & US 7037004 B2 & EP 1434072 A1 & CA 2450972 A1 & KR 10-2004-0057912 A	1-3 4-9
Y	JP 2016-061942 A（住友電気工業株式会社）2016.04.25, 段落 [0017]-[0029], [0036]-[0039], 図1-4, 9-10 & US 2016/0085030 A1, 段落[0031]-[0043], [0050]-[0053], 図1-4, 9-10 & US 9360632 B2 & EP 2998771 A1 & CN 105445866 A & TW 201619650 A	4-9

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 12.07.2017	国際調査報告の発送日 25.07.2017
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/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） 野口 晃一 電話番号 03-3581-1101 内線 3295

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
Y	JP 2009-031459 A (昭和電線ケーブルシステム株式会社) 2009.02.12, 段落[0004]-[0007], 図7(b), 7(c) (ファミリーなし)	4-9
A	JP 2012-073408 A (日立電線株式会社) 2012.04.12, 全文, 全図 & JP 5308419 B2 & US 2012/0073331 A1, 全文, 全図 & US 2013/0292859 A1 & US 8490435 B2 & CN 102436030 A	1-9
A	JP 2007-065490 A (住友電気工業株式会社) 2007.03.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9