(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
2022年8月25日(25.08.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/176235 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 6/36 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/029892

(22) 国際出願日： 2021年8月16日(16.08.2021)

(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 2021-023527 2021年2月17日(17.02.2021) JP

(71) 出願人: 株式会社フジクラ (**FUJIKURA LTD.**) [JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場１－５－１ Tokyo (JP).

(72) 発明者: 廣瀬 真幸 (**HIROSE Masayuki**); 〒2858550 千葉県佐倉市六崎１４４０ 株式会社フジクラ 佐倉事業所内 Chiba (JP).

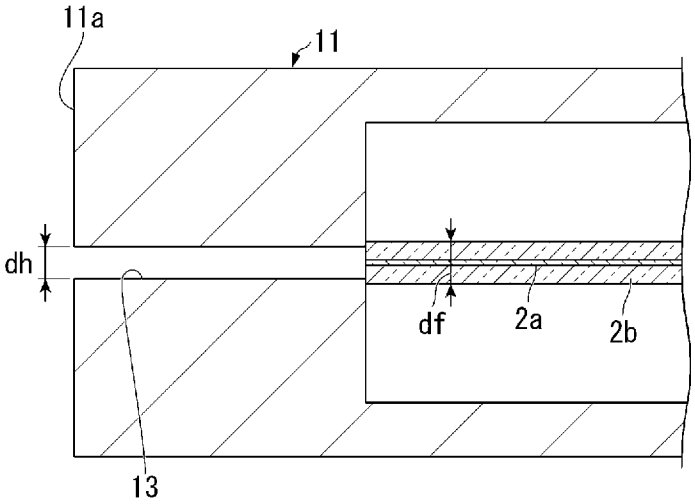
(74) 代理人: 及川 周, 外 (**OIKAWA Shu** et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

(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, IT, JO, 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,

(54) **Title:** FERRULE FOR OPTICAL CONNECTOR AND METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL CONNECTOR

(54) 発明の名称： 光コネクタ用フェルールおよび光コネクタの製造方法

[図3A]



(57) **Abstract:** This ferrule for an optical connector has a main body part in which a fiber hole for inserting an optical fiber therein is formed. The main body part is formed by a material having a linear expansion coefficient within the range of 1.7×10^{-5} to 3.0×10^{-5}. The ratio of an inner diameter dh of the fiber hole to an outer diameter df of a cladding of the optical fiber falls within the range of $99.632[\%] \leq dh/df \leq 99.880[\%]$.

(57) 要約：光コネクタ用フェルールは、光ファイバを挿入するためのファイバ孔が形成された本体部を有する。前記本体部は、線膨張係数が 1.7×10^{-5}～3.0×10^{-5}の範囲内である材質により形成される。前記光ファイバのクラッドの外径ｄｆに対する前記ファイバ孔の内径ｄｈの割合は、99.632[%]≦ｄｈ／ｄｆ≦99.880[%]の範囲内である。

[続葉有]

WO 2022/176235 A1

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))

明　細　書

発明の名称 ：

光コネクタ用フェルールおよび光コネクタの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、光コネクタ用フェルールおよび光コネクタの製造方法に関する。

本願は、２０２１年２月１７日に、日本に出願された特願２０２１－０２３５２７号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 特許文献１には、フェルールを加熱することで、光ファイバの外径と略同じ内径を有するファイバ孔に、光ファイバを挿入することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開平５－８８０４５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ファイバ孔の内径を光ファイバの外径と同じにすると、製造ばらつきの影響により、ファイバ孔と光ファイバとの間に隙間が生じる場合がある。本願発明者らが鋭意検討したところ、ファイバ孔の内径を光ファイバの外径よりも小さくすることで、より確実に光ファイバの位置ずれを抑制可能であることが判った。ただし、単にファイバ孔の内径を光ファイバの外径より小さくすると、ファイバ孔に光ファイバを挿通できなくなる。

[0005] 本発明はこのような事情を考慮してなされ、ファイバ孔に光ファイバを挿通可能であり、かつ、より確実に光ファイバの位置ずれを抑制することが可能な光コネクタ用フェルールおよび光コネクタの製造方法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

[0006] 上記課題を解決するために、本発明の一態様に係る光コネクタ用フェルールは、光ファイバを挿入するためのファイバ孔が形成された本体部を有し、前記本体部は、線膨張係数が1.7×10^{-5}～3.0×10^{-5}の範囲内である材質により形成され、前記光ファイバのクラッドの外径ｄｆに対する前記ファイバ孔の内径ｄｈの割合が、99.632[%]≦ｄｈ／ｄｆ≦99.880[%]の範囲内である。

[0007] 上記態様の光コネクタ用フェルールによれば、光ファイバのクラッドの外径ｄｆに対して、ファイバ孔の内径ｄｈが小さい。このため、光コネクタが組み立てられた後において光ファイバとファイバ孔との間に隙間が生じることを、より確実に抑制できる。したがって、光ファイバの位置ずれを抑制し、ファイバ孔の中心軸線と光ファイバの中心軸線とを高精度に一致させることができる。また、本体部の材質の線膨張係数が1.7×10^{-5}～3.0×10^{-5}の範囲内であり、かつ、99.632[%]≦ｄｈ／ｄｆ≦99.880[%]を満足する。これにより、所定の温度（例えば１００℃～１５０℃）への加熱によりファイバ孔の内径をクラッドの外径よりも大きくすることができる。すなわち、上記態様の光コネクタ用フェルールにおいては、所定の温度に加熱することで、光ファイバをファイバ孔に挿入することが可能である。

[0008] ここで、前記本体部は、線膨張係数が1.7×10^{-5}～2.1×10^{-5}の範囲内である材質により形成され、前記クラッドの外径ｄｆに対する前記ファイバ孔の内径ｄｈの割合が、99.744≦ｄｈ／ｄｆ≦99.880[%]の範囲内であってもよい。

[0009] また、前記本体部の材質はＰＥＥＫであり、前記クラッドの外径ｄｆに対する前記ファイバ孔の内径ｄｈの割合が、99.776[%]≦ｄｈ／ｄｆ≦99.864[%]の範囲内であってもよい。

[0010] また、本発明の一態様に係る光コネクタの製造方法は、光ファイバと、ファイバ孔が形成された本体部を有する光コネクタ用フェルールと、を用意する用意工程と、前記本体部を１００℃以上に加熱した状態で、前記ファイバ孔に前記光ファイバを挿入する挿入工程と、前記本体部を冷却することで前記光ファイバを前記ファイバ孔に固定する冷却工程と、を有し、加熱前の状

態における、前記光ファイバのクラッドの外径ｄｆに対する前記ファイバ孔の内径ｄｈの割合が、99.632[%]≦ｄｈ／ｄｆ≦99.880[%]の範囲内である。

[0011] 上記態様の製造方法によれば、加熱前の状態における光ファイバのクラッドの外径ｄｆに対して、ファイバ孔の内径ｄｈが小さい。このため、光コネクタが組み立てられた後において光ファイバとファイバ孔との間に隙間が生じることを、より確実に抑制できる。したがって、光ファイバの位置ずれを抑制し、ファイバ孔および光ファイバの中心軸線同士を高精度に一致させることができる。

また、本体部の材質の線膨張係数が1.7×10^{-5}～3.0×10^{-5}の範囲内であり、かつ、99.632[%]≦ｄｈ／ｄｆ≦99.880[%]を満足し、挿入工程において１００℃以上に加熱する。これにより、ファイバ孔の内径をクラッドの外径よりも大きくすることができる。したがって、ファイバ孔に光ファイバを挿通可能である。

さらに、挿入工程の後で冷却工程を行うことで、フェルールに作用する熱収縮力により、光ファイバをファイバ孔に固定することができる。

発明の効果

[0012] 本発明の上記態様によれば、ファイバ孔に光ファイバを挿通可能であり、かつ、より確実に光ファイバの位置ずれを抑制することが可能な光コネクタ用フェルールおよび光コネクタの製造方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本実施形態に係る光コネクタの斜視図である。

[図2]図１のＩＩ－ＩＩ断面矢視図である。

[図3A]加熱前の状態におけるファイバ孔の寸法と光ファイバの寸法との関係を説明する図である。

[図3B]加熱後の状態におけるファイバ孔の寸法と光ファイバの寸法との関係を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0014] 図１に示すように、光コネクタ１Ａは、複数の光ファイバ２と、フェルー

ル１０（光コネクタ用フェルール）と、２本のガイドピン２０と、ブーツ３０と、を備える。フェルール１０は、光ファイバ２を挿通させるための複数のファイバ孔１３が形成された本体部１１を備える。本体部１１には、２つのガイド孔１２が形成されている。本体部１１は、ファイバ孔１３およびガイド孔１２が開口する接続端面１１ａを有する。また、本体部１１の上面には充填孔１４が形成されている。充填孔１４は、本体部１１の内部空間に連通している。

[0015] 各ガイド孔１２には、ガイドピン２０が挿通される。なお、図１の光コネクタ１Ａはオス側であり、ガイドピン２０を備えるが、メス側の光コネクタはガイドピン２０を備えない。オス側の光コネクタ１Ａのガイドピン２０が、メス側の光コネクタのガイド孔１２に挿通されることで、２つの光コネクタのフェルール１０が位置合わせされる。オス側とメス側とで、フェルール１０の形状は同一であってもよい。

[0016] 図２に示すように、光ファイバ２は、コア２ａと、クラッド２ｂと、被覆層２ｃと、を有する。クラッド２ｂはコア２ａを覆っており、被覆層２ｃはクラッド２ｂを覆っている。コア２ａおよびクラッド２ｂはガラスによって形成されている。クラッド２ｂの屈折率は、コア２ａの屈折率よりも低い。このため、光をコア２ａ内に閉じ込めることができる。被覆層２ｃは樹脂等によって形成されている。光ファイバ２の端部では、被覆層２ｃが除去されてクラッド２ｂが露出している。光ファイバ２のうち、クラッド２ｂが露出した端部が、ファイバ孔１３内に挿入されている。

[0017] フェルール１０の本体部１１の材質としては、ＰＥＥＫ（ポリエーテルエーテルケトン）、ＬＣＰ（液晶ポリマー）、ＰＥＩ（ポリエーテルイミド）、ＰＰＳ（ポリフェニレンサルファイド）等、あるいはこれらの混合物を採用できる。上記材質に、ガラス繊維等のフィラーが添加されていてもよい。本体部１１の材質として、上記以外の樹脂を採用してもよい。

[0018] 次に、光コネクタ１Ａの製造方法を説明する。

まず、光ファイバ２およびフェルール１０を用意する（用意工程）。ここ

で、図３Ａは、光ファイバ２をファイバ孔１３内に挿入する前の、常温（２５℃）における光ファイバ２とファイバ孔１３を示している。図３Ａに示すように、本明細書では、常温下でのファイバ孔１３の内径およびクラッド２ｂの外径を、それぞれｄｈ、ｄｆと表す。常温下では、ｄｈがｄｆよりも小さい。つまり、ファイバ孔１３の内径がクラッド２ｂの外径よりも小さい。

[0019] 次に、図３Ｂに示すように、ヒータＨを用いてフェルール１０を加熱する。フェルール１０を加熱する際に、光ファイバ２が加熱されてもよい。あるいは、光ファイバ２が加熱されずフェルール１０のみが加熱されてもよい。加熱中のフェルール１０の温度は、適宜設定可能であるが、例えば１００℃以上である。図３Ｂに示すように、本明細書では、所定の温度に加熱された状態でのファイバ孔１３の内径およびクラッド２ｂの外径を、それぞれｄｈ’、ｄｆ’と表す。

[0020] 所定の温度に加熱された状態では、ｄｈ’がｄｆ’よりも大きい。これは、フェルール１０の線膨張係数がガラス（コア２ａおよびクラッド２ｂ）の線膨張係数よりも大きいためである。つまり、フェルール１０とガラスとの間における線膨張係数の違いに起因して、加熱に伴ってファイバ孔１３およびクラッド２ｂの大小関係が逆転する。このように、加熱中においては、ファイバ孔１３の内径がクラッド２ｂの外径より大きいため、光ファイバ２をファイバ孔１３内に挿入することができる。そして、光ファイバ２の光の射出端（先端）を接続端面１１ａの位置まで挿入する（挿入工程）。

[0021] 光ファイバ２をファイバ孔１３内に挿入した後、フェルール１０を常温まで冷却する（冷却工程）。このとき、ファイバ孔１３はクラッド２ｂの外径よりも小さい寸法まで熱収縮しようとする。この収縮力によって、クラッド２ｂをファイバ孔１３内に固定することができる。この結果、光ファイバ２とフェルール１０の本体部１１との位置関係は、図２に示すように構成される。以上により、光ファイバ２をフェルール１０に固定することができる。また、ファイバ孔１３はクラッド２ｂの外径より小さい寸法まで熱収縮しようとするため、ファイバ孔１３とクラッド２ｂとの間で隙間が生じにくい。

したがって、より高精度に光ファイバ２を位置決めすることができる。

[0022] なお、冷却工程の後で、充填孔１４を通じて接着剤などを本体部１１内に注入してもよい。この場合、光ファイバ２をより強固にフェルール１０に固定することができる。ただし、冷却工程において作用する収縮力によって光ファイバ２を固定することは可能である。したがって、充填孔１４を通じて接着剤を注入することは必須ではない。また、本体部１１には充填孔１４が形成されていなくてもよい。

[0023] 光ファイバ２が、フェルール１０の接続端面１１ａから突出している場合、接続端面１１ａとともに光ファイバ２の突出部を研磨してもよい。これにより、光ファイバ２の端面の位置を接続端面１１ａの位置と一致させることができる。

[0024] 次に、寸法ｄｈ、ｄｆの関係について説明する。

先述の通り、本実施形態では、フェルール１０の本体部１１とガラス（コア２ａおよびクラッド２ｂ）との間における線膨張係数の差（以下、単に「線膨張係数差」と記す）を利用する。加熱時に、ファイバ孔１３に光ファイバ２を挿入しやすくするためには、ｄｈ’－ｄｆ’の値が大きいことが好ましい。線膨張係数差が大きいほど、常温下においてｄｈ＜ｄｆとしつつ、加熱時においてｄｈ’－ｄｆ’の値を大きくすることができる。

[0025] 以下、表１を用いて、より詳細な条件について説明する。なお、材質Ａについて、「ＧＦ７０％」とは、ガラス繊維を重量比で７０％添加していることを意味している。他の材質についても同様である。また、表２においても同様である。

[0026]

[表1]

フェルールの材質		線膨張係数[/℃]		加熱温度				
		フェルール	ガラス	25℃	100℃	120℃	130℃	150℃
				dh'-df' [μm]				
材質A	PPS(GF70%)	1.7×10^{-5}	5.2×10^{-7}	0.00	0.15	0.20	0.22	0.26
材質B	PPS(GF60%)	3.0×10^{-5}	5.2×10^{-7}	0.00	0.28	0.35	0.39	0.46
材質C	PEEK(GF60%)	1.9×10^{-5}	5.2×10^{-7}	0.00	0.17	0.21	0.24	0.28
材質D	LCP(GF50%)	2.1×10^{-5}	5.2×10^{-7}	0.00	0.19	0.24	0.27	0.32
材質E	PEI(GF30%)	2.0×10^{-5}	5.2×10^{-7}	0.00	0.18	0.23	0.26	0.30

[0027] 例えば材質Ａの場合、フェルール１０の本体部１１の材質として、ガラス繊維を重量比で７０％添加したＰＰＳ（線膨張係数が１．７×10^{-5}）を用いる。「ｄｈ’－ｄｆ’」の欄には、常温時の寸法がｄｈ＝ｄｆ＝１２５μｍである場合に、各加熱温度まで加熱したときｄｈ’－ｄｆ’の値がどのようになるかを表している。例えば材質Ａの「１００℃」の欄では、ｄｈ’－ｄｆ’＝０．１５μｍである。これは、常温時にファイバ孔１３の内径とクラッド２ｂの外径とが等しい場合、１００℃まで加熱すると、ファイバ孔１３の内径がクラッド２ｂの外径より０．１５μｍ大きくなることを意味する。逆に、材質Ａの場合は常温時のｄｈがｄｆより０．１５μｍ小さくても、挿入工程においてフェルール１０を１００℃以上に加熱すれば、光ファイバ２をファイバ孔１３に挿入することができる。「ｄｈ’－ｄｆ’」の数値は、線膨張係数差および常温時のｄｈ、ｄｆの寸法から算出できる。

[0028] 材質Ｂは、材質Ａと比較して線膨張係数が大きい。このため、加熱に伴ってファイバ孔１３の内径がより大きくなる。したがって、「ｄｈ’－ｄｆ’」の値を比較すると、材質Ｂは材質Ａよりも大きい。他の材質においても同様に、線膨張係数が大きいほど、「ｄｈ’－ｄｆ’」の値が大きい。

[0029]

[表2]

フェルールの材質		加熱温度				
		25℃	100℃	120℃	130℃	150℃
		dh/df[%]				
材質A	PPS(GF70%)	100	99.880%	99.840%	99.824%	99.792%
材質B	PPS(GF60%)	100	99.776%	99.720%	99.688%	99.632%
材質C	PEEK(GF60%)	100	99.864%	99.832%	99.808%	99.776%
材質D	LCP(GF50%)	100	99.848%	99.808%	99.784%	99.744%
材質E	PEI(GF30%)	100	99.856%	99.816%	99.792%	99.760%

[0030] 表２は、表１に基づいて算出した、各材質において、加熱時に光ファイバ２をファイバ孔１３に挿入可能とするための、常温時におけるｄｈ／ｄｆの比率の下限値を示している。例えば、材質Ａにおいて加熱温度が１００℃の場合は、表１の通り、常温時のファイバ孔１３の内径がクラッド２ｂの外径に対して０．１５μｍ小さくても、加熱によって光ファイバ２をファイバ孔１３に挿入可能となる。言い換えると、常温時のファイバ孔１３の内径が１２４．８５μｍ以上であれば、外径が１２５μｍの光ファイバ２を、加熱によってファイバ孔１３内に挿入可能となる。一般化するために、常温時におけるファイバ孔１３の内径の下限値（１２４．８５μｍ）をクラッド２ｂの外径（１２５μｍ）で割ると、１２４．８５÷１２５×１００＝９９．８８０％となる。したがって、表２において、材質Ａで加熱温度が１００℃の場合には９９．８８０％と記載されている。他の材質についても、表１に基づき同様に算出できる。

[0031] 表１に示すように、加熱温度が１００℃の場合には、各材質におけるｄｈ／ｄｆの値が、99.880%以下である。つまり、材質Ａ～Ｅのいずれかを用い、かつ加熱温度を１００℃以上とした場合、常温時のファイバ孔１３の内径ｄｈを、クラッド２ｂの外径ｄｆに対して99.88%以上とすることで、加熱時に光ファイバ２をファイバ孔１３に挿入できる。また、材質Ａ～Ｅに示される材質の線膨張係数は、1.7×10^{-5}～3.0×10^{-5}の範囲内である。

[0032] 表１に示すように、材質Ｂで加熱温度が１５０℃の場合には、ｄｈ／ｄｆ

の下限値が99.632%となっている。つまりフェルール１０の材質がＰＰＳ（ＧＦ６０％）の場合、常温時のファイバ孔１３の内径ｄｈを、クラッド２ｂの外径ｄｆに対して99.632%以上とし、かつ加熱温度を１５０℃以上とする。これにより、光ファイバ２をファイバ孔１３に挿入できる。

[0033] 以上を総合し、本明細書では、フェルール１０の本体部１１を、線膨張係数が1.7×10^{-5}～3.0×10^{-5}の範囲内である材質により形成し、常温時における光ファイバ２のクラッド２ｂの外径ｄｆに対するファイバ孔１３の内径ｄｈの割合を、99.632[%]≦ｄｈ／ｄｆ≦99.880[%]の範囲内とすることを提案する。このような構成によれば、常温時におけるファイバ孔１３の内径ｄｈが、クラッド２ｂの外径ｄｆより小さい。これにより、光コネクタ１Ａが組み立てられた後においてファイバ孔１３とクラッド２ｂとの間に隙間が生じることを抑制できる。したがって、光ファイバ２の位置ずれを抑制し、ファイバ孔１３の中心軸線と光ファイバ２（コア２ａ）の中心軸線とを高精度に一致させることができる。その一方で、フェルール１０を所定の温度（例えば１００～１５０℃）以上に加熱することで、ファイバ孔１３の内径ｄｈ’がクラッド２ｂの外径ｄｆ’より大きくなる。このため、ファイバ孔１３に光ファイバ２を挿通することができる。

[0034] また、本明細書では、光コネクタ１Ａの製造方法として以下を提案する。すなわち、光ファイバ２と、ファイバ孔１３が形成された本体部１１を有するフェルール１０と、を用意する用意工程と、本体部１１を１００℃以上に加熱した状態で、ファイバ孔１３に光ファイバ２を挿入する挿入工程と、本体部１１を冷却することで光ファイバ２をファイバ孔１３に固定する冷却工程と、を有し、加熱前の状態における光ファイバ２のクラッド２ｂの外径ｄｆに対するファイバ孔１３の内径ｄｈの割合を、99.632[%]≦ｄｈ／ｄｆ≦99.880[%]の範囲内とする製造方法である。このような製造方法によれば、ファイバ孔１３に対する光ファイバ２の位置ずれを抑制した光コネクタ１Ａを提供することができる。

[0035] ここで、材質Ａ、Ｃ、Ｄ、Ｅは、線膨張係数が1.7×10^{-5}～2.1×10^{-5}の範囲

内となっている。このように、線膨張係数が比較的小さい材質を使用することで、加熱後の冷却時に、フェルール１０が元の形状に戻りやすいという利点が得られる。例えば材質Ｄで加熱温度が１５０℃の場合には、ｄｈ／ｄｆの下限値が99.744%となっている。つまり、フェルール１０の材質がＬＣＰ（ＧＦ５０％）の場合、常温時のファイバ孔１３の内径ｄｈを、クラッド２ｂの外径ｄｆに対して99.744%以上とし、かつ加熱温度を１５０℃以上とすることで、光ファイバ２をファイバ孔１３に挿入できる。

[0036] そこで本明細書では、フェルール１０の本体部１１を、線膨張係数が1.7×10^{-5}～2.1×10^{-5}の範囲内である材質により形成し、常温時における、光ファイバ２のクラッド２ｂの外径ｄｆに対するファイバ孔１３の内径ｄｈの割合を、99.744[%]≦ｄｈ／ｄｆ≦99.880[%]の範囲内とすることを提案する。このような構成によれば、加熱および冷却後のフェルール１０の形状がより安定し、より高精度に光ファイバ２を位置決めすることが可能となる。

[0037] また、ＰＥＥＫは耐熱性に優れるという利点を有する。例えば材質Ｃで加熱温度が１５０℃の場合には、ｄｈ／ｄｆの下限値が99.776%となっている。つまりフェルール１０の材質がＰＥＥＫ（ＧＦ６０％）の場合、常温時のファイバ孔１３の内径ｄｈを、クラッド２ｂの外径ｄｆに対して99.776%以上とし、かつ加熱温度を１５０℃以上とすることで、光ファイバ２をファイバ孔１３に挿入できる。常温時におけるｄｈ／ｄｆの値が99.848%の場合、加熱温度を１００℃以上とすればよい。

[0038] そこで本明細書では、本体部１１の材質としてＰＥＥＫを用い、常温時における光ファイバ２のクラッド２ｂの外径ｄｆに対するファイバ孔１３の内径ｄｈの割合を、99.776[%]≦ｄｈ／ｄｆ≦99.8848[%]の範囲内とすることを提案する。このような構成によれば、高精度に光ファイバ２を位置決めすることが可能であり、かつ耐熱性を有するフェルール１０を提供することができる。

[0039] なお、本発明の技術的範囲は前記実施形態に限定されず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

[0040] 例えば、前記実施形態では、複数のファイバ孔１３を有するフェルール１０について説明した。しかしながら、フェルール１０が有するファイバ孔１３の数は１つであってもよい。

また、フェルール１０の形状は適宜変更可能であり、例えば円柱状であってもよい。

[0041] その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、上記した実施形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能であり、また、上記した実施形態や変形例を適宜組み合わせてもよい。

符号の説明

[0042] １Ａ…光コネクタ　２…光ファイバ　２ｂ…クラッド　１０…フェルール　１１…本体部　１３…ファイバ孔　ｄｆ…クラッドの外径　ｄｈ…ファイバ孔の内径

請求の範囲

[請求項1] 光ファイバを挿入するためのファイバ孔が形成された本体部を有する光コネクタ用フェルールであって、

前記本体部は、線膨張係数が1.7×10^{-5}～3.0×10^{-5}の範囲内である材質により形成され、

前記光ファイバのクラッドの外径ｄｆに対する前記ファイバ孔の内径ｄｈの割合が、99.632[%]≦ｄｈ／ｄｆ≦99.880[%]の範囲内である、光コネクタ用フェルール。

[請求項2] 前記本体部は、線膨張係数が1.7×10^{-5}～2.1×10^{-5}の範囲内である材質により形成され、

前記クラッドの外径ｄｆに対する前記ファイバ孔の内径ｄｈの割合が、99.744≦ｄｈ／ｄｆ≦99.880[%]の範囲内である、請求項１に記載の光コネクタ用フェルール。

[請求項3] 前記本体部の材質はＰＥＥＫであり、

前記クラッドの外径ｄｆに対する前記ファイバ孔の内径ｄｈの割合が、99.776[%]≦ｄｈ／ｄｆ≦99.864[%]の範囲内である、請求項１または２に記載の光コネクタ用フェルール。

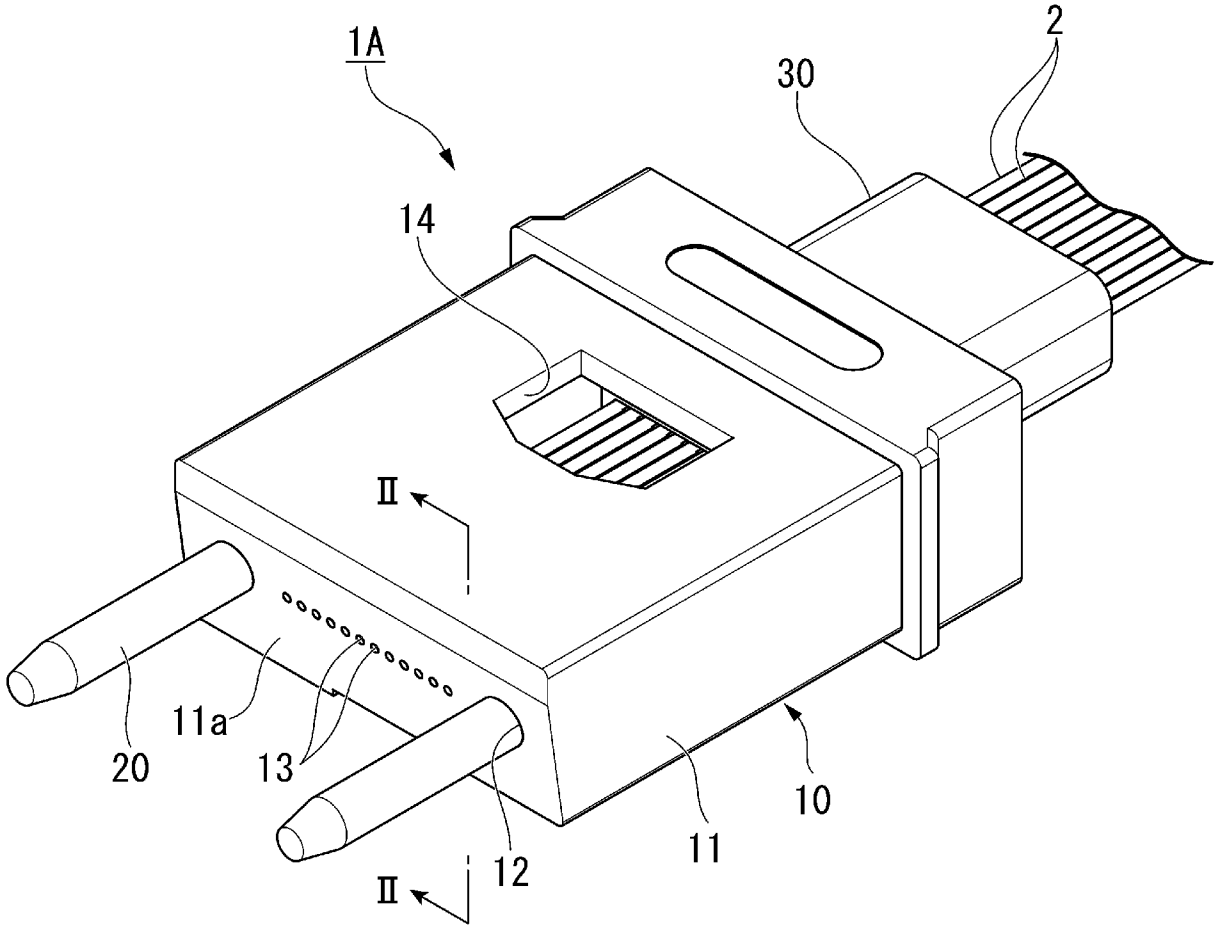
[請求項4] 光ファイバと、ファイバ孔が形成された本体部を有する光コネクタ用フェルールと、を用意する用意工程と、

前記本体部を１００℃以上に加熱した状態で、前記ファイバ孔に前記光ファイバを挿入する挿入工程と、

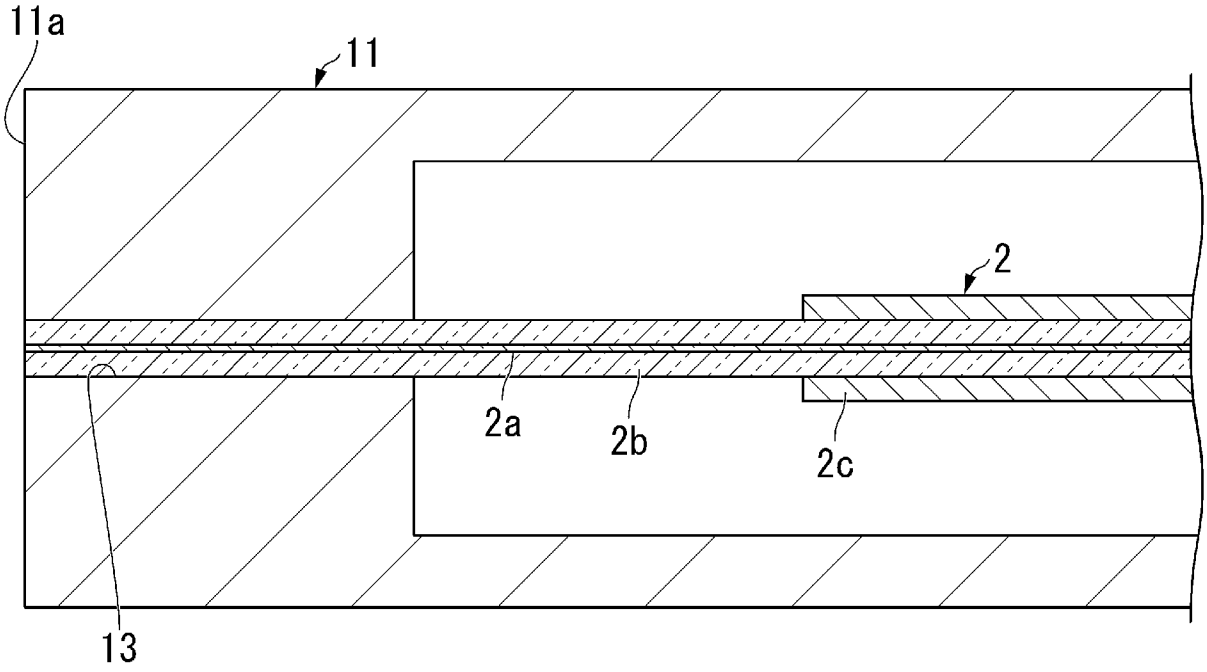
前記本体部を冷却することで前記光ファイバを前記ファイバ孔に固定する冷却工程と、を有し、

加熱前の状態における、前記光ファイバのクラッドの外径ｄｆに対する前記ファイバ孔の内径ｄｈの割合が、99.632[%]≦ｄｈ／ｄｆ≦99.880[%]の範囲内である、光コネクタの製造方法。

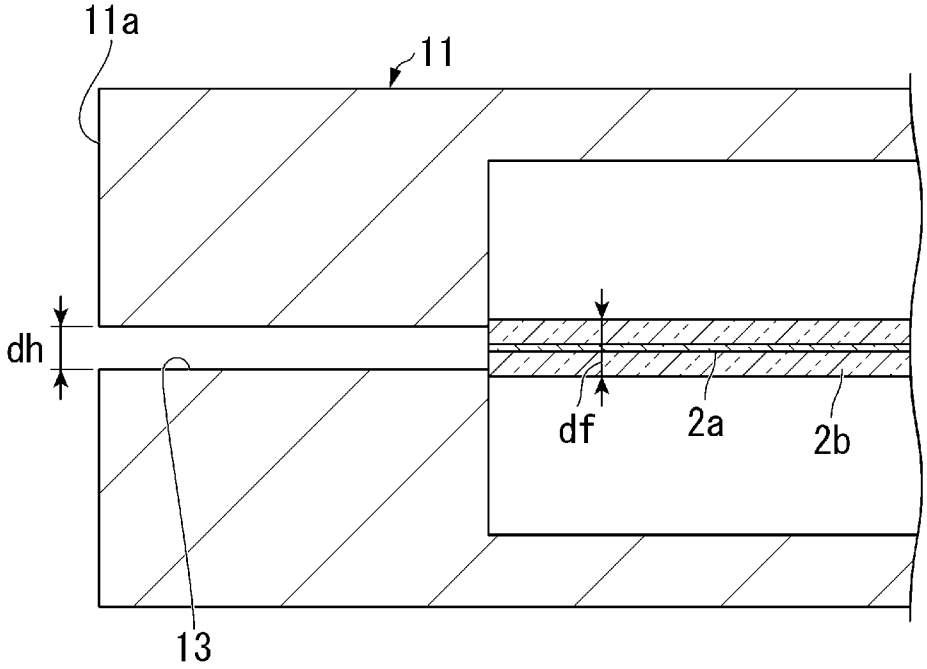
[図1]



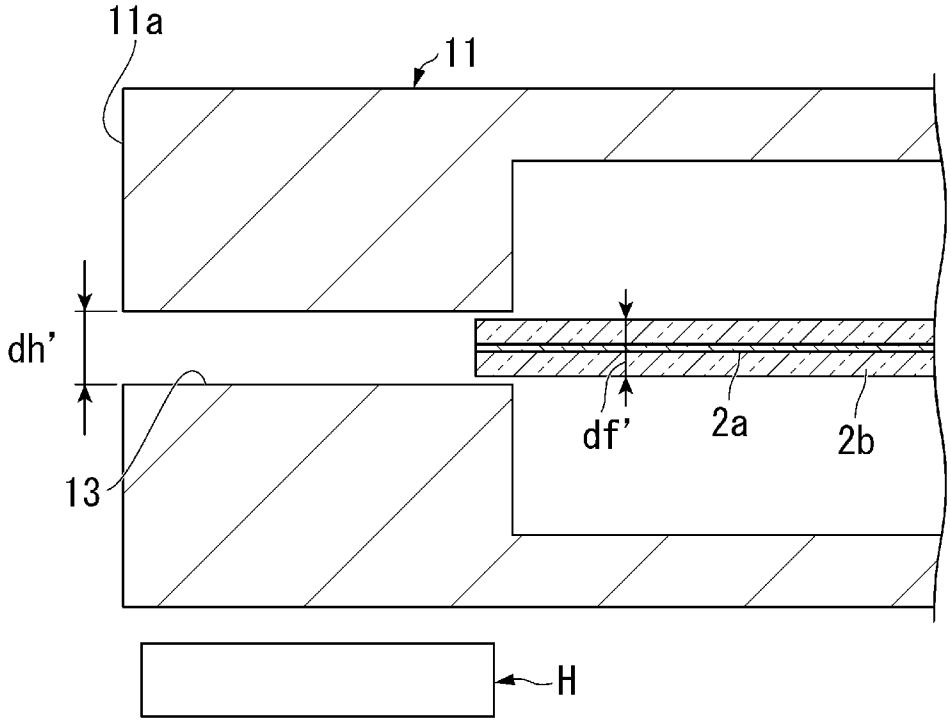
[図2]



[図3A]



[図3B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/029892

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 6/36(2006.01)i
FI: G02B6/36

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)

G02B6/36-6/40

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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.
Y	JP 52-141241 A (FUJITSU LTD) 25 November 1977 (1977-11-25) p. 2, upper left column, line 5 to p. 3, left column, line 2, fig. 1	1-4
Y	JP 61-285282 A (POLYPLASTICS CO) 16 December 1986 (1986-12-16) p. 11, upper left column, line 9 to p. 12, lower left column, line 20, tables 1-3	1-4
Y	WO 95/25770 A1 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) 28 September 1995 (1995-09-28) p. 22, table 3	1-4
Y	JP 2020-160351 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 01 October 2020 (2020-10-01) paragraph [0027]	1-4
Y	JP 2012-198537 A (NTN CORP) 18 October 2012 (2012-10-18) paragraphs [0036]-[0039]	1-4
A	WO 2021/024932 A1 (FUJIKURA LTD) 11 February 2021 (2021-02-11) paragraphs [0068]-[0070]	3

☑ 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	Date of mailing of the international search report
21 October 2021	**02 November 2021**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-98187 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD) 07 April 2000 (2000-04-07) entire text, all drawings	1-4
A	US 2015/0219860 A1 (CORNING OPTICAL COMMUNICATIONS LLC) 06 August 2015 (2015-08-06) entire text, all drawings	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/029892

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 52-141241 A	25 November 1977	(Family: none)	
JP 61-285282 A	16 December 1986	(Family: none)	
WO 95/25770 A1	28 September 1995	US 5610219 A columns 13-14, table 3 EP 704486 A1	
JP 2020-160351 A	01 October 2020	(Family: none)	
JP 2012-198537 A	18 October 2012	(Family: none)	
WO 2021/024932 A1	11 February 2021	JP 2021-24971 A	
JP 2000-98187 A	07 April 2000	(Family: none)	
US 2015/0219860 A1	06 August 2015	WO 2015/094795 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/029892

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G02B 6/36(2006.01)i
FI: G02B6/36

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））

G02B6/36-6/40

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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
Y	JP 52-141241 A (富士通株式会社) 25.11.1977 (1977-11-25) 第2頁左上欄第5行-第3頁左欄第2行，第1図	1-4
Y	JP 61-285282 A (ポリプラスチックス株式会社) 16.12.1986 (1986-12-16) 第11頁左上欄第9行-第12頁左下欄第20行，表1-3	1-4
Y	WO 95/25770 A1 (三菱電機株式会社) 28.09.1995 (1995-09-28) 第22頁，表3	1-4
Y	JP 2020-160351 A (住友電気工業株式会社) 01.10.2020 (2020-10-01) 段落 [0027]	1-4
Y	JP 2012-198537 A (ＮＴＮ株式会社) 18.10.2012 (2012-10-18) 段落 [0036] - [0039]	1-4
A	WO 2021/024932 A1 (株式会社フジクラ) 11.02.2021 (2021-02-11) 段落 [0068] - [0070]	3
A	JP 2000-98187 A (古河電気工業株式会社) 07.04.2000 (2000-04-07) 全文，全図	1-4

☑ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
21.10.2021	02.11.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
山本　元彦 2L 3914
電話番号 03-3581-1101 内線 3295

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
A	US 2015/0219860 A1 (CORNING OPTICAL COMMUNICATIONS LLC) 06.08.2015 (2015-08-06) 全文，全図	1-4

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2021/029892

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 52-141241 A	25.11.1977	（ファミリーなし）	
JP 61-285282 A	16.12.1986	（ファミリーなし）	
WO 95/25770 A1	28.09.1995	US 5610219 A 第13-14欄，表3 EP 704486 A1	
JP 2020-160351 A	01.10.2020	（ファミリーなし）	
JP 2012-198537 A	18.10.2012	（ファミリーなし）	
WO 2021/024932 A1	11.02.2021	JP 2021-24971 A	
JP 2000-98187 A	07.04.2000	（ファミリーなし）	
US 2015/0219860 A1	06.08.2015	WO 2015/094795 A1	