

(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
2020年6月18日(18.06.2020)



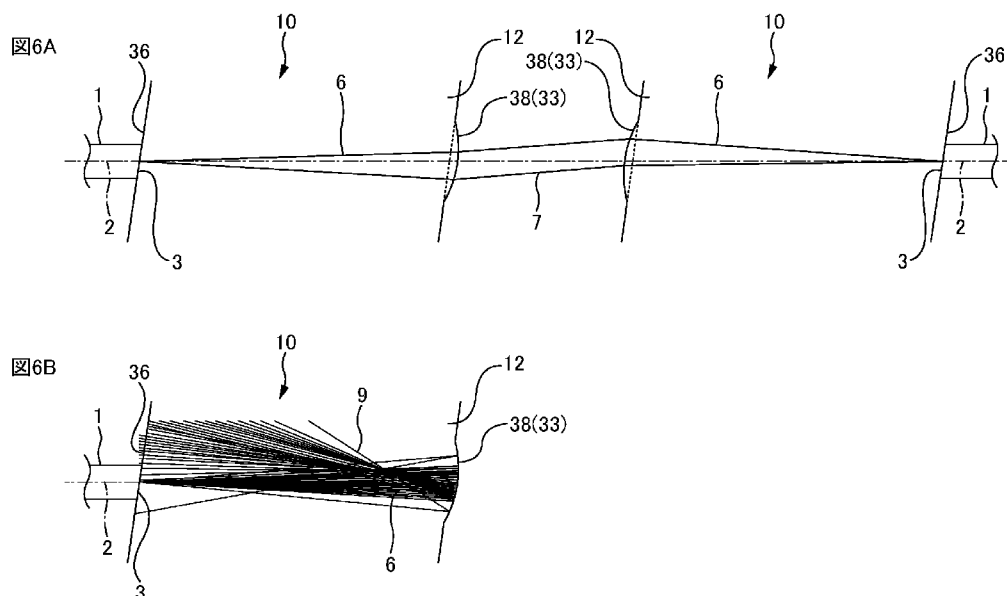
(10) 国際公開番号

WO 2020/121619 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/32 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/036294
- (22) 国際出願日: 2019年9月17日(17.09.2019)
- (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 2018-230820 2018年12月10日(10.12.2018) JP
特願 2019-106924 2019年6月7日(07.06.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社フジクラ (**FUJIKURA LTD.**)
[JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中間 章浩 (**NAKAMA, Akihiro**);
〒2858550 千葉県佐倉市六崎1440番地
株式会社フジクラ 佐倉事業所内 Chiba (JP).
朝田 大貴 (**ASADA, Hirotaka**); 〒2858550 千葉県
佐倉市六崎1440番地 株式会社フジ
クラ 佐倉事業所内 Chiba (JP).
- (74) 代理人: 一色国際特許業務法人 (**ISSHIKI & CO.**); 〒1080073 東京都港区三田三丁目11番
36号三田日東ダイビル 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,

(54) **Title:** FERRULE AND FIBER-EQUIPPED FERRULE

(54) 発明の名称: フェルルール及びファイバ付きフェルルール



(57) **Abstract:** [Problem] To suppress optical feedback toward optical fibers which is caused by the reflection of an optical signal on the lens surface of a lens connector. [Solution] A ferrule for holding an optical fiber end section, the ferrule being characterized: by having an abutting surface for abutting the optical fiber end surface and a lens part positioned so as to correspond to the optical fiber end surface; and in that the abutting surface is angled relative to a surface perpendicular to the optical axis of the optical fibers, and the optical axis of the lens part is angled relative to the optical axis of the



WO 2020/121619 A1

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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))

optical fibers.

(57) 要約：【課題】 レンズコネクタのレンズ面における光信号の反射による、光ファイバへの戻り光を抑制する。 【解決手段】 光ファイバの端部を保持するフェルールであって、前記光ファイバの端面を突き当てるための突き当て面と、前記光ファイバの端面に対応して配置されるレンズ部とを有し、前記突き当て面が、前記光ファイバの光軸に垂直な面に対して傾斜し、前記レンズ部の光軸が前記光ファイバの光軸に対して傾斜していることを特徴とするフェルールである。

明 細 書

発明の名称：フェルール及びファイバ付きフェルール

技術分野

[0001] 本発明は、フェルール及びファイバ付きフェルールに関する。

背景技術

[0002] 端面にレンズを有するフェルール同士が対向することによって、それぞれのフェルールに保持された光ファイバ同士を光学的に接続する、いわゆるレンズコネクタの技術が知られている。このようなレンズコネクタとして、例えば、特許文献1には、光ファイバの端面を突き当てるための突き当て面であって、光ファイバの光軸に垂直な面に対して傾斜させた突き当て面が設けられているフェルールを有するレンズコネクタが開示されている。特許文献1に記載されたレンズコネクタでは、光ファイバ中を伝送してきた光信号が突き当て面において反射し、再び光ファイバ中に戻ることを抑制することができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2018-92152号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 光信号の反射は、特許文献1に記載されているような光ファイバの端面が突き当てられる突き当て面だけではなく、レンズ面（レンズ部の表面）においても起こり得る。このため、レンズ面において反射した光信号が再び光ファイバ中に戻る可能性がある。

[0005] 本発明は、レンズコネクタのレンズ面における光信号の反射による、光ファイバへの戻り光を抑制することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の幾つかの実施形態は、光ファイバの端部を保持するフェルールで

あって、前記光ファイバの端面を突き当てるための突き当て面と、前記光ファイバの端面に対応して配置されるレンズ部とを有し、前記突き当て面が、前記光ファイバの光軸に垂直な面に対して傾斜し、前記レンズ部の光軸が前記光ファイバの光軸に対して傾斜していることを特徴とするフェルールである。

[0007] 本発明の他の特徴については、後述する明細書及び図面の記載により明らかにする。

発明の効果

[0008] 本発明の幾つかの実施形態によれば、レンズコネクタのレンズ面における光信号の反射による、光ファイバへの戻り光を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1 Aは、第1実施形態のフェルール構造体10の全体斜視図である。

図1 Bは、第1実施形態のフェルール構造体10の分解斜視図である。

[図2]図2 Aは、下側から見た第1実施形態のフェルール構造体10の分解斜視図である。図2 Bは、第1実施形態のファイバ付きフェルール構造体10の断面図である。

[図3]図3 Aは、第1比較例のファイバ付きフェルール構造体10同士が対向する様子を示す説明図である。図3 Bは、第1比較例のレンズ面38における反射光の様子を示す説明図である。

[図4]図4 Aは、第2比較例のファイバ付きフェルール構造体10同士が対向する様子を示す説明図である。図4 Bは、第2比較例のレンズ面38における反射光の様子を示す説明図である。

[図5]図5 Aは、第1比較例において突き当て面36を介して伝送される光信号の様子を示す説明図である。図5 Bは、第2比較例において突き当て面36を介して伝送される光信号の様子を示す説明図である。図5 Cは、第1比較例においてレンズ面38を介して伝送される光信号の様子を示す説明図である。

[図6]図6 Aは、第1実施形態のファイバ付きフェルール構造体10同士が対

向する様子を示す説明図である。図 6 B は、第 1 実施形態のレンズ面 3 8 における反射光の様子を示す説明図である。

[図7]図 7 A は、第 2 実施形態のファイバ付きフェルール構造体 1 0 同士が対向する様子を示す説明図である。図 7 B は、第 2 実施形態のレンズ面 3 8 における反射光の様子を示す説明図である。

[図8]図 8 A は、第 1 実施形態におけるレンズ部 3 3 の位置関係を示す説明図である。図 8 B は、第 2 実施形態におけるレンズ部 3 3 の位置関係を示す説明図である。

[図9]図 9 A は、第 2 実施形態の第 1 の例のレンズ面 3 8 における反射光の様子を示す説明図である。図 9 B は、第 2 実施形態の第 2 の例のレンズ面 3 8 における反射光の様子を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0010] 後述する明細書及び図面の記載から、少なくとも以下の事項が明らかとなる。

[0011] 光ファイバの端部を保持するフェルールであって、前記光ファイバの端面を突き当てるための突き当て面と、前記光ファイバの端面に対応して配置されるレンズ部とを有し、前記突き当て面が、前記光ファイバの光軸に垂直な面に対して傾斜し、前記レンズ部の光軸が前記光ファイバの光軸に対して傾斜していることを特徴とするフェルールが明らかとなる。このようなフェルールによれば、レンズコネクタのレンズ面における光信号の反射による、光ファイバへの戻り光を抑制することができる。

[0012] 前記レンズ部の中心が前記光ファイバの光軸上からずれるように、前記レンズ部が配置されていることが望ましい。これにより、レンズコネクタのフェルール同士を対向させたときの光信号の結合効率を向上させることができる。

[0013] 前記光ファイバの光軸に対する前記レンズ部の光軸の傾斜角度は、前記光ファイバの光軸上を進む光信号が前記突き当て面において屈折した際の屈折光の、前記光ファイバの光軸に対する傾斜角度と異なるように、前記レンズ

部が配置されていることが望ましい。これにより、レンズコネクタのレンズ面における光信号の反射による、光ファイバへの戻り光を抑制することができる。

[0014] 光ファイバと、前記光ファイバの端部を保持するフェルールとを有するファイバ付きフェルールであって、前記光ファイバの端面を突き当てるための突き当て面と、前記光ファイバの端面に対応して配置されるレンズ部とを有し、前記突き当て面が、前記光ファイバの光軸に垂直な面に対して傾斜し、前記レンズ部の光軸が前記光ファイバの光軸に対して傾斜していることを特徴とするファイバ付きフェルールが明らかとなる。このようなファイバ付きフェルールによれば、レンズコネクタのレンズ面における光信号の反射による、光ファイバへの戻り光を抑制することができる。

[0015] ===第1実施形態===

<フェルール構造体10の概要>

図1Aは、第1実施形態のフェルール構造体10の全体斜視図である。図1Bは、第1実施形態のフェルール構造体10の分解斜視図である。図2Aは、下側から見た第1実施形態のフェルール構造体10の分解斜視図である。図2Bは、第1実施形態のファイバ付きフェルール構造体10の断面図である。

[0016] 以下の説明では、図に示すように各方向を定義する。すなわち、ファイバ穴22の方向を「前後方向」とし、ファイバ穴22に挿入される光ファイバ1の端面の側、又は、フェルール本体11から見てレンズプレート12の側を「前」とし、逆側を「後」とする。また、2つの本体側ガイド穴21の並ぶ方向、又は、2つのプレート側ガイド穴32の並ぶ方向を「左右方向」とし、後側から前側を見たときの右側を「右」とし、逆側を「左」とする。また、前後方向及び左右方向に垂直な方向を「上下方向」とする。なお、後述するように、突き当て面36は上側に行くほど前側に傾斜することになる。このように突き当て面36が前側に傾斜している側を「上」とし、逆側を「下」とする。

- [0017] フェルール構造体 10 は、光ファイバ 1 の端部を保持し、他の光学部品に対して光ファイバ 1 を光接続するための部材である。フェルール構造体 10 のことを単に「フェルール」と呼ぶこともある。フェルール構造体 10 は、フェルール本体 11 と、レンズプレート 12 とを有する。
- [0018] フェルール本体 11 は、光ファイバ 1 の端部を保持する部材である。フェルール本体 11 は、2つの本体側ガイド穴 21 と、ファイバ穴 22 と、ファイバ挿入口 23 と、接着剤充填部 24 とを有する。
- [0019] なお、フェルール本体 11 は、例えば MT 形光コネクタ（JIS C5981 に制定される F12 形光コネクタ。MT: Mechanically Transferable）とほぼ同様の構成である。但し、通常の MT 形光コネクタでは、フェルールの端面と光ファイバの端面とを研磨することになるが、本実施形態では、後述するように、光ファイバ 1 の端面 3 はフェルール本体 11 の前端面 20（ファイバ穴 22 の開口面）から突出させることになり、フェルールの端面と光ファイバの端面とを研磨することは行われない。また、通常の MT 形光コネクタでは、フェルールの端面でファイバの端面が露出することになるが、本実施形態では、フェルール本体 11 の前側にレンズプレート 12 が配置され、光ファイバ 1 の端面 3 はレンズプレート 12 に突き当てられた状態になるため、光ファイバの端面は外部に露出しない。
- [0020] 2つの本体側ガイド穴 21 は、ガイドピン（不図示）を挿入するための穴である。後述するように、本体側ガイド穴 21 は、フェルール本体 11 とレンズプレート 12 との位置合わせにも用いられることになる。本体側ガイド穴 21 は、前後方向に沿ってフェルール本体 11 を貫通しており、フェルール本体 11 の前端面 20 には 2つの本体側ガイド穴 21 が開口している。2つの本体側ガイド穴 21 は、複数のファイバ穴 22 を左右方向から挟むように、左右方向に間隔を空けて配置されている。
- [0021] ファイバ穴 22 は、光ファイバ 1 を挿入するための穴である。また、ファイバ穴 22 は、光ファイバ 1 を位置決めするための穴である。このため、フ

ファイバ穴２２は、本体側ガイド穴２１に対して高精度に形成されている。ファイバ穴２２は、前端面２０と接着剤充填部２４との間を貫通しており、フェルルール本体１１の前端面２０にはファイバ穴２２が開口している。ファイバ穴２２には、光ファイバ心線から被覆を除去した裸光ファイバが挿入されることになる。ファイバ穴２２は、前後方向に沿って形成されている。

[0022] 本実施形態のフェルルール本体１１には、複数のファイバ穴２２が形成されている。さらに、本実施形態では、複数のファイバ穴２２は、左右方向に並んで配置されている。左右方向に並ぶファイバ穴２２には、光ファイバテープ（光ファイバリボン）を構成する光ファイバ１がそれぞれ挿入されることになる。但し、ファイバ穴２２は、複数でなくても良い。例えば、ファイバ穴２２が１個形成されているだけでも良い。この場合、ファイバ穴２２に挿入される光ファイバ１は光ファイバテープ（光ファイバリボン）を構成しない。

[0023] ファイバ挿入口２３は、フェルルール本体１１の後端面に形成された開口である。ファイバ挿入口２３からフェルルール本体１１に光ファイバ１が挿入されることになる。フェルルール本体１１にブーツ（不図示）が挿入されることがあるため、ファイバ挿入口２３は「ブーツ穴」と呼ばれることもある。

[0024] 接着剤充填部２４は、接着剤を充填するための空洞部である。接着剤充填部２４には、光ファイバ１をフェルルール本体１１に引き留めるための接着剤が充填されることになる。接着剤充填部２４に接着剤が充填されることによって、接着剤充填部２４やファイバ穴２２の内壁面と光ファイバ１との間に接着剤が塗布され、この接着剤が硬化して光ファイバ１がフェルルール本体１１に固定されることになる。

[0025] レンズプレート１２は、複数のレンズが設けられた光学部材である。レンズプレート１２は、光信号を透過させる透明樹脂によって成形されている。レンズプレート１２は、その後端面３１をフェルルール本体１１の前端面２０に接触させた状態で、フェルルール本体１１の前側に配置される。レンズプレート１２は、２つのプレート側ガイド穴３２と、レンズ部３３と、突き当て

面 3 6 とを有する。

[0026] 2つのプレート側ガイド穴 3 2 は、ガイドピン（不図示）を挿入するための穴である。プレート側ガイド穴 3 2 にガイドピンを挿入することによって、フェルール構造体 1 0 同士が位置合わせされることになる。なお、プレート側ガイド穴 3 2 は、フェルール本体 1 1 とレンズプレート 1 2 との位置合わせにも用いられることになる。このため、2つのプレート側ガイド穴 3 2 の間隔は、フェルール本体 1 0 の2つの本体側ガイド穴 2 1 の間隔と同じである。すなわち、2つのプレート側ガイド穴 3 2 の中心軸間の距離は、フェルール本体 1 0 の2つの本体側ガイド穴 2 1 の中心軸間の距離と同じである。プレート側ガイド穴 3 2 は、前後方向に沿ってレンズプレート 1 2 を貫通しており、レンズプレート 1 2 の前端面 3 0 及び後端面 3 1 には2つのプレート側ガイド穴 3 2 がそれぞれ開口している。

[0027] レンズ部 3 3 は、複数のファイバ穴 2 2 にそれぞれ挿入される複数の光ファイバ 1 の端面に対応してそれぞれ配置されており、レンズ部 3 3 を介して光ファイバ 1 の端面に光信号が入出射されることになる。前述したように、本実施形態では、左右方向に並んだファイバ穴 2 2 の列が配置されている。そして、図 1 A 及び図 1 B に示すように、レンズ部 3 3 についても、左右方向に並んだレンズ部 3 3 の列が配置されている。すなわち、左右方向に並んだレンズ部 3 3 の列がレンズプレート 1 2 に配置されることで、ファイバ穴 2 2 の列にそれぞれ挿入される光ファイバ 1 の端面に対応して配置されることになる。レンズ部 3 3 は、プレート側ガイド穴 3 2 に対して高精度に形成されている。また、レンズ部 3 3 は、例えばコリメートレンズとして機能するように形成されている。レンズ部 3 3 によってビーム径の拡大された光信号を入出射することによって、光信号がコリメート光として伝播するので、コネクタ間にダストが侵入しても安定して接続することが可能であり、光信号の伝送損失を抑制できる。また、レンズ部 3 3 によって径の拡大された光信号を入出射することによって、光信号がコリメート光として伝播するので、コネクタ間で光信号の光路の位置ずれが生じて、光信号の伝送損失を抑

制できる。

[0028] 図2Bの下側には、レンズプレート12部分を拡大した図を示している。レンズ部33は、レンズプレート12の前端面30の側に形成されており、フェルール構造体10の前端面に形成されている。フェルール構造体10同士を対向させて突き合わせたときに、凸状のレンズ部33同士が接触しないようにするために、レンズ部33は、レンズプレート12に形成された凹所（レンズ配置部34）の底部に形成されている。また、図2Bの下側の図に示すように、本実施形態では、レンズ部33は、凸レンズ（平凸レンズ）として形成されている。なお、レンズ部33を含むレンズプレート12は、前述したように光信号を透過させる透明樹脂によって成形されているが、以下の説明で「レンズ部33」という場合、レンズプレート12の部分のうち、レンズ配置部34の底面（レンズ配置面80）に配置された凸レンズ（平凸レンズ）部分のことを指す。そして、「レンズ部33の光軸39」は、レンズ部33の回転対称軸（主軸）である。なお、レンズ部33の光軸39は、レンズ配置面80に対して垂直である。また、「レンズ部33の中心37」は、レンズ部33の光軸39と、レンズ配置面80との交点である。また、「レンズ部33のレンズ面38」は、レンズ部33の表面である。

[0029] 図2Bの下側の図に示すように、本実施形態では、後述するように、レンズ部33の光軸39は、光ファイバ1の光軸2に対して傾斜している。具体的には、光ファイバ1の光軸2に垂直な面（前後方向に垂直な面）に対してレンズ配置面80が傾斜するように形成されており、このレンズ配置面80にレンズ部33が配置されることで、レンズ部33の光軸39が光ファイバ1の光軸2に対して傾斜することになる。なお、レンズ配置面80は上側に行くほど前側に傾斜している。本実施形態におけるレンズ配置面80の傾斜の向きは、後述する突き当て面36の傾斜の向きと同じである。

[0030] 突き当て面36は、光ファイバ1の端面を突き当てるための突き当て面である。突き当て面36は、レンズプレート12の後端面31から凹んだ部位である突き当て面配置部35の底部に形成されている。このため、ガイドピ

ン（不図示）を介してレンズプレート１２をフェルール本体１１に取り付けたとき（後述）、突き当て面３６は、フェルール本体１１のファイバ穴２２の開口と対向することになる。なお、突き当て面配置部３５の底面（突き当て面３６）の左右方向の幅は、左右方向に並ぶファイバ穴２２の列の幅よりも長い（光ファイバテープの幅よりも長い）。突き当て面配置部３５が形成されることによって、フェルール本体１１のファイバ穴２２の開口面と、レンズプレート１２の突き当て面３６との間に隙間が形成されることになる。すなわち、レンズプレート１２に突き当て面配置部３５が形成されることによって、レンズプレート１２とフェルール本体１１との間に隙間が形成され、この隙間が屈折率整合剤としての機能を有する接着剤を充填させるための整合剤充填部となる。但し、レンズプレート１２とフェルール本体１１との間の隙間に屈折率整合剤が充填されなくても良い。本実施形態では、突き当て面配置部３５は、レンズプレート１２の上面から下面にわたって形成されている。このため、突き当て面配置部３５（整合剤充填部）は、フェルール構造体１０の上面及び下面で開口している。なお、本実施形態では、後述するように、突き当て面３６は、光ファイバ１の光軸２に垂直な面（前後方向に垂直な面）に対して傾斜している。さらに、突き当て面３６は上側に行くほど前側に傾斜している。このため、図２Ｂに示すように、突き当て面配置部３５として形成されるレンズプレート１２とフェルール本体１１との間の隙間は、下側に行くほど狭くなっている。

[0031] <比較例>

図３Ａは、第１比較例のファイバ付きフェルール構造体１０同士が対向する様子を示す説明図である。図３Ｂは、第１比較例のレンズ面３８における反射光の様子を示す説明図である。図４Ａは、第２比較例のファイバ付きフェルール構造体１０同士が対向する様子を示す説明図である。図４Ｂは、第２比較例のレンズ面３８における反射光の様子を示す説明図である。図５Ａは、第１比較例において突き当て面３６を介して伝送される光信号の様子を示す説明図である。図５Ｂは、第２比較例において突き当て面３６を介して

伝送される光信号の様子を示す説明図である。図 5 C は、第 1 比較例においてレンズ面 3 8 を介して伝送される光信号の様子を示す説明図である。なお、図 3 A ～図 4 B では、ファイバ付きフェルール構造体 1 0 を伝送する光信号の光路周辺の部分のみ図示しており、その他の部分については図示を省略している。また、図 3 A 及び図 4 A（後述する図 6 A 及び図 7 A も同様）では、光信号の進む向きは、図の左側のフェルール構造体 1 0 から図の右側のフェルール構造体 1 0 へ伝送される向きを示している。

[0032] なお、図 3 A 及び図 4 A（後述する図 6 A 及び図 7 A も同様）では、光コネクタ同士での光信号の伝送におけるビーム径の拡大及びビームの集光の様子を説明するために、光信号の伝送におけるビームの外縁を模式的に図示している。また、図 3 B、図 4 B 及び図 5 A ～図 5 C（後述する図 6 B、図 7 B、図 8 A 及び図 8 B も同様）では、突き当て面 3 6 及びレンズ面 3 8 での光信号の反射の様子を説明するために、光信号の光線の一部を実線又は破線で図示している。

[0033] ・第 1 比較例

第 1 比較例のフェルール構造体 1 0 では、突き当て面 3 6 は、光ファイバ 1 の光軸 2 に垂直（前後方向に垂直）となるように配置されている（図 5 A 参照）。また、レンズ部 3 3 は、レンズ部 3 3 の光軸 3 9 が光ファイバ 1 の光軸 2 に一致するように配置されている（図 5 C 参照）。すなわち、レンズ部 3 3 が配置されるレンズ配置面 8 0 が、光ファイバ 1 の光軸 2 に垂直に配置されている。図 3 A では、このような第 1 比較例のフェルール構造体 1 0 を有する光コネクタ同士を接続した際の光信号の伝送の様子を示している。なお、後述する第 2 比較例や、第 1 実施形態及び第 2 実施形態も同様に、光コネクタ同士は、不図示のアダプタを介して接続されても良い。図 3 A に示すように、光コネクタ同士を接続する際、ファイバ付きフェルール構造体 1 0 同士が対向することになる。また、光コネクタ同士を接続する際、一方の光コネクタに対して、他方の光コネクタの上下方向を反転させつつ、対向させることになる。

[0034] 以下では、第1比較例のフェルール構造体10を有する光コネクタ同士が接続された際の光信号の伝送の様子を説明する。第1比較例では、一方の（例えば、図3Aの左側に示す）フェルール構造体10が有するレンズ部33は、光ファイバ1の端面3から出射された光信号を拡大して出射する。このとき、光コネクタの接続の相手側の（例えば、図3Aの右側に示す）フェルール構造体10が有するレンズ部33は、拡大された光信号を受け、これらの光信号を集光して、光ファイバ1の端面3に入射させる。このような光コネクタによれば、光コネクタ同士での光信号の伝送をビーム径が拡大した状態で行うことができるので、結合効率の低下を抑制することができる。すなわち、レンズ部33によってビーム径の拡大された光信号を入出射することによって、光信号がコリメート光として伝播するので、コネクタ間にダストが侵入しても安定して接続することが可能であり、光信号の伝送損失を抑制できる。また、レンズ部33によって径の拡大された光信号を入出射することによって、光信号がコリメート光として伝播するので、コネクタ間で光信号の光路の位置ずれが生じてても、光信号の伝送損失を抑制できる。

[0035] 図3A、図3B及び図5Aに示すように、第1比較例では、突き当て面36は、光ファイバ1の光軸2に垂直（前後方向に垂直）に設けられている。光ファイバ1の端面3から前方向に出射した光信号は、光ファイバ1と屈折率が異なるレンズプレート12の突き当て面36において一部がフレネル反射する。なお、以下の説明では、このようにレンズプレート12の突き当て面36において反射した光信号を「突き当て面反射光8」と呼ぶことがある。第1比較例では、突き当て面36が光ファイバ1の光軸2に垂直（前後方向に垂直）に設けられているので、突き当て面反射光8が、再び光ファイバ1の端面3側に戻る（後方向に進む）ことがある。すなわち、第1比較例では、突き当て面反射光8が戻り光となることがある。なお、光ファイバ1の端面3から前方向に出射した光信号のうち、突き当て面36において突き当て面反射光8としてフレネル反射しない部分については、レンズプレート12中を進むことになる。なお、以下の説明では、このようにレンズプレート

12中を進む光信号を「プレート伝送光6」と呼ぶことがある。

[0036] また、図3A及び図5Cに示すように、第1比較例では、レンズ部33は、レンズ部33の光軸39が光ファイバ1の光軸2に一致するように配置されている。すなわち、レンズ部33が配置されるレンズ配置面80が、光ファイバ1の光軸2に垂直に配置されている。また、レンズ部33の中心37は、光ファイバ1の光軸2上に位置している。レンズプレート12中を進む光信号（プレート伝送光6）は、レンズプレート12と空気との境界であるレンズ面38において一部がフレネル反射する。なお、以下の説明では、このようにレンズ部33のレンズ面38において反射した光信号を「レンズ面反射光9」と呼ぶことがある（図5Cの太破線参照）。第1比較例では、レンズ部33は、レンズ部33の光軸39が光ファイバ1の光軸2に一致するように配置されているので、レンズ面反射光9が、再び光ファイバ1の端面3側に戻る（後方向に進む）ことがある。すなわち、第1比較例では、前述の突き当て面反射光8に加えて、レンズ面反射光9も戻り光となることがある。なお、第1比較例は、突き当て面36及びレンズ部33の配置が第1実施形態と異なるが、他の構成は第1実施形態と変わらない。

[0037] 下記の表1は、第1比較例のフェルル構造体10における結合効率と反射減衰量とのシミュレーションの結果を示している。第1比較例のフェルル構造体10における光学的な条件としては、突き当て面36の傾斜角度を0度、レンズ部33が配置されるレンズ配置面80の傾斜角度を0度とし、レンズ部33のオフセット量（後述する図8Bに示すように、レンズ部33の中心37の光ファイバ1の光軸2からの距離D）は、0 μ mである。ここで、突き当て面36の傾斜角度とは、光軸2に垂直な面（前後方向に垂直な面）に対する突き当て面36の角度である（後述する図5Bの角度A1）。また、レンズ配置面80の傾斜角度とは、光軸2に垂直な面（前後方向に垂直な面）に対するレンズ配置面80の角度である（後述する図8A及び図8Bの角度A2）。なお、レンズ配置面80の傾斜角度は、光ファイバ1の光軸2に対するレンズ部33の光軸39の傾斜角度に等しい。突き当て面36

の傾斜角度が0度であることは、すなわち、突き当て面36が光ファイバ1の光軸2に垂直（前後方向に垂直）に設けられているということである。また、レンズ配置面80の傾斜角度が0度であることは、レンズ部33が、レンズ部33の光軸39が光ファイバ1の光軸2に一致するように配置されているということである。なお、光ファイバ1の端面3の傾斜角度は突き当て面36の傾斜角度と同一であり、0度である。すなわち、光ファイバ1の端面3は突き当て面36の傾斜角度と同じになるようにカットされており、突き当て面36に接していることになる。以下のシミュレーションでは、光ファイバ1の端面3での反射減衰量は考慮しない。すなわち、光ファイバ1の端面3での光信号の反射は考慮しない。すなわち、突き当て面36又はレンズ面38での光信号の反射のみを考慮する。また、光ファイバ1の端面3と突き当て面36との間に接着剤が塗布されている場合、接着剤の屈折率は光ファイバ1の同一としている。

[0038] [表1]

パラメータ		数値
結合効率		-0.006dB
反射減衰量	突き当て面	-26.2dB
	レンズ面	-22.2dB
	総合（ARコート無）	-20.8dB
	総合（ARコート有）	-25.9dB

[0039] ・第2比較例

図4A、図4B及び図5Bに示すように、第2比較例では、第1比較例と異なり、突き当て面36は、光ファイバ1の光軸2に垂直な面（前後方向に垂直な面）に対して傾斜している。このため、図5Bに示すように、光ファイバ1の端面3から前方向に出射した光信号は、突き当て面36において一部が突き当て面反射光8として反射するが、突き当て面反射光8の方向は、光ファイバ1の端面3に戻る方向に対してずれることになる。これにより、突き当て面反射光8が戻り光となることを抑制することができる。なお、光ファイバ1の端面3から前方向に出射した光信号のうち、突き当て面36において突き当て面反射光8として反射しない部分については、プレート伝送

光 6 としてレンズプレート 1 2 中を進むことになる。但し、図 5 B に示すように、突き当て面 3 6 において屈折してプレート伝送光 6 としてレンズプレート 1 2 中を進むことになる。

[0040] 第 2 比較例では、レンズ部 3 3 は、第 1 比較例と同様に、レンズ部 3 3 の光軸 3 9 が光ファイバ 1 の光軸 2 に一致するように配置されている。すなわち、レンズ部 3 3 が配置されるレンズ配置面 8 0 が、光ファイバ 1 の光軸 2 に垂直に配置されている。また、レンズ部 3 3 の中心 3 7 は、光ファイバ 1 の光軸 2 上に位置している。このため、レンズプレート 1 2 中を進む光信号（プレート伝送光 6）は、レンズ部 3 3 のレンズ面 3 8 において一部がレンズ面反射光 9 として反射し、戻り光となることがある。すなわち、第 2 比較例では、前述の突き当て面反射光 8 が戻り光となることが抑制できるが、レンズ面反射光 9 が戻り光となることがある。なお、第 2 比較例は、レンズ部 3 3 の配置が第 1 比較例と異なるが、他の構成は第 1 比較例と変わらない。

[0041] 下記の表 2 は、第 2 比較例における結合効率と反射減衰量とのシミュレーションの結果を示している。第 2 比較例のフェルルール構造体 1 0 における光学的な条件としては、突き当て面 3 6 の傾斜角度を 8 度、レンズ部 3 3 が配置されるレンズ配置面 8 0 の傾斜角度（光ファイバ 1 の光軸 2 に対するレンズ部 3 3 の光軸 3 9 の傾斜角度）を 0 度とし、レンズ部 3 3 のオフセット量は、0 μ m である。

[0042] [表 2]

パラメータ		数値
結合効率		-0.006dB
反射減衰量	突き当て面	-110dB
	レンズ面	-35.3dB
	総合（A R コート無）	-35.3dB
	総合（A R コート有）	-49.8dB

[0043] 前述した第 1 比較例のシミュレーション結果と比較すると、突き当て面 3 6 における反射減衰量が、第 1 比較例では -26.2 dB であるのに対し、第 2 比較例では -110 dB と大きく減少している。しかし、レンズ面 3 8 における反射減衰量は、第 1 比較例では -22.2 dB であるのに対し、第

2比較例では−35.3 dBと、突き当て面36における反射減衰量と比べると減少量は小さい。このように、光信号の反射は、突き当て面36だけではなく、レンズ部33のレンズ面38においても起こり得るが、第1比較例及び第2比較例のように、突き当て面36を光ファイバ1の光軸2に垂直な面（前後方向に垂直な面）に対して傾斜するように配置するだけでは、光信号の反射による光ファイバ1への戻り光を抑制する効果が小さい。

[0044] <第1実施形態のレンズ部33>

図6Aは、第1実施形態のファイバ付きフェルール構造体10同士が対向する様子を示す説明図である。図6Bは、第1実施形態のレンズ面38における反射光の様子を示す説明図である。図8Aは、第1実施形態におけるレンズ部33の位置関係を示す説明図である。なお、図6A及び図6Bでは、ファイバ付きフェルール構造体10を伝送する光信号の光路周辺の部分のみ図示しており、その他の部分については図示を省略している。

[0045] 本実施形態では、第2比較例と同様に、突き当て面36は、光ファイバ1の光軸2に垂直な面（前後方向に垂直な面）に対して傾斜している。このため、第2比較例と同様に、光ファイバ1の端面3から前方向に出射した光信号は、突き当て面36において一部が突き当て面反射光8として反射するが、突き当て面反射光8の方向は、光ファイバ1の端面3に戻る方向に対してずれることになる。これにより、突き当て面反射光8が戻り光となることを抑制することができる。

[0046] さらに、図6A、図6B及び図8Aに示すように、本実施形態では、第1比較例及び第2比較例とは異なり、レンズ部33の光軸39が、光ファイバ1の光軸2に対して傾斜している。このため、図6Bに示すように、レンズプレート12中を進む光信号（プレート伝送光6）は、レンズ面38において一部がレンズ面反射光9として反射するが、レンズ面反射光9の方向は、光ファイバ1の端面3に戻る方向に対してずれることになる。これにより、光ファイバ1中を伝送する光信号がレンズ面38において反射し、光ファイバ1の端面3への戻り光となることを抑制することができる。但し、本実施

形態では、第1比較例及び第2比較例と同様に、レンズ部33の中心37は、光ファイバ1の光軸2上に位置している。

[0047] 下記の表3は、第1実施形態のフェルール構造体10における結合効率と反射減衰量とのシミュレーションの結果を示している。第1実施形態のフェルール構造体10における光学的な条件としては、突き当て面36の傾斜角度を8度、レンズ面38の傾斜角度を8度とし、レンズ部33のオフセット量は、0 μ mである。

[0048] [表3]

パラメータ		数値
結合効率		-0.553dB
反射減衰量	突き当て面	-110dB
	レンズ面	-80.4dB
	総合（ARコート無）	-80.4dB
	総合（ARコート有）	-94.9dB

[0049] 前述した第1比較例のシミュレーション結果と比較すると、突き当て面36における反射減衰量が、第1比較例では-26.2dBであるのに対し、第2比較例と同様に第1実施形態でも-110dBと大きく減少している。また、前述した第2比較例のシミュレーション結果と比較すると、レンズ面38における反射減衰量が、第2比較例では-35.3dBであるのに対し、第1実施形態では-80.4dBと大きく減少している。したがって、レンズ部33の光軸39が、光ファイバ1の光軸2に対して傾斜することで、レンズ面38における光信号の反射による光ファイバ1の光信号の戻り光を抑制することができる。

[0050] === 第2実施形態 ===

<第2実施形態のレンズ部33>

図7Aは、第2実施形態のファイバ付きフェルール構造体10同士が対向する様子を示す説明図である。図7Bは、第2実施形態のレンズ面38における反射光の様子を示す説明図である。図8Bは、第2実施形態におけるレンズ部33の位置関係を示す説明図である。なお、図7A及び図7Bでは、ファイバ付きフェルール構造体10を伝送する光信号の光路周辺の部分のみ

図示しており、その他の部分については図示を省略している。

[0051] 前述の第1実施形態のように、レンズ部33の光軸39を光ファイバ1の光軸2に対して単に傾斜すると、レンズ部33における光信号の入出射方向が相手側光コネクタの光ファイバ1の光軸2に対しても傾斜することになるので、フェルール構造体10同士を対向させたときの結合効率が低下してしまうことがある。そこで、本実施形態では、レンズ部33の中心37を光ファイバ1の光軸2上から移動させる（ずらす）ようにレンズ部33を配置することで、フェルール構造体10同士を対向させたときの光信号の結合効率を向上させることができる。

[0052] 本実施形態では、第1実施形態と同様に、突き当て面36は、光ファイバ1の光軸2に垂直な面（前後方向に垂直な面）に対して傾斜している。このため、第1実施形態と同様に、光ファイバ1の端面3から前方向に出射した光信号は、突き当て面36において一部が突き当て面反射光8として反射するが、突き当て面反射光8の方向は、光ファイバ1の端面3に戻る方向に対してずれることになる。これにより、突き当て面反射光8が戻り光となることを抑制することができる。

[0053] また、第1実施形態と同様に、レンズ部33の光軸39が、光ファイバ1の光軸2に対して傾斜している。このため、レンズプレート12中を進む光信号（プレート伝送光6）は、レンズ面38において一部がレンズ面反射光9として反射するが、レンズ面反射光9の方向は、光ファイバ1の端面3に戻る方向に対してずれることになる。これにより、光ファイバ1中を伝送する光信号がレンズ面38において反射し、光ファイバ1の端面3への戻り光となることを抑制することができる。

[0054] 但し、図7A、図7B及び図8Bに示すように、本実施形態では、第1実施形態とは異なり、光ファイバ1の光軸2上からレンズ部33の中心37を距離Dだけ移動させるようにしてレンズ部33が配置されている。この光ファイバ1の光軸2上からのレンズ部33の中心37の移動量（ずれ量）をレンズ部33のオフセット量としている。また、このレンズ部33がオフセッ

トする方向は、レンズ部33の光軸39を光ファイバ1の光軸2に対して傾斜する方向（図8Bでは、下向き）である。このように、レンズ部33の中心37を、レンズ部33の光軸39を光ファイバ1の光軸2に対して傾斜する方向に、光ファイバ1の光軸2上から所定量（距離D）移動させる（ずらす）ようにレンズ部33を配置することで、コネクタ間で伝播される光信号の光路のロスを少なくしている。したがって、レンズ部33の中心37を光ファイバ1の光軸2上から所定量（距離D）移動させる（ずらす）ようにレンズ部33を配置することで、フェルルール構造体10同士を対向させたときの光信号の結合効率を向上させることができる。

[0055] 下記の表4は、第2実施形態のフェルルール構造体10における結合効率と反射減衰量とのシミュレーションの結果を示している。第2実施形態のフェルルール構造体10における光学的な条件としては、突き当て面36の傾斜角度を8度、レンズ面38の傾斜角度を8度とし、レンズ部33のオフセット量は、 $-14.22\mu\text{m}$ である。

[0056] [表4]

パラメータ		数値
結合効率		-0.038dB
反射減衰量	突き当て面	-110dB
	レンズ面	-53.1dB
	総合（ARコート無）	-53.1dB
	総合（ARコート有）	-67.6dB

[0057] 前述した第1実施形態のシミュレーション結果と比較すると、結合効率が、第1実施形態では -0.553dB であるのに対し、第2実施形態では -0.038dB と増加している。したがって、レンズ部33の中心37を光ファイバ1の光軸2上から移動させる（ずらす）ようにレンズ部33を配置することで、フェルルール構造体10同士を対向させたときの光信号の結合効率を向上させることができる。

[0058] ところで、レンズ部33の中心37を光ファイバ1の光軸2上から移動させて（ずらして）レンズ部33を配置したときに、レンズ部33のレンズ面38において反射したレンズ面反射光9が光ファイバ1の端面3側に進み、

戻り光となってしまうことがある。図9Aは、第2実施形態の第1の例のレンズ面38における反射光の様子を示す説明図である。なお、以下では、光ファイバ1の端面3から出射した以降の光信号の伝送の様子について説明している。また、以下では、説明を容易にするために、光ファイバ1の光軸2上を進み、光軸2と光ファイバ1の端面3との交点から出射する光信号の伝送の様子について説明している。このような光信号を「光ファイバ1の光軸2上を進む光信号」と呼ぶことがある。

[0059] 図9Aに示すように、第1の例では、突き当て面36は、光ファイバ1の光軸2に垂直な面（前後方向に垂直な面）に対して傾斜している。このため、光ファイバ1の端面3から出射した光信号は、突き当て面36において屈折してレンズプレート12中を進むことになる（プレート伝送光6）。また、図9Aに示すように、第1の例では、レンズ部33の光軸39を光ファイバ1の光軸2に対して傾斜しつつ、レンズ部33の中心37を光ファイバ1の光軸2上から移動させる（ずらす）ようにレンズ部33が配置されている。図9Aでは、この光ファイバ1の光軸2上からのレンズ部33の中心37の移動量（ずれ量）をD1としている。

[0060] 図9Aに示す第1の例では、光ファイバ1の光軸2に対するレンズ部33の光軸39の傾斜角度と、光ファイバ1の光軸2上を進む光信号が突き当て面36において屈折した際の屈折光（プレート伝送光6）の、光ファイバ1の光軸2に対する傾斜角度とが同じとなっている（図9Aに示す角度A3）。さらに、第1の例では、図9Aに示すように、プレート伝送光6がレンズ部33の中心37を通過するように、レンズ部33が配置されている。このとき、図9Aに示すように、レンズプレート12中を進む光信号（プレート伝送光6）は、レンズ面38において一部がレンズ面反射光9として反射するが、レンズ面反射光9の方向は、プレート伝送光6が進んできた方向とちょうど逆向きとなる。つまり、第1の例のようにレンズ部33が配置されている場合、図9Aに示すように、プレート伝送光6のレンズ部33における反射面（図9Aに示す反射面81）に対して垂直にプレート伝送光6が入射

するため、反射光（レンズ面反射光）は、プレート伝送光 6 が進んできた方向とちょうど逆向きとなる。このため、プレート伝送光 6 がレンズ面 38 において反射し、光ファイバ 1 の端面 3 への戻り光となってしまうことがある。したがって、レンズ部 33 の中心 37 を光ファイバ 1 の光軸 2 上から移動させて（ずらして）レンズ部 33 を配置したときに、レンズ部 33 のレンズ面 38 において反射したレンズ面反射光 9 が光ファイバ 1 の端面 3 側に進み、戻り光となってしまうことがある。

[0061] そこで、図 9 B に示す第 2 の例では、光ファイバ 1 の光軸 2 に対するレンズ部 33 の光軸 39 の傾斜角度（図 9 B に示す角度 A 4）を、光ファイバ 1 の光軸 2 上を進む光信号が突き当て面 36 において屈折した際の屈折光（プレート伝送光 6）の、光ファイバ 1 の光軸 2 に対する傾斜角度と異なるように、レンズ部 33 が配置されている。なお、第 2 の例では、図 9 B に示すように、プレート伝送光 6 のレンズ部 33 における反射面（図 9 B に示す反射面 82）に対して垂直以外の角度でプレート伝送光 6 が入射する。したがって、レンズプレート 12 中を進む光信号（プレート伝送光 6）は、レンズ面 38 において一部がレンズ面反射光 9 として反射するが、レンズ面反射光 9 の方向は、プレート伝送光 6 が進んできた方向と逆向きとならず、光ファイバ 1 の端面 3 に戻る方向に対してずれることになる。これにより、光ファイバ 1 中を伝送する光信号がレンズ面 38 において反射し、光ファイバ 1 の端面 3 への戻り光となることを抑制することができる。このため、レンズ部 33 のオフセット量 D 2 は、プレート伝送光 6 がレンズ面 38 に垂直に入射しない程度であることが望ましい。

[0062] なお、前述したように、本実施形態では、レンズ部 33 の中心 37 を光ファイバ 1 の光軸 2 上から移動させる（ずらす）ようにレンズ部 33 が配置されている。レンズ部 33 の中心 37 における光ファイバ 1 の光軸 2 上からのずれ量は、レンズ部 33 のレンズ面 38 の形状や屈折率に応じて決定される。レンズ部 33 の中心 37 における光ファイバ 1 の光軸 2 上からのずれ量を大きくすることで、レンズ面反射光 9 が再び光ファイバ 1 の端面 3 側に戻る

(後方向に進む) 戻り光が大きくなることがある。例えば、レンズ部 33 のオフセット量を $-47\ \mu\text{m}$ とすると、レンズ面 38 における反射減衰量が再び大きくなる。このため、レンズ部 33 のオフセット量を $-47\ \mu\text{m}$ 以下とすることが望ましい。

[0063] ===その他===

<突き当て面 36 のその他の例>

前述した第 1 実施形態及び第 2 実施形態では、突き当て面 36 は、光ファイバ 1 の光軸 2 に垂直な面（前後方向に垂直な面）に対して傾斜していた。しかし、突き当て面 36 は、光ファイバ 1 の光軸 2 に垂直な面（前後方向に垂直な面）に対して傾斜せず、突き当て面 36 は、光ファイバ 1 の光軸 2 に垂直（前後方向に垂直）に設けられていても良い。

[0064] 第 1 実施形態及び第 2 実施形態では、光ファイバ 1 の端面 3 は、光ファイバ 1 の光軸 2 に垂直な面に対して傾斜するように形成されると共に、突き当て面 36 に接するように形成されている。なお、このような光ファイバ 1 の傾斜した端面 3 は、研磨により形成されている。光ファイバ 1 の端面をカットする際、レーザーによるカットや、刃による機械的なカットで傾斜した端面を形成しても良い。これにより、光ファイバ 1 の端面 3 と突き当て面 36 との隙間を小さくすることができる。但し、光ファイバ 1 の端面 3 は、光ファイバ 1 の光軸 2 に垂直な面に対して傾斜するように形成されておらず、例えば光ファイバ 1 の端面 3 が光ファイバ 1 の光軸 2 に垂直な面であっても良い。これにより、突き当て面 36 に接するように形成されていなくてもよい。

[0065] 前述の実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更・改良され得ると共に、本発明には、その等価物が含まれることは言うまでもない。

符号の説明

[0066] 1 光ファイバ、2 光ファイバの光軸、3 端面、

6 プレート伝送光、7 コリメート光、8 突き当て面反射光、
9 レンズ面反射光、10 フェルール構造体、
11 フェルール本体、12 レンズプレート、20 前端面、
21 本体側ガイド穴、22 ファイバ穴、23 ファイバ挿入口、
24 接着剤充填部、30 前端面、31 後端面、
32 プレート側ガイド穴、33 レンズ部、34 レンズ配置部、
35 突き当て面配置部、36 突き当て面、
37 中心、38 レンズ面、39 レンズ部の光軸、
80 レンズ配置面、81・82 反射面

請求の範囲

- [請求項1] 光ファイバの端部を保持するフェルールであって、
前記光ファイバの端面を突き当てるための突き当て面と、
前記光ファイバの端面に対応して配置されるレンズ部と
を有し、
前記突き当て面が、前記光ファイバの光軸に垂直な面に対して傾斜し、
前記レンズ部の光軸が前記光ファイバの光軸に対して傾斜している
ことを特徴とするフェルール。
- [請求項2] 請求項1に記載のフェルールであって、
前記レンズ部の中心が前記光ファイバの光軸上からずれるように、
前記レンズ部が配置されている
ことを特徴とするフェルール。
- [請求項3] 請求項2に記載のフェルールであって、
前記光ファイバの光軸に対する前記レンズ部の光軸の傾斜角度は、
前記光ファイバの光軸上を進む光信号が前記突き当て面において屈折した際の屈折角の、前記光ファイバの光軸に対する傾斜角度と異なるように、前記レンズ部が配置されている
ことを特徴とするフェルール。
- [請求項4] 光ファイバと、前記光ファイバの端部を保持するフェルールとを有するファイバ付きフェルールであって、
前記光ファイバの端面を突き当てるための突き当て面と、
前記光ファイバの端面に対応して配置されるレンズ部と
を有し、
前記突き当て面が、前記光ファイバの光軸に垂直な面に対して傾斜し、

前記レンズ部の光軸が前記光ファイバの光軸に対して傾斜している

ことを特徴とするファイバ付きフェルール。

[図1]

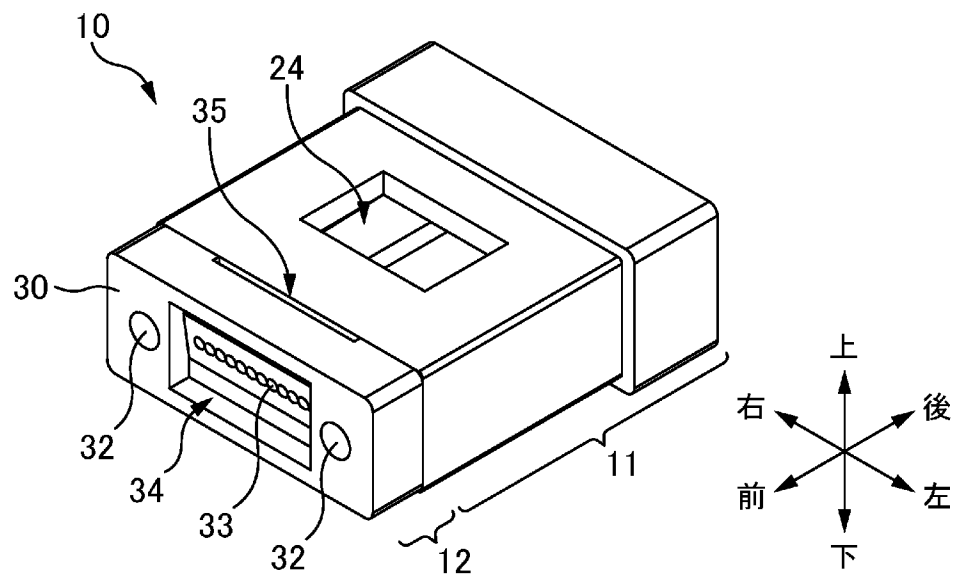


図1A

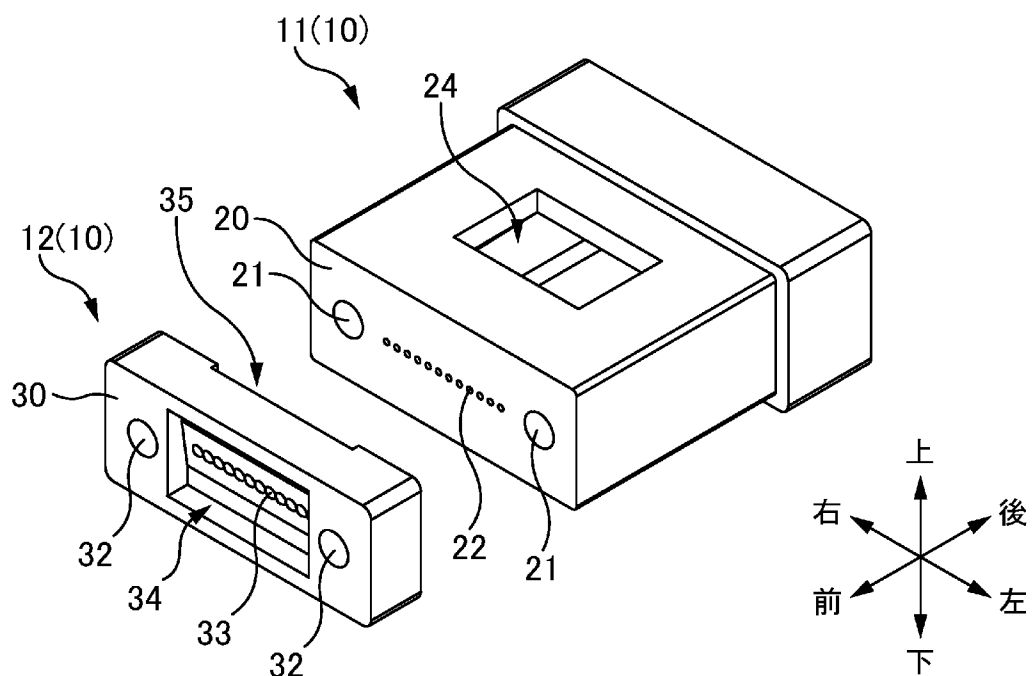


図1B

[図2]

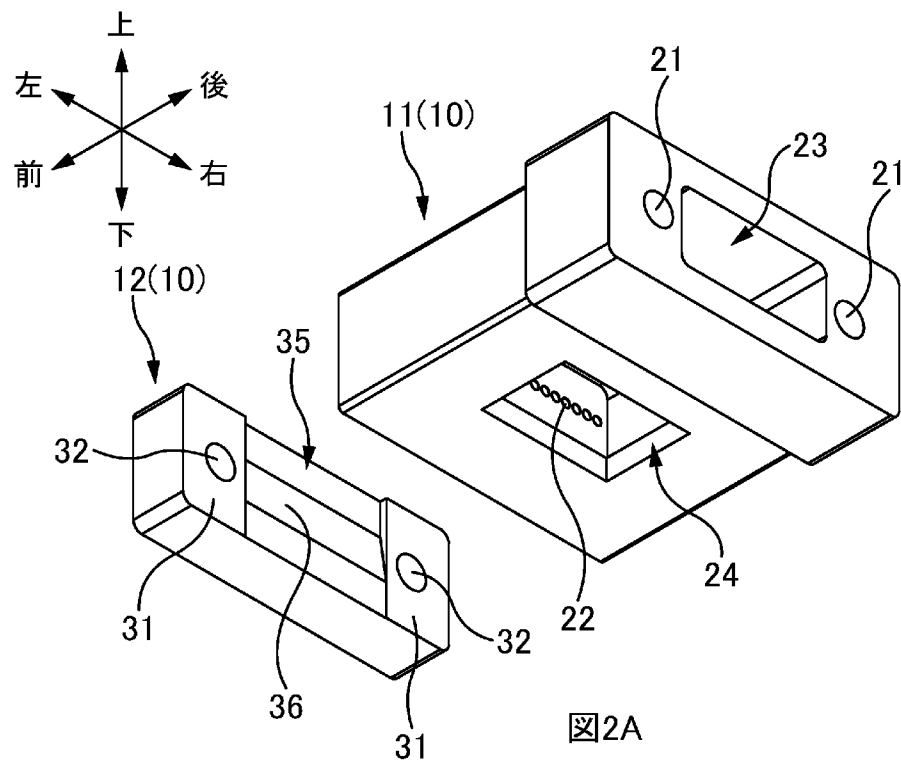


図2A

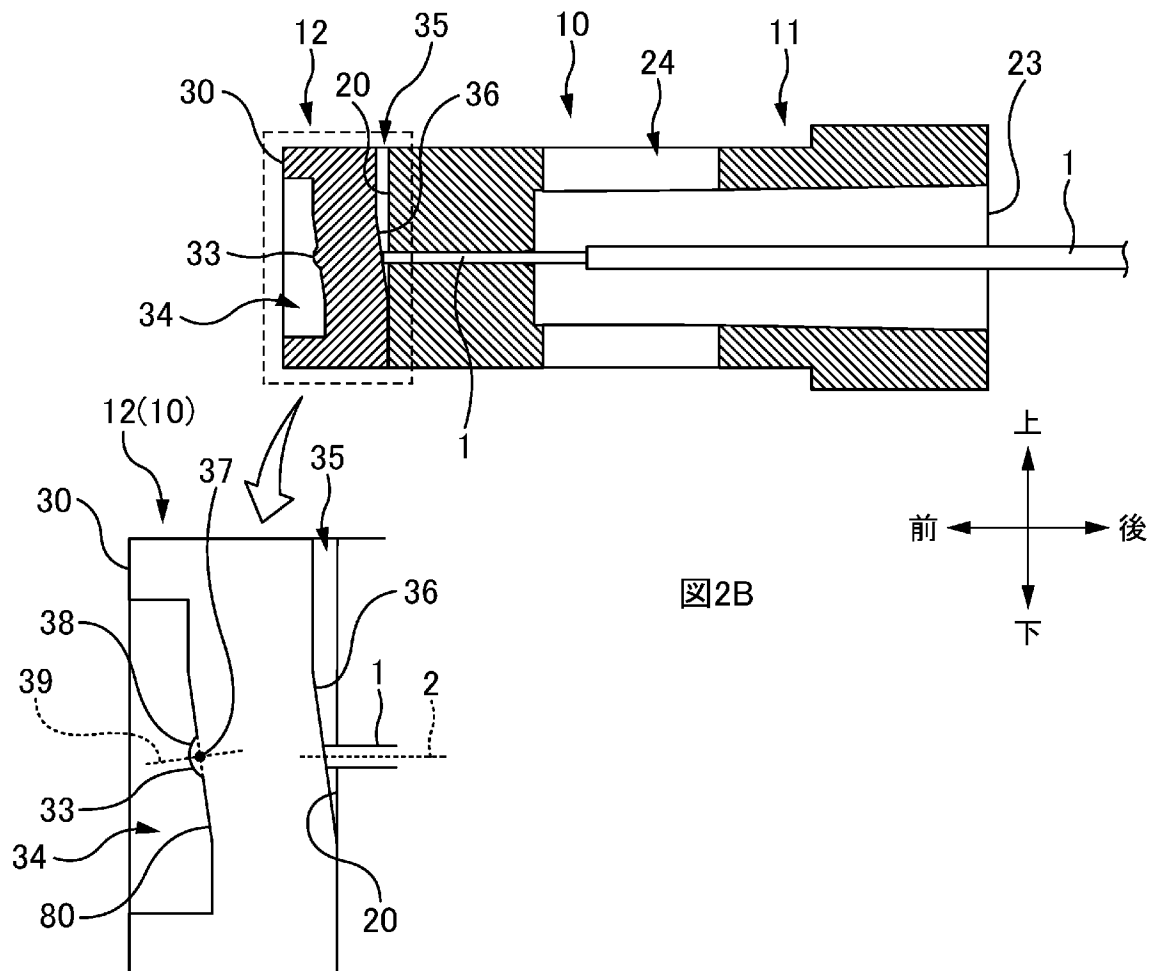
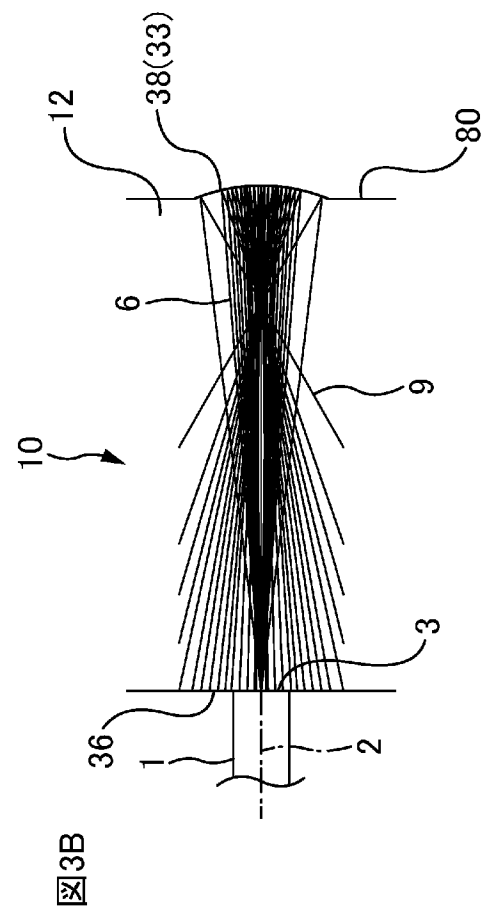
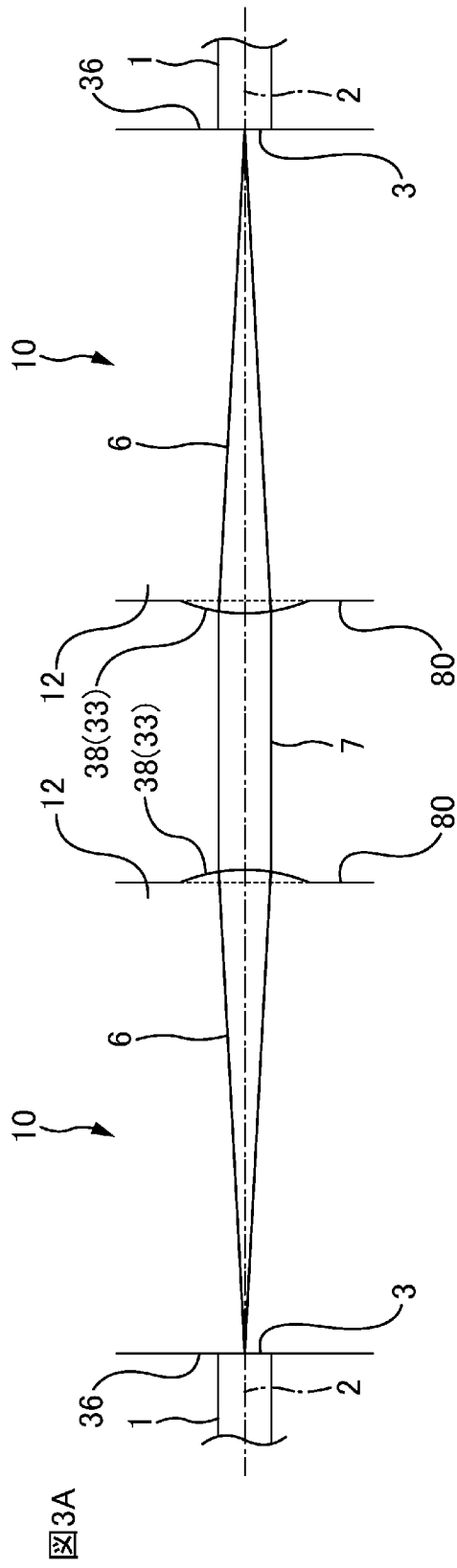
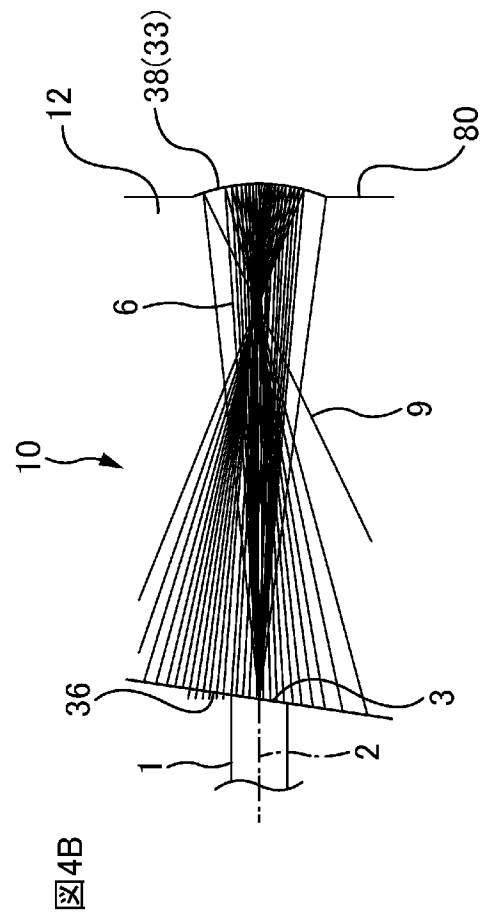
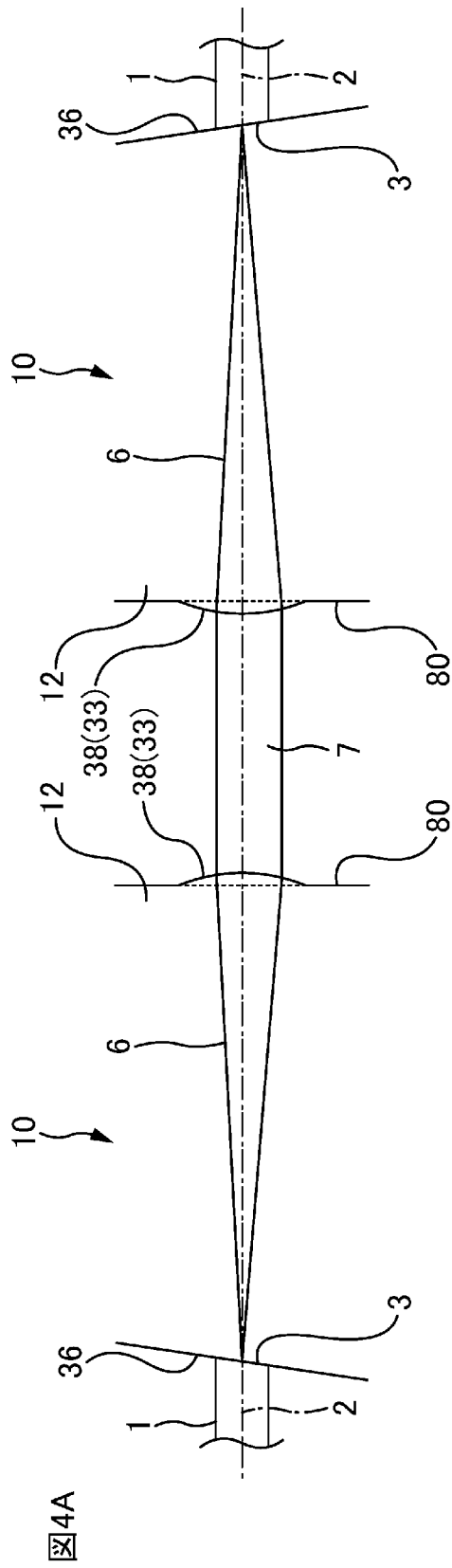


図2B

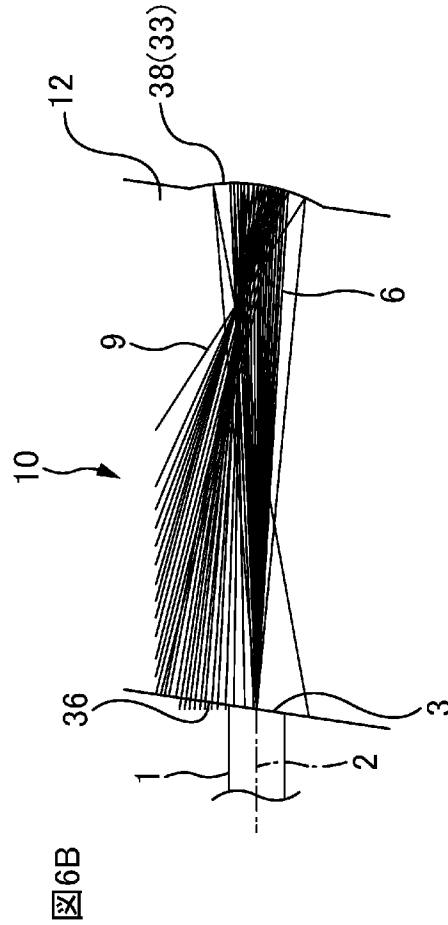
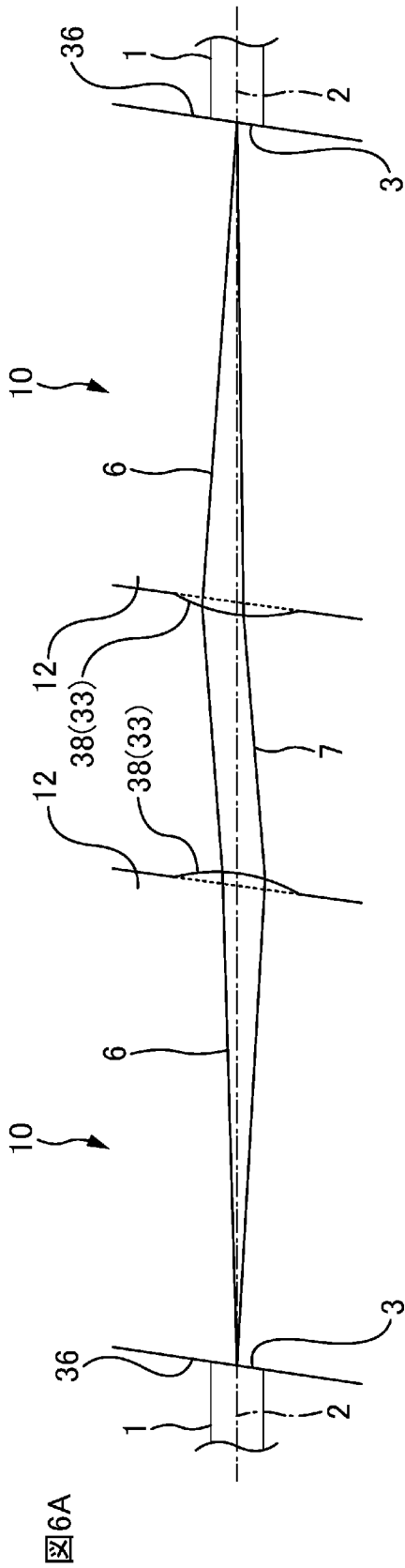
[図3]



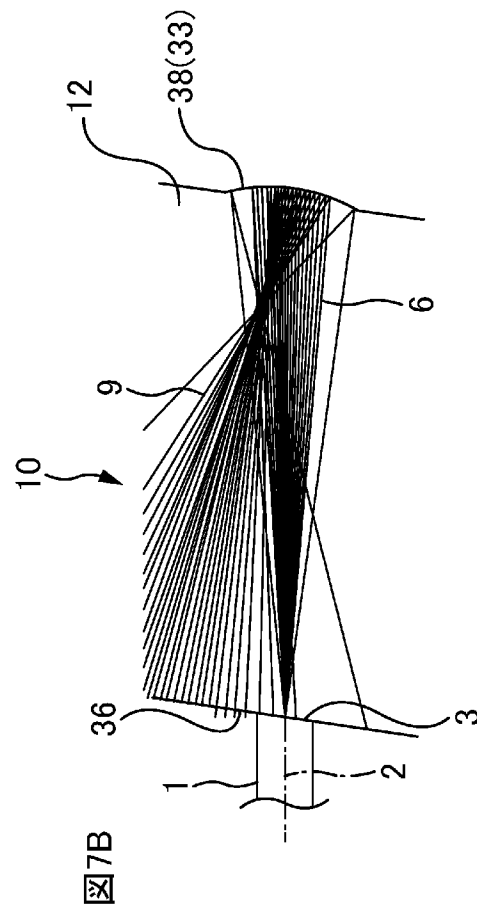
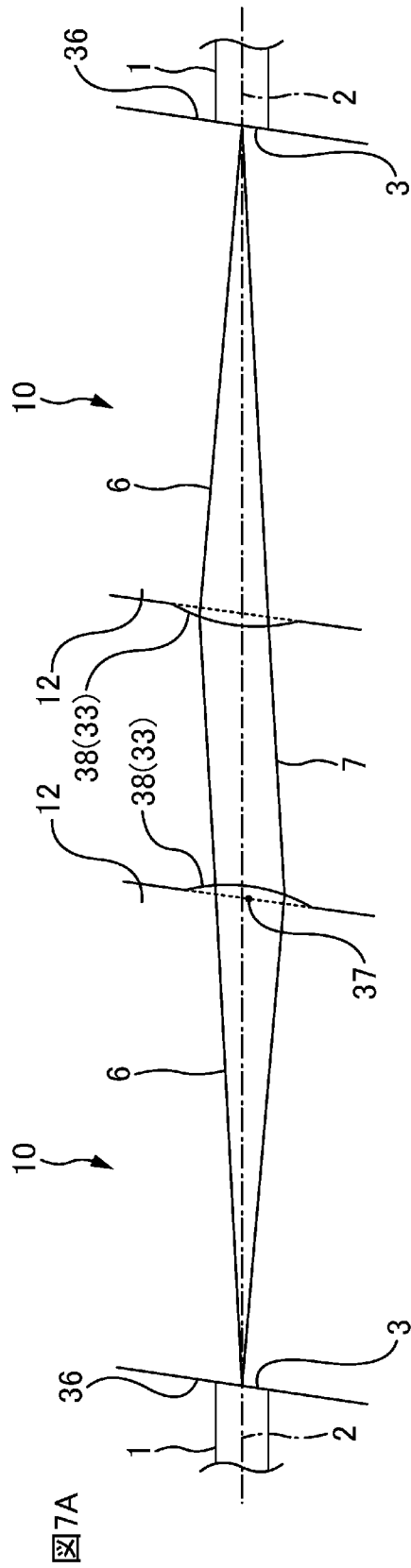
[図4]



[図6]



[図7]



[図8]

図8A

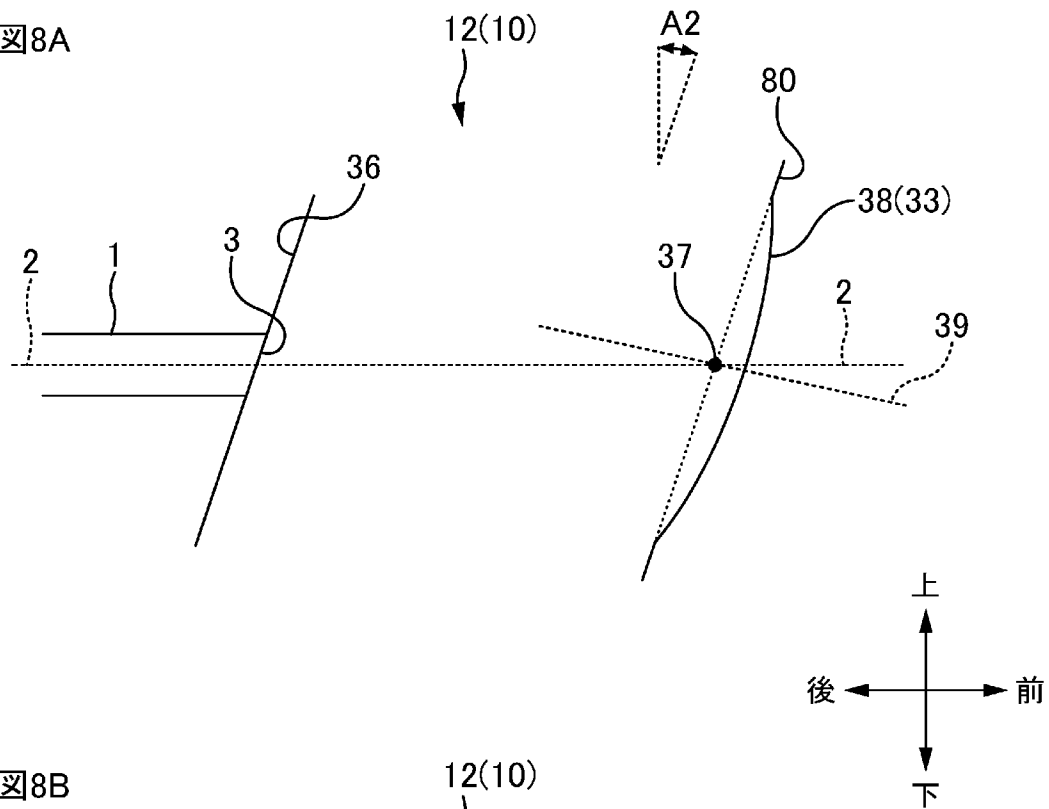
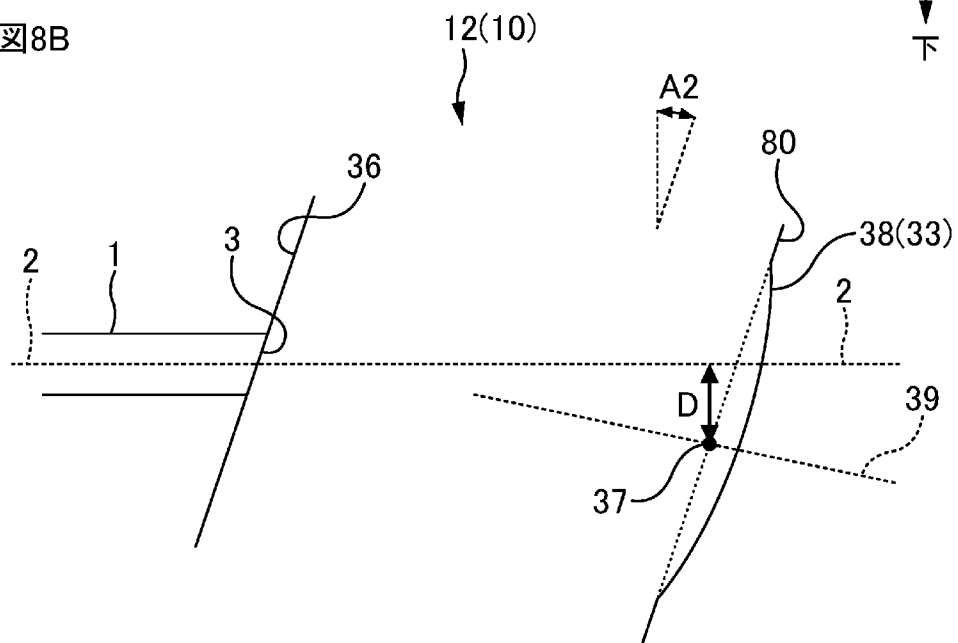


図8B



[図9]

図9A

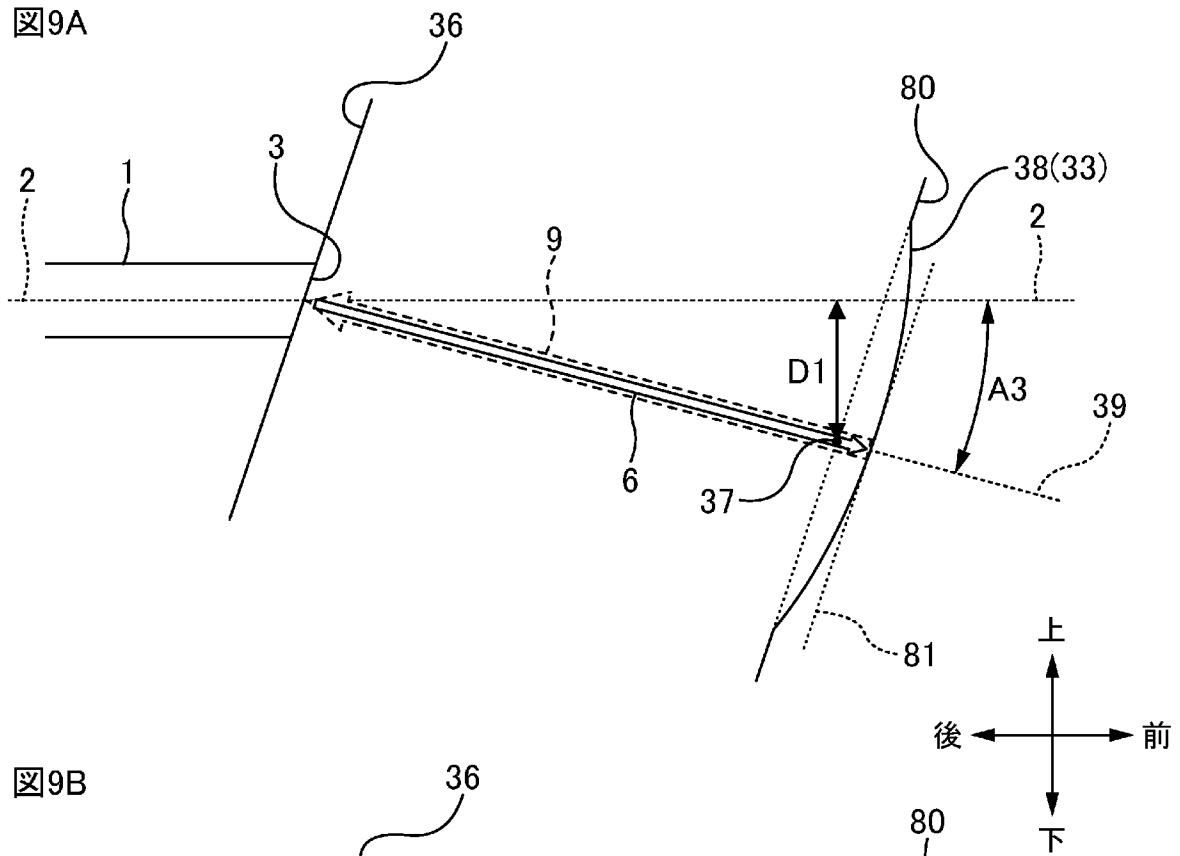
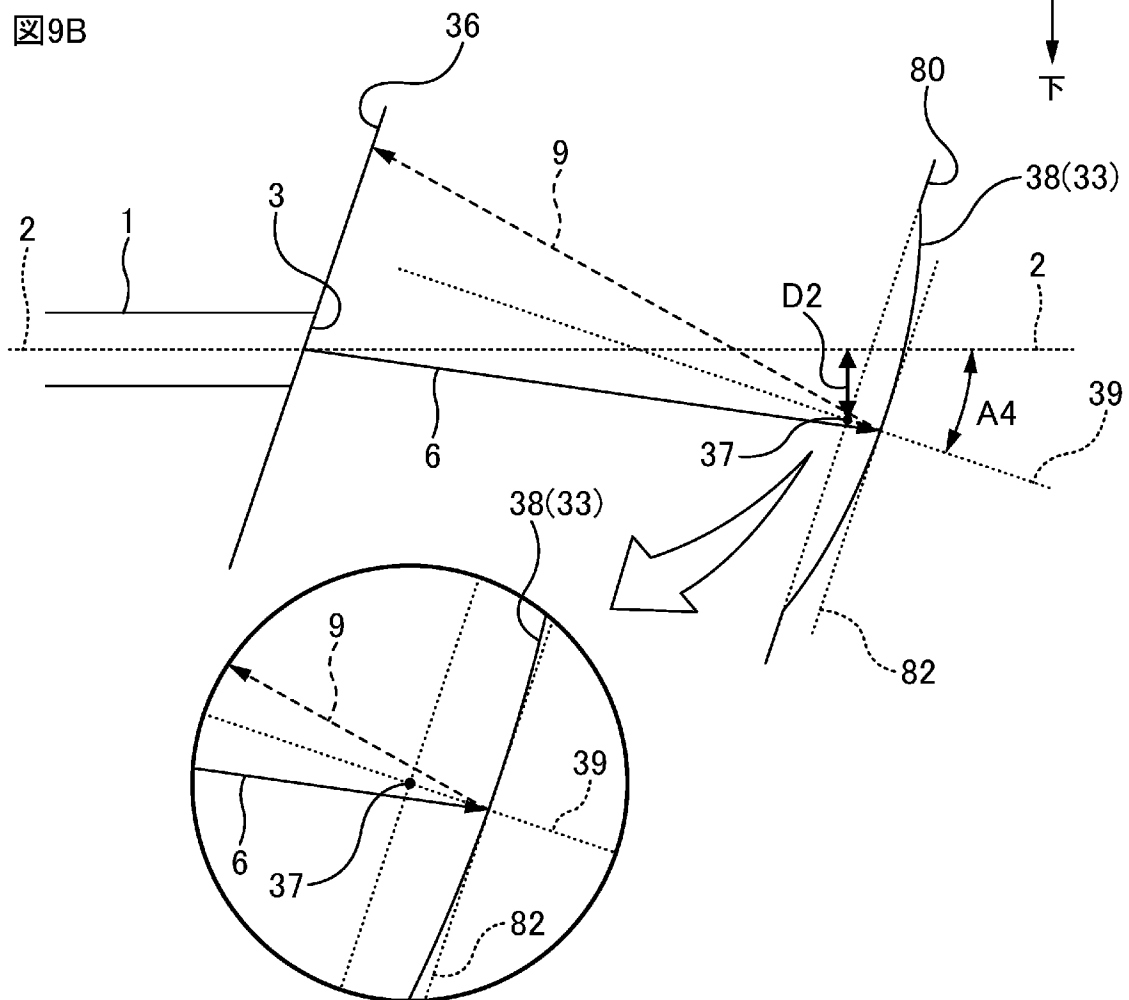


図9B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/036294

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G02B6/32 (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)

Int. Cl. G02B6/26-6/43

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 2008-15224 A (NAMIKI PRECISION JEWEL CO., LTD.) 24 January 2008, paragraphs [0101], [0102], fig. 23 (Family: none)	1-4
Y	JP 2004-101962 A (NIPPON SHEET GLASS CO., LTD.) 02 April 2004, paragraphs [0032]-[0045], fig. 1 & US 2004/0047558 A1, paragraphs [0032]-[0045], fig. 1 & CA 2440057 A1	1-4
Y	JP 2018-92152 A (FUJIKURA LTD.) 14 June 2018, paragraph [0037], fig. 4 & WO 2018/101302 A1 & EP 3525020 A1, paragraph [0034], fig. 4 & CN 109923452 A	1-4



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
17.10.2019

Date of mailing of the international search report
05.11.2019

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/JP2019/036294

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 2004-333885 A (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) 25 November 2004, entire text, all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2003-307646 A (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 31 October 2003, entire text, all drawings & US 2003/0179993 A1 & US 2007/0217741 A1	1-4
A	US 2011/0026882 A1 (BUDD, Russell A.) 03 February 2011, entire text, all drawings (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B6/32 (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. G02B6/26-6/43

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	JP 2008-15224 A（並木精密宝石株式会社）2008.01.24, 段落[0101]-[0102], 図23（ファミリーなし）	1-4
Y	JP 2004-101962 A（日本板硝子株式会社）2004.04.02, 段落[0032]-[0045], 図1 & US 2004/0047558 A1, [0032]-[0045], Fig. 1 & CA 2440057 A1	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

17.10.2019

国際調査報告の発送日

05.11.2019

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）

岸 智史

2 L

3603

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 2018-92152 A (株式会社フジクラ) 2018.06.14, 段落[0037], 図 4 & WO 2018/101302 A1 & EP 3525020 A1, [0034], Fig. 4 & CN 109923452 A	1-4
A	JP 2004-333885 A (アルプス電気株式会社) 2004.11.25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2003-307646 A (古河電気工業株式会社) 2003.10.31, 全文, 全図 & US 2003/0179993 A1 & US 2007/0217741 A1	1-4
A	US 2011/0026882 A1 (BUDD, Russell A.) 2011.02.03, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4