

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2007年1月11日 (11.01.2007)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2007/004506 A1

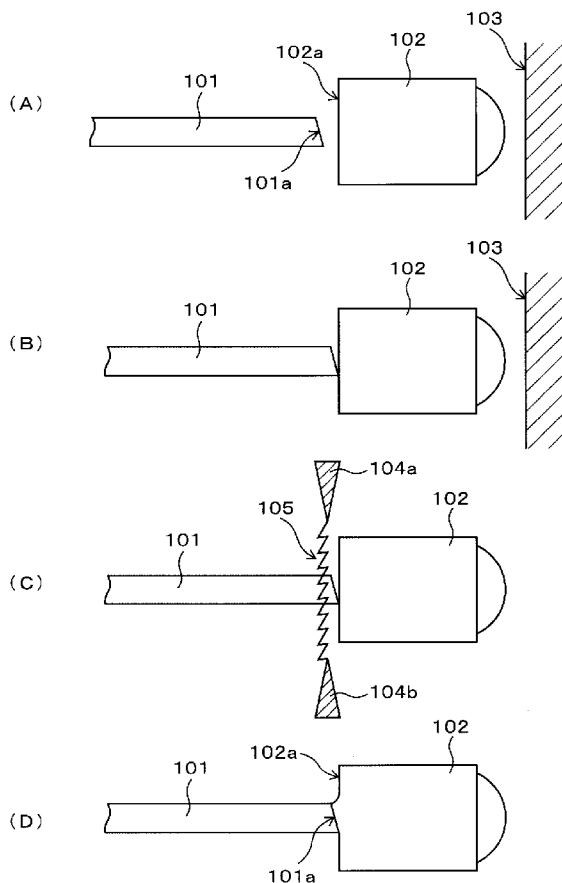
- (51) 国際特許分類:  
G02B 6/32 (2006.01) G02B 6/30 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/312984
- (22) 国際出願日: 2006年6月29日 (29.06.2006)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2005-191354 2005年6月30日 (30.06.2005) JP  
特願2006-063806 2006年3月9日 (09.03.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社トプコン (TOPCON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1748580 東京都板橋区蓮沼町75番1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): 生駒 晋也

- (74) 代理人: 末成 幹生 (SUENARI, Mikio); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目6番13号 アサコ京橋ビル 3階 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL COMPONENT AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(54) 発明の名称: 光部品およびその製造方法



(57) Abstract: An optical fiber (101) having an obliquely cut end face (101a) at the tip is bonded to a collimator lens (102) by heating them through discharge, as shown in Fig. 1(C), after aligning their optical axes as shown in Fig. 1(B). The heating temperature is set lower than the softening point of the optical fiber (101) but higher than the softening point of the collimator lens (102). By doing so, the end face (102a) on the collimator lens (102) side is melted while being expanded, and during this process, the gap between the optical fiber (101) and the collimator lens (102) is filled with a material that forms the collimator lens (102) by a capillarity phenomenon caused by surface tension. Thus the optical fiber (101) and the collimator lens (102) are bonded. Since the optical fiber (101) and the collimator lens (102) are not required to be moved after aligning the optical axes, occurrence of nonalignment can be suppressed.

(57) 要約: 先端の端面101aを斜めカットした光ファイバ101をコリメータレンズ102に接合する際に、図1(B)に示す両者の光軸合わせを行った後に、図1(C)に示す放電による加熱を行って、両者を接合する。この際、加熱温度を光ファイバ101の軟化点より低く、コリメータレンズ102の軟化点よりも高い温度とする。こうすることで、コリメータレンズ102側の端面102aを膨張させつつ熔融させ、その際に表面張力により生じる毛細管現象により、光ファイバ101とコリメータレンズ102との間の隙間をコリメータレンズ102の構成材料により充填し、両者を接合する。この方法によれば、光軸合わせを行った後に光ファイバ101とコリメータレンズ102とを動かす必要がないので、光軸ずれの発生を抑えることができる。

WO 2007/004506 A1



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

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書・説明書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

### 光部品およびその製造方法

#### 技術分野

[0001] 本発明は、光通信や光情報処理等に用いられる光学部材に光ファイバを接合する技術に係り、例えばコリメータレンズ等と光ファイバとを接合する技術に関する。

#### 背景技術

[0002] 光通信の分野においては、光スイッチ、光アイソレータ、光サーキュレータ、光アッテネータ、光導波路等の様々な光学部材が必要となる。これらの光学部材に、光ファイバが直接あるいはコリメータレンズと呼ばれる光学部材を介して接続される。コリメータレンズに光ファイバが接合された構造は、光ファイバコリメータと呼ばれている。光ファイバコリメータは、光ファイバ端面から出射される光束をコリメータレンズによって平行光束とし、光学部材内に導く機能、或いは逆に、光学部材を通過した平行光束をコリメータレンズによって収束して光ファイバに導く機能を有する。

[0003] 光ファイバコリメータは、各種の光学部材と光ファイバを接続する際に欠かせない重要な構成部品である。一方、光ファイバを用いた通信網は、長距離通信からビル内やオフィス内における通信ネットワークにまで広く利用され、その利用は今後さらに増えてゆく傾向にある。このような背景において、光ファイバコリメータには、大幅な低価格化が望まれている。光ファイバコリメータを低価格化するには、部品点数を削減するのが有効となる。この部品点数を削減する技術として、光ファイバとコリメータレンズとを直接接合する技術が提案されている。

[0004] 例えば、非特許文献1には、石英ガラスが主成分である光ファイバと多成分ガラスを主成分とするコリメータレンズとを、互いに光軸合わせを行った後に放電を行い、コリメータレンズが軟化した瞬間を捉えて、光ファイバをコリメータレンズの軟化した部分に押し込み、それにより両者を直接接合する技術が記載されている。この技術によれば、光ファイバとコリメータレンズとの熱膨張率の違いによって、コリメータレンズが光ファイバを押さえ込む形となり、両者の接合が行われる。

[0005] 一方、光ファイバコリメータは、光信号の伝送経路に挿入されるので、光ファイバ端

面での有害反射光により生じる伝送光信号の乱れを極力小さくすることが要求される。この要求に応える技術として、コリメータレンズと接合される光ファイバの接合部分の端面(端部の端面)を斜めにカットする技術が知られている。この技術は、光ファイバ端部のカット面を光軸に対して完全に垂直にするのではなく、光軸とカット面とのなす角度を82度というような少し斜めにする技術である。この技術によれば、コリメータレンズに結合される側の光ファイバの端面からの反射があっても、その反射光の光束を光ファイバの光軸外に逃がすことで、その影響を排除することができ、伝送する光信号の波形の乱れを抑えることができる。この光ファイバ端面の斜めカットに関しては、例えば特許文献1や特許文献2に記載されている。

[0006] また、光学部材にコリメータレンズを利用せずに光ファイバを直接接合する場合もある。例えば、光路を分岐あるいは合成する光導波路に光ファイバを接合する場合、コリメータレンズを利用しなくてもよい。この構造においても上述したコリメータレンズと光ファイバとを接合する技術を適用することができる。

[0007] 特許文献1:特開平09-258059号公報(「0002」段落)

特許文献2:特開2002-196172号公報(「0002」段落)

非特許文献1:高原敏明「超小型ファイバコリメータの実装技術」、第92回微小光学・第6回システムフォトリクス合同研究会、2004

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] ところで、光ファイバコリメータには、伝送損失を極力低く抑える必要があるので、光ファイバの光軸と、コリメータレンズの光軸とが正確に合っている必要がある。しかしながら、上述した光ファイバとコリメータレンズとを直接接合する方法には、以下に述べるように光軸合わせの精度確保に難点があった。

[0009] 上述したような、コリメータレンズを軟化させ、そこに光ファイバを押し込み固定する方法は、仮に光軸の位置合わせ(アライメント)を正確に行うことができたとしても、軟化状態にあるコリメータレンズ内に、光ファイバを押し込み移動させる際に、光ファイバが横方向(光軸に対して垂直な方向)にずれ、それにより両者の光軸が相対的にずれてしまう可能性があった。これは、垂直に光ファイバを押し込んだつもりであって

も、光ファイバが受ける抵抗によって光ファイバが斜めに動いてしまうことがあるからである。また、コリメータレンズの軟化部分の固さが不安定なところに、光ファイバを差し込むことになるので、光ファイバを動かしている最中に、コリメータレンズの軟化部分の固さが急激に変化し、それにより光ファイバの光軸がずれてしまうことも原因となる。特に、上述した斜めカット処理を施した光ファイバを用いた場合、この光軸ずれの発生頻度が高くなる。これは、光ファイバ端面の斜面が、軟化したガラス成分を押し分けて進むことになるので、コリメータレンズ内を進む光ファイバが斜めになり易いからである。この問題は、光ファイバと光導波路を接合する場合にも同様に発生する。

[0010] そこで本発明は、先端が斜めカットされた光ファイバとコリメータレンズ等の光学部材とを直接接合した場合に、光軸のずれが発生し難い技術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

[0011] 本発明は、光部品の製造方法に係り、第1の軟化点を有する光学部材に前記第1の軟化点よりも高い第2の軟化点を有する光ファイバを接合する方法であって、前記光学部材に、端面が光軸に対して傾斜した前記光ファイバを、近接または接触させた状態に位置決めするステップと、前記光学部材と前記光ファイバとの位置関係を固定した状態で前記第1の軟化点よりも高く、且つ前記第2の軟化点よりも低い温度に加熱を行い、前記光学部材と前記光ファイバの前記端面との間に、前記光学部材の構成材料を充填するステップとを備えることを特徴とする。

[0012] 本発明によれば、光軸を合わせた状態において、光学部材を構成する材料の軟化点を超え、且つ光ファイバを構成する材料の軟化点に至らない温度に加熱を行うことで、光学部材側は膨張しながら熔融され、表面張力により生じる毛細管現象により両者の間の隙間を埋め、両者を接合する。この方法においては、光軸を合わせた状態において、両者の相対的な位置関係を動かすことなしに両者を接合することができる。このため、接合工程時における光軸のずれを抑えることができる。また、構成部材を増やすことがないので、低コスト化を実現することができる。

[0013] 本発明においては、膨張して盛り上がった光学部材側の表面が熔融して液状化し、それが表面張力による毛細管現象により光ファイバと光学部材との隙間を埋める。

これにより、光ファイバと光学部材との接合を確実に行うことができる。また、光学部材の接合されている光ファイバ端面は傾斜しているため、その接合境界面での反射光の戻り光を排除することができ、伝送波形の乱れが発生する不都合を抑えることができる。

[0014] 加熱の手段としては、放電による方法が好ましい。放電による加熱は、光ファイバが接合する光学部材の端面を選択的に加熱し、上述した光学部材の瞬間的な熔融を効果的に行うことができ、上述したメカニズムにより光ファイバと光学部材とを確実に接合することができる。

[0015] 本発明における光学部材には、コリメータレンズ、光スイッチ、光アイソレータ、光サーキュレータ、光アッテネータ、光導波路等が含まれる。本発明の光部品には、これら光部品と光ファイバとを接合した構成が含まれる。例えば本発明の光部品として、光ファイバとコリメータレンズとを接合した光ファイバコリメータ、あるいは光ファイバと光導波路とを接合した構成を挙げることができる。また、本発明の光部品として、コリメータレンズと光スイッチや光アッテネータ等とを組み合わせた光モジュールを挙げることができる。なお光モジュールというのは、2つ以上の光学部材を組み合わせモジュール化した光デバイスのことをいう。

[0016] 本発明の光軸を合わせるステップにおいて、光学部材と光ファイバの端面との間に液体を滴下するステップが含まれることが好ましい。本発明においては、光ファイバの光学部材への接合部分側の端部は、斜めカットされ、光軸に対して傾斜した端面の形状となっている。したがって、光軸を合わせた状態において、光学部材の端面と光ファイバとの間には、必然的に楔形の隙間ができる。この状態においては、部分的とはいえ間に空気層を介しての光軸合わせが行われることになる。このため、光ファイバを構成する材料の屈折率と空気の屈折率の違いに起因して、光軸に対して斜めになった界面を通過する光線が屈折する。空気の屈折率( $\approx 1$ )と光ファイバの屈折率( $n=1.4\sim 1.5$ 程度)とは値が異なるので、楔形の空気層の厚さが極めて小さいとはいえ、この屈折率の違いに起因して、光軸が僅かにずれる。すなわち、光学部材と光ファイバとの位置合わせを行う段階においては、光ファイバの中心部分と光学部材との間には極薄い楔形の空気層が存在するが、接合を行った後には、光ファイバの中

心部分と光学部材とは直接接触するので、屈折率の差に起因する光束の屈折状態に違いが発生する。つまり、光束の経路にずれが生じる。このずれが、光軸の僅かなずれにつながる。

- [0017] 上述した液体を滴下した状態で光軸を合わせる作業を行った場合、光学部材と光ファイバ端面との間が液体で満たされるので、上述した屈折率の違いに起因する光束経路のずれを抑えることができる。例えば、液体としてアルコール(屈折率=約1.4)を利用した場合、光ファイバとの間の屈折率をほぼ等しくすることができるので、上述した斜めカット面での屈折の影響を抑えることができる。液体としては、水(屈折率=約1.3)を用いることもできる。光ファイバを構成する石英材料との屈折率の差ができるだけ小さい液体を用いるのであれば、この液体の種類は限定されない。
- [0018] 本発明は、上述した製造方法によって得られた光部品として把握することもできる。すなわち、本発明の光部品は、第1の軟化点を有する光学部材と、前記第1の軟化点よりも高い第2の軟化点を有し、先端の端面が光軸に対して傾斜した構造を有する光ファイバと、前記光学部材と前記光ファイバとの位置関係を固定した状態で前記第1の軟化点よりも高く、且つ前記第2の軟化点よりも低い温度に加熱を行うことにより前記光学部材と前記端面との間に充填された前記光学部材の構成材料とを有し、前記光ファイバの前記端面の中心は前記光学部材の端面の外側に位置することを特徴とする。また本発明の光部品は、第1の軟化点を有する光学部材と、前記第1の軟化点よりも高い第2の軟化点を有し、先端の端面が光軸に対して傾斜した構造を有する光ファイバと、前記光学部材と前記光ファイバの前記端面との間に充填された熔融固化した前記光学部材の構成材料とを有し、前記光ファイバの前記端面の中心は前記光学部材の端面の外側に位置することを特徴とする。
- [0019] この光部品においては、光軸を合わせる段階で存在する光ファイバと光学部材との間の隙間が、光学部材側の構成材料が熔融し膨張したものによって埋められる。この際、両者を動かさなくてよいので、両者を動かすことによる光軸のずれが発生しない。また、光学部材の材料が、膨張および熔融し、その表面張力により生じる毛細管現象により両者の間の隙間を埋める形になるので、光ファイバの端面の中心(斜めカットされた斜面のコア中心部分)は、光学部材の端面より外側に位置する構造となる。

## 発明の効果

[0020] 本発明によれば、先端が斜めカットされた光ファイバと光学部材とを直接接合する場合に、光学部材を構成する材料が溶融する際の膨張、毛細管現象を利用することで、両者を動かさずに接合させることができる。これにより、製造時に光軸のずれが発生し難い光部品を提供することができる。

## 図面の簡単な説明

[0021] [図1]コリメータレンズに光ファイバを接合する工程を示す工程断面図である。  
[図2]光ファイバとコリメータレンズとの接合付近を拡大した模式断面図である。  
[図3]光アッテネータモジュールに光ファイバを接合する作業の工程を示す工程断面図である。  
[図4]光導波路に光ファイバを接合する工程の一部を示す斜視図である。  
[図5]光導波路に光ファイバを接合する工程の一部を示す上面図(A)および側面図(B)である。

## 符号の説明

[0022] 101…光ファイバ、101a…斜めカットされた光ファイバの端面、102…コリメータレンズ、102a…光ファイバが接続される端面、103…反射鏡、104a…針状の電極、104b…針状の電極、105…放電、201…膨張によって盛り上がった部分、401…光アッテネータモジュール、402…コリメータレンズ、403…光減衰素子、404…コリメータレンズ、405…光ファイバ、407a…針状の電極、407b…針状の電極、408…反射鏡、409…光ファイバ。

## 発明を実施するための最良の形態

[0023] 1. 第1の実施形態

図1は、コリメータレンズに光ファイバを接合する工程を示す工程断面図である。以下、コリメータレンズに光ファイバを接合した構造の光ファイバコリメータの製造工程の一例を説明する。

[0024] まず、図1(A)に示すように、先端を斜めカットした光ファイバ101と、コリメータレンズ102とを用意する。光ファイバ101は、通常の光ファイバであり、石英を主材料とし

て構成されるものを使用する。本実施形態では、軟化点が約1600°Cの材料によって構成された光ファイバを利用する。光ファイバ101は、その先端を斜めにカットし、先端の端面101aを斜面に加工したものを使用する。ここでは、端面101aと、光ファイバ101の光軸に垂直な面とのなす角度が8°の傾きとなるように、カッティングを行う。この角度は、1°～10°程度の間から選択可能である。

[0025] コリメータレンズ102は、多成分ガラスを材料としてモールド成形により形成されたものを用いる。ここでは、コリメータレンズ102として、軟化点が607°Cであるホウ珪酸系の多成分ガラスによって構成されるものを用いる。またコリメータレンズ102は、そのレンズ系の焦点が、光ファイバ101が接続される端面102aの表面付近になるように光学設計がされたものを用いる。

[0026] 先端を斜めカットした光ファイバ101と、コリメータレンズ102とを用意したら、両者の光軸合わせを行う。まず、光ファイバ101の反対側の端部(端面101aと反対側の端部)に図示しない試験装置を接続する。この試験装置は、所定強度および所定波長のレーザー光を出力し、さらに入力された光の強度を正確に計測することができる機能を備えている。図示しない試験装置を光ファイバ101の一方の端部に接続したら、図1(A)に示すように、光ファイバ101の斜めカットした端部の端面101aをコリメータレンズ102に近接した状態で光軸合わせを行う。この際、コリメータレンズ102からの光束が反射鏡103に垂直に入射するようにする。

[0027] この光軸調整について説明する。まず、図示しない試験装置から試験光を出力し、それを光ファイバ101からコリメータレンズ102に射出する。この試験光は、コリメータレンズ102から反射面103に照射され、さらに反射面103で反射されて、逆経路を辿って図示しない試験装置に反射光として戻る。この反射光量が最大となるように光ファイバ101とコリメータレンズ102との相対的な位置関係を調整することで、光軸合わせが行われる。すなわち、光ファイバ101とコリメータレンズ102の光軸が合えば、両者間の光伝送効率は最大となるから、図示しない試験装置で検出される反射光量も最大となる。このことを利用して、光ファイバ101とコリメータレンズ102との光軸合わせが行われる。

[0028] 後述するように、光ファイバ101とコリメータレンズ102との接合を、コリメータレンズ1

02の端面102aの膨張に起因する盛り上がりによって行うので、光軸合わせが済んだ状態の後はその位置関係は固定したままで接合をすることができる。このため、光ファイバ101とコーメータレンズ102とが、図1(B)に示すように接触するか、接触はしないまでも近接した状態で光軸が合うように、コーメータレンズ102の光学設計が行われていることが好ましい。

[0029] 図1(B)に示す光軸合わせが終了したら、針状の電極104aおよび104bを両者の接触部分に近接させ、両電極間に高電圧を加えて、放電105を発生させる(図1(C))。この放電のエネルギーにより、コーメータレンズ102の端面102a表面付近の加熱が行われる。この際、放電条件を調整することにより、この加熱温度が、コーメータレンズ102の軟化点よりも高温になり、且つ光ファイバ101の軟化点より低温になるようにする。本実施形態においては、光ファイバ101の軟化点とコーメータレンズ102の軟化点とが大きく離れているので、この加熱温度の設定は容易である。この放電による加熱によって、コーメータレンズ102の端面102aは膨張されるとともに熔融され、光ファイバ101の斜めカットされた端面101aに接触する。この際、この膨張し熔融したコーメータレンズ102の構成材料が毛細管現象により隙間を埋める形となり、実質的な溶着が行われる。

[0030] こうして、第1の軟化点を有するコーメータレンズ102と、第1の軟化点よりも高い第2の軟化点を有し、先端の端面101aが光軸に対して傾斜した構造を有する光ファイバ101と、コーメータレンズ102と前記端面101aとの間に充填されたコーメータレンズ102の構成材料とを有し、光ファイバ101の端面101aの中心(ファイバ断面の中心コア部分)は、コーメータレンズ102の端面102aの外側に位置する構造を得ることができる。

[0031] 図2は、図1(D)の光ファイバ101とコーメータレンズ102との接合付近を拡大した模式断面図である。図2は、SEM(走査型電子顕微鏡)写真に基づいて作成したものである。図2に示すように、コーメータレンズ102側に、符号201で示されるように盛り上がりが発生し、光ファイバ101の斜めカットされた端面101aと、コーメータレンズ102の端面102aとの隙間が、コーメータレンズ102の構成材料によって充填された構造が観察される。すなわち図2には、コーメータレンズ102の端面102aが瞬間的に熔融

し、それが光ファイバ101の斜めカットされた端面101a側に毛管力によって移動し、この溶融物によって端面102aと端面101aとの間の隙間が埋められ、その状態でコーメータレンズ102の構成材料の溶融物が固化した状態が示されている。そして、コーメータレンズ102の構成材料が、光ファイバ101の端面101a側に盛り上がるようにして両者の隙間を埋めた状態が示されている。

[0032] 本実施形態において説明した方法によれば、光ファイバ101とコーメータレンズ102との光軸合わせが完了した図1(B)の状態から、両者を相対的に動かさずに、両者の固定を行うことができる。したがって、コーメータレンズ102に対する光ファイバ101の相対的な移動に伴う光軸のずれは、原理的に発生しない。

### [0033] 2. 第2の実施形態

図1(B)に示す光軸合わせを行う工程において、光ファイバ101とコーメータレンズ102との隙間に水やアルコール等の液体を滴下し、その状態において光軸を合わせる作業を行うことが好ましい。水やアルコールの屈折率( $n=1.3\sim 1.4$ 程度)は、ガラスの屈折率に比較的近い(少なくとも空気( $n=1$ )に比較すれば、極めて近い)ので、光ファイバ101と空気の屈折率の違い、コーメータレンズ102と空気の屈折率の違いによる光線の屈折が抑えられる。これにより、図1(B)の光軸合わせ時と、図1(D)の接合時との間における光軸のずれの発生を抑えることができる。

### [0034] 3. 第3の実施形態

以下、代表的な光部品である光モジュールへ、本発明を適用した場合の例を説明する。ここでは、光モジュールとして、光アッテネータの入出両側にコーメータレンズを配置しモジュール化した光アッテネータモジュールの例を挙げ、この光アッテネータモジュールに光ファイバを接合する技術に本発明を使用した場合を説明する。

[0035] 図3は、光アッテネータモジュールに光ファイバを接合する作業の工程を示す工程断面図である。まず、図3(A)に示す光アッテネータモジュール401を用意する。光アッテネータモジュール401は、通過する光を所定の減衰量で減衰させる機能を有し、例えば、光ファイバ経路の中に挿入されて、伝送される光信号のレベル調整を行う場合に利用される。

[0036] この例において、光アッテネータモジュール401は、コーメータレンズ402、光減衰

素子403、およびコリメータレンズ404を備えている。また、光アッテネータモジュール401は、その製造時に、コリメータレンズ402とコリメータレンズ404との光軸合わせが行われ、全体が樹脂やガラスによってモールドされた構造を有している。

[0037] 以下、光アッテネータモジュール401への光ファイバの接続を行う工程手順を説明する。まず、図3(A)に示す光アッテネータモジュール401を用意したら、コリメータレンズ404の露呈した端面に反射鏡408を押し当てる。そして、コリメータレンズ402の露呈した端面に先端を斜めカットした光ファイバ405を軽く接触させ、コリメータレンズ402と光ファイバ405との光軸合わせを行う(図3(B))。この際、光ファイバ405の図示しない他端に第1の実施形態で説明した試験装置を接続し、試験光の反射光が最大となるように光ファイバ405とコリメータレンズ402との相対的な位置関係を調整する。

[0038] 光ファイバ405とコリメータレンズ402との光軸合わせが終了したら、両者の位置関係を固定した状態で、両者が接触した付近に針状の電極407aおよび407bを近づけ、放電を行う(図3(C))。この放電により、第1の実施形態において説明したのと同様に、光ファイバ405とコリメータレンズ402とが接合される。

[0039] 次に、コリメータレンズ404の露出した端面にもう一方の光ファイバを近づけ、光軸合わせを行う。この際、この光ファイバの他端に、第2の試験装置を接続し、この状態において、上述した光ファイバ405に接続した第1の試験装置から、光ファイバ405を介して光アッテネータモジュール401に試験光を送り込む。そして、コリメータレンズ404側において、第2の試験装置が検出する試験光が最大となるように、コリメータレンズ404と光ファイバとの位置関係が調整される。こうして、コリメータレンズ404ともう一方の光ファイバ(図3(D)の符号409によって示される光ファイバ)との光軸合わせが行われる。

[0040] この光軸合わせが終了したら、図3(C)に示すのと同様な方法により、両者の接合を行い、図3(D)に示す状態を得る。つまり、コリメータレンズ402に光ファイバ405が接続され、コリメータレンズ404に光ファイバ409が接続された構造を得る。

[0041] この構成においては、例えば、光ファイバ405を介して、コリメータレンズ402に入力された光信号が、コリメータレンズ402の光学的な機能により平行光束にされ、そ

れが光減衰素子403を通過する際に所定レベルの減衰を受け、さらにこの減衰された光信号は、コリメータレンズ404の光学的な機能により収束され、コリメータレンズ404から光ファイバ409に出力される。

[0042] 4. 第4の実施形態

本実施形態においては、光学部材の一例である光導波路に光ファイバを直接接合する例を説明する。図4は、本実施形態における接合工程の概要を示す斜視図である。図5は、図4に示す状態を上から見た上面図(A)と横から見た側面図(B)である。まず、光導波路について説明する。光導波路501は、1本の光ファイバの光信号経路を複数に分割し、複数の光信号経路を得る分配器としての機能、または逆に複数の光信号経路を合成し1本の光信号経路にする合成器としての機能を有している。一般に光導波路は、接続方向によって分配器としても機能するし、合成器としても機能する。

[0043] 以下、光導波路501に光ファイバ505、506および507を接合する手順を説明する。まず、光導波路501を用意する。光導波路501は、軟化点が607°Cであるホウ珪酸系の多成分ガラスによって構成される基板501aと501bとが張り合わされた構造を有している。基板501aと501bとの間の界面には、光路502から分岐する構造の光路503および504が形成されている。また、軟化点が約1600°Cの石英を主材料とする光ファイバ505、506および507を用意し、その端面を第1の実施形態の場合と同様に斜めカットする。そして、光ファイバ505の斜めカットされた端部を光導波路501の光路502の端部に位置決めし、光軸を合わせ、その状態で放電を行う。この際、光ファイバ505が位置決めされた光導波路501の端面部分が瞬間的に熔融し、盛り上がり51が形成され、光ファイバ505が光導波路501に接合される。なお、光軸合わせおよび放電の工程は、第1の実施形態において説明したものと同一である。

[0044] 次に図5(A)および(B)に示すように、光ファイバ506と507を平行に束ね、各光ファイバを光導波路501の光路503および光路504の端部にそれぞれ位置決めし、光軸を合わせる。そして、図4および図5に示すように、電極508aおよび508bを接合付近に近づけ、放電を行う。これにより、光ファイバ506および507が光導波路501に接合される。光軸の合わせ方や放電の方法は、第1の実施形態に説明したのと同

じである。

- [0045] 本実施形態において得られた光部品は、光導波路501に光ファイバ505、506および507が接合され、光ファイバ505を伝送される光信号を光ファイバ506と507に分配する機能、あるいは光ファイバ506と507を伝送される光信号を合成し、光ファイバ505に伝送させる機能を有している。また、各光ファイバが、図5の符号51によって示されるように、光導波路501を構成する材料の溶融物の盛り上がりによって光導波路501に固定される。この固定時において、一旦光軸を合わせた後に光ファイバと光導波路501の相対的な位置関係を動かすことなく、放電により接合が行われるので、位置関係の変更に伴って光軸がずれることがない。このため、接合時の光軸のずれに起因する伝送される光信号の反射や損失を抑えることができる。

#### 産業上の利用可能性

- [0046] 本発明は、コリメータレンズ等の光学部材に光ファイバを接続する技術に利用することができる。また、本発明は、光モジュールに光ファイバを接続する技術に利用することができる。また本発明は、光ファイバを接続した光学部材や光モジュールに利用することができる。

## 請求の範囲

- [1] 第1の軟化点を有する光学部材に前記第1の軟化点よりも高い第2の軟化点を有する光ファイバを接合する方法であつて、  
前記光学部材に、端面が光軸に対して傾斜した前記光ファイバを、近接または接触させた状態に位置決めするステップと、  
前記光学部材と前記光ファイバとの位置関係を固定した状態で前記第1の軟化点よりも高く、且つ前記第2の軟化点よりも低い温度に加熱を行い、前記光学部材と前記光ファイバの前記端面との間に、前記光学部材の構成材料を充填するステップとを備えることを特徴とする光部品の製造方法。
- [2] 前記位置決めするステップにおいて、  
前記光学部材と前記光ファイバとの隙間に液体を滴下するステップをさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の光部品の製造方法。
- [3] 前記光学部材として、コリメータレンズまたは光導波路が利用されることを特徴とする請求項1または2に記載の光部品の製造方法。
- [4] 前記充填するステップにおける加熱は放電によって行うことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の光部品の製造方法。
- [5] 第1の軟化点を有する光学部材と、  
前記第1の軟化点よりも高い第2の軟化点を有し、先端の端面が光軸に対して傾斜した構造を有する光ファイバと、  
前記光学部材と前記光ファイバとの位置関係を固定した状態で前記第1の軟化点よりも高く、且つ前記第2の軟化点よりも低い温度に加熱を行うことにより前記光学部材と前記端面との間に充填された前記光学部材の構成材料とを有し、  
前記光ファイバの前記端面の中心は前記光学部材の端面の外側に位置することを特徴とする光部品。
- [6] 第1の軟化点を有する光学部材と、  
前記第1の軟化点よりも高い第2の軟化点を有し、先端の端面が光軸に対して傾斜した構造を有する光ファイバと、

前記光学部材と前記光ファイバの前記端面との間に充填された溶融固化した前記光学部材の構成材料と

を有し、

前記光ファイバの前記端面の中心は前記光学部材の端面の外側に位置することを特徴とする光部品。

- [7] 前記光学部材と前記光ファイバとの接合部分において、  
前記光学部材の端面が盛り上がった形状を有することを特徴とする請求項5または6に記載の光部品。
- [8] 前記光学部材として、コリメータレンズまたは光導波路が利用されることを特徴とする請求項5～7のいずれかに記載の光部品。

## 補正書の請求の範囲

[2006年10月30日 (30. 11. 2006) 国際事務局受理]

[1] (補正後)

第1の軟化点を有する光学部材に前記第1の軟化点よりも高い第2の軟化点を有する光ファイバを接合する方法であって、

前記光学部材に、端面が光軸に対して傾斜した前記光ファイバを、近接または接触させた状態に位置決めするステップと、

前記光学部材と前記光ファイバとの位置関係を固定した状態で前記第1の軟化点よりも高く、且つ前記第2の軟化点よりも低い温度に加熱を行い、前記光学部材と前記光ファイバの間に形成された楔状の空間に、前記光学部材の構成材料を充填するステップと

を備えることを特徴とする光部品の製造方法。

[2]

前記位置決めするステップにおいて、

前記光学部材と前記光ファイバとの隙間に液体を滴下するステップをさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の光部品の製造方法。

[3]

前記光学部材として、コリメータレンズまたは光導波路が利用されることを特徴とする請求項1または2に記載の光部品の製造方法。

[4]

前記充填するステップにおける加熱は放電によって行うことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の光部品の製造方法。

[5] (補正後)

第1の軟化点を有する光学部材と、

前記第1の軟化点よりも高い第2の軟化点を有し、先端の端面が光軸に対して傾斜した構造を有する光ファイバと、

前記光学部材と前記光ファイバとの位置関係を固定した状態で前記第1の軟化点よりも高く、且つ前記第2の軟化点よりも低い温度に加熱を行うことにより前記光学部材と前記端面との間に形成された楔状の空間に充填された前記光学部材の構成材料とを有し、

補正された用紙 (条約第19条)

前記光ファイバの前記端面の中心は前記光学部材の端面の外側に位置することを特徴とする光部品。

[6] (補正後)

第1の軟化点を有する光学部材と、

前記第1の軟化点よりも高い第2の軟化点を有し、先端の端面が光軸に対して傾斜した構造を有する光ファイバと、

前記光学部材と前記光ファイバの前記端面との間に形成された楔状の空間に充填された溶融固化した前記光学部材の構成材料と

を有し、

前記光ファイバの前記端面の中心は前記光学部材の端面の外側に位置することを特徴とする光部品。

[7]

前記光学部材と前記光ファイバとの接合部分において、

前記光学部材の端面が盛り上がった形状を有することを特徴とする請求項5または6に記載の光部品。

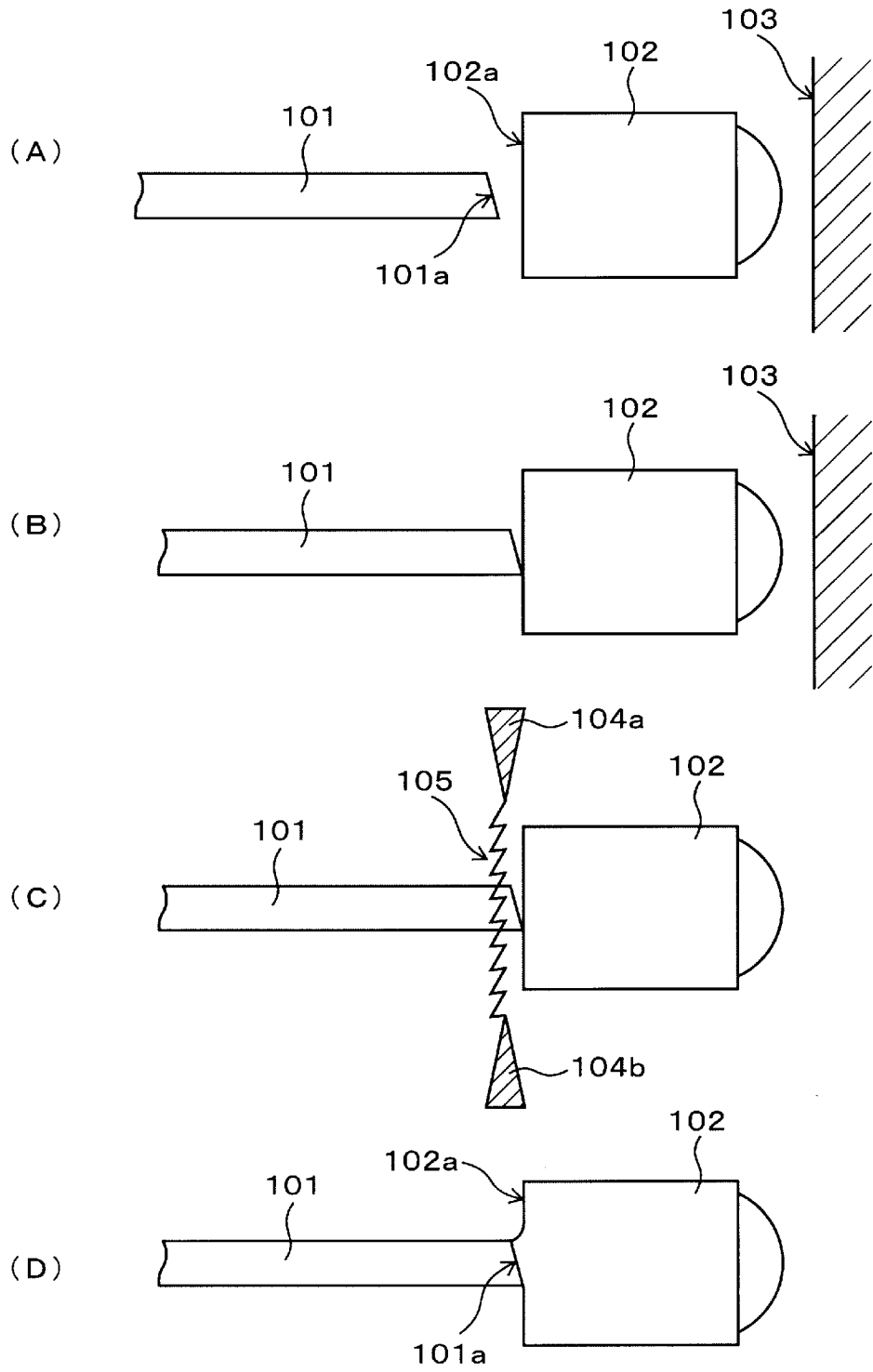
[8]

前記光学部材として、コリメータレンズまたは光導波路が利用されることを特徴とする請求項5～7のいずれかに記載の光部品。

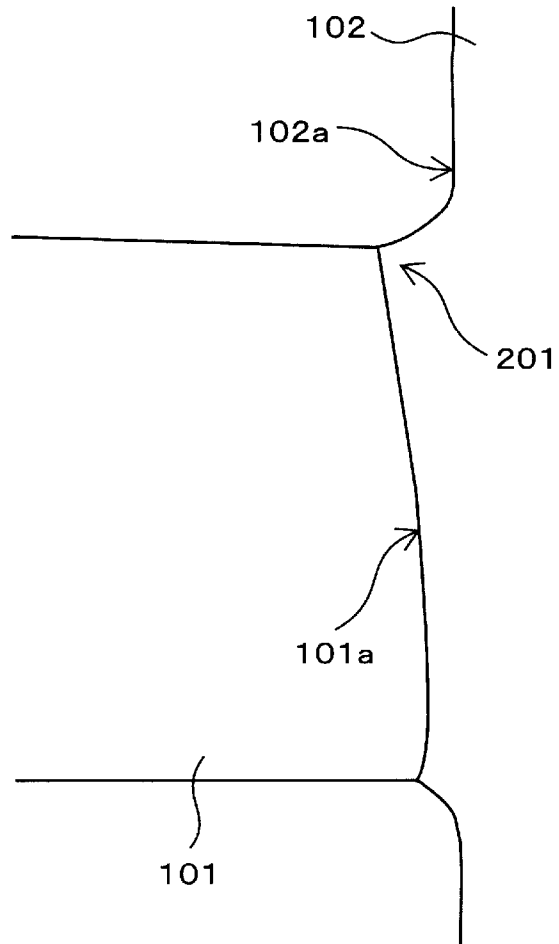
## 条約19条に基づく説明書

請求項1, 5および6において、光学部材と光ファイバとの間に形成される空間が楔状である点を明確にした。この内容は、明細書の「0016」に記載されている。楔状の隙間とすることで、溶着時において、毛管現象により、間隔の狭い部分から広い部分に向かって熔融した材料が埋まる形となる。このため、隙間の空気が一方向に向かって追い出され、隙間を埋めた熔融材料中に気泡が残る問題を解決できる。

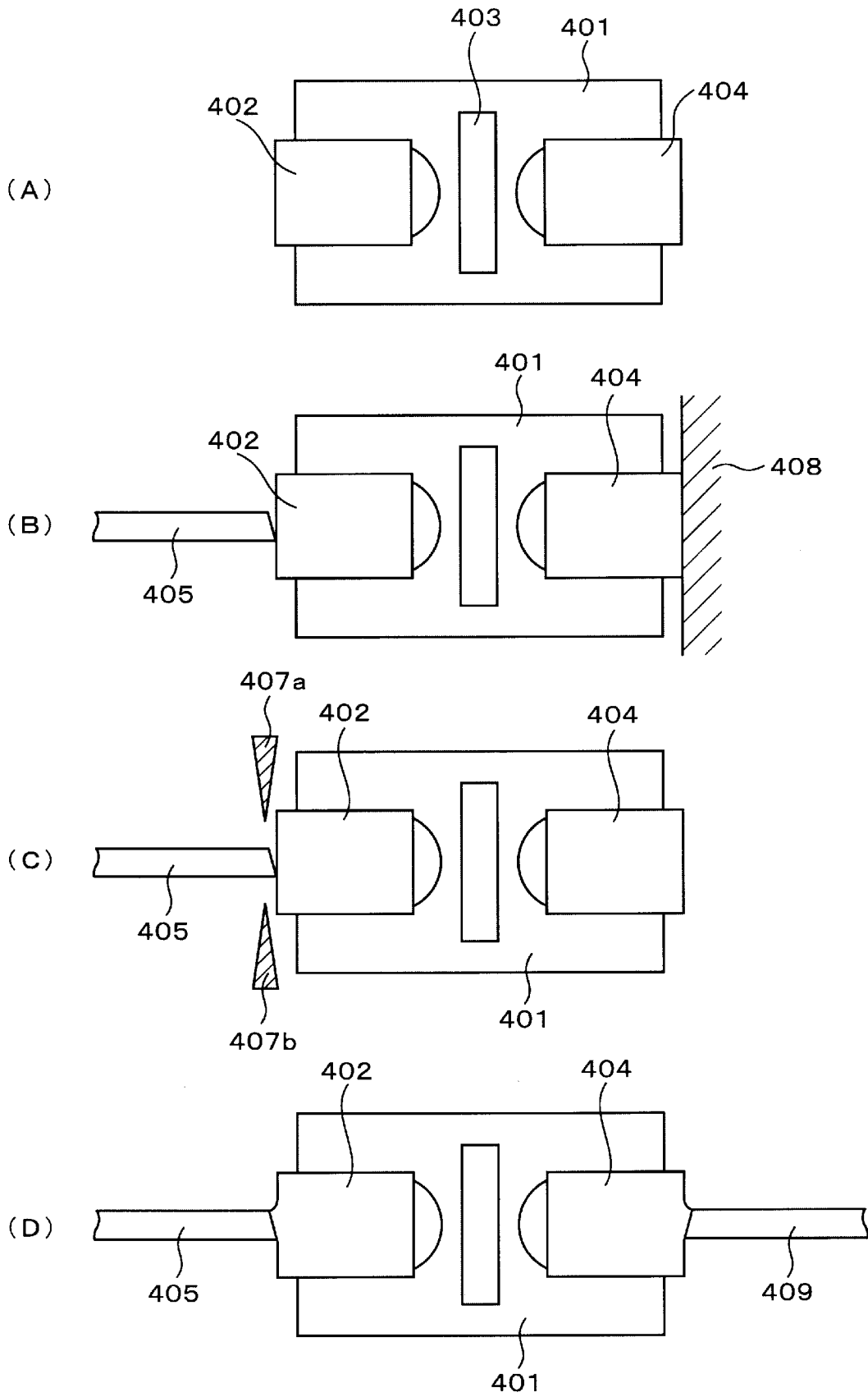
[図1]



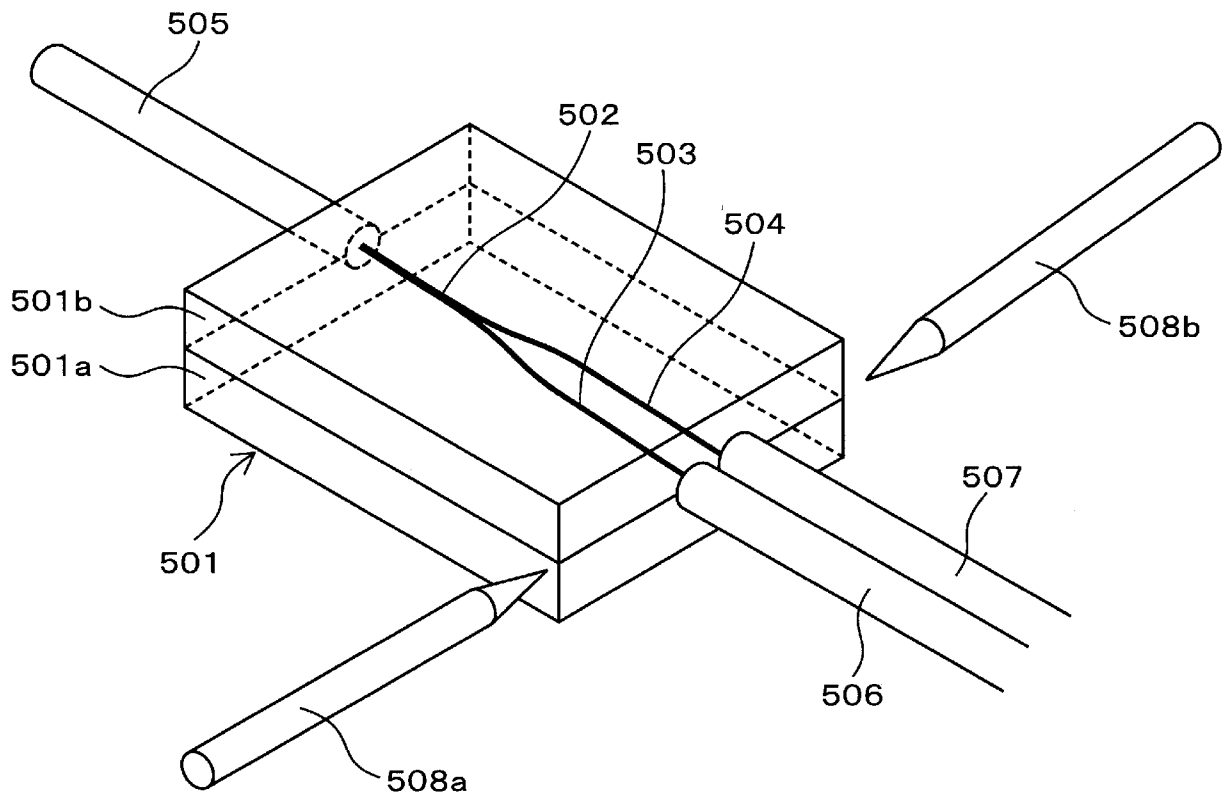
[図2]



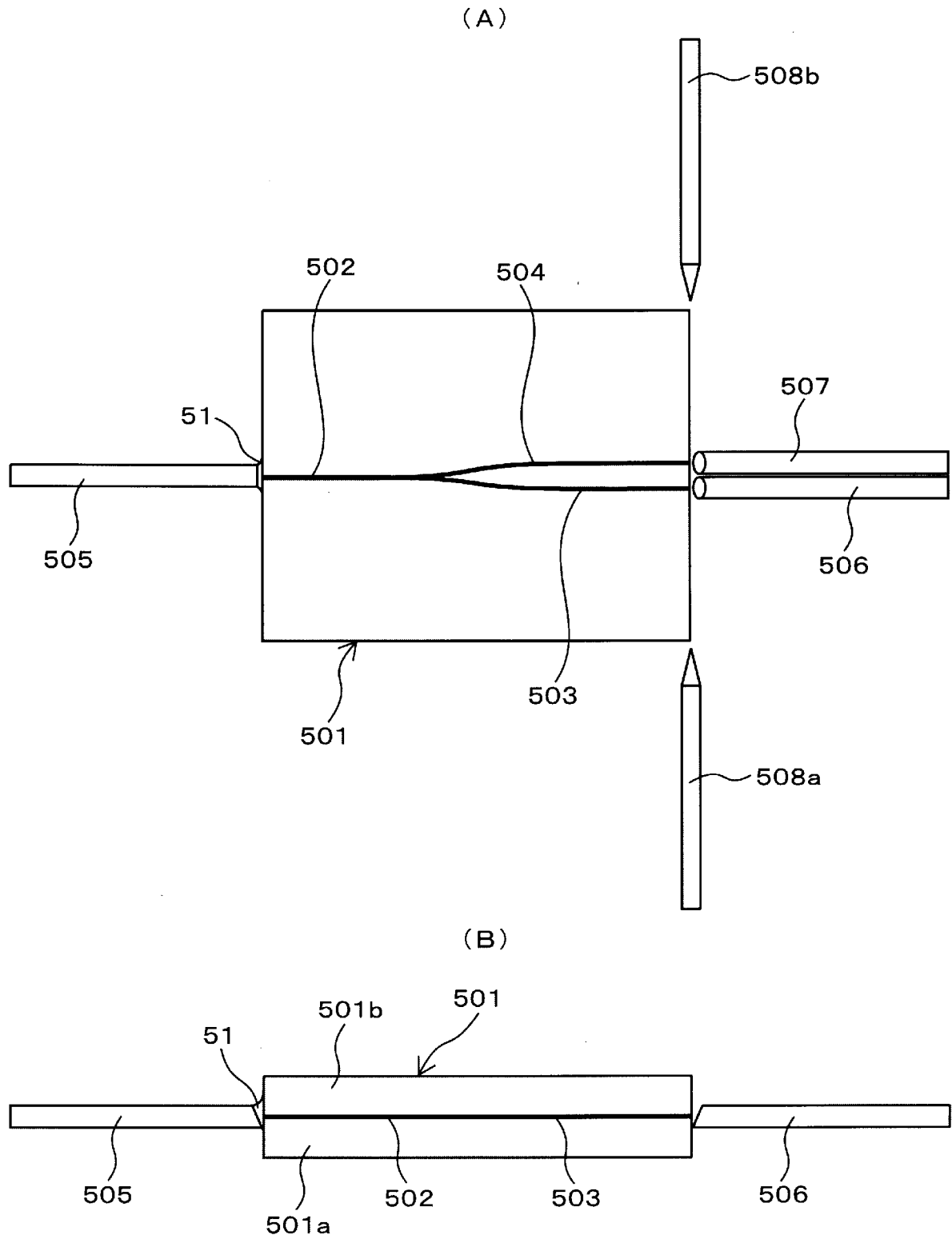
[図3]



[図4]



[図5]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/312984

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B6/32(2006.01)i, G02B6/30(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)

G02B6/00-6/43

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	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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

WPI, JST7580 (JDream2), JSTPlus (JDream2)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 11-287922 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 19 October, 1999 (19.10.99), Par. Nos. [0005], [0006], [0011], [0024] to [0033], [0041] to [0044], [0055], [0058]; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1, 4-7 2, 3, 8
Y	JP 53-57052 A (Showa Electric Wire & Cable Co., Ltd.), 24 May, 1978 (24.05.78), Page 1, lower right column, line 11 to page 2, upper left column, line 7; page 2, upper right column, lines 8 to 18; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-8

 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 August, 2006 (18.08.06)

Date of mailing of the international search report

29 August, 2006 (29.08.06)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/312984

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 59-75215 A (Nippon Telegraph & Telephone Public Corp.), 27 April, 1984 (27.04.84), Page 3, lower left column, line 11 to lower right column, line 19; Fig. 6 (Family: none)	2
Y	JP 63-294505 A (NEC Corp.), 01 December, 1988 (01.12.88), Full text; Figs. 1, 2 (Family: none)	2
Y	JP 2004-531774 A (Corning Inc.), 14 October, 2004 (14.10.04), Par. Nos. [0017], [0009]; Fig. 1 & WO 2003/3090 A1 & EP 1410081 A1 & US 2003/7727 A1 & TW 576934 B & CN 1520528 A	3,8
Y	JP 2003-528347 A (Corning Inc.), 24 September, 2003 (24.09.03), Par. Nos. [0032], [0028]; Fig. 11 & WO 2001/71403 A1 & EP 1285294 A1 & US 2002/9261 A1 & CN 1429349 A	3,8
Y	JP 10-90553 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 10 April, 1998 (10.04.98), Par. Nos. [0046], [0057], [0060]; Figs. 1 to 5 (Family: none)	3,8
Y	JP 2002-182064 A (Fujikura Ltd.), 26 June, 2002 (26.06.02), Par. Nos. [0012], [0057], [0060]; Figs. 1, 2 (Family: none)	3,8
Y	JP 2002-189144 A (Fujikura Ltd.), 05 July, 2002 (05.07.02), Par. No. [0018]; Fig. 1 (Family: none)	3,8
Y	JP 2002-55276 A (Eastman Kodak Co.), 20 February, 2002 (20.02.02), Par. No. [0037]; Fig. 15 & EP 1168012 A2 & US 6438290 B1	3,8
Y	JP 2003-161858 A (Hitachi Cable, Ltd.), 06 June, 2003 (06.06.03), Par. Nos. [0006], [0010]; Figs. 2, 3 (Family: none)	3,8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/312984

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 7-134220 A (Hitachi Cable, Ltd.), 23 May, 1995 (23.05.95), Claim 3; Par. No. [0019]; Figs. 1, 5 (Family: none)	3, 8
Y	JP 4-180004 A (Kyocera Corp.), 26 June, 1992 (26.06.92), Page 2, lower right column, lines 5 to 7; Figs. 1, 2 (Family: none)	3, 8
Y	JP 1-261604 A (Hitachi, Ltd.), 18 October, 1989 (18.10.89), Page 4, lower left column, lines 13 to 18; page 6, lower left column, lines 8 to 20; Fig. 7 (Family: none)	3, 8
P, X	Toshinori NAGANO et al., "Hikyumen Lens to Fiber o Chokusetsu Setsugo shita Fiber Collimeter no Kogaku Tokusei Hyoka", 2005 Nen (Heisei 17 Nen) Shuki Dai 66 Kai Extended abstracts; the Japan Society of Applied Physics, 2005.09.07, separate Vol.3, p.861 (Koen Bango 11a-ZF-2)	1-8
E, X	JP 2006-209085 A (Puresaisu Geji Kabushiki Kaisha), 10 August, 2006 (10.08.06), Par. No. [0084]; Fig. 20 (Family: none)	5-8
P, Y	JP 2005-234441 A (Juki Corp.), 02 September, 2005 (02.09.05), Full text; Figs. 1 to 6 & EP 1566673 A1 & US 2005/183460 A1	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B6/32(2006.01)i, G02B6/30(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. G02B6/00-6/43		
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 1971-2006年 日本国実用新案登録公報 1996-2006年 日本国登録実用新案公報 1994-2006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) WPI, JST7580(JDream2), JSTPlus(JDream2)		
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 請求の範囲の番号
X Y	JP 11-287922 A (日本電信電話株式会社) 1999.10.19 段落【0005】、【0006】、【0011】、【0024】-【0033】、【0041】-【0044】、 【0055】、【0058】、第1-4図 (ファミリーなし)	1,4-7 2,3,8
Y	JP 53-57052 A (昭和電線電纜株式会社) 1978.05.24 第1頁右下欄11行-第2頁左上欄7行、第2頁右上欄8-18行、第1-4図 (ファミリーなし)	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> 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 18.08.2006	国際調査報告の発送日 29.08.2006	
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) ▲高▼ 芳徳 電話番号 03-3581-1101 内線 3294	2X 9813

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 請求の範囲の番号
Y	JP 59-75215 A (日本電信電話公社) 1984. 04. 27 第3頁左下欄11行-右下欄19行, 第6図 (ファミリーなし)	2
Y	JP 63-294505 A (日本電気株式会社) 1988. 12. 01 全文, 第1, 2図 (ファミリーなし)	2
Y	JP 2004-531774 A (コーニング インコーポレイテッド) 2004. 10. 14 段落【0017】, 【0009】, 第1図 & WO 2003/3090 A1 & EP 1410081 A1 & US 2003/7727 A1 & TW 576934 B & CN 1520528 A	3, 8
Y	JP 2003-528347 A (コーニング インコーポレイテッド) 2003. 09. 24 段落【0032】, 【0028】, 第11図 & WO 2001/71403 A1 & EP 1285294 A1 & US 2002/9261 A1 & CN 1429349 A	3, 8
Y	JP 10-90553 A (住友電気工業株式会社) 1998. 04. 10 段落【0046】, 【0057】, 【0060】, 第1-5図 (ファミリーなし)	3, 8
Y	JP 2002-182064 A (株式会社フジクラ) 2002. 06. 26 段落【0012】, 【0057】, 【0060】, 第1, 2図 (ファミリーなし)	3, 8
Y	JP 2002-189144 A (株式会社フジクラ) 2002. 07. 05 段落【0018】, 第1図 (ファミリーなし)	3, 8
Y	JP 2002-55276 A (イーストマン コダック カンパニー) 2002. 02. 20 段落【0037】, 第15図 & EP 1168012 A2 & US 6438290 B1	3, 8
Y	JP 2003-161858 A (日立電線株式会社) 2003. 06. 06 段落【0006】, 【0010】, 第2, 3図 (ファミリーなし)	3, 8
Y	JP 7-134220 A (日立電線株式会社) 1995. 05. 23 請求項3, 段落【0019】, 第1, 5図 (ファミリーなし)	3, 8
Y	JP 4-180004 A (京セラ株式会社) 1992. 06. 26 第2頁右下欄5-7行, 第1, 2図 (ファミリーなし)	3, 8
Y	JP 1-261604 A (株式会社日立製作所) 1989. 10. 18 第4頁左下欄13-18行, 第6頁左下欄8-20行, 第7図 (ファミリーなし)	3, 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 請求の範囲の番号
P, X	永野繁憲 他, 非球面レンズとファイバを直接接合したファイバポリメ ータの光学特性評価. 2005年(平成17年)秋季第66回応用物理学会学術 講演会講演予稿集, 2005.09.07, 第3分冊 p.861 (講演番号 11a-ZF-2)	1-8
E, X	JP 2006-209085 A (プレサイスゲージ株式会社) 2006.08.10 段落【0084】, 第20図 (ファミリーなし)	5-8
P, Y	JP 2005-234441 A (ジューキ株式会社) 2005.09.02 全文, 第1-6図 & EP 1566673 A1 & US 2005/183460 A1	1-8