

(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
2024年10月31日(31.10.2024)



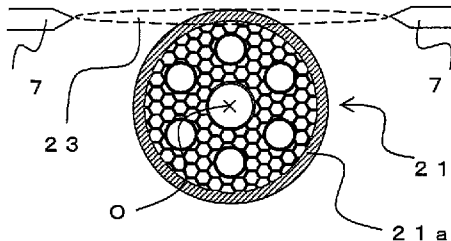
(10) 国際公開番号

WO 2024/225217 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/255 (2006.01) G02B 6/032 (2006.01)
G02B 6/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/015704
- (22) 国際出願日: 2024年4月22日(22.04.2024)
- (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 2023-072343 2023年4月26日(26.04.2023) JP
- (71) 出願人: 古河電気工業株式会社(FURUKAWA ELECTRIC CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区大手町二丁目6番4号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 田邊 明夫(TANABE, Akio); 〒1008322 東京都千代田区大手町二丁目6番4号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 井上 誠一(INOUE, Seiichi); 〒1600005 東京都新宿区愛住町22第3山田ビル7F 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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,

(54) Title: FUSION SPLICER AND METHOD FOR CONNECTING OPTICAL FIBERS

(54) 発明の名称: 融着機、光ファイバの接続方法



(57) Abstract: In the present invention, a pair of electrodes 7 are disposed in a direction substantially perpendicular to an opposing direction of a pair of optical fibers. The pair of electrodes 7 are disposed so as to oppose each other on a fusion part where tips of the optical fibers are butted and fused together, and a hollow core fiber 21 is positioned between the electrodes 7. By applying a prescribed voltage across the electrodes 7, an arc 23 is generated in a straight line connecting the tips of the pair of electrodes 7. At such time, the axial center connecting the tips of the pair of electrodes 7 is offset relative to the axial center of the hollow core fiber 21 held by an optical fiber holding part. In a state where the arc 23 is formed by applying a voltage across the electrodes 7, a control unit can rotate a pair of holder mounting parts 11 about the axis of the hollow core fiber 21 and in the same direction at a predetermined speed.

(57) 要約: 一对の光ファイバの対向方向に対して略垂直な方向には、一对の電極7が配置される。光ファイバの先端部を突き合わせて融着する融着部には、一对の電極7が対向して配置され、ホローコアファイバ21は電極7同士の上に位置される。電極7に所定の電圧を印加することで、一对の電極7の先端をつなぐ直線状にアーク23が発生する。この際、光ファイバ保持部で保持されるホローコアファイバ21の軸心に対して、一对の電極7同士の先端をつなぐ軸心がずれている。制御部は、電極7間に電圧を印加してアーク23を形成した状態で、一对のホルダ載置部11を、ホローコアファイバ21の軸を中心、所定の速度で同一の方向に回転させることが可能である。

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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：融着機、光ファイバの接続方法

技術分野

[0001] 本発明は、例えばホローコアファイバやフォトリソバンドギャップファイバのように、断面形態が特殊な光ファイバであっても効率よく融着することが可能な融着機等に関するものである。

背景技術

[0002] 光ファイバ同士の接続には、融着機が用いられる。融着機は、光ファイバを溶融させる加熱熱源として1対の電極が用いられる。1対のホルダに保持されたガラス製の光ファイバ同士を突き合わせて電極間に配置し、電極の先端間に高電圧を与えることにより、気中放電を発生させて光ファイバが融着される（例えば特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2004-184543号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 一方、近年、例えばホローコアファイバやフォトリソバンドギャップファイバのように特殊な光ファイバが開発されている。例えば、ホローコアファイバは、光を空気管に光を閉じ込めるものであり、この空気管を形成するために、微細な内部構造を有する。このように、ホローコアファイバは、外周部は強度を確保するためにガラスの肉厚が厚く、内部には、微細な空気層を形成するために薄いガラスの隔壁が形成される。

[0005] このような光ファイバを通常の方法で融着すると、内部の微細構造が溶けて消失し、光の漏れ出しの要因となる。しかし、加熱温度を極端に下げると、外周部の溶融が十分でなく、融着強度が低下し、接続部の破断の要因となる。

[0006] 本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、例えばホローコアファイバやフォトリックバンドギャップファイバのような特殊な光ファイバであっても、効率よく融着を行うことが可能な融着機等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

[0007] 前述した目的を達するために第1の発明は、光ファイバ同士を接続する融着機であって、光ファイバを保持するホルダが配置されるホルダ載置部と、光ファイバの軸方向に垂直な方向に配置される少なくとも一对の電極と、を具備し、光ファイバの軸心に対して、一对の前記電極同士の先端をつなぐ軸心がずれており、融着機の制御部は、前記光ファイバの周方向における前記電極の配置が相対的に変わるように、前記ホルダ載置部又は前記電極を前記光ファイバの軸を中心に回転させることが可能であることを特徴とする融着機である。

[0008] 前記制御部は、前記ホルダ載置部を前記光ファイバの軸を中心に回転させることが可能であってもよい。

[0009] 前記制御部は、前記電極を前記光ファイバの軸を中心に前記光ファイバの周囲に回転させることが可能であってもよい。

[0010] 第1の発明によれば、光ファイバの軸心に対して、一对の電極同士の先端をつなぐ軸心がずれているため、電極間で発生するアークによって、光ファイバの中心部ではなく、外周部を選択的に溶融することができる。また、光ファイバの周方向における電極の配置を、相対的に変動させるため、光ファイバの外周部の全周を溶融して接続することができる。

[0011] このように光ファイバを接続することで、光ファイバの外周部を確実に融着接続するとともに、中心部への加熱を抑制することができるため、例えばホローコアファイバやフォトリックバンドギャップファイバのような特殊な光ファイバであっても融着接続することができる。

[0012] 例えば、電極を固定した状態で、光ファイバ保持部を回転させることで、光ファイバの外周部の全周を順次電極間に配置することができる。このため

、光ファイバの全周を融着接続することができる。

[0013] また、光ファイバを固定した状態で、電極を光ファイバの中心軸を回転中心として回転させても、光ファイバの外周部の全周に対してアークを発生させることができるため、光ファイバの全周を融着接続することができる。

[0014] 第2の発明は、光ファイバを保持するホルダが配置されるホルダ載置部と、光ファイバの軸方向に垂直な方向に配置される少なくとも一对の電極と、を具備した融着機を用いた光ファイバ同士の接続方法であって、光ファイバの軸心に対して、一对の前記電極同士の先端をつなぐ軸心がずれており、融着機の制御部は、前記光ファイバの周方向における前記電極の配置が相対的に変わるように、前記ホルダ載置部又は前記電極を前記光ファイバの軸を中心に回転させて光ファイバ同士を接続することを特徴とする光ファイバの接続方法である。

[0015] 前記光ファイバがホローコアファイバ又は、コアと前記コアの外周のクラッド部からなり、前記クラッド部に少なくとも一つの空孔を有する光ファイバであり、前記光ファイバの外周部に対して放電を行い、前記光ファイバの外周部同士を融着し、前記光ファイバの内部においては、融着を行わなくてもよい。

[0016] 前記光ファイバがコアと前記コアの外周のクラッド部からなり、前記コアが複数ある光ファイバであり、前記光ファイバの外周部に対して放電を行い、前記光ファイバの外周部の融着時の温度分布が、前記光ファイバの内部における温度よりも高温となるようにして融着してもよい。

[0017] 第2の発明によれば、光ファイバの軸心に対して、一对の電極同士の先端をつなぐ軸心がずれているため、電極間で発生するアークによって、光ファイバの中心部ではなく、外周部を選択的に溶融することができる。また、光ファイバの周方向における電極の配置を、相対的に変動させるため、光ファイバの外周部の全周を溶融して接続することができる。

[0018] また、ホローコアファイバや、クラッド部に空孔を有する例えばフォトリソグラフィギャップファイバに等対して、外周部を確実に融着することで、

接続強度を確保するとともに、光ファイバの内周部の薄い隔壁は溶融しないか、又は溶融量を少なくすることで、空気層を維持した状態で光ファイバ同士を融着することができる。

[0019] また、複数のコアを有する、例えばマルチコアファイバに対して、よりコアのずれの影響を受けやすい外周部近傍のコアに対しては、十分に加熱することで、コアドープメントの拡散を促進することができる。このため、外周部側のコアのモードフィールド径を拡大することができ、コアの心ずれの影響を抑制することができる。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、例えばホローコアファイバやフォトニックバンドギャップファイバのような特殊な光ファイバであっても、効率よく融着を行うことが可能な融着機等を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]融着機1を示す斜視図。

[図2A]ホローコアファイバの断面概略図。

[図2B]フォトニックバンドギャップファイバの断面概略図。

[図3A]融着時の工程を示す図。

[図3B]融着時の工程を示す図。

[図4]他の融着方法を示す図。

[図5A]他の融着時の工程を示す図。

[図5B]他の融着時の工程を示す図。

[図6]マルチコアファイバ31の断面図。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。図1は、融着機1を示す斜視図である。融着機1は、一対の光ファイバを融着によって接続するものである。なお、以下の図においては、説明に不要な構成については、図示を省略する。

[0023] 図1に示すように、融着機1は、本体に対して開閉可能な蓋部3を有する

。また、本体には、光ファイバを保持するホルダが載置されるホルダ載置部 11 と、光ファイバの先端を保持して位置決めがなされる光ファイバ保持部 5 と、融着機 1 の各種設定や、後述する調心操作及び融着操作等を行う操作部 15 と、各種情報及び画像を表示する表示部 17 等を具備する。なお、表示部 17 をタッチパネルとすることで、操作部 15 と表示部 17 とを一体化してもよい。

[0024] 光ファイバは光ファイバ保持部 5 上の V 溝に保持される。また、一对の光ファイバの対向方向（光ファイバの軸方向）に対して略垂直な方向には、一对の電極 7 が配置される。なお、電極 7 の配置については、詳細を後述する。

[0025] 蓋部 3 は本体に対して開閉可能である。蓋部 3 の裏面には、クランプ 13 が設けられ、蓋部 3 を閉じた際に、クランプ 13 の先端は、光ファイバ保持部 5 上の光ファイバの位置に対応する部位に位置する。すなわち、蓋部 3 の裏面に設けられたクランプ 13 によって、一对の光ファイバを、光ファイバ保持部 5 において対向して保持することができる。

[0026] 融着機 1 によって、光ファイバを融着接続する際には、まず、図示を省略した一对のホルダによって光ファイバを保持し、ホルダをホルダ載置部 11 に載置する。この状態で蓋部 3 を閉じ、光ファイバの先端を突き合わせた状態で、電極 7 の間にアークを発生させる。

[0027] この際、融着機 1 は、ホルダ載置部 11 を回転させる回転駆動部 19 を有する。すなわち、光ファイバが保持されたホルダをホルダ載置部 11 に配置し、電極 7 間にアークを発生させた状態で、光ファイバの中心軸を回転中心として光ファイバを回転させることができる。このような融着機 1 は、特に、ホローコアファイバやフォトニックバンドギャップファイバのような特殊な光ファイバの接続に有効である。

[0028] 図 2 A は、ホローコアファイバ 21 の断面概略図である。ホローコアファイバ 21 は、外周部 21 a はガラス厚が厚く、外周部 21 a の内部には、薄肉部 21 b で区画された空気層が形成される。すなわち、ホローコアファイ

バ21は、厚肉の外周部21aと内部の薄肉部21bとで構成される。

[0029] 図2Bは、フォトリックバンドギャップファイバ22の断面概略図である。フォトリックバンドギャップファイバ22も、ホローコアファイバ21とは断面形態は異なるが、外周部22a（ガラス中実部）の内部に、薄肉部22bで空間が区画される。なお、コアとコアの外周のクラッド部からなり、クラッド部に少なくとも一つの空孔を有する光ファイバであれば、図示したようなフォトリックバンドギャップファイバ22でなくても本実施形態に適用可能である。

[0030] ホローコアファイバ21やフォトリックバンドギャップファイバ22を通常の光ファイバと同様の方法で融着しようとする、外周部21a、22aを完全に溶融して融着接続する必要がある。この場合、外周部21a、22aを溶融すると、薄肉部21b、22bが消失してしまい、光漏れの要因となる。一方で、内部の薄肉部21b、22bが溶融しないように加熱温度を下げると、外周部21a、22aの溶融が不十分となり、融着強度が低下し、接続部の破断の要因となる。

[0031] 次に、本実施形態にかかる融着機1を用いた光ファイバ同士の接続方法についてより詳細に説明する。図3A、図3Bは、電極とホローコアファイバ21の配置関係を示す図であり、それぞれの電極間にアーク23を発生させた状態を示す図である。

[0032] 光ファイバの先端部を突き合わせて融着する融着部には、一対の電極7が対向して配置され、ホローコアファイバ21は電極7同士の間配置される。なお、以下の説明では、融着対象の光ファイバとして、ホローコアファイバ21を用いて説明するが、フォトリックバンドギャップファイバ22等に対しても同様である。

[0033] 図3Aに示すように、電極7に所定の電圧を印加することで、一対の電極7の先端をつなぐ直線上にアーク23が発生する。この際、光ファイバ保持部5（ホルダ載置部11に配置されたホルダ）で保持されるホローコアファイバ21の軸心（図中O）に対して、一対の電極7同士の先端をつなぐ軸心

がずれている。すなわち、アーク 23 は、ホローコアファイバ 21 の中心ではなく、外周部 21 a の位置に形成される。

[0034] 図 3 B に示すように、融着機 1 の制御部（図示省略）は、電極 7 間に電圧を印加してアーク 23 を形成した状態で、一对のホルダ載置部 11 を、ホローコアファイバ 21 の軸（図中 O）を中心に、所定の速度で同一の方向に回転（図中 A 方向）させることが可能である。すなわち、一对のホローコアファイバ 21 は、先端を突き合せた状態で、中心 O を回転軸として同一方向に回転する。

[0035] このように、電極 7 間にアーク 23 を形成した状態でホローコアファイバ 21 を 360° 回転させることで、ホローコアファイバ 21 の外周部 21 a は、全周にわたって、順次アーク 23 によって加熱されて溶融し、融着接続することができる。

[0036] なお、融着作業は、ホローコアファイバ 21 を 360° 回転させて終了させるのではなく、2 周、3 周など、複数周回転させてもよい。また、光ファイバを一方の方向にのみ回転させるのではなく、往復回転動作させてもよい。例えば、基準の回転位置に対して、 $\pm 180^\circ$ の回転角度で往復回転させてもよい。また、融着対象の光ファイバの形態やサイズ等に応じて、制御部は、回転数や回転速度を設定可能であってもよい。

[0037] また、一对の電極 7 を用いるのではなく、3 つ以上の電極を用いてもよい。図 5 A、図 5 B は、3 つの電極 7 を用いた状態を示す図である。この場合でも、隣り合う電極の先端同士をつなぐ直線と、ホローコアファイバ 21 の中心 O とはずれて配置される。すなわち、各電極 7 間に生じるアーク 23 は、ホローコアファイバ 21 の中心ではなく外周部 21 a を主に加熱して溶融する。

[0038] この状態で、ホローコアファイバ 21 の中心 O を回転軸として、ホローコアファイバ 21 を回転させることで、ホローコアファイバ 21 の全周にわたって外周部 21 a を選択的に溶融して、融着接続を行うことができる。例えば、この場合、ホローコアファイバ 21 を 360° 回転させなくても、12

0° 回転させることで、全周にわたって外周部 2 1 a を溶融して融着することができる。

[0039] なお、この場合、三つの電極 7 に三相交流電圧を印加することで、電圧の位相差によって、アーク 2 3 の発生する電極 7 が周期的に変化させることができる。但し、この場合、周波数が高いため、個々の電極間の放電時間は、数 μs ～十数 μs であり、実質的には、常にすべての隣り合う電極 7 間にアークが生じているように見える。このため、アーク 2 3 で囲まれた空間には、ほぼ均一な加熱ゾーンが形成される。この場合、ホローコアファイバ 2 1 の中心部の温度が上昇し、薄肉部 2 1 b を溶損する恐れがある。

[0040] このため、このような場合には、アーク 2 3 を発生させるそれぞれの電極 7 の組み合わせに対して、制御部は、所定の組み合わせの電極同士の間、予め設定された時間だけ電圧を印加するとともに、時間ごとに電極の組み合わせを順次変更してもよい。例えば、制御部は、0.1 ～ 1 秒程度の時間（例えば、高周波電圧の数千～数万周期分）に対して、同一の電極間の放電を維持し、所定の時間を経過すると、放電する電極 7 の組み合わせを変更し、これを繰り返すことで、融着を行ってもよい。

[0041] この場合、ホローコアファイバ 2 1 の中心 O を回転軸として回転させることによる、ホローコアファイバ 2 1 の回転移動と、放電を行う電極 7 の組み合わせによるアーク 2 3 の位置の移動とを組み合わせ、ホローコアファイバ 2 1 の全周に対して略均等に加熱を行うことで、確実にホローコアファイバ 2 1 同士を融着することができる。

[0042] なお、この場合でも、光ファイバを一方の方向に回転するのではなく、往復回転動作させてもよい。例えば、所定の電極 7 同士の組み合わせに対して、基準位置から $\pm 60^\circ$ の往復回転を行い、他の電極 7 同士の組み合わせでも同様に基準位置からそれぞれ $\pm 60^\circ$ の往復回転を行うことで、全周にわたって外周部 2 1 a を溶融して融着することができる。

[0043] 以上、本実施の形態によれば、接続対象の光ファイバがホローコアファイバ 2 1 やフォトニックバンドギャップファイバ 2 2 である場合に対して、ホ

ローコアファイバ21やフォトリックバンドギャップファイバ22の外周部21a、22aに対して加熱を行うことで、中心部の薄肉部21b、22bの溶融を抑制することができる。また、全周を同時に均一に加熱しないため、加熱されていない側は外周部21a、22aも冷却される。このため、中心部への入熱をより確実に抑制することができる。

[0044] このように、ホローコアファイバ21やフォトリックバンドギャップファイバ22を回転しながら外周部の一部に対して放電を行い、外周部21a、22a同士を全周にわたって融着するとともに、ホローコアファイバ21やフォトリックバンドギャップファイバ22の内部においては、融着を行わないことで、薄肉部21b、22bが溶融することなく融着接続を行うことができる。

[0045] なお、上述した実施形態では、電極7を固定して、光ファイバを回転させたが、これには限られない。図5A、図5Bは、ホローコアファイバ21を固定した状態で、制御部は、ホローコアファイバ21の中心軸Oを回転中心として、一对の電極7をホローコアファイバ21の周囲に回転させる（図中矢印B方向）方法を示す図である。

[0046] 本実施形態では、一对の電極7同士の距離及び相対的な配置はそのまま、電極7をホローコアファイバ21の中心Oを回転軸として回転させる。すなわち、図3A、図3Bに示す例に対して、光ファイバ側を固定して電極7側を回転させるものであり、相対的な動作としては同様である。

[0047] このように、制御部は、光ファイバの中心軸Oの周方向における電極7の配置が相対的に変わるように、ホルダ載置部11又は電極7の少なくとも一方を、光ファイバの中心軸を中心に回転させることが可能であればよい。

[0048] また、上述した例では、接続する光ファイバとして、ホローコアファイバ21やフォトリックバンドギャップファイバ22に適用する例を説明したが、これには限られない。図6は、マルチコアファイバ31の断面図である。マルチコアファイバ31は、複数のコア33とコア33を覆うクラッド35からなる。なお、図示した例では、中心のコア33と、その周囲に等間隔に

他のコア３３が配置される。

[0049] マルチコアファイバ３１は、前述したホローコアファイバ２１やフォトリックバンドギャップファイバ２２とは異なり、中央部の溶融を行わないと、コア３３同士の接続を行うことができない。一方、マルチコアファイバ３１同士を調心した場合、中央のコア３３は、回転調心の影響を受けないが、外周側のコア３３は、回転調心のずれの影響を受けるため、中心のコア３３よりもより伝送ロスが大きくなりやすい。

[0050] そこで、融着機１をマルチコアファイバ３１の融着接続に用い、マルチコアファイバ３１の中心まで溶融させて融着することで、この影響を小さくすることができる。なお、マルチコアファイバ３１の中心まで溶融させるためには、例えば、電極７の先端で形成される多角形のサイズを小さくして、電極の先端同士をつなぐ直線を、ホローコアファイバ２１等の場合と比較して、マルチコアファイバ３１の中央に近づけるなどの方法がある。

[0051] この場合、マルチコアファイバ３１の外周部近傍に対して主に放電を行うため、マルチコアファイバ３１の外周部の融着時の温度分布が、マルチコアファイバ３１の内部における温度よりも高温となるようにして融着される。このため、外周側のコア３３のコアドーパントの拡散を促進することができる。この結果、外周部のコア３３のモードフィールド径を中央のコア３３と比較して拡大することができ、外周側のコア３３の心ずれの影響を抑制することができる。なお、コア３３とコア３３の外周のクラッド３５からなり、コア３３が複数ある光ファイバであれば、図示したようなマルチコアファイバ３１でなくても本実施形態に適用可能である。

[0052] なお、制御部は、光ファイバ又は電極７の回転制御以外にも、例えば、接続する光ファイバの種類に応じて、電極間の間隔を調整可能であってもよい。また、前述した光ファイバ又は電極７の回転速度を光ファイバの種類ごとに変更可能であってもよい。

[0053] また、制御部は、所定の回数の回転を終えた段階で融着終了と判断してもよく、光ファイバの所定の情報に基づいて、融着終了を判断してもよい。例

えば、融着部の画像や、入射させた光の漏れを検出して、所定の条件を満たした際に融着を終了してもよい。

[0054] 以上、添付図を参照しながら、本発明の実施の形態を説明したが、本発明の技術的範囲は、前述した実施の形態に左右されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

符号の説明

[0055] 1 ……融着機
3 ……蓋部
5 ……光ファイバ保持部
7 ……電極
1 1 ……ホルダ載置部
1 3 ……クランプ
1 5 ……操作部
1 7 ……表示部
1 9 ……回転駆動部
2 1 ……ホローコアファイバ
2 1 a ……外周部
2 1 b ……薄肉部
2 2 ……フォトリソバンドギャップファイバ
2 2 a ……外周部
2 2 b ……薄肉部
2 3 ……アーク
3 1 ……マルチコアファイバ
3 3 ……コア
3 5 ……クラッド

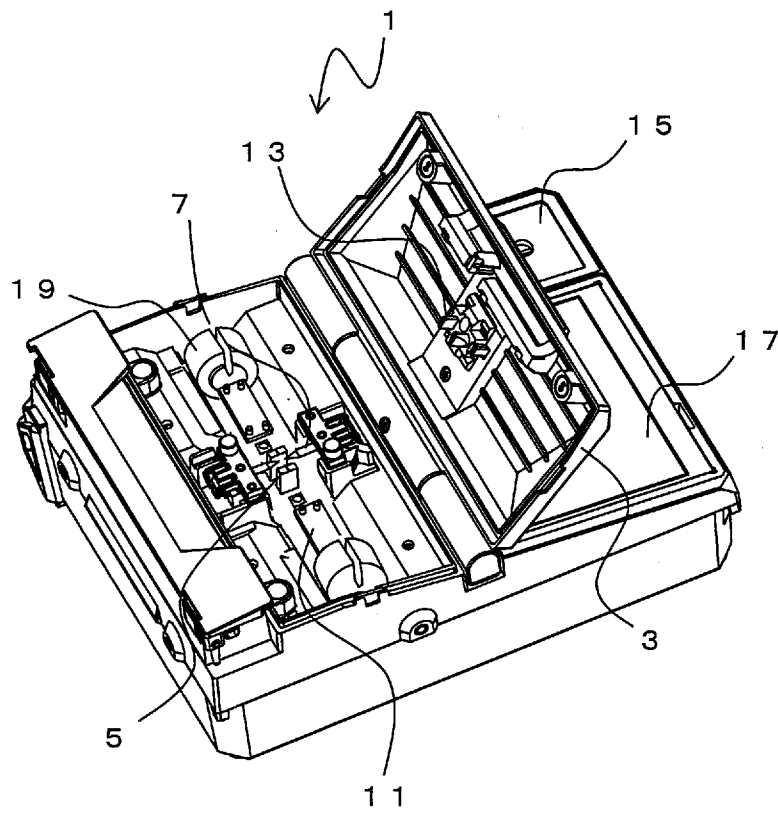
請求の範囲

- [請求項1] 光ファイバ同士を接続する融着機であって、
光ファイバを保持するホルダが配置されるホルダ載置部と、
光ファイバの軸方向に垂直な方向に配置される少なくとも一対の電極と、
を具備し、
光ファイバの軸心に対して、一対の前記電極同士の先端をつなぐ軸心がずれており、
融着機の制御部は、前記光ファイバの周方向における前記電極の配置が相対的に変わるように、前記ホルダ載置部又は前記電極を前記光ファイバの軸を中心に回転させることが可能であることを特徴とする融着機。
- [請求項2] 前記制御部は、前記ホルダ載置部を前記光ファイバの軸を中心に回転させることが可能であることを特徴とする請求項1記載の融着機。
- [請求項3] 前記制御部は、前記電極を前記光ファイバの軸を中心に前記光ファイバの周囲に回転させることが可能であることを特徴とする請求項1記載の融着機。
- [請求項4] 光ファイバを保持するホルダが配置されるホルダ載置部と、光ファイバの軸方向に垂直な方向に配置される少なくとも一対の電極と、
を具備した融着機を用いた光ファイバ同士の 接続方法であって、
光ファイバの軸心に対して、一対の前記電極同士の先端をつなぐ軸心がずれており、
融着機の制御部は、前記光ファイバの周方向における前記電極の配置が相対的に変わるように、前記ホルダ載置部又は前記電極を前記光ファイバの軸を中心に回転させて光ファイバ同士を接続することを特徴とする光ファイバの接続方法。
- [請求項5] 前記光ファイバがホローコアファイバ又は、コアと前記コアの外周のクラッド部からなり、前記クラッド部に少なくとも一つの空孔を有

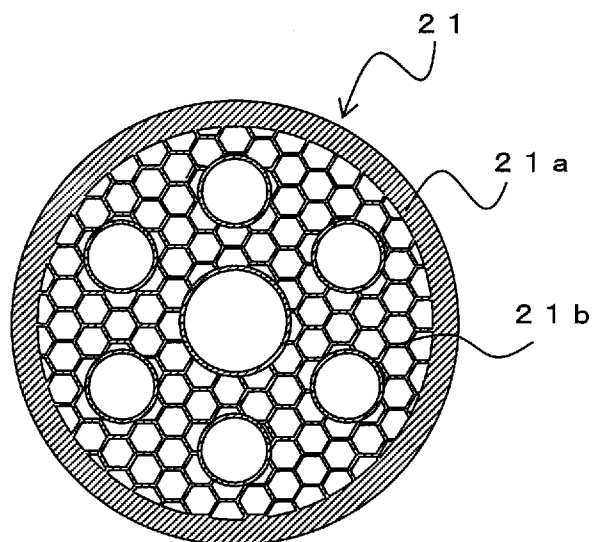
する光ファイバであり、前記光ファイバの外周部に対して放電を行い、前記光ファイバの外周部同士を融着し、前記光ファイバの内部においては、融着を行わないことを特徴とする請求項4記載の光ファイバの接続方法。

[請求項6] 前記光ファイバがコアと前記コアの外周のクラッド部からなり、前記コアが複数ある光ファイバであり、前記光ファイバの外周部に対して放電を行い、前記光ファイバの外周部の融着時の温度分布が、前記光ファイバの内部における温度よりも高温となるようにして融着することを特徴とする請求項4記載の光ファイバの接続方法。

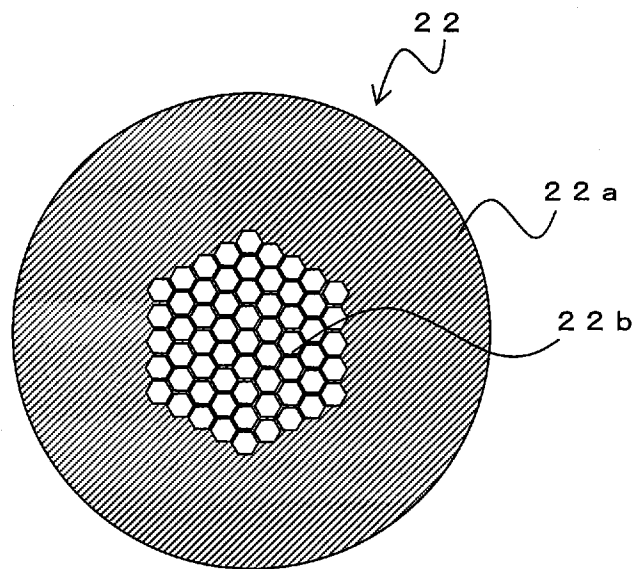
[図1]



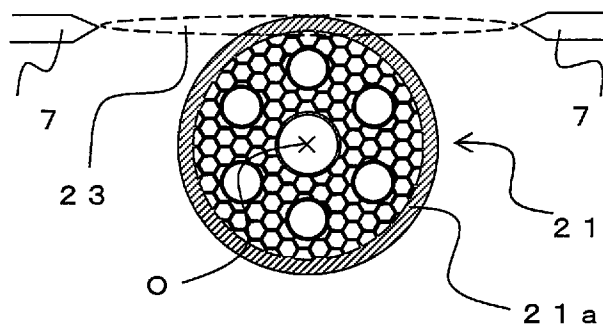
[図2A]



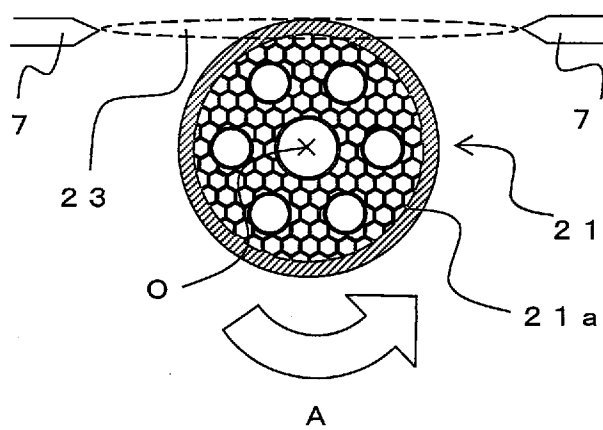
[図2B]



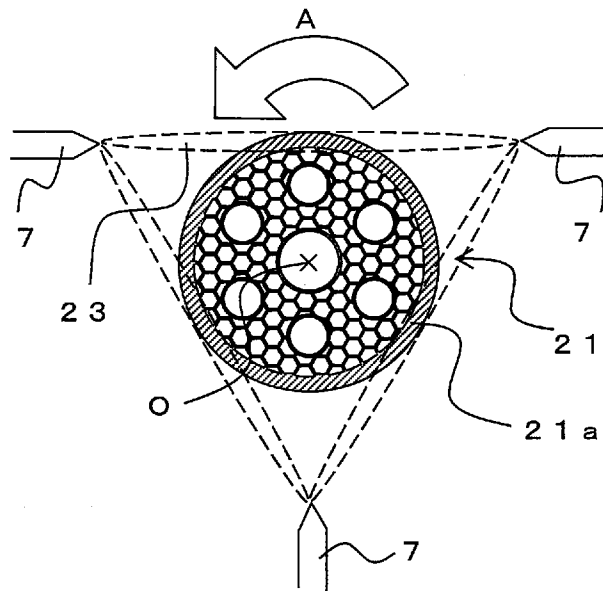
[図3A]



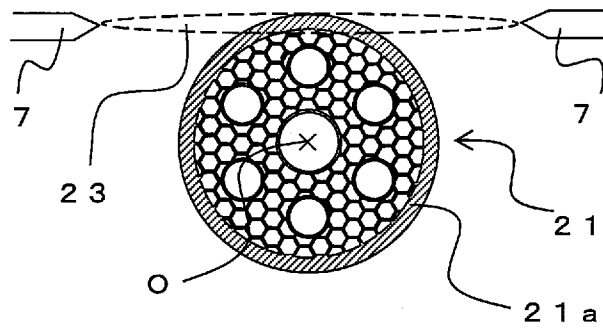
[図3B]



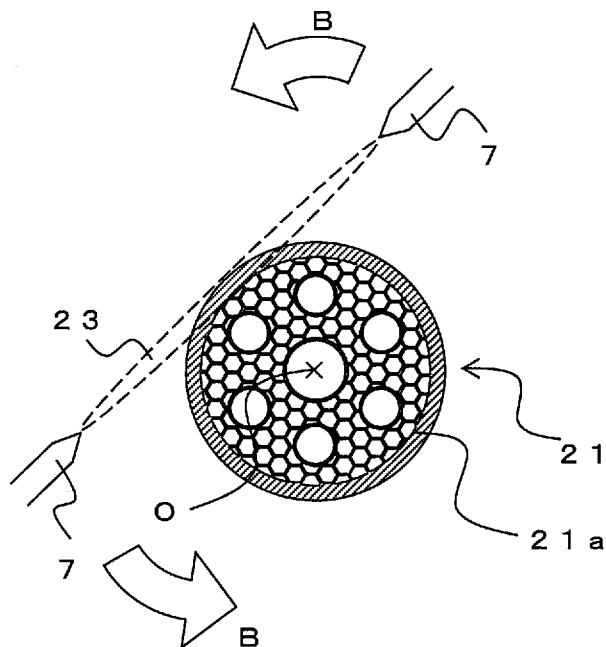
[図4]



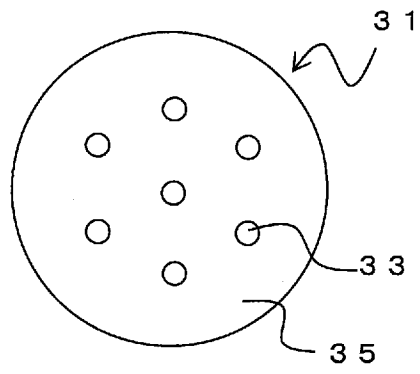
[図5A]



[図5B]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/015704

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G02B 6/255</i> (2006.01)i; <i>G02B 6/02</i> (2006.01)i; <i>G02B 6/032</i> (2006.01)i FI: G02B6/255; G02B6/02 451; G02B6/032 Z; G02B6/02 461 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) G02B6/255; G02B6/02; G02B6/032 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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.
A	US 2012/0183266 A1 (3SAE TECHNOLOGIES, INC.) 19 July 2012 (2012-07-19) entire text, all drawings	1-6
A	JP 2022-042004 A (FUJIKURA LTD.) 11 March 2022 (2022-03-11) entire text, all drawings	1-6
A	WO 2012/098681 A1 (FUJIKURA LTD.) 26 July 2012 (2012-07-26) entire text, all drawings	1-6
A	JP 61-061104 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 28 March 1986 (1986-03-28) entire text, all drawings	1-6
A	WO 2023/013591 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 09 February 2023 (2023-02-09) entire text, all drawings	1-6
☒ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 04 June 2024		Date of mailing of the international search report 18 June 2024
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.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/015704

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012/050055 A1 (SEI OPTIFRONTIER CO., LTD.) 19 April 2012 (2012-04-19) entire text, all drawings	1-6
A	US 2008/0037939 A1 (THE HONG KONG POLYTECHNIC UNIVERSITY) 14 February 2008 (2008-02-14) entire text, all drawings	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/015704

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2012/0183266	A1	19 July 2012	WO	2012/099883	A1	
				EP	2666041	A1	
				CN	103477261	A	

JP	2022-042004	A	11 March 2022	EP	4204873	A1	
				entire text, all drawings			
				CN	114114544	A	
				KR	10-2023-0041805	A	
				US	2023/0305231	A1	

WO	2012/098681	A1	26 July 2012	US	2013/0126502	A1	
				entire text, all drawings			
				EP	2667229	A1	

JP	61-061104	A	28 March 1986	(Family: none)			

WO	2023/013591	A1	09 February 2023	CN	117642662	A	
				entire text, all drawings			

WO	2012/050055	A1	19 April 2012	US	2013/0195409	A1	
				entire text, all drawings			
				EP	2629127	A1	
				CN	103140784	A	
				KR	10-2013-0101054	A	

US	2008/0037939	A1	14 February 2008	(Family: none)			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G02B 6/255(2006.01)i; G02B 6/02(2006.01)i; G02B 6/032(2006.01)i

FI: G02B6/255; G02B6/02 451; G02B6/032 Z; G02B6/02 461

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））

G02B6/255; G02B6/02; G02B6/032

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 - 2024年

日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年

日本国登録実用新案公報 1994 - 2024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
A	US 2012/0183266 A1 (3SAE TECHNOLOGIES, INC.) 19.07.2012 (2012 - 07 - 19) 全文, 全図	1-6
A	JP 2022-042004 A (株式会社フジクラ) 11.03.2022 (2022 - 03 - 11) 全文, 全図	1-6
A	WO 2012/098681 A1 (株式会社フジクラ) 26.07.2012 (2012 - 07 - 26) 全文, 全図	1-6
A	JP 61-061104 A (日本電信電話株式会社) 28.03.1986 (1986 - 03 - 28) 全文, 全図	1-6
A	WO 2023/013591 A1 (住友電気工業株式会社) 09.02.2023 (2023 - 02 - 09) 全文, 全図	1-6
A	WO 2012/050055 A1 (SEI オプティフロンティア株式会社) 19.04.2012 (2012 - 04 - 19) 全文, 全図	1-6

☒ 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、一般的技术水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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

“I” 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 04.06.2024

国際調査報告の発送日 18.06.2024

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 貴一 2L 4086

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 2008/0037939 A1 (THE HONG KONG POLYTECHNIC UNIVERSITY) 14.02.2008 (2008 - 02 - 14) 全文, 全図	1-6

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/JP2024/015704

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日	
US	2012/0183266	A1	19.07.2012	WO	2012/099883	A1		
				EP	2666041	A1		
				CN	103477261	A		

JP	2022-042004	A	11.03.2022	EP	4204873	A1		
				全文, 全図				
				CN	114114544	A		
				KR	10-2023-0041805	A		
				US	2023/0305231	A1		

WO	2012/098681	A1	26.07.2012	US	2013/0126502	A1		
				全文, 全図				
				EP	2667229	A1		
				CN	102959443	A		

JP	61-061104	A	28.03.1986	(ファミリーなし)				

WO	2023/013591	A1	09.02.2023	CN	117642662	A		
				全文, 全図				

WO	2012/050055	A1	19.04.2012	US	2013/0195409	A1		
				全文, 全図				
				EP	2629127	A1		
				CN	103140784	A		
				KR	10-2013-0101054	A		

US	2008/0037939	A1	14.02.2008	(ファミリーなし)				
