

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】令和6年12月4日(2024.12.4)

【国際公開番号】WO2023/182224

【出願番号】特願2024-510133(P2024-510133)

【国際特許分類】

G 0 2 B 6 / 2 5 5 (2 0 0 6 . 0 1)

【 F I 】

G 0 2 B 6 / 2 5 5

10

【手続補正書】

【提出日】令和6年9月17日(2024.9.17)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

(2) 上記(1)において、第一照明装置において、第一側方照射光源は、第一MCFの被覆に微小曲げを生じさせた状態で該第一MCFに接触するように配置されていてもよい。第二側方照射光源は、第二MCFの被覆に微小曲げを生じさせた状態で第二MCFに接触するように配置されていてもよい。この構成により、第一側方観察光および第二側方観察光を、対応する第一MCFおよび第二MCFの内部、具体的にはコアおよび共通クラッド内に効率的に導入することが可能になる。

20

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

(3) 上記(1)において、駆動機構は、第一MCFのうち被覆で覆われている区間に曲げを形成する第一曲げステージと、第二MCFのうち被覆で覆われている区間に曲げを形成する第二曲げステージと、を更に含んでもよい。これにより、第一MCFおよび第二MCFの被覆部分における曲げ状態が維持され得る。第一照明装置において、第一側方照射光源は、第一MCFから離れた状態で配置されていてもよく、第一MCFの曲げが形成された区間に対して非接触状態で第一側方観察光を照射してもよい。同様に、第二側方照射光源は、第二MCFから離れた状態で配置されていてもよく、第二MCFの曲げが形成された区間に対して非接触状態で第二側方観察光を照射してもよい。この構成によっても、第一側方観察光および第二側方観察光を、対応する第一MCFおよび第二MCFの内部、具体的にはコアおよび共通クラッドの双方に効率的に導入することが可能になる。

30

40

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

本開示のファイバ融着接続方法は、

(4) 第一MCFと第二MCFを融着接続する方法であって、第一MCFおよび第二MCFそれぞれは、ガラス部分と、ガラス部分の外周に設けられた被覆と、を備える。ガラ

50

ス部分は、実質的にはガラス光ファイバであって、複数のコアと、複数のコアを取り囲む共通クラッドと、を有する。また、第一MCFと第二MCFそれぞれは、端面を含むガラス部分の先端部分が露出するように被覆の一部が除去されている。当該ファイバ融着接続方法は、その一態様として、準備工程と、第一照明工程と、第二照明工程と、撮像工程と、調芯工程と、加熱工程と、を備える。準備工程では、第一MCFの端面の位置および回転角を定義する第一ステージに該第一MCFが設置される。同様に、第二MCFの端面の位置および回転角を定義する第二ステージに該第二MCFが設置される。第一照明工程では、第一MCFの被覆に対して第一側方照射光源から第一側方観察光が照射される。同様に、第二MCFの被覆に対して第二側方照射光源から第二側方観察光が照射される。第二照明工程では、第一MCFから離れた状態で配置された第一端部照射光源から、被覆の一部が除去された第一MCFの先端部分に対して第一端部観察光が照射される。同様に、第二MCFから離れた状態で配置された第二端部照射光源から、被覆の一部が除去された第二MCFの先端部分に対して第二端部観察光が照射される。撮像工程では、第一MCFおよび第二MCFの端面それぞれの画像が撮像される。調芯工程では、撮影された画像間の複数のコアの位置が一致するように、第一MCFおよび第二MCFの端面の位置および回転角が調整される。加熱工程では、調芯された第一MCFおよび第二MCFの端面を互いに突き合せた状態で溶融させるため、該第一MCFおよび第二MCFの端面が加熱される。

10

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

20

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

(5) 上記(4)において、第一照明工程において、第一側方照射光源は、第一MCFの被覆に微小曲げを生じさせた状態で該第一MCFに接触するように配置されていても、第二側方照射光源は、第二MCFの被覆に微小曲げを生じさせた状態で該第二MCFに接触するように配置されていてもよい。この構成により、第一側方観察光および第二側方観察光を、対応する第一MCFおよび第二MCFの内部、具体的にはコアおよび共通クラッドの双方に効率的に導入することが可能になる。

30

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

(6) 上記(4)において、第一照明装置は、第一MCFおよび第二MCFに曲げを形成した状態で側方観察光を照射してもよい。この場合、第一側方照射光源は、第一MCFから離れた状態で配置されていてもよく、第一MCFの被覆のうち曲げが形成された区間に対して第一側方観察光を照射してもよい。第二側方照射光源は、第二MCFから離れた状態で配置されていてもよく、第二MCFの被覆のうち曲げが形成された区間に対して第二側方観察光を照射してもよい。この構成によっても、第一側方観察光および第二側方観察光を、対応する第一MCFおよび第二MCFの内部、具体的にはコアおよび共通クラッドの双方に効率的に導入することが可能になる。

40

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

50

図1の上段には、ファイバ融着接続装置の構成として、互いに融着接続されるべき第一MCF100Aと第二MCF100Bのうち、調芯動作時における第一MCF100Aに近い側の装置構成、具体的にはファイバ融着接続装置の一部が示されている。なお、第二MCF100Bに近い側の装置構成も、第一MCF100Aに近い側の装置構成と同一であるため、図1の上段には、第一MCF100Aに近い側の装置構成のみが示されている。

【**手続補正7**】

【**補正対象書類名**】明細書

【**補正対象項目名**】0025

【**補正方法**】変更

10

【**補正の内容**】

【0025】

この第一MCF100Aは、被覆120Aの部分が第一ステージ500Aによって保持されており、該第一ステージ500Aは調芯動作の一部として、第一MCF100Aの先端部分の位置を、X軸に平行な移動方向S1に沿って、また、Y軸に平行な移動方向S2に沿って、定義する。更に、第一ステージ500Aは、調芯として、Z軸を中心とした回転方向S4に沿って第一MCF100Aを回転させる。また、この調芯動作では、更に、第一MCF100Aに対して側方観察および端面観察の少なくともいずれかを実行するための観察系が設けられる。例えば、側方観察の場合、第一MCF100Aを挟むように、光源400とカメラ510が配置される。光源400から出射された観察光L1は、第一MCF100Aを通過してカメラ510に到達する。これにより、第一MCF100Aの側方画像が得られる。側方観察において、光源400およびカメラ510は、被覆120Aを挟むように配置されてもよい。一方、端面観察の場合、光源400から照射された観察光L2は、第一MCF100A内を伝搬し、カメラ520に到達する。これにより、第一MCF100Aの端面150Aの画像が得られる。なお、端面観察において、光源400は、観察光L2の照射位置が被覆120Aの表面となるように配置されてもよい。調芯動作では、このような観察系が、第二MCF100Bに近い側の装置構成にも設けられる。

20

【**手続補正8**】

【**補正対象書類名**】明細書

30

【**補正対象項目名**】0026

【**補正方法**】変更

【**補正の内容**】

【0026】

通常の調芯動作では、上述のように得られた端面観察像に基づいて、第一MCF100Aのコア111および第二MCF100Bのコア111が一致するように、第一ステージ500Aが第一MCF100Aの姿勢を調整する。この姿勢調整は、第二MCF100Bに近い側の装置構成でも同様に行われる。その後、第一ステージ500Aおよび第二ステージ500Bは、図1の下段に示されたように、第一MCF100AをZ軸に平行な移動方向S3aに沿って移動させるとともに第二MCF100BをZ軸に平行な移動方向S3bに沿って移動させることにより、第一MCF100Aの端面150Aと第二MCF100Bの端面150Bを当接させる。図1の下段に示された融着動作では、調芯動作において設置された観察系に換えて、当接された第一MCF100Aの端面150Aおよび第二MCF100Bの端面150Bを挟むように放電電極600A、600Bは配置される。これら放電電極600A、600B間での放電により、第一MCF100Aの端面150Aおよび第二MCF100Bの端面150Bが融着接続される。

40

【**手続補正9**】

【**補正対象書類名**】明細書

【**補正対象項目名**】0028

【**補正方法**】変更

50

【補正の内容】

【0028】

図2に示されたように、本開示のファイバ融着接続装置は、第一MCF100Aに近い側の装置構成と、第二MCF100Bに近い側の装置構成により構成される。調芯動作では、共通構成として、第一MCF100Aの端面150Aと第二MCF100Bの端面150Bの間に配置されるミラー700と撮像装置としてのカメラ530が配置されている。ミラー700に対しては、第一MCF100Aの端面150Aをカメラ530で撮像する場合と、第二MCF100Bの端面150Bをカメラ530で撮像する場合において、回転方向S5に沿って角度調整が行われる。ミラー700が第一MCF100Aの端面150Aからの観察光をカメラ530に向けて反射するように配置された状態では、カメラ530は、第一MCF100Aの端面150Aの画像530Aを撮像する。なお、模式図531Aには画像530Aの構成要素が示されている。一方、ミラー700が第二MCF100Bの端面150Bからの観察光をカメラ530に向けて反射するように配置された状態では、カメラ530は、第二MCF100Bの端面150Bの画像530Bを撮像する。なお、模式図531Bには画像530Bの構成要素が示されている。

10

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正の内容】

20

【0031】

第一照明工程を実施する第一照明装置は、第一MCF100Aの被覆120Aおよび第二MCF100Bの被覆120Bに対して観察光をそれぞれ照射する装置であり、第一側方照射光源410Aと第二側方照射光源410Bを含む。図2の例では、第一側方照射光源410Aは、第一MCF100Aの被覆120Aに対して、該第一MCF100Aの被覆120Aに微小曲げを生じさせるように直接接触している。微小曲げを生じさせることにより、コア111および共通クラッド112に達する観察光の光量が増加する。その結果、カメラ530から得られる画像530Aおよび画像530Bそれぞれにおけるコア111および共通クラッド112の識別性が高まる。この状態で、第一側方照射光源410Aから照射された観察光は、コア111内を伝搬する観察光L3aと共通クラッド112内を伝搬する観察光L3bに分かれ、これら観察光L3aおよび観察光L3bそれぞれが端面150Aからミラー700に向けて出射される。同様に、第二側方照射光源410Bも、第二MCF100Bの被覆120Bに対して、該第二MCF100Bの被覆120Bに微小曲げを生じさせるように直接接触している。この状態で、第二側方照射光源410Bから照射された観察光は、コア111内を伝搬する観察光L3aと共通クラッド112内を伝搬する観察光L3bに分かれ、これら観察光L3aおよび観察光L3bそれぞれが端面150Bからミラー700に向けて出射される。

30

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

【補正の内容】

40

【0032】

実際、コア-クラッド界面での反射によってコア111に閉じ込められた状態で伝搬する観察光L3aは、カメラ530により得られる、端面150Aの画像530Aにおいて、コア111に輝度を与える。一方、共通クラッド112と被覆120Aまたは外部との間の界面での反射によって共通クラッド112に閉じ込められた状態で伝搬する観察光L3bは、カメラ530により得られる、端面150Aの画像530Aにおいて、共通クラッド112に輝度を与える。ただし、観察光L3bは、観察光L3aと比べて被覆120Aなどの影響で大きな伝搬損失を有する。そのため、端面150Aの画像530Aにおい

50

て、コア 1 1 1 と共通クラッド 1 1 2 に輝度差が形成されることで、コア 1 1 1 が識別される。しかしながら、MCF 間の識別性を高めるために被覆 1 2 0 A の色を濃くした場合などには、共通クラッド 1 1 2 を伝搬する観察光の伝搬損失が過大となり、端面 1 5 0 A の画像 5 3 0 A において、共通クラッド 1 1 2 の輝度が過少となって共通クラッド 1 1 2 自体の識別が困難になり得る。このような課題を解消するため、本開示のファイバ融着接続装置およびファイバ融着接続方法は、第二照明装置および第二照明工程をそれぞれ備える。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 8

10

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 8】

図 3 の上段には、実施形態 1 の装置構成として、第一 MCF 1 0 0 A に近い側の装置構成が示されている。なお、第一 MCF 1 0 0 A に近い側の装置構成と第二 MCF 1 0 0 B に近い側の装置構成は同一であるため、図 3 の上段には、第一 MCF 1 0 0 A に近い側の装置構成のみが示されている。実施形態 1 の装置構成に適用される第一照明装置において、第一側方照射光源 4 1 0 A は、第一 MCF 1 0 0 A の被覆 1 2 0 A に微小曲げを生じさせた状態で該第一 MCF 1 0 0 A に接触するように配置される。同様に、第二側方照射光源 4 1 0 B も、第二 MCF 1 0 0 B の被覆 1 2 0 B に微小曲げを生じさせた状態で第二 MCF 1 0 0 B に接触するように配置される。この構成において、第一側方照射光源 4 1 0 A から被覆 1 2 0 A を介してガラス光ファイバ 1 1 0 A に導入された観察光は、コア 1 1 1 内を伝搬する観察光 L 3 a と、共通クラッド 1 1 2 内を伝搬する観察光 L 3 b に分かれ、これら観察光 L 3 a および観察光 L 3 b が端面 1 5 0 A からカメラ 5 3 0 へ向けて出射される。このような観察光の振る舞いは第二 MCF 1 0 0 B に近い側の装置構成でも同様である。

20

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 9

30

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 9】

図 3 の下段には、実施形態 2 の装置構成として、第一 MCF 1 0 0 A に近い側の装置構成が示されている。なお、第一 MCF 1 0 0 A に近い側の装置構成と第二 MCF 1 0 0 B に近い側の装置構成は同一であるため、図 3 の下段には、第一 MCF 1 0 0 A に近い側の装置構成のみが示されている。実施形態 2 の装置構成では、第一 MCF 1 0 0 A の被覆 1 2 0 A で覆われている区間に曲げを形成するため、第一曲げステージとしての曲げステージ 8 0 0 が設けられている。第二 MCF 1 0 0 B の場合も同様に、第二曲げステージとしての曲げステージが設けられている。これにより、第一 MCF 1 0 0 A と第二 MCF 1 0 0 B の曲げ状態が維持される。

40

【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 4 0】

このように曲げが形成された第一 MCF 1 0 0 A に対し、第一照明装置の第一側方照射光源 4 1 0 A は、第一 MCF 1 0 0 A の被覆 1 2 0 A から離れた状態で配置され、第一 MCF 1 0 0 A の曲げが形成された区間に対して非接触状態で側方観察光を照射する。この構成は、第二 MCF 1 0 0 B に近い側の装置構成でも同様である。第一側方照射光源 4 1

50

0 A から被覆 1 2 0 A を介してガラス光ファイバ 1 1 0 A に導入された観察光は、コア 1 1 1 内を伝搬する観察光 L 3 a と、共通クラッド 1 1 2 内を伝搬する観察光 L 3 b に分かれ、これら観察光 L 3 a および観察光 L 3 b が端面 1 5 0 A からカメラ 5 3 0 へ向けて出射される。

【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 4 1】

ここで、図 3 の上段および下段の双方に開示された装置構成において、第二照明装置は、露出されたガラス光ファイバ 1 1 0 A の先端部分および露出されたガラス光ファイバ 1 1 0 B の先端部分に対して端部観察用の観察光をそれぞれ照射するため、第一端部照射光源 4 2 0 A と第二端部照射光源 4 2 0 B を含む。なお、第一 M C F 1 0 0 A に近い側の装置構成と第二 M C F 1 0 0 B に近い側の装置構成は同一であるため、図 3 の下段には、第一 M C F 1 0 0 A に近い側の装置構成のみが示されている。第一端部照射光源 4 2 0 A は、第一 M C F 1 0 0 A から離れた状態で配置され、被覆 1 2 0 A の一部が除去された第一 M C F 1 0 0 A の先端部分に対して非接触状態で観察光 L 4 を照射する。観察光 L 4 は、ガラス光ファイバ 1 1 0 A 内を伝搬して端面 1 5 0 A からカメラ 5 3 0 へ向けて出射される。同様に、第二端部照射光源 4 2 0 B も、第二 M C F 1 0 0 B から離れた状態で配置され、被覆 1 2 0 B の一部が除去された第二 M C F 1 0 0 B の先端部分に対して非接触状態で観察光 L 4 を照射する。観察光 L 4 は、ガラス光ファイバ 1 1 0 B 内を伝搬して端面 1 5 0 B からカメラ 5 3 0 へ向けて出射される。

【手続補正 1 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 4 3】

比較例 1 として図 4 の上段に示された装置構成は、第一 M C F 1 0 0 A に近い側の装置構成であって、第二照明装置の第一端部照射光源 4 2 0 A が除去されている点を除き、図 3 の上段に示された実施形態 1 の装置構成と同じである。一方、比較例 2 として図 4 の下段に示された装置構成も、第一 M C F 1 0 0 A に近い側の装置構成であって、第一照明装置の第一側方照射光源 4 1 0 A が除去されている点を除き、図 3 の上段に示された実施形態 1 の装置構成と同じである。

【手続補正 1 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 4 8】

図 5 のグラフから分かるように、比較例 1 では共通クラッド 1 1 2 の輝度が低下することによりクラッド S N 比が低くなる。具体的に比較例 1 の場合、クラッド S N 比は 2 以下である。また、比較例 2 ではコア 1 1 1 と共通クラッド 1 1 2 の輝度差が小さいことによりコア S N 比が低くなる。具体的には比較例 2 の場合、コア S N 比は 2 以下である。一般に、S N 比が 3 を下回るとコア 1 1 1 や共通クラッド 1 1 2 が識別できないか、識別できても位置の測定誤差が大きくなる。すなわち、融着後の接続損失が増大する可能性が高くなる。これに対し、実施形態 1 では、コア S N 比およびクラッド S N 比のいずれも 1 0 以上であり、コア 1 1 1 および共通クラッド 1 1 2 の識別が容易になる。

【手続補正 1 8】

10

20

30

40

50

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0049】

100A...第一MCF

100B...第二MCF

110A、110B...ガラス光ファイバ(ガラス部分)

120A、120B...被覆

150A、150B...端面

111...コア

112...共通クラッド

400...光源

410A...第一側方照射光源

410B...第二側方照射光源

420A...第一端部照射光源

420B...第二端部照射光源

500A...第一ステージ

500B...第二ステージ

510、520、530...カメラ

530A、530B、530C、530D...画像

531A、531B、531C、531D...模式図

600A、600B...放電電極

700...ミラー

800...曲げステージ

AX...中心軸

L1、L2...観察光

L3a、L3b、L4...観察光

S1、S2、S3a、S3b...移動方向

S4、S5...回転方向

【手続補正19】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】請求項4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【請求項4】

複数のコアと前記複数のコアを取り囲む共通クラッドとを有するガラス部分と、前記ガラス部分の外周を取り囲む被覆と、をそれぞれ有するとともに端面を含む前記ガラス部分の先端部分が露出するように前記被覆の一部がそれぞれ除去された第一および第二マルチコア光ファイバを融着接続するためのファイバ融着接続方法であって、

前記第一マルチコア光ファイバの前記端面の位置および回転角を定義する第一ステージに前記第一マルチコア光ファイバを設置するとともに、前記第二マルチコア光ファイバの前記端面の位置および回転角を定義する第二ステージに前記第二マルチコア光ファイバを設置する準備工程と、

前記第一マルチコア光ファイバの前記被覆に対して第一側方照射光源から第一側方観察光を照射するとともに、前記第二マルチコア光ファイバの前記被覆に対して第二側方照射光源から第二側方観察光を照射する第一照明工程と、

前記第一マルチコア光ファイバから離れた状態で配置された第一端部照射光源から前記被覆の一部が除去された前記第一マルチコア光ファイバの前記先端部分に対して第一端部観察光を照射するとともに、前記第二マルチコア光ファイバから離れた状態で配置された

10

20

30

40

50

第二端部照射光源から前記被覆の一部が除去された前記第二マルチコア光ファイバの前記先端部分に対して第二端部観察光を照射する第二照明工程と、

前記第一および第二マルチコア光ファイバの前記端面それぞれの画像を撮像する撮像工程と、

撮影された前記第一マルチコア光ファイバの前記端面の前記画像における前記複数のコアの位置と撮影された前記第二マルチコア光ファイバの前記端面の前記画像における前記複数のコアの位置が一致するように、前記第一および第二マルチコア光ファイバの前記端面の位置および回転角を調整する調芯工程と、

調芯された前記第一および第二マルチコア光ファイバの前記端面を互いに突き合せた状態で溶融させるため、前記第一および第二マルチコア光ファイバの前記端面を加熱する加熱工程と、

を備えたファイバ融着接続方法。

10

20

30

40

50