

【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 2 年 2 月 6 日 (2020.2.6)

【公表番号】特表 2019-504352 (P2019-504352A)

【公表日】平成 31 年 2 月 14 日 (2019.2.14)

【年通号数】公開・登録公報 2019-006

【出願番号】特願 2018-532462 (P2018-532462)

【国際特許分類】

G 0 2 B 6/36 (2006.01)

G 0 2 B 6/26 (2006.01)

G 0 2 B 6/02 (2006.01)

H 0 1 S 3/067 (2006.01)

H 0 1 S 3/00 (2006.01)

H 0 1 S 3/10 (2006.01)

G 0 2 F 1/365 (2006.01)

【 F I 】

G 0 2 B 6/36

G 0 2 B 6/26

G 0 2 B 6/02 4 5 1

G 0 2 B 6/02 4 2 1

G 0 2 B 6/02 4 3 1

G 0 2 B 6/02 4 1 1

H 0 1 S 3/067

H 0 1 S 3/00 A

H 0 1 S 3/00 B

H 0 1 S 3/10 Z

G 0 2 F 1/365

【手続補正書】

【提出日】令和 1 年 12 月 20 日 (2019.12.20)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フォトニック結晶ファイバ ( P C F ) と少なくとも 1 つのフェルール構造体とを備える P C F アセンブリであって、前記 P C F は中心軸を有し、コア領域およびクラッド領域と、第 1 ファイバ端部が設けられた第 1 ファイバ端部区間とを備え、前記フェルール構造体は中心軸を有し、前記第 1 ファイバ端部区間に取り付けられ、前記フェルール構造体は内側フェルール構成と前記第 1 ファイバ端部区間を取り囲む外側フェルール構成とを備え、前記内側フェルール構成は前記第 1 ファイバ端部の近位に内側フェルール前区間と、前記第 1 ファイバ端部の遠位に内側フェルール後区間とを備え、前記内側フェルール区間の各々が内径を有し、少なくともその長さで前記 P C F を完全に取り囲み、前記内側フェルール後区間はアンカー長区間で前記第 1 ファイバ端部区間に繋止されて、前記内側フェルール前区間は前記第 1 ファイバ端部区間を前記第 1 ファイバ端部の近位に支持し、前記第 1 ファイバ端部区間の前記 P C F の中心軸と前記フェルール構造体の中心軸とが、好ましくは実質的に平行であり、より好ましくは、前記第 1 ファイバ端部区間の前記 P C F の中心

軸と前記フェルール構造体の中心軸とが一致している、PCFアセンブリ。

【請求項 2】

前記アセンブリは、前記内側フェルール前区間と前記第 1 ファイバ端部区間との間に配置されるアライメントスリーブをさらに備え、前記内側フェルール前区間が前記アライメントスリーブを介して前記第 1 ファイバ端部区間を前記第 1 ファイバ端部の近位に支持し、前記アライメントスリーブは、好ましくは、前記第 1 ファイバ端部区間を前記第 1 ファイバ端部において取り囲んで支持するように配置される、請求項 1 に記載の PCF アセンブリ。

【請求項 3】

前記内側フェルール前区間は前記アライメントスリーブを予め選択された軸方向の位置において取り囲んで保持し、前記内側フェルール前区間の前記内径は前記アライメントスリーブの最大外径よりも僅かに大きい、直径が例えば約  $0.1\text{ }\mu\text{m}$  から約  $2\text{ mm}$  大きいなど、例えば約  $1\text{ }\mu\text{m}$  から約  $1\text{ mm}$  大きいなど、例えば約  $0.1\text{ mm}$  から約  $0.01\text{ mm}$  大きいなど、請求項 2 に記載の PCF アセンブリ。

【請求項 4】

前記内側フェルール前区間は、前記アライメントスリーブを介して、前記アライメントスリーブを軸方向の位置に機械的に保持することによって前記第 1 ファイバ端部区間を支持し、好ましくは前記アライメントスリーブの端部と前記内側フェルール前区間の端部とが前記フェルール構造体の中心軸に対して垂直な平面においてアラインされ、より好ましくは、前記第 1 ファイバ端部、前記アライメントスリーブの前記端部および前記内側フェルール前区間の前記端部は前記 PCF の中心軸に対して垂直な平面においてアラインされる、請求項 2 または 3 に記載の PCF アセンブリ。

【請求項 5】

前記アライメントスリーブは前記 PCF を前記第 1 ファイバ端部の近位で取り囲み、好ましくは、前記第 1 ファイバ端部と前記アライメントスリーブの端部とが前記 PCF の中心軸に対して垂直な平面においてアラインされ、前記アライメントスリーブは、好ましくは少なくとも約  $1\text{ mm}$ 、例えば約  $2\text{ mm}$  から約  $5\text{ cm}$  までなど、例えば約  $5\text{ mm}$  から約  $2\text{ cm}$  までなどの前記軸方向の長さを有する、請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の PCF アセンブリ。

【請求項 6】

前記アライメントスリーブは、前記第 1 ファイバ端部区間の前記外径に適合させたその支持区間に少なくとも沿った内径を有することによって、前記第 1 ファイバ端部区間を支持し、好ましくは、前記アライメントスリーブの前記支持区間の前記内径は前記内径よりも最大約  $0.5\text{ mm}$ 、例えば最大約  $0.1\text{ mm}$  など、例えば最大約  $0.01\text{ mm}$  など、大きい、請求項 2 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の PCF アセンブリ。

【請求項 7】

前記アライメントスリーブは、前記第 1 ファイバ端部区間がその全長でまたは前記支持区間上にコラプスされることによって、前記第 1 ファイバ端部区間を支持し、前記アライメントスリーブは、好ましくは、前記 PCF を取り囲むために施され、中央区間など少なくともその前記支持区間で熱によりコラプスされることによって前記 PCF の第 1 ファイバ端部区間を支持するように配置されている毛細管であり、前記アライメントスリーブは、好ましくは中間材料なしで、好ましくは前記光ファイバに溶融される、請求項 2 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の PCF アセンブリ。

【請求項 8】

前記アライメントスリーブはガラス、好ましくは溶融シリカガラス、溶融石英および / またはドーブシリカなどのシリカガラス、および / または例えば約  $96\%$  のシリカと  $4\%$  の酸化ホウ素とを含むホウケイ酸ガラスなどのホウケイ酸ガラスから作られる、請求項 2 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の PCF アセンブリ。

【請求項 9】

前記アライメントスリーブは、 $1\text{ }\mu\text{m}$  の光に対して、例えば  $1\text{ }\mu\text{m} \sim 2\text{ }\mu\text{m}$  の範囲の光

に対してなど、最大 1.45 の屈折率を有する、請求項 2 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 10】

前記アライメントスリーブは、例えばフッ素およびホウ素の両方または一方でドーピングされたシリカなどのダウンドープシリカから作られる、請求項 2 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 11】

前記アライメントスリーブは、前記クラッド領域の有効屈折率よりも低い屈折率を有する、請求項 2 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 12】

前記フェルール構造体は、前記第 1 ファイバ端部区間と前記内側フェルール後区間との間に環状ハーメチックシールを形成するために前記第 1 ファイバ端部区間を取り囲むように配置されたハーメチック半田要素を備え、前記ハーメチック半田要素は前記内側フェルール後区間の前記アンカー長区間よりも前記前環状区間の近くに配置され、好ましくは、前記内側フェルール後区間のアンカー長区間は完全には環状形ではなく、前記内側フェルール後区間の前記アンカー長区間は、好ましくは、前記 P C F に対して約 20 度から約 350 度、例えば約 180 度などで延びている、請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 13】

前記 P C F は、前記内側フェルール後区間の前記アンカー区間から前記第 1 ファイバ端部まで、前記第 1 ファイバ端部区間にポリマーコーティングがない、請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 14】

前記内側フェルール前区間は、約 200 nm から約 4  $\mu$  m の波長で、少なくとも部分的に透明な材料から作られ、前記内側フェルール前区間は、例えば溶融石英または水晶、例えば 1  $\mu$  m の光に対して 1.45 の屈折率を有する実質的に非ドーブシリカなどから作られる、請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 15】

前記内側フェルール後区間は、溶融石英もしくは水晶または金属もしくは合金から作られる、請求項 1 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 16】

前記外側フェルール構成は金属、セラミックまたは例えばシリカなどのガラスから作られる、請求項 1 ~ 15 のいずれか 1 項に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 17】

前記外側フェルール構成は、前記内側フェルール構成の前記内側フェルール前区間および前記内側フェルール後区間の各々に固定されて、これらを互いに対して定位置において保持し、前記 P C F の前記第 1 ファイバ端部区間が、好ましくは、前記フェルール構造体内に実質的にまっすぐになるように支持され、前記外側フェルール構成は、好ましくは、接着剤、半田および溶融またはレーザ溶接のうちの少なくとも 1 つによって前記内側フェルール構成に固定される、請求項 1 ~ 16 のいずれか 1 項に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 18】

前記第 1 ファイバ端部区間は、前記ファイバにかかる圧力を生成する応力を実質的に加えることなく、前記フェルール構造体に取り付けられる、請求項 1 ~ 17 のいずれか 1 項に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 19】

前記第 1 ファイバ端部は、前記繋止を含め、前記内側フェルール後区間への 1 以上の接合を除いて前記ファイバに直接的に接合することなく、前記フェルール構造体に取り付けられる、請求項 1 ~ 18 のいずれか 1 項に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 20】

前記フェルール構造体は前記第 1 ファイバ端部の前に配置されるエンドキャップを備え

、前記エンドキャップは前記内側フェルール前区間から離してまたは離さずに取り付けられ、前記エンドキャップは、好ましくは、前記内側フェルール前区間に直接的に、または前記外側フェルール構成の外側フェルール前区間に固定される、請求項 1 ~ 19 のいずれか 1 項に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 2 1】

前記エンドキャップは前記外側フェルール構成の前記外側フェルール前区間に固定され、前記外側フェルール構成は、好ましくは、前記外側フェルール前区間と前記外側フェルール後区間とを備え、前記外側フェルール後区間は前記内側フェルール後区間および前記内側フェルール前区間の両方に固定され、前記外側フェルール前区間は前記内側フェルール前区間に固定される、請求項 20 に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 2 2】

前記エンドキャップは、反射防止コーティングされたシリカエンドキャップであり、前記エンドキャップは、好ましくはレンズであるか、またはレンズを備える、請求項 20 または請求項 21 に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 2 3】

前記 P C F は中空コアファイバまたはソリッドコアファイバであり、好ましくは、前記第 1 ファイバ端部（端面）は金属または反射防止コーティングを有する、請求項 1 ~ 22 のいずれか 1 項に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 2 4】

前記 P C F は  $100\ \mu\text{m}$  未満、好ましくは約  $50\ \mu\text{m}$  以下、例えば約  $5\ \mu\text{m}$  から約  $40\ \mu\text{m}$  までなどのコア直径を有する、請求項 1 ~ 23 のいずれか 1 項に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 2 5】

前記 P C F は中空コアファイバであり、前記エンドキャップは、前記エンドキャップと前記内側フェルール前区間との間にエンドキャップ空間を設けるように、前記外側フェルール構成の前記外側フェルール前区間に固定され、オプションで、前記中空コアはコラプスされた端部部分と、前記ファイバ端面に金属または反射防止コーティングとを有する、請求項 20 および 22 ~ 24 のいずれか 1 項に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 2 6】

前記内側フェルール構成は、流体を注入および注出または注入もしくは注出するための前記エンドキャップ空間に通じる通路を備え、前記通路は、好ましくは、前記内側フェルール前区間および前記内側フェルール後区間の各々における少なくとも 1 つの追加貫通孔によって提供され、前記追加貫通孔は、好ましくは、前記フェルール構造体の前記軸に対して実質的に平行であり、より好ましくは、前記追加貫通孔は前記内側フェルール後区間からの出口にバルブ構成を備える、請求項 25 に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 2 7】

前記第 1 ファイバ端部区間は少なくとも 1 つのモードストリップ長さ区間を有し、前記モードストリップ長さ区間は、前記モードストリップ長さ区間で前記光ファイバと接触して施されるモードストリッピング高屈折率材料およびスキヤッティング層の少なくとも一方を備えるとともに前記モードストリップ長さ区間の前記ファイバは少なくとも約  $0.1\ \mu\text{m}$  の粗さ R a 値を有するか、前記モードストリップ長さ区間は、前記モードストリップ長さ区間で前記光ファイバと接触して施されるモードストリッピング高屈折率材料およびスキヤッティング層の少なくとも一方を備えるか、または前記モードストリップ長さ区間の前記ファイバは少なくとも約  $0.1\ \mu\text{m}$  の粗さ R a 値を有する、請求項 1 ~ 26 のいずれか 1 項に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 2 8】

前記 P C F の前記モードストリップ長さ区間は、前記内側フェルール前区間と前記内側フェルール後区間との間に位置付けられる、請求項 27 に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 2 9】

前記内側フェルール前区間および前記内側フェルール後区間のうちの少なくとも 1 つは

、前記 P C F の前記 P C F の前記モードストリップ長さ区間を露出させる溝を有し、好ましくは前記溝は、好ましくは少なくとも約 20 度延びるように、前記ファイバを部分的に取り囲む、請求項 27 に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 30】

前記フェルール構造体は前記内側フェルール前区間の外面に直接的に接触して配置されるモードストリップコーティングを備え、前記モードストリップコーティングは、好ましくは、前記内側フェルール前区間と前記外側フェルール構成との間に含まれる、請求項 1 ~ 29 のいずれか 1 項に記載の P C F アセンブリ。

【請求項 31】

請求項 1 ~ 30 のいずれか 1 項に記載の P C F アセンブリを備える、レーザシステム。

【請求項 32】

前記レーザシステムはレーザ光源を備え、前記 P C F アセンブリは前記レーザ光源から光を受光するために前記レーザ光源に光学的に接続されるとともに、前記光を装置の採光ステーションに伝送するように構成され、好ましくは、前記フェルール構造体が設けられた前記第 1 ファイバ端部は前記ユーザ装置に接続するように構成される、請求項 31 に記載のレーザシステム。

【請求項 33】

前記レーザ光源はレーザ光パルスを生成するように構成され、好ましくは前記レーザ光源はフェムト秒レーザ光源である、請求項 31 または 32 に記載のレーザシステム。