(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第6991337号
(P6991337)

(45)発行日　令和4年1月12日(2022.1.12)

(24)登録日　令和3年12月9日(2021.12.9)

(51)国際特許分類

Ｃ０３Ｂ　37/029(2006.01)		Ｃ０３Ｂ	37/029	
Ｆ２７Ｄ　7/06 (2006.01)		Ｆ２７Ｄ	7/06	Ｂ

請求項の数　13　（全23頁）

(21)出願番号　特願2020-533576(P2020-533576)
(86)(22)出願日　平成30年12月20日(2018.12.20)
(65)公表番号　特表2021-507866(P2021-507866A)
(43)公表日　令和3年2月25日(2021.2.25)
(86)国際出願番号　PCT/US2018/066740
(87)国際公開番号　WO2019/126461
(87)国際公開日　令和1年6月27日(2019.6.27)
審査請求日　令和2年6月18日(2020.6.18)
(31)優先権主張番号　62/608,266
(32)優先日　平成29年12月20日(2017.12.20)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者　515174489
ヘレーウス クオーツ ノース アメリカ エルエルシー
Ｈｅｒａｅｕｓ Ｑｕａｒｔｚ Ｎｏｒｔｈ Ａｍｅｒｉｃａ ＬＬＣ
アメリカ合衆国 ジョージア ブフォード ヘレーウス ブールヴァード １００
１００ Ｈｅｒａｅｕｓ Ｂｏｕｌｅｖａｒｄ, Ｂｕｆｏｒｄ, ＧＡ ３０５１８, Ｕｎｉｔｅｄ Ｓｔａｔｅｓ ｏｆ Ａｍｅｒｉｃａ
(74)代理人　100114890
弁理士　アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
(74)代理人　100098501

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　光母材用の炉のための可変直径の封止

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
円周及び直径を有する加熱される目的物（３ｐ）、ならびに前記目的物が高温炉（６ｐ）に出入りする前記炉の加熱要素（４ｐ）の両方を汚染物質から保護する可変封止（１００）であって、
第１の支持リング（１１０）と、
距離によって前記第１の支持リングから分離される第２の支持リング（１１２）と、
前記第１の支持リングと前記第２の支持リングとの間の距離を制御する１つ以上の構成要素と、
中心を有し、前記第１の支持リング及び前記第２の支持リングに取り付けられ、前記目的物が前記炉に出入りする所に配置され、前記目的物の少なくとも一部を取り囲む、耐熱性に優れたファブリック円筒体（１４０）と、
前記ファブリック円筒体のほぼ中心に係合して、前記１つ以上の構成要素が前記第１の支持リングと前記第２の支持リングとの間の前記距離を減少させる際、前記ファブリック円筒体を閉じ、前記１つ以上の構成要素が前記第１の支持リングと前記第２の支持リングとの間の距離を増加させる際、前記ファブリック円筒体を開き、前記ファブリック円筒体が、前記目的物の前記直径に関係なく、前記目的物の前記円周と連続的に接触する機構と、
を備える、前記可変封止。
【請求項２】
請求項１に記載の可変封止（１００）を使用して、円周及び直径を有するガラス体（２０

）からガラス母材（３ｐ）を作製するシステム（２００）であって、該システムは、前記ガラス体を収容する第１開口部、前記ガラス母材が出る第２開口部（８ｐ）、及び前記ガラス体を加熱する加熱要素（４ｐ）を有する加熱ゾーンを画定する装置（１０）を含み、前記可変封止は、前記ガラス体と、前記第１開口部、前記第２開口部、または両方の開口部に近接する前記加熱要素との両方を汚染物質から保護する、システム。

【請求項３】

前記構成要素が、

前記第１の支持リング及び前記第２の支持リングを接続する少なくとも１つのエアシリンダ（１１４）であって、前記少なくとも１つのエアシリンダが、第１端及び第２端を備え、前記第２の支持リングに接続する本体と、前記第１の支持リングに接続して、前記本体に摺動可能に配置されて、前記本体から延在し、前記本体の中に収縮する延長棒（１１５）と、を有する、前記少なくとも１つのエアシリンダ（１１４）と、

圧縮空気を受けると、第１の圧縮空気マニホールド（１２０）が、前記第１の支持リング及び前記第２の支持リングを近づけて、前記第１の支持リングと前記第２の支持リングとの間の前記距離を減少させるように、前記少なくとも１つのエアシリンダの前記本体の前記第１端に接続される、前記第１の圧縮空気マニホールド（１２０）と、

圧縮空気を受けると、第２の圧縮空気マニホールド（１３０）が、前記第１の支持リング及び前記第２の支持リングを離れさせて、前記第１の支持リングと前記第２の支持リングとの間の前記距離を増加させるように、前記少なくとも１つのエアシリンダの前記本体の前記第２端に接続される、前記第２の圧縮空気マニホールド（１３０）と、

を含む、請求項１に記載の可変封止（１００）または請求項２に記載のシステム。

【請求項４】

前記機構が、前記ファブリック円筒体に巻かれて、前記ファブリック円筒体を閉じるために付勢されるコイルばね（１５０）を含む、請求項１もしくは３に記載の可変封止または請求項２もしくは３に記載のシステム。

【請求項５】

前記機構が、

前記ファブリック円筒体の周囲に巻かれるケーブル（１６０）であって、前記ケーブルが、定力リトラクタ（１６２）に対して取り付けた一端及びクランプ（１７２）に対して取り付けた他端を有する、前記ケーブル（１６０）を含み、

前記定力リトラクタが前記ケーブルを内向きに引っ張り、前記ファブリック円筒体の周囲の前記ケーブルをきつく締める、または、前記ケーブルを解放し、前記ファブリック円筒体の周囲の前記ケーブルをゆるめることができる、請求項１もしくは３に記載の可変封止または請求項２もしくは３に記載のシステム。

【請求項６】

前記定力リトラクタ及び前記クランプが、前記ファブリック円筒体の両側の互いの真向かいに位置し、

前記機構が、前記定力リトラクタが摺動する第１の支持棒（１６４）及び前記クランプが摺動する第２の支持棒（１７４）を更に含み、

前記第１の支持リングと前記第２の支持リングとの間の前記距離が変化する際、前記定力リトラクタ及び前記クランプが前記ファブリック円筒体の前記中心の動きに続くのを可能にする、請求項５に記載の可変封止または請求項５に記載のシステム。

【請求項７】

前記可変封止によって保護される前記ガラス母材のような前記目的物の直径が、約５０～２１０ｍｍの間である、請求項２に記載のシステム。

【請求項８】

前記ファブリック円筒体の前記ほぼ中心に位置する、バンド（１４２）、ベルト（１４４）もしくはリング（１４６）のうちの１つ、または任意の組み合わせを更に含み、

前記ガラス母材のような前記目的物と前記ファブリック円筒体との間の封止を改善するか、前記機構による摩耗から前記ファブリック円筒体を保護する、またはその両方である、

請求項２または７に記載のシステム。
【請求項９】
第１のクランプリング（１２６）及び第２のクランプリング（１２８）を更に含み、
前記第１のクランプリングが、前記ファブリック円筒体を前記第１の支持リングに取り付け、前記第２のクランプリングが、前記ファブリック円筒体を前記第２の支持リングに取り付ける、請求項１、３－６のいずれか１項に記載の可変封止または請求項２－８のいずれか１項に記載のシステム。
【請求項１０】
前記ファブリック円筒体が、織布シリカ、カーボンファイバまたはアルミノケイ酸塩で作製されている、請求項１、３－６、９のいずれか１項に記載の可変封止または請求項２－９のいずれか１項に記載のシステム。
【請求項１１】
前記第２の支持リングに取り付けられ、前記ファブリック円筒体を取り囲み、前記第１の支持リングが当該筐体の中で移動するのを可能にし、及び大気より高い気圧のガスを受ける筐体（１８０）を更に含む、請求項１、３－６、９－１０のいずれか１項に記載の可変封止または請求項２－１０のいずれか１項に記載のシステム。
【請求項１２】
前記第１の支持リングと前記第２の支持リングとの間の前記距離を制御する１つ以上の構成要素を指揮するコントローラ（８８）を更に含む、請求項１、３－６、９－１１のいずれか１項に記載の可変封止または請求項２－１１のいずれか１項に記載のシステム。
【請求項１３】
円周及び直径を有する加熱される目的物、ならびに前記目的物が高温炉に出入りする前記炉の加熱要素の両方を汚染物質から保護するプロセスであって、
可変封止を提供することであって、
第１の支持リングと、
距離によって前記第１の支持リングから分離される第２の支持リングと、
中心を有し、前記第１の支持リング及び前記第２の支持リングに取り付けられている耐熱性に優れたファブリック円筒体と、
前記ファブリック円筒体のほぼ中心に係合している機構と、
を有する、前記可変封止を提供することと、
前記可変封止が前記目的物の少なくとも一部を取り囲むように、前記目的物が前記炉に出入りする場所に前記可変封止を配置することと、
前記第１の支持リングと前記第２の支持リングの間の前記距離を制御することと、
前記ファブリック円筒体が、前記目的物の前記直径に関係なく、前記第１の支持リング及び前記第２の支持リングを一緒に移動させることにより、前記目的物の前記円周と連続的に接触して、前記機構が、前記ファブリック円筒体をしっかり締めて、前記第１の支持リング及び前記第２の支持リングを移動させて離れるのを可能にし、前記機構が、前記ファブリック円筒体をゆるめるのを可能にするのを確実にすることと、
を含む、前記プロセス。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本出願は、概ね、封止を備える装置に関し、更に具体的には、本出願は、加熱炉用の封止に関し、最も具体的には、ガラス母材を加熱して、光ファイバを線引きするために使用する装置のための封止に関する。
【背景技術】
【０００２】
封止を形成する装置に関して、いろいろな技術がある。周知の装置は、ガラス円筒体が高温オーブンに入るまたは出る際に、ガラス円筒体の周囲への封止も提供する。このような装置の一部は、光ファイバ母材を作製するために、炉で処理されているガラス円筒体の周

囲に封止を形成する。
【０００３】
光ファイバは、以下の工程によって作製される。最初に、石英ガラスまたは別の材料から作製した光ファイバ母材を、線引き装置内に入れる。光ファイバ母材の１つの端を、線引き炉で加熱し軟化させる。軟化した端は、直径を低減するために線引きされる。線引き炉は管及びヒーターを備え、多くの場合カーボンから作製されている。この場合、これらの部材は、炉の大気ガスとして不活性ガスを使用することにより、酸化から保護されなければならない。更に、光学ファイバ母材の表面は、線引きした光ファイバの長手方向の均一性を確保するために、線引き処理の間、清浄に保たれなければならない。これらの２つの要求を満たすために、線引き炉は、光ファイバ母材と接触しないように構築されて、万一保護されない場合、管及びヒーターの酸化をできるだけ抑えるように、管と光ファイバ母材との間の隙間を不活性ガスで満たす。封止は、不活性雰囲気を維持する。
【０００４】
いくつかの封止は、特定の一定の直径の円筒体のためにだけ作動する（例えば、独国特許第４００６８３９号及び米国特許第２００２／００７８７１４号）。更なる封止は、短い範囲の直径だけを有する円筒体で使用できる（例えば、日本特許第Ｈ０８２５３３３７号、日本特許第Ｈ１０１６７７５１号及び米国特許第６２５７６２８号）。更に他の封止は、多くの部品からなる構成要素を有する。例えば、このような複合型封止は、欧州特許第１４２６３４３Ａ２号（封止が、絞り方式シャッターである）、米国特許第２００６／０２８０５７８号（封止リングが、複数のグラファイト部から作製される内部リング及びセラミック部から製造される外部リングを含み、封止リングがコイルばねによってファイバ母材に押圧される）、及び米国特許第９６７６５０３号（封止が、１つまたは多層に配置される複数の封止要素を使用する）に開示される。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
従来の封止に固有の問題を解決するために、可変直径の封止を提供する。封止の第１の目的は、一定しないまたは変化する直径を有する円筒体の周囲に密封を提供することである。光ファイバ母材を作成するために処理され得る、多くのガラス円筒体は一定の断面形状を有しない。第２の目的は、著しく異なる直径の円筒体に適合することである。第３の目的は、封止とガラス円筒体の表面との間の過剰な接触力によって生じ得る損傷なしで、封止するガラス円筒体の形状に効率的に適合することである。第４の目的は、比較的単純な構造を備える、最高品質かつ効率的な封止を達成することである。第５の目的は、封止と、封止で包含されるガラス円筒体との間の離間距離または隙間を最小限にすることである。
【０００６】
更なる目的は、炉で加熱される母材の直径の変化に関係なく、加熱炉に不活性ガス雰囲気を封入することである。更なる他の目的は、母材の汚染を回避しつつ、炉もしくは加熱ゾーンの母材または他のガラス円筒体を加熱することである。炉または加熱ゾーンが外部環境に対して不十分に封止される場合、炉または加熱ゾーン内へ及び煙突効果を介して封止と円筒体との間に外気が流れ込み、粒子によって及び大気気体（例えば、酸素及び窒素）によっての両方で（集合的に、汚染物質）円筒体は汚染の危険にさらされる。したがって、別の更なる目的は、封止される円筒体と大気ガスの接触を防ぐことである。
【０００７】
別の目的は、炉または加熱ゾーン自体の劣化を防ぐことである。関連する目的は、効率を改善すること、及び炉または加熱ゾーンの稼働年数を増加させることである。更に別の目的は、外部環境から、特に装置の加熱要素（例えば、炉）内部の汚染物質から、その境界が保護されるように、母材アセンブリを完全に密封する、本質的な清浄工程を提供することである。他の関連する目的は、製造工程中に母材への側方または横方向の力を防ぐこと、及び母材の湾曲を最小限に抑える、またはそれを除去することである。追加の目的は、ほぼ１００％の完成母材の収率を得ることである。

【課題を解決するための手段】
【０００８】
上述の目的を達成するために、加熱される目的物及び高温炉の加熱要素の両方を汚染物質から保護するための、可変封止が提供されている。封止は、距離で区別される、第１の支持リング及び第２の支持リングを備える。１つ以上の構成要素は、２つの支持リングの間の距離を制御する。耐熱性に優れたファブリック円筒体は、支持リングに取り付けられて、目的物が炉に出入りする所に配置されて、目的物の少なくとも一部を取り囲む。機構はファブリック円筒体のほぼ中心に係合して、１つ以上の構成要素が２つの支持リングの間の距離を減少させる際、ファブリック円筒体を閉じ、１つ以上の構成要素が２つの支持リングの間の距離を増加させる際、ファブリック円筒体を開き、それによって、ファブリック円筒体は、目的物の直径に関係なく、目的物の円周と連続的に接触する。
【０００９】
円周及び直径を有するガラス体からガラス母材を作製するシステムを、更に提供する。システムは、ガラス体を収容する第１の開口部、ガラス母材が出る第２の開口部、及びガラス体を加熱する加熱要素を有する加熱ゾーン、を画定する装置を含む。システムは、汚染物質からガラス体及び加熱要素の両方を保護するための可変封止も含む。封止は、距離で区別される、第１の支持リング及び第２の支持リングを備える。１つ以上の構成要素は、２つの支持リングの間の距離を制御する。耐熱性に優れたファブリック円筒体は、支持リングに取り付けられて、装置の第１開口部、第２開口部または両方の開口部に近接して配置されて、ガラス体の少なくとも一部を取り囲む。機構はファブリック円筒体のほぼ中心を結合させて、１つ以上の構成要素が２つの支持リングの間の距離を減少させる際、ファブリック円筒体を閉じ、１つ以上の構成要素が２つの支持リングの間の距離を増加させる際、ファブリック円筒体を開き、それによって、ファブリック円筒体は、ガラス体の直径に関係なく、ガラス体の円周と連続的に接触する。
【００１０】
また更に、円周及び直径を有する加熱される目的物、ならびに目的物が炉に出入りする高温炉の加熱要素の両方を汚染物質から保護する処理も提供される。処理は、以下の工程、（ａ）第１の支持リングと、距離によって第１の支持リングから分離される第２の支持リングと、中心を有し、第１の支持リング及び第２の支持リングに取り付けられている耐熱性に優れたファブリック円筒体と、ファブリック円筒体のほぼ中心に係合している機構と、を有する可変封止を提供することと、（ｂ）可変封止が目的物の少なくとも一部を取り囲むように、目的物が炉に出入りする場所に可変封止を配置することと、（ｃ）第１の支持リングと第２の支持リングの間の距離を制御することと、ならびに（ｄ）ファブリック円筒体が、目的物の直径に関係なく、第１の支持リング及び第２の支持リングを一緒に移動させることにより、目的物の円周と連続的に接触して、機構が、ファブリック円筒体をしっかり締めて、第１の支持リング及び第２の支持リングを移動させて離れるのを可能にし、機構が、ファブリック円筒体をゆるめるのを可能にするのを確実にすることと、を含む。
【００１１】
上述の一般的な説明及び以下の詳細な説明はどちらも例示であり、本発明を制限するものではないことを理解すべきである。
【００１２】
本発明は、添付の図面と共に読むと、以下の詳細な説明から最も深く理解される。一般的な慣行に従い、図面の種々の特徴は縮尺どおりではないことを強調する。反対に、様々な特徴の寸法を、明確化のために場合により拡大または縮小している。図面には、以下の図が含まれる。
【図面の簡単な説明】
【００１３】
【図１】従来の下向き線引き装置を示す。
【図２】ガラスの細長い構成要素を形成する上向き圧潰工程で使用される、装置の主要な

構成要素を示す概略図である。
【図３】本発明の一実施形態による、光学要素を製造するために使用されるガラス体の斜視側面図である。
【図４】例えば図１または図２の装置と組み合わせて使用され得る、可変封止の一実施形態を示す。
【図５】例えば図１または図２の装置と組み合わせて使用され得る、可変封止の別の実施形態を示す。
【図５Ａ】高温生地の細片を組み込んだ、例えば図１または図２の装置と組み合わせて使用され得る、可変封止の更に別の実施形態を示す。
【図６】更に完全な封止を形成するために筐体を組み込んだ、例えば図１または図２の装置と組み合わせて使用され得る、可変封止の更なる実施形態を示す。
【図７】図２に示す装置と組み合わせた、図４に示す可変封止の概略図であり、比較的大きなカラーの封止を示す。
【図８】図２に示す装置と組み合わせた、図４に示す可変封止の概略図であり、小さな直径の母材の封止を示す。
【図９】図２に示す装置と組み合わせて使用するとき、装置の劣化を回避する際の図４に示す可変封止の有効性を示すグラフである。
【発明を実施するための形態】
【００１４】
光ファイバの設計及び用途に関する応用科学及び工学技術の分野は、ファイバオプティックスとして公知である。光ファイバは、ガラス（シリカ）をヒトの毛髪よりもわずかに太い直径まで線引きすることにより作製された可撓性のある透明なファイバである。光ファイバはほとんどの場合、ファイバの２つの端の間に光を伝送させるために使用され、光ファイバ通信で広く使用され、より長い距離にわたる、かつワイヤケーブルよりも高い帯域幅（データ速度）の伝送を可能にする。ファイバは、信号が損失を低減した高容量のファイバに沿って進むために、金属ワイヤの代わりに使用される。さらにファイバは、金属ワイヤを悩ます問題である電磁界干渉の影響も受けない。ファイバは、照明にも使用され、ファイバスコープの場合のように、画像を伝達するために使用されて、そうして閉鎖空間で見ることを可能にするように、束でまとめられている。特別に設計されたファイバは、様々な他の用途（例えば、光ファイバセンサ及びファイバレーザー）でも使用される。
【００１５】
光ファイバは通常、屈折率がより低い透明クラッド材料に取り囲まれた透明コアを含む。光は、ファイバを導波路として機能させる内部全反射の現象によって、コアに保持される。多くの伝播路または横モードを支援するファイバは多モードファイバと呼ばれており、単一モードを支援するものは単一モードファイバと呼ばれている。
【００１６】
光ファイバは、通常、２つの別個の工程で作製される。最初にコアロッドが作成され、次に母材が、ロッドインチューブ（ＲＩＴ）工程もしくは気相堆積ロッドインシリンダ（ＲＩＣ）工程により、または別のオーバークラッド工程（例えば、外付気相堆積法（ＯＶＤ）工程）により作製される。次に作製された母材は、炉の内部で加熱され、光ファイバに線引きされる。光ファイバ母材を製造するための従来の工程及び装置は、２つの工程のうちの最初の工程を完了し、光ファイバＲＩＴオーバークラッド装置の提供を含む場合がある。
【００１７】
オーバークラッド装置は、立て旋盤、立て旋盤の各端に取り付けられるチャック、立て旋盤の両端の間を垂直に移動するための立て旋盤の往復台、往復台に取り付けられる酸素水素バーナー、往復台に取り付けられる炉、立て旋盤の端に提供される真空ポンプ、立て旋盤の端まで真空ポンプを接続するためのカプラ、ならびに往復台の垂直運動、酸素水素バーナーの流量及びチャックの回転を制御するための立て旋盤の外側のコントローラを含む。炉は、ガラス管でコアロッドをオーバークラッドするために、ガラス管を予熱または加

熱する。

【００１８】

実際に、母材の外径は、従来のＲＩＴオーバークラッド装置では９０ｍｍ以下に制限される。その制限は、酸水素バーナーでの非効率的な加熱により課される。更にハンドルは、最上端からコアロッドの重量に対し別個の支持を提供するために、（ＲＩＴオーバークラッドチューブと同じ長さの）シングルコアロッドに溶接されなければならない。これにより、２つの欠点（１）短いコアロッド材料を有効に使用することができないことによる、コアロッド材料の無駄、及び（２）特に酸水素トーチでの、ハンドルのコアロッドへの溶接によりもたらされ、エッチングされない場合（工程に対する更なる費用）、水酸化物の吸収に起因する特に１，３８３ｎｍでのファイバ減衰を増加させる可能性のある、コアロッドの表面上での表面水酸化物（ＯＨ）の取り込み、がもたらされる。

【００１９】

更に最近では、石英ガラス管、ロッドまたは圧潰したオフラインロッドインシリンダ（ＯＲＩＣ）の母材は、下端がストランドを軟化させて形成し始めるように、垂直配向の加熱ゾーンを含む装置（例えば、炉）に石英ガラス要素（例えば、円筒体、インゴットまたは非コラプスＲＩＣ）を入れることにより製造されている。そうしてストランドは、１セット以上の牽引ホイールを含む牽引装置に置かれる。ストランドの線引き速度は牽引ホイールの速度により制御され、それは形成ゾーンの温度もしくは粘性及びホイールにより支持されるストランドの重量に応じて、下向き力または上向き力を適用できる。形成は、成形型を使用せずに行われる。したがってストランドの寸法は、石英ガラス要素の供給速度、加熱ゾーンの温度及び牽引ホイールの速度により制御される。

【００２０】

従来のＯＲＩＣ工程で、合成高純度ガラス製の円筒体（通常、長さ３ｍ、外径約２００ｍｍ）は、高純度のガラスコアロッド上に圧潰させて、境界の間隙にて熱及び真空で光ファイバ母材を形成する。母材は通常、円筒体の元の直径よりも極めて小さい直径で、連続的に下向きに線引きされる。十分な真空は、境界の圧潰を容易にしかつ軟化したガラスを介してコアロッドの重量を支持するために、円筒体及びコアロッドの間の間隙に適用されなければならない。円筒体に対するコアロッドの移動を防ぐためには、真空が不可欠である。そうしないと、得られた母材のクラッド－コア比が歪むことになり、それから線引きされたファイバが必要な導波路仕様（例えば、カットオフ波長）を満たさなくなる。複雑で高価な母材の外径測定及びフィードバック制御は、下向き圧潰、延伸及び線引き工程でも必要とされ、このような制御でさえ、正確な母材形状（低い母材湾曲または歪み及び直径の変動を含む）、及びクラッド－コアの歪みのない導波路特性を達成することが困難である。下向き線引き工程でのこの固有の導波路の歪みの影響は、大部分は、溶融ガラス及び炉内の非付着コアロッドに作用する重力及び真空力に起因しており、外側クラッドガラスは、内部コアロッドガラスよりも高温で速く下向きに流れる。

【００２１】

図１は、米国特許第９，６７６，５０３号に開示されている、従来の下向き線引き装置１ｐを示す。装置は、中心開口部の周囲に一般的にリング構成に配置される、複数の封止要素２ｐを有する。細長い円筒状のガラス母材３ｐは、中心の開口内に突き出る。ガラス母材３ｐは、炉６ｐの垂直な中心孔５ｐの周囲に配置される、加熱要素４ｐによって加熱される。ガラス母材３ｐを加熱するためのこのような炉６ｐで、光ファイバ７ｐがガラス母材３ｐの下端から線引きされ得るまで、ガラス母材３ｐは加熱される。

【００２２】

光ファイバ７ｐの特性を強化するために、炉６ｐの内部が、光ファイバ７ｐの線引きの間、環境から密封されるのを確実にすることが必要である。炉６ｐの下部開口部８ｐは、不活性ガス１１ｐを使用して封止されている。不活性ガス１１ｐは、装置１ｐ周囲の種々の位置に配置されるガス注入口１０ｐを介して、炉６ｐ内に供給される。封止要素２ｐは、導入した不活性ガス１１ｐの大部分を下向きに流れるように誘導し、その結果、不活性ガス１１ｐがこの下部開口部８ｐを介して炉６ｐから流れ出るので、例えば、炉６ｐの周囲

を取り囲む空気が、下部開口部８ｐを介して炉６ｐの中に流入するのを防ぐ。あるいは、それは、炉６ｐの中心孔５ｐを通って上向きの流れを有することもできる。その場合、１つの代替例は、図１に示すものよりかなり低い位置で不活性ガス１１ｐを中心孔５ｐに導入することになり、炉６ｐの上部のガス注入口１０ｐは必要とは限らない。

【００２３】

封止要素２ｐは、チャンバ１３ｐ内に突出する部位１２ｐを備える、細長いプレートとして成形される。少なくとも封止要素２ｐの封止面１５ｐは、例えば、ガラスまたはグラファイトから製造され得る。実施態様に応じて、各封止要素２ｐは、それ自体のチャンバ１３ｐを有することができる、または、１つ以上の封止要素２ｐの部位１２ｐは、１つのチャンバ１３ｐ内に突出できる。流体は、注入口１４ｐを介してチャンバ１３ｐ（複数可）内に導入される。１つの代替例は、炉６ｐの内部に他の注入口１０ｐを介して、導入したのと同じ不活性ガス１１ｐを使用することである。いずれの場合でも、チャンバ１３ｐ（複数可）内に導入される流体は、チャンバ１３ｐ（複数可）の超過圧力を生じさせる。したがって、チャンバ１３ｐの封止要素２ｐの部位１２ｐに作用する圧力は、封止要素２ｐが配置される中心孔５ｐの圧力より高い。したがって、超過圧力は、中心孔５ｐの方へ封止要素２ｐを押圧して移動させ、その結果、図１の例で、各封止要素２ｐの封止面１５ｐがガラス母材３ｐと接触するようになる。

【００２４】

各封止要素２ｐが、他の封止要素２ｐとは別に正確に最適な位置に移動できるので、別個に移動できる複数の封止要素２ｐを使用することで、ガラス母材３ｐの周囲に効率的な封止を得ることができる。したがって、効率的な封止は、ガラス母材３ｐのすべての外側表面に沿って達成される。何らかの理由で、例えば、ガラス母材３ｐが完全な円形の断面を有しない場合でも、これは封止の有効性に影響しない。更に、起こり得る直径の変化は、封止要素２ｐが互いに独立して最適な位置へ移動するのが許容されるとき、小さいまたは大きい直径を有するガラス母材３ｐの場合のように補正されることもできる。流体圧の調節は、チャンバ１３ｐの超過圧力を増減するために使用することができ、その結果、封止要素２ｐの封止面１５ｐがガラス母材３ｐの外側表面に対して押圧される力は、調節され得る。このような調節によって、封止要素２ｐとガラス母材３ｐの間に適切な接触力を得ることができ、それにより、ガラス母材３ｐの表面が封止要素２ｐによって損傷を受けないことが確実になる。

【００２５】

従来の下向き線引きシステム及び工程では、元の円筒体またはクラッドサイズに近い外径を有する、最大の母材を製造するには大きな問題がある。かなりの量の良好な母材ガラスが工程の開始時及び終了時で無駄になってしまい、母材の形状及び導波性は、形状、クラッド対コア比、コア偏心率及び湾曲などのパラメータに関して要求される仕様から大きく離れる。したがって、従来の母材システム及び工程には明確な欠点がある。

【００２６】

本発明の実施形態によると、導波路（クラッド－コア）の歪みがほとんどなくかつ無駄及び費用を大幅に低減した、存在することが知られている最大外径及び長さを備える（すなわち、外径約２００ｍｍ（従来の外径は、約１５０ｍｍに制限される）、長さ約３ｍ、または元の円筒体もしくはクラッドとほぼ同じサイズ）の母材を生じる、装置及び上向き圧潰工程が提供される。従来の光ファイバ母材は、外径が９０～１５０ｍｍである。新式の上向き圧潰工程では、ＯＲＩＣクラッド内の積み重ねられたコアロッドが下方から支持されており（それで、コアロッドが圧潰工程でクラッドに対して移動しない）、ＯＲＩＣアセンブリ全体は、母材が、図２に示されかつ以下に記載されるように、炉に対して上に移動して、連続的に圧潰されて上向きに線引きされる。装置及び上向き圧潰工程は、（１）既知の最大オーバークラッド円筒体を用いた圧潰のみの工程で作製することができるので、既知の最大母材を製造し、（２）ほぼ１００％のオーバークラッド及び完成した（先端加工した）母材収率（無駄がほぼない）、ならびに統合したオンライン母材先端加工工程（加工時間及び加熱工程の節減）を含む、新式で簡略化した（例えば、オンライン測定ま

たはフィードバック制御）工程のために、費用が低減され、（３）可変かつ任意の長さに固定され、積み重ねられ、支持されたコアロッドによる本質的に低い導波路（クラッド－コア）の歪みのために、導波路の品質を改善し、（４）反応性ガス（例えば、ＳＦ６）が、境界の改善及びコアロッドＤ／ｄ比の低下（導波路コアに近い境界面）ために、最大約１大気圧（すなわち、真空を必要としない）で境界面に適用されるのを可能にする。

【００２７】

コアロッドのＤ／ｄ比は、（光が伝搬する）導波路コアの直径に対するコアロッドの外径の比であり、「Ｄ」はコアロッドの外径であり、「ｄ」は導波路コアの直径である。比は、コア容量の拡大を画定する際、ＲＩＴまたはＲＩＣ母材を使用して、光ファイバを製造する者にとって非常に重要である。コアロッドのＤ／ｄ比が減少すると、境界は導波路コアに近づき、これは、コアロッドに必要なガラスの相対量が減少する（一方、クラッド内のガラスの量を増加させる必要がある）ことを意味する。同様に、これは、同じコアロッド製造設備では、コアロッドを製造する能力（または、光ファイバコアに対する等価容量）は、おおよそＤ／ｄの２乗に比例する（例えば、Ｄ／ｄを３．３から２．３に低減させることにより、コア容量が倍増する）ことも意味する。しかし、コアロッドＤ／ｄを低減させることは、そこで指数関数的に増加する光パワー伝播のために、オーバークラッド材料の純度及び境界の品質に対し重大な問題を提示する。したがって、（例えば、ＳＦ６を用いた）境界での、より強力なガスエッチング、清浄及び乾燥工程が、低いコアロッドＤ／ｄで必要とされるだろう。要するに、より低いＤ／ｄ比（すなわち、境界がコアに近い）は、母材の製造者が（ａ）高額な投資なしにコア容量を容易に拡大すること、及び（ｂ）コアに近い屈折率を有するより複雑で進歩した光ファイバ設計を実現すること、を可能にする。

【００２８】

図２を参照すると、光ファイバ母材を製造する装置１０が示されている。装置１０は、垂直に配置されたフレーム１２を含む。底部から頂部に、フレーム１２は、下部開口端、予熱または下部絶縁ゾーン１４、加熱ゾーン１６、加熱後または上部絶縁ゾーン１７、加熱後冷却、アニール及びオーブンガスパージゾーン１８、ならびに下部開口端に対向する上部開口端を有する。加熱ゾーン１６は、加熱要素（通常、オーブンまたは炉）によって、好ましくは５００℃～２，３００℃、及び更に好ましくは１，０００℃～２，３００℃、及び更に最も好ましくは１，５００℃～２，３００℃の温度まで加熱されることができる。更に具体的には、加熱要素は環状の形状であることが好ましい。加熱要素は、フレーム１２の加熱ゾーン１６を形成するために、フレーム１２内またはその周囲に配置されることが好ましい。不活性ガスは、加熱要素の酸化を防ぐために、高温で加熱要素内に注入される。

【００２９】

図３を参照すると、ガラス体２０は、光ファイバ母材を製造するために使用される。ガラス体２０は、円筒状または管状の形状である。ガラス体２０は、第１または上端部２２から、対向する第２または下端部２４まで延在する、長さＬを有する。長手方向軸Ｘは、対向する第１の端部２２及び第２の端部２４の間に延在する。好ましくは、ガラス体２０の第１の端部２２及び第２の端部２４の両方は、直角切断端である。

【００３０】

ガラス体２０は、導波性光ファイバコアを含むガラスコアまたはコアロッド３０、及びコアロッド３０を取り囲むガラスクラッド３２からなることが好ましい。更に具体的には、コアロッド３０は、ガラス体２０の形状の中心に形成され、ガラス体２０の長さＬに沿って延在することが好ましい。クラッド３２は、ガラス体２０の長さＬに沿ってコアロッド３０を放射状に囲むように、コアロッド３０上に形成されることが好ましい。クラッド３２は、共通の中心線に沿って位置合わせした同軸配置で、コアロッド３０を取り囲んでいる。間隙３１は、最初はコアロッド３０とクラッド３２の間に存在する。クラッド３２は、外径「ＯＤ」を有する。

【００３１】

クラッド３２は、純粋な石英ガラスでもドープした石英ガラスでもよい。しかし、クラッド３２は、高純度の非ドープまたはドープした石英ガラスであることが好ましい。コアロッド３０は、適切な屈折率プロファイルを得るために、ドープ領域及び非ドープ領域を有するほぼ高純度な石英ガラスであることが好ましい。クラッド３２及びコアロッド３０はそれぞれ、任意の好適な方法（例えば、溶融石英、または内部蒸着、外部蒸着及び軸蒸着を含む、１つ以上の種類の化学蒸着（ＣＶＤ））によって形成されることができる。コアロッド３０の中心のコア材料は通常、母材から線引きされたファイバを通過する光信号の内部反射を可能にするために、周囲のクラッド３２内の材料の屈折率よりも大きい屈折率を有し、その結果、効率的な導波路がもたらされる。

【００３２】

図２に戻ると、第１のまたは頂部カラー４０は、クラッド３２の頂部に固定されている。頂部カラー４０をクラッド３２に固定する他の機構を使用することができるが、頂部溶接部４２が好適である。頂部カラー４０の外径は、クラッド３２の外径とほぼ同じ、またはそれよりも小さい。第２のまたは底部カラー４４は、クラッド３２の底部に固定されている。底部カラー４４をクラッド３２に固定する他の機構を使用することができるが、底部溶接部４６が好適である。底部カラー４４の外径は、クラッド３２の外径よりも小さい、またはほぼ同じのいずれかである。頂部カラー４０及び底部カラー４４は両方とも、中空の環状要素である。

【００３３】

積み重ねられたコアロッド３０は、クラッド３２の内部に配置され、次に、長いスペーサー５０の頂部に載置される短いスペーサー４８の頂部に載置される。上向き圧潰工程の後に長いスペーサー５０が母材に溶接されていないことを確実にするために、短いスペーサー４８は、長いスペーサー５０の頂部に提供されており、そうして、底部カラー４４から容易に取り出すことができる。長いスペーサー５０は、長いスペーサー５０の下方に位置する底部カラーホルダー及び真空ユニット５２により支持される。底部カラーホルダー及び真空ユニット５２は更に、底部カラー４４を、その名称が示すように保持しかつ支持している。母材アセンブリ（クラッド３２に固定された頂部カラー４０及び底部カラー４４と共に、ガラス体２０の積み重ねられたコアロッド３０及びクラッド３２を含む）ならびに底部カラーホルダー及び真空ユニット５２は最初に、オーブンガスパージゾーン１８の上方に位置する頂部カラーホルダー及び真空ユニット５４に入れられる（底部カラーホルダー及び真空ユニット５２ならびに頂部カラーホルダー及び真空ユニット５４は、装置１０が、装置１０のいずれかの端で、装置１０からガスを除去するか（すなわち、真空を作るか）、またはそれにガスを導入するかのいずれかを可能にする。頂部カラーホルダー及び真空ユニット５４は、頂部カラー４０を、その名称が示すように保持しかつ支持している）。次に、ガラス体２０は、加熱ゾーン１６に対し、更に具体的には加熱ゾーン１６の加熱要素に対して位置決めされ、加熱要素を通って上向きに移動する。底部カラーホルダー及び真空ユニット５２は、加熱ゾーン１６の下方に把持され、支持される。頂部カラーホルダー及び真空ユニット５４は、加熱ゾーン１６の上方に把持され、支持される。加熱工程を開始する前に、頂部溶接部４２（したがって、クラッド３２の頂部）は、最初に頂部溶接部４２への熱衝撃を回避するために、加熱要素の中心より所定の距離だけ下方に置かれる（「所定の」とは事前に決定されることを意味し、その結果、所定の特性は、何らかの事象の前に決定され（すなわち、選択され、または少なくとも知られ）なければならない）。例えば、この距離は約３５０ｍｍであり得る。

【００３４】

装置１０を使用して母材を製造する上向き圧潰工程を、図２を参照して説明する。ガラス体２０はフレーム１２を通過し、光学要素（例えば、光ファイバ母材）を形成するために加熱され、軟化され、引き延ばされる。更に具体的には、ガラス体２０の下端部２４は好ましくは、工程の開始時にフレーム１２に安定的な方法で配置され、それからガラス体２０は、フレーム１２を通って上向き（すなわち、従来の下向きとは反対の）方向に進む。フレーム１２で、ガラス体２０は、加熱ゾーン１６にてゾーンごとの方法で加熱される。

装置１０の底部に位置する底部カラーホルダー及び真空ユニット５２は、速度Ｖ１で移動し、装置１０の頂部に位置する頂部カラーホルダー及び真空ユニット５４は、速度Ｖ２で移動する。母材は、オーバークラッド間隙３１を圧潰して、コアロッド３０をオーバークラッド円筒体またはクラッド３２に融着させる、溶融による変形により、連続的に作製される（及び所望により、母材は、工程中に、頂部カラーホルダー及び真空ユニット５４ならびに底部カラーホルダー及び真空ユニット５２により印加される引っ張り力または圧縮力のいずれかにより、延伸させる／引き延ばすまたは縮める／圧縮することができる）。

【００３５】

一実施形態で、ガラス体２０は、２つの別個のガラス要素（積み重ねられたコアロッド３０及びクラッド３２）の同軸アセンブリである。更に具体的には、コアロッド３０は中実の円筒体ロッドの形態であり、クラッド３２は、積み重ねられたコアロッド３０を取り囲む中空のオーバークラッド円筒体（すなわち、ロッドイン円筒体アセンブリ）の形態である。同軸アセンブリにて、ガラスアセンブリが加熱ゾーン１６に入る前に、積み重ねられたコアロッド３０及びクラッド３２は一緒に融着されない。

【００３６】

ガラス体２０のこの実施形態の同軸アセンブリが、フレーム１２を通って上向きに進む際、コアロッド３０及びクラッド３２は、２つのガラス要素が軟化して融着するのに十分な所定の温度及び時間で加熱されて、一体化かつ固化したガラス体２０を形成する（「一体化」とは、追加の部分なしにそれ自体で完全なものである、単一部品または単一の一体化部を意味し、すなわち、部品は、別の部品と一体として形成された１つの一体型部品である）。更に具体的には、２つの部分からなるガラス体２０の連続する部分は、加熱ゾーン１６に接近し、加熱ゾーン１６で加熱され、クラッド３２及びコアロッド３０は、軟化し、軟化したクラッド３２は、コアロッド３０上に圧潰し、それと融着する。次に、少なくとも１つの、より好ましくは複数の「すぐに線引きできる」母材は、得られた一体型構造のガラス体２０からファイバに直接線引きされ得る。

【００３７】

好ましくは、ガラス体２０のこの実施形態の同軸配置は、５００℃～２，３００℃、更に好ましくは１，０００℃～２，３００℃、最も好ましくは１，５００℃～２，３００℃の温度に加熱されることができる。クラッド３２のコアロッド３０への軟化及び圧潰は、より好ましくは１，０００℃～２，２００℃、より好ましくは１，３００℃～２，０００℃、最も好ましくは１，６００℃～１，８００℃の温度で起きる。軟化して圧潰したクラッド３２の、軟化したコアロッド３０との融着は、好ましくは１，０００℃～２，２００℃、より好ましくは１，３００℃～２，２００℃、最も好ましくは１，６００℃～２，２００℃の温度で起きる。しかし、他の因子（例えば、ガラス材料の組成及びスループット）は、クラッド３２がコアロッド３０上に圧潰し、それらと融着する温度にも影響を及ぼすことを、当業者らは理解するであろう。

【００３８】

コアロッド３０とクラッド３２との間の融着境界面は、装置１０のいくつかの構成要素により清浄であることが保証される。例えば、両方ともに密閉された底部カラーホルダー及び真空ユニット５２ならびに頂部カラーホルダー及び真空ユニット５４は、上向き圧潰工程が真空で動作するのを可能にする。底部カラーホルダー及び真空ユニット５２ならびに頂部カラーホルダー及び真空ユニット５４は更に、母材アセンブリ（特に、境界面）を、加熱要素（例えば、炉）内の潜在的な汚染物質及び外部環境から隔離する。炉及び外部環境は、従来の工程の、特に汚染物の境界面への侵入を避けることが困難な真空開始工程中の、代表的な汚染源である。そのうえ反応性境界面処理ガスは、境界面を、エッチングし、清浄し、乾燥させるために使用することができる。

【００３９】

頂部溶接部４２が加熱ゾーン１６の中心の上方にあるとき、底部カラーホルダー及び真空ユニット５２の真空ポンプを作動させる（すなわち、オンにする）。このような起動は、矢印５６の方向に真空を引き、頂部カラー４０内の圧力を減少させ始める。頂部カラー４

０内の圧力が減少し終えるとき、クラッド３２の頂部は圧潰して、間隙３１は閉じて、クラッド３２は封止される、またはコアロッド３０と融着する。この段階で、真空は、底部カラーホルダー及び真空ユニット５２で送り込みを続ける一方、圧力が約１気圧に到達するまで、頂部カラー４０にガス（例えば、窒素ガスN_2）を裏で充填する。次に、頂部カラー４０を大気に接続する。

【００４０】

頂部カラーホルダー及び真空ユニット５４の真空ポンプを作動させて（すなわち、オンにして）、矢印５８の方向に真空を引くことができる。同様に、加熱ゾーン１６の加熱要素で使用されるガス（通常は不活性ガス（例えば、アルゴン、ヘリウムまたは最も一般的には窒素））のパージは、矢印６０の方向で加熱要素にガスを導入することにより達成され得る。ガスパージは、ガラス体２０の外側表面のすすの発生及び加熱要素の酸化を防ぐために、ガラス体２０の外側表面と加熱要素の表面の間で起こる。加熱要素の頂部でのガスパージは通常、工程の開始時から行われている。工程中または工程の後に、すすまたは他の堆積物が母材の表面に形成されないように、適切なパージ速度（例えば、９m^3／時間）を特定することが重要である。

【００４１】

上向き圧潰工程は、コアロッド３０の重量を支持する真空を必要としないので、コアロッド３０とクラッド３２の間の間隙３１の分圧（最大は大気圧まで、またはもう少し高い、通常、約１，１００ｍｂａｒ）も可能にする。したがって、反応性境界面処理ガス（例えば、六フッ化硫黄（SF_6、室温で取り扱いが安全である））は、任意の潜在的な境界面汚染（例えば、金属粒子または表面水酸化物（ＯＨ））をエッチングするために、境界面処理ガスの矢印６２の方向に高温圧潰の間に自由に適用することができる。六フッ化硫黄に加えて、他の好適な反応性境界面処理ガスとしては、酸素（O_2）、安全上の懸念が生じるであろうが塩素（Cl_2）、フッ素（F_2）、三フッ化窒素（NF_3）、四フッ化ケイ素（SiF_4）、四フッ化炭素（CF_4）、及びフルオロホルム（CHF_3）が挙げられる。母材境界面をエッチングし、清浄し、及び乾燥させるための反応性境界面処理ガスの使用は、境界面の改善、光ファイバ品質の改良（ファイバ破断、気泡、損失、またはエアラインの低減）、及びコアロッドのＤ／ｄ比の低下を生じさせる。

【００４２】

再度図２に戻ると、装置１０は、所望によりフレーム１２に取り付けられた把持システム８０を含んでもよい。好適な把持システム８０は、本出願の譲受人Ｈｅｒａｅｕｓ Ｔｅｎｅｖｏ ＬＬＣ&Ｈｅｒａｅｕｓ Ｑｕａｒｚｇｌａｓ ＧｍｂＨ&Ｃｏ．ＫＧによる２０１５年1月２２日出願の「Ｆｏｒｍａｔｉｏｎ Ｏｆ Ｅｌｏｎｇａｔｅｄ Ｇｌａｓｓ Ｃｏｍｐｏｎｅｎｔｓ Ｗｉｔｈ Ｌｏｗ Ｂｏｗ Ｕｓｉｎｇ Ａ Ｇｒｉｐｐｅｒ Ｄｅｖｉｃｅ」という名称の国際特許出願第ＰＣＴ／米国２０１５／０１２４７１号に、より完全に記載されている。一実施形態で、把持システム１０をフレーム１２に取り付けることにより、把持システム８０は装置１０に含まれる。

【００４３】

図２に示すように、装置１０は、デカルト座標系に沿って位置合わせされる。デカルト座標系（Ｘ、Ｙ、Ｚ）とは、３つのデカルト数値座標により３次元空間で独自に各位置を特定する座標系であり、それは、同じ長さの単位で測定されて３つの固定した互いに直交する線から位置までの符号付き距離である。各基準線は、系の座標軸または単に軸と称され、それらが交差する位置はその原点、通常３つの組（０、０、０）である。座標は、３つの軸上の点の正射影の位置としても定義され得て、原点からの符号付き距離として表される。

【００４４】

把持システム８０は、クランプ要素８２、及びクランプ要素８２を把持システム８０に取り付ける固定要素８４を含む。把持システム８０は、フレーム１２の長さに平行して、垂直に移動することがある（Ｚ方向として図２で画定）。固定要素８４は、クランプ要素８２のＸ方向及びＹ方向（すなわち、Ｘ－Ｙ面内の任意の位置）への並進運動を可能にする

（必要でも好ましくもないが、特に炉ではなくトーチが加熱要素である場合、回転を可能にするチャックシステムも使用され得る）。一実施形態で、固定要素８４は、アームの移動を制御するために、リニア軸受またはリニアレール、及びモータ（例えば、手動またはサーボモータ駆動）上に載置された一対のアームを含む、Ｘ－Ｙテーブルである。固定要素８４は更に低摩擦装置であり、その結果、外部の物体によりクランプ要素８２に印加される力は、クランプ要素８２が外部の物体に抵抗力を印加する代わりに、クランプ要素８２が固定要素８４に沿って歪められることをもたらす。

【００４５】

母材が形成されると、把持システム８０は、クランプ要素８２を移動させて、底部カラー４４または（図２に示すような）底部カラーホルダー及び真空ユニット５２に接触させることにより、取り付けられ得る。クランプ要素８２は、好ましくは母材に接触すべきではない。底部カラー４４を損傷させることなく、クランプ要素８２が下部カラー４４の周りにしっかりと適合するように、クランプ要素８２は、底部カラー４４の逆の形状を有する凸領域を有するようにサイズ設定されてもよい。クランプ要素８２は、底部カラー４４または底部カラーホルダー及び真空ユニット５２の外側表面のすべてまたは（図２に示されるような）一部のみに接触する場合がある。代表的な実施形態で、クランプ要素８２は、高温圧縮性材料（例えば、ケイ酸カルシウム、アスベスト、圧縮ガラスまたはセラミックファイバ（例えば、ロックウール））、または高温ゴム（例えば、シリコーンまたはフルオロポリマーエラストマー）で作製され得る。

【００４６】

底部カラー４４または底部カラーホルダー及び真空ユニット５２の中心を決定して、次にクランプ要素８２を移動させて、Ｘ方向の中心に位置合わせすることにより、クランプ要素８２は最初に、底部カラー４４または底部カラーホルダー及び真空ユニット５２の中心に位置合わせされる。いくつかの実施形態で、クランプ要素８２は、底部カラー４４または底部カラーホルダー及び真空ユニット５２の推定中心、例えば、所望の移動経路に基づく予想される中心に位置合わせされてもよい。他の実施形態で、クランプ要素８２を底部カラー４４または底部カラーホルダー及び真空ユニット５２により正確に位置合わせするために、装置１０は、底部カラー４４または底部カラーホルダー及び真空ユニット５２の中心に位置することができる検知要素、ならびに検知要素の出力から中心を決定するためのコンピュータを更に含んでもよい。検知要素は、１つ以上のレーザー装置、カメラ／ビジョンシステム、または機械的接触（ダイヤルインジケータ）システムを含んでもよい。代表的な実施形態で、検知要素は、把持システム８０に取り付けられてもよい、または把持システム８０の外部に、例えばフレーム１２に取り付けられてもよい。別の実施形態で、検知要素、例えばカメラは、把持システム８０及びフレーム１２の両方の外部にあってもよい。把持システム８０は、位置ずれを防止するための更なる構成要素を含むので、把持システム８０が、底部カラー４４または底部カラーホルダー及び真空ユニット５２の中心と完全に位置合わせする必要はない。

【００４７】

クランプ要素８２が位置合わせされると、クランプ要素８２は、Ｘ方向の固定要素８４の移動により、底部カラー４４または底部カラーホルダー及び真空ユニット５２と接触する。固定要素８４は、任意の好適な機構、例えばＸ－Ｙテーブルの一対のアームを制御するために使用されるモータにより移動してもよい。固定要素８４が低摩擦装置なので、クランプ要素８２が、中心に正しく位置合わせされていない状態で、底部カラー４４または底部カラーホルダー及び真空ユニット５２に取り付けようと試みられる場合、底部カラー４４または底部カラーホルダー及び真空ユニット５２のクランプ要素８２を押す力は、底部カラー４４または底部カラーホルダー及び真空ユニット５２を移動させる代わりに、クランプ要素８２を位置合わせした位置に移動させる。固定要素８４は、クランプ要素８２が底部カラー４４または底部カラーホルダー及び真空ユニット５２に取り付けられると、クランプ要素８２の動きを防止するために係合及び取り外しされ得る係止機構を更に含んでもよい。クランプ要素８２が位置に移動する間、係止機構は解かれているので、クランプ

要素８２は、クランプ要素８２に印加される任意の更なる力で依然として位置がずれているが、モータで移動してもよい。クランプ要素８４が底部カラー４４または底部カラーホルダー及び真空ユニット５２に接触すると、係止機構が係合されて、Ｘ－Ｙ面のクランプ要素８２の更なる移動を防ぐ。

【００４８】

位置ずれを検出するために、一実施形態で、クランプ要素８２を底部カラー４４または底部カラーホルダー及び真空ユニット５２に取り付ける工程中に生じる反力を感知して反力を測定するために、把持システム８０は、ロードセル６８などの力検知装置を更に含む。ロードセルは、クランプ要素８２、各ロードセルの歪みゲージ（図示せず）に印加された力を、電気信号に変換する変換器である。次に、電気信号は測定され、それは歪みゲージに印加される力に相関する。代表的なロードセルとしては、油圧ロードセル、空気圧ロードセル、及び歪みゲージロードセルが挙げられる。クランプ要素８２が、底部カラー４４または底部カラーホルダー及び真空ユニット５２の中心に適切に位置合わせされないならば、反力は、クランプ要素８２が適切に位置合わせされる場合より大きいだろう。力検知装置を用いて反力を測定することにより、底部カラー４４または底部カラーホルダー及び真空ユニット５２の移動をもたらすのに十分な力を、クランプ要素８２が底部カラー４４または底部カラーホルダー及び真空ユニット５２に印加する前に、位置ずれは検出及び補正され得る。一実施形態では、力検知装置は、低摩擦の固定要素８４と共に使用されてもよく、クランプ要素８２が固定要素８４上を位置合わせされた位置まで移動するのを可能にするために、クランプ要素８２が底部カラー４４または底部カラーホルダー及び真空ユニット５２に取り付けられる速度が、予想よりも大きい反力に応答して遅い。代表的な実施形態で、クランプ要素８２は、約５０ｍｍ／分～約１００ｍｍ／分の範囲の速度で、底部カラー４４または底部カラーホルダー及び真空ユニット５２に向かって移動し得る一方で、いかなる位置ずれも力検知装置で検出されないが、速度は、位置ずれが検出される場合、約１０ｍｍ／分～約２５ｍｍ／分に低減した。他の用途で、クランプ速度は、これらの範囲を超えてもよい。

【００４９】

要約すれば、把持システム８０は、母材アセンブリ重量（約３５０ｋｇ以上であり得る）を支持するのに役立ち、従来の完全接触プーラーホイールシステムに取って代わる。把持システム８０は、正確な位置合わせ及び母材の形状の制御ならびに母材先端加工工程のための、水平（Ｘ－Ｙ）面で母材を作製するために使用されたガラス体２０の浮動位置決め、及び垂直（Ｚ）方向の正確な直線移動を可能にする。特に、把持システム８０が組み込まれるとき、装置１０は、母材の側方または横方向の力を回避し、それにより母材の湾曲を最小限に抑え、あるいはそれを除去する。ロードセルを使用して加熱中のガラスの挙動を監視することができ、物理学（質量の保存）を使用して、寸法を正確に制御することを可能にする（従来のオンライン測定及びフィードバック制御の費用を削減する）。

【００５０】

コントローラは、２つの構成要素の間のデータの流れを管理または指示する（すなわち、通信を容易にする）ハードウェア装置またはソフトウェアプログラムである。装置１０は、コントローラ８８を含む。コントローラ８８は、例えば、ロードセル６８、把持システム８０、頂部カラーホルダー及び底部カラーホルダーならびに真空ユニット５２、５４、ならびに真空及び処理ガスシステムからのデータを取得する能力、ならびに装置１０の他の構成要素及び関連する上向き圧潰工程を制御するそのデータを使用する能力を提供する。コントローラ８８は、当業者に周知の方法で、最適な加熱及び移動処理工程を効率的に保証するために、予め設定された制御プログラムまたはルーチンをプログラムしている。更に具体的には、コントローラ８８は、例えば、速度Ｖ１及びＶ２、ガスの流速、ならびに真空ポンプの圧力を画定することができる。コントローラ８８は、製造のための堅固で再現可能な「ワンボタン」の自動化工程を保証するのに役立つ。

【００５１】

本発明の別の実施形態で、可変封止１００は、ガラス円筒体が高温炉に入るまたはそれか

ら出る、ガラス円筒体の周囲に提供される。可変封止１００は、ガラス円筒体の直径の比較的大きな変化に適応することができ、このような適応は、他の装置で実現するのが困難である。他の装置は、約１０ミリメートルの直径の違いに適応できるだけである。可変封止１００は、１５０ミリメートル以上の直径の違いに適応できる。他の装置が、直径の限定されたセットの周囲をしっかり封止するだけであるのに対して、可変封止１００は、その範囲のいかなる直径の周囲にもぴったりした遮蔽を得る。

【００５２】

可変封止１００の一実施形態を図４に示す。図示するように、可変封止１００は、少なくとも１つのエアシリンダ１１４によって、好ましくは複数のエアシリンダ１１４によって接続される、上部支持リング１１０及び下部支持リング１１２を備える。金属が好ましいが、任意の好適な材料も、上部支持リング１１０及び下部支持リング１１２を作製するために使用できる。更に、任意の好適な数のエアシリンダ１１４で十分であり得るが、３つのエアシリンダ１１４を示す。また更に、様々なエアシリンダ１１４で十分であるが、複動式エアシリンダ１１４はうまく機能する。

【００５３】

上部支持リング１１０と下部支持リング１１２との間の距離は、各エアシリンダ１１４と関連するエアシリンダ延長棒１１５を、対応するエアシリンダ１１４の本体に出し入れすることによって変えることができる。エアシリンダ１１４の本体は、下部支持リング１１２に接続している。エアシリンダ延長棒１１５は、下部支持リング１１２の穴１１６を通って延在して、通常（しかし、必ずしも必要ではない）締結具１１８を使用して、上部支持リング１１０に取り付けられる。

【００５４】

可変封止１００は、上部圧縮空気マニホールド１２０及び下部圧縮空気マニホールド１３０を備える。エアシリンダ延長棒１１５の動きは、圧縮空気を上部圧縮空気マニホールド１２０または下部圧縮空気マニホールド１３０に入れることによって制御される。上部圧縮空気マニホールド１２０は、上部マニホールド接続部１２２を介してエアシリンダ１１４の本体の上端に接続しており、下部圧縮空気マニホールド１３０は、下部マニホールド接続部１３２を介してエアシリンダ１１４の本体の下端に接続している。空気（または、別の適切な流体）は、上部ポート１２４を通して上部圧縮空気マニホールド１２０に送られ、空気（または、別の適切な流体）は、下部ポート１３４を通して下部圧縮空気マニホールド１３０に送られる。上部圧縮空気マニホールド１２０に圧縮空気を送達することによって、上部支持リング１１０及び下部支持リング１１２を近づかせる。下部圧縮空気マニホールド１３０に圧縮空気を送達することによって、上部支持リング１１０及び下部支持リング１１２を離れさせる。

【００５５】

耐熱性に優れたファブリック円筒体１４０は、上部支持リング１１０及び下部支持リング１１２に取り付けられる。任意の好適な接着機構で十分であるが、取り付けは、（ａ）上側クランプリング１２６と上部支持リング１１０の間、及び（ｂ）下部クランプリング１２８と下部支持リング１１２との間、の両方とファブリック円筒体１４０を留めることによりなされ得る。ファブリック円筒体１４０は、ファブリックの円筒からなる。多くの異なるファブリックを、円筒を形成するために使用できる。光ファイバ母材または光ファイバを製造する工程（高温炉を使用する）で、使用するファブリックは、これらの温度に耐えることができなければならない。織布シリカファブリックまたはカーボンファイバのファブリックが、これらの条件の下で使用できる。更により高温での露出のために、アルミノケイ酸ファブリックを使用することも可能である。

【００５６】

ファブリック円筒体１４０を閉じる傾向がある（付勢する）コイルばね１５０は、ファブリック円筒体１４０のほぼ中心の周辺で延伸する。ばね１５０の伸びた長さは、ファブリック円筒体１４０のほぼ円周として予め設定される。ばね１５０の伸ばされていない長さは、可変封止１００が封止しようとするガラス円筒体の最小円周にほぼ等しいと予め設定

される。ばね１５０の張力は通常、例えば約９ニュートン（２ポンド）と１８ニュートン（４ポンド）の間である。上部支持リング１１０及び下部支持リング１１２が互いに向かって移動するとき、ばね１５０はファブリック円筒体１４０を閉じる傾向がある。上部支持リング１１０及び下部支持リング１１２が互いから離れるとき、ファブリック円筒体１４０は開いて、ばね１５０を引っ張る。

【００５７】

図５に示す、可変封止１００の別の実施形態にて、ばね１５０は、定力リトラクタ１６２に取り付けられる一端及びポストまたはクランプ１７２に固定される他端を備える、ファブリック円筒体１４０に巻かれるケーブル１６０を含むシステムによって置き換えられる。定力リトラクタ１６２は、第１の支持棒１６４を上下に摺動させることができる。第１の支持棒１６４は第１の拡張プレート１６６上に載置され、それにより、下部支持リング１１２の外周に近接して、下部支持リング１１２に締結具１６８によって固定される（だが、通常、必ずしも必要ではない）。

【００５８】

同様に、クランプ１７２は、第２の支持棒１７４を上下に摺動させることができる。第２の支持棒１７４は第２の拡張プレート１７６上に載置され、下部支持リング１１２の外周に近接して、下部支持リング１１２に締結具１７８によって固定される（だが、通常、必ずしも必要ではない）。好ましくは、定力リトラクタ１６２及びクランプ１７２は、ファブリック円筒体１４０の両側の互いの真向かい（１８０度離れている）に位置する。第１及び第２の拡張プレート１６６、１７６は、下部支持リング１１２と実質的に同じ水平面にある（それは、図２に示す座標系のＸ－Ｙ面に延在する）。第１及び第２の支持棒１６４、１７４の垂直または長手方向軸は、下部支持リング１１２の垂直または長手方向軸と平行であり、それからずれている（これらの長手方向軸は、図２に示す座標系のＺ方向に延在する）。

【００５９】

定力リトラクタ１６２のリニア軸受は、定力リトラクタ１６２が第１の支持棒１６４を上下に摺動させるのを更に容易にする。同様に、クランプ１７２のリニア軸受は、クランプ１７２が第２の支持棒１７４を上下に摺動させるのを更に容易にする。したがって、上下の支持リング１１０、１１２の間の距離が変化する際、リニア軸受は、閉鎖システムがファブリック円筒体１４０の中心の動きに続くのを更に容易にする。

【００６０】

定力リトラクタ１６２が作動するとき、定力リトラクタ１６２は、定力リトラクタ１６２の方にケーブル１６０を引っ張り、それにより、ファブリック円筒体１４０の周囲にケーブル１６０をぴんと張らせる。定力リトラクタ１６２の好適な張力は、約４．５ニュートン（１ポンド）～２２ニュートン（５ポンド）である。最も好適な張力は、約９ニュートン（２ポンド）～１３ニュートン（３ポンド）である。定力リトラクタ１６２がケーブル１６０を解くとき、ケーブル１６０はファブリック円筒体１４０の周囲でゆるむ。

【００６１】

図５Ａに示す、可変封止１００の別の実施形態で、高温生地１４２のバンド１４２は、ファブリック円筒体１４０の外側に取り付けられ、その結果、バンド１４２の中心線は、ばね１５０がファブリック円筒体１４０を取り囲むファブリック円筒体１４０の中心線と一致する。バンド１４２は、生地で作製されてもよい。更に具体的には、バンド１４２は、５０～７０mmの幅広の編まれた高温テープでもよい。バンド１４２の目的は、ばね１５０による摩耗からファブリック円筒体１４０を保護することである。バンド１４２が摩耗の徴候を示すとき、バンド１４２を交換できる。

【００６２】

図５Ａで更に示すように、ばね１５０がファブリック円筒体１４０を囲む所でベルト１４４の中心線がファブリック円筒体１４０の中心線と一致するように、ベルト１４４はファブリック円筒体１４０の内部に取り付けられる。ベルト１４４は、生地で作製されてもよい。更に具体的には、ベルト１４４は編まれた高温テープでもよい。ベルト１４４は、そ

の上端で取り付けられるだけである。使用中、ベルト１４４は、ファブリック円筒体１４０とファブリック円筒体１４０を通過するガラス円筒体の間に入り込むことはできず、折り畳まれる、またはこの境界の周囲の下に押し込まれる。ベルト１４４の目的は、ファブリック円筒体１４０とガラス円筒体の間の封止を改善して、更にガス流を制限することである。

【００６３】

また更に図５Ａに示すように、石英ガラスウールのリング１４６は、おおよそばね１５０の位置で、ファブリック円筒体１４０の内部に取り付けられる。リング１４６の断面直径は約５０ｍｍであり、リング１４６は、ファブリック円筒体１４０の内部円周の周囲に非常にゆるく、ほんの数箇所で取り付けられる。また、リング１４６の目的は、封止を改善することである。使用中、リング１４６は、ファブリック円筒体１４０とファブリック円筒体１４０を通過するガラス円筒体の間で圧縮されて、封止を改善するのを助ける。

【００６４】

バンド１４２、ベルト１４４及びリング１４６の３つすべては、図５Ａに示すように一緒に使用できる。あるいは、バンド１４２、ベルト１４４及びリング１４６は別個に使用され得る。他の変形例は、３つの構成要素のうちの２つの異なる組み合わせを使用する。

【００６５】

図４に示す可変封止１００の実施形態、及び図５Ａに示す可変封止１００の実施形態は、付勢ばね１５０を含む。図５に示す代替的実施形態は、ケーブル１６０、定力リトラクタ１６２及びクランプ１７２を含む。両方の実施形態は、アコーディオンのように互いの方にそしてそれから離れる方に移動する上部及び下部支持リング１１０、１１２で、ファブリック円筒体１４０を締めたりゆるめたりする。他のシステムは、ファブリック円筒体１４０を締めたりゆるめたりするために使用できる。そのうえ、図４、図５及び図５Ａに示す実施形態は、図示するように独立して、または互いにもしくは他の締めつけ及びゆるめシステムと組み合わせて使用できる。

【００６６】

可変封止１００の主な目的は、装置１ｐ、１０の開口端からのガス流を最小限に抑えることである。多くの場合、上述の可変封止１００は、その目的を達成するのに十分である。しかし、更に完全な封止が要求される場合、ファブリック円筒体１４０、及び可変封止１００の関連要素（例えば、上部及び下部支持リング１１０、１１２）は、図６に示すような円筒状の「容器」または筐体１８０によって取り囲まれて、その中に入れられることができる。図６は、図４に示す可変封止１００の実施形態と組み合わせて使用される筐体１８０を示す。もちろん、筐体１８０は、図５に示す可変封止１００の実施形態と組み合わせても使用できる（適切な修正をしたうえで）。金属が好ましいが、任意の好適な材料を筐体１８０を作製するために使用できる。

【００６７】

図６に示すように、上部支持リング１１０が筐体１８０の内部を上下に移動できるように、筐体１８０は下部支持リング１１２だけに取り付けられる。筐体１８０は、通常（だが、必ずしも必要ではない）複数の締結具１８２を使用して下部支持リング１１２に取り付けられる。ガスは、大気より高い圧力で筐体１８０内に供給されて、装置１ｐ、１０からのガス流を更に最小限に抑えることができる。ガスは、図示するように、１つのポート１８４を通して供給されることができる、または筐体１８０の円周の周囲の複数の位置のガスを送るマニホールドを通して供給されることができる。

【００６８】

筐体１８０に供給されるガスは、好ましくは不活性である。不活性ガスは、酸素が装置１ｐ、１０にその開口部で入るのを防ぐ。不活性ガス流は、常に大気圧より高く、装置１ｐ、１０内部の圧力を維持する。

【００６９】

上述の実施形態で、可変封止１００は、上部支持リング１１０に対して一端で及び下部支持リング１１２に対してその対向端部で取り付けられた、ファブリック円筒体１４０を含

む。ファブリック円筒体１４０の中心の周囲に、ファブリック円筒体１４０を閉じる傾向の機構がある。図４及び図５Ａに示すように、機構は、ファブリック円筒体１４０の周囲で伸びるコイルばね１５０であり得る。ばね１５０の伸ばされていない長さは、封止が要求されている、ガラス円筒体の最小円周にほぼ等しいと予め設定される。機構は、クランプ１７２に対して一端で及び定力リトラクタ１６２に対して他端で取り付けられる、ケーブル１６０でもあり得る。

【００７０】

上部支持リング１１０と下部支持リング１１２の間の距離は、１つの支持リングを他に対して動かすことにより制御され得る。いくつかの異なる構成要素は、上部支持リング１１０と下部支持リング１１２の間の距離を調節するために使用できる。上述のエアシリンダ１１４、エアシリンダ１１４の本体から延在し、その中に引っ込むシリンダ延長棒１１５、及び圧縮空気マニホールド１２０、１３０は、部分的には好ましい。それは、エアシリンダ１１４に対する高圧空気供給源が、次にコントローラ８８によって指示を受ける、電磁弁及び調整器のシステムにより制御され得るからである。空気をエアシリンダ１１４の適切な端に適用することによって、上部支持リング１１０と下部支持リング１１２の間の距離は、制御された方法で増減され得る。エアシリンダ１１４の利点は、とても迅速に作動するということである。

【００７１】

上部支持リング１１０と下部支持リング１１２との間に間隔を制御するために使用できる代替の構成要素は、ねじジャッキである。この変形例にて、被動ウォームねじは、上または下に平行移動して、可動プレートを運搬する、ねじ棒を動かす。可動プレートは、固定した他のプレートを備える上部支持リング１１０または下部支持リング１１２のいずれかであり得る。２つのねじジャッキが使用される場合、上部支持リング１１０及び下部支持リング１１２は、それらの協調する移動によって可動性であり得る。

【００７２】

上部支持リング１１０と下部支持リング１１２との間の距離が増加する際、ファブリック円筒体１４０は開いて、ファブリック円筒体１４０の周囲のばね１５０は引っ張られる、またはより多くのケーブル１６０は定力リトラクタ１６２から引き出される。上部支持リング１１０と下部支持リング１１２の間の距離が減少するとき、ばね１５０またはケーブル１６０はファブリック円筒体１４０を引っ張って閉じさせる。動作中、ガラス円筒体がファブリック円筒体１４０を通過した状態で、ばね１５０またはケーブル１６０の動作は、封止を作成する、ガラス円筒体の円周に対してファブリック円筒体１４０を押圧する。上部支持リング１１０と下部支持リング１１２との間の距離を変化させることによって、ガラス円筒体の直径が変化するときでも、封止を維持できる。可変封止１００を使用して、封止は、約５０ｍｍ～２１０ｍｍで変化するガラス円筒体の直径のために維持されることができる。封止の範囲は、上部支持リング１１０及び下部支持リング１１２の直径の適切な変化、ファブリック円筒体１４０の直径の変化、ならびにファブリック円筒体１４０の高さの変化により、修正され得る。

【００７３】

図７及び図８は、可変封止１００の適用の可撓性、調整力及び範囲を示す。上向き圧潰工程を使用して光ファイバ母材を製造するための図２に示す装置１０と組み合わせて使用されるように、図７及び図８は、図４に示す可変封止１００の実施形態を特に示す。図７は、比較的大きな頂部カラー４０に対する封止を提供する、封止１００を示す。図８は、比較的小さい直径の母材（すなわち、圧潰され、引っ張られたガラス体１９０）に対する封止を提供する、封止１００を示す。図７及び図８のそれぞれで、封止１００及び装置１０の組み合わせは、システム２００を形成する。

【実施例】

【００７４】

図９に関して、以下の実施例は、本発明の全体的な本質をより明確に示すために含まれる。この実施例は、本発明の例示的なものであり、本発明を限定するものではない。図９は

、装置１０、特に加熱ゾーン１６（図１に示す装置１ｐの炉６ｐに対応する）の劣化の可変封止１００の効果を示すグラフである。上向き圧潰装置１０の加熱ゾーン１６を作製する加熱要素は、グラファイトで作製されている。動作中、酸素が装置１０内への流入を許される場合、グラファイトは酸化して、加熱ゾーン１６の、したがって装置１０の寿命に負の影響を及ぼす加熱ゾーン１６の壁の厚さは減少する。この劣化は、動作中、加熱ゾーン１６の電圧を使用して監視することができる。電圧が一定の電力で増加する場合、これは、加熱ゾーン１６が酸化していることを意味する。

【００７５】

図９は、３つの異なる実行の間の加熱ゾーン１６の電圧のグラフを示す。最下部のグラフに反映される１つの実行で、可変封止１００は使用されなかった。この実行の一定電流の位相の間、加熱ゾーン１６の電圧は安定して増加した。中間のグラフに反映される第２の実行で、可変封止１００は適所にあったが、実行の途中まで完全には閉鎖していなかった。この場合の電圧は、可変封止１００が完全に閉じた位置まで、安定して増加した。この時点から、電圧は一定した。一番上のグラフに反映される第３の実行で、可変封止１００は適所にあって、実行の全体の間、閉じていた。加熱ゾーン１６の電圧は、この実行の間、基本的に一定のままで、加熱ゾーン１６のグラフ加熱要素がほとんど劣化を被らなかったことを示している。

【００７６】

世界中の接続機器、クラウドサービス、５Ｇ（第５世代のモバイルネットワークまたは第５世代のワイヤレスシステム（それは、モバイル通信規格の主要段階を示す））、及びＩｎｄｕｓｔｒｙ４．０（または、第４次産業革命、サイバーフィジカルシステム、モノのインターネット及びクラウドコンピューティングを含む製造技術の自動化及びデータ交換の最近の傾向）、ならびに他の進歩は、帯域幅への指数関数的に増加する需要を加速させている。したがって、光ファイバの製造業者は、それらの生産高及び生産性を上昇させなければならない。次世代の光ファイバ製造にて、高速で線引きされる非常に大きな母材が必要とされる。特に上向き圧潰装置１０を含むシステム２００の一部としての可変封止１００の成果は、それらの要求を満たす。

【００７７】

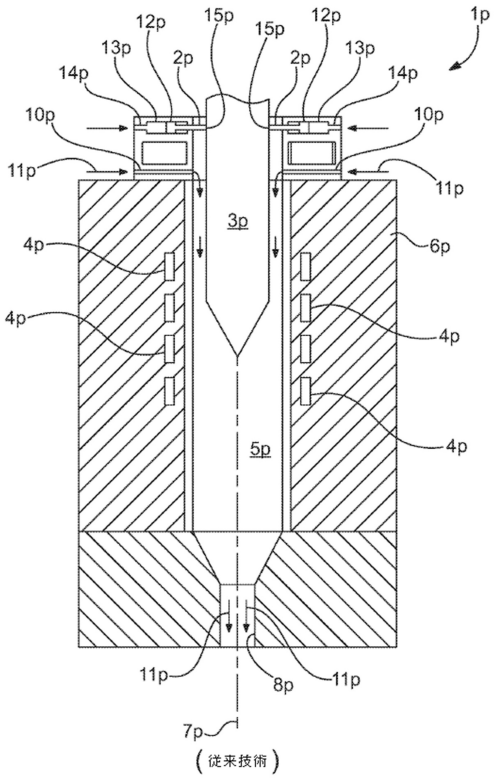
可変封止１００は、大きな直径範囲にわたって基本的に無限に様々な封止直径に適合する。可変封止１００は、目的物の周囲の多種多様な加熱炉の上部及び底部を封止するために使用することができる。更に具体的には、可変封止１００は、光ファイバ線引きタワーの最上部、及びガラス母材を加熱して、光ファイバを線引きするために使用する他の装置を封止するために使用できる。可変封止１００が母材及びハンドルで異なる直径を有するプレフォームを使用する高い自由度を可能にするので、母材の顧客は可変封止１００から利益を得る。これによって、光ファイバ製造業者が顧客の工程での収率を改善する母材を生産するのが可能になる。

【００７８】

本発明の好ましい実施形態の前の記述は、特許請求の範囲によって定義される本発明を制限するというよりは、例示として取られるべきである。容易に理解されるように、上述の特徴の多数の変形及び組み合わせは、特許請求の範囲に記載されるような本発明を逸脱しない範囲で利用できる。そのような変形は、本発明の趣旨及び範囲から逸脱するとはみなされず、すべてのそのような変形は、以下の特許請求の範囲内に含まれることが意図される。例えば、広くこの文書で詳述されるすべての範囲が、それらの範囲内に、より広い範囲内に属するすべてのより狭い範囲を含むことがはっきりと意図されている。当業者であれば理解するように、本プロセスに含まれる特定の工程は省略できる、特定の追加工程を加えることができる、及び工程の順序は示した順番から変えることができることも明確に意図されている。

【図面】

【図１】



【図２】

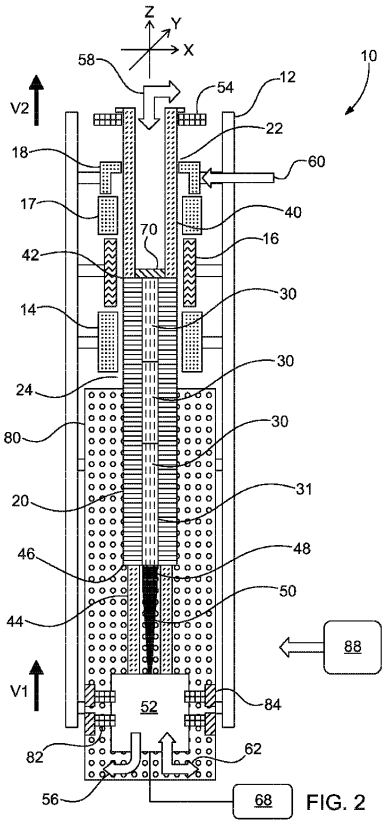


FIG. 2

【図３】

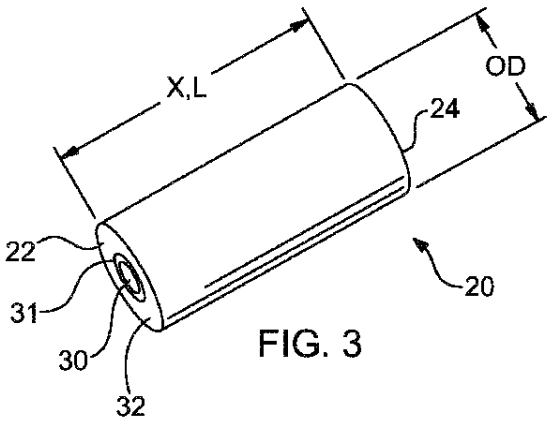


FIG. 3

【図４】

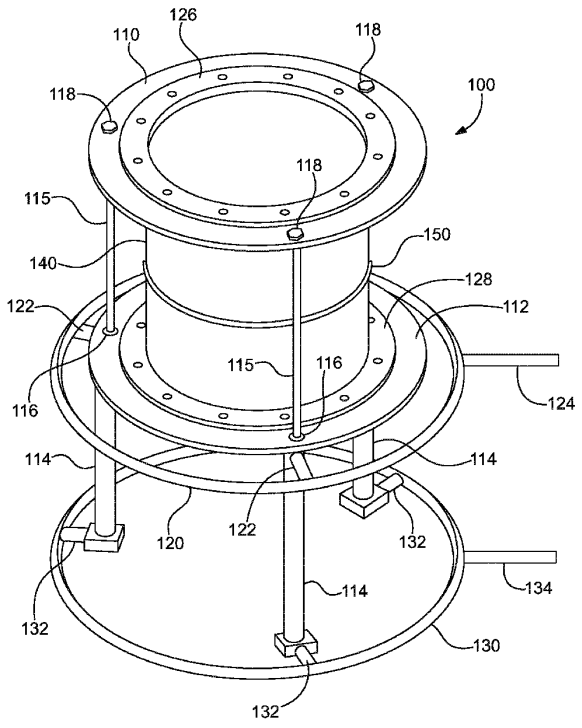


FIG. 4

【図５】

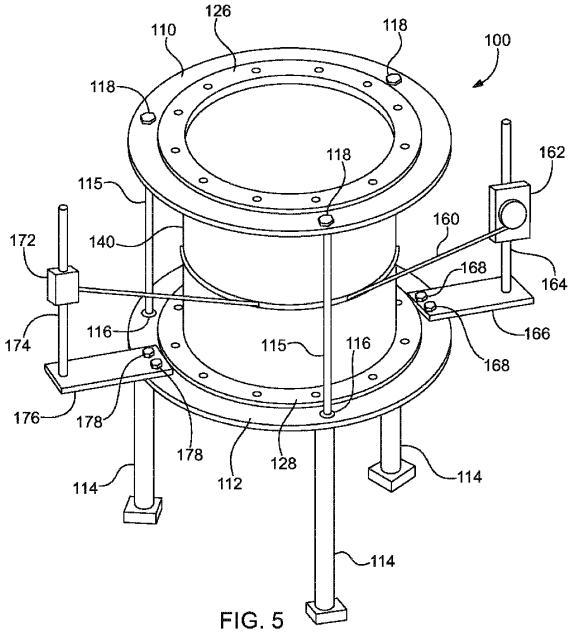


FIG. 5

【図５Ａ】

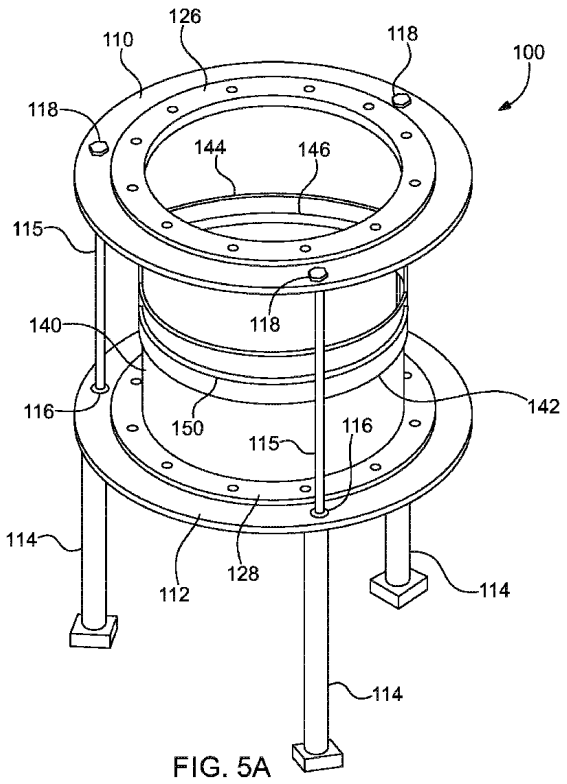


FIG. 5A

【図６】

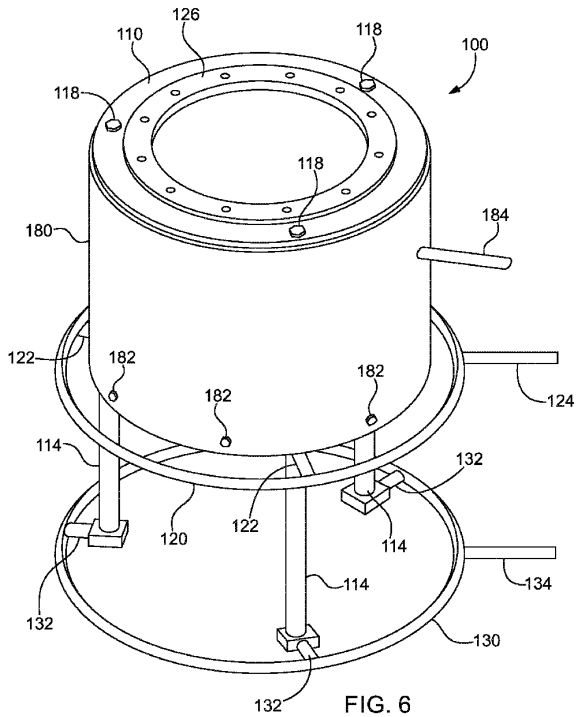


FIG. 6

【図７】

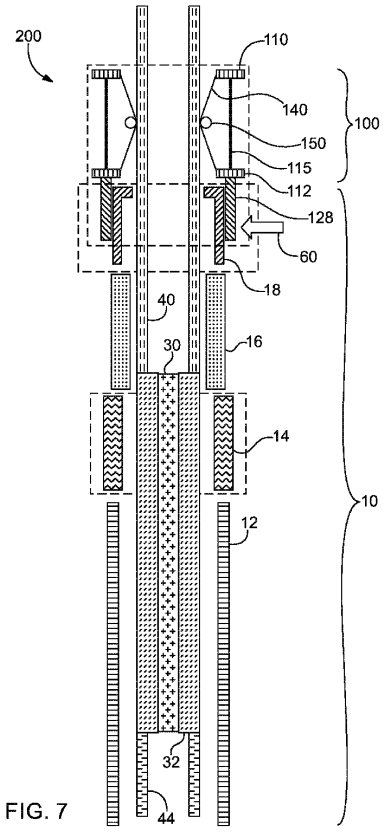


FIG. 7

【図８】

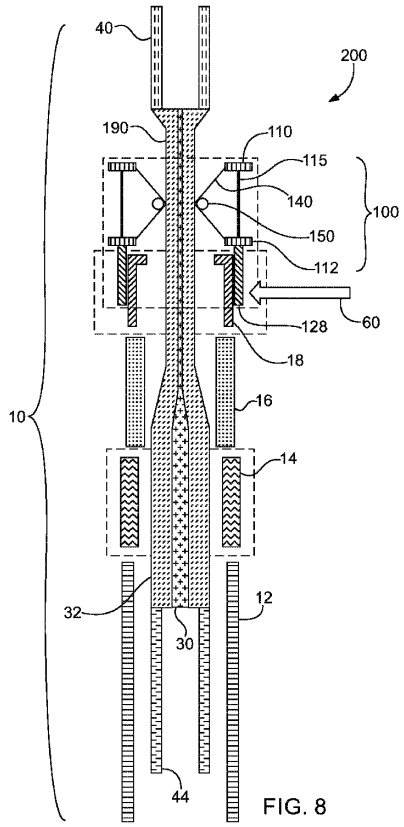
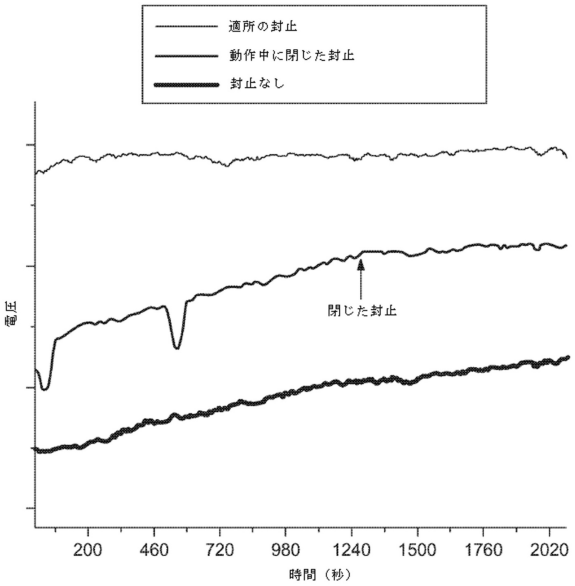

40
200
190
110
115
140
100
150
112
60
128
18
16
10
14
32
12
30
44

FIG. 8

【図９】


適所の封止
動作中に閉じた封止
封止なし
閉じた封止
200
460
720
980
1240
1500
1760
2020
時間（秒）

フロントページの続き

弁理士　森田 拓
(74)代理人　100116403
弁理士　前川 純一
(74)代理人　100134315
弁理士　永島 秀郎
(74)代理人　100135633
弁理士　二宮 浩康
(74)代理人　100162880
弁理士　上島 類
(72)発明者　カール ダブリュー． ポネイダー
アメリカ合衆国 ジョージア ブフォード ヘレーウス ブールヴァード １００ ケア・オブ ヘレーウス クオーツ ノース アメリカ エルエルシー

審査官　松本 瞳

(56)参考文献
特開２０１２－１４８９２３（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１２／０３３１５８（WO，Ａ１）
特開平０２－０５１４４０（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１４２９７６（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－３４９３４２（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１４２９８８（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２１０１６６（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－３４２０３０（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２３１３３８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ０３Ｂ　１／００－ ５／４４
８／００－ ８／０４
１９／１２－２０／００
２３／００－４０／０４
Ｆ２７Ｄ　７／００－１５／０２