(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4098709号
(P4098709)

(45)発行日　平成20年6月11日(2008.6.11)　(24)登録日　平成20年3月21日(2008.3.21)

(51)Int.Cl.　　F I
C03B 37/012 (2006.01)　　C03B 37/012 A
C03B 37/027 (2006.01)　　C03B 37/027 Z

請求項の数 14　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願2003-405301 (P2003-405301)
(22)出願日　平成15年12月4日 (2003.12.4)
(65)公開番号　特開2004-182595 (P2004-182595A)
(43)公開日　平成16年7月2日 (2004.7.2)
審査請求日　平成16年4月7日 (2004.4.7)
(31)優先権主張番号　10/309852
(32)優先日　平成14年12月4日 (2002.12.4)
(33)優先権主張国　米国(US)

前置審査

(73)特許権者　302003314
フルカワ　エレクトリック　ノース　アメリカ　インコーポレーテッド
アメリカ合衆国　３００７１　ジョージア，ノアクロス，ノースイースト　エクスプレスウェイ　２０００
(74)代理人　100064447
弁理士　岡部　正夫
(74)代理人　100085176
弁理士　加藤　伸晃
(74)代理人　100096943
弁理士　臼井　伸一
(74)代理人　100101498
弁理士　越智　隆夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ロッドインチューブ光ファイバ・プリフォームおよびその線引き方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
外層光ファイバ・プリフォームであって、
コア・ロッドと、
炉の口に入るように形成された開放端と、管軸とを有する外側外層管と、
前記外側外層管の開放端内に取り付けることができる寸法である、溶融石英で形成された円筒形の栓と、
前記外側外層管の開放端内に前記栓を支えるための手段とを含み、前記栓を支える手段が前記開放端の一部と係合するように構成され配置されており、
前記外側外層管の開放端が炉の入口に入って前記炉の高温領域に降りていくときに、前記外側外層管の開放端の前記栓が前記コア・ロッドの下端の下方向への動きを抑制するように、前記コア・ロッドが前記外側外層管の内側に軸方向で配置されており、
前記外側外層管の開放端の近くの壁に少なくとも１つの開口が形成され、前記栓はそれを横断する穴を有し、前記栓を支える手段は溶融石英からなるピンを含み、前記ピンは、前記栓を前記外側外層管の開放端に保持するために、前記壁の開口と前記栓の穴とに係合する寸法であり、前記外側外層管の開放端が前記炉の高温領域で加熱されるときに、前記栓と前記ピンと前記外側外層管とを縮径溶着（コラプス）させ互いに融け合わせることを特徴とする外層光ファイバプリフォーム。
【請求項２】
前記外側外層管の開放端が、決められた傾斜角度で半径方向内側に傾斜していることを

特徴とする請求項１に記載の外層光ファイバ・プリフォーム。
【請求項３】
前記傾斜角度が約２４度であることを特徴とする請求項２の外層光ファイバ・プリフォーム。
【請求項４】
前記コア・ロッドと前記外側外層管が、前記コア・ロッドが前記外側外層管に挿入されたときに半径方向に約１ｍｍの隙間が形成される寸法であることを特徴とする請求項１の外層光ファイバ・プリフォーム。
【請求項５】
前記コア・ロッドと前記外側外層管とに同軸に且つそれらの間に配置された内側外層管を含むことを特徴とする請求項１の外層光ファイバ・プリフォーム。
【請求項６】
前記コア・ロッドと前記内側外層管が、前記内側外層管の下端と前記コア・ロッドの下端とが前記外側外層管に対して下方向へ動くことを前記栓が抑制するような寸法で配置されることを特徴とする請求項５の外層光ファイバ・プリフォーム。
【請求項７】
コア・ロッドを外側外層管内の軸方向へ挿入し、
前記外側外層管の開放端に円筒形の栓を挿入し、
前記外側外層管の開放端内に、ピンからなる前記栓を支えるための手段を提供し、
前記栓と前記外側外層管の開放端の壁に形成された少なくとも１つの開口とを貫通してピンを挿入することにより、前記外側外層管の開放端の下側に前記栓を固定し、
高温領域を有する炉の入口に入れるために前記外側外層管の開放端を位置決めし、
挿入された前記コア・ロッドと前記栓とともに前記外側外層管を前記炉の高温領域に降ろし、
前記栓と前記外側外層管が軟化して互いに融け合うまで、前記外側外層管の開放端を前記高温領域で加熱し、
前記炉の高温領域において前記外側外層管を前記コア・ロッドの上に縮径溶着（コラプス）させ、
前記外側外層管が前記炉の高温領域で加熱されるとき、前記ピンを前記栓と前記外側外層管の開放端とともに軟化させて融け合わせ、そして、
所望の特性を有する光ファイバの線引きを開始するための、前記コア・ロッドと前記外側外層管からなる滴を形成することを特徴とする光ファイバの線引き方法。
【請求項８】
前記炉の入口に入れるために前記外側外層管の開放端を配置する前に、内側外層管をコア・ロッドと前記外側外層管とに同軸に且つその間に配置することを含む請求項７の光ファイバの線引き方法。
【請求項９】
前記縮径溶着（コラプス）を容易にするために、前記コア・ロッドと前記外側外層管との間の隙間を減圧することを含む請求項７の光ファイバの線引き方法。
【請求項１０】
前記加熱と前記縮径溶着（コラプス）との間で、前記外側外層管に対して前記コア・ロッドが上方向へ動くことを抑制すること含む請求項９の光ファイバの線引き方法。
【請求項１１】
コア・ロッドを外側外層管内の軸方向へ挿入し、
前記外側外層管の開放端内に円筒形の栓を挿入し、
前記外側外層管の開放端内に、ピンからなる前記栓を支えるための手段を提供し、
前記栓と前記外側外層管の開放端の壁に形成された少なくとも１つの開口とを貫通してピンを挿入することにより、前記外側外層管の開放端に前記栓を固定し、
高温領域を有する炉の入口に入れるために前記外側外層管の開放端を位置決めし、
挿入された前記コア・ロッドと前記栓とともに前記外側外層管を前記炉の高温領域に降

ろし、
前記栓と前記外側外層管が軟化して互いに融け合うまで、前記外側外層管の開放端を前記高温領域で加熱し、
前記炉において前記外側外層管を前記コア・ロッドの上に縮径溶着（コラプス）させ、そして、
前記外側外層管が前記炉の高温領域で加熱されるとき、前記ピンを前記栓と前記外側外層管の開放端とともに軟化させて融け合わせることを特徴とする光ファイバ・プリフォームを組み立てる方法。
【請求項１２】
前記炉の入口に入れるために前記外側外層管の開放端を配置する前に、内側外層管をコア・ロッドと前記外側外層管とに同軸に且つその間に配置することを含む請求項１１に記載の方法。
【請求項１３】
前記縮径溶着（コラプス）を容易にするために、前記コア・ロッドと前記外側外層管の間の隙間を減圧することを含む請求項１１または１２のいずれかに記載の方法。
【請求項１４】
前記加熱と前記縮径溶着（コラプス）との間で、前記外側外層管に対して前記コア・ロッドが上方向へ動くことを抑制することを含む請求項１３の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、光ファイバ・プリフォーム、特にロッドインチューブ（ＲＩＴ）法による光ファイバ・プリフォームに関する。また、本発明はＲＩＴプリフォームを用いた光ファイバの線引きの方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
データおよび情報伝送のための光ファイバは一般に以下の方法により作られる：
ガラスファイバ・プリフォーム・ロッドの一端を縦型ファイバ線引き炉の入口に挿入し、　それが炉の高温領域に下がって行くにつれて挿入されたロッドの端を加熱する。
ロッドの端に光ファイバに線引きされる軟らかいガラス滴が形成される。
プリフォーム・ロッドそのものは、例えば内付化学気相堆積法(ＭＣＶＤ法)によって作られる。その方法により、ロッドの軸方向に延びる光が屈折するコア領域と、コア領域の周囲を囲むクラッド領域が形成される。
米国特許4,217,027（1980年8月13日）（その全ての関連部分は参考文献で引用）を参照のこと（特許文献１）。
【０００３】
'０２７特許で開示されているように、ＭＣＶＤ法により作製されたプリフォームは中空の石英ガラス管を通して軸方向へのSiCl$_4$やGeCl$_4$などのガスが通過する。管がその軸のまわりで回転し、同時にガスが管の内部を通過する間、トーチにより管の外側から加熱される。その結果、管の内周にミクロン以下のガラス粒の層が形成される。トーチを管の長手方向に沿って繰り返し動かすことにより、管の内側に多層のガラス粒が堆積する。所定数の層が形成されると、管が軟化し中空部がつぶれるまで再度加熱され、コア領域を形成する堆積ガラス粒と、クラッド領域を形成する縮径溶着したガラス管を有する中実化した棒になる。
【０００４】
【特許文献１】米国特許4,217,027（1980年8月13日）
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
しかしながら、記載されているＭＣＶＤ法は、ガラス管の最大壁厚さに限界がある。す

なわち、壁厚が増すにつれ、管の外側を移動するトーチから管内のガスを含む反応物質への熱が伝わりにくくなる。十分な熱が伝わらない場合、堆積したガラス層の中に泡、または不十分な焼結が発生し得る。この状態を克服するために、外側のトーチの移動速度を低くする。その結果、それぞれのガラス粒の層を堆積させるために必要な全体時間が増えてしまう。

【０００６】

しかしながら、ある条件のＭＣＶＤ法で許容される最大の管壁厚さでも、特定の用途のために引かれるファイバに十分な量のクラッディングを付与するためにはまだ十分ではない。この問題はロッドインチューブ（ＲＩＴ）法によって克服される。

【０００７】

ＲＩＴ法においては、例えばＭＣＶＤ法によって作られるプリフォーム・ロッドが、いわゆるガラス外層管の中に軸方向に沿って挿入される。その外層管は、軟化し、プリフォーム・ロッド上に縮径溶着するまで加熱され、管のガラスはプリフォーム・ロッドのクラッドと合体する。その後、ＭＣＶＤ法によるプリフォーム・ロッド単体で得られるより大きなクラッド外径を持つ光ファイバが複合プリフォーム・ロッドと外層管から線引きされる。

この製法はしばしば「線引き中の外層」、またはＯＤＤと称される。また、２０００年２月２９日に出願された米国特許第０９／５１５，２２７号「多層被覆光ファイバ・プリフォームの製造装置、製造製法およびそれにより製造された光ファイバ」を参照のこと（その全ての関連部分は参考文献で引用）。

【０００８】

前述の'２２７出願で開示された方法によれば、プリフォーム・ロッドは第１の外層管の内側に置かれ、第２の外層管が第１の外層管の外側に配置される。プリフォーム・ロッドと外層管とは、ロッドの一端で管の部分的な縮径が生じ、一体化した多層クラッド・プリフォーム・ロッドを形成するような条件で加熱される。その後、外層されたロッドの一端が縦型ファイバ線引き炉へ挿入されるようセットアップされ、外層管の残りの部分が縮径し、ロッド上のクラッドと一体化するように所望の外径、およびコア対クラッド質量比を持つＯＤＤファイバが形成される。

【０００９】

また、プリフォーム・ロッドは、線引きされるファイバのクラッド材の元としてのみ機能する外層管とともに、所望のコア材だけで形成された中実化されたガラス・ロッドの形でも提供される。したがって、今後、ＲＩＴ製法に関連して前述のようにプリフォーム・ロッドは、ロッドがクラッド材の外層を持つか、あるいはコア材だけで構成されるかに関わらず、単に「コア・ロッド」と称する。

【００１０】

既知のＲＩＴ製法によって発生する問題はファイバ線引きに先立つ更なる加熱工程に関わる。それにより、線引き開始までの間、線引き炉への挿入のためにコア・ロッドを構成するプリフォームと少なくとも１つ以上の同軸の外層管とが一体化され、かつ、ロッドと周囲の管とがいっしょに封止される。この前工程は、重大な追加的支出を強いるので望ましくない。すなわち、資本集約的である外層管加工用旋盤、熱源と原材料取り扱い装置である。また、この工程で冷却され、その後、線引き炉中で再過熱されるときにプリフォーム・ガラスの中には重大な歪みが生じる。この種の歪みによってプリフォームに割れが入ったり、砕けたりする。そして修理の割合を高め、スクラップや、廃棄が増加する。更に、問題を軽減する試みとして、例えばファイバの線引き時にプリフォームを線引き炉に挿入する時間を長くするなどの特別な方策がとられねばならない。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

本発明による外層光ファイバ・プリフォームは、コア・ロッドと、第１の開放端と、その反対側に第２の開放端とを有する外層管を含む。外層管の第１の開放端は縦型ファイバ線引き炉の入口に入る寸法にする。

管の第１の開放端には栓が施される。その栓によって管の第１の開放端が線引き炉の入口に入り、炉の加熱領域に下がっていくときに、コア・ロッド先端（つまり下側）の下方向への動きが抑制されるようにして管内の軸方向に配置される。

【００１２】

本発明の別の観点によれば、光ファイバ線引きの方法は外層管の中へコア・ロッドの挿入、外層管の開いた先端への栓の挿入、および栓を先端の近傍に固定することを含む。外層管の先端が挿入のために縦型ファイバ線引き炉の入口に配置される。外層管が線引き炉の中に下がっていき、栓と管が軟化し、互いに融け合うまで加熱される。それから管がコア・ロッドの上に縮径溶着し、所望の特性を有する光ファイバが引かれるガラス滴が形成される。本発明のよりよい理解のために、添付の図、および添付の請求の範囲とにより以下に説明する。

【発明の効果】

【００１３】

本発明によれば、ＲＩＴプリフォームは、線引き前に別途加熱して外層管の一部とコア・ロッドを接合する必要がなく比較的簡単な方法で組立てられる。事前の加熱工程を省略することにより、製造コストは著しく減少し、プリフォームからの出来量が増加する。さらに、本発明によって種々のプリフォームサイズ、ファイバ種（つまり、シングル、あるいはマルチモード）への対応が実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１４】

図１は、本発明によるロッドインチューブ（ＲＩＴ）光ファイバ・プリフォーム１０の下部の横断面を示す。

図２は、図１の位置でその長軸Ａのまわりに９０度回転させたときに見えるプリフォーム１０の下部の立面図である。

【００１５】

例示した実施例において、光ファイバ・プリフォーム１０は図１、および２に下部が示されているコア・ロッド１８、およびガラス外層管２０を含む。ロッド１８は上記のＭＣＶＤ、あるいは同等の製法、例えばこれらに限定されるものではないが、気相軸付法（ＶＡＤ）、あるいは外付気相堆積法（ＯＶＤ）などによって得られる。また、先に述べたように、ロッド１８は所望のコア材だけによっても形成される。外層管２０は市販の石英ガラス管として得られる。管２０の下方、あるいは先端の周囲は、望ましくは半径が内側に向かって、例えば約２４度の傾斜Ｔの円錐台形に形成される。図２に示されるように、光ファイバ・プリフォーム１０全体の先端、あるいは下端１６はファイバ線引き工程の開始時に縦型ファイバ線引き炉１４の入口１２に挿入するため、安定した機械的組立物として配置される。

【００１６】

図３に示すように、傾斜角Ｔは、ガラス滴１７を形成するために、ファイバ線引き炉１４の加熱領域１５でプリフォーム１０が軟化するときにその先端１６にできると想定される先細りの傾斜１３に近似している。傾斜角Ｔを適切に選ぶことは、ファイバ線引きのためのプリフォーム１０の使用可能な軸長を最大にすることができ、そして、ガラス滴１７のサイズを最小にすることができる。その結果、プリフォームからのファイバ線引きの開始を容易にすることができる。

【００１７】

円筒形の栓２２はガラス外層管２０の開放端の内側に保持される。栓２２は、例えば市販の天然石英、あるいは合成の溶融石英、あるいは等価の材料で形成される。開口２４、２６は錐で穴を開けるか、あるいは他の方法により管の先端の直径方向に正反対の位置で、管の軸Ａに垂直な軸Ｏ（図１を参照）に沿い、管２０の円錐形の壁を通して形成される。

【００１８】

栓２２は開口２４、２６の１つを通して差し込まれ、栓にあけられた横断穴３０を通っ

て反対側の管壁の開口のひとつ２６、２４と結ぶピン２８によって管２０に対して固定される。ピン２８は、例えば市販の合成溶融石英、あるいは等価の材料で形成される。

【００１９】

プリフォーム１０の組立ての間、外層管２０は水平に保持され、ロッド１８の上端（図示せず）が管２０の開放端から内部、軸方向に挿入される。好ましくは、ロッド１８と管２０とは、外層管２０の内周と、挿入されるロッド１８の外周の間の半径方向の隙間Ｇが、例えば１ｍｍ＋／－０．５ｍｍある寸法にする。次いで、栓２２の穴３０の両端が傾斜した管壁の開口２４、２６と合うように管２０の先端に入れられる。そしてピン２８が上記のように差し込まれる。

【００２０】

組立てられたＲＩＴ光ファイバ・プリフォーム１０が炉１４への挿入前にセットアップのため、図２に示すように垂直に立てられたとき、栓２２によってロッド１８の先端３２（つまり下側）が管２０の先端から滑り落ちるのが防止される。図３に示すように、プリフォームが線引き炉の入口を通って下がり、加熱領域１５に入ると、その先端１６はガラスが軟化し、栓２２、ピン２８と管２０がつぶれて互いに融け合う温度（一般的に２１００℃、あるいはそれ以上）まで加熱される。更に、コア・ロッド１８の先端３２と管２０の栓２２の上方にある部分とが軟化し、ロッド上に管が縮径溶着してガラス滴１７が形成される。従来のＲＩＴ製法を実行するときに、そのような縮径溶着は一般にやられる方法でプリフォーム１０の上端からロッド１８と管２０との間の隙間Ｇを吸引し減圧する、例えば約－２６インチＨｇにすると助長される。いったんガラス滴１７ができると、従来通りの方法によって連続的に光ファイバが引かれる。

【００２１】

本発明においては、ＲＩＴプリフォーム１０は、線引き前に別途加熱して外層管２０の一部とコア・ロッド１８を接合する必要がなく比較的簡単な方法で組立てられる。事前の加熱工程を省略することにより、製造コストは著しく減少し、プリフォーム１０からの出来量が増加する。さらに、本発明によって種々のプリフォームサイズ、ファイバ種（つまり、シングル、あるいはマルチモード）への対応が実現できる。

【００２２】

図１に関連する以下の表Ｉ、およびＩＩにある、組立て後のＲＩＴプリフォーム１０の代表的な寸法、および傾斜角度の値から広い範囲のプリフォームサイズに対応可能であることを示す。

【００２３】

表　Ｉ

寸法	ｍｍ（代表値）
Ｄ１（管２０の傾斜部より上の部分の外径）	６０～２００
Ｄ２（管２０の内径）	２０～７５
Ｓ１（栓２２の露出端の軸の長さ）	１０
Ｓ２（栓２２の軸の長さ）	（傾斜部分の軸の長さ＋Ｓ１）
Ｐ１（ピン２８の直径）	１０～１６
Ｐ２（ピン穴３０の底部と管２０の先端との間の軸間隔）	１０

【００２４】

表　ＩＩ

傾斜角度	度（概略値）
Ｔ	２４～２７

【００２５】

図４は、本発明による光ファイバ線引き方式の工程を示す。工程５０において、コア・ロッド１８が外層管２０の軸方向に挿入される。工程５２において、ロッド１８の先端が管先端から飛び出すことを防ぐために、栓２２が管２０の先端に挿入、（ピン２８によって）固定される。工程５４において、組立てられたプリフォーム１０の先端１６が線引き炉１４の入口１２に挿入される。工程５６において、先端１６が炉の加熱領域１５に下が

り、栓２２が管２０と融け合うまで加熱される。工程５８において、所望の特性を有する光ファイバの線引きが開始されるためのガラス滴を形成するよう管が軟化したロッド１８の上に縮径溶着する。

【００２６】

ひとつの外層管２０に加えて、多重クラッドファイバの線引き工程を開始するために複数の外層管を管２０と軸を合わせて加えることが出来る。例えば、図５において本発明による光ファイバ・プリフォーム１０'の中にある第２の、あるいは内側の外層管６０の下部が、ロッド１８'と同軸で、かつロッド１８'と外層管２０の中間の位置に示されている。

このようにして、管６０とロッド１８'はともに栓２２によって管２０に対して下方向への動きを抑制されている。

【００２７】

図５における内側の外層管６０はロッド１８'との半径方向の間隔（つまり、約１ｍｍ＋／－０．５ｍｍ）を確保する内径Ｄ３となっている。プリフォーム１０'が線引き炉１４の中で過熱されるときに、両方の管２０、６０が互いに、またロッド１８'の上に縮径溶着するのを助けるために、管６０と外側の外層管２０との隙間と同様、ロッド１８'と内側の外層管６０の間の半径方向の隙間を少し減圧させてもよい。

【００２８】

ファイバ線引きの過程でコア・ロッド１８と関連する外層管とは同じ割合で炉１４内に供給されることが重要なので、場合によっては外層管に対するロッド１８（あるいは１８'）の垂直軸方向への動き、あるいは滑りの可能性を防止する手段を講ずることも必要になる。

【００２９】

プリフォーム１０の上端の適切な防止手段は外層管の上端に対するコア・ロッド１８の上端を常に同じ位置に維持するよう働く。したがって、ある材料だけが多く供給される可能性を減らすか、打ち消す。好ましい本実施例において、栓２２が管の下側（傾斜した）端部に固定されていると、管の内径がコア・ロッド１８の外径よりも小さく、ロッドの上端の縁が管２０の閉じた壁に近くなるので、外側の外層管２０はふさがれるか、あるいは先端が半径方向内側に向けて段が付く。こうして、コア・ロッド１８はＲＩＴファイバ線引き工程の間ずっと外層管に対する上下いずれの軸方向への動きも抑制され、ファイバ線引き炉１４を通過するロッドと管の一定の供給率が保持される。

【００３０】

これまで述べたことは本発明の好ましい実施例を表すが、本発明の精神と範囲から逸脱することなく種々の改良、変更が行われ得るものであり、またそのような改良、変更は以下に添付する請求の範囲内に含まれるものであることを当業者に理解されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【００３１】

【図１】本発明のロッドインチューブ（ＲＩＴ）プリフォーム下部の断面立面図である。

【図２】図１のプリフォームの方向でその軸の回りに90度回転したときに見えるＲＩＴプリフォームの下部、および縦型ファイバ線引き炉の入口に挿入のためのセットアップの立面図である。

【図３】ファイバ線引きに必要なガラス滴を形成するために図３の炉内の加熱領域に下がったＲＩＴプリフォームの下部を示す立面断面図である。

【図４】本発明による光ファイバ線引きの方法の工程を示すダイアグラムである。

【図５】図１と同様の断面図で、図１に示すロッド、および管と同軸で、かつ中間位置にある第２の管を示す。

【符号の説明】

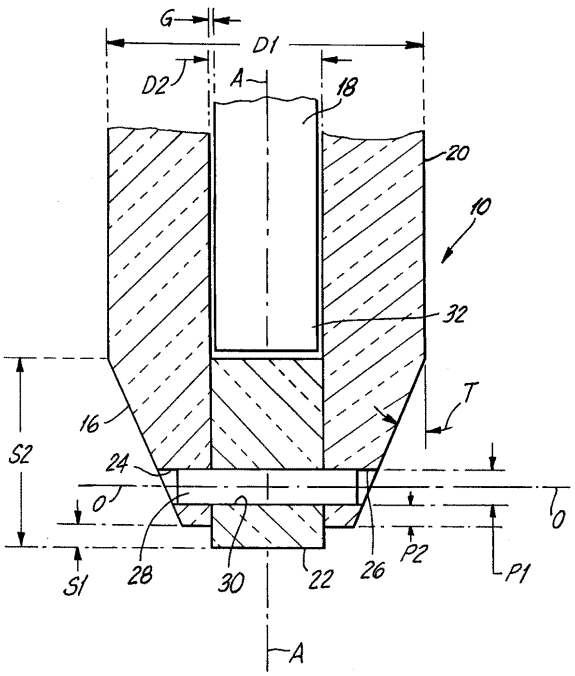
【００３２】

１０　プリフォーム

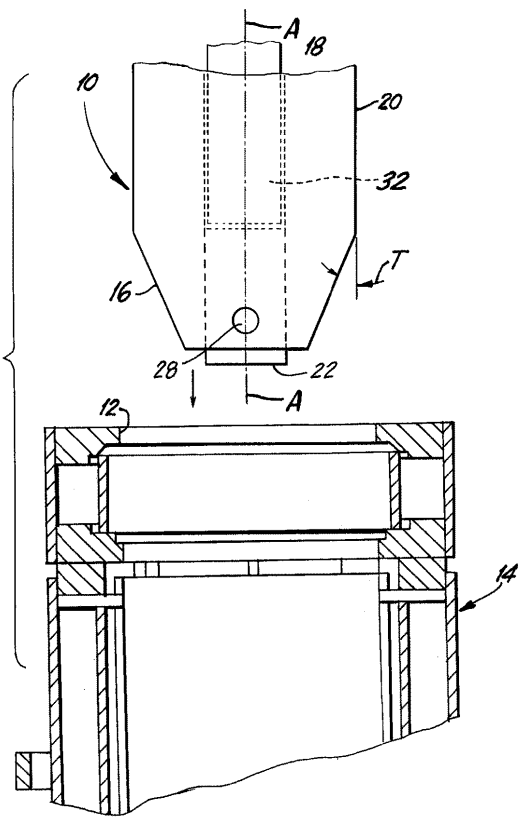
１２　入口

１３　傾斜
１４　線引き炉
１５　加熱領域
１６　先端
１７　ガラス滴
１８　ロッド
２０　外層管
２２　栓
２４　開口
２６　開口
２８　ピン
３０　横断穴
３２　先端
６０　外層管

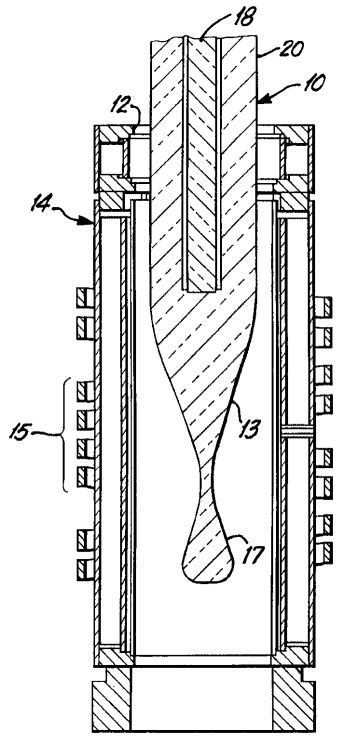
【図１】



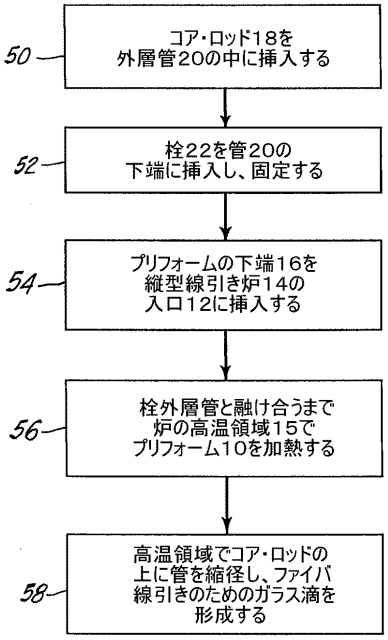
【図２】



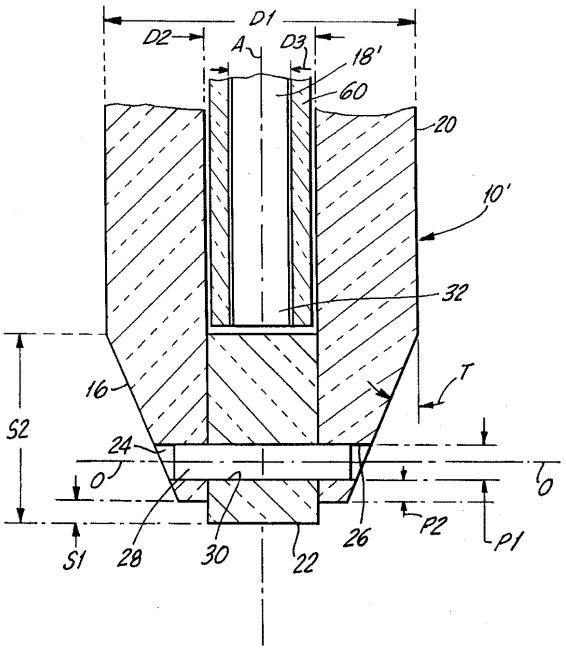
【図３】


18
20
10
12
14
15
13
17

【図４】


50
コア・ロッド18を
外層管20の中に挿入する
52
栓22を管20の
下端に挿入し、固定する
54
プリフォームの下端16を
縦型線引き炉14の
入口12に挿入する
56
栓外層管と融け合うまで
炉の高温領域15で
プリフォーム10を加熱する
58
高温領域でコア・ロッドの
上に管を縮径し、ファイバ
線引きのためのガラス滴を
形成する

【図５】


D1
D2
A
D3
18'
60
20
10'
32
16
T
S2
24
O
O
S1
28
30
22
26
P2
P1

フロントページの続き

(74)代理人 100104352
弁理士 朝日 伸光
(72)発明者 ジョセフ ピー. フレッチャー サード
アメリカ合衆国 ３００６８ ジョージア, マリエッタ, ウレオ クリーク ポイント １９４８
(72)発明者 トーマス ジェー. ミラー
アメリカ合衆国 ３００２２ ジョージア, アルファレッタ, バンヨン レーン ３７３５
(72)発明者 ジョン アンブローズ レンネル, ジュニヤ
アメリカ合衆国 ３００２４ ジョージア, スワニー, オルデ アトランタ パークウエイ ６９５０
(72)発明者 ドン ハートマン スミス
アメリカ合衆国 ３０３４５ ジョージア, アトランタ, オーク グローヴ ロード １９１０
(72)発明者 ピーター バウアー
ドイツ国 ６３５３３ メインハウゼン, ストラーセ ６
(72)発明者 ノルバート シビス
ドイツ国 ６３７９６ カール／メイン, ミッテルウェグ ６
(72)発明者 ラルフ サットマン
ドイツ国 ６３７３９ アッシャフェンバーグ, コルネリエンストラーセ ４６
(72)発明者 レーン ソーワ
ドイツ国 ０６７７４ ポーチ, フィーシャーガッセ ８

審査官 柿崎 美陶

(56)参考文献 特開２００１－２８７９２０（ＪＰ, Ａ）
特開２００２－０８０２３８（ＪＰ, Ａ）
特表２００２－５０１８７１（ＪＰ, Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
Ｃ０３Ｂ ３７／００－３７／１６