

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4870114号
(P4870114)

(45) 発行日 平成24年2月8日(2012.2.8)

(24) 登録日 平成23年11月25日(2011.11.25)

(51) Int.Cl. F I
CO3B 37/012 (2006.01) CO3B 37/012 Z
CO3B 37/018 (2006.01) CO3B 37/018 C

請求項の数 15 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2008-122810 (P2008-122810)	(73) 特許権者	302003314
(22) 出願日	平成20年5月9日(2008.5.9)		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
(65) 公開番号	特開2008-280240 (P2008-280240A)		アメリカ合衆国 30071 ジョージア
(43) 公開日	平成20年11月20日(2008.11.20)		, ノアクロス, ノースイースト エクス プレスウェイ 2000
審査請求日	平成20年9月29日(2008.9.29)	(74) 代理人	100094112
(31) 優先権主張番号	11/801365		弁理士 岡部 譲
(32) 優先日	平成19年5月9日(2007.5.9)	(74) 代理人	100064447
(33) 優先権主張国	米国 (US)		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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバプリフォームのクラッド対コア比D/dが低いコアロッドのD/dの増加方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光ファイバプリフォームを製造する方法であって、
 実質的に平らの軸端と1から4の範囲にあるクラッド直径対コア直径の比(D/d)とを有する複数のコア体片を提供し、

ある長さ、製造されるべき最終形のコアロッドが5よりも大きいD/d比とを有する内側直径および外側直径を有するガラス円筒の中に端から端まで2以上の前記コア体片を挿入することで、隣り合う前記コア体片の間の接続部を規定し、

前記挿入の前後のいずれかにおいて前記コア体片を清浄し、

前記挿入されたコア体片とともに前記ガラス円筒を加熱炉に垂直に取り付け、

前記加熱炉中で前記ガラス円筒と挿入された前記コア体片とを加熱することにより、前記円筒と前記円筒内の前記コア体片とを引き伸ばし、加熱前の前記ガラス円筒の長さよりも実質的に長い全長を有するコアロッドを形成するために、前記円筒の外径を所定の寸法に縮径し、

前記隣り合うコア体片の間の接続部と一致する前記コアロッドの長さ方向の1またはそれ以上の位置で前記コアロッドを切断することで、複数のコアロッド片を生成し、

前記コアロッド片の選択されたもの外周にストオーバークラッドを堆積させ、最終形の光ファイバプリフォームが1.5以上のD/d比を有するように、前記堆積した前記ストオーバークラッドの外側直径を所定の値に形成し、そして、

最終形の光ファイバプリフォームを得るために、前記堆積したストオーバークラッド

10

20

とともに前記コアロッド片を固化させる、方法。

【請求項 2】

前記コア体片は気相軸堆積 (VAD) 法を用いて形成される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記切断は、1900 mm の長さを有するコアロッド片を生成するよう行われる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記ガラス円筒の中に前記切片を挿入した後の洗浄は、前記コア体片と前記円筒との間に存在する隙間を介して 1 種類以上のガスを流し、前記円筒を加熱することによって行われる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記最終形の光ファイバプリフォームから光ファイバを線引きする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

光ファイバプリフォームの製造に用いるコアロッド片を製造する方法であって、
 ガラス円筒の内部に軸方向に端から端まで 2 以上のコア体片を挿入することで、挿入された前記コア体片の隣接するものとの間の接続部を規定し、
 前記挿入されたコア体片とともに前記ガラス円筒を加熱炉の領域に垂直に取り付け、
 前記加熱炉中で前記ガラス円筒と前記コア体片とを加熱することにより、前記円筒と前記円筒内のコア体片とを引き伸ばし、
 最終形のコアロッドを形成するように、引き伸ばされた前記円筒を縮径し、そして、
 隣り合う前記コア体片の間の接合部と一致する前記ロッドの長さ方向の 1 またはそれ以上の位置で前記最終形のコアロッドを切断することで、その 1 つまたはそれ以上が光ファイバプリフォームの製造に用いられるコアロッド片を生成する、方法。

【請求項 7】

気相軸堆積 (VAD) 法を用いてコア体を形成し、前記コア体片を得るために前記コア体を切断する、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

3メートルの長さを有するガラス円筒を提供する、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 9】

純シリカガラスから前記ガラス円筒を形成する、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 10】

前記ガラス円筒にフッ素あるいはゲルマニウムのいずれかをドーブする、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 11】

前記ガラス円筒の中に前記切片を挿入した後に、前記円筒を介して 1 種類以上のガスを流し前記円筒を加熱することで、前記コア体片を洗浄する、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 12】

最終形のコアロッドが 20メートル乃至 30メートルの範囲の全長を有するように前記引き伸ばしが行われる、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 13】

コアロッド片が 1900 mm の長さを有するように前記切断が行われる、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 14】

前記円筒に挿入された最初のコア体片の端部と最後のコア体片の端部とが外側に向かい合う領域で前記最終形のコアロッドを切断する、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 15】

不均一の断面を有する切断されたコアロッド片の端部を切り取る、請求項 6 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は光ファイバ線引き用のガラスプリフォームの製造に関する。

【背景技術】

【0002】

光ファイバプリフォームの製造に関わるコストを低減するために、製造工程は可能な限り少なくされるべきである。しかし、今日、そのようなプリフォームを作る時に現実には非常に多くの処理工程が必要とされる。例えば、OFSファイテルが提供するAllWave（登録商標）光ファイバを製造するために、ガラスプリフォームはまず以下のように作られる。

- 1．例えば既知の気相軸堆積（VAD）法を用いて最初のコア体を作る。
- 2．分析のためにVADコア体を中間体のコアロッドに引き伸ばす。
- 3．屈折率プロファイル測定を行って、さらに所定のサイズまでコアロッドを引き伸ばす。
- 4．適当なサイズのオーバークラッドガラス管、あるいは円筒でコアロッドを被覆する。

【0003】

米国特許第6,131,415号（2000年10月17日）を参照のこと。また、多くのコアロッド片を2つ以上の同軸のオーバークラッド管の最も内側の管内に挿入することにより組み立てられた光ファイバプリフォームを開示する米国特許出願公開第2006/0216527号（2006年9月28日）、および多層オーバークラッド光ファイバプリフォームを開示する米国特許第6,460,378号（2002年10月8日）を参照のこと。これらの特許文献の関連部分のすべてが参照のためにここに引用される。

【0004】

プリフォームから線引きされると、上記のAllWaveファイバは外側（クラッド）の直径が125ミクロンであり、内側のコア直径は標準的な8.3ミクロンである。AllWaveファイバの主要な特徴は1385nm波長における光損失が0.31dB/kmを超えないことである。この低損失は主としてファイバガラス中、特にファイバのコアあるいはコア領域周辺の水酸基（OH）不純物のレベルが低減されたことによっている。

【0005】

上記の工程1で得られる最初のコア体は一般に内側のコアを取り囲む外側のクラッド層とともに作られる。クラッド層の外径対コア直径の比はコア体に対するD/d比と呼ばれ、ここでDは外側クラッドの直径であり、dは内側のコア直径である。一般的なVADコア体は3から6の範囲のD/d比を有する。しかし、4以下のD/d比を持つコア体（「低D/d比」コア体といわれる）は珍しくなく、むしろ実際には好ましく、それはより高いD/d比を有する同一サイズのコア体よりも大きな生産量を達成できるからである。即ち、コア直径（d）を減ずることにより所定サイズのコア体に対してD/d比が増加するので、コア体から出来る有効なファイバの生産量も少なくなり、所定量のファイバを製造する全体コストが顕著に増加するということである。

【0006】

上記の工程2および3は多くのガラス処理工程を含み、非常に時間を要する。また、最初のコア体は常にその全長にわたって均一な断面を有しているわけではなく、工程2において均一な直径の中間コア体を得ることは難しい。したがって無用な屑が生じる。

【0007】

工程4におけるオーバークラッドガラス円筒の形成、および準備もまた多くの工程と高いコストを含んでいる。例えば、一般的なオーバークラッド円筒は以下のようにして作られる。

A．スート堆積に適した目標棒（目標ロッド）あるいは芯棒（コアロッド）を準備する。そのような芯棒は一般にアルミナで作られる。

B．所定重量のスートが得られるまで芯ロッドにシリカガラススートを堆積する。堆積

10

20

30

40

50

されたスート体の重量は数100ポンド以上にまでなることもある。

C. スート堆積が完了したら、スート体の中心に穴が形成されるようにアルミナの芯棒が取り除かれる。

D. スート体が特製の固定具によって脱水のために焼結炉の中に置かれ、1500 くらいの温度で固化される。固化された目的物は一般にガラス円筒と言われる。

E. 一般に円筒の中心部穴の壁は粗いので、壁表面が十分に滑らかになるように機械的な研削およびホーニング仕上げ (h o n i n g) が必要である。

F. 一般に複数のトーチが工程Bにおけるスート堆積処理に使われるため、通常円筒の外径 (OD) は円筒の長さ方向にわたって均一ではない。円筒ODのそのような変化を少なくするために円筒外周の機械的な研削が必要となる。

G. 上記工程3で得られるコアロッドの被覆のために所定のサイズまで円筒が引き伸ばされ、細くされる。

【0008】

したがって、たくさんの屑をとまなう多くのコスト高の工程が被覆円筒の製造に含まれる。これらのコストを低減する一つの方法は中間コアロッドに直接スートオーバークラッド処理を行い、ガラス円筒に関わる多くの処理および機械加工工程を省略することである。

【特許文献1】米国特許第6,131,415号

【特許文献2】米国特許第6,460,378号

【特許文献3】米国特許出願公開第2006/0216527号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

低いD/d比コアのためには、上記工程4において確実に外側クラッド層と被覆円筒の間の境界面がきれいで汚れがないことが重要である。この境界面の品質は出来上がったプリフォームから線引きされる光ファイバの特性に関して決定的に重要な意味を持つ。通常、低D/d比コアロッドへの直接スートオーバークラッド堆積法はスートクラッドの堆積に使われるトーチ炎中の水素および酸素の存在によって棒の表面にいわゆる「湿った」ガラス層を生じる。低D/d比コアロッドでは、湿ったガラス層がコアに近く光が伝達されるファイバのクラッド領域と重なるために、プリフォームからいわゆる低水あるいは無水ピークファイバ (例えば、上記のA l l W a v eファイバ) を線引きすることを妨げるように作用する。

【0010】

要約すると、現在の光ファイバ用ガラスプリフォーム製法の2つの特徴、即ち(1)コスト高で時間を要するかなり多くの工程、および(2)コアロッドを被覆するガラス円筒の製造、が高い製造コストの原因となっている。コアロッドの低いD/d比のために、上記工程3および4における円筒に関わるコストは、工程2で得られる中間コアロッドへの直接スートオーバークラッド堆積工程に置き換えることによって単純に省くことは出来ない。そのような工程は上記の湿ったガラス層を棒にもたらし、ファイバ特性を損なう。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明によれば、光ファイバプリフォームの製法は、ある外径を有するガラス円筒の内部に端から端まで数多くの既知の直径のコアを有するコア体片を挿入する工程、および挿入されたコア片とともにガラス円筒を加熱炉に垂直に取り付ける工程を含む。円筒および挿入されたコア片が伸びるまで円筒が加熱炉中で加熱され、円筒の外径が所定のサイズまで縮径して一つ以上のコアロッド片が切り出される最終形のコアロッドを形成する。スートオーバークラッドの外径が所定の値になるまで多量のスートクラッドがコアロッド片の外周に堆積される。そして、スートクラッドが堆積されたコアロッド片は光ファイバプリフォームを得るために固化される。

【0012】

10

20

30

40

50

本発明の他の観点によれば、光ファイバプリフォーム用のコアロッドの製法は、前記コア体片のクラッド対コア直径比 (D/d) が 1 から 4 の範囲にある多数のコア体片を選択し、所定の内外径を有するガラス円筒の内部に端から端までコア体片を挿入し、挿入されたコア体片とともにガラス円筒を加熱炉に垂直に取り付ける工程を含む。ガラス円筒は加熱炉中で加熱されて挿入されたコア体片とともに円筒を引き伸ばし、円筒の外径は所定のサイズまで縮径して、5 より大きい D/d 比を有する最終形のコアロッドを形成する。

【0013】

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。なお、これらの図面中の構成要素は必ずしも寸法通りではない。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明は、先に述べた光ファイバプリフォームの製造におけるコスト低減への障害を、とりわけ、直接ストオーバークラッド堆積処理を組み入れることにより克服するものである。その処理は、プリフォームから線引きされるファイバの特性あるいは歩留まりをまったく損なうことなく、多くのガラス作業工程を低減させ、プリフォーム製造に使われるコアロッドのクラッド対コア比 (D/d) を増加させる。

【0015】

図1は、本発明によるガラスプリフォームの製造に使われるコアロッド形成の例を表す。図1において、6つのコア体片20、22、...、30が最初にガラススリーブ、あるいは円筒32に挿入され、当該円筒32の外径を縮径させるために、例えば、従来型の引張り機構(図示しない)を用いて引き伸ばすように加熱炉中で加熱される。引き伸ばされ縮径された円筒32は、たくさんの(例えば6つの)コアロッド片42が切り出される最終形のコアロッド40となる。それぞれの棒片42は外側(クラッド)の径が例えば約70mm、長さが例えば約1900mmである。図2は、本発明の技術のいろいろな工程を明らかにするフローチャートであり、その詳細な例が以下に示される。

【0016】

例

1. それぞれが約30mmの初期コア径、および約90mmの初期クラッド径を有する最初のたくさん(例えば6個)のVADコア体20、22、24、26、28、30を選ぶ。コア体片のクラッド対コア直径比 (D/d) は1から4の範囲内である。一片の長さが約500mmになるようにそれぞれの片の両軸端をほぼ平らに切断する。コア体片20、22、...、30は水素/酸素炎処理に直接さらされないため、それらは単に薄いHF酸あるいは高圧水噴霧を用いて洗浄されればよい。

【0017】

2. 製造されるコアロッドが約5以上の D/d 比を有するような内外径を持つ長さ約3メートルのガラス円筒32の中に、軸方向の端から端までコア体片を配する。図2の工程50を参照のこと。例えば、円筒32は純シリカガラス、あるいはフッ素あるいはゲルマニウムをドーブされたシリカガラスで形成されてもよい。図1に見られるように、接続部34は円筒32の中の隣り合うコア体の間となる。円筒32の内径は約95mm、円筒の外径は約180mmであってもよい。

【0018】

3. 円筒が以下の工程4で垂直に取り付けられる時に円筒内のコア体片20、22、...、30が抜け落ちることを防ぐために、好ましくはガラス円筒32の底端に捨て部品あるいはハンドル(図示しない)が取り付けられる。取り付けられる部品が円筒状のものであれば、好ましくはその内径が円筒32に含まれるコア体片の直径よりも小さい。

【0019】

4. 挿入されたコア体片20、22、...、30といっしょにガラス円筒をグラファイト加熱炉塔に垂直に取り付け、延伸縮径処理を行う。図2の工程52。一般的な加熱炉温度は2000に近いかあるいはそれより少し上である。それから、円筒組立体は全長が20から30メートルの間である最終形のコアロッド40を形成するように、円筒の外径

10

20

30

40

50

(OD)が例えば60mmから70mmの範囲の外径まで縮径されるように引き伸ばされる。。図2の工程54。したがって、最終形のコアロッド40のD/d比は最初のVADコア体片20、22、...、30のそれよりも大きく、好ましくは5よりも大きい。

【0020】

5.最終形のコアロッド40は、それぞれある長さ(例えば1900mm)の多数(例えば、6つ)のコアロッド片42を生成するように、延伸縮径工程中あるいはその終わりで「ポキン」と切られる。図2の工程56。特に、コアロッド40は、隣り合うVADコア体20、22、...、30の間の接続部34と一致する長さ方向の位置、および円筒32の外側に面する最初および最後のコア体20、30の端部36、38の領域で切断されるべきである。コア体の間の接続部34に対応する領域の、例えばボイドを含む不均一な断面を有するコアロッド片42の端部は、切り取って廃却されるべきである。

10

【0021】

6.それぞれの最終形(切り取られた)コアロッド片42について必要な測定を行い、最終形のプリフォームの所望のD/d比を得るために棒片42の外周に所定量のスタートオーバークラッドを直接堆積させる。例えば、外径が70mmでD/d比が5以上である棒片42の両軸端に適当なガラスハンドルが取り付けられ、棒片42がオーバークラッド堆積のためにスタート堆積装置に取り付けられる。一般的なガスの流量割合は、水素および酸素ガスのそれぞれに対して凡そ毎分数百リットルである。四塩化珪素(SiCl₄)ガスが毎分約数百グラムの割合で流れてもよい。外径が例えば約300mmになるまで、スタートがコアロッド片42の周囲に堆積される。図2の工程58。コアロッド片42の全長にわたって均一なスタートクラッド径を得るために、スタート堆積工程で生じるよく知られた傾斜効果を補償するためにコアロッド片の両端を越えて所定の距離までスタートが堆積されるべきである。

20

【0022】

7.スタートでオーバークラッドされたコアロッド片は、1500 近傍かあるいはそれ以上の温度の焼結炉の中に置かれ、透明な最終形プリフォームに固化される。工程60。固化された最終形のプリフォームは一般に外径が200mmであり、長さが3メートル以上である。最終形のプリフォームのD/d比は、例えば約15あるいはそれ以上である。

【0023】

光ファイバは、例えば、そのようなサイズの前フォームを扱えるグラファイトあるいはジルコニア線引き炉中に直接最終形の前フォームを置くことによって、その前フォームから線引きされる。

30

【0024】

コア体片20、22、...、30はガラススリーブあるいは円筒32に挿入された後、以下のように上記4の工程の延伸縮径処理を実行する直前に洗浄される。

I.コア体片20、22、...、30が挿入された円筒32を引き伸ばし塔に取り付け、当該円筒の両端に取り付けられた取っ手が、その一方を通して導入されるガスがコア体片と円筒の間にある隙間を通して流せるように管状であることを確認する。

II.例えば塩素、フッ素含有ガス、純窒素あるいはそれらの混合物などの1種類以上のガラス洗浄ガスを円筒32内に流す。

40

III.関連する加熱炉の温度を約1000 から2200 の範囲に制御する。

IV.塩素、あるいはフッ素含有ガスが昇温下で洗浄処理を実行できる速さで、コア体片が挿入された円筒を加熱炉中で動かす。必要であれば、高品質の境界面を得られるように複数回、してもよい。

V.反応性洗浄ガスを止めて、上記の工程4の伸張縮径操作に進む。

【0025】

本発明の方法は、光ファイバの製造に求められる以下のような多くの一般的な工程を、なんらの制限なしに省く。

a.最初のVADコア体への取っ手の取り付け、および加熱炉中での最初のコア体の引き伸ばしの必要性。

50

b . コアロッドの寸法を外側の被覆用ガラス円筒の寸法と合わせるためのコアロッドのさらなる引き伸ばし。

c . コアロッドのHF酸によるエッチング。

d . ストック堆積によるオーバークラッド用円筒を作るための芯棒の使用、円筒の穴を滑らかにすること、および円筒の外周面の機械加工。

【0026】

ここに開示される直接的なストックオーバークラッド堆積法の採用は、製造コストを15%から30%以上低減することが予期される。本発明の技術は、VADコア体が元になるどのような光ファイバプリフォームの製造にも適用され、コスト低減およびファイバ生産量に顕著な利得をもたらす。

10

【0027】

上に述べたことは本発明の好ましい実施例を示すが、いろいろの修正および変形が本発明の精神および範囲を逸脱することなくなされ、本発明はそのようなすべての修正および変形を以下の特許請求の範囲に含むことが当業者には理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明による光プリフォームの製造に用いられるコアロッドの形成を図示する。

【図2】本発明によるプリフォーム製造工程を示すフローチャートである。

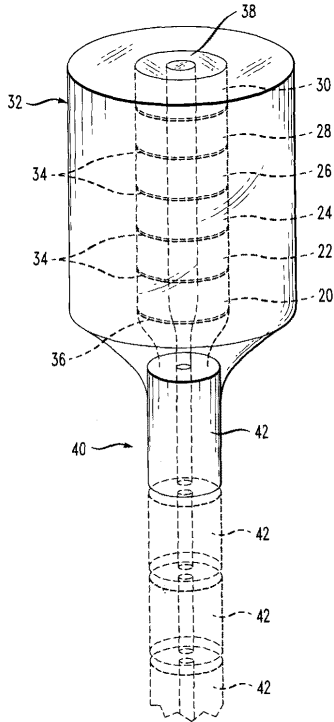
【符号の説明】

【0029】

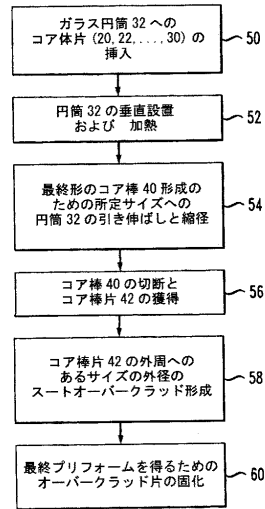
20 - 30	コア体片
32	ガラス円筒
34	接合部
36、38	コア体の端部
40	コアロッド
42	コアロッド片
50 - 60	工程

20

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (74)代理人 100101498
弁理士 越智 隆夫
- (74)代理人 100104352
弁理士 朝日 伸光
- (74)代理人 100128657
弁理士 三山 勝巳
- (72)発明者 エリック エル． パリッシュ
アメリカ合衆国 3 0 0 4 1 ジョージア, カミング, イースト ポイント ドライヴ 4 7 5 0
- (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 3 0 0 6 8 ジョージア, マリエッタ, ウィレオ クリーク ポイント 1 9 4
8
- (72)発明者 フェングキング ウー
アメリカ合衆国 3 0 0 9 7 ジョージア, ダラス, ウィンフォード プレイス 3 2 5

審査官 山崎 直也

- (56)参考文献 特開2007-011366(JP,A)
特開2004-338958(JP,A)
特開2006-265095(JP,A)
特開2005-154264(JP,A)
特開昭57-067040(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C 0 3 B 3 7 / 0 0 - 3 7 / 1 6