

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-8763

(P2007-8763A)

(43) 公開日 平成19年1月18日(2007.1.18)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
C03B 23/047 (2006.01)	C O 3 B 23/047	4 G O 1 4
C03B 20/00 (2006.01)	C O 3 B 20/00 E	4 G O 1 5
C03B 37/012 (2006.01)	C O 3 B 37/012 A	4 G O 2 1

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

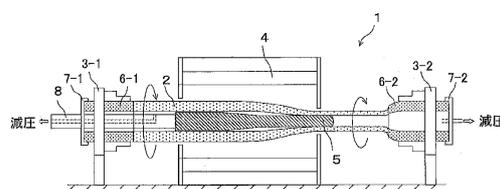
(21) 出願番号	特願2005-191677 (P2005-191677)	(71) 出願人	000002118 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
(22) 出願日	平成17年6月30日(2005.6.30)	(74) 代理人	100093469 弁理士 杉岡 幹二
		(74) 代理人	100083585 弁理士 穂上 照忠
		(72) 発明者	三谷 真 東京都千代田区神田須田町1丁目24番地 住金セラミックス・ アンド・クォーツ株式会社内
		(72) 発明者	宮岸 裕一 東京都千代田区神田須田町1丁目24番地 住金セラミックス・ アンド・クォーツ株式会社内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 石英ガラス管の製造方法および製造装置

(57) 【要約】

【課題】 内径寸法精度に優れた石英ガラス管の製造方法および製造装置の提供。

【解決手段】 石英ガラスシリンダ2を加熱し、変形領域において石英ガラスシリンダ2の内面を内径成形治具5に接触させながら延伸して、石英ガラス管を製造する。石英ガラスシリンダ2の内面を、その上流側から挿入した内径成形治具5に接触させながら延伸するのがよい。内径成形治具5としては、円柱状の成形部および胴体部を有し、胴体部の外径が〔成形部の外径〕以上、〔石英ガラスシリンダの内径 - 10mm〕以下であるのが望ましい。



【選択図】 図1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

石英ガラスシリンダを加熱しつつ、延伸する石英ガラス管の製造方法であって、変形領域において石英ガラスシリンダの内面を内径成形治具に接触させながら延伸することを特徴とする石英ガラス管の製造方法。

【請求項 2】

石英ガラスシリンダの内面を、その上流側から挿入した内径成形治具に接触させながら延伸することを特徴とする請求項 1 に記載の石英ガラス管の製造方法。

【請求項 3】

内径成形治具として、円柱状の成形部および胴体部で構成され、胴体部の外径が〔成形部の外径〕以上、かつ〔石英ガラスシリンダの内径 - 10mm〕以下であるものを用いることを特徴とする請求項 2 に記載の石英ガラス管の製造方法。 10

【請求項 4】

石英ガラスシリンダを回転可能な状態で保持するチャックと、石英ガラスシリンダを加熱する加熱装置と、石英ガラスシリンダ内部に挿入して内径を成形する内径成形治具を有することと特徴とする石英ガラス管の製造装置。

【請求項 5】

内径成形治具は、上流側から石英ガラスシリンダに挿入されていることを特徴とする請求項 4 に記載の石英ガラス管の製造装置。

【請求項 6】

内径成形治具は、円柱状の成形部および胴体部を有し、胴体部の外径が〔成形部の外径〕以上、かつ〔石英ガラスシリンダの内径 - 10mm〕以下であることを特徴とする請求項 5 に記載の石英ガラス管の製造装置。 20

【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製造用のクラッド管などに用いることができる内径寸法精度の優れた石英ガラス管の製造方法および製造装置に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、光通信の更なる高速化・大容量化をはかるため光通信システムにおいては、波長多重数の増大、使用波長領域の拡大が進められている。そして、波長多重(WDM: Wavelength Division Multiplexing)光伝送を行う光伝送システムにおいて幹線系では、ノンゼロ分散シフト光ファイバのような比較的コア径の小さい光ファイバが使用される。このような光ファイバにおいては、伝送損失の低減が求められている。伝送損失を生じさせる原因の一つとして、光ファイバ同士の接続によって生じる接続損失と呼ばれるものがある。 30

【0003】

この接続損失を発生させる要因の一つに、つなぎ合わせる光ファイバのコアの軸芯が一致していないこと挙げられる。これは光ファイバの規格において、コア/クラッド偏芯量として定義されている。コア/クラッド偏芯量による接続損失の影響は、特にコア径の小さい光ファイバにおいて大きくなる。 40

【0004】

一般的に光ファイバプリフォームは、主としてMCVD法(Modified Chemical Vapor Deposition Method; 内付け法)、VAD法(Vapor Phase Axial Deposition Method; 気相軸付け法)、OVD法(Outside Vapor Phase Deposition Method; 外付け法)により製造される。光ファイバは、この光ファイバプリフォームを線引きすることによって得られる。

【0005】

MCVD法の場合には、まずサブストレイト管と呼ばれる石英ガラス管を使用し、光ファイバのコアに相当する部分をMCVD法により内付けしてコアロッドを作製する。光フ 50

ファイバプリフォームは、コアロッドをクラッド管と呼ばれる石英ガラス管に挿入し、これらを加熱して一体化することで製造される。なお、コアロッドとクラッド管とを一体化する技術は、VAD法やOVD法で製作されたコアロッドをクラッド管と一体化する場合にも用いられる。

【0006】

これらの製造方法で使用される石英ガラス管の寸法精度は、コア/クラッド偏芯量に多大な影響を及ぼすため、その偏肉量、内径等の精度に対する要求が厳しい。即ち、石英ガラス管の偏肉量が大きいと、石英ガラス管の外径軸中心および内径軸中心のズレが大きくなる。また、石英ガラス管の内径が設計値と異なると、一体化した際にクラッド管とコアロッドの軸中心がずれる。従って、いずれの場合もコア/クラッド偏芯量が悪化する。

10

【0007】

これらの問題を回避する一つ的手段として、特許文献1には、熱間プラグ圧入法により石英ガラス体を開口する方法において、開口された部分を減圧しつつ開口する石英ガラスシリンダ(半製品)の製造方法、および、この石英ガラスシリンダを所望の寸法に延伸する石英ガラス管の製造方法が開示されている。

【0008】

【特許文献1】特開2002-12433号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献1に記載の方法で製造された石英ガラスシリンダそれ自体は、非常に寸法精度が優れている。しかし、その後の延伸工程において、製造条件によっては内径を安定させるのが困難となる場合がある。また、特許文献1の段落0006に記載されているように、この方法では、石英ガラスシリンダの外径/内径比は、石英ガラス管の外径/内径比とほぼ同じであるような製造条件を前提としている。しかし、このような前提のもとでは、他品種の生産をする場合に、それぞれの石英ガラス管の外径/内径比にあわせて、対応する外径/内径比の石英ガラスシリンダを準備する必要がある。

20

【0010】

本発明は、上記の問題を解決するためになされたものであって、光ファイバを製造する際に使用される石英ガラス管の内径寸法精度を良くし、かつ延伸前後で外径/内径比を変更することができる石英ガラス管の製造方法および製造装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、下記の(1)~(3)に示す石英ガラスの製造方法および下記(4)~(6)に示す製造装置を要旨とする。

【0012】

(1) 石英ガラスシリンダを加熱しつつ、延伸する石英ガラス管の製造方法であって、変形領域において石英ガラスシリンダの内面を内径成形治具に接触させながら延伸することを特徴とする石英ガラス管の製造方法。

40

【0013】

(2) 石英ガラスシリンダの内面を、その上流側から挿入した内径成形治具に接触させながら延伸することを特徴とする上記の(1)に記載の石英ガラス管の製造方法。

【0014】

(3) 内径成形治具として、円柱状の成形部および胴体部で構成され、胴体部の外径が〔成形部の外径〕以上、かつ〔石英ガラスシリンダの内径 - 10mm〕以下であるものを用いることを特徴とする上記の(2)に記載の石英ガラス管の製造方法。

【0015】

(4) 石英ガラスシリンダを回転可能な状態で保持するチャックと、石英ガラスシリンダを加熱する加熱装置と、石英ガラスシリンダ内部に挿入して内径を成形する内径成形治

50

具を有することと特徴とする石英ガラス管の製造装置。

【0016】

(5) 内径成形治具は、上流側から石英ガラスシリンダに挿入されていることを特徴とする上記の(4)に記載の石英ガラス管の製造装置。

【0017】

(6) 内径成形治具は、円柱状の成形部および胴体部を有し、胴体部の外径が〔成形部の外径〕以上、かつ〔石英ガラスシリンダの内径 - 10mm〕以下であることを特徴とする上記の(5)に記載の石英ガラス管の製造装置。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、石英ガラス管の内径寸法精度を安定化できるので、この石英ガラス管を光ファイバプリフォーム製造用クラッド管に用いた場合には、接続損失の小さい光ファイバを提供することができる。また、延伸前の石英ガラスシリンダの外径OD1および内径ID1ならびに延伸後の石英ガラス管の外径OD2および内径ID2が $OD1 > OD2$ および $ID1 > ID2$ の条件を満足する延伸条件において、 $OD1 / ID1 > OD2 / ID2$ の条件を満たす延伸も、 $OD1 / ID1 < OD2 / ID2$ の条件を満たす延伸も行うことができるので、他品種小ロット生産においても、準備すべき石英ガラスシリンダの種類を少なくできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

図1は、本発明の石英ガラス管の製造装置を例示した模式図である。

【0020】

図1に示すように、本発明の石英ガラス管の製造装置1においては、例えば、石英ガラスシリンダ2を回転可能な状態で保持するチャック3-1、3-2と、石英ガラスシリンダ2を加熱するヒータ4と、石英ガラスシリンダ2内部に挿入して内径を成形する内径成形治具5が設置されている。石英ガラスシリンダ2は、ダミー材6-1、6-2を介してチャック3-1、3-2に保持されており、上流側ダミー材(ダミーシリンダ)6-1後端には密閉ホルダ7-1が設置され、その後方には真空ポンプ(図示しない)が配置されている。

【0021】

なお、下流側のダミー材6-2としては、石英ガラスシリンダ2の先端が閉塞している場合は、ダミーロッドを使用し、石英ガラスシリンダ2先端が開口している場合は、ダミーシリンダもしくはダミーロッドを使用すればよい。また、ダミー材6-2としてダミーシリンダを使用する場合には、ダミーシリンダ後端(図の右側)に密閉ホルダ7-2を設置し、その後方には真空ポンプ(図示しない)が配置されていることが好ましい。

【0022】

石英ガラスシリンダ2は、予めダミー材6-1と溶着された状態でチャック3-1に保持され、回転が与えられた状態で、ヒータ4内に挿入される。一方、ダミー材6-2はチャック3-2に保持され、回転が与えられた状態で、下流側からヒータ4内に挿入される。そして、石英ガラスシリンダ2およびダミー材6-2は、ヒータ4の中心部付近で加熱され、溶着され、一体化した状態となる。

【0023】

ダミー材6-2と一体化した石英ガラスシリンダ2は、チャック3-1、3-2により回転が与えられつつ、ヒータ4により所定の温度に加熱された状態で、所定の移動速度で下流側へと移動する。このとき、溶着した位置の移動とともに内径成形治具5も移動させ、所定の位置に内径成形治具5の先端が到達した時点でこれを固定する。その後、石英ガラスシリンダ2内部を減圧し、石英ガラスシリンダの内面と内径成形治具5外表面とを接触させる。

【0024】

本発明の石英ガラス管の製造装置においては、内径成形治具5は、上流側から石英ガラスシリンダ2に挿入されていることが望ましい。延伸後の石英ガラス管は延伸前の石英ガ

10

20

30

40

50

ラスシリンダより相当長くなり、しかも、石英ガラス管の内径は石英ガラスシリンダのそれより小さい。このため、内径成形治具を、下流側から石英ガラスシリンダに挿入する場合には、石英ガラス管の内径目標値と同じ外径を有する成形部と、更にそれより小さい外径の胴体部および指示ロッドを設ける必要がある。そうすると、内径成形治具の剛性が不十分となって、偏芯量が増加したり、内径にバラツキが生じたりする場合がある。このため、内径成形治具は、上流側から石英ガラスシリンダに挿入されていることが望ましい。

【0025】

なお、図1では、石英ガラスシリンダの上流側および石英ガラス管の下流側からそれぞれ減圧する構成の装置を示しているが、このような減圧を行うのは必須ではない。チャック3-1の移動速度を調整するなどにより石英ガラスシリンダの内面を内径成形治具の外面に密着させて延伸させることができるからである。

10

【0026】

しかし、石英ガラスシリンダ内を減圧すれば、石英ガラスシリンダ内を減圧しない場合よりも石英ガラスシリンダ内面の収縮が進みやすくなる。このため、石英ガラスシリンダの内面が内径成形治具の外面に密着が容易となり、石英ガラス管の内径変動を抑制しやすくなる。また、延伸過程において内径変動が抑制されているため、外径の変動も抑制された石英ガラス管を製造することが可能である。従って、石英ガラスシリンダ内および/または石英ガラス管内を減圧するのが望ましい。

【0027】

図2は、内径成形治具を例示した模式図である。図2に示すように、内径成形治具は、内径成形治具支持ロッド(図1の8)と接続される胴体部5-1と目的とする石英ガラス管の内径寸法と同一の外径を有する成形部5-3とを有し、胴体部5-1と成形部5-3の間にはテーパ部5-2を有するものが望ましい。胴体部5-1とテーパ部5-2の外径は、成形部5-3の外径と同一にしても良いが、目的とする石英ガラス管の内径寸法が小さい場合は、内径成形治具支持ロッド(図1の8)と胴体部5-1との接続部の強度が低下し、使用中に破損する恐れがある。

20

【0028】

このため、内径成形治具5としては、胴体部5-1の外径が(成形部5-3の外径)以上であるものを用いるのがよい。また、胴体部5-1が石英ガラスシリンダと接触すると、内面疵を生じさせるので、胴体部5-1の外径の上限は、石英ガラスシリンダ5内面と接触しない程度、即ち、〔石英ガラスシリンダの内径 - 10mm〕以下であることが好ましい。なお、胴体部5-1の形状は、円柱状のみならず角柱等の非円形柱状でもよい。さらに、胴体部5-1の表面には凹凸状の加工等が施されていてもよい。

30

【0029】

成形部5-3の長さについては、石英ガラスシリンダを石英ガラス管に延伸する際の変形領域が十分に確保されていればよい。内径成形治具は、回転させても、固定させてもよいが、石英ガラス管内面に発生する傷を防止するためには、内径成形治具との摺擦を少なくするべく、内径成形治具を回転させることが望ましい。特に、内径成形治具は、それ自体が回転する必要はなく、延伸過程において石英ガラス管内面によって拘束されて必然的に同期回転する構造にしておけばよい。成形部5-3の形状は、円柱状が好ましいが、内径成形治具を回転させない場合は、非円形柱状でもよい。また、成形部5-3の表面に凹凸状の加工等が施されていてもよい。成形部5-3の先端部形状は、図2に示す例では半球状であるが、それ以外の形状としてもよい。

40

【0030】

本発明の製造方法においては、石英ガラスシリンダが変形する領域、即ち、ヒータの中央付近(ヒータ入口から全長の1/3~2/3の位置)から後端までの領域に連続的に目的とする石英ガラス管の内径寸法を有する内径成形治具が配置されているため、目的とする内径寸法を有する石英ガラス管を連続的に安定して製造することができる。尚、図1では、両側のダミーシリンダから減圧可能なように真空ポンプを配置しているが、いずれか片側のダミーシリンダのみから減圧しても良い。

50

【0031】

図3は、石英ガラスシリンダの変形状況を例示した模式図であり、(a)は、 $OD1/ID1 = OD2/ID2$ の条件を満たす延伸状態、(b)は、 $OD1/ID1 < OD2/ID2$ の条件を満たす延伸状態を示す。ただし、 $OD1$ は石英ガラスシリンダの外径、 $ID1$ は石英ガラスシリンダの内径、 $OD2$ は石英ガラス管の外径、 $ID2$ は石英ガラス管内径をそれぞれ意味する。本発明の製造装置を用いれば、石英ガラスシリンダの断面積に対する石英ガラス管の断面積に応じて、石英ガラス管の引き抜き速度を調整することにより、図3(a)および(b)のいずれの延伸の状態にすることも可能である。

【0032】

本発明の製造方法において、石英ガラスシリンダの回転数は、製造する石英ガラス管の寸法によるが、5～20 rpmとすることが望ましい。これは、回転数が5 rpm未満の場合、石英ガラスシリンダの均熱性が損なわれるため、減圧した際断面方向で均等に石英ガラスシリンダが収縮せず、断面内で肉厚が不均一になる可能性がある。また回転数が20 rpmを超える場合には、石英ガラス管の内面と内径成形治具外面との摺擦力が大きくなり石英ガラス管の内面に傷を発生させてしまうことがある。

10

【0033】

入側チャックの走行速度と出側チャック走行速度との比は、石英ガラスシリンダの断面積と製造される石英ガラス管の断面積の比の逆数と一致するように設定すればよい。また、入側チャックの回転速度と出側チャックの回転速度とは、基本的には速度差を持たせないことが望ましい。また速度差を持たせる場合でも、入側チャックの走行速度並びに出側チャックの走行速度にもよるが、石英ガラス管のねじれ防止の観点から1 rpm以下とする必要がある。

20

【0034】

石英ガラスシリンダを形成する石英ガラス素材としては、VAD法などで製造される合成石英ガラスのみではなく、天然石英ガラスその他の石英ガラスを用いてもよい。

【0035】

加工時の石英ガラスシリンダの温度は、軟化点を左右するOH基、Cl基等の濃度との関係で設定すればよい。加熱炉内は、酸化防止のため不活性雰囲気であるのがよい。これらの温度域に適用できる内径成形治具としては、酸化アルミナ系の酸化物、タングステン、モリブデン等の金属、黒鉛等を用いればよい。この中でも高温域での強度並びに純度の面から黒鉛を用いるのが最も好ましい。

30

【実施例】

【0036】

高純度の $SiCl_4$ を酸水素火炎中で加水分解反応させて、 SiO_2 微粒子を堆積成長させた多孔質体を焼結、透明化して、合成石英ガラスインゴットとし、この合成石英ガラスインゴットを出発素材として、石英ガラス素材としての石英ガラスシリンダ(外径160 mm、内径60 mm、外径/内径の比2.67)を作製した。

【0037】

(本発明例1)

上記の石英ガラスシリンダ(長さ1100 mm)を、図1に記載の製造装置を用いて延伸し、石英ガラス管(外径60 mm、内径22.5 mm、外径/内径の比2.67)の製作を試みた。このとき、ヒータ温度は2300、回転速度は10 rpm、石英ガラスシリンダの内圧は50,000 Paにし、更に石英ガラスシリンダの送り込み速度を17.54 mm/min、石英ガラス管の延伸速度を124.71 mm/minに設定し、長さ1100 mmの石英ガラスシリンダ全域を延伸させ長さ7200 mmの石英ガラス管を得た。内径成形治具としては、概ね図2に示す形状であって、胴体部の長さが150 mm、外径が42 mm、テーパ部の長さが150 mm、成形部の長さが550 mm、外径が22.5 mmであるものを用いた。

40

【0038】

(本発明例2)

外径/内径の比を大きくする延伸における効果を確認するため、上記の石英ガラスシリン

50

ンダ（長さ800mm）を、図1に記載の製造装置を用いて延伸し、石英ガラス管（外径60mm、内径20mm、外径/内径の比3.00）の製作を試みた。このとき、ヒータ温度は2350、回転速度は12rpm、石英ガラスシリンダの内圧は40,000Paにし、更に石英ガラスシリンダの送り込み速度を17.54mm/min、石英ガラス管の延伸速度を120.57mm/minに設定し、長さ800mmの石英ガラスシリンダ全域を延伸させ、長さ4600mmの石英ガラス管を得た。内径成形治具としては、概ね図2に示す形状であって、胴体部の長さが150mm、外径が42mm、テーパ部の長さが150mm、成形部の長さが550mm、外径が20mmであるものを用いた。

【0039】

（本発明例3）

外径/内径の比を小さくする延伸における効果を確認するため、上記の石英ガラスシリンダ（長さ1000mm）を、図1に記載の製造装置を用いて延伸し、石英ガラス管（外径60mm、内径25mm、外径/内径の比2.40）の製作を試みた。このとき、ヒータ温度は2250、回転速度は7rpm、石英ガラスシリンダの内圧は40,000Paにし、更に石英ガラスシリンダの送り込み速度を17.54mm/min、石英ガラス管の延伸速度を129.69mm/minに設定し、長さ1000mmの石英ガラスシリンダ全域を延伸させ、長さ6900mmの石英ガラス管を得た。内径成形治具としては、概ね図2に示す形状であって、胴体部の長さが150mm、外径が42mm、テーパ部の長さが150mm、成形部の長さが550mm、外径が25mmであるものを用いた。

10

【0040】

（比較例1）

上記の石英ガラスシリンダ（長さ1100mm）を、図1に示す装置と同様の装置（内径成形治具を用いず、減圧を実施しなかった。）により、延伸し、石英ガラス管（外径60mm、内径22.5mm、外径/内径の比2.67）の作製を試みた。このとき、ヒータ温度は2300、回転速度は10rpm、石英ガラスシリンダの送り込み速度を17.54mm/min、石英ガラス管の延伸速度を124.71mm/minに設定し、長さ1100mmの石英ガラスシリンダ全域を延伸させ、長さ6900mmの石英ガラス管を得た。

20

【0041】

延伸開始から終了までの間、延伸中の石英ガラス管の外径をモニタしながら、目的とする石英ガラス管の外径に近づけるため石英ガラス管の延伸速度を111~139mm/minの間で調整した。石英ガラス管の外径をモニタしながら延伸速度を調整するものの、目的とする石英ガラス管の外径に到達するまでに一定の時間を費やし、また目的とする外径に到達しても、終了までの間、絶えず外径が変動した。

30

【0042】

（評価）

製作した石英ガラス管の外径を長手方向100mmピッチ、円周方向2点（90°ピッチ）測定した。また内径については、石英ガラス管の肉厚を長手方向100mmピッチ、円周方向4点（90°ピッチ）測定し、計算により求めた。

【0043】

なお、1断面内での外径差および内径差は、本発明例1および本発明例2ではいずれの測定箇所においても0.02mm以下であり、本発明例3および比較例1ではいずれの測定箇所においても0.03mm以下であった。

40

【0044】

本発明例1および比較例1における石英ガラス管の外径および内径の変動状況を図4および図5に示す。また、本発明例2における石英ガラス管の外径および内径の変動状況を図6に、本発明例3における石英ガラス管の外径および内径の変動状況を図7にそれぞれ示す。なお、図4~7における測定原点とは、得られた石英ガラス管の下流側（延伸開始側）の先端部を意味する。

【0045】

図4および図5に示すように、比較例1では、延伸開始直後および延伸終了直前の変動

50

が大きいとともに、中間位置においても、外径および内径ともに変動した。これに対し、本発明例 1 では、延伸開始時から延伸終了までの間、安定して目的とする寸法を有する石英ガラス管が得られた。

【0046】

図 6 および図 7 に示すように、外径 / 内径の比を大きくする延伸を施した本発明例 2、外径 / 内径の比を小さくする延伸を施した本発明例 3 のいずれの場合においても、延伸開始時から延伸終了までの間、安定して目的とする寸法を有する石英ガラス管が得られた。

【産業上の利用可能性】

【0047】

本発明によれば、石英ガラス管の内径寸法精度を安定化できるので、この石英ガラス管を光ファイバプリフォーム製造用クラッド管に用いた場合には、接続損失の小さい光ファイバを提供することができる。また、延伸前の石英ガラスシリンダの外径 $OD1$ および内径 $ID1$ ならびに延伸後の石英ガラス管の外径 $OD2$ および内径 $ID2$ が $OD1 > OD2$ および $ID1 > ID2$ の条件を満足する延伸条件において、 $OD1 / ID1 > OD2 / ID2$ の条件を満たす延伸も、 $OD1 / ID1 < OD2 / ID2$ の条件を満たす延伸も行うことができるので、他品種小ロット生産においても、準備すべき石英ガラスシリンダの種類を少なくできる。

10

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図 1】本発明の石英ガラス管の製造装置を例示した模式図である。

20

【図 2】内径成形治具を例示した模式図である。

【図 3】石英ガラスシリンダの変形状況を例示した模式図であり、(a)は、 $OD1 / ID1 > OD2 / ID2$ の条件を満たす延伸状態、(b)は、 $OD1 / ID1 < OD2 / ID2$ の条件を満たす延伸状態を示す。

【図 4】本発明例 1 および比較例 1 の外径変動を示す図である。

【図 5】本発明例 1 および比較例 1 の内径変動を示す図である。

【図 6】本発明例 2 の外径変動および内径変動を示す図である。

【図 7】本発明例 3 の外径変動および内径変動を示す図である。

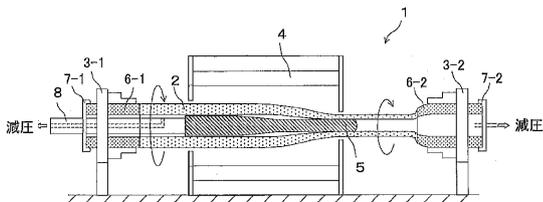
【符号の説明】

【0049】

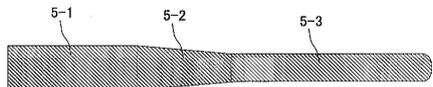
30

1. 石英ガラス管の製造装置
2. 石英ガラスシリンダ
- 3-1、3-2. チャック
4. ヒータ
5. 内径成形治具 (5-1. 胴体部、5-2. テーパー部、5-3. 成形部)
- 6-1、6-2. ダミー材
- 7-1、7-2. 密閉ホルダ
8. 内径成形治具支持ロッド

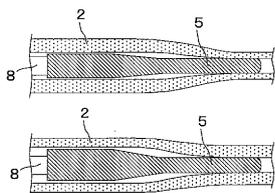
【 図 1 】



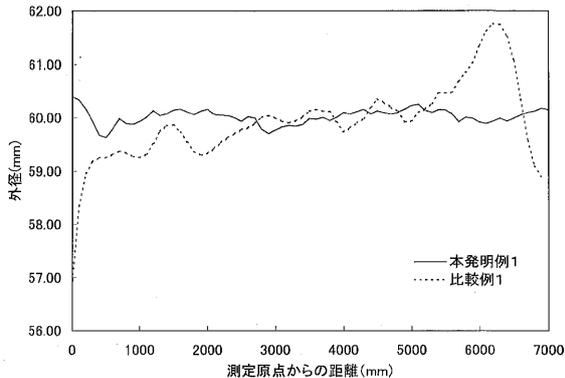
【 図 2 】



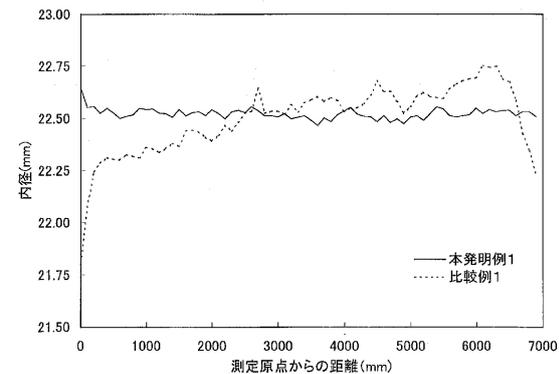
【 図 3 】



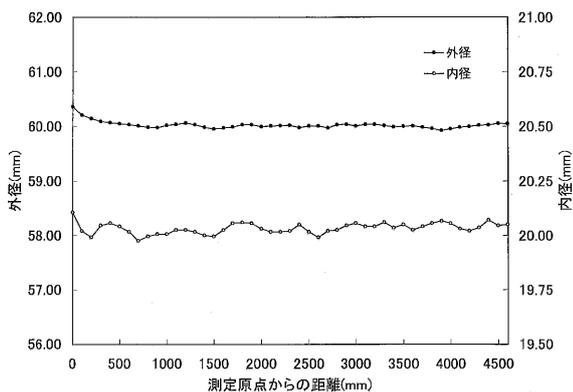
【 図 4 】



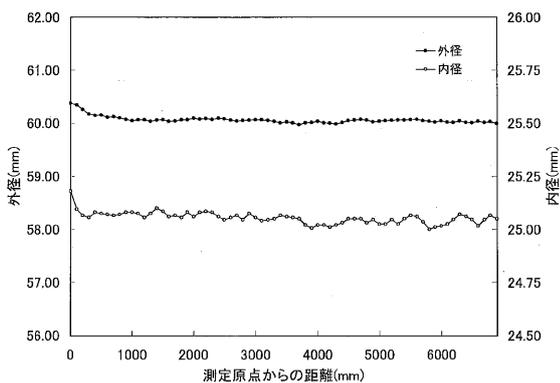
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 中島 啓吾
東京都千代田区神田須田町1丁目24番地
一ツ株式会社内 住金セラミックス・アンド・クオ
- (72)発明者 西瀬 武司
東京都千代田区神田須田町1丁目24番地
一ツ株式会社内 住金セラミックス・アンド・クオ
- (72)発明者 長谷 有祥
東京都千代田区神田須田町1丁目24番地
一ツ株式会社内 住金セラミックス・アンド・クオ
- Fターム(参考) 4G014 AH23
4G015 BA01 BB02 BB03
4G021 BA01 CA00