

(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2005-281090

(P2005-281090A)

(43) 公開日 平成17年10月13日(2005. 10. 13)

(51) Int. Cl.⁷C03B 37/027
G02B 6/00

F I

C03B 37/027 A
G02B 6/00 356A

テーマコード (参考)

4G021

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-99650 (P2004-99650)
(22) 出願日 平成16年3月30日 (2004. 3. 30)(71) 出願人 592032636
学校法人トヨタ学園
愛知県名古屋市天白区久方2丁目12番地
1(74) 代理人 100068021
弁理士 絹谷 信雄(72) 発明者 生嶋 明
愛知県名古屋市天白区久方二丁目12番地
1 豊田工業大学内(72) 発明者 斎藤 和也
愛知県名古屋市天白区久方二丁目12番地
1 豊田工業大学内

最終頁に続く

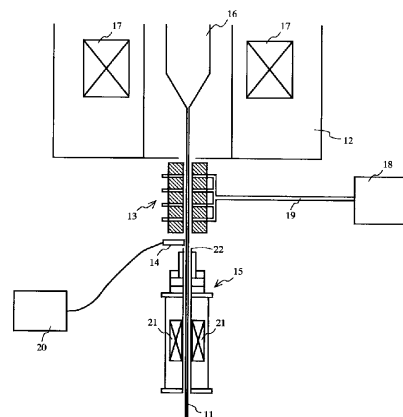
(54) 【発明の名称】 光ファイバの製造方法及び製造装置

(57) 【要約】

【課題】 ガラスの構造緩和を十分に促進させ、光ファイバの光散乱損失を低減させる。

【解決手段】 光ファイバ母材16を線引炉12で加熱線引きし、線引された光ファイバ11を上記線引炉12下に設けたアニール炉15で所定のアニール温度に保持する光ファイバの製造方法において、上記アニール炉15入口における光ファイバ11を冷却してファイバ温度を上記アニール炉15のアニール温度と略等しい温度にする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光ファイバ母材を線引炉で加熱線引きし、線引された光ファイバを上記線引炉下に設けたアニール炉で所定のアニール温度に保持する光ファイバの製造方法において、上記アニール炉入口における光ファイバの温度が上記アニール炉のアニール温度と略等しい温度になるように温度制御を行うことを特徴とする光ファイバの製造方法。

【請求項 2】

光ファイバ母材を線引炉で加熱線引きし、線引された光ファイバを上記線引炉下に設けたアニール炉で所定のアニール温度に保持する光ファイバの製造方法において、上記アニール炉入口における光ファイバを冷却してファイバ温度を上記アニール炉のアニール温度と略等しい温度にすることを特徴とする光ファイバの製造方法。 10

【請求項 3】

光ファイバ母材を線引炉で加熱線引きし、線引された光ファイバを上記線引炉下に設けたアニール炉で所定のアニール温度に保持する光ファイバの製造方法において、上記アニール炉入口における光ファイバの温度を測定し、その測定値がアニール温度と略等しくなるようアニール炉の前段で光ファイバの温度を制御することを特徴とする光ファイバの製造方法。

【請求項 4】

光ファイバ母材を加熱溶融する線引炉と、線引された光ファイバを所定のアニール温度に保持するアニール炉とを備える光ファイバの製造装置において、上記線引炉とアニール炉との間に、アニール炉のアニール温度と略等しい温度に光ファイバを冷却する冷却装置を設けたことを特徴とする光ファイバの製造装置。 20

【請求項 5】

光ファイバ母材を加熱溶融する線引炉と、線引された光ファイバを所定のアニール温度に保持するアニール炉とを備える光ファイバの製造装置において、上記線引炉とアニール炉との間に、アニール炉のアニール温度と略等しい温度に光ファイバを冷却する冷却装置を設け、その冷却装置の出口側に光ファイバの温度を測定する温度測定器を設けたことを特徴とする光ファイバの製造装置。

【請求項 6】

上記冷却装置は、光ファイバが通る通路を有し、該通路内に冷却ガスを流す冷却ガス供給手段を有する請求項 5 記載の光ファイバの製造装置。 30

【請求項 7】

上記冷却ガス供給手段は、ガス流量制御器を備え、上記温度測定器で測定される温度に応じて冷却ガスの流量が調節される請求項 6 記載の光ファイバの製造装置。

【請求項 8】

上記冷却装置は、光ファイバが通る通路が形成された冷却本体と、その冷却本体に接続された冷却ガス配管と、冷却本体に形成され、冷却ガス配管からの冷却ガスを上記通路に流すガス流路とからなる請求項 4 から 7 いずれかに記載の光ファイバの製造装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、伝送損失の低い光ファイバの製造方法及び製造装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

図 5 及び図 6 に示すように、光ファイバの製造装置は、光ファイバ 52 が線引される順に、ファイバ母材 54 を溶融する線引炉 53、線引される光ファイバを加熱処理するアニール炉 55、光ファイバ 52 を引き取るファイバ引取機 56 が配設される。

【0003】

ファイバ引取機 56 は、線引速度を制御する引取キャプスタン 58、線引経路を形成するプーリ 59、光ファイバを巻き取るボビン 57 を備える。 50

【0004】

光ファイバ母材54を線引炉53のヒータ61で加熱溶融して引き出した光ファイバ52をヒータ62を備えたアニール炉55に通すことでファイバ温度を制御し、ファイバ引取機56で線引速度を制御しながら光ファイバ52を引取している。

【0005】

線引直後にアニール炉55内で、ファイバ温度をある温度で一定時間保つような制御をし、光ファイバ52のガラス構造緩和を促進させることにより、光ファイバ52の損失要因の大半を占める光散乱損失を低減することが可能である（例えば、特許文献1，2参照）。

【0006】

また、光ファイバ母材を加熱線引して中間光ファイバを作製し、この中間光ファイバを再加熱することで仮想温度を下げて光散乱損失を低減している光ファイバの製造方法がある（例えば、特許文献3参照）。

【0007】

【特許文献1】特開2000-335933号公報

【特許文献2】特開2000-335934号公報

【特許文献3】特開平10-25127号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

図7は光ファイバ52がアニール炉55に突入する位置65を0mmとしたときのアニール炉55内の光ファイバ52の長手方向の温度分布である。図7に示すように、光ファイバ52がアニール炉55の内壁64の温度より高い温度、或いは低い温度でアニール炉55に突入した場合、ファイバ温度はアニール炉55の内壁温度と同じになるまで変化し、炉55の内壁温度と同じになると、光ファイバ52がアニール炉55を出るまでその温度で一定に保たれる。

【0009】

しかし、光ファイバ52がアニール炉55に突入する位置65において、ファイバ温度が炉の内壁温度より高すぎたり、或いは低すぎたりすると、ファイバ速度が150m/minのとき（曲線73）、ファイバ温度が炉内で一定に保たれる時間が十分に得られず、光ファイバ52のガラス構造緩和が十分に促進されていない。そのため、仮想温度を下げる事ができず、結果、製造される光ファイバの光散乱損失が大きくなってしまいうという問題点がある。

【0010】

また、ファイバ速度が20m/min（曲線71）或いは60m/min（曲線72）の場合は、アニール炉55内でガラス構造緩和が十分に促進されているが、光ファイバ52の線引速度が遅いので生産性が悪く、実用的ではない。

【0011】

そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、ガラスの構造緩和を十分に促進させ、光ファイバの光散乱損失が低減された光ファイバの製造方法及び製造装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記目的を達成するために、請求項1の発明は、光ファイバ母材を線引炉で加熱線引きし、線引された光ファイバを上記線引炉下に設けたアニール炉で所定のアニール温度に保持する光ファイバの製造方法において、上記アニール炉入口における光ファイバの温度が上記アニール炉のアニール温度と略等しい温度になるように温度制御を行う光ファイバの製造方法である。

【0013】

請求項2の発明は、光ファイバ母材を線引炉で加熱線引きし、線引された光ファイバを

10

20

30

40

50

上記線引炉下に設けたアニール炉で所定のアニール温度に保持する光ファイバの製造方法において、上記アニール炉入口における光ファイバを冷却してファイバ温度を上記アニール炉のアニール温度と略等しい温度にする光ファイバの製造方法である。

【0014】

請求項3の発明は、光ファイバ母材を線引炉で加熱線引し、線引された光ファイバを上記線引炉下に設けたアニール炉で所定のアニール温度に保持する光ファイバの製造方法において、上記アニール炉入口における光ファイバの温度を測定し、その測定値がアニール温度と略等しくなるようアニール炉の前段で光ファイバの温度を制御する光ファイバの製造方法である。

【0015】

請求項4の発明は、光ファイバ母材を加熱溶融する線引炉と、線引された光ファイバを所定のアニール温度に保持するアニール炉とを備える光ファイバの製造装置において、上記線引炉とアニール炉との間に、アニール炉のアニール温度と略等しい温度に光ファイバを冷却する冷却装置を設けた光ファイバの製造装置である。

【0016】

請求項5の発明は、光ファイバ母材を加熱溶融する線引炉と、線引された光ファイバを所定のアニール温度に保持するアニール炉とを備える光ファイバの製造装置において、上記線引炉とアニール炉との間に、アニール炉のアニール温度と略等しい温度に光ファイバを冷却する冷却装置を設け、その冷却装置の出口側に光ファイバの温度を測定する温度測定器を設けた光ファイバの製造装置である。

【0017】

請求項6の発明は、上記冷却装置は、光ファイバが通る通路を有し、該通路内に冷却ガスを流す冷却ガス供給手段を有する光ファイバの製造装置である。

【0018】

請求項7の発明は、上記冷却ガス供給手段は、ガス流量制御器を備え、上記温度測定器で測定される温度に応じて冷却ガスの流量が調節される光ファイバの製造装置である。

【0019】

請求項8の発明は、上記冷却装置は、光ファイバが通る通路が形成された冷却本体と、その冷却本体に接続された冷却ガス配管と、冷却本体に形成され、冷却ガス配管からの冷却ガスを上記通路に流すガス流路とからなる光ファイバの製造装置である。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、ガラスの構造緩和を十分に促進させ、光ファイバの光散乱損失を低減させるといった優れた効果を発揮する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明の好適な一実施形態を添付図面に基づいて詳述する。

【0022】

図1は本発明に係る光ファイバの製造装置の好適な実施の形態を示した概略図である。

【0023】

本実施の形態に係る光ファイバの製造装置は、線引炉12、冷却装置13、温度測定器14、アニール炉15を有する。光ファイバ母材16を線引する方向（図1上から下）に線引炉12、アニール炉15の順で配設され、冷却装置13は、線引炉12とアニール炉15との間に、温度測定器14は、アニール炉15の入口にそれぞれ設置される。

【0024】

線引炉12は、光ファイバ母材16を加熱溶融するためのヒータ17を備える。

【0025】

アニール炉15は、光ファイバ11を所定温度で一定に保持する（アニール処理する）ためのヒータ21を備える。

【0026】

10

20

30

40

50

図 2 に示すように、冷却装置 1 3 は冷却本体 2 3 と、冷却本体 2 3 に接続された冷却ガス配管 1 9 と、冷却ガス配管 1 9 に接続された冷却ガス供給手段で構成される。冷却本体 2 3 は、アルミニウムや銅で形成された中実体であり、長手方向の長さが 2 5 0 m m である。冷却本体 2 3 には光ファイバ 1 1 が通る直径 3 0 m m の円形の通路 2 4 と、通路 2 4 に冷却ガスを流すガス流路 2 5 が形成される。冷却ガス配管 1 9 に接続される冷却ガス供給手段は、冷却ガスを供給し、そのガス流量を制御するガス流量制御器 1 8 である。

【0 0 2 7】

冷却ガス配管 1 9 は、冷却本体 2 3 に形成された複数のガス流路 2 5 に接続されるため、複数の支管 2 7 に分岐され、各支管 2 7 を介してガス流路 2 5 に接続される。ガス流路 2 5 は、通路 2 4 と冷却本体 2 3 の外側とを連通するものである。ガス流路 2 5 は、光ファイバ 1 1 を均等に徐冷するために、ファイバ断面方向において、対称的に形成されるのが好ましい。また、本実施の形態では、冷却ガスとして H e ガスを使用した。

10

【0 0 2 8】

温度測定器 1 4 として赤外線放射温度計が、アニール炉 1 5 上方（光ファイバ入口側）に設けられ、それに接続される監視装置 2 0 が光ファイバ製造装置の外部に配置される。

【0 0 2 9】

また、図示はしないが、アニール炉 1 5 下には、背景技術で説明したようなファイバ引取機が設けられ、さらに、光ファイバを保護するための被覆樹脂を被覆する装置等が設けられてもよい。

【0 0 3 0】

次に、本実施の形態の作用について説明する。

20

【0 0 3 1】

光ファイバの製造方法は、光ファイバ母材 1 6 が線引炉 1 2 で加熱溶融され、自由落下により細径の光ファイバ 1 1 になると共に、ファイバ温度が下がって固化した光ファイバ 1 1 がファイバ引取機で線引される。

【0 0 3 2】

アニール炉 1 5 では、光ファイバを所定温度で一定に保持することで、ガラス構造緩和を促進させ、光散乱損失が低減される構造としている。

【0 0 3 3】

アニール炉 1 5 の前段に配置される冷却装置 1 3 では、ガス流量制御器 1 8 よりガス流路 2 5 を通って通路 2 5 に供給される冷却ガスにより、通路 2 5 に導入された光ファイバ 1 1 が冷却される。

30

【0 0 3 4】

冷却本体 2 3 は、アルミニウム等の熱伝導率の高い材料で形成されているため、線引直後の光ファイバ 1 1 を冷却することにより温度が高くなった冷却ガスの熱を放熱させるとともに、冷却本体 2 3 が厚肉に形成されているので、光ファイバ 1 1 が外気により急冷されることを防いでいる。

【0 0 3 5】

冷却ガスには H e ガスを用いているので、光ファイバを形成する石英系材料と反応することがない。さらに、外気（空気或いは窒素）より軽い気体であるため、H e ガスは通路 2 4 を上昇し、冷却装置 1 3 下方のアニール炉 1 5 の温度に影響を与えることなく、光ファイバ 1 1 を冷却することができる。

40

【0 0 3 6】

また、冷却装置 1 3 とアニール炉 1 5 との間に、アニール炉 1 5 への冷却ガスの流入を防ぐガード部材（図示せず）を設ければ、冷却ガスとして外気より重い気体を用いてもよい。

【0 0 3 7】

冷却装置 1 3 で線引直後の光ファイバの温度をアニール炉 1 5 内の温度と略等しくしてから、光ファイバがアニール炉 1 5 内へ導入される。これにより、アニール炉 1 5 内で光ファイバ 1 1 を所定温度に十分に保持することができ、ガラスの構造緩和を十分に促進さ

50

せることができる。

【0038】

ここで、図3に、冷却装置13に光ファイバ11が導入されてから出るまでの間のファイバ上の1点の温度変化量と、冷却装置13に光ファイバ11が導入されてから出るまでの間に通路24に流れる冷却ガスの流量との関係を示す。冷却ガスはHeガスとし、光ファイバ11の線引速度は20m/minとした。

【0039】

温度測定器14で測定されるファイバ温度の変化に応じて、ガス流量制御器18を調整し、通路24に流す冷却ガスの流量を調節することで、光ファイバ11がアニール炉15に突入する位置（アニール炉入口）22におけるファイバ温度を制御することができる。

10

【0040】

ガス流量制御器18の調整は、監視装置20でファイバ温度をモニタしながら行われる。ガス流量制御器18と温度測定器14とをリンクし、ファイバ温度が制御されるようにガス流量制御器18を調整してもよい。

【0041】

具体的には、図3に示すように、単位時間当たりのファイバ温度の変化量とHeガス流量とは略比例関係にある。アニール炉15に突入する位置22におけるファイバ温度がアニール炉15内温度より高い場合、通路24に流れる冷却ガスの流量を多くして光ファイバ11の冷却効果を大きくすることで、ファイバ温度を下げるることができる。逆に、アニール炉15に突入する位置22におけるファイバ温度がアニール炉15内温度より低い場合、通路24に流れる冷却ガスの流量を少なくして光ファイバ11の冷却効果を小さくすることで、ファイバ温度の低下を抑制できる。よって、アニール炉15へ突入する光ファイバ11の温度をアニール炉15内の温度と略等しくすることができる。

20

【0042】

また、アニール炉15の内壁に熱電対（図示せず）を設け、アニール炉15の内壁温度を常時測定して、内壁温度の変化に応じてヒータ21の出力を調整することにより、アニール炉の内壁温度を制御することができる。

【0043】

次に、光ファイバ11のガラス構造緩和が最も促進される場合の、アニール炉15内で一定に保たれるファイバ温度と、光ファイバ11の一点がアニール処理される時間との関係を示す。

30

【0044】

図4に示すように、検量線40は、アニール温度（ファイバ温度） T とアニール処理時間 t との関係を示すものであり、 $T = -40.0891 \ln(t) + 1307.8$ で表される。この検量線40は、本発明者らの実験によるもので、Appl.Phys.83,8175(2003)にあるように、ファイバサンプルを用いて一定のアニール温度 T 下に保たれた光ファイバの仮想温度をラマン散乱法で評価し、アニール処理時間 t との関係を調べたものである。

【0045】

光ファイバ11の線引速度とアニール炉15の長さから、光ファイバ11がアニール炉15内を通過する時間（アニール処理時間） t が求められるので、アニール処理時間 t に対する温度 T を検量線40から求める。光ファイバ11がアニール炉15に突入してから出るまでファイバ温度をアニール温度 T で十分保持させるため、光ファイバ11がアニール炉15に突入する位置22におけるファイバ温度をアニール温度 T に略等しくしてからアニール炉15に導入させるように冷却ガスの流量を調整する。

40

【0046】

その際、アニール炉15の内壁温度が、アニール温度 T になるようにアニール炉15のヒータ21出力を調整する。これにより、光ファイバ11のガラス構造緩和が最も促進された、すなわち、光散乱損失が最も低減化された光ファイバを、線引速度を遅くすることなく、製造することができる。

【実施例】

50

【0047】

次に、本発明の実施の形態について、実施例に基づいて説明するが、本発明の実施の形態はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0048】

光ファイバの製造装置（例えば図1の線引炉12）でコアにGeが添加された光ファイバを製造した。図4より、アニール温度Tを1270℃、アニール処理時間tを1.8秒となるようにした。長さ3mのアニール炉を用い、線引速度は100m/minとした。赤外放射温度計で光ファイバの温度をモニタしながら、冷却装置に投入するHeガスの流量を調整し、線引される光ファイバのアニール炉への突入する時の温度が1270℃となるように制御した。

10

【0049】

この実施例で得られた光ファイバの伝送損失は、波長1.55μmで0.168dB/kmと従来の光ファイバに比べて十分低かった。また、得られた光ファイバの仮想温度をラマン散乱法で評価したところ、仮想温度は1280℃まで下がっており、ガラスの構造緩和が十分進んでいることも確かめられた。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】本実施の形態の光ファイバの製造装置を示す概略図である。

【図2】図1の冷却装置の拡大斜視図である。

【図3】冷却ガス流量と温度変化量との関係を示す図である。

20

【図4】アニール処理時間とアニール温度との関係を示す図である。

【図5】従来の光ファイバの製造装置を示す概略図である。

【図6】図5の線引炉及びアニール炉の要部拡大図である。

【図7】アニール炉内の光ファイバ長手方向の温度分布を示す図である。

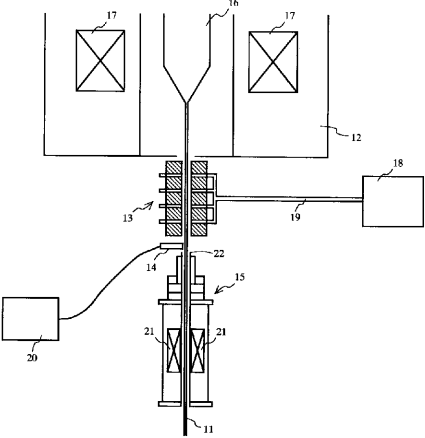
【符号の説明】

【0051】

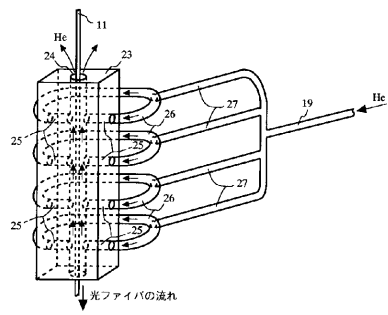
- 11 光ファイバ
- 12 線引炉
- 13 冷却装置
- 14 温度測定器
- 15 アニール炉
- 16 光ファイバ母材
- 18 ガス流量制御器
- 19 冷却ガス配管
- 23 冷却本体
- 25 ガス流路

30

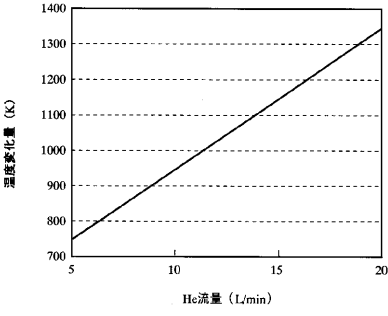
【図 1】



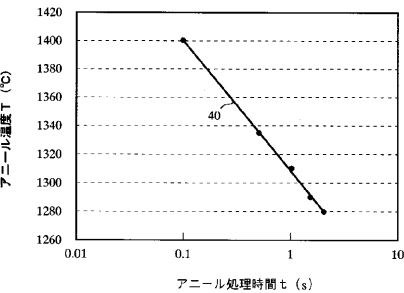
【図 2】



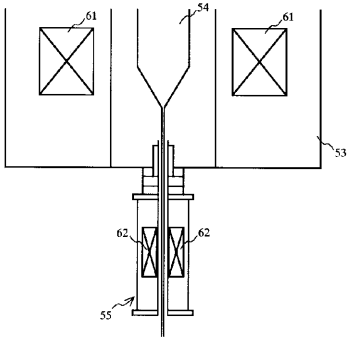
【図 3】



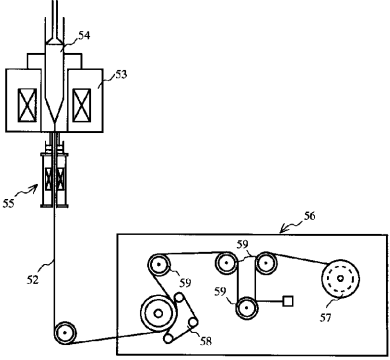
【図 4】



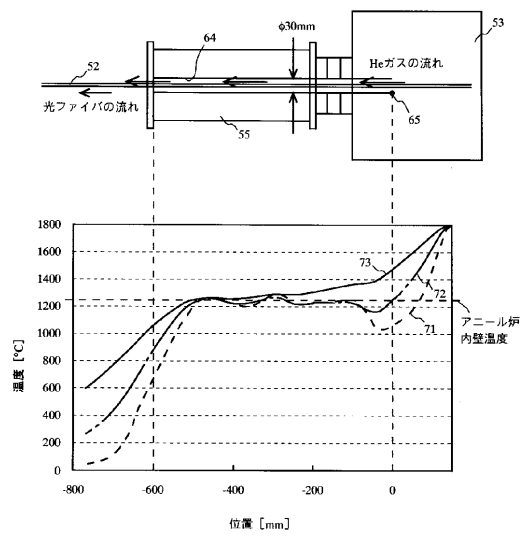
【図 6】



【図 5】



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 垣内田 洋
愛知県名古屋市天白区久方二丁目1 2 番地1 豊田工業大学内
- (72)発明者 Edson 晴彦 関谷
愛知県名古屋市天白区久方二丁目1 2 番地1 豊田工業大学内

Fターム(参考) 4G021 HA02 HA05