

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5323530号
(P5323530)

(45) 発行日 平成25年10月23日(2013.10.23)

(24) 登録日 平成25年7月26日(2013.7.26)

(51) Int. Cl.	F 1		
CO3B 37/12	(2006.01)	CO3B 37/12	Z
GO2B 6/00	(2006.01)	GO2B 6/00	356A
CO3C 25/10	(2006.01)	CO3C 25/02	A

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2009-39545 (P2009-39545)	(73) 特許権者	000005290
(22) 出願日	平成21年2月23日(2009.2.23)		古河電気工業株式会社
(65) 公開番号	特開2010-195608 (P2010-195608A)		東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(43) 公開日	平成22年9月9日(2010.9.9)	(72) 発明者	鈴木 尚
審査請求日	平成23年12月1日(2011.12.1)		東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内
		(72) 発明者	倉世古 浩志
			東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内
		(72) 発明者	折田 伸昭
			東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内
		審査官	山崎 直也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光ファイバ母材を加熱溶融して光ファイバを形成する工程と、
前記光ファイバを冷却装置で冷却する工程と、
冷却した前記光ファイバに被覆材を被覆する工程と、
を含む光ファイバの製造方法において、
前記光ファイバを冷却する工程は、前記冷却装置の下部から冷却ガスを供給し、前記冷却装置の上部から前記冷却装置内の雰囲気ガスの一部を回収し、前記回収した雰囲気ガスを前記冷却装置の下部から再度供給し、
前記回収する雰囲気ガスの酸素濃度を測定し、該酸素濃度から計算される雰囲気ガスに含まれる外気量を算出し、
前記雰囲気ガスに含まれる外気量と前記冷却ガスの供給量とが異なる量となるように前記雰囲気ガスの回収量を設定することを特徴とする光ファイバの製造方法。

【請求項2】

前記回収する雰囲気ガスの量は一定とし、前記被覆工程における光ファイバの被覆外径が所定の値となるように前記冷却ガスの供給量を制御することを特徴とする請求項1に記載の光ファイバの製造方法。

【請求項3】

前記雰囲気ガスに含まれる外気量と前記冷却ガスの供給量とがほぼ同じ量になるときの

前記雰囲気ガスの回収量よりも、前記雰囲気ガスの回収量を少なく設定することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光ファイバの製造方法。

【請求項 4】

前記冷却ガスのみを前記冷却装置に供給した場合に所定の被覆外径が得られる前記冷却ガスの供給量を A、雰囲気ガスを回収した場合に所定の被覆外径が得られる前記冷却ガスの供給量を B としたとき、

$$(A - B) / A \times 100$$

で表される前記冷却ガスの再使用率 (%) が、10%以上80%以下であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の光ファイバの製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、光ファイバの製造方法に関するものであり、特に光ファイバ母材から線引きされた光ファイバを冷却する方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の光ファイバの製造方法を図 1 を用いて説明する。光ファイバ 3 は、加熱炉 2 内で光ファイバ母材 1 を加熱溶解し、線引きすることにより製造される。線引きされた光ファイバ 3 は、冷却装置 4 内で冷却ガス等によって一定の温度まで冷却された後、ダイス 5 により被覆材が被覆され、樹脂硬化装置 6 で被覆材が硬化されることで被覆が形成される。被覆された光ファイバは、引取装置 7 を経て、巻取装置 8 に巻き取られる。

20

なお、被覆前後の光ファイバの外径は、所定の値になるように制御される。また、図 1 では一工程で被覆材を被覆する方法を示しているが、複数のダイス 5 を用いて順次複数の被覆材の被覆を行なう方法も行なわれている。

【0003】

上記光ファイバの製造方法において、冷却装置 4 には冷却ガス供給ポート 9 から冷却ガス等を供給し、高温の光ファイバを冷却する。冷却ガスとしては、熱伝導率が高く、短時間で光ファイバを冷却することができることから、He ガスが一般的に用いられている。

【0004】

一方、He ガスは他の気体に比べて比較的高価な気体であるため、使用後の He ガスを浄化装置あるいは精製装置により浄化し、高純度 He ガスとして再利用する様々な方法が提案されている。

30

【0005】

たとえば、特許文献 1 には、光ファイバ母材の固結工程において使用された He ガスを回収して、He 浄化装置によってその純度を高くした He ガスを再循環して使用方法が提案されている。

また、特許文献 2 には、光ファイバ冷却筒を筐体で覆い、筐体の上部に He ガスを回収する回収機構を設け、筐体の下部にはクリーンエアを吹き付ける気体導入機構を設けることにより、使用後の He ガスを He ガス回収室で完全に回収した上で、その回収したガスを浄化装置あるいは精製装置により高純度化して再利用する光ファイバ線引き装置が提案

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特表平 11 - 513011 号公報

【特許文献 2】特開 2004 - 142976 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献 1 や特許文献 2 に記載の方法では、装置が大掛かりなものとな

50

るうえ、システムが複雑であり、初期投資が高額となるだけでなく、維持費用も高額になる。このため、Heガスの再利用によるHeガスのコストを低減することができる一方で、別のコストがかかるという問題があった。

【0008】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、従来の装置からの改造が少なく済み、簡単なシステムでHeガス等の冷却ガスの再利用が実現できる光ファイバの製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は前記の課題を解決する為になされたものであって、本発明に係る光ファイバの製造方法は、光ファイバ母材を加熱溶解して光ファイバを形成する工程と、前記光ファイバを冷却装置で冷却する工程と、冷却した前記光ファイバに被覆材を被覆する工程と、を含む光ファイバの製造方法において、前記光ファイバを冷却する工程は、前記冷却装置の下部から冷却ガスを供給し、前記冷却装置の上部から前記冷却装置内の雰囲気ガスの一部を回収し、前記回収した雰囲気ガスを前記冷却装置の下部から再度供給することを特徴とするものである。

10

【0010】

また、本発明に係る光ファイバの製造方法は、前記回収する雰囲気ガスの量は一定とし、前記被覆工程における光ファイバの被覆外径が所定の値となるように前記冷却ガスの供給量を制御することを特徴とするものである。

20

【0011】

また、本発明に係る光ファイバの製造方法は、前記回収する雰囲気ガスの酸素濃度を測定し、該酸素濃度から計算される雰囲気ガスに含まれる外気量を算出し、前記雰囲気ガスに含まれる外気量と前記冷却ガスの供給量とが異なる量となるように前記雰囲気ガスの回収量を設定することを特徴とするものである。

【0012】

また、本発明に係る光ファイバの製造方法は、前記雰囲気ガスに含まれる外気量と前記冷却ガスの供給量とがほぼ同じ量になるときの前記雰囲気ガスの回収量よりも、前記雰囲気ガスの回収量を少なく設定することを特徴とするものである。

【0013】

また、本発明に係る光ファイバの製造方法は、前記冷却ガスのみを前記冷却装置に供給した場合に所定の被覆外径が得られる前記冷却ガスの供給量をA、雰囲気ガスを回収した場合に所定の被覆外径が得られる前記冷却ガスの供給量をBとしたとき、

30

$$(A - B) / A \times 100$$

で表される前記冷却ガスの再使用率(%)が、10%以上80%以下であることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、従来の装置からの改造が少なく済み、簡単なシステムで冷却ガスの再利用が実現できる光ファイバの製造方法を提供することができる。

40

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施の形態を説明する。

本発明の光ファイバの製造方法は、光ファイバを冷却する工程を除いては、前述した図1に示す従来の光ファイバの製造方法と同様である。以下、本発明の光ファイバの製造方法における光ファイバを冷却する工程について詳細に説明する。

図2は本発明において光ファイバを冷却する工程に用いる光ファイバの冷却システム20の構成を示す図である。線引き直後の高温の光ファイバ3は冷却装置4を通過する。冷却装置4には、冷却装置4の下部に設けられた冷却ガス供給ポート9から冷却ガスとして

50

高純度 H e ガスが供給されている。供給された H e ガスの大半は冷却装置の上部に移動していき、高温の光ファイバと熱交換し、光ファイバが冷却される。

【 0 0 1 6 】

なお、冷却ガス供給ポート 9 から供給される高純度 H e ガスの供給量は、図示しない流量制御器 M F C にて制御される。

ここで高純度 H e ガスとは、市販の工業用ガスシリンダーやカードルあるいはローリーから供給される純度 9 9 . 9 9 7 % 程度の H e ガスをいい、場合によってはさらに精製装置等により高純度化された前記と同様以上の純度とした H e ガスをいう。なお、他工程で使用された H e ガスを精製装置等により高純度化したものを用いることも可能である。

【 0 0 1 7 】

さらに、冷却装置 4 の上部には、冷却装置 4 内の雰囲気ガスを回収する雰囲気ガス回収ポート 1 0 が設けられ、冷却装置 4 内の雰囲気ガスの一部を回収する。回収した雰囲気ガスは高純度化せずに冷却装置 4 の下部に備えられた雰囲気ガス供給ポート 1 1 より再度供給される。

なお、雰囲気ガスは、冷却ガス供給ポートから供給された高純度 H e ガスと、冷却装置下部の光ファイバの出口あるいは冷却装置上部の光ファイバの入口等から混入した外気の混合ガスである。つまり、冷却装置 4 の下部の冷却ガス供給ポート 9 からは、高純度 H e ガスが供給されるとともに雰囲気ガス供給ポート 1 1 から高純度 H e ガスと外気の混合ガスが供給される。

【 0 0 1 8 】

冷却装置 4 には、循環用配管 1 5 が備えられ、前記循環用配管 1 5 はガス圧送装置としてのポンプ 1 2、および流量制御器 M F C 1 3 を備えている。雰囲気ガスは流量制御器 M F C 1 3 により回収量を制御されつつポンプ 1 2 により回収され、循環用配管 1 5 を通って冷却装置 4 内に再び供給される。このとき、雰囲気ガスの回収量は雰囲気ガスの供給量とほぼ等しい。

【 0 0 1 9 】

ところで、冷却装置 4 により冷却された光ファイバには被覆が施されるが、被覆外径は、光ファイバの温度によって変化する。たとえば、被覆される光ファイバの温度が高い場合は、付着する被覆材の量が少なくなるため被覆外径は小さくなり、反対に光ファイバの温度が低い場合は、被覆外径は大きくなる。

したがって、光ファイバの被覆外径を光ファイバを冷却する度合いで制御することが一般的に行われている。本実施形態においても、光ファイバを冷却する度合いで光ファイバの被覆外径が所定の値となるように制御している。

【 0 0 2 0 】

なお、コスト低減の目的から考えれば、雰囲気ガスの回収量は多い方が望ましいが、あまり雰囲気ガスの回収量を多くすると光ファイバの冷却不足が生じる。

そこで、図 2 に示す光ファイバの冷却システム 2 0 を用いて、光ファイバの被覆外径が所定の値となるように維持しつつ、雰囲気ガスの回収量を徐々に増やしたときの、高純度 H e ガスの供給量、雰囲気ガス中の外気量、H e ガスの再利用率を調査した。

これにより判明した雰囲気ガスの回収量（雰囲気ガスの供給量）、高純度 H e ガスの供給量、雰囲気ガス中の外気量および H e ガスの再利用率の関係を図 3 に示す。

【 0 0 2 1 】

ここで、雰囲気ガス中の外気量は、循環用配管 1 5 の雰囲気ガス回収ポート 1 0 の近傍に備えられた酸素濃度計 1 6 により、雰囲気ガス中の酸素濃度を測定することにより求めた値である。

図 3 において、横軸は雰囲気ガスの回収量（雰囲気ガスの供給量）であり、縦軸に高純度 H e ガスの供給量、雰囲気ガス中の外気量、H e ガスの再利用率を示している。ここで、H e ガスの再利用率とは、雰囲気ガス回収ポート 1 0 から雰囲気ガスの回収を行わず、高純度 H e ガスのみを前記冷却装置 4 に供給した場合に所定の被覆外径が得られる高純度 H e ガスの供給量を A、雰囲気ガス回収ポート 1 0 から雰囲気ガスを回収した場合に所

10

20

30

40

50

定の被覆外径が得られる高純度 H e ガスの供給量を B としたとき、

$$(A - B) / A \times 100$$

として表される。

【 0 0 2 2 】

雰囲気ガス回収ポート 1 0 からの雰囲気ガスの回収を行わない場合の冷却ガス供給ポート 9 からの高純度 H e ガスの供給量が、図 3 のグラフの Y 軸の切片となる。

図 3 に示すように、雰囲気ガスの回収量を増加させると、冷却ガス供給ポート 1 1 からの高純度 H e ガスの供給量を減らしても、所定の光ファイバ被覆外径が達成され、H e 再利用率は向上する。

【 0 0 2 3 】

しかしながら、雰囲気ガス供給ポート 1 1 からの雰囲気ガスの回収量の増加とともに、回収した雰囲気ガス中に含まれる外気量は増加する。また、雰囲気ガスの回収量を更に増加させると、逆に高純度 H e ガスの供給量を増加させないと所定の被覆外径が得られなくなる。

これは、雰囲気ガスの回収量を増やすとともに、冷却装置内の H e ガスの濃度が下がるために、光ファイバの冷却が不十分になり、高純度 H e ガスの供給量を増加させないと光ファイバの被覆外径を保てなくなるためである。

このために、雰囲気ガスの回収量を増やしすぎると H e の再利用率は悪化することになる。この現象は、高純度 H e ガスの供給量と回収される雰囲気ガスに含まれる外気量がほぼ同じ（その差が 1 L / 分未満）になる条件から、更に雰囲気ガスの回収量を増加させた場合に生じる。

【 0 0 2 4 】

また、図 3 の領域 C に示した高純度 H e ガスの供給量と回収する雰囲気ガスに含まれる外気量がほぼ同じ（その差が 1 L / 分未満）になる領域では、光ファイバの被覆外径の制御がうまくできず、被覆外径が不安定になる。

これは、供給されるガスと回収される雰囲気ガスのバランスが悪く、冷却装置内のガスが逆流する現象が起こるためである。つまり、通常冷却装置内のガスは下から上に流れているが、上から下に流れる現象が起こる。

しかしながら、領域 C を超えてさらに雰囲気ガスの回収量を増やしていくと冷却装置内のガスが逆流する現象は起こらなくなり、冷却装置内のガスは安定して下から上に流れるようになる。

【 0 0 2 5 】

以上の結果から、雰囲気ガスに含まれる外気量と高純度 H e ガスの供給量とが異なる量となるように雰囲気ガスの回収量を設定すると冷却装置内のガスが逆流する現象が生じない。

また、雰囲気ガスに含まれる外気量と高純度 H e ガスの供給量とがほぼ同じ量になるときの雰囲気ガスの回収量よりも、雰囲気ガスの回収量を少なく設定することで、雰囲気ガスに含まれる外気量を少なく保ちながら高純度 H e ガスの供給量を少なくすることが可能となる。

さらに、高純度 H e ガスの再使用率（%）を、10%以上80%以下とすることで、高純度 H e ガスの使用量を削減する効果を得つつ、安定した光ファイバの被覆外径を得ることができる。

【 0 0 2 6 】

本発明においては、制御をより簡潔にし、かつ、安定した被覆外径を得るために、回収する雰囲気ガスの量を一定にして、被覆外径が所定の値になるように冷却ガス供給ポート 9 から供給する高純度 H e ガスの量を制御することが好ましい。線引き速度、外気温などにより、同じ量の雰囲気ガスを回収しても雰囲気ガス中に含まれる H e ガスの量は変動する。したがって、雰囲気ガスの回収量を制御した場合、被覆外径を変動させる要因が増え、結果として逆に被覆外径の変動を引き起こす場合がある。回収する雰囲気ガスの量を一定にして、被覆外径が所定の値になるように供給する高純度 H e ガスの量を制御すること

10

20

30

40

50

で、雰囲気ガスの回収量が変動しても対応することができ、また、運転中に雰囲気ガスの回収量を制御する必要がなくなるため、複雑な制御系も不要となる。

【 0 0 2 7 】

なお、上記実施形態例は被覆する前のガラス光ファイバを冷却する場合について説明したが、被覆を施された光ファイバを冷却する場合にも適用可能である。この場合も、雰囲気ガスに含まれる外気量が、冷却ガスの供給量よりも少なくなるように、雰囲気ガスの回収量を設定するとよい。

また、循環用配管 1 5 に冷却装置を設けて回収した雰囲気ガスを積極的に冷却してもよい。この場合には、冷却装置 4 の中での冷却効率が向上して、高純度 H e ガスの使用量をさらに低減することができる。

【実施例】

【 0 0 2 8 】

以下、図 2 に示す光ファイバの冷却システムを用いて、被覆する前の光ファイバを冷却して被覆層を形成する場合について、具体的に実験を行なった結果を示す。

ここで、回収する雰囲気ガスの流量を一定とし、高純度 H e ガスの流量によって、被覆外径が所定の値になるように制御した。また、光ファイバの線引き速度は 1 2 0 0 m / 分とした。

【 0 0 2 9 】

雰囲気ガス回収ポート 1 0 からの雰囲気ガスの回収を行なわない場合、冷却ガス供給ポート 9 からの高純度 H e ガスの供給量を 2 9 L / 分としたとき、所定の光ファイバの被覆外径が得られた。回収する雰囲気ガス量を 2 0 , 3 5 , 5 0 , 6 0 L / 分と増加させていった場合、所定の被覆外径が得られる冷却ガス供給ポート 9 からの高純度 H e ガスの供給量は、1 8、1 3、1 2、2 3 L / 分となった。

また、雰囲気ガスに含まれる外気量と、冷却ガスの供給量すなわち高純度 H e ガスの供給量がほぼ同じ量となる、すなわち図 3 における領域 C となるのは、回収する雰囲気ガス量が約 5 0 L / 分となる点であった。

回収する雰囲気ガス量を 5 0 L / 分とした場合には、光ファイバの被覆外径の制御がうまくできず、被覆外径が不安定になった。また、回収する雰囲気ガスが、2 0、3 5、6 0 L / 分の場合は、H e ガスの再利用を行いつつ安定した製造を行うことができた。また、このときの H e ガスの再利用率はそれぞれ 3 8、5 5、2 1 % であった。

【 0 0 3 0 】

すなわち、回収する雰囲気ガス量を、5 0 L / 分より少なく設定するか、あるいは 5 0 L / 分より大きく設定することで、H e ガスの回収を行いつつ安定した光ファイバの被覆外径が得られた。ただし、回収する雰囲気ガス量が 5 0 L / 分を超える領域では、H e ガスの再利用率が急激に減少するので、回収する雰囲気ガス量を前記 5 0 L / 分より少なく設定することがより好ましい。

また、回収する雰囲気ガス量の適正量は、装置の寸法等により変化するが、前記に記載した、図 3 に示す実験を行なうことにより、特定の装置毎に決定することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 1 】

【図 1】従来の光ファイバ製造装置の概略を説明する図である。

【図 2】本発明の光ファイバの製造方法に用いる光ファイバの冷却システムの一実施形態を示す図である。

【図 3】本発明に係わる実施形態における雰囲気ガスの回収量（雰囲気ガスの供給量）、高純度 H e ガスの供給量、雰囲気ガス中の外気量および H e ガスの再利用率の関係を示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 3 2 】

1 光ファイバ母材

10

20

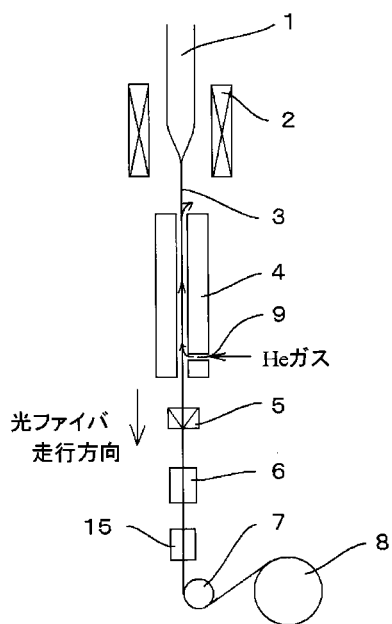
30

40

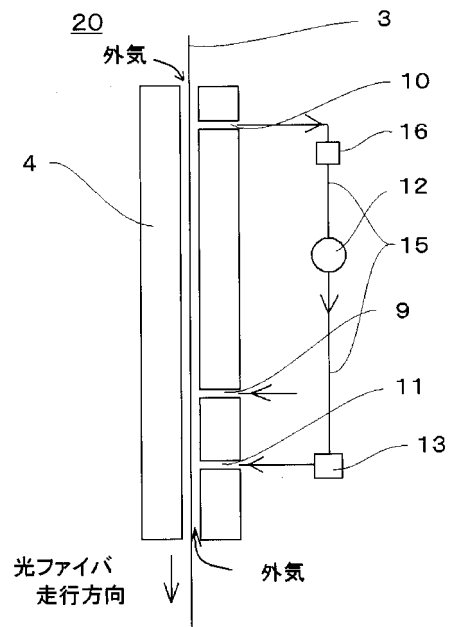
50

- 2 加熱炉
- 3 光ファイバ
- 4 冷却装置
- 5 ダイス
- 6 樹脂硬化装置
- 7 引取装置
- 8 巻取装置
- 9 冷却ガス供給ポート
- 10 雰囲気ガス回収ポート
- 11 雰囲気ガス供給ポート
- 12 ポンプ
- 13 流量制御器MFC
- 15 循環用配管
- 16 酸素濃度計
- 20 光ファイバの冷却システム

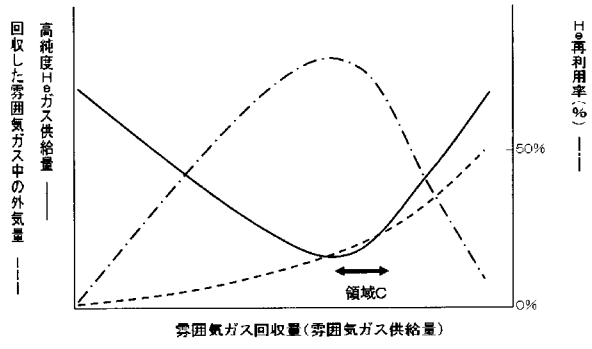
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭60-046954(JP,A)
特開2003-238194(JP,A)
特開平09-142892(JP,A)
特開2010-168245(JP,A)
特表2011-528309(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C03B 37/00 - 37/16
C03C 25/00 - 25/70