(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4139953号
(P4139953)
(45)発行日　平成20年8月27日(2008.8.27)　(24)登録日　平成20年6月20日(2008.6.20)

(51)Int.Cl.　F I
G02B 6/44 (2006.01)　G02B 6/44 301B

請求項の数 7　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2002-232889(P2002-232889)
(22)出願日　平成14年8月9日(2002.8.9)
(65)公開番号　特開2004-70227(P2004-70227A)
(43)公開日　平成16年3月4日(2004.3.4)
審査請求日　平成17年3月18日(2005.3.18)

(73)特許権者　000002130
住友電気工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号
(74)代理人　100099195
弁理士　宮越　典明
(74)代理人　100116182
弁理士　内藤　照雄
(72)発明者　加藤　浩
大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号
住友電気工業株式会社大阪製作所内
(72)発明者　西岡　精家
大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号
住友電気工業株式会社大阪製作所

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光ファイバの製造方法およびこれに用いられる光ファイバ製造装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
光ファイバ母材を線引し、ガラスファイバを形成する工程と、
線引されたガラスファイバを巻取部に向けて搬送しつつ、紫外線硬化樹脂を塗布し、紫外線照射により硬化せしめ、光ファイバ素線を形成する被覆工程と、
前記紫外線硬化樹脂の形成された光ファイバ素線を、巻取部において巻き取る巻取工程とを含む光ファイバの製造方法において、
前記光ファイバは、直径１２５μｍのガラスファイバ長１ｍあたり、４．２×１０$^{-7}$ｍｏｌ以上の二酸化ゲルマニウムを含み、
前記被覆工程は、下流側の光源を最初に点灯し、順次点灯光源数を増大するように構成すると共に、必要とする光量を得ることができるように、線速に基づいて複数の光源の点灯時間と点灯数とを調整する工程を含むことを特徴とする光ファイバの製造方法。
【請求項２】
前記被覆工程は、製造開始時に、第１の紫外線硬化樹脂または第２の紫外線硬化樹脂のいずれか一方のみを塗布および硬化し、その後両紫外線硬化樹脂を塗布および硬化する工程からなり、一方のみの紫外線硬化樹脂を硬化させるときの紫外線の光量を、両紫外線硬化樹脂を硬化させるときの樹脂あたりの紫外線の光量よりも低減するように、前記複数の光源の点灯時間と点灯数とを調整する調整工程を含む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】

前記被覆工程は、塗布開始時に、光量を低減した後、前記第１および第２の紫外線硬化樹脂の硬化に十分な光量となるように、順次点灯する光源数を増大し、照射する紫外線の光量を増大する工程を含む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】

前記被覆工程は、下流側の光源を最初に点灯したのち、塗布部に近い光源を点灯するように構成されていることを特徴とする請求項３に記載の光ファイバの製造方法。

【請求項５】

前記光ファイバは、ＧＩファイバであることを特徴とする請求項４に記載の光ファイバの製造方法。

【請求項６】

前記光ファイバ母材は、コアおよびクラッドに二酸化ゲルマニウムが添加されていることを特徴とする請求項４に記載の光ファイバの製造方法。

【請求項７】

光ファイバ母材を線引しガラスファイバを形成する線引手段と、

線引されたガラスファイバを巻取部に向けて搬送しつつ、紫外線硬化樹脂を塗布し、紫外線照射により硬化せしめ、光ファイバ素線を形成する被覆手段と、

前記紫外線硬化樹脂の形成された光ファイバ素線を、巻取部において巻き取る巻取手段とを含む光ファイバの製造装置において、

前記被覆手段は、ガラスファイバに紫外線硬化樹脂を塗布する塗布部と、紫外線を照射しこれら紫外線硬化樹脂を硬化せしめる複数の光源からなる紫外線照射部とを具備し、

前記光ファイバは、直径１２５μｍのガラスファイバ長１ｍあたり、４．２×１０$^{-7}$ｍｏｌ以上の二酸化ゲルマニウムを含み、

前記紫外線照射部は、下流側の光源を最初に点灯し、順次点灯光源数を増大するように構成すると共に、必要とする光量を得ることができるように、線速に基づいて複数の光源の点灯時間と点灯数とを調整し、紫外線照射光量を制御する制御手段を具備したことを特徴とする光ファイバの製造装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ファイバの製造方法および製造装置にかかり、特に、光ファイバの紫外線硬化樹脂被覆の形成に関する。

【０００２】

【従来の技術】

近年、ＧＩ（Ｇｒａｄｅｄ－Ｉｎｄｅｘ）ファイバおよびＦＢＧ（ＦｉｂｅｒＢｒａｇｇ Ｇｒａｔｉｎｇ）用ファイバが広く用いられている。ＧＩファイバでは、図６にその一般的屈折率分布および石英ガラスファイバ中の二酸化ゲルマニウム（GeO_2）濃度分布を示すように、GeO_2濃度が高くなっている。また、図７に、ＦＢＧ用ファイバに用いられるクラッドにGeO_2が添加された光ファイバ（ＦＢＧ用GeO_2添加クラッドファイバ）の、屈折率分布およびGeO_2濃度分布を示す。この光ファイバでは、GeO_2濃度自体はＧＩファイバよりは低いものの、クラッド領域までGeO_2濃度の高い領域が大きくなっている。

【０００３】

このような光ファイバの製造方法は、通常、光ファイバ母材を線引し、ガラスファイバを形成しながら、このガラスファイバの外周に被覆材料をコーティングし、この後、紫外線照射により被覆材料を硬化させ、巻き取るように構成されている。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

この方法では、線引開始に際して、光ファイバ母材の一端を溶融させながら引っ張り、製造ラインにかけていく口出し作業に際して、ガラスファイバを通過させる樹脂溜であるダ

イス内の一部で樹脂が硬化してしまい、詰まりを生じるという問題があった。

【０００５】

完全に詰まった場合は断線が生じ、また、完全に詰まってしまわなくとも、樹脂の偏肉が生じることもあった。

【０００６】

このようなダイス内での樹脂の硬化は、次の様な原因によるものと考えられる。GeO_2添加石英ガラス（GeO_2-SiO_2）に紫外線が照射されるとルミネセンスを生じ、これがファイバに沿って伝搬し、ダイス内の樹脂を硬化させるものと考えられる。図８は、GeO_2添加石英ガラスの吸収波長と、ルミネセンスによる発光波長とを示す図である。ここで実線は吸収波長であり、２４０ｎｍ近傍にピークがあることがわかる。点線はルミネセンスによる発光波長である。

【０００７】

つまり、ガラスに照射された紫外線によって生じたルミネセンス光は光ファイバを伝搬して光ファイバの長手方向に広がり、ダイス近辺で漏れたルミネセンス光がダイス内でコーティング樹脂を硬化させてしまうという問題があった。

この現象は、特にGeO_2添加量の多い光ファイバに紫外線を照射した場合に顕著であった。

【０００８】

この場合、特に、上述したような樹脂の偏肉の悪化、断線などにより、線引を中断するということは、再度、低速での線引を必要とする口出し作業から、線引速度の安定化にいたるまでの工程をやり直す必要があり、さらなる時間と材料を要することになり、生産性を低下させる大きな問題となっている。

【０００９】

従って、光ファイバの線引・被覆工程では、中断なしということが生産性の向上のための大きな要因となっている。

また、ガラスファイバのコーティング材料として紫外線硬化性樹脂を用いる場合には、酸素による硬化阻害をなくすために、ガラスファイバの周りは窒素雰囲気に保つ必要がある。このため樹脂硬化のための紫外線照射領域は石英管で覆われており、この石英管内部に窒素ガスを流しながら紫外線照射を行なうという方法がとられている。またこの石英管は窒素供給量を少なくするために、石英管径は小さく形成されている。このため、冶具取り外しの際、接触し断線する危険があった。

【００１０】

このような状況の中で、ダイスの詰まりの防止は、光ファイバの製造工程においてはきわめて重要な問題であった。

【００１１】

本発明は前記実情に鑑みてなされたもので、GeO_2添加量の多い光ファイバに対しても、コーティング樹脂の充分な硬化度を維持しつつ、樹脂詰まりの発生を防止し、信頼性の高い樹脂被覆を行なうことを目的とする。

また、口出しおよび線引きから、被覆樹脂の塗布、硬化を経て、制御性よく連続的に光ファイバ素線を、生産性よく形成することを目的とする。

【００１２】

【課題を解決するための手段】

そこで本発明の光ファイバの製造方法は、光ファイバ母材を線引し、ガラスファイバを形成する工程と、線引されたガラスファイバを巻取部に向けて搬送しつつ、紫外線硬化樹脂を塗布し、紫外線照射により硬化せしめ、光ファイバ素線を形成する被覆工程と、前記紫外線硬化樹脂の形成された光ファイバ素線を、巻取部において巻き取る巻取工程とを含む光ファイバの製造方法において、前記光ファイバは、直径１２５μｍのガラスファイバ長１ｍあたり、4.2×10^{-7}ｍｏｌ以上の二酸化ゲルマニウムを含み、前記被覆工程は、下流側の光源を最初に点灯し、順次点灯光源数を増大するように構成すると共に、必要とする光量を得ることができるように、線速に基づいて複数の光源の点灯時間と点灯数と

を調整する工程を含むことを特徴とする。

【００１３】

かかる構成によれば、複数の必要とする光量を得ることができるように、複数の光源を用い、線速に基づいて、点灯時間と点灯数とを調整するようにしているため、広範囲の光量調整が容易に可能である。また、線速に対応して光源の点灯を調整しているため、硬化工程における線速の調整が不要であり、線引き速度に対応して巻取りながら樹脂被覆を行なうことが可能となる。また、従来の装置の場合のように、冶具取り外しの必要がないため、取り外しの際に冶具が光ファイバに接触し、断線する危険もなくなる。

【００１４】

望ましくは、口出し時には、光源の点灯数を少なくし、通常製造時すなわち、十分な領域に樹脂硬化が完了した後の光ファイバに対しては光源の点灯数を増やすようにすることにより、口出し時の詰まりをなくし、極めて容易に、制御性よく信頼性の高い被覆を行なうことが可能となる。

【００１５】

また、望ましくは、紫外線硬化樹脂が、第１および第２の紫外線硬化樹脂からなる２層構造である場合、製造開始時に、第１の紫外線硬化樹脂または第２の紫外線硬化樹脂のいずれか一方のみを塗布および硬化し、その後両紫外線硬化樹脂を塗布および硬化する工程と、一方のみの紫外線硬化樹脂を硬化させるときの紫外線の光量を、両紫外線硬化樹脂を硬化させるときの樹脂あたりの紫外線の光量よりも低減するように、複数の光源の点灯時間と点灯数とを調整する調整工程を含むことを特徴とする。

【００１６】

かかる構成によれば、コア層に到達する紫外線を低減すべく、被覆前の光ファイバ素線およびいずれか一方の紫外線硬化樹脂１層のみで被覆された光ファイバ素線の通過開始時において所定時間にわたり、前記複数の光源の点灯数を少なくし、前記光ファイバ素線に到達する紫外線の光量を抑制することが容易かつ制御性よく行ないうるため、ルミネセンス現象を抑制し、ダイス部分での樹脂の硬化による樹脂詰まりを防止することが可能となる。光源の点灯制御のみでよいため、スイッチング時間が短く、制御性が良好である。また、この硬化工程では、光源の点灯制御で調整できるため、線引き速度および巻取り速度を調整する必要がない。

【００１７】

これは以下のような実験に基づいてなされたものである。

すなわち、本発明者らは、紫外線光照射量を樹脂硬化に必要な範囲で低減し、種々の実験を重ねた。その結果、ダイス詰まりと照射条件について次のようなことがわかった。

【００１８】

まず、２層とも塗布された状態で通常パワーの紫外線光を照射してもこの現象は発生しない。

どちらか１層のみの樹脂が塗布された状態で通常パワーの紫外線光を照射すると５０％の確率でダイス詰まりが発生した。特に１層ごとに塗布・硬化を行なうタンデムコーティング方式の場合、第２層から塗布する場合、第２層硬化用の紫外線照射炉が通常パワーであると、ほぼ１００％の確率でダイス詰まりが発生する。

【００１９】

そこで少なくともどちらか１層のみの樹脂が塗布された状態で紫外線硬化装置を通過する光ファイバに対しては、２層の樹脂が塗布された場合よりも光源の点灯数を低減し、紫外線光を低減することにより、ルミネセンスを抑制することができ、樹脂の詰まりを防止することができるものと考えられる。ここでも光ファイバの線引き速度に対応して点灯数が調整され、線引き速度を調整することなく、ルミネセンスを抑制することができ、生産性を低下することなく、樹脂の詰まりを低減することが可能となる。

【００２０】

また望ましくは、前記被覆工程は、紫外線の光量を抑制した後、前記第１および第２の紫外線硬化樹脂の硬化に十分な光量となるように、照射する紫外線の光量を増大するように

光源の点灯を調整する工程を含むことにより、樹脂の硬化不足をなくし、信頼性の向上をはかる。

【００２１】

望ましくは、被覆工程は、塗布開始時と高速製造時とで、線速に応じて点灯時間と点灯数とを調整する調整工程を含むことにより、硬化のための光量は確実に保証されるようにし、連続的に高速線引きを続行することができるため、生産性が向上する。

【００２２】

望ましくは、被覆工程は、塗布開始時に、光量を低減した後、前記第１および第２の紫外線硬化樹脂の硬化に十分な光量となるように、順次点灯する光源数を増大し、照射する紫外線の光量を増大する工程を含むことにより、樹脂溜め（ダイス）に到達するのを抑制し、十分に樹脂硬化がなされ、ガラスファイバ内に紫外線が到達しないように十分な被覆がなされた頃に上流側の光源を点灯し、紫外線光量を増大することができる。

【００２３】

望ましくは、前記被覆工程は、口出し時には、まず下流側の光源を点灯し、口出し時の光源点灯位置を樹脂塗布部から遠ざけるようにしており、これにより、ルミネッセンス光が光ファイバ素線内を伝播して、ダイスに到達するのを抑制し、十分に樹脂硬化がなされ、ガラスファイバ内に紫外線が到達しないように十分な被覆がなされた頃に上流側の光源を点灯し、紫外線光量を増大することにより、十分な硬化を行なうようにすることが可能となる。このようにして、安定でかつ敏速な光量調整を行なうことが可能となる。

【００２４】

また望ましくは、前記被覆工程は、下流側の光源を最初に点灯したのち、塗布部に近い光源を点灯するようにすることにより、ダイスからの距離が短いと樹脂が未硬化である区間が短くなり、大気中のごみの付着や線ぶれによるファイバ表面のうねりの発生を抑制することができる。

【００２５】

特に、直径１２５μｍのガラスファイバ長１ｍあたり、４．２×１０$^{-7}$ｍｏｌ以上のＧｅＯ$_2$を含む石英ガラスの場合、特にルミネセンスが生じやすいため、この方法は特に有効である。

【００２６】

ＧＩファイバの場合、ＧｅＯ$_2$の添加量が多く、特にルミネセンスが生じやすいため、この方法は特に有効である。

また、コアおよびクラッドにＧｅＯ$_2$が添加されたＦＢＧ用ファイバの場合、ＧｅＯ$_2$の添加量が多く、特にルミネセンスが生じやすいため、この方法は特に有効である。

【００２７】

望ましくは、前記被覆工程は、前記第１の紫外線硬化樹脂を塗布する第１の塗布工程と、前記第１の紫外線硬化樹脂を硬化させるように複数の光源で紫外線照射を行なう第１の紫外線照射工程と、前記第１の紫外線硬化樹脂の上層に第２の紫外線硬化樹脂を塗布する第２の塗布工程と、前記第２の紫外線硬化樹脂を硬化させるように複数の光源で紫外線照射を行なう第２の紫外線照射工程とを含み、前記第１の紫外線照射工程では、点灯エネルギーが、第２の紫外線照射工程におけるよりも小さくなるように構成されていることを特徴とする。

特に塗布膜を形成するたび毎に硬化を行なういわゆるタンデムコーティング方式の場合、第１の紫外線照射工程では、光源の点灯数などを調整して光量を低減するもので、より確実に詰まりを防止することができる。

【００２８】

又、第１の紫外線硬化樹脂を塗布するダイスには、第１の紫外線硬化樹脂に照射される紫外線（第１紫外線）と第２の紫外線硬化樹脂に照射される紫外線（第２紫外線）の両方によるルミネッセンス光が伝搬してくるので第１紫外線の光量を少な目にするように、光源点灯数を調整するとよい。第１の紫外線硬化樹脂は第２紫外線によっても硬化されるため、光量を少な目にしても問題はない。第１紫外線も第２紫外線もそれぞれ複数の光源で形

成されるが、第１紫外線の構成光源の中でもダイスに遠い側すなわち下流側を第１番に点灯するようにするのが望ましい。

【００２９】

本発明の装置では、光ファイバ母材を線引しガラスファイバを形成する線引手段と、線引されたガラスファイバを巻取部に向けて搬送しつつ、紫外線硬化樹脂を塗布し、紫外線照射により硬化せしめ、光ファイバ素線を形成する被覆手段と、前記紫外線硬化樹脂の形成された光ファイバ素線を、巻取部において巻き取る巻取手段とを含む光ファイバの製造装置において、前記被覆手段は、ガラスファイバに紫外線硬化樹脂を塗布する塗布部と、紫外線を照射しこれら紫外線硬化樹脂を硬化せしめる複数の光源からなる紫外線照射部とを具備し、前記光ファイバは、直径１２５μｍのガラスファイバ長１ｍあたり、４．２×１０$^{-7}$ｍｏｌ以上の二酸化ゲルマニウムを含み、前記紫外線照射部は、下流側の光源を最初に点灯し、順次点灯光源数を増大するように構成すると共に、必要とする光量を得ることができるように、線速に基づいて複数の光源の点灯時間と点灯数とを調整し、紫外線照射光量を制御する制御手段を具備したことを特徴とする。

かかる構成によれば、制御手段により、光源の点灯数及び点灯時間を容易に制御でき、ダイス詰まりを防止することができる。

望ましくは、前記被覆手段は、ガラスファイバに第１の紫外線硬化樹脂を塗布する第１の塗布部と、この第１の紫外線硬化樹脂に紫外線を照射し硬化せしめる第１の紫外線照射部と、前記第１の紫外線硬化樹脂の上層に第２の紫外線硬化樹脂を塗布する第２の塗布部と、この第２の紫外線硬化樹脂に紫外線を照射し硬化せしめる第２の紫外線照射部とを具備し、少なくとも前記第２の紫外線照射部は、複数の光源からなり、線速に応じて前記光源の点灯数および点灯時間を制御し、紫外線照射光量を制御する制御手段を具備したことを特徴とする。

かかる構成によれば、タンデムコーティング方式において、ダイス詰まりを防止することができる。

【００３０】

このように、ダイスの詰まりを防止することにより、単にメンテナンスの低減を図ることができるのみならず、線引工程を停止することなく、連続して行なうことができるため、大幅な生産性の向上を図ることが可能となる。

【００３１】

【発明の実施の形態】

以下本発明の実施の形態について図面を参照しつつ詳細に説明する。

第１の実施の形態

本発明の実施の形態の製造方法に用いる光ファイバの製造装置を図１に示す。この製造装置は、樹脂コーティング部１６０の第１および第２の紫外線照射部である第１および第２の硬化装置１８１、１８２を、それぞれ第１乃至第６の紫外線ランプ１８１ａ、１８１ｂ、１８１ｃ、１８２ａ、１８２ｂ、１８２ｃで構成し、これら６個のランプのオンオフを制御装置１９０によって、制御するようにしたことを特徴とするものである。

【００３２】

そして第６の紫外線ランプ１８２ｃ、塗布開始、第４の紫外線ランプ１８２ａ、第５の紫外線ランプ１８２ｂ、第３の紫外線ランプ１８１ｃ、第１の紫外線ランプ１８１ａ、第２の紫外線ランプ１８１ｂと、順次タイミングをずらした点灯により照射光量を調整することにより、図２に示すような光ファイバへの照射光量変化を得ることができる。ここでは、第２の紫外線硬化樹脂１層のみで被覆された光ファイバ素線の通過開始時において、光ファイバ素線に到達する紫外線の光量を抑制する例を示す。ここで縦軸は光量、横軸は時間である。これによりルミネセンス現象を抑制し、ダイス部分での樹脂の硬化による樹脂詰まりを防止する。

【００３３】

この装置は、光ファイバ母材１００を装着し、光ファイバ母材の下端を加熱・軟化させ、光ファイバを得るための線引炉１１０と、この光ファイバを外径を測定するためのレーザ

外径測定器１４０と、このレーザ外径測定器１４０の出力に基づいて線引条件を制御する線引制御部１５０と、樹脂コーティング部１６０と、ガイドローラ２１０と、キャプスタン２２０、巻き取りドラム２４０とを具備してなり、連続的に線引き、コーティングを行い、光ファイバを形成するための装置である。

【００３４】

この装置では、コーティング部１６０は、液状樹脂１７１を充填してなる第１の樹脂コーティングダイス１６１と塗布された樹脂を硬化させるための第１乃至第３の紫外線ランプ１８１ａ、１８１ｂ、１８１ｃからなる第１の硬化装置１８１と、液状樹脂１７２を充填してなる第２の樹脂コーティングダイス１６２と塗布された樹脂を硬化させるための第４乃至第６の紫外線ランプ１８２ａ、１８２ｂ、１８２ｃからなる第２の硬化装置１８２とを具備しており、これら第１および第２の硬化装置１８１、１８２は、前述したようにそれぞれ制御装置１９０により独立してオンオフを制御することのできる３つの紫外線ランプで構成されている。ここで第１の樹脂コーティングダイス１６１ではＲ１０５５と指称される２４０ｎｍと４００ｎｍの光に対して特に感光性の高い紫外線硬化性樹脂を供給している。一方第２の樹脂コーティングダイス１６２ではＲ３０６１Ｂと指称される３００ｎｍの光に対して特に感光性の高い紫外線硬化性樹脂を供給している。

【００３５】

ここで線引炉１１０は、光ファイバ母材１００の下端を加熱・軟化させるためのヒータ１２０を具備し、加熱・軟化させながら例えば線速１００ｍ/分で線引を行なうものである。

【００３６】

そして線引されたガラスファイバ１３０の外径はレーザ外径測定器１４０で測定され、この測定結果は線引制御部１５０に入力されて外径が通常１２５ミクロンとなるようにヒータ１２０の加熱温度、母材送り込み速度、キャプスタン２２０による引取り速度や線引き速度が制御される。

またコーティング部１６０において、コーティングのなされた光ファイバ２００をガイドローラ２１０、キャプスタン２２０、巻き取りドラム２４０へと導くように構成されている。

【００３７】

次にこの装置を用いた光ファイバの製造工程について説明する。

まず、外径５０ｍｍの光ファイバ母材１００が、線引炉１１０に装着されると、ヒータ１２０によって光ファイバ母材１００の下端を２０００℃程度に加熱し、加熱軟化させて、線引を開始し、徐々に線速を上げていく。この線引き開始と同時に、第２の硬化装置１８２の第６の紫外線ランプ１８２ｃを光量５０％となるように電圧制御してオンし、紫外線照射を開始する。

【００３８】

このとき、最初、樹脂被覆のなされていない光ファイバが通過するが、硬化装置内の光源のうち最下流に位置する第６の紫外線ランプ１８２ｃのみしか点灯されていないため、この紫外線光が第１および第２のダイスに到達するには時間がかかり、ルミネセンスが生じたとしても、ほとんどダイスに到達することはない。

【００３９】

そして、加熱温度、母材送り込み速度、キャプスタン２２０による引取り速度や線引き速度を測定し、ファイバ径を安定化させながら、この値に応じて樹脂への照射光量が一定となるように、第６の紫外線ランプ１８２ｃ、塗布開始、第４の紫外線ランプ１８２ａ、第５の紫外線ランプ１８２ｂと、順次タイミングをずらして点灯するようにし、通過する光ファイバへの照射光量を調整する（図２参照）。ここでは第6の紫外線ランプ１８２ｃを２分の１（５０％）点灯後、液状樹脂１７２を充填してなる第２の樹脂コーティングダイス１６２のゲート（図示せず）を開き、通過する光ファイバに第２層樹脂が所望の厚さに塗布されるようにし、塗布された樹脂を硬化させるための第２の硬化装置１８２で、紫外線照射を行なう。第４の紫外線ランプ１８２ａを１００％点灯、1層目塗布開始後、第３

の紫外線ランプ１８１ｃを５０％点灯すると共に、第1の紫外線ランプ１８１ａを点灯し、最後に第２の紫外線ランプ１８１ｂ、第５の紫外線ランプ１８２ｂを点灯して定常状態に入るというように、順次タイミングをずらして点灯する。

【００４０】

このようにして第２層樹脂のコーティングを開始した後、次に、液状樹脂１７１を充填してなる第１の樹脂コーティングダイス１６１のゲート（図示せず）を開き、通過する光ファイバに第１層樹脂が所望の厚さ（例えば３０～４０μｍ）に塗布されるようにするとともに、ダイスが詰まらないレベルに調整された光量が得られるように、第３の紫外線ランプ１８１ｃ、第１の紫外線ランプ１８１ａ、第２の紫外線ランプ１８１ｂを順次タイミングをずらして、第１の硬化装置１８１から紫外光を照射し、樹脂を硬化させる。

【００４１】

そして、定常状態では、紫外線光の全光量が通過する光ファイバに照射されるようにする。なおこのとき、トータルとして硬化不足にはならない範囲で、第１の硬化装置は第２の硬化装置よりも光量が小さくなるように構成されている。これは、線速上昇後の定常線引工程でも、タンデム方式では第１層樹脂への紫外線光照射量の減量が望ましい。

【００４２】

このようにしてガラスファイバ１３０表面に２層の樹脂からなる樹脂被膜１９０をコーティングした光ファイバ素線２００を形成する。

なお、コーティングの開始にあたり、最初にハード層である第２層樹脂の塗布を開始し、続いてソフト層である第１層樹脂の塗布を開始するようにダイスのゲートを開くようにするのは、第１層樹脂は通常粘着性を有しており、ローラなどに絡み付き易いためである。

【００４３】

このとき、光ファイバ素線２００の被覆後の外径は例えば２５０ミクロンである。

次いで光ファイバ素線２００をガイドローラ２１０で順次ガイドし、ドラム２４０に巻き取る。

【００４４】

このようにして、光源の点灯タイミングにより光量の調整を行ない、線引速度が安定化した後は、速度に対応して光量を調整すべく複数の光源の点灯を制御しつつ連続的に線引を行い、光ファイバを形成する。この光ファイバの断面図を図３に示す。この光ファイバはコア層とクラッド層とからなるガラスファイバ１３０に第１層樹脂１９１と第２層樹脂１９２とからなる樹脂皮膜が同心円状に形成され、偏肉もない。

【００４５】

この方法によれば、ダイスの詰まりは皆無であり、また線速を調整することなく、線速は一定のまま、複数の紫外線ランプのオンオフを調整することにより光量を調整しているため、連続的に光ファイバを生産性良く形成することができた。

【００４６】

また、下流側の光源を最初に点灯したのち、塗布部に近い光源を点灯するようにしているため、ダイスからの距離が短い位置にあるランプが早期に点灯するため樹脂が未硬化である区間が短くなり、大気中のごみの付着や線ぶれによるファイバ表面のうねりの発生を抑制することができる。

【００４７】

なお、この例では、紫外線ランプのオンオフのタイミングを順次ずらして光量調整を行なうようにしたが、硬化装置に印加する電圧を変えるなどの方法により照射される紫外線光量を変化させるようにしてもよい。

【００４８】

第２の実施の形態

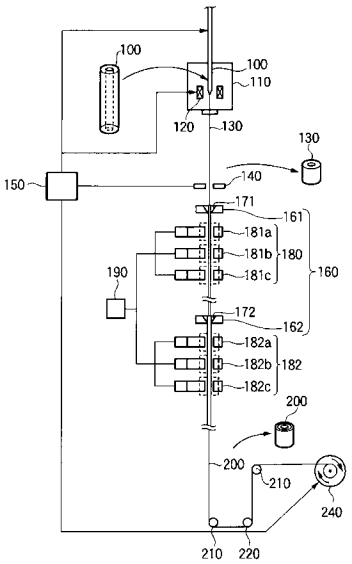
次に本発明の第２の実施の形態について説明する。

前記本発明の第１の実施の形態では第１層樹脂および第２層樹脂をそれぞれ塗布・硬化させるタンデムコーティング方式の光ファイバの線引・被覆方法について説明したが、この例では、第１層樹脂および第２層樹脂を同一のダイスにおいて連続して塗布し、一挙に硬

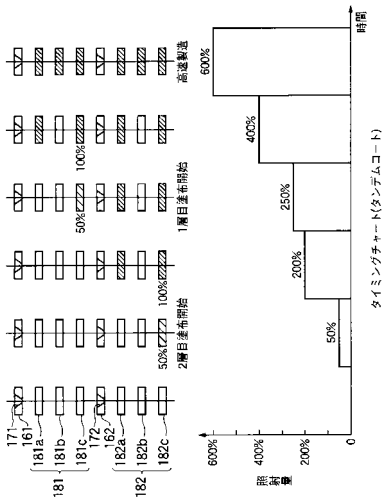
化させるデュアルコーティング方式の光ファイバの線引・被覆方法について説明する。
【００４９】
このデュアルコーティング方式の光ファイバの線引・被覆に用いられる装置では、図４に示すように樹脂コーティング部２６０が、第１層樹脂を供給する第１供給口２６１、第２層樹脂を供給する第２供給口２６２と、この下流側に形成された紫外線照射部である硬化装置２８１とを具備したことを特徴とするもので、この硬化装置２８１に照射される紫外線量が調整可能なように第１乃至第３の紫外線ランプ２８１ａ～ｃで構成されている。ここでも第２供給口２６２が第１供給口２６１よりも若干早く開かれるように構成されており、第２層樹脂の塗布開始時点の方が若干先になるようになっている。
【００５０】
そして図5に示すようにこの硬化装置２８１からの照射光量を調整し、第１層樹脂および第２層樹脂が形成された状態で通過するようになって初めて光量を増大するようにしたことを特徴とする。
コーティング部以外の他の部分については、前記第１の実施形態と同様に形成されており、同一部位には同一符号を付した。ここでも図２と同様５０％、１００％はそれぞれ５０％の光量、１００％の光量となるように供給電圧を調整している。
【００５１】
かかる構成によれば、線引・被覆開始時点では光量を小さくしているため、ルミネセンス現象を抑制し、ダイス部分での樹脂の硬化による樹脂詰まりを防止することができ、樹脂の詰まりの発生もなく効率良く光ファイバの線引・被覆を行なうことが可能となる。
また、本発明の第１の実施の形態ではタンデムコートの場合に２層目塗布開始後、１層目を塗布開始する例について説明したが、この変形例として、１層目塗布開始後、２層目を塗布開始するようにしてもよい。この場合の紫外線ランプの点灯制御例について図９に示す。
このような制御によっても、樹脂詰まりもなく制御性よく容易に光ファイバの線引・被覆を行うことが可能となる。
【００５２】
【発明の効果】
以上説明したように、本発明の方法によれば、線速を変化することなく、複数の光源を用い、その点灯タイミングを調整することにより、樹脂詰まりがなく生産性よく光ファイバの線引・被覆を行なうことが可能となる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の第１の実施の形態の光ファイバ製造装置を示す図。
【図２】本発明の第１の実施の形態における光ファイバへの照射光量変化を示す図。
【図３】本発明の第１の実施の形態に方法で形成された光ファイバを示す断面図。
【図４】本発明の第２の実施の形態の光ファイバ製造装置を示す図。
【図５】本発明の第２の実施の形態における光ファイバへの照射光量変化を示す図。
【図６】ＧＩファイバの屈折率およびGeO_2濃度とその直径との関係を示す図。
【図７】ＦＢＧ用GeO_2の添加クラッドファイバの屈折率およびGeO_2濃度とその直径との関係を示す図。
【図８】本発明の実施の形態における光ファイバの吸収波長とルミネセンス光の波長を示す図。
【図９】本発明の他の実施の形態における光ファイバへの照射光量変化を示す図。
【符号の説明】
１６０　樹脂コーティング部
１８１　第１の硬化装置
１８１ａ　第１の紫外線ランプ
１８１ｂ　第２の紫外線ランプ
１８１ｃ　第３の紫外線ランプ
１８２ａ　第４の紫外線ランプ

１８２ｂ　第５の紫外線ランプ
１８２ｃ　第６の紫外線ランプ１８２　第２の硬化装置
２６０　樹脂コーティング部
２６１　第１供給口
２６２　第２供給口

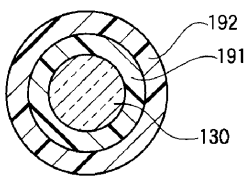
【図１】



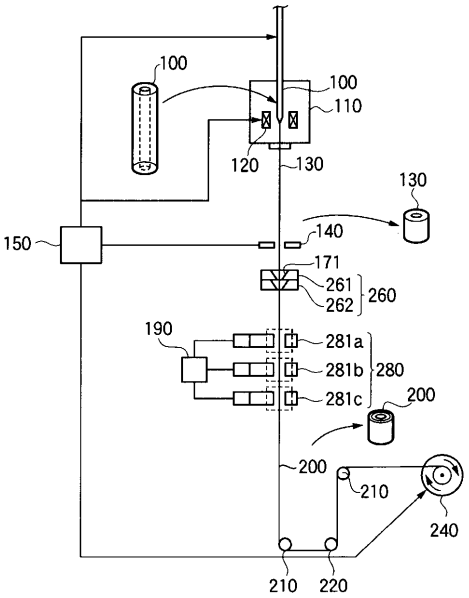
【図２】



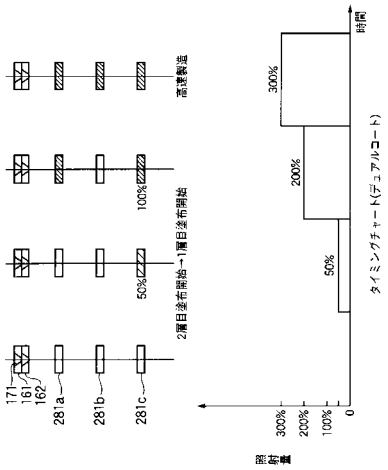
【図３】



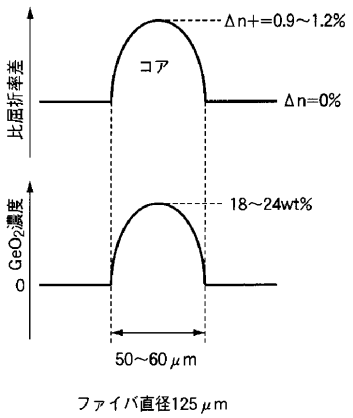
【図４】



【図５】

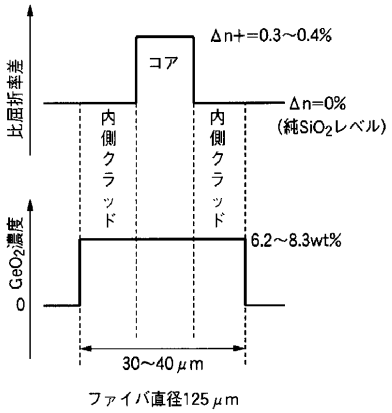


【図６】



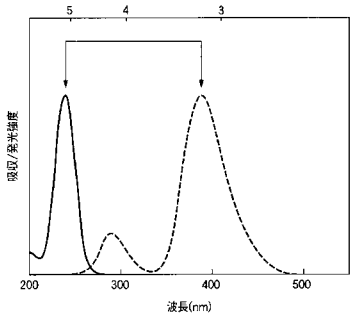
ファイバ直径125μm

【図７】

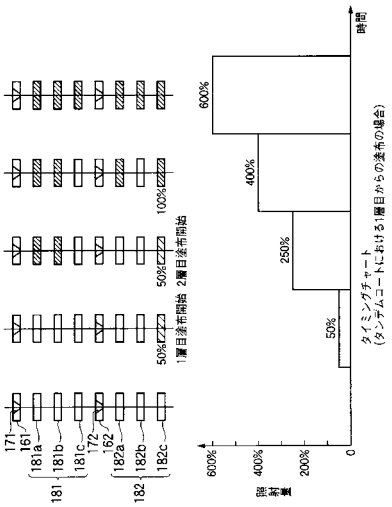


ファイバ直径125μm

【図８】


5
4
3
吸収/発光強度
200
300
400
500
波長(nm)

【図９】


171
161
181a
181b
181c
181
172
162
182a
182b
182c
182
50%
1層目塗布開始
50%
2層目塗布開始
100%
600%
400%
250%
50%
0
時間
600%
400%
200%
照射量
タイミングチャート
(タンデムユニットにおける1層目からの塗布の場合)

フロントページの続き

(72)発明者　斎藤　裕久
大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号　住友電気工業株式会社大阪製作所内
(72)発明者　神田　義雄
大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号　住友電気工業株式会社大阪製作所内

審査官　吉田　英一

(56)参考文献　特開平０６－０７２７４２（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－１４２６９７（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０８０４４４（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２１３６３６（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－２０２６５４（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－１６５２３４（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－１１０４７９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６０－０５０５０３（ＪＰ，Ａ）
特開昭５５－０７１６４４（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１８８４５０（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－１９３８５５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G02B　6/44