

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4060609号
(P4060609)

(45) 発行日 平成20年3月12日(2008.3.12)

(24) 登録日 平成19年12月28日(2007.12.28)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 2 B 6/00 (2006.01)

G O 2 B 6/04 (2006.01)

G O 2 B 6/00 3 9 1

G O 2 B 6/00 3 2 6

G O 2 B 6/00 3 3 1

G O 2 B 6/04 F

請求項の数 3 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2002-41811 (P2002-41811)
 (22) 出願日 平成14年2月19日(2002.2.19)
 (65) 公開番号 特開2003-240978 (P2003-240978A)
 (43) 公開日 平成15年8月27日(2003.8.27)
 審査請求日 平成17年2月18日(2005.2.18)

(73) 特許権者 000006035
 三菱レイヨン株式会社
 東京都港区港南一丁目6番41号
 (74) 代理人 100059959
 弁理士 中村 稔
 (74) 代理人 100067013
 弁理士 大塚 文昭
 (74) 代理人 100082005
 弁理士 熊倉 禎男
 (74) 代理人 100065189
 弁理士 穴戸 嘉一
 (74) 代理人 100096194
 弁理士 竹内 英人
 (74) 代理人 100074228
 弁理士 今城 俊夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 側面漏光用プラスチック光ファイバ及び該側面漏光用プラスチック光ファイバを備えた照光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

樹脂材料の芯材と、そのまわりを取り囲む、該芯材の屈折率より低い屈折率を備える樹脂材料の鞘材とを有し、該鞘材の外側面から漏光させる側面漏光用プラスチック光ファイバにおいて、

前記芯材と前記鞘材とは、互いに相溶性が低い樹脂の組合わせとなるように、前記芯材は、ポリメタクリル酸メチルであり、前記鞘材は、フッ化ビニリデン、テトラフルオロエチレン及びヘキサフルオロプロピレンの3共重合体から構成され、

前記鞘材の組成は、フッ化ビニリデン25～60重量%、テトラフルオロエチレン15～65重量%、ヘキサフルオロプロピレン7～15重量%の範囲にあり、それにより、前記鞘材の結晶化度を低減しつつ、前記鞘材と前記芯材とが単に密着する状態を形成し、
 さらに、前記鞘材中に光散乱を生じるような配向結晶化構造を有する、

ことを特徴とする側面漏光用プラスチック光ファイバ。

【請求項 2】

請求項1に記載の側面漏光用プラスチック光ファイバを複数束ねた光ファイバ束と、該光ファイバ束を被覆する透明チューブと、

前記光ファイバ束の少なくとも一端に光学的に接続した光源装置とを、有する、
 ことを特徴とする側面漏光用プラスチック光ファイバを備えた照光装置。

【請求項 3】

光源の出射端から距離L1だけ離れた地点にある平面を平面H、平面H上の照射スポッ

トの中心地点を点 P1、平面 H 上の照射スポットの中心点 P1 からの距離が L2 であり、輝度が点 P1 における輝度の 50% である地点を点 P2 とした場合、 $NA = \sin \{ \tan^{-1} (L2 / L1) \}$ で定義する光源の開口角 NA が 0.25 以上である、

請求項 2 に記載の側面漏光用プラスチック光ファイバを備えた照光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、側面漏光用プラスチック光ファイバ及び側面漏光用プラスチック光ファイバの製造方法並びに側面漏光用プラスチック光ファイバを備えた照光装置に関する。

【0002】

10

【従来の技術】

従来から、プラスチック光ファイバ（以下 POF と略す。）が照光装置として利用されている。

特に側面から漏光させるタイプの POF は、照明、装飾、意匠、ディスプレイなどに利用され、このうち照明用としては、ガソリンスタンドや駐車場で車の誘導をする誘導灯、或いはガードレール等に設置して対向車からの注意を喚起する安全表示灯として利用されている。

【0003】

この照光装置は、樹脂材料の芯材と、そのまわりを取り囲む、該芯材の屈折率より低い屈折率を備える樹脂材料の鞘材とを有し、該鞘材の外側面から漏光させる側面漏光用プラスチック光ファイバを有し、このような光ファイバを多数束ねたもの或いはグルーピング後にシート状、束状、紐状などに撚りあわせたものを用いて、端部に光学的に接続した光源装置から光を入射させることにより、鞘材の外側面からの漏光を通じて照光機能を発揮する。

20

このような照光装置は、従来のたとえば、ハロゲンランプ、LED に比べ、屋外仕様或いは安全対策を講じる必要がない点で、技術的に有利であるが、第 1 に、プラスチック光ファイバ単体に関連する技術的問題、第 2 に、側面漏光に関連する技術的問題を有する。

【0004】

まず、第 1 の問題について、従来から、POF としては芯材及び鞘材ともに樹脂からなり、特に芯材としてポリメタクリル酸メチル（以下、PMMA と略す）、一方鞘材としては共重合体、或いは三元共重合体からなるものが知られている。

30

共重合体の例としては、たとえば特許第 2583523 号公報には、PMMA を芯材に、フッ化ビニリデン 80 重量%とテトラフルオロエチレン 20 重量%からなる共重合体を鞘材に用いた POF の例が開示されており、芯材と鞘材の境界部には厚さ 0.1 ~ 2.0 μm 程度に芯材及び鞘材の両樹脂が相容した透明で均質な混合層を形成することが記載されている。

【0005】

しかし、このような共重合体は、LCST 型の相分離挙動を示すことが知られており、たとえば特開平 2000-171644 号公報には、このような POF を、高温高湿環境下に放置した場合には、上記の透明な混合層が濁りを生じるために伝送損失の増加がおり、耐湿熱性に劣ることが記載されている。

40

【0006】

これに対して、三元共重合体の例として、特開平 1-68701 号公報には、PMMA を芯材に、フッ化ビニリデン、テトラフルオロエチレン及びヘキサフルオロアセトンからなる三元共重合体を POF の鞘材に用いた例が開示されている。該三元共重合体では、結晶性が著しく抑制されて、ほとんど無定型に近い透明度を有し、PMMA との相溶性や接着性に優れるため、低伝送損失であり、85%湿度 95% で 1000 時間おいても、結晶化による伝送損失の低下（200 dB 以下）は見られない。

しかしながら、ヘキサフルオロアセトンが 6.5 モル%以上であるとエラストマー性が増大することにより 80% 以下で融着がおこる一方、3.5 モル%以下では結晶性を有する

50

ため不適である。ヘキサフルオロアセトン 3.5 モル%ないし 6.5 モル%程度含有させた鞘材の屈折率は 1.395 程度に限定されるため、実質的には開口数は $NA = 0.52$ 付近に限定される。

【0007】

この点について、特開昭52-154643号公報に開示されているように、フッ化ビニリデンとテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンからなる三元共重合体の鞘材では、ヘキサフルオロプロピレンが第三共重合成分として加わることにより、鞘材の屈折率が $1.350 \sim 1.380$ とさらに低下するばかりではなく、結晶性が著しく阻害され、無定型に近い透明性を有し、しかも高温でエラストマー性を示さないの、鞘の熱収縮、変形による、芯鞘の剥離、あるいは割れを起こさない。

10

【0008】

しかしながら、このような材質の組み合わせからなるPOFは、低伝送損失を達成するが、加工性或いは成形性に関する困難性及び機械特性の低下を引き起こす。

より詳細には、加工性或いは成形性に関し、鞘材の芯材(PMMA)への密着性が劣ったり、エラストマー性が高すぎるため溶融賦形が困難であったり、一方機械特性の低下に関し、耐屈曲性、繰返し屈曲性などの機械的特性が低下したりする。

【0009】

次に、第2の問題について、側面から漏光するタイプの照光装置において、その漏光技術として、従来から以下のようなものが知られている。

第1のタイプとして、POFの材質・構成に特徴を有するもの、第2のタイプとして、POF表面を加工するもの、第3のタイプとして、POFを熱処理するもの、第4のタイプとして、POF表面に歪みを生じさせるものがある。

20

【0010】

より詳細には、第1のタイプには、POF内部に透明小片を分散させるもの(特公昭51-29951号)と、鞘(クラッド)材としてエラストマーを使用してPOFの芯鞘界面に構造不整を起こさせて露光させるもの(実開昭60-112204号)と、POFの芯(コア)にガラス粒子などの半透明若しくは不透明な材料または気泡などの拡散中心を分散させ、好ましくはPOF端面から離れるに従って拡散中心密度を高くしてPOFの側面より均一な照光を得るもの(特開昭63-247705号)とがある。

【0011】

第2のタイプとしては、特公昭47-42534号公報には、機械的にまたは熱的に選択的にPOFの表面を破壊しPOF内を伝送する光をその側面より漏光させる照明光ファイバが開示され、さらに、POF表面に刃などで切り傷などの傷を形成して漏光ファイバとするものとしては、旋回中のPOFを刃物で切り傷を刻むもの(特開昭50-83044号)と、特定形状の傷をPOF表面に形成するもの(特開昭63-253903号)とPOFの特定位置に傷を形成するもの(実開平04-18801号)とがある。

30

【0012】

第3のタイプとして、POF表面を熱処理して粗面化したり、歪を形成したりすることにより漏光ファイバとするものには、POFの回りを合成繊維で螺旋状に巻き付け、これを熱収縮させるもの(特公昭52-32582号)と、加熱した突起をPOFに押しつけてPOFの表面に所定間隔の漏光凹部を形成するもの(特開昭60-159707号)と、加熱した粗面プレートをPOFに押しつけて表面に細かい凹凸を形成するもの(特開昭63-293505号、特開昭63-318502号、実開平01-3803号)とがある。

40

【0013】

最後に、第4のタイプとして、POFを燃るなどしてファイバ構造に歪などを形成して漏光ファイバとするものとしては、POFを仮燃して歪みを残留させるもの(特開昭50-83049号)と、微細な突起を有するローラーの間にPOFを通して表面に細かい凹凸を形成するもの(特開平01-273007号)と、テンションメンバの回りで燃るもの(特開平02-108007号、特開平02-108008号)と、POFをギア間に通

50

して所定間隔の傷や歪を形成するもの（特開平０３－１２３３０２号、特開平０４－６６９０４号）とがある。

【００１４】

しかしながら、上記いずれのタイプも、複雑な構造のＰＯＦを紡出成形するか、或いは一旦完成したＰＯＦ製品を更に漏光化处理しなくてはならず、高度の漏光処理制御を要するものであり、生産効率低下或いはコスト高を招く。

また、たとえ側面漏光性が確保可能であっても、特にＰＯＦを誘導灯や安全表示灯として用いる際には、被誘導者から水平方向或いは斜め方向に見られた場合に、十分な視認性を得ることが困難である。そのために、特定方向への輝度を向上することが望まれる。

さらに、たとえ側面漏光性を確保可能であっても、特にＰＯＦを大きな建築物の照明や広い室内の照明として用いる際、光源から離れるにつれて漏光が急激に低下するため、十分な照明を得ることが困難である。そのため、開口角を大きくすることが望まれる。

【００１５】

【発明が解決しようとする課題】

以上のように、これまでの先行技術による側面漏光用プラスチック光ファイバを有する照光装置の性能は未だ満足できるものではなく、さらに改良された特性を備える照光装置の開発が強く望まれてきた。

上記課題に鑑み、本発明の目的は、高度の漏光加工技術を要することなしに、側面からの漏光性を確保することが可能な側面漏光用プラスチック光ファイバ及び該側面漏光用プラスチック光ファイバの製造方法を提供することにある。

上記課題に鑑み、本発明の目的は、伝送損失の低下を抑制しつつ、加工性或いは成形性並びに機械特性を確保することが可能な側面漏光用プラスチック光ファイバ及び該側面漏光用プラスチック光ファイバの製造方法を提供することにある。

【００１６】

本発明の目的は、誘導灯や安全表示灯として用いる際に、側面漏光性を向上しつつ、水平方向或いは斜め方向からの十分な視認性を確保可能な、側面漏光用プラスチック光ファイバを用いた光ファイバ照光装置を提供することにある。

本発明の目的は、照明灯として用いる際に、側面漏光性を向上しつつ、光源からの十分な漏光距離を確保可能な、側面漏光用プラスチック光ファイバを用いた光ファイバ照光装置を提供することにある。

【００１７】

【課題を解決するための手段】

そこで、本発明者は上記要望を満たした照光用ＰＯＦを開発すべく鋭意検討を行い、本発明をするに至った。

上記課題を解決するために、本発明の側面漏光用プラスチック光ファイバは、

樹脂材料の芯材と、そのまわりを取り囲む、該芯材の屈折率より低い屈折率を備える樹脂材料の鞘材とを有し、該鞘材の外側面から漏光させる側面漏光用プラスチック光ファイバにおいて、

前記芯材と前記鞘材とは、互いに相溶性が低い樹脂の組合わせとなるように、前記芯材は、ポリメタクリル酸メチルであり、一方前記鞘材は、フッ化ビニリデン、テトラフルオロエチレン及びヘキサフルオロプロピレンの３共重合体から構成され、

前記鞘材の組成は、フッ化ビニリデン２５～６０重量％、テトラフルオロエチレン１５～６５重量％、ヘキサフルオロプロピレン７～１５重量％の範囲にあり、それにより、前記鞘材の結晶化度を低減しつつ、前記鞘材と前記芯材とが単に密着する状態を形成し、

さらに、前記鞘材中に光散乱を生じるような配向結晶化構造を有する、構成としてある。

【００１８】

本発明の側面漏光用プラスチック光ファイバでは、側面漏光の主要因である光の散乱が、ＰＯＦの芯材と鞘材との界面に形成される構造不整か、或いはＰＯＦの鞘材の中に存在する結晶構造によって起きることを利用している。

即ち、以上の構成によれば、芯材と鞘材との界面における相溶性を低下させることにより、芯材と鞘材とが単に密着している状態にすることによって構造不整を形成して、結晶性を低下して無定型に近い透明性を実現することにより、このような構造不整が原因で生じる光散乱を通じて、高度な漏光化技術を必要とすることなしに、漏光性向上を達成することが可能となる。

また、特に、特定延伸加工により、逆に鞘材中に配向結晶構造を生成することにより、光散乱を引き起こし、それによりさらに漏光性向上を達成することが可能となる。

【0020】

上記課題を解決するために、本発明の側面漏光用プラスチック光ファイバの製造方法は、芯・鞘複合紡糸ノズルから芯材および鞘材を同時に吐出してプラスチック光ファイバを紡糸し、冷却する段階と、紡糸、冷却したプラスチック光ファイバに対して、125 ~ 170 の温度で、延伸倍率1.1 ~ 3.0倍の延伸加工を施す段階と、を有する構成としてある。

10

【0021】

また、芯・鞘複合紡糸ノズルから該芯材および鞘材を同時に吐出してプラスチック光ファイバを紡糸し、冷却する段階と、

紡糸、冷却したプラスチック光ファイバに対して、130 ~ 145 の温度で、延伸倍率1.5 ~ 2.8倍の延伸加工を施す段階と、を有する構成としてある。

【0022】

本発明は、ポリメタクリル酸メチルからなる芯材に対して、フッ化ビニリデン、テトラフルオロエチレン及びヘキサフルオロプロピレンの3元共重合体からなる従来の鞘材にあって、それぞれの重量%を特定することにより、側面漏光性を向上を達成する一方で、伝送損失の低下を抑制しつつ加工性或いは成形性並びに機械特性を確保することが可能である。

20

より詳細には、ヘキサフルオロプロピレンが7重量%ないし15重量%であれば、構造不整及び結晶構造の観点から、側面漏光性を向上可能である。この場合、特に特定の延伸加工により、側面漏光性をさらに向上可能である。ヘキサフルオロプロピレンが15重量%ないし30重量%であれば、構造不整の観点から、側面漏光性を向上可能である。

【0023】

上記課題を解決するために、本発明の側面漏光用プラスチック光ファイバを有する照光装置は、上記記載の側面漏光用プラスチック光ファイバを複数束ねた光ファイバ束と、該光ファイバ束を被覆する透明チューブと、前記光ファイバ束の少なくとも一端に光学的に接続した光源装置とを、有する構成としてある。

30

【0024】

また、前記光源装置は、光源の出射端から距離 L_1 だけ離れた地点にある平面を平面H、平面H上の照射スポットの中心地点を点 P_1 、平面H上の照射スポットの中心点 P_1 からの距離が L_2 であり、輝度が点 P_1 における輝度の50%である地点を点 P_2 とすると、式(1)で定義する光源の開口角NAが、0.25以上であるのがよい。

$$\text{式(1)} \quad NA = \sin \{ \tan^{-1} (L_2 / L_1) \}$$

さらに、前記芯材の屈折率 n_{core} と、前記鞘材の屈折率 n_{clad} とが、式(2)の条件を満たすのがよい。

40

$$\text{式(2)} \quad 0.55 < (n_{\text{core}}^2 - n_{\text{clad}}^2)$$

【0025】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の側面漏光用プラスチック光ファイバを有する照光装置について詳細に説明する。

側面漏光用プラスチック光ファイバを有する照光装置は、樹脂材料の芯材と、そのまわりを取り囲む、該芯材の屈折率より低い屈折率を備える樹脂材料の鞘材とを有するプラスチック光ファイバを複数束ねたファイバ束の複数束を所定撚り回数/mの割合で撚り合わせて単一束に形成したバンドルファイバと、該バンドルファイバを被覆する透明チューブと

50

、前記バンドルファイバの少なくとも一端に光学的に接続した光源装置とから概略構成され、光源装置からの光を鞘材の外側面から外部に漏光させて、照光するようにしている。

【0026】

P O Fの芯材としては、ポリメチルメタクリレート系樹脂を用いる。ポリメチルメタクリレート系樹脂とは、メタクリル酸メチルを主成分とする（共）重合体、具体的にはポリメタクリル酸メチル（以下、P M M Aと称す。）、メタクリル酸メチル主体の共重合体（例えば、（メタ）アクリル酸エステル、（メタ）アクリル酸、置換スチレン等を共重合）等である。なお、（メタ）アクリル酸エステルとしては、具体的には、スチレン、ベンジルメタクリレート、シクロヘキシルメタクリレート、2 - クロロエチルメタクリレート、2 - プロモエチルメタクリレート、フェニルメタクリレート、ジアリルメタクリレート、ジアリイルフタレート、p - プロモフェニルメタクリレート、ペンタクロロフェニルメタクリレート、o - クロロスチレン、 β - ナフチルメタクリレート、ビニルナフタレン、ビニルカルバゾール、ペンタプロモフェニルメタクリレート等が挙げられる。これら共重合成分は、複数で用いてもよく、これ以外の成分を少量添加しても良い。これらの共重合体のなかで、実質的にP M M Aであることが、生産性、透光性、耐環境性などの点から最も好ましい。

【0027】

一方、P O Fの鞘材に用いられる樹脂は、P M M Aの芯材との組み合わせとして、上記式（2）の条件を満たす鞘材として、フッ化ビニリデンとテトラフルオロエチレン、フッ化ビニリデンとヘキサフルオロプロピレンからなる二元共重合体や、フッ化ビニリデンとテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロアセトン、又はフッ化ビニリデンとテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンからなる三元共重合体等がある。

【0028】

特に、フッ化ビニリデンとテトラフルオロエチレンとヘキサフルオロプロピレンからなる三元共重合体としては、組成がフッ化ビニリデン25～60重量%、テトラフルオロエチレン15～65重量%、ヘキサフルオロプロピレン7～30重量%の範囲内にあり、ナトリウムD線を用いて25℃で測定した屈折率が1.350～1.380の間にある共重合体が望ましい。

【0029】

この範囲外の組成では、低結晶化（低光透過損失）や低屈折率化が達成できなかったり、鞘材の芯材（P M M A）への密着性が劣ったり、エラストマー性が高すぎるため溶融賦形が困難であったり、あるいは耐屈曲性、繰り返し屈曲性などの機械的特性が低下したりする。

【0030】

このような芯材及び鞘材とを有するプラスチック光ファイバは、通常シート状または束状にして用いられる。ここで「束状」とは、複数のP O Fを単に集合化した状態、更にこのようなファイバ集合体を更に束ねた状態及びこれらを撚り合わせた状態を指す。P O F束の本数は、任意であり、目的に応じて適宜選択変更することができ、1本の束に、例えば5本から200本のP O Fが使用される。

【0031】

また、このような束状P O Fは、これをさらに単に複数本束ねた集合体として使用することが好ましく、P O Fを複数のグループの束に分け、これらの束を1～20撚り回数/mの割合で撚り合わせたものとするのがより好ましい。このような構造の束状P O Fマイクロベンディングにより、P O Fの漏光効率をより向上させることができ、高輝度の照光装置にすることが可能となる。

【0032】

光源装置は、P O Fの束の少なくとも一端の端面に光学的に接続されて使用される。また、光源装置をP O F束の両端に接続して使用する形態でもよい。光源装置は、好ましくは光源の出射端から距離 L_1 だけ離れた地点にある平面を平面H、平面H上の照射スポットの中心地点を点 P_1 、平面H上の照射スポットの中心点 P_1 からの距離が L_2 であり、輝

10

20

30

40

50

度が点 P_1 における輝度の 50% である地点を点 P_2 とすると、次式で定義される光源の開口角 NA が、0.25 以上を満たす大容量ランプを用いることが望ましい。

$$NA = \sin \{ \tan^{-1} (L_1 / L_2) \}$$

$NA < 0.25$ であれば、光源装置に接続された光ファイバ末端に十分な量の光を供給することできず、プラスチック光ファイバ照光装置システムの光源として好ましくない。

【0033】

光源装置は、具体的には、特に高い輝度をもつメタルハライドランプ、キセノンランプ、高圧水銀ランプが用いられる。なお、反射鏡及びレンズの装着、ランプ形状、消費電力など用途目的に応じて適宜変更することができる。

【0034】

透明チューブは、POFを保護するために単一束に形成されたPOFを被覆するもので、例えば、軟質若しくは可撓性プラスチックからなる透明性を有し、無色若しくは着色されたものである。具体的には、塩化ビニル樹脂、アクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエステル樹脂、ポリ酢酸ビニル樹脂、エチレン-酢酸ビニル共重合体樹脂などがある。これらの主成分に適宜、可塑剤、助剤などの副材料を添加してもよい。

【0035】

以上の構成を有するPOF照光装置の作用について、以下に説明する。

まず、POF単体の製造方法について説明する。

POFの側面漏光性を向上するため、芯・鞘複合紡糸ノズルから芯材および鞘材を、同時に吐出して冷却した後、適当な延伸温度及び延伸倍率で、延伸操作を施す。

一般に、非晶性高分子は、その熔融状態から冷却されてガラス転移温度以下に達すると、張力の状態に応じて高分子セグメントの配向度合いが種々異なる状態のまま凍結する。したがって、このような材料を用いて熔融紡糸されたPOFは、たとえ高分子鎖中に結晶性セグメントが含まれていても、大部分の構造は非晶性のまま凍結されているため、結晶化度は低い状態にある。また、このようなPOFは、もろく折れやすい性質であり、通常その機械的強度を高めるために加熱延伸される。

加熱延伸により、分子配向によって機械的強度を向上させるだけでなく、配向結晶化により光散乱点としての結晶構造を生成せしめることが可能となる。

【0036】

より具体的には、PMMAからなる芯材と上記フッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン/ヘキサフルオロプロピレン共重合体を鞘材とするPOFは、延伸温度125 ~ 170、より好ましくは130 ~ 145で加熱延伸される。延伸温度がこのような温度範囲を外れた場合、すなわち125未満の場合にはPOFの延伸が困難になり、170を超えて大きい場合には延伸したPOFが直ちに緩和しやすくなる。また加熱延伸における延伸倍率は、1.1 ~ 3.0、より好ましくは1.5 ~ 2.8で延伸される。このような延伸倍率を外れた場合、すなわち1.1未満では延伸による機械的強度の付与や、配向結晶化が不十分となるおそれがあり、3.0を超えて大きい場合は均一な延伸が困難になる。

【0037】

特に、照明光ファイバを誘導灯や安全表示灯として用いる場合には、被誘導者から水平方向（含む斜め方向）に見られた場合、十分な視認性を向上する観点から、光ファイバの繊維軸に垂直な方向に漏れる光の輝度を $A (cd/m^2)$ 、光ファイバの繊維軸から反光源側に80度傾いた方向に漏れる光の輝度を $B (cd/m^2)$ としたとき、 $B/A \geq 4$ であるのがよい。

【0038】

また、光ファイバ末端に設置した光源装置から取り込む光の量を確保するために、開口角を確保する観点から、芯材の屈折率を n_{core} 、鞘材の屈折率を n_{clad} としたとき、以下の条件を満たすのがよい。

$$0.55 \leq (n_{core}^2 - n_{clad}^2)$$

【0039】

10

20

30

40

50

次に、照光装置の製造方法について、説明する。

長さ100mのPOFを7本束ね、10回撚り回数/mで(=100mmピッチ)予め加撚をかけて一つのファイバ束とした。さらに、このファイバ束1本を中央にしてストレートにして、この周りにファイバ束6本を8.3撚り回数/mで(=120mmピッチ)の割合で撚りあわせた。次いで、これを軟質塩化ビニル樹脂からなる透明チューブで被覆して透明チューブ付POF束を作製した。該透明チューブ付POF束の一端に光源装置を光学的に接続してPOF照光装置を作製した。光源装置には150Wのメタルハライドランプを使用した。該POF照光装置は、漏光の指向性の優れたライトガイドとして用いられる。

【0040】

10

このようにして完成した照光装置によれば、POFの鞘材と芯材に相溶性が低い樹脂の組み合わせを用いることにより、芯鞘界面付近に芯鞘混合層が存在せず、芯材と鞘材が密着しただけの状態であり、芯鞘界面に形成される構造不整が光散乱の原因となってPOFの側面漏光性を高められる。さらに、POFの鞘材中に光散乱点となる構造体が存在し、これが光散乱の原因となってPOFの側面漏光性を高められる。以上の2つの手法による光の散乱現象は、1つのファイバ中で単独の現象として起こる場合もあれば、2つの現象が複合して起こる場合も考えられる。

【0041】

本発明において芯材と鞘材に用いられる相溶性が低い樹脂の組み合わせとは、芯材と鞘材に用いられる樹脂を熔融複合紡糸するなど熔融状態で積層し、25000倍の透過型電子顕微鏡で観察しても、これら樹脂の界面に混合層が観察されないような樹脂の組み合わせをいう。

20

なお、鞘材が三元共重合体と二元共重合体とである場合に、それぞれの結晶化度を示差走査型熱分析計(DSC)のセカンドランによる結晶エンタルピーで比較すると、組成範囲がフッ化ビニリデン25~60重量%、テトラフルオロエチレン15~65重量%、ヘキサフルオロプロピレン7~30重量%の範囲にある三元共重合体は、フッ化ビニリデンとテトラフルオロエチレン共重合体に対して、結晶化度が20~50%に減少することを確認している。

【0042】

また、上記重量組成の三元共重合体とPMMMAとは、混合すると濁りがみられるため、相溶性は十分ではないことは明らかであり、PMMMAからなる芯材と、該三元共重合体を鞘材とするPOFを繊維軸に垂直な方向に輪切りにして、芯鞘界面付近を透過型電子顕微鏡で、倍率25,000倍で観察すると、芯鞘の界面では相溶化領域は形成されず、芯鞘が張り合わさって密着しているだけの状態であることが認められた。

30

【0043】

さらに、PMMMAからなる芯材と、上記三元共重合体からなる鞘材とからなるPOFは、高温高湿度環境下では、芯鞘界面付近での状態に変化は見られず、伝送損失の低下は生じないため、耐湿熱性が大幅に改善されるので、特に照明用POFとして用いる場合、屋外での使用に適している。

【0044】

40

【実施例】

POFを対象として、PMMMAからなる芯材に対して、フッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン/ヘキサフルオロプロピレンの三元共重合体からなる鞘材の重量組成をパラメータとして、側面の漏光性及び屈折率、伝送損失及びメルトインデックスの評価試験を行った。

より詳細には、側面の漏光性に関し、第1に、POFの繊維軸長さによる輝度の変化、第2に、POFの繊維軸に対する角度による輝度の変化をそれぞれ評価した。屈折率、伝送損失及びメルトインデックスに関し、それぞれの評価/測定は、以下の方法により実施した。

(メルトインデックス) 230、荷重2.16kgで、直径2mm、長さ8mmのダイノズル

50

から吐出される 10 分間の重合体の g 数を測定した。

(屈折率) 溶融プレスにより厚さ 200 μm のフィルム状の試験片を製造し、アッペの屈折計を用い、室温 25 におけるナトリウム D 線の屈折率を測定した。(伝送損失) 25 m 5 m カットバック法により波長 650 nm における励振 $NA = 0.1$ での伝送損失を測定した。

【0045】

図 1 は、光源装置 2 に接続した光ファイバ 3 から側面に漏れる光の輝度の測定方法について、図 3 は、同じく光ファイバ 3 から側面に漏れる光の出射パターン(方向による出射光の輝度の分布)の測定方法について説明する図である。

(側面漏光輝度の測定方法) 図 1 に示すように、25 本の直径 1.0 mm の光ファイバ 3 をシート状に並べ、光源 2 に接続し、光源から 1 ~ 30 m の位置において、光ファイバ 3 から 120 mm 離れた位置に設置した輝度計 4 で、光ファイバ 3 の輝度計 4 の反対側に白い紙 5 を当てて、光ファイバ 3 の側面からの漏光量を測定した。

【0046】

(側面漏光の出射パターン測定方法) 図 3 に示すように、図 1 と同様に、25 本の直径 1.0 mm の光ファイバ 3 をシート状に並べ、光源 2 に接続し、光源 2 から 15 m の位置において、輝度計 4 を光ファイバ 3 から 360 mm 離れた位置で光源側(0 度)から反光源側(180 度)に回転させて測定した。光源には 150 W メタルハライドランプを搭載した $NA = 0.3$ の光源を用いた。

【0047】

(実施例 1)

ポリメタクリル酸メチル樹脂、フッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン/ヘキサフルオロプロピレン = 48.0 / 42.7 / 9.3 (重量%) である共重合体をそれぞれ芯材、鞘材として 220 の同心円状複合紡糸ノズルに供給して、芯/鞘の 2 層構造の糸状体を紡出し、140 の熱風加熱炉中で軸方向に 2.7 倍に延伸し、直径 1 mm、鞘厚み 10 μm の POF を得た。該 POF の開口数は 0.58、伝送損失は 132 dB / Km であった。該鞘材のメルトインデックスは 22.0 g / 10 分、屈折率は 1.376 であった。

【0048】

(実施例 2)

ポリメタクリル酸メチル樹脂、フッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン/ヘキサフルオロプロピレン = 39.0 / 46.9 / 14.1 (重量%) である共重合体をそれぞれ芯材、鞘材として実施例 1 と同様の方法で、直径 1 mm、鞘厚み 10 μm の POF を得た。該 POF の開口数は 0.59、伝送損失は 129 dB / Km であった。該鞘材のメルトインデックスは 18.5 g / 10 分、屈折率は 1.369 であった。

【0049】

(比較例 1)

ポリメタクリル酸メチル樹脂、フッ化ビニリデン/テトラフルオロエチレン = 80 / 20 (重量%) である共重合体をそれぞれ芯材、鞘材として実施例 1 と同様の方法で、直径 1 mm、鞘厚み 10 μm の POF を得た。該 POF の開口数は 0.50、伝送損失は 135 dB / Km であった。該鞘材のメルトインデックスは 20.0 g / 10 分、屈折率は 1.402 であった。

【0050】

実施例 1 及び 2 の POF を繊維軸に垂直な方向に輪切りにして、芯材層と鞘材層の界面を透過型電子顕微鏡で 25000 倍の倍率で観察したところ、芯材と鞘材層の界面において芯材樹脂と鞘材樹脂の混合層は観察されず、芯材と鞘材が明瞭に 2 つに分かれていたが、比較例 1 の POF を同様にして観察すると、芯材層と鞘材層との界面において芯材樹脂と鞘材樹脂の混合層が観察された。

【0051】

また、表 1 は、屈折率、伝送損失及びメルトインデックスの測定値を示す。

【表 1】

	鞘材組成 (重量%)	MI (230°C,5kg)	屈折率	伝送損失 (dB/km)
実施例1	VdF/HFP/TFE =48.0/42.7/9.3	22.0	1.376	132
実施例2	VdF/HFP/TFE =39/46.9/14.1	18.5	1.369	129
比較例1	VdF/TFE =80/20	20.0	1.402	135

10

【0052】

図2は、側面漏光輝度の結果である。側面漏光輝度が40%に低下する距離が、比較例1では7.5mであったが、実施例1、実施例2ではそれぞれ13m、12mに向上している。すなわち、実施例1、実施例2のPOFを用いた照光ファイバチューブは、従来の照明光ファイバよりも長い距離で側面漏光ファイバとして用いることができる。

【0053】

20

図4は、側面漏光指向性の結果である。実施例1、実施例2、比較例1とも反光源側への漏光輝度が高くなっているが、特に、実施例1、実施例2のPOFは、比較例1のPOFと比較して反光源側で高い漏光輝度が得られている。すなわち、実施例1、実施例2のPOFを用いたファイバチューブの反光源側を被誘導者に向けると、被誘導者からの視認性を向上させることができる。

【0054】

【発明の効果】

本発明の側面漏光用プラスチック光ファイバ及び該プラスチック光ファイバの製造方法によれば、高度の漏光加工技術を要することなしに、側面からの漏光性を確保することが可能である。

30

本発明の側面漏光用プラスチック光ファイバ及び該プラスチック光ファイバの製造方法によれば、伝送損失の低下を抑制しつつ、加工性或いは成形性並びに機械特性を確保することが可能である。

本発明の側面漏光用プラスチック光ファイバを有する光ファイバ照明装置によれば、誘導灯や安全表示灯として用いる際に、側面漏光性を向上しつつ、水平方向或いは斜め方向からの十分な視認性を確保することが可能である。

本発明の側面漏光用プラスチック光ファイバを有する光ファイバ照明装置によれば、照明灯として用いる際に、側面漏光性を向上しつつ、光源からの十分な漏光距離を確保することが可能である。

【図面の簡単な説明】

40

【図1】POFから側面へ漏光する光の輝度の測定方法について説明する図である。

【図2】実施例1、実施例2及び比較例1それぞれにおいて、図1に基づいてPOFの側面へ漏光する光の輝度を測定した結果を表わすグラフである。

【図3】POFから側面へ漏光する光の出射パターンの測定方法について説明する図である。

【図4】実施例1、実施例2及び比較例1それぞれにおいて、図3に基づいてPOFの側面へ漏光する出射パターンを測定した結果を表わすグラフである。

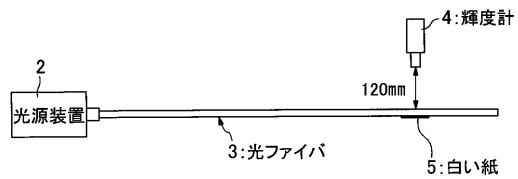
【符号の説明】

- 2 光源装置
- 3 光ファイバ

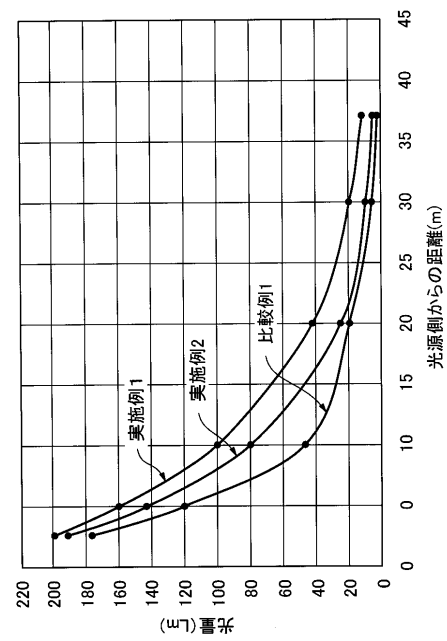
50

- 4 輝度計
- 5 白い紙

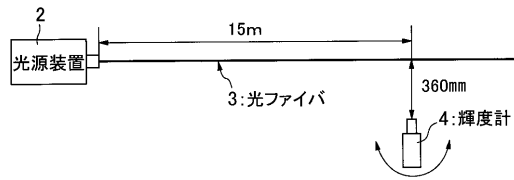
【図 1】



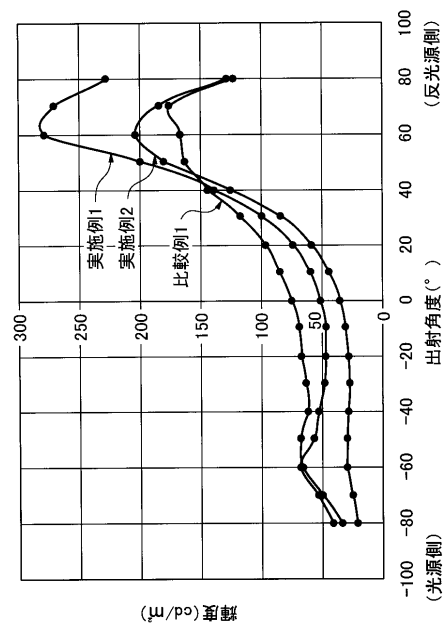
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(74)代理人 100084009
弁理士 小川 信夫
(74)代理人 100082821
弁理士 村社 厚夫
(74)代理人 100086771
弁理士 西島 孝喜
(74)代理人 100084663
弁理士 箱田 篤
(74)代理人 100102738
弁理士 岡 潔
(72)発明者 青柳 周
広島県大竹市御幸町20-1 三菱レイヨン株式会社 中央技術研究所内

審査官 和田 将彦

(56)参考文献 特開2001-272547(JP,A)
特開昭59-111104(JP,A)
特開2001-108843(JP,A)
特開平06-109924(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/00
G02B 6/04
IEEE
JST7580(JDream2)
JSTPlus(JDream2)