

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3328890号

(P3328890)

(45)発行日 平成14年9月30日(2002.9.30)

(24)登録日 平成14年7月19日(2002.7.19)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I
G 0 2 B 6/00	3 9 1	G 0 2 B 6/00 3 9 1
	3 2 6	3 2 6
	3 6 6	3 6 6
C 0 8 F 20/22		C 0 8 F 20/22

請求項の数 2 (全 4 頁)

(21)出願番号	特願平5-252091	(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
(22)出願日	平成5年9月16日(1993.9.16)	(72)発明者	高野 恒男 広島県大竹市御幸町20番1号三菱レイヨ ン株式会社中央研究所内
(65)公開番号	特開平7-84131	(72)発明者	島田 勝彦 広島県大竹市御幸町20番1号三菱レイヨ ン株式会社中央研究所内
(43)公開日	平成7年3月31日(1995.3.31)	(74)代理人	100066533 弁理士 田村 武敏
審査請求日	平成12年8月25日(2000.8.25)	審査官	笹野 秀生

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 照光プラスチック光ファイバ

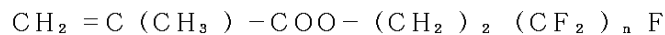
1

2

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 芯材、一般式(1)で示される化合物3
0~70重量%と、一般式(2)、一般式(3)から選
ばれた化合物20~50重量%、メタクリル酸0.5~
10重量%、メチルメタクリレート5~50重量%との
共重合体からなる鞘材、および保護材とからなり、漏光*

*すべき所望部分の鞘厚が0.1μm以上2μm以下であ
り、かつ、保護層を形成するポリマの屈折率が鞘を構成
するポリマの屈折率以上の屈折率を有するポリマにて構
成されていることを特徴とする照光プラスチック光ファ
イバ。

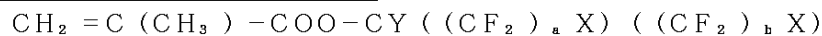
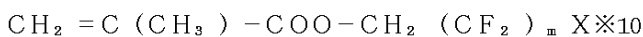


(式中、nは5~12の整数を示す)

※(式中、mは1~4の整数、XはHまたはFを示す)

【化2】

【化3】



(式中、a、bは1~4の整数、XはHまたはF、Yは
HまたはFを示す)

が0.1μm以上2μm以下の光ファイバとしたことを
特徴とする照光プラスチック光ファイバ。

【請求項2】 芯-鞘-保護構造を有し、鞘厚が3μm
以上の光ファイバを延伸し、漏光すべき所望部分の鞘厚

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は光ファイバの側面の全部もしくは所望部分から漏光するプラスチック光ファイバに関し、より詳細には、漏光部分の鞘が薄膜化されている照光プラスチック光ファイバに関する。

【0002】

【従来の技術】側面から漏光するプラスチック光ファイバは、照明、装飾、意匠、ディスプレイなどの用途に利用されている。

【0003】照光プラスチック光ファイバについては、従来から種々のファイバ構造や製造法が提案されている。例えば、漏光性の光ファイバに関するものが特公昭47-42534号公報に示されている。この発明は、機械的にまたは熱的に光ファイバの全反射部を選択的に破壊して漏光部を形成し、この光ファイバを繊維製品とし、面光源として使用するものである。上記従来技術以外に、光ファイバ中を伝送する光を側面から漏らす漏光化技術としては、光ファイバの材質、構成に特徴のあるものとして、光ファイバ内部に透明小片を分散させるもの(特公昭51-29951号公報)と、鞘(クラッド)材としてエラストマーを使用し、光ファイバの芯-鞘界面に構造不整を起し漏光するもの(実開昭60-112204号公報)と、光ファイバのコア(芯)にガラス粒子などの半透明もしくは不透明な材料または気泡などの拡散中心を線状に分散させ、好ましくは光ファイバ端部から離れるに従ってこの拡散中心密度を高くして均一な照光を得るもの(特開昭63-247705号公報)とがある。

【0004】また、光ファイバ表面を刃などで切傷を形成するものには、旋回中の光ファイバ側面を刃物で切傷をつけるもの(特開昭50-83044号公報)と、特定形状の傷を光ファイバ表面に形成するもの(特開昭63-253903号公報)と、特定位置に傷を形成するもの(実開平4-18801)とがある。

【0005】さらに、光ファイバ表面を熱処理して粗面化し、あるいは歪を形成するものには、光ファイバの回りに合成繊維を螺旋状に巻き付けた状態で合成繊維を熱収縮させ、漏光部を形成するもの(特公昭52-32582号公報)と、加熱した突起を光ファイバに押しつけて所定間隔に漏光凹部を形成するもの(特開昭60-159707号公報)と、加熱した粗面プレートを光ファイバ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号公報、特開昭63-318502号公報、実開平1-3803号公報)とがある。

【0006】光ファイバを燃るもしくは機械的に押下して歪などを形成するものには、光ファイバを加熱して歪を残留させるもの(特開昭50-83049号公報)と、微細な突起を有するローラーの間に光ファイバを通して表面に細かい凹凸を形成するもの(特開平1-273007号公報)と、テンションメンバの回りに光ファイバ*

*イバを撚りかけるもの(特開平2-108007号公報、特開平2-108008号公報)と、光ファイバをギャ間を通して所定間隔の傷・歪を形成するもの(特開平3-123302号公報、特開平4-66904号公報)とがある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】種々の先行技術で実施され、提案されている漏光ファイバは、光ファイバ側面から多量に漏光するが、光伝送損失が大きいため、実用可能なファイバ長が短くなるか、もしくは、光伝送損失が小さくて芯材内を光が良好に伝送するが、有効に光ファイバ側面からの漏光量が少なく、漏光ファイバとしては不十分なものである。また、光源側の光ファイバ端部から離れるに従って漏光量が減少し、均一な照光が得にくいという難点もある。本発明は、上述の背景に基づきなされたものであり、その目的とするところは、光伝送損失が小さく芯材内を光が良好に伝送し、実用可能なファイバ長を長くすることができるとともに、光ファイバの長さ方向に均一で、しかも有効に光ファイバ側面から漏光することができる照光プラスチック光ファイバを提供することである。

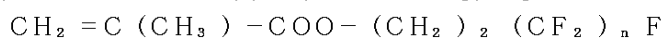
【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題は、本発明の照光プラスチック光ファイバにより解決される。すなわち、本発明の照光プラスチック光ファイバは、透明物質の高い芯材、後述の鞘材、および透明度の高くない保護材とからなり、光ファイバの側面の全部もしくは所望部分から漏光するプラスチック光ファイバであって、漏光すべき所望部分の鞘厚が0.1μm以上2μm以下と薄膜化されていることを特徴とするものであり、また芯-鞘-保護構造を有し、鞘厚が3μm以上の光ファイバを延伸してなるものである。

【0009】本発明で用いられる光ファイバは、透明度の高いクラッド(鞘)、コア(芯)、および屈折率の高い保護層とを有するプラスチック系のものであり、その構造としては、屈折率が段階的に変化するステップインデックス型マルチモード光ファイバである。コア(芯)材を構成する素材としては、ポリメチルメタクリレート樹脂(PMMA、本明細書においてはメタクリル酸メチルの単独重合体および共重合体を含む)、重水素化PMMA、ポリスチレン系重合体、ポリ-4-メチルペンテン-1、シリコン系重合体、ポリカーボネートなどを用いることができる。

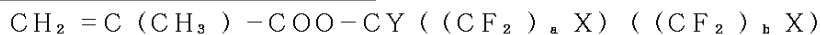
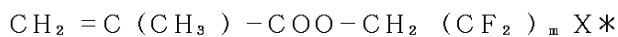
【0010】クラッド(鞘)材としては、コア材より屈折率が小さいものであり、本発明のプラスチック光ファイバ鞘材として用いる材料としては、一般式(4)、一般式(5)および一般式(6)またはそれらと共重合しうるビニルモノマとの共重合体が挙げられる。

【化4】



(式中、nは5～12の整数を示す)

【化5】



(式中、a、bは1～4の整数、XはHまたはF、YはHまたはFを示す)

【0011】本発明で用いる鞘材を作るのに用いられる、一般式(4)で示される長鎖フルオロアルキルメタクリレートの具体例としては、1,1,2,2-テトラヒドロパーフルオロオクチルメタクリレート、1,1,2,2-テトラヒドロパーフルオロデシルメタクリレート、1,1,2,2-テトラヒドロパーフルオロドデシルメタクリレート、1,1,2,2-テトラヒドロパーフルオロテトラデシルメタクリレート等が挙げられる。これらの化合物は単独で用いてもよく、また2種以上を混合して用いてもよい。

【0012】一般式(5)で示される短鎖フルオロアルキルメタクリレートの具体例としては、トリフルオロエチルメタクリレート、2,2,3,3-テトラフルオロプロピルメタクリレート、2,2,3,3,3-ペンタフルオロプロピルメタクリレート、2,2,3,3,4,4,5,5-オクタフルオロペンチルメタクリレート等を代表例として挙げられる。これらの化合物は単独で用いてもよく、また2種以上を混合して用いてもよい。

【0013】一般式(6)で表される単量体の具体例としては、例えば、1-トリフルオロメチル-2,2,2-トリフルオロエチルメタクリレート、1-トリフルオロ-2,2-ジフルオロ、-3,3-ジフルオロ、-4,4,4-トリフルオロプロピルメタクリレート等を代表例として示すことができる。これらの化合物は単独で用いてもよく、また2種以上を混合して用いてもよい。

【0014】他の共重合可能なモノマとしては、鎖状アルキル(メタ)アクリレート、環式炭化水素基を有するメタクリル酸エステル、親水性重合体を形成しうるビニル単量体を用いられる。鎖状アルキル(メタ)アクリレートとしては、(メタ)アクリル酸メチル、(メタ)アクリル酸エチル、(メタ)アクリル酸-n-プロピル、(メタ)アクリル酸イソプロピル、(メタ)アクリル酸-n-ブチル、(メタ)アクリル酸二級ブチル等が挙げられるが、メタクリル酸メチルが好ましい。環式炭化水素基を有するメタクリル酸エステルとしては、フェニルメタクリレート、シクロヘキシルメタクリレート、アダマンチルメタクリレート、(イソ)ボルニルメタクリレート、メタクリル酸トリシクロ[5.2.1.0^{2,6}.0^{4,5}] -デカ-8-イル等が用いられる。

【0015】親水性重合体を形成しうるビニル単量体としては、(メタ)アクリル酸、グリシジルメタクリレート、メチルグリシジルメタクリレート、アクリルアミド、2-ヒドロキシエチル(メタ)アクリレート、2-ヒドロキシプロピル(メタ)アクリレート等が挙げられるが、メタクリル酸が好ましい。

* (式中、mは1～4の整数、XはHまたはFを示す)

【化6】

【0016】本発明の照光用光ファイバを構成する鞘は、一般式(4)で示される化合物を30～50重量%と、一般式(5)、一般式(6)から選ばれた化合物20～50重量%、親水性基を有する化合物、とくに、メタクリル酸10重量%以下、その他の共重合可能な化合物、とくに、メチルメタクリレート5～50重量%よりなる共重合体で構成するのがよい。この共重合体は透明性が高く、屈折率が低いという特徴を有し、また、均一延伸特性に優れており、本発明の特徴である0.1～2μmという極薄膜の鞘層形成を、他の共重合体を鞘材として用いて光ファイバを形成する場合に比べ、容易に作り得るという特徴を有している。

【0017】本発明に用いられる光ファイバの鞘厚は0.1～2μmであり、鞘厚を薄膜化させる箇所は、光ファイバの全部もしくは漏光すべき所望部分であり、任意の箇所に施すことができる。

【0018】保護材としては、クラッド材の屈折率より高い屈折率のポリマであり、好ましく用いるポリマとしては、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルペンテン、ナイロン、ポリエステルなどが挙げられるが、これらの重合体のみに限定されるものではない。

【0019】上記構成を有する本発明の照光プラスチック光ファイバでは、以下のように作用効果を発揮する。光が光ファイバの芯(屈折率 n_1)から鞘(屈折率 n_2)に入射するとき、屈折角が 90° になるような入射角 θ_c (臨界角)、すなわち、 $\sin\theta_c = n_2/n_1$ (ただし、 $n_1 > n_2$)を越える入射角の光に対しては、屈折光は存在せず、入射した光のエネルギーは100%反射(全反射)して光ファイバの芯内を伝送する。その際、入射光は一度鞘に侵入し、境界に沿ってわずかに進んでから再び芯に逆戻りする。入射光が鞘にしみ込む深さ Z_d (芯-鞘界面から電界が $1/e$ になる深さ)は、 $Z_d = \lambda / [2\pi n_1 \{ \sin^2\theta_1 - (n_2/n_1)^2 \}^{1/2}]$ (ただし、 λ は入射光波長、 θ_1 は入射角)で与えられる。しみ込みの深さ Z_d は臨界角 θ_c に近づくほど大きくなる。 $\lambda = 0.58 \mu\text{m}$ 、 $\theta_1 = 70^\circ$ 、 $n_1 = 1.495$ 、 $n_2 = 1.402$ の場合、 $Z_d = 1 \mu\text{m}$ となる。

【0020】芯材、鞘材、および保護材とからなるプラスチック光ファイバの全部もしくは所望部分の鞘厚を0.1～2μmと薄膜化することにより、屈折率の関係上全反射する光でも鞘を越えて光がしみ出す。保護材は鞘材を構成するポリマの屈折率以上の屈折率を有するもので構成されているため、鞘層を越えて保護層に達した光は反射されることなく保護層内に侵入し、保護材そのものの光の散乱、あるいは保護表層の粗面部での散乱など

により、必ず光ファイバの側面から漏光する。

【0021】この時、光源から光ファイバ端部への光の入射角を 0° 付近にすることにより、光ファイバ中を伝送する光の芯から鞘への入射角 θ_1 も 90° 付近になり、光ファイバ側面からの漏光成分は抑えられる。さらに光ファイバ中を伝送する光の進行に従って、芯-鞘界面の不整や光ファイバの曲げにより、入射角 θ_1 も 90° 以下の角度、すなわち、臨界面角 θ_c に近づくようになり、漏光成分が増える。

【0022】また、光ファイバ中を伝送する光は、芯材、鞘材による吸収などが生じ、伝送光量は減衰するため、漏光量としては光ファイバの長さ方向に均一性が向上する。

【0023】以下、本発明を実施例に基づき具体的に説明するが、本発明はその要旨を越えない限り以下の例に限定されるものではない。

【0024】

【実施例1】芯材としてポリメチルメタクリレート（屈折率 $n_0=1.495$ ）、鞘材として1,1,2,2-テトラヒドロパーフルオロオクチルメタクリレート50重量部、2,2,3,3,3-ペンタフルオロプロピルメタクリレート30重量部、メタクリル酸メチル15重量部、メタクリル酸5重量部との共重合体（屈折率 $n_0=1.402$ ）、保護材としてポリエチレン（ $n_0=1.510$ ）を用い、鞘厚 $5\mu\text{m}$ のプラスチック光フ

*ファイバを得た。これを鞘厚 $0.5\mu\text{m}$ まで熱延伸し、照光プラスチック光ファイバとした。得られたプラスチック光ファイバの片端面から白色光を入射したところ、光ファイバの長さ方向に均一で全体にわたって明るく側面漏光した。

【0025】

【実施例2】芯材、鞘材、および保護材は実施例1と同様のものを用い、最も薄い鞘厚が $0.5\mu\text{m}$ の偏心プラスチック光ファイバを得た。得られたプラスチック光ファイバの片端面から白色光を入射したところ、光ファイバに筋を描くように長さ方向に均一で明るく側面漏光した。

【0026】

【比較例1】熱延伸前までは実施例1と同様にして鞘厚 $5\mu\text{m}$ のプラスチック光ファイバを得た。これを鞘厚 $3\mu\text{m}$ まで熱延伸し、照光プラスチック光ファイバとした。得られたプラスチック光ファイバの片端面から白色光を入射したところ、十分に側面漏光しなかった。

【0027】

【発明の効果】上記実施例から実証されるように、本発明による照光プラスチック光ファイバでは、伝送損失が小さく芯材内を光が良好に伝送し、実用可能なファイバ長を長くすることができるとともに、均一で有効に光ファイバ側面から漏光することができる。

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 平4-34504 (JP, A)
特開 昭57-2005 (JP, A)
特開 昭50-131535 (JP, A)
特開 昭50-141332 (JP, A)
実開 昭60-78004 (JP, U)
実開 昭60-28702 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G02B 6/00
G02B 6/10
G02B 6/16 - 6/22
G02B 6/44