

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5605389号
(P5605389)

(45) 発行日 平成26年10月15日 (2014. 10. 15)

(24) 登録日 平成26年9月5日 (2014. 9. 5)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 B 6/00 (2006. 01)

G O 2 B 6/00 3 8 6

G O 2 B 6/44 (2006. 01)

G O 2 B 6/44 3 0 1 A

G O 2 B 6/44 3 1 1

G O 2 B 6/44 3 2 1

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2012-91829 (P2012-91829)
 (22) 出願日 平成24年4月13日 (2012. 4. 13)
 (65) 公開番号 特開2013-221978 (P2013-221978A)
 (43) 公開日 平成25年10月28日 (2013. 10. 28)
 審査請求日 平成26年1月16日 (2014. 1. 16)

(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 110001416
 特許業務法人 信栄特許事務所
 (72) 発明者 相馬 一之
 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
 気工業株式会社横浜製作所内
 (72) 発明者 本間 祐也
 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
 気工業株式会社横浜製作所内
 (72) 発明者 坂部 至
 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
 気工業株式会社横浜製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

石英ガラスからなるコア層の外周に、硬化性樹脂組成物を硬化することにより形成されたクラッド層と、前記クラッド層の外周に接するように形成されたインク層とを設けた光ファイバであって、

前記コア層と前記クラッド層との密着力が $1.5 \text{ g/mm} \sim 4.0 \text{ g/mm}$ であり、

前記インク層は着色顔料と紫外線硬化型ウレタン（メタ）アクリレート化合物とを含む組成物より形成され、

前記クラッド層を形成するための硬化性樹脂組成物は、フッ素原子含有ウレタン（メタ）アクリレート化合物、フッ素化されたポリエーテルを構造中に有する（メタ）アクリレート化合物、および（メタ）アクリレート化されたフッ素原子含有ビニル重合体から選ばれる少なくともいずれかの化合物と、下記一般式（1）で表わされるアルコキシシランを $0.2 \sim 1 \text{ wt\%}$ 含有し、

前記クラッド層中のフッ素含有量が $20 \sim 60 \text{ wt\%}$ であり、

前記インク層は最外層であり、

前記クラッド層と前記インク層との密着力が $0.1 \text{ g/mm} \sim 0.4 \text{ g/mm}$ である光ファイバ。

一般式（1） $\text{Z} - \text{R} - \text{Si}(\text{X})_3$

（式中、Z は（メタ）アクリル基、メルカプト基またはエポキシ基を、X は $-\text{OCH}_3$ または $-\text{OC}_2\text{H}_5$ を、R は C_nH_{2n} （ $n = 2, 3, 4, 5$ ）を表す。）

10

20

【請求項 2】

前記インク層の厚さが 3 ~ 8 μm である請求項 1 に記載の光ファイバ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、石英ガラスからなるコア層とその外周に樹脂からなるクラッド層とインク層とを有する光ファイバに関する。

【背景技術】

【0002】

光ファイバの一種に、プラスチッククラッド光ファイバと呼ばれるものがある。このプラスチッククラッド光ファイバは、例えば純シリカなどの石英系ガラスからなるコア層と、該コア層を中心としてその外周上に設けられたプラスチックからなるクラッド層を有する。かかる構造のプラスチッククラッド光ファイバは、通常、線引機で石英系ガラス母材を熔融線引きして光ファイバのコア層を形成した後、該コア層の外周にコーティングダイス等によってクラッド層となる硬化性樹脂を塗布し、硬化させることにより形成される。

【0003】

プラスチッククラッド光ファイバは、このように層状になっているため、クラッド層とコア層の界面が剥離すると、その部分の強度が低下し、コア層にクラックが発生するなどの劣化につながる。従って、層間の密着力を維持することは、従来から重要な課題とされており、例えば特許文献 1 では、コア層とクラッド層の密着力が優れたものが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2011 - 154107 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

識別のためにプラスチッククラッド光ファイバを着色したいという要求がある。そこで、クラッド層の外側にさらにインク層を設けることが考えられる。このインク層は、通常、顔料等の色材を含む樹脂組成物により形成される。

【0006】

しかし、このような着色プラスチッククラッド光ファイバをそのままコネクタに固定すると、コネクタに温度変化がかかった場合、クラッド層とインク層との間が滑り、クラッド層とコア層が、コネクタ端面から突き出る、いわゆるピストニングが生じるおそれがある。

このようなピストニングを抑制する手段としては、クラッド層とインク層との密着性を大きくするか、あるいは、コネクタへの固定の際に、インク層を除去してクラッドを露出させ、この露出したクラッド部分をコネクタに固定することが考えられる。

上記の 2 つの手段を比較した場合、クラッド層とインク層との間の滑りをなくするためにクラッド層とインク層との密着性を高めることは、クラッド部分を露出させてコネクタに固定するためにクラッド層からのインク層の剥離性を高めることよりも難しく現実的ではない。

したがって、本発明の目的とするところは、インク層の剥離性が適度に良く、かつ、光信号の伝送損失が小さい光ファイバを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の発明者らは、特定の組成のクラッド層形成用樹脂組成物に含まれるフッ素含有量を適切な範囲内とすることによりインク層の剥離性が良く、かつ、クラッド層に白濁がないため光信号の伝播性が良いことに着目した。

【 0 0 0 8 】

すなわち、本発明の光ファイバは、

石英ガラスからなるコア層の外周に、硬化性樹脂組成物を硬化することにより形成されたクラッド層と、前記クラッド層の外周に接するように形成されたインク層とを設けた光ファイバであって、

前記コア層と前記クラッド層との密着力が $1.5 \text{ g/mm} \sim 4.0 \text{ g/mm}$ であり、

前記インク層は着色顔料と紫外線硬化型ウレタン（メタ）アクリレート化合物とを含む組成物より形成され、

前記クラッド層を形成するための硬化性樹脂組成物は、（Ａ）フッ素原子含有ウレタン（メタ）アクリレート化合物、フッ素化されたポリエーテルを構造中に有する（メタ）アクリレート化合物、および（メタ）アクリレート化されたフッ素原子含有ビニル重合体から選ばれる少なくともいずれかの化合物と、（Ｂ）下記一般式（１）で表わされるアルコキシシランを $0.2 \sim 1 \text{ wt\%}$ 含有し、

前記クラッド層中のフッ素含有量が $20 \sim 60 \text{ wt\%}$ であり、

前記インク層は最外層であり、

前記クラッド層と前記インク層との密着力が $0.1 \text{ g/mm} \sim 0.4 \text{ g/mm}$ であることを特徴とする。

一般式（１） $\text{Z} - \text{R} - \text{Si}(\text{X})_3$

（式中、Ｚは（メタ）アクリル基、メルカプト基またはエポキシ基を、Ｙは $-\text{OCH}_3$ または $-\text{OC}_2\text{H}_5$ を、Ｒは C_nH_{2n} （ $n = 1, 2, 3, 4, 5$ ）を表す。）

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明の光ファイバによれば、インク層の剥離性及び光信号の伝播性に優れたものとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図１】本発明の光ファイバの一例を示す概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

以下、本発明の光ファイバについて、図１を参照して詳細に説明する。

図１は、本発明の光ファイバの一例を示す概略断面図である。

光ファイバ１は、純シリカなどの石英系ガラスからなるコア層２の外周に紫外線硬化型樹脂などを硬化させてなるクラッド層３と、さら該クラッド層の外周に接するように形成されたインク層４とを有する。

例えば、該コア層２の外径は $50 \mu\text{m} \sim 100 \mu\text{m}$ 、該クラッド層３の厚さは $12 \mu\text{m} \sim 38 \mu\text{m}$ （クラッド層３の外径 $125 \mu\text{m}$ ）、該インク層４の厚さは $2 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$ （インク層４の外径 $135 \mu\text{m}$ ）とすることができる。特に家庭用光複合ＵＳＢケーブルやＨＤＭＩケーブルに用いる場合は、最小許容曲げ半径を小さくして取扱易くするために、該コア層２の外径を $50 \mu\text{m} \sim 90 \mu\text{m}$ 、該クラッド層３の厚さを $17 \mu\text{m} \sim 38 \mu\text{m}$ （クラッド層３の外径 $125 \mu\text{m}$ ）、該インク層４の厚さを $3 \mu\text{m} \sim 8 \mu\text{m}$ （インク層４の外径 $135 \mu\text{m}$ ）、として、比較的、細径にすることが好ましい。

【 0 0 1 2 】

また、前記コア層２と前記クラッド層３の界面の密着力は、 $1.5 \text{ g/mm} \sim 4.0 \text{ g/mm}$ である。密着力を当該値に規定することにより、光ファイバ１に外力がかかったときの剥離を抑制することができる。

即ち、光ファイバ１に外力、特に曲げ歪みが発生した場合、湾曲部においてクラッド層３の外側界面にはせん断応力が、内側界面には圧縮応力が生じクラッド層３をコア層２から剥がそうとする力が働く。そのため界面の密着力が弱いとクラッド層３が剥離する。特に、コア層２をカバーしていたクラッド層３の内側界面が剥がれると、当該部分のコア層２に他の部分よりも小径の曲げが発生する。そして緩衝材として働くはずのクラッド層３

10

20

30

40

50

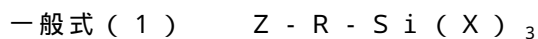
が剥離して空孔ができていくために、その部分での微小クラックの発生が急速に進行し、破断する可能性が高くなる。

従って、曲げ応力が加わったときのクラッド層 3 の剥離に伴う破断を抑制するには、界面の密着力を上記の値に規定する必要がある。

【0013】

本発明の光ファイバ 1 のクラッド層 3 は硬化性樹脂組成物を硬化することにより形成される。

本発明の光ファイバ 1 のクラッド層 3 を形成するための硬化性樹脂組成物は、(A) フッ素原子含有ウレタン(メタ)アクリレート化合物、フッ素化されたポリエーテルを構造中に有する(メタ)アクリレート化合物、および(メタ)アクリレート化されたフッ素原子含有ビニル重合体から選ばれる少なくともいずれかの化合物(以下、フッ素系紫外線硬化型樹脂とも称する)と、(B) 下記一般式(1)で表わされるアルコキシシランを 0.2 ~ 1 wt % 含有し、該クラッド層 3 中のフッ素含有量を 20 ~ 60 wt % にできるものである。



(式中、Z は(メタ)アクリル基、メルカプト基またはエポキシ基を、X は $-\text{OCH}_3$ または $-\text{OC}_2\text{H}_5$ を、R は C_nH_{2n} ($n = 1, 2, 3, 4, 5$) を表す。)

【0014】

フッ素原子含有ウレタン(メタ)アクリレート化合物は、例えば、フッ素原子含有(メタ)アクリレート化合物とジイソシアネート化合物を反応させることにより得ることができる。また、ポリエーテルを分子構造中に有するフッ素原子含有(メタ)アクリレート化合物は、例えば、フッ素原子含有(メタ)アルコール化合物と、フッ素原子含有(メタ)アクリレート化合物またはアクリル酸とを反応させることによって得ることができる。

【0015】

また、該硬化性樹脂組成物には、上記一般式(1)で表わされるアルコキシシラン(シランカップリング剤)を含有することにより、前述に規定の密着力が実現できる。

【0016】

また、該硬化性樹脂組成物には、上記の化合物以外に、例えば N - ビニルカプロラクタムなどの重合性不飽和モノマーや、下記光重合開始剤、あるいは各種添加剤など、光ファイバ 1 のクラッド層 3 の形成材料として通常用いられるものを使用することができる。

【0017】

更に、該硬化性樹脂組成物における上記アルコキシシラン以外の成分は、上記アルコキシシランを除く成分を混合した硬化性組成物を硬化させた際の屈折率が 1.401 ~ 1.450 となるものを用いることが好ましい(ここでいう「アルコキシシラン以外の成分」とは、クラッド層 3 の形成に実質的に関与する、重合性化合物、光重合開始剤、あるいはフッ素系紫外線硬化型樹脂等を意味する(単に溶解させる等のみに添加される揮発性溶媒等は含まない))。この範囲の屈折率の硬化性樹脂組成物で優れたファイバ強度と伝送特性を両立することが確認されている(具体的には 1.401、1.413、1.430、1.450)。屈折率が 1.450 を超えるとコア層 2 との屈折率の差が小さく光信号を伝搬するに適さない。また、アルコキシシランとクラッド層 3 を構成する主材料となるフッ素系紫外線硬化型樹脂等の相溶性が低下すると、クラッド層 3 を構成する樹脂が白濁してしまい、伝送特性の低下の原因となる。本硬化性樹脂組成物においては、クラッド層 3 のアルコキシシラン以外の成分を混合した硬化性組成物の屈折率を上記数値範囲とすることで、クラッド層 3 を構成する主材料となるフッ素系紫外線樹脂等と上記アルコキシシランとの相溶性を担保している。

【0018】

硬化性樹脂組成物において、上記一般式(I)で表されるアルコキシシランは、硬化性樹脂組成物中に 0.2 ~ 1 wt % 含有される。クラッド層 3 を形成する硬化性樹脂組成物において、一般式(I)で表されるアルコキシシランを上記数値範囲で含有させることにより、硬化性樹脂組成物の硬化前の初期 1 秒間における動的接触角の低下量を大きくでき

10

20

30

40

50

、即ち、硬化性樹脂組成物とコア層 2 とが短時間でなじむため、形成されるクラッド層 3 とコア層 2 との密着力を格段に向上させることができる。上記一般式 (I) で表されるアルコキシシランの添加量が 0.2 wt % 未満であると密着力向上効果が得られず、一方、添加量が 1 wt % を超えると、ファイバ強度は向上するものの、一般式 (I) で表されるアルコキシシランとフッ素系紫外線硬化型樹脂の相溶性が低下し、樹脂が白濁することにより伝送特性が低下する懸念がある。

【0019】

該硬化性樹脂組成物における光重合開始剤としては公知のどのような光重合開始剤を用いても構わないが、配合した後の貯蔵安定性のよいことが要求される。このような光重合開始剤の具体例としては、例えば、2 - ヒドロキシ - 2 - メチル - 1 - フェニルプロパン - 1 - オン等を挙げることができる。

10

【0020】

本発明の光ファイバ 1 において、上記のような硬化性樹脂組成物を硬化することにより形成されたクラッド層 3 は、フッ素含有量が 20 ~ 60 wt % である。

クラッド層 3 中のフッ素含有量が 20 wt % 未満であると、クラッド層 3 とインク層 4 の剥離性が低下し、インク層 4 が除去し難くなる。クラッド層 3 中のフッ素含有量が 60 wt % を超えると、フッ素系紫外線硬化型樹脂と前記アルコキシシランとの相溶性が悪くなり、クラッド層 3 が白濁し、光信号が伝播できなくなり、伝送損失が大きくなる。

また、本発明の光ファイバにおいて、クラッド層 3 とインク層 4 との密着力は 0.1 ~ 0.4 g/mm であることが好ましい。

20

【0021】

本発明の光ファイバ 1 のインク層 4 は、前記クラッド層 3 の外周に接するように形成される。

前記インク層 4 は、着色顔料と紫外線硬化型ウレタン (メタ) アクリレート化合物とを含む組成物より形成される。

該紫外線硬化型ウレタン (メタ) アクリレート化合物としては、特に限定されないが、例えば、

(a) ビスフェノール A 又はビスフェノール F のアルキレンオキサイド付加物

(b) ジイソシアネート及び

(c) ヒドロキシル基含有 (メタ) アクリレート化合物

30

を反応させてなるウレタン (メタ) アクリレートが好ましい。

【0022】

上記 (a) 成分のビスフェノール A (2, 2 - ビス (4 - ヒドロキシフェニル) プロパン) 又はビスフェノール F (ビス (4 - ヒドロキシフェニル) メタン) のアルキレンオキサイド付加物としては、例えばエチレンオキサイド、プロピレンオキサイド、ブチレンオキサイド等の付加物が挙げられる。これらのアルキレンオキサイドの付加モル数としては、ビスフェノール A 又はビスフェノール F 1 モル当り 1 ~ 15 モルが好ましい。

(b) 成分のジイソシアネートとしては、例えばトリレンジイソシアネート (TDI)、ヘキサメチレンジイソシアネート (HDI)、ジフェニルメタンジイソシアネート (MDI)、水添ジフェニルメタンジイソシアネート (水添 MDI)、イソフロロンジイソシアネート (IPDI) 等が挙げられる。

40

(c) 成分のヒドロキシル基含有 (メタ) アクリレート化合物としては、例えば 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。これらのうち、得られるインク層形成用組成物の硬化速度向上の点から、特にメタアクリレート化合物よりもアクリレート化合物が好ましい。

【0023】

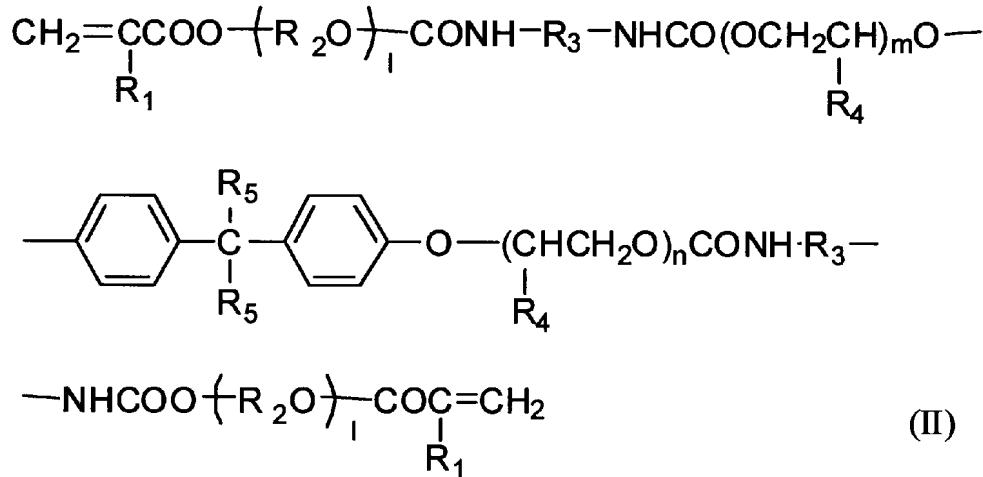
これら (a) ~ (c) を反応させる方法としては、例えば触媒の存在下、通常 20 ~ 60 °C で (1) (b) 成分、(a) 成分、(c) 成分又は (b) 成分、(c) 成分、(a) 成分の順序で添加させる方法、(2) (a)、(b) 両成分を反応させた後 (c) 成分を添加する方法、(3) (a)、(b)、(c) 各成分を同時に反応させる方法等が挙げら

50

れる。触媒としては、例えばトリエチルアミン等の3級アミン化合物、ジブチル錫ジラウレート等の有機錫化合物等が挙げられる。このようにして得られるウレタン(メタ)アクリレートは、例えば下記一般式(II)で表わされるものである。

【0024】

【化1】



10

20

【0025】

(式中、 R_1 及び R_5 は、それぞれ水素原子又はメチル基を示し、 R_2 は炭素数1~6のアルキレン基を示し、 R_3 はジイソシアネート残基を示し、 R_4 は水素原子、メチル基又はエチル基を示し、 l は1~10、 m 及び n は1~30の整数を示す)

【0026】

一般式(II)中、 R_2 で示される炭素数1~6のアルキレン基としては、例えばメチレン基、エチレン基、プロピレン基、ブチレン基、ペンタメチレン基、ヘキサメチレン基などが挙げられる。また、 l は1~10の整数であるが、特に1~4が好ましく、 m 及び n は1~30の整数であるが特に1~15が好ましい。

一般式(II)で表わされるウレタン(メタ)アクリレートは、エチレンオキシド(又はプロピレンオキシド若しくはブチレンオキシド)変性ビスフェノールF(又はA)ウレタン(メタ)アクリレートであり、これらの市販品としては、例えばNKエステルU-1301A(新中村化学(株)製)、NKエステルU-701A(新中村化学(株)製)、NKエステルU-401A(新中村化学(株)製)、NKエステルU-601BA(新中村化学(株)製)、NKエステルU-1001BA(新中村化学(株)製)等が挙げられる。これらウレタン(メタ)アクリレートは、インク層形成用組成物中に通常5~80重量%(以下、単に「%」で示す)。好ましくは5~70%配合することができる。

30

【0027】

前記ウレタン(メタ)アクリレート以外に、各種の紫外線硬化性樹脂を併用することができる。かかる紫外線硬化性樹脂としては、例えば各種エポキシアクリレート樹脂、ポリエステルアクリレート樹脂等のアクリレートオリゴマーと、ネオペンチルグリコールアクリレート、N-ビニルピロリドン、ペンタエリスリトールトリアクリレート等のエチレン性不飽和基を有する単官能及び多官能モノマーから成るもの等が挙げられる。これらの樹脂は、インク層形成用組成物中に通常0~90%、好ましくは20~80%配合することができる。

40

【0028】

また、インク層形成用組成物中には、着色顔料、光重合開始剤等を配合する。

着色顔料としては、例えばカーボンブラック、酸化チタン、亜鉛華、不溶性アゾ顔料、縮合アゾ顔料、多環式顔料等が挙げられる。これら着色顔料を、インク層形成用組成物中に通常0.1~50%、好ましくは2~10%配合することができる。

50

【 0 0 2 9 】

光重合開始剤としては、例えばベンゾフェノン、ベンゾイン、ベンゾインイソブチルエーテル、ベンジル、ベンゾインエチルエーテル、2, 2 - ジメトキシ - 2 - フェニルアセトフェノン、キサントン、フルオレノン、4 - クロロベンゾフェノン、トリフェニルアミン、カルバゾール、3 - メチルアセトフェノン、4, 4 - ジメトキシベンゾフェノン、4, 4 - ジアミノベンゾフェノン、ミヒラーケトン、ベンゾインプロピルエーテル、アセトフェノンジエチルケタール、ベンゾインエチルエーテル、1 - ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、4 - イソプロピル - 2 - ヒドロキシ - 2 - メチル - プロピオフェノン、2 - ヒドロキシ - 2 - メチル - プロピオフェノン、
、
 - ジクロロ - 4 - フェノキシアセトフェノン、ベンジルジメチルケタール、2, 2 - ジエトキシアセトフェノン、クロロチオキサントン、2 - イソプロピルチオキサントン、ジエチルチオキサントン、3, 3 - ジメチル - 4 - メトキシベンゾフェノン、2 - メチル - 1 - [4 - (メチルチオ)フェニル] - 2 - モルホリノプロパノン、
 - ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、ユベクリル P 3 6 (U C B 社製高分子量化ベンゾフェノン)、2, 4, 6 - トリメチルベンゾイルジフェニルホスフィンオキシド等のラジカル系光重合開始剤、2, 5 - ジエトキシ - 4 - (p - トリルメルカプト)ベンゼンジアゾニウム PF_6^- 、2, 4, 6 - トリクロロベンゼンジアゾニウム PF_6^- 、4 - ジメチルアミノナフタレンジアゾニウム PF_6^- 、シクロペンタジエニルフェロセニウム PF_6^- 等のイオン系光重合開始剤等が挙げられる。これら光重合開始剤は、インク層形成用組成物中に通常 0 . 5 ~ 2 0 %、好ましくは 3 ~ 1 0 % 配合することができる。

【 0 0 3 0 】

さらに、必要に応じて光増感剤、保存安定剤、レベリング剤又は紫外線吸収剤である n - ブチルアミン、トリ - n - ブチルホスフィン、S - ベンジルイソチウロニウム - R - トルエンスルホネート、トリエチルアミン、ジエチルアミノエチル(メタ)アクリレート、ヒドロキノンモノメチルエーテル、p - ジメチルアミノ安息香酸エチルエステル、2, 6 - ジ - t - ブチル - p - メチルフェノール等を配合することができる。

上記各成分を常法により混合して製造することができ、これを光ファイバ 1 のクラッド層 3 に塗布後、高圧水銀灯、メタルハライドランプ等により紫外線を照射して硬化せしめれば光ファイバ 1 にインク層 4 を形成することができる。

【 0 0 3 1 】

コア層とクラッド層との密着力は下記のようにして測定できる。

板ガラス(大型スライドガラス、76 × 52 mm)にクラッド層を形成する硬化性組成物を厚さ 10 μm になるようにスピンコーティングし、100 mJ/cm^2 の UV 光を照射して硬化して板ガラス上に樹脂フィルムを形成する。

常温で一昼夜以上放置後、樹脂フィルムに切込みを入れ、樹脂フィルムを 1 cm 剥がす。樹脂フィルム端を引張試験機のチャックで挟み 90°剥離強度を測定する。測定は、50 N のロードセルを使用し、引張強度 100 mm/min とする。剥離する時の力をサンプル幅で割った値を密着力とする。

【 0 0 3 2 】

クラッド層とインク層との密着力は下記のようにして測定できる。

クラッド層を形成する硬化性組成物を厚さ 130 μm になるように硬化して樹脂フィルムを形成する。このフィルム上にインク層を厚さ 10 μm になるようにスピンコーティングし、20 mJ/cm^2 の UV 光を照射して硬化してクラッド層の樹脂フィルム上にインク層の樹脂フィルムを形成する。

常温で一昼夜以上放置後、インク層の樹脂フィルムを 1 cm 剥がす。インク層の樹脂フィルム端を引張試験機のチャックで挟み 90°剥離強度を測定する。測定は、10 N のロードセルを使用し、引張強度 50 mm/min とする。剥離する時の力をサンプル幅で割った値を密着力とする。

【 実施例 】

【 0 0 3 3 】

以下、本発明に係る実施例及び比較例を用いた評価試験の結果を示し、本発明をさらに詳細に説明する。なお、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

【0034】

〔光ファイバの作製〕

石英系ガラスからなる外径80 μm のコア層の外周に下記組成のクラッド層形成用硬化性樹脂組成物によりクラッド層を外径125 μm になるように形成し、該クラッド層の外周に下記組成のインク層形成用組成物によりインク層を外径135 μm になるように形成し、光ファイバ(実施例1~2、比較例1~2)を作製した。

【0035】

〔クラッド層形成用硬化性樹脂組成物〕

フッ素原子含有ウレタン(メタ)アクリレート化合物	30重量%
3-アクリロキシプロピルメチルトリメトキシシラン	0.36重量%
光重合開始剤 LucirinTPO(BASF社製)	2重量%
アクリル酸	3.6重量%
多官能アクリル系モノマー(ペンタエリスリトールテトラメタクリレート)	40重量%
フッ素系モノマー(ビスコート17F; 2-パーフルオロオクチルエチル(メタ)アクリレート, 大阪有機化学工業社製)	25重量%

【0036】

〔インク層形成用組成物〕

ウレタンアクリレート(新中村化学(株)製 NKエステルU-1301A)	60重量部
ネオペンチルグリコールジアクリレート(日本化薬(株)製 NPGOA)	40重量部
光重合開始剤(チバガイギー社製 イルガキュア907)	5重量部
青色顔料(大日精化製 フタロシアニンブルー-2CA104)	6重量部

【0037】

〔光ファイバの評価〕

作製した光ファイバについてインク層の除去性と光信号の伝播性の評価を行った。インク層の除去性と光信号の伝播性の評価方法は以下の通りであり。結果を下記表1に示す。

【0038】

〔インク層の除去性〕

評価方法と判断基準

光ファイバ除去具(通常の125マイクロメートルのガラスファイバ用、ここではRIPLY Co.製のFO103-S)を使用しN=20でインク層のみの除去試験を行った。除去時は、除去具を手前側に約45°傾けた状態で除去し、アルコールで軽くファイバ表面を洗浄した後、光ファイバクラッド樹脂層表面を観察した。このとき、傷や樹脂剥がれ、インク残り等の異常が無いかを確認した。N=20全数で異常が無かった場合に合格(○の判定)、1つでも異常が発見された場合には不合格(×の判定)とした。

【0039】

〔光ファイバの伝送損失〕

評価方法と判断基準

伝送損失は、カットバック法で測定した。コア径65マイクロメートル、クラッド径125マイクロメートルの市販のGIファイバ(NA=0.29)のファイバの片端側断面と、被測定HPCFの片端側断面をつき合わせる。GIファイバのもう片端から光源からの光を入射し、被測定ファイバHPCFのもう片端は光強度測定機に接続する。光源光は、白色光をモノクロメーターに通して波長を掃引することで、HPCFからの出射光強度スペクトル(P' ())を測定する。続いて、HPCFのGIファイバとの接続端から1mのところまでファイバを切断し、切断した端部を光検出器に接続して同様に射出光の強度スペクトルを測定する(P ())。 P' ()と P ()の差を被測定光ファイバの距離で除して伝送損失スペクトルを測定し、波長850nmの伝送損失を測定した。850nmの伝送損失が15dB/kmよりも大きい伝送損失もしくは異常なスペクトル成分があった場合に不合格(×の判定)、15dB

10

20

30

40

50

B/km以下（ の判定 ）かつスペクトルに異常なき場合に合格とした。

【 0 0 4 0 】

【表 1】

表 1

	比較例 1	実施例 1	実施例 2	比較例 2
クラッドのフッ素原子濃度 (w t %)	18	20	60	62
インク層の除去性	×	○	○	○
伝送損失 (波長 8 5 0 n m)	○	○	○	×

10

【 0 0 4 1 】

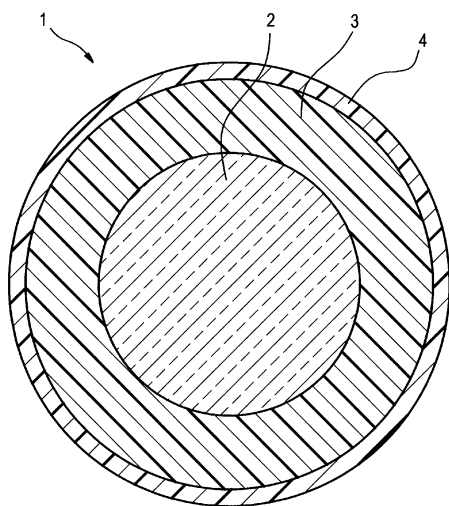
上記結果より、クラッド層中のフッ素原子濃度を 2 0 ~ 6 0 w t % の範囲とすることによってインク層の除去性と光信号の伝播性が両立できることが確認された。

【符号の説明】

【 0 0 4 2 】

1 光ファイバ、2 コア層、3 クラッド層、4 インク層

【図 1】



フロントページの続き

審査官 高 芳徳

- (56)参考文献 特開2011-154107(JP,A)
特開2004-083406(JP,A)
特開2009-198706(JP,A)
特開2011-107217(JP,A)
特開昭64-024203(JP,A)
特開平03-107105(JP,A)
特開2004-021118(JP,A)
特開2007-017549(JP,A)
特開2012-042795(JP,A)
特開2004-012679(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 B	6 / 0 0	-	6 / 0 3 6
G 0 2 B	6 / 4 4		