

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003年6月5日 (05.06.2003)

PCT

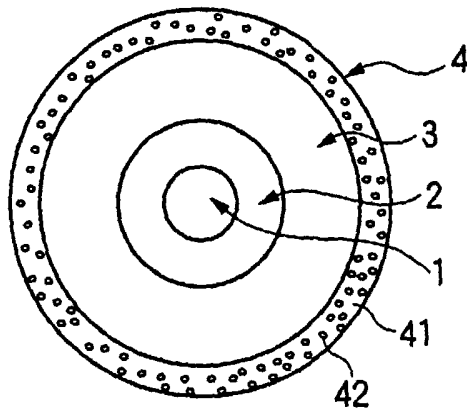
(10) 国際公開番号
WO 03/046631 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G02B 6/44
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/12517
- (22) 国際出願日: 2002年11月29日 (29.11.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2001-366371 2001年11月30日 (30.11.2001) JP
特願2002-329656 2002年11月13日 (13.11.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 旭硝子株式会社 (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒100-8405 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 泉谷 光三 (IZUMITANI, Kozo) [JP/JP]; 〒412-0046 静岡県御殿場市保土沢字夏苺1157番地106ルーセントテクノロジー矢崎株式会社内 Shizuoka (JP). 眞田 博之 (SANADA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒412-0046 静岡県御殿場市保土沢字夏苺1157番地106ルーセントテクノロジー矢崎株式会社内 Shizuoka (JP). 上野 正剛 (UENO, Masatake) [JP/JP]; 〒412-0046 静岡県御殿
- (74) 代理人: 泉名 謙治, 外 (SENMYO, Kenji et al.); 〒101-0042 東京都千代田区神田東松下町38番地 鳥本鋼業ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI 特

[続葉有]

(54) Title: PLASTIC OPTICAL FIBER AND OPTICAL FIBER CABLE

(54) 発明の名称: プラスチック光ファイバおよび光ファイバケーブル



(57) Abstract: Even when a condensing lens is not used in combination with a light source, or visible light or infrared light in a short-distance communication is used, unnecessary propagation light does not propagate on a protection film to permit high-quality optical communication. A plastic optical fiber comprising a core (1) and a clad (2) formed by using resin containing appropriate substances, and a protection film (3) formed on the outer periphery of the clad (2) and using hydrocarbon resin, an absorption layer (4) containing pigments (42) for absorbing light of a specified wavelength being formed on the outermost layer of the protection film (3).

[続葉有]



WO 03/046631 A1



許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類：
— 国際調査報告書

(57) 要約:

光源とともに集光用のレンズを組合わせて使用しない場合や、また可視光や短距離通信での赤外光を使用する場合であっても、不要な伝播光が保護被覆を伝播することなく、高品質の光通信を行うことができる。

コア1およびクラッド2に適宜の物質を含有する樹脂を用いて形成され、クラッド2の外周に形成される保護被覆3に炭化水素系樹脂を用いたプラスチック光ファイバであって、保護被覆3の最外層に特定波長の光を吸収する色素42を含有した吸収層4を形成した。

明 細 書

プラスチック光ファイバおよび光ファイバケーブル

技術分野

本発明は、コアおよびクラッドに樹脂を用いて形成されたプラスチック光ファイバ、並びに光ファイバケーブルに関する。

技術背景

近時、例えば図4に示すコア101及びクラッド102にフッ素含有樹脂を用いた、近赤外光での使用にも適したフッ素樹脂プラスチック光ファイバが各種開発されている（例えば、特開平6-194549号）。例えば、このプラスチック光ファイバには、コアの屈折率分布をグレーテッドインデックス型で構成し、100Mbps以上の伝送レートで100m以上離れた2点間の伝送を可能とするものが実現している。

また、このプラスチック光ファイバにあっては、強度補強のためクラッド102の外周に炭化水素系樹脂を用いた保護被覆103（図4参照）を設けているものが知られている。この保護被覆付きプラスチック光ファイバは、例えば1m程度の長さ（短距離）で使用する場合、光ファイバのコア101の開口数（NA）以上の角度で光が入射すると、保護被覆103と空気との屈折率差により、保護被覆103中をその光が伝送することがある。

例えば、光リンクの光源として使用するLD（半導体レーザ）やLED（発光ダイオード）には、集光用レンズを同時に使用することが多いが、コスト削減のためにこの集光用レンズを用いない場合には、LDやLEDから出射された光は、光ファイバに入射するまでに拡散し、コア101以外の保護被覆103などにも入射する場合がある。この場合、保護被覆103中を伝播する光が伝送先などで受信信号の劣化などの不都合を生じるおそれがある。

また、保護被覆103中を伝送する光として、例えば850nm以上の波長を

有する赤外光を用いると、保護被覆103中に存在する炭化水素樹脂により吸収されるので、10m以上の距離を伝送させる場合には、その伝送先で保護被覆103中を伝送される光が観察されることがない。

ところが、例えば650nmなどの可視光領域内の波長を有する光が使用される場合には、炭化水素樹脂による吸収現象が起こりにくいので、保護被覆103中を伝送される光が伝送先で観察される場合がある。なお、波長800nm以上の赤外光を使用する場合でも、伝送距離が数mといった短距離の場合には、保護被覆103中を伝播するパルス光も伝送先の受光系に到達する場合がある。

このようなパルス光が受光系に入射する場合、コア101よりも保護被覆103の方が屈折率が高いので、コア101よりも保護被覆103の方がこれらの内部を伝播する光の速度が遅い。このため、保護被覆103中を伝播する光の方がコア101内部を伝播する光よりも遅れを生じ、受光系では二つの分離したパルスとして観測される。その結果、ビットエラーを悪化させ、デジタル通信の品質が低下して問題となっている。

本発明の目的は、上記した事情に鑑み、光源とともに集光用のレンズを組合わせて使用しない場合や、また可視光や短距離通信での赤外光を使用する場合であっても、不要な伝播光が保護被覆を伝播することがなく、高品質の光通信を行うことができるプラスチック光ファイバ、並びに前記プラスチック光ファイバを有する光ファイバケーブルを提供することである。

発明の開示

本発明は、コアおよびクラッドは適宜の物質を含有する樹脂を用いて形成され、クラッドの外周に形成される保護被覆に炭化水素系樹脂を用いたプラスチック光ファイバであって、前記保護被覆の最外部に特定波長または特定波長域の光を吸収する色素を含有した吸収層を形成したことを特徴とするプラスチック光ファイバを提供する。

また、コア及びクラッドは、フッ素を含有する樹脂を用いて形成したことを特徴とする上記のプラスチック光ファイバを提供する。

また、前記吸収層は、少なくともコア内部を伝播する光と同一波長を有し外部からこの吸収層に入射する光を前記色素によって吸収し、前記入射する光がコア及びクラッド内部への進入を防止するように構成したことを特徴とする上記のプラスチック光ファイバを提供する。

また、前記吸収層は、コーティングにより形成したことを特徴とする上記いずれかに記載のプラスチック光ファイバを提供する。

また、前記色素として、無機物を用いた顔料、有機物を用いた顔料または両顔料を混合した顔料を用いたことを特徴とする上記のプラスチック光ファイバを提供する。

さらに、上記いずれかに記載のプラスチック光ファイバを有することを特徴とする光ファイバケーブルを提供する。

図面の簡単な説明

図1は本発明の実施形態に係るフッ素樹脂プラスチック光ファイバの構成を示す断面模式図である。

図2は本発明のフッ素樹脂プラスチック光ファイバを用いた光ファイバケーブルの一例を示す断面模式図である。

図3は本発明のフッ素樹脂プラスチック光ファイバを用いた光ファイバケーブルの他の例を示す断面模式図である。

図4は従来のプラスチック光ファイバの構成を示す断面模式図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

図1は本発明の実施形態に係るフッ素樹脂プラスチック光ファイバの構成を示す断面模式図である。

この実施形態のフッ素樹脂プラスチック光ファイバは、中心部から順に、コア1と、クラッド2と、保護被覆3と、着色層4とを備えており、特に、この着色層4は、基材41中に青色の色素42を含有している。

コア1には、フッ素樹脂を含有した、例えばパーフルオロブテニルビニルエーテルホモポリマー（屈折率 $n_1 = 1.342$ ）（旭硝子社製の商品名サイトップ）を基材として、さらにこれに屈折率を高めるためのドーパントとして基材よりも高い屈折率を有するパーフルオロ化合物が添加されており、直径が $120\mu\text{m}$ に形成されている。

また、この実施形態のコア1は、例えばプリフォーム法（押し出し成形法でもよい）を用い、熱拡散等の方法により、中心部での屈折率が 1.355 である正規（ガウス）分布に近い屈折率分布を有しており、GI（グレーテッドインデックス）型を構成している。なお、このコア1部分の屈折率分布としては、例えばSI（ステップインデックス）型で構成してもよい。

クラッド2には、前述したコア1の基材と同じフッ素樹脂を含有した、パーフルオロブテニルビニルエーテルホモポリマーが使用されており、屈折率 $n_2 = 1.342$ を有し、層厚が $115\mu\text{m}$ （外径が $230\mu\text{m}$ ）に形成されている。

本発明の光ファイバでは、上記のようにコア1及びクラッド2がフッ素を含有することによりコア及びクラッド材料の光分散を低下させることができる。具体的には、他のプラスチック光ファイバ、例えばPMMA製光ファイバと比べて可視光域から近赤外域にわたり光分散が少なく、石英製光ファイバと比べても可視光域での光分散が少ない。このような光分散の低下は、コア1にパーフルオロ化合物をドーピングすることにより一層顕著になる。

保護被覆3には、（近）赤外光を吸収できるように積極的にフッ素の含有を排除した材料を使用しており、この実施形態では、フッ素非含有樹脂として例えば屈折率が 1.492 のポリメチルメタアクリレート（PMMA）が厚さ $246\mu\text{m}$ （外径が $492\mu\text{m}$ ）に形成されている。なお、この実施形態ではこの保護被覆3の方がコア1やクラッド2よりも屈折率が高い状態に構成されているが、逆でもよい。

一方、吸収層4は、少なくともコア1内部を伝播する光と同一波長を有し外部からこの吸収層4に入射する光を後述する色素42によって吸収させ、吸収層4側方からの入射光がコア1およびクラッド2内部への進入を防止する構成となっ

ている。また、この吸収層4には、保護被覆3よりも屈折率の高い材料を基材41に用いており、例えば厚さ7 μ m程度に形成されている。なお、この実施形態の基材41には屈折率が1.548のUV硬化性エポキシアクリレートが用いられており、加圧ダイスで形成している。

また、この吸収層4には、主に、伝送させる光の波長、例えば赤色またはこれよりも長波長の信号光を用いることを考慮し、このような波長の光が外部から入射してもこの光を吸収してコア1、クラッド2への進入を防止するため、コア1内の伝送波長と同一波長の外来光を吸収できる色、例えばこの実施形態では青色の色素42を含有させている。

なお、この実施形態の色素42は、白色の顔料である適宜の無機物（例えばTiO₂、ZnO、2PbCO₃など）と、この無機物に混合させた青色の顔料である適宜の有機物（例えばフタロシアニン、ジオキサジン、アントラキノン系など）とで構成した。また、この実施形態の吸収層4では、基材41に対して、色素42を15重量パーセント混合させており、屈折率が保護被覆3よりも高い（屈折率n=1.548）に設定されているが、特にこの混合割合に限定されない。

また、吸収層4は、保護被覆3の外周面にコーティングで形成しており、付着強度の面から、この実施形態では基材41にUV硬化樹脂を用いてUV硬化を行わせているが、例えば熱硬化樹脂を基材41に用いて、熱硬化させてもよい。なお、生産性の点からは、基材41としてUV硬化樹脂の方が望ましいが、基材41の屈折率については、特に制限はない。

従って、この実施形態によれば、吸収層4に色素42を混入させているので、例えば外部からこのフッ素樹脂プラスチック光ファイバに光が入射・透過しても、少なくとも、コア1内を伝送する信号光と同一波長の外来光については、これが吸収層4を透過中に色素42に衝突する際に吸収できる。その結果、フッ素樹脂プラスチック光ファイバ内部のコア1への進入を防止できる。

上記において、吸収する波長域としては、今日、光通信では近赤外領域の光が使用されていることから、500～1300nmの波長域において吸収作用を発現することが望ましい。

本発明はまた、上記のフッ素樹脂プラスチック光ファイバを備える光ファイバケーブルを提供する。光ファイバケーブル自体の構成、構造には制限がなく図2、図3に断面図にて示すものを例示できる。また、使用材料も公知のもので構わない。

図2に示される光ファイバケーブルは、中心に抗張力体10を備え、複数のスロット11が外周面に等間隔で形成されたスロットロッド12の各スロット11に、上記のフッ素樹脂プラスチック光ファイバ20が1本ずつ収納されている。そして、外周面に押え巻テープ13を巻装し、更に全体をシース14で被覆する。なお、図中の符号15は、分岐の際にシース14を容易に剥ぎ、ケーブル中のフッ素樹脂プラスチック光ファイバ20を取り出すための引裂き紐である。また、フッ素樹脂プラスチック光ファイバ20が合計で12本収容された12線構成を示してあるが、これに限らずスロット11及びフッ素樹脂プラスチック光ファイバ20の数を適宜選択できる。

また、図3に示すように、一つのスロット11に複数本（ここでは4本）の上記のフッ素樹脂プラスチック光ファイバ20を収納することもできる。

なお、図3のように1つのスロット11に複数本のフッ素樹脂プラスチック光ファイバ20を収容する場合、振動などによりフッ素樹脂プラスチック光ファイバ20同士が衝突するのを防止するために、複数本のフッ素樹脂プラスチック光ファイバ20を一括被覆してもよい。その際、図示は省略するが、例えば特開平11-231181号公報に記載のように、フラットケーブル化してもよい。さらには、例えば特開平11-202171号公報に記載のように、フラット化したものを複数積層してもよい。

次に、この実施形態の作用について説明する。

前述したように、着色層4の基材41として用いる樹脂の屈折率については制限がなく、例えば保護被覆3の屈折率よりも高くても低くてもよい（この実施形態では着色層4の方が高い）ので、それぞれの場合に分けて説明する。

(1) 着色層4（基材41）の方が保護被覆3よりも屈折率が高い（または同じ）場合：

例えば光源からコアへ入射させる特定波長 λ の信号光の一部が保護被覆3中に入り込んできたとする。ところが、この保護被覆3は、屈折率の関係から、基材との間で全反射を起こさない。従って、保護被覆3中を伝播する信号光のうち吸収層4との界面に向かって進行する光は、吸収層4に対していずれの角度であっても（臨界角を越えている場合でも）透過して吸収層4へ漏れていくこととなる。その結果、保護被覆3中を伝播する光を除去できる。

ここで、吸収層4に入射した保護被覆3からの光のうち、この吸収層4から外部との界面に向かう光は、臨界角度以上でその界面に向かう場合に外部へ逃がすことができる。一方、臨界角度以下でその界面に向かう光については、全反射を起こすので、吸収層4から外部へほとんど逃がすことができない。ところが、この吸収層4中にその波長の光を吸収できる色素42を混合させてあるので、外界との界面で全反射して外部へ逃がすことができなかった光であっても、この色素42で吸収させて除去できるわけである。なお、外部から吸着層4に入射する外来光についても、同様に色素42で吸収させて除去できる。

(2) 着色層4（基材41）の方が保護被覆3よりも屈折率が低い場合：

保護被覆3中を伝播する信号光のうち吸収層4との界面に向かって進行する光のうち、吸収層4との界面に対して臨界角を越えて進行する光は、その界面を透過して吸収層4へ漏れ出すので、保護被覆3中を伝播する光を除去できる。一方、臨界角を越えていない保護被覆3中の光は吸収層4との界面で全反射を起こすが、一部の光が、つまり微視的に見ると所謂エバネッセント光が吸収層4へ染み出す。

周知のように、光の伝播速度は、進行する媒体の屈折率に反比例する。ここで、この(2)の場合には、基材41の屈折率が(1)の場合に比べて低いので、前述したエバネッセント光は、(1)の場合の吸収層4内の速度より早い速度で吸収層4内を進行する。換言すれば、単位時間当たりの移動距離が長いので、(1)の場合よりも単位時間当たりの色素42に衝突する確率が高い。これにより、短時間で速やかに、しかも効率よく、吸収層4へ染み出したエバネッセント光を吸収・除去できる。また、この色素42によるエバネッセント光の吸収・除去

作用は、保護被覆 3 中を伝播する光が吸収層 4 との界面で全反射を繰り返すたびに行われるので、保護被覆 3 中を伝播する光を次第に減衰できる。なお、外部から吸着層 4 に入射する外来光については、(1) の場合と同様に色素 4 2 で吸収、除去できる。

以上、本発明のフッ素樹脂プラスチック光ファイバおよび光ファイバケーブルに関して詳述してきたが、本発明のフッ素樹脂プラスチック光ファイバおよび光ファイバケーブルは他のプラスチック製の光ファイバと同様に、石英製の光ファイバに比べて損失が大きいものの、可撓性に優れコア 1 を大きくしても折れにくいという特性を有することから、特に LAN などの短距離通信に適しているといえる。

以下、実施例を説明する。

[例 1]

後述する比較例のプラスチック光ファイバ A と、本発明のプラスチック光ファイバ B とについて、それぞれ長さ 1.8 m のものを用いて、信号パルス光の伝播特性を比較する実験を行った。

なお、比較例のプラスチック光ファイバ A には、クラッドとして、パーフルオロブテニルビニルエーテルホモポリマー（屈折率 $n_1 = 1.342$ ）

（旭硝子社製の商品名サイトップ）と、この中心にクラッドよりも屈折率の高いドーパントを拡散させて所要の屈折率分布を形成させたコアとを有するベアファイバ（素線）を用い、このベアファイバ（素線）にポリメチルメタアクリレート（PMMA）の保護被覆を設けた。

一方、本発明のプラスチック光ファイバ B には、コア 1、クラッド 2 および保護被覆 3 に比較例のプラスチック光ファイバ A と同一のものを用いた。また、この保護被覆 3 外周には、基材 4 1 として UV 硬化性エポキシアクリレートを用いこれに青色の色素を含有した吸収層 4 を、公知の UV 照射装置により与える熱量がこのプラスチック光ファイバ B の軟化熱量以下となるように線速及び UV 照射強度を適宜に調整して、7 μm の厚さで形成した。なお、これらの光ファイバ A、B のコア径、クラッド径、保護被覆径は同一寸法であって、それぞれ、12

0 μm 、230 μm 、492 μm とした。

また、発光源には、半導体レーザー（波長810 nm；近赤外光）を用い、パルス幅50 ps（ピコ秒）のパルスをNA=0.25のレンズ系を用いてこれらのプラスチック光ファイバA、Bに入射させた。なお、このプラスチック光ファイバA、Bの入射端面は光学ステージに固定されており、この光学ステージを微動させることで、入射端面の様々な位置にパルスを入射できる構成とした。そして、これらのプラスチック光ファイバA、Bの出射端面からのパルス波形を浜松ホトニクス社製のサンプリング光オシロスコープOOS-01で観察した。

(1) その結果、前述のレンズ系の焦点位置にプラスチック光ファイバA、Bの入射端面のコア中心位置がくるように光学ステージで調整した後、それぞれのプラスチック光ファイバにパルスを入射してみると、どちらのプラスチック光ファイバA、Bにも、コアを伝播するパルス以外のパルスは確認できなかった。

(2) 一方、レンズ系の焦点位置からプラスチック光ファイバA、Bの軸方向に沿って1 mmだけ後方に入射端面のコア中心を配置させた場合には、保護被覆3にも発光源からのパルスの一部が入射し、比較例のプラスチック光ファイバAでは、コアを伝播する主パルスに0.88 ns遅れて保護被覆中を伝播する2次パルスが観察された。これに対して、プラスチック光ファイバBでは、主パルスに遅れた2次パルス（光通信を阻害する）は、観察することが全くできなかった。

これにより、高品質の光通信が可能であることが確認できた。

[例2]

コア1、クラッド2および保護被覆3に「例1」の比較例のプラスチック光ファイバAと同一のものをを用い、この保護被覆3外周には、基材41としてUV硬化性エポキシアクリレートを用いこれに無機顔料としてカーボンブラックを含有した吸収層4を、公知のUV照射装置により与える熱量がこのプラスチック光ファイバAの軟化熱量以下となるように線速及びUV照射強度を適宜に調整して、7 μm の厚さで形成したプラスチック光ファイバCを製作した。なお、このプラスチック光ファイバCのコア径、クラッド径、保護被覆径はプラスチック光ファイバA、Bと同一寸法であって、それぞれ、120 μm 、230 μm 、492 μ

mとした。プラスチック光ファイバCについてもプラスチック光ファイバAと同様に保護被覆を伝搬するパルスは観察されなかった。

さらにプラスチック光ファイバA, Cについて紫外線照射試験を行い、試験後のファイバに対して曲げ半径15mmで1000回繰り返し曲げ試験を行い補強層の脆化を比較したところ、プラスチック光ファイバAは曲げ回数1000回以内で破断したがプラスチック光ファイバCには破断は発生しなかった。このことから、カーボンブラックにより紫外線が吸収され、保護被覆3の脆化を防止することが可能となることがわかる。

[例3]

ここでは、光ファイバケーブルの一仕様を例示する。すなわち、図2に示すように、直径11.5mmで、中心に直径1.6mmのブルーイング鋼線からなる抗張力体10を有し、外周に等間隔で12条のロット11が形成されたポリエチレン製のロットロッド12の各ロット11に、「例1」にて作製したプラスチック光ファイバBを1本ずつ収容し、厚さ0.18mmで幅30mmのポリエステル製の押え巻テープ13を3重に巻き、全体を厚さ1.0mmの難燃ポリエチレン製シース14で被覆する。尚、引裂き紐15は1000デニールのパラ系全芳香族ポリアミド繊維を用いる。

産業上の利用可能性

以上説明したように本発明によれば、コアおよびクラッドに適宜の物質を含有する樹脂を用いて形成され、クラッドの外周に形成される保護被覆部に炭化水素系樹脂を用いたプラスチック光ファイバであって、保護被覆部の最外層に特定波長または特定波長域の光を吸収する色素を含有した吸収層を形成しており、短距離、かつ、高ビットレートの光伝送で使用する場合に問題になる保護被覆中を伝播する光の発生を阻止でき、伝送エラーの発生を防止できる。

また、本発明によれば、光源からの出射光をプラスチック光ファイバのコアに焦点を結ばせるために従来使用した高価なレンズ付パッケージのLDやLED、または光源とは別に従来必要とした外付けレンズが不要になるので、換言すれば

、レンズ無しでパッケージ化された安価なLDやLEDなどでも、保護被覆中を信号光が伝播するトラブルを防止可能になり、延いては伝送装置のコストダウンも可能となる。

また、本発明によれば、プラスチック光ファイバの最外層に吸収層を設けることで、プラスチック光ファイバのコア中を伝播する信号光と同一波長の光が外部から入射しても、これを吸収層の色素で吸収できるので、コアに進入して信号光を乱すことがなく、高品質の光通信が可能になる。

また、本発明によればプラスチック光ファイバをケーブル等の被覆なしに敷設しても日光や蛍光灯の光に含まれる紫外線による保護被覆の劣化を防止することも可能となる。

また、プラスチック光ファイバの最外層に着色層を設けることで、多数のプラスチック光ファイバを集合して使用する場合に個々のプラスチック光ファイバを容易に識別することもでき、多心数のプラスチック光ファイバに対して各種の作業を効率良く行うことができる。

さらに、本発明の光ファイバケーブルは、上記の各特性を有するフッ素樹脂プラスチック光ファイバを備えることから、集光用のレンズを組合わせて使用しない場合や、可視光や短距離通信での赤外光を使用する場合であっても、不要な伝播光が排除され、高品質の光通信を行うことができる。

請 求 の 範 囲

1. コアおよびクラッドは適宜の物質を含有する樹脂を用いて形成され、クラッドの外周に形成される保護被覆に炭化水素系樹脂を用いたプラスチック光ファイバであって、前記保護被覆の最外部に特定波長または特定波長域の光を吸収する色素を含有した吸収層を形成したことを特徴とするプラスチック光ファイバ。
2. コア及びクラッドは、フッ素を含有する樹脂を用いて形成したことを特徴とする請求の範囲1に記載のプラスチック光ファイバ。
3. 前記吸収層は、少なくともコア内部を伝播する光と同一波長を有し外部からこの吸収層に入射する光を前記色素によって吸収し、前記入射する光がコア及びクラッド内部への進入を防止するように構成したことを特徴とする請求の範囲1または2に記載のプラスチック光ファイバ。
4. 前記吸収層は、コーティングにより形成したことを特徴とする請求の範囲1～3のいずれかに記載のプラスチック光ファイバ。
5. 前記色素として、無機物を用いた顔料、有機物を用いた顔料または両顔料を混合した顔料を用いたことを特徴とする請求の範囲1～4のいずれかに記載のプラスチック光ファイバ。
6. 請求の範囲1～5のいずれかに記載のプラスチック光ファイバを有することを特徴とする光ファイバケーブル。

図 1

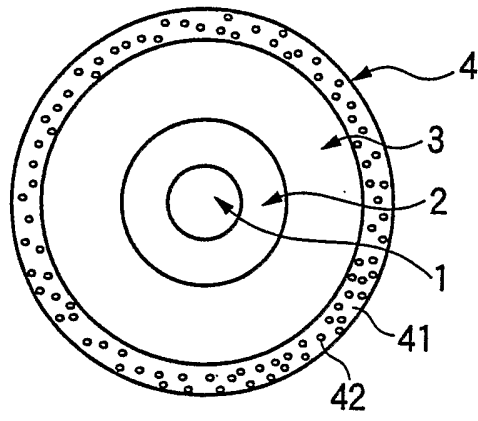


図 2

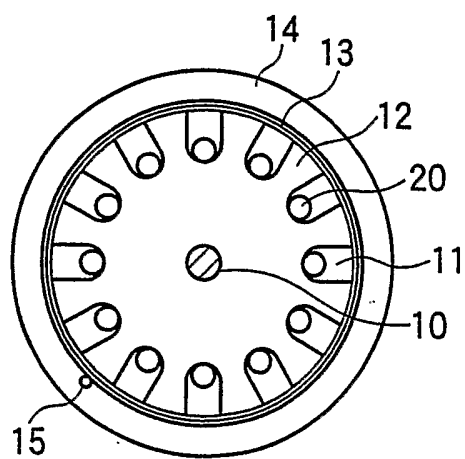


図 3

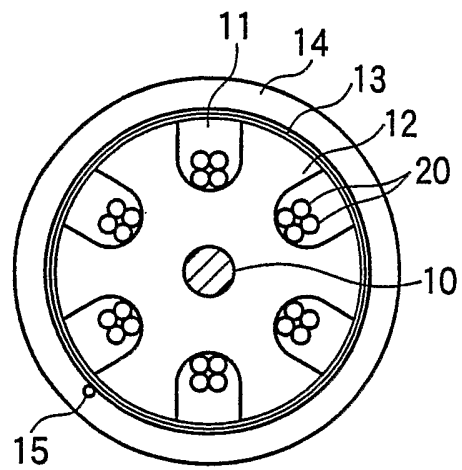
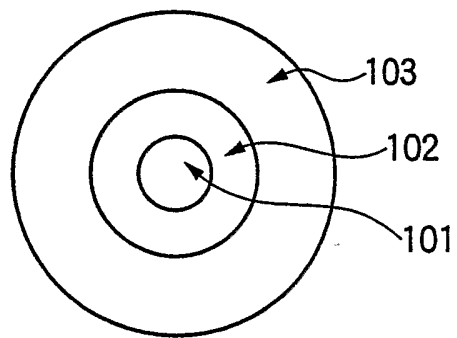


図 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP02/12517

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl⁷ G02B6/44</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>											
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl⁷ G02B6/44</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>											
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X Y</td> <td>JP 58-93003 A (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.), 02 June, 1983 (02.06.83), Claims; page 3, upper left column, line 1 to page 4, upper left column, line 15; page 4, lower left column, lines 10 to 13 (Family: none)</td> <td>1, 3-6 2</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>EP 879804 A1 (ALCATEL ALSTHOM COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE), 25 November, 1998 (25.11.98), Page 2, lines 32 to 36; Fig. 2 & JP 11-11987 A</td> <td>1-6</td> </tr> </tbody> </table>		Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X Y	JP 58-93003 A (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.), 02 June, 1983 (02.06.83), Claims; page 3, upper left column, line 1 to page 4, upper left column, line 15; page 4, lower left column, lines 10 to 13 (Family: none)	1, 3-6 2	Y	EP 879804 A1 (ALCATEL ALSTHOM COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE), 25 November, 1998 (25.11.98), Page 2, lines 32 to 36; Fig. 2 & JP 11-11987 A	1-6	
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.									
X Y	JP 58-93003 A (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.), 02 June, 1983 (02.06.83), Claims; page 3, upper left column, line 1 to page 4, upper left column, line 15; page 4, lower left column, lines 10 to 13 (Family: none)	1, 3-6 2									
Y	EP 879804 A1 (ALCATEL ALSTHOM COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE), 25 November, 1998 (25.11.98), Page 2, lines 32 to 36; Fig. 2 & JP 11-11987 A	1-6									
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>											
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table border="0"> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier document but published on or after the international filing date</td> <td>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</td> </tr> <tr> <td>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</td> <td>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td>"&" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>		"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention										
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone										
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art										
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family										
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed											
<p>Date of the actual completion of the international search 04 March, 2003 (04.03.03)</p>	<p>Date of mailing of the international search report 18 March, 2003 (18.03.03)</p>										
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office</p> <p>Facsimile No.</p>	<p>Authorized officer</p> <p>Telephone No.</p>										

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/12517

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 90/13579 A1 (DESOTO, INC.), 15 November, 1990 (15.11.90), Page 1, line 30 to page 2, line 1; page 7, lines 19 to 29 & AU 5636290 A & DE 69015181 C & EP 473643 A & CA 2016547 A1 & AU 629350 B & JP 5-505202 A & AT 115610 E & AT 115610 T	1-6
Y	EP 710855 A1 (KOIKE, Yasuhiro), 08 May, 1996 (08.05.96), Full text; all drawings & WO 95/28660 A1 & JP 8-5848 A & CN 1127042 A & JP 8-337723 A & US 5760139 A1 & US 5783636 A1 & US 2001/4656 A1 & US 6271312 B1	2
Y	JP 11-337781 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 10 December, 1999 (10.12.99), Claims 1 to 3; Par. No. [0013] & JP 11-337780 A	2
Y	EP 128765 A2 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES LTD.), 19 December, 1984 (19.12.84), Claims; all drawings & AU 2888884 A1 & JP 59-228205 A & KR 8700304 B & CA 1253378 A & US 4826280 A1	6
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 73788/1993(Laid-open No. 39004/1995) (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES LTD.), 14 July, 1995 (14.07.95), Claims; all drawings (Family: none)	6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ G02B 6/44		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁷ G02B 6/44		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1922-1996 日本国公開実用新案公報 1971-2003 日本国登録実用新案公報 1994-2003 日本国実用新案登録公報 1996-2003		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 58-93003 A (三菱レイヨン株式会社) 1983. 06. 02, 特許請求の範囲、第3頁左上欄第1行~第4頁左上欄第15行及び第4頁左下欄第10~13行参照 (ファミリーなし)	1, 3-6 2
Y	EP 879804 A1 (ALCATEL ALSTHOM COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE) 1998. 11. 25, 第2頁第32~36行及び第2図参照 & JP 11-11987 A	1-6
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	04. 03. 03	国際調査報告の発送日
		18.03.03
国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官 (権限のある職員)	2K 9519
日本国特許庁 (ISA/JP)	笹野 秀生	
郵便番号100-8915		
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	電話番号 03-3581-1101 内線 3253	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	WO 90/13579 A1 (DESOTO, INC) 1990. 11. 15, 第 1頁第30行~第2頁第1行、第7頁第19~29行参照 & AU 5636290 A & DE 69015181 C & EP 473643 A & CA 2016547 A1 & AU 629350 B & JP 5-505202 A & AT 115610 E & AT 115610 T	1-6
Y	EP 710855 A1 (KOIKE, Yasuhiro) 1996. 05. 08, 全文、全図参照 & WO 95/28660 A1 & JP 8-5848 A & CN 1127042 A & JP 8-337723 A & US 5760139 A1 & US 5783636 A1 & US 2001/4656 A1 & US 6271312 B1	2
Y	JP 11-337781 A (旭硝子株式会社) 1999. 12. 1 0, 請求項1-3及び段落【0013】参照 & JP 11-337780 A	2
Y	EP 128765 A2 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES LTD.) 19 84. 12. 19, 特許請求の範囲及び全図参照 & AU 2888884 A1 & JP 59-228205 A & KR 8700304 B & CA 1253378 A & US 4826280 A1	6
Y	日本国実用新案登録出願5-73788号 (日本国実用新案登録出願公開 7-39004号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したC D-ROM (住友電気工業株式会社) 1995. 07. 14, 実用新案登 録請求の範囲及び全図参照 (ファミリーなし)	6