

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年6月27日(27.06.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/135207 A1

(51) 国際特許分類:

C03C 25/475 (2018.01) C03C 25/50 (2006.01)
C03C 25/1065 (2018.01) C03C 25/6226 (2018.01)
C03C 25/24 (2018.01) G02B 6/44 (2006.01)
C03C 25/285 (2018.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/041878

(22) 国際出願日: 2023年11月21日(21.11.2023)

(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 2022-204166 2022年12月21日(21.12.2022) JP

(71) 出願人: 住友電気工業株式会社
(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜
四丁目5番33号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 浜窪 勝史 (HAMAKUBO Katsushi);
〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5
番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).

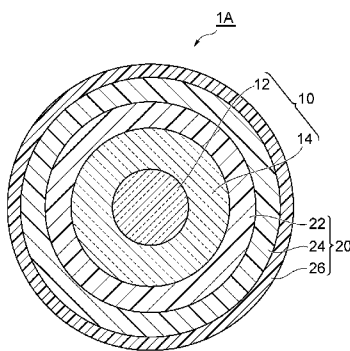
岩口 矩章(IWAGUCHI Noriaki); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 池川 未歩(IKEGAWA Miho); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: RESIN COMPOSITION FOR COLORED COATING OF OPTICAL FIBER, OPTICAL FIBER, AND OPTICAL FIBER RIBBON

(54) 発明の名称: 光ファイバ着色被覆用の樹脂組成物、光ファイバおよび光ファイバリボン



(57) Abstract: This resin composition for colored coating of an optical fiber comprises a photopolymerizable compound, a photopolymerization initiator, a photosensitizer and an organic pigment, in which the photosensitizer comprises at least one component selected from the group consisting of an anthracene-based photosensitizer and a naphthalene-based photosensitizer, and the content of the photosensitizer is 0.01 part by mass or more and less than 3.00 parts by mass relative to the whole mass, i.e., 100 parts by mass, of the photopolymerizable compound.

(57) 要約: 光ファイバ着色被覆用の樹脂組成物は、光重合性化合物と、光重合開始剤と、光増感剤と、有機顔料と、を含有し、前記光増感剤が、アントラセン系光増感剤およびナフタレン系光増感剤からなる群より選ばれる少なくとも1種を含み、前記光増感剤の含有量が、前記光重合性化合物の総量100質量部に対して0.01質量部以上3.00質量部未満である。

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

光ファイバ着色被覆用の樹脂組成物、光ファイバおよび光ファイバリボン

技術分野

[0001] 本開示は、光ファイバ着色被覆用の樹脂組成物、光ファイバおよび光ファイバリボンに関する。

本出願は、2022年12月21日出願の日本出願第2022-204166号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

背景技術

[0002] 一般に、光ファイバは、光伝送体であるガラスファイバを保護するための被覆樹脂層を有している。被覆樹脂層は、例えば、プライマリ樹脂層およびセカンダリ樹脂層を有している。被覆樹脂層の最外層は、光ファイバの識別のための着色樹脂層から構成される（例えば、特許文献1～3参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平6-242355号公報

特許文献2：特開2003-279811号公報

特許文献3：国際公開第2016/047002号

発明の概要

[0004] 本開示の一態様に係る光ファイバ着色被覆用の樹脂組成物は、光重合性化合物と、光重合開始剤と、光増感剤と、有機顔料と、を含有し、光増感剤が、アントラセン系光増感剤およびナフタレン系光増感剤からなる群より選ばれる少なくとも1種を含み、光増感剤の含有量が、光重合性化合物の総量100質量部に対して0.01質量部以上3.00質量部未満である。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]図1は、本実施形態に係る光ファイバの一例を示す概略断面図である。

[図2]図2は、本実施形態に係る光ファイバの一例を示す概略断面図である。
[図3]図3は、本実施形態に係る光ファイバリボン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

[0006] [本開示が解決しようとする課題]

光ファイバは、光ファイバを複数本並べてリボン用樹脂により一体化した光ファイバリボンの形態で使用されることがある。着色樹脂層を有する光ファイバを使用した光ファイバリボンでは、リボン材を除去して光ファイバを取り出す作業をする際に、着色樹脂層が光ファイバから剥がれてしまう現象、いわゆる「色剥がれ」が生じることがある。特に有機顔料を含有する樹脂組成物を用いて着色樹脂層を形成する場合、色剥がれが生じ易くなる。

[0007] 本開示は、有機顔料の存在下でも色剥がれが生じ難い光ファイバを作製することができる光ファイバ着色被覆用の樹脂組成物、光ファイバおよび光ファイバリボンを提供することを目的とする。

[本開示の効果]

[0008] 本開示によれば、有機顔料の存在下でも色剥がれが生じ難い光ファイバを作製することができる光ファイバ着色被覆用の樹脂組成物、光ファイバおよび光ファイバリボンを提供することができる。

[0009] [本開示の実施形態の説明]

最初に、本開示の実施形態の内容を列記して説明する。

(1) 本開示の一態様に係る光ファイバ着色被覆用の樹脂組成物は、光重合性化合物と、光重合開始剤と、光増感剤と、有機顔料と、を含有し、光増感剤が、アントラセン系光増感剤およびナフタレン系光増感剤からなる群より選ばれる少なくとも1種を含み、光増感剤の含有量が、光重合性化合物の総量100質量部に対して0.01質量部以上3.00質量部未満である。

[0010] このような樹脂組成物は、特定の光増感剤を特定の量で含有することにより、有機顔料の存在下でも、色剥がれが生じ難い光ファイバを作製することができる。

- [0011] (2) 上記(1)において、色剥がれがより生じ難い観点から、アントラセン系光増感剤が、9, 10-ジエトキシアントラセン、9, 10-ジブトキシアントラセンおよび9, 10-ビス(オクタノイルオキシ)アントラセンからなる群より選ばれる少なくとも1種を含んでもよい。
- [0012] (3) 上記(1)において、色剥がれがより生じ難い観点から、ナフタレン系光増感剤が、1, 4-ジエトキシナフタレンを含んでもよい。
- [0013] (4) 上記(1)から(3)のいずれかにおいて、色剥がれがより生じ難い観点から、有機顔料がフタロシアニン系顔料およびアゾ系顔料からなる群より選ばれる少なくとも1種を含んでもよい。
- [0014] (5) 上記(1)から(4)のいずれかにおいて、樹脂層を着色する観点から、酸化チタンを更に含有してもよい。
- [0015] (6) 本開示の一態様に係る光ファイバは、コアおよびクラッドを含むガラスファイバと、ガラスファイバに接して該ガラスファイバを被覆するプライマリ樹脂層と、プライマリ樹脂層を被覆するセカンダリ樹脂層と、セカンダリ樹脂層を被覆する着色樹脂層と、を備え、着色樹脂層が、上記(1)から(5)のいずれかに記載の樹脂組成物の硬化物を含む。このような光ファイバは、上記樹脂組成物を着色樹脂層に適用することで、色剥がれが生じ難い。
- [0016] (7) 本開示の一態様に係る光ファイバは、コアおよびクラッドを含むガラスファイバと、ガラスファイバに接して該ガラスファイバを被覆するプライマリ樹脂層と、プライマリ樹脂層を被覆するセカンダリ樹脂層と、を備え、セカンダリ樹脂層が、上記(1)から(5)のいずれかに記載の樹脂組成物の硬化物を含む。このような光ファイバは、上記樹脂組成物をセカンダリ樹脂層に適用することで、色剥がれが生じ難い。
- [0017] (8) 本開示の一態様に係る光ファイバリボン、上記(6)または(7)に記載の光ファイバが複数並列され、リボン用樹脂で被覆されている。このような光ファイバリボンは、光ファイバを取り出す作業をする際に色剥がれが生じ難い。

[0018] [本開示の実施形態の詳細]

本開示の実施形態に係る樹脂組成物、光ファイバおよび光ファイバリボンの具体例を、必要により図面を参照しつつ説明する。なお、本開示はこれらの例示に限定されず、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。以下の説明では、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。本明細書における（メタ）アクリレートとは、アクリレートまたはそれに対応するメタアクリレートを意味する。（メタ）アクリロイル等の他の類似表現についても同様である。

[0019] （樹脂組成物）

本実施形態に係る光ファイバ着色被覆用の樹脂組成物は、光重合性化合物と、光重合開始剤と、光増感剤と、有機顔料と、を含有し、光増感剤が、アントラセン系光増感剤およびナフタレン系光増感剤からなる群より選ばれる少なくとも１種を含み、光増感剤の含有量が、光重合性化合物の総量１００質量部に対して０．０１質量部以上３．００質量部未満である。本実施形態に係る光ファイバ着色被覆用の樹脂組成物は、紫外線硬化型の樹脂組成物である。

[0020] 有機顔料は、主として可視領域に光吸収領域を有し、その光吸収領域は、近紫外領域まで広がっている。有機顔料を含有する樹脂組成物を紫外線等の光の照射により硬化させて光ファイバの着色樹脂層を形成する場合、樹脂層表面の硬化不良が生じ易い。これにより、光ファイバリボンからリボン材を除去して光ファイバを取り出す際、光ファイバの色剥がれが生じ易い。アントラセン系光増感剤およびナフタレン系光増感剤は、３００～４００nm付近に吸収波長を有する光増感剤であり、このような特定の光増感剤を特定の量で使用するにより、有機材料の存在下でも、樹脂層の硬化が良好になり、色剥がれが生じ難い光ファイバを形成することができる。

[0021] 光重合性化合物は、特に限定されないが、樹脂層のヤング率を調整する観点から、ウレタン（メタ）アクリレートおよびエポキシ（メタ）アクリレー

トからなる群より選ばれる少なくとも1種の（メタ）アクリレートを含んでもよい。本実施形態に係る光重合性化合物は、ジメチルシロキサン骨格を有しない点で、後述の（メタ）アクリロイル基を有するポリジメチルシロキサン化合物と区別される。

[0022] ウレタン（メタ）アクリレートとしては、例えば、ポリオール化合物、ポリイソシアネート化合物および水酸基含有（メタ）アクリレート化合物を反応させて得られるウレタンオリゴマーを用いることができる。ウレタン（メタ）アクリレートは、1種を単独でまたは2種以上混合して用いてもよい。

[0023] ポリオール化合物としては、例えば、ポリテトラメチレングリコール、ポリプロピレングリコールおよびビスフェノールA・エチレンオキサイド付加ジオールが挙げられる。ポリイソシアネート化合物としては、例えば、2,4-トリレンジイソシアネート、2,6-トリレンジイソシアネート、イソホロンジイソシアネートおよびジシクロヘキシルメタン4,4'-ジイソシアネートが挙げられる。水酸基含有（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-ヒドロキシブチル（メタ）アクリレート、1,6-ヘキサンジオールモノ（メタ）アクリレート、ペンタエリスリトールトリ（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシプロピル（メタ）アクリレートおよびトリプロピレングリコールモノ（メタ）アクリレートが挙げられる。

[0024] 樹脂層のヤング率を調整する観点から、ポリオール化合物の数平均分子量（ M_n ）は、300以上3000以下、400以上3000以下、または500以上2500以下であってもよい。

[0025] ウレタン（メタ）アクリレートを合成する際の触媒として、一般に有機スズ化合物が使用される。有機スズ化合物としては、例えば、ジブチルスズジラウレート、ジブチルスズジアセテート、ジブチルスズマレート、ジブチルスズビス（メルカプト酢酸2-エチルヘキシル）、ジブチルスズビス（メルカプト酢酸イソオクチル）およびジブチルスズオキシドが挙げられる。易入手性または触媒性能の点から、触媒としてジブチルスズジラウレートまたは

ジブチルスズジアセテートを使用してもよい。

- [0026] ウレタン（メタ）アクリレートを合成する際に炭素数5以下の低級アルコールを使用してもよい。低級アルコールとしては、例えば、メタノール、エタノール、1-プロパノール、2-プロパノール、1-ブタノール、2-ブタノール、2-メチル-2-プロパノール、1-ペンタノール、2-ペンタノール、3-ペンタノール、2-メチル-1-ブタノール、3-メチル-1-ブタノール、2-メチル-2-ブタノール、3-メチル-2-ブタノールおよび2, 2-ジメチル-1-プロパノールが挙げられる。
- [0027] エポキシ（メタ）アクリレートとしては、例えば、脂肪族エポキシ（メタ）アクリレートおよび芳香族エポキシ（メタ）アクリレートが挙げられる。脂肪族エポキシ（メタ）アクリレートは、芳香環を有しないエポキシ（メタ）アクリレートを意味し、芳香族エポキシ（メタ）アクリレートは、芳香環を有するエポキシ（メタ）アクリレートを意味する。エポキシ（メタ）アクリレートは、1種を単独でまたは2種以上混合して用いてもよい。
- [0028] 脂肪族エポキシ（メタ）アクリレートとしては、例えば、グリシジル基を2以上有する脂肪族エポキシ化合物と、（メタ）アクリル酸等の（メタ）アクリロイル基を有する化合物との反応物を用いることができる。
- [0029] 樹脂層の靱性を高める観点から、脂肪族エポキシ（メタ）アクリレートは、エチレンオキサイド基またはプロピレンオキサイド基を有してもよい。脂肪族エポキシ（メタ）アクリレートとしては、例えば、プロピレングリコールジグリシジルエーテルの（メタ）アクリル酸付加物、ポリプロピレングリコールジグリシジルエーテルの（メタ）アクリル酸付加物、エチレングリコールジグリシジルエーテルの（メタ）アクリル酸付加物およびポリエチレングリコールジグリシジルエーテルの（メタ）アクリル酸付加物が挙げられる。
- [0030] 芳香族エポキシ（メタ）アクリレートとしては、例えば、グリシジル基を2以上有する芳香族エポキシ化合物と、（メタ）アクリル酸等の（メタ）アクリロイル基を有する化合物との反応物を用いることができる。芳香族エポ

キシ（メタ）アクリレートとして、例えば、ビスフェノールAジグリシジルエーテルの（メタ）アクリル酸付加物が挙げられる。

[0031] 樹脂層の強度を高める観点から、エポキシ（メタ）アクリレートの含有量は、光重合性化合物の総量を基準として10質量%以上75質量%以下、20質量%以上70質量%以下、30質量%以上65質量%以下、または40質量%以上60質量%以下であってもよい。

[0032] 光重合性化合物は、ウレタン（メタ）アクリレートおよびエポキシ（メタ）アクリレート以外の光重合性化合物（以下、「モノマー」という）を含むことができる。

[0033] モノマーとしては、重合性基を1つ有する単官能モノマー、または重合性基を2つ以上有する多官能モノマーを用いることができる。モノマーは、1種を単独でまたは2種以上を混合して用いてもよい。

[0034] 単官能モノマーとしては、例えば、メチル（メタ）アクリレート、エチル（メタ）アクリレート、プロピル（メタ）アクリレート、*n*-ブチル（メタ）アクリレート、*s*-ブチル（メタ）アクリレート、*tert*-ブチル（メタ）アクリレート、イソブチル（メタ）アクリレート、*n*-ペンチル（メタ）アクリレート、イソペンチル（メタ）アクリレート、ヘキシル（メタ）アクリレート、ヘプチル（メタ）アクリレート、イソアミル（メタ）アクリレート、2-エチルヘキシル（メタ）アクリレート、*n*-オクチル（メタ）アクリレート、イソオクチル（メタ）アクリレート、イソデシル（メタ）アクリレート、ラウリル（メタ）アクリレート、2-フェノキシエチル（メタ）アクリレート、3-フェノキシベンジル（メタ）アクリレート、フェノキシジエチレングリコール（メタ）アクリレート、フェノキシポリエチレングリコール（メタ）アクリレート、4-*tert*-ブチルシクロヘキサノール（メタ）アクリレート、テトラヒドロフルフリル（メタ）アクリレート、ベンジル（メタ）アクリレート、ジシクロペンテニル（メタ）アクリレート、ジシクロペンテニルオキシエチル（メタ）アクリレート、ジシクロペンタニル（メタ）アクリレート、ノニルフェノールポリエチレングリコール（メタ）

アクリレート、ノニルフェノキシポリエチレングリコール（メタ）アクリレート、イソボルニル（メタ）アクリレート等の（メタ）アクリレート系モノマー；（メタ）アクリル酸、（メタ）アクリル酸ダイマー、カルボキシエチル（メタ）アクリレート、カルボキシペンチル（メタ）アクリレート、 ω -カルボキシ-ポリカプロラクトン（メタ）アクリレート等のカルボキシ基含有モノマー；N-（メタ）アクリロイルモルホリン、N-ビニルピロリドン、N-ビニルカプロラクタム、N-（メタ）アクリロイルピペリジン、N-（メタ）アクリロイルピロリジン、3-（3-ピリジン）プロピル（メタ）アクリレート、環状トリメチロールプロパンホルマールアクリレート等の複素環含有モノマー；マレイミド、N-シクロヘキシルマレイミド、N-フェニルマレイミド等のマレイミド系モノマー；（メタ）アクリルアミド、N，N-ジメチル（メタ）アクリルアミド、N，N-ジエチル（メタ）アクリルアミド、N-ヘキシル（メタ）アクリルアミド、N-メチル（メタ）アクリルアミド、N-エチル（メタ）アクリルアミド、N-ブチル（メタ）アクリルアミド、N-メチロール（メタ）アクリルアミド、N-メチロールプロパン（メタ）アクリルアミド等のアミド系モノマー；（メタ）アクリル酸アミノエチル、（メタ）アクリル酸アミノプロピル、（メタ）アクリル酸N，N-ジメチルアミノエチル、（メタ）アクリル酸tert-ブチルアミノエチル等の（メタ）アクリル酸アミノアルキル系モノマー；N-（メタ）アクリロイルオキシメチレンスクシンイミド、N-（メタ）アクリロイル-6-オキシヘキサメチレンスクシンイミド、N-（メタ）アクリロイル-8-オキシオクタメチレンスクシンイミド等のスクシンイミド系モノマーが挙げられる。

[0035] 多官能モノマーとしては、例えば、エチレングリコールジ（メタ）アクリレート、ポリエチレングリコールジ（メタ）アクリレート、ポリプロピレングリコールジ（メタ）アクリレート、ネオペンチルグリコールジ（メタ）アクリレート、トリプロピレングリコールジ（メタ）アクリレート、ビスフェノールAのアルキレンオキシド付加物のジ（メタ）アクリレート、テトラエ

チレングリコールジ（メタ）アクリレート、ヒドロキシピバリン酸ネオペンチルグリコールジ（メタ）アクリレート、1，4－ブタンジオールジ（メタ）アクリレート、1，6－ヘキサンジオールジ（メタ）アクリレート、1，9－ノナンジオールジ（メタ）アクリレート、1，12－ドデカンジオールジ（メタ）アクリレート、1，14－テトラデカンジオールジ（メタ）アクリレート、1，16－ヘキサデカンジオールジ（メタ）アクリレート、1，20－エイコサンジオールジ（メタ）アクリレート、イソペンチルジオールジ（メタ）アクリレート、3－エチル－1，8－オクタンジオールジ（メタ）アクリレート、ビスフェノールAのEO付加物ジ（メタ）アクリレート、トリメチロールプロパントリ（メタ）アクリレート、トリメチロールオクタントリ（メタ）アクリレート、トリメチロールプロパンポリエトキシトリ（メタ）アクリレート、トリメチロールプロパンポリプロポキシトリ（メタ）アクリレート、トリメチロールプロパンポリエトキシポリプロポキシトリ（メタ）アクリレート、トリス〔（メタ）アクリロイルオキシエチル〕イソシアヌレート、ペンタエリスリトールトリ（メタ）アクリレート、ペンタエリスリトールポリエトキシテトラ（メタ）アクリレート、ペンタエリスリトールポリプロポキシテトラ（メタ）アクリレート、ペンタエリスリトールテトラ（メタ）アクリレート、ジトリメチロールプロパンテトラ（メタ）アクリレート、ジペンタエリスリトールテトラ（メタ）アクリレート、ジペンタエリスリトールペンタ（メタ）アクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサ（メタ）アクリレートおよびカプロラクトン変性トリス〔（メタ）アクリロイルオキシエチル〕イソシアヌレートが挙げられる。

[0036] 光重合開始剤は、公知のラジカル光重合開始剤の中から適宜選択して使用することができる。光重合開始剤としては、例えば、1－ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン（Omni rad 184、IGM Resins社製）、2，2－ジメトキシ－2－フェニルアセトフェノン、1－（4－イソプロピルフェニル）－2－ヒドロキシ－2－メチルプロパン－1－オン、ビス（2，6－ジメトキシベンゾイル）－2，4，4－トリメチルペンチル

ホスフィンオキサイド、2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルホリノープロパン-1-オン (Omni rad 907、IGM Resins社製)、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 (Omni rad TPO、IGM Resins社製) およびビス (2, 4, 6-トリメチルベンゾイル) フェニルホスフィンオキシド (Omni rad 819、IGM Resins社製) が挙げられる。

[0037] 光重合開始剤の含有量は、光重合性化合物の総量100質量部に対して、1質量部以上10質量部以下、2質量部以上8質量部以下、または3質量部以上7質量部以下であってもよい。

[0038] 光増感剤は、アントラセン系光増感剤およびナフタレン系光増感剤からなる群より選ばれる少なくとも1種の光増感剤を含む。

[0039] アントラセン系光増感剤は、特に限定されないが、色剥がれがより生じ難い観点から、アントラセン環の一つ以上の水素原子が他の基に置換された置換基を有するアントラセン化合物であってもよい。置換基は、一つでも複数でもよく、置換基が複数存在する場合、それらが同一であっても異なってもよい。置換基としては、例えば、アルコキシ基およびアルキルカルボニルオキシ基が挙げられる。アルコキシ基の炭素原子数は、1~10、2~8、2~6または2~4であってもよい。アルコキシ基は、直鎖状であってもよく、分岐状であってもよい。アルコキシ基の具体例としては、例えば、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基および2-エチルヘキシルオキシ基が挙げられる。アルキルカルボニルオキシ基におけるアルキル基の炭素原子数は、1~10または2~8であってもよい。アルキルカルボニルオキシ基におけるアルキル基は、直鎖状であってもよく、分岐状であってもよい。アルキルカルボニルオキシ基の具体例としては、例えば、オクタノイルオキシ基等が挙げられる。

[0040] ナフタレン系光増感剤は、特に限定されないが、色剥がれがより生じ難い観点から、ナフタレン環の一つ以上の水素原子が他の基に置換された置換基を有するナフタレン化合物であってもよい。置換基は、一つでも複数でもよ

く、置換基が複数存在する場合、それらが同一であっても異なってもよい。置換基としては、例えばアルコキシ基等が挙げられる。アルコキシ基の炭素原子数は、1～10、2～8、2～6または2～4であってもよい。アルコキシ基は、直鎖状であってもよく、分岐状であってもよい。アルコキシ基の具体例としては、例えば、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基等が挙げられる。

[0041] 色剥がれがより生じ難い観点から、アントラセン系光増感剤は、9，10ージ置換体を含んでよく、9，10ージ置換体としては、例えば、9，10ージエトキシアントラセン、9，10ージブトキシアントラセン等の9，10ージアルコキシアントラセン、9，10ービス（オクタノイルオキシ）アントラセン等の9，10ージアルキルカルボニルオキシアントラセンが挙げられる。同じ観点から、ナフタレン系光増感剤は、1，4ージ置換体を含んでもよく、1，4ージ置換体としては、例えば、1，4ージエトキシナフタレン等の1，4ージアルコキシナフタレンが挙げられる。光増感剤は、1種を単独でまたは2種以上を組み合わせ使用してもよい。

[0042] 光増感剤の含有量は、色剥がれが生じ難い観点から、光重合性化合物の総量100質量部に対して0.01質量部以上3.00質量部未満である。光増感剤の含有量が上記範囲内であると、有機顔料の存在による樹脂層の硬化不良を抑制することができるとともに、光増感剤による過度の光吸収を抑制することができる。これにより、樹脂層の硬化が良好に行われ、光ファイバの色剥がれを抑制することができる。色剥がれがより生じ難い観点から、光増感剤の含有量は、光重合性化合物の総量100質量部に対して、0.03質量部以上、0.05質量部以上、0.07質量部以上、0.09質量部以上または0.10質量部以上であってもよく、2.90質量部以下、2.80質量部以下、2.70質量部以下、2.60質量部以下または2.50質量部以下であってもよい。色剥がれがより生じ難い観点から、光増感剤の含有量は、光重合性化合物の総量100質量部に対して、0.03質量部以上2.90質量部以下、0.05質量部以上2.80質量部以下、0.07質

量部以上2.70質量部以下、0.09質量部以上2.60質量部以下、または、0.10質量部以上2.50質量部以下であってもよい。

[0043] 有機顔料は、光ファイバの着色に使用される有機顔料であれば特に限定されない。有機顔料としては、例えば、フタロシアニン系顔料およびアゾ系顔料が挙げられる。色剥がれがより生じ難い観点から、有機顔料は、フタロシアニン系顔料およびアゾ系顔料からなる群より選ばれる少なくとも1種を含んでもよい。フタロシアニン系顔料としては、例えば、銅フタロシアニン系顔料等が挙げられる。アゾ系顔料としては、例えば、不溶性アゾ顔料および縮合アゾ顔料が挙げられ、不溶性アゾ顔料としては、例えば、モノアゾ系顔料およびジスアゾ系顔料が挙げられる。有機顔料には、各種表面改質や複合顔料化等の処理が施されていてもよい。有機顔料は、1種を単独でまたは2種以上を組み合わせ使用してもよい。

[0044] 有機顔料の含有量は、光重合性化合物の総量100質量部に対して、0.1質量部以上10.0質量部以下、0.5質量部以上8.0質量部以下、または1.0質量部以上5.0質量部以下であってもよい。

[0045] 本実施形態に係る樹脂組成物は、樹脂層を着色する観点から、酸化チタン粒子を更に含有することができる。酸化チタン粒子としては、表面処理酸化チタン粒子を用いてもよい。表面処理酸化チタン粒子は、酸化チタンが無機物により表面処理が施された粒子であり、樹脂組成物中の分散性に優れている。

[0046] 表面処理に用いる無機物としては、例えば、酸化アルミニウム、二酸化ケイ素および二酸化ジルコニウムが挙げられる。表面処理酸化チタン粒子が、酸化アルミニウム、二酸化ケイ素および二酸化ジルコニウムからなる群より選ばれる少なくとも1種を含む表面処理層を有することで、分散性をより向上することができる。表面処理層は、酸化チタン粒子の表面の少なくとも一部に形成されてよく、酸化チタン粒子の全表面に形成されていてもよい。表面処理層は、酸化チタン粒子の表面処理によって形成されたものである。

[0047] 表面処理酸化チタン粒子における表面処理層の量は、分散性を向上する観

点から、1質量%以上、1.5質量%以上または2質量%以上であってもよく、隠蔽力を高める観点から、10質量%以下、9質量%以下または8質量%以下であってもよい。表面処理層の量は、誘導結合質量分析（ICP-MS）を用いて、表面処理酸化チタン粒子に含まれるチタン元素およびチタン以外の無機物の元素の量を測定することで算出することができる。

[0048] 表面処理酸化チタン粒子の平均一次粒径は、被覆樹脂層の側圧耐性を向上する観点から、300nm以下、295nm以下または290nm以下であってもよい。表面処理酸化チタン粒子の平均一次粒径は、隠蔽力を高める観点から、100nm以上、150nm以上または200nm以上であってもよい。表面処理酸化チタン粒子の平均一次粒径は、200nm以上300nm以下であってもよい。平均一次粒径は、例えば、電子顕微鏡写真の画像解析、光散乱法、BET法等によって測定することができる。

[0049] 表面処理酸化チタン粒子の含有量は、樹脂層の視認性を向上する観点から、樹脂組成物の総量を基準として0.6質量%以上、1.0質量%以上、2.0質量%以上または3.0質量%以上であってもよい。表面処理酸化チタン粒子の含有量は、樹脂組成物の硬化性を高める観点から、樹脂組成物の総量を基準として20.0質量%以下、15.0質量%以下、10.0質量%以下または8.0質量%以下であってもよい。

[0050] 本実施形態に係る樹脂組成物は、色剥がれがより生じ難い観点から、ポリジメチルシロキサン化合物を更に含有することができる。ポリジメチルシロキサン化合物は、主鎖中にケイ素原子に結合した2つのメチル基と酸素原子から構成されるジメチルシロキサン骨格（ $-\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O}-$ ）を繰り返す単位として有する化合物である。

[0051] 色剥がれがより生じ難い観点から、ポリジメチルシロキサン化合物に含まれるケイ素原子（Si）の量は、5質量%以上40質量%以下であってもよい。ポリジメチルシロキサン化合物に含まれるSiの量は、ポリジメチルシロキサン化合物の誘導結合プラズマ発光分光分析（ICP-OES）により測定することができる。Si量は、色剥がれをより抑制する観点から、8質

量%以上、10質量%以上または14質量%以上であってもよい。また、Si量は、樹脂組成物の安定性を向上する観点から、38質量%以下、36質量%以下または34質量%以下であってもよい。

[0052] 樹脂組成物の保存安定性を向上する観点から、ポリジメチルシロキサン化合物は、(メタ)アクリロイル基を有してもよい。ポリジメチルシロキサン化合物は、(メタ)アクリロイル基を側鎖または末端に有していてもよい。

(メタ)アクリロイル基を有するポリジメチルシロキサン化合物は、光重合性化合物と共重合することができる。本実施形態において、(メタ)アクリロイル基を有するポリジメチルシロキサン化合物は、光重合性化合物には含めない。ポリジメチルシロキサン化合物が有する(メタ)アクリロイル基の数は、1以上または2以上であってもよく、10以下、8以下、6以下または4以下であってもよい。

[0053] ポリジメチルシロキサン化合物は、側鎖または末端にアルキレンオキサイド単位を有してもよい。アルキレンオキサイドとしては、例えば、エチレンオキサイド(EO)およびプロピレンオキサイド(PO)が挙げられる。

[0054] ポリジメチルシロキサン化合物に含まれるジメチルシロキサン単位(以下、「DMS単位」と表記する)およびアルキレンオキサイド単位(以下、「RO単位」と表記する。)の量は、ポリジメチルシロキサン化合物の¹H NMRを測定することにより算出することができる。DMS単位のモル比率は、樹脂組成物の保存安定性の観点から、DMS単位およびRO単位の総量を基準として、14モル%以上、16モル%以上、または20モル%以上であってもよい。また、DMS単位のモル比率は、エポキシジ(メタ)アクリレートとの相溶性の観点から、DMS単位およびRO単位の総量を基準として、70モル%以下、60モル%以下、または50モル%以下であってもよい。

[0055] ポリジメチルシロキサン化合物の含有量は、光重合性化合物の総量100質量部に対して、0.5質量部以上、1.0質量部以上または1.5質量部以上であってもよく、10.0質量部以下、8.0質量部以下または6.0

質量部以下であってもよい。

[0056] 本実施形態に係る樹脂組成物は、シランカップリング剤、レベリング剤、消泡剤、酸化防止剤等を更に含有してもよい。

[0057] シランカップリング剤は、樹脂組成物の硬化の妨げにならなければ、特に限定されない。シランカップリング剤としては、例えば、テトラメチルシリケート、テトラエチルシリケート、メルカプトプロピルトリメトキシシラン、ビニルトリクロロシラン、ビニルトリエトキシシラン、ビニルトリス（ β -メトキシエトキシ）シラン、 β -（3，4-エポキシシクロヘキシル）-エチルトリメトキシシラン、ジメトキシジメチルシラン、ジエトキシジメチルシラン、3-アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、 γ -グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、 γ -グリシドキシプロピルメチルジエトキシシラン、 γ -メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、N-（ β -アミノエチル）- γ -アミノプロピルトリメトキシシラン、N-（ β -アミノエチル）- γ -アミノプロピルメチルジメトキシシラン、N-フェニル- γ -アミノプロピルトリメトキシシラン、 γ -クロロプロピルトリメトキシシラン、 γ -メルカプトプロピルトリメトキシシラン、 γ -アミノプロピルトリメトキシシラン、ビス-〔3-（トリエトキシシリル）プロピル〕テトラスルフィド、ビス-〔3-（トリエトキシシリル）プロピル〕ジスルフィド、 γ -トリメトキシシリルプロピルジメチルチオカルバミルテトラスルフィドおよび γ -トリメトキシシリルプロピルベンゾチアジルテトラスルフィドが挙げられる。

[0058] 樹脂組成物の粘度は、保存安定性の観点から、25℃で800 mPa・s以上、1000 mPa・s以上、または1500 mPa・s以上であってもよく、塗布性の観点から、10000 mPa・s未満、9000 mPa・s以下、または8500 mPa・s以下であってもよい。

[0059] 光ファイバの湿熱耐性の観点から、樹脂層のヤング率は、23℃で400 MPa以上、450 MPa以上または500 MPa以上であってもよい。靱性に優れる樹脂層を形成する観点から、樹脂層のヤング率は、23℃で15

00MPa以下、1200MPa以下または1000MPa以下であってもよい。

[0060] 本実施形態に係る樹脂組成物は、光ファイバの着色被覆材料として好適に用いることができる。本実施形態に係る樹脂組成物を含む着色被覆材料を用いて光ファイバの被覆樹脂層の最外層を形成することで、色剥がれが生じ難い光ファイバを作製することができる。

[0061] (光ファイバ)

図1は、一実施形態に係る光ファイバの構成を示す概略断面図である。図1に示されるように、光ファイバ1Aは、ガラスファイバ10と、ガラスファイバ10に接してガラスファイバ10の外周を覆う被覆樹脂層20とを備えている。被覆樹脂層20は、プライマリ樹脂層22と、セカンダリ樹脂層24と、着色樹脂層26とを備えている。

[0062] ガラスファイバ10は、光ファイバ1Aに導入された光を伝送する導光性の光伝送体である。ガラスファイバ10は、ガラス製の部材であって、例えば、シリカ(SiO_2)ガラスを基材(主成分)として構成される。ガラスファイバ10は、コア12と、コア12を覆うクラッド14とを備えている。コア12は、例えば、ガラスファイバ10の中心軸線を含む領域に設けられている。コア12は、例えば、純 SiO_2 ガラス、または、 SiO_2 ガラスに二酸化ゲルマニウム(GeO_2)および／またはフッ素元素等が含まれたものからなっている。クラッド14は、コア12を囲む領域に設けられている。クラッド14は、コア12の屈折率より低い屈折率を有している。クラッド14は、例えば、純 SiO_2 ガラス、またはフッ素元素が添加された SiO_2 ガラスからなっている。ガラスファイバ10の外径は、100 μm から125 μm 程度であり、ガラスファイバ10を構成するコア12の直径は、7 μm から15 μm 程度である。

[0063] 被覆樹脂層20は、クラッド14を覆う紫外線硬化型の樹脂層である。被覆樹脂層20は、ガラスファイバ10の外周を被覆するプライマリ樹脂層22と、プライマリ樹脂層22の外周を被覆するセカンダリ樹脂層24と、セ

カンダリ樹脂層 24 の外周を被覆する着色樹脂層 26 とを備えている。プライマリ樹脂層 22 は、クラッド 14 の外周面に接しており、クラッド 14 の全体を被覆している。セカンダリ樹脂層 24 は、プライマリ樹脂層 22 の外周面に接しており、プライマリ樹脂層 22 の全体を被覆している。着色樹脂層 26 は、セカンダリ樹脂層 24 の外周面に接しており、セカンダリ樹脂層 24 の全体を被覆している。プライマリ樹脂層 22 の厚さは、例えば $10\ \mu\text{m}$ 以上 $50\ \mu\text{m}$ 以下である。セカンダリ樹脂層 24 の厚さは、例えば $10\ \mu\text{m}$ 以上 $40\ \mu\text{m}$ 以下である。着色樹脂層 26 の厚さは、例えば $3\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下である。

[0064] プライマリ樹脂層 22 は、従来公知のプライマリ樹脂層用の樹脂組成物を使用して形成することができる。セカンダリ樹脂層 24 は、従来公知のセカンダリ樹脂層用の樹脂組成物を使用して形成することができる。

[0065] 着色樹脂層 26 は、本実施形態に係る樹脂組成物を硬化させて形成することができる。着色樹脂層 26 は、本実施形態に係る樹脂組成物の硬化物を含むことにより、色剥がれが生じ難い光ファイバを作製することができる。

[0066] 本実施形態に係る樹脂組成物は、セカンダリ樹脂層 24 に適用することができる。この場合、図 2 に示されるように、光ファイバ 1 は、ガラスファイバ 10 と、ガラスファイバ 10 に接してガラスファイバ 10 の外周を覆う被覆樹脂層 20 とを備えている。被覆樹脂層 20 は、プライマリ樹脂層 22 と、セカンダリ樹脂層 24 とを備えている。セカンダリ樹脂層 24 は、本実施形態に係る樹脂組成物を硬化させて形成することができる。セカンダリ樹脂層 24 は、本実施形態に係る樹脂組成物の硬化物を含むことにより、色剥がれが生じ難い光ファイバを作製することができる。このようなセカンダリ樹脂層 24 を最外層とする光ファイバを使用した光ファイバリボンでは、リボン材を除去して光ファイバを取り出す作業をする際に、セカンダリ樹脂層 24 が光ファイバから剥がれ難い。

[0067] (光ファイバリボン)

本実施形態に係る光ファイバを用いて光ファイバリボンを作製することが

できる。光ファイバリボン、上記光ファイバが複数並列され、リボン用樹脂で被覆されている。

[0068] 図3は、本実施形態に係る光ファイバリボンを示す概略断面図である。光ファイバリボン100は、複数の光ファイバ1Aと、光ファイバ1Aがリボン用樹脂により被覆されて連結された連結樹脂層40とを有している。連結樹脂層40は、リボン用樹脂によって形成されている。図3では、一例として4本の光ファイバが示されているが、その本数は特に限定されるものではない。

[0069] リボン用樹脂としては、一般にリボン材として知られている樹脂材料を用いることができる。リボン用樹脂は、光ファイバの損傷防止性、分断容易性等の観点から、シリコン樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂等の熱硬化型樹脂、または、エポキシアクリレート、ウレタンアクリレート、ポリエステルアクリレート等の紫外線硬化型樹脂を含有してもよい。

[0070] 本実施形態に係る光ファイバリボンは、上記光ファイバを用いることで、光ファイバリボンから連結樹脂層を除去して光ファイバを取り出す作業をする際に色剥がれが生じ難い。

実施例

[0071] 以下、本開示に係る実施例および比較例を用いた評価試験の結果を示し、本開示を更に詳細に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されない。

[0072] (着色樹脂層用の樹脂組成物)

光重合性化合物として、ビスフェノールAジグリシジルエーテルのアクリル酸付加物であるエポキシアクリレート(EA)、トリプロピレングリコールジアクリレート(TPGDA)、EO変性トリメチロールプロパントリアクリレート(TMP(EO)₃TA、TMP(EO)₁₅TA)およびEO変性ビスフェノールAジアクリレート(BPA(EO)₃₀DA)を準備した。

[0073] 光重合開始剤として、1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン(Omnirad 184)および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(Omnirad TPO)を準備した。

[0074] 光増感剤として、9, 10-ジブトキシアントラセンおよび1, 4-ジエトキシナフタレンを準備した。

[0075] 有機顔料として、青色フタロシアニン系顔料、赤色アゾ系顔料および黄色アゾ系顔料を準備した。

[0076] 酸化チタン粒子として、酸化アルミニウム (Al_2O_3) を含む表面処理層を有する表面処理酸化チタン粒子を準備した。表面処理酸化チタン粒子の平均一次粒径は、200~300 nmであり、ICP-MSの測定により算出される Al_2O_3 の量は、2.5質量%であった。

[0077] ポリジメチルシロキサン化合物として、(メタ)アクリロイル基を有するポリジメチルシロキサン化合物((メタ)アクリロイル基の数: 2; Siの量: 21質量%)を準備した。ポリジメチルシロキサン化合物に含まれるSiの量は、ICP-OESにより以下の手順で測定した。まず、ポリジメチルシロキサン化合物0.1 gにフッ酸2 mLおよび硝酸6 mLを添加した後、マイクロウェーブ分解装置を用いて30分で200℃まで昇温し20分保持した後、常温まで降温することで、ポリジメチルシロキサン化合物の分解液を得た。次いで、分解液を超純水で50倍に希釈し試料を作製した。ICP発光分光分析装置(サーモフィッシャーサイエンティフィック株式会社製の「iCAP 6300」)を用いて、試料中のSiを定量することで、ポリジメチルシロキサン化合物に含まれるSiの量を算出した。

[0078] 表1及び表2に示す配合量(質量部)の光重合性化合物、光重合開始剤、光増感剤、有機顔料およびポリジメチルシロキサン化合物を混合した後、樹脂組成物中の表面処理酸化チタン粒子の含有量が5.00質量%となるように混合して、樹脂組成物を調製した。試験例1~9が実施例に相当し、試験例10および11が比較例に相当する。

[0079] (ヤング率)

スピンコータを用いて、樹脂組成物をポリエチレンテレフタレート(PET)フィルムの上に塗布した後、無電極UVランプシステム(ヘレウス製の「VPS 600(Dバルブ)」)を用いて、 $1000 \pm 100 \text{ mJ/cm}^2$ の

条件で硬化させ、PETフィルム上に厚み $50 \pm 5 \mu\text{m}$ の樹脂層を形成した。樹脂層をPETフィルムから剥がし、樹脂フィルムを得た。

[0080] 樹脂フィルムをJIS K 7127 タイプ5号のダンベル形状に打ち抜き、 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 、 $50 \pm 10\% \text{RH}$ の条件下で、引張試験機を用いて $1 \text{ m m} / \text{分}$ の引張速度、標線間 25 m m の条件で引張り、応力-歪み曲線を得た。2.5%割線によりヤング率を求めた。

[0081] (粘度)

樹脂組成物の 25°C における粘度を、レオメータ (Anton Paar 社製の「MCR-102」) を用いて、コーンプレートCP25-2、せん断速度 10 s^{-1} の条件で測定した。

[0082] (プライマリ樹脂層用の樹脂組成物)

分子量4000のポリプロピレングリコールと、イソホロンジイソシアネートと、2-ヒドロキシエチルアクリレートと、メタノールとの反応物であるウレタンアクリレートオリゴマーを75質量部、ノニルフェノールEO変性アクリレートを12質量部、N-ビニルカプロラクタムを6質量部、1,6-ヘキサンジオールジアクリレートを2質量部、Omni rad TPOを1質量部、および3-メルカプトプロピルトリメトキシシランを1質量部混合して、樹脂組成物Pを調製した。

[0083] (セカンダリ樹脂層用の樹脂組成物)

分子量600のポリプロピレングリコールと、2,4-トリレンジイソシアネートと、2-ヒドロキシエチルアクリレートとの反応物であるウレタンアクリレートオリゴマーを40質量部、イソボルニルアクリレートを35質量部、ビスフェノールAジグリシジルエーテルのアクリル酸付加物であるエポキシアクリレートを24質量部、およびOmni rad TPOを1質量部、Omni rad 184を1質量部混合して、樹脂組成物Sを調製した。

[0084] (リボン用の樹脂組成物)

ビスフェノールA・エチレンオキサイド付加ジオールと、トリレンジイソ

シアネートと、ヒドロキシエチルアクリレートとの反応物であるウレタンアクリレートを18質量部、ポリテトラメチレングリコールと、トリレンジイソシアネートと、ヒドロキシエチルアクリレートとの反応物であるウレタンアクリレートを10質量部、トリシクロデカンジメタノールジアクリレートを15質量部、N-ビニルピロリドンと10質量部、イソボルニルアクリレートを10質量部、ビスフェノールA・エチレンオキサイド付加ジオールジアクリレートを5質量部、2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルホリノープロパン-1-オン (Omni rad 907) を0.7質量部、およびOmni rad TPOを1.3質量部混合して、樹脂組成物Rを調製した。

[0085] (光ファイバの作製)

コアおよびクラッドから構成される直径125 μm のガラスファイバの外周に、樹脂組成物Pを用いて厚さ17.5 μm のプライマリ樹脂層を形成し、更にその外周に樹脂組成物Sを用いて15 μm のセカンダリ樹脂層を形成して、光ファイバを作製した。次いで、光ファイバを一旦巻き取った後に、着色機で光ファイバを改めて繰り出しながらセカンダリ樹脂層の外周に試験例1～11の樹脂組成物により、厚さ5 μm の着色樹脂層を形成することで、着色樹脂層を有する直径200 μm の光ファイバ（以下、「着色光ファイバ」という）を作製した。各樹脂層を形成する際の線速は1500 m/分とした。

[0086] (光ファイバリボンの作製)

着色光ファイバを4本用意し、リボン用の樹脂組成物Rを被覆した後、紫外線を照射して硬化して連結樹脂層を形成し、光ファイバリボンを作製した。

[0087] (色剥がれ試験)

光ファイバリボンを85℃85%RHの暗所で30日間保管した後、光ファイバリボンからTelcordia GR-20 5.3.1に準拠し、光ファイバを単心分離した。その際の着色樹脂層の剥がれの有無を評価した。

着色樹脂層に剥がれが無かった場合を「A」、着色樹脂層にリボン用樹脂の一部が残った場合を「B」、着色樹脂層に剥がれがあった場合を「C」と評価した。

[0088] (湿熱試験)

光ファイバリボンを85℃85%RHに設定した恒温恒湿槽に60日間浸漬して湿熱試験を行った。OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) 法により光ファイバリボンの湿熱試験前と湿熱試験後の1.55 μm の波長における伝送損失を測定した。湿熱試験後の伝送損失と湿熱試験前の伝送損失との差が0.05 dB/km以下の場合を「A」、0.05 dB/km超の場合を「B」と評価した。

[0089] [表1]

試験例	1	2	3	4	5
EA	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
TPGDA	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
TMP(EO) ₃ TA	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
TMP(EO) ₁₅ TA	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
BPA(EO) ₃₀ DA	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Omnirad 184	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Omnirad TPO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9,10-ジブトキシアントラセン	0.80	0.80	0.80	2.00	0.10
青色フタロシアニン系顔料	1.50	—	—	1.50	1.50
赤色アゾ系顔料	—	1.50	—	—	—
黄色アゾ系顔料	—	—	1.50	—	—
TiO ₂ (質量%)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
ポリジメチルシロキサン化合物	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
ヤング率 (MPa)	1000	1000	1000	900	1000
粘度 (mPa・s)	4000	4000	4000	4000	4000
色剥がれ試験	A	A	A	A	A
湿熱試験	A	A	A	A	A

[0090]

[表2]

試験例	6	7	8	9	10	11
EA	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00
TPGDA	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
TMP(EO) ₃ TA	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
TMP(EO) ₁₅ TA	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
BPA(EO) ₃₀ DA	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Omnirad 184	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Omnirad TPO	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9,10-ジプトキシアントラセン	—	—	—	—	3.00	—
1,4-ジエトキシナフタレン	0.30	1.00	2.00	2.50	—	—
青色フタロシアニン系顔料	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
TiO ₂ (質量%)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
ポリジメチルシロキサン化合物	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
ヤング率 (MPa)	1000	1000	1000	1000	800	1000
粘度 (mPa・s)	4000	4000	4000	4000	4000	4000
色剥がれ試験	A	A	A	A	C	B
湿熱試験	A	A	A	A	A	A

符号の説明

- [0091] 1, 1 A…光ファイバ
 1 0…ガラスファイバ
 1 2…コア
 1 4…クラッド
 2 0…被覆樹脂層
 2 2…プライマリ樹脂層
 2 4…セカンダリ樹脂層
 2 6…着色樹脂層
 4 0…連結樹脂層
 1 0 0…光ファイバリボン

請求の範囲

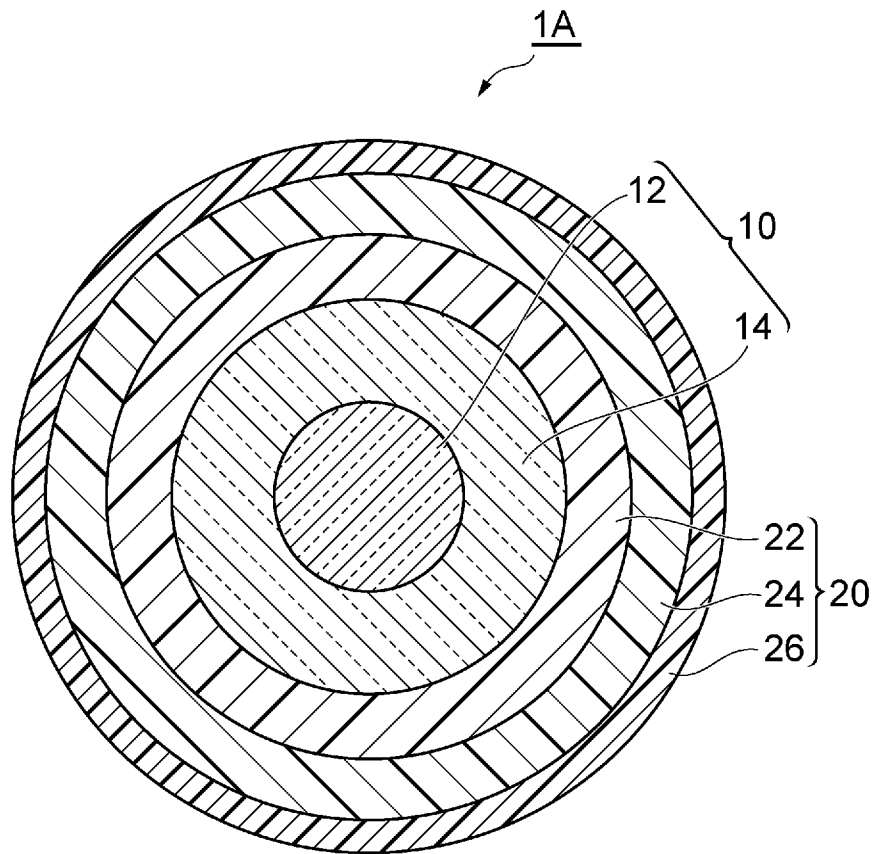
- [請求項1] 光重合性化合物と、光重合開始剤と、光増感剤と、有機顔料と、を含有し、
- 前記光増感剤が、アントラセン系光増感剤およびナフタレン系光増感剤からなる群より選ばれる少なくとも1種を含み、
- 前記光増感剤の含有量が、前記光重合性化合物の総量100質量部に対して0.01質量部以上3.00質量部未満である、光ファイバ着色被覆用の樹脂組成物。
- [請求項2] 前記アントラセン系光増感剤が、9,10-ジエトキシアントラセン、9,10-ジブトキシアントラセンおよび9,10-ビス（オクタノイルオキシ）アントラセンからなる群より選ばれる少なくとも1種を含む、請求項1に記載の樹脂組成物。
- [請求項3] 前記ナフタレン系光増感剤が、1,4-ジエトキシナフタレンを含む、請求項1に記載の樹脂組成物。
- [請求項4] 前記有機顔料が、フタロシアニン系顔料およびアゾ系顔料からなる群より選ばれる少なくとも1種を含む、請求項1に記載の樹脂組成物。
- [請求項5] 酸化チタンを更に含有する、請求項1に記載の樹脂組成物。
- [請求項6] コアおよびクラッドを含むガラスファイバと、
- 前記ガラスファイバに接して前記ガラスファイバを被覆するプライマリ樹脂層と、
- 前記プライマリ樹脂層を被覆するセカンダリ樹脂層と、
- 前記セカンダリ樹脂層を被覆する着色樹脂層と、を備え、
- 前記着色樹脂層が、請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の樹脂組成物の硬化物を含む、光ファイバ。
- [請求項7] コアおよびクラッドを含むガラスファイバと、
- 前記ガラスファイバに接して前記ガラスファイバを被覆するプライマリ樹脂層と、

前記プライマリ樹脂層を被覆するセカンダリ樹脂層と、を備え、
前記セカンダリ樹脂層が、請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に
記載の樹脂組成物の硬化物を含む、光ファイバ。

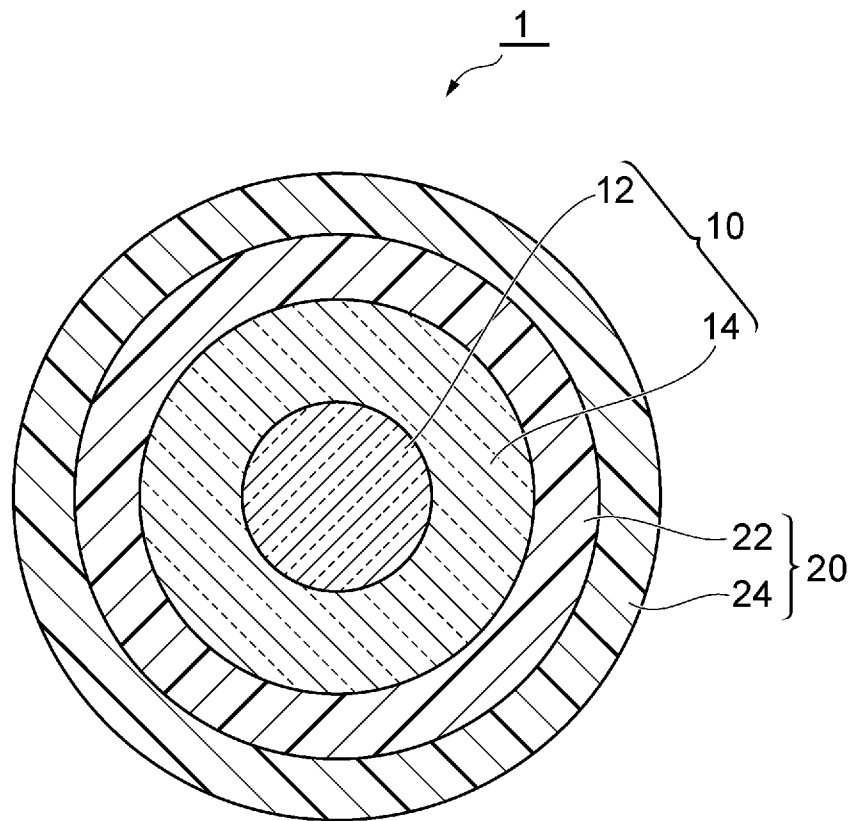
[請求項 8] 請求項 6 に記載の光ファイバが複数並列され、リボン用樹脂で被覆
された、光ファイバリボン。

[請求項 9] 請求項 7 に記載の光ファイバが複数並列され、リボン用樹脂で被覆
された、光ファイバリボン。

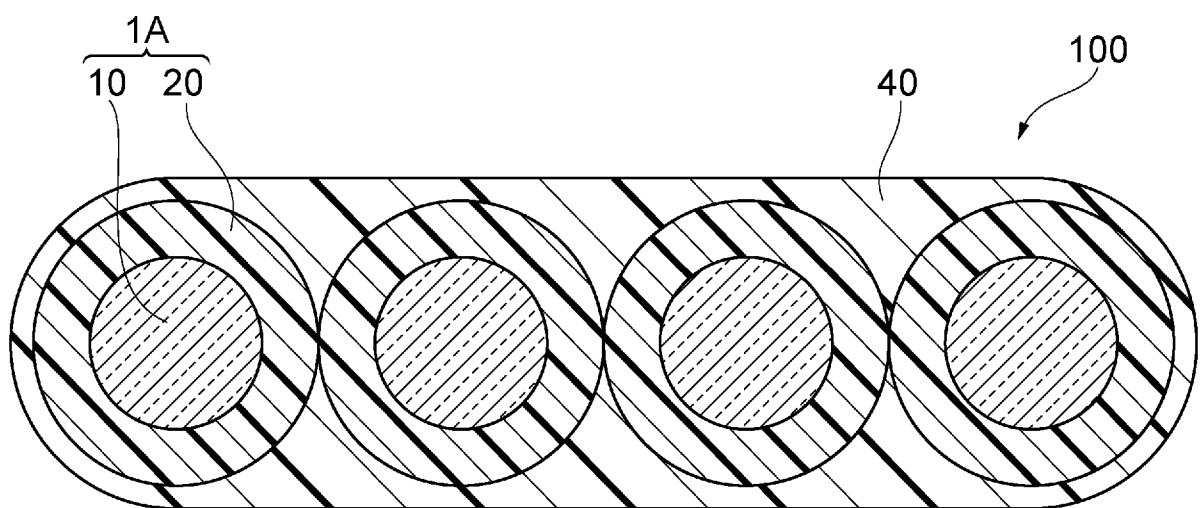
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/041878

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03C 25/475(2018.01)i; **C03C 25/1065**(2018.01)i; **C03C 25/24**(2018.01)i; **C03C 25/285**(2018.01)i; **C03C 25/50**(2006.01)i;
C03C 25/6226(2018.01)i; **G02B 6/44**(2006.01)i

FI: C03C25/475; C03C25/1065; C03C25/24; C03C25/285; C03C25/50; C03C25/6226; G02B6/44 331; G02B6/44 371;
G02B6/44 311; G02B6/44 336

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C03C25/00-25/70; G02B6/44

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 09-142889 A (JAPAN SYNTHETIC RUBBER CO., LTD.) 03 June 1997 (1997-06-03) entire text	1-9
A	JP 2022-533793 A (COVESTRO (NETHERLANDS) B.V.) 25 July 2022 (2022-07-25) entire text	1-9
A	JP 2001-294449 A (SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.) 23 October 2001 (2001-10-23) entire text	1-9
A	JP 2016-070966 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 09 May 2016 (2016-05-09) entire text, all drawings	1-9
A	WO 2022/190693 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 15 September 2022 (2022-09-15) entire text, all drawings	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
“D” document cited by the applicant in the international application
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
“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)
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” 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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 February 2024

Date of mailing of the international search report

27 February 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/041878

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	09-142889	A	03 June 1997	WO 1997/019029 A1 entire text	
JP	2022-533793	A	25 July 2022	WO 2020/239563 A1 entire text	
JP	2001-294449	A	23 October 2001	(Family: none)	
JP	2016-070966	A	09 May 2016	US 2017/0307814 A1 entire text, all drawings	
				WO 2016/047002 A1	
				CN 106716208 A	
				KR 10-2017-0065580 A	
WO	2022/190693	A1	15 September 2022	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C03C 25/475(2018.01)i; C03C 25/1065(2018.01)i; C03C 25/24(2018.01)i; C03C 25/285(2018.01)i; C03C 25/50(2006.01)i; C03C 25/6226(2018.01)i; G02B 6/44(2006.01)i FI: C03C25/475; C03C25/1065; C03C25/24; C03C25/285; C03C25/50; C03C25/6226; G02B6/44 331; G02B6/44 371; G02B6/44 311; G02B6/44 336		
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）） C03C25/00-25/70; G02B6/44		
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年 日本国公開実用新案公報 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024年		
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 請求項の番号
A	JP 09-142889 A（日本合成ゴム株式会社）03.06.1997（1997-06-03） 全文	1-9
A	JP 2022-533793 A（コベストロ（ネザーランズ）ビー、ヴィー、）25.07.2022 （2022-07-25） 全文	1-9
A	JP 2001-294449 A（信越化学工業株式会社）23.10.2001（2001-10-23） 全文	1-9
A	JP 2016-070966 A（住友電気工業株式会社）09.05.2016（2016-05-09） 全文、全図	1-9
A	WO 2022/190693 A1（住友電気工業株式会社）15.09.2022（2022-09-15） 全文、全図	1-9
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ 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、一般的技术水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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の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抵触するものではなく、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 13.02.2024	国際調査報告の発送日 27.02.2024	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 有田 恭子 4T 9540 電話番号 03-3581-1101 内線 3465	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/041878

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	09-142889	A	03.06.1997	WO	1997/019029	A1	
				全文			
JP	2022-533793	A	25.07.2022	WO	2020/239563	A1	
				全文			
JP	2001-294449	A	23.10.2001	(ファミリーなし)			
JP	2016-070966	A	09.05.2016	US	2017/0307814	A1	
				全文、全図			
				WO	2016/047002	A1	
				CN	106716208	A	
				KR	10-2017-0065580	A	
WO	2022/190693	A1	15.09.2022	(ファミリーなし)			