

(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11月21日(21.11.2024)



(10) 国際公開番号

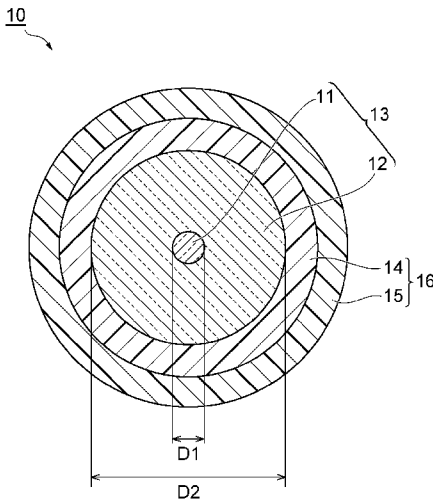
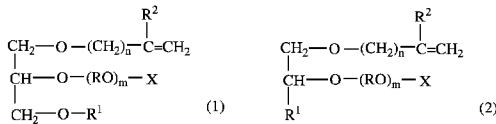
WO 2024/237212 A1

- (51) 国際特許分類:
C03C 25/1065 (2018.01) C08F 290/06 (2006.01)
C03C 25/24 (2018.01) G02B 6/44 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/017493
- (22) 国際出願日: 2024年5月10日(10.05.2024)
- (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 2023-080639 2023年5月16日(16.05.2023) 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: 本間 祐也(HOMMA Yuya); 〒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,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,

(54) Title: RESIN COMPOSITION, OPTICAL FIBER, OPTICAL FIBER MANUFACTURING METHOD, OPTICAL FIBER RIBBON, AND OPTICAL FIBER CABLE

(54) 発明の名称: 樹脂組成物、光ファイバ、光ファイバの製造方法、光ファイバリボン、および光ファイバケーブル



(57) Abstract: Provided is a resin composition for the primary coating of an optical fiber, the resin composition comprising a photopolymerizable compound containing a urethane (meth) acrylate and a reactive surfactant, and a photopolymerization initiator, wherein the reactive surfactant contains at least one selected from the group consisting of a compound represented by formula (1) and a compound represented by formula (2). (In the formulae: R represents an alkylene group having 2-4 carbon atoms; R¹ represents a hydrocarbon group having 1-20 carbon atoms; R² represents a hydrogen atom or a methyl group; X represents a hydrogen atom or an -SO₃NH₄ group; m represents an integer of 0-100; and n represents an integer of 0-12.)

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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 光ファイバのプライマリ被覆用の樹脂組成物は、ウレタン(メタ)アクリレートおよび反応性界面活性剤を含む光重合性化合物と、光重合開始剤とを含有する樹脂組成物であり、前記反応性界面活性剤が、下記式(1)で表される化合物および下記式(2)で表される化合物からなる群より選ばれる少なくとも1種を含む。(式中、Rは、炭素数2~4のアルキレン基を示し、R¹は、炭素数1~20の炭化水素基を示し、R²は、水素原子またはメチル基を示し、Xは水素原子または-SO₃NH₄基を示し、mは0~100の整数を示し、nは0~12の整数を示す。)

明 細 書

発明の名称：

樹脂組成物、光ファイバ、光ファイバの製造方法、光ファイバリボン、および光ファイバケーブル

技術分野

[0001] 本開示は、光ファイバのプライマリ被覆用の樹脂組成物、光ファイバ、光ファイバの製造方法、光ファイバリボン、および光ファイバケーブルに関する。

本出願は、2023年5月16日出願の日本出願第2023-080639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] 近年、データセンタ用途において、光ファイバの充填密度を高めた高密度ケーブルの需要が高まっている。一般的に、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備えている。被覆樹脂層は、例えば、ガラスファイバと接するプライマリ樹脂層と、プライマリ樹脂層の外層に形成されるセカンダリ樹脂層の2層から構成される。光ファイバの充填密度が高くなると、光ファイバに外力（側圧）が加わり、マイクロベンドロスが大きくなり易い。光ファイバの耐マイクロベンド特性を向上するために、プライマリ樹脂層のヤング率を低くすること、セカンダリ樹脂層のヤング率を高くすることが知られている。例えば、特許文献1～5には、ポリオールと、ジイソシアネートと、水酸基含有（メタ）アクリレートとの反応物であるウレタン（メタ）アクリレートを含有するプライマリ被覆用の樹脂組成物が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2009-197163号公報

特許文献2：特開 2012-111674 号公報

特許文献3：特開 2013-136783 号公報

特許文献4：特表 2013-501125 号公報

特許文献5：特開 2014-114208 号公報

発明の概要

[0004] 本開示の一態様に係る光ファイバのプライマリ被覆用の樹脂組成物は、ウレタン（メタ）アクリレートおよび反応性界面活性剤を含む光重合性化合物と、光重合開始剤とを含有する樹脂組成物であり、反応性界面活性剤が、後述の式（1）で表される化合物および後述の式（2）で表される化合物からなる群より選ばれる少なくとも 1 種を含む。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]図 1 は一実施形態に係る光ファイバを示す概略断面図である。
[図2]図 2 は一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。
[図3]図 3 は一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。
[図4]図 4 は一実施形態に係る光ファイバリボンの外観を示す平面図である。
[図5]図 5 は一実施形態に係る光ファイバケーブルを示す概略断面図である。
[図6]図 6 は一実施形態に係る光ファイバケーブル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]

プライマリ樹脂層のヤング率を低くすると、架橋密度が小さくなり、耐水性が劣ることがある。具体的には、光ファイバが水に浸漬されると、プライマリ樹脂層に水泡が生じ、伝送損失が増加し易くなる。光ファイバは、オイルを含んだジェリーに浸漬された状態でケーブルに収納されて使用されることがある。光ファイバをジェリーに浸漬すると、プライマリ樹脂層がオイルを吸収し、強度が低下して、欠陥（ボイド）が生じることがある。ボイドが生じると低温時に伝送損失が増加し易くなる。そのため、プライマリ樹脂層には、耐油性に優れることが求められる。

[0007] 本開示は、耐水性および耐油性に優れ、光ファイバのプライマリ被覆に好

適な樹脂層を形成することができる樹脂組成物、並びに耐水性および耐油性に優れる光ファイバを提供することを目的とする。

[0008] [本開示の効果]

本開示によれば、耐水性および耐油性に優れ、光ファイバのプライマリ被覆に好適な樹脂層を形成することができる樹脂組成物、並びに耐水性および耐油性に優れる光ファイバ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。

[0010] (1) 本開示の一態様に係る光ファイバのプライマリ被覆用の樹脂組成物は、ウレタン（メタ）アクリレートおよび反応性界面活性剤を含む光重合性化合物と、光重合開始剤とを含有する樹脂組成物であり、反応性界面活性剤が、後述の式（1）で表される化合物および後述の式（2）で表される化合物からなる群より選ばれる少なくとも1種を含む。このような樹脂組成物は、耐水性および耐油性に優れ、光ファイバのプライマリ被覆に好適な樹脂層を形成することができ、耐水性および耐油性に優れる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、光ファイバの耐水性、耐油性および低温特性の観点から、反応性界面活性剤の含有量は、樹脂組成物の総量100質量部を基準として、0.01質量部以上5.0質量部以下であってもよい。

[0012] (3) 上記（1）において、光ファイバの耐水性、耐油性および低温特性の観点から、反応性界面活性剤の含有量は、樹脂組成物の総量100質量部を基準として、0.05質量部以上3.5質量部以下であってもよい。

[0013] (4) 上記（1）から（3）のいずれかにおいて、樹脂組成物の硬化速度を向上する観点から、光重合性化合物は、N-ビニル化合物をさらに含み、N-ビニル化合物の含有量は、樹脂組成物の総量100質量部を基準として、1質量部以上15質量部以下であってもよい。

[0014] (5) 上記（1）から（4）のいずれかにおいて、光ファイバの低温特性および耐マイクロバンド特性を向上する観点から、上記樹脂組成物を、積算

光量 $10 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ および照度 $100 \text{ mW} / \text{cm}^2$ の条件で紫外線硬化させて得られた樹脂フィルムのヤング率は、 23°C で 0.10 MPa 以上 0.80 MPa 以下であってもよい。

[0015] (6) 上記 (5) において、光ファイバの低温特性および耐マイクロベン
ド特性を向上する観点から、樹脂フィルムのヤング率は、 23°C で 0.10 MPa 以上 0.60 MPa 以下であってもよい。

[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、プライマリ樹脂層が、上記 (1) から (6) 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、耐水性および耐油性に優れる。

[0017] (8) 本開示の一態様に係る光ファイバの製造方法は、コアおよびクラッドを含むガラスファイバの外周に、上記 (1) から (6) のいずれかに記載の樹脂組成物を塗布する塗布工程と、塗布工程の後に紫外線を照射することにより樹脂組成物を硬化させる硬化工程と、を含む。これにより、耐水性および耐油性に優れる光ファイバを作製することができる。

[0018] (9) 本開示の一態様に係る光ファイバリボン、上記 (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、耐水性および耐油性に優れ、光ファイバケーブル内に高密度に充填することができる。

[0019] (10) 本開示の一態様に係る光ファイバケーブルは、上記 (9) に記載の光ファイバリボンが、ケーブル内に収納されている。このような光ファイバケーブルは、耐水性および耐油性に優れる。

[0020] (11) 本開示の一態様に係る光ファイバケーブルは、上記 (7) に記載の光ファイバが、ケーブル内に複数収納されている。このような光ファイバケーブルは、耐水性および耐油性に優れる。

[0021] [本開示の実施形態の詳細]

本実施形態に係る樹脂組成物および光ファイバの具体例を、必要により図

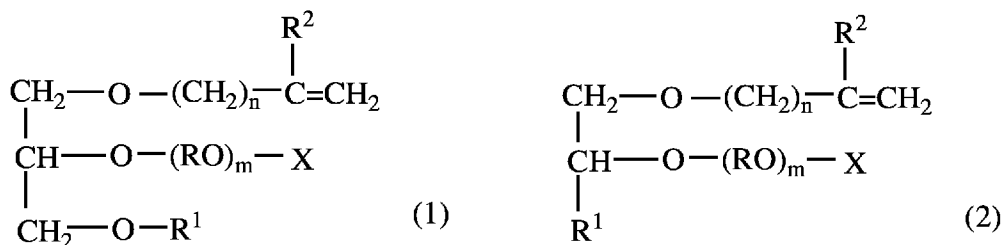
面を参照しつつ説明する。なお、本開示はこれらの例示に限定されず、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。以下の説明では、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。本明細書における（メタ）アクリレートとは、アクリレートまたはそれに対応するメタクリレートを意味し、（メタ）アクリロイル等の他の類似表現についても同様である。なお、本明細書中、ppmは質量比率を示す。

[0022] （樹脂組成物）

本実施形態に係る樹脂組成物は、ウレタン（メタ）アクリレートおよび反応性界面活性剤を含む光重合性化合物と、光重合開始剤とを含有する、光ファイバのプライマリ被覆用の樹脂組成物である。本実施形態に係る樹脂組成物は、紫外線硬化型樹脂組成物である。

[0023] 反応性界面活性剤は、下記式（１）で表される化合物および下記式（２）で表される化合物からなる群より選ばれる少なくとも１種を含む。本実施形態に係る反応性界面活性剤は、紫外線照射によって樹脂組成物が硬化する際の架橋に組み込まれるため、耐水性および耐油性に優れたプライマリ樹脂層を形成することができる。また、本実施形態に係る反応性界面活性剤は、プライマリ樹脂層に侵入してきた水およびオイルを分散させて光ファイバの伝送損失の増加を抑制することができる。

[0024] [化1]



[0025] 式（１）および式（２）において、Rは、炭素数２～４のアルキレン基を示し、R¹は、炭素数１～２０の炭化水素基を示し、R²は、水素原子またはメチル基を示し、Xは水素原子または－SO₃NH₄基を示し、mは０～１０の整数を示し、nは０～１２の整数を示す。mが２以上の場合、複数のR

は同じであっても異なってもよい。

[0026] Rで示される炭素数2～4のアルキレン基としては、例えば、エチレン基、プロピレン基およびブチレン基が挙げられる。耐水性および耐油性により優れる観点から、Rは、エチレン基であってもよい。R¹で示される炭化水素基の炭素数は、耐水性および耐油性により優れる観点から、5～20、8～18または10～15であってもよい。R¹で示される炭化水素基は、直鎖状、分岐鎖状または環状であってもよい。R¹で示される炭化水素基は、脂肪族炭化水素基または芳香族炭化水素基であってもよい。脂肪族炭化水素基としては、例えば、炭素数1～20のアルキル基が挙げられる。芳香族炭化水素基としては、例えば、アルキル基で置換されたフェニル基が挙げられる。アルキル基で置換されたフェニル基におけるアルキル基の炭素数は、1～14または1～10であってもよい。アルキル基で置換されたフェニル基としては、例えば、オクチルフェニル基およびノニルフェニル基が挙げられる。R²は、耐水性および耐油性により優れる観点から、水素原子であってもよい。mは、1～50、2～40、3～30、4～25または5～20の整数であってもよい。nは0～10、0～8、0～6、0～3または1～3の整数であってもよい。

[0027] 式(1)で表される化合物としては、例えば、株式会社ADEKA製アデカリアソープSR-10、SR-20、SR-1025、SR-2025、SR-3025、SE-10N、SE-1025A、ER-10、ER-20、ER-30、ER-40、NE-10、NE-20およびNE-30が挙げられる。式(2)で表される化合物としては、例えば、第一工業製薬株式会社製アクアロンKH-05、KH-10およびKH-20が挙げられる。

[0028] 反応性界面活性剤の含有量は、樹脂組成物の総量100質量部を基準として、0.01質量部以上、0.03質量部以上、0.05質量部以上、0.07質量部以上または0.09質量部以上であってもよく、5.0質量部以下、4.5質量部以下、4.0質量部以下、3.5質量部以下または3.0

質量部以下であってもよい。反応性界面活性剤の含有量は、樹脂組成物の総量100質量部を基準として、0.01質量部以上であると、光ファイバの耐水性および耐油性を向上し易くなり、5.0質量部以下であると、光ファイバの低温特性を向上し易くなる。耐水性、耐油性および低温特性により優れる観点から、反応性界面活性剤の含有量は、樹脂組成物の総量100質量部を基準として、0.01質量部以上5.0質量部以下、0.03質量部以上4.5質量部以下、0.05質量部以上4.0質量部以下、0.05質量部以上3.5質量部以下、0.07質量部以上3.5質量部以下、または0.09質量部以上3.0質量部以下であってもよい。

[0029] ウレタン（メタ）アクリレートは、ウレタン結合を有する光重合性化合物である。ウレタン（メタ）アクリレートとしては、例えば、ジオールと、ジイソシアネートと、水酸基含有（メタ）アクリレートとの反応物であるウレタン（メタ）アクリレート（以下、「ウレタン（メタ）アクリレート（A）」という場合がある。）を用いることができる。

[0030] ジオールとしては、例えば、ポリエーテルジオール、ポリエステルジオール、ポリカプロラクトンジオール、ポリカーボネートジオール、ポリブタジエンジオール、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。ポリエーテルジオールとしては、例えば、ポリテトラメチレングリコール（PTMG）、ポリエチレングリコール（PEG）、ポリプロピレングリコール（PPG）、PTMG-PPG-PTMGのブロック共重合体、PEG-PPG-PEGのブロック共重合体、PTMG-PEGのランダム共重合体、およびPTMG-PPGのランダム共重合体が挙げられる。プライマリ樹脂層のヤング率を調整し易い観点から、ジオールとして、ポリプロピレングリコールを用いてもよい。

[0031] プライマリ樹脂層に適したヤング率を得る観点から、ジオールの数平均分子量（ M_n ）は、1800以上20000以下、2000以上19000以下、または2500以上18500以下であってもよい。

[0032] ジイソシアネートとしては、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、ジシクロヘキシルメタンジイソシアネート、ジフェニルメタンジイソシアネート、ヘキサメチレンジイソシアネート、キシリレンジイソシアネート、水添キシリレンジイソシアネート、1, 5-ナフタレンジイソシアネート、ノルボルネンジイソシアネート、1, 5-ペンタメチレンジイソシアネート、テトラメチルキシリレンジイソシアネート、およびトリメチルヘキサメチレンジイソシアネートが挙げられる。

[0033] 水酸基含有（メタ）アクリレートとしては、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、2-ヒドロキシブチル（メタ）アクリレート、カプロラクトン（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシ-3-フェノキシプロピル（メタ）アクリレート、2-（メタ）アクリロイロキシエチル-2-ヒドロキシエチルフタル酸、2-ヒドロキシ- α -フェニルフェノールプロピル（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシ-3-メタクリルプロピルアクリレート、トリメチロールプロパンジ（メタ）アクリレート、およびペンタエリスリトールトリ（メタ）アクリレートが挙げられる。反応性の観点から、水酸基含有（メタ）アクリレートとして、2-ヒドロキシエチルアクリレートを用いてもよい。

[0034] ウレタン（メタ）アクリレートを合成する際の触媒として、有機スズ化合物を使用してもよい。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観点から、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用いてもよい。

[0035] ウレタン（メタ）アクリレートを合成する際は、重合禁止剤として、4-メトキシフェノールまたは2, 6-ジ-*tert*-ブチル-p-クレゾールを添加してもよい。

[0036] ウレタン（メタ）アクリレート（A）を調製する方法としては、例えば、

ジオールとジイソシアネートとを反応させて、イソシアネート基（NCO）末端プレポリマーを合成した後、水酸基含有（メタ）アクリレートに反応させる方法；ジイソシアネートと、水酸基含有（メタ）アクリレートに反応させた後、ジオールに反応させる方法；およびジオールとジイソシアネートと水酸基含有（メタ）アクリレートとを同時に反応させる方法が挙げられる。ウレタン（メタ）アクリレート（A）を調製する際には、必要に応じて、水酸基含有（メタ）アクリレートと1価アルコールまたは活性水素含有シラン化合物と混合して用いてもよい。

[0037] ウレタン（メタ）アクリレート（A）に、1価アルコールに基づく基を導入することで、光重合性基である（メタ）アクリロイル基の割合を低減し、プライマリ樹脂層のヤング率を低減することができる。

[0038] 1価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、および3-メチル-2-ブタノールが挙げられる。

[0039] ウレタン（メタ）アクリレート（A）に、活性水素含有シラン化合物に基づく基を導入することで、光重合性基である（メタ）アクリロイル基の割合を低減し、プライマリ樹脂層のヤング率を低減することができ、ガラスファイバとの密着力を向上することができる。

[0040] 活性水素含有シラン化合物としては、例えば、N-2-（アミノエチル）-3-アミノプロピルメチルジメトキシシラン、N-2-（アミノエチル）-3-アミノプロピルトリメトキシシラン、3-アミノプロピルトリメトキシシラン、3-アミノプロピルトリエトキシシラン、3-トリエトキシシリル-N-（1,3-ジメチル-2-ブチリデン）プロピルアミン、N-フェニル-3-アミノプロピルトリメトキシシラン、3-メルカプトプロピルメチルジメトキシシラン、および3-メルカプトプロピルトリメトキシシランが挙げられる。

- [0041] ジオールとジイソシアネートとを反応させる際のNCOとOHとのモル比(NCO/OH)は、1.1以上4.0以下、1.2以上3.5以下、または1.4以上3.0以下であってもよい。NCO末端プレポリマーのNCOに対する、水酸基含有(メタ)アクリレートのモル比は、1.00以上1.15以下、または1.03以上1.10以下であってもよい。水酸基含有(メタ)アクリレートを活性水素含有シラン化合物または1価アルコールと混合して用いる場合は、NCO末端プレポリマーのNCOに対する、水酸基含有(メタ)アクリレート、活性水素含有シラン化合物、および1価アルコールの合計のモル比は、1.00以上1.15以下、または1.03以上1.10以下であってもよく、NCO末端プレポリマーのNCOに対する、活性水素含有シラン化合物および1価アルコールの合計のモル比は、0.01以上0.5以下であってもよい。
- [0042] ウレタン(メタ)アクリレートは、ポリオキシアルキレンモノアルキルエーテルと、ジイソシアネートと、水酸基含有(メタ)アクリレートとの反応物である、ウレタン(メタ)アクリレート(以下、「ウレタン(メタ)アクリレート(B)」という場合がある。)を更に含んでもよい。
- [0043] ポリオキシアルキレンモノアルキルエーテルは、オキシアルキレン基、アルコキシ基および水酸基を有する化合物である。ポリオキシアルキレンモノアルキルエーテルとしては、例えば、ポリオキシエチレンオレイルエーテル、ポリオキシエチレンラウリルエーテル、ポリオキシエチレンセチルエーテル、ポリオキシエチレンステアリルエーテル、ポリオキシエチレンアルキル(C₁₂~C₁₄)エーテル、ポリオキシエチレントリデシルエーテル、ポリオキシエチレンミリスチルエーテル、ポリオキシエチレンイソステアリルエーテル、ポリオキシエチレンオクチルドデシルエーテル、ポリオキシエチレンコレステリルエーテル、ポリオキシプロピレンブチルエーテル、ポリオキシプロピレンミリスチルエーテル、ポリオキシプロピレンセチルエーテル、ポリオキシプロピレンステアリルエーテル、ポリオキシプロピレンラノリンアルコールエーテル、ポリオキシエチレンポリオキシプロピレンブチルエーテ

ル、ポリオキシエチレンポリオキシプロピレンラウリルエーテル、ポリオキシエチレンポリオキシプロピレンセチルエーテル、ポリオキシエチレンポリオキシプロピレンステアリルエーテル、およびポリオキシエチレンポリオキシプロピレンデシルテトラデシルエーテルが挙げられる。

[0044] 樹脂組成物の相溶性の観点から、ポリオキシアルキレンモノアルキルエーテルは、ポリオキシプロピレンモノブチルエーテルであってもよい。

[0045] プライマリ樹脂層に適したヤング率を得る観点から、ポリオキシアルキレンモノアルキルエーテルの M_n は、2000以上、2100以上または2200以上であってもよく、10000以下、8000以下または7000以下であってもよい。

[0046] ジオールおよびポリオキシアルキレンモノアルキルエーテルの M_n は、JIS K 0070に基づいて水酸基価を測定し、以下の式から算出することができる。ジオールの官能基数は2、ポリオキシアルキレンモノアルキルエーテルの官能基数は1である。

$$M_n = 56.1 \times \text{官能基数} \times 1000 / \text{水酸基価}$$

[0047] ウレタン（メタ）アクリレート（A）の M_n は、プライマリ樹脂層に適したヤング率を得る観点から、6000以上50000以下、8000以上45000以下、9000以上40000以下、または10000以上30000以下であってもよい。ウレタン（メタ）アクリレート（A）の重量平均分子量（ M_w ）は、6000以上80000以下、8000以上70000以下、10000以上60000以下、または15000以上40000以下であってもよい。ウレタン（メタ）アクリレート（B）の M_n は、4000以上20000以下、5000以上18000以下、または6000以上15000以下であってもよい。ウレタン（メタ）アクリレート（B）の M_w は、4000以上30000以下、4500以上25000以下、または5000以上20000以下であってもよい。

[0048] ウレタン（メタ）アクリレート（A）およびウレタン（メタ）アクリレート（B）の M_n および M_w は、ゲル浸透クロマトグラフィー（GPC）によ

り測定することができる。

[0049] プライマリ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（A）の含有量は、樹脂組成物の総量100質量部を基準として、15質量部以上85質量部以下、20質量部以上80質量部以下、または25質量部以上75質量部以下であってもよい。

[0050] ウレタン（メタ）アクリレート（B）の含有量は、樹脂組成物の総量100質量部を基準として、0質量部以上70質量部以下、10質量部以上65質量部以下、または20質量部以上60質量部以下であってもよい。

[0051] ウレタン（メタ）アクリレートの含有量は、樹脂組成物の総量100質量部を基準として、30質量部以上90質量部以下、40質量部以上80質量部以下、または45質量部以上75質量部以下であってもよい。

[0052] 本実施形態に係る光重合性化合物は、反応性界面活性剤およびウレタン（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。モノマーとしては、例えば、（メタ）アクリル酸エステル、N-ビニル化合物、および（メタ）アクリルアミド化合物が挙げられる。モノマーは、光重合性のエチレン性不飽和基を1つ有する単官能モノマーであってもよく、エチレン性不飽和基を2つ以上有する多官能モノマーであってもよい。

[0053] 単官能の（メタ）アクリル酸エステルとしては、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、t-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、フェノキシエチル（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、環状トリメチロールプロパンホルマールアクリレート、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、メトキシポリエチレングリコール（メタ）アクリレート、ブトキシ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、3-フェノキシベンジル（メタ）アクリレート、メチルフェノキシエチル（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、m-フェノキシベンジル（メタ）アクリレート、2-（2-エトキシエトキシ）エチル（メタ）アクリレート、2-ヒドロキシ-3-フェノキシプロピルアクリレート、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、および ω -カルボキシ-ポリカプロラクトン（メタ）アクリレートが挙げられる。

[0054] 多官能の（メタ）アクリル酸エステルとしては、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、トリエチレングリコールジ（メタ）アクリレート、シクロヘキサンジメタノールジ（メタ）アクリレート、ジプロピレングリコールジ（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, 3-ブチレングリコールジ（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、ジエチレングリコールジ（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, 1

6-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、トリシクロデカノールジ(メタ)アクリレート、9,9-ビス[4-(2-ヒドロキシエトキシ)フェニル]フルオレンジ(メタ)アクリレート、ビスフェノールAエポキシジ(メタ)アクリレート、ビスフェノールFエポキシジ(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、ビスフェノールFのEO付加物ジ(メタ)アクリレート、ビスフェノールAのPO付加物ジ(メタ)アクリレート、ビスフェノールFのPO付加物ジ(メタ)アクリレート等の2官能モノマー；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、カプロラクトン変性トリリス[(メタ)アクリロイルオキシエチル]イソシアヌレート等の3官能以上のモノマーが挙げられる。

[0055] (メタ)アクリルアミド化合物としては、例えば、ジメチル(メタ)アクリルアミド、ジエチル(メタ)アクリルアミド、(メタ)アクリロイルモルホリン、ヒドロキシメチル(メタ)アクリルアミド、ヒドロキシエチル(メタ)アクリルアミド、イソプロピル(メタ)アクリルアミド、ジメチルアミノプロピル(メタ)アクリルアミド、ジメチルアミノプロピルアクリルアミド

ド・塩化メチル塩、ダイアセトンアクリルアミド、（メタ）アクリロイルピペリジン、（メタ）アクリロイルピロリジン、（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－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、およびN－メチロールプロパン（メタ）アクリルアミドが挙げられる。

[0056] N－ビニル化合物としては、例えば、N－ビニルピロリドン、N－ビニルカプロラクタム、N－ビニルメチルオキサゾリジノン、N－ビニルイミダゾール、およびN－ビニル－N－メチルアセトアミドが挙げられる。

[0057] 光重合性化合物がN－ビニル化合物を含むことで、樹脂組成物の硬化速度を向上させることができる。N－ビニル化合物としては、N－ビニルカプロラクタムおよびN－ビニルメチルオキサゾリジノンから選ばれる少なくとも1種を含んでもよい。N－ビニル化合物の含有量は、樹脂組成物の総量100質量部を基準として、1質量部以上15質量部以下、2質量部以上14質量部以下、または3質量部以上13質量部以下であってもよい。

[0058] モノマーの含有量は、樹脂組成物の総量100質量部を基準として、5質量部以上70質量部以下、10質量部以上60質量部以下、または15質量部以上50質量部以下であってもよい。

[0059] 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（Omni rad 651、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）、エチル（2，4，6－トリメチルベンゾイル）－フェニルホスフィネート（Omni rad TPO－L、IGM Resins社製）、2－ベンジル－2－ジメチルアミノ－4’－モルホリノブチロフェノン（Omni rad 369、IGM Resins社製）、2－ジメチルアミノ－2－（4－メチル－ベンジル）－1－（4－モルホリン－4－イル

ーフェニル)ーブタンー1ーオン (Omni rad 379、IGM Resins社製)、ビス(2, 4, 6ー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)、および2ーメチルー1ー[4ー(メチルチオ)フェニル]ー2ーモルホリノプロパンー1ーオン (Omni rad 907、IGM Resins社製)が挙げられる。

[0060] 光重合開始剤は、1種を単独でまたは2種以上を混合して用いてもよい。樹脂組成物の速硬化性に優れる観点から、光重合開始剤として、2, 4, 6ートリメチルベンゾイルジフェニルホスフィンオキシドを使用してもよい。

[0061] 光重合開始剤の含有量は、樹脂組成物の総量100質量部を基準として0.1質量部以上5質量部以下、0.3質量部以上4質量部以下、または0.4質量部以上3質量部以下であってもよい。

[0062] 本実施形態に係る樹脂組成物は、増感剤、光酸発生剤、シランカップリング剤、レベリング剤、消泡剤、酸化防止剤、紫外線吸収剤等を更に含有してもよい。

[0063] 増感剤としては、例えば、9, 10ージブトキシアントラセン、9, 10ージエトキシアントラセン、9, 10ージプロポキシアントラセン、9, 10ービス(2ーエチルヘキシルオキシ)アントラセン等のアントラセン化合物、2, 4ージエチルチオキサントン、2, 4ージエチルチオキサンテンー9ーオン、2ーイソプロピルチオキサントン、4ーイソプロピルチオキサントン等のチオキサントン化合物、トリエタノールアミン、メチルジエタノールアミン、トリイソプロパノールアミン等のアミン化合物、ベンゾイン化合物、アントラキノン化合物、ケタール化合物、およびベンゾフェノン化合物が挙げられる。

[0064] 光酸発生剤としては、 A^+B^- の構造を有するオニウム塩を用いてもよい。光酸発生剤としては、例えば、CPI-100P、101A、110P、200K、210S、310B、410S (サンアプロ株式会社製)、Omnicat 270、290 (IGM Resins社製)等のスルホニウム

塩、CPI-1K-1（サンアプロ株式会社製）、Omnicat 250（IGM Resins社製）、WPI-113、116、124、169、170（富士フイルム和光純薬株式会社製）等のヨードニウム塩が挙げられる。

[0065] 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 -メトキシーエトキシ）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-（メタ）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モイ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。

[0066] 本実施形態に係る樹脂組成物の25℃での粘度は、塗工性の観点から、0.5 Pa·s以上20 Pa·s以下、0.8 Pa·s以上18 Pa·s以下、または1 Pa·s以上15 Pa·s以下であってもよい。樹脂組成物の25℃における粘度は、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の条件で測定することができる。

[0067] 樹脂組成物を積算光量10 mJ/cm²および照度100 mW/cm²の条

件で紫外線硬化させて得られた樹脂フィルムのヤング率は、 23°C で 0.10MPa 以上 0.80MPa 以下であってもよい。樹脂フィルムのヤング率が 0.10MPa 以上であると、光ファイバの低温特性を向上し易くなり、樹脂フィルムのヤング率が 0.80MPa 以下であると、光ファイバの耐マイクロベンド特性を向上し易くなる。樹脂フィルムのヤング率は、光ファイバの低温特性の観点から、 23°C で 0.15MPa 以上または 0.20MPa 以上であってもよく、光ファイバの耐マイクロベント特性の観点から、 23°C で 0.70MPa 以下、 0.60MPa 以下または 0.50MPa 以下であってもよい。光ファイバの低温特性および耐マイクロベント特性の観点から、樹脂フィルムのヤング率は、 23°C で 0.10MPa 以上 0.60MPa 以下、 0.10MPa 以上 0.50MPa 以下、 0.15MPa 以上 0.50MPa 以下、または 0.20MPa 以上 0.50MPa 以下であってもよい。樹脂フィルムのヤング率は、実施例に記載の方法により求めることができる。

[0068] (光ファイバ)

図1は、一実施形態に係る光ファイバを示す概略断面図である。光ファイバ10は、コア11およびクラッド12を含むガラスファイバ13と、ガラスファイバ13の外周に設けられたプライマリ樹脂層14およびセカンダリ樹脂層15を含む被覆樹脂層16とを備えている。

[0069] クラッド12はコア11を取り囲んでいる。コア11およびクラッド12は石英ガラス等のガラスを主に含み、例えば、コア11にはゲルマニウムを添加した石英ガラス、または、純石英ガラスを用いることができ、クラッド12には純石英ガラス、または、フッ素が添加された石英ガラスを用いることができる。

[0070] 図1において、例えば、ガラスファイバ13の外径($D2$)は $100\mu\text{m}$ から $125\mu\text{m}$ 程度であり、ガラスファイバ13を構成するコア11の直径($D1$)は、 $7\mu\text{m}$ から $15\mu\text{m}$ 程度である。被覆樹脂層16の厚さは、通常、 $22\mu\text{m}$ から $70\mu\text{m}$ 程度である。プライマリ樹脂層14およびセカン

ダリ樹脂層 15 の各層の厚さは、 $5\ \mu\text{m}$ から $50\ \mu\text{m}$ 程度であってもよい。

[0071] ガラスファイバ 13 の外径が $125\ \mu\text{m}$ 程度で、被覆樹脂層 16 の厚さが $60\ \mu\text{m}$ 以上 $70\ \mu\text{m}$ 以下の場合、プライマリ樹脂層 14 およびセカンダリ樹脂層 15 の各層の厚さは、 $10\ \mu\text{m}$ から $50\ \mu\text{m}$ 程度であってもよく、例えば、プライマリ樹脂層 14 の厚さが $35\ \mu\text{m}$ で、セカンダリ樹脂層 15 の厚さが $25\ \mu\text{m}$ であってもよい。光ファイバ 10 の外径は、 $245\ \mu\text{m}$ から $265\ \mu\text{m}$ 程度であってもよい。

[0072] ガラスファイバ 13 の外径が $125\ \mu\text{m}$ 程度で、被覆樹脂層 16 の厚さが $20\ \mu\text{m}$ 以上 $48\ \mu\text{m}$ 以下の場合、プライマリ樹脂層 14 およびセカンダリ樹脂層 15 の各層の厚さは、 $8\ \mu\text{m}$ から $38\ \mu\text{m}$ 程度であってもよく、例えば、プライマリ樹脂層 14 の厚さが $25\ \mu\text{m}$ で、セカンダリ樹脂層 15 の厚さが $10\ \mu\text{m}$ であってもよい。光ファイバ 10 の外径は、 $165\ \mu\text{m}$ から $221\ \mu\text{m}$ 程度であってもよい。

[0073] ガラスファイバ 13 の外径が $100\ \mu\text{m}$ 程度で、被覆樹脂層 16 の厚さが $22\ \mu\text{m}$ 以上 $37\ \mu\text{m}$ 以下の場合、プライマリ樹脂層 14 およびセカンダリ樹脂層 15 の各層の厚さは、 $5\ \mu\text{m}$ から $32\ \mu\text{m}$ 程度であってもよく、例えば、プライマリ樹脂層 14 の厚さが $25\ \mu\text{m}$ で、セカンダリ樹脂層 15 の厚さが $10\ \mu\text{m}$ であってもよい。光ファイバ 10 の外径は、 $144\ \mu\text{m}$ から $174\ \mu\text{m}$ 程度であってもよい。

[0074] 本実施形態に係る光ファイバの製造方法は、コアおよびクラッドを含むガラスファイバの外周に、上記樹脂組成物を塗布する塗布工程と、塗布工程の後に紫外線を照射することにより樹脂組成物を硬化させる硬化工程と、を含む。本実施形態に係る樹脂組成物は、プライマリ樹脂層に適用することで、耐水性および耐油性に優れる光ファイバを作製することができる。

[0075] プライマリ樹脂層のヤング率は、光ファイバの耐マイクロベンド特性を向上する観点から、 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ で $0.80\ \text{MPa}$ 以下、 $0.70\ \text{MPa}$ 以下、 $0.60\ \text{MPa}$ 以下または $0.50\ \text{MPa}$ 以下であってもよい。プライマリ樹脂層のヤング率が $0.80\ \text{MPa}$ 以下であると、外力がガラスファイバ

に伝わり難くなり、マイクロバンドによる伝送損失の増加を抑制することができる。プライマリ樹脂層のヤング率は、光ファイバの低温特性を向上する観点から、 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ で 0.10MPa 以上、 0.15MPa 以上、または 0.20MPa 以上であってもよい。

[0076] プライマリ樹脂層のヤング率は、 23°C でのPullout Modulus (POM) 法により測定することができる。光ファイバの2箇所を2つのチャック装置で固定し、2つのチャック装置の間の被覆樹脂層（プライマリ樹脂層およびセカンダリ樹脂層）部分を除去し、次いで、一方のチャック装置を固定し、他方のチャック装置を固定したチャック装置の反対方向に緩やかに移動させる。光ファイバにおける移動させるチャック装置に挟まれている部分の長さを L 、チャックの移動量を Z 、プライマリ樹脂層の外径を D_p 、ガラスファイバの外径を D_f 、プライマリ樹脂層のポアソン比を n 、チャック装置の移動時の荷重を W とした場合、下記式からプライマリ樹脂層のヤング率を求めることができる。

$$\text{ヤング率 (MPa)} = ((1+n) W / \pi L Z) \times \ln (D_p / D_f)$$

[0077] セカンダリ樹脂層15は、例えば、ウレタン（メタ）アクリレートを含む光重合性化合物、光重合開始剤等を含有する樹脂組成物を硬化させて形成することができる。セカンダリ樹脂層を形成する樹脂組成物は、プライマリ被覆用の樹脂組成物と異なる組成を有している。セカンダリ被覆用の樹脂組成物は、従来公知の技術を用いて調製することができる。

[0078] 光ファイバの耐マイクロバンド特性を向上する観点から、セカンダリ樹脂層のヤング率は、 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ で 800MPa 以上、 1000MPa 以上または 1200MPa 以上であってもよい。セカンダリ樹脂層のヤング率の上限値は特に制限されないが、セカンダリ樹脂層に適度の靱性を付与する観点から、 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ で 3000MPa 以下、 2500MPa 以下または 2000MPa 以下であってもよい。

[0079] セカンダリ樹脂層のヤング率は、以下の方法で測定することができる。まず、光ファイバをアセトンとエタノールとの混合溶剤に浸漬し、被覆樹脂層

のみを筒状に抜き出す。この際、プライマリ樹脂層とセカンダリ樹脂層は一体となっているが、プライマリ樹脂層のヤング率はセカンダリ樹脂層の $1/10000$ 以上 $1/1000$ 以下のヤング率であるため、プライマリ樹脂層のヤング率は無視することができる。次に、被覆樹脂層から真空乾燥により溶剤を除いた後、 23°C で引張試験（引張速度は 1 mm/分 ）を行い、 2.5% 歪の割線式によりヤング率を求めることができる。

[0080] 本実施形態に係る光ファイバの製造方法は、プライマリ被覆用の樹脂組成物として本実施形態に係る樹脂組成物を使用することにより、耐水性および耐油性だけでなく、耐マイクロベンド特性および低温特性に優れる光ファイバを製造することができる。

[0081] （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。光ファイバリボンは、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。

[0082] 図2は一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10と、光ファイバ10がリボン用樹脂により（一体的に）被覆されて連結された連結樹脂層40とを有している。図2では、一例として4本の光ファイバ10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。

[0083] 光ファイバ10は接して並列された状態で一体化されていてもよく、一部または全部の光ファイバ10が一定間隔をあけて並列された状態で一体化されていてもよい。隣り合う光ファイバ10同士の中心間距離Fは、 $220\mu\text{m}$ 以上 $280\mu\text{m}$ 以下であってもよい。中心間距離を $220\mu\text{m}$ 以上 $280\mu\text{m}$ 以下とした場合は、既存のV溝に光ファイバを載せ易く、一括融着性に優れる光ファイバリボンを得ることができる。光ファイバリボン100の厚さTは、光ファイバ10の外径にもよるが、 $164\mu\text{m}$ 以上 $285\mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0084] 図3は、光ファイバが一定間隔をあけて並列された状態で一体化された光

ファイバリボンの一例を示す概略断面図である。図3に示す光ファイバリボン100Aは、2本の光ファイバ10がリボン用樹脂により一定の間隔をあけて12本連結されている。リボン用樹脂は、連結樹脂層40を形成している。

[0085] 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10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。

[0086] 光ファイバ10が一定間隔をあけて並列されている場合、すなわち隣り合う光ファイバ10が接することなくリボン用樹脂を介して接合されている場合、光ファイバ10同士における連結部の厚さは、 $150\mu\text{m}$ 以上 $220\mu\text{m}$ 以下であってもよい。光ファイバリボンケーブルに収納する際に変形し易い観点から、光ファイバリボンは、光ファイバの連結部に凹みを有していてもよい。凹みは、連結部の一方側の面に角度が狭くなる三角形状に形成されていてもよい。

[0087] 本実施形態に係る光ファイバリボンは、長手方向および幅方向に間欠的に連結部と非連結部とを有してもよい。図4は、一実施形態に係る光ファイバリボンの外観を示す平面図である。光ファイバリボン100Bは、複数本の光ファイバと、複数の連結部20と、非連結部（分断部）21とを有している。非連結部21は、光ファイバリボンの長手方向に間欠的に形成されている。光ファイバリボン100Bは、2本の光ファイバ10A毎に、連結部20と非連結部21とが長手方向に間欠的に設けられた間欠連結型の光ファイバリボンである。「連結部」とは、隣り合う光ファイバが連結樹脂層を介して一体化している部分をいい、「非連結部」とは、隣り合う光ファイバが連結樹脂層を介して一体化しておらず、光ファイバ間にギャップがある部分という。

[0088] 上記構成を有する光ファイバリボンには、2心毎に設けられた連結部20

に非連結部 21 が間欠的に設けられているので、光ファイバリボンを變形し易い。よって、光ファイバリボンに光ファイバケーブルに実装する際に、容易に丸めて実装できるので、高密度実装に適した光ファイバリボンとすることができる。また、非連結部 21 を起点として連結部 20 を容易に裂くことができるので、光ファイバリボンにおける光ファイバ 10 の単心分離が容易になる。

[0089] 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、耐水性および耐油性だけでなく、耐マイクロベンド特性および低温特性に優れ、光ファイバケーブル内に高密度に充填することができる。

[0090] (光ファイバケーブル)

本実施形態に係る光ファイバケーブルは、上記光ファイバリボンがケーブル内に収納されている。光ファイバケーブルとしては、例えば、複数のスロット（溝）を有するスロット型の光ファイバケーブルが挙げられる。スロット内には、上記光ファイバリボンを、各スロットにおける実装密度が 25% から 65% 程度となるように実装することができる。実装密度とは、スロットの断面積に対するスロット内に実装される光ファイバリボンの断面積の割合を意味する。本実施形態に係る光ファイバケーブルは、上記複数の光ファイバをリボン用樹脂で被覆せずにケーブル内に収納した態様であってもよい。

[0091] 本実施形態に係る光ファイバケーブルの一例について、図 5 および 6 を参照しつつ説明する。図 5 および 6 では、間欠連結型の光ファイバリボンを収納しているが、リボン用樹脂で被覆されていない光ファイバを複数本束ねた状態で収納してもよい。

[0092] 図 5 は、上述した間欠連結型の光ファイバリボン 100B を使用するスロットレス型の光ファイバケーブル 60 の概略断面図である。光ファイバケーブル 60 は、円筒型のチューブ 61 と、複数の光ファイバリボン 100B とを有する。複数の光ファイバリボン 100B は、アラミド繊維等の介在 62 で束ねられていてもよい。また、複数の光ファイバリボン 100B は、それ

ぞれ異なるマーキングを有していてもよい。光ファイバケーブル60は、束ねられた複数の光ファイバリボン100Bを撚り合わせ、その周囲にチューブ61となる樹脂を押し出し成形し、テンションメンバ63と共に外被64を被せて形成された構造となっている。防水性が要求される場合は、吸水ヤーンをチューブ61の内側に挿入してもよい。チューブ61は、例えば、ポリブチレンテレフタレート、高密度ポリエチレン等の樹脂を用いて形成することができる。チューブ61の外側には、引き裂き紐65を設けてもよい。

[0093] 図6は、上述した間欠連結型の光ファイバリボン100Bを使用するスロット型の光ファイバケーブル70の概略断面図である。光ファイバケーブル70は、複数のスロット71を有するスロットロッド72と、複数の光ファイバリボン100Bとを有する。光ファイバケーブル70は、中央にテンションメンバ73を有するスロットロッド72に、放射状に複数のスロット71が設けられた構造となっている。複数のスロット71は、光ファイバケーブル70の長手方向に螺旋状またはS Z状に撚られた形状で設けられていてもよい。各スロット71には、並列状態からばらされて密集状態にされた光ファイバリボン100Bがそれぞれ複数収納されている。各光ファイバリボン100Bは、識別用のバンドル材で束ねられていてもよい。スロットロッド72の周囲には押さえ巻きテープ74が巻かれ、押さえ巻きテープ74の周囲には外被75が形成されている。

[0094] 本実施形態に係る光ファイバまたは光ファイバリボンを備える光ファイバケーブルは、耐水性および耐油性だけでなく、耐マイクロベンド特性および低温特性に優れる。

実施例

[0095] 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。なお、本開示はこれら実施例に限定されない。

[0096] [ウレタンアクリレート (A) の合成]
(A-1)

反応釜にMn 3000のポリプロピレングリコール（三洋化成工業株式会社製、製品名：サンニックス PP-3000）と2,4-トリレンジイソシアネート（TDI）とを、NCOとOHのモル比（NCO/OH）が1.5になるように投入した。続いて、触媒として、ジブチルスズジラウレート（DBTL）を最終的な全仕込み量に対して、200 ppmを添加し、重合禁止剤として、2,6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾール（BHT）を最終的な全仕込み量に対して、500 ppm添加した。その後、60℃で1時間反応させ、NCO末端プレポリマーを調製した。次に、NCO末端プレポリマーのNCOに対して、メタノールのOHのモル比（MeOH/NCO）が0.2となるようにメタノールを添加し、2-ヒドロキシエチルアクリレート（HEA）のOHのモル比が0.85となるようにHEAを添加し、60℃で1時間反応させて、ウレタンアクリレート（A-1）を得た。ウレタンアクリレート（A-1）は、Mnが13100であり、Mwが17700であった。

[0097] (A-2)

反応釜にMn 4000のポリプロピレングリコール（三洋化成工業株式会社製、製品名：サンニックス PP-4000）とTDIとを、NCO/OHが1.5になるように投入した。続いて、触媒として、ジブチルスズジラウレート（DBTL）を最終的な全仕込み量に対して、200 ppmを添加し、重合禁止剤として、BHTを最終的な全仕込み量に対して、500 ppm添加した。その後、60℃で1時間反応させ、NCO末端プレポリマーを調製した。次に、NCO末端プレポリマーのNCOに対して、HEAのOHのモル比が1.05となるようにHEAを添加し、60℃で1時間反応させて、ウレタンアクリレート（A-2）を得た。ウレタンアクリレート（A-2）は、Mnが18100であり、Mwが23400であった。

[0098] ポリプロピレングリコールのMnは、水酸基価から求めた値であり、各商品のカタログに記載された値である。ウレタンアクリレートのMnおよびMwは、Waters製のACQUITY APC RIシステムを用い、サ

ンプル濃度：0.2質量％THF溶液、注入量：20 μ L、サンプル温度：15℃、移動相：THF、有機溶媒用XTカラム：粒子径2.5 μ m、ポアサイズ450Å、カラム内径4.6×カラム長150mm+粒子径2.5 μ m、ポアサイズ125Å、カラム内径4.6×カラム長150mm+粒子径1.7 μ m、ポアサイズ45Å、カラム内径4.6×カラム長150mm、カラム温度：40℃、流速：0.8mL／分の条件で測定した。

[0099] プライマリ被覆用の樹脂組成物のモノマーとして、ノニルフェノールポリエチレングリコールアクリレート（Miwon製、製品名：Miramer M164）、アクリロイルモルホリン（ACMO）、およびN-ビニルカプロラクタム（NVC L）を準備した。光重合開始剤として、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）を準備した。シランカップリング剤として、3-アクリロキシプロピルトリメトキシシラン（APTMS）を準備した。反応性界面活性剤として、表1に示す式（1）で表される化合物および式（2）で表される化合物を準備した。その他の界面活性剤として、ソルビタンモノオレエート（花王株式会社製、製品名：レオドールAO-10V）およびテトラオレイン酸ポリオキシエチレンソルビット（花王株式会社製、製品名：レオドール460V）を準備した。

[0100] [表1]

	製品名	R	R ¹	R ²	X	n	m	メーカー
式(1)で表される化合物	アデカリアソープNE-10	エチレン基	ノニルフェニル基	H	H	1	10	株式会社ADEKA
	アデカリアソープNE-20	エチレン基	ノニルフェニル基	H	H	1	20	株式会社ADEKA
	アデカリアソープSE-10N	エチレン基	ノニルフェニル基	H	SO ₃ NH ₄	1	10	株式会社ADEKA
	アデカリアソープER-10	エチレン基	アルキル基	H	H	1	10	株式会社ADEKA
	アデカリアソープSR-10	エチレン基	アルキル基	H	SO ₃ NH ₄	1	10	株式会社ADEKA
式(2)で表される化合物	アクアロンKH-05	エチレン基	アルキル基	H	SO ₃ NH ₄	1	5	第一工業製薬株式会社
	アクアロンKH-10	エチレン基	アルキル基	H	SO ₃ NH ₄	1	10	第一工業製薬株式会社
	アクアロンKH-20	エチレン基	アルキル基	H	SO ₃ NH ₄	1	20	第一工業製薬株式会社

[0101] [プライマリ被覆用の樹脂組成物]

表2および表3に示す配合量（質量部）で各成分を混合して、各試験例のプライマリ被覆用の樹脂組成物を作製した。試験例1～14は実施例に相当し、試験例15～17は比較例に相当する。

[0102] [樹脂フィルム]

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（Dバルブ、ヘレウス製）を用いて、積算光量 $10\text{ mJ}/\text{cm}^2$ および照度 $100\text{ mW}/\text{cm}^2$ の条件で硬化させ、PETフィルム上に厚み $200\text{ }\mu\text{m}$ の樹脂フィルムを形成した。PETフィルムから剥がし、樹脂フィルムを得た。

[0103] (ヤング率)

樹脂フィルムをJIS K 7127 タイプ5のダンベル形状に打ち抜き、 23°C 、 $50\pm 10\%\text{ RH}$ の条件下で、引張試験機を用いて $1\text{ mm}/\text{分}$ の引張速度、標線間距離 25 mm の条件で引張り、応力-歪み曲線を得た。2.5%歪の割線式により求めた応力を樹脂フィルムの断面積で割ることで、樹脂フィルムのヤング率を求めた。その結果を下記表2および3に示す。

[0104] [セカンダリ被覆用の樹脂組成物]

Mn600のポリプロピレングリコール（三洋化成工業株式会社製、製品名：PP-600）とTDIとをNCO/OHが2.0で反応させ、NCO末端プレポリマーを調製した。触媒として、ジブチルスズジラウレートを最終的な全仕込み量に対して、 200 ppm 添加し、重合禁止剤として、BHTを最終的な全仕込み量に対して、 500 ppm 添加した。次に、NCO末端プレポリマーのNCOに対して、HEAのOHのモル比が1.05となるようにHEAを添加し、 60°C で1時間反応させて、ウレタンアクリレート（Z-1）を得た。ウレタンアクリレート（Z-1）は、Mnが2300であり、Mwが2700であった。

[0105] ウレタンアクリレート（Z-1）を25質量部、トリプロピレングリコールジアクリレートを36質量部、ビスコート#540（大阪有機化学工業株式会社製）を37質量部、Omni rad TPOを1質量部、1-ヒドロ

キシシクロヘキシルフェニルケトン（Omni rad 184）を1質量部混合して、セカンダリ被覆用の樹脂組成物を得た。

[0106] [光ファイバ]

直径125 μ mのガラスファイバ13の外周面に、プライマリ被覆用の樹脂組成物とセカンダリ被覆用の樹脂組成物とをそれぞれ塗布した。次いで、紫外線を照射することでそれぞれの樹脂組成物を硬化し、プライマリ樹脂層14およびセカンダリ樹脂層15を備える被覆樹脂層16を形成し、光ファイバ10を作製した。プライマリ樹脂層14の厚さを20 μ m、セカンダリ樹脂層15の厚さを15 μ mとし、外径195 μ mの光ファイバを得た。光ファイバの作製は、製造速度3000m/分で行った。

[0107] (耐水性)

光ファイバ10を、被覆樹脂層16全体が完全に浸るように23℃の水に浸漬し、1550nmの波長の光の伝送損失をOTDR（Optical Time Domain Reflectometer）法により測定した。次いで、120日間浸漬した後、1550nmの波長の光の伝送損失をOTDR法により測定した。伝送損失の増加が0.03dB/km未満を「A」、0.03dB/km以上0.05dB/km未満を「B」、0.05dB/km以上を「C」とした。その結果を下記表2および3に示す。

[0108] (耐油性)

光ファイバ10を、被覆樹脂層16全体が完全に浸るように85℃に加熱したジェリーに120日間浸漬した。Mnが300～600程度の鉱油に増粘剤を添加したものをジェリーとした。23℃と-40℃のそれぞれの温度条件下で、1550nmの波長の光の伝送損失をOTDR法により測定した。-40℃での伝送損失から23℃での伝送損失を引いた差（伝送損失差）が0dB/km未満（-40℃の方が伝送損失が小さい）を「A」、0dB/km以上0.01dB/km未満を「B」、0.01dB/km以上を「C」と評価した。その結果を下記表2および3に示す。

[0109] (低温特性)

ガラスボビンに張力50gで一層巻に光ファイバを巻き付け、23℃および−40℃のそれぞれの温度条件下で、波長1550nmの信号光の伝送特性をOTDR法により測定し、伝送損失を求めた。−40℃での伝送損失から23℃での伝送損失を引いた伝送損失差が0dB/km未満を「A」、0dB/km以上0.01dB/km以下を「B」、0.01dB/km超を「C」と評価した。その結果を下記表2および3に示す。

[0110] (耐マイクロバンド特性)

サンドペーパーで表面を覆った280mm径のボビンに、光ファイバ10を単層状に巻き付けた時の1550nmの波長の光の伝送損失を、OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) 法により測定した。サンドペーパーのない280mm径のボビンに、光ファイバ10を単層状に巻き付けた時の1550nmの波長の光の伝送損失との差が0.5dB/km未満を「A」、0.5dB/km以上1.0dB/km以下を「B」、1.0dB/km超を「C」と評価した。その結果を下記表2および3に示す。

[0111] [表2]

試験例	1	2	3	4	5	6	7
A-1	75	—	—	—	—	—	—
A-2	—	75	75	75	75	75	75
Miramer M164	17.5	17.5	14.95	14.9	14.5	12.5	11.5
ACMO	—	—	3	3	3	3	3
NVCL	5	5	5	5	5	5	5
アデカリアソープNE-10	0.5	0.5	0.05	0.1	0.5	2.5	3.5
Omnirad TPO	1	1	1	1	1	1	1
APTMS	1	1	1	1	1	1	1
ヤング率(Mpa)	0.69	0.34	0.37	0.37	0.37	0.36	0.33
耐水性	A	A	B	A	A	A	A
耐油性	A	A	B	A	A	A	A
低温特性	A	A	A	A	A	A	B
耐マイクロバンド特性	B	A	A	A	A	A	A

[0112]

[表3]

試験例	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A-2	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Miramir M164	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	17	13	14.5
ACMO	3	3	3	3	3	3	3	—	—	3
NVCL	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
アデカリアソープNE-20	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
アデカリアソープSE-10N	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—
アデカリアソープER-10	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—
アデカリアソープSR-10	—	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—
アクアロンKH-05	—	—	—	—	0.5	—	—	—	—	—
アクアロンKH-10	—	—	—	—	—	0.5	—	—	—	—
アクアロンKH-20	—	—	—	—	—	—	0.5	—	—	—
レオドールAO-10V	—	—	—	—	—	—	—	1	5	—
レオドール460V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5
Omnirad TPO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
APTMS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ヤング率(Mpa)	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.36	0.30	0.34
耐水性	A	A	A	A	A	A	A	C	C	A
耐油性	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C
低温特性	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A
耐マイクロバンド特性	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

符号の説明

- [0113] 1 0, 1 0 A…光ファイバ
- 1 1 …コア
- 1 2 …クラッド
- 1 3 …ガラスファイバ
- 1 4 …プライマリ樹脂層
- 1 5 …セカンダリ樹脂層
- 1 6 …被覆樹脂層
- 2 0 …連結部
- 2 1 …非連結部
- 4 0 …連結樹脂層
- 6 0, 7 0 …光ファイバケーブル

6 1 …円筒型のチューブ

6 2 …介在

6 3, 7 3 …テンションメンバ

6 4, 7 5 …外被

6 5 …引き裂き紐

7 1 …スロット

7 2 …スロットロッド

7 4 …押さえ巻きテープ

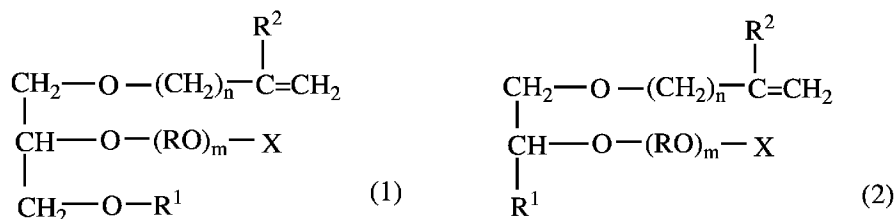
1 0 0, 1 0 0 A, 1 0 0 B …光ファイバリボン

請求の範囲

[請求項1] ウレタン（メタ）アクリレートおよび反応性界面活性剤を含む光重合性化合物と、光重合開始剤とを含有する樹脂組成物であって、

前記反応性界面活性剤が、下記式（１）で表される化合物および下記式（２）で表される化合物からなる群より選ばれる少なくとも１種を含む、光ファイバのプライマリ被覆用の樹脂組成物。

[化1]



（式中、Rは、炭素数２～４のアルキレン基を示し、R¹は、炭素数１～２０の炭化水素基を示し、R²は、水素原子またはメチル基を示し、Xは水素原子または－SO₃NH₄基を示し、mは０～１００の整数を示し、nは０～１２の整数を示す。）

[請求項2] 前記反応性界面活性剤の含有量が、前記樹脂組成物の総量１００質量部を基準として、０．０１質量部以上５．０質量部以下である、請求項１に記載の樹脂組成物。

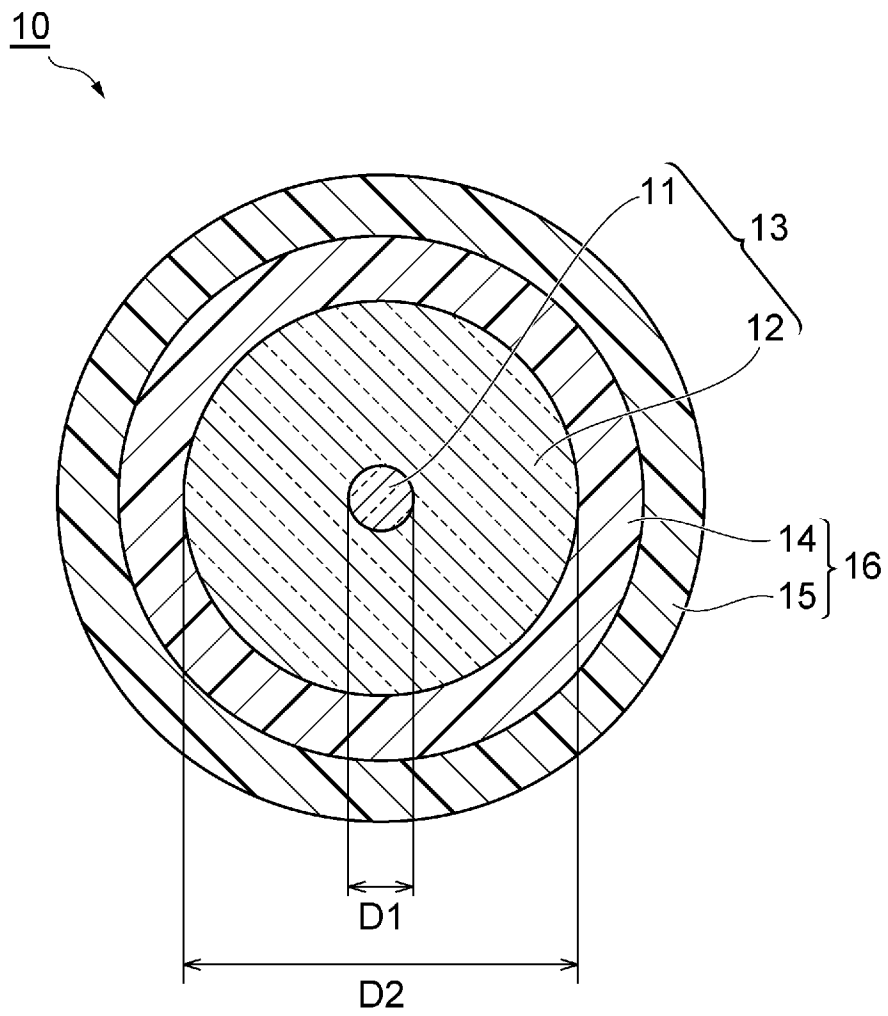
[請求項3] 前記反応性界面活性剤の含有量が、前記樹脂組成物の総量１００質量部を基準として、０．０５質量部以上３．５質量部以下である、請求項１に記載の樹脂組成物。

[請求項4] 前記光重合性化合物がN－ビニル化合物をさらに含み、N－ビニル化合物の含有量が前記樹脂組成物の総量１００質量部を基準として、１質量部以上１５質量部以下である、請求項１に記載の樹脂組成物。

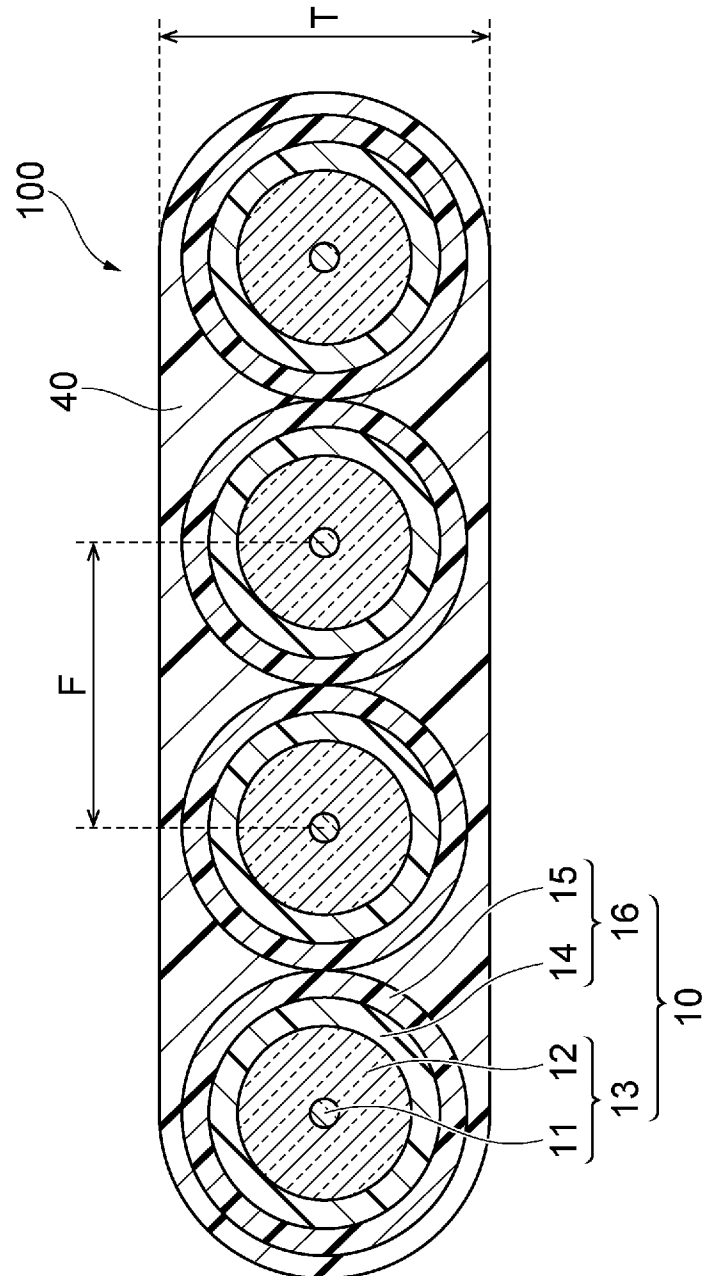
[請求項5] 前記樹脂組成物を、積算光量１０ｍＪ／ｃｍ²および照度１００ｍＷ／ｃｍ²の条件で紫外線硬化させて得られた樹脂フィルムのヤング率が、２３℃で０．１０ＭＰa以上０．８０ＭＰa以下である、請求項１に記載の樹脂組成物。

- [請求項6] 前記樹脂フィルムのヤング率が、 23°C で 0.10MPa 以上 0.60MPa 以下である、請求項5に記載の樹脂組成物。
- [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、
前記プライマリ樹脂層が、請求項1から請求項6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] コアおよびクラッドを含むガラスファイバの外周に、請求項1から請求項6のいずれか一項に記載の樹脂組成物を塗布する塗布工程と、
前記塗布工程の後に紫外線を照射することにより前記樹脂組成物を硬化させる硬化工程と、
を含む、光ファイバの製造方法。
- [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。
- [請求項10] 請求項9に記載の光ファイバリボンが、ケーブル内に収納された、光ファイバケーブル。
- [請求項11] 請求項7に記載の光ファイバが、ケーブル内に複数収納された、光ファイバケーブル。

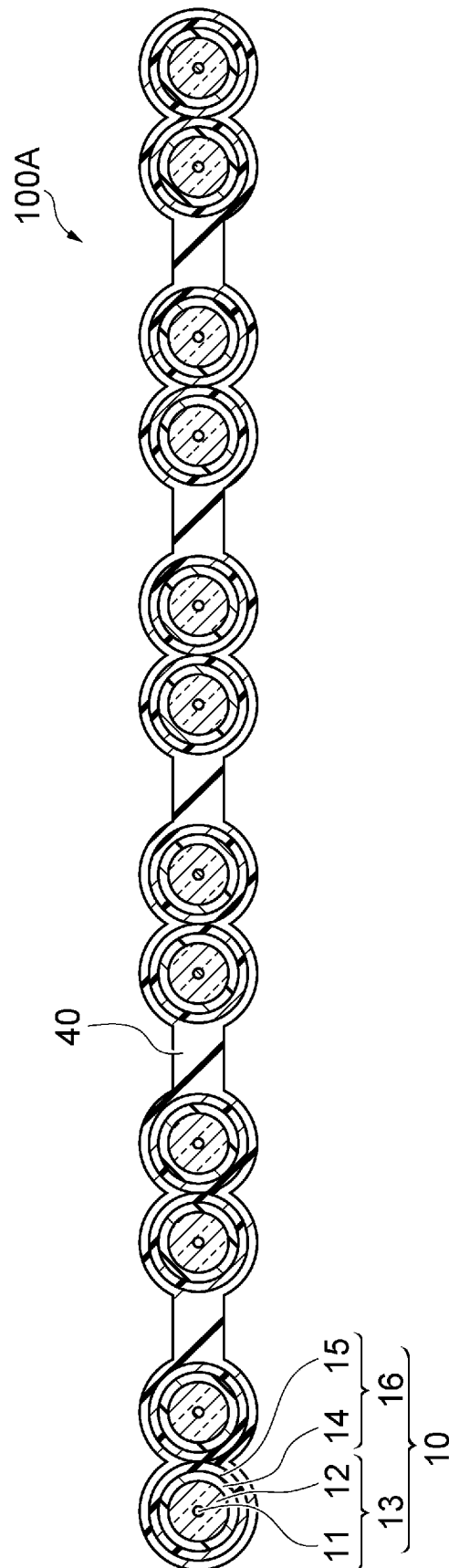
[図1]



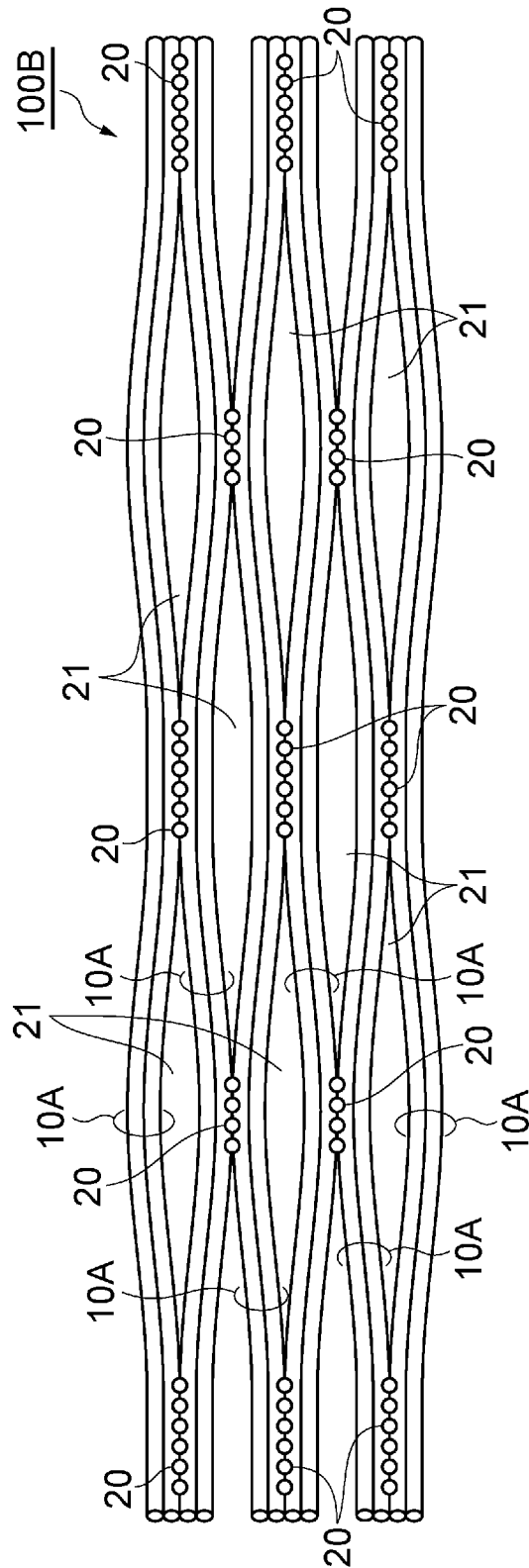
[図2]



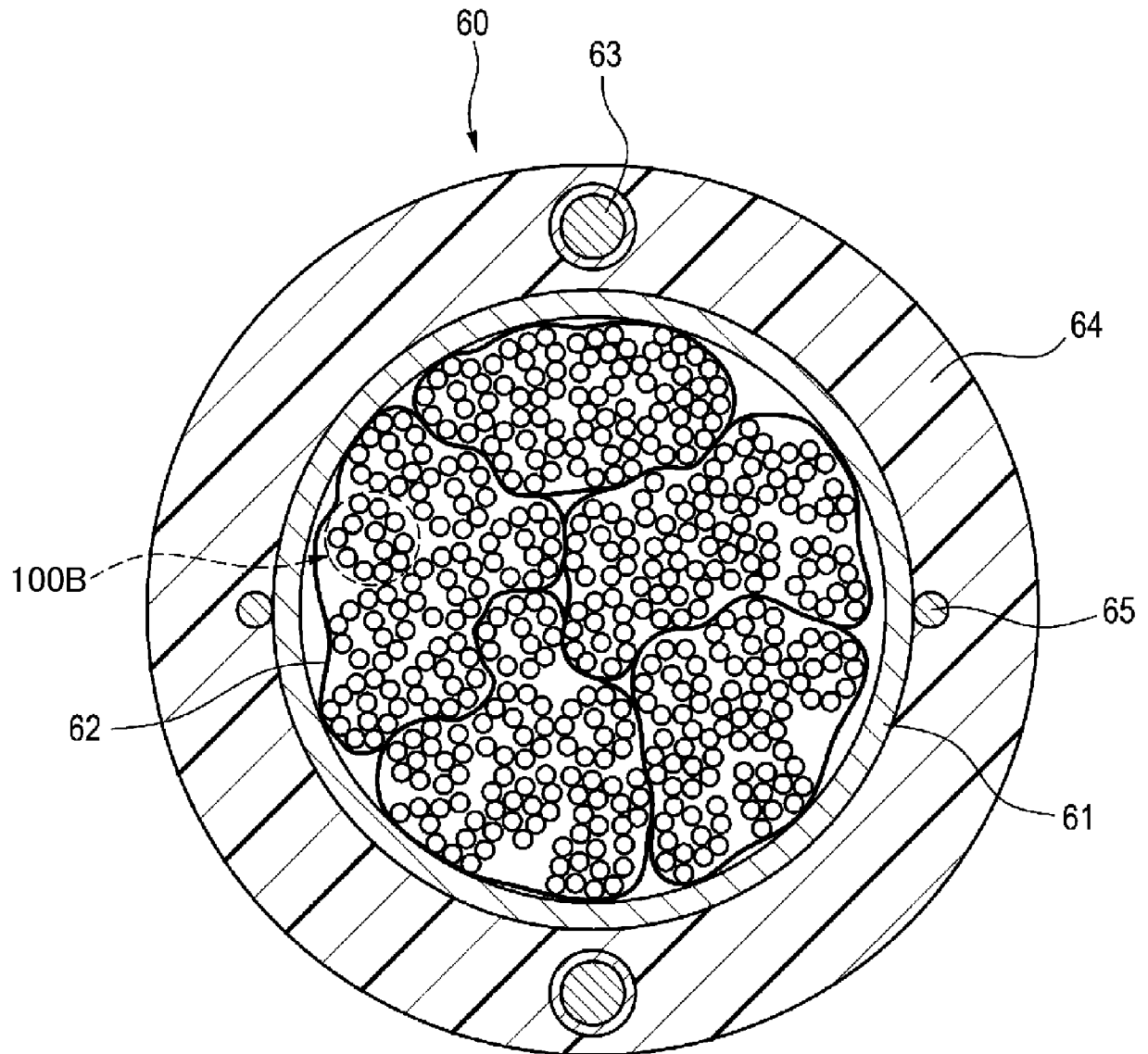
[図3]



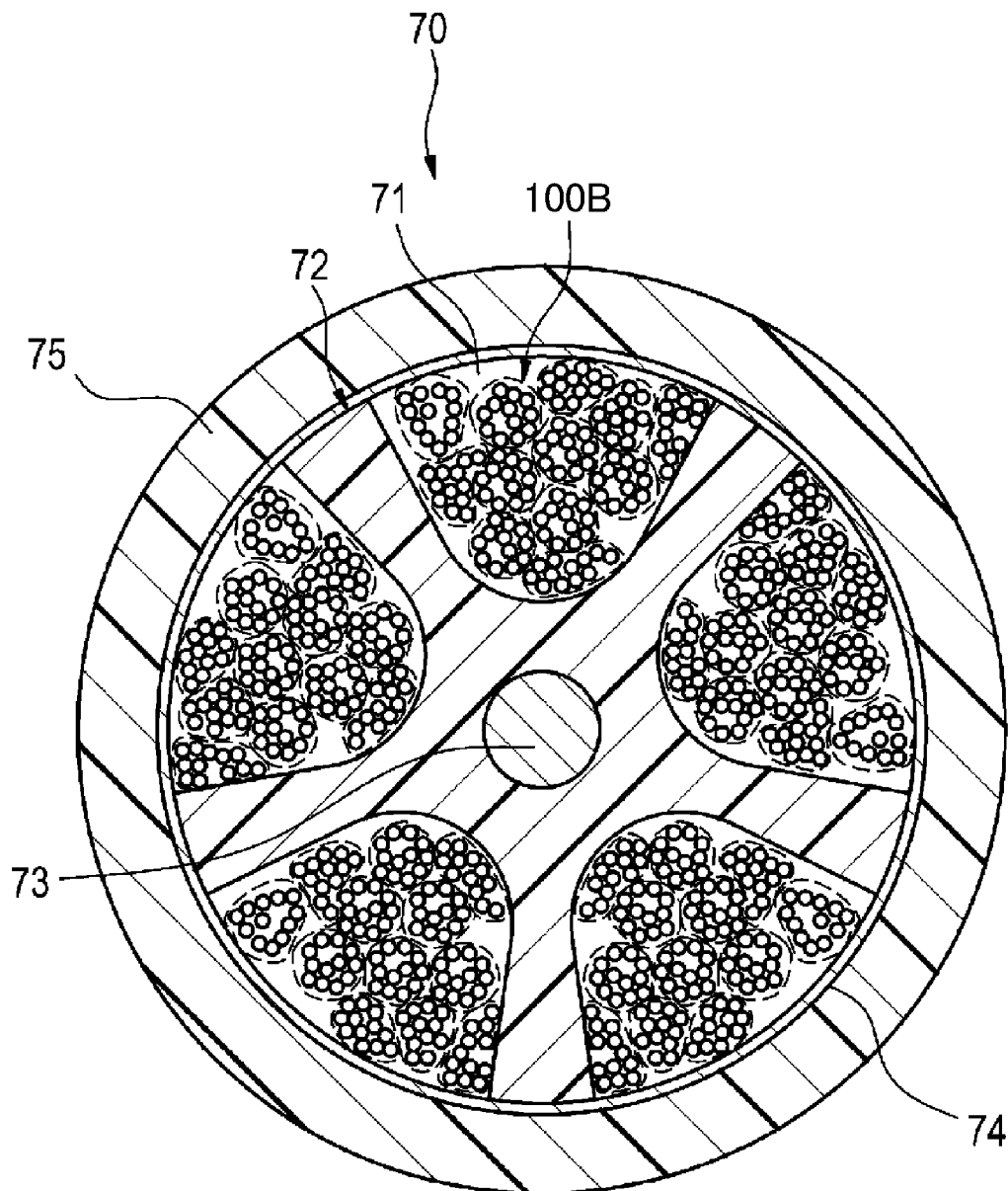
[図4]



【図5】



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/017493

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>C03C 25/1065</i> (2018.01)i; <i>C03C 25/24</i> (2018.01)i; <i>C08F 290/06</i> (2006.01)i; <i>G02B 6/44</i> (2006.01)i FI: C03C25/1065; C03C25/24; C08F290/06; G02B6/44 301B; G02B6/44 331; G02B6/44 366; G02B6/44 371 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) C03C25/1065; C03C25/24; C08F290/06; 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) JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII); JSTChina (JDreamIII)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-111674 A (JSR CORPORATION) 14 June 2012 (2012-06-14) entire text	1-11
A	JP 2002-220550 A (JSR CORPORATION) 09 August 2002 (2002-08-09) entire text	1-11
A	JP 2019-173220 A (NIPPON CARBIDE KOGYO KABUSHIKI KAISHA) 10 October 2019 (2019-10-10) entire text	1-11
A	WO 2022/074914 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 14 April 2022 (2022-04-14) entire text	1-11
P, A	WO 2023/162570 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 31 August 2023 (2023-08-31) entire text	1-11
☐ 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 27 June 2024		Date of mailing of the international search report 09 July 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/JP2024/017493

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2012-111674	A	14 June 2012	(Family: none)	
JP	2002-220550	A	09 August 2002	WO 2002/059652	A2
				entire text	
				EP 1362016	A2
				CN 1496341	A
JP	2019-173220	A	10 October 2019	(Family: none)	
WO	2022/074914	A1	14 April 2022	US 2023/0365736	A1
				entire text	
				EP 4227278	A1
				CN 116323510	A
WO	2023/162570	A1	31 August 2023	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

C03C 25/1065(2018.01)i; C03C 25/24(2018.01)i; C08F 290/06(2006.01)i; G02B 6/44(2006.01)i
FI: C03C25/1065; C03C25/24; C08F290/06; G02B6/44 301B; G02B6/44 331; G02B6/44 366; G02B6/44 371

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））

C03C25/1065; C03C25/24; C08F290/06; 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）

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII); JSTChina (JDreamIII)

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 2012-111674 A (JSR株式会社) 14.06.2012 (2012 - 06 - 14) 全文	1-11
A	JP 2002-220550 A (ジェイエスアール株式会社) 09.08.2002 (2002 - 08 - 09) 全文	1-11
A	JP 2019-173220 A (日本カーバイド工業株式会社) 10.10.2019 (2019 - 10 - 10) 全文	1-11
A	WO 2022/074914 A1 (住友電気工業株式会社) 14.04.2022 (2022 - 04 - 14) 全文	1-11
P, A	WO 2023/162570 A1 (住友電気工業株式会社) 31.08.2023 (2023 - 08 - 31) 全文	1-11

☐ 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 27.06.2024

国際調査報告の発送日 09.07.2024

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）

磯部 香 4T 3637

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

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/JP2024/017493

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2012-111674	A	14.06.2012	(ファミリーなし)			
JP	2002-220550	A	09.08.2002	WO	2002/059652	A2	
				全文			
				EP	1362016	A2	
				CN	1496341	A	
JP	2019-173220	A	10.10.2019	(ファミリーなし)			
WO	2022/074914	A1	14.04.2022	US	2023/0365736	A1	
				全文			
				EP	4227278	A1	
				CN	116323510	A	
WO	2023/162570	A1	31.08.2023	(ファミリーなし)			