

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7658371号  
(P7658371)

(45)発行日 令和7年4月8日(2025.4.8)

(24)登録日 令和7年3月31日(2025.3.31)

(51)国際特許分類	F I
C 0 3 C 25/1065(2018.01)	C 0 3 C 25/1065
C 0 3 C 25/285(2018.01)	C 0 3 C 25/285
C 0 3 C 25/326(2018.01)	C 0 3 C 25/326
C 0 3 C 25/50 (2006.01)	C 0 3 C 25/50
C 0 3 C 25/6226(2018.01)	C 0 3 C 25/6226

請求項の数 7 (全18頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2022-532375(P2022-532375)	(73)特許権者	000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(86)(22)出願日	令和3年5月6日(2021.5.6)	(74)代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/017380	(74)代理人	100113435 弁理士 黒木 義樹
(87)国際公開番号	WO2021/261088	(74)代理人	100136722 弁理士 高 木 邦夫
(87)国際公開日	令和3年12月30日(2021.12.30)	(74)代理人	100174399 弁理士 寺澤 正太郎
審査請求日	令和6年3月21日(2024.3.21)	(72)発明者	本間 祐也 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
(31)優先権主張番号	特願2020-108664(P2020-108664)		
(32)優先日	令和2年6月24日(2020.6.24)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 樹脂組成物、光ファイバ及び光ファイバの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

数平均分子量が10000以上50000以下の非反応性ウレタン化合物と、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、

前記非反応性ウレタン化合物の含有量が、前記樹脂組成物の総量を基準として、0.05質量部以上5質量部以下であり、

前記非反応性ウレタン化合物が、数平均分子量が8000以上20000以下のポリオールと、ジイソシアネートと、活性水素を有する化合物との反応物である、光ファイバのセカンダリ被覆用の樹脂組成物。

【請求項2】

前記ポリオールがポリプロピレンポリオールである、請求項1に記載の樹脂組成物。

【請求項3】

前記活性水素を有する化合物が、1価アルコールである、請求項1又は請求項2に記載の樹脂組成物。

【請求項4】

前記光重合性化合物が、数平均分子量が500以上6000以下のウレタン(メタ)アクリレートの前記樹脂組成物の総量を基準として、5質量部以上40質量部以下を含み、

前記ウレタン(メタ)アクリレートが、数平均分子量が300以上2500以下のポリオールと、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、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の樹脂組成物。

## 【請求項 5】

前記光重合性化合物が、ビスフェノール骨格含有（メタ）アクリレートを前記樹脂組成物の総量を基準として、30質量部以上70質量部以下含む、請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の樹脂組成物。

## 【請求項 6】

コア及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該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。

10

## 【請求項 7】

コア及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5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。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本開示は、光ファイバのセカンダリ被覆用の樹脂組成物、光ファイバ及び光ファイバの製造方法に関する。

20

本出願は、2020年6月24日出願の日本出願第2020-108664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。セカンダリ樹脂層には、耐マイクロバンド特性を高めるために高ヤング率であること、光ファイバの取扱性を向上するために、表面の滑り性、耐傷つき性、タック防止性を有することが求められる。

30

## 【0003】

例えば、特許文献1及び2には、シリコン化合物を含有する樹脂組成物を用いて樹脂層を形成することで、表面滑り性を向上することが開示されている。また、特許文献3及び4には、特定のウレタン（メタ）アクリレートを含有する樹脂組成物を用いて樹脂層を形成することで、タック防止性を向上することが開示されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【文献】特開平9-278850号公報

40

【文献】特開平9-328632号公報

【文献】特開2006-36989号公報

【文献】特開2005-89586号公報

## 【発明の概要】

## 【0005】

本開示の一態様に係る光ファイバのセカンダリ被覆用の樹脂組成物は、数平均分子量が10000以上50000以下の非反応性ウレタン化合物と、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、非反応性ウレタン化合物の含有量が、樹脂組成物の総量を基準として、0.05質量部以上5質量部以下であり、上記非反応性ウレタン化合物は、数平均分子量が8000以上20000以下のポリオールと、ジイソシアネート

50

と、活性水素を有する化合物との反応物である。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【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。

【発明を実施するための形態】

【0007】

[本開示が解決しようとする課題]

光ファイバの生産ラインにおいて、ガイドローラーとの接触、スクリーニング試験（光ファイバに数kgの引張負荷をかけ、予め低強度部を取り除く試験）等の外力により、被覆樹脂層の表面の滑り性が徐々に悪化し、光ファイバをポピンに巻き取る際に蛇行してしまい、光ファイバの生産性が低下することがある。光ファイバの生産性を向上するため、セカンダリ樹脂層には、表面の滑り性及び耐摩耗性に優れることが求められている。また、ケーブル内に光ファイバが高密度に収容された際にマイクロバンドに起因する伝送損失の悪化を抑制するために、セカンダリ樹脂層のヤング率を高めることが求められている。しかし、セカンダリ樹脂層の高ヤング率化は、樹脂層の靱性の低下を招き、外力が加わった際にセカンダリ樹脂層に亀裂が入り易くなる。

【0008】

本開示は、高ヤング率を有し、靱性に優れる樹脂層を形成でき、表面の滑り性及び耐摩耗性に優れる光ファイバのセカンダリ被覆用の樹脂組成物、及び生産性に優れる光ファイバを提供することを目的とする。

【0009】

[本開示の効果]

本開示によれば、高ヤング率を有し、靱性に優れる樹脂層を形成でき、表面の滑り性及び耐摩耗性に優れる光ファイバのセカンダリ被覆用の樹脂組成物、及び生産性に優れる光ファイバを提供することができる。

【0010】

[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。本開示の一態様に係る光ファイバのセカンダリ被覆用の樹脂組成物は、数平均分子量が10000以上50000以下の非反応性ウレタン化合物と、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、上記非反応性ウレタン化合物の含有量が、樹脂組成物の総量を基準として、0.05質量部以上5質量部以下であり、上記非反応性ウレタン化合物は、数平均分子量が8000以上20000以下のポリオールと、ジイソシアネートと、活性水素を有する化合物との反応物である。

【0011】

このような樹脂組成物は、高ヤング率でありながら高破断伸びを維持して、光ファイバに外力が加わった際に、表面の滑り性及び耐摩耗性に優れるセカンダリ樹脂層を形成することができるため、光ファイバの生産性を向上することができる。

【0012】

樹脂層のヤング率と破断伸びを調整し易いことから、ポリオールは、ポリプロピレンポリオールであってもよい。セカンダリ樹脂層により適度な靱性を付与することから、活性水素を有する化合物は、1価アルコールであってもよい。

【0013】

セカンダリ樹脂層に適度な靱性を付与することから、光重合性化合物は、数平均分子量が500以上6000以下のウレタン（メタ）アクリレートの前記樹脂組成物の総量を基準として、5質量部以上40質量部以下含んでもよく、ウレタン（メタ）アクリレートは、数平均分子量が300以上2500以下のポリオールと、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ってもよい。

【0014】

セカンダリ樹脂層により適度な靱性を付与することから、光重合性化合物は、ビスフェ

10

20

30

40

50

ノール骨格含有(メタ)アクリレート樹脂組成物の総量を基準として、30質量部以上70質量部以下含んでもよい。

【0015】

本開示の一態様に係る光ファイバは、コア及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、上記樹脂組成物の硬化物を含む。このような光ファイバは、表面の滑り性及び耐摩耗性に優れ、光ファイバの生産性を向上することができる。

【0016】

本開示の一態様に係る光ファイバの製造方法は、コア及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。これにより、表面の滑り性及び耐摩耗性に優れた光ファイバを作製することができる。

10

【0017】

[本開示の実施形態の詳細]

本実施形態に係る樹脂組成物及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及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。

【0018】

(樹脂組成物)

本実施形態に係る樹脂組成物は、非反応性ウレタン化合物と、光重合性化合物と、光重合開始剤とを含有する。本明細書において、「非反応性」とは、光重合性基を有しないことを意味する。

20

【0019】

本実施形態に係る非反応性ウレタン化合物は、光重合性基を有さず、数平均分子量(Mn)が10000以上50000以下の非反応性ウレタン化合物(以下、「非反応性ウレタン化合物(A)」という。)を含んでいる。非反応性ウレタン化合物(A)のMnは、12000以上45000以下が好ましく、14000以上44000以下がより好ましく、16000以上40000以下が更に好ましい。非反応性ウレタン化合物(A)のMnが10000未満では表面の滑り性及び耐摩耗性が低下する傾向にあり、Mnが5000を超えると樹脂組成物が白濁し易くなる。また、非反応性ウレタン化合物は、架橋に組み込まれないため、塗膜に可塑効果をもたらし、破断伸びを向上することができる。ウレタン基による水素結合により、樹脂層のヤング率を低下させずに破断伸びを向上できると考えられる。

30

【0020】

非反応性ウレタン化合物(A)は、Mnが8000以上20000以下のポリオールと、ジイソシアネートと、活性水素を有する化合物との反応物である。非反応性ウレタン化合物(A)は、Mnが8000以上20000以下のポリオールとジイソシアネートとの反応に基づくウレタン構造と、該ウレタン構造の末端に結合する活性水素を有する化合物に基づく非反応性基とを有している。非反応性基は、アルキル基であってもよい。

40

【0021】

非反応性ウレタン化合物(A)を構成するポリオールのMnは、靱性を向上する観点から、8000以上であり、9000以上又は10000以上であってもよく、ヤング率を高める観点から、20000以下であり、19000以下又は18000以下であってもよい。

【0022】

ポリオールとしては、例えば、ポリエーテルポリオール、ポリエステルポリオール、ポリカプロラクトンポリオール、ポリカーボネートポリオール、ポリブタジエンポリオール、及びビスフェノール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

50

ポリオールとしては、例えば、ポリテトラメチレングリコール、ポリエチレングリコール、及びポリプロピレンポリオールが挙げられる。樹脂層のヤング率と破断伸びを調整し易いことから、ポリオールとして、ポリプロピレンポリオールを用いることが好ましい。ポリプロピレンポリオールとしては、例えば、ポリプロピレングリコール及びポリプロピレントリオールが挙げられる。

【0023】

M<sub>n</sub>が8000以上20000以下のポリオールの市販品としては、例えば、AGC株式会社のPREMINOL S 4013F、PREMINOL S 4318F、PREMINOL S 3011、及びPREMINOL 7012が挙げられる。

【0024】

本実施形態に係る活性水素を有する化合物は、水酸基、アミノ基、メルカプト基等の活性水素を有する基が結合した化合物であり、(メタ)アクリロイル基等の光重合性基を有しない化合物である。活性水素を有する化合物としては、例えば、アルコール化合物、アミン化合物、及びチオール化合物が挙げられる。セカンダリ樹脂層により適度な韌性を付与することから、活性水素を有する化合物としては、1価アルコールが好ましく、炭素数が5以下の1価アルコールがより好ましく、炭素数が3以下の1価アルコールが更に好ましい。

【0025】

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、及び3-メチル-2-ブタノールが挙げられる。

【0026】

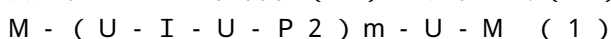
ジイソシアネートとしては、例えば、2,4-トリレンジイソシアネート、2,6-トリレンジイソシアネート、イソホロンジイソシアネート、ジシクロヘキシルメタンジイソシアネート、ジフェニルメタンジイソシアネート、ヘキサメチレンジイソシアネート、キシリレンジイソシアネート、水添キシリレンジイソシアネート、1,5-ナフタレンジイソシアネート、ノルボルネンジイソシアネート、1,5-ペンタメチレンジイソシアネート、テトラメチルキシリレンジイソシアネート、及びトリメチルヘキサメチレンジイソシアネートが挙げられる。

【0027】

非反応性ウレタン化合物(A)の合成方法としては、例えば、ポリオールとジイソシアネートとを反応させた後、活性水素を有する化合物を反応させる方法；ジイソシアネートと活性水素を有する化合物を反応させた後、ポリオールを反応させる方法；及びポリオールとジイソシアネートと活性水素を有する化合物を同時に反応させる方法が挙げられる。2官能のポリオールを用いる場合は、ポリオールの水酸基(OH)とジイソシアネートのイソシアネート基(NCO)とを反応させた後、活性水素を有する化合物を反応させる方法が好ましく、3官能以上のポリオールを用いる場合は、ジイソシアネートと活性水素を有する化合物を反応させた後、ポリオールを反応させる方法が好ましい。

【0028】

非反応性ウレタン化合物(A)の調製について、具体例を挙げて説明する。第一の様態として、例えば、ポリオールとして2官能のポリプロピレンポリオール(ポリプロピレングリコール)、ジイソシアネートとして2,4-トリレンジイソシアネート、活性水素を有する化合物としてメタノールを使用する。まず、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を反応させ、NCO末端プレポリマーを合成する。次いで、NCO末端プレポリマーとメタノールとを反応させ、非反応性ウレタン化合物を合成する。非反応性ウレタン化合物(A)は以下の式(1)で表すことができる。



ここで、Mはメタノールの残基を、Uはウレタン結合を、Iは2,4-トリレンジイソシ

10

20

30

40

50

アネートの残基を、P 2 はポリプロピレングリコールの残基を表し、m は 1 以上の整数である。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を反応させる際の NCO と OH のモル比 (NCO / OH) は、1.5 以上 2.5 以下が好ましく、1.8 以上 2.2 以下がより好ましい。NCO 末端プレポリマーの NCO に対してのメタノールのモル比は 1.00 以上 1.15 以下が好ましく、1.03 以上 1.10 以下がより好ましい。

#### 【0029】

第二の様態として、例えば、ポリオールとして 3 官能のポリプロピレンポリオール (ポリプロピレントリオール)、ジイソシアネートとして 2, 4 - トリレンジイソシアネート、活性水素を有する化合物としてメタノールを使用する。まず、2, 4 - トリレンジイソシアネートとメタノールを反応させ、NCO を部分ブロックしたイソシアネートを得る。次いで、NCO を部分ブロックしたイソシアネートとポリプロピレントリオールとを反応させ、非反応性ウレタン化合物を合成する。非反応性ウレタン化合物 (A) は以下の式 (2) で表すことができる。



ここで、M はメタノールの残基を、U はウレタン結合を、I は 2, 4 - トリレンジイソシアネートの残基を、P 3 はポリプロピレントリオールの残基を表し、t は 0、1 又は 2 であり、s は 1 以上 3 以下の整数であり、t + s は 3 である。2, 4 - トリレンジイソシアネートの NCO とメタノールのモル比 (NCO / OH) は、1.95 以上 2.05 以下が好ましい。ポリプロピレントリオールの OH と部分ブロックイソシアネートの NCO のモル比は (OH / NCO) は、1.0 以上 1.5 以下が好ましく、1.03 以上 1.3 以下がより好ましい。

#### 【0030】

表面の滑り性及び耐摩耗性を向上する観点から、非反応性ウレタン化合物 (A) 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 質量部以上であり、0.1 質量部以上が好ましく、0.2 質量部以上がより好ましく、0.3 質量部以上が更に好ましい。セカンダリ樹脂層のヤング率の低下を抑制する観点から、非反応性ウレタン化合物 (A) の含有量は、樹脂組成物の総量を基準として 5 質量部以下であり、4 質量部以下が好ましく、3 質量部以下がより好ましく、2 質量部以下が更に好ましい。

#### 【0031】

強靱なセカンダリ樹脂層を形成する観点から、本実施形態に係る光重合性化合物は、Mn が 500 以上 6000 以下のウレタン (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。) を含んでもよい。ウレタン (メタ) アクリレート (B) の Mn は、600 以上 5500 以下が好ましく、700 以上 5000 以下がより好ましく、1000 以上 4000 以下が更に好ましい。ウレタン (メタ) アクリレート (B) の Mn が 500 以上であると、強靱なセカンダリ樹脂層を形成し易くなり、6000 以下であると、セカンダリ樹脂層のヤング率を高め易くなる。

#### 【0032】

ここで、(メタ) アクリレートとは、アクリレート又はそれに対応するメタ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。

#### 【0033】

ウレタン (メタ) アクリレート (B) の含有量は、樹脂組成物の総量を基準として、5 質量部以上 40 質量部以下が好ましく、10 質量部以上 35 質量部以下がより好ましい。5 質量部以上であると、強靱なセカンダリ樹脂層を形成し易くなり、40 質量部以下であると、セカンダリ樹脂層のヤング率を高め易くなる。

#### 【0034】

ウレタン (メタ) アクリレート (B) は、Mn が 300 以上 2500 以下のポリオールと、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ってもよい。ウレタン (メタ) アクリレート (B) は、Mn が 300 以上 2500 以下のポリオールとジイソシアネートとの反応に基づくウレタン構造と、該ウレタン構造の末端に結合する (

10

20

30

40

50

メタ)アクリロイル基とを有していることが好ましい。

【0035】

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-O-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、及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。

10

【0036】

ウレタン(メタ)アクリレート(B)は、 $M_n$ が300以上2500以下のポリオールとジイソシアネートとを、 $NCO/OH$ が1.5以上6以下で反応させた後、水酸基含有(メタ)アクリレートを反応させることで得ることができる。 $NCO/OH$ が上記範囲にあると、強靱なセカンダリ樹脂層を形成し易くなる。

【0037】

ウレタン(メタ)アクリレート(B)の調製について、具体例を挙げて説明する。例えば、ポリオールとしてポリプロピレングリコール、ジイソシアネートとして2,4-トリレンジイソシアネート、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使用する。まず、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を反応させ、 $NCO$ 末端プレポリマーを合成する。次いで、 $NCO$ 末端プレポリマーと2-ヒドロキシエチルアクリレートを反応させ、ウレタンアクリレートを合成する。ウレタンアクリレート(B)は、以下の式(3)で表すことができる。

20



ここで、Aは2-ヒドロキシエチルアクリレートの残基を、Uはウレタン結合を、Iは2,4-トリレンジイソシアネートの残基を、Pはポリプロピレングリコールの残基を表し、 $n$ は1以上の整数である。 $n$ は $NCO/OH$ を変えることで、ウレタンアクリレートが有するウレタン結合の割合を変えることができる。 $NCO/OH$ が小さいほど、 $n$ が大きくなり、 $NCO/OH$ が大きいほど、 $n$ は小さくなる。

【0038】

セカンダリ樹脂層の靱性を向上する観点から、ウレタン(メタ)アクリレート(B)を構成するポリオールの $M_n$ は、350以上2200以下がより好ましく、400以上2000以下が更に好ましく、500以上1500以下がより一層好ましい。

30

【0039】

非反応性ウレタン化合物(A)及びウレタン(メタ)アクリレート(B)を合成する際の触媒として、有機スズ化合物又はアミン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)、及びジブチルスズオキシドが挙げられる。易入手性又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又はジブチルスズジアセテートを使用することが好ましい。

40

【0040】

セカンダリ樹脂層に適度な靱性を付与することから、本実施形態に係る光重合性化合物は、ビスフェノール骨格含有(メタ)アクリレートを含んでもよい。ビスフェノール骨格を有する(メタ)アクリレート化合物としては、例えば、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、及びビスフェノールFのPO付加物ジ(メタ)アクリレートが挙げられる。エポキシジ(メタ)アクリレートは、グリシジル基を2以上有するエポキシ化合物に(メタ)アクリル酸等の(メタ)ア

50

クリロイル基を有する化合物を反応させて得られる化合物である。高ヤング率と破断伸びのバランスが良い強靱な物性を得易いことから、ビスフェノール骨格含有(メタ)アクリレートは、ビスフェノールAエポキシジ(メタ)アクリレート又はビスフェノールAのEO付加物ジ(メタ)アクリレートを含むことが好ましい。

【0041】

ビスフェノール骨格含有(メタ)アクリレートの含有量は、樹脂組成物の総量を基準として30質量部以上、35質量部以上、又は40質量部以上であってよく、70質量部以下、65質量部以下、又は60質量部以下であってよい。

【0042】

本実施形態に係る光重合性化合物は、ウレタン(メタ)アクリレート及びビスフェノール骨格含有(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。)を更に含んでもよい。モノマーとしては、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、エチレン性不飽和基を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、2種以上を混合して用いてもよい。

10

【0043】

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、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、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(例えば、Sartomer製の商品名「SR504」)、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、-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-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、3-(3-ピリジニル)プロピル(メタ)アクリレート、N,N-ジメチルアクリルアミド、N-ヒドロキシエチルアクリルアミド、N,N-ジエチルアクリルアミド、N-イソプロピルアクリルアミド、N,N-ジメチルアミノプロピルアクリルアミド、N,N-ジメチルアミノプロピルアクリルアミド・塩化メチル塩、ダイアセトンアクリルアミド、N-アクリロイルピペリジン、N-メタクリロイルピペリジン、N-アクリロイルピロリジン、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、(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-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、N-メチロールプロパン(メタ)アクリルアミド、(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t-ブチルアミノエチル等の含窒素モノマーが挙げられる。

20

30

40

【0044】

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

50

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、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톤変性トリス[(メタ)アクリロイルオキシエチル]イソシアヌレート等の3官能以上のモノマーが挙げられる。

#### 【0045】

光重合開始剤としては、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、例えば、1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン(Omnirad 184、IGM Resins社製)、2,2-ジメトキシ-2-フェニルアセトフェノン(Omnirad 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(Omnirad 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(Omnirad TPO-L、IGM Resins社製)、2-ベンゾイル-2-ジメチルアミノ-4'-モルホリノブチロフェノン(Omnirad TPO369、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-フェニル)-ブタン-1-オン(Omnirad TPO379、IGM Resins社製)、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(Omnirad 819、IGM Resins社製)、及び2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルホリノプロパン-1-オン(Omnirad 907、IGM Resins社製)が挙げられる。

#### 【0046】

光重合開始剤は、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ことから、光重合開始剤は、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を含むことが好ましい。

#### 【0047】

光重合開始剤の含有量は、樹脂組成物の総量を基準として0.2質量部以上5質量部以下が好ましく、0.3質量部以上4質量部以下がより好ましく、0.4質量部以上3質量部以下が更に好ましい。

#### 【0048】

10

20

30

40

50

本実施形態に係る樹脂組成物は、光酸発生剤、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。

【0049】

光酸発生剤としては、 $A^+B^-$ の構造をした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、110P（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、Omnicat 250（IGM Resins社製）、WPI-113、116、124、169、170（富士フィ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。

【0050】

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、 $0.5\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上 $10\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下であることが好ましく、 $1\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上 $9\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下であることがより好ましい。

10

【0051】

（光ファイバ）

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。光ファイバ10は、コア11及びクラッド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及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。

【0052】

クラッド12はコア11を取り囲んでいる。コア11及びクラッド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、又は、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、又は、フッ素が添加された石英ガラスを用いることができる。

20

【0053】

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及びセカンダリ樹脂層15の各層の厚さは、 $5\mu\text{m}$ から $50\mu\text{m}$ 程度であってよい。

【0054】

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及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 $265\mu\text{m}$ 程度であってよい。

30

【0055】

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 $24\mu\text{m}$ 以上 $48\mu\text{m}$ 以下の場合、プライマリ樹脂層14及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 $10\mu\text{m}$ であってよい。光ファイバ10の外径は、 $173\mu\text{m}$ から $221\mu\text{m}$ 程度であってよい。

40

【0056】

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及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 $174\mu\text{m}$ 程度であってよい。

【0057】

本実施形態に係る樹脂組成物は、セカンダリ樹脂層に適用することで、生産性に優れた光ファイバを作製することができる。

50

## 【0058】

本実施形態に係る光ファイバの製造方法は、コア及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。

## 【0059】

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、 $23 \pm 2$  で  $800 \text{ MPa}$  以上が好ましく、 $1000 \text{ MPa}$  以上がより好ましく、 $1200 \text{ MPa}$  以上が更に好ましい。セカンダリ樹脂層のヤング率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、 $23 \pm 2$  で  $3000 \text{ MPa}$  以下、 $2500 \text{ MPa}$  以下、又は  $2000 \text{ MPa}$  以下であってもよい。

10

## 【0060】

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  $1/1000$  以上  $1/10000$  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、 $23$  で引張試験（引張速度は  $1 \text{ mm/分}$ ）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。

## 【0061】

セカンダリ樹脂層の耐熱性を向上させる観点から、セカンダリ樹脂層のガラス転移温度（ $T_g$ ）は、 $70$  以上であることが好ましく、 $75$  以上であることがより好ましい。光ファイバの低温時の伝送損失の増加を抑制する観点から、セカンダリ樹脂層の  $T_g$  は、 $105$  以下であることが好ましく、 $95$  以下であることがより好ましい。

20

## 【0062】

セカンダリ樹脂層の  $T_g$  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の混合溶剤に浸漬し、被覆樹脂層のみを筒状に抜き出す。次に、被覆樹脂層から真空乾燥により溶剤を除いた後、 $T_A$  インストルメント社製「 $RSA-G2$ 」を用いて、引張モード（標線間距離： $25 \text{ mm}$ ）、周波数  $11 \text{ Hz}$ 、昇温速度  $5$  /分、温度範囲  $25$  から  $150$  の条件で動的粘弾性を測定し、 $\tan$  のピークトップ温度を  $T_g$  として求めることができる。通常プライマリ樹脂層の  $T_g$  は  $0$  以下なので、プライマリ樹脂層の  $T_g$  は無視することができる。

30

## 【0063】

プライマリ樹脂層  $14$  は、例えば、ウレタン（メタ）アクリレート、モノマー、光重合開始剤等を含む樹脂組成物を硬化させて形成することができる。プライマリ樹脂層を形成する樹脂組成物は、セカンダリ被覆用の樹脂組成物と異なる組成を有している。プライマ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。

## 【0064】

プライマリ樹脂層のヤング率は  $0.5 \text{ MPa}$  以下であることが好ましい。プライマリ樹脂層のヤング率が  $0.5 \text{ MPa}$  を超えると、外力がガラスファイバに伝わり易くなり、マイクロバンドによる伝送損失増が大きくなる場合がある。

40

## 【0065】

光ファイバを複数本並列し、リボン用樹脂で一体化して光ファイバリボンとする場合がある。本開示に係る樹脂組成物はリボン用樹脂として使用することもできる。これにより、光ファイバと同様に光ファイバリボンに外力が加わった際の、表面の滑り性及び耐摩耗性を向上することができる。

## 【実施例】

## 【0066】

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

## 【0067】

50

## [ 非反応性ウレタン化合物の合成 ]

( A - 1 )

Mn 1 2 0 0 0 のポリプロピレングリコール ( A G C 株式会社製、 P R E M I N O L S 4 0 1 3 F ) と 2 , 4 - トリレンジイソシアネート ( T D I ) とを、 N C O と O H のモル比 ( N C O / O H ) = 2 . 0 で、 6 0 で 1 時間反応させ、 N C O 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経済的な全仕込み量に対して、 2 0 0 p p m 添加した。次に、 N C O 末端プレポリマーの N C O に対して、メタノールの O H のモル比が 1 . 0 5 となるようにメタノールを添加し、 6 0 で 1 時間反応させて、 Mn 2 5 6 0 0 の非反応性ウレタン化合物 ( A - 1 ) を得た。

【 0 0 6 8 】

10

( A - 2 )

Mn 1 8 0 0 0 のポリプロピレングリコール ( A G C 株式会社製、 P R E M I N O L S 4 3 1 8 F ) と T D I とを N C O / O H = 2 . 0 で反応させ、 N C O 末端プレポリマーを調製した以外は ( A - 1 ) の合成と同様にして、 Mn 4 3 3 0 0 の非反応性ウレタン化合物 ( A - 2 ) を得た。

【 0 0 6 9 】

( A - 3 )

イソホロンジイソシアネート ( I P D I ) とメタノールを、 N C O / O H = 2 . 0 で、 6 0 で 1 時間反応させ、部分ブロックイソシアネートを調製した。触媒として、ジブチルスズジラウレートを経済的な全仕込み量に対して、 2 0 0 p p m 添加した。次に、部分ブロックイソシアネートに対して、 Mn 1 0 0 0 0 のポリプロピレントリオール ( A G C 株式会社製、 P R E M I N O L S 3 0 1 1 ) を O H / N C O = 1 . 0 5 となるように添加し、 6 0 で 1 時間反応させて、 Mn 1 6 6 0 0 の非反応性ウレタン化合物 ( A - 3 ) を得た。

20

【 0 0 7 0 】

( Y - 1 )

Mn 3 0 0 0 のポリプロピレングリコールと T D I とを N C O / O H = 2 . 0 で反応させ、 N C O 末端プレポリマーを調製した以外は ( A - 1 ) の合成と同様にして、 Mn 7 3 0 0 の非反応性ウレタン化合物 ( Y - 1 ) を得た。

【 0 0 7 1 】

30

( Y - 2 )

Mn 4 0 0 0 のポリプロピレングリコールと T D I とを N C O / O H = 2 . 0 で反応させ、 N C O 末端プレポリマーを調製した以外は ( A - 1 ) の合成と同様にして、 Mn 9 7 0 0 の非反応性ウレタン化合物 ( Y - 2 ) を得た。

【 0 0 7 2 】

( Y - 3 )

Mn 1 8 0 0 0 のポリプロピレングリコールと T D I とを N C O / O H = 1 . 5 で反応させ、 N C O 末端プレポリマーを調製した以外は ( A - 1 ) の合成と同様にして、 Mn 6 3 2 0 0 の非反応性ウレタン化合物 ( Y - 3 ) を得た。

【 0 0 7 3 】

40

## [ ウレタンアクリレートの合成 ]

( B - 1 )

Mn 4 0 0 のポリプロピレングリコールと I P D I を N C O / O H = 1 . 5 で、 6 0 で 1 時間反応させ、 N C O 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経済的な全仕込み量に対して、 2 0 0 p p m 添加した。次に、 N C O 末端プレポリマーの N C O に対して、 2 - ヒドロキシエチルアクリレート ( H E A ) の O H のモル比が 1 . 0 5 となるように H E A を添加し、 6 0 で 1 時間反応させて、 Mn 1 9 0 0 のウレタンアクリレート ( B - 1 ) を得た。

【 0 0 7 4 】

( B - 2 )

50

Mn 600 のポリプロピレングリコールとTDIとをNCO/OH = 2.0 で反応させ、NCO末端プレポリマーを調製した以外は(B-1)の合成と同様にして、Mn 2200 のウレタンアクリレート(B-2)を得た。

【0075】

(B-3)

Mn 600 のポリプロピレングリコールとTDIとをNCO/OH = 6.0 で反応させ、NCO末端プレポリマーを調製した以外は(B-1)の合成と同様にして、Mn 760 のウレタンアクリレート(B-3)を得た。

【0076】

(B-4)

Mn 1000 のポリプロピレングリコールとTDIとをNCO/OH = 2.0 で反応させ、NCO末端プレポリマーを調製した以外は(B-1)の合成と同様にして、Mn 2900 のウレタンアクリレート(B-4)を得た。

【0077】

(B-5)

Mn 2000 のポリプロピレングリコールとTDIとをNCO/OH = 2.0 で反応させ、NCO末端プレポリマーを調製した以外は(B-1)の合成と同様にして、Mn 5400 のウレタンアクリレート(B-5)を得た。

【0078】

(Z-1)

Mn 3000 のポリプロピレングリコールとIPDIとをNCO/OH = 1.5 で、60 で1時間反応させ、NCO末端プレポリマーを調製した以外は(B-1)の合成と同様にして、Mn 11400 のウレタンアクリレート(Z-1)を得た。

【0079】

ポリオールのMnは、各商品のカタログに記載された値である。非反応性ウレタン化合物及びウレタンアクリレートのMn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 µL、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 µm、ポアサイズ450、カラム内径4.6 × カラム長150 mm + 粒子径2.5 µm、ポアサイズ125、カラム内径4.6 × カラム長150 mm + 粒子径1.7 µm、ポアサイズ45、カラム内径4.6 × カラム長150 mm、カラム温度：40、流速：0.8 mL/分の条件で測定した。

【0080】

[セカンダリ被覆用の樹脂組成物]

ビスフェノール骨格含有ジアクリレートとして、ビスフェノールAエポキシジ(メタ)アクリレート(ビスコート#540)及びビスフェノールAのEO付加物ジアクリレート(ビスコート#700)を準備した。モノマーとして、トリプロピレングリコールジアクリレート(TPGDA)及び2-フェノキシエチルアクリレート(POA)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(Omnirad TPO)及び1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン(Omnirad 184)を準備した。

【0081】

表1又は表2に示す配合量(質量部)で、非反応性ウレタン化合物、ウレタンアクリレート、ビスフェノール骨格含有ジアクリレート、モノマー、及び光重合開始剤を混合して、各実施例及び比較例のセカンダリ被覆用の樹脂組成物を作製した。

【0082】

(セカンダリ被覆用の樹脂組成物の外観)

樹脂組成物を目視で観察し、透明であれば「OK」、白濁していれば「NG」とした。比較例4の樹脂組成物は、白濁していたため、光ファイバの作製に用いなかった。

【0083】

10

20

30

40

50

(プライマリ被覆用の樹脂組成物)

ウレタンアクリレート(Z-1)を70質量部、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(Sartomer製、商品名「SR504」)を19質量部、N-ビニルカプロラクタムを5質量部、イソボルニルアクリレートを5質量部、OmniRad TPOを1質量部混合して、プライマリ被覆用の樹脂組成物を得た。

【0084】

[光ファイバの作製]

直径125 $\mu$ 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及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35 $\mu$ m、セカンダリ樹脂層15の厚さを25 $\mu$ mとした。

【0085】

(セカンダリ樹脂層のヤング率)

光ファイバをアセトンとエタノールの混合溶剤に浸漬し、被覆樹脂層のみを筒状に抜き出した。次に、被覆樹脂層から真空乾燥により溶剤を除いた後、23で引張試験(引張速度は1mm/分)を行い、2.5%歪の割線式によりヤング率を求めた。ヤング率が1200MPa以上を「A」、ヤング率が800MPa以上1200MPa未満を「B」、ヤング率が800MPa未満を「C」と評価した。

【0086】

(セカンダリ樹脂層の破断伸び)

光ファイバをアセトンとエタノールの混合溶剤に浸漬し、被覆樹脂層のみを筒状に抜き出した。次に、被覆樹脂層から真空乾燥により溶剤を除いた後、23で引張試験(引張速度は50mm/分)を行い、破断伸びを求めた。破断伸びが10%以上を「A」、破断伸びが5%以上10%未満を「B」、破断伸びが5%未満を「C」と評価した。

【0087】

(光ファイバの巻き異常頻度)

光ファイバの生産性を評価するため、巻き異常頻度を測定した。線速1000m/分で、光ファイバを500km巻き替え(50km $\times$ 10ポビン)、OTDR(光パルス試験器)を用いて、各ポビンの長手の伝送損失を評価した。測定波長は1550nmとした。Point Discontinuitiesが0.05dBを超える箇所(巻き異常頻度)が2か所以下/500kmを「A」、3から5か所/500kmを「B」、6か所以上/500kmを「C」と評価した。

【0088】

10

20

30

40

50

【表 1】

実施例	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A-1	2	-	-	1	-	0.5	0.3	0.1	2
A-2	-	2	-	-	4	-	-	-	-
A-3	-	-	2	-	-	-	-	-	-
B-1	-	-	-	15	-	-	-	-	-
B-2	25	25	25	-	8	-	-	-	37
B-3	-	-	-	-	-	30	-	-	-
B-4	-	-	-	-	-	-	20	-	-
B-5	-	-	-	-	-	-	-	20	-
ビスコート#540	40	40	30	50	55	30	40	50	30
ビスコート#700	-	-	10	-	10	10	-	-	10
TPGDA	31	21	21	12	21	27.5	27.7	27.9	3
POA	-	10	10	20	-	-	10	-	16
Omnirad TPO	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Omnirad 184	1	1	1	1	1	1	1	1	1
外観	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
ヤング率 (MPa)	A 1550	A 1720	A 1540	A 2020	A 2060	A 1680	B 1130	B 1100	A 1400
破断伸び (%)	A 12	A 13	A 11	A 10	A 11	A 13	A 21	B 8	A 19
巻き異常頻度	A 0	A 0	A 0	A 0	A 0	A 1	B 3	B 4	A 0

【 0 0 8 9 】

10

20

30

40

50

【表 2】

比較例	1	2	3	4	5	6
Y-1	-	2	-	1	-	-
Y-2	-	-	2	-	-	-
Y-3	-	-	-	2	-	-
B-2	25	25	25	25	8	-
B-4	-	-	-	-	-	30
ビスコート#540	40	40	40	40	55	20
ビスコート#700	-	-	-	-	10	-
TPGDA	33	31	31	31	25	27
Omnirad TPO	1	1	1	1	1	1
Omnirad 184	1	1	1	1	1	1
外観	OK	OK	OK	NG	OK	OK
ヤング率 (MPa)	A 1570	A 1570	A 1560	-	A 2110	C 660
破断伸び (%)	B 8	B 8	B 9	-	C 4	A 38
巻き異常頻度	C 18	C 17	C 16	-	C 16	C 29

10

20

## 【符号の説明】

## 【0090】

- 1 0 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

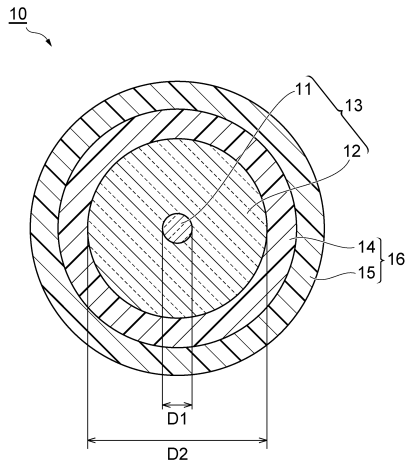
30

40

50

【図面】

【図 1】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I
<i>C 0 8 F 283/00 (2006.01)</i>	C 0 8 F 283/00
<i>C 0 8 F 290/06 (2006.01)</i>	C 0 8 F 290/06
<i>C 0 8 G 18/28 (2006.01)</i>	C 0 8 G 18/28 0 1 5
<i>C 0 8 G 18/48 (2006.01)</i>	C 0 8 G 18/48
<i>C 0 8 G 18/67 (2006.01)</i>	C 0 8 G 18/67 0 1 0
<i>G 0 2 B 6/44 (2006.01)</i>	G 0 2 B 6/44 3 0 1 A

審査官 山本 晋也

- (56)参考文献 特表 2 0 0 9 - 5 1 4 9 9 4 ( J P , A )  
 特開平 7 - 2 1 5 7 3 7 ( J P , A )  
 国際公開第 2 0 2 0 / 0 4 0 2 2 3 ( W O , A 1 )  
 特開 2 0 1 9 - 0 4 0 1 1 9 ( J P , A )  
 国際公開第 2 0 1 9 / 0 2 6 3 5 6 ( W O , A 1 )

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

C 0 3 C 2 5 / 1 0 6 5  
 C 0 3 C 2 5 / 2 8 5  
 C 0 3 C 2 5 / 3 2 6  
 C 0 3 C 2 5 / 5 0  
 C 0 3 C 2 5 / 6 2 2 6  
 C 0 8 F 2 8 3 / 0 0  
 C 0 8 F 2 9 0 / 0 6  
 C 0 8 G 1 8 / 2 8  
 C 0 8 G 1 8 / 4 8  
 C 0 8 G 1 8 / 6 7  
 G 0 2 B 6 / 4 4  
 B 3 2 B 7 / 1 0  
 B 3 2 B 7 / 1 2