



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I833963 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：109118278

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 06 月 01 日

(51)Int. Cl. : C09D175/16 (2006.01)

C09D4/02 (2006.01)

C09D7/61 (2018.01)

G02B6/44 (2006.01)

(30)優先權：2019/06/18 日本

2019-112809

(71)申請人：日商住友電氣工業股份有限公司(日本)SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.
(JP)

日本

(72)發明人：德田千明 TOKUDA, CHIAKI (JP)；浜窪勝史 HAMAKUBO, KATSUSHI (JP)；岩口矩章 IWAGUCHI, NORIAKI (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

JP 2000-7717A

審查人員：趙偉志

申請專利範圍項數：5 項 圖式數：1 共 19 頁

(54)名稱

光纖

(57)摘要

本發明之光纖具備包含芯及包覆層之玻璃纖維、及被覆玻璃纖維之外周之被覆樹脂層，且被覆樹脂層具有與玻璃纖維相接並被覆該玻璃纖維之第一樹脂層、及被覆第一樹脂層之外周之第二樹脂層，第二樹脂層包含疏水性球狀二氧化矽粒子，該二氧化矽粒子之含量以第二樹脂層之總量為基準為 7 質量%以上 60 質量%以下，光纖之表面電位之絕對值為 10 mV 以上 60 mV 以下。

指定代表圖：

符號簡單說明：

10:光纖

11:芯

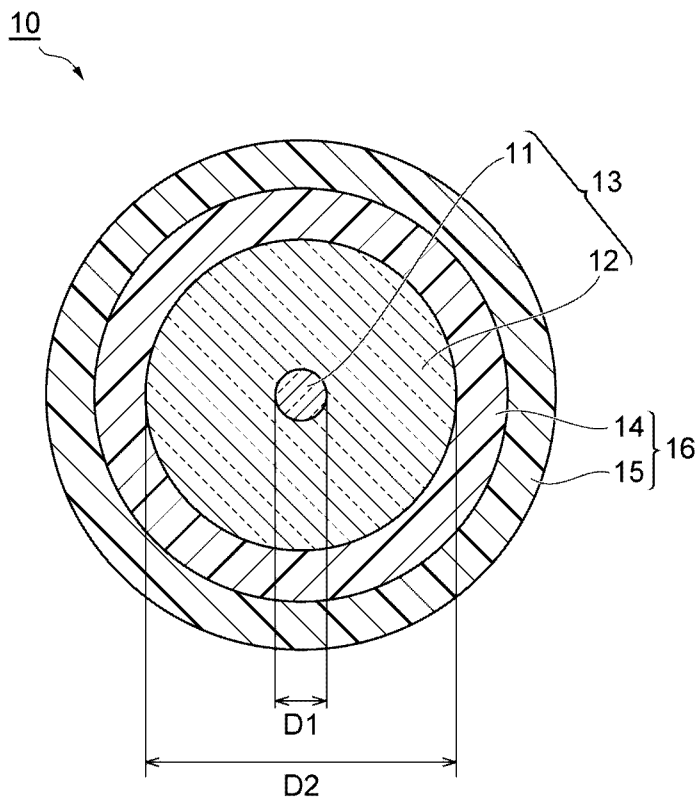
12:包覆層

13:玻璃纖維

14:第一樹脂層

15:第二樹脂層

16:被覆樹脂層



【圖1】



公告本

I833963

【發明摘要】

【中文發明名稱】

光纖

【中文】

本發明之光纖具備包含芯及包覆層之玻璃纖維、及被覆玻璃纖維之外周之被覆樹脂層，且被覆樹脂層具有與玻璃纖維相接並被覆該玻璃纖維之第一樹脂層、及被覆第一樹脂層之外周之第二樹脂層，第二樹脂層包含疏水性球狀二氧化矽粒子，該二氧化矽粒子之含量以第二樹脂層之總量為基準為7質量%以上60質量%以下，光纖之表面電位之絕對值為10 mV以上60 mV以下。

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

10:光纖

11:芯

12:包覆層

13:玻璃纖維

14:第一樹脂層

15:第二樹脂層

16:被覆樹脂層

【發明說明書】

【中文發明名稱】

光纖

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種光纖。

本申請案主張基於2019年6月18日提出申請之日本專利申請第2019-112809號之優先權，並援用上述日本申請案中所記載之所有記載內容。

【先前技術】

【0002】 通常光纖具有用以保護作為光傳輸體之玻璃纖維之被覆樹脂層。被覆樹脂層例如包含第一樹脂層及第二樹脂層。若光纖帶電，則容易因異物附著而斷線，因而於將光纖捲取至捲線軸時容易引起捲繞不良。光纖由於容易帶電，故而會使用除靜電機捲取光纖(例如參照專利文獻1)。

先前技術文獻

專利文獻

【0003】 專利文獻1：日本專利特開2013-18562號公報

【發明內容】

【0004】 本發明之一態樣之光纖具備包含芯及包覆層之玻璃纖維、及被覆玻璃纖維之外周之被覆樹脂層，且被覆樹脂層具有與玻璃纖維相接並被覆該玻璃纖維之第一樹脂層、及被覆第一樹脂層之外周之第二樹脂層，第二樹脂層包含疏水性球狀二氧化矽粒子，該二氧化矽粒子之含量以第二樹脂層之總量為基準為7質量%以上60質量%以下，光纖之表面電位之絕對值為10 mV以上60 mV以下。

【0005】 [發明所欲解決之問題]

為了防止光纖之捲取不良，需要於多個地方設置除靜電機，要耗費設備費、維持費等成本。因此，對於光纖要求不易帶電、降低因異物附著而引起之斷線。

【0006】 本發明之目的在於提供一種能夠抑制帶電從而降低因異物等之附著而引起之斷線的光纖。

【0007】 [發明之效果]

根據本發明，可提供一種能夠抑制帶電從而降低因異物等之附著而引起之斷線的光纖。

【圖式簡單說明】**【0008】**

圖1係表示本實施方式之光纖之一例之概略剖視圖。

【實施方式】**[本發明之實施方式之說明]**

首先，列記本發明之實施方式之內容進行說明。本發明之一態樣之光纖具備包含芯及包覆層之玻璃纖維、及被覆玻璃纖維之外周之被覆樹脂層，且被覆樹脂層具有與玻璃纖維相接並被覆該玻璃纖維之第一樹脂層、及被覆第一樹脂層之外周之第二樹脂層，第二樹脂層包含疏水性球狀二氧化矽粒子，該二氧化矽粒子之含量以第二樹脂層之總量為基準為7質量%以上60質量%以下，光纖之表面電位之絕對值為10 mV以上60 mV以下。

【0009】 認為藉由使上述二氧化矽粒子均勻地分散於第二樹脂層，能夠增大光纖之表面電位之絕對值，從而能夠抑制光纖之帶電從而降低因

異物等之附著而引起之光纖之斷線。

【0010】就樹脂層中之分散性優異、容易調整光纖之表面電位之方面而言，上述二氧化矽粒子之平均粒徑可為5 nm以上400 nm以下。

【0011】就提昇光纖之強度之方面而言，第二樹脂層之楊氏模數於23℃下為1200 MPa以上3000 MPa以下。

【0012】光纖之外徑可為 $200 \pm 15 \mu\text{m}$ 。由於具有本實施方式之第二樹脂層，故而即便為細徑之光纖亦不易斷線。就抑制光纖之帶電從而降低因異物等之附著而引起之斷線之觀點而言，第二樹脂層可包含樹脂組合物之硬化物，該樹脂組合物包含：含有包含胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯之低聚物、單體及光聚合起始劑之基質樹脂；及疏水性球狀二氧化矽粒子。

【0013】 [本發明之實施方式之詳細情況]

視需要一面參照圖式一面對本實施方式之樹脂組合物及光纖之具體例進行說明。再者，本發明並不限定於該等例示，意欲包括由申請專利範圍表示且與申請專利範圍均等之含義及範圍內之所有變更。於以下說明中，於圖式之說明中對相同之要素附上相同之符號，並省略重複之說明。

【0014】 <光纖>

圖1係表示本實施方式之光纖之一例之概略剖視圖。光纖10具備包含芯11及包覆層12之玻璃纖維13、及包含設置於玻璃纖維13之外周之第一樹脂層14及第二樹脂層15之被覆樹脂層16。

【0015】 包覆層12包圍芯11。芯11及包覆層12主要包含石英玻璃等玻璃，例如芯11中可使用添加有鍍之石英玻璃、或純石英玻璃，包覆層12中可使用純石英玻璃、或添加有氟之石英玻璃。

【0016】 於圖1中，例如玻璃纖維13之外徑(D2)為 $100 \mu\text{m}$ 至 $125 \mu\text{m}$

左右，構成玻璃纖維13之芯11之直徑(D1)為7 μm 至15 μm 左右。被覆樹脂層16之厚度通常為22 μm 至70 μm 左右。第一樹脂層14及第二樹脂層15之各層之厚度可為5 μm 至50 μm 左右。

【0017】於玻璃纖維13之外徑(D2)為125 μm 左右且被覆樹脂層16之厚度為60 μm 以上70 μm 以下之情形時，第一樹脂層14及第二樹脂層15之各層之厚度可為10 μm 至50 μm 左右，例如可第一樹脂層14之厚度為35 μm 且第二樹脂層15之厚度為25 μm 。光纖10之外徑可為245 μm 至265 μm 左右。

【0018】於玻璃纖維13之外徑(D2)為125 μm 左右且被覆樹脂層16之厚度為27 μm 以上48 μm 以下之情形時，第一樹脂層14及第二樹脂層15之各層之厚度可為10 μm 至38 μm 左右，例如可第一樹脂層14之厚度為25 μm 且第二樹脂層15之厚度為10 μm 。光纖10之外徑可為179 μm 至221 μm 左右。

【0019】於玻璃纖維13之外徑(D2)為100 μm 左右且被覆樹脂層16之厚度為22 μm 以上37 μm 以下之情形時，第一樹脂層14及第二樹脂層15之各層之厚度可為5 μm 至32 μm 左右，例如可第一樹脂層14之厚度為25 μm 且第二樹脂層15之厚度為10 μm 。光纖10之外徑可為144 μm 至174 μm 左右。

【0020】就抑制光纖之帶電之方面而言，光纖之表面電位之絕對值為10 mV以上60 mV以下，較佳為10 mV以上50 mV以下，更佳為15 mV以上40 mV以下。

【0021】(第二樹脂層)

就抑制光纖之帶電從而降低因異物等之附著而引起之斷線之觀點而

言，第二樹脂層15可使樹脂組合物硬化而形成，該樹脂組合物包含：含有包含胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯之低聚物、單體及光聚合起始劑之基質樹脂、及疏水性球狀二氧化矽粒子。即，第二樹脂層15可包含樹脂組合物之硬化物，該樹脂組合物包含：含有包含胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯之低聚物、單體及光聚合起始劑之基質樹脂、及疏水性球狀二氧化矽粒子。

【0022】 此處，(甲基)丙烯酸酯意指丙烯酸酯或與其對應之甲基丙烯酸酯。關於(甲基)丙烯酸等，亦同樣如此。

【0023】 本實施方式之二氧化矽粒子為球狀之粒子，其表面經疏水處理。本實施方式之疏水處理係指於二氧化矽粒子之表面導入疏水性之基。導入疏水性之基之二氧化矽粒子於樹脂組合物中之分散性優異。疏水性之基可為(甲基)丙烯醯基等反應性基(紫外線硬化性之官能基)、或脂肪族烴基(例如烷基)、芳香族烴基(例如苯基)等非反應性基。於二氧化矽粒子具有反應性基之情形時，容易形成楊氏模數較高之樹脂層。

【0024】 就容易抑制光纖之帶電從而降低因異物等之附著而引起之斷線之方面而言，本實施方式之二氧化矽粒子亦可具有紫外線硬化性之官能基。藉由利用具有紫外線硬化性之官能基之矽烷化合物對球狀二氧化矽粒子進行處理，能夠將紫外線硬化性之官能基導入至球狀二氧化矽粒子之表面。

【0025】 作為具有紫外線硬化性之官能基之矽烷化合物，例如可列舉：3-甲基丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷、3-丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷、3-甲基丙烯醯氧基丙基三乙氧基矽烷、3-丙烯醯氧基丙基三乙氧基矽烷、8-甲基丙烯醯氧基辛基三甲氧基矽烷、8-丙烯醯氧基辛基三甲氧基矽烷、7-辛烯基三甲氧基矽烷、乙烯基三甲氧基矽烷及乙烯基三乙氧基矽

烷。

【0026】 本實施方式之二氧化矽粒子分散於分散介質中。藉由使用分散於分散介質中之二氧化矽粒子，能夠使二氧化矽粒子均勻地分散於樹脂組合物中，於由該樹脂組合物所形成之樹脂層中，二氧化矽粒子亦以分散之狀態存在。作為分散介質，只要不阻礙樹脂組合物之硬化，則無特別限定。分散介質可為反應性，亦可為非反應性。

【0027】 作為反應性之分散介質，可使用(甲基)丙烯酸醯基化合物、環氧化合物等單體。作為(甲基)丙烯酸醯基化合物，例如可列舉：1,6-己二醇二(甲基)丙烯酸酯、EO改性雙酚A二(甲基)丙烯酸酯、聚乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、PO改性雙酚A二(甲基)丙烯酸酯、聚丙二醇二(甲基)丙烯酸酯、聚四亞甲基二醇二(甲基)丙烯酸酯、丙烯酸2-羥基-3-苯氧基丙酯、丙二醇二縮水甘油醚之(甲基)丙烯酸加成物、三丙二醇二縮水甘油醚之(甲基)丙烯酸加成物、及甘油二縮水甘油醚之(甲基)丙烯酸加成物。作為(甲基)丙烯酸醯基化合物，亦可使用下文所述之單體中所例示之化合物。

【0028】 作為非反應性之分散介質，亦可使用甲基乙基酮(MEK)等酮系溶劑、甲醇(MeOH)等醇系溶劑、或丙二醇單甲醚乙酸酯(PGMEA)等酯系溶劑。於非反應性之分散介質之情形時，可將基質樹脂與分散於分散介質中之球狀二氧化矽粒子混合之後將分散介質之一部分去除而製備樹脂組合物。

【0029】 分散於分散介質中之二氧化矽粒子於樹脂組合物之硬化後亦以分散於樹脂層中之狀態存在。於使用反應性之分散介質之情形時，將二氧化矽粒子連同分散介質一起混合於樹脂組合物中，於維持分散狀態之情況下進入樹脂層中。於使用非反應性之分散介質之情形時，分散介質其

至少一部分自樹脂組合物揮發而消失，二氧化矽粒子於分散狀態之情況下殘留於樹脂組合物中，於硬化後之樹脂層中亦以分散之狀態存在。關於存在於樹脂層中之二氧化矽粒子，於用電子顯微鏡觀察之情形時，係以分散之狀態觀察到一次粒子。

【0030】 就容易對樹脂層賦予適度硬度等觀點而言，作為本實施方式之二氧化矽粒子，較佳為使用具有紫外線硬化性之官能基之二氧化矽粒子。

【0031】 就對第二樹脂層賦予適度韌性之觀點而言，二氧化矽粒子之平均一次粒徑較佳為400 nm以下，更佳為300 nm以下。就提高第二樹脂層之楊氏模數之觀點而言，二氧化矽粒子之平均一次粒徑較佳為5 nm以上，更佳為10 nm以上。平均一次粒徑例如可藉由電子顯微鏡照片之圖像解析、光散射法、BET(Brunauer-Emmett-Teller，布厄特)法等進行測定。關於分散有無機氧化物之一次粒子之分散介質，於一次粒子之粒徑較小之情形時，目視下看起來透明。於一次粒子之粒徑相對較大(40 nm以上)之情形時，分散有一次粒子之分散介質看起來白濁，但觀察不到沈澱物。

【0032】 疏水性球狀二氧化矽粒子之含量以樹脂組合物之總量(基質樹脂及二氧化矽粒子之總量)為基準較佳為7質量%以上60質量%以下，更佳為8質量%以上55質量%以下，進而較佳為10質量%以上50質量%以下。若疏水性球狀二氧化矽粒子之含量為7質量%以上，則容易使光纖之表面電位之絕對值變大。若疏水性球狀二氧化矽粒子之含量為60質量%以下，則能夠調整樹脂組合物之楊氏模數，從而形成強韌之樹脂層。再者，由於樹脂組合物之總量幾乎不會因硬化而產生變化，故而可認為樹脂組合物之

總量為樹脂組合物之硬化物之總量。

【0033】 本實施方式之基質樹脂含有包含胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯之低聚物、單體及光聚合起始劑。

【0034】 作為胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯，可使用使多元醇化合物、聚異氰酸酯化合物及含羥基之(甲基)丙烯酸酯化合物進行反應而獲得之低聚物。

【0035】 作為多元醇化合物，例如可列舉：聚四亞甲基二醇、聚丙二醇及雙酚A-環氧乙烷加成二醇。多元醇化合物之數量平均分子量可為400以上1000以下。作為聚異氰酸酯化合物，例如可列舉：2,4-甲苯二異氰酸酯、2,6-甲苯二異氰酸酯、異佛酮二異氰酸酯及二環己基甲烷4,4'-二異氰酸酯。作為含羥基之(甲基)丙烯酸酯化合物，例如可列舉：(甲基)丙烯酸2-羥基乙酯、(甲基)丙烯酸2-羥基丁酯、1,6-己二醇單(甲基)丙烯酸酯、季戊四醇三(甲基)丙烯酸酯、(甲基)丙烯酸2-羥基丙酯及三丙二醇單(甲基)丙烯酸酯。

【0036】 作為合成胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯時之觸媒，通常使用有機錫化合物。作為有機錫化合物，例如可列舉：二月桂酸二丁基錫、二乙酸二丁基錫、順丁烯二酸二丁基錫、二丁基雙(巰基乙酸2-乙基己酯)錫、二丁基雙(巰基乙酸異辛酯)錫及氧化二丁基錫。就易取得性或觸媒性能之方面而言，較佳為使用二月桂酸二丁基錫或二乙酸二丁基錫作為觸媒。

【0037】 於合成胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯時亦可使用碳數5以下之低級醇。作為低級醇，例如可列舉：甲醇、乙醇、1-丙醇、2-丙醇、1-丁醇、2-丁醇、2-甲基-2-丙醇、1-戊醇、2-戊醇、3-戊醇、2-甲基-1-丁醇、

3-甲基-1-丁醇、2-甲基-2-丁醇、3-甲基-2-丁醇及2,2-二甲基-1-丙醇。

【0038】 就容易提高光纖之表面電位之方面而言，低聚物亦可進而包含環氧(甲基)丙烯酸酯。作為環氧(甲基)丙烯酸酯，可使用使具有(甲基)丙烯酸醯基之化合物與具有2個以上縮水甘油基之環氧樹脂反應而獲得之低聚物。

【0039】 就提高光纖之韌性之方面而言，環氧(甲基)丙烯酸酯之含量以低聚物及單體之總量為基準較佳為10質量%以上55質量%以下，更佳為15質量%以上50質量%以下，進而較佳為20質量%以上45質量%以下。

【0040】 作為單體，可使用選自由具有1個聚合性基之單官能單體、及具有2個以上聚合性基之多官能單體所組成之群中之至少1種。單體亦可將2種以上混合使用。

【0041】 作為單官能單體，例如可列舉：(甲基)丙烯酸甲酯、(甲基)丙烯酸乙酯、(甲基)丙烯酸丙酯、(甲基)丙烯酸正丁酯、(甲基)丙烯酸第二丁酯、(甲基)丙烯酸第三丁酯、(甲基)丙烯酸異丁酯、(甲基)丙烯酸正戊酯、(甲基)丙烯酸異戊酯、(甲基)丙烯酸己酯、(甲基)丙烯酸庚酯、(甲基)丙烯酸異戊酯、(甲基)丙烯酸2-乙基己酯、(甲基)丙烯酸正辛酯、(甲基)丙烯酸異辛酯、(甲基)丙烯酸異癸酯、(甲基)丙烯酸月桂酯、(甲基)丙烯酸2-苯氧基乙酯、丙烯酸3-苯氧基苄酯、苯氧基二乙二醇丙烯酸酯、苯氧基聚乙二醇丙烯酸酯、4-第三丁基環己醇丙烯酸酯、(甲基)丙烯酸四氫糠酯、(甲基)丙烯酸苄酯、(甲基)丙烯酸二環戊烯酯、(甲基)丙烯酸二環戊烯基氧基乙酯、(甲基)丙烯酸二環戊烯酯、壬基苯酚聚乙二醇(甲基)丙烯酸酯、壬基苯氧基聚乙二醇(甲基)丙烯酸酯、(甲基)丙烯酸異苜酯等(甲基)丙烯酸酯系單體；(甲基)丙烯酸、(甲基)丙烯酸二聚物、(甲基)丙烯酸

羧基乙酯、(甲基)丙烯酸羧基戊酯、 ω -羧基-聚己內酯(甲基)丙烯酸酯等含羧基單體；N-(甲基)丙烯醯咪啉、N-乙基吡咯啉酮、N-乙基己內醯胺、N-丙烯醯哌啉、N-甲基丙烯醯哌啉、N-(甲基)丙烯醯吡咯啉、3-(3-吡啶)(甲基)丙烯酸丙酯、環狀三羥甲基丙烷縮甲醛丙烯酸酯等含雜環單體；順丁烯二醯亞胺、N-環己基順丁烯二醯亞胺、N-苯基順丁烯二醯亞胺等順丁烯二醯亞胺系單體；(甲基)丙烯醯胺、N,N-二甲基(甲基)丙烯醯胺、N,N-二乙基(甲基)丙烯醯胺、N-己基(甲基)丙烯醯胺、N-甲基(甲基)丙烯醯胺、N-丁基(甲基)丙烯醯胺、N-丁基(甲基)丙烯醯胺、N-羥甲基(甲基)丙烯醯胺、N-羥甲基丙烷(甲基)丙烯醯胺等醯胺系單體；(甲基)丙烯酸胺基乙酯、(甲基)丙烯酸胺基丙酯、(甲基)丙烯酸N,N-二甲胺基乙酯、(甲基)丙烯酸第三丁基胺基乙酯等(甲基)丙烯酸胺基烷基酯系單體；N-(甲基)丙烯醯氧基亞甲基琥珀醯亞胺、N-(甲基)丙烯醯基-6-氧基六亞甲基琥珀醯亞胺、N-(甲基)丙烯醯基-8-氧基八亞甲基琥珀醯亞胺等琥珀醯亞胺系單體。

【0042】 作為多官能單體，例如可列舉：乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、聚乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、聚丙二醇二(甲基)丙烯酸酯、新戊二醇二(甲基)丙烯酸酯、三丙二醇二(甲基)丙烯酸酯、雙酚A之環氧烷加成物之二(甲基)丙烯酸酯、四乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、羥基新戊酸新戊二醇二(甲基)丙烯酸酯、1,4-丁二醇二(甲基)丙烯酸酯、1,6-己二醇二(甲基)丙烯酸酯、1,9-壬二醇二(甲基)丙烯酸酯、1,12-十二烷二醇二(甲基)丙烯酸酯、1,14-十四烷二醇二(甲基)丙烯酸酯、1,16-十六烷二醇二(甲基)丙烯酸酯、1,20-二十烷二醇二(甲基)丙烯酸酯、異戊二醇二(甲基)丙烯酸酯、3-乙基-1,8-辛二醇二(甲基)丙烯酸酯、雙酚A之EO加成物二(甲基)丙烯酸酯

等具有2個聚合性基之單體；及三羥甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯、三羥甲基辛烷三(甲基)丙烯酸酯、三羥甲基丙烷聚乙氧基三(甲基)丙烯酸酯、三羥甲基丙烷聚丙氧基三(甲基)丙烯酸酯、三羥甲基丙烷聚乙氧基聚丙氧基三(甲基)丙烯酸酯、三[(甲基)丙烯醯氧基乙基]異氰尿酸酯、季戊四醇三(甲基)丙烯酸酯、季戊四醇聚乙氧基四(甲基)丙烯酸酯、季戊四醇聚丙氧基四(甲基)丙烯酸酯、季戊四醇四(甲基)丙烯酸酯、二-三羥甲基丙烷四(甲基)丙烯酸酯、二季戊四醇四(甲基)丙烯酸酯、二季戊四醇五(甲基)丙烯酸酯、二季戊四醇六(甲基)丙烯酸酯、己內酯改性三[(甲基)丙烯醯氧基乙基]異氰尿酸酯等具有3個以上聚合性基之單體。

【0043】就提高樹脂層之楊氏模數之觀點而言，單體較佳為包含多官能單體，更佳為包含具有2個聚合性基之單體。

【0044】作為光聚合起始劑，可自公知之自由基光聚合起始劑中適當選擇使用。作為光聚合起始劑，例如可列舉：1-羥基環己基苯基酮(Omnirad 184，IGM Resins公司製造)、2,2-二甲氧基-2-苯基苯乙酮、1-(4-異丙基苯基)-2-羥基-2-甲基丙烷-1-酮、雙(2,6-二甲氧基苯甲醯基)-2,4,4-三甲基戊基氧化膦、2-甲基-1-[4-(甲硫基)苯基]-2-咪啉基-丙烷-1-酮(Omnirad 907，IGM Resins公司製造)、2,4,6-三甲基苯甲醯基二苯基氧化膦(Omnirad TPO，IGM Resins公司製造)及雙(2,4,6-三甲基苯甲醯基)苯基氧化膦(Omnirad 819，IGM Resins公司製造)。

【0045】樹脂組合物亦可進而含有矽烷偶合劑、調平劑、消泡劑、抗氧化劑、增感劑等。

【0046】作為矽烷偶合劑，只要不妨礙樹脂組合物之硬化，則無特別限定。作為矽烷偶合劑，例如可列舉：四甲基矽酸酯、四乙基矽酸酯、

巰基丙基三甲氧基矽烷、乙烯基三氯矽烷、乙烯基三乙氧基矽烷、乙烯基三(β-甲氧基-乙氧基)矽烷、β-(3,4-環氧環己基)-乙基三甲氧基矽烷、二甲氧基二甲基矽烷、二乙氧基二甲基矽烷、3-丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷、γ-縮水甘油氧基丙基三甲氧基矽烷、γ-縮水甘油氧基丙基甲基二乙氧基矽烷、γ-甲基丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷、N-(β-胺基乙基)-γ-胺基丙基三甲氧基矽烷、N-(β-胺基乙基)-γ-胺基丙基三甲基二甲氧基矽烷、N-苯基-γ-胺基丙基三甲氧基矽烷、γ-氯丙基三甲氧基矽烷、γ-巰基丙基三甲氧基矽烷、γ-胺基丙基三甲氧基矽烷、雙-[3-(三乙氧基矽烷基)丙基]四硫醚、雙-[3-(三乙氧基矽烷基)丙基]二硫醚、γ-三甲氧基矽烷基丙基二甲硫基胺甲醯基四硫醚及γ-三甲氧基矽烷基丙基苯并噻唑基四硫醚。

【0047】 第二樹脂層之楊氏模數較佳為23℃下為1200 MPa以上3000 MPa以下，更佳為1250 MPa以上2800 MPa以下，進而較佳為1300 MPa以上2700 MPa以下。若第二樹脂層之楊氏模數為1200 MPa以上，則容易提昇側壓特性，若為3000 MPa以下，則能夠對第二樹脂層賦予適度韌性，因而容易提昇低溫特性。

【0048】 (第一樹脂層)

第一樹脂層14例如可使含有包含胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯之低聚物、單體、光聚合起始劑及矽烷偶合劑之樹脂組合物硬化而形成。第一樹脂層用樹脂組合物可使用先前公知之技術。作為胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯、單體、光聚合起始劑及矽烷偶合劑，可自上述基質樹脂中所例示之化合物中適當選擇。但是，形成第一樹脂層之樹脂組合物具有與形成第二樹脂層之基質樹脂不同之組成。

【0049】 就抑制光纖中產生空隙之觀點而言，第一樹脂層之楊氏模

數較佳為為23℃下為0.04 MPa以上1.0 MPa以下，更佳為0.05 MPa以上0.9 MPa以下，進而較佳為0.05 MPa以上0.8 MPa以下。

[實施例]

【0050】 以下表示使用本發明之實施例及比較例之評價試驗之結果，並進一步詳細地說明本發明。再者，本發明並不限定於該等實施例。

【0051】 [第二樹脂層用樹脂組合物]

(低聚物)

作為低聚物，準備藉由使分子量600之聚丙二醇、2,4-甲苯二異氰酸酯及丙烯酸羥基乙酯進行反應所獲得之胺基甲酸酯丙烯酸酯(UA)、及雙酚A型環氧丙烯酸酯(EA)。

【0052】 (單體)

作為單體，準備三丙二醇二丙烯酸酯(TPGDA)及丙烯酸2-苯氧基乙酯(PO-A)。

【0053】 (光聚合起始劑)

作為光聚合起始劑，準備1-羥基環己基苯基酮(Omnirad 184)及2,4,6-三甲基苯甲醯基二苯基氧化膦(Omnirad TPO)。

【0054】 (二氧化矽粒子)

作為二氧化矽粒子，準備包含表1所示之二氧化矽粒子(Si-1～Si-4)之矽溶膠。疏水性之二氧化矽粒子具有甲基丙烯醯基。

【0055】 [表1]

| 二氧化矽粒子 | Si-1 | Si-2 | Si-3 | Si-4 |
|----------|------|------|------|------|
| 形狀 | 球狀 | 球狀 | 球狀 | 球狀 |
| 表面狀態 | 疏水性 | 疏水性 | 疏水性 | 親水性 |
| 平均粒徑(nm) | 10 | 100 | 300 | 10 |

【0056】 (樹脂組合物)

首先，將上述低聚物、單體及光聚合起始劑加以混合而製備基質樹脂。繼而，以成為表2或表3所示之二氧化矽粒子之含量之方式將矽溶膠與基質樹脂混合，其後，減壓去除作為分散介質之MEK之大部分，分別製作第二樹脂層用樹脂組合物。再者，樹脂組合物中所殘存之MEK之含量為5質量%以下。

【0057】 於表2及3中，低聚物及單體之數值係以低聚物及單體之總量為基準之含量，二氧化矽粒子之數值係以樹脂組合物之總量為基準之含量。

【0058】 <樹脂組合物之分散狀態>

將樹脂組合物用MEK稀釋至100倍，使用大塚電子股份有限公司製造之 ζ 電位-粒徑-分子量測定系統「ELSZ-2000」測定電壓200 V下之 ζ 電位。將 ζ 電位之絕對值超過30 mV之情形判斷為二氧化矽粒子均勻地分散於樹脂組合物中。

【0059】 [第一樹脂層用樹脂組合物]

準備藉由使分子量4000之聚丙二醇、異佛酮二異氰酸酯、及丙烯酸羥基乙酯及甲醇進行反應而獲得之胺基甲酸酯丙烯酸酯。將該胺基甲酸酯丙烯酸酯75質量份、壬基苯酚EO改性丙烯酸酯12質量份、N-乙基己內醯胺6質量份、1,6-己二醇二丙烯酸酯2質量份、2,4,6-三甲基苯甲醯基二苯基氧化磷1質量份、及3-巰基丙基三甲氧基矽烷1質量份進行混合，獲得第一樹脂層用樹脂組合物。

【0060】 [光纖之製作]

於包含芯及包覆層之直徑125 μm 之玻璃纖維之外周，使用第一樹脂層用樹脂組合物形成厚度20 μm 之第一樹脂層，進而於其外周使用第二樹

脂層用樹脂組合物形成厚度15 μm 之第二樹脂層，從而製作光纖。線速設為1500 m/min。

【0061】 (光纖之表面電位)

使用「ELSZ-2000」於室溫下測定施加電壓60 V下之光纖之表面電位。測定係按照以下順序而進行。

首先，作為觀察組粒子，準備使利用羥基丙烯酸纖維素(M_w : 300000)塗佈聚苯乙烯乳膠(粒徑: 520 nm)而得之粒子分散於10 mM之NaCl水溶液中所獲得的觀察組粒子之溶液。繼而，於間隔物上鋪滿100根光纖，並設置於「ELSZ-2000」之 ζ 電位用單元，其後，將經孔洞大小0.1 μm 之過濾器過濾之觀察組粒子之溶液注入至單元內。於單元深度方向進行觀察組粒子之電泳測定。對所測得之單元內部之表觀之速度分佈利用森-岡本式進行分析，求出光纖之表面電位。

【0062】 (斷線之有無)

將以1500 m/min對光纖進行拉絲時拉絲100 km未斷線之情形設為「A」，將斷線之情形設為「B」。

【0063】 [表2]

| | | 實施例 | 實施例 | 實施例 | 實施例 | 實施例 | 實施例 | 實施例 | 實施例 | 實施例 | 實施例 |
|---------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 低聚物 (質量%) | UA | 50 | 50 | 50 | 50 | 32 | 32 | 32 | 15 | 15 | 15 |
| | EA | 15 | 15 | 15 | 15 | 40 | 40 | 40 | 45 | 45 | 45 |
| 單體 (質量%) | TPGDA | 20 | 20 | 20 | 20 | 18 | 18 | 18 | 30 | 30 | 30 |
| | POA | 15 | 15 | 15 | 15 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 二氧化矽 粒子 (質量%) | Si-1 | 10 | 30 | 40 | 50 | 10 | 30 | 40 | 10 | 30 | 40 |
| | 分散性 | 均勻 | 均勻 | 均勻 | 均勻 | 均勻 | 均勻 | 均勻 | 均勻 | 均勻 | 均勻 |
| 表面電位(mV) | | 11 | 17 | 19 | 22 | 21 | 25 | 27 | 31 | 35 | 37 |
| 斷線之有無 | | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A |

【0064】 [表3]

| | | 實施例11 | 實施例12 | 比較例1 | 比較例2 |
|-----------------|-------|-------|-------|------|------|
| 低聚物 (質量%) | UA | 50 | 50 | 50 | 50 |
| | EA | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 單體 (質量%) | TPGDA | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | POA | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 二氧化矽粒子 (質量%) | Si-1 | - | - | - | 1 |
| | Si-2 | 40 | - | - | - |
| | Si-3 | - | 40 | - | - |
| | Si-4 | - | - | 30 | - |
| | 分散性 | 均勻 | 均勻 | 不均勻 | 均勻 |
| 表面電位(mV) | | 19 | 19 | 7 | 4 |
| 斷線之有無 | | A | A | B | B |

【符號說明】

【0065】

10:光纖

11:芯

12:包覆層

13:玻璃纖維

14:第一樹脂層

15:第二樹脂層

16:被覆樹脂層

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種光纖，其係具備包含芯及包覆層之玻璃纖維、及被覆上述玻璃纖維之外周之被覆樹脂層者；且

上述被覆樹脂層具有與上述玻璃纖維相接並被覆上述玻璃纖維之第一樹脂層、及被覆上述第一樹脂層之外周之第二樹脂層；

上述第二樹脂層包含疏水性球狀二氧化矽粒子，上述二氧化矽粒子之含量以上述第二樹脂層之總量為基準為7質量%以上60質量%以下；

該光纖之表面電位之絕對值為10 mV以上60 mV以下，

上述疏水性球狀二氧化矽粒子具有(甲基)丙烯酸醯基作為疏水性之基。

【請求項2】

如請求項1之光纖，其中上述二氧化矽粒子之平均一次粒徑為5 nm以上400 nm以下。

【請求項3】

如請求項1之光纖，其中上述第二樹脂層之楊氏模數於23°C下為1200 MPa以上3000 MPa以下。

【請求項4】

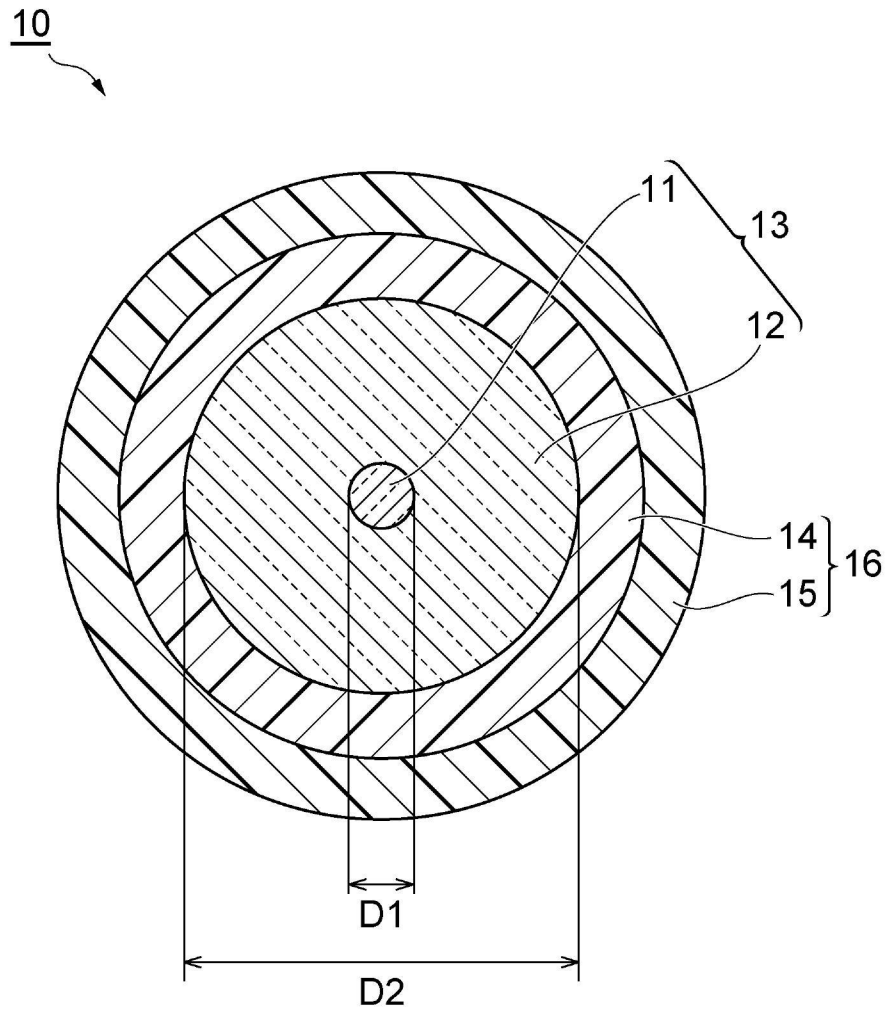
如請求項1之光纖，其外徑為 $200 \pm 15 \mu\text{m}$ 。

【請求項5】

如請求項1至4中任一項之光纖，其中上述第二樹脂層包含樹脂組合物之硬化物，該樹脂組合物包含：含有包含胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯之低聚物、單體及光聚合起始劑之基質樹脂；及上述二氧化矽粒子；且

上述單體包含聚丙二醇二(甲基)丙烯酸酯及(甲基)丙烯酸2-苯氧基乙酯。

【發明圖式】



【圖1】