



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202342659 A

(43)公開日：中華民國 112 (2023) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：112105522

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 02 月 16 日

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

G02B6/44 (2006.01)

(30)優先權：2022/02/24 日本

2022-026905

(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：本間祐也 HOMMA, YUYA (JP)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：13 項 圖式數：6 共 41 頁

(54)名稱

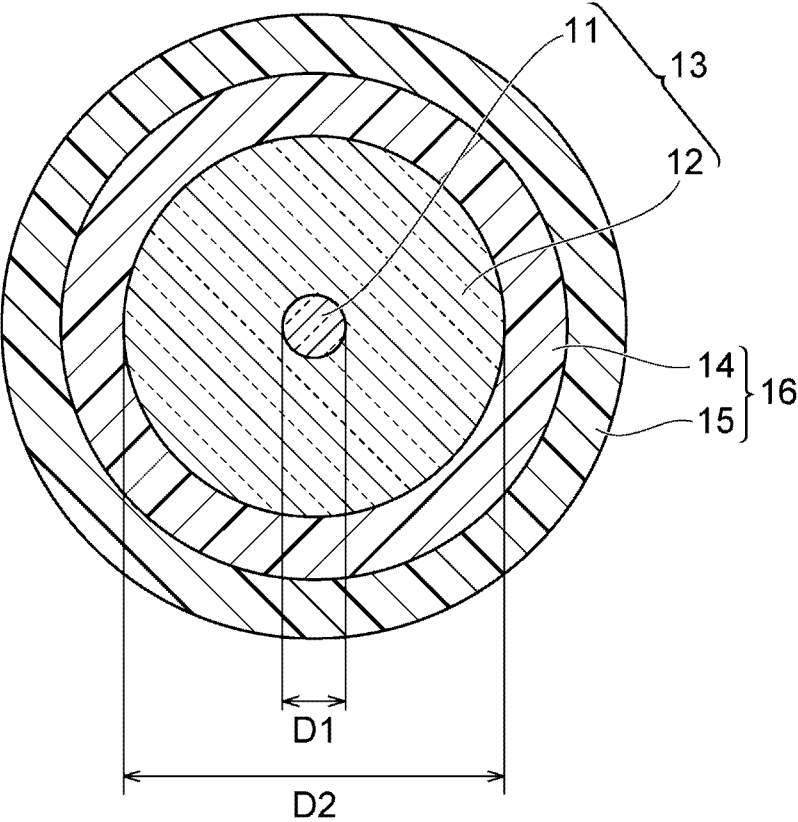
樹脂組合物、光纖、光纖之製造方法、光纖帶及光纖纜線

(57)摘要

本發明之光纖之一次被覆用樹脂組合物係含有包含胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯之光聚合性化合物、光聚合性起始劑、及非離子性界面活性劑之樹脂組合物，非離子性界面活性劑之藉由格里芬法算出之 HLB 值為 4.9 以上 13.7 以下，非離子性界面活性劑之含量以樹脂組合物之總量 100 質量份作為基準，為 0.01 質量份以上 10 質量份以下。

指定代表圖：

10



【圖1】

符號簡單說明：

- 10:光纖
- 11:芯
- 12:包覆層
- 13:玻璃纖維
- 14:一次樹脂層
- 15:二次樹脂層
- 16:被覆樹脂層
- D1:芯之直徑
- D2:玻璃纖維之外徑



【發明摘要】

【中文發明名稱】

樹脂組合物、光纖、光纖之製造方法、光纖帶及光纖纜線

【中文】

本發明之光纖之一次被覆用樹脂組合物係含有包含胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯之光聚合性化合物、光聚合性起始劑、及非離子性界面活性劑之樹脂組合物，非離子性界面活性劑之藉由格里芬法算出之HLB值為4.9以上13.7以下，非離子性界面活性劑之含量以樹脂組合物之總量100質量份作為基準，為0.01質量份以上10質量份以下。

【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

14:一次樹脂層

15:二次樹脂層

16:被覆樹脂層

D1:芯之直徑

D2:玻璃纖維之外徑

【發明說明書】

【中文發明名稱】

樹脂組合物、光纖、光纖之製造方法、光纖帶及光纖纜線

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種光纖之一次被覆用樹脂組合物、光纖、光纖之製造方法、光纖帶、及光纖纜線。

本申請案係主張基於2022年2月24日提出申請之日本申請案第2022-026905號之優先權，並引用上述日本申請案中所記載之所有記載內容。

【先前技術】

【0002】 近年來，於資料中心用途中，對提高了光纖之填充密度之高密度纜線之需求不斷增加。一般而言，光纖具備用於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如下2層，即與玻璃纖維相接之一次樹脂層、及形成於一次樹脂層之外層之二次樹脂層。若光纖之填充密度變高，則外力(側壓)施加於光纖，微曲損失易於變大。為了提高光纖之耐微曲特性，已知有降低一次樹脂層之楊氏模數、提高二次樹脂層之楊氏模數。例如於專利文獻1～5中，記載有一種含有胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯之一次被覆用樹脂組合物，上述胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯係多元醇、二異氰酸酯與含有羥基之(甲基)丙烯酸酯之反應物。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0003】 專利文獻1：日本專利特開2009-197163號公報

專利文獻2：日本專利特開2012-111674號公報

專利文獻3：日本專利特開2013-136783號公報

專利文獻4：日本專利特表2013-501125號公報

專利文獻5：日本專利特開2014-114208號公報

【發明內容】

【0004】 本發明之一態樣之光纖之一次被覆用樹脂組合物係含有包含胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯之光聚合性化合物、光聚合性起始劑、及非離子性界面活性劑之樹脂組合物，非離子性界面活性劑之藉由格里芬法(Griffin method)算出之HLB(Hydrophile-Lipophile Balance，親水-親油平衡)值為4.9以上13.7以下，非離子性界面活性劑之含量以樹脂組合物之總量100質量份作為基準，為0.01質量份以上10質量份以下。

【圖式簡單說明】

【0005】

圖1係表示本實施方式之光纖之一例之概略剖視圖。

圖2係表示一實施方式之光纖帶之概略剖視圖。

圖3係表示一實施方式之光纖帶之概略剖視圖。

圖4係表示一實施方式之光纖帶之外觀之俯視圖。

圖5係表示一實施方式之光纖纜線之概略剖視圖。

圖6係表示一實施方式之光纖纜線之概略剖視圖。

【實施方式】

【0006】 [本發明所欲解決之問題]

若降低一次樹脂層之楊氏模數，則存在交聯密度變小，耐水性不佳之情況。具體而言，若光纖浸漬於水中，則一次樹脂層產生水泡，傳輸損失易於增加。光纖存在於浸漬於包含油之凍膠中之狀態下收納於纜線來使用之情況。若將光纖浸漬於凍膠中，則存在一次樹脂層吸收油，從而強度

降低，產生缺陷(孔隙)之情況。若產生孔隙，則於低溫時傳輸損失易於增加。由此，對一次樹脂層要求耐油性優異。

【0007】 本發明之目的在於，提供一種耐水性及耐油性優異且可形成適合光纖之一次被覆之樹脂層之樹脂組合物、及耐水性及耐油性優異之光纖。

【0008】 [本發明之效果]

根據本發明，可提供一種耐水性及耐油性優異且可形成適合光纖之一次被覆之樹脂層之樹脂組合物、及耐水性及耐油性優異之光纖。

【0009】 [本發明之實施方式之說明]

首先，列出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之一次被覆用樹脂組合物係含有包含胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯之光聚合性化合物、光聚合性起始劑、及非離子性界面活性劑之樹脂組合物，非離子性界面活性劑之藉由格里芬法算出之HLB值為4.9以上13.7以下，非離子性界面活性劑之含量以樹脂組合物之總量100質量份作為基準，為0.01質量份以上10質量份以下。

【0010】 此種樹脂組合物可形成適合光纖之一次被覆之樹脂層，可提高光纖之耐水性及耐油性。

【0011】 基於進一步提高耐水性之觀點而言，非離子性界面活性劑之HLB值可為8.0以上13.7以下。

【0012】 基於進一步提高耐水性之觀點而言，非離子性界面活性劑可包含具有氧伸乙基之非離子性界面活性劑，非離子性界面活性劑可包含進而具有羥基之非離子性界面活性劑。

【0013】 基於進一步提高耐水性及耐油性之觀點而言，非離子性界

面活性劑可包含選自由聚氧伸乙基烷基醚、聚氧伸乙基山梨醇酐脂肪酸酯、聚氧伸乙基山梨醇脂肪酸酯、聚氧伸乙基甘油異硬脂酸酯、聚氧伸乙基甘油三異硬脂酸酯、及聚氧伸乙基單酯所組成之群中之至少1種。

【0014】 為了提高樹脂組合物之硬化速度，光聚合性化合物包含N-乙烯基化合物，N-乙烯基化合物之含量以樹脂組合物之總量100質量份作為基準，可為1質量份以上15質量份以下。

【0015】 基於提高光纖之耐微曲特性之觀點而言，對本實施方式之樹脂組合物於累計光量10 mJ/cm²及照度100 mW/cm²之條件下進行紫外線硬化時之樹脂膜之楊氏模數較佳為於23℃下為0.10 MPa以上0.80 MPa以下，於23℃下可為0.10 MPa以上0.60 MPa以下。

【0016】 本發明之一態樣之光纖具備：包含芯及包覆層之玻璃纖維、與玻璃纖維相接且被覆該玻璃纖維之一次樹脂層、及被覆一次樹脂層之二次樹脂層，一次樹脂層包含上述樹脂組合物之硬化物。此種光纖不產生一次樹脂層之缺陷，耐水性及耐油性優異。

【0017】 本發明之一態樣之光纖之製造方法包括：塗佈步驟，其係於包含芯及包覆層之玻璃纖維之外周，塗佈上述樹脂組合物；及硬化步驟，其係於塗佈步驟後照射紫外線，藉此使樹脂組合物硬化。藉此，可製作耐水性及耐油性優異之光纖。

【0018】 本發明之一態樣之光纖帶係將複數個上述光纖並排且利用帶用樹脂被覆而成。此種光纖帶其耐水性及耐油性優異，可高密度地填充於光纖纜線內。

【0019】 本發明之一態樣之光纖纜線係上述光纖帶收納於纜線內而成。本發明之光纖纜線亦可為複數個上述光纖收納於纜線內而成之態樣。

具備本實施方式之光纖或光纖帶之光纖纜線之耐水性及耐油性優異。

【0020】 [本發明之實施方式之詳情]

視需要參照圖式，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，而是由申請專利範圍所表示，旨在包括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標註相同之符號，省略重複之說明。本說明書中之(甲基)丙烯酸酯意指丙烯酸酯或與其對應之甲基丙烯酸酯，(甲基)丙烯醯基等其他類似表達亦同樣如此。再者，於本說明書中，ppm表示質量比率。

【0021】 (樹脂組合物)

本實施方式之樹脂組合物係含有包含胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯之光聚合性化合物、光聚合性起始劑、及非離子性界面活性劑之樹脂組合物，非離子性界面活性劑之藉由格里芬法算出之HLB值為4.9以上13.7以下，非離子性界面活性劑之含量以樹脂組合物之總量100質量份作為基準，為0.01質量份以上10質量份以下。

【0022】 HLB係Hydrophile-Lipophile Balance(親水-親油平衡)之縮寫，係對界面活性劑之親水性與疏水性之平衡進行數值化所得者。HLB值由0~20表示，數值越大，表示親水性越高。HLB值可由下述所示之格里芬式算出。作為親水基，可例舉氧伸乙基、羥基、羧基、磺基、磷酸基、胺基等。

$$\text{HLB值} = 20 \times (\text{親水基之式量} / \text{界面活性劑之分子量})$$

【0023】 若HLB值未達4.9，則存在光纖之耐水性降低之情況，若HLB值超過13.7，則存在相容性降低，或光纖之耐油性降低之情況。本實

施方式之非離子性界面活性劑之HLB值較佳為6.0以上13.7以下，更佳為7.0以上13.7以下，進而較佳為7.5以上13.7以下，進而更佳為8.0以上13.6以下。

【0024】以樹脂組合物之總量100質量份作為基準，若非離子性界面活性劑之添加量為0.01質量份以上，則易於提高光纖之耐水性，若非離子性界面活性劑之添加量為10質量份以下，則易於提高光纖之低溫特性。非離子性界面活性劑之添加量可為0.05質量份以上、0.1質量份以上、0.2質量份以上、或0.3質量份以上，且可為8質量份以下、5質量份以下、4質量份以下、或3質量份以下。非離子性界面活性劑之添加量較佳為0.05質量份以上8質量份以下，更佳為0.05質量份以上5質量份以下，進而較佳為0.05質量份以上4質量份以下，進而更佳為0.05質量份以上3質量份以下。非離子性界面活性劑之添加量可為0.1質量份以上8質量份以下、0.2質量份以上5質量份以下、0.2質量份以上4質量份以下、或0.3質量份以上3質量份以下。

【0025】作為非離子性界面活性劑，例如可例舉聚氧伸乙基烷基醚、聚氧伸乙基膽固醇基醚、聚氧伸乙基聚氧伸丙基烷基醚、聚氧伸乙基單酯、聚氧伸乙基二酯、聚氧伸乙基烷基醚酯、聚氧伸乙基脂肪酸甘油酯、聚氧伸乙基甘油異硬脂酸酯、聚氧伸乙基甘油三異硬脂酸酯、二硬脂酸聚氧伸乙基三羥甲基丙烷、山梨醇酐脂肪酸酯、聚氧伸乙基山梨醇酐脂肪酸酯、聚氧伸乙基山梨醇脂肪酸酯、甘油脂肪酸酯、聚氧伸乙基氫化蓖麻油、聚氧伸乙基烷基胺、及烷基醇醯胺。

【0026】作為聚氧伸乙基烷基醚，例如可例舉聚氧伸乙基月桂基醚、聚氧伸乙基鯨蠟基醚、聚氧伸乙基硬脂基醚、聚氧伸乙基油基醚、聚

氧伸乙基肉豆蔻基醚、聚氧伸乙基十三烷基醚、聚氧伸乙基異硬脂基醚、聚氧伸乙基山嶮基醚、及聚氧伸乙基辛基十二烷基醚。

【0027】 作為聚氧伸乙基聚氧伸丙基烷基醚，例如可例舉聚氧伸乙基聚氧伸丙基丁基醚、聚氧伸乙基聚氧伸丙基月桂基醚、聚氧伸乙基聚氧伸丙基鯨蠟基醚、聚氧伸乙基聚氧伸丙基硬脂基醚、及聚氧伸乙基聚氧伸丙基癸基十四烷基醚。

【0028】 作為聚氧伸乙基單酯，例如可例舉聚乙二醇單月桂酸酯、聚乙二醇單油酸酯、聚乙二醇單硬脂酸酯、聚乙二醇肉豆蔻酸酯、聚乙二醇單異硬脂酸酯等。

【0029】 作為聚氧伸乙基二酯，例如可例舉聚乙二醇二月桂酸酯、聚乙二醇二棕櫚酸酯、聚乙二醇二油酸酯、聚乙二醇二硬脂酸酯、及聚乙二醇二異硬脂酸酯。

【0030】 作為聚氧伸乙基烷基醚酯，例如可例舉肉豆蔻酸聚氧伸乙基肉豆蔻基醚、硬脂酸聚氧伸乙基鯨蠟基醚、及硬脂酸聚氧伸乙基硬脂基醚。

【0031】 作為聚氧伸乙基脂肪酸甘油酯，例如可例舉聚氧伸乙基辛酸甘油酯、聚氧伸乙基月桂酸甘油酯、聚氧伸乙基油酸甘油酯、及聚氧伸乙基椰子油脂肪酸甘油酯。

【0032】 作為山梨醇酐脂肪酸酯，例如可例舉山梨醇酐單月桂酸酯、山梨醇酐單棕櫚酸酯、山梨醇酐單硬脂酸酯、山梨醇酐二硬脂酸酯、山梨醇酐三硬脂酸酯、山梨醇酐單油酸酯、山梨醇酐三油酸酯、及山梨醇酐倍半油酸酯。

【0033】 作為聚氧伸乙基山梨醇酐脂肪酸酯，例如可例舉聚氧伸乙

基山梨醇酐單月桂酸酯、聚氧伸乙基山梨醇酐單棕櫚酸酯、聚氧伸乙基山梨醇酐單硬脂酸酯、聚氧伸乙基山梨醇酐三硬脂酸酯、聚氧伸乙基山梨醇酐單油酸酯、聚氧伸乙基山梨醇酐三油酸酯、及聚氧伸乙基山梨醇酐三異硬脂酸酯。

【0034】 作為聚氧伸乙基山梨醇脂肪酸酯，例如可例舉聚氧伸乙基山梨醇四油酸酯、聚氧伸乙基山梨醇四異硬脂酸酯、聚氧伸乙基山梨醇異硬脂酸酯、及聚氧伸乙基山梨醇五油酸酯。

【0035】 作為甘油脂肪酸酯，例如可例舉甘油單硬脂酸酯、及甘油單油酸酯。

【0036】 基於進一步提高耐水性之觀點而言，較佳為具有氧伸乙基之非離子性界面活性劑，更佳為具有氧伸乙基及羥基之非離子性界面活性劑。基於進一步提高耐水性及耐油性之觀點而言，非離子性界面活性劑進而較佳為包含選自由聚氧伸乙基烷基醚、聚氧伸乙基山梨醇酐脂肪酸酯、聚氧伸乙基山梨醇脂肪酸酯、聚氧伸乙基甘油異硬脂酸酯、聚氧伸乙基甘油三異硬脂酸酯、及聚氧伸乙基單酯所組成之群中之至少1種。

【0037】 本實施方式之樹脂組合物可進而包含HLB值未達4.9之非離子性界面活性劑，亦可進而包含HLB值超過13.7之非離子性界面活性劑。

【0038】 胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯係具有胺基甲酸酯鍵之光聚合性化合物。作為胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯，例如可使用作為二醇、二異氰酸酯與含有羥基之(甲基)丙烯酸酯之反應物之胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(以下有時稱為「胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(A)」)。

【0039】 作為二醇，例如可例舉聚醚二醇、聚酯二醇、聚己內酯二

醇、聚碳酸酯二醇、聚丁二烯二醇、及雙酚A-環氧乙烷加成二醇。作為聚醚二醇，例如可例舉聚丁二醇(PTMG)、聚乙二醇(PEG)、聚丙二醇(PPG)、PTMG-PPG-PTMG之嵌段共聚物、PEG-PPG-PEG之嵌段共聚物、PTMG-PEG之無規共聚物、及PTMG-PPG之無規共聚物。基於易於調整樹脂層之楊氏模數之觀點而言，較佳為使用聚丙二醇作為二醇。

【0040】 基於獲得適合一次樹脂層之楊氏模數之觀點而言，二醇之數量平均分子量(Mn)可為1800以上20000以下、2000以上19000以下、或2500以上18500以下。

【0041】 作為二異氰酸酯，例如可例舉2,4-甲苯二異氰酸酯、2,6-甲苯二異氰酸酯、異佛爾酮二異氰酸酯、二環己基甲烷二異氰酸酯、二苯基甲烷二異氰酸酯、六亞甲基二異氰酸酯、苯二甲基二異氰酸酯、氫化苯二甲基二異氰酸酯、1,5-萘二異氰酸酯、降萘烯二異氰酸酯、1,5-五亞甲基二異氰酸酯、四甲基苯二甲基二異氰酸酯、及三甲基六亞甲基二異氰酸酯。

【0042】 作為含有羥基之(甲基)丙烯酸酯，例如可例舉(甲基)丙烯酸2-羥基乙酯、(甲基)丙烯酸2-羥基丙酯、(甲基)丙烯酸2-羥基丁酯、己內酯(甲基)丙烯酸酯、(甲基)丙烯酸2-羥基-3-苯氧基丙酯、鄰苯二甲酸2-(甲基)丙烯酸酯、(甲基)丙烯酸2-羥基-3-羥基丙酯、2-羥基-鄰苯基苯酚(甲基)丙烯酸丙酯、丙烯酸2-羥基-3-甲基丙烯酸丙酯、三羥甲基丙烷二(甲基)丙烯酸酯、及季戊四醇三(甲基)丙烯酸酯。基於反應性之觀點而言，較佳為丙烯酸2-羥基乙酯。

【0043】 作為合成胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯時之觸媒，使用有機錫化合物。作為有機錫化合物，例如可例舉二月桂酸二丁基錫、二乙酸二

丁基錫、馬來酸二丁基錫、雙(巰基乙酸2-乙基己酯)二丁基錫、雙(巰基乙酸異辛酯)二丁基錫、及氧化二丁基錫。基於易獲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。

【0044】 於合成胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯時，可添加4-甲氧基苯酚或2,6-二-第三丁基對甲酚作為聚合抑制劑。

【0045】 作為製備胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(A)之方法，例如可例舉：使二醇與二異氰酸酯反應，合成異氰酸基(NCO)封端預聚物後，與含有羥基之(甲基)丙烯酸酯反應之方法；使二異氰酸酯與含有羥基之(甲基)丙烯酸酯反應後，與二醇反應之方法；使二醇、二異氰酸酯及含有羥基之(甲基)丙烯酸酯同時反應之方法。於製備胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯時，可視需要將含有羥基之(甲基)丙烯酸酯與一元醇或含有活性氫之矽烷化合物混合使用。

【0046】 藉由向胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(A)導入基於一元醇之基，可降低作為光聚合性基之(甲基)丙烯酸酯基之比率，從而降低一次樹脂層之楊氏模數。

【0047】 作為一元醇，例如可例舉甲醇、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、及3-甲基-2-丁醇。

【0048】 藉由向胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(A)導入基於含有活性氫之矽烷化合物之基，可降低作為光聚合性基之(甲基)丙烯酸酯基之比率，從而降低一次樹脂層之楊氏模數，可提高與玻璃纖維之密接力。

【0049】 作為含有活性氫之矽烷化合物，例如可例舉N-2-(胺基乙基)-3-胺基丙基甲基二甲氧基矽烷、N-2-(胺基乙基)-3-胺基丙基三甲氧基

矽烷、3-胺基丙基三甲氧基矽烷、3-胺基丙基三乙氧基矽烷、3-三乙氧基矽烷基-N-(1,3-二甲基-亞丁基)丙基胺、N-苯基-3-胺基丙基三甲氧基矽烷、3-巰基丙基甲基二甲氧基矽烷、及3-巰基丙基三甲氧基矽烷。

【0050】使二醇與二異氰酸酯反應時之NCO與OH之莫耳比(NCO/OH)較佳為1.1以上4.0以下，更佳為1.2以上3.5以下，進而較佳為1.4以上3.0以下。含有羥基之(甲基)丙烯酸酯相對於NCO封端預聚物之NCO之莫耳比較佳為1.00以上1.15以下，更佳為1.03以上1.10以下。於將含有羥基之(甲基)丙烯酸酯與含有活性氫之矽烷化合物或一元醇混合使用之情形時，相對於NCO封端預聚物之NCO，含有羥基之(甲基)丙烯酸酯、含有活性氫之矽烷化合物、及一元醇之合計莫耳比較佳為1.00以上1.15以下，更佳為1.03以上1.10以下，相對於NCO封端預聚物之NCO，含有活性氫之矽烷化合物及一元醇之合計莫耳比較佳為0.01以上0.5以下。

【0051】作為胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯，可進而包含作為聚氧伸烷基單烷基醚、二異氰酸酯與含有羥基之(甲基)丙烯酸酯之反應物之胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(以下有時稱為「胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(B)」)。

【0052】聚氧伸烷基單烷基醚係具有氧伸烷基、烷氧基及羥基之化合物。作為本實施方式之聚氧伸烷基單烷基醚，例如可例舉聚氧伸乙基油基醚、聚氧伸乙基月桂基醚、聚氧伸乙基鯨蠟基醚、聚氧伸乙基硬脂基醚、聚氧伸乙基烷基(C₁₂~C₁₄)醚、聚氧伸乙基十三烷基醚、聚氧伸乙基肉豆蔻基醚、聚氧伸乙基異硬脂基醚、聚氧伸乙基辛基十二烷基醚、聚氧伸乙基膽固醇基醚、聚氧伸丙基丁基醚、聚氧伸丙基肉豆蔻基醚、聚氧伸丙基鯨蠟基醚、聚氧伸丙基硬脂基醚、聚氧伸丙基羊毛醇醚、聚氧伸乙基

聚氧伸丙基丁基醚、聚氧伸乙基聚氧伸丙基月桂基醚、聚氧伸乙基聚氧伸丙基鯨蠟基醚、聚氧伸乙基聚氧伸丙基硬脂基醚、及聚氧伸乙基聚氧伸丙基癸基十四烷基醚。

【0053】 基於一次樹脂組合物之相容性之觀點而言，聚氧伸烷基單烷基醚較佳為聚氧伸丙基單丁基醚。

【0054】 基於獲得適合一次樹脂層之楊氏模數之觀點而言，聚氧伸烷基單烷基醚之 M_n 較佳為2000以上10000以下，可為2100以上或2200以上，且可為8000以下或7000以下。

【0055】 關於二醇及聚氧伸烷基單烷基醚之 M_n ，可基於JIS K 0070測定羥值，由以下式(1)算出。二醇之官能基數為2，聚氧伸烷基單烷基醚之官能基數為1。

$$M_n = 56.1 \times \text{官能基數} \times 1000 / \text{羥值} \quad (1)$$

【0056】 胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(A)之 M_n 基於獲得適合一次樹脂層之楊氏模數之觀點而言，可為6000以上50000以下、8000以上45000以下、9000以上40000以下、或10000以上30000以下。胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(A)之重量平均分子量(M_w)可為6000以上80000以下、8000以上70000以下、10000以上60000以下、或15000以上40000以下。胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(B)之 M_n 可為4000以上20000以下、5000以上18000以下、或6000以上15000以下。胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(B)之 M_w 可為4000以上30000以下、4500以上25000以下、或5000以上20000以下。

【0057】 胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(A)及胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(B)之 M_n 及 M_w 可藉由凝膠滲透層析法(GPC)進行測定。

【0058】 基於調整一次樹脂層之楊氏模數之觀點而言，胺基甲酸酯

(甲基)丙烯酸酯(A)之含量以樹脂組合物之總量100質量份作為基準，較佳為15質量份以上80質量份以下，更佳為20質量份以上75質量份以下，進而較佳為25質量份以上70質量份以下。

【0059】 胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(B)之含量以樹脂組合物之總量100質量份作為基準，可為0質量份以上70質量份以下、10質量份以上50質量份以下、或20質量份以上45質量份以下。

【0060】 胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯之含量以樹脂組合物之總量100質量份作為基準，可為30質量份以上90質量份以下、40質量份以上80質量份以下、或45質量份以上70質量份以下。

【0061】 本實施方式之光聚合性化合物可包含不具有胺基甲酸酯鍵之光聚合性化合物(以下稱為「單體」)。作為單體，例如可例舉(甲基)丙烯酸酯、N-乙烯基化合物、及(甲基)丙烯醯胺化合物。單體可為光聚合性之具有1個乙烯性不飽和基之單官能單體，亦可為具有2個以上乙烯性不飽和基之多官能單體。

【0062】 作為單官能之(甲基)丙烯酸酯，例如可例舉(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)丙烯酸苯氧基乙酯、(甲基)丙烯酸四氫呋喃甲酯、(甲基)丙烯酸苄酯、環狀三羥甲基丙烷縮甲醛丙烯酸酯、(甲基)丙烯酸二環戊烯酯、(甲基)丙烯酸二環戊烯氧基乙酯、(甲基)丙烯酸雙環戊酯、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)丙烯酸異苄酯、(甲基)丙烯酸3-苯氧基苄酯、(甲基)丙烯酸甲基苯氧基乙酯、苯氧基二乙二醇(甲基)丙烯酸酯、苯氧基聚乙二醇(甲基)丙烯酸酯、(甲基)丙烯酸間苯氧基苄酯、(甲基)丙烯酸2-(2-乙氧基乙氧基)乙酯、丙烯酸2-羥基-3-苯氧基丙酯、(甲基)丙烯酸羧基乙酯、(甲基)丙烯酸羧基戊酯、及 ω -羧基-聚己內酯(甲基)丙烯酸酯。

【0063】 作為多官能之(甲基)丙烯酸酯，例如可例舉：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、三乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、環己烷二甲醇二(甲基)丙烯酸酯、二丙二醇二(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、1,3-丁二醇二(甲基)丙烯酸酯、1,4-丁二醇二(甲基)丙烯酸酯、二乙二醇二(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、三環癸醇二(甲基)丙烯酸酯、9,9-雙[4-(2-羥基乙氧基)苯基]茛二(甲基)丙烯酸酯、雙酚A環氧二(甲基)丙烯酸酯、雙酚F環氧二(甲基)丙烯酸酯、雙酚A之EO加成物二(甲基)丙烯酸酯、雙酚F之EO加成物二(甲基)丙烯酸酯、雙酚A之PO加成物二(甲基)丙烯酸酯、雙酚F之PO加成物二(甲基)丙烯酸酯等2官能單體；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3官能以上之單體。

【0064】 作為(甲基)丙烯醯胺化合物，例如可例舉二甲基(甲基)丙烯醯胺、二乙基(甲基)丙烯醯胺、(甲基)丙烯醯咪啉、羥甲基(甲基)丙烯醯胺、羥乙基(甲基)丙烯醯胺、異丙基(甲基)丙烯醯胺、二甲胺基丙基(甲基)丙烯醯胺、二甲胺基丙基丙烯醯胺-氯甲烷鹽、雙丙酮丙烯醯胺、(甲基)丙烯醯基哌啶、(甲基)丙烯醯基吡咯啶、(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-羥甲基(甲基)丙烯醯胺、及N-羥甲基丙烷(甲基)丙烯醯胺。

【0065】 作為N-乙烯基化合物，例如可例舉N-乙烯基吡咯啶酮、N-乙烯基己內醯胺、N-乙烯基甲基噁唑啶酮、N-乙烯基咪唑、及N-乙烯基-N-甲基乙醯胺。

【0066】 藉由使光聚合性化合物包含N-乙烯基化合物，可提高樹脂組合物之硬化速度。作為N-乙烯基化合物，尤佳為N-乙烯基己內醯胺及N-乙烯基甲基噁唑啶酮。N-乙烯基化合物之含量以樹脂組合物之總量100質量份作為基準，可為1質量份以上15質量份以下、2質量份以上14質量份以下、或3質量份以上13質量份以下。

【0067】 單體之含量以樹脂組合物之總量100質量份作為基準，較佳為5質量份以上70質量份以下，更佳為10質量份以上60質量份以下，進

而較佳為15質量份以上50質量份以下。

【0068】 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，例如可例舉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(Omnirad 651，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)、乙基(2,4,6-三甲基苯甲醯基)-苯基亞膦酸鹽(Omnirad TPO-L，IGM Resins公司製造)、2-苄基-2-二甲胺基-4'-咪啉基苯丁酮(Omnirad 369，IGM Resins公司製造)、2-二甲胺基-2-(4-甲基-苄基)-1-(4-咪啉-4-基-苯基)-丁烷-1-酮(Omnirad 379，IGM Resins公司製造)、雙(2,4,6-三甲基苯甲醯基)苯基氧化膦(Omnirad 819，IGM Resins公司製造)、及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)。

【0069】 光聚合起始劑可混合2種以上來使用。基於樹脂組合物之速硬化性優異之觀點而言，光聚合起始劑較佳為包含2,4,6-三甲基苯甲醯基二苯基氧化膦。

【0070】 光聚合起始劑之含量以樹脂組合物之總量100質量份作為基準，較佳為0.1質量份以上5質量份以下，更佳為0.3質量份以上4質量份以下，進而較佳為0.4質量份以上3質量份以下。

【0071】 本實施方式之樹脂組合物可進而含有增感劑、光酸產生劑、矽烷偶合劑、調平劑、消泡劑、抗氧化劑、紫外線吸收劑等。

【0072】 作為增感劑，例如可例舉：9,10-二丁氧基蒽、9,10-二乙氧基蒽、9,10-二丙氧基蒽、9,10-雙(2-乙基己氧基)蒽等蒽化合物；2,4-二乙基9-氧硫吡啶、2,4-二乙基硫吡啶-9-酮、2-異丙基9-氧硫吡啶、4-異丙

基9-氧硫吡啶等9-氧硫吡啶化合物；三乙醇胺、甲基二乙醇胺、三異丙醇胺等胺化合物；苯偶姻化合物、蒽醌化合物、縮酮化合物、及二苯甲酮化合物。

【0073】 作為光酸產生劑，可使用為 A^+B^- 結構之鎬鹽。作為光酸產生劑，例如可例舉：CPI-100P、101A、110P、200K、210S、310B、410S(San-Apro股份有限公司製造)、Omnicat 270、290(IGM Resins公司製造)等鎬鹽；CPI-IK-1(San-Apro股份有限公司製造)、Omnicat 250(IGM Resins公司製造)、WPI-113、116、124、169、170(富士膠片和光純藥股份有限公司製造)等鎬鹽。

【0074】 作為矽烷偶合劑，例如可例舉矽酸四甲酯、矽酸四乙酯、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-乙氧基環己基)-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-(甲基)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]四硫化物、雙-[3-(三乙氧基矽烷基)丙基]二硫化物、 γ -三甲氧基矽烷基丙基二甲硫基胺甲醯基四硫化物、及 γ -三甲氧基矽烷基丙基苯并噻唑基四硫化物。

【0075】 本實施方式之樹脂組合物於25℃下之黏度基於塗佈性之觀點而言，較佳為0.5 Pa·s以上20 Pa·s以下，更佳為0.8 Pa·s以上18 Pa·s以

下，進而較佳為 $1\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以上 $15\text{ Pa}\cdot\text{s}$ 以下。樹脂組合物於 25°C 下之黏度可使用流變儀(Anton Paar公司製造之「MCR-102」)，於錐板CP25-2、剪切速率 10 s^{-1} 之條件下進行測定。

【0076】對樹脂組合物於累計光量 $10\text{ mJ}/\text{cm}^2$ 及照度 $100\text{ mW}/\text{cm}^2$ 之條件下進行紫外線硬化時之樹脂膜之楊氏模數較佳為於 23°C 下為 0.10 MPa 以上 0.80 MPa 以下。若樹脂膜之楊氏模數為 0.10 MPa 以上，則易於提高光纖之低溫特性，若樹脂膜之楊氏模數為 0.80 MPa 以下，則易於提高光纖之耐微曲特性。基於提高耐側壓特性之觀點而言，樹脂膜之楊氏模數更佳為 0.10 MPa 以上 0.60 MPa 以下，進而較佳為 0.10 MPa 以上 0.50 MPa 以下。

【0077】(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具備玻璃纖維13及被覆樹脂層16，上述玻璃纖維13包含芯11及包覆層12，上述被覆樹脂層16包含設置於玻璃纖維13之外周之一次樹脂層14及二次樹脂層15。

【0078】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可使用添加有鍍之石英玻璃、或純石英玻璃，包覆層12可使用純石英玻璃、或添加有氟之石英玻璃。

【0079】於圖1中，例如玻璃纖維13之外徑(D2)為 $100\text{ }\mu\text{m}\sim 125\text{ }\mu\text{m}$ 左右，構成玻璃纖維13之芯11之直徑(D1)為 $7\text{ }\mu\text{m}\sim 15\text{ }\mu\text{m}$ 左右。被覆樹脂層16之厚度通常為 $22\text{ }\mu\text{m}\sim 70\text{ }\mu\text{m}$ 左右。一次樹脂層14及二次樹脂層15各層之厚度可為 $5\text{ }\mu\text{m}\sim 50\text{ }\mu\text{m}$ 左右。

【0080】於玻璃纖維13之外徑為 $125\text{ }\mu\text{m}$ 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，一次樹脂層14及二次樹脂層15各層之厚度可為10 μm ～50 μm 左右，例如一次樹脂層14之厚度可為35 μm ，二次樹脂層15之厚度可為25 μm 。光纖10之外徑可為245 μm ～265 μm 左右。

【0081】 於玻璃纖維13之外徑為125 μm 左右且被覆樹脂層16之厚度為20 μm 以上48 μm 以下之情形時，一次樹脂層14及二次樹脂層15各層之厚度可為8 μm ～38 μm 左右，例如一次樹脂層14之厚度可為25 μm ，二次樹脂層15之厚度可為10 μm 。光纖10之外徑可為165 μm ～221 μm 左右。

【0082】 於玻璃纖維13之外徑為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，一次樹脂層14及二次樹脂層15各層之厚度可為5 μm ～32 μm 左右，例如一次樹脂層14之厚度可為25 μm ，二次樹脂層15之厚度可為10 μm 。光纖10之外徑可為144 μm ～174 μm 左右。

【0083】 本實施方式之樹脂組合物藉由應用於一次樹脂層，可製作耐水性及耐油性優異之光纖。

【0084】 本實施方式之光纖之製造方法包括：塗佈步驟，其係於包含芯及包覆層之玻璃纖維之外周，塗佈上述樹脂組合物；及硬化步驟，其係於塗佈步驟後照射紫外線，藉此使樹脂組合物硬化。

【0085】 一次樹脂層之楊氏模數基於提高光纖之耐微曲特性之觀點而言，於23℃ $\pm$ 2℃下較佳為0.80 MPa以下，更佳為0.70 MPa以下，進而較佳為0.60 MPa以下，進而更佳為0.50 MPa以下。若一次樹脂層之楊氏模數超過0.80 MPa，則存在外力易於傳導至玻璃纖維，由微曲所導致之傳輸損失增變大之情況。一次樹脂層之楊氏模數基於提高光纖之低溫特性之觀點而言，於23℃ $\pm$ 2℃下可為0.10 MPa以上、0.15 MPa以上、或0.20 MPa以上。

【0086】 一次樹脂層之楊氏模數可藉由23℃下之拔出模數(POM, Pullout Modulus)法進行測定。使用2個夾頭裝置固定光纖之2個部位，去除2個夾頭裝置之間之被覆樹脂層(一次樹脂層及二次樹脂層)部分，其次，固定住一夾頭裝置，使其向固定著另一夾頭裝置之夾頭裝置之相反方向緩慢移動。將光纖中由移動之夾頭裝置所夾之部分之長度設為L，將夾頭之移動量設為Z，將一次樹脂層之外徑設為Dp，將玻璃纖維之外徑設為Df，將一次樹脂層之泊松比設為n，將夾頭裝置移動時之負荷設為W，於該情形時，由下述式求出一次樹脂層之楊氏模數。

$$\text{楊氏模數(MPa)} = ((1 + n)W / \pi LZ) \times \ln(Dp / Df)$$

【0087】 二次樹脂層15例如可藉由使含有包含胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯之光聚合性化合物、光聚合起始劑等之樹脂組合物硬化而形成。形成二次樹脂層之樹脂組合物具有與一次被覆用樹脂組合物不同之組成。二次被覆用樹脂組合物可使用先前公知之技術製備。

【0088】 基於提高光纖之耐微曲特性之觀點而言，二次樹脂層之楊氏模數於23℃±2℃下較佳為800 MPa以上，更佳為1000 MPa以上，進而較佳為1200 MPa以上。二次樹脂層之楊氏模數之上限值並無特別限制，基於賦予二次樹脂層適度之韌性之觀點而言，於23℃±2℃下可為3000 MPa以下、2500 MPa以下、或2000 MPa以下。

【0089】 二次樹脂層之楊氏模數可藉由以下方法進行測定。首先，將光纖浸漬於丙酮與乙醇之混合溶劑中，僅將被覆樹脂層呈筒狀拔出。此時，一次樹脂層與二次樹脂層為一體，但一次樹脂層之楊氏模數為二次樹脂層之1/1000以上1/10000以下之楊氏模數，因此可忽略一次樹脂層之楊氏模數。其次，藉由真空乾燥自被覆樹脂層去除溶劑後，於23℃下進行拉

伸試驗(拉伸速度為1 mm/分鐘)，可藉由2.5%應變之割線式求出楊氏模數。

【0090】 本實施方式之光纖之製造方法藉由使用本實施方式之樹脂組合物作為一次被覆用樹脂組合物，可製造除耐水性及耐油性以外耐微曲特性及低溫特性亦優異之光纖。

【0091】 (光纖帶)

可使用本實施方式之光纖製作光纖帶。光纖帶係將複數個上述光纖並排且利用帶用樹脂被覆而成。

【0092】 圖2係表示一實施方式之光纖帶之概略剖視圖。光纖帶100具有複數個光纖10、及藉由帶用樹脂(一體地)被覆連結光纖10之連結樹脂層40。於圖2中，舉例示出4根光纖10，但其根數並無特別限定。

【0093】 光纖10可於接觸且並排之狀態下一體化，亦可於將一部分或全部光纖10隔開一定間隔並排之狀態下一體化。相鄰之光纖10彼此之中心間距離F可為220 μm 以上280 μm 以下。於將中心間距離設為220 μm 以上280 μm 以下之情形時，易於將光纖載置於既有之V槽，可獲得整體熔合性優異之光纖帶。光纖帶100之厚度T取決於光纖10之外徑，可為164 μm 以上285 μm 以下。

【0094】 圖3係表示將光纖於隔開一定間隔並排之狀態下一體化而得之光纖帶之一例的概略剖視圖。圖3所示之光纖帶100A中，將2根光纖10藉由帶用樹脂隔開一定間隔並連結12根。帶用樹脂形成連結樹脂層40。

【0095】 作為帶用樹脂，可使用通常作為帶材料為人所知之樹脂材料。基於光纖10之抗損傷性、斷離容易性等觀點而言，帶用樹脂可含有矽酮樹脂、環氧樹脂、聚胺酯樹脂等熱硬化型樹脂、或環氧丙烯酸酯、胺基

甲酸酯丙烯酸酯、聚酯丙烯酸酯等紫外線硬化型樹脂。

【0096】 於將光纖10隔開一定間隔並排之情形、即相鄰之光纖10不接觸而經由帶用樹脂接合之情形時，光纖10彼此之中央處之連結部之厚度可為150 μm 以上220 μm 以下。由於將光纖帶收納於纜線時容易發生變形，故而光纖帶亦可於光纖之連結部具有凹陷。凹陷可於連結部之一側面上形成為角度變窄之三角形狀。

【0097】 本實施方式之光纖帶可於長度方向及寬度方向上間斷地具有連結部及非連結部。圖4係表示一實施方式之光纖帶之外觀之俯視圖。光纖帶100B具有複數根光纖、複數個連結部20、及非連結部(斷離部)21。非連結部21係於光纖帶之長度方向上間斷地形成。光纖帶100B係間斷連結型光纖帶，即，每隔2根光纖10A於長度方向上間斷地設置有連結部20與非連結部21。「連結部」係指相鄰之光纖經由連結樹脂層一體化之部分，「非連結部」係指相鄰之光纖未經由連結樹脂層一體化，而是光纖間存在間隙之部分。

【0098】 於具有上述構成之光纖帶中，因每2個芯設置之連結部20中間斷地設置有非連結部21，故容易使光纖帶變形。由此，於將光纖帶安裝於光纖纜線時，可容易地卷裝，因此可製成適合高密度安裝之光纖帶。又，由於以非連結部21作為起點，可容易地斷裂連結部20，故而光纖帶中之光纖10之單芯分離變得容易。

【0099】 本實施方式之光纖帶藉由使用上述光纖，除耐水性及耐油性以外，耐微曲特性及低溫特性亦優異，可高密度地填充於光纖纜線內。

【0100】 (光纖纜線)

本實施方式之光纖纜線係將上述光纖帶收納於纜線內而成。作為光

纖維線，例如可例舉具有複數個溝槽之帶槽型光纖纖維線。於溝槽內，可將上述光纖帶以於各溝槽中之安裝密度自25%達到65%左右之方式進行安裝。安裝密度意指安裝於溝槽內之光纖帶之截面面積相對於溝槽之截面面積之比率。本實施方式之光纖纖維線亦可為上述複數個光纖未被帶用樹脂被覆而收納於纖維線內之態樣。

【0101】 參照圖5及6，對本實施方式之光纖纖維線之一例進行說明。於圖5及6中，收納間斷連結型光纖帶，亦可將複數根未被覆帶用樹脂之光纖捆紮來收納。

【0102】 圖5係使用上述間斷連結型光纖帶100B之無槽型光纖纖維線60之概略剖視圖。光纖纖維線60具有圓筒型管61、及複數個光纖帶100B。複數個光纖帶100B可使用芳香族聚醯胺纖維等中介物62捆紮。又，複數個光纖帶100B分別可具有不同之標記。光纖纖維線60為如下構造：使捆紮之複數個光纖帶100B絞合，於其周圍對形成管61之樹脂進行擠出成形，與拉力構件63一起被外被64覆蓋而形成。於要求防水性之情形時，可將吸水紗插入管61之內側。管61例如可使用聚對苯二甲酸丁二酯、高密度聚乙烯等樹脂而形成。於管61之外側可設置撕裂線65。

【0103】 圖6係使用上述間斷連結型光纖帶100B之帶槽型光纖纖維線70之概略剖視圖。光纖纖維線70具有具備複數個溝槽71之槽條72、及複數個光纖帶100B。光纖纖維線70為複數個溝槽71呈放射狀設置於中央具有拉力構件73之槽條72之構造。複數個溝槽71可呈於光纖纖維線70之長度方向上絞成螺旋狀或SZ狀之形狀設置。各溝槽71分別收納有複數個由並排狀態散開成密集狀態之光纖帶100B。各光纖帶100B可使用識別用捆紮材料捆紮。於槽條72之周圍捲繞有按壓捲繞帶74，於按壓捲繞帶74之周圍形

成有外被75。

【0104】 具備本實施方式之光纖或光纖帶之光纖纜線除耐水性及耐油性以外，耐微曲特性及低溫特性亦優異。

[實施例]

【0105】 以下，示出使用本發明之實施例及比較例之評價試驗之結果，對本發明更詳細地進行說明。再者，本發明並不限定於該等實施例。

【0106】 [胺基甲酸酯丙烯酸酯(A)之合成]

(A-1)

於反應釜中以NCO與OH之莫耳比(NCO/OH)為1.5之方式，投入Mn為3000之聚丙二醇(三洋化成工業股份有限公司製造之商品名「SANNIX PP-3000」)及2,4-甲苯二異氰酸酯(TDI)。繼而，相對於最終之總添加量添加200 ppm二月桂酸二丁基錫作為觸媒，相對於最終之總添加量添加500 ppm 2,6-二-第三丁基對甲酚(BHT)作為聚合抑制劑。其後，於60℃下反應1小時，製備NCO封端預聚物。其次，以甲醇之OH相對於NCO封端預聚物之NCO之莫耳比(MeOH/NCO)為0.2之方式，添加甲醇，以丙烯酸2-羥基乙酯(HEA)之OH相對於NCO封端預聚物之NCO之莫耳比為0.85之方式，添加HEA，於60℃下反應1小時，獲得胺基甲酸酯丙烯酸酯(A-1)。胺基甲酸酯丙烯酸酯(A-1)之Mn為13100，Mw為17700。

【0107】 (A-2)

於反應釜中以NCO/OH為1.5之方式，投入Mn為4000之聚丙二醇(三洋化成工業股份有限公司製造之商品名「SANNIX PP-4000」)及TDI。繼而，相對於最終之總添加量添加200 ppm二月桂酸二丁基錫作為觸媒，相對於最終之總添加量添加500 ppm BHT作為聚合抑制劑。其後，於60℃

下反應1小時，製備NCO封端預聚物。其次，以HEA之OH相對於NCO封端預聚物之NCO之莫耳比為1.05之方式，添加HEA，於60℃下反應1小時，獲得胺基甲酸酯丙烯酸酯(A-2)。胺基甲酸酯丙烯酸酯(A-2)之Mn為18100，Mw為23400。

【0108】聚丙二醇之Mn係由羟值求出之值，係各商品之目錄中記載之值。胺基甲酸酯丙烯酸酯之Mn及Mw係使用Waters製造之ACQUITY APC RI系統，於樣品濃度：0.2質量%THF(Tetrahydrofuran，四氫呋喃)溶液、注入量：20 μL、樣品溫度：15℃、流動相：THF、有機溶劑用XT管柱：粒徑2.5 μm、孔徑450 Å、管柱內徑4.6×管柱長150 mm + 粒徑2.5 μm、孔徑125 Å、管柱內徑4.6×管柱長150 mm + 粒徑1.7 μm、孔徑45 Å、管柱內徑4.6×管柱長150 mm、管柱溫度：40℃、流速：0.8 mL/分鐘之條件測得。

【0109】準備壬基苯酚聚乙二醇丙烯酸酯(Miwon製造、商品名「Miramer M164」)、丙烯醯咪啉(ACMO)、及N-乙基己內醯胺(NVCL)作為一次被覆用樹脂組合物之單體。準備Omnirad TPO作為光聚合起始劑。準備3-丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷(APTMS)作為矽烷偶合劑。準備表1所示之材料作為非離子性界面活性劑。

【0110】 [表1]

組成	製品名	公司名	HLB
聚氧伸乙基月桂基醚	EMULGEN 102KG	花王股份有限公司	6.3
	EMULGEN 103	花王股份有限公司	8.1
	EMULGEN 105	花王股份有限公司	9.7
	EMULGEN 108	花王股份有限公司	12.1
	EMULGEN 109P	花王股份有限公司	13.6
	EMULGEN 120	花王股份有限公司	15.3
	EMULGEN 150	花王股份有限公司	18.4
聚氧伸乙基油基醚	NONION E-205S	日油股份有限公司	9.0
聚氧伸乙基山梨醇酐單月桂酸酯	RHEODOL TW-L106	花王股份有限公司	13.3
聚氧伸乙基山梨醇酐單油酸酯	RHEODOL TW-O120V	花王股份有限公司	15.0
	RHEODOL TW-O106V	花王股份有限公司	10.0
聚氧伸乙基山梨醇酐三油酸酯	RHEODOL TW-O320V	花王股份有限公司	11.0
聚氧伸乙基山梨醇四油酸酯	UNIOX ST-6E	日油股份有限公司	5.0
	UNIOX ST-30E	日油股份有限公司	11.2
	UNIOX ST-40E	日油股份有限公司	12.5
	RHEODOL 460V	花王股份有限公司	13.8
聚乙二醇單月桂酸酯	NONION L-1	日油股份有限公司	6.1
聚乙二醇單硬脂酸酯	NONION S-4	日油股份有限公司	11.6
聚乙二醇二異硬脂酸酯	NONION DIS-600	日油股份有限公司	10.3
聚氧伸乙基甘油異硬脂酸酯	UNIOX GM-8IS	日油股份有限公司	12.0
聚氧伸乙基甘油三異硬脂酸酯	UNIOX GT-20IS	日油股份有限公司	10.2
山梨醇酐單油酸酯	RHEODOL AO-10V	花王股份有限公司	4.3

【0111】 [一次被覆用樹脂組合物]

以表2、表3或表4所示之調配量(質量份)，將胺基甲酸酯丙烯酸酯、單體、非離子性界面活性劑、光聚合性起始劑、及矽烷偶合劑加以混合，製作各試驗例之一次被覆用樹脂組合物。試驗例1～22相當於實施例，試驗例23～29相當於比較例。試驗例27中，非離子性界面活性劑之相容性較差，無法製作樹脂組合物。

【0112】 [樹脂膜]

使用旋轉塗佈機，將樹脂組合物塗佈於聚對苯二甲酸乙二酯(PET)膜上後，使用無電極UV(ultraviolet，紫外線)燈系統(D-bulb，Heraeus製造)，使其於10 mJ/cm²及100 mW/cm²之條件下硬化，於PET膜上形成厚

度為200 μm 之樹脂膜。自PET膜剝離，獲得樹脂膜。

【0113】 (楊氏模數)

將樹脂膜沖裁成JIS K 7127 Type5之啞鈴形狀，於 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $50\pm 10\%\text{RH}$ 之條件下，使用拉伸試驗機於1 mm/分鐘之拉伸速度、標線間25 mm之條件下進行拉伸，獲得應力-應變曲線。將由2.5%應變之割線式求出之應力除以樹脂膜之截面面積，藉此求出樹脂膜之楊氏模數。

【0114】 [二次被覆用樹脂組合物]

以NCO/OH為2.0之方式，使Mn為600之聚丙二醇(三洋化成工業股份有限公司製造之商品名「PP-600」)與TDI反應，製備NCO封端預聚物。相對於最終之總添加量添加200 ppm二月桂酸二丁基錫作為觸媒，相對於最終之總添加量添加500 ppm BHT作為聚合抑制劑。其次，以HEA之OH相對於NCO封端預聚物之NCO之莫耳比為1.05之方式，添加HEA，於 60°C 下反應1小時，獲得胺基甲酸酯丙烯酸酯(Z-1)。胺基甲酸酯丙烯酸酯(Z-1)之Mn為2300，Mw為2700。

【0115】 將胺基甲酸酯丙烯酸酯(Z-1)25質量份、三丙二醇二丙烯酸酯36質量份、Viscoat # 540(大阪有機化學工業股份有限公司製造)37質量份、Omnirad TPO 1質量份、Omnirad 184 1質量份加以混合，獲得二次被覆用樹脂組合物。

【0116】 [光纖]

於直徑為125 μm 之玻璃纖維13之外周面，分別塗佈一次被覆用樹脂組合物與二次被覆用樹脂組合物。其次，照射紫外線，藉此使各樹脂組合物硬化，形成具備一次樹脂層14及二次樹脂層15之被覆樹脂層16，製作光纖10。使一次樹脂層14之厚度為20 μm ，使二次樹脂層15之厚度為15

μm ，獲得外徑為 $195\ \mu\text{m}$ 之光纖。光纖之製作係以製造速度 $3000\ \text{m/分鐘}$ 進行。

【0117】（耐水性）

以整個被覆樹脂層16完全浸沒之方式，將光纖10浸漬於 23°C 之水中，測定 $1550\ \text{nm}$ 之波長光之傳輸損失。其次，浸漬120天後，測定 $1550\ \text{nm}$ 之波長光之傳輸損失。將傳輸損失之增加未達 $0.03\ \text{dB/km}$ 之情形設為「A」，將傳輸損失之增加為 $0.03\ \text{dB/km}$ 以上且未達 $0.05\ \text{dB/km}$ 之情形設為「B」，將傳輸損失之增加為 $0.05\ \text{dB/km}$ 以上之情形設為「C」。

【0118】（耐油性）

將光纖10以整個被覆樹脂層16完全浸沒之方式浸漬於加熱至 85°C 之凍膠中120天。將於Mn為 $300\sim 600$ 左右之礦物油中添加有增黏劑者作為凍膠。於 23°C 與 -40°C 之各溫度條件下，測定 $1550\ \text{nm}$ 之波長光之傳輸損失。將 -40°C 下之傳輸損失減去 23°C 下之傳輸損失所得之差(傳輸損失差)未達 $0\ \text{dB/km}$ (-40°C 下之傳輸損失更小)之情形評價為「A」，將 -40°C 下之傳輸損失減去 23°C 下之傳輸損失所得之差為 $0\ \text{dB/km}$ 以上且未達 $0.01\ \text{dB/km}$ 之情形評價為「B」，將 -40°C 下之傳輸損失減去 23°C 下之傳輸損失所得之差為 $0.01\ \text{dB/km}$ 以上之情形評價為「C」。

【0119】（低溫特性）

以張力 $50\ \text{g}$ 將光纖於玻璃捲線軸上捲繞一層，於 23°C 、 -40°C 及 -60°C 之各溫度條件下，測定波長 $1550\ \text{nm}$ 之信號光之傳輸特性，求出傳輸損失。將 -40°C 下之傳輸損失減去 23°C 下之傳輸損失所得之傳輸損失差未達 $0\ \text{dB}$ 之情形評價為「A」，將 -40°C 下之傳輸損失減去 23°C 下之傳輸損失所得之傳輸損失差為 $0\ \text{dB}$ 以上 $0.01\ \text{dB/km}$ 以下之情形評價為「B」，將 -40°C 下

之傳輸損失減去23℃下之傳輸損失所得之傳輸損失差超過0.01 dB/km之情形評價為「C」。

【0120】（耐微曲特性）

將光纖10以單層狀捲繞於表面覆蓋有砂紙之直徑280 mm之捲線軸，藉由OTDR(Optical Time Domain Reflectometer，光時域反射計)法測定此時之1550 nm之波長光之傳輸損失。又，將光纖10以單層狀捲繞於無砂紙之直徑280 mm之捲線軸，將此時之1550 nm波長光之傳輸損失差未達0.5 dB/km之情形評價為「A」，將此時之1550 nm波長光之傳輸損失差為0.5 dB/km以上1.0 dB/km以下之情形評價為「B」，將此時之1550 nm波長光之傳輸損失差超過1.0 dB/km之情形評價為「C」。

【0121】 [表2]

試驗例	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A-1	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-2	-	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Miramer M164	17.5	17.5	14.5	11.5	12.5	14.7	14	14.5	14	11	14	14	14	14
ACMO	-	-	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
NVCL	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
EMULGEN 102KG	-	-	-	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EMULGEN 103	-	-	-	-	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EMULGEN 108	0.5	0.5	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EMULGEN 109P	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-
NONION E-205S	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
RHEODOL TW-L106	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-
RHEODOL TW-O106V	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
UNIOX ST-6E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-
UNIOX ST-30E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
UNIOX ST-40E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
NONION S-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
NONION DIS-600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Omnicrad TPO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
APTMS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
楊氏模數(MPa)	0.68	0.31	0.39	0.32	0.34	0.39	0.38	0.38	0.38	0.30	0.38	0.37	0.38	0.38
耐水性	A	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A
耐油性	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
低溫特性	A	A	A	B	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A
耐微曲特性	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

【0122】 [表3]

試驗例	15	16	17	18	19	20	21	22
A-2	75	75	75	75	75	75	75	75
Miramer M164	14	15	17	13	17	17	17	17
ACMO	3	3	3	3	3	3	3	3
NVCL	5	5	5	5	5	5	5	5
RHEODOL TW-O320V	-	0.2	-	-	-	-	-	-
UNIOX ST-6E	0.3	-	-	-	-	-	-	-
RHEODOL 460V	0.7	-	-	-	-	-	-	-
UNIOX GM-8IS	-	-	0.01	0.05	0.3	-	-	-
UNIOX GT-20IS	-	-	-	-	-	0.01	0.05	0.3
Omnirad TPO	1	1	1	1	1	1	1	1
APTMS	1	1	1	1	1	1	1	1
楊氏模數(MPa)	0.38	0.38	0.39	0.39	0.39	0.39	0.39	0.38
耐水性	A	A	B	A	A	B	A	A
耐油性	A	A	A	A	A	A	A	A
低溫特性	A	A	A	A	A	A	A	A
耐微曲特性	A	A	A	A	A	A	A	A

【0123】 [表4]

試驗例	23	24	25	26	27	28	29
A-2	75	75	75	75	75	75	75
Miramer M164	15	17	13	17	17	17	17
ACMO	3	-	-	-	-	-	-
NVCL	5	5	5	5	5	5	5
RHEODOL AO-10V	-	1	5	-	-	-	-
EMULGEN 120	-	-	-	0.5	-	-	-
EMULGEN 150	-	-	-	-	0.5	-	-
RHEODOL TW-O120V	-	-	-	-	-	0.5	-
RHEODOL 460V	-	-	-	-	-	-	0.5
Omnirad TPO	1	1	1	1	1	1	1
APTMS	1	1	1	1	1	1	1
楊氏模數(MPa)	0.40	0.36	0.30	0.39	-	0.39	0.39
耐水性	C	C	C	A	-	A	A
耐油性	A	A	A	C	-	C	C
低溫特性	A	A	B	A	-	A	A
耐微曲特性	A	A	A	A	-	A	A

【符號說明】

【0124】

10:光纖

10A:光纖

11:芯

12:包覆層

13:玻璃纖維

14:一次樹脂層

15:二次樹脂層

16:被覆樹脂層

20:連結部

21:非連結部

40:連結樹脂層

60,70:光纖纜線

61:圓筒型管

62:中介物

63,73:拉力構件

64,75:外被

65:撕裂線

71:溝槽

72:槽條

74:按壓捲繞帶

100,100A,100B:光纖帶

D1:芯之直徑

D2:玻璃纖維之外徑

F:中心間距離

T:厚度

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種光纖之一次被覆用樹脂組合物，其係含有包含胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯之光聚合性化合物、光聚合性起始劑、及非離子性界面活性劑之樹脂組合物，

上述非離子性界面活性劑之藉由格里芬法算出之HLB值為4.9以上13.7以下，

上述非離子性界面活性劑之含量以上述樹脂組合物之總量100質量份作為基準，為0.01質量份以上10質量份以下。

【請求項2】

如請求項1之樹脂組合物，其中上述非離子性界面活性劑之HLB值為8.0以上13.7以下。

【請求項3】

如請求項1或2之樹脂組合物，其中上述非離子性界面活性劑包含具有氧伸乙基之非離子性界面活性劑。

【請求項4】

如請求項3之樹脂組合物，其中上述非離子性界面活性劑係進而具有經基者。

【請求項5】

如請求項1至3中任一項之樹脂組合物，其中上述非離子性界面活性劑包含選自由聚氧伸乙基烷基醚、聚氧伸乙基山梨醇酐脂肪酸酯、聚氧伸乙基山梨醇脂肪酸酯、聚氧伸乙基甘油異硬脂酸酯、聚氧伸乙基甘油三異硬脂酸酯、及聚氧伸乙基單酯所組成之群中之至少1種。

【請求項6】

如請求項1至5中任一項之樹脂組合物，其中上述光聚合性化合物包含N-乙烯基化合物，N-乙烯基化合物之含量以上述樹脂組合物之總量100質量份作為基準為1質量份以上15質量份以下。

【請求項7】

如請求項1至6中任一項之樹脂組合物，其中使上述樹脂組合物於累計光量10 mJ/cm²及照度100 mW/cm²之條件下進行了紫外線硬化時之樹脂膜之楊氏模數於23℃下為0.10 MPa以上0.80 MPa以下。

【請求項8】

如請求項7之樹脂組合物，其中上述樹脂膜之楊氏模數於23℃下為0.10 MPa以上0.60 MPa以下。

【請求項9】

一種光纖，其具備：包含芯及包覆層之玻璃纖維、

與上述玻璃纖維相接且被覆上述玻璃纖維之一次樹脂層、及

被覆上述一次樹脂層之二次樹脂層，

上述一次樹脂層包含如請求項1至8中任一項之樹脂組合物之硬化物。

【請求項10】

一種光纖之製造方法，其包括：

塗佈步驟，其係於包含芯及包覆層之玻璃纖維之外周，塗佈如請求項1至8中任一項之樹脂組合物；及

硬化步驟，其係於上述塗佈步驟後照射紫外線，藉此使上述樹脂組合物硬化。

【請求項11】

一種光纖帶，其係將複數個如請求項9之光纖並排且利用帶用樹脂被覆而成。

【請求項12】

一種光纖纜線，其係將如請求項11之光纖帶收納於纜線內而成。

【請求項13】

一種光纖纜線，其係將複數個如請求項9之光纖收納於纜線內而成。

