202502835

(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 202502835 A

(43)公開日： 中華民國 114 (2025) 年 01 月 16 日

(21)申請案號：113117926 (22)申請日： 中華民國 113 (2024) 年 05 月 15 日

(51)Int. Cl.： *C08F2/44 (2006.01)* *C08F220/20 (2006.01)*
C08F220/38 (2006.01) *C08F226/06 (2006.01)*
C08F290/06 (2006.01) *C08G18/48 (2006.01)*
C08G18/67 (2006.01) *C08G18/76 (2006.01)*
C09D175/16 (2006.01) *C09D4/02 (2006.01)*
C03C25/10 (2018.01) *C03C25/106 (2018.01)*
C03C25/26 (2018.01) *G02B6/44 (2006.01)*

(30)優先權：2023/05/16 日本 2023-080639

(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：11 項 圖式數：6 共 40 頁

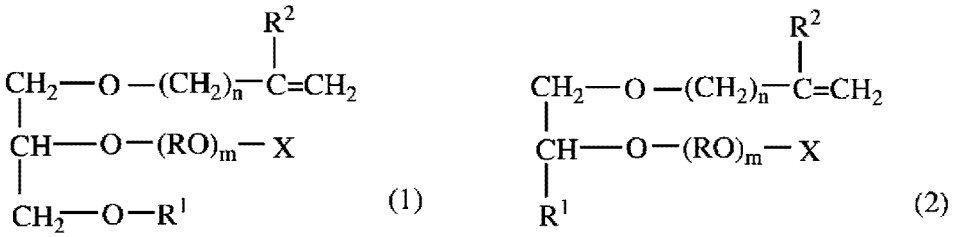
(54)名稱

樹脂組合物、光纖、光纖之製造方法、光纖帶、及光纖纜

(57)摘要

本發明之光纖之一次被覆用之樹脂組合物係含有包含胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯及反應性界面活性劑之光聚合性化合物、及光聚合起始劑之樹脂組合物，且上述反應性界面活性劑包含選自由下述式(1)所表示之化合物及下述式(2)所表示之化合物所組成之群中之至少 1 種。

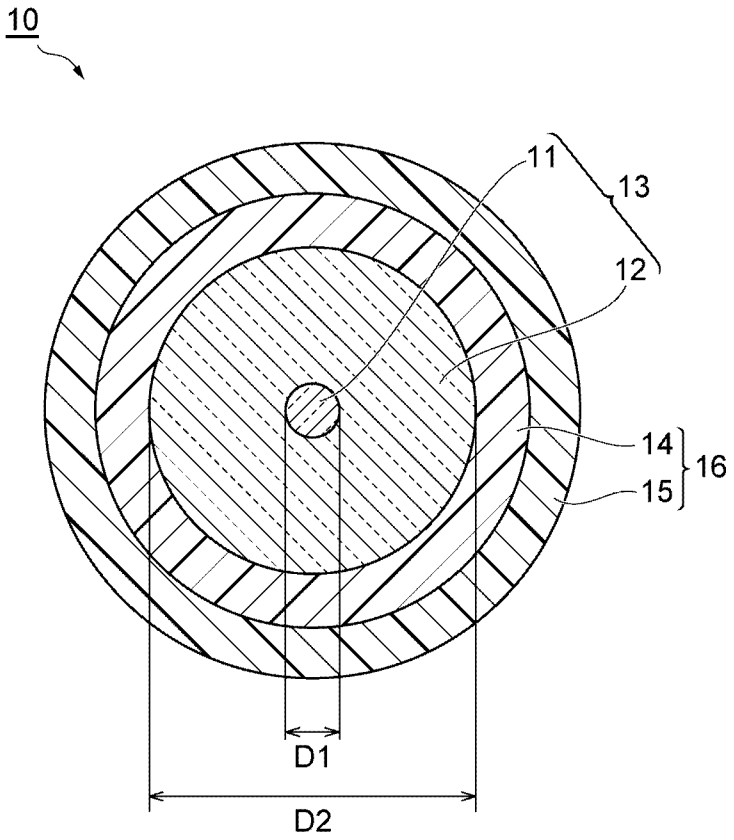
[化1]



(1) (2)

(式中，R 表示碳數 2 ～ 4 之伸烷基，R^1 表示碳數 1 ～ 20 之烴基，R^2 表示氫原子或甲基，X 表示氫原子或-SO_3NH_4 基，m 表示 0 ～ 100 之整數，n 表示 0 ～ 12 之整數)

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

10:光纖

11:芯

12:包層

13:玻璃纖維

14:一次樹脂層

15:二次樹脂層

16:被覆樹脂層

D1:直徑

D2:外徑

【發明摘要】

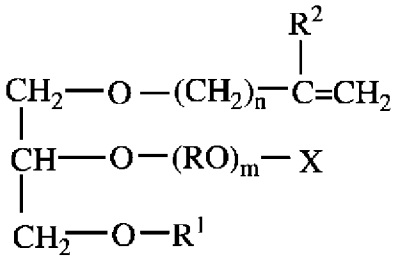
【中文發明名稱】

樹脂組合物、光纖、光纖之製造方法、光纖帶、及光纖纜

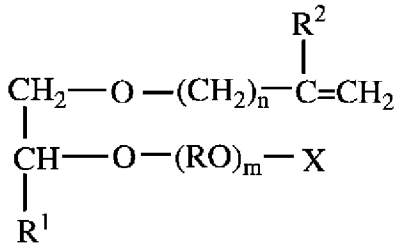
【中文】

本發明之光纖之一次被覆用之樹脂組合物係含有包含胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯及反應性界面活性劑之光聚合性化合物、及光聚合起始劑之樹脂組合物，且上述反應性界面活性劑包含選自由下述式(1)所表示之化合物及下述式(2)所表示之化合物所組成之群中之至少1種。

[化1]



(1)



(2)

(式中，R表示碳數2～4之伸烷基，R^1表示碳數1～20之烴基，R^2表示氫原子或甲基，X表示氫原子或-SO_3NH_4基，m表示0～100之整數，n表示0～12之整數)

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

10: 光纖

11: 芯

12: 包層

13: 玻璃纖維

14: 一次樹脂層

15: 二次樹脂層

16: 被覆樹脂層

D1: 直徑

D2: 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

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種光纖之一次(primary)被覆用之樹脂組合物、光纖、光纖之製造方法、光纖帶、及光纖纜。

本申請案主張基於2023年5月16日提出申請之日本申請案第2023-080639號之優先權，援用上述日本申請案中記載之全部之記載內容。

【先前技術】

【0002】 近年來，資料中心用途中，提高光纖之填充密度之高密度纜之需要高漲。一般而言，光纖具備用以保護作為光傳輸體之玻璃纖維之被覆樹脂層。被覆樹脂層例如由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之2層構成。若光纖之填充密度提高，則對光纖施加外力(側壓)，微彎曲損耗(microbend loss)容易增大。為了提高光纖之耐微彎曲特性，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。例如專利文獻1～5中，記載有一種一次被覆用之樹脂組合物，其含有作為多元醇與二異氰酸酯及含有羥基之(甲基)丙烯酸酯之反應物之胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯。

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】 本發明之一形態之光纖之一次被覆用之樹脂組合物係含有包含胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯及反應性界面活性劑之光聚合性化合物、及光聚合起始劑之樹脂組合物，且反應性界面活性劑包含選自由下述之式(1)所表示之化合物及下述之式(2)所表示之化合物所組成之群中之至少1種。

【圖式簡單說明】

【0005】 圖1係表示一實施方式之光纖之概略剖視圖。

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之概略剖視圖。

圖6係表示一實施方式之光纖纜之概略剖視圖。

【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，則存在交聯密度減小，耐水性變差之情況。具體而言，若將光纖浸漬於水中，則於一次樹脂層產生水泡，傳輸損失容易增加。存在將光纖以浸漬於包含油之凍膠中之狀態收納於纜線內而使用之情況。若將光纖浸漬於凍膠中，則存在一次樹脂層吸收油，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容易增加。因此，對於一次樹脂層，要求耐油性優異。

【0007】 本發明之目的在於提供一種可形成耐水性及耐油性優異且適於光纖之一次被覆之樹脂層之樹脂組合物、以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，可提供一種可形成耐水性及耐油性優異且適於光纖之一次被覆之樹脂層之樹脂組合物、以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]

最初，羅列本發明之實施方式之內容進行說明。

【0010】 (1)本發明之一形態之光纖之一次被覆用之樹脂組合物係含有包含胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯及反應性界面活性劑之光聚合性化合物、及光聚合起始劑之樹脂組合物，且反應性界面活性劑包含選自由下述之式(1)所表示之化合物及下述之式(2)所表示之化合物所組成之群中之至少1種。此種樹脂組合物可形成耐水性及耐油性優異且適於光纖之一次被覆之樹脂層，可製作耐水性及耐油性優異之光纖。

【0011】 (2)上述(1)中，就光纖之耐水性、耐油性及低溫特性之觀點而言，反應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，可為0.01質量份以上5.0質量份以下。

【0012】 (3)上述(1)中，就光纖之耐水性、耐油性及低溫特性之觀點而言，反應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，可為0.05質量份以上3.5質量份以下。

【0013】 (4)上述(1)至(3)之任一項中，就提高樹脂組合物之硬化速度之觀點而言，光聚合性化合物進而包含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。

【0014】(5)上述(1)至(4)之任一項中，就提高光纖之低溫特性及耐微彎曲特性之觀點而言，使上述樹脂組合物於累計光量10 mJ/cm^{2}及照度100 mW/cm^{2}之條件下進行紫外線硬化所得之樹脂膜之楊氏模數於23℃下可為0.10 MPa以上0.80 MPa以下。

【0015】(6)上述(5)中，就提高光纖之低溫特性及耐微彎曲特性之觀點而言，樹脂膜之楊氏模數於23℃下可為0.10 MPa以上0.60 MPa以下。

【0016】(7)本發明之一形態之光纖具備：包含芯及包層之玻璃纖維、與玻璃纖維相接而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，且一次樹脂層包含如上述(1)至(6)中任一項記載之樹脂組合物之硬化物。此種光纖之耐水性及耐油性優異。

【0017】(8)本發明之一形態之光纖之製造方法包含：塗佈步驟，於包含芯及包層之玻璃纖維之外周塗佈如上述(1)至(6)中任一項記載之樹脂組合物；硬化步驟，於塗佈步驟之後照射紫外線，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】(9)本發明之一形態之光纖帶係並列複數根如上述(7)中記載之光纖且經帶用樹脂被覆。此種光纖帶之耐水性及耐油性優異，可高密度地填充於光纖纜內。

【0019】(10)本發明之一形態之光纖纜於纜線內收納有如上述(9)中記載之光纖帶。此種光纖纜之耐水性及耐油性優異。

【0020】(11)本發明之一形態之光纖纜於纜線內收納有複數根如上述(7)中記載之光纖。此種光纖纜之耐水性及耐油性優異。

【0021】[本發明之實施方式之詳細情況]

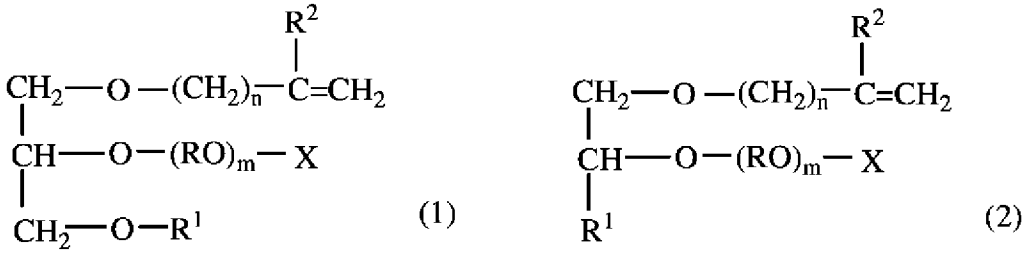
視需要參照圖式，對本實施方式之樹脂組合物及光纖之具體例進行說明。再者，本發明不限定於該等例示，旨在由申請專利範圍表示，包含與申請專利範圍均等之含義及範圍內之全部之變更。關於以下之說明，於圖式之說明中對相同之要素標註相同之符號，省略重複之說明。本說明書中之(甲基)丙烯酸酯意指丙烯酸酯或與其對應之甲基丙烯酸酯，關於(甲基)丙烯醯基等其他類似表現亦同樣。再者，本說明書中，ppm表示質量比率。

【0022】(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)丙烯酸酯及反應性界面活性劑之光聚合性化合物、以及光聚合起始劑的光纖之一次被覆用之樹脂組合物。本實施方式之樹脂組合物係紫外線硬化型樹脂組合物。

【0023】反應性界面活性劑包含選自由下述式(1)所表示之化合物及下述式(2)所表示之化合物所組成之群中之至少1種。本實施方式之反應性界面活性劑藉由紫外線照射組入至使樹脂組合物硬化時之交聯，故而可形成耐水性及耐油性優異之一次樹脂層。又，本實施方式之反應性界面活性劑可使滲入至一次樹脂層之水及油分分散而抑制光纖之傳輸損失之增加。

【0024】[化1]



(1)　　(2)

【0025】式(1)及式(2)中，R表示碳數2～4之伸烷基，R^1表示碳數1～20之烴基，R^2表示氫原子或甲基，X表示氫原子或$-SO_3NH_4$基，m表示0

～100之整數，n表示0～12之整數。於m為2以上之情形時，複數個R可相同，亦可不同。

【0026】 作為R所表示之碳數2～4之伸烷基，例如可例舉伸乙基、伸丙基及伸丁基。就耐水性及耐油性更加優異之觀點而言，R可為伸乙基。就耐水性及耐油性更加優異之觀點而言，R^1所表示之烴基之碳數可為5～20、8～18或10～15。R^1所表示之烴基可為直鏈狀、支鏈狀或環狀。R^1所表示之烴基可為脂肪族烴基或芳香族烴基。作為脂肪族烴基，例如可例舉碳數1～20之烷基。作為芳香族烴基，例如可例舉經烷基取代之苯基。經烷基取代之苯基中之烷基之碳數可為1～14或1～10。作為經烷基取代之苯基，例如可例舉辛基苯基及壬基苯基。就耐水性及耐油性更加優異之觀點而言，R^2可為氫原子。m可為1～50、2～40、3～30、4～25或5～20之整數。n可為0～10、0～8、0～6、0～3或1～3之整數。

【0027】 作為式(1)所表示之化合物，例如可例舉：ADEKA股份有限公司製造之ADEKA REASOAP 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及NE-30。作為式(2)所表示之化合物，例如可例舉第一工業製藥股份有限公司製造之AQUALON KH-05、KH-10及KH-20。

【0028】 反應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，可為0.01質量份以上、0.03質量份以上、0.05質量份以上、0.07質量份以上或0.09質量份以上，且可為5.0質量份以下、4.5質量份以下、4.0質量份以下、3.5質量份以下或3.0質量份以下。若反應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，則容易提高光纖之耐水性及耐油性，若為5.0質量份以下，則容易提高光纖

之低溫特性。就耐水性、耐油性及低溫特性更加優異之觀點而言，反應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，可為0.01質量份以上5.0質量份以下、0.03質量份以上4.5質量份以下、0.05質量份以上4.0質量份以下、0.05質量份以上3.5質量份以下、0.07質量份以上3.5質量份以下、或0.09質量份以上3.0質量份以下。

【0029】 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與二異氰酸酯及含有羥基之(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)」)。

【0030】 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：聚四亞甲基二醇(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。就容易調整一次樹脂層之楊氏模數之觀點而言，作為二醇，可使用聚丙二醇。

【0031】 就獲得適於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。

【0032】 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、降萡烯二異氰酸酯、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。

【0033】 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、2-(甲基)丙烯醯氧基乙基-2-羥基乙基鄰苯二甲酸、(甲基)丙烯酸2-羥基-鄰苯基苯酚丙酯、丙烯酸2-羥基-3-甲基丙烯醯基丙酯、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。就反應性之觀點而言，可使用丙烯酸2-羥基乙酯作為含有羥基之(甲基)丙烯酸酯。

【0034】 作為合成胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯時之觸媒，可使用有機錫化合物。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、順丁烯二酸二丁基錫、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。就易獲取性或觸媒性能之觀點而言，可使用二月桂酸二丁基錫或二乙酸二丁基錫作為觸媒。

【0035】 合成胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯時，亦可添加4-甲氧基苯酚或2,6-二第三丁基對甲酚作為聚合抑制劑。

【0036】 作為製備胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(A)之方法，例如可例舉以下方法：使二醇與二異氰酸酯反應，合成異氰酸基(NCO)末端預聚物後，與含有羥基之(甲基)丙烯酸酯反應；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；及使二醇與二異氰酸酯及含有羥基之(甲基)丙烯酸酯同時反應。製備胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(A)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進行混合而使用。

【0037】 藉由向胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(A)中導入基於一元醇之

基，可降低作為光聚合性基之(甲基)丙烯醯基之比率，降低一次樹脂層之楊氏模數。

【0038】 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。

【0039】 藉由向胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(A)中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)丙烯醯基之比率，降低一次樹脂層之楊氏模數，提高與玻璃纖維之密接力。

【0040】 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。

【0041】 使二醇與二異氰酸酯反應時之NCO與OH之莫耳比(NCO/OH)可為1.1以上4.0以下、1.2以上3.5以下、或1.4以上3.0以下。含有羥基之(甲基)丙烯酸酯相對於NCO末端預聚物之NCO之莫耳比可為1.00以上1.15以下、或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進行混合而使用之情形時，含有羥基之(甲基)丙烯酸酯、含有活性氫之矽烷化合物、及一元醇之合計相對於NCO末端預聚物之NCO之莫耳比可為1.00以上1.15以下、或1.03以上1.10以下，含有活性氫之矽烷化合物及一元醇之合計相對於NCO末端預聚物之NCO之莫耳比可為0.01以上0.5以下。

【0042】 胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯可進而包含聚氧伸烷基單烷基

醚與二異氰酸酯及含有羥基之(甲基)丙烯酸酯之反應物、即胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(以下，有時稱為「胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(B)」)。

【0043】 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。作為聚氧伸烷基單烷基醚，例如可例舉：聚氧乙烯油醚、聚氧乙烯月桂醚、聚氧乙烯鯨蠟醚、聚氧乙烯硬脂醚、聚氧乙烯烷基(C_{12}～C_{14})醚、聚氧乙烯十三烷基醚、聚氧乙烯肉豆蔻醚、聚氧乙烯異硬脂醚、聚氧乙烯辛基十二烷基醚、聚氧乙烯膽固醇醚、聚氧丙烯丁醚、聚氧丙烯肉豆蔻醚、聚氧丙烯鯨蠟醚、聚氧丙烯硬脂醚、聚氧丙烯羊毛脂醇醚、聚氧乙烯聚氧丙烯丁醚、聚氧乙烯聚氧丙烯月桂醚、聚氧乙烯聚氧丙烯鯨蠟醚、聚氧乙烯聚氧丙烯硬脂醚、及聚氧乙烯聚氧丙烯癸基十四烷基醚。

【0044】 就樹脂組合物之相溶性之觀點而言，聚氧伸烷基單烷基醚可為聚氧丙烯單丁醚。

【0045】 就獲得適於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Mn可為2000以上、2100以上或2200以上，且可為10000以下、8000以下或7000以下。

【0046】 二醇及聚氧伸烷基單烷基醚之Mn可基於JIS K 0070測定羥值，由以下之式算出。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。

Mn＝56.1×官能基數×1000/羥值

【0047】 就獲得適於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Mn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(Mw)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Mn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Mw可為4000以上30000以下、4500以上25000以下、或5000以上20000以下。

【0048】 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Mn及Mw可藉由凝膠滲透層析法(GPC)而測定。

【0049】 就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，可為15質量份以上85質量份以下、20質量份以上80質量份以下、或25質量份以上75質量份以下。

【0050】 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65質量份以下、或20質量份以上60質量份以下。

【0051】 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75質量份以下。

【0052】 本實施方式之光聚合性化合物可包含反應性界面活性劑及胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯以外之光聚合性化合物(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。單體可為具有1個光聚合性之乙烯性不飽和基之單官能單體，亦可為具有2個以上之乙烯性不飽和基之多官能單體。

【0053】 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)丙烯酸四氫糠酯、(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)丙烯酸二環戊酯、甲氧基聚乙二醇(甲基)丙烯酸酯、丁氧基聚乙二醇(甲基)丙烯酸酯、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)丙烯酸異莰酯、(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。

【0054】 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、羥基特戊酸新戊二醇二(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]芴二(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、異氰尿酸三[(甲基)丙烯醯氧基乙基]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、己內酯改性異氰尿酸三[(甲基)丙烯醯氧基乙基]酯等3官能以上之單體。

【0055】 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)丙烯醯基味啉、羥基甲基(甲基)丙烯醯胺、羥基乙基(甲基)丙烯醯胺、異丙基(甲基)丙烯醯胺、二甲基胺基丙基(甲基)丙烯醯胺、二甲基胺基丙基丙烯醯胺-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。

【0056】 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。

【0057】 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，可包含選自N-乙烯基己內醯胺及N-乙烯基甲基噁唑啶酮中之至少1種。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。

【0058】 單體之含量以樹脂組合物之總量100質量份作為基準，可為5質量份以上70質量份以下、10質量份以上60質量份以下、或15質量份以上50質量份以下。

【0059】 光聚合起始劑可自公知之自由基光聚合起始劑之中適當選擇而使用。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)、(2,4,6-三甲基苯甲醯基)-苯基亞膦酸乙酯(Omnirad TPO-L，IGM Resins公司製造)、2-苄基-2-二甲基胺基-4'-味啉基苯丁酮(Omnirad 369，IGM Resins公司製造)、2-二甲基胺基-2-(4-甲基-苄基)-1-(4-味啉-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-味啉基丙烷-1-酮(Omnirad 907，IGM Resins公司製造)。

【0060】 光聚合起始劑可單獨使用1種或混合2種以上使用。就樹脂組合物之速硬化性優異之觀點而言，可使用2,4,6-三甲基苯甲醯基二苯基氧化膦作為光聚合起始劑。

【0061】 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，可為0.1質量份以上5質量份以下、0.3質量份以上4質量份以下、或0.4質量份以上3質量份以下。

【0062】 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。

【0063】 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-氧硫吅噻、2,4-二乙基硫吅噻-9-酮、2-異丙基-9-氧硫吅噻、4-異丙基-9-氧硫吅噻等9-氧硫吅噻化合物、三乙醇胺、甲基二乙醇胺、三異丙醇胺等胺化合物、安息香化合物、蒽醌化合物、縮酮化合物、及二苯甲酮化合物。

【0064】 作為光酸產生劑，可使用具有A^+B^-之結構之鎓鹽。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)等銃鹽、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(FUJIFILM Wako Pure Chemical股份有限公司製造)等鏻鹽。

【0065】 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-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-(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。

【0066】 就塗覆性之觀點而言，本實施方式之樹脂組合物之25℃下之黏度可為0.5 Pa・s以上20 Pa・s以下、0.8 Pa・s以上18 Pa・s以下、或1 Pa・s以上15 Pa・s以下。樹脂組合物之25℃下之黏度可使用流變儀(Anton Paar公司製造之「MCR-102」)，於錐板CP25-2、剪切速度10 s^{-1}之條件下測定。

【0067】 使樹脂組合物於累計光量10 mJ/cm^2及照度100 mW/cm^2之條件下進行紫外線硬化所得之樹脂膜之楊氏模數於23℃下可為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，則容易提高光纖之低溫特性，若樹脂膜之楊氏模數為0.80 MPa以下，則容易提高光纖之耐微彎曲特性。就光纖之低溫特性之觀點而言，樹脂膜之楊氏模數於23℃下可為0.15 MPa以上或0.20 MPa以上，就光纖之耐微彎曲特性之觀點而言，於23℃下可為0.70 MPa以下、0.60 MPa以下或0.50 MPa以下。就光纖之低溫特性及耐微彎曲特性之觀點而言，樹脂膜之楊氏模數於23℃下可為0.10 MPa以上0.60 MPa以下、0.10 MPa以上0.50 MPa以下、0.15 MPa以上0.50 MPa以下、或0.20 MPa以上0.50 MPa以下。樹脂膜之楊氏模數可藉由實施例中記載之方法而求出。

【0068】 (光纖)

圖1係表示一實施方式之光纖之概略剖視圖。光纖10具備：包含芯11及包層12之玻璃纖維13、及設置於玻璃纖維13之外周之包含一次樹脂層14及二次樹脂層15之被覆樹脂層16。

【0069】 包層12包圍芯11。芯11及包層12主要包含石英玻璃等玻璃，例如芯11中可使用添加有鍺之石英玻璃、或純石英玻璃，包層12中可使用純石英玻璃、或添加有氟之石英玻璃。

【0070】 圖1中，例如玻璃纖維13之外徑(D2)為100 μm至125 μm程度，構成玻璃纖維13之芯11之直徑(D1)為7 μm至15 μm程度。被覆樹脂層16之厚度通常為22 μm至70 μm程度。一次樹脂層14及二次樹脂層15之各層之厚度可為5 μm至50 μm程度。

【0071】 於玻璃纖維13之外徑為125 μm程度，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之各層之厚度可為10 μm至50 μm程度，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至265 μm程度。

【0072】 於玻璃纖維13之外徑為125 μm程度，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之各層之厚度可為8 μm至38 μm程度，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至221 μm程度。

【0073】 於玻璃纖維13之外徑為100 μm程度，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之各層之厚度可為5 μm至32 μm程度，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至174 μm程度。

【0074】本實施方式之光纖之製造方法包含：塗佈步驟，於包含芯及包層之玻璃纖維之外周塗佈上述樹脂組合物；硬化步驟，於塗佈步驟之後照射紫外線，藉此使樹脂組合物硬化。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。

【0075】就提高光纖之耐微彎曲特性之觀點而言，一次樹脂層之楊氏模數於23℃±2℃下可為0.80 MPa以下、0.70 MPa以下、0.60 MPa以下或0.50 MPa以下。若一次樹脂層之楊氏模數為0.80 MPa以下，則外力難以傳輸至玻璃纖維，可抑制由微彎曲引起之傳輸損失之增加。就提高光纖之低溫特性之觀點而言，一次樹脂層之楊氏模數於23℃±2℃下可為0.10 MPa以上、0.15 MPa以上、或0.20 MPa以上。

【0076】一次樹脂層之楊氏模數可藉由23℃下之拉拔模數(POM)法而測定。利用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，繼而固定其中一個夾頭裝置，使另一個夾頭裝置緩緩地向所固定之夾頭裝置之相反方向移動。將光纖中之夾持於移動之夾頭裝置之部分之長度設為L、夾頭之移動量設為Z、一次樹脂層之外徑設為Dp、玻璃纖維之外徑設為Df、一次樹脂層之泊松比設為n、夾頭裝置之移動時之荷重設為W之情形時，可由下述式求出一次樹脂層之楊氏模數。

楊氏模數(MPa)＝((1＋n)W/πLZ)×ln(Dp/Df)

【0077】二次樹脂層15例如可使含有包含胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯之光聚合性化合物、及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之樹脂組合物不同之組成。二次被覆用之樹脂組合物可使用先前公知之技術而製備。

【0078】 就提高光纖之耐微彎曲特性之觀點而言，二次樹脂層之楊氏模數於23℃±2℃下可為800 MPa以上、1000 MPa以上或1200 MPa以上。二次樹脂層之楊氏模數之上限值並無特別限制，就對二次樹脂層賦予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。

【0079】 二次樹脂層之楊氏模數可利用以下之方法測定。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抽出。此時，一次樹脂層與二次樹脂層成為一體，但一次樹脂層之楊氏模數為二次樹脂層之1/10000以上1/1000以下之楊氏模數，故而一次樹脂層之楊氏模數可無視。繼而，可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1 mm/min)，藉由2.5%應變之割線式求出楊氏模數。

【0080】 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之樹脂組合物，可製造不僅耐水性及耐油性優異，而且耐微彎曲特性及低溫特性亦優異之光纖。

【0081】 (光纖帶)

可使用本實施方式之光纖製作光纖帶。光纖帶係並列複數根上述光纖且經帶用樹脂被覆。

【0082】 圖2係表示一實施方式之光纖帶之概略剖視圖。光纖帶100具有複數根光纖10、及藉由帶用樹脂(一體地)被覆光纖10並進行連結之連結樹脂層40。圖2中，作為一例，示有4根光纖10，但其根數並無特別限

定。

【0083】 光纖10可於相接並列之狀態下一體化，亦可於一部分或全部之光纖10隔開一定間隔地並列之狀態下一體化。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，容易於既有之V溝搭載光纖，可獲得一次熔合性優異之光纖帶。光纖帶100之厚度T亦取決於光纖10之外徑，可為164 μm以上285 μm以下。

【0084】 圖3係表示將光纖於隔開一定間隔地並列之狀態下一體化而成之光纖帶之一例之概略剖視圖。圖3所示之光纖帶100A係藉由帶用樹脂將2根光纖10隔開一定之間隔而連結12根。帶用樹脂形成連結樹脂層40。

【0085】 作為帶用樹脂，可使用通常作為帶材為人所知之樹脂材料。就光纖10之損傷防止性、分斷容易性等觀點而言，帶用樹脂可含有聚矽氧樹脂、環氧樹脂、胺基甲酸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。

【0086】 於將光纖10隔開一定間隔地並列之情形時，即相鄰之光纖10不相接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。就將光纖帶收納於纜線內時容易變形之方面而言，光纖帶可於光纖之連結部具有凹陷。凹陷可形成為於連結部之一側之面角度變窄之三角形狀。

【0087】 本實施方式之光纖帶可於長度方向及寬度方向間斷地具有連結部與非連結部。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、及複數個連結部20、非連結部(分斷部)21。

非連結部21於光纖帶之長度方向間斷地形成。光纖帶100B係針對每2根光纖10A，於長度方向間斷地設置有連結部20與非連結部21之間斷連結型之光纖帶。「連結部」係指相鄰之光纖經由連結樹脂層而一體化之部分，「非連結部」係指相鄰之光纖未經由連結樹脂層而一體化，而於光纖間具有間隙之部分。

【0088】 具有上述構成之光纖帶中，在每兩芯設置之連結部20上間斷地設置有非連結部21，故而容易使光纖帶變形。因此，將光纖帶安裝於光纖纜時，可容易地捲曲安裝，故而可製成適於高密度安裝之光纖帶。又，可以非連結部21作為起點使連結部20容易裂開，故而光纖帶中之光纖10之單芯分離變得容易。

【0089】 本實施方式之光纖帶藉由使用上述光纖，不僅耐水性及耐油性優異，而且耐微彎曲特性及低溫特性亦優異，可高密度地填充於光纖纜內。

【0090】 (光纖纜)

本實施方式之光纖纜於纜線內收納有上述光纖帶。作為光纖纜，例如可例舉具有複數個槽(溝)之槽型光纖纜。可於槽內以各槽中之安裝密度成為25%至65%程度之方式安裝上述光纖帶。所謂安裝密度，意指安裝於槽內之光纖帶之截面面積相對於槽之截面面積之比率。本實施方式之光纖纜可為將上述複數根光纖於未經帶用樹脂被覆之狀態下收納於纜線內之形態。

【0091】 參照圖5及6，對本實施方式之光纖纜之一例進行說明。圖5及6中，收納有間斷連結型之光纖帶，亦可於束集複數根之狀態下收納未經帶用樹脂被覆之光纖。

【0092】 圖5係使用上述間斷連結型之光纖帶100B之無槽型之光纖纜60之概略剖視圖。光纖纜60具有圓筒型之管61、及複數根光纖帶100B。複數根光纖帶100B可利用芳香族聚醯胺纖維等介隔物62進行束集。又，複數根光纖帶100B可具有各不相同之標記。光纖纜60成為以下結構，該結構係撚合所束集之複數根光纖帶100B，向其周圍擠出成為管61之樹脂並進行成形，一併覆蓋拉力構件63及外被64而形成。於要求防水性之情形時，可於管61之內側插入吸水紗。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。亦可於管61之外側設置撕裂繩65。

【0093】 圖6係使用上述間斷連結型之光纖帶100B之槽型之光纖纜70之概略剖視圖。光纖纜70具有：具有複數個槽71之槽條72、及複數根光纖帶100B。光纖纜70成為於中央具有拉力構件73之槽條72中呈放射狀地設置有複數個槽71之結構。複數個槽71可以撚合成螺旋狀或SZ狀之形狀設置於光纖纜70之長度方向。各槽71中分別收納有複數個由並列狀態散開後成為密集狀態之光纖帶100B。各光纖帶100B可利用識別用束材(bundle materials)進行束集。於槽條72之周圍捲繞有壓固捲繞帶(press winding tape)74，於壓固捲繞帶74之周圍形成有外被75。

【0094】 具備本實施方式之光纖或光纖帶之光纖纜不僅耐水性及耐油性優異，而且耐微彎曲特性及低溫特性亦優異。

[實施例]

【0095】 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，對本發明進行進而詳細之說明。再者，本發明不限定於該等實施例。

【0096】 [胺基甲酸酯丙烯酸酯(A)之合成]

(A-1)

將Mn3000之聚丙二醇(三洋化成工業股份有限公司製造，製品名：Sannix PP-3000)與2,4-甲苯二異氰酸酯(TDI)以NCO與OH之莫耳比(NCO/OH)成為1.5之方式投入至反應釜中。繼而，添加相對於最終之總添加量為200 ppm之作為觸媒之二月桂酸二丁基錫，且添加相對於最終之總添加量為500 ppm之作為聚合抑制劑之2,6-二-第三丁基-對甲酚(BHT)。其後，於60℃下反應1小時，製備NCO末端預聚物。繼而，以相對於NCO末端預聚物之NCO，甲醇之OH之莫耳比(MeOH/NCO)成為0.2之方式添加甲醇，且以丙烯酸2-羥基乙酯(HEA)之OH之莫耳比成為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。

【0097】 (A-2)

將Mn4000之聚丙二醇(三洋化成工業股份有限公司製造，製品名：Sannix PP-4000)與TDI以NCO/OH成為1.5之方式投入至反應釜中。繼而，添加相對於最終之總添加量為200 ppm之作為觸媒之二月桂酸二丁基錫，且添加相對於最終之總添加量為500 ppm之作為聚合抑制劑之BHT。其後，於60℃下反應1小時，製備NCO末端預聚物。繼而，以相對於NCO末端預聚物之NCO，HEA之OH之莫耳比成為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。

【0098】 聚丙二醇之Mn係由羥值求出之值，為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×管柱長度150 mm＋粒徑2.5 μm、孔徑125 Å、管柱內徑4.6×管柱長度150 mm＋粒徑1.7 μm、孔徑45 Å、管柱內徑4.6×管柱長度150 mm、管柱溫度：40℃、流速：0.8 mL/min之條件下進行測定。

【0099】作為一次被覆用之樹脂組合物之單體，準備壬基苯酚聚乙二醇丙烯酸酯(Miwon製造，製品名：Miramer M164)、丙烯醯基味啉(ACMO)、及N-乙烯基己內醯胺(NVCL)。作為光聚合起始劑，準備2,4,6-三甲基苯甲醯基二苯基氧化膦(Omnirad TPO)。作為矽烷偶合劑，準備3-丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷(APTMS)。作為反應性界面活性劑，準備表1所示之式(1)所表示之化合物及式(2)所表示之化合物。作為其他界面活性劑，準備山梨糖醇酐單油酸酯(花王股份有限公司製造，製品名：RHEODOL AO-10V)及聚氧乙烯山梨糖醇四油酸酯(花王股份有限公司製造，製品名：RHEODOL 460V)。

【0100】[表1]

	製品名	R	R^1	R^2	X	n	m	製造商
式(1)所表示之化合物	ADEKA REASOAP NE-10	伸乙基	壬基苯基	H	H	1	10	ADEKA股份有限公司
	ADEKA REASOAP NE-20	伸乙基	壬基苯基	H	H	1	20	ADEKA股份有限公司
	ADEKA REASOAP SE-10N	伸乙基	壬基苯基	H	SO_3NH_4	1	10	ADEKA股份有限公司
	ADEKA REASOAP ER-10	伸乙基	烷基	H	H	1	10	ADEKA股份有限公司
	ADEKA REASOAP SR-10	伸乙基	烷基	H	SO_3NH_4	1	10	ADEKA股份有限公司
式(2)所表示之化合物	AQUALON KH-05	伸乙基	烷基	H	SO_3NH_4	1	5	第一工業製藥股份有限公司
	AQUALON KH-10	伸乙基	烷基	H	SO_3NH_4	1	10	第一工業製藥股份有限公司
	AQUALON KH-20	伸乙基	烷基	H	SO_3NH_4	1	20	第一工業製藥股份有限公司

【0101】[一次被覆用之樹脂組合物]

以表2及表3所示之調配量(質量份)將各成分進行混合，製作各試驗例之一次被覆用之樹脂組合物。試驗例1～14相當於實施例，試驗例15～17相當於比較例。

【0102】 [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燈系統(D Valve，Heraeus製造)，於累計光量10 mJ/cm^{2}及照度100 mW/cm^{2}之條件下進行硬化，於PET膜上形成厚度200 μm之樹脂膜。自PET膜剝離，獲得樹脂膜。

【0103】 (楊氏模數)

將樹脂膜沖裁成JIS K 7127 5型之啞鈴形狀，於23、50±10%RH之條件下，使用拉伸試驗機，以拉伸速度1 mm/min、標線間距離25 mm之條件進行拉伸，獲得應力-應變曲線。將藉由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。

【0104】 [二次被覆用之樹脂組合物]

使Mn600之聚丙二醇(三洋化成工業股份有限公司製造，製品名：PP-600)與TDI於NCO/OH為2.0之條件下反應，製備NCO末端預聚物。添加相對於最終之總添加量為200 ppm之作為觸媒之二月桂酸二丁基錫，且添加相對於最終之總添加量為500 ppm之作為聚合抑制劑之BHT。繼而，以相對於NCO末端預聚物之NCO，HEA之OH之莫耳比成為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(Z-1)。胺基甲酸酯丙烯酸酯(Z-1)之Mn為2300，Mw為2700。

【0105】 混合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、及1-羥基環己基苯基酮(Omnirad 184)1質量份，獲得二次被覆用之樹脂組合物。

【0106】 [光纖]

於直徑125 μm之玻璃纖維13之外周面分別塗佈一次被覆用之樹脂組合物與二次被覆用之樹脂組合物。繼而，藉由照射紫外線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。將一次樹脂層14之厚度設為20 μm、二次樹脂層15之厚度設為15 μm，獲得外徑195 μm之光纖。光纖之製作係以製造速度3000 m/min進行。

【0107】 (耐水性)

將光纖10以被覆樹脂層16整體完全浸透之方式浸漬於23℃之水中，藉由OTDR(Optical Time Domain Reflectometer，光時域反射計)法測定1550 nm之波長之光之傳輸損失。繼而，浸漬120日後，藉由OTDR法測定1550 nm之波長之光之傳輸損失。將傳輸損失之增加未達0.03 dB/km之情形設為「A」、0.03 dB/km以上且未達0.05 dB/km之情形設為「B」、0.05 dB/km以上之情形設為「C」。將其結果示於下述表2及3中。

【0108】 (耐油性)

將光纖10以被覆樹脂層16整體完全浸透之方式於加熱至85℃之凍膠中浸漬120日。將於Mn為300～600程度之礦物油中添加增黏劑而成者設為凍膠。於23℃與-40℃之各溫度條件下，藉由OTDR法測定1550 nm之波長之光之傳輸損失。將自-40℃下之傳輸損失減去23℃下之傳輸損失所得之差(傳輸損失差)未達0 dB/km(-40℃下之傳輸損失較小)之情形評價為「A」、0 dB/km以上且未達0.01 dB/km之情形評價為「B」、0.01 dB/km

以上之情形評價為「C」。將其結果示於下述表2及3中。

【0109】(低溫特性)

以張力50 g於玻璃線軸上捲繞一層光纖，於23℃及-40℃之各溫度條件下，藉由OTDR法測定波長1550 nm之信號光之傳輸特性，求出傳輸損失。將自-40℃下之傳輸損失減去23℃下之傳輸損失所得之傳輸損失差未達0 dB/km之情形評價為「A」、0 dB/km以上0.01 dB/km以下之情形評價為「B」、超過0.01 dB/km之情形評價為「C」。將其結果示於下述表2及3中。

【0110】(耐微彎曲特性)

藉由OTDR法測定於以砂紙覆蓋表面之直徑280 mm之線軸上呈單層狀捲繞光纖10時之1550 nm之波長之光之傳輸損失。將與於無砂紙之直徑280 mm之線軸上呈單層狀捲繞光纖10時之1550 nm之波長之光之傳輸損失之差未達0.5 dB/km之情形評價為「A」、0.5 dB/km以上1.0 dB/km以下之情形評價為「B」、超過1.0 dB/km之情形評價為「C」。將其結果示於下述表2及3中。

【0111】[表2]

試驗例	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
ADEKA REASOAP 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
楊氏模數(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
低溫特性	A	A	A	A	A	A	B
耐微彎曲特性	B	A	A	A	A	A	A

【0112】

[表3]

試驗例	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A-2	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Miramer 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
ADEKA REASOAP NE-20	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ADEKA REASOAP SE-10N	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
ADEKA REASOAP ER-10	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-
ADEKA REASOAP SR-10	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-
AQUALON KH-05	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-
AQUALON KH-10	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-
AQUALON KH-20	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-
RHEODOL AO-10V	-	-	-	-	-	-	-	1	5	-
RHEODOL 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
楊氏模數 (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
低溫特性	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A
耐微彎曲特性	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

【符號說明】

【0113】

10,10A: 光纖

11: 芯

12: 包層

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

61: 圓筒型之管

62: 介隔物

63,73: 拉力構件

64,75: 外被

65: 撕裂繩

71: 槽

72: 槽條

74: 壓固捲繞帶

100,100A,100B: 光纖帶

D1: 直徑

D2: 外徑

F: 中心間距離

T: 厚度

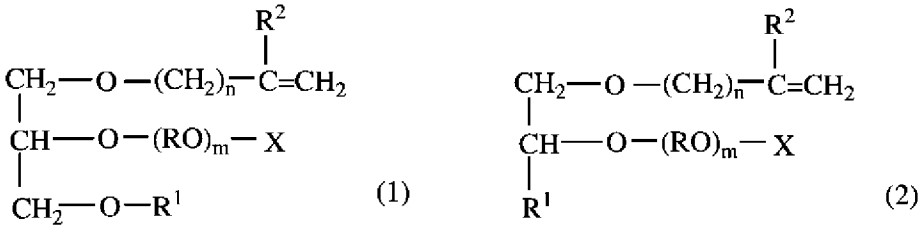
【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種光纖之一次被覆用之樹脂組合物，其係含有包含胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯及反應性界面活性劑之光聚合性化合物、及光聚合起始劑之樹脂組合物，且

上述反應性界面活性劑包含選自由下述式(1)所表示之化合物及下述式(2)所表示之化合物所組成之群中之至少1種，

[化1]



(1)　　(2)

(式中，R表示碳數2～4之伸烷基，R^1表示碳數1～20之烴基，R^2表示氫原子或甲基，X表示氫原子或-SO_3NH_4基，m表示0～100之整數，n表示0～12之整數)。

【請求項2】

如請求項1之樹脂組合物，其中上述反應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5.0質量份以下。

【請求項3】

如請求項1之樹脂組合物，其中上述反應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0.05質量份以上3.5質量份以下。

【請求項4】

如請求項1之樹脂組合物，其中上述光聚合性化合物進而包含N-乙烯基化合物，且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5】

如請求項1之樹脂組合物，其中使上述樹脂組合物於累計光量10 mJ/cm^{2}及照度100 mW/cm^{2}之條件下進行紫外線硬化所得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6】

如請求項5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7】

一種光纖，其具備：

包含芯及包層之玻璃纖維、

與上述玻璃纖維相接而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，且

上述一次樹脂層包含如請求項1至6中任一項之樹脂組合物之硬化物。

【請求項8】

一種光纖之製造方法，其包含：

塗佈步驟，於包含芯及包層之玻璃纖維之外周塗佈如請求項1至6中任一項之樹脂組合物；及

硬化步驟，於上述塗佈步驟之後照射紫外線，藉此使上述樹脂組合物硬化。

【請求項9】

一種光纖帶，其係並列複數根如請求項7之光纖且經帶用樹脂被覆。

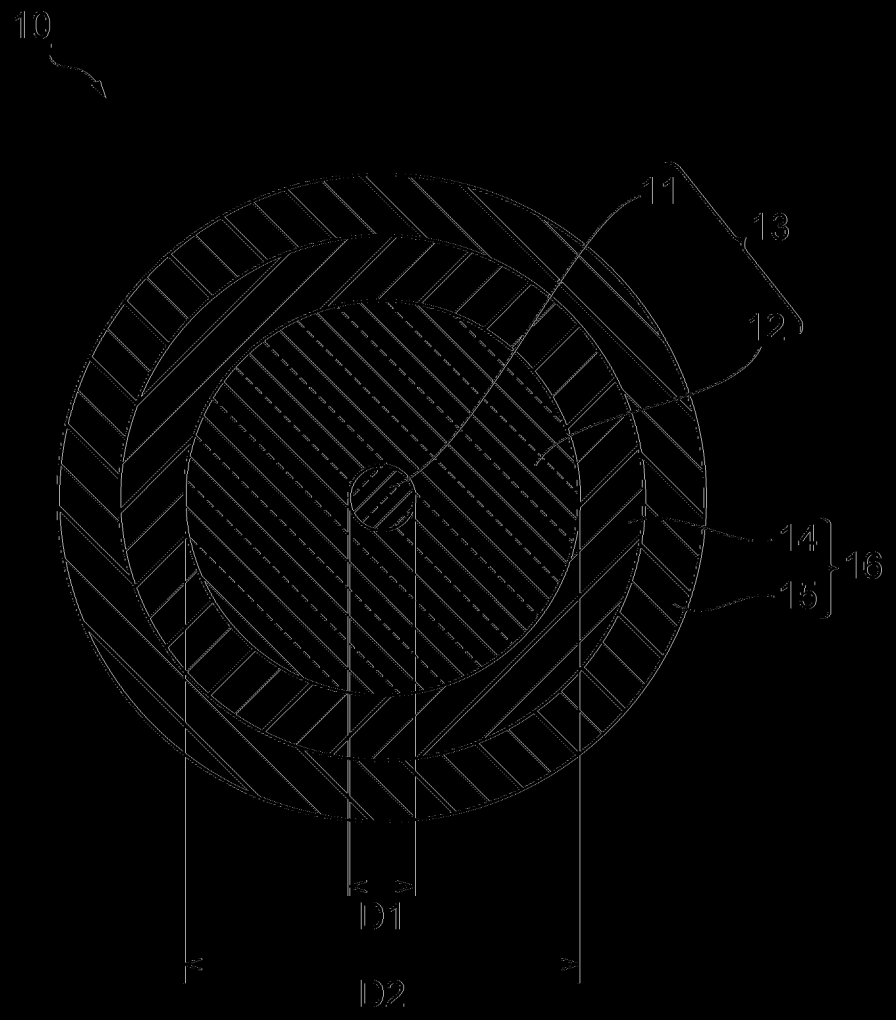
【請求項10】

一種光纖纜，其於纜線內收納有如請求項9之光纖帶。

【請求項11】

一種光纖纜，其於纜線內收納有複數根如請求項7之光纖。

【發明圖式】



【圖1】

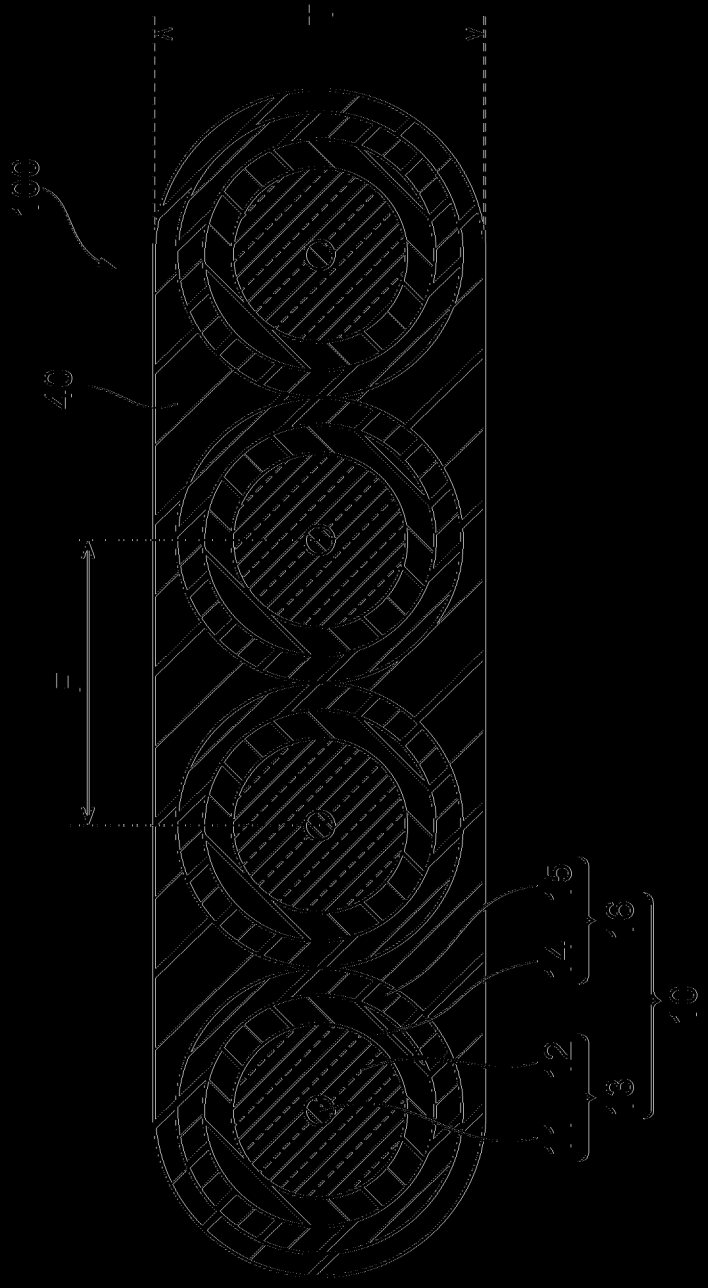
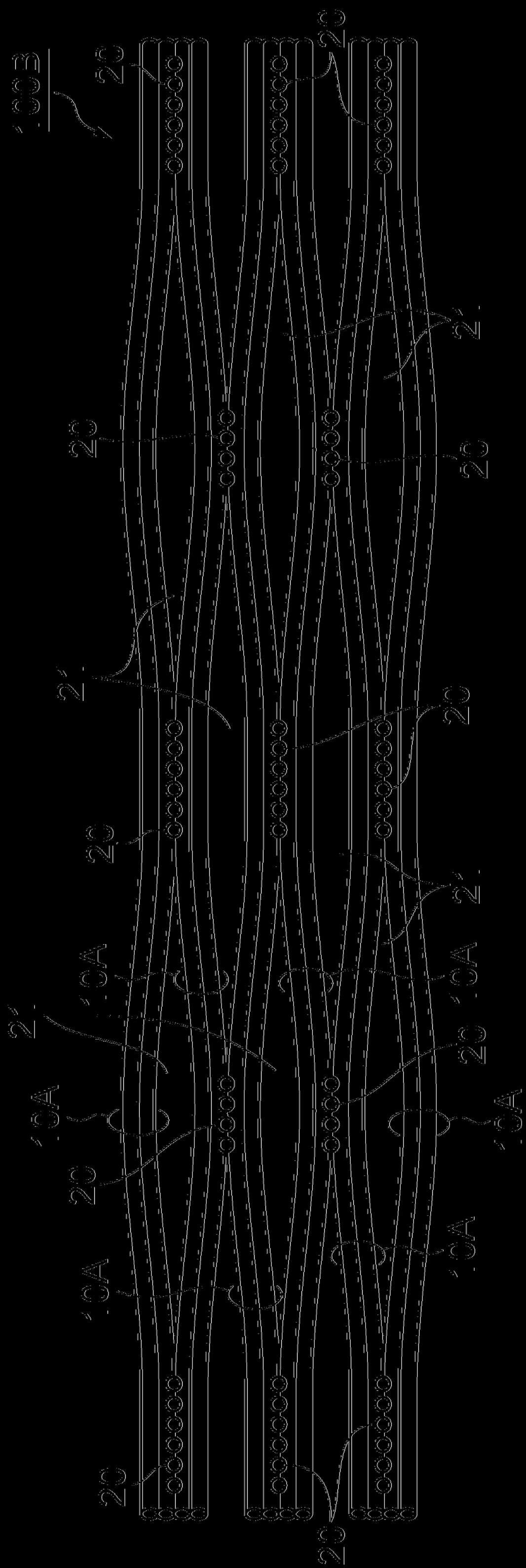


圖2-1

30°
9
13
10
30
2
3
9



【圖4】

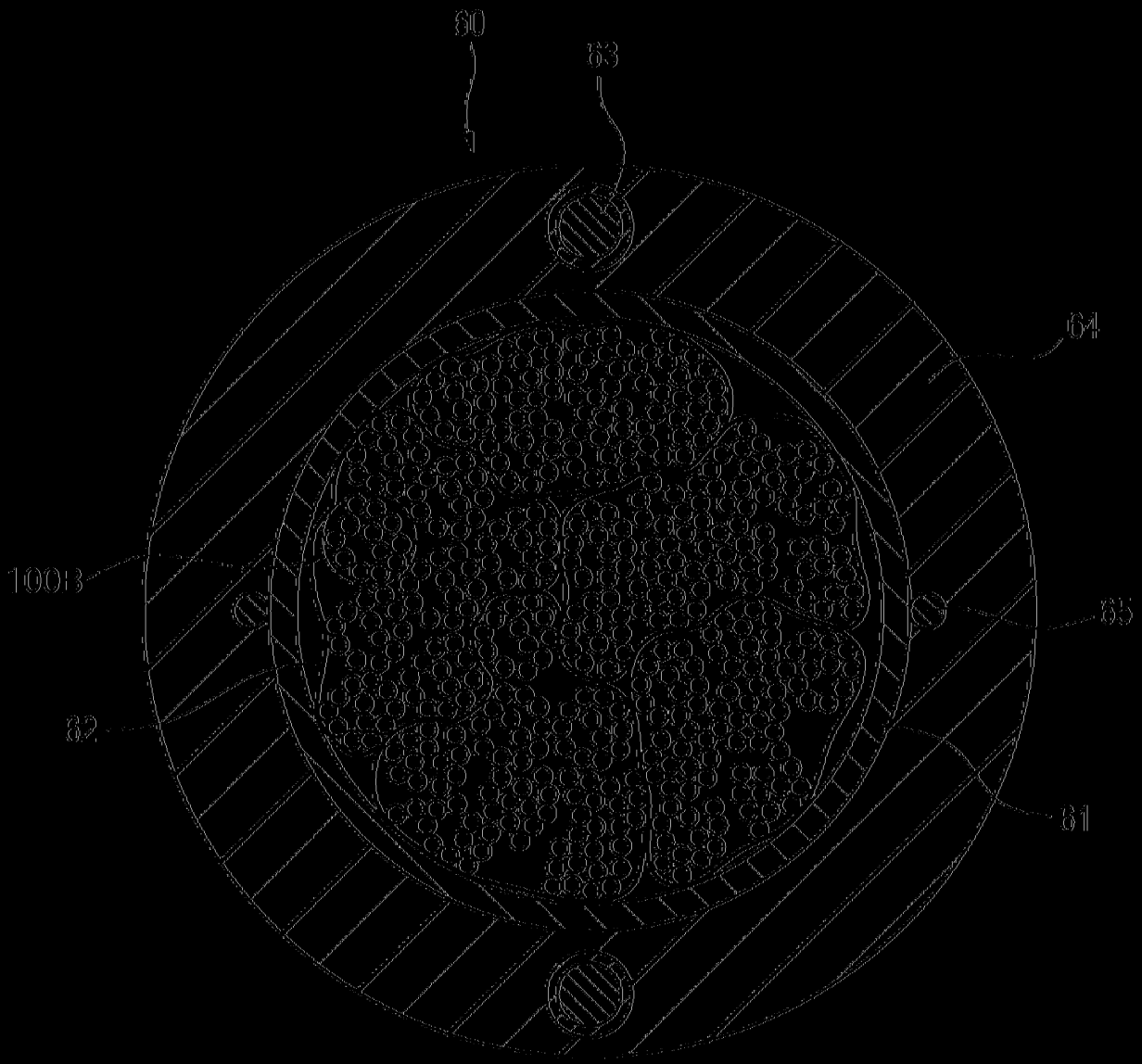
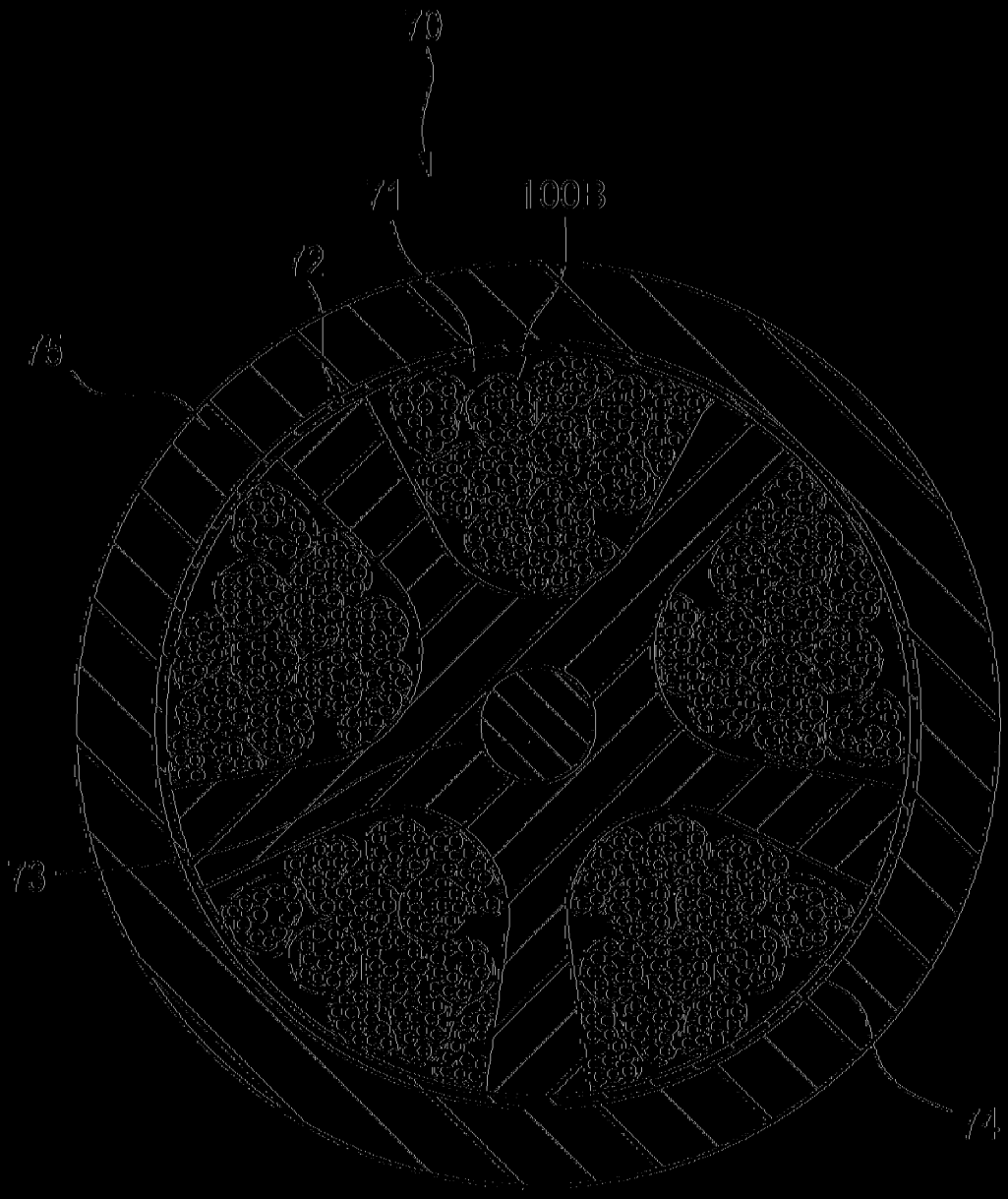


圖5



圖(圖6)