(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118510730 A
(43)申请公布日 2024.08.16

(21)申请号 202380016537.4
(22)申请日 2023.01.26
(30)优先权数据
2022-026905 2022.02.24 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.07.08
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2023/002490 2023.01.26
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/162570 JA 2023.08.31
(71)申请人 住友电气工业株式会社
地址 日本
(72)发明人 本间祐也
(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责任公司 11240
专利代理师 赵曦
(51)Int.Cl.
C03C 25/1065(2006.01)
C03C 25/285(2006.01)
C08F 290/06(2006.01)
G02B 6/44(2006.01)

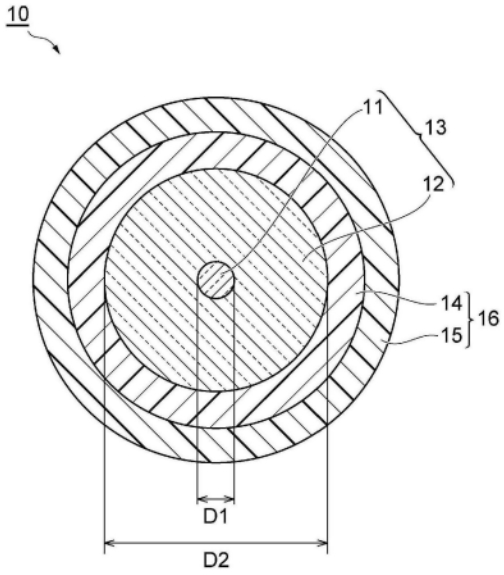
权利要求书1页 说明书17页 附图6页

(54)发明名称

树脂组合物、光纤、光纤的制造方法、光纤带及光纤线缆

(57)摘要

本公开涉及的光纤的一次包覆用树脂组合物是含有光聚合性化合物、光聚合性引发剂及非离子性表面活性剂的树脂组合物，所述光聚合性化合物包含氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯，非离子性表面活性剂的通过格里芬法算出的HLB值为4.9以上且13.7以下，非离子性表面活性剂的含量以树脂组合物的总量100质量份作为基准，为0.01质量份以上且10质量份以下。



CN 118510730 A

1.一种光纤的一次包覆用树脂组合物,是含有光聚合性化合物、光聚合性引发剂及非离子性表面活性剂的树脂组合物,所述光聚合性化合物包含氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯,

所述非离子性表面活性剂的通过格里芬法算出的HLB值为4.9以上且13.7以下,

所述非离子性表面活性剂的含量以所述树脂组合物的总量100质量份作为基准,为0.01质量份以上且10质量份以下。

2.根据权利要求1所述的树脂组合物,其中,所述非离子性表面活性剂的HLB值为8.0以上且13.7以下。

3.根据权利要求1或2所述的树脂组合物,其中,所述非离子性表面活性剂包含具有氧乙烯基的非离子性表面活性剂。

4.根据权利要求3所述的树脂组合物,其中,所述非离子性表面活性剂还具有羟基。

5.根据权利要求1至3中任一项所述的树脂组合物,其中,所述非离子性表面活性剂包含选自由聚氧乙烯烷基醚、聚氧乙烯山梨醇酐脂肪酸酯、聚氧乙烯山梨醇脂肪酸酯、聚氧乙烯甘油异硬脂酸酯、聚氧乙烯甘油三异硬脂酸酯、及聚氧乙烯单酯所组成的组中的至少1种。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的树脂组合物,其中,所述光聚合性化合物包含N-乙烯基化合物,N-乙烯基化合物的含量以所述树脂组合物的总量100质量份作为基准为1质量份以上且15质量份以下。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的树脂组合物,其中,使所述树脂组合物在累积光量10mJ/cm^2及照度100mW/cm^2的条件下进行了紫外线固化时的树脂膜的杨氏模量在23℃下为0.10MPa以上且0.80MPa以下。

8.根据权利要求7所述的树脂组合物,其中,所述树脂膜的杨氏模量在23℃下为0.10MPa以上且0.60MPa以下。

9.一种光纤,具备:

包含芯及包层的玻璃纤维;

与所述玻璃纤维相接且包覆所述玻璃纤维的一次树脂层;及

包覆所述一次树脂层的二次树脂层,

所述一次树脂层包含权利要求1至8中任一项所述的树脂组合物的固化物。

10.一种光纤的制造方法,包括:

涂布工序,在包含芯及包层的玻璃纤维的外周,涂布权利要求1至8中任一项所述的树脂组合物;及

固化工序,在所述涂布工序后照射紫外线,由此使所述树脂组合物固化。

11.一种光纤带,排列有多个权利要求9所述的光纤且多个权利要求9所述的光纤利用带用树脂包覆。

12.一种光纤线缆,是将权利要求11所述的光纤带收纳于线缆内而成。

13.一种光纤线缆,是将多个权利要求9所述的光纤收纳于线缆内而成。

树脂组合物、光纤、光纤的制造方法、光纤带及光纤线缆

技术领域

[0001] 本公开涉及光纤的一次包覆用树脂组合物、光纤、光纤的制造方法、光纤带、及光纤线缆。

[0002] 本申请主张基于2022年2月24日提出申请的日本申请第2022-026905号的优先权，并引用上述日本申请中所记载的所有记载内容。

背景技术

[0003] 近年来，在数据中心用途中，对提高了光纤的填充密度的高密度线缆的需求不断增加。一般而言，光纤具备用于保护作为光传输体的玻璃纤维的包覆树脂层。包覆树脂层例如包含如下2层，即与玻璃纤维相接的一次树脂层、及形成于一次树脂层的外层的二次树脂层。若光纤的填充密度变高，则外力(侧压)施加于光纤，微曲损耗易于变大。为了提高光纤的耐微曲特性，已知有降低一次树脂层的杨氏模量、提高二次树脂层的杨氏模量的方式。例如在专利文献1～5中，记载有含有氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯的一次包覆用树脂组合物，上述氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯是多元醇、二异氰酸酯与含有羟基的(甲基)丙烯酸酯的反应物。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1：日本专利特开2009-197163号公报

[0007] 专利文献2：日本专利特开2012-111674号公报

[0008] 专利文献3：日本专利特开2013-136783号公报

[0009] 专利文献4：日本专利特表2013-501125号公报

[0010] 专利文献5：日本专利特开2014-114208号公报

发明内容

[0011] 本公开的一方式涉及的光纤的一次包覆用树脂组合物是含有光聚合性化合物、光聚合性引发剂及非离子性表面活性剂的树脂组合物，所述光聚合性化合物包含氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯，非离子性表面活性剂的通过格里芬法算出的HLB值为4.9以上且13.7以下，非离子性表面活性剂的含量以树脂组合物的总量100质量份作为基准，为0.01质量份以上且10质量份以下。

附图说明

[0012] 图1是表示本实施方式涉及的光纤的一例的概略剖视图。

[0013] 图2是表示一实施方式涉及的光纤带的概略剖视图。

[0014] 图3是表示一实施方式涉及的光纤带的概略剖视图。

[0015] 图4是表示一实施方式涉及的光纤带的外观的俯视图。

[0016] 图5是表示一实施方式涉及的光纤线缆的概略剖视图。

[0017] 图6是表示一实施方式涉及的光纤线缆的概略剖视图。

具体实施方式

[0018] [本公开要解决的技术问题]

[0019] 若降低一次树脂层的杨氏模量,则存在交联密度变小,耐水性不佳的情况。具体而言,若光纤浸渍于水中,则一次树脂层产生水泡,传输损耗易于增加。光纤存在在浸渍于包含油的冻胶中的状态下收纳于线缆来使用的情况。若将光纤浸渍于冻胶中,则存在一次树脂层吸收油,从而强度降低,产生缺陷(孔隙)的情况。若产生孔隙,则在低温时传输损耗易于增加。由此,对一次树脂层要求耐油性优异。

[0020] 本公开的目的在于,提供一种能够形成耐水性及耐油性优异、适合光纤的一次包覆的树脂层的树脂组合物、及耐水性及耐油性优异的光纤。

[0021] [本公开的效果]

[0022] 根据本公开,能够提供一种能够形成耐水性及耐油性优异、适合光纤的一次包覆的树脂层的树脂组合物及耐水性及耐油性优异的光纤。

[0023] [本公开的实施方式的说明]

[0024] 首先,列出本公开的实施方式的内容进行说明。本公开的一方式涉及的光纤的一次包覆用树脂组合物是含有光聚合性化合物、光聚合性引发剂及非离子性表面活性剂的树脂组合物,所述光聚合性化合物包含氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯,非离子性表面活性剂的通过格里芬法算出的HLB值为4.9以上且13.7以下,非离子性表面活性剂的含量以树脂组合物的总量100质量份作为基准,为0.01质量份以上且10质量份以下。

[0025] 这样的树脂组合物能够形成适合光纤的一次包覆的树脂层,能够提高光纤的耐水性及耐油性。

[0026] 基于进一步提高耐水性的观点而言,非离子性表面活性剂的HLB值可为8.0以上且13.7以下。

[0027] 基于进一步提高耐水性的观点而言,非离子性表面活性剂可包含具有氧乙烯基的非离子性表面活性剂,非离子性表面活性剂可进一步是具有羟基的非离子性表面活性剂。

[0028] 基于进一步提高耐水性及耐油性的观点而言,非离子性表面活性剂可包含选自由聚氧乙烯烷基醚、聚氧乙烯山梨醇酐脂肪酸酯、聚氧乙烯山梨醇脂肪酸酯、聚氧乙烯甘油异硬脂酸酯、聚氧乙烯甘油三异硬脂酸酯、及聚氧乙烯单酯所组成的组中的至少1种。

[0029] 为了提高树脂组合物的固化速度,光聚合性化合物可包含N-乙烯基化合物,N-乙烯基化合物的含量以树脂组合物的总量100质量份作为基准,为1质量份以上15质量份以下。

[0030] 基于提高光纤的耐微曲特性的观点而言,对本实施方式涉及的树脂组合物在累积光量10mJ/cm^{2}及照度100mW/cm^{2}的条件下进行紫外线固化时的树脂膜的杨氏模量优选为在23℃下为0.10MPa以上且0.80MPa以下,在23℃下可为0.10MPa以上且0.60MPa以下。

[0031] 本公开的一方式涉及的光纤具备:包含芯及包层的玻璃纤维、与玻璃纤维相接且包覆该玻璃纤维的一次树脂层、及包覆一次树脂层的二次树脂层,一次树脂层包含上述树脂组合物的固化物。这样的光纤不产生一次树脂层的缺陷,耐水性及耐油性优异。

[0032] 本公开的一方式涉及的光纤的制造方法包括:涂布工序,在包含芯及包层的玻璃

纤维的外周,涂布上述树脂组合物;及固化工序,在涂布工序后照射紫外线,由此使树脂组合物固化。由此,能够制作耐水性及耐油性优异的光纤。

[0033] 本公开的一方式涉及的光纤带是排列有多个上述光纤且多个上述光纤利用带用树脂包覆而成。这样的光纤带耐水性及耐油性优异,能够高密度地填充于光纤线缆内。

[0034] 本公开的一方式涉及的光纤线缆是上述光纤带收纳于线缆内而成。本公开涉及的光纤线缆也可为多个上述光纤收纳于线缆内而成的方式。具备本实施方式涉及的光纤或光纤带的光纤线缆的耐水性及耐油性优异。

[0035] [本公开的实施方式的详情]

[0036] 视需要参照附图,对本实施方式涉及的树脂组合物及光纤的具体例进行说明。再者,本公开并不限定于这些例示,而是由权利要求所表示,旨在包括与权利要求等同的含义及范围内的所有变更。在以下说明中,在附图的说明中对相同的要素标注相同的符号,省略重复的说明。本说明书中的(甲基)丙烯酸酯意指丙烯酸酯或与其对应的甲基丙烯酸酯,(甲基)丙烯酰基等其他类似表达也同样如此。再者,在本说明书中,ppm表示质量比率。

[0037] (树脂组合物)

[0038] 本实施方式涉及的树脂组合物是含有光聚合性化合物、光聚合性引发剂及非离子性表面活性剂的树脂组合物,所述光聚合性化合物包含氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯,非离子性表面活性剂的通过格里芬法算出的HLB值为4.9以上且13.7以下,非离子性表面活性剂的含量以树脂组合物的总量100质量份作为基准,为0.01质量份以上且10质量份以下。

[0039] HLB是Hydrophile-Lipophile Balance(亲水-亲油平衡)的缩写,对表面活性剂的亲水性与疏水性的平衡进行数值化而得。HLB值由0~20表示,数值越大,表示亲水性越高。HLB值能够由下述所示的格里芬式算出。作为亲水基,可例举氧乙烯基、羟基、羧基、磺基、磷酸基、氨基等。

[0040] HLB值=20×(亲水基的式量/表面活性剂的分子量)

[0041] 若HLB值未达4.9,则存在光纤的耐水性降低的情况,若HLB值超过13.7,则存在相容性降低,或光纤的耐油性降低的情况。本实施方式涉及的非离子性表面活性剂的HLB值优选为6.0以上且13.7以下,更优选为7.0以上且13.7以下,进一步优选为7.5以上且13.7以下,进一步更优选为8.0以上且13.6以下。

[0042] 以树脂组合物的总量100质量份作为基准,若非离子性表面活性剂的添加量为0.01质量份以上,则易于提高光纤的耐水性,若非离子性表面活性剂的添加量为10质量份以下,则易于提高光纤的低温特性。非离子性表面活性剂的添加量可为0.05质量份以上、0.1质量份以上、0.2质量份以上、或0.3质量份以上,且可为8质量份以下、5质量份以下、4质量份以下、或3质量份以下。非离子性表面活性剂的添加量优选为0.05质量份以上且8质量份以下,更优选为0.05质量份以上且5质量份以下,进一步优选为0.05质量份以上且4质量份以下,进一步更优选为0.05质量份以上且3质量份以下。非离子性表面活性剂的添加量可为0.1质量份以上且8质量份以下、0.2质量份以上且5质量份以下、0.2质量份以上且4质量份以下、或0.3质量份以上且3质量份以下。

[0043] 作为非离子性表面活性剂,例如可例举聚氧乙烯烷基醚、聚氧乙烯胆固醇基醚、聚氧乙烯聚氧丙烯烷基醚、聚氧乙烯单酯、聚氧乙烯二酯、聚氧乙烯烷基醚酯、聚氧乙烯脂肪酸甘油酯、聚氧乙烯甘油异硬脂酸酯、聚氧乙烯甘油三异硬脂酸酯、二硬脂酸聚氧乙烯三羟

甲基丙烷、山梨醇酐脂肪酸酯、聚氧乙烯山梨醇酐脂肪酸酯、聚氧乙烯山梨醇脂肪酸酯、甘油脂肪酸酯、聚氧乙烯氢化蓖麻油、聚氧乙烯烷基胺、及烷基烷醇酰胺。

[0044] 作为聚氧乙烯烷基醚,例如可例举聚氧乙烯月桂基醚、聚氧乙烯鲸蜡基醚、聚氧乙烯硬脂基醚、聚氧乙烯油基醚、聚氧乙烯肉豆蔻基醚、聚氧乙烯十三烷基醚、聚氧乙烯异硬脂基醚、聚氧乙烯山嵛基醚、及聚氧乙烯辛基十二烷基醚。

[0045] 作为聚氧乙烯聚氧丙烯烷基醚,例如可例举聚氧乙烯聚氧丙烯丁基醚、聚氧乙烯聚氧丙烯月桂基醚、聚氧乙烯聚氧丙烯鲸蜡基醚、聚氧乙烯聚氧丙烯硬脂基醚、及聚氧乙烯聚氧丙烯癸基十四烷基醚。

[0046] 作为聚氧乙烯单酯,例如可例举聚乙二醇单月桂酸酯、聚乙二醇单油酸酯、聚乙二醇单硬脂酸酯、聚乙二醇肉豆蔻酸酯、聚乙二醇单异硬脂酸酯等。

[0047] 作为聚氧乙烯二酯,例如可例举聚乙二醇二月桂酸酯、聚乙二醇二棕榈酸酯、聚乙二醇二油酸酯、聚乙二醇二硬脂酸酯、及聚乙二醇二异硬脂酸酯。

[0048] 作为聚氧乙烯烷基醚酯,例如可例举肉豆蔻酸聚氧乙烯肉豆蔻基醚、硬脂酸聚氧乙烯鲸蜡基醚、及硬脂酸聚氧乙烯硬脂基醚。

[0049] 作为聚氧乙烯脂肪酸甘油酯,例如可例举聚氧乙烯辛酸甘油酯、聚氧乙烯月桂酸甘油酯、聚氧乙烯油酸甘油酯、及聚氧乙烯椰子油脂肪酸甘油酯。

[0050] 作为山梨醇酐脂肪酸酯,例如可例举山梨醇酐单月桂酸酯、山梨醇酐单棕榈酸酯、山梨醇酐单硬脂酸酯、山梨醇酐二硬脂酸酯、山梨醇酐三硬脂酸酯、山梨醇酐单油酸酯、山梨醇酐三油酸酯、及山梨醇酐倍半油酸酯。

[0051] 作为聚氧乙烯山梨醇酐脂肪酸酯,例如可例举聚氧乙烯山梨醇酐单月桂酸酯、聚氧乙烯山梨醇酐单棕榈酸酯、聚氧乙烯山梨醇酐单硬脂酸酯、聚氧乙烯山梨醇酐三硬脂酸酯、聚氧乙烯山梨醇酐单油酸酯、聚氧乙烯山梨醇酐三油酸酯、及聚氧乙烯山梨醇酐三异硬脂酸酯。

[0052] 作为聚氧乙烯山梨醇脂肪酸酯,例如可例举聚氧乙烯山梨醇四油酸酯、聚氧乙烯山梨醇四异硬脂酸酯、聚氧乙烯山梨醇异硬脂酸酯、及聚氧乙烯山梨醇五油酸酯。

[0053] 作为甘油脂肪酸酯,例如可例举甘油单硬脂酸酯、及甘油单油酸酯。

[0054] 基于进一步提高耐水性的观点而言,优选为具有氧乙烯基的非离子性表面活性剂,更优选为具有氧乙烯基及羟基的非离子性表面活性剂。基于进一步提高耐水性及耐油性的观点而言,非离子性表面活性剂进一步优选为包含选自由聚氧乙烯烷基醚、聚氧乙烯山梨醇酐脂肪酸酯、聚氧乙烯山梨醇脂肪酸酯、聚氧乙烯甘油异硬脂酸酯、聚氧乙烯甘油三异硬脂酸酯、及聚氧乙烯单酯所组成的组中的至少1种。

[0055] 本实施方式涉及的树脂组合物可进一步包含HLB值未达4.9的非离子性表面活性剂,也可进一步包含HLB值超过13.7的非离子性表面活性剂。

[0056] 氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯是具有氨基甲酸酯键的光聚合性化合物。作为氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯,例如能够使用作为二醇、二异氰酸酯与含有羟基的(甲基)丙烯酸酯的反应物的氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(以下有时称为“氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(A)”)。

[0057] 作为二醇,例如可例举聚醚二醇、聚酯二醇、聚己内酯二醇、聚碳酸酯二醇、聚丁二烯二醇、及双酚A-环氧乙烷加成二醇。作为聚醚二醇,例如可例举聚丁二醇(PTMG)、聚乙二

醇(PEG)、聚丙二醇(PPG)、PTMG-PPG-PTMG的嵌段共聚物、PEG-PPG-PEG的嵌段共聚物、PTMG-PEG的无规共聚物、及PTMG-PPG的无规共聚物。基于易于调整树脂层的杨氏模量的观点而言,优选使用聚丙二醇作为二醇。

[0058] 基于获得适合一次树脂层的杨氏模量的观点而言,二醇的数均分子量(Mn)可为1800以上且20000以下、2000以上且19000以下、或2500以上且18500以下。

[0059] 作为二异氰酸酯,例如可例举2,4-甲苯二异氰酸酯、2,6-甲苯二异氰酸酯、异佛尔酮二异氰酸酯、二环己基甲烷二异氰酸酯、二苯基甲烷二异氰酸酯、六亚甲基二异氰酸酯、苯二甲基二异氰酸酯、氢化苯二甲基二异氰酸酯、1,5-萘二异氰酸酯、降冰片烯二异氰酸酯、1,5-五亚甲基二异氰酸酯、四甲基苯二甲基二异氰酸酯、及三甲基六亚甲基二异氰酸酯。

[0060] 作为含有羟基的(甲基)丙烯酸酯,例如可例举(甲基)丙烯酸2-羟基乙酯、(甲基)丙烯酸2-羟基丙酯、(甲基)丙烯酸2-羟基丁酯、己内酯(甲基)丙烯酸酯、(甲基)丙烯酸2-羟基-3-苯氧基丙酯、邻苯二甲酸2-(甲基)丙烯酰氧基乙基-2-羟基乙酯、2-羟基-邻苯基苯酚(甲基)丙烯酸丙酯、丙烯酸2-羟基-3-甲基丙烯酰基丙酯、三羟甲基丙烷二(甲基)丙烯酸酯、及季戊四醇三(甲基)丙烯酸酯。基于反应性的观点而言,优选为丙烯酸2-羟基乙酯。

[0061] 作为合成氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯时的催化剂,使用有机锡化合物。作为有机锡化合物,例如可例举二月桂酸二丁基锡、二乙酸二丁基锡、马来酸二丁基锡、双(巯基乙酸2-乙基己酯)二丁基锡、双(巯基乙酸异辛酯)二丁基锡、及氧化二丁基锡。基于易获得性或催化剂性能的方面而言,优选为使用二月桂酸二丁基锡或二乙酸二丁基锡作为催化剂。

[0062] 在合成氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯时,可添加4-甲氧基苯酚或2,6-二-叔丁基对甲酚作为聚合抑制剂。

[0063] 作为制备氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(A)的方法,例如可例举:使二醇与二异氰酸酯反应,合成异氰酸基(NCO)封端预聚物后,与含有羟基的(甲基)丙烯酸酯反应的方法;使二异氰酸酯与含有羟基的(甲基)丙烯酸酯反应后,与二醇反应的方法;使二醇、二异氰酸酯及含有羟基的(甲基)丙烯酸酯同时反应的方法。在制备氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯时,可视需要将含有羟基的(甲基)丙烯酸酯与一元醇或含有活性氢的硅烷化合物混合使用。

[0064] 通过向氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(A)导入基于一元醇的基团,能够降低作为光聚合性基的(甲基)丙烯酰基的比率,从而降低一次树脂层的杨氏模量。

[0065] 作为一元醇,例如可例举甲醇、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。

[0066] 通过向氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(A)导入基于含有活性氢的硅烷化合物的基,可降低作为光聚合性基的(甲基)丙烯酰基的比率,从而降低一次树脂层的杨氏模量,能够提高与玻璃纤维的密接力。

[0067] 作为含有活性氢的硅烷化合物,例如可例举N-2-(氨基乙基)-3-氨基丙基甲基二甲氧基硅烷、N-2-(氨基乙基)-3-氨基丙基三甲氧基硅烷、3-氨基丙基三甲氧基硅烷、3-氨基丙基三乙氧基硅烷、3-三乙氧基硅烷基-N-(1,3-二甲基-亚丁基)丙基胺、N-苯基-3-氨基丙基三甲氧基硅烷、3-巯基丙基甲基二甲氧基硅烷、及3-巯基丙基三甲氧基硅烷。

[0068] 使二醇与二异氰酸酯反应时的NCO与OH的摩尔比(NCO/OH)优选为1.1以上且4.0以

下,更优选为1.2以上且3.5以下,进一步优选为1.4以上且3.0以下。含有羟基的(甲基)丙烯酸酯相对于NCO封端预聚物的NCO的摩尔比优选为1.00以上且1.15以下,更优选为1.03以上且1.10以下。在将含有羟基的(甲基)丙烯酸酯与含有活性氢的硅烷化合物或一元醇混合使用的情况下,相对于NCO封端预聚物的NCO,含有羟基的(甲基)丙烯酸酯、含有活性氢的硅烷化合物、及一元醇的合计摩尔比优选为1.00以上且1.15以下,更优选为1.03以上且1.10以下,相对于NCO封端预聚物的NCO,含有活性氢的硅烷化合物及一元醇的合计摩尔比优选为0.01以上且0.5以下。

[0069] 作为氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯,可进一步包含作为聚氧化烯单烷基醚、二异氰酸酯与含有羟基的(甲基)丙烯酸酯的反应物的氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(以下有时称为“氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(B)”)。

[0070] 聚氧化烯单烷基醚是具有氧化烯基、烷氧基及羟基的化合物。作为本实施方式涉及的聚氧化烯单烷基醚,例如可例举聚氧乙烯油基醚、聚氧乙烯月桂基醚、聚氧乙烯鲸蜡基醚、聚氧乙烯硬脂基醚、聚氧乙烯烷基(C_{12}~C_{14})醚、聚氧乙烯十三烷基醚、聚氧乙烯肉豆蔻基醚、聚氧乙烯异硬脂基醚、聚氧乙烯辛基十二烷基醚、聚氧乙烯胆固醇基醚、聚氧丙烯丁基醚、聚氧丙烯肉豆蔻基醚、聚氧丙烯鲸蜡基醚、聚氧丙烯硬脂基醚、聚氧丙烯羊毛醇醚、聚氧乙烯聚氧丙烯丁基醚、聚氧乙烯聚氧丙烯月桂基醚、聚氧乙烯聚氧丙烯鲸蜡基醚、聚氧乙烯聚氧丙烯硬脂基醚、及聚氧乙烯聚氧丙烯癸基十四烷基醚。

[0071] 基于一次树脂组合物的相容性的观点而言,聚氧化烯单烷基醚优选为聚氧丙烯单丁基醚。

[0072] 基于获得适合一次树脂层的杨氏模量的观点而言,聚氧化烯单烷基醚的Mn优选为2000以上且10000以下,可为2100以上或2200以上,且可为8000以下或7000以下。

[0073] 关于二醇及聚氧化烯单烷基醚的Mn,能够基于JISK0070测定羟值,由以下式(1)算出。二醇的官能团数为2,聚氧化烯单烷基醚的官能团数为1。

[0074] Mn=56.1×官能团数×1000/羟值(1)

[0075] 氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(A)的Mn基于获得适合一次树脂层的杨氏模量的观点而言,可为6000以上且50000以下、8000以上且45000以下、9000以上且40000以下、或10000以上且30000以下。氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(A)的重均分子量(Mw)可为6000以上且80000以下、8000以上且70000以下、10000以上且60000以下、或15000以上且40000以下。氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(B)的Mn可为4000以上且20000以下、5000以上且18000以下、或6000以上且15000以下。氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(B)的Mw可为4000以上且30000以下、4500以上且25000以下、或5000以上且20000以下。

[0076] 氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(A)及氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(B)的Mn及Mw能够通过凝胶渗透层析法(GPC)进行测定。

[0077] 基于调整一次树脂层的杨氏模量的观点而言,氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(A)的含量以树脂组合物的总量100质量份作为基准,优选为15质量份以上且80质量份以下,更优选为20质量份以上且75质量份以下,进一步优选为25质量份以上且70质量份以下。

[0078] 氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯(B)的含量以树脂组合物的总量100质量份作为基准,可为0质量份以上且70质量份以下、10质量份以上且50质量份以下、或20质量份以上且45质量份以下。

[0079] 氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯的含量以树脂组合物的总量100质量份作为基准,可为30质量份以上且90质量份以下、40质量份以上且80质量份以下、或45质量份以上且70质量份以下。

[0080] 本实施方式涉及的光聚合性化合物能够包含不具有氨基甲酸酯键的光聚合性化合物(以下称为“单体”)。作为单体,例如可例举(甲基)丙烯酸酯、N-乙烯基化合物、及(甲基)丙烯酰胺化合物。单体可为光聚合性的具有1个乙烯性不饱和基团的单官能单体,也可为具有2个以上乙烯性不饱和基团的多官能单体。

[0081] 作为单官能的(甲基)丙烯酸酯,例如可例举(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)丙烯酸仲丁酯、(甲基)丙烯酸叔丁酯、(甲基)丙烯酸异丁酯、(甲基)丙烯酸正戊酯、(甲基)丙烯酸异戊酯、(甲基)丙烯酸己酯、(甲基)丙烯酸庚酯、(甲基)丙烯酸异戊酯、(甲基)丙烯酸2-乙基己酯、(甲基)丙烯酸正辛酯、(甲基)丙烯酸异辛酯、(甲基)丙烯酸异癸酯、(甲基)丙烯酸月桂酯、(甲基)丙烯酸苯氧基乙酯、(甲基)丙烯酸四氢呋喃甲酯、(甲基)丙烯酸苄酯、环状三羟甲基丙烷缩甲醛丙烯酸酯、(甲基)丙烯酸二环戊烯酯、(甲基)丙烯酸二环戊烯氧基乙酯、(甲基)丙烯酸双环戊烷酯、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)丙烯酸异冰片酯、(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)丙烯酸间苯氧基苄酯、(甲基)丙烯酸2-(2-乙氧基乙氧基)乙酯、丙烯酸2-羟基-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-聚己内酯(甲基)丙烯酸酯。

[0082] 作为多官能的(甲基)丙烯酸酯,例如可例举: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、环己烷二甲醇二(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、羟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、异戊二醇二(甲基)丙烯酸酯、3-乙基-1,8-辛二醇二(甲基)丙烯酸酯、三环癸醇二(甲基)丙烯酸酯、9,9-双[4-(2-羟基乙氧基)苯基]芴二(甲基)丙烯酸酯、双酚A环氧二(甲基)丙烯酸酯、双酚F环氧二(甲基)丙烯酸酯、双酚A的EO加成物二(甲基)丙烯酸酯、双酚F的EO加成物二(甲基)丙烯酸酯、双酚A的PO加成物二(甲基)丙烯酸酯、双酚F的PO加成物二(甲基)丙烯酸酯等2官能单体;三羟甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯、三羟甲基辛烷三(甲基)丙烯酸酯、三羟甲基丙烷聚乙氧基三(甲基)丙烯酸酯、三羟甲基丙烷聚丙氧基三(甲基)丙烯酸酯、三羟甲基丙烷聚乙氧基聚丙氧基三(甲基)丙烯酸酯、三[(甲基)丙烯酰氧基乙基]异氰尿酸酯、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、二-三羟甲基丙烷四(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、己内酯改性三[(甲基)丙烯酰氧基乙基]异氰尿酸酯等3官能以上的单体。

[0083] 作为(甲基)丙烯酰胺化合物,例如可例举二甲基(甲基)丙烯酰胺、二乙基(甲基)

丙烯酰胺、(甲基)丙烯酰吗啉、羟甲基(甲基)丙烯酰胺、羟乙基(甲基)丙烯酰胺、异丙基(甲基)丙烯酰胺、二甲氨基丙基(甲基)丙烯酰胺、二甲氨基丙基丙烯酰胺-氯甲烷盐、双丙酮丙烯酰胺、(甲基)丙烯酰基哌啶、(甲基)丙烯酰基吡咯烷、(甲基)丙烯酰胺、N-己基(甲基)丙烯酰胺、N-甲基(甲基)丙烯酰胺、N-丁基(甲基)丙烯酰胺、N-羟甲基(甲基)丙烯酰胺、及N-羟甲基丙烷(甲基)丙烯酰胺。

[0084] 作为N-乙烯基化合物,例如可例举N-乙烯基吡咯烷酮、N-乙烯基己内酰胺、N-乙烯基甲基噁唑烷酮、N-乙烯基咪唑、及N-乙烯基-N-甲基乙酰胺。

[0085] 通过使光聚合性化合物包含N-乙烯基化合物,能够提高树脂组合物的固化速度。作为N-乙烯基化合物,特别优选N-乙烯基己内酰胺及N-乙烯基甲基噁唑烷酮。N-乙烯基化合物的含量以树脂组合物的总量100质量份作为基准,可为1质量份以上且15质量份以下、2质量份以上且14质量份以下、或3质量份以上且13质量份以下。

[0086] 单体的含量以树脂组合物的总量100质量份作为基准,优选为5质量份以上且70质量份以下,更优选为10质量份以上且60质量份以下,进一步优选为15质量份以上且50质量份以下。

[0087] 光聚合引发剂能够从公知的自由基光聚合引发剂中适当选择使用。作为光聚合引发剂,例如可例举1-羟基环己基苯基酮(Omnirad 184,IGM Resins公司制造)、2,2-二甲氧基-2-苯基苯乙酮(Omnirad 651,IGM Resins公司制造)、2,4,6-三甲基苯甲酰基二苯基氧化膦(Omnirad TPO,IGM Resins公司制造)、乙基(2,4,6-三甲基苯甲酰基)-苯基亚膦酸盐(Omnirad TPO-L,IGM Resins公司制造)、2-苄基-2-二甲氨基-4'-吗啉基苯丁酮(Omnirad 369,IGM Resins公司制造)、2-二甲氨基-2-(4-甲基-苄基)-1-(4-吗啉-4-基-苯基)-丁烷-1-酮(Omnirad 379,IGM Resins公司制造)、双(2,4,6-三甲基苯甲酰基)苯基氧化膦(Omnirad 819,IGM Resins公司制造)、及2-甲基-1-[4-(甲硫基)苯基]-2-吗啉基丙烷-1-酮(Omnirad 907,IGM Resins公司制造)。

[0088] 光聚合引发剂可混合2种以上来使用。基于树脂组合物的速固化性优异的观点而言,光聚合引发剂优选为包含2,4,6-三甲基苯甲酰基二苯基氧化膦。

[0089] 光聚合引发剂的含量以树脂组合物的总量100质量份作为基准,优选为0.1质量份以上且5质量份以下,更优选为0.3质量份以上且4质量份以下,进一步优选为0.4质量份以上且3质量份以下。

[0090] 本实施方式涉及的树脂组合物可进一步含有增感剂、光酸产生剂、硅烷偶联剂、流平剂、消泡剂、抗氧化剂、紫外线吸收剂等。

[0091] 作为增感剂,例如可例举:9,10-二丁氧基蒽、9,10-二乙氧基蒽、9,10-二丙氧基蒽、9,10-双(2-乙基己氧基)蒽等蒽化合物;2,4-二乙基9-噻吨酮、2,4-二乙基噻吨-9-酮、2-异丙基9-噻吨酮、4-异丙基9-噻吨酮等9-噻吨酮化合物;三乙醇胺、甲基二乙醇胺、三异丙醇胺等胺化合物;苯偶姻化合物、蒽醌化合物、缩酮化合物、及二苯甲酮化合物。

[0092] 作为光酸产生剂,可使用为A^+B^-结构的鎓盐。作为光酸产生剂,例如可例举:CPI-100P、101A、110P、200K、210S、310B、410S(San-Apro株式会社制造)、Omnicat 270、290(IGM Resins公司制造)等锍盐;CPI-IK-1(San-Apro株式会社制造)、Omnicat 250(IGM Resins公司制造)、WPI-113、116、124、169、170(富士胶片和光纯药株式会社制造)等碘鎓盐。

[0093] 作为硅烷偶联剂,例如可例举硅酸四甲酯、硅酸四乙酯、巯基丙基三甲氧基硅烷、

乙烯基三氯硅烷、乙烯基三乙氧基硅烷、乙烯基三(β-甲氧基-乙氧基)硅烷、β-(3,4-乙氧基环己基)-乙基三甲氧基硅烷、二甲氧基二甲基硅烷、二乙氧基二甲基硅烷、3-(甲基)丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷、γ-缩水甘油氧基丙基三甲氧基硅烷、γ-缩水甘油氧基丙基甲基二乙氧基硅烷、γ-甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷、N-(β-氨基乙基)-γ-氨基丙基三甲氧基硅烷、N-(β-氨基乙基)-γ-氨基丙基三甲基二甲氧基硅烷、N-苯基-γ-氨基丙基三甲氧基硅烷、γ-氯丙基三甲氧基硅烷、γ-巯基丙基三甲氧基硅烷、γ-氨基丙基三甲氧基硅烷、双-[3-(三乙氧基硅烷基)丙基]四硫化物、双-[3-(三乙氧基硅烷基)丙基]二硫化物、γ-三甲氧基硅烷基丙基二甲硫基胺甲酰基四硫化物、及γ-三甲氧基硅烷基丙基苯并噻唑基四硫化物。

[0094] 基于涂布性的观点而言,本实施方式涉及的树脂组合物在25℃下的粘度优选为0.5Pa·s以上且20Pa·s以下,更优选为0.8Pa·s以上且18Pa·s以下,进一步优选为1Pa·s以上且15Pa·s以下。树脂组合物在25℃下的粘度能够使用流变仪(Anton Paar公司制造的“MCR-102”),在锥板CP25-2、剪切速率10s^{-1}的条件下进行测定。

[0095] 对树脂组合物在累积光量10mJ/cm^2及照度100mW/cm^2的条件下进行了紫外线固化时的树脂膜的杨氏模量优选为在23℃下为0.10MPa以上且0.80MPa以下。若树脂膜的杨氏模量为0.10MPa以上,则易于提高光纤的低温特性,若树脂膜的杨氏模量为0.80MPa以下,则易于提高光纤的耐微曲特性。基于提高耐侧压特性的观点而言,树脂膜的杨氏模量更优选为0.10MPa以上且0.60MPa以下,进一步优选为0.10MPa以上且0.50MPa以下。

[0096] (光纤)

[0097] 图1是表示本实施方式涉及的光纤的一例的概略剖视图。光纤10具备玻璃纤维13及包覆树脂层16,上述玻璃纤维13包含芯11及包层12,上述包覆树脂层16包含设置于玻璃纤维13的外周的一次树脂层14及二次树脂层15。

[0098] 包层12包围芯11。芯11及包层12主要包含石英玻璃等玻璃,例如芯11能够使用添加有锗的石英玻璃、或纯石英玻璃,包层12能够使用纯石英玻璃、或添加有氟的石英玻璃。

[0099] 在图1中,例如玻璃纤维13的外径(D2)为100μm~125μm左右,构成玻璃纤维13的芯11的直径(D1)为7μm~15μm左右。包覆树脂层16的厚度通常为22μm~70μm左右。一次树脂层14及二次树脂层15各层的厚度可为5μm~50μm左右。

[0100] 在玻璃纤维13的外径为125μm左右且包覆树脂层16的厚度为60μm以上且70μm以下的情况下,一次树脂层14及二次树脂层15各层的厚度可为10μm~50μm左右,例如一次树脂层14的厚度可为35μm,二次树脂层15的厚度可为25μm。光纤10的外径可为245μm~265μm左右。

[0101] 在玻璃纤维13的外径为125μm左右且包覆树脂层16的厚度为20μm以上且48μm以下的情况下,一次树脂层14及二次树脂层15各层的厚度可为8μm~38μm左右,例如一次树脂层14的厚度可为25μm,二次树脂层15的厚度可为10μm。光纤10的外径可为165μm~221μm左右。

[0102] 在玻璃纤维13的外径为100μm左右且包覆树脂层16的厚度为22μm以上且37μm以下的情况下,一次树脂层14及二次树脂层15各层的厚度可为5μm~32μm左右,例如一次树脂层14的厚度可为25μm,二次树脂层15的厚度可为10μm。光纤10的外径可为144μm~174μm左右。

[0103] 本实施方式涉及的树脂组合物通过应用于一次树脂层,能够制作耐水性及耐油性优异的光纤。

[0104] 本实施方式涉及的光纤的制造方法包括:涂布工序,在包含芯及包层的玻璃纤维的外周,涂布上述树脂组合物;及固化工序,在涂布工序后照射紫外线,由此使树脂组合物固化。

[0105] 一次树脂层的杨氏模量基于提高光纤的耐微曲特性的观点而言,在23℃±2℃下优选为0.80MPa以下,更优选为0.70MPa以下,进一步优选为0.60MPa以下,进一步更优选为0.50MPa以下。若一次树脂层的杨氏模量超过0.80MPa,则存在外力易于传导至玻璃纤维,由微曲所导致的传输损耗增变大的情况。一次树脂层的杨氏模量基于提高光纤的低温特性的观点而言,在23℃±2℃下可为0.10MPa以上、0.15MPa以上、或0.20MPa以上。

[0106] 一次树脂层的杨氏模量能够通过23℃下的拔出模数(POM,Pullout Modulus)法进行测定。使用2个夹头装置固定光纤的2个部位,去除2个夹头装置之间的包覆树脂层(一次树脂层及二次树脂层)部分,其次,固定住一夹头装置,使另一夹头装置向固定的夹头装置的相反方向缓慢移动。将光纤中由移动的夹头装置所夹的部分的长度设为L,将夹头的移动量设为Z,将一次树脂层的外径设为Dp,将玻璃纤维的外径设为Df,将一次树脂层的泊松比设为n,将夹头装置移动时的负荷设为W,在该情况下,能够由下述式求出一次树脂层的杨氏模量。

[0107] 杨氏模量(MPa)=((1+n)W/πLZ)×ln(Dp/Df)

[0108] 二次树脂层15例如能够通过使含有包含氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯的光聚合性化合物、光聚合引发剂等的树脂组合物固化而形成。形成二次树脂层的树脂组合物具有与一次包覆用树脂组合物不同的组成。二次包覆用树脂组合物能够使用先前公知的技术制备。

[0109] 基于提高光纤的耐微曲特性的观点而言,二次树脂层的杨氏模量在23℃±2℃下优选为800MPa以上,更优选为1000MPa以上,进一步优选为1200MPa以上。二次树脂层的杨氏模量的上限值并无特别限制,基于赋予二次树脂层适度的韧性的观点而言,在23℃±2℃下可为3000MPa以下、2500MPa以下、或2000MPa以下。

[0110] 二次树脂层的杨氏模量能够通过以下方法进行测定。首先,将光纤浸渍于丙酮与乙醇的混合溶剂中,仅将包覆树脂层呈筒状拔出。此时,一次树脂层与二次树脂层为一体,但一次树脂层的杨氏模量为二次树脂层的1/1000以上且1/10000以下的杨氏模量,因此能够忽略一次树脂层的杨氏模量。其次,通过真空干燥从包覆树脂层去除溶剂后,在23℃下进行拉伸试验(拉伸速度为1mm/分钟),能够通过2.5%应变的割线式求出杨氏模量。

[0111] 本实施方式涉及的光纤的制造方法通过使用本实施方式涉及的树脂组合物作为一次包覆用树脂组合物,能够制造除耐水性及耐油性优异以外耐微曲特性及低温特性也优异的光纤。

[0112] (光纤带)

[0113] 能够使用本实施方式涉及的光纤制作光纤带。光纤带排列有多个上述光纤且多个上述光纤利用带用树脂包覆。

[0114] 图2是表示一实施方式涉及的光纤带的概略剖视图。光纤带100具有多个光纤10、及通过带用树脂(一体地)包覆连结光纤10的连结树脂层40。在图2中,举例示出4根光纤10,但其根数并无特别限定。

[0115] 光纤10可以在接触且排列的状态下一体化,也可以在将一部分或全部光纤10隔开

一定间隔排列的状态下下一体化。相邻的光纤10彼此的中心间距离F可为220μm以上且280μm以下。在将中心间距离设为220μm以上且280μm以下的情况下,易于将光纤载置于既有的V槽,能够获得整体熔合性优异的光纤带。光纤带100的厚度T取决于光纤10的外径,可为164μm以上且285μm以下。

[0116] 图3是表示将光纤在隔开一定间隔排列的状态下一体化而得的光纤带的一例的概略剖视图。图3所示的光纤带100A中,将2根光纤10通过带用树脂隔开一定间隔并连结12根。带用树脂形成连结树脂层40。

[0117] 作为带用树脂,能够使用通常作为带材料为人所知的树脂材料。基于光纤10的抗损伤性、切断容易性等观点而言,带用树脂可含有硅酮树脂、环氧树脂、聚聚氨酯树脂等热固化型树脂、或环氧丙烯酸酯、氨基甲酸酯丙烯酸酯、聚酯丙烯酸酯等紫外线固化型树脂。

[0118] 在将光纤10隔开一定间隔排列的情况、即相邻的光纤10不接触而经由带用树脂接合的情况下,光纤10彼此的中央处的连结部的厚度可为150μm以上且220μm以下。由于将光纤带收纳于线缆时容易发生变形,因此光纤带也可以在光纤的连结部具有凹陷。凹陷可以在连结部的一侧面上形成为角度变窄的三角形状。

[0119] 本实施方式涉及的光纤带可在长度方向及宽度方向上间断地具有连结部及非连结部。图4是表示一实施方式涉及的光纤带之外观的俯视图。光纤带100B具有多根光纤、多个连结部20、及非连结部(切断部)21。非连结部21在光纤带的长度方向上间断地形成。光纤带100B是间断连结型光纤带,即,每隔2根光纤10A在长度方向上间断地设置有连结部20与非连结部21。“连结部”是指相邻的光纤经由连结树脂层一体化的部分,“非连结部”是指相邻的光纤未经由连结树脂层一体化,而在光纤间存在间隙的部分。

[0120] 在具有上述构成的光纤带中,因每2个芯设置的连结部20中间断地设置有非连结部21,故容易使光纤带变形。由此,在将光纤带安装于光纤线缆时,能够容易地卷装,因此能够制成适合高密度安装的光纤带。另外,由于以非连结部21作为起点,能够容易地断裂连结部20,因此光纤带中的光纤10的单芯分离变得容易。

[0121] 本实施方式涉及的光纤带通过使用上述光纤,除耐水性及耐油性以外,耐微曲特性及低温特性也优异,能够高密度地填充于光纤线缆内。

[0122] (光纤线缆)

[0123] 本实施方式涉及的光纤线缆是将上述光纤带收纳于线缆内而成。作为光纤线缆,例如可例举具有多个沟槽的带槽型光纤线缆。在沟槽内,能够将上述光纤带以在各沟槽中的安装密度从25%达到65%左右的方式进行安装。安装密度意指安装于沟槽内的光纤带的截面面积相对于沟槽的截面面积的比率。本实施方式涉及的光纤线缆也可为上述多个光纤未被带用树脂包覆而收纳于线缆内的方式。

[0124] 参照图5及图6,对本实施方式涉及的光纤线缆的一例进行说明。在图5及图6中,收纳间断连结型光纤带,也可将多根未包覆带用树脂的光纤捆扎来收纳。

[0125] 图5是使用上述间断连结型光纤带100B的无槽型光纤线缆60的概略剖视图。光纤线缆60具有圆筒型管61、及多个光纤带100B。多个光纤带100B可使用芳香族聚酰胺纤维等夹杂物62捆扎。另外,多个光纤带100B分别可具有不同的标记。光纤线缆60为如下构造:使捆扎的多个光纤带100B绞合,在其周围对形成管61的树脂进行挤出成形,与张力构件63一起被外皮64覆盖而形成。在要求防水性的情况下,可将吸水纱插入管61的内侧。管61例如能

够使用聚对苯二甲酸丁二酯、高密度聚乙烯等树脂而形成。在管61的外侧可设置撕裂线65。

[0126] 图6是使用上述间断连结型光纤带100B的带槽型光纤线缆70的概略剖视图。光纤线缆70具有具备多个沟槽71的槽条72、及多个光纤带100B。光纤线缆70为多个沟槽71呈放射状设置于中央具有张力构件73的槽条72的构造。多个沟槽71可以在光纤线缆70的长度方向上绞成螺旋状或SZ状的形状设置。各沟槽71分别收纳有多个由排列状态散开成密集状态的光纤带100B。各光纤带100B可使用识别用捆扎材料捆扎。在槽条72的周围卷绕有按压卷绕带74,在按压卷绕带74的周围形成有外皮75。

[0127] 具备本实施方式涉及的光纤或光纤带的光纤线缆除耐水性及耐油性以外,耐微曲特性及低温特性也优异。

[0128] 实施例

[0129] 以下,示出使用本公开涉及的实施例及比较例的评价试验的结果,对本公开更详细地进行说明。再者,本公开并不限定于这些实施例。

[0130] [氨基甲酸酯丙烯酸酯(A)的合成]

[0131] (A-1)

[0132] 在反应釜中以NCO与OH的摩尔比(NCO/OH)为1.5的方式,投入Mn为3000的聚丙二醇(三洋化成工业株式会社制造的商品名“SANNIXPP-3000”)及2,4-甲苯二异氰酸酯(TDI)。继而,相对于最终的总添加量添加200ppm二月桂酸二丁基锡作为催化剂,相对于最终的总添加量添加500ppm2,6-二-叔丁基对甲酚(BHT)作为聚合抑制剂。其后,在60℃下反应1小时,制备NCO封端预聚物。其次,以甲醇的OH相对于NCO封端预聚物的NCO的摩尔比(MeOH/NCO)为0.2的方式,添加甲醇,以丙烯酸2-羟基乙酯(HEA)的OH相对于NCO封端预聚物的NCO的摩尔比为0.85的方式,添加HEA,在60℃下反应1小时,获得氨基甲酸酯丙烯酸酯(A-1)。氨基甲酸酯丙烯酸酯(A-1)的Mn为13100,Mw为17700。

[0133] (A-2)

[0134] 在反应釜中以NCO/OH为1.5的方式,投入Mn为4000的聚丙二醇(三洋化成工业株式会社制造的商品名“SANNIXPP-4000”)及TDI。继而,相对于最终的总添加量添加200ppm二月桂酸二丁基锡作为催化剂,相对于最终的总添加量添加500ppmBHT作为聚合抑制剂。其后,在60℃下反应1小时,制备NCO封端预聚物。其次,以HEA的OH相对于NCO封端预聚物的NCO的摩尔比为1.05的方式,添加HEA,在60℃下反应1小时,获得氨基甲酸酯丙烯酸酯(A-2)。氨基甲酸酯丙烯酸酯(A-2)的Mn为18100,Mw为23400。

[0135] 聚丙二醇的Mn是由羟值求出的值,是各商品的目录中记载的值。氨基甲酸酯丙烯酸酯的Mn及Mw是使用Waters制造的ACQUITY APC RI系统,在样品浓度:0.2质量%THF溶液、注入量:20μL、样品温度:15℃、流动相:THF、有机溶剂用XT管柱:粒径2.5μm、孔径450Å、管柱内径4.6×管柱长150mm+粒径2.5μm、孔径125Å、管柱内径4.6×管柱长150mm+粒径1.7μm、孔径45Å、管柱内径4.6×管柱长150mm、管柱温度:40℃、流速:0.8mL/分钟的条件下测得。

[0136] 准备壬基苯酚聚乙二醇丙烯酸酯(Miwon制造、商品名“MiramerM164”)、丙烯酰吗啉(ACMO)、及N-乙烯基己内酰胺(NVCL)作为一次包覆用树脂组合物的单体。准备Omnirad TPO作为光聚合引发剂。准备3-丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷(APTMS)作为硅烷偶联剂。准

备表1所示的材料作为非离子性表面活性剂。

[0137] [表1]

[0138]

组成	商品名	公司名	HLB
聚氧乙烯月桂基醚	EMULGEN 102KG	花王株式会社	6.3
	EMULGEN 103	花王株式会社	8.1
	EMULGEN 105	花王株式会社	9.7
	EMULGEN 108	花王株式会社	12.1
	EMULGEN 109P	花王株式会社	13.6
	EMULGEN 120	花王株式会社	15.3
	EMULGEN 150	花王株式会社	18.4
聚氧乙烯油基醚	NONION E-205S	日油株式会社	9.0
聚氧乙烯山梨醇酐单月桂酸酯	RHEODOL TW-L106	花王株式会社	13.3
聚氧乙烯山梨醇酐单油酸酯	RHEODOL TW-O120V	花王株式会社	15.0
	RHEODOL TW-O106V	花王株式会社	10.0
聚氧乙烯山梨醇酐三油酸酯	RHEODOL TW-O320V	花王株式会社	11.0
聚氧乙烯山梨醇四油酸酯	UNIOX ST-6E	日油株式会社	5.0
	UNIOX ST-30E	日油株式会社	11.2
	UNIOX ST-40E	日油株式会社	12.5
	RHEODOL 460V	花王株式会社	13.8
聚乙二醇单月桂酸酯	NONION L-1	日油株式会社	6.1
聚乙二醇单硬脂酸酯	NONION S-4	日油株式会社	11.6
聚乙二醇二异硬脂酸酯	NONION DIS-600	日油株式会社	10.3
聚氧乙烯甘油异硬脂酸酯	UNIOX GM-8IS	日油株式会社	12.0
聚氧乙烯甘油三异硬脂酸酯	UNIOX GT-20IS	日油株式会社	10.2
山梨醇酐单油酸酯	RHEODOL AO-10V	花王株式会社	4.3

[0139] [一次包覆用树脂组合物]

[0140] 以表2、表3或表4所示的调配量(质量份),将氨基甲酸酯丙烯酸酯、单体、非离子性表面活性剂、光聚合性引发剂及硅烷偶联剂加以混合,制作各试验例的一次包覆用树脂组合物。试验例1～22相当于实施例,试验例23～29相当于比较例。试验例27中,非离子性表面活性剂的相容性差,无法制作树脂组合物。

[0141] [树脂膜]

[0142] 使用旋转涂布机,将树脂组合物涂布于聚对苯二甲酸乙二酯(PET)膜上后,使用无电极UV灯系统(D-bulb,Heraeus制造),使其在10mJ/cm^{2}及100mW/cm^{2}的条件下固化,在PET膜上形成厚度为200μm的树脂膜。从PET膜剥离,获得树脂膜。

[0143] (杨氏模量)

[0144] 将树脂膜冲裁成JISK7127Type5的哑铃形状,在23±2℃、50±10%RH的条件下,使用拉伸试验机在1mm/分钟的拉伸速度、标线间25mm的条件下进行拉伸,获得应力-应变曲线。将由2.5%应变的割线式求出的应力除以树脂膜的截面面积,由此求出树脂膜的杨氏模量。

[0145] [二次包覆用树脂组合物]

[0146] 以NCO/OH为2.0的方式,使Mn为600的聚丙二醇(三洋化成工业株式会社制造的商品名“PP-600”)与TDI反应,制备NCO封端预聚物。相对于最终的总添加量添加200ppm二月桂酸二丁基锡作为催化剂,相对于最终的总添加量添加500ppm BHT作为聚合抑制剂。其次,以HEA的OH相对于NCO封端预聚物的NCO的摩尔比为1.05的方式,添加HEA,在60℃下反应1小时,获得氨基甲酸酯丙烯酸酯(Z-1)。氨基甲酸酯丙烯酸酯(Z-1)的Mn为2300,Mw为2700。

[0147] 将氨基甲酸酯丙烯酸酯(Z-1)25质量份、三丙二醇二丙烯酸酯36质量份、Viscoat#540(大阪有机化学工业株式会社制造)37质量份、Omnirad TPO 1质量份、Omnirad 184 1质量份加以混合,获得二次包覆用树脂组合物。

[0148] [光纤]

[0149] 在直径为125μm的玻璃纤维13的外周面,分别涂布一次包覆用树脂组合物与二次包覆用树脂组合物。其次,照射紫外线,由此使各树脂组合物固化,形成具备一次树脂层14及二次树脂层15的包覆树脂层16,制作光纤10。使一次树脂层14的厚度为20μm,使二次树脂层15的厚度为15μm,获得外径为195μm的光纤。光纤的制作以制造速度3000m/分钟进行。

[0150] (耐水性)

[0151] 以整个包覆树脂层16完全浸没的方式,将光纤10浸渍在23℃的水中,测定1550nm波长的光的传输损耗。其次,浸渍120天后,测定1550nm波长的光的传输损耗。将传输损耗的增加未达0.03dB/km的情况设为“A”,将传输损耗的增加为0.03dB/km以上且未达0.05dB/km的情况设为“B”,将传输损耗的增加为0.05dB/km以上的情况设为“C”。

[0152] (耐油性)

[0153] 将光纤10以整个包覆树脂层16完全浸没的方式浸渍于加热至85℃的冻胶中120天。将在Mn为300～600左右的矿物油中添加有增稠剂的液体作为冻胶。在23℃与-40℃的各温度条件下,测定1550nm波长的光的传输损耗。将-40℃下的传输损耗减去23℃下的传输损耗所得的差(传输损耗差)未达0dB/km(-40℃下的传输损耗更小)的情况评价为“A”,将0dB/km以上且未达0.01dB/km的情况评价为“B”,将0.01dB/km以上的情况评价为“C”。

[0154] (低温特性)

[0155] 以张力50g将光纤在玻璃卷线轴上卷绕一层,在23℃、-40℃及-60℃的各温度条件下,测定波长1550nm的信号光的传输特性,求出传输损耗。将-40℃下的传输损耗减去23℃下的传输损耗所得的传输损耗差未达0dB的情况评价为“A”,将0dB以上且0.01dB/km以下的情况评价为“B”,将超过0.01dB/km的情况评价为“C”。

[0156] (耐微曲特性)

[0157] 将光纤10以单层状卷绕于表面覆盖有砂纸的直径280mm的卷线轴,通过OTDR(Optical Time Domain Reflectometer,光时域反射计)法测定此时的1550nm波长的光的传输损耗。另外,将光纤10以单层状卷绕于无砂纸的直径280mm的卷线轴,将此时的1550nm波长的光的传输损耗差未达0.5dB/km的情况评价为“A”,将0.5dB/km以上且1.0dB/km以下的情况评价为“B”,将超过1.0dB/km的情况评价为“C”。

[0158] [表2]

试验例	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
Omnirad 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
杨氏模量（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
低温特性	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

[0159] [表3]

[0160]

试验例	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
杨氏模量（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
低温特性	A	A	A	A	A	A	A	A
耐微曲特性	A	A	A	A	A	A	A	A

[0161] [表4]

[0162]

试验例	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
杨氏模量(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
低温特性	A	A	B	A	-	A	A
耐微曲特性	A	A	A	A	-	A	A

[0163] 附图标记说明

[0164] 10:光纤;11:芯;12:包层;13:玻璃纤维;14:一次树脂层;15:二次树脂层;16:包覆树脂层;20:连结部;21:非连结部;40:连结树脂层;60、70:光纤线缆;61:圆筒型管;62:夹杂

物;63、73:张力构件;64、75:外皮;65:撕裂线;71:沟槽;72:槽条;74:按压卷绕带;100、100A、100B:光纤带。

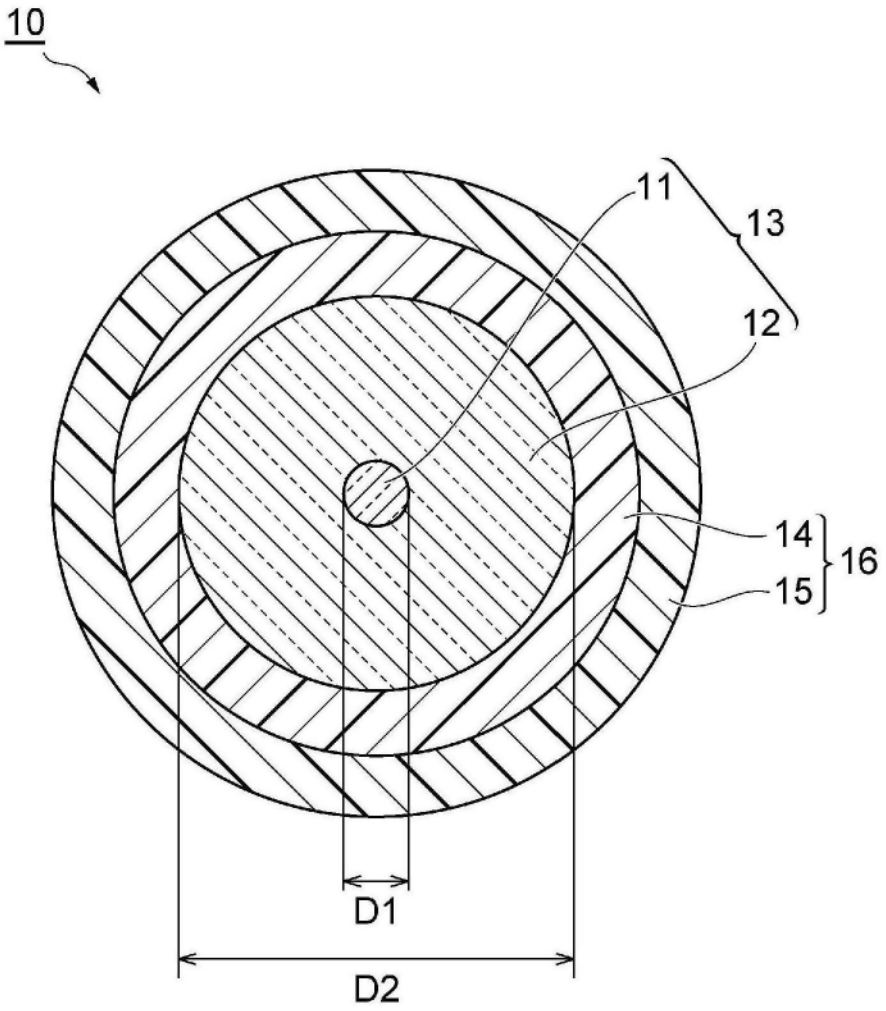


图1

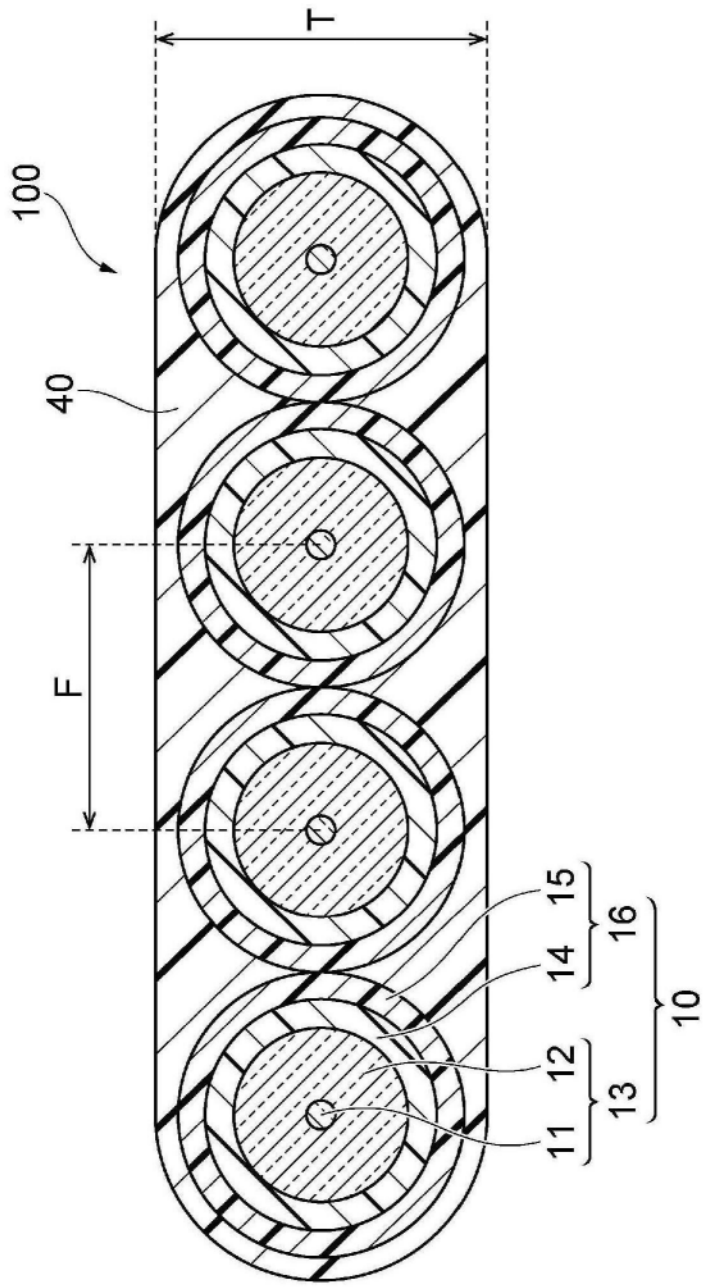


图2

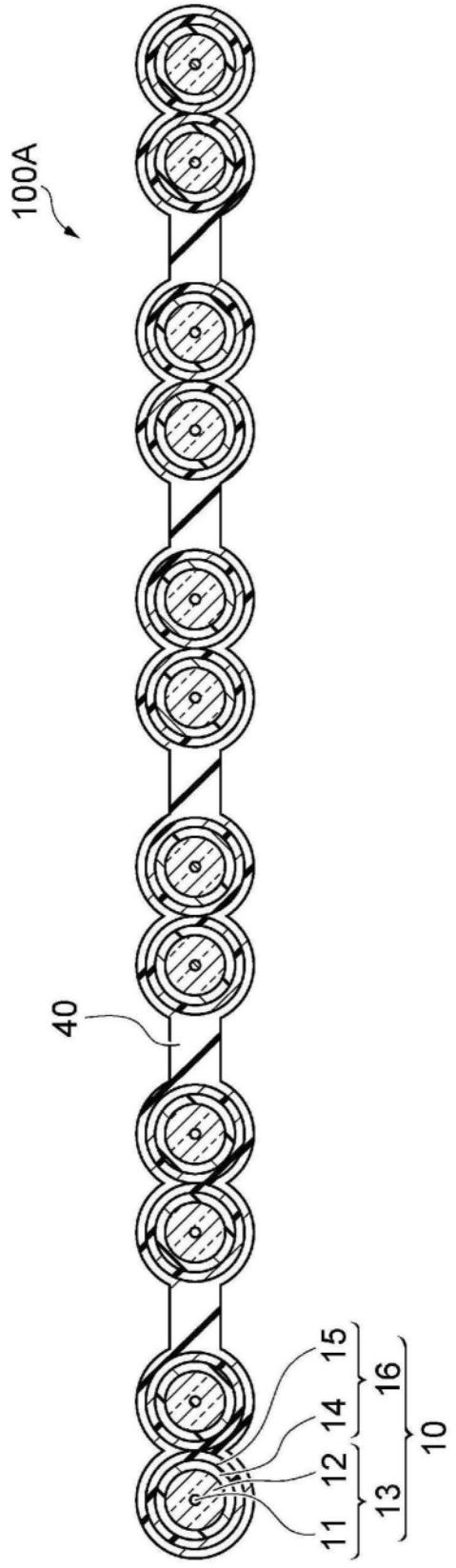


图3

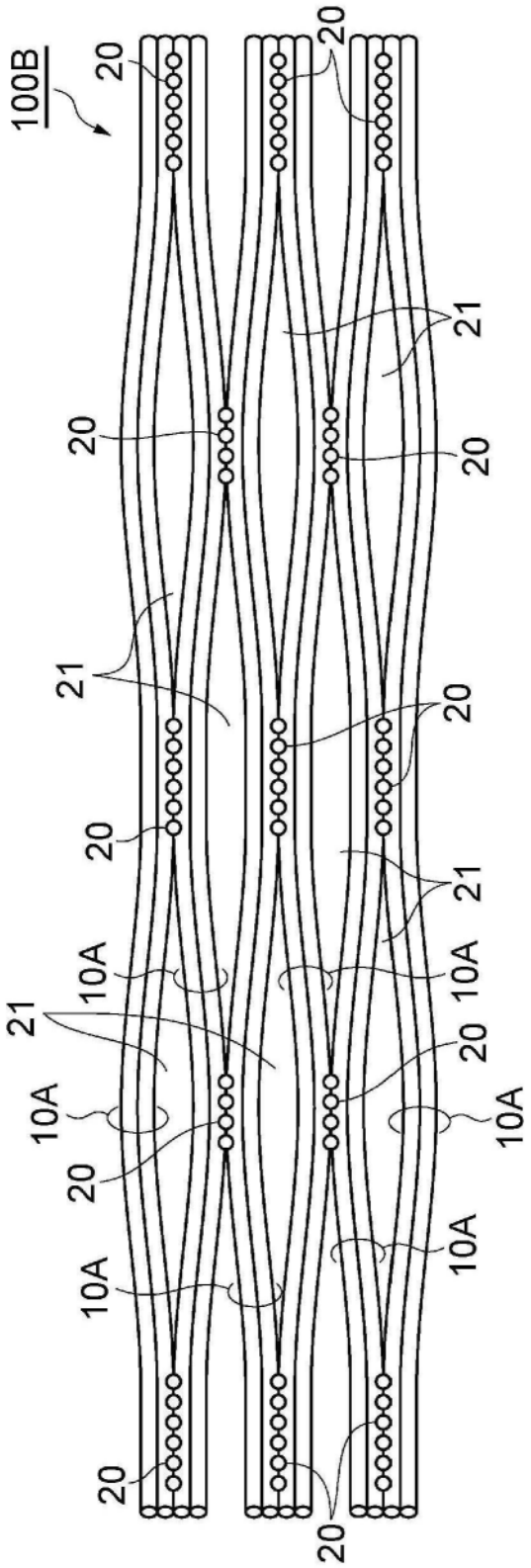


图4

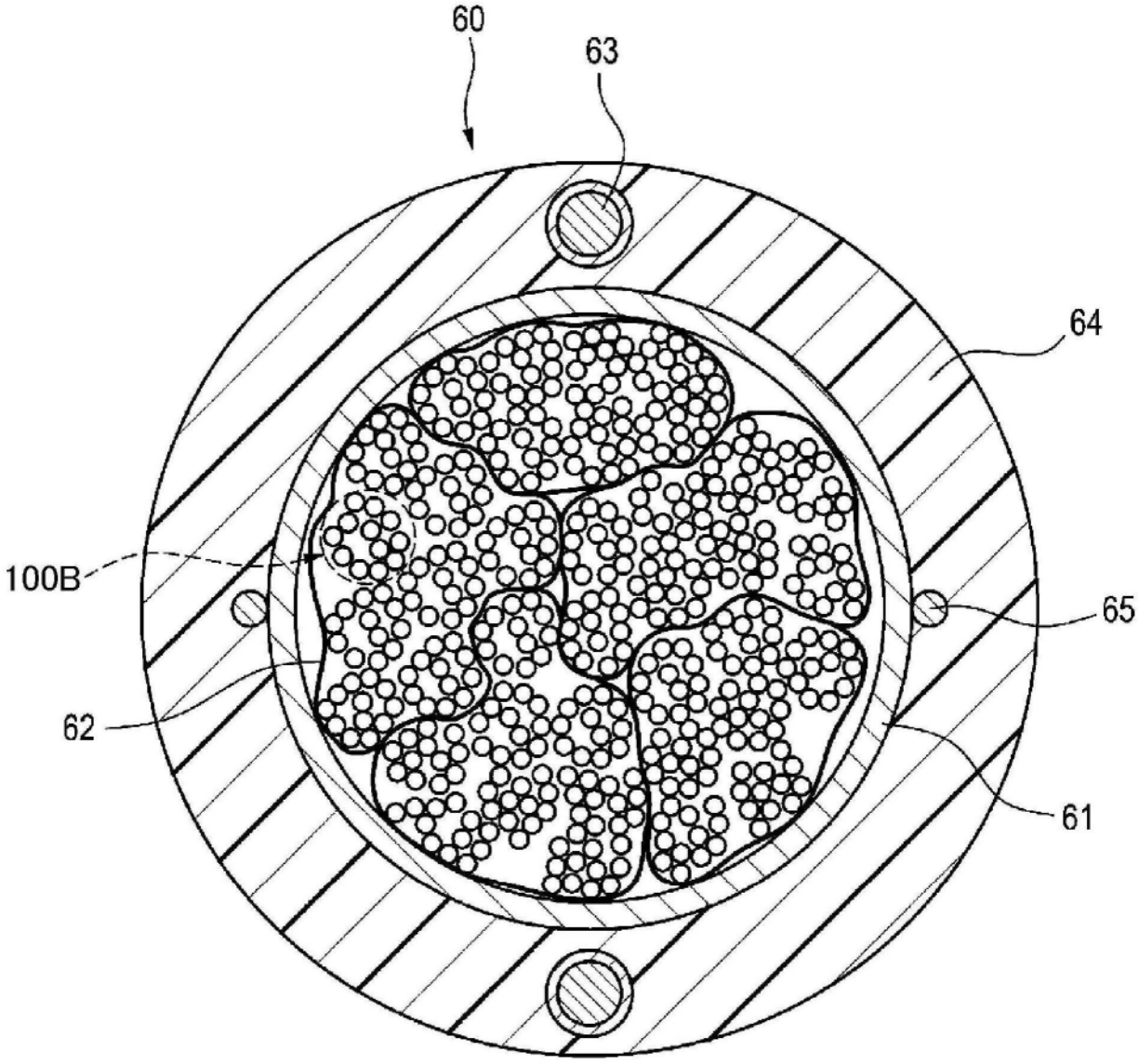


图5

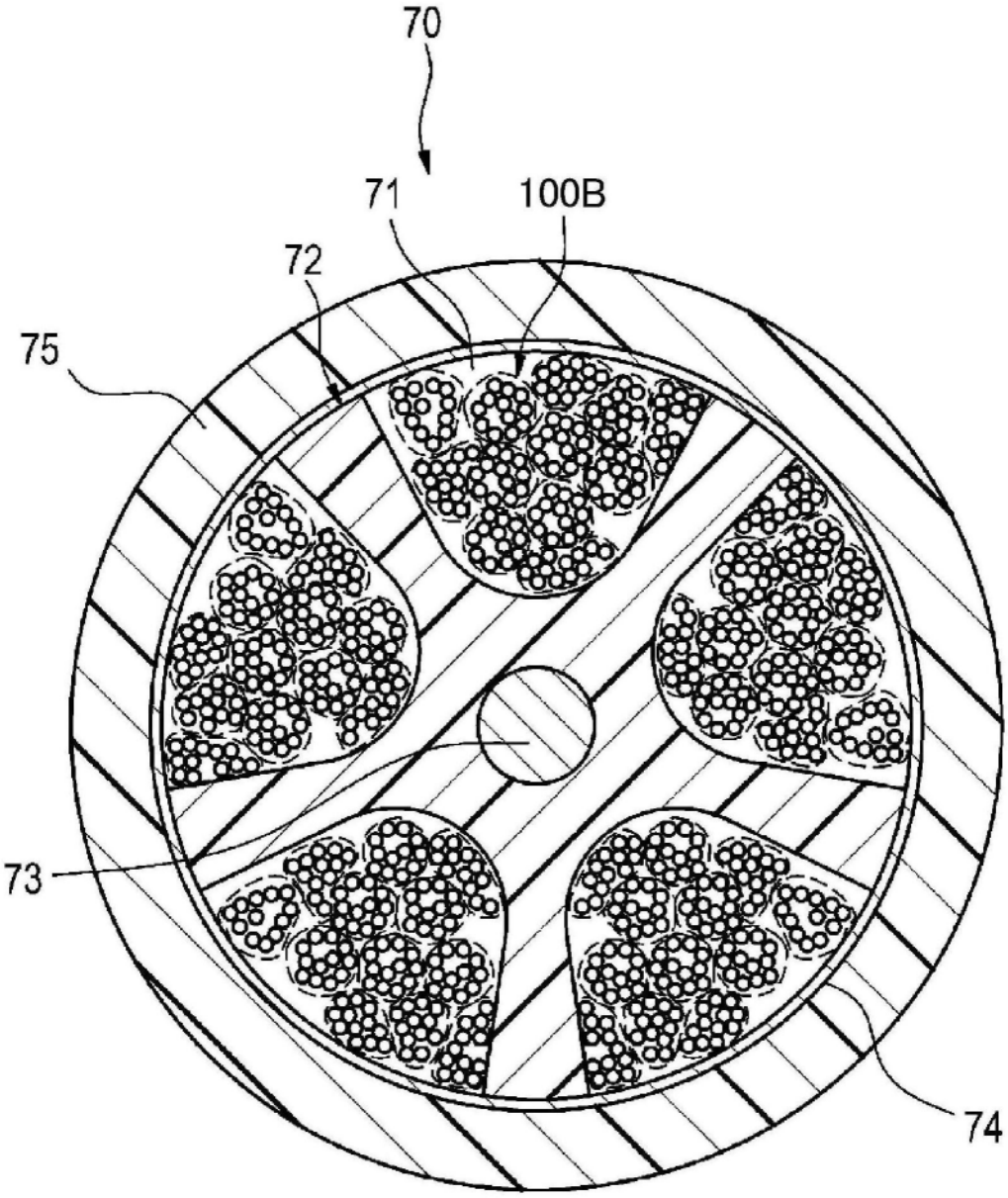


图6