



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114127605 B

(45) 授权公告日 2025. 03. 04

(21) 申请号 202080051300.6

(22) 申请日 2020.06.04

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114127605 A

(43) 申请公布日 2022.03.01

(30) 优先权数据
2019-137900 2019.07.26 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.01.14

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/022108 2020.06.04

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/019908 JA 2021.02.04

(73) 专利权人 住友电气工业株式会社
地址 日本大阪府

(72) 发明人 岩口矩章 浜洼胜史 德田千明

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理
有限公司 11112
专利代理师 常海涛 金小芳

(51) Int.Cl.
G02B 6/44 (2006.01)
G09D 175/14 (2006.01)
G09D 7/62 (2018.01)
G09D 7/61 (2018.01)
G03C 25/47 (2018.01)
G03C 25/106 (2018.01)

(56) 对比文件
US 2008045623 A1, 2008.02.21
US 2009052847 A1, 2009.02.26

审查员 胡越

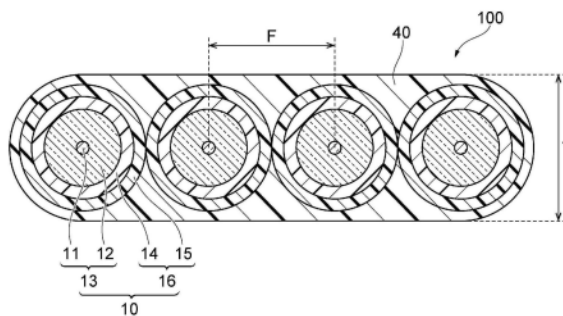
权利要求书1页 说明书10页 附图2页

(54) 发明名称

光纤带和光纤缆线

(57) 摘要

本公开涉及一种光纤带,其是利用带用树脂被覆多条光纤而成的,带用树脂为包含基础树脂和无机氧化物粒子的树脂组合物的固化产物,所述基础树脂含有低聚物、单体以及光聚合引发剂。



1. 一种光纤带,其是利用带用树脂被覆多条光纤而成的,
所述带用树脂为包含基础树脂和无机氧化物粒子的树脂组合物的固化产物,所述基础树脂含有低聚物、单体以及光聚合引发剂,
所述无机氧化物粒子为二氧化硅粒子,
所述无机氧化物粒子为疏水性,在其表面导入有作为疏水性的基团的(甲基)丙烯酸基。
2. 根据权利要求1所述的光纤带,其中,
以所述带用树脂的总量为基准,所述无机氧化物粒子的含量为1质量%以上45质量%以下。
3. 根据权利要求1或权利要求2所述的光纤带,其中,
所述无机氧化物粒子的平均一次粒径为650nm以下。
4. 根据权利要求1或权利要求2所述的光纤带,其中,
所述树脂组合物进一步含有润滑剂。
5. 根据权利要求1或权利要求2所述的光纤带,其中,
所述带用树脂的杨氏模量在23°C为1100MPa以上2500MPa以下。
6. 一种光纤缆线,其是将权利要求1至权利要求5中任意一项所述的光纤带容纳在缆线内而成的。

光纤带和光纤缆线

技术领域

[0001] 本公开涉及光纤带和光纤缆线。本专利申请要求基于2019年7月26日提出的日本专利申请第2019-137900号的优先权,并且援引该日本专利申请中所记载的全部记载内容。

背景技术

[0002] 已知一种将多条光纤素线并列并利用整体被覆层使其一体化而成的光纤带芯线(例如专利文献1)。整体被覆层由紫外线固化性树脂形成。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开平05-019150号公报

发明内容

[0006] 本公开的一个方式涉及的光纤带是利用带用树脂被覆多条光纤而成的光纤带,带用树脂为包含基础树脂和无机氧化物粒子的树脂组合物的固化产物,所述基础树脂含有低聚物、单体以及光聚合引发剂。

附图说明

[0007] [图1]图1是表示光纤的一个例子的示意性剖面图。

[0008] [图2]图2是表示一个实施方式涉及的光纤带的示意性剖面图。

具体实施方式

[0009] [本公开要解决的课题]

[0010] 为了进一步提高光纤带芯线的侧压特性,可以考虑提高整体被覆层的杨氏模量。然而,当通过(例如)调节基材树脂的低聚物分子量、混合物的比例来提高杨氏模量时,随着杨氏模量的上升,施加到光纤上的固化应变也可能上升。由于该固化应变,带芯线的传输损耗倾向于增加。

[0011] 本公开是鉴于上述情况而完成的,其目的在于提供一种能够在实现高侧压特性的同时抑制传输损耗的增加了的光纤带。

[0012] [本公开的效果]

[0013] 根据本公开,可以提供一种能够在实现高侧压特性的同时抑制传输损耗的增加了的光纤带。

[0014] [本公开实施方式的说明]

[0015] 首先,列举本公开的实施方式的内容并进行说明。

[0016] 本公开的一个方式涉及的光纤带是利用带用树脂被覆多条光纤而成的光纤带,带用树脂为包含基础树脂和无机氧化物粒子的树脂组合物的固化产物,所述基础树脂含有低聚物、单体以及光聚合引发剂。根据这样的光纤带,能够在实现高侧压特性的同时抑制传输

损耗的增加。通过在带用树脂中包含无机氧化物粒子,能够在不使固化应变上升的情况下提高杨氏模量。另外,由于该无机氧化物粒子,光纤带的表面的润滑性提高,从而可以抑制带之间的粘附。据认为:这是因为带表面形成有由无机氧化物粒子形成的微小的凹凸。此外,由于含有无机物,与仅用有机物来得到相同程度的杨氏模量的情况相比,可以提高表面硬度。通过这些效果,认为成为即使在缆线化时也难以增加损耗的光纤带。本实施方式涉及的光纤带可以在高密度地容纳时等实现急剧地弯曲。例如,即使在使用侧压特性被认为较低的 ϕ 200以下的光纤的情况下,也能够抑制在卷筒卷绕时或缆线化时的传输损耗增加。

[0017] 在一个方式中,无机氧化物粒子可以为含有选自二氧化硅、二氧化锆、氧化铝、氧化镁、氧化钛、氧化锡以及氧化锌构成的组中的至少1种的粒子。这些粒子在树脂组合物中的分散性优异,容易调节杨氏模量。

[0018] 在一个方式中,无机氧化物粒子可以为疏水性。导入了疏水性的基团的无机氧化物粒子在树脂组合物中的分散性优异。

[0019] 在一个方式中,以带用树脂的总量为基准,无机氧化物粒子的含量可以为1质量%以上45质量%以下。

[0020] 在一个方式中,无机氧化物粒子的平均一次粒径可以为650nm以下。

[0021] 在一个方式中,树脂组合物可以进一步含有润滑剂。

[0022] 在一个方式中,带用树脂的杨氏模量可以在23°C为1100MPa以上2500MPa以下。

[0023] 本公开的一个方式涉及的光纤带是利用带用树脂被覆多条光纤而成的光纤带,带用树脂含有无机氧化物粒子,带用树脂的杨氏模量在23°C为1100MPa以上2500MPa以下。根据这样的光纤带,能够在实现高侧压特性的同时抑制传输损耗的增加。

[0024] 在一个方式中,带用树脂可以进一步含有润滑剂。

[0025] 本公开的一个方式涉及的光纤缆线是将上述光纤带容纳在缆线内而成的。具备上述光纤带的光纤缆线也能够兼具高侧压特性和低传输损耗。

[0026] [本公开的实施方式的详细说明]

[0027] 根据需要参照附图对本公开的实施方式涉及的光纤带和光纤缆线的具体例子进行说明。需要说明的是,本公开不限于这些示例,而是由权利要求书所表示,并且意图包括与权利要求书等同的意义和范围内的所有变化。在下述说明中,在附图的说明中相同的要素标注相同的符号,并且省略重复的说明。

[0028] <光纤带>

[0029] 光纤带是利用带用树脂将多条光纤被覆而成的。

[0030] (带用树脂)

[0031] 带用树脂(连结树脂)可以设为包含基础树脂、无机氧化物粒子的树脂组合物的固化产物。基础树脂含有低聚物、单体以及光聚合引发剂。

[0032] 低聚物优选含有氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯低聚物。作为氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯低聚物,可以使用由多元醇化合物、多异氰酸酯化合物以及含羟基的(甲基)丙烯酸酯化合物进行反应而得到的低聚物。这里,所谓(甲基)丙烯酸酯,指的是丙烯酸酯或与其相对应的甲基丙烯酸酯。这也同样地适用于(甲基)丙烯酸。

[0033] 作为多元醇化合物,例如可以列举出:聚四亚甲基二醇、聚丙二醇以及双酚A-环氧乙烷加成二醇。作为多异氰酸酯化合物,例如可以列举出: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以及二环己基甲烷4,4'-二异氰酸酯。作为含羟基的(甲基)丙烯酸酯化合物,例如可以列举出:(甲基)丙烯酸2-羟乙酯、(甲基)丙烯酸2-羟丁酯、1,6-己二醇单(甲基)丙烯酸酯、季戊四醇三(甲基)丙烯酸酯、(甲基)丙烯酸2-羟丙酯以及三丙二醇二(甲基)丙烯酸酯。

[0034] 从调节固化物的杨氏模量的观点来看,多元醇化合物的数均分子量(Mn)可以为300以上3000以下。

[0035] 作为合成氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯低聚物时的催化剂,通常使用有机锡化合物。作为有机锡化合物,例如可以列举出: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)二丁基锡以及氧化二丁基锡。从易得性或催化性能的方面来看,优选使用二月桂酸二丁基锡或二乙酸二丁基锡作为催化剂。

[0036] 在合成氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯低聚物时也可以使用碳原子数为5以下的低级醇。作为低级醇,例如可以列举出: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-丁醇以及2,2-二甲基-1-丙醇。

[0037] 低聚物也可以进一步含有环氧(甲基)丙烯酸酯低聚物。作为环氧(甲基)丙烯酸酯低聚物,可以使用将具有(甲基)丙烯酰基的化合物与具有2个以上缩水甘油基的环氧树脂进行反应而得到的低聚物。

[0038] 作为单体,可以使用具有1个可聚合基团的单官能单体和具有2个以上可聚合基团的多官能单体。单体也可以2种以上混合使用。

[0039] 作为单官能单体,例如可以列举出:(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2-苯氧基乙酯、丙烯酸3-苯氧基苄基酯、苯氧基二乙二醇丙烯酸酯、苯氧基聚乙二醇丙烯酸酯、4-叔丁基环己醇丙烯酸酯、(甲基)丙烯酸四氢糠酯、(甲基)丙烯酸苄酯、(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)丙烯酸二环戊酯、壬基酚聚乙二醇(甲基)丙烯酸酯、壬基酚E0改性丙烯酸酯、壬基苯氧基聚乙二醇(甲基)丙烯酸酯、(甲基)丙烯酸异冰片酯等(甲基)丙烯酸酯类单体;(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-聚己内酯(甲基)丙烯酸酯等含羧基的单体;N-丙烯酰基吗啉、N-乙基吡咯烷酮、N-乙基己内酰胺、N-丙烯酰基哌啶、N-甲基丙烯酰基哌啶、N-丙烯酰基吡咯烷、3-(3-吡啶基)丙基(甲基)丙烯酸酯、环三羟甲基丙烷缩甲醛丙烯酸酯等含杂环的(甲基)丙烯酸酯;马来酰亚胺、N-环己基马来酰亚胺、N-苯基马来酰亚胺等马来酰亚胺类单体;(甲基)丙烯酰胺、N,N-二甲基(甲基)丙烯酰胺、N,N-二乙基(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-丁基(甲基)丙烯酰胺、N-羟甲基(甲基)丙烯酰胺、N-羟甲基丙烷(甲基)丙烯酰胺等N-取代酰胺类单体;(甲基)丙烯酸氨基乙酯、(甲基)丙烯酸氨基丙酯、(甲基)丙烯酸N,N-二甲基氨基乙酯、(甲基)丙烯酸叔丁基氨基乙酯等(甲基)丙烯酸氨基烷基酯类单体;N-(甲基)丙烯酰氧基亚甲基琥珀酰

亚胺、N-(甲基)丙烯酸酰基-6-氧基六亚甲基琥珀酰亚胺、N-(甲基)丙烯酸酰基-8-氧基八亚甲基琥珀酰亚胺等琥珀酰亚胺类单体。

[0040] 作为多官能单体,例如可以列举出: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、双酚A的环氧烷加成物的二(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、1,4-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、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、双酚A的EO加成物二(甲基)丙烯酸酯、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]异氰脲酸酯、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)丙烯酸酯以及己内酯改性三[(甲基)丙烯酰氧基乙基]异氰脲酸酯。

[0041] 作为光聚合引发剂,可以从已知的自由基光聚合引发剂当中适当地选择并使用。作为光聚合引发剂,例如可以列举出:1-羟基环己基苯基酮(Omnirad 184,IGM Resins公司制)、2,2-二甲氧基-2-苯基苯乙酮、1-(4-异丙基苯基)-2-羟基-2-甲基丙烷-1-酮、双(2,6-二甲氧基苯甲酰基)-2,4,4-三甲基戊基氧化膦、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)、2,4,6-三甲基苯甲酰基二苯基氧化膦(Omnirad TPO,IGM Resins公司制)以及双(2,4,6-三甲基苯甲酰基)苯基氧化膦(Omnirad 819,IGM Resins公司制)。

[0042] 树脂组合物也可以进一步含有硅烷偶联剂、流平剂、消泡剂、抗氧化剂、敏化剂、润滑剂等。

[0043] 作为硅烷偶联剂,只要不妨碍树脂组合物的固化,则没有特别地限定。作为硅烷偶联剂,例如可以列举出: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-环氧环己基)-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-丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷、γ-环氧丙氧基丙基三甲氧基硅烷、γ-环氧丙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-(三乙氧基甲硅烷基)丙基]四硫化物、双-[3-(三乙氧基甲硅烷基)丙基]二硫化物、γ-三甲氧基甲硅烷基丙基二甲基硫代氨基甲酰基四硫化物以及γ-三甲氧基甲硅烷基丙基苯并噻唑基四硫化物。

[0044] 作为润滑剂,例如可以使用硅油。硅油理想地是高分子量硅油、或者使二甲基硅氧烷骨架的一部分改性成为有机基团的改性硅油等不易随时间发生表面析出的物质。作为改性硅油,可以列举出经过聚醚改性、胺改性、环氧改性、巯基改性、(甲基)丙烯酸改性、羧基

改性等的硅油。通过含有润滑剂,可以进一步抑制带彼此间的粘附,从而可以得到在缆线化时损耗难以增加的带。

[0045] 树脂组合物的粘度在45°C优选为300mPa·s以上3500mPa·s以下、更优选为300mPa·s以上2500mPa·s以下、进一步优选为300mPa·s以上2000mPa·s以下。当树脂组合物的粘度过高时,涂布性容易降低。另一方面,当树脂组合物的粘度过低时,容易发生厚度不均。另外,树脂组合物可以用作后述的光纤的被覆材料,但是此时,当树脂组合物的粘度过高时,涂布性降低,形成树脂层时的被覆直径不稳定,光纤容易发生断线。另一方面,当树脂组合物的粘度过低时,自对准力难以发挥作用,容易发生厚度不均。

[0046] (无机氧化物粒子)

[0047] 作为无机氧化物粒子,没有特别地限定,但是从在树脂组合物中的分散性优异、并且容易调节杨氏模量的观点来看,该无机氧化物粒子优选为含有选自自由二氧化硅(silica)、二氧化锆(zirconia)、氧化铝(alumina)、氧化镁(magnesia)、氧化钛(titania)、氧化锡以及氧化锌构成的组中的至少1种的粒子。从价格低廉、容易进行表面处理、具有紫外线透过性、容易对固化产物赋予适度的硬度等观点来看,更优选使用二氧化硅粒子作为无机氧化物粒子。

[0048] 无机氧化物粒子优选为疏水性。具体而言,优选通过硅烷化合物对无机氧化物粒子的表面进行疏水处理。这里的疏水处理是指在无机氧化物粒子的表面导入疏水性的基团。导入了疏水性的基团的无机氧化物粒子在树脂组合物中的分散性优异。作为疏水性的基团,可以为(甲基)丙烯酰基、乙烯基等紫外线固化性的反应性基团;或者烷基(例如烷基)、芳基(例如苯基)等非反应性基团。在无机氧化物粒子具有反应性基团的情况下,容易形成杨氏模量高的树脂层。

[0049] 作为具有反应性基团的硅烷化合物,例如可以列举出:3-甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷、3-丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷、3-甲基丙烯酰氧基丙基三乙氧基硅烷、3-丙烯酰氧基丙基三乙氧基硅烷、8-甲基丙烯酰氧基辛基三甲氧基硅烷、8-丙烯酰氧基辛基三甲氧基硅烷、7-辛烯基三甲氧基硅烷、乙烯基三甲氧基硅烷以及乙烯基三乙氧基硅烷等硅烷化合物。

[0050] 作为具有烷基的硅烷化合物,例如可以列举出:甲基三甲氧基硅烷、二甲基二甲氧基硅烷、乙基三甲氧基硅烷、丙基三甲氧基硅烷、丁基三甲氧基硅烷、戊基三甲氧基硅烷、己基三甲氧基硅烷、辛基三甲氧基硅烷、甲基三乙氧基硅烷、二甲基二乙氧基硅烷、乙基三乙氧基硅烷、丙基三乙氧基硅烷、丁基三乙氧基硅烷、戊基三乙氧基硅烷、己基三乙氧基硅烷以及辛基三乙氧基硅烷。

[0051] 在将无机氧化物粒子添加至树脂组合物时可以分散在分散介质中。通过使用分散在分散介质中的无机氧化物粒子,可以使无机氧化物粒子均匀地分散在树脂组合物中,从而能够提高树脂组合物的保存稳定性。作为分散介质,只要其不妨碍树脂组合物的固化,则没有特别地限定。分散介质可以为反应性的,也可以为非反应性的。

[0052] 作为反应性的分散介质,可以使用(甲基)丙烯酰基化合物、环氧化合物等单体。作为(甲基)丙烯酰基化合物,例如可以列举出:1,6-己二醇二(甲基)丙烯酸酯、EO改性双酚A二(甲基)丙烯酸酯、聚乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、PO改性双酚A二(甲基)丙烯酸酯、聚丙二醇二(甲基)丙烯酸酯、聚四亚甲基二醇二(甲基)丙烯酸酯、2-羟基-3-苯氧基丙基丙烯酸

酯、丙二醇二缩水甘油醚的(甲基)丙烯酸加成物、三丙二醇二缩水甘油醚的(甲基)丙烯酸加成物以及丙三醇二缩水甘油醚的(甲基)丙烯酸加成物。作为分散介质,也可以使用下述单体中所示例的(甲基)丙烯酰基化合物。

[0053] 作为非反应性的分散介质,可以使用甲基乙基酮(MEK)、甲基异丁基酮(MIBK)等酮类溶剂;甲醇(MeOH)、丙二醇单甲醚(PGME)等醇类溶剂;或者丙二醇单甲醚醋酸酯(PGMEA)等酯类溶剂。在使用非反应性的分散介质的情况下,在将基础树脂和分散在分散介质中的无机氧化物粒子混合后,可以除去分散介质的一部分,从而制备树脂组合物。

[0054] 从在树脂组合物中的分散性优异的观点来看,无机氧化物粒子的平均一次粒径可以为650nm以下、优选为600nm以下、更优选为500nm以下、进一步优选为400nm以下。从固化后的强度优异的观点来看,无机氧化物粒子的平均一次粒径优选为5nm以上、更优选为10nm以上。平均一次粒径例如可以利用电子显微镜照片的图像分析、光散射法、BET法等来进行测定。在一次粒子的粒径较小的情况下,分散有无机氧化物粒子的一次粒子的分散介质在目视下看起来是透明的。在一次粒子的粒径比较大(40nm以上)的情况下,分散有一次粒子的分散介质看起来是白浊的,但没有观察到沉淀物。

[0055] 以树脂组合物的总量(基础树脂和无机氧化物粒子的总量)为基准,无机氧化物粒子的含量可以为1质量%以上45质量%以下、优选为2质量%以上40质量%以下、更优选为3质量%以上35质量%以下。当无机氧化物粒子的含量为1质量%以上时,容易形成强韧的固化产物。当无机氧化物粒子的含量为45质量%以下时,容易形成无机氧化物粒子很好地分散的固化产物。由于树脂组合物的总量与树脂组合物的固化产物的总量实质上是相同的,因此上述无机氧化物粒子的含量的规定也可以适用于带用树脂的总量。

[0056] 带用树脂的杨氏模量在23°C可以为1100MPa以上2500MPa以下,但是优选为1100MPa以上2000MPa以下、更优选为1400MPa以上2000MPa以下。当带用树脂的杨氏模量为1100MPa以上时,容易提高侧压特性,当其为2500MPa以下时,能够对带用树脂赋予适度的韧性,因而在带用树脂中难以产生裂纹等。

[0057] (光纤)

[0058] 图1是表示光纤的一个例子的示意性剖面图。光纤10具备:含有芯部11和包层12的玻璃纤维13,以及设置在玻璃纤维13的外周且含有初级树脂层14和次级树脂层15的被覆树脂层16。

[0059] 包层12包围着芯部11。芯部11和包层12主要包含石英玻璃等玻璃,例如,芯部11可以使用添加有锗的石英玻璃或纯石英玻璃,包层12可以使用纯石英玻璃或添加有氟的石英玻璃。

[0060] 在图1中,例如玻璃纤维13的外径(D2)为100 μm 以上125 μm 以下左右,构成玻璃纤维13的芯部11的直径(D1)为7 μm 以上15 μm 以下左右。被覆树脂层16的厚度通常为22 μm 以上70 μm 以下左右。初级树脂层14和次级树脂层15的各层的厚度可以为5 μm 以上50 μm 以下左右。

[0061] 在玻璃纤维13的外径(D2)为125 μm 左右、且被覆树脂层16的厚度为60 μm 以上70 μm 以下的情况下,初级树脂层14和次级树脂层15的各层的厚度可以为10 μm 以上50 μm 以下左右,例如,初级树脂层14的厚度可以为35 μm ,次级树脂层15的厚度可以为25 μm 。光纤10的外径可以为245 μm 以上265 μm 以下左右。

[0062] 在玻璃纤维13的外径(D2)为125 μm 左右、且被覆树脂层16的厚度为27 μm 以上48 μm

以下的情况下,初级树脂层14和次级树脂层15的各层的厚度可以为 $10\mu\text{m}$ 以上 $38\mu\text{m}$ 以下左右,例如,初级树脂层14的厚度可以为 $25\mu\text{m}$,次级树脂层15的厚度可以为 $10\mu\text{m}$ 。光纤10的外径可以为 $179\mu\text{m}$ 至 $221\mu\text{m}$ 以下左右。

[0063] 在玻璃纤维13的外径(D2)为 $100\mu\text{m}$ 左右、且被覆树脂层16的厚度为 $22\mu\text{m}$ 以上 $37\mu\text{m}$ 以下的情况下,初级树脂层14和次级树脂层15的各层的厚度可以为 $5\mu\text{m}$ 以上 $32\mu\text{m}$ 以下左右,例如,初级树脂层14的厚度可以为 $25\mu\text{m}$,次级树脂层15的厚度可以为 $10\mu\text{m}$ 。光纤10的外径可以为 $144\mu\text{m}$ 以上 $174\mu\text{m}$ 以下左右。

[0064] 用于形成带用树脂的上述树脂组合物适用于次级树脂层。次级树脂层可以通过使包含上述无机氧化物粒子和基础树脂的树脂组合物固化而形成。由此,可以提高光纤的侧压特性。

[0065] 光纤的制造方法包括:将上述树脂组合物涂布在由芯部和包层构成的玻璃纤维的外周的涂布工序;以及在涂布工序后通过照射紫外线使树脂组合物固化的固化工序。

[0066] 次级树脂层的杨氏模量在 23°C 优选为 1300MPa 以上、更优选为 1300MPa 以上 3600MPa 以下、进一步优选为 1400MPa 以上 3000MPa 以下。当次级树脂层的杨氏模量为 1300MPa 以上时,容易提高侧压特性,当其为 3600MPa 以下时,能够对次级树脂层赋予适度的韧性,因而在次级树脂层中难以产生裂纹等。

[0067] 初级树脂层14例如可以是通过使包含氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯低聚物、单体、光聚合引发剂以及硅烷偶联剂的树脂组合物固化而形成的。初级树脂层用的树脂组合物可以使用现有公知的技术。作为氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯低聚物、单体、光聚合引发剂以及硅烷偶联剂,可以适当地选自上述基础树脂中所示例的化合物。但是,形成初级树脂层的树脂组合物与形成次级树脂层的基础树脂具有不同的组成。

[0068] 图2是表示一个实施方式涉及的光纤带的示意性剖面图。如上所述,光纤带100是使多条光纤10由带用树脂40(一体地)被覆而成的。在图2中,作为一个例子,示出了4条光纤10,但是对其条数没有特别地限定。

[0069] 光纤10可以在相邻且并列的状态下一体化,也可以使一部分或全部的光纤10以一定间隔隔开且并列的状态下一体化。但是,相邻的光纤10之间的中心间距离F优选为 $250\pm 30\mu\text{m}$ 以下。在将中心间距离设为 $250\mu\text{m}$ 的情况下,容易将光纤载置于现有的V槽上,从而可以得到整体熔接性优异的光纤带。

[0070] 光纤带100的厚度T也取决于光纤10的直径,但是优选为 $164\mu\text{m}$ 以上 $285\mu\text{m}$ 以下。在光纤10以一定间隔隔开且并列的情况下、即相邻的光纤10不接触地经由带用树脂40接合的情况下,可以将光纤10之间的中央处的带用树脂的厚度设为 $20\mu\text{m}$ 以上 $40\mu\text{m}$ 以下。

[0071] <光纤缆线>

[0072] 光纤缆线是将上述光纤带容纳在缆线内而成的。作为光纤缆线,例如可以列举出具有多个狭缝槽的狭缝型光纤缆线。将上述光纤带以在各个狭缝槽中的安装密度成为25%以上65%以下左右的方式安装在狭缝槽内。安装密度是指安装在狭缝槽内的光纤带的截面积相对于狭缝槽的截面积的比例。

[0073] 实施例

[0074] 以下,示出了使用本公开涉及的实施例和比较例的评价试验结果并对本公开进行更详细的说明。需要说明的是,本公开不限于这些实施例。

[0075] [带用树脂形成用的树脂组合物]

[0076] (低聚物)

[0077] 作为低聚物,准备了使分子量为1000的聚丙二醇、2,4-甲苯二异氰酸酯、以及丙烯酸2-羟基乙酯发生反应而得到的氨基甲酸酯丙烯酸酯低聚物。

[0078] (单体)

[0079] 作为单体,准备了丙烯酸2-苯氧基乙酯、三丙二醇二丙烯酸酯、以及N-乙烯基己内酰胺。

[0080] (光聚合引发剂)

[0081] 作为光聚合引发剂,准备了1-羟基环己基苯基酮和2,4,6-三甲基苯甲酰基二苯基氧化膦。

[0082] (无机氧化物粒子)

[0083] 作为无机氧化物粒子,准备了平均一次粒径为10nm以上15nm以下的疏水性二氧化硅粒子、平均一次粒径为70nm以上100nm以下的疏水性二氧化硅粒子、以及平均一次粒径为250nm以上350nm以下的疏水性二氧化硅粒子。这些二氧化硅粒子具有甲基丙烯酰基,并且分散在甲基乙基酮(MEK)中。

[0084] 将70质量份的氨基甲酸酯丙烯酸酯低聚物、10质量份的丙烯酸2-苯氧基乙酯、13质量份的三丙二醇二丙烯酸酯、5质量份的N-乙烯基己内酰胺、1质量份的1-羟基环己基苯基酮、以及1质量份的2,4,6-三甲基苯甲酰基二苯基氧化膦混合,从而制备了基础树脂。

[0085] 接着,将各二氧化硅溶胶与基础树脂混合后,减压除去大部分的作为分散介质的MEK,以使得成为表1所示的二氧化硅粒子的含量的方式分别制备了实施例和比较例的树脂组合物(带用树脂形成用的树脂组合物)。需要说明的是,在实施例7中,在树脂组合物中以表1所示的量添加了作为润滑剂的硅油。

[0086] [表1]

	实施例							比较例
	1	2	3	4	5	6	7	
[0087] 二氧化硅粒子的平均一次粒径(nm)	10~15	10~15	10~15	10~15	70~100	250~350	10~15	-
二氧化硅粒子的含量(质量%)	10	20	30	45	20	45	20	-
硅油的含量(质量%)	-	-	-	-	-	-	1	-

[0088] [次级树脂层用的树脂组合物]

[0089] 将60质量份的作为分子量1000的聚丙二醇、异佛尔酮二异氰酸酯以及丙烯酸2-羟乙酯的反应产物的氨基甲酸酯丙烯酸酯低聚物、19质量份的丙烯酸异冰片酯、20质量份的三羟甲基丙烷三丙烯酸酯、1质量份的2,4,6-三甲基苯甲酰基二苯基氧化膦混合,从而制备了次级树脂层用的树脂组合物。

[0090] [初级树脂层用的树脂组合物]

[0091] 将75质量份的作为分子量2000的聚丙二醇、2,4-甲苯二异氰酸酯、丙烯酸2-羟乙酯以及甲醇的反应产物的氨基甲酸酯丙烯酸酯低聚物、12质量份的壬基苯酚E0改性丙烯酸酯、6质量份的N-乙烯基己内酰胺、2质量份的1,6-己二醇二丙烯酸酯、1质量份的2,4,6-三

甲基苯甲酰基二苯基氧化膦、以及1质量份的 γ -巯基丙基三甲氧基硅烷混合,从而制备了初级树脂层用的树脂组合物。

[0092] [光纤的制作]

[0093] 将初级树脂层用的树脂组合物和次级树脂层用的树脂组合物涂布在由芯部和包层构成的直径为125 μm 的玻璃纤维的外周,然后,通过照射紫外线使得树脂组合物固化,形成厚度为20 μm 的初级树脂层、以及在其外周的厚度为17.5 μm 的次级树脂层,从而制作了直径为200 μm 的光纤。将线速度设为150m/分钟。

[0094] [光纤带的制作]

[0095] 将带用树脂形成用的树脂组合物涂布在4条相邻且并列的上述光纤的外周,然后,通过照射紫外线使得树脂组合物固化。由此,制作了厚度(图2所示的厚度T)为230 μm 的光纤带。将树脂组合物固化时的线速度设为500m/分钟。

[0096] [光纤缆线的制作]

[0097] 准备具有6个狭缝槽的狭缝型的光纤缆线。将上述光纤带以在各个狭缝槽中的安装密度成为50%的方式安装在狭缝槽内。安装密度是指安装在狭缝槽内的光纤带的截面积相对于狭缝槽的截面积的比例。

[0098] [各种评价]

[0099] 使用实施例和比较例中所得的带用树脂形成用的树脂组合物、光纤带进行以下评价。结果如表2所示。

[0100] (杨氏模量)

[0101] 利用旋涂机,将树脂组合物涂布在聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)膜上后,使用无电极UV灯系统(D阀) (“へレウス”制造),在 $1000 \pm 100 \text{mJ}/\text{cm}^2$ 的条件下使其固化。由此,在PET膜上形成厚度为 $200 \pm 20 \mu\text{m}$ 的树脂层。将树脂层从PET膜上剥离,从而得到了树脂膜。

[0102] 将树脂膜冲切成JIS K 7127Type5的哑铃状而作为评价样本。在 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 、 $50 \pm 10\% \text{RH}$ 的条件下,使用拉伸试验机以1mm/分钟的拉伸速度、标线间隔25mm的条件下对该评价样本进行拉伸,从而得到应力-应变曲线。然后由2.5%切线求得杨氏模量。

[0103] (缆线损耗特性)

[0104] 将光纤带在低温(-40°C)的环境下静置,测定信号光的波长为1.55 μm 时的传输损耗的值。根据以下标准对测定值进行评价。

[0105] A:传输损耗为0.3dB/km以下。

[0106] B:传输损耗超过0.3dB/km且为0.5dB/km以下。

[0107] C:传输损耗超过0.5dB/km。

[0108] [表2]

	实施例							比较例
	1	2	3	4	5	6	7	
[0109] 杨氏模量(MPa)	1100	1300	1500	2000	1200	1400	1300	1000
缆线损耗特性	B	B	A	A	B	B	A	C

[0110] 实施例的光纤带具有优异的侧压特性,并且可以抑制传输损耗的增加。

[0111] 符号的说明

[0112] 10 光纤

- [0113] 11 芯部
- [0114] 12 包层
- [0115] 13 玻璃纤维
- [0116] 14 初级树脂层
- [0117] 15 次级树脂层
- [0118] 16 被覆树脂层
- [0119] 40 带用树脂
- [0120] 100 光纤带

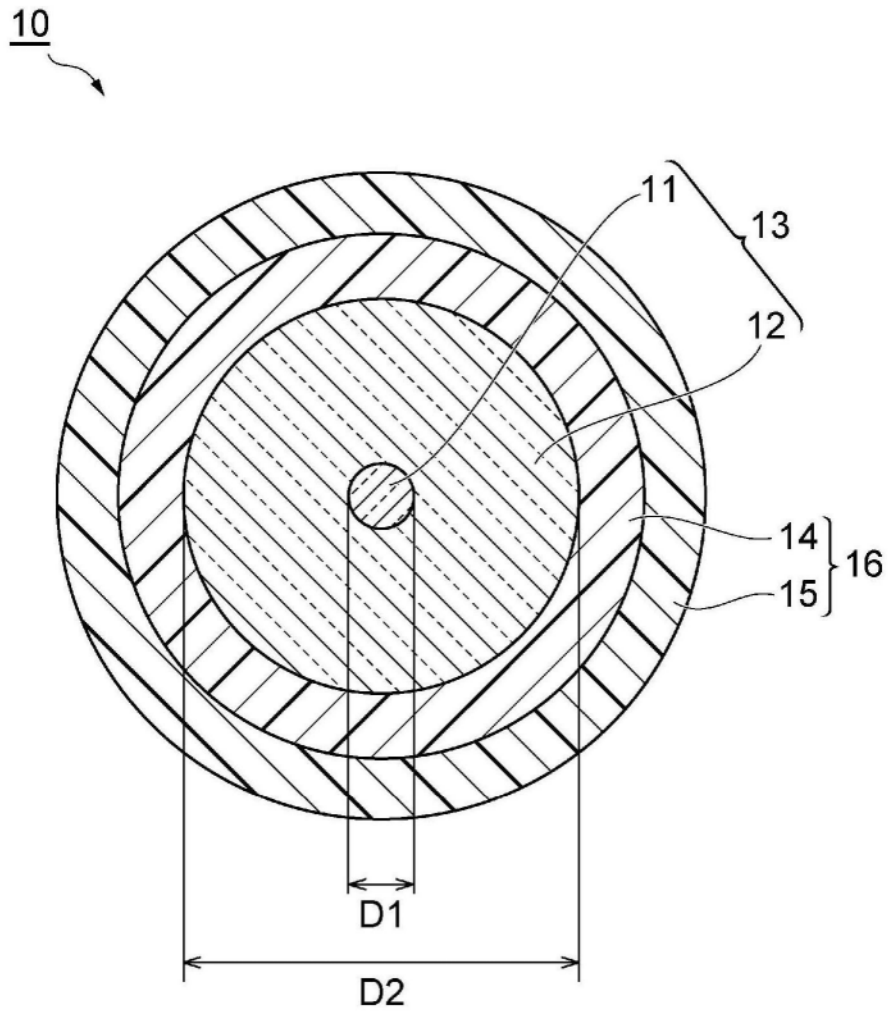


图1

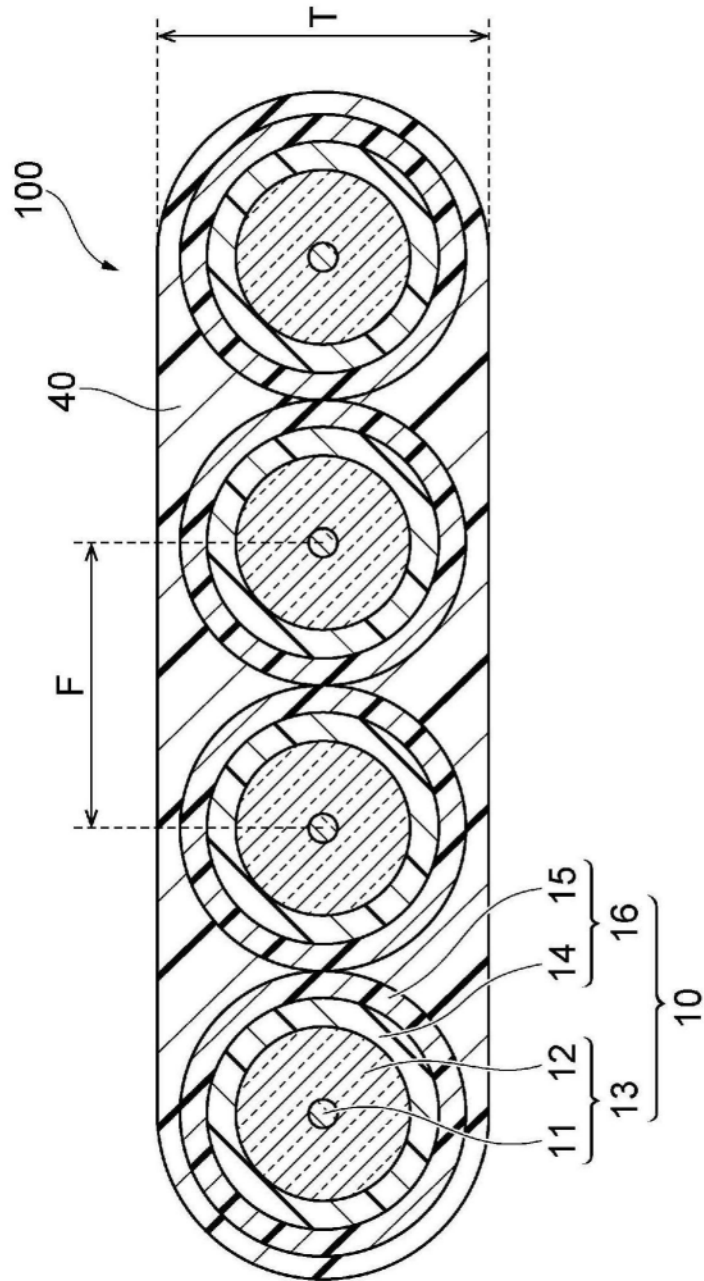


图2