



(10) 授权公告号 CN 112823300 B

(45) 授权公告日 2023.02.17

(21) 申请号 201980065852.X 水光俊介
(22) 申请日 2019.10.23 (74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
(65) 同一申请的已公布的文献号 11105
申请公布号 CN 112823300 A 专利代理师 王轩
(43) 申请公布日 2021.05.18 (51) Int.Cl.
(30) 优先权数据 G02B 6/02 (2006.01)
2018-206844 2018.11.01 JP F21V 8/00 (2006.01)
G02B 6/00 (2006.01)
(85) PCT国际申请进入国家阶段日 (56) 对比文件
2021.04.06 JP 2017211472 A, 2017.11.30
(86) PCT国际申请的申请数据 JP 2017211472 A, 2017.11.30
PCT/JP2019/041557 2019.10.23 JP 2001350052 A, 2001.12.21
(87) PCT国际申请的公布数据 JP H11109144 A, 1999.04.23
W02020/090590 JA 2020.05.07 CN 102472861 A, 2012.05.23
US 4828359 A, 1989.05.09
(73) 专利权人 株式会社可乐丽 审查员 张中青
地址 日本冈山县
(72) 发明人 津高刚 和志武洋祐 远藤了庆 权利要求书1页 说明书8页

(54) 发明名称

发光纤维

(57) 摘要

本发明的发光纤维具有纤芯和包层,并从纤维侧面发光,其中,纤芯中使用的树脂为选自聚甲基丙烯酸甲酯、聚甲基丙烯酸甲酯共聚物、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚有机硅氧烷、以及降冰片烯中的至少1种,包层中使用的树脂为氟树脂,该发光纤维的纤维直径为95 μm以下。

1. 一种发光纤维,其具有纤芯和包层,并从纤维侧面发光,其中,
所述纤芯中使用的树脂为选自聚甲基丙烯酸甲酯、聚甲基丙烯酸甲酯共聚物、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚有机硅氧烷、以及降冰片烯中的至少1种,
所述包层中使用的树脂为氟树脂,
该发光纤维的纤维直径为 $95\mu\text{m}$ 以下,
所述发光纤维为复丝,且能够不断裂地进行加捻的最大捻数为400次/m以上。
2. 根据权利要求1所述的发光纤维,其中,在单位纤度的载荷为 0.04g/dtex 、弯曲角度为 135° 的弯曲疲劳试验中,直至断裂为止的往复弯曲次数为100次以上。
3. 根据权利要求1或2所述的发光纤维,其中,
在 260°C 下的剪切速率为 1216s^{-1} 时,所述纤芯中使用的树脂及所述包层中使用的树脂的熔融粘度为 $300\text{Pa}\cdot\text{s}$ 以下,在 260°C 下的剪切速率为 $10\sim 500\text{s}^{-1}$ 的范围时,纤芯的熔融粘度 a 与包层的熔融粘度 b 之比(a/b)为 $0.1\sim 8.0$ 的范围。
4. 根据权利要求1或2中任一项所述的发光纤维,其中,所述纤芯中使用的树脂的1%减重温度为 260°C 以上。
5. 根据权利要求3所述的发光纤维,其中,所述纤芯中使用的树脂的1%减重温度为 260°C 以上。
6. 一种纤维结构体,其在至少一部分中使用了权利要求1~5中任一项所述的发光纤维。

发光纤维

技术领域

[0001] 本发明涉及发光纤维。

背景技术

[0002] 目前,已知将具有纤芯和包层的光纤用于照明用途的光纤光导。该光导 是通过将 1根以上的发光塑料光纤制成束状并在该束上形成覆盖层而成的, 通过使从光导的一端入射的光在纤芯内传输、并且使其从光导的长度方向的 一部分(侧面)的包层漏光,从而作为线性发光体发挥作用。

[0003] 例如,在具有纤芯、包层这2层的塑料光纤中,公开了通过使发光塑料 光纤的总圆周长度与发光塑料光纤的截面积满足特定的关系,从而可以有效 地获得发光塑料光纤的侧面发光、且提高了具有侧面发光的长度方向的长度 的发光塑料光纤光导(例如,参照专利文献1)。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2017-211472号公报

发明内容

[0007] 发明所要解决的课题

[0008] 然而,对于上述专利文献1中记载的发光塑料光纤而言,虽然可以加工 成线性发光体,但由于光纤的柔软性差,又硬又脆,因此,不仅难以加工成 编物/织物等纤维结构体,而且存在得到的编物/织物等纤维结构体的弯曲性 差的问题。

[0009] 因此,本发明是鉴于上述问题而完成的,其目的在于提供在保持发光性 的同时柔软性优异、加工成编物/织物等纤维结构体的加工性优异的发光纤维。

[0010] 用于解决课题的方法

[0011] 为了实现上述目的,本发明的发光纤维具有纤芯和包层,并从纤维侧面 发光,其中,纤芯中使用的树脂为选自聚甲基丙烯酸甲酯、聚甲基丙烯酸甲 酯共聚物、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚有机硅氧烷、以及降冰片烯中的至少1 种,包层中使用的树脂为氟树脂,该发光纤维的纤维直径为95 μm 以下。

[0012] 发明的效果

[0013] 根据本发明,可以提供柔软性和加工性优异的发光纤维。

具体实施方式

[0014] 本发明的发光纤维具有由纤芯(内层)和包层(外层)形成的2层结构,且具 有基本上为圆形的形状作为径向的截面形状。

[0015] 作为纤芯中使用的树脂(以下,有时记为“纤芯树脂”),可以列举出聚 甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚甲基丙烯酸甲酯共聚物(以甲基丙烯酸甲酯作为 主成分的共聚物)、聚苯乙

烯、聚碳酸酯、聚有机硅氧烷(有机硅)、以及降冰片烯等。其中,从折射率、弯曲疲劳性、耐热性的观点出发,优选为聚甲基丙烯酸甲酯或聚甲基丙烯酸甲酯共聚物。另外,从透明性的观点出发,特别优选为聚甲基丙烯酸甲酯。

[0016] 这些材料可以单独使用1种,也可以组合2种以上来使用。另外,纤芯树脂中也可以包含增塑剂、染料、颜料、无机粒子、以及光扩散材料等添加剂。

[0017] 需要说明的是,为了采用纤维直径小的纤维,需要充分降低熔融粘度,因此需要进行260℃左右的高温下的热成型。因此,对于上述的纤芯树脂而言,需要能够耐受高温成型的耐热性,因此热重分析中的1%减重温度优选为260℃以上。在1%减重温度低于260℃时,发生树脂的劣化,杂质混入纤芯树脂中,有时发光性能降低。1%减重温度更优选为280℃以上,进一步优选为300℃以上。

[0018] 需要说明的是,这里所谓的“1%减重温度”是指,依据JIS K 7120“塑料的热重测定方法”的规定进行热重测定时的质量减少率达到1%时的温度。

[0019] 包层中使用的树脂(以下,有时记为“包层树脂”)是低折射率的氟树脂。作为该氟树脂,可以使用结晶性的氟树脂、其共聚物,例如可列举出聚偏氟乙烯(聚偏二氟乙烯)(PVDF)、聚四氟乙烯(PTFE)、聚氟乙烯(PVF)、聚三氟氯乙烯(PCTFE)、三氟乙酸乙酯(EFA)、四氟乙烯-全氟烷基乙烯基醚共聚物(PFA)、四氟乙烯-六氟丙烯共聚物(FEP)、三氟氯乙烯-乙烯共聚物(ETFE)、三氟氯乙烯-乙炔共聚物(ECTFE)等。另外,也可以使用作为聚偏氟乙烯的共聚物的聚(偏二氟乙烯/六氟丙烯)共聚物(PVDF-HFP)、聚(偏二氟乙烯/三氟氯乙烯)等。其中,从熔融成型性、折射率的观点出发,优选为聚偏氟乙烯或聚偏氟乙烯共聚物。

[0020] 这些材料可以单独使用1种,也可以组合2种以上来使用。另外,包层树脂中也可以包含增塑剂、染料、颜料、无机粒子、光扩散材料等添加剂。

[0021] 另外,从确保长光路的发光性的观点出发,优选将纤芯树脂的折射率设定为大于包层树脂的折射率,关于纤芯及包层的折射率,将下述式(1)所示的数值孔径设定为0.40以上且0.65以下。需要说明的是,数值孔径表示光在纤芯内发生全反射的最大入射角度的大小。

[0022] [数学式1]

[0023] 数值孔径 = $\{(\text{纤芯树脂的折射率})^2 - (\text{包层树脂的折射率})^2\}^{1/2}$ (1)

[0024] 另外,包层的厚度优选为2.0~15.0μm。在2.0μm以上的情况下,光可以在纤芯与包层的界面发生全反射,更优选为2.5μm以上。另外,在15.0μm以下的情况下,可以抑制在包层内的吸收,能够提高具有侧面发光的长度方向上的长度,更优选为10.0μm以下,进一步优选为7.5μm以下。

[0025] 另外,本发明的发光纤维的纤维直径(直径)为95μm以下(即,单丝纤度78dtex以下)。通过将发光纤维的纤维直径设定为95μm以下,发光纤维的柔软性提高,因此,操作性提高。因此,加工成编物/织物等纤维结构体的加工性提高,从而可以提供弯曲性优异的纤维结构体。

[0026] 需要说明的是,发光纤维的纤维直径优选为90μm以下(单丝纤度77dtex以下),更优选为80μm以下(单丝纤度55dtex以下),进一步优选为70μm以下(单丝纤度42dtex以下),特别优选为50μm以下(单丝纤度24dtex以下)。另外,对于发光纤维的纤维直径的下限,没

有特别限定,从操作性的观点出发,优选为 $10\mu\text{m}$ 以上(单丝纤度 0.86dtex 以上)。

[0027] 另外,作为本发明的发光纤维的总纤度,没有特别限定,优选为 $50\sim 10000\text{dtex}$,更优选为 $80\sim 5000\text{dtex}$,进一步优选为 $100\sim 2000\text{dtex}$,特别优选为 $200\sim 1000\text{dtex}$ 。另外,作为长丝数,没有特别限定,优选为 $2\sim 1000$ 根,更优选为 $5\sim 500$ 根。

[0028] 另外,对于本发明的发光纤维而言,在JIS P 8115(1994)中规定的MIT 试验机法中的弯曲疲劳性试验(在单位纤度的载荷为 $0.04\text{g}/\text{dtex}$ 、弯曲角度为 135° 时的弯曲疲劳试验)中,直至断裂次数为止的往复弯曲次数(由往复弯曲得到的耐折性次数)优选为100次以上。这是由于,在往复弯曲次数为100次以上时,发光纤维的弯曲疲劳性进一步提高,因此,使用了发光纤维的编物/织物等纤维结构体的机械特性(强度)提高。

[0029] 另外,如上所述,本发明的发光纤维是具有 $95\mu\text{m}$ 以下的纤维直径的纤维,因此在使用由该发光纤维形成的复丝来制造织物、编物时,可以进行期望的加捻加工。

[0030] 这里,对于该复丝而言,从容易加工成织物、编物的观点出发,重要的是能够进行加捻加工。特别是优选能够对长丝进行加捻而不使其断裂的最大捻数优选为400次/m以上,更优选为800次/m以上。

[0031] 本发明的发光纤维可以通过如下方式制造:预先将包层树脂和纤芯树脂在各自的熔融体系中加热熔融,分别通过通常的挤出纺丝装置输送至喷丝头,在即将到达喷丝头之前使两种成分合并合流成期望的纤芯包层型的复合形状,对挤出而得到的丝条进行卷取,从而制造。需要说明的是,也可以根据需要在拉伸后接着进行热处理。

[0032] 具体而言,可以采用如下方法:以 $1000\text{m}/\text{分}$ 以下的速度进行牵拉、并根据需要将其卷取后进行拉伸的所谓的POY、FOY拉伸法;或者不卷取而进行拉伸的纺丝抽伸法等。需要说明的是,优选为以 $300\sim 2000\text{m}/\text{分}$ 、更优选以 $600\sim 1500\text{m}/\text{分}$ 进行牵引并直接作为产品使用的方法。

[0033] 另外,在进行拉伸时,可以是一步拉伸,也可以是二步拉伸。另外,拉伸倍率根据纺丝速度而发生各种变化,因此不能一概而论,优选采用达到断裂的倍率的 $50\sim 85\%$ 左右的拉伸倍率。另外,作为热处理温度,优选在不发生起毛的范围内较高地进行设定。

[0034] 另外,对于剪切速率而言,在分配到喷嘴孔的分流板的情况下,达到 10^2s^{-1} 级,另外,在与作为鞘成分的聚合物合流而被挤出的喷嘴的情况下,达到 10^3s^{-1} 级。

[0035] 因此,在本发明中,对上述情况进行了研究,结果发现,纤芯树脂和包层树脂的熔融粘度产生影响。即,优选在 260°C 下的剪切速率为 1216s^{-1} 时,纤芯树脂及包层树脂的熔融粘度为 $300\text{Pa}\cdot\text{s}$ 以下,而且在 260°C 下的剪切速率为 $10\sim 500\text{s}^{-1}$ 的范围时,纤芯树脂的熔融粘度a与包层树脂的熔融粘度b之比(a/b)为 $0.1\sim 8.0$ 的范围。纤芯树脂与包层树脂的熔融粘度比处于该范围时,可以得到截面均匀程度优异的纤维,能够提高长度方向的发光性能。需要说明的是,该比值(a/b)更优选为 $0.3\sim 6.0$,进一步优选为 $0.5\sim 4.0$,特别优选为 $0.5\sim 2.0$ 。

[0036] 由此得到的本发明的发光纤维可以用作各种纤维结构体(纤维集合体)。这里,纤维结构体不仅是仅由本发明的发光纤维制成的编物/织物,而且还可以是在一部分中使用了本发明的发光纤维的编物/织物(例如,与天然纤维、化学纤维、合成纤维等其它纤维的交织织布、或者以混纺纱、混合长丝的形式使用的编物/织物)、合股丝、编织物等。

[0037] 另外,作为至少在一部分中使用了本发明的发光纤维的纤维结构体的用途的一

例,可以列举出荧光灯、LED照明等室内外的照明器具、汽车的内饰材料、座椅、窗帘、沙发等室内装饰、连衣裙、短裙、夹克等衣服、光疗等医学治疗、以及压敏传感器等。

[0038] 实施例

[0039] 以下,基于实施例对本发明进行说明。需要说明的是,本发明并不限于这些实施例,可以基于本发明的主旨对这些实施例进行变形、变更,这些也包括在本发明的范围内。

[0040] (实施例1)

[0041] <熔融粘度的测定>

[0042] 使用株式会社东洋精机制造的CAPILOGRAPH“1C PMD-C”,在260℃下的剪切速率为 1216s^{-1} 的条件下,测定作为包层树脂的聚偏氟乙烯(ARKEMA公司制、商品名:Kynar710、折射率:1.42)和作为纤芯树脂的聚甲基丙烯酸甲酯(株式会社可乐丽制、商品名:PARAPET GH-1000S、折射率:1.49)的熔融粘度,并计算出纤芯树脂与包层树脂的熔融粘度比。另外,根据包层树脂和纤芯树脂的折射率,使用上述的式(1)计算出数值孔径。将以上的结果示于表1。

[0043] <1%减重温度的测定>

[0044] 使用热重分析装置(Rigaku公司制、商品名:TG-DTA热分析装置Thermo Plus2),在氮气氛围下测定了加热过程中聚甲基丙烯酸甲酯的重量变化。

[0045] 更具体而言,在试样重量约为10mg、升温速度为 $10^\circ\text{C}/\text{分}$ 的条件下进行测定,将相对于测定开始时的试样重量、重量减少了1%时的温度作为1%减重温度。将以上的结果示于表1。

[0046] <发光纤维的制作>

[0047] 首先,将上述的聚偏氟乙烯共聚物和聚甲基丙烯酸甲酯供给至复合纺丝机。

[0048] 接着,使用各自的熔融挤出机进行纤芯树脂及包层树脂的熔融挤出,在纺丝温度 260°C 下,以成为复合重量比率(纤芯成分/包层成分)为80/20的纤芯包层型的方式在喷嘴部使其合流后,使用喷嘴口直径 $0.3\text{mm}\phi$ 、24孔的喷嘴进行喷出,以750m/分的速度卷取,由此得到了纤维直径为 $46\mu\text{m}$ 、单丝纤度为20dtex、包层厚度为 $2\mu\text{m}$ 的发光纤维。

[0049] <纺丝性评价>

[0050] 按照以下的评价基准评价了纺丝性。将以上的结果示于表1。

[0051] 在进行24小时的纺丝时,在可以采集到连续的纤维而无断丝:◎

[0052] 在进行24小时的纺丝时,有1~5次断丝:○

[0053] 在进行24小时的纺丝时,有6次以上断丝:×

[0054] <发光纤维的侧面照度的测定>

[0055] 作为光源,使用白色LED(光束:1351m、指向特性: 120°),使用分光放射计(TOPCON TECHNOHOUSE公司制、商品名:SR-3A),测定了分别距离光源20cm及30cm的位置的发光亮度。然后,利用下述式(2)计算出侧面亮度保持率。将以上的结果示于表1。

[0056] [数学式2]

[0057] 侧面亮度保持率[%] = (测定位置的发光亮度) / (距离10cm的位置的发光亮度) × 100 (2)

[0058] <柔软性评价>

[0059] 使用在基座的一端具有斜面(倾斜角度:45°)的悬臂试验机进行了柔软性的评价。更具体而言,作为试验片,从制作的发光纤维中取出长度150mm的长丝,将该试验片以一定速度沿斜面方向在基座上滑动,测定长丝弯曲而长丝的端部与斜面接触的瞬间的移动距离。需要说明的是,对于本指标而言,在长丝的柔软性高的情况下,由于长丝的自重而容易垂下,以更短的移动距离与斜面接触,因此是移动距离的值越小表示柔软性越高的指标。将以上的结果示于表1。

[0060] <弯曲疲劳性评价>

[0061] 对于将制作的发光纤维集束成5000dtex而得到的纤维施加200g的载荷(即,单位纤度0.04g/dtex的载荷),用直径20mm的心轴支撑,以支撑点为中心使纤维的另一端以135°的角度连续弯曲,测量纤维完全断裂为止的往复弯曲次数。将以上的结果示于表1。

[0062] <捻纱性评价>

[0063] 准备制作的发光纤维复丝(长丝数:24根),使用捻度试验机(大荣化学精器制作所制、商品名:手动检尺器M-1),对制作的发光纤维(长度:50cm)施加0.025g/dtex的载荷,以S捻进行加捻,测量了复丝直至断裂为止的捻数。将以上的结果示于表1。需要说明的是,在表中,测得的捻数(50cm单位)加倍,用1m单位的捻数表示。

[0064] <加工性评价>

[0065] 使用丸善产业株式会社制造的纱试验针织机(型号:MR-1),按照以下的评价基准测定了在纤维的总纤度480dtex、针数:200、退绕速度:40rpm/分的条件下制作时的针织物制作的工艺通过性,并且评价了加工性。将以上的结果示于表1。

[0066] 制作1m的针织物时出现单纱断裂或毛圈的位置为0次:○

[0067] 制作1m的针织物制作时出现单纱断裂或毛圈的位置为1次以上:×

[0068] (实施例2)

[0069] 通过以375m/分的速度进行卷取,得到了纤维直径为65 μ m、单丝纤度为40dtex、包层厚度为2.5 μ m的发光纤维,除此以外,与实施例1同样地进行了纺丝性评价、柔软性评价、弯曲疲劳性评价、捻纱性评价、加工性评价、以及发光纤维的侧面照度的测定。将以上的结果示于表1。

[0070] (实施例3)

[0071] 通过以273m/分的速度进行卷取,得到了纤维直径为80 μ m、单丝纤度为55dtex、包层厚度为2.8 μ m的发光纤维,除此以外,与实施例1同样地进行了纺丝性评价、柔软性评价、弯曲疲劳性评价、捻纱性评价、加工性评价、以及发光纤维的侧面照度的测定。将以上的结果示于表1。

[0072] (实施例4)

[0073] 在纤芯树脂中使用熔融粘度20Pa·s、1%减重温度为270°C的PMMA而得到了发光纤维,除此以外,与实施例1同样地进行了纺丝性评价、柔软性评价、弯曲疲劳性评价、捻纱性评价、加工性评价、以及发光纤维的侧面照度的测定。将以上的结果示于表1。

[0074] (实施例5)

[0075] 在纤芯树脂中使用熔融粘度40Pa·s、1%减重温度为250°C的PMMA共聚物而得到了发光纤维,除此以外,与实施例1同样地进行了纺丝性评价、柔软性评价、弯曲疲劳性评价、捻纱性评价、加工性评价、以及发光纤维的侧面照度的测定。将以上的结果示于表1。

[0076] (实施例6)

[0077] 通过以195m/分的速度进行卷取,得到了纤维直径为90 μm 、单丝纤度为 77dtex、包层厚度为4.0 μm 的发光纤维,除此以外,与实施例1同样地进行了纺丝性评价、柔软性评价、弯曲疲劳性评价、捻纱性评价、加工性评价、以及发光纤维的侧面照度的测定。将以上的结果示于表1。

[0078] (实施例7)

[0079] 在纤芯树脂中使用熔融粘度250Pa \cdot s、1%减重温度为336 $^{\circ}\text{C}$ 的PMMA,并以273m/分的速度进行卷取,由此得到了纤维直径为80 μm 、单丝纤度为 55dtex、包层厚度为2.8 μm 的发光纤维,除此以外,与实施例1同样地进行了纺丝性评价、柔软性评价、弯曲疲劳性评价、捻纱性评价、加工性评价、以及发光纤维的侧面照度的测定。将以上的结果示于表1。

[0080] (比较例1)

[0081] 通过以164m/分的速度进行卷取,得到了纤维直径为100 μm 、单丝纤度为 91.5dtex、包层厚度为3 μm 的发光纤维,除此以外,与实施例1同样地进行了纺丝性评价、柔软性评价、弯曲疲劳性评价、捻纱性评价、加工性评价、以及发光纤维的侧面照度的测定。将以上的结果示于表1。

[0082] (比较例2)

[0083] 通过以70m/分的速度进行卷取,得到了纤维直径为150 μm 、单丝纤度为 214dtex、包层厚度为4 μm 的发光纤维,除此以外,与实施例1同样地进行了纺丝性评价、柔软性评价、弯曲疲劳性评价、捻纱性评价、加工性评价、以及发光纤维的侧面照度的测定。将以上的结果示于表1。

[0084] (比较例3)

[0085] 仅使用与实施例1相同的纤芯树脂进行熔融挤出,得到了纤维直径为 48 μm 、单丝纤度为20dtex的发光纤维,除此以外,与实施例1同样地进行了纺丝性评价、柔软性评价、弯曲疲劳性评价、捻纱性评价、加工性评价、以及发光纤维的侧面照度的测定。将以上的结果示于表1。

[0086]

[表1]

	实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	实施例5	实施例6	实施例7	比较例1	比较例2	比较例3
纤维	纤维直径[μm]	46	65	80	46	90	80	100	150	48
	单纱纤度[dtex]	20	40	55	20	77	55	91.5	214	20
	包层厚度[μm]	2.0	2.5	2.8	2.0	4.0	2.8	3.0	4.0	—
纤芯	树脂	PMMA	PMMA	PMMA	PMMA	PMMA	PMMA	PMMA	PMMA	PMMA
	折射率	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49
	熔融粘度[Pa·s] (260°C、1216s ⁻¹)	118	118	118	20	118	250	118	118	118
包层	1%减重温度[°C]	331	331	331	270	331	336	331	331	331
	树脂	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	PVDF	—
	折射率	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	1.42	—
纤芯树脂(a)与包层树脂(b)的熔融粘度比(a/b) (260°C、10~500s ⁻¹)	熔融粘度[Pa·s] (260°C、1216s ⁻¹)	165	165	165	165	165	165	165	165	—
	数值孔径	0.7	0.7	0.7	0.1	0.7	1.5	0.7	0.7	—
侧面亮度保持率[%]	纺丝性	0.451	0.451	0.451	0.451	0.451	0.451	0.451	0.451	—
	20cm	◎	◎	◎	○	◎	○	○	○	◎
柔软性	30cm	49	50	50	27	53	50	50	50	2
	移动距离[mm]	43	46	44	13	47	45	30	30	0.3
弯曲疲劳性	往复弯曲次数[次]	53	84	66	52	70	68	84	102	49
	断裂捻数[次/m]	5971	1706	700	6003	105	650	10	2	6204
捻纱性	加工性	1880	1320	880	1010	460	820	340	100	2018
		○	○	○	○	○	○	×	×	○

[0087] 如表1所示可知,对于纤维直径为95 μm 以下的实施例1~7的发光纤维而言,与比较例1~2相比,长丝的端部与斜面接触的瞬间的移动距离短,柔软性优异。

[0088] 另外可知,对于实施例1~7的发光纤维而言,与比较例1~2相比,直至断裂为止的往复弯曲次数非常多,弯曲疲劳性优异。

[0089] 另外可知,对于实施例1~7的发光纤维而言,与比较例1~2相比,直至复丝断裂为止的捻数非常多,加工性优异。

[0090] 另外可知,对于实施例1~7的发光纤维而言,与比较例3相比,具有发光性能。

[0091] 工业实用性

[0092] 如以上说明所述,本发明特别适于纤维结构体所使用的发光纤维。