



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116157036 A

(43) 申请公布日 2023.05.23

(21) 申请号 202180058971.X

(22) 申请日 2021.07.16

(30) 优先权数据

2020-127087 2020.07.28 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.01.19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/026885 2021.07.16

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/024827 JA 2022.02.03

(71) 申请人 东丽株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 胜田大士 须藤真史 武知慎吾

鹿野秀和

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

专利代理师 杨宏军

(51) Int.Cl.

A41D 31/00 (2019.01)

权利要求书1页 说明书13页

(54) 发明名称

导电纤维、包含导电纤维的服装及包含导电纤维的电气·电子设备

(57) 摘要

本发明提供不仅具有高的导电性、对变形的电气特性稳定性,而且具有优异的柔软性,特别是适合嵌入智能纺织品等布帛中的导电纤维、以及使用其的服装或电气·电子设备。本发明的导电纤维的平均卷曲数为2个/cm以上,并在纤维表面具有金属层,该导电纤维的体积电阻率为 $2 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$,并且总纤度为10~1000dtex。

1. 导电纤维,其平均卷曲数为2个/cm以上,并在纤维表面具有金属层,所述导电纤维的体积电阻率为 $2 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$,并且总纤度为10~1000dtex。
2. 如权利要求1所述的导电纤维,其平均单纤维直径为5~20 μm 。
3. 如权利要求1或2所述的导电纤维,其由长纤维构成。
4. 如权利要求1~3中任一项所述的导电纤维,其在纤维轴向上伸长10%时的体积电阻率为 $2 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 。
5. 如权利要求1~4中任一项所述的导电纤维,其中,卷曲的形状为三维线圈形状。
6. 服装,其至少一部分由权利要求1~5中任一项所述的导电纤维构成。
7. 电气·电子设备,其至少一部分由权利要求1~5中任一项所述的导电纤维构成。

导电纤维、包含导电纤维的服装及包含导电纤维的电气·电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及特别是适合嵌入智能纺织品等布帛中的导电纤维,及使用其的服装或电气·电子设备。

背景技术

[0002] 近年来,在针织物、机织物等纺织品中嵌入各种器件、传感器、IC芯片等电子部件的智能纺织品的需求正在扩大。从运动用途到医疗用途,这些智能纺织品能够根据其目的进行设计,因此有望在各种场景下穿着。

[0003] 在嵌入这些电子部件的智能纺织品中,对于成为器件的驱动源的电气的供电、来自传感器的电信号传导而言,需要电阻值低的电气布线。在该电气布线中使用通常的铜线的情况下,虽然在供电、信号传导上表现出充分的导电性,但是不能追随纺织品的弯折、伸缩等变形,存在嵌入服装时产生不适感的课题。

[0004] 由于这样的背景,因此正在研究对导电纤维赋予针对变形的电气特性稳定性、柔软性的各种技术。例如,提出了下述技术:在使用弹性体的伸缩性纤维的表面侧内部附近形成由碘化铜形成的导电层的伸缩性导电纤维(参照专利文献1);将导电纤维形成为弹簧状,赋予高伸缩性,从而制成耐久性优异的高伸缩性导电布线的技术(参照非专利文献1)。

[0005] 并且,作为对具有卷曲的合成纤维赋予导电性的方法,提出了下述复合纤维:含有炭黑的导电层与具有纤维形成性的非导电层形成并列或偏心芯鞘复合,并且导电层形成纤维表面的至少一部分(参照专利文献2)等。

[0006] 另外,作为其它在纤维上形成金属层而赋予功能性的技术,提出了下述电磁波屏蔽片:其包含附着于无纺布的构成纤维上的金属层,并且前述无纺布包含卷曲纤维及粘接纤维固化部(参照专利文献3)。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本特开2010-209481号公报

[0010] 专利文献2:日本特开2009-46785号公报

[0011] 专利文献3:日本特开2020-17615号公报

[0012] 非专利文献

[0013] 非专利文献1:[online]、2015年2月25日、国立研究开发法人产业技术总合研究所、2020年6月29日检索、互联网<URL:https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2015/pr20150225/pr20150225.html>

发明内容

[0014] 发明所要解决的课题

[0015] 专利文献1的技术中,通过对使用不同的2种弹性体的芯鞘复合纤维的鞘部赋予导

电性,能够得到具有伸缩性、电气特性稳定性的导电纤维。但是,专利文献1的技术中,不仅为了使用弹性体而得到的纤维的纤维直径实质上变粗,而且由于弹性体特有的弹性行为而在弯曲部、伸长部产生反弹力,因此在将导电纤维嵌入服装的情况下,存在产生不适感的课题。

[0016] 非专利文献1的技术中,通过将导电纤维形成弹簧状,从而能够得到伸缩性、耐久性优异的导电纤维。但是,成为弹簧状的纤维束的外径较粗,而且由于弹簧状构造体的弹性行为导致在弯曲部、伸长部产生反弹力,因此在将导电纤维嵌入服装的情况下,存在产生不适感的课题。

[0017] 专利文献2的技术中,通过制成具有含有炭黑的导电层的卷曲纤维,从而可得到伸缩性优异的导电纤维。但是,所得到的纤维的体积电阻值高达 $1 \times 10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上,对于用于电气的供电、来自传感器的信号传导而言,导电性不充分,另外,由于导电性是由炭黑的分散性引起的,因此电阻值的不均容易变大,有时不能充分地确保电气特性稳定性。

[0018] 在专利文献3的技术中,提出了在无纺织物上附着金属层的电磁波屏蔽片。但是,在将裁剪该无纺织物而用于电气布线的情况下,为了得到充分的导电性能而与导电纤维相比需要更多的导电层面积、由于是无纺织物形状而难以织入或编入布帛等,因此作为智能纺织品的电气布线是不适当的。

[0019] 因此,本发明的目的是鉴于上述情况而形成的,目的在于提供不仅具有高的导电性、对变形的电气特性稳定性,而且具有优异的柔软性,特别是适合嵌入智能纺织品等布帛中的导电纤维、及使用其的服装或电气·电子设备。

[0020] 用于解决课题的手段

[0021] 本申请的发明人经过深入研究而确认到,作为嵌入电子部件的智能纺织品中的用于电气的供电、来自传感器的信号传导的导电纤维,重要的是不仅具有高的导电性、对变形的电气特性稳定性,而且具有像无不适感地追随纺织品的运动这样的优异的柔软性。

[0022] 因此,本申请的发明人为了实现上述性能而进行了深入研究,结果发现,通过在具有特定卷曲数的纤维表面配置金属层,并将体积电阻率及总纤度设在特定范围,不仅能够呈现变形追随性、电气特性稳定性,而且能够呈现即使嵌入纺织品也不会产生不适感的优异的柔软性,从而完成了本发明。

[0023] 本发明试图解决上述课题,本发明的导电纤维的平均卷曲数为2个/cm以上,并在纤维表面具有金属层,该导电纤维的体积电阻率为 $2 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$,并且总纤度为10~1000dtex。

[0024] 根据本发明的导电纤维的优选方式,其平均单纤维直径为5~20 μm 。

[0025] 根据本发明的导电纤维的优选方式,其由长纤维构成。

[0026] 根据本发明的导电纤维的优选方式,其在纤维轴向上伸长10%时的体积电阻率为 $2 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 。

[0027] 根据本发明的导电纤维的优选方式,其中,卷曲的形状为三维线圈形状。

[0028] 另外,本发明的服装或电气·电子设备的至少一部分由前述导电纤维构成。

[0029] 发明的效果

[0030] 根据本发明,能够得到不仅具有高的导电性、对变形的电气特性稳定性,而且具有优异的柔软性,特别是适合嵌入智能纺织品等布帛中的导电纤维,及使用其的服装或电

气·电子设备。

具体实施方式

[0031] 本发明的导电纤维的平均卷曲数为2个/cm以上,并在纤维表面具有金属层,该导电纤维的体积电阻率为 $2 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$,并且总纤度为10~1000dtex。以下,针对其构成要素进行详细说明,但只要不超出本发明的主旨,则不限于以下说明的范围。

[0032] [导电纤维]

[0033] 本发明的导电纤维优选金属层以外的部分由热塑性聚合物形成。通过金属层以外的部分由热塑性聚合物形成,由此通过使用熔融纺纱法,容易成型为纤维形状,成为在纤维轴向上具有均匀的形状的导电纤维。

[0034] 作为本发明的导电纤维中使用的热塑性聚合物的例子,能够从下述这些中选择来使用:“聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚对苯二甲酸己二醇酯”等聚酯系聚合物及其共聚物、“聚乳酸、聚丁二酸乙二醇酯、聚丁二酸丁二醇酯、聚丁二酸己二酸丁二醇酯、聚羟基丁酸酯-聚羟基戊酸酯共聚物、聚己内酯”等脂肪族聚酯系聚合物及其共聚物、“聚酰胺6、聚酰胺66、聚酰胺610、聚酰胺10、聚酰胺12、聚酰胺6-12”等脂肪族聚酰胺系聚合物及其共聚物、“聚丙烯、聚乙烯、聚丁烯、聚甲基戊烯”等聚烯烃系聚合物及其共聚物、含有25摩尔%~70摩尔%乙烯单元的水不溶性的乙烯-乙炔醇共聚物系聚合物、聚苯乙烯系、聚二烯系、氯系、聚烯烃系、聚酯系、聚氨酯系、聚酰胺系、氟系等弹性体系聚合物等。其中,从比较容易利用电镀等形成金属层、不易产生金属层的剥离等方面考虑,适合使用聚酯系聚合物及其共聚物。

[0035] 对于本发明的导电纤维而言,在不损害本发明的效果范围内,可以在前述热塑性聚合物中包含氧化钛、二氧化硅、氧化钡等无机物、炭黑、染料、颜料等着色剂、阻燃剂、荧光增白剂、抗氧化剂、或紫外线吸收剂等各种添加剂。

[0036] 本发明的导电纤维可以是单成分纤维,也可以是将2种以上聚合物复合而成的复合纤维。在上述导电纤维为复合纤维的情况下,可举出芯鞘型、海岛型、并列型、偏心芯鞘型等,优选通过聚合物的组合而在纤维上呈现三维线圈状(螺旋状)卷曲的复合形态的并列型、偏心芯鞘型。在使用并列型作为复合形态的情况下,作为聚合物的组合的例子,适合使用粘度不同的同种聚酯系聚合物的组合、粘度不同的同种聚酰胺系聚合物的组合、像聚对苯二甲酸乙二醇酯和聚对苯二甲酸丁二醇酯这样的种类不同的聚酯系聚合物的组合等。另外,在使用偏心芯鞘型作为复合形态的情况下,作为聚合物的组合的例子,除了前述并列型的组合的例子之外,还适合使用聚酯系聚合物和聚氨酯系聚合物的组合、聚酰胺系聚合物和聚氨酯系聚合物的组合等。

[0037] 本发明的导电纤维的平均卷曲数为2个/cm以上是重要的。通过使平均卷曲数为2个/cm以上、优选为3个/cm以上、更优选为4个/cm以上,从而导电纤维的10%模量有降低的倾向,因此柔软性提高。另外,本发明中的平均卷曲数的上限没有特别限制,60个/cm左右为实质上的上限。

[0038] 需要说明的是,本发明中的平均卷曲数通过以下方法求出。

[0039] (1)将从复丝中取出的单纤维在无载荷状态下放置于试样台,用显微镜拍摄1cm长的单纤维的图像。

[0040] (2) 通过所拍摄的图像数出纤维的峰和谷的数量后,将其总和除以2而求出卷曲数。

[0041] (3) 将上述测定每一标准变更单纤维而实施5次,将其算术平均值作为平均卷曲数。

[0042] 本发明的导电纤维的卷曲形状能够为锯齿形状、三维线圈形状及它们的组合等卷曲形状,其中优选三维线圈形状。通过使导电纤维的卷曲形状为三维线圈形状,从而在纤维轴向上的伸缩、对复杂运动的追随性变高,因此能够适合用于服装等纺织品。

[0043] 本发明的导电纤维在纤维表面具有金属层是重要的。通过在纤维表面具有金属层,能够使导电纤维的体积电阻率降低,能够得到对于供电、信号传导而言充分的导电性。

[0044] 本发明的导电纤维中的纤维表面的金属层只要满足本发明的导电性能,则没有特别限制,优选由电镀铜及/或电镀银形成。通过使纤维表面的金属层由电镀铜及/或电镀银形成,从而能够使导电纤维的体积电阻率降低,并且容易在纤维表面均匀地形成金属层,因此导电性及其纤维轴向均匀性提高。需要说明的是,在纤维表面的金属层仅由电镀铜形成的情况下,与仅由电镀银形成的情况相比,虽然导电性降低(体积电阻率增加),但是能够控制成本。

[0045] 本发明的导电纤维的体积电阻率为 $2 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 是重要的。通过使体积电阻率为 $2 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上、优选为 $1 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上,从而实质上纤维截面中的金属层所占的比例变小,因此强度等力学物性提高。另外,通过使体积电阻率为 $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下、优选为 $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下,能够得到对于供电、信号传导而言充分的导电性。

[0046] 需要说明的是,本发明中的体积电阻率通过以下方法求出。

[0047] (1) 将长度10cm的导电纤维在温度25℃、湿度65%RH的条件下保持1小时以上。

[0048] (2) 以与由连接于绝缘电阻仪的端子间距离为5cm的2根棒状端子形成的探针相接的方式、不施加张力地设置导电纤维。

[0049] (3) 在施加电压100V的条件下测定电阻值(Ω),并将所得到的电阻值除以探针距离5cm,然后,求出利用后述方法求出乘以供于测定的导电纤维的截面积 $A(\text{cm}^2)$ 的值。

[0050] (4) 将上述测定每一标准变更测定位置而实施5次,将其算术平均值作为体积电阻率($\Omega \cdot \text{cm}$)。

[0051] 此处,在本发明中,在导电纤维为单丝的情况下,是单丝单独的体积电阻率,在导电纤维为复丝的情况下,是复丝整体的体积电阻率。即,在复丝的情况下,构成复丝的全部单纤维的截面积 $A(\text{cm}^2)$ 的总和相当于上述(3)的截面积 $A(\text{cm}^2)$ 。

[0052] 本发明的导电纤维优选在纤维轴向上伸长10%时的体积电阻率为 $2 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 。通过使在纤维轴向上伸长10%时的体积电阻率优选为 $2 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上、更优选为 $1 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上,从而在伸长变形时不存在过度的体积电阻率的变化,因此成为具有对变形稳定的体积电阻率的导电纤维。另外,通过使在纤维轴向上伸长10%时的体积电阻率优选为 $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下、更优选为 $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下,从而不会因伸长变形而引起过度的体积电阻率的上升,即使在嵌入纺织品并施加复杂的运动的情况下,也能够始终得到对于供电、信号传导而言充分的导电性,因此成为对变形的电气特性稳定性优异的导电纤维。

[0053] 需要说明的是,本发明中在纤维轴向上伸长10%时的体积电阻率通过下述方法求

出:在测定前述体积电阻率时,通过将导电纤维以从无载荷的状态至伸长10%之后与探针相接的方式进行设置来求出。

[0054] 本发明的导电纤维的总纤度为10~1000dtex是重要的。通过使总纤度为10dtex以上、优选为20dtex以上、更优选为30dtex以上,不仅能够达到充分的低电阻值来进行供电、信号传导,而且纤维的断裂强度变高,因此成为后加工性、耐久性优异的导电纤维。另外,通过使总纤度为1000dtex以下、优选为800dtex以下、更优选为500dtex以下,从而成为即使嵌入服装等纺织品也没有不适感,并且穿着舒适性优异的导电纤维。

[0055] 需要说明的是,本发明中的总纤度通过下述方法求出:绞取100m的导电纤维,通过将绞纱的质量乘以100来算出总纤度(dtex),每一标准进行5次测定,由其算术平均值而求出。在导电纤维比100m短的情况下、或者在无法绞取的情况下,可以测定导电纤维的长度(m)和质量(g),通过质量(g)÷长度(m)×10000来算出总纤度(dtex)。

[0056] 本发明的导电纤维的平均单纤维直径为5~20 μm 是优选的。通过使平均单纤维直径优选为5 μm 以上、更优选为6 μm 以上、进一步优选为7 μm 以上,从而单纤维的强度变高,因此由于摩擦等磨损引起的断纱减少,成为具有高耐久性的导电纤维。另外,通过使平均单纤维直径优选为20 μm 以下、更优选为18 μm 以下、进一步优选为16 μm 以下,从而成为对弯折等变形容易追随且柔软的纤维,因此成为即使嵌入服装等纺织品也没有不适感,并且穿着舒适性优异的导电纤维。

[0057] 需要说明的是,本发明中的平均单纤维直径通过以下方法求出。

[0058] (1)将从复丝中取出的单纤维在纤维轴垂直方向上切断,使用扫描型电子显微镜,以能够观察其单纤维截面整体的倍率来拍摄图像。

[0059] (2)针对所拍摄的图像,使用图像分析软件测量单纤维的截面轮廓所形成的截面积A,算出与该截面积A成为相同面积的正圆的直径(μm)。

[0060] (3)在构成复丝的全部单纤维上实施,将其算术平均值作为平均单纤维直径(μm)。

[0061] 本发明的导电纤维在使用偏心芯鞘型作为复合形态的情况下,单纤维截面的偏心度优选为0.05~0.80。通过使偏心度优选为0.05以上、更优选为0.10以上、进一步优选为0.15以上,从而平均卷曲数增加,因此成为不仅柔软性提高,而且对变形的电气特性稳定性也优异的导电纤维。另外,通过使偏心度优选为0.80以下、更优选为0.65以下、进一步优选为0.50以下,从而纺纱工序中的截面形成性提高,因此成为断纱等缺点少的工序稳定性优异的导电纤维。

[0062] 需要说明的是,本发明中的偏心度通过以下方法求出。

[0063] (1)将从复丝中取出的单纤维在纤维轴垂直方向上切断,使用扫描型电子显微镜,以能够观察其单纤维截面整体的倍率来拍摄图像。

[0064] (2)针对所拍摄的图像,使用图像分析软件算出由复合纤维整体的截面求出的重心a、由仅芯成分的截面求出的重心b,并通过下式算出偏心度。

[0065] 偏心度=(重心a与重心b的间隔)/(1/2×平均单纤维直径)

[0066] 本发明的导电纤维能够制成由长纤维或短纤维形成的纺织纱等任意的形状,其中优选由长纤维形成。通过导电纤维由长纤维形成,从而导电性的不均变少,因此成为不仅表现在纤维轴向上稳定的体积电阻率、而且具有高生产率和优异的力学物性的导电纤维。

[0067] 本发明的导电纤维的断裂强度为1.5cN/dtex以上是优选的。通过使断裂强度优选

为1.5cN/dtex以上、更优选为2.0cN/dtex以上,从而在编织等后加工工序中的断纱减少,因此成为工序稳定性优异的导电纤维。另一方面,本发明中的断裂强度的上限没有特别限制,10.0cN/dtex左右为实质上的上限。

[0068] 需要说明的是,本发明中的断裂强度通过下述方法求出:基于JIS L 1013:2010 8.5中记载的拉伸强度及伸长率,不施加张力地设置导电纤维,在试样长度200mm、拉伸速度200mm/分钟的条件测定断裂时的强度(cN),除以总纤度(dtex),由此算出强度(cN/dtex),每一标准进行5次测定,通过其算术平均值求出。

[0069] 本发明的导电纤维的断裂伸长率为15~200%是优选的。通过使断裂伸长率优选为15%以上、更优选为20%以上、进一步优选为30%以上,从而在后加工工序中的断纱减少,因此成为工序稳定性优异的导电纤维。另外,通过使断裂伸长率优选为200%以下、更优选为180%以下、进一步优选为160%以下,从而在伸长纤维时难以塑性变形,因此成为耐久性优异的导电纤维。

[0070] 需要说明的是,本发明中的断裂伸长率通过下述方法求出:基于JIS L 1013:2010 8.5中记载的拉伸强度及伸长率,不施加张力地设置导电纤维,在试样长度200mm、拉伸速度200mm/分钟的条件测定断裂时的伸长率(%),每一标准进行5次测定,通过其算术平均值求出。

[0071] 本发明的导电纤维优选10%模量为1.50cN/dtex以下。通过使10%模量优选为1.50cN/dtex以下、更优选为1.00cN/dtex以下、进一步优选为0.50cN/dtex以下,从而相对变形所产生的应力变小,因此成为软性优异的导电纤维。另一方面,本发明中的10%模量的下限没有特别限制,0.00cN/dtex为实质上的下限。

[0072] 需要说明的是,本发明中的10%模量通过下述方法求出:基于JIS L 1013:2010 8.5中记载的拉伸强度及伸长率,不施加张力地设置导电纤维,在试样长度200mm、拉伸速度200mm/分钟的条件测定伸长10%时的应力(cN/dtex),每一标准进行5次测定,通过其算术平均值求出。

[0073] 本发明的导电纤维由于不仅具有高的导电性、对变形的电气特性稳定性,而且还具有优异的柔软性,因此利用这些特征,例如能够作为防静电材料而在长筒袜、连裤袜、防尘衣等的衣料、窗帘等纺织品,或者屋内外、车内铺设的地毯、衬垫、地板材料等各种用途中使用,特别是能够适合用于嵌入布帛的器件的驱动源的电气的供电、来自传感器的电信号传导等的智能纺织品。另外,在电气·电子设备中,通过向需要进行伸缩、弯曲这样的动作的部分嵌入本发明的导电纤维,也能够适合用于电气的供电、来自传感器的电信号传导等。

[0074] [服装]

[0075] 本发明的服装的至少一部分由本发明的导电纤维构成。通过在至少一部分中包含本发明的导电纤维,从而成为穿着时没有不适感,并且穿着舒适性优异的服装。

[0076] 本发明的服装是指,为了覆盖部分或整个身体而穿着的衣物,不仅包括上衣、下衣、或者和服、连体服等衣服,还包括帽子、手套、袜子等。其中,通过应用于作为嵌入有各种器件、传感器、IC芯片等电子部件的服装的智能纺织品,从而能够充分发挥高的导电性、对变形的电气特性稳定性、柔软性等本发明的导电纤维的特征,因此更优选。

[0077] 例如,在将本发明的导电纤维应用于智能纺织品的情况下,由于卷曲引起的高柔软性不妨碍人体的运动,另外,通过使总纤度在特定范围内,从而成为穿着时没有不适感,

并且穿着舒适性优异的智能纺织品。而且,与含有炭黑的纤维相比,本发明的导电纤维的体积电阻率低,因此不仅能够进行成为器件的驱动源的电气的供电、来自传感器的电信号传导,而且对变形的电气特性稳定性也优异。因此,本发明的导电纤维能够应用于各种用途的智能纺织品。

[0078] 对于本发明的服装而言,在将导电纤维用于电气的供电的情况下,可以将配有导电纤维的部位用绝缘材料覆盖。通过将配有导电纤维的部位用绝缘材料覆盖,从而能够防止触电等,因此优选。

[0079] [电气·电子设备]

[0080] 本发明的电气·电子设备的至少一部分由本发明的导电纤维构成。通过在至少一部分中包含本发明的导电纤维,从而成为能够流畅地进行像伸缩、弯曲这样的动作,并且对变形的电气特性稳定性优异的电气设备或电子设备。

[0081] 本发明的导电纤维不仅能够进行电气的供电、来自传感器的电信号传导,而且对变形的电气特性稳定性也优异。因此,本发明的导电纤维能够应用于需要进行像伸缩、弯曲这样的动作的各种用途的电气·电子设备。

[0082] 对于本发明的电气·电子设备而言,在将导电纤维用于电气的供电的情况下,可以将配有导电纤维的部位用绝缘材料覆盖。通过将配有导电纤维的部位用绝缘材料覆盖,从而能够防止触电等。因此优选。

[0083] [导电纤维、以及服装及电气·电子设备的制造方法]

[0084] 接下来,对制造本发明的导电纤维的优选方式进行具体说明。

[0085] 本发明的导电纤维的制造方法能够从溶液纺纱法、熔融纺纱法等中选择,但是从环境负荷小、制造容易的方面考虑,优选应用熔融纺纱法。

[0086] 对于本发明中使用的热塑性聚合物而言,以防止水分混入、除去低聚物为目的,在供于纺纱前进行干燥的操作在提高制纱性上是优选的。作为干燥条件,通常采用在80~200℃下真空干燥1~24小时。

[0087] 在熔融纺纱中,能够应用使用了压熔型、单螺杆或双螺杆挤出机型等挤出机的熔融纺纱法。挤出后的热塑性聚合物经由配管利用齿轮泵等计量装置进行计量,从除去异物的过滤器中通过后,被导向纺纱喷丝头喷出。另外,在使纤维为复合纤维的情况下,将各热塑性聚合物从单独的配管引导至纺纱喷丝头,在纺纱喷丝头内将形状限制为并列型、偏心芯鞘型等并使其合流,作为复合纤维喷出。像这样得到的复合纤维通过供于后述拉伸工序从而成为具有三维线圈形状的纤维。

[0088] 在使用聚酯、聚酰胺作为热塑性聚合物的情况下,对于从聚合物配管至纺纱喷丝头的温度(纺纱温度)而言,为了提高流动性,优选为上述热塑性聚合物的熔点+20℃以上,为了抑制热塑性聚合物的热分解,优选为320℃以下。

[0089] 对于用于喷出的纺纱喷丝头而言,喷丝头孔的孔径D优选为0.1mm以上0.6mm以下,另外,以将喷丝头孔的成型段长度L(与喷丝头孔的孔径相同的直管部的长度)除以孔径得到的商来定义的L/D为1以上10以下是优选的方式。

[0090] 从喷丝头孔喷出的纤维通过吹出冷却风(空气)来进行冷却固化。从冷却效率的观点考虑,冷却风的温度能够由与冷却风速的平衡来决定,优选方式为30℃以下。通过使冷却风的温度优选为30℃以下,从而成为由冷却引起的固化行为稳定,纤维直径均匀性高的导

电纤维。

[0091] 另外,冷却风优选在与从喷丝头喷出的未拉伸纤维大致垂直方向上流动。此时,从冷却效率及纤维直径的均匀性的观点考虑,冷却风的速度优选为10m/分钟以上,从制纱稳定性的方面考虑,优选为100m/分钟以下。另外,通过使冷却风的吹出方向为一个方向,对使用了比热容量大的热塑性聚合物的纤维、中空化的纤维等进行冷却,从而能够得到在纤维截面方向上具有分子取向度差的未拉伸纤维,通过将该未拉伸纤维供于后述拉伸工序,也能够得到具有卷曲的纤维。

[0092] 冷却固化后的未拉伸纤维被以一定速度旋转的辊(导丝辊)卷起。对于卷起速度而言,为了提高纤维直径均匀性、生产率,优选为300m/分钟以上,为了不引起断纱,优选为4000m/分钟以下。

[0093] 像这样得到的未拉伸纤维在暂时卷取后或卷起后连续供于拉伸工序。拉伸是通过走行于加热后的第1辊或在第1辊与第2辊之间设置的加热装置,例如加热浴中、热板上而进行的。拉伸条件由所得到的未拉伸纤维的力学物性等来决定,拉伸温度由加热后的第1辊或在第1辊与第2辊之间设置的加热装置的温度来决定,拉伸倍率由第1辊与第2辊的圆周速度之比来决定。

[0094] 并且,在通过第2辊后,也可以用加热后的第3辊或在第2辊与第3辊之间设置的加热装置对拉伸纤维进行加热,从而实施热定型。通过实施热定型,从而结晶化进行,成为形状稳定性优异的导电纤维。

[0095] 利用上述的制造方法得到的拉伸纤维通过实施前述复合纤维化、冷却条件调整等,从而能够在拉伸后的状态下呈现三维线圈形状。另外,也能够利用卷曲机(crimper)、齿轮(gear)等对所得到的拉伸纤维赋予机械卷曲。

[0096] 为了在纤维表面形成金属层,对所得到的卷曲纤维实施电镀处理。电镀的金属只要是满足本发明的导电性能则没有特别限制,从导电性能及成本的方面考虑,优选铜及/或银。另外,电镀处理只要是在卷曲纤维上形成金属层的方法即可,例如可举出无电解电镀法、电解电镀法、熔融金属电镀法、真空沉积法、化学沉积法、物理沉积法等。另外,在实施电镀处理前,可以实施使金属层容易形成的表面改性处理等。

[0097] 在利用上述制造方法得到的卷曲纤维的表面形成金属层的导电纤维能够嵌入机织物、针织物等纺织品。在嵌入机织物、针织物的情况下,可举出在供于制造工序的一部分或全部的纤维中使用本发明的导电纤维的方法,或者将本发明的导电纤维缝于由其它纤维构成的坯布、布料上的方法等。使用像这样得到的纺织品(机织物、针织物)来缝制本发明的服装。另外,也可举出直接将本发明的导电纤维缝于服装上的方法等。并且,在将本发明的导电纤维嵌入电气·电子设备的情况下,能够采用与像铜线这样的通常的电气布线相同的方法等。

[0098] 实施例

[0099] 接着,基于实施例对本发明进行详细说明。其中,本发明不仅限于这些实施例。需要说明的是,在各物性的测定中,没有特别记载的是基于前述方法进行的测定。

[0100] (1) 总纤度

[0101] 使用INTEC Inc.制的电动检尺机“YC-1”,按照前述方法进行测定。

[0102] (2) 平均单纤维直径

[0103] 针对从复丝中取出的单纤维,使用Hitachi High-Technologies Corporation制的扫描型电子显微镜“S-5500”,以能够观察单纤维截面整体的倍率来拍摄图像。然后,使用三谷商事株式会社制“WinR00F2015”作为图像分析软件,按照前述方法进行测定。

[0104] (3) 平均卷曲数

[0105] 针对从复丝中取出的单纤维,使用安装有KEYENCE Corporation制Wide-range Zoom Lens“VH-Z100R”的数码显微镜“VHX-2000”,按照前述方法进行测定。

[0106] (4) 断裂强度、断裂伸长率、10%模量

[0107] 使用Orientec Co.,Ltd.制的拉伸试验机“Tensilon UCT-100”,按照前述方法进行测定。

[0108] (5) 体积电阻率、伸长10%时体积电阻率

[0109] 使用东亚DKK株式会社制的绝缘电阻仪“SM-8220”,按照前述方法进行测定。

[0110] (6) 对变形的电气特性稳定性

[0111] 相对于聚酯制的弹力针织物(起毛线圈、单位面积重量 $170\text{g}/\text{m}^2$)的高伸长率方向,将在实施例及比较例中得到的2根导电纤维以3cm的间隔、平行地各缝合15cm(平针缝(日语:並縫い)、0.5cm间隔),前述聚酯制的弹性针织物不包含至少在横纵之中的任一个方向的断裂伸长率为15%以上的导电层。然后,在弹力面料的高伸长率方向伸长10%后,恢复到无载荷状态后,为了不让缝纱松弛而进行打结收尾(日语:玉止め)来固定2根缝纱。在上述2根缝纱的端部分别连接日本电产株式会社制的轴流DC风机“D02X(额定电压5V)”的端子,在缝纱的另一端连接输出电压为5V的直流电源装置。然后,一边流过电流使风机旋转,一边以3秒/次的速度重复10次10%的伸缩(往复),将“风机充分旋转,并且在伸缩动作中风机的转速无变化”评价为“A(良好)”、将“在伸缩动作中风机的转速变化”评价为“B(稍有不良)”、将“风机的旋转明显变慢、或风机的旋转停止”评价为“C(不良)”,以此评价对变形的电气特性稳定性。

[0112] [实施例1]

[0113] 将特性粘度 $0.9\text{dL}/\text{g}$ 的高粘度聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)作为聚合物A、将特性粘度 $0.6\text{dL}/\text{g}$ 的低粘度PET作为聚合物B,将它们在 150°C 真空干燥12小时后,在纺纱温度 290°C 进行熔融纺纱。在熔融纺纱中,分别使用单独的双螺杆挤出机对高粘度PET和低粘度PET进行熔融挤出,利用齿轮泵进行计量,并且导入至纺纱喷丝头。然后,在纺纱喷丝头内将形状限制为体积比率为高粘度PET:低粘度PET=50:50的并列型并汇合,从具有36个孔的孔径为 $0.3\text{mm}\phi$ 的圆孔的喷丝头,以单孔喷出量 $0.82\text{g}/\text{分钟}$ 进行纺纱。

[0114] 由喷丝头纺出的纱条通过50mm的保温区域后,使用单向流动型冷却装置,在温度 25°C 、风速 $30\text{m}/\text{分钟}$ 的条件下,经1.0m进行空气冷却。然后,在距喷丝头表面2.0m下方处赋予油剂,36条丝线均利用 $1000\text{m}/\text{分钟}$ 的第1导丝辊及第2导丝辊利用卷线机进行卷取,得到未拉伸纤维。

[0115] 将上述未拉伸纤维利用附带有轧辊的喂料辊卷起,在与第1辊之间给予未拉伸纤维绷紧后,使加热至 90°C 的第1辊及第2辊旋转6周来实施加热拉伸。然后,使加热至 140°C 的第3辊旋转6周来实施热定型。拉伸总倍率为3.50倍,在第3辊后,利用圆周速度 $400\text{m}/\text{分钟}$ 的非加热辊,利用卷线机进行卷取,得到拉伸纤维。

[0116] 清洗上述拉伸纤维的表面并进行脱脂,在进行蚀刻处理后,在纤维表面担载钨催

化剂,在硫酸铜水溶液中实施电镀铜处理。

[0117] 针对所得到的导电纤维评价总纤度、平均单纤维直径、平均卷曲数、断裂强度、断裂伸长率、体积电阻率、伸长10%时体积电阻率、对变形的电气特性稳定性。评价结果示于表1。

[0118] [实施例2、3]

[0119] 将纺纱工序中的单孔喷出量在实施例2中变更为1.40g/分钟、在实施例3中变更为0.56g/分钟,除此以外,按照与实施例1相同的方法得到导电纤维。所得到的导电纤维的评价结果示于表1。

[0120] [实施例4]

[0121] 将纺纱工序中的体积比率设为高粘度PET:低粘度PET=20:80,除此以外,按照与实施例1相同的方法得到导电纤维。所得到的导电纤维的评价结果示于表1。

[0122] [实施例5]

[0123] 使用Toray Industries, Inc. 制的聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)“Toraycon”1200M”作为聚合物A,除此以外,按照与实施例1相同的方法得到导电纤维。所得到的导电纤维的评价结果示于表2。

[0124] [实施例6]

[0125] 在纺纱工序中,使用将聚合物A配置于鞘、将聚合物B配置于芯的偏心度为0.30的偏心芯鞘型复合纤维,除此以外,按照与实施例1相同的方法得到导电纤维。所得到的导电纤维的评价结果示于表2。

[0126] [比较例1]

[0127] 将对Degussa公司制炉黑(Type L、平均粒径23 μ m)进行熔融混炼而成的聚对苯二甲酸丙二醇酯(polypropylene terephthalate) (PPT-CB)作为聚合物A、将间苯二甲酸(IPA)作为聚合物B,使用由7摩尔%前述聚合物A和聚合物B与4摩尔%双酚A-环氧乙烷加成物(BPA-EO)共聚而成的PET(共聚PET)构成的拉伸纤维,不实施电镀处理,除此以外,按照与实施例6相同的方法得到导电纤维。所得到的导电纤维的评价结果示于表2。

[0128] [实施例7]

[0129] 在纺纱工序中,使用中空型喷丝头(狭缝宽度0.08mm、狭缝直径0.8mm、3狭缝)仅纺出聚合物A后,使用单向流动型冷却装置,在风速50m/分钟的条件下进行空气冷却,使用在纤维截面方向上具有分子取向度差的未拉伸纤维,除此以外,按照与实施例1相同的方法得到导电纤维。所得到的导电纤维的评价结果示于表3。

[0130] [比较例2]

[0131] 使用Toray Opelontex Co., Ltd. 制的聚氨酯弹性纤维“LycraT-127”作为拉伸纤维,按照与实施例1相同的方法实施电镀铜处理,得到导电纤维。所得到的导电纤维的评价结果示于表3。

[0132] 表1

[0133] 表1

[0134]

| 项目 | 实施例1 | 实施例2 | 实施例3 | 实施例4 |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 复合形态 | 并列 | 并列 | 并列 | 并列 |
| 聚合物A | 高粘度PET | 高粘度PET | 高粘度PET | 高粘度PET |
| 比率(%) | 50 | 50 | 50 | 20 |
| 聚合物B | 低粘度PET | 低粘度PET | 低粘度PET | 低粘度PET |
| 比率(%) | 50 | 50 | 50 | 80 |
| 总纤度[dtex] | 101 | 173 | 67 | 101 |
| 平均单纤维直径(μm) | 14.8 | 19.4 | 12.3 | 14.8 |
| 平均卷曲数 [个/cm] | 11 | 6 | 13 | 3 |
| 卷曲形状 | 三维线圈 | 三维线圈 | 三维线圈 | 三维线圈 |
| 断裂强度 [cN/dtex] | 2.7 | 2.1 | 3.1 | 2.5 |
| 断裂伸长率(%) | 55 | 63 | 42 | 45 |
| 10%模量 [cN/dtex] | 0.08 | 0.21 | 0.05 | 0.93 |
| 金属层 | 电镀铜 | 电镀铜 | 电镀铜 | 电镀铜 |
| 体积电阻率 [$\Omega \cdot \text{cm}$] | 9.3×10^{-5} | 1.3×10^{-4} | 4.9×10^{-5} | 8.6×10^{-5} |
| 伸长10%时体积 电阻率[$\Omega \cdot \text{cm}$] | 7.4×10^{-5} | 1.4×10^{-4} | 4.1×10^{-5} | 8.5×10^{-4} |
| 对变形的电气 特性稳定性 | A | A | A | A |

[0135] 表2表2

[0136]

| 项目 | 实施例5 | 实施例6 | 比较例1 |
|---|----------------------|----------------------|-------------------|
| 复合形态 | 并列 | 偏心芯鞘 | 偏心芯鞘 |
| 聚合物A | PBT | 高粘度PET | PPT-CB |
| 比率[%] | 50 | 50 | 50 |
| 聚合物B | 低粘度PET | 低粘度PET | 共聚PET |
| 比率[%] | 50 | 50 | 50 |
| 总纤度[dtex] | 107 | 102 | 105 |
| 平均单纤维直径(μm) | 15.1 | 14.8 | 15.0 |
| 平均卷曲数 (个/cm) | 11 | 7 | 10 |
| 卷曲形状 | 三维线圈 | 三维线圈 | 三维线圈 |
| 断裂强度 (cN/dtex) | 2.6 | 2.9 | 2.1 |
| 断裂伸长率[%] | 52 | 48 | 68 |
| 10%模量 (cN/dtex) | 0.06 | 0.18 | 0.08 |
| 金属层 | 电镀铜 | 电镀铜 | - |
| 体积电阻率 ($\Omega \cdot \text{cm}$) | 8.1×10^{-5} | 9.3×10^{-5} | 5.8×10^1 |
| 伸长10%时体积 电阻率($\Omega \cdot \text{cm}$) | 6.9×10^{-5} | 8.1×10^{-5} | 3.2×10^1 |
| 对变形的电气 特性稳定性 | A | A | C |

[0137] 表3表3

[0138]

| 项目 | 实施例7 | 比较例2 |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 截面形状 | 中空 | 圆 |
| 聚合物 | 高粘度PET | 聚氨酯 |
| 总纤度〔d t e x〕 | 1 1 0 | 1 0 6 |
| 平均单纤维直径〔 μ m〕 | 1 7. 2 | 3 4. 1 |
| 平均卷曲数〔个/英寸〕 | 5 | 0 |
| 卷曲形状 | 三维线圈 | — |
| 断裂强度〔c N / d t e x〕 | 2. 3 | 2. 1 |
| 断裂伸长率〔%〕 | 4 8 | 5 8 1 |
| 10%模量〔c N / d t e x〕 | 0. 3 2 | 0. 0 3 |
| 金属层 | 电镀铜 | 电镀铜 |
| 体积电阻率〔 $\Omega \cdot$ cm〕 | $1. 2 \times 10^{-4}$ | $1. 8 \times 10^{-4}$ |
| 伸长10%时体积电阻率〔 $\Omega \cdot$ cm〕 | $1. 0 \times 10^{-4}$ | 不能测定 (测定上限) |
| 对变形的电气特性稳定性 | A | C |

[0139] 可见对于实施例1~7而言,不仅总纤度在特定范围内,而且平均卷曲数大、10%模量低,因此柔软性优异,另外,由于配置有金属层,因此体积电阻率低、并且对变形的电气特性稳定性优异。

[0140] 另一方面,可知的是,比较例1由于体积电阻率高,因此电流难以流动,从而风机不能驱动,另外,比较例2由于在伸长10%时表面的金属层被破坏,导电性显著降低,风机的旋转停止,因此对变形的电气特性稳定性不良。

[0141] 虽然使用特定方式对本发明进行了详细说明,但是对于本领域技术人员来说,能够在不脱离本发明的意图和范围的情况下进行各种变更及变形。需要说明的是,本申请基于2020年7月28日提出的日本专利申请(日本专利申请2020-127087),其全部公开内容引用于此。