



(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 202210671 A

(43) 公開日：中華民國 111 (2022) 年 03 月 16 日

(21) 申請案號：110127264

(22) 申請日：中華民國 110 (2021) 年 07 月 26 日

(51) Int. Cl. : *D01F1/09 (2006.01)* *H01B1/22 (2006.01)*

(30) 優先權：2020/07/28 日本 2020-127087

(71) 申請人：日商東麗股份有限公司 (日本) TORAY INDUSTRIES, INC. (JP)

日本

(72) 發明人：勝田大士 KATSUTA, HIROO (JP)；須藤真史 SUDO, MASAFUMI (JP)；武知慎

吾 TAKECHI, SHINGO (JP)；鹿野秀和 KANO, HIDEKAZU (JP)

(74) 代理人：賴經臣；宿希成

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：7 項 圖式數：0 共 26 頁

(54) 名稱

導電纖維、含有導電纖維之被服及含有導電纖維之電氣電子機器

(57) 摘要

本發明係提供：具有高導電性、對變形的電氣特性安定性、以及優異柔軟性，特別適合組裝於智慧紡織品等的布帛之導電纖維、以及使用其的被服或電氣電子機器。本發明的導電纖維係平均捲縮數為 2 個/cm 以上，且於纖維表面設有金屬層，體積電阻率為 $2 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ ，總纖度為 10~1000dtex。

【發明摘要】

【中文發明名稱】 導電纖維、含有導電纖維之被服及含有導電纖維之電氣電子機器

【中文】

本發明係提供：具有高導電性、對變形的電氣特性安定性、以及優異柔軟性，特別適合組裝於智慧紡織品等的布帛之導電纖維、以及使用其的被服或電氣電子機器。本發明的導電纖維係平均捲縮數為2個/cm以上，且於纖維表面設有金屬層，體積電阻率為 $2 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ ，總纖度為10~1000dtex。

【指定代表圖】 無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 導電纖維、含有導電纖維之被服及含有導電纖維之電氣電子機器

【技術領域】

【0001】 本發明係關於特別適用組裝於智慧紡織品等的布帛之導電纖維、及使用其之被服或電氣電子機器。

【先前技術】

【0002】 近年，在編織物、針織物等紡織品中組裝各種裝置、感測器、IC晶片等電子零件的智慧紡織品需求正擴大中。該等智慧紡織品係從運動用途至醫療用途均可配合目的自行設計，因而預估可在各種場合穿著。

【0003】 經組裝該等電子零件的智慧紡織品中，在進行裝置驅動源的電氣輸電、以及從感測器傳輸電氣信號時，需要電阻值較低的電氣配線。於該電氣配線使用普通銅線時，雖然於輸電、信號傳輸方面顯示充分的導電性，但無法追隨紡織品彎曲、伸縮等變形，有當組裝於被服時發生不舒適感的課題。

【0004】 從此種背景，有針對對導電纖維賦予相對於變形之電氣特性安定性、柔軟性的各種技術進行檢討。例如提案有：在使用彈性體的伸縮性纖維表面側內部附近，將形成由碘化銅所構成導電層的伸縮性導電纖維(參照專利文獻1)、或導電纖維形成為彈簧狀，而賦予高伸縮性，藉此成為耐久性優異的高伸縮性導電配線技術(參照非專利文獻1)。

【0005】 再者，對具捲縮的合成纖維賦予導電性之方法，係提案有：使含碳黑的導電層與具纖維形成性的非導電層，形成側對側或偏心芯鞘複合，且在纖維表面至少其中一部分形成了導電層的複合纖維(參照專利文獻2)等。

【0006】 再者，另外在纖維上形成金屬層而賦予機能性的技術，提案有：含有黏著於不織布構成纖維上的金屬層，且上述不織布含有捲縮纖維與接著纖維固化部的電磁波屏蔽片(參照專利文獻3)。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0007】

[專利文獻1]日本專利特開2010-209481號公報

[專利文獻2]日本專利特開2009-46785號公報

[專利文獻3]日本專利特開2020-17615號公報

[非專利文獻]

【0008】

[非專利文獻1][online]、2015年2月25日、國立研究開發法人產業技術綜合研究所、2020年6月29日檢索、網址 <URL : https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2015/pr20150225/pr20150225.html>

【發明內容】

(發明所欲解決之問題)

【0009】 專利文獻1的技術，藉由對使用2種不同彈性體的芯鞘複合纖維之鞘部賦予導電性，而獲得具伸縮性、電氣特性安定性的導電纖維。但是，專利文獻1的技術因為使用彈性體，因而所獲得纖維的纖維直徑實質變粗，此外因彈性體特有的彈性行為，將導致彎曲部或伸長部發生反彈力，因而有將導電纖維組裝於被服時，發生不舒適感的課題。

【0010】 非專利文獻1的技術，係藉由將導電纖維形成彈簧狀，而獲得伸縮性、耐久性優異的導電纖維。但是，因形成彈簧狀的纖維束外徑較粗，且因彈簧狀構造體的彈性行為將導致彎曲部、伸長部發生反彈力，因而有將導電纖維組裝於被服時，發生不舒適感的課題。

【0011】 專利文獻2的技術，係藉由作為含碳黑之導電層的捲縮纖維，可獲得伸縮性優異的導電纖維。但是，所獲得纖維的體積電阻值高達 $1 \times 10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上，當使用於電氣輸電、或從感測器傳輸信號時的導電性不足，且導電性容易因碳黑分散性而電阻值不均情形嚴重，無法充分確保電氣特性安定性。

【0012】 專利文獻3的技術係提案在不織布上黏著了金屬層的電磁波屏蔽片。但是，當裁切該不織布並使用於電氣配線時，有為了獲得充分的導電性能，需要較導電纖維更大的導電層面積，或因為屬於不織布形狀因而較難織入或編入至布帛等情形，所以不適用為智慧紡織品的電氣配線。

【0013】 緣是，本發明目的係有鑑於上述實情而完成，其提供：具有高導電性、對變形的電氣特性安定性、以及優異柔軟性，特別適合組

裝於智慧紡織品等的布帛之導電纖維、以及使用其的被服或電氣電子機器。

(解決問題之技術手段)

【0014】 經本案發明人等進行檢討，結果確認到：作為組裝有電子零件的智慧紡織品中使用於電氣輸電或從感測器傳輸信號的導電纖維，重點在於除了具有高導電性或對變形的電氣特性安定性外，尚需要具有無不舒適感且可追隨紡織品動作的優異柔軟性。

【0015】 所以，本案發明人等為了達成上述性能經深入鑽研，結果發現在具有特定捲縮數的纖維表面上配設金屬層，藉由將體積電阻率與總纖度設在特定範圍內，則除了變形追隨性或電氣特性安定性之外，尚顯示即使組裝於紡織品仍不致產生不舒適感的優異柔軟性，遂完成本發明。

【0016】 本發明係解決上述課題者，本發明的導電纖維係平均捲縮數為2個/cm以上，於纖維表面設有金屬層，體積電阻率為 $2 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ ，總纖度為10~1000dtex。

【0017】 根據本發明的導電纖維較佳態樣，平均單纖維直徑係5~20 μm 。

【0018】 根據本發明的導電纖維較佳態樣，係由長纖維所構成。

【0019】 根據本發明的導電纖維較佳態樣，朝纖維軸方向伸長10%時的體積電阻率係 $2 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 。

【0020】 根據本發明的導電纖維較佳態樣，捲縮形狀係三次元線圈形狀。

【0021】再者，本發明的被服或電氣電子機器，係至少其中一部分由上述導電纖維所構成。

(對照先前技術之功效)

【0022】根據本發明，可獲得除了具有高導電性、對變形的電氣特性安定性之外，尚具有優異柔軟性，特別適合組裝於智慧紡織品等的布帛之導電纖維、以及使用其之被服或電氣電子機器。

【實施方式】

【0023】本發明的導電纖維係平均捲縮數為2個/cm以上，在纖維表面上設有金屬層，且體積電阻率為 $2 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ ，總纖度為10~1000dtex。以下，針對構成要件進行詳細說明，本發明在不脫逸主旨範圍內，並不僅侷限於以下說明的範圍。

【0024】

[導電纖維]

本發明的導電纖維，較佳係金屬層以外的部分為由熱可塑性聚合物所構成。藉由金屬層以外的部分為由熱可塑性聚合物所構成，利用熔融紡絲法便可輕易成形為纖維形狀，成為於纖維軸方向上具有均勻形狀的導電纖維。

【0025】本發明的導電纖維所使用之熱可塑性聚合物的例，係可舉例如：「聚對苯二甲酸乙二酯、聚對苯二甲酸丙二酯、聚對苯二甲酸丁二酯、聚對苯二甲酸己二酯」等聚酯系聚合物及其共聚合體；「聚乳酸、聚琥珀酸乙二酯、聚琥珀酸丁二酯、聚琥珀酸丁二酯己二酸酯、聚羥丁酸酯-聚羥戊酸酯共聚合體、聚己內酯」等脂肪族聚酯系聚合物及其共聚

合體；「聚醯胺6、聚醯胺66、聚醯胺610、聚醯胺10、聚醯胺12、聚醯胺6-12」等脂肪族聚醯胺系聚合物及其共聚合體；「聚丙烯、聚乙烯、聚丁烯、聚甲基戊烯」等聚烯烴系聚合物及其共聚合體；含有乙烯單位25莫耳%~70莫耳%的水不溶性乙烯-乙烯醇共聚合體系聚合物、聚苯乙烯系、聚二烯系、氯系、聚烯烴系、聚酯系、聚胺酯系、聚醯胺系、氟系等彈性體系聚合物等，可從該等中選用。其中，從較容易利用金屬鍍覆等施行金屬層形成、不易發生金屬層剝離等觀點而言，較佳係使用聚酯系聚合物及其共聚合體。

【0026】 本發明的導電纖維在不致損及本發明效果之範圍內，亦可在上述熱可塑性聚合物中含有氧化鈦、二氧化矽、氧化鋇等無機質；碳黑、染料、顏料等著色劑；難燃劑、螢光增白劑、抗氧化劑、或紫外線吸收劑等各種添加劑。

【0027】 本發明的導電纖維除了單成分纖維之外，亦可為由2種以上聚合物經複合的複合纖維。上述導電纖維係複合纖維的情況，可舉例如：芯鞘型、海島型、側對側型、偏心芯鞘型等，較佳係藉由聚合物組合使纖維呈現三次元線圈狀(螺旋狀)捲縮的屬於複合形態的側對側型或偏心芯鞘型。當使用側對側型作為複合形態的情況，聚合物的組合例較佳係使用：不同黏度的同種聚酯系聚合物的組合、不同黏度的同種聚醯胺系聚合物的組合、以及如聚對苯二甲酸乙二酯、聚對苯二甲酸丁二酯般不同種類的聚酯系聚合物的組合等。又，當使用偏心芯鞘型作為複合形態的情況，聚合物的組合例係除了上述側對側型組合的例之外，尚適

用例如聚酯系聚合物與聚胺酯系聚合物的組合、或聚醯胺系聚合物與聚胺酯系聚合物的組合等。

【0028】 本發明的導電纖維之重點在於：平均捲縮數為2個/cm以上。藉由將平均捲縮數設為2個/cm以上、較佳3個/cm以上、更佳4個/cm以上，則有降低導電纖維之10%模數的傾向，故柔軟性提升。又，本發明的平均捲縮數的上限並無特別的限制，實質上限係60個/cm左右。

【0029】 另外，本發明的平均捲縮數係可如下求取。

(1)將從複絲中取出的單纖維在無荷重狀態下放置於試料台上，利用顯微鏡拍攝1cm份量的單纖維影像。

(2)從所拍攝影像計數纖維的山脊與谷底的數量後，將其合計除以2而求得捲縮數。

(3)將上述測定設為1水準，變更單纖維實施5次，將其算術平均值設為平均捲縮數。

【0030】 本發明的導電纖維之捲縮形狀係可設為例如鋸齒形狀、三次元線圈形狀、及該等的組合等捲縮形狀，其中較佳係三次元線圈形狀。藉由導電纖維的捲縮形狀為三次元線圈形狀，可提高對纖維軸方向之伸縮與複雜動作的追隨性，故可適用於被服等紡織品。

【0031】 本發明的導電纖維之重點在於：於纖維表面設有金屬層。藉由於纖維表面設有金屬層，可降低導電纖維的體積電阻率，在輸電與信號傳輸時可獲得充分導電性。

【0032】 本發明的導電纖維之纖維表面金屬層，係在能滿足本發明導電性能之前提下，其餘並無特別的限制，較佳係由鍍銅及/或鍍銀形成。

藉由纖維表面的金屬層係由鍍銅及/或鍍銀形成，除了可降低導電纖維的體積電阻率之外，尚亦可在纖維表面上均勻形成金屬層，故能提升導電性及纖維軸方向均勻性。另外，當纖維表面的金屬層為僅由鍍銅形成的情況，相較於僅由鍍銀形成的情況下，雖然導電性降低(體積電阻率增加)，但能抑低成本。

【0033】 本發明的導電纖維之重點在於：體積電阻率係 $2 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 。藉由將體積電阻率設為 $2 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上、較佳 $1 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上，便可實質地使纖維截面中之金屬層所佔比例變小，故能提升強度等力學物性。又，藉由將體積電阻率設為 $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下、較佳 $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下，在輸電或信號傳輸時可獲得的充分導電性。

【0034】 另外，本發明的體積電阻率係如下求取。

(1)將長度10cm的導電纖維在溫度25°C、濕度65%RH中保持1小時以上。

(2)依與連接至絕緣電阻計且由端子間距離5cm的2條棒端子所構成之探針相接之方式，不施加張力而安裝導電纖維。

(3)依施加電壓100V測定電阻值(Ω)，將所獲得電阻值除以探針距離5cm後，求取乘以供於後述方法進行測定的導電纖維之截面積 $A(\text{cm}^2)$ 之值。

(4)將上述測定設為1水準，變更測定地方實施5次，將其算術平均值設為體積電阻率($\Omega \cdot \text{cm}$)。

【0035】 此處，本發明中，當導電纖維係單絲的情況，便指單獨單絲時的體積電阻率；當導電纖維係複絲的情況，便指全體複絲時的體積

電阻率。即，於複絲的情況，構成複絲的所有單纖維之截面積 $A(\text{cm}^2)$ 的合計係相當於上述(3)的截面積 $A(\text{cm}^2)$ 。

【0036】 本發明的導電纖維朝纖維軸方向伸長10%時的體積電阻率，較佳係 $2 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 。藉由將朝纖維軸方向伸長10%時的體積電阻率設為較佳 $2 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上、更佳 $1 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上，即使在伸長變形時體積電阻率仍不致過度變化，因而成為對變形具有安定體積電阻率的導電纖維。又，藉由將朝纖維軸方向伸長10%時的體積電阻率設為較佳 $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下、更佳 $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下，便不致因伸長變形導致體積電阻率過度提高，即使組裝於紡織品並賦予複雜動作的情況，仍可在輸電與信號傳輸時經常獲得充分導電性，所以成為對變形的電氣特性安定性優異之導電纖維。

【0037】 另外，本發明所謂「朝纖維軸方向伸長10%時的體積電阻率」，係指測定上述體積電阻率時，將導電纖維從無荷重狀態伸長10%後依與探針相接的方式安裝而求得者。

【0038】 本發明的導電纖維之重點在於：總纖度係10~1000dtex。藉由將總纖度設為10dtex以上、較佳20dtex以上、更佳30dtex以上，除了可在輸電與信號傳輸方面達成充分的低電阻值之外，尚可提高纖維的斷裂強力，故可成為後加工性與耐久性均優異的導電纖維。又，藉由將總纖度設為1000dtex以下、較佳800dtex以下、更佳500dtex以下，即使組裝於被服等紡織品仍不致有不舒適感，成為穿著舒適性優異的導電纖維。

【0039】 另外，本發明中所謂「總纖度」，係指將導電纖維繞取100m絞紗，再將絞紗質量乘上100而計算出總纖度(dtex)，針對1水準測定5次，由其算術平均值求得。當導電纖維短於100m的情況、或無法進行繞取絞紗的情況，亦可測定導電纖維的長度(m)與質量(g)，利用質量(g)÷長度(m)×10000計算出總纖度(dtex)。

【0040】 本發明的導電纖維之平均單纖維直徑較佳係5~20 μm 。藉由將平均單纖維直徑設為較佳5 μm 以上、更佳6 μm 以上、特佳7 μm 以上，便可提高單纖維的強力，故可降低因摩擦等擦拭所造成的斷線情形，成為具高耐久性的導電纖維。又，藉由將平均單纖維直徑設為較佳20 μm 以下、更佳18 μm 以下、特佳16 μm 以下，便可輕易追隨彎曲等變形，成為柔軟纖維，故即使組裝於被服等紡織品，仍無不舒適感，成為穿著舒適性優異的導電纖維。

【0041】 另外，本發明的平均單纖維直徑係如下求取。

(1)將從複絲中取出的單纖維朝纖維軸垂直方向切斷，使用掃描式電子顯微鏡，依可觀察該單纖維截面全體的倍率拍攝影像。

(2)針對所拍攝的影像，使用影像解析軟體，測量由單纖維截面輪廓所形成的截面積A，計算出與該截面積A相同面積的正圓直徑(μm)。

(3)針對構成複絲的所有單纖維實施，將其算術平均值設為平均單纖維直徑(μm)。

【0042】 本發明的導電纖維係當使用偏心芯鞘型作為複合形態的情況，單纖維截面的偏心度較佳係0.05~0.80。藉由將偏心度設為較佳0.05以上、更佳0.10以上、特佳0.15以上，則平均捲縮數增加，所以能成

為柔軟性獲提升、且對變形的電氣特性安定性優異之導電纖維。又，藉由將偏心率設為較佳0.80以下、更佳0.65以下、特佳0.50以下，則提升紡絲步驟的截面形成性，故可成為斷線等缺點少、步驟安定性優異的導電纖維。

【0043】 另外，本發明的偏心率係如下求取。

(1)將從複絲中取出的單纖維朝纖維軸垂直方向切斷，使用掃描式電子顯微鏡，依可觀察該單纖維截面全體的倍率拍攝影像。

(2)針對所拍攝的影像，使用影像解析軟體，計算出從複合纖維全體截面所求取的重心a、從僅芯成分截面所求取的重心b，由下式計算出偏心率。

偏心率=(重心a與重心b的間隔)/(1/2×平均單纖維直徑)

【0044】 本發明的導電纖維係可由長纖維或短纖維所構成之加撚紗等任意形狀，其中較佳係由長纖維所構成。藉由導電纖維係由長纖維所構成，可減少導電性不均，故能成為於纖維軸方向上安定的體積電阻率、且具有高生產性與優異力學物性的導電纖維。

【0045】 本發明的導電纖維之斷裂強度較佳係1.5cN/dtex以上。藉由將斷裂強度設為較佳1.5cN/dtex以上、更佳2.0cN/dtex以上，便可減少編織等後加工步驟時之斷線情形，所以能成為步驟安定性優異的導電纖維。另一方面，本發明的斷裂強度上限並無特別的限制，實質上限係10.0cN/dtex左右。

【0046】 另外，本發明的斷裂強度係根據JIS L 1013：2010 8.5所記載的拉伸強度及伸展率，在未施加張力之下安裝導電纖維，於試料長

200mm、拉伸速度200mm/分的條件下測定斷裂時的強力(cN)，藉由除以總纖度(dtex)而計算出強度(cN/dtex)，針對1水準施行5次測定，由其算術平均值求得。

【0047】 本發明的導電纖維之斷裂伸度較佳係15~200%。藉由將斷裂伸度設為較佳15%以上、更佳20%以上、特佳30%以上，便可減少後加工步驟時之斷線情形，故能成為步驟安定性優異的導電纖維。又，藉由將斷裂伸度設為較佳200%以下、更佳180%以下、特佳160%以下，在纖維伸長時不易發生塑性變形，故能成為耐久性優異的導電纖維。

【0048】 另外，本發明的斷裂伸度係根據JIS L 1013：2010 8.5所記載的拉伸強度及伸展率，在未施加張力之下安裝導電纖維，於試料長200mm、拉伸速度200mm/分的條件下測定斷裂時的伸度(%)，針對1水準施行5次測定，由其算術平均值求得。

【0049】 本發明的導電纖維之10%模數較佳係1.50cN/dtex以下。藉由將10%模數設為較佳1.50cN/dtex以下、更佳1.00cN/dtex以下、特佳0.50cN/dtex以下，便可減小因變形所生成的應力，故能成為柔軟性優異的導電纖維。另一方面，本發明的10%模數下限並無特別的限制，實質下限係0.00cN/dtex。

【0050】 另外，本發明的10%模數係根據JIS L 1013：2010 8.5所記載的拉伸強度及伸展率，在未施加張力之下安裝導電纖維，於試料長200mm、拉伸速度200mm/分的條件下測定伸長10%時的應力(cN/dtex)，針對1水準施行5次測定，由其算術平均值求得。

【0051】 本發明的導電纖維係除了高導電性、對變形的電氣特性安定性之外，尚具有優異柔軟性，因而活用該等特徵，可使用於例如作為抗靜電素材，的絲襪、緊身褲襪、防塵衣等衣料；窗簾等紡織品；或室內外、車輛內所鋪設的地毯、墊子、地板材等各種用途，特別適用於成為組裝於布帛的裝置驅動源之電氣輸電、或從感測器傳輸電氣信號等的智慧紡織品。又，於電氣電子機器方面，藉由在需要伸縮、彎曲般之動作的部分組裝本發明的導電纖維，亦可適用於電氣輸電、或從感測器傳輸電氣信號等。

【0052】

[被服]

本發明的被服係至少其中一部分由本發明的導電纖維所構成。藉由至少其中一部分含有本發明的導電纖維，成為在穿著時無不舒適感、穿著舒適性優異的被服。

【0053】 本發明的被服係用於部分性或全體性覆蓋身體而穿著的物件，不僅止為上衣、下衣、或和服、罩衣等衣服，亦涵蓋帽子、手袋、襪子等。其中，藉由應用於組裝了各種裝置、感測器、IC晶片等電子零件的智慧紡織品被服，便可充分發揮高導電性、對變形的電氣特性安定性、柔軟性等本發明的導電纖維之特徵，故更佳。

【0054】 例如在將本發明的導電纖維應用於智慧紡織品時，利用因捲縮造成的高柔軟性則不致妨礙人體動作，且藉由將總纖度設在特定範圍內，可成為在穿著時無不舒適感、穿著舒適性優異的智慧紡織品。又，本發明的導電纖維係相較於含碳黑的纖維之下，體積電阻率較低，因而

除了可進行裝置驅動源的電氣輸電、或從感測器傳輸電氣信號之外，對變形的電氣特性安定性亦優異。所以，本發明的導電纖維可應用於各種用途的智慧紡織品。

【0055】 本發明的被服係當將導電纖維使用於電氣輸電時，亦可在配設導電纖維的部位處被覆絕緣材料。藉由於配設導電纖維的部分處被覆絕緣材料，可防止觸電等，故較佳。

【0056】

[電氣電子機器]

本發明的電氣電子機器係至少其中一部分由本發明的導電纖維所構成。藉由至少其中一部分含有本發明的導電纖維，便可順暢地進行如伸縮、彎曲般之動作，且成為對變形的電氣特性安定性優異之電氣機器或電子機器。

【0057】 本發明的導電纖維係除可電氣輸電、從感測器傳輸電氣信號之外，對變形的電氣特性安定性亦優異。所以，本發明的導電纖維可適用於需要伸縮、彎曲之類動作的各種用途之電氣電子機器。

【0058】 本發明的電氣電子機器係在將導電纖維使用於電氣輸電時，亦可在配設導電纖維的部位處被覆絕緣材料。藉由於配設導電纖維的部分處被覆絕緣材料，便可防止觸電等，故較佳。

【0059】

[導電纖維、被服及電氣電子機器之製造方法]

其次，針對製造本發明的導電纖維之較佳態樣進行具體說明。

【0060】 本發明的導電纖維之製造方法係可從溶液紡絲法、熔融紡絲法等之中選擇，從環境負荷小、製造容易的觀點而言，較佳係採用熔融紡絲法。

【0061】 本發明所使用的熱可塑性聚合物，在防止水分混入、除去寡聚物之目的下，最好在供於紡絲之前施行乾燥，可提高製絲性而較佳。乾燥條件通常係採用80~200℃、1~24小時的真空乾燥。

【0062】 熔融紡絲係可採取使用了例如加壓金屬型、單軸、雙軸擠壓機型等擠出機的熔融紡絲法。所擠出的熱可塑性聚合物係經由配管，利用齒輪泵等計量裝置進行計量，再通過除去異物的過濾器後，導引於噴絲嘴並吐出。又，當將纖維設為複合纖維的情況，分別將各熱可塑性聚合物從各自的配管導引於噴絲嘴，於噴絲嘴內合流並規範形狀為側對側型或偏心芯鞘型等，吐出成為複合纖維。依此獲得的複合纖維係藉由供給至後述延伸步驟，成為具有三次元線圈形狀的纖維。

【0063】 當使用聚酯或聚醯胺作為熱可塑性聚合物的情況，從聚合物配管至噴絲嘴的溫度(紡絲溫度)，為了提高流動性，較佳係設為上述熱可塑性聚合物的熔點+20℃以上，又為了能抑制熱可塑性聚合物的熱分解，較佳係設在320℃以下。

【0064】 吐出時所使用的噴絲嘴，較佳態樣係將紡嘴孔的孔徑D設為0.1mm以上且0.6mm以下，又，依紡嘴孔流道長L(與紡嘴孔孔徑相同大小的直管部的長度)除以孔徑的商值所定義之L/D，係1以上且10以下。

【0065】 從紡嘴孔吐出的纖維係藉由吹抵冷卻風(空氣)而冷卻固化。冷卻風的溫度，從冷卻效率的觀點而言，可由與冷卻風速的均衡進

行決定，較佳態樣係30°C以下。藉由將冷卻風溫度設為較佳30°C以下，便可使利用冷卻進行的固化行為安定，成為纖維直徑均勻性高的導電纖維。

【0066】 再者，冷卻風較佳係朝從紡嘴所吐出之未延伸纖維的大致垂直方向流動。此時，冷卻風的速度，從冷卻效率與纖維直徑均勻性的觀點而言，較佳係10m/分以上，從製絲安定性的觀點而言，較佳係100m/分以下。又，藉由將冷卻風的吹出方向設為單一方向，對使用比熱容量較大之熱可塑性聚合物的纖維、或經中空化的纖維等進行冷卻，便可獲得於纖維截面方向具有分子配向度差的未延伸纖維，藉由將該未延伸纖維供於後述延伸步驟，亦可獲得具有捲縮的纖維。

【0067】 經冷卻固化的未延伸纖維係利用依一定速度旋轉的輓(導絲輓)進行牽引。為了提升纖維直徑均勻性與生產性，牽引速度較佳係300m/分以上，為了不致發生斷線情形，較佳係4000m/分以下。

【0068】 依此獲得的未延伸纖維係暫時捲取後才供於延伸步驟，或在牽引後接著連續供於延伸步驟。延伸係藉由在經加熱之第1輓、或在第1輓與第2輓間設置的加熱裝置(例如：加熱浴中或熱板上)使其行走而實施。延伸條件係依照所獲得未延伸纖維的力學物性等決定，延伸溫度係由經加熱第1輓、或在第1輓與第2輓間設置的加熱裝置的溫度而決定，延伸倍率係由第1輓與第2輓的圓周速度比決定。

【0069】 再者，通過第2輓後，利用經加熱之第3輓、或在第2輓與第3輓間設置的加熱裝置加熱延伸纖維，亦可實施熱定型。藉由施行熱定型則進行結晶化，成為形狀安定性優異的導電纖維。

【0070】 依上述製造方法所獲得的延伸纖維係藉由施行前述複合纖維化、冷卻條件調整等，便可使延伸後的狀態呈現三次元線圈形狀。又，亦可利用壓緊鉗、齒輪等對所獲得延伸纖維賦予機械捲縮。

【0071】 所獲得捲縮纖維係為了在纖維表面上形成金屬層而施行金屬鍍覆處理。金屬鍍覆的金屬係在能滿足本發明導電性能之前提下，其餘並無特別的限制，從導電性能及成本的觀點而言，較佳係銅及/或銀。又，金屬鍍覆處理係只要能在捲縮纖維上形成金屬層的方法便可，可舉例如：無電解鍍金屬法、電解鍍金屬法、熔融金屬鍍覆法、真空蒸鍍法、化學蒸鍍法、物理蒸鍍法等。又，施行金屬鍍覆處理前，為了使金屬層形成較為容易，亦可施行表面改質處理等。

【0072】 依上述製造方法所獲得在捲縮纖維表面上形成有金屬層的導電纖維，係組裝於織物、編織物等紡織品。當組裝於織物、編織物時，可舉例如：在供於製造步驟的纖維其中一部分或全部使用本發明的導電纖維之方法、或在由其他纖維構成的原布、編織物中縫合本發明的導電纖維之方法等。使用依此獲得的紡織品(織物、編織物)縫製本發明的被服。又，亦可舉例如在被服上直接縫合本發明的導電纖維之方法等。又，將本發明的導電纖維組裝於電氣電子機器時，可採取與如銅線般之一般電氣配線同樣的方法等。

[實施例]

【0073】 其次，根據實施例針對本發明進行詳細說明。惟，本發明並不僅侷限於該等實施例。另外，各物性的測定在無特別記載之前提下，均根據前述方法進行測定。

【0074】

(1)總纖度

使用INTEC股份有限公司製的電動搖紗機「YC-1」，依如前述進行測定。

【0075】

(2)平均單纖維直徑

針對從複絲中取出的單纖維，使用日立高科技股份有限公司製掃描式電子顯微鏡「S-5500」，依可觀察單纖維全體截面的倍率拍攝影像。然後，影像解析軟體係使用三谷商事股份有限公司製「WinROOF2015」，依如前述進行測定。

【0076】

(3)平均捲縮數

針對從複絲中取出的單纖維，使用KEYENCE股份有限公司製安裝有大範圍變焦鏡頭「VH-Z100R」的數位式顯微鏡「VHX-2000」，依如前述進行測定。

【0077】

(4)斷裂強度、斷裂伸度、10%模數

使用ORIENTEC股份有限公司製拉伸試驗機「張力機UCT100」，依如前述進行測定。

【0078】

(5)體積電阻率、10%伸長時體積電阻率

使用東亞DKK股份有限公司製絕緣電阻計「SM-8220」，依如前述進行測定。

【0079】

(6)對變形之電氣特性安定性

針對至少縱橫其中任一方向的斷裂伸度達15%以上、且未含導電層的聚酯製伸縮編織物(起毛線圈、基重170g/m²)，於高伸度方向每隔3cm縫合(直針縫、針距0.5cm)實施例與比較例所獲得的導電纖維，平行隔開15cm縫合2條。接著，朝伸縮布料的高伸度方向伸長10%後再返回無荷重狀態，然後依縫線不鬆弛之方式打結收尾，而固定2條縫線。在上述2條縫線之端部分別連接日本電產股份有限公司製軸流DC風扇「D02X(額定電壓5V)」的端子，在縫線另一端則連接輸出電壓設為5V的直流電源裝置。然後，一邊流通電流使風扇旋轉，一邊依3秒/次的速度重複10次的10%伸縮(來回)，將「風扇充分旋轉、且伸縮動作中的風扇轉數無變化」者評為「A(良好)」，將「伸縮動作中的風扇轉數有變化」者評為「B(略不佳)」，將「風扇旋轉明顯變慢、或風扇停止旋轉」者評為「C(不佳)」，而評價對變形的電氣特性安定性。

【0080】

[實施例1]

將聚合物A之固有黏度0.9dL/g的高黏度聚對苯二甲酸乙二酯(PET)、以及聚合物B之固有黏度0.6dL/g的低黏度PET，依150°C施行12小時真空乾燥後，依紡絲溫度290°C施行熔融紡絲。熔融紡絲時，高黏度PET與低黏度PET分別由各別的雙軸擠出機進行熔融擠出，經利用齒輪

泵進行計量並導引於噴絲嘴。然後，在噴絲嘴內為依體積比率為高黏度PET：低黏度PET=50：50的側對側型進行形狀規範而合流，從具有孔徑0.3mm ϕ 圓孔36孔的紡嘴，依單孔吐出量0.82g/分進行吐出。

【0081】 從紡嘴吐出的絲線通過50mm保溫區域後，使用單向流式冷卻裝置，依溫度25°C、風速30m/分的條件通過1.0m進行空冷。然後，在距紡嘴面下方2.0m處賦予油劑，集束36支絲並經由1000m/分的第1導絲輓與第2導絲輓，再利用絡筒機進行捲取，獲得未延伸纖維。

【0082】 將上述未延伸纖維利用附設有夾輓的進料輓進行牽引，在與第1輓間對未延伸纖維賦予張緊後，在加熱至90°C的第1輓與第2輓上繞6圈而實施加熱延伸。然後，在加熱至140°C的第3輓上繞6圈，而實施熱定型。延伸總倍率係3.50倍，經第3輓後，經由圓周速度400m/分的非加熱輓，利用絡筒機進行捲取而獲得延伸纖維。

【0083】 清洗上述延伸纖維表面進行脫脂，經施行蝕刻處理後，使纖維表面載持鈮觸媒，再於硫酸銅水溶液中實施鍍銅處理。

【0084】 針對所獲得導電纖維，針對總纖度、平均單纖維直徑、平均捲縮數、斷裂強度、斷裂伸度、體積電阻率、10%伸長時體積電阻率、以及對變形之電氣特性安定性施行評價。評價結果如表1所示。

【0085】

[實施例2、3]

除了將紡絲步驟的單孔吐出量，於實施例2變更為1.40g/分、於實施例3變更為0.56g/分之外，其餘均依照與實施例1同樣的方法獲得導電纖維。所獲得導電纖維的評價結果係如表1所示。

【0086】

[實施例4]

除了將紡絲步驟的體積比率設為高黏度PET：低黏度PET=20：80之外，其餘均依照與實施例1同樣的方法獲得導電纖維。所獲得導電纖維的評價結果係如表1所示。

【0087】

[實施例5]

除了聚合物A係使用東麗股份有限公司製的聚對苯二甲酸丁二酯(PBT)「TORAYCON 1200M」之外，其餘均依照與實施例1同樣的方法獲得導電纖維。所獲得導電纖維的評價結果係如表2所示。

【0088】

[實施例6]

除了在紡絲步驟中，將聚合物A配置於鞘、聚合物B配置於芯，形成偏心度0.30的偏心芯鞘型複合纖維之外，其餘均依照與實施例1同樣的方法獲得導電纖維。所獲得導電纖維的評價結果係如表2所示。

【0089】

[比較例1]

聚合物A係使用由Degussa公司製爐黑(形式L、平均粒徑23 μm)進行熔融混練的聚對苯二甲酸丙二酯(PPT-CB)，聚合物B係使用由異酞酸(IPA)7莫耳%、雙酚A-環氧乙烷加成物(BPA-EO)4莫耳%經共聚合的PET(共聚合PET)，使用由聚合物A與聚合物B構成的延伸纖維，除了未

施行金屬鍍覆處理之外，其餘均依照與實施例6同樣的方法獲得導電纖維。所獲得導電纖維的評價結果係如表2所示。

【0090】

[實施例7]

除了在紡絲步驟中，使用僅將聚合物A使用中空型紡嘴(狹縫寬0.08mm、狹縫直徑0.8mm、3狹縫)吐出後，利用單向流式冷卻裝置依風速50m/分的條件進行空冷，而獲得纖維截面方向具有分子配向度差的未延伸纖維之外，其餘均依照與實施例1同樣的方法獲得導電纖維。所獲得導電纖維的評價結果係如表3所示。

【0091】

[比較例2]

延伸纖維係使用TORAY OPELONTEX股份有限公司製的聚胺酯彈性纖維「LYCRA T-127」，依照與實施例1同樣的方法實施鍍銅處理而獲得導電纖維。所獲得導電纖維的評價結果係如表3所示。

【0092】 [表1]

表1

項目	實施例1	實施例2	實施例3	實施例4
複合形態	側對側	側對側	側對側	側對側
聚合物A	高黏度PET	高黏度PET	高黏度PET	高黏度PET
比率[%]	50	50	50	20
聚合物B	低黏度PET	低黏度PET	低黏度PET	低黏度PET
比率[%]	50	50	50	80
總纖度[dtex]	101	173	67	101
平均單纖維直徑[μm]	14.8	19.4	12.3	14.8
平均捲縮數 [個/cm]	11	6	13	3
捲縮形狀	三次元線圈	三次元線圈	三次元線圈	三次元線圈
斷裂強度 [cN/dtex]	2.7	2.1	3.1	2.5
斷裂伸度[%]	55	63	42	45
10%模數 [cN/dtex]	0.08	0.21	0.05	0.93
金屬層	鍍銅	鍍銅	鍍銅	鍍銅
體積電阻率 [$\Omega\cdot\text{cm}$]	9.3×10^{-5}	1.3×10^{-4}	4.9×10^{-5}	8.6×10^{-5}
10%伸長時體積電阻率 [$\Omega\cdot\text{cm}$]	7.4×10^{-5}	1.4×10^{-4}	4.1×10^{-5}	8.5×10^{-4}
對變形之電氣特性安定性	A	A	A	A

【0093】 [表2]

表2

項目	實施例5	實施例6	比較例1
複合形態	側對側	偏心芯鞘	偏心芯鞘
聚合物A	PBT	高黏度PET	PPT-CB
比率[%]	50	50	50
聚合物B	低黏度PET	低黏度PET	共重合PET
比率[%]	50	50	50
總纖度[dtex]	107	102	105
平均單纖維直徑[μm]	15.1	14.8	15.0
平均捲縮數 [個/cm]	11	7	10
捲縮形狀	三次元線圈	三次元線圈	三次元線圈
斷裂強度 [cN/dtex]	2.6	2.9	2.1
斷裂伸度[%]	52	48	68
10%模數 [cN/dtex]	0.06	0.18	0.08
金屬層	鍍銅	鍍銅	—
體積電阻率 [$\Omega\cdot\text{cm}$]	8.1×10^{-5}	9.3×10^{-5}	5.8×10^1
10%伸長時體積電阻率 [$\Omega\cdot\text{cm}$]	6.9×10^{-5}	8.1×10^{-5}	3.2×10^1
對變形之電氣特性安定性	A	A	C

【0094】 [表3]

表3

項目	實施例7	比較例2
斷面形狀	中空	圓
聚合物	高黏度PET	聚胺酯
總纖度[dtex]	110	106
平均單纖維直徑[μm]	17.2	34.1
平均捲縮數 [個/吋]	5	0
捲縮形狀	三次元線圈	—
斷裂強度 [cN/dtex]	2.3	2.1
斷裂伸度[%]	48	58.1
10%模數 (cN/dtex)	0.32	0.03
金屬層	鍍銅	鍍銅
體積電阻率 [$\Omega\cdot\text{cm}$]	1.2×10^{-4}	1.8×10^{-4}
10%伸長時體積電阻率 [$\Omega\cdot\text{cm}$]	1.0×10^{-4}	無法測定 (測定上限)
對變形之電氣特性安定性	A	C

【0095】 得知實施例1~7係除了總纖度在特定範圍內之外，平均捲縮數大、10%模數低，因而柔軟性優異，又因為配有金屬層，因而體積電阻率低、且對變形之電氣特性安定性優異。

【0096】 另一方面，得知比較例1因為體積電阻率高，因而電氣不易流通，驅動風扇；又，比較例2係在10%伸長時，表面的金屬層遭破壞，導致導電性明顯降低，風扇旋轉停止，因而對變形之電氣特性安定性差。

【0097】 針對本發明使用特定態樣進行了詳細說明，惟在不脫逸本發明主旨與範圍之前提下，均可進行各種變更與變化，此係熟習此技術者可輕易思及。另外，本申請案係根據2020年7月28日所提出申請的日本專利申請案(特願2020-127087)為基礎，援引其全體內容並融入本案中。

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種導電纖維，係平均捲縮數為2個/cm以上，且於纖維表面設有金屬層，體積電阻率為 $2 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ ，總纖度為10~1000dtex。

【請求項2】 如請求項1之導電纖維，其中，平均單纖維直徑係5~20 μm 。

【請求項3】 如請求項1或2之導電纖維，係由長纖維所構成。

【請求項4】 如請求項1至3中任一項之導電纖維，其中，朝纖維軸方向伸長10%時的體積電阻率係 $2 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 。

【請求項5】 如請求項1至4中任一項之導電纖維，其中，捲縮形狀係三次元線圈形狀。

【請求項6】 一種被服，係至少其中一部分由請求項1至5中任一項之導電纖維所構成。

【請求項7】 一種電氣電子機器，係至少其中一部分由請求項1至5中任一項之導電纖維所構成。