

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年3月15日(15.03.2018)



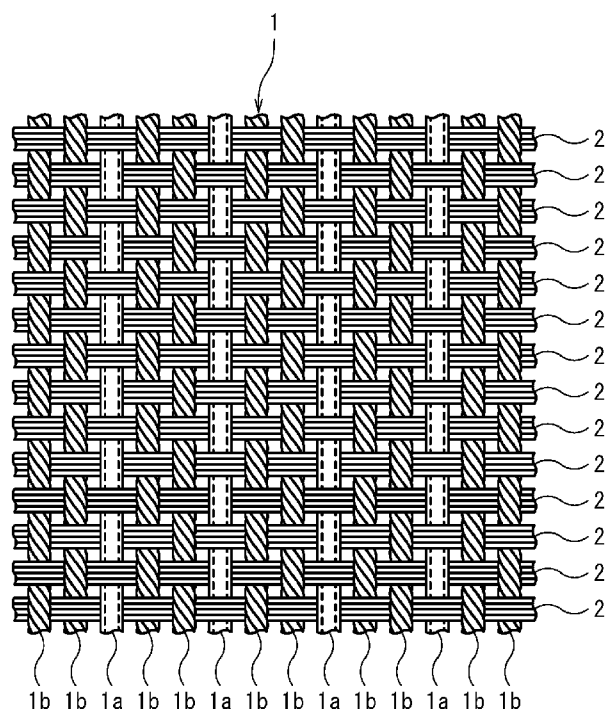
(10) 国際公開番号

WO 2018/047718 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 7/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/031467
- (22) 国際出願日: 2017年8月31日(31.08.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-174983 2016年9月7日(07.09.2016) JP
- (71) 出願人: ヤマハ株式会社 (YAMAHA CORPORATION) [JP/JP]; 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町10番1号 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 克典 (SUZUKI Katsunori); 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内 Shizuoka (JP). 奥宮 保郎 (OKUMIYA Yasuro); 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内 Shizuoka (JP). 谷高 幸司 (YATAKA Koji); 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内 Shizuoka (JP). 佐藤 優典 (SATO Yusuke); 〒4308650 静岡県浜松市中区中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 天野 一規 (AMANO Kazunori); 〒6500025 兵庫県神戸市中央区相生町1丁

(54) Title: ANISOTROPIC STRAIN SENSOR SHEET AND CLOTHING

(54) 発明の名称: 異方性歪みセンサシート及び衣類



(57) **Abstract:** The present invention addresses the problem of providing an anisotropic strain sensor sheet that produces little discomfort even when applied to, for example, clothing and is capable of selectively detecting expansion and contraction in a specific direction. An anisotropic strain sensor sheet according to the present invention is provided with a plurality of woven first-direction threads and second-direction threads. The plurality of first-direction threads have a lower initial tensile resistance than the plurality of second-direction threads. The plurality of first-direction threads include carbon



目 1 番 1 8 号 富士興業西元町ビル 6 階
天野特許事務所内 Hyogo (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

nanotube threads having resistance values that vary as a result of expansion and contraction in the longitudinal direction.

(57) 要約: 本発明は、衣類等に適用しても違和感が小さく、かつ特定方向の伸縮を選択的に検出できる異方性歪みセンサシートを提供することを課題とする。本発明に係る異方性歪みセンサシートは、織り上げられた複数の第1方向糸及び複数の第2方向糸を備え、前記複数の第1方向糸が複数の第2方向糸よりも小さい初期引張抵抗度を有し、前記複数の第1方向糸が長手方向の伸縮により抵抗値が変化するCNT糸を含む。

明 細 書

発明の名称：異方性歪みセンサシート及び衣類

技術分野

[0001] 本発明は、異方性歪みセンサシート及び衣類に関する。

背景技術

[0002] 人体の動きをセンサにより検出して数値データ化する多様な試みがなされている。中でも、人体の動作に伴う体表面の伸縮を歪みセンサによって検出する技術の研究が進んでいる。

[0003] このような歪みセンサとして、布等の基材の表面に導電性高分子とバインダー樹脂とを含有する抵抗体を積層し、抵抗体の伸縮に伴う抵抗値変化を測定するものが提案されている（特開２０１４－２２８５０７号公報参照）。この公報に記載の歪みセンサは、衣類等に組み込むことができるとされているが、基材の表面に樹脂製の抵抗体を積層するため、抵抗体を有する部分の初期引張抵抗度（見掛けヤング率）が低下して被験者に違和感を与えるおそれや、抵抗体を有する部分の通気性が低下して蒸れやすくなるおそれがあるという不都合を有する。

[0004] また、前記公報に記載の歪みセンサは、シート状の抵抗体が等方性を有するので、特定の方向の伸縮だけを検出することができない。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開２０１４－２２８５０７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 前記不都合に鑑みて、本発明は、衣類等に適用しても違和感が小さく、かつ特定方向の伸縮を選択的に検出できる異方性歪みセンサシート、及び人体の動きを検出できる衣類を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

- [0007] 前記課題を解決するためになされた発明は、織り上げられた複数の第1方向糸及び複数の第2方向糸を備え、前記複数の第1方向糸が複数の第2方向糸よりも小さい初期引張抵抗度を有し、前記複数の第1方向糸が長手方向の伸縮により抵抗値が変化するCNT糸（カーボンナノチューブ繊維から形成される糸）を含む異方性歪みセンサシートである。
- [0008] 前記第2方向糸が無撚糸であるとよい。
- [0009] 前記第2方向糸が組紐状糸であってもよい。
- [0010] 前記CNT糸以外の第1方向糸が撚糸であるとよい。
- [0011] 前記CNT糸が最外面に樹脂被覆層を有するとよい。
- [0012] 前記CNT糸を構成する複数のCNTが前記CNT糸と第2抵抗糸との交差位置において互いに離間するとよい。
- [0013] 前記課題を解決するためになされた別の発明は、少なくとも一部を構成する生地が前記異方導電性シートである衣類である。
- [0014] なお、「初期引張抵抗度」とは、JIS-L1013（2010）に準拠して測定される値である。また、「組紐状糸」とは、複数の繊維を撚りを入れずに編み合わせた構成（Braided construction）を有する糸状体を意味する。

発明の効果

- [0015] 本発明の異方性歪みセンサシートは、織糸がCNT糸を含むため、質感が一般的な織布と略同じであり、衣類の少なくとも一部を構成する生地として使用しても着用者に違和感を与え難い。また、当該異方性歪みセンサシートは、CNT糸によって第1方向糸に沿う方向の伸縮だけを選択的に検出することができる。このため、当該異方性歪みセンサシートを少なくとも一部の生地とする本発明の衣類は、人体の動きを検出できる。

図面の簡単な説明

- [0016] [図1]本発明の一実施形態の異方性歪みセンサシートの一部を示す模式的平面図である。

[図2]図1の異方性歪みセンサシートのCNT糸の構成を例示する模式的断面

図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、適宜図面を参照しつつ、本発明の実施の形態を詳説する。

[0018] [第一実施形態]

図1に示す本発明の第一実施形態の異方性歪みセンサシートは、織り上げられた複数の第1方向糸1及び複数の第2方向糸2を備える。つまり、当該異方性歪みセンサシートは、第1方向糸1及び複数の第2方向糸2の一方を経糸とし、第1方向糸1及び複数の第2方向糸2の他方を緯糸とする織布から形成される。

[0019] この第1方向糸1及び複数の第2方向糸2の織り方としては、特に限定されず、例えば平織り、綾織り、朱子織り等とすることができる。

[0020] [第1方向糸]

複数の第1方向糸1は、長手方向の伸縮により抵抗値が変化するCNT糸1aを含む。つまり、1本以上の第1方向糸1は、CNT糸1aからなる。また、第1方向糸1は、CNT糸1a以外の糸（以下普通糸と呼ぶことがある）1bを含むことができる。

[0021] このように、第1方向糸1は強度が小さくなり易いCNT糸を含むため、第1方向糸1を織成時に相対的に負荷がかかり難い緯糸とし、第2方向糸を経糸とすることが好ましい場合が多いと考えられる。

[0022] 複数の第1方向糸1におけるCNT糸1aの本数割合の下限としては、0.5%が好ましく、1%がより好ましい。一方、複数の第1方向糸1におけるCNT糸1aの本数割合の上限としては、特に限定されないが、50%が好ましく、30%がより好ましい。複数の第1方向糸1におけるCNT糸1aの本数割合が前記下限に満たない場合、当該異方性歪みセンサシートを生地として衣類等を形成した場合に、所望の位置の歪みを正確に検出することができないおそれがある。逆に、複数の第1方向糸1におけるCNT糸1aの本数割合が前記上限を超える場合、当該異方性歪みセンサシートの第1方向糸1に沿う方向の強度が不十分となるおそれがある。

[0023] 第1方向糸1（CNT糸1a及び普通糸1b）は、複数の第2方向糸2よりも小さい初期引張抵抗度（見掛けヤング率）を有する。第2方向糸2の平均初期引張抵抗度に対する第1方向糸1の平均初期引張抵抗度の比の下限としては、0.01が好ましく、0.05がより好ましい。一方、第2方向糸2の平均初期引張抵抗度に対する第1方向糸1の平均初期引張抵抗度（第1方向糸1の全体の平均値）の比の上限としては、0.7が好ましく、0.5がより好ましい。第2方向糸2の平均初期引張抵抗度に対する第1方向糸1の比が前記下限に満たない場合、第1方向糸1と複数の第2方向糸2とを織り上げることが容易でなくなるおそれがある。逆に、第2方向糸2の平均初期引張抵抗度に対する第1方向糸1の比が前記上限を超える場合、当該異方性歪みセンサシートの歪み検出の異方性が不十分となるおそれがある。

[0024] 第1方向糸1の平均初期引張抵抗度の下限としては、10MPaが好ましく、50MPaがより好ましい。一方、第1方向糸1の平均初期引張抵抗度の上限としては、2000MPaが好ましく、1000MPaがより好ましい。第1方向糸1の平均初期引張抵抗度が前記下限に満たない場合、当該異方性歪みセンサシートの歪み検出可能範囲が小さくなるおそれがある。逆に、第1方向糸1の平均初期引張抵抗度が前記上限を超える場合、当該異方性歪みセンサシートの歪み検出の異方性が不十分となるおそれがある。

[0025] <CNT糸>

CNT糸1aは、図2に示すように、CNT11の束を主体とする糸状の導電部12を有するものとすることができる。また、CNT糸1aは、最外面に樹脂被覆層13を有することが好ましい。

[0026] （導電部）

導電部12は、複数のCNT11が長さ方向に引き揃えられたものである。この導電部12は、このようにCNT11が一方向にひき揃えられたCNT束に撚りをかけたものであってもよく、複数のCNT束を撚り合わせたものであってもよい。

[0027] このような導電部12は、複数のCNT11が互いにオーバーラップしな

がら接触し、電氣的に接続されることによって電流パスを形成することで導電性を有するよう構成される。この導電部12を構成する複数のCNT11は、撚り合わされていてもよい。このような構成の導電部12は、特にCNT11間の接触面積が限られることによってある程度の電気抵抗を示す。そして、導電部12が長手方向に伸縮すると、CNT11同士の接触具合に変化が起こり、導電部12の抵抗値に変化を生じる。

[0028] 導電部12の平均径の下限としては、 $0.5\mu\text{m}$ が好ましく、 $5\mu\text{m}$ がより好ましい。一方、導電部12の平均径の上限としては、 1.0mm が好ましく、 0.5mm がより好ましい。導電部12の平均径が前記下限に満たない場合、CNT11の連続的な接触を確保できず導通が得られないおそれがある。逆に、導電部12の平均径が前記上限を超える場合、導電部12を形成することが容易ではなくなるおそれや、導電部12の中心部のCNT11が不規則に移動して検出精度が不十分となるおそれがある。

[0029] 前記導電部12に含まれるCNT11としては、単層のシングルウォールナノチューブ(SWNT)や、多層のマルチウォールナノチューブ(MWNT)のいずれも用いることができる。中でも、導電性及び熱容量等の点から、MWNTが好ましく、直径 1.5nm 以上 100nm 以下のMWNTがさらに好ましい。

[0030] このようなCNT11は、公知の方法で製造することができ、例えばCVD法、アーク法、レーザーアブレーション法、DIPS法、CoMoCAT法等により製造することができる。これらの中でも、所望するサイズのCNT(MWNT)を効率的に得ることができる点から、鉄を触媒とし、エチレンガスを用いたCVD法により製造することが好ましい。この場合、石英ガラス基板や酸化膜付きシリコン基板等の基板に、触媒となる鉄又はニッケル薄膜を成膜した上に、垂直配向して成長した所望の長さのCNTの結晶を得ることができる。

[0031] 導電部12は、電気抵抗率を調節するために、絶縁性繊維を含んでもよい。つまり、導電部12を形成するCNT11に絶縁性繊維を混糸することで

、CNT 11 同士の接触を抑制して電気抵抗率を大きくすることができる。

[0032] 絶縁性繊維の配合率は、得ようとする電気抵抗に応じて定められる。一般論として、導電部 12 中の絶縁性繊維の配合率の下限としては、0%である。一方、絶縁性繊維の配合率の上限としては、50体積%が好ましい。絶縁性繊維の配合率を0%とするということは、導電部 12 をCNT 11 のみで形成することを意味する。また、絶縁性繊維の配合率が前記上限を超える場合、CNT 11 間の接触が不確実となり、当該異方性歪みセンサシートの検出精度が不十分となるおそれがある。

[0033] 絶縁性繊維としては、任意の化学繊維を使用することができる。絶縁性繊維に伸縮性は必須とされないが、伸縮性を有する絶縁性繊維を使用することで、導電部 12 の強度を向上することができる。絶縁性繊維として使用できる伸縮性を有する繊維としては、例えばスパンデックス（伸縮性ウレタン繊維）等が挙げられる。

[0034] このようなCNT 11 を一方向に引き揃えて導電部 12 を形成する方法としては、成長用基板上に触媒層を形成し、CVD法により一定の方向に配向した複数のCNT 11 を成長させ、天然糸を紡ぐのと同様に、複数のCNT 11 を連続して引き出す方法が挙げられる。絶縁性繊維の混糸は、例えばCNT 11 が形成された成長用基板上に絶縁性繊維を散布することによって可能である。つまり、成長用基板上の一部のCNT 11 を引き出すことで、他のCNT 11 及び絶縁性繊維が追従して一方向に引き揃えられて連続する糸状に引き出される。この糸状体をそのまま導電部 12 として使用してもよいし、この糸状体を複数束ねたものを導電部 12 として使用してもよい。

[0035] （樹脂被覆層）

樹脂被覆層 13 は、絶縁性及び伸縮性を有する合成樹脂又はゴムを主成分とし、導電部 12 の周面を被覆することによって、CNT 11 が周囲の物体に接触して損傷することや、導電部 12 に異物が混入してCNT 11 間の電氣的接触を阻害することを防止する。このような樹脂被覆層 13 を有することによって、CNT 糸 1a の強度が向上し、CNT 糸 1a を用いて織布を織

り上げることが容易となる。

[0036] 樹脂被覆層 13 は、導電部 12 の表層の少なくとも一部に含浸していることが好ましい。このように、樹脂被覆層 13 は、導電部 12 の表層の少なくとも一部に含浸することによって、導電部 12 の外周側の CNT 11 を保持し、CNT 11 の相互の位置関係の保持を補助する機能を果たすことができる。これによって、CNT 系 1a の検出感度及び抵抗変化のリニアリティをさらに向上することができる。さらに、導電部 12 の表層への樹脂被覆層 13 の含浸程度に差異を設けることにより、伸長し易い部分と伸長し難い部分とを形成して導電部 12 の部分的伸縮を誘導し、CNT 系 1a の応答性をさらに高めることもできる。ただし、樹脂被覆層 13 は、CNT 11 を被覆して CNT 11 間の電氣的接触を阻害するので、導電部 12 の中心部まで完全に含浸してはならない。つまり、導電部 12 の内部に樹脂被覆層 13 の含浸部により径方向に囲繞される非含浸部を有することで、導電部 12 の配向方向に対する変形が樹脂によって阻害されることを防止できる。

[0037] 導電部 12 の外周面上の樹脂被覆層 13 の平均厚さの下限としては、0.1 μm が好ましく、0.2 μm がより好ましい。一方、導電部 12 の外周面上の樹脂被覆層 13 の平均厚さの上限としては、0.5 mm が好ましく、0.2 mm がより好ましい。導電部 12 の外周面上の樹脂被覆層 13 の平均厚さが前記下限に満たない場合、導電部 12 の保護が不十分となるおそれがある。逆に、導電部 12 の外周面上の樹脂被覆層 13 の平均厚さが前記上限を超える場合、CNT 系 1a の伸縮を阻害するおそれがある。

[0038] 樹脂被覆層 13 の主成分とされる合成樹脂としては、例えばフェノール樹脂 (PF)、エポキシ樹脂 (EP)、メラミン樹脂 (MF)、尿素樹脂 (ユリア樹脂、UF)、不飽和ポリエステル (UP)、アルキド樹脂、ポリウレタン (PUR)、熱硬化性ポリイミド (PI)、ポリエチレン (PE)、高密度ポリエチレン (HDPE)、中密度ポリエチレン (MDPE)、低密度ポリエチレン (LDPE)、ポリプロピレン (PP)、ポリ塩化ビニル (PVC)、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン (PS)、ポリ酢酸ビニル (P

VAc)、アクリロニトリルブタジエンスチレン樹脂(ABS)、アクリロニトリルスチレン樹脂(AS)、ポリメチルメタアクリル(PMMA)、ポリアミド(PA)、ポリアセタール(POM)、ポリカーボネート(PC)、変性ポリフェニレンエーテル(m-PPE)、ポリブチレンテレフタレート(PBT)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、環状ポリオレフィン(COP)等を挙げることができる。

[0039] 樹脂被覆層13の主成分とされるゴムとしては、例えば天然ゴム(NR)、ブチルゴム(IIR)、イソプレンゴム(IR)、エチレン・プロピレンゴム(EPDM)、ブタジエンゴム(BR)、ウレタンゴム(U)、スチレン・ブタジエンゴム(SBR)、シリコーンゴム(Q)、クロロプレンゴム(CR)、クロロスルホン化ポリエチレンゴム(CSM)、アクリロニトリルブタジエンゴム(NBR)、塩素化ポリエチレン(CM)、アクリルゴム(ACM)、エピクロルヒドリンゴム(CO, ECO)、フッ素ゴム(FKM)、ポリジメチルシロキサン(PDMS)等を挙げることができる。これらのゴムの中でも強度等の点から天然ゴムが好ましい。

[0040] また、樹脂被覆層13は、水性エマルジョンから形成されていることが好ましい。水性エマルジョンとは、分散媒の主成分が水であるエマルジョンをいう。CNT11は疎水性が高いため、樹脂被覆層13を水性エマルジョンから形成すると、例えば塗工や浸漬によりこの樹脂被覆層13を設けることで、樹脂被覆層13が導電部12の内部全体に含浸せずに導電部12の周囲又は表層の一部に充填された状態とすることができる。このようにすることによって、樹脂被覆層13を形成する樹脂が導電部12の内部全体に浸み込んで当該系状歪みセンサ素子の抵抗変化に影響を及ぼすことを抑制できる。なお、水性エマルジョンは乾燥工程を経ることによって、より安定した樹脂被覆層13を形成することができる。

[0041] 前記水性エマルジョンの分散媒の主成分は水であるが、その他の例えばアルコール等の親水性分散媒が含有されていてもよい。前記エマルジョンの分散質としては、通常樹脂であり、前述したゴム、特に天然ゴムが好ましい。

。また、分散質としてポリウレタンを用いてもよい。好ましいエマルジョンとしては、分散媒を水とし、ゴムを分散質とするいわゆるラテックスが挙げられ、天然ゴムラテックスがより好ましい。天然ゴムラテックスを用いることで、薄くかつ強度のある樹脂被覆層 13 を形成することができる。

[0042] また、樹脂被覆層 13 はカップリング剤を含有しているとよい。樹脂被覆層 13 がカップリング剤を含有することで、樹脂被覆層 13 と導電部 12 とを架橋し、樹脂被覆層 13 と導電部 12 との接合力を向上させることができる。

[0043] 前記カップリング剤としては、例えばアミノシランカップリング剤、アミノチタンカップリング剤、アミノアルミニウムカップリング剤等のアミノカップリング剤やシランカップリング剤などを用いることができる。

[0044] カップリング剤の樹脂被覆層 13 の樹脂成分 100 質量部に対する含有量の下限としては、0.1 質量部が好ましく、0.5 質量部がより好ましい。一方、カップリング剤の樹脂被覆層 13 の樹脂成分 100 質量部に対する含有量の上限としては、10 質量部が好ましく、5 質量部がより好ましい。カップリング剤の含有量が前記下限に満たない場合、導電部 12 と樹脂被覆層 13 との架橋構造の形成が不十分となるおそれがある。逆に、カップリング剤の含有量が前記上限を超える場合、架橋構造を形成しない残留アミン等が増加し、CNT 糸 1a については当該異方性歪みセンサシートの品質が低下するおそれがある。

[0045] また、樹脂被覆層 13 は導電部 12 に対する吸着性を有する分散剤を含有することが好ましい。このような吸着性を有する分散剤としては、吸着基部分が塩構造になっているもの（例えばアルキルアンモニウム塩等）や、導電部 12 の疎水性の基（例えばアルキル鎖や芳香族リング等）と相互作用できる親水性の基（例えばポリエーテル等）を分子中に有するもの等を用いることができる。

[0046] 前記分散剤の樹脂被覆層 13 の樹脂成分 100 質量部に対する含有量の下限としては、0.1 質量部が好ましく、1 質量部がより好ましい。一方、分

分散剤の樹脂被覆層 13 の樹脂成分 100 質量部に対する含有量の上限としては、5 質量部が好ましく、3 質量部がより好ましい。分散剤の含有量が前記下限未満の場合、導電部 12 と樹脂被覆層 13 との接合力が不十分となるおそれがある。逆に、分散剤の含有量が前記上限を超える場合、導電部 12 との接合に寄与しない分散剤が増加し、CNT 糸 1a ひいては当該異方性歪みセンサシートの品質が低下するおそれがある。

[0047] <普通糸>

普通糸 1b は、一般の織布に織糸として用いられるものが採用できるが、第 2 方向糸 2 よりも小さい初期引張抵抗度を有することが好ましい。この普通糸 1b としては、1 本の繊維から形成されるモノフィラメントを用いてもよく、多数の繊維から形成されるマルチフィラメントを用いてもよい。中でも、普通糸 1b としては、多数の繊維を撚り合わせて形成される撚糸が、比較的伸縮性が大きい点で特に好ましい。

[0048] このように、普通糸 1b が比較的小さい初期引張抵抗度を有することによって、当該異方性歪みセンサシートの第 1 方向糸 1 に沿う方向の伸縮を阻害せず、CNT 糸 1a の伸縮による電気抵抗の変化を効率よく生じさせることができる。

[0049] 普通糸 1b の材質としては、天然繊維であってもよく、合成繊維であってもよく、天然繊維と合成繊維とを混紡したものであってもよい。前記天然繊維としては、例えば、綿、絹、麻等を挙げることができる。一方、前記合成繊維の主成分としては、例えばポリアミド、ポリエステル、アクリル樹脂、ポリビニルアルコール、ポリオレフィン、ポリウレタン等を挙げることができる。

[0050] 普通糸 1b の平均径の下限としては、10 μm が好ましく、100 μm がより好ましい。一方、普通糸 1b の平均径の上限としては、2 mm が好ましく、1 mm がより好ましい。普通糸 1b の平均径が前記下限に満たない場合、普通糸 1b を含む第 1 方向糸 1 の強度が不十分となることで第 1 方向糸 1 と第 2 方向糸 2 とを織り上げることが困難となるおそれがある。逆に、普通

糸 1 b の平均径が前記上限を超える場合、普通糸 1 b を含む第 1 方向糸 1 の剛性が大きくなり過ぎることで第 1 方向糸 1 と第 2 方向糸 2 とを織り上げることが困難となるおそれがある。

[0051] 〔第 2 方向糸〕

第 2 方向糸 2 は、一般の織布に織糸として用いられるものが採用でき、第 1 方向糸 1（CNT 糸 1 a 及び普通糸 1 b の両方）よりも大きい初期引張抵抗度を有することが好ましい。この第 2 方向糸 2 としては、1 本の繊維から形成されるモノフィラメントを用いてもよく、多数の繊維から形成されるマルチフィラメントを用いてもよい。中でも、第 2 方向糸 2 としては、多数の繊維を撚り合わせることなく束ねて形成される無撚糸が、可撓性に優れながら伸縮性が特に小さい点で好ましい。また、第 2 方向糸 2 としては、多数の繊維を撚らずに編み上げた組紐状糸も、可撓性及び強度に優れながら伸縮性が比較的小さい点で好ましい。

[0052] このように、第 2 方向糸 2 が相対的に大きい初期引張抵抗度を有することによって、当該異方性歪みセンサシートの第 2 方向糸 2 に沿う方向の伸縮を抑制する。これにより、CNT 糸 1 a が第 2 方向糸 2 に沿う方向に伸縮することを抑制し、測定しようとする方向とは異なる方向の当該異方性歪みセンサシートの伸縮によって生じる測定誤差を低減することができる。

[0053] 第 2 方向糸 2 の材質としては、例えば天然繊維、合成繊維、無機繊維等を用いることができ、複数種類を混紡したものであってもよい。前記天然繊維としては、例えば、綿、絹、麻等を挙げることができる。前記合成繊維の主成分としては、例えばポリアミド、ポリエステル、アクリル樹脂、ポリビニルアルコール、ポリオレフィン、ポリウレタン等を挙げることができる。また、前記無機繊維としては、例えばガラス繊維、カーボン繊維等を上げることができる。

[0054] 第 2 方向糸 2 の平均径の下限としては、 $10\ \mu\text{m}$ が好ましく、 $100\ \mu\text{m}$ がより好ましい。一方、第 2 方向糸 2 の平均径の上限としては、 $2\ \text{mm}$ が好ましく、 $1\ \text{mm}$ がより好ましい。第 2 方向糸 2 の平均径が前記下限に満たな

い場合、第2方向糸2の強度が不十分となることで第1方向糸1と第2方向糸2とを織り上げることが容易でなくなるおそれがある。逆に、第2方向糸2の平均径が前記上限を超える場合、第2方向糸2の剛性が大きくなり過ぎることで第1方向糸1と第2方向糸2とを織り上げることが困難となるおそれがある。

[0055] 〔使用方法〕

当該異方性歪みセンサシートは、歪みを検出可能なCNT糸1aを織糸として含む織布から形成されるため、例えばシャツ、手袋、サポーター等の人体に密着して着用される衣類の少なくとも一部を構成する生地として使用することができる。

[0056] 当該異方性歪みセンサシートは、当該異方性歪みセンサシートを用いた衣類は、動きを検出しようとする関節等に対応する部分のCNT糸1aの2点に配線し、この2点間の電気抵抗を測定することで、人体の動きを検出するための歪みセンサとして使用することができる。

[0057] <利点>

当該異方性歪みセンサシートは、歪みを検出するCNT糸1aが織布の一部であるため、質感が一般的な織布と略同じであり、着用者に違和感を与えない。

[0058] また、当該異方性歪みセンサシートは、CNT糸1aを含む第1方向糸1が第2方向糸2よりも小さい初期引張抵抗度を有するため、第1方向糸1に沿う方向の伸縮だけを選択的に検出することができる。

[0059] また、当該異方性歪みセンサシートは、第2方向糸2との交差位置においてCNT糸1aの導電部12を構成するCNT11同士が離間し易くなるため、CNT糸1aの長さ方向の各部分の電気抵抗がその部分の伸縮量に応じて局所的に変化する。このため、当該異方性歪みセンサシートは、検出感度及びリニアリティに比較的優れる。

[0060] 〔その他の実施形態〕

前記実施形態は、本発明の構成を限定するものではない。従って、前記実

施形態は、本明細書の記載及び技術常識に基づいて前記実施形態各部の構成要素の省略、置換又は追加が可能であり、それらは全て本発明の範囲に属するものと解釈されるべきである。

[0061] 当該異方性歪みセンサシートは、表面が樹脂でコーティングされてもよく、全体に樹脂が含浸されてもよい。特に、CNT系が樹脂被覆層を有しない場合には、樹脂のコーティング又は含浸によりCNT系を補強するとよい。

[0062] また、当該異方性歪みセンサシートのCNT系は、それぞれCNT束からなる導電部を樹脂被覆層で被覆して形成される複数の単糸を束ねたものや撚り合わせたものであってもよく、導電性を有しない単糸を含んでもよい。

産業上の利用可能性

[0063] 本発明に係る異方性歪みセンサシートは、特に人体の動きを検出するウェアラブルデバイスを構成するために特に好適に利用することができる。

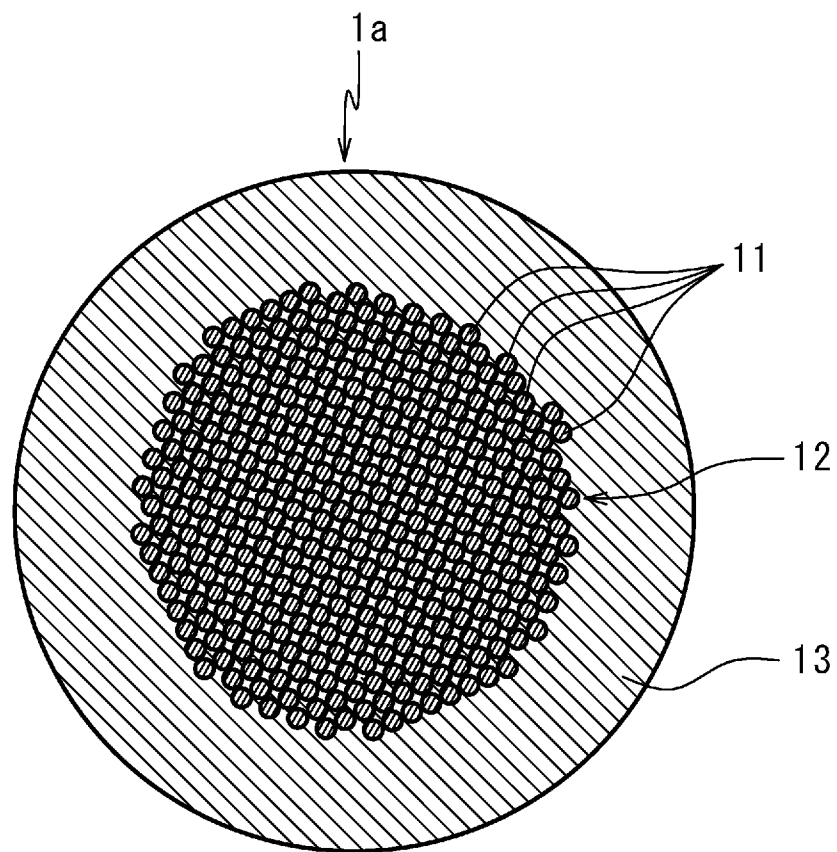
符号の説明

- [0064] 1 第1方向系
1 a CNT系
1 b 普通糸
2 第2方向系
1 1 CNT
1 2 導電部
1 3 樹脂被覆層

請求の範囲

- [請求項1] 織り上げられた複数の第1方向糸及び複数の第2方向糸を備え、
前記複数の第1方向糸が複数の第2方向糸よりも小さい初期引張抵抗度を有し、
前記複数の第1方向糸が長手方向の伸縮により抵抗値が変化するCNT糸を含む異方性歪みセンサシート。
- [請求項2] 前記第2方向糸が無撚糸である請求項1に記載の異方性歪みセンサシート。
- [請求項3] 前記第2方向糸が組紐状糸である請求項1に記載の異方性歪みセンサシート。
- [請求項4] 前記CNT糸以外の第1方向糸が撚糸である請求項1、請求項2又は請求項3に記載の異方性歪みセンサシート。
- [請求項5] 前記CNT糸が最外面に樹脂被覆層を有する請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の異方性歪みセンサシート。
- [請求項6] 前記CNT糸を構成する複数のCNTが前記CNT糸と第2抵抗糸との交差位置において互いに離間する請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の異方導電性シート。
- [請求項7] 少なくとも一部を構成する生地が請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の異方導電性シートである衣類。

[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/031467

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01B7/16 (2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G01B7/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Japanese Published Examined Utility Model Applications	1922-1996
Japanese Published Unexamined Utility Model Applications	1971-2017
Japanese Examined Utility Model Registrations	1996-2017
Japanese Registered Utility Model Specifications	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2016-133394 A (YAMAHA CORP.) 25 July 2016, paragraphs [0019]-[0049], fig. 1-2 (Family: none)	1-7
Y	JP 63-192470 A (YAMAHA CORP.) 09 August 1988, page 1, lower left column, line 5 to page 2, upper right column, last line, fig. 1-4 (Family: none)	1-7
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 068710/1977 (Laid-open No. 164331/1978) (KANEBO KABUSHIKI KAISHA) 22 December 1978, page 1, line 10 to page 3, line 7, fig. 1-3 (Family: none)	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 November 2017 (14.11.2017)Date of mailing of the international search report
28 November 2017 (28.11.2017)Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/031467

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2008/012869 A1 (ASAHI KASEI SENI KABUSHIKI KAISHA) 31 January 2008, paragraph [0005] & EP 2045381 A1, paragraph [0005]	2, 4-7
Y	JP 2001-207358 A (KITAMURA, Atsushi) 03 August 2001, paragraph [0043], fig. 1-2 (Family: none)	3-7
Y	JP 2003-27352 A (ASAHI KASEI CORPORATION) 29 January 2003, paragraphs [0010]-[0012] (Family: none)	4-7
A	JP 11-302936 A (TORAY INDUSTRIES, INC.) 02 November 1999, entire text, all drawings & US 6277771 B1, entire text, all drawings	1-7
A	US 2007/0171024 A1 (YANG, ChangMing) 26 July 2007, entire text, all drawings & TW 200728699 A, entire text, all drawings	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01B7/16(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01B7/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2016-133394 A (ヤマハ株式会社) 2016. 07. 25, [0019] - [0049]、図1-2 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP 63-192470 A (ヤマハ株式会社) 1988. 08. 09, 第1頁左下欄第5行-第2頁右上欄末行、第1-4図 (ファミリー なし)	1-7
Y	日本国実用新案登録出願52-068710号(日本国実用新案登録出願公開 53-164331号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ	1-7

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14. 11. 2017

国際調査報告の発送日

28. 11. 2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

眞岩 久恵

2 S

4067

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
	イクロフィルム (鐘紡株式会社) 1978. 12. 22, 第1頁第10行ー第3頁第7行、第1ー3図 (ファミリーなし)	
Y	WO 2008/012869 A1 (旭化成せんい株式会社) 2008. 01. 31, [0005] & EP 2045381 A1, [0005]	2, 4-7
Y	JP 2001-207358 A (北村 篤識) 2001. 08. 03, [0043]、図1ー2 (ファミリーなし)	3-7
Y	JP 2003-27352 A (旭化成株式会社) 2003. 01. 29, [0010]ー[0012] (ファミリーなし)	4-7
A	JP 11-302936 A (東レ株式会社) 1999. 11. 02, 全文、全図 & US 6277771 B1, 全文、全図	1-7
A	US 2007/0171024 A1 (YANG, Chang Ming) 2007. 07. 26, 全文、全図 & TW 200728699 A, 全文、全図	1-7