(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第7128518号
(P7128518)
(45)発行日　令和4年8月31日(2022.8.31)　(24)登録日　令和4年8月23日(2022.8.23)

(51)Int.Cl.		FI		
H01B 1/22	*(2006.01)*	H01B	1/22	B
H01B 13/00	*(2006.01)*	H01B	1/22	A
C08L 21/00	*(2006.01)*	H01B	13/00	Z
		C08L	21/00	

請求項の数 6　(全 22 頁)

(21)出願番号　特願2018-556735(P2018-556735)
(86)(22)出願日　平成29年12月14日(2017.12.14)
(86)国際出願番号　PCT/JP2017/044850
(87)国際公開番号　WO2018/110632
(87)国際公開日　平成30年6月21日(2018.6.21)
審査請求日　令和2年9月8日(2020.9.8)
(31)優先権主張番号　特願2016-242459(P2016-242459)
(32)優先日　平成28年12月14日(2016.12.14)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　503360115
国立研究開発法人科学技術振興機構
埼玉県川口市本町四丁目１番８号
(74)代理人　100149548
弁理士　松沼　泰史
(74)代理人　100163496
弁理士　荒　則彦
(74)代理人　100161207
弁理士　西澤　和純
(74)代理人　100147267
弁理士　大槻　真紀子
(72)発明者　松久　直司
東京都文京区本郷七丁目３番１号　国立大学法人東京大学内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】伸縮性導電体、伸縮性導電体形成用ペーストおよび伸縮性導電体の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

エラストマーと、

少なくとも鱗片状粒子およびナノ粒子とを含む金属導電粒子と、

有機溶媒と、

フッ素系界面活性剤と、を含み、

前記鱗片状粒子の粒径が０．２～５０μｍであり、

前記ナノ粒子の粒径が０．５～１００ｎｍである伸縮性導電体形成用ペーストであって、

前記伸縮性導電体形成用ペーストの含水質量比が０．５％以下であることを特徴とする伸縮性導電体形成用ペースト。

【請求項２】

前記エラストマーがフッ素系ゴムであることを特徴とする請求項１に記載の伸縮性導電体形成用ペースト。

【請求項３】

前記鱗片状粒子のアスペクト比（厚みに対する長径との比）は２～１００であることを特徴とする請求項１または２に記載の伸縮性導電体形成用ペースト。

【請求項４】

前記エラストマーの質量組成比は、前記伸縮性導電体形成用ペーストの非揮発成分に対して１０～５０質量部％であり、

前記金属導電粒子の質量組成比は、前記伸縮性導電体形成用ペーストの非揮発成分に対して５０～９０質量部％であることを特徴とする請求項１～３のいずれか１項に記載の伸縮性導電体形成用ペースト。

【請求項５】

請求項１～４の何れか１項に記載の伸縮性導電体形成用ペーストを乾燥してなることを特徴とする伸縮性導電体。

【請求項６】

エラストマーと、鱗片状粒子およびナノ粒子を含む金属導電粒子と、を含む伸縮性導電体形成用ペーストを製造する方法であって、

前記エラストマーと前記鱗片状粒子と有機溶媒とフッ素系界面活性剤とを混合して撹拌する工程を含み、

前記伸縮性導電体形成用ペーストの含水質量比が０．５％以下であり、

前記ナノ粒子が前記鱗片状粒子から由来するものであることを特徴とする伸縮性導電体形成用ペーストの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、伸縮性導電体、伸縮性導電体形成用ペーストおよび伸縮性導電体の製造方法に関する。

本願は、２０１６年１２月１４日に、日本に出願された特願２０１６－２４２４５９号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【０００２】

フレキシブルエレクトロニクスはエレクトロニクスに機械的可撓性を実現するための技術であり、近年大きな注目を集めている。特に、フレキシブルエレクトロニクスは、ディスプレイ、太陽電池、センサ、アクチュエータなど大面積エレクトロニクスにとって、重要な価値をもたらすものと考えられている。

例えば、エレクトロニクスデバイスが大きくなればなるほど、携帯性や耐衝撃性のためにフレキシビリティーは不可欠である。フレキシブルエレクトロニクスを実現する上での難しさは、プラスティックフィルム上に優れた電気的特性と機械的特性をどのようにして両立するかである。

【０００３】

エレクトロニクスデバイスの伸縮性は運動や荷重に伴い変形する構造体や生体に組み込むためのエレクトロニクスデバイスに必要な機能と考えられる。このような伸縮性を有したデバイスを実現するためには、デバイスを構成するトランジスタ等のアクティブな回路、抵抗やコンデンサ等のパッシブな回路がデバイスの変形に伴い、損傷を受けない構成であって、特性が変化しない構成とする必要がある。このような伸縮性デバイスの回路を構成するために好適な伸縮性導電体が開発されている。

【０００４】

特許文献１には、界面活性剤を混合したエラストマーからなる伸縮部とこの伸縮部に分散配合された導電粒子とを備え、前記伸縮部の表層側に前記伸縮部の内部側よりも前記導電粒子が密に集合された導通部を備えた伸縮性導電体が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】国際公開第２０１５／１１９２１７号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

特許文献１に記載されている伸縮性導電体は、フッ素ゴムと導電粒子を備え、さらにフ

ッ素系界面活性剤を添加した水系混合物を最適化することにより、伸縮性導電体の表層側に内部側よりも導電粒子が密に集合されたものである。得られた伸縮性導電体が優れた伸縮特性と導電性を備える。しかし、応用分野によって、導電粒子が均一に分散され、かつ同様の特性を備える伸縮性導電体が求められている。

【０００７】

本発明は前記事情に鑑みなされたものであり、導電粒子を均一に分散しても、伸縮性に富み、伸張しても導電率の低下が少ない伸縮性導電体、伸縮性導電体形成用ペーストおよびその製造方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

上記の目的を達成するために、本発明は以下の構成を採用した。

［１］　エラストマーと、２種類の導電粒子と、を含み、前記２種類の導電粒子が鱗片状粒子とナノ粒子であり、前記エラストマーの全体にわたり、前記ナノ粒子が分散されていることを特徴とする伸縮性導電体。

［２］前記エラストマーの全体にわたり、前記導電粒子が分散されていることを特徴とする［１］に記載の伸縮性導電体。

［３］　前記エラストマーがフッ素系ゴムであることを特徴とする［１］又は［２］に記載の伸縮性導電体。

［４］　前記鱗片状粒子の粒径が０．２μｍ～５０μｍであり、前記ナノ粒子の粒径が０．５ｎｍ～１００ｎｍであることを特徴とする［１］～［３］のいずれかに記載の伸縮性導電体。

［５］　前記鱗片状粒子のアスペクト比（厚みに対する長径との比）は２～１００であることを特徴とする［１］～［４］のいずれかに記載の伸縮性導電体。

［６］　前記エラストマーの質量組成比は、前記伸縮性導電体に対して１０～５０質量部％であり、前記導電粒子の質量組成比は、前記伸縮性導電体に対して５０～９０質量部％であることを特徴とする［１］～［５］のいずれか１項に記載の伸縮性導電体。

［７］　界面活性剤をさらに含むことを特徴とする［１］～［６］のいずれか１項に記載の伸縮性導電体。

［８］　前記界面活性剤はフッ素系界面活性剤であることを特徴とする［７］に記載の伸縮性導電体。

［９］導電率が２００Ｓ／ｃｍ以上であることを特徴とする［１］～［８］のいずれか１項に記載の伸縮性導電体。

【０００９】

［１０］　エラストマーと、少なくとも２種類の導電粒子と、有機溶媒とを含み、前記２種類の導電粒子が鱗片状粒子とナノ粒子であることを特徴とする伸縮性導電体形成用ペースト。

［１１］　前記エラストマーがフッ素系ゴムであることを特徴とする［１０］に記載の伸縮性導電体形成用ペースト。

［１２］　前記鱗片状粒子の粒径が０．２μｍ～５０μｍであり、前記ナノ粒子の粒径が０．５ｎｍ～１００ｎｍであることを特徴とする［１０］又は［１１］に記載の伸縮性導電体形成用ペースト。

［１３］　前記鱗片状粒子のアスペクト比（厚みに対する長径との比）は２～１００であることを特徴とする［１０］～［１２］のいずれか１項に記載の伸縮性導電体形成用ペースト。

［１４］　界面活性剤をさらに含むことを特徴とする［１０］～［１３］のいずれか１項に記載の伸縮性導電体形成用ペースト。

［１５］　前記界面活性剤はフッ素系界面活性剤であることを特徴とする［１４］に記載の伸縮性導電体形成用ペースト。

［１６］　前記エラストマーの質量組成比は、前記伸縮性導電体形成用ペーストの非揮発成分に対して１０～５０質量部％であり、前記導電粒子の質量組成比は、前記伸縮性導電

体形成用ペーストの非揮発成分に対して５０～９０質量部％であることを特徴とする請求項［１０］～［１５］のいずれか１項に記載の伸縮性導電体形成用ペースト。

［１７］　［１０］～［１６］の何れか１項に記載の伸縮性導電体形成用ペーストを乾燥してなることを特徴とする伸縮性導電体。

［１８］　エラストマーと２種類の導電粒子とを含み、前記２種類の導電粒子が鱗片状粒子とナノ粒子であり、前記エラストマーの全体にわたり、前記ナノ粒子が分散されている伸縮性導電体を製造する方法であって、前記エラストマーと前記鱗片状粒子と有機溶媒とを混合して撹拌する工程を含むことを特徴とする伸縮性導電体の製造方法。

［１９］　前記エラストマーの全体にわたり、前記導電粒子が分散されていることを特徴とする［１８］に記載の伸縮性導電体の製造方法。

【発明の効果】

【００１０】

本発明によれば、導電体にナノ粒子、もしくは導電粒子を均一に分散されていても、伸縮性を有しながら導電率に優れた伸縮性導電体を提供できる。

運動や荷重に伴い変形する構造体や生体に組み込むエレクトロニクスに必要な伸縮性デバイスの回路を構成するために好適な伸縮性導電体を提供できる。

特に、本発明の一実施態様において、伸縮性導電体の各構成の配合量を最適化することにより、導電粒子を均一に分散しながら、３００％前後の伸張時であっても、２００Ｓ／ｃｍを超える優れた特性の伸縮性導電体を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】本発明一実施態様の伸縮性導電体を説明するための模式図である。

【図２】実施例で得られた伸縮性導電体を評価する方法の一例の説明図である。

【図３】実施例において得られた伸縮性導電体試料の表面状態を示す走査型電子顕微鏡写真である。

【図４】実施例において得られた伸縮性導電体試料の断面構造を示す走査型電子顕微鏡写真である。

【図５】実施例１において得られた伸縮性導電体試料の走査型電子顕微鏡写真（左）および画像処理後の図（右）である。

【図６】実施例２において得られた伸縮性導電体試料の走査型電子顕微鏡写真（左）および画像処理後の図（右）である。

【図７】実施例７において得られた伸縮性導電体試料の走査型電子顕微鏡写真（左）および画像処理後の図（右）である。

【図８】実施例１７において得られた伸縮性導電体試料の走査型電子顕微鏡写真（左）および画像処理後の図（右）である。

【図９】実施例２３において得られた伸縮性導電体試料におけるひずみ量と抵抗の相間関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

以下、本発明を適用した伸縮性導電体、伸縮性導電体形成用ペーストおよび伸縮性導電体形成用ペーストを用いた伸縮性導電体の製造方法について、詳細を説明する。

なお、以下の説明で用いる図面は、特徴をわかりやすくするために代表的な事例の一部を示しており、発明の範囲を限定するものではない。また、以下の説明において例示される材料、寸法等は一例であって、本発明はそれらに限定されるものではなく、その要旨を変更しない範囲で適宜変更して実施することが可能である。

【００１３】

（伸縮性導電体）

本発明の伸縮性導電体は、エラストマーと２種類の導電粒子とを含む。２種類の導電粒子は、鱗片状粒子とナノ粒子であり、前記ナノ粒子がエラストマーの全体にわたり、分散されていることを特徴とする。また、前記導電粒子がエラストマーの全体にわたり、分散

されていることが好ましい。

【００１４】

＜エラストマー＞

本発明の伸縮性導電体に含まれているエラストマーは、架橋ゴムあるいは熱可塑性エラストマーの中から選択すればよい。例えば、ウレタンゴム、シリコーンゴム、フッ素ゴム、アクリルゴム、アクリロニトリルブタジエンゴム、スチレン系、オレフィン系、塩化ビニル系、ポリエステル系、ポリウレタン系、ポリアミド系等が挙げられる。伸縮性、化学的安定性、導電性粒子との配合性などの観点から、エラストマーがフッ素ゴムであることが好ましい。フッ素ゴムとは、分子内にフッ素原子を有するエラストマーであって、例えば三フッ化塩化エチレンとビニリデンフルオライドとの共重合体などが用いられる。

【００１５】

フッ素ゴムとしては、ビニリデンフルオライド（ＶＤＦ）及びヘキサフルオロプロピレン（ＨＦＰ）からなる２元系材料、或いはビニリデンフルオライド（ＶＤＦ）、テトラフルオロエチレン（ＴＦＥ）、及びヘキサフルオロプロピレン（ＨＦＰ）からなる３元系材料を好ましく用いることができる。この２元系又は３元系材料は、フッ素系ゴムの中でも特に化学的安定性が高く、本発明に最適なエラストマーである。

具体的なフッ素ゴムとしては、例えば、ダイキン社製の２元系フッ素ゴムＧ８００２Ｌ、Ｇ８００２、Ｇ８０２、Ｇ８０１、Ｇ８００１などが挙げられる。また、ダイキン社製の３元系フッ素ゴムＧ６０３ＢＰ、Ｇ６２１ＢＰ、Ｇ９０１、Ｇ９１２、ＬＴ－３０２、ＬＴ－３０３Ｌ、ＬＴ－３０４、ＧＢＲ－６００２、ＧＢＲＸなどが挙げられる。

【００１６】

＜導電粒子＞

本発明の伸縮性導電体に含まれている導電粒子は少なくとも鱗片状粒子とナノ粒子を含む。導電粒子の材料としては、金属金、金属白金、金属銀、金属銅、炭素等が挙げられる。鱗片状粒子とナノ粒子の材料は、同じでも異なってもよい。純銀は全ての既知の金属の中で、導電率が最も高いから、導電粒子が金属銀の粒子であることが好ましい。「金属銀の粒子（銀粒子、銀フレーク（後述）、銀ナノ粒子（後述））」とは、実質的に純粋な銀であってもよく、例えば、少なくとも９５重量％が銀であってもよく、または他の例では、少なくとも９７重量％または９８重量％が銀であってもよい。例えば、銀と、Ａｕ、Ｃｕ、Ｎｉ、Ｃｏ、Ｐｄ、Ｐｔ、Ｔｉ、Ｖ、Ｍｎ、Ｆｅ、Ｃｒ、Ｚｒ、Ｎｂ、Ｍｏ、Ｗ、Ｒｕ、Ｃｄ、Ｔａ、Ｒｅ、Ｏｓ、Ｉｒ、Ａｌ、Ｇａ、Ｇｅ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｓｂ、Ｐｂ、Ｂｉ、Ｓｉ、Ａｓ、Ｈｇ、Ｓｍ、Ｅｕ、Ｔｈ、Ｍｇ、Ｃａ、ＳｒおよびＢａからなる群から選択される少なくとも１つのさらなる金属とを含んでいてもよい。例えば、金属銀の鱗片状粒子と金属銀のナノ粒子、金属銀の鱗片状粒子と金属金のナノ粒子、金属銀の鱗片状粒子と炭素ナノ粒子、黒鉛の鱗片状粒子と金属銀のナノ粒子、黒鉛の鱗片状粒子と炭素ナノ粒子等の組み合わせが挙げられる。

【００１７】

＜鱗片状粒子＞

鱗片状粒子は、薄片、即ちフレークの形状にする粒子である。

好ましく用いられる鱗片状導電粒子としては、各種市販品が挙げられ、例えば、ＳｉｇｍａＡｌｄｒｉｃｈ社製「銀フレーク」（製品番号３２７０７７－５０Ｇ、サイズ１０μｍ、純度９９．９％）が入手可能である。

【００１８】

鱗片状導電粒子の平均粒径は、０．２μｍ～５０μｍであることが好ましく、１μｍ～３０μｍであることがより好ましく、２μｍ～２０μｍであることが更に好ましい。平均粒径は、例えば、レーザー散乱粒度分布計（例えば、ＨＯＲＩＢＡ社製「ＬＡ－９２０」）を用い、鱗片状導電粒子を溶解しない媒体に分散させて測定した数平均粒子径として規定することができる。

【００１９】

導電粒子の形状は、例えば走査型電子顕微鏡（Ｓｃａｎｎｉｎｇ　Ｅｌｅｃｔｒｏｎ

Ｍｉｃｒｏｓｃｏｐｅ：ＳＥＭ）観察から解析することができる。ここで、導電粒子の形状についての定義の一例を記載する。

導電粒子に外接する直方体のうち最小の体積をもつ直方体（外接直方体）の最も長い辺を長径Ｌ、次に長い辺を短径Ｂ、最も短い辺を厚さＴとして（Ｂ＞Ｔとする）、導電粒子の形状をアスペクト比Ｌ／Ｔで定義する。

本発明の伸縮性導電体に含まれている鱗片状導電粒子とは、Ｌ／Ｔが２よりも大きく、１００よりも小さい導電粒子である。

【００２０】

鱗片状導電粒子の長径（Ｌ）は１μｍ～５０μｍであることが好ましく、２．５μｍ～２５μｍであることがより好ましく、５μｍ～１５μｍであることが更に好ましい。

【００２１】

鱗片状導電粒子の長径（Ｌ）が厚さ（Ｔ）に対するアスペクト比（Ｌ／Ｔ）は２以上であることが好ましく、４以上であることがより好ましく、６以上であることが更に好ましい。鱗片状導電粒子の厚さ（Ｔ）は、例えば、０．２μｍ～１０μｍであることが好ましく、０．５μｍ～５μｍであることがより好ましく、１μｍ～５μｍであること更に好ましい。

【００２２】

鱗片状導電粒子は、１種単独で使用してもよく、２種以上を併用してもよい。

【００２３】

＜ナノ粒子＞

本発明の伸縮性導電体に含まれているナノ粒子の好ましい例は、銀ナノ粒子である。ナノ粒子の形状としては、従来公知の形状とすることができ、例えば、略球状、回転楕円体状、多面体状、鱗片状、円盤状、繊維状及び針状等を挙げることができる。また、略球状とは、球状に近似できる略球状の他、真球も含むものである。

【００２４】

ナノ粒子の平均粒径が０．５ｎｍ～１００ｎｍであることが好ましく、０．５ｎｍ～５０ｎｍであることがより好ましく、０．５ｎｍ～２５ｎｍであることが更に好ましく、０．５ｎｍ～１０ｎｍであることが特に好ましい。

【００２５】

ナノ粒子の平均粒径は、例えば、散乱式粒度分析計（日機装株式会社製、マイクロトラックシリーズ）等により動的光散乱法（ＤＬＳ）で測定される平均粒径、或いは、伸縮性導電体の表面又は断面ＳＥＭ写真から測定される平均粒径である。

【００２６】

本発明の伸縮性導電体は、フッ素ゴム等のエラストマーの全体にわたり、銀ナノ粒子などのナノ粒子が分散されている。本発明の伸縮性導電体は、好ましくフッ素ゴム等のエラストマーの全体にわたり、銀フレークなどの鱗片状粒子が分散されている。銀ナノ粒子などのナノ粒子は、この銀フレーク粒子間のフッ素ゴムに分散されて安定に存在することができれば、特に限定されない。

【００２７】

本発明の伸縮性導電体に含まれているナノ粒子は、伸縮性導電体を製造する工程において、鱗片状粒子から由来するものであってもよい。銀フレークと銀ナノ粒子とを含む本発明の一例の伸縮性導電体の場合、銀ナノ粒子は、伸縮性導電体を製造する工程において、銀フレークから由来するものであってもよい。銀フレークから由来の場合、銀ナノ粒子は、本発明の伸縮性導電体に安定に分散され、伸縮性導電体の伸長等の変形をする際、通常、フッ素ゴムで隔離されている銀ナノ粒子が導通経路を形成し、伸縮性導電体の導電性に寄与することができる。

【００２８】

また、本発明の一例の伸縮性導電体に含まれている銀ナノ粒子は、公知の銀塗料組成物（銀インク、銀ペースト）の用途で使用されている銀ナノ粒子を用いてよい。塗料組成物を用いて従来の導電体を製造する場合、例えば、低温焼結により銀ナノ粒子表面の有機安

定剤を除し、銀ナノ粒子同士を導通する工程がある。本発明の伸縮性導電体を製造する際、例えば、有機安定剤で被覆されている銀ナノ粒子が本発明の伸縮性導電体に存在しても、銀ナノ粒子間、銀ナノ粒子間と銀フレークとの間において、電気的導通がなく、伸縮性導電体の導電性への寄与は少ない。そのため、有機安定剤を用いて安定化した銀ナノ粒子組成物を原料として使用する場合、伸縮性導電体に分散された銀ナノ粒子表面は、少なくとも一部にその有機安定剤が剥離されていることが好ましい。

【００２９】

本発明の伸縮性導電体に含まれている導電粒子は、鱗片状の粒子とナノ粒子以外に、カーボンナノチューブやグラフェン等のその他の導電粒子を含んでもよい。

【００３０】

＜界面活性剤＞

本発明の伸縮性導電体は更に界面活性剤を含んでもよい。本発明の伸縮性導電体に含まれている界面活性剤は、伸縮性導電体のエラストマーの全体にわたり、導電粒子を分散することができれば、特に限定されない。また、本発明の伸縮性導電体に含まれている界面活性剤は、水を含まない界面活性剤であることが好ましい。「水を含まない界面活性剤」とは、実質的に水を含まないという意味である。その界面活性剤の含水量は、例えば、１％以下であることが好ましく、０．５％以下であることがより好ましく、０．１％以下であることが更に好ましい。

【００３１】

本発明の伸縮性導電体に含まれている界面活性剤は、例えば、非イオン界面活性剤、シリコーン系界面活性剤、フッ素系界面活性剤などが挙げられる。

非イオン界面活性剤の例としては、第一工業製薬株式会社製のノイゲン（登録商標）ＴＤＳ－３０、ＴＤＳ－７０、ＴＤＳ－１２０が挙げられる。シリコーン系界面活性剤としては、例えば、信越化学工業株式会社製のＫＦ－６０４８が挙げられる。フッ素系界面活性剤の例としては、例えば、ＡＧＣセイミケミカル製のＳ３８６、３Ｍ（登録商標）製のＦＣ－４４３０、ＦＣ－４４３２が挙げられる。

これらの界面活性剤は２種類以上を組み合わせて使用することができる。

好ましい界面活性剤の例はフッ素系界面活性剤である。例えば、ＡＧＣセイミケミカル製のＳ３８６が好ましい。

【００３２】

＜伸縮性導電体の組成＞

本発明の伸縮性導電体におけるエラストマーの質量組成比は、伸縮性導電体に対して１０～５０質量部％であることが好ましく、１５～４５質量部％であることがより好ましく、２０～４０質量部％であることが更に好ましい。

本発明の伸縮性導電体における導電粒子の質量組成比は、伸縮性導電体に対して５０～９０質量部％であることが好ましく、５５～８５質量部％であることがより好ましく、６０～８０質量部％であることが更に好ましい。

伸縮性導電体に界面活性剤が含まれている場合、本発明の伸縮性導電体における界面活性剤の質量組成比は、伸縮性導電体に対して０．１～１０質量部％であることが好ましく、０．５～６質量部％であることがより好ましく、１～３質量部％であることが更に好ましい。

伸縮性導電体に含まれている導電性ナノ粒子の量は、例えば、伸縮性導電体の表面又は断面を３００，０００倍の走査型電子顕微鏡で撮影し、得られた写真で評価することができる。導電性鱗片状粒子を含まない領域において、例えば、２００ｎｍ×２００ｎｍの矩形範囲でナノ粒子の専有面積を算出し、ナノ粒子の専有率＝ナノ粒子の専有面積／２００ｎｍ×２００ｎｍで、ナノ粒子の量を評価することができる。

ナノ粒子の専有率が０．５％～３０％であることが好ましく、１.０％～２５％であることがより好ましく、５.０％～２０％であることが更に好ましく、１０.０％～１５％であることが特に好ましい。ナノ粒子の専有率が０．５％以下の場合、ナノ粒子の導電率に対する効果が発揮できなく、ナノ粒子の専有率が３０％を超える場合、伸縮性導電体の伸

縮性を損なう。

【００３３】

＜伸縮性導電体の評価＞

本発明の伸縮性導電体は、用途によって伸長率０％での導電率が１０Ｓ／ｃｍ以上或いは５０Ｓ／ｃｍ以上であれば使用可能である。伸長率０％での導電率が１００Ｓ／ｃｍ以上であることが好ましく、２００Ｓ／ｃｍ以上であることがより好ましく、１０００Ｓ／ｃｍ以上であることが更に好ましい。

各ひずみ（伸長率）％での導電率の測定方法は、後述の測定方法で測定することができる。

用途によって伸長率５０％での導電率が１００Ｓ／ｃｍ以上であれば使用可能である。伸長率５０％での導電率が１００Ｓ／ｃｍ以上であることが好ましく、２００Ｓ／ｃｍ以上であることがより好ましく、３５０Ｓ／ｃｍ以上であることが更に好ましく、５５０Ｓ／ｃｍ以上であることが特に好ましい。

伸長率３００％での導電率が１００Ｓ／ｃｍ以上であることが好ましく、２００Ｓ／ｃｍ以上であることがより好ましく、３００Ｓ／ｃｍ以上であることが更に好ましく、４００Ｓ／ｃｍ以上であることが特に好ましい。

【００３４】

（伸縮性導電体形成用ペースト）

本発明の伸縮性導電体形成用ペーストは、エラストマーと少なくとも２種類の導電粒子と有機溶媒とを含む。前記２種類の導電粒子が鱗片状粒子とナノ粒子であることを特徴とする。本発明の伸縮性導電体形成用ペーストは更に界面活性剤を含むことが好ましい。

本発明の伸縮性導電体形成用ペーストに含まれているエラストマー、導電粒子、及び界面活性剤は、上記伸縮性導電体に含まれているエラストマー、導電粒子、及び界面活性剤と同じ物でもよい。或いは、本発明の伸縮性導電体形成用ペーストを一定の条件で乾燥・硬化して本発明の伸縮性導電体を形成する過程において、上述伸縮性導電体に含まれているエラストマー、導電粒子、及び界面活性剤に変更できる原料であってもよい。例えば、本発明の伸縮性導電体形成用ペーストに含まれているエラストマーは、上述ゴムポリマーの前駆体、プレポリマー、或いはモノマーを含んでもよい。

【００３５】

＜有機溶媒＞

本発明の伸縮性導電体形成用ペーストに含まれている有機溶媒は、エラストマーを溶解できれば、特に限定されない。例えば、フッ素ゴムを含む場合、４―メチル－２―ペンタノン（メチルイソブチルケトン）、エチルアセテート、ブチルアセテート、ヘキシルアセテート、イソホロン等を溶媒とすることができる、印刷工程及び乾燥工程の作業性を考慮した場合、メチルイソブチルケトン溶媒が好ましい。

【００３６】

本発明の伸縮性導電体形成用ペーストは、水を含まないことが好ましい。「水を含まない」とは、実質的に水を含まない意味であり、不純物として少量な水を含でもよい。本発明の伸縮性導電体形成用ペーストの含水質量比は、０．５％以下であることが好ましく、０．１％以下であることがより好ましく、５００ｐｐｍ以下であることが更に好ましい。伸縮性導電体形成用ペーストに含まれている水が多いと、形成した伸縮性導電体は、導電性粒子の分散性が悪くなり、優れた導電性と伸縮特性が得られない。

【００３７】

伸縮性導電体形成用ペーストにおけるエラストマーの質量組成比は、伸縮性導電体形成用ペーストの非揮発成分に対して１０～５０質量部％であることが好ましく、１５～４５質量部％であることがより好ましく、２０～４０質量部％であることが更に好ましい。

伸縮性導電体形成用ペーストにおける導電粒子の質量組成比は、伸縮性導電体形成用ペーストの非揮発成分に対して５０～９０質量部％であることが好ましく、５５～８５質量部％であることがより好ましく、６０～８０質量部％であることが更に好ましい。

界面活性剤を含む場合、伸縮性導電体形成用ペーストにおける界面活性剤の質量組成比

は、伸縮性導電体形成用ペーストの非揮発成分に対して０．１～１０質量部％であることが好ましく、０．５～６質量部％であることがより好ましく、１～３質量部％であることが更に好ましい。

【００３８】

（伸縮性導電体の製造方法）

本発明の一実施形態の伸縮性導電体の製造方法は、エラストマーと前記導電性鱗片状粒子と有機溶媒とを混合して伸縮性導電体形成用ペーストを製造する工程と、伸縮性導電体形成用ペーストを成膜・乾燥して導電体を形成する工程とを含むことを特徴とする。界面活性剤を含む場合の本発明の伸縮性導電体の製造方法は、エラストマーと導電粒子と界面活性剤と有機溶媒とを混合して伸縮性導電体形成用ペーストを製造する工程と、伸縮性導電体形成用ペーストを成膜・乾燥して導電体を形成する工程とを含むことを特徴とする。

フッ素ゴム、導電性粒子、界面活性剤、有機溶媒の配合順については導電性粒子を分散することができれば特に限定されない。例えば、フッ素ゴムを有機溶媒に混合してから、導電性粒子を添加し、そして界面活性剤を添加する方法が好ましい。一例としては、初めに、塊状で入手されるフッ素ゴムをペレット状に細かく分断する。次に、ペレット状のフッ素ゴムと、導電性材料とを計量し、フッ素ゴムを良好に溶かす４－メチル－２－ペンタノン溶媒に混ぜて、撹拌によりフッ素ゴムを溶解させ、同時に導電性材料を溶液中に均質に分散させる。そして、フッ素系界面活性剤を入れて更に混合することにより、伸縮性導電体形成用ペーストを製造する。

【００３９】

各成分を混合する場合の比率は、一例として、伸縮性導電体形成用ペーストの非揮発成分が８０．４質量％、４－メチル－２－ペンタノン溶媒が１９．６質量％、伸縮性導電体形成用ペーストの非揮発成分に対するフッ素ゴム、銀フレーク、フッ素系界面活性剤はそれぞれ、２４．４質量％、７３．２質量％、２．４質量％である。

【００４０】

得られた伸縮性導電体形成用ペーストを用いて、スクリーン印刷、グラビア印刷、オフセット印刷、ディスペンサー、インクジェットなどの印刷法により伸縮性のある導電性パターンを形成することができる。また、伸縮性導電体形成用ペーストを塗布する基材としては、ポリマー、ゴム、繊維など必要とされる伸縮性の度合いに応じて各種材料を用いることができる。また、伸縮性導電体形成用ペーストを基材に塗布して後述の方法で乾燥した後、伸縮性導電体を保護しその耐久性を高める目的で、基材と同種材料または異種材料により伸縮性導電体が挟まれた構造とすることができる。

【００４１】

乾燥方法について特に限定はなく、公知の方法を使用することができる。

乾燥条件は、伸縮性導電体形成用ペーストの濃度（非揮発成分組成比）、使用する有機溶媒の沸点、形成する伸縮性導電体の形状、１回に乾燥するサンプルの量などに依存するが、例えば、第１乾燥工程の温度より１０～７０℃高い第２乾燥工程を含む方法が挙げられる。第１乾燥工程の温度より３０～６０℃高い第２乾燥工程を含む方法がより好ましい。第１乾燥工程の温度が３０～１２０℃のであることが好ましく、５０～１００℃であることがより好ましく、６０～９０℃であることが更に好ましい。第２乾燥工程の温度は、８０℃～１５０℃の範囲が好ましく、１００℃～１４０℃であることより好ましい。乾燥温度が５０～１００℃であり、乾燥時間が０．５～２時間である第１乾燥工程と乾燥温度が１００℃～１４０℃範囲であり、乾燥時間が０．５～２時間である第２乾燥工程を含む乾燥方法が好適である。一例としては、８０℃１時間で乾燥した後、１２０℃１時間でさらに乾燥する方法が挙げられる。

【００４２】

＜伸縮性導電体の構造＞

以上のように優れた伸縮性を示す導体を得ることができる要因として本発明者は以下に説明する現象が作用していると推定している。

【００４３】

図１に示す断面構造の伸縮性導電体１０において、銀ナノ粒子１１と銀フレーク１２は全体にわたり分散されている。本発明の一実施態様の図４のＳＥＭの断面写真に示すように、銀フレークの間に銀ナノ粒子が観測された。伸縮性導電体形成用ペーストには、特に銀ナノ粒子は添加せずに、銀フレークのみを添加した。その銀ナノ粒子は、伸縮性導電体形成用ペーストを調整する工程などにおいて、銀フレークから由来したものである。特許文献１と異なり、ペーストには水が含まれていないため、銀フレーク由来の銀ナノ粒子が銀フレークと凝集することなく、安定な分散状態に存在することができる。銀フレークの表面を界面活性剤によって改質し、銀フレークとフッ素ゴムとの界面の結合力が強くなり、大きな伸張に耐える構造になっている。また、伸縮性導電体が伸びる場合、近くの銀ナノ粒子が凝集し、導通経路が増える効果があると推定できる。

【実施例】

【００４４】

「実施例１」

配合後の総量が１００質量部として、フッ素ゴム（Ｇ８００１：ダイキン工業株式会社製商品名）１９.６質量部を原料として用い、４－メチル－２－ペンタノン１９．６質量部と平均粒径１０μm以下の銀フレーク（ＳｉｇｍａＡｌｄｒｉｃｈ社製「銀フレーク」、製品番号３２７０７７－５０Ｇ）を５８．８質量部で混合し、混合物をマグネチックスターラーにて１２時間攪拌混合し、インク状の混合物を得た。この混合物にフッ素系界面活性剤（Ｓ３８６、ＡＧＣセイミケミカル株式会社製）を２質量部添加してマグネチックスターラーにて１２時間攪拌混合し、伸縮性導電体形成用ペーストを得た。

伸縮性導電体形成用ペーストの配合量を表１に示す。

【００４５】

伸縮性導電体形成用ペーストを用い、スクリーン印刷法により厚さ２０μmのポリウレタンフィルム上にパターンを形成し、８０℃で１時間乾燥した後、１２０℃１時間で更に乾燥した。その結果、長さ３ｃｍ、幅５００μｍ、厚さ２０μｍ～３０μｍの伸縮性導電体（図２の伸縮性導電体２１）を得た。

伸縮性導電体の配合量を表１に示す。

【００４６】

【表１】

			実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
伸縮性導電体用ペースト配合量	エラストマー	G8001	19.6	20	24.4	27.8	19.9	16.4
	導電粒子	Sigma-Aldrich 銀フレーク	58.8	60	48.8	41.62	59.7	65.6
	界面活性剤	S386	2		2.4	2.78	0.5	1.6
	有機溶媒	4-メチル-2-ペンタノン	19.6	20	24.4	27.8	19.9	16.4
伸縮性導電体配合量	エラストマー	G8001	24.4	25	32.3	38.5	24.9	19.6
	導電粒子	Sigma-Aldrich 銀フレーク	73.2	75	64.5	57.7	74.5	78.4
	界面活性剤	S386	2.4		3.2	3.8	0.6	2
SEM観察	銀ナノ粒子の存在(ナノ粒子専有率 (%))		多 (11.4%)	中 (1.2%)	多	多	中	多
伸縮性導電体評価	伸縮率0%	導電率(S/cm)	4543	3265	4089	1317.4	3633	3985
	伸縮率50%	導電率(S/cm)	1621	1080	1734	679.9	1539.1	378.1
		伸縮破壊評価	○	○	○	○	○	○
	伸縮率100%	導電率(S/cm)	1232	734.5	1212	553.7	1185	
		伸縮破壊評価	○	○	○	○	○	×
	伸縮率150%	導電率(S/cm)	1038	558.7	953.9	491.2	990.82	
		伸縮破壊評価	○	○	○	○	○	×
	伸縮率200%	導電率(S/cm)	919.4	456.7	796.8	434.5	861.6	
		伸縮破壊評価	○	○	○	○	○	×
	伸縮率250%	導電率(S/cm)	836.7	403	730.4	0.086	774.1	
		伸縮破壊評価	○	○	○	○	○	×
	伸縮率300%	導電率(S/cm)	806.06	374.1	677.9		749.6	
		伸縮破壊評価	○	○	○	○	○	×

<伸縮性導電体の伸縮性と導電率評価>

作製した伸縮性導電体の試験体について、短冊状の伸張性樹脂フィルム２０の長さ方向に伸張力を作用させながら（速さ：１５ｍｍ／分）４端子法でひずみ（伸び率０％、５０％、１００％、１５０％、２００％、２５０％、３００％）に対する導電率を測定した。得られた各伸び率での導電率の値に加えて、導電性が失われた場合は×、失われていない場合は○とした結果を表１に示す。表１に示すように、３００％前後のひずみを負荷しても８０６Ｓ／ｃｍを超える導電率が得られた。

【００４７】

伸縮性導電体の評価結果を表１に示す。

【００４８】

＜伸縮性導電体のＳＥＭ観察＞

実施例１の伸縮性導電体について、表面及び横断面を走査型電子顕微鏡で撮影した結果をそれぞれ図３と図４に示す。

【００４９】

図３（ａ）、図４（ａ）に示す低倍率走査型電子顕微鏡写真では、導電性粒子が均一に分散されていることが分かる。また、図３（ｃ）、図４（ｃ）に示す高倍率走査型電子顕微鏡写真では銀フレーク間に銀ナノ粒子が観測された。

【００５０】

＜ナノ粒子の専有率の測定＞

図５は、評価対象の走査型電子顕微鏡写真及びその走査型電子顕微鏡写真の一部の画像処理後のデータである。

走査型電子顕微鏡写真の撮影方法：

走査型電子顕微鏡写真装置名：　Ｈｉｔａｃｈｉ　Ｓ－４８００

測定条件：

Ｗ距離：　５　ｍｍ

加速電圧：３ｋＶ，

倍率：　　３００，０００倍

観測場所：サンプル表面

走査型電子顕微鏡写真の画像処理方法：

使用ソフトウェア：Ｆｉｊｉ　Ｉｍａｇｅ　Ｊ

処理手法：高速フーリエ変換（ＦＦＴ）、画像の二値化、

処理面積：２００ｎｍ×２００ｎｍ

カウント対象ナノ粒子の最小面積：１０ｎｍ^2

図５から算出した本実施例の解析結果を表２に示す。

表１において、実施例１のナノ粒子の存在量を「多」とし、それから少なくなるにつれて「中」、「少」とし、ナノ粒子が認められないものを「無」として評価した。

「多」：ナノ粒子の専有率＞５％

「中」：ナノ粒子の専有率０．５％～５％

「少」：ナノ粒子の専有率＜０．５％

「無」：ナノ粒子を観察できない

【００５１】

【表２】

	ナノ粒子数	ナノ粒子専有面積 (nm^2)	平均面積 (nm^2)	平均粒径 (nm)	専有率 (%)
実施例1	98	4540	46	8	11.4
実施例2	4	490	121	12	1.2
実施例7	14	2610	186	15	6.5
実施例17	165	2590	16	4	6.5

【００５２】
「実施例２」～「実施例６」
　実施例１で用いたのと同じエラストマー、導電粒子、界面活性剤を配合成分とし、表1に示した配合量を用いて伸縮性導電体形成用ペーストを作成し、それを用いて、実施例１と同様な方法で伸縮性導電体の試験体を作製した。
　それらの試験体を実施例１と同様な方法で評価した結果を表１と２、図６に示す。
【００５３】
「実施例７」～「実施例１４」
　実施例１で用いたのと同じ導電粒子、界面活性剤を配合成分とし、表３に示したエラストマーを用いて伸縮性導電体形成用ペーストを作成し、それを用いて、実施例１と同様な方法で伸縮性導電体の試験体を作製した。それらのエラストマーのうち、フッ素ゴムとしては、実施例１のＧ８００１に替えてＧ８０１、Ｇ８０２、Ｇ８００２Ｌ、ＧＢＲＸ（いずれもダイキン工業株式会社商品名）のいずれかを用い、フッ素ゴム以外として、エピクロルヒドリンゴムのＨｙｄｒｉｎ　Ｃ２０００Ｌ、アクリロニトリルブタジエンゴムのＮｉｐｏｌ　１０４２、アクリルゴムのＮｉｐｏｌ　ＡＲ１２（いずれも日本ゼオン株式会社商品名）を用いた。
　それらの試験体を実施例１と同様な方法で評価した結果を表２と３、図７に示す。
【００５４】

【表３】

			実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12	実施例13	実施例14
伸縮性導電体用ペースト配合量	エラストマー	G8001								
		G801	19.6							
		G802		19.6						
		G8002L			19.6					
		GBRX				19.6	20			
		Hydrin C2000L						12.4		
		Nipol 1042							9.8	
		AR12								10.8
	導電粒子	Sigma-Aldrich 銀フレーク	58.8	58.8	58.8	58.8	60	52.6	54.1	53.5
	界面活性剤	S386	2	2	2	2				
	有機溶媒	4-メチル-2-ペンタノン	19.6	19.6	19.6	19.6	20	35	36.1	35.7
伸縮性導電体配合量	エラストマー	G8001								
		G801	24.4							
		G802		24.4						
		G8002L			24.4					
		GBRX				24.4	25			
		N504								
		Hydrin C2000L						19.1		
		Nipol 1042							15.3	
		AR12								16.8
	導電粒子	Sigma-Aldrich 銀フレーク	73.2	73.2	73.2	73.2	75	80.9	84.7	83.2
	界面活性剤	S386	2.4	2.4	2.4	2.4				
SEM観察	銀ナノ粒子の存在(ナノ粒子専有率 (%))		多 (6.5%)	多	多	多	少	少	少	少
伸縮性導電体評価	伸縮率0%	導電率(S/cm)	74.9	260.3	343.2	1119	14.1	2154	1999	280
	伸縮率50%	導電率(S/cm)	726.5	1428	1078	656	398.2	933.6	465.9	238
		伸縮破壊評価	○	○	○	○	○	○	○	○
	伸縮率100%	導電率(S/cm)	688.7	1281	1139	599.9	480.8	707.5	213.3	225
		伸縮破壊評価	○	○	○	○	○	○	○	○
	伸縮率150%	導電率(S/cm)	474.8	850.4	1072	544.1	493.22	555.4	109.9	209
		伸縮破壊評価	○	○	○	○	○	○	○	○
	伸縮率200%	導電率(S/cm)	274	466.2	1010	498.3	501.6	400.6	27.4	176
		伸縮破壊評価	○	○	○	○	○	○	○	○
	伸縮率250%	導電率(S/cm)			970.8	463.3	510.4	112.2	2.3	55
		伸縮破壊評価	×	×	○	○	○	○	○	○
	伸縮率300%	導電率(S/cm)			823.6	431.9	371.84	8.6		0.001
		伸縮破壊評価	×	×	○	○	○	○	×	○

【００５５】

「実施例１５」～「実施例２１」

実施例１で用いたのと同じエラストマー、導電粒子を配合成分とし、表４に示した界面活性剤を用いて伸縮性導電体形成用ペーストを作成し、それを用いて、実施例１と同様な方法で伸縮性導電体の試験体を作製した。それらの界面活性剤として、実施例１のＳ３８

６に替えて、フッ素系界面活性剤のＺｏｎｙｌ　ＦＳ－３００（デュポン社商品名）、ＦＣ４４３０、ＦＣ４４３２（いずれも３Ｍ社商品名）、非イオン界面活性剤のＴＲＩＴＯＮ－Ｘ１００（Ｓｉｇｍａ－Ａｌｄｒｉｃｈ社販売）、ＴＤＳ－３０、ＴＤＳ－７０、ＴＤＳ－１２０（第一工業製薬株式会社商品名）のいずれかを用いた。

それらの試験体を実施例１と同様な方法で評価した結果を表２と４、図８に示す。

【００５６】

【表４】

			実施例15	実施例16	実施例17	実施例18	実施例19	実施例20	実施例21
伸縮性導電体用ペースト配合量	エラストマー	G8001	19.6	19.6	19.6	19.6	19.7	19.6	19.6
	導電粒子	Sigma-Aldrich 銀フレーク	58.8	58.8	58.8	58.8	58.9	59	59
	界面活性剤	FS300(脱水)	2						
		FC4430		2					
		FC4432			2				
		TRITON-X100				2			
		TDS-30					1.7		
		TDS-70						1.8	
		TDS-120							1.8
	有機溶媒	4-メチル-2-ペンタノン	19.6	19.6	19.6	19.6	19.7	19.6	19.6
伸縮性導電体配合量	エラストマー	G8001	24.4	24.4	24.4	24.4	24.5	24.5	24.5
	導電粒子	Sigma-Aldrich 銀フレーク	73.2	73.2	73.2	73.2	73.4	73.3	73.3
	界面活性剤	FS300(脱水)	2.4						
		FC4430		2.4					
		FC4432			2.4				
		TRITON-X100				2.4			
		TDS-30					2.1		
		TDS-70						2.2	
		TDS-120							2.2
SEM観察	銀ナノ粒子の存在(ナノ粒子専有率 (%))		多	多	多 (6.4%)	少	少	少	多
伸縮性導電体評価	伸縮率0%	導電率(S/cm)	3888	4960	4611	4072	3303	3606	4373
	伸縮率50%	導電率(S/cm)	1277	116.1	405.93	1660	1787	1861	1832.3
		伸縮破壊評価	○	○	○	○	○	○	○
	伸縮率100%	導電率(S/cm)	989.34		1.54	1214.6	1287		1263
		伸縮破壊評価	○	×	○	○	○	×	○
	伸縮率150%	導電率(S/cm)	782.83			969.33	739.9		
		伸縮破壊評価	○	×	×	○	○	×	×
	伸縮率200%	導電率(S/cm)	499.85			764.36			
		伸縮破壊評価	○	×	×	○	×	×	×
	伸縮率250%	導電率(S/cm)							
		伸縮破壊評価	×	×	×	×	×	×	×
	伸縮率300%	導電率(S/cm)							
		伸縮破壊評価	×	×	×	×	×	×	×

【００５７】

「実施例２２」

実施例１で用いたのと同じエラストマー、導電粒子、界面活性剤を配合成分とし、表５

に示した有機溶媒を用いて伸縮性導電体形成用ペーストを作成し、それを用いて、実施例１と同様な方法で伸縮性導電体の試験体を作製した。

それらの試験体を実施例１と同様な方法で評価した結果を表５に示す。

【００５８】

【表５】

			実施例22	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	比較例6
伸縮性導電体用ペースト配合量	エラストマー	G8001	19	19.6	19.6	20	19.6	20	
		G801							19.9
	導電粒子	Sigma-Aldrich 銀フレーク	57.1						42.9
		昭栄化学 Ag-202		58.8					
		三井金属 Q08S-2			58.8	60			
		三井金属 MD40A					58.8	60	
	界面活性剤	S386	1.9	2	2		2		
		TRITON-X100							5.7
	有機溶媒	4-メチル-2-ペンタノン		19.6	19.6	20	19.6	20	28.6
		イソホロン	22						
	水								8.6
伸縮性導電体配合量	エラストマー	G8001	24.4	24.4	24.4	25	24.4	25	
		G801							22.7
	導電粒子	Sigma-Aldrich 銀フレーク	73.2						68.2
		昭栄化学 Ag-202		73.2					
		三井金属 Q08S-2			73.2	75			
		三井金属 MD40A					73.2	75	
	界面活性剤	S386	2.4	2.4	2.4		2.4		9.1
		FS300(脱水)							
SEM観察	銀ナノ粒子の存在(ナノ粒子専有率 (%))		多	中	多	中	中	少	無
伸縮性導電体評価	伸縮率0%	導電率(S/cm)	7471	導通せず	51.8	0.5	56.8	392.7	700
	伸縮率50%	導電率(S/cm)	1736		11.4	0.0002	447	26.8	500
		伸縮破壊評価	○		○	○	○	○	○
	伸縮率100%	導電率(S/cm)	1174		5.5	0.0006	362.7		400
		伸縮破壊評価	○		○	○	○	×	○
	伸縮率150%	導電率(S/cm)	917		3.2	0.0002	294.8		300
		伸縮破壊評価	○		○	○	○	×	○
	伸縮率200%	導電率(S/cm)	753		0.0009	0.0005			200
		伸縮破壊評価	○		○	○	×	×	○
	伸縮率250%	導電率(S/cm)	444			0.0007			
		伸縮破壊評価	○		×	○	×	×	×
	伸縮率300%	導電率(S/cm)	527			0.0008			
		伸縮破壊評価	○		×	○	×	×	×

【００５９】

「実施例２３」

実施例１と同様な方法で伸縮性導電体形成用ペーストを作成した。それを用いて、１２

５μm厚のポリイミドシャドーマスクを用いたステンシル印刷法を用いて、何のパターンのない２０μm厚のポリウレタン（５mm幅、３５mm長）上に、０．５mm幅、３５mm長に印刷した以外は、実施例１と同様な方法で伸縮性導電体の試験体を作製した。評価用の４端子電極の距離が最初３０mmになるようにサンプルを固定して評価した以外は、実施例１と同様な方法でひずみ（伸び率０％～４５０％）に対する導電率を測定した。結果を図９に示す。

【００６０】

「比較例１」～「比較例５」

実施例１で用いたのと同じエラストマー、界面活性剤を配合成分とし、表５に示した導電粒子を用いて伸縮性導電体形成用ペーストを作成し、それを用いて、実施例１と同様な方法で伸縮性導電体の試験体を作製した。用いる銀粉としては、実施例１の銀フレーク（ＳｉｇｍａＡｌｄｒｉｃｈ社製）に替えて、球状粉であるＡＧ－２０２（昭栄化学工業株式会社製）、円形銀粉のＱ０８Ｓ－２、ＭＤ４０Ａ（三井金属鉱業株式会社製）のいずれかを用いて、伸縮性導電体形成用ペーストを作成し、それを用いて、実施例１と同様な方法で伸縮性導電体の試験体を作製した。

それらの試験体を実施例１と同様な方法で評価した結果を表５に示す。

【００６１】

「比較例６」

配合後の総量が１００質量部として、フッ素ゴム（Ｇ８０１：ダイキン工業株式会社製商品名）１９．９質量部を原料として用い、水８．６質量部と４－メチル－２－ペンタノン２８．６質量部と平均粒径１０μm以下の銀フレーク（ＳｉｇｍａＡｌｄｒｉｃｈ社製「銀フレーク」、製品番号３２７０７７－５０Ｇ）４２．９質量部とを混合し、混合物をマグネチックスターラーにて１２時間攪拌混合し、インク状の混合物を得た。この混合物に非イオン界面活性剤のＴＲＩＴＯＮ－Ｘ１００（Ｓｉｇｍａ－Ａｌｄｒｉｃｈ社販売）５．７質量部を混合してマグネチックスターラーにて１２時間攪拌混合し、伸縮性導電体用ペーストを得た。それを用いて、実施例１と同様な方法で伸縮性導電体の試験体を作製した。

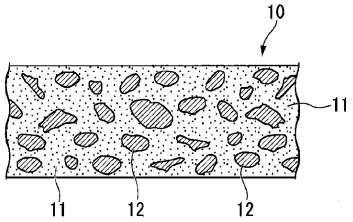
それらの試験体を実施例１と同様に評価し、その評価結果を表５に示す。

【符号の説明】

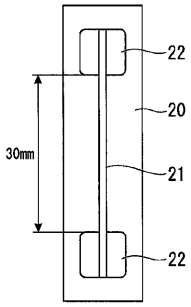
【００６２】

１０…伸縮性導電体、
１１…銀ナノ粒子（ナノ粒子導電粒子）、
１２…銀フレーク粒子（鱗片状導電粒子）、
２０…伸張性樹脂フィルム、
２１…伸縮性導電体、
２２…矩形状の足場片。

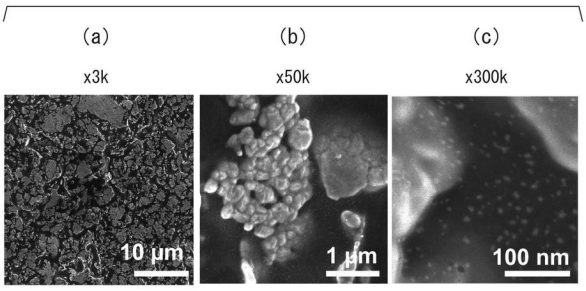
【図１】



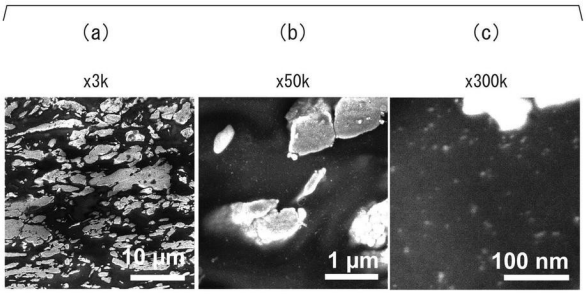
【図２】



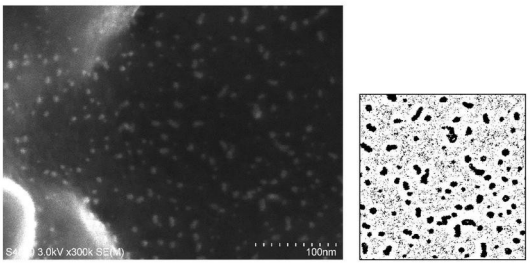
【図３】



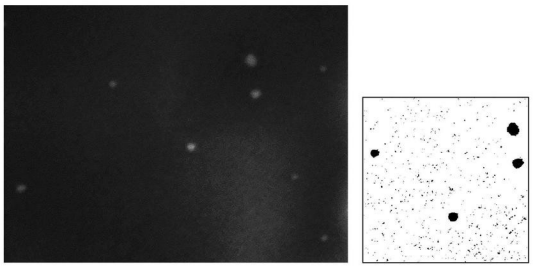
【図４】



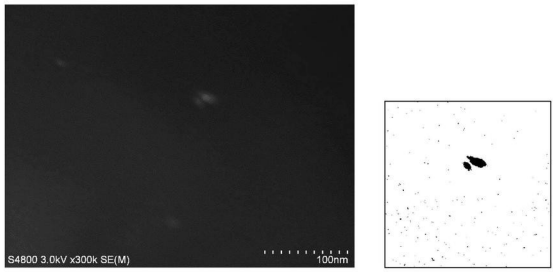
【図５】



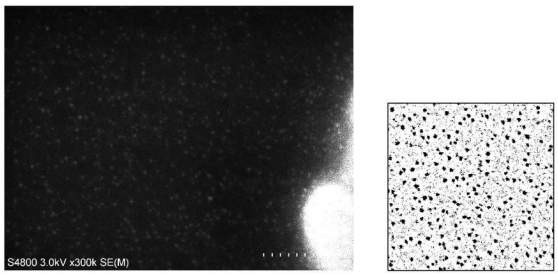
【図６】



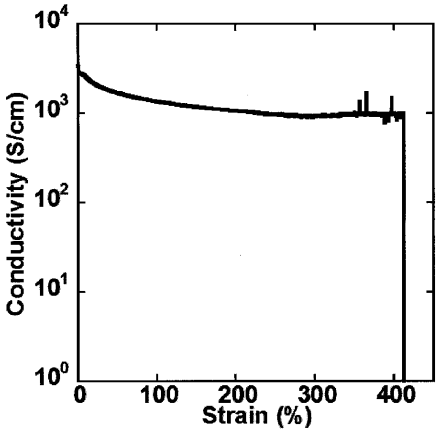
【図７】



【図８】



【図９】



フロントページの続き

(72)発明者　染谷　隆夫
東京都文京区本郷七丁目３番１号　国立大学法人東京大学内
(72)発明者　井ノ上　大嗣
埼玉県和光市広沢２番１号　国立研究開発法人理化学研究所内

審査官　中嶋　久雄

(56)参考文献　特開２０１０－１５３３６４（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１５／００５２０４（WO，Ａ１）
特開２０１５－０７９７２５（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１５／０１２９２７６（ＵＳ，Ａ１）
国際公開第２０１５／１１９２１７（WO，Ａ１）
特開２０１５－１４７８４０（ＪＰ，Ａ）
特開２０１６－０５８２２７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｂ　　１／２２
Ｈ０１Ｂ　１３／００
Ｃ０８Ｌ　２１／００