(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6551843号
(P6551843)
(45)発行日　令和1年7月31日(2019.7.31)　(24)登録日　令和1年7月12日(2019.7.12)

(51)Int.Cl.		F I		
H01B 1/22	(2006.01)	H01B	1/22	B
H01B 13/00	(2006.01)	H01B	13/00	503Z
H01L 21/28	(2006.01)	H01B	1/22	A
H01L 21/288	(2006.01)	H01L	21/28	301B
H01B 7/06	(2006.01)	H01L	21/288	

請求項の数 15　(全 18 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2015-561037(P2015-561037)
(86)(22)出願日　平成27年2月5日(2015.2.5)
(86)国際出願番号　PCT/JP2015/053298
(87)国際公開番号　WO2015/119217
(87)国際公開日　平成27年8月13日(2015.8.13)
審査請求日　平成30年1月31日(2018.1.31)
(31)優先権主張番号　特願2014-20830(P2014-20830)
(32)優先日　平成26年2月5日(2014.2.5)
(33)優先権主張国　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
(74)代理人　100064908
弁理士　志賀　正武
(74)代理人　100094400
弁理士　鈴木　三義

最終頁に続く

(54)【発明の名称】伸縮性導電体およびその製造方法と伸縮性導電体形成用ペースト

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

エラストマーからなる伸縮部と、この伸縮部に分散された少なくとも１種類の導電粒子とからなる混合物から構成され、前記混合物が有する界面の１つもしくは複数の位置に、前記混合物の内部側よりも前記導電粒子を密に集合させた導通部が形成されたことを特徴とする伸縮性導電体。

【請求項２】

前記導電粒子が前記エラストマーの質量に対し、４００％以下含有されてなる請求項１に記載の伸縮性導電体。

【請求項３】

前記混合物は、表層部に界面活性剤が残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。

【請求項４】

前記混合物は、表層部が部分的に多孔質構造であることを特徴とする請求項１～３のいずれか一項に記載の伸縮性導電体。

【請求項５】

前記エラストマーが架橋されていることを特徴とする請求項１～４のいずれか一項に記載の伸縮性導電体。

【請求項６】

前記エラストマーがフッ素ゴムであることを特徴とする請求項１～５のいずれか一項に

記載の伸縮性導電体。
【請求項７】
エラストマーを溶解する少なくとも一つの第１溶媒と、該第１溶媒に溶解されたエラストマーと、前記第１溶媒に対し１０％以上溶解しない第２溶媒と、少なくとも１種類の導電粒子を具備してなる伸縮性導電体成形用ペースト。
【請求項８】
前記導電粒子が前記エラストマーに対し４００質量％以下含有されたことを特徴とする請求項７に記載の伸縮性導電体形成用ペースト。
【請求項９】
前記第２溶媒が水または水を主成分とする溶媒であり、更に水に溶解する界面活性剤が含まれてなることを特徴とする請求項７または８に記載の伸縮性導電体成形用ペースト。
【請求項１０】
前記エラストマーがフッ素ゴムであることを特徴とする請求項７～９のいずれか一項に記載の伸縮性導電体形成用ペースト。
【請求項１１】
エラストマーからなる伸縮部と、この伸縮部に分散された少なくとも１種類の導電粒子とからなる混合物から構成され、前記混合物が有する界面の１つもしくは複数の位置に、前記混合物の内部側よりも前記導電粒子を密に集合させた導通部が設けられた伸縮性導電体を製造するに際し、
第１溶媒にエラストマーを溶解し、前記第１溶媒に対し１０％以上溶解しない第２溶媒および前記導電粒子を混合した後、導体状に印刷することを特徴とする伸縮性導電体の製造方法。
【請求項１２】
前記第１溶媒と前記第２溶媒を相分離させるとともに前記溶媒を乾燥させることにより前記導通部を生成することを特徴とする請求項１１に記載の伸縮性導電体の製造方法。
【請求項１３】
前記導電粒子を前記エラストマーに対し４００質量％以下含有させることを特徴とする請求項１１または１２に記載の伸縮性導電体の製造方法。
【請求項１４】
前記エラストマーとしてフッ素ゴムを用いることを特徴とする請求項１１～１３のいずれか一項に記載の伸縮性導電体の製造方法。
【請求項１５】
前記第２溶媒として水または水を主成分とする溶媒を用い、更に水に溶解する界面活性剤を含ませることを特徴とする請求項１１～１４のいずれか一項に記載の伸縮性導電体の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、伸縮性導電体およびその製造方法と伸縮性導電体形成用ペーストに関する。
本願は、２０１４年２月５日に、日本に出願された特願２０１４－０２０８３０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という新技術分野が最近大きな注目を集めている。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、従来の微細化の技術トレンドとは異なる方向である。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加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。

【０００４】

しかし、シリコンに代表される無機材料からなるトランジスタは、シリコン、酸化物無機材料などの伸縮性を有しない材料からなり、これらの材料は１％を大きく下回る歪で亀裂を生じてしまう。また、炭素を主骨格とする有機半導体を用いた有機トランジスタは、有機材料が柔らかく、延性を有することにより、１％程度の歪でも、破断を生じることがなく、フィルム状の基板に形成した場合、曲げ変形に強くフレキシブルなデバイスの実現に有効である。

また、３次元的な対象物の表面に密着するように、フィルム状のデバイスを貼り付けるためには、フレキシブルであることだけではなく、伸縮性を有することが必要である。また、ロボットや人の表面、特に関節部の表面にデバイスを張り付けるためのデバイスフィルムは、数１０％の伸びに対応する必要がある。

【０００５】

そこで、従来、電界効果型のトランジスタ集積回路を備えたフレキシブルなセンサを人体の一部に貼り付けることができるように構成し、感圧センサとして利用する研究が進められている（非特許文献１参照）。　この研究では、有機ＴＦＴ（Organic Field Effect Transistor : OFET）を用いて折り曲げ可能な柔軟な回路を実現し、触覚センサなどのエリアセンサに有効な感圧センサアレイと周辺回路を集積した電子人工皮膚を試作している。具体的には、可撓性を有する樹脂製のフィルム上に複数の有機トランジスタをマトリクス状に形成し、これらの上に感圧性導電ゴムのシートと、電極付樹脂フィルムと、ランドを持ったスルーホールを所定のピッチで備えた樹脂製のフィルムを積層し、圧力センサを構成している。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【０００６】

【非特許文献１】信学技報　TECHNICAL REPORT OF IEICE ICD2004-29(2004-5)（社団法人、電子情報通信学会発行）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

非特許文献１に記載されている有機ＴＦＴは、半径５ｍｍ程度まで弾性を持って曲げることができるので、人体やロボットの表面に巻き付けることができる。また、曲げ応力の印加により有機ＴＦＴのドレイン電流は減少するが、半径５ｍｍ程度まで曲げてもその減少の度合いは３％以下であり、更に半径１ｍｍ程度まで曲げてもトランジスタとして十分に機能し、機械的な柔軟性を示す感圧センサを提供できるとしている。

【０００８】

以上のようなエレクトロニクスデバイスを実現する上で、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、物理量等を信号に変換するセンサー素子などを導電性の配線で接続する必要がある。

ところが、従来の金属による配線は１％に満たない歪で破断するため、曲がりくねった配線とすることで、ばねのように形体的な変形により伸びを実現していた。しかし、このような配線パターンによる解決方法では、基材の変形に大きな制限を設けなければならず、適用に限界を生じる問題がある。

【０００９】
これに対し、ゴム材料にカーボン粒子やカーボンナノチューブ等の導電性材料を分散させた伸縮性導電材料は、配線自体が伸縮性を有する為、デザインの制約が無く、広くエレクトロニクスデバイスの配線に適用することができる。
しかし、従来のこの種の伸縮性導体は初期の抵抗値が高く、更に数１０％の伸張に伴いその抵抗値が極めて大きくなる問題があった。この問題は、分散させる導電性材料の量を増やすことで、抵抗値を低くして解決することができるが、その場合は配線が極めて脆くなり、繰り返しの伸縮で破断するか、限界伸張度が極めて低くなるなどの課題がある。
【００１０】
本発明は前記事情に鑑みなされたものであり、伸縮性に富み、伸張しても導電率の低下が少なく、脆いという問題を解消することができ、繰り返しの伸縮でも破断するおそれが少なく、限界伸張度の大きな伸縮性導電体および伸縮性導電体形成用ペーストと伸縮性導電体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】
【００１１】
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）本発明の伸縮性導電体は、エラストマーからなる伸縮部と、この伸縮部に分散された少なくとも1種類の導電粒子とからなる混合物から構成され、前記混合物が有する界面の１つもしくは複数の位置に、前記混合物の内部側よりも前記導電粒子を密に集合させた導通部が形成されたことを特徴とする。
（２）本発明の伸縮性導電体において、前記導電粒子が前記エラストマーの質量に対し、４００％以下含有されてなることができる。
（３）本発明の伸縮性導電体において、前記伸縮性導体が、前記エラストマーを溶解する少なくとも１つの第１溶媒と、前記第１溶媒に１０％以上溶解しない第２溶媒と、少なくとも１種類の導電粒子とからなる混合液を乾燥して得られたものでもよい。
（４）本発明の伸縮性導電体において、前記第２溶媒が水または水を主成分とする溶媒であり、更に水に溶解する界面活性剤を含んでいることもよい。
（５）本発明の伸縮性導電体において、前記エラストマーが架橋されていてもよい。
（６）本発明の伸縮性導電体において、前記エラストマーがフッ素ゴムであってもよい。
本発明の伸縮性導電体において、前記導電粒子は、良導電性金属材料製の鱗片状の微粒子とすることができる。本発明の伸縮性導電体において、前記伸縮部が３０質量％以上の高濃度の界面活性剤水溶液を前記エラストマーの質量に対し３０質量％以上混合し、乾燥させてなるものでもよい。
（７）本発明の伸縮性導電体形成用ペーストは、エラストマーを溶解する少なくとも一つの第１溶媒と、該第１溶媒に溶解されたエラストマーと、前記第１溶媒に対し１０％以上溶解しない第２溶媒と、少なくとも１種類の導電粒子を具備してなることができる。
（８）本発明の伸縮性導電体形成用ペーストにおいて、前記導電粒子が前記エラストマーに対し４００質量％以下含有されていてもよい。
（９）本発明の伸縮性導電体形成用ペーストにおいて、前記第２溶媒が水または水を主成分とする溶媒であり、更に水に溶解する界面活性剤が含まれていてもよい。
（１０）本発明の伸縮性導電体形成用ペーストにおいて、前記エラストマーがフッ素ゴムであってもよい。
（１１）本発明の伸縮性導電体の製造方法は、エラストマーからなる伸縮部と、この伸縮部に分散された少なくとも1種類の導電粒子とからなる混合物から構成され、前記混合物に形成される１つもしくは複数の界面に、前記混合物の内部側よりも前記導電粒子を密に集合させた導通部が設けられた伸縮性導電体を製造するに際し、第１溶媒にエラストマーを溶解し、第２溶媒および前記導電粒子を混合した後、導体状に印刷することを特徴とする。
（１２）本発明の伸縮性導電体の製造方法において、前記第１溶媒と前記第２溶媒を相分離させるとともに前記溶媒を乾燥させることにより前記導通部を生成してもよい。

（１３）本発明の伸縮性導電体の製造方法において、前記導電粒子を前記エラストマーに対し４００質量％以下含有させることができる。
（１４）本発明の伸縮性導電体の製造方法において、前記エラストマーとしてフッ素ゴムを用いることができる。
（１５）本発明の伸縮性導電体の製造方法は、前記第２溶媒として水または水を主成分とする溶媒を用い、更に水に溶解する界面活性剤を含ませることができる。
【発明の効果】
【００１２】
本発明によれば、伸縮部に導電粒子を分散させた混合物の界面の１つもしくは複数の位置に混合物の内部側よりも導電粒子を密に集合させた導通部を備えているので、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。また、伸張に伴い導電率の低下が生じ難い優れた伸縮性導電体を提供できる。
このため、運動や加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、伸縮性導電体を構成するフッ素ゴムとフッ素界面活性剤水溶液の混合物の比率を調整し、導電粒子の配合量を最適化することにより、２００％前後のひずみが作用する伸張時であっても、１００ジーメンスを超える従来にない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】
【００１３】
【図１】本発明に係る伸縮性導電体を備えた伸縮性デバイスの第１実施形態を示す斜視図。
【図２】同伸縮性デバイスに設けられる半導体素子と伸縮性導電体による配線の接続部分を示す要部拡大平面図。
【図３】同伸縮性デバイスに設けられる半導体素子と配線の接続部分を示す要部拡大断面図。
【図４】同伸縮性デバイスに設けられる半導体素子内部構造の一例を示す断面斜視図。
【図５】同伸縮性デバイスに形成された伸縮性導電体による配線の部分断面図。
【図６】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。
【図７】実施例においてフッ素ゴムに対するフッ素界面活性剤水溶液の配合割合を変更して得られた各伸縮性導電体試料についてひずみ量と抵抗の相関関係を示す図。
【図８】実施例においてフッ素ゴムの種類を変更して得られた各伸縮性導電体試料についてひずみ量と抵抗の相関関係を示す図。
【図９】実施例においてフッ素界面活性剤水溶液の濃度を変更して得られた各伸縮性導電体試料についてひずみ量と抵抗の相関関係を示す図。
【図１０】実施例において銀フレークの添加量を変更して得られた各伸縮性導電体試料についてひずみ量と抵抗の相関関係を示す図。
【図１１】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。
【図１２】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。
【図１３】比較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。
【図１４】比較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。
【図１５】実施例においてフッ素樹脂含有量に応じ作製された各伸縮性導電体試料におけるひずみ量と抵抗の相関関係を示す図。
【発明を実施するための形態】
【００１４】
以下に、本発明の第一実施形態に係る伸縮性導電体を備えた伸縮性デバイスについて、

図面を適宜参照しながら説明する。

図１は、本実施形態に係る伸縮性デバイスの第１実施形態を示すもので、この第１実施形態の伸縮性デバイスＡは、伸張性樹脂フィルム１の一面側にいずれも伸縮性導電体からなるゲート配線２、ソース配線３、ドレイン配線６がマトリクス状に配線され、これらの配線が交差する部分近傍であって、伸張性樹脂フィルム（伸張性基材）１の内部側に半導体素子（薄膜トランジスタ）４を内蔵した半導体搭載基材５が埋設されて構成されている。

薄膜トランジスタ４と各配線との接続構造を図２に示し、薄膜トランジスタ４の周囲部分と伸縮性導電体の断面構造を図３に示し、半導体搭載基材５の詳細構造を図４に示し、伸縮性導電体からなる配線の断面構造を図５に示す。

この例の薄膜トランジスタ４は、図４に示すように、樹脂基板７の上面側（一面側）にゲート電極８とこのゲート電極８を覆う酸化膜９が形成され、酸化膜９の上に修飾膜１０が形成され、修飾膜１０上に島状の有機半導体層１１が形成され、有機半導体層１１の平面視両側に相互に離間してソース電極１２とドレイン電極１３とが形成されたボトムゲート型の薄膜トランジスタである。

有機半導体はＳｉ系半導体等に比較して歪による電子移動度の低下が少ないので、伸縮性デバイス用には好適である。また、有機半導体は低温プロセスで生成できるので、基板選択の自由度が高く、薄い樹脂基板上に作成可能であり、可撓性を確保し易い利点があるため、本実施形態に係る伸縮性デバイス用として好ましい。

【００１５】

前記構造の薄膜トランジスタ４において、樹脂基板７は一例としてポリイミド、ＰＥＮ（ポリエチレンナフタレート）などからなる耐薬品性、耐熱性に優れた樹脂基板を用いることが好ましく、ゲート電極８は一例としてＡｌ（アルミニウム）から構成することができ、酸化膜９はアルミニウム酸化膜から構成できる。ポリイミドの樹脂基板を用いる場合、一例として厚さ１２．５μｍの樹脂基板を用いることができ、Ａｌのゲート電極を用いる場合、一例として厚さ１００ｎｍのゲート電極を用いることができ、アルミニウム酸化膜を用いる場合、一例として厚さ１９ｎｍのアルミニウム酸化膜を用いることができる。

【００１６】

前記修飾膜１０は、一例として自己組織化単分子膜（ＳＡＭ）を用いることができ、有機半導体層１１は一例としてジナフトチエノチオフェン（ＤＮＴＴ）を用いることができる。自己組織化単分子膜とは、基板を溶液等に浸すことにより自己組織化的に単分子の膜を形成する有機分子のことであり、一般的には表面修飾等に用いられる膜である。具体的には、ｎオクタデシルホスホン酸（Ｃ－１８）を用いることができる。

アルミニウムの酸化膜９を自己組織化単分子膜の修飾層１０で修飾することでハイブリッド型のゲート絶縁膜を構成することができ、３Ｖで駆動可能な有機トランジスタを提供できる。

前記構造の薄膜トランジスタ４を覆うように樹脂基板７上にパリレン（日本パリレン合同会社商品名、パラキシリレン系ポリマー）等の有機高分子材料からなる内部封止層１５が形成され、半導体搭載基材５が構成されている。以上構成の半導体搭載基材５は一例であり、他の基板や配線を用いた有機トランジスタや他の構造のトランジスタであっても本実施形態の伸縮性デバイスに適用できるのは勿論である。

【００１７】

本実施形態の伸縮性デバイスＡにおいて、半導体搭載基材５とその周囲構造を図３に示すが、エラストマーからなる伸張性樹脂フィルム１の内部に半導体搭載基材５が埋設されている。この半導体搭載基材５の周面と上部側を直接、ドーム形状をなして覆うようにエラストマーからなる第１封止層３１が形成され、第１封止層３１の周囲を覆い、伸張性樹脂フィルム１の一部を兼ねるようにエラストマーからなる第２封止層３２が形成されている。半導体搭載基材５において樹脂基板７の裏面側に内部被覆層２０が形成され、この内部被覆層２０の周面側も第１封止層３１により覆われている。また、内部被覆層２０の外面側と伸張性樹脂フィルム１の外面側がエラストマーからなる保護層３５で覆われている

。

【００１８】

第２封止層３２には第１封止層３１に近い領域から離れる領域において徐々にヤング率が低下するヤング率のグラデーション（勾配）が生成され、伸張性樹脂フィルム１の裏面側には半導体素子４に接続した伸縮性導電体からなるゲート配線２、ソース配線３、ドレイン配線６が形成されている。本実施形態では、ゲート配線２、ソース配線３、ドレイン配線６が導電回路として設けられている。

【００１９】

本実施形態において、伸張性樹脂フィルム１、第１封止層３１、第２封止層３２、内部被覆層２０、保護層３５がそれぞれＰＤＭＳ（ポリジメチルシロキサン）等の２液性のエラストマーからなる。ここで用いる２液性のエラストマーは、主剤と架橋剤（硬化剤）を所定の比率（質量比）で混合し、適切な温度に所定時間加熱することで架橋反応を生じさせ、硬化させて伸張性樹脂フィルムを形成できる材料である。

【００２０】

本実施形態では、前記ＰＤＭＳの一例として、高透明シリコーンの一種として知られているシルガード１８４（東レ・ダウコーニング株式会社商品名）を用いることができる。ここでは、主剤：架橋剤の割合を第１封止層３１では７：１の割合で配合したものを架橋させて得られる。同様に、伸張性樹脂フィルム１と第２封止層では主剤：架橋剤の割合を２０：１の割合で配合したもの、内部被覆層２０では主剤：架橋剤の割合を１０：１の割合で配合したもの、保護層３５は主剤：架橋剤の割合を２０：１の割合で配合したものをそれぞれ架橋させて得られる。また、上述のシルガード１８４（東レ・ダウコーニング株式会社商品名）は主剤：架橋剤の割合が１０：１の場合に標準配合比であるので、架橋剤が過剰な第１封止層３１から周囲側に架橋剤の拡散がなされる結果として、第２封止層３２には架橋度（換言するとヤング率）の勾配が生成されている。

また、本実施形態で用いる２液性のエラストマーとして、ポリエステル系エラストマー、ポリエーテル系エラストマー、ポリウレタン系エラストマー等を用いることもできる。

【００２１】

前記ＰＤＭＳの場合、第１封止層３１は数ＭＰａ程度、例えば１～２ＭＰａ程度のヤング率となり、第１封止層３１から離れた位置の第２封止層３２は数百ｋＰａ程度、例えば２００～３００ｋＰａ程度のヤング率となる。

また、第２封止層３２において、第１封止層３１に近い領域は、架橋剤の拡散によりヤング率が第１封止層３１のヤング率に近くなり、第１封止層３１から離れるにつれて第２封止層３２を構成するエラストマーに含まれていた本来の架橋剤配合比のヤング率を呈するようになる。また、このヤング率のグラデーションは、第２封止層３２の面方向と厚さ方向の両方に生成されている。換言すると、このようにヤング率のグラデーションを伸張性樹脂フィルム１の面方向と厚さ方向の両方に生成できることで、伸縮性デバイスＡに歪が付加された場合のトランジスタ特性劣化をより効果的に抑制できる。なお、架橋剤の拡散がなされていない領域の第２コート層３０に相当する部分が伸張性樹脂フィルム１となっている。

【００２２】

本実施形態の構造に適用されているゲート配線２、ソース配線３、ドレイン配線６は、いずれも図５に断面構造を示す伸縮性導電体４０から形成されている。

この伸縮性導電体４０は、界面活性剤を含むフッ素ゴムなどのエラストマーからなる伸縮部４１と、この伸縮部４１に分散配合された複数の導電粒子４２とを備えた混合物からなり、伸縮部４１の表層側に伸縮部４１の内部側よりも導電粒子４２が密に集合された導通部４３を備えた概略構造を有している。この導通部４３は、伸縮性導電体４０の界面である表層部に存在し、導電粒子４２が密に集合して粒子間に絶縁物（エラストマーからなる伸縮部４１）が少ない部分的に多孔質に近い構造とされている。

なお、この例では表層側に導通部４３を設けた構造を例示したが、導通部４３は伸縮性導電体４０の裏面側など、他の部分に密に集合した構造を採用することも可能である。例

えば、伸縮性樹脂フィルム１などのようなフィルムの上ではなく、洋服などの表面や布の表面などに伸縮性導電体４０を形成する場合は、繊維との界面あるいは周囲の空気との界面に沿って導通部４３を構成する場合があるので、導通部４３は伸縮性導電体４０のいずれかの位置に他の部分に対し密に形成されている構造を適宜採用できる。導通部４３は後述する第１溶媒と第２溶媒の相分離性を利用して形成されるので、相分離状態を調整することで、導電粒子４２の集合状態を調整可能である。

【００２３】

前記伸縮部４１を形成する場合、本実施形態では初めに、塊状で入手される架橋済みのフッ素ゴムをペレット状に細かく分断する。これは次工程でフッ素ゴムを溶剤に溶けやすくするためである。

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ペンタノンなどの第１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。フッ素ゴムなどのゴムを良好に溶解する第１溶媒は、この例のように４メチル２ペンタノンの他に、2ヘプタノン、メチルエチルケトン等を用いることができる。

即ち、第１溶媒として４メチル２ペンタノン（メチルイソブチルケトン）を用いることができるが、フッ素ゴムなどのゴムを溶解できる溶媒であれば、これに限らない。なお、第１溶媒は第２溶媒に対する溶解性が低い必要が有るので、第２溶媒が１０％以上第１溶媒に溶解しないように選定することが好ましい。

より具体的には、２元系フッ素ゴムあるいは３元系フッ素ゴムとして知られているフッ素ゴム、例えば、Ｇ８０１、Ｇ９０１、Ｇ９０２、Ｇ９１２、Ｇ９５２（ダイキン工業株式会社商品名）を用いることができる。これらのフッ素ゴムは、パーオキサイド加硫によるフッ素ゴムとして知られている。

なお、フッ素ゴムの他に第１溶媒に溶解可能なゴムとして、ウレタンゴムやシリコーンゴム等のゴムを用いることもできる。

前記伸縮部４１には、例えば、カーボンナノチューブ等の導電材料を別途添加しても良い。

【００２４】

導電粒子４２は、銀フレークなどの良導電性金属材料製の鱗片状の微粒子あるいはカーボンナノチューブやグラフェン等の導電粒子からなることが好ましい。なお、導電粒子４２は、銀の他に金や白金などの貴金属の鱗片状の微粒子、あるいはアルミニウムや銅などからなる鱗片状の良伝導性金属微粒子であっても良い。これら粒子の形状は鱗片状に限らず、薄片状、偏平状などのいずれの形状であっても良い。鱗片状の導電粒子４２は伸縮性導電体４０の表層部においてそれらの面方向を揃えて密に重なるように多孔質体の形状をなして分散され、良好な導電性を発揮する。

導電粒子４２として、好ましくは、粒径１０μｍ以下、より好ましくは、１～５μｍ程度の粒径の銀薄片などの金属薄片微粒子が好ましい。導電粒子４２は、前記エラストマーとしてのフッ素ゴムの質量に対し４００質量％以下、望ましくは４００質量％未満の添加量であることが好ましい。添加量が多すぎると伸縮により伸縮性導電体４０が脆くなるおそれがある。

【００２５】

前記第１溶媒に対し水あるいはエチレングリコールまたはエチレングリコールを不含む水などの水を主成分とする第２溶媒を配合する。なお、この第２溶媒の相分離性を調整するため、良好にするために必要量の界面活性剤を第２溶媒に添加してもよい。

ここで用いるフッ素界面活性剤水溶液の一例として、ゾニルＦＳ３００（Ｚｏｎｙｌ ＦＳ３００：デユポン株式会社商品名）の４０質量％濃度のものを使用できる。フッ素界面活性剤水溶液は３０質量％濃度以上の高濃度のものを用いることが好ましい。

【００２６】

各成分を混合する場合の比率は、一例として、質量比において銀フレーク：フッ素ゴム：第１溶媒（有機溶媒）：第２溶媒（フッ素系界面活性剤水溶液；濃度４０質量％）、＝

３：１：２：１の割合で混合することができる。

前記第２溶媒は水もしくはエタノールまたはこれらに界面活性剤を配合した溶媒を用いることができる。

【００２７】

各成分の混合比として、フッ素ゴムと第２溶媒（フッ素界面活性剤水溶液）との混合比は、質量比としてフッ素ゴムに対し第２溶媒（フッ素界面活性剤水溶液）を等量以上添加することが最も好ましい。第２溶媒（フッ素界面活性剤水溶液）の添加量を増加することで伸縮性導電体４０の伸張性を向上させることができるが、５０％歪を超えても良好な導電性を確保するためには、質量比においてフッ素ゴムの４０％以上、より好ましくは質量比においてフッ素ゴムに対し８０～１００％のフッ素界面活性剤を添加することが好ましい。

ただし、界面活性剤はゴムを溶解するための第１溶媒と水またはエタノールの第２溶媒の混合状態を調節して相分離状態を生じさせるために有用な添加物であるが、界面活性剤の添加を無くして第１溶媒と第２溶媒を混合しても良い。

【００２８】

前記フッ素界面活性剤水溶液の濃度は、水量が一定の場合、水：フッ素界面活性剤水溶液が５：２～３：２の範囲であることが好ましい。

前記銀フレークの添加量は３：１の割合とすることができる。添加量が多すぎる場合は繰り返しの伸張で伸縮性導電体４０が破断する可能性が高く、添加量が低い場合は良好な導電性が得られない可能性がある。

【００２９】

なお、上述の混合物として、カーボンナノチューブとイオン性液体（ＥＭＩＴＦＳＩ：１－エチル－３－メチルイミダゾリウム（トリフルオロメタンスルフォニル）イミド）と４メチル２ペンタノンをジェットミリング等の手法で１２時間混合攪拌し、得られた混合物に銀フレークとフッ素ゴムを添加し、マグネチックスターラー等で１２時間程度混合攪拌してインク状混合物を得た後、５時間程度乾燥させて溶媒を揮発させてインク混合物を用いることもできる。なおまた、上述の混合物においてカーボンナノチューブは、添加しなくても良い。

【００３０】

以上説明のインク状またはペースト状混合物をインクジェット法、ディスペンサー、スクリーン印刷、孔版印刷などの印刷法により前述の伸張性樹脂フィルム１の上に印刷することで、図５に断面構造を示す伸縮性導電体からなるゲート配線２、ソース配線３、ドレイン配線６を形成することができる。

なお、上述の方法で形成した伸縮性導電体について更に架橋してエラストマーとしてのフッ素ゴムを安定化することができる。

架橋する場合、１２０℃前後での加硫できる低温加硫型のポリオール加硫やパーオキサイド加硫など、材料に適した方法で加硫することができる。また、シリコーンゴムの場合はＬＴＶ（低温加硫型）シリコーンゴムや、材料が熱に弱い場合は、紫外線硬化型のシリコーンゴムや紫外線硬化型のウレタンゴムなどの公知の技術を用いることができる。

【００３１】

図５に示す伸縮性導電体４０からなるゲート配線２、ソース配線３、ドレイン配線６であるならば、数１０％～２００％程度まで伸縮させても優れた導電率を維持できる配線を得ることができる。例えば、２００％程度伸張させても１００ジーメンスの導電率を維持できる伸縮性導電体からなる配線は、従来技術では得られない優れた伸縮性と導電率を示す配線を提供できる。

また、伸縮性導電体を形成する伸張性樹脂フィルム１などの基体の表面をＵＶオゾン処理することにより、導電率を向上させ、繰り返し伸張による導電率の低下を抑制することができる。

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。

【００３２】
図５に示す断面構造の伸縮性導電体４０において、表層部に銀フレークの導電粒子４２を密集させた導通部４３が生成するのは、フッ素ゴムにフッ素界面活性剤水溶液を混合しているので、フッ素ゴムと水とでミセルを生成し、乾燥時に表層部が部分的に多孔質のような状態となり易いと考えられる。フッ素界面活性剤とともに水が存在することにより伸縮性導電体４０の表面が親水性になり、水と導電粒子４２がフッ素ゴムの表面に集まりやすくなるため、相分離が起こり、最表面に導電粒子４２が集まり易く、導電粒子４２の間に絶縁物が生成され難くなり、表面層に導電粒子４２が密集し、それら粒子間に絶縁物が少ない導電粒子４２が密集した部分的に多孔質のような構造が得られると考えられる。この部分的な多孔質構造は、高い導電性を有し、仮に導体が伸縮した場合であっても、導電粒子４２間の導通が保たれ、導電率の低下を抑制できる。なお、ゴムを溶解する第１溶媒に対し水の第２溶媒が存在し相分離することが重要であり、ここに界面活性剤を含むことで、相分離状態を調整することができる。界面活性剤は必須の成分ではなく、相分離を起こす第１溶媒と第２溶媒の存在が重要であると考えられる。

【００３３】
水が無い場合、ミセルの形成にフッ素界面活性剤が用いられないため、導電粒子４２の間にフッ素界面活性剤が残って絶縁物となり易く、この絶縁物が導電性を妨げる。導電粒子４２が伸縮性導電体４０の内部に多すぎる場合、攪拌時に泡が生成されなくなる。なお、水を多く含むため、乾燥のさせ方、伸張性樹脂フィルムの親水性、疎水性によって相分離の状態が異なることが考えられ、これらの状態により導電性に影響が生じることが考えられる。また、銀フレークの表面を界面活性剤が改質し、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と推定できる。

【００３４】
図２、図３に示す薄膜トランジスタ４に配線する場合、図３に示すように樹脂基板７と内部被覆層２０と保護層３５を貫通するようにレーザー光などでビアホールを形成し、このビアホールを介しゲート電極８に接続する幅５００μｍ程度のゲート配線２を形成し、図２に示すようにゲート配線２の一部を覆い隠す絶縁膜６０を形成し、ゲート配線２と交差するように伸縮性導電体を用いて幅５００μｍ程度のソース配線３、ドレイン配線６を形成する。

以上の方法により配線２、３、６を形成することにより図１～図３に示す構造の伸縮性デバイスＡを得ることができる。

【００３５】
以上説明したように製造した伸縮性デバイスＡは、薄膜トランジスタ４の周囲をヤング率の高い第１封止層３１で覆い、その外側をヤング率の低い第２封止層３２で覆い、伸縮性導電体によるゲート配線２、ソース配線３、ドレイン配線６を設けているので、伸縮性デバイスＡを引き伸ばしたり、曲げることで歪を付加した場合であっても、半導体素子４のトランジスタとしての特性劣化を生じ難い構造を提供できる。

【００３６】
第２封止層３２には、第１封止層３１に近い領域から離れる領域において徐々にヤング率が低下するヤング率のグラデーション（勾配）が生成されているので、歪が付加された場合に半導体素子４のトランジスタ特性劣化を抑制した構造を提供できる。

第２封止層３２において、その厚さ方向、換言すると伸張性樹脂フィルム１の厚さ方向にもヤング率のグラデーションが生成されているので、トランジスタ特性に対し歪の影響を抑制した伸縮性デバイスＡを得ることができる。

【００３７】
更に、ひずみ５０％～２００％程度まで伸張させても導電率の低下し難い伸縮性導電体４０でゲート配線２、ソース配線３、ドレイン配線６を形成しているので、伸縮性デバイスＡを伸縮させてもこれら配線２、３、６の導電率が低下することがなく、各薄膜トランジスタ４を安定動作させることができる。

前記伸縮性デバイスＡは、ゴムのように伸縮性に優れ、ロボットの関節のような機械の

可動部に貼り付けて使用することができる伸縮性の電子人工皮膚を実現可能とするなどの優れた特徴を有する。

【００３８】

本実施形態において、ゲート配線２、ソース配線３、ドレイン配線６を形成している伸縮性導電体４０を図１～図３に示す伸縮性デバイスＡに適用したのは、一つの例であり、その他種々の伸縮性デバイス一般に広く伸縮性導電体４０を適用できるのは勿論である。

伸縮性デバイスは図１、図２に示すようなアクティブマトリックス回路に限らず、抵抗やコンデンサ等との組み合わせで実現されるパッシブ回路、物理量を信号に変換するセンサ素子の回路等、広く適用できるので、これらに対し伸縮性導電体４０を適用できるのは勿論である。

これらいずれの用途に伸縮性導電体４０を適用しても、伸縮性に優れ、伸び縮みした場合でも導電率の低下を引き起こし難い、伸縮性に優れた回路を提供できる。

【００３９】

また、これまで説明した実施形態では伸張性基材として伸張性樹脂フィルム１を用いた例について説明したが、伸張性樹脂フィルム１に替えて繊維を編み構造とした編物状の柔軟性基材を用い、この柔軟性基材の外面または内部に先に説明した伸縮性導電体を用いて配線することも可能である。

このように繊維の編み組み構造とした柔軟性基材に対し伸縮性導電体を適用する場合、界面活性剤を含む伸縮性導電体を用いると、柔軟性基剤を洗濯する場合に界面活性剤が抜けて伸縮性導電体が損傷するおそれがある。このため、洋服やシャツなどの繊維の編み組み構造の柔軟性基材に伸縮性導電体を適用する場合、第２溶媒に界面活性剤を添加することなく第１溶媒に加え、伸縮性導電体を構成することが好ましい。

【００４０】

繊維の編み組み構造の柔軟性基材に伸縮性導電体を形成する場合、導電材粒子を含む第１溶媒と第２溶媒の混合物であるインク状またはペースト状混合物を繊維の編み組み構造の柔軟性基材に塗布し乾燥させることで柔軟性基材に食い込んで一体化した構造に形成できる。この場合、導電性粒子からなる導通部は、編み組み構造の柔軟性基材表面に密に集合する構造にできるが、編み組み構造の柔軟性基材の裏面側に密に集合する構造にすることもできる。また、編み組み構造の繊維とそれを取り囲む混合物の乾燥体との界面に形成することもできる。

以上のことから、伸縮性導電体においては、形成する基材に合わせて表面、裏面あるいは編み組み構造体の繊維との界面などのいずれかの界面位置に導電粒子を密に集合させた構造の導通部を形成し、利用することができる。還元すると、導電粒子を密に集合させて導通部とする領域は、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複数の導電粒子とを備えた混合物において、その表面と裏面あるいは基材との境界部分、即ち、混合物の界面に沿って形成されていることが好ましい。

【００４１】

伸縮性導電体において、用いるインク状またはペースト状の混合物を塗布乾燥した状態で用いても良いが、混合物に含まれるエラストマーを架橋して安定化した状態で用いても良い。

本発明では水に代表される第２溶媒は、エラストマーが溶解した第１溶媒に対して１０％以上は溶解しないため、第２溶媒はミセル状に分散した（Ｗ／Ｏ型）エマルションを形成していると推察される。この時、界面活性剤を混入することでミセルが界面に集まり、導電性粒子を密に界面に集合させる。水は乾燥性が高いため、印刷プロセスでの品質管理が難しい場合がある。その場合は、沸点の高いエチレングリコールを用いる、あるいは水とエチレングリコールの混合溶媒を第２溶媒に用いることが有効である。エチレングリコールは第２溶媒の表面張力を低下させ、実効的に界面活性剤と同様に機能する。また、第１溶媒への溶解度も水と同様であり、伸縮性導体形成用ペーストの組成物としては好適である。繊維は水に対する親和性が高いため、伸縮性導体形成用ペーストとの界面に第２溶媒を好適に集合させることができる。このように気液界面あるいは固液界面が第２溶媒と

の親和性を高くすることで、界面に選択的に導通部を形成することができる。

【００４２】

（実施例）

「実施例１」

フッ素ゴム（Ｇ８０１：ダイキン工業株式会社製商品名）を原料として用い、４メチル２ペンタノンの第１溶媒と平均粒径１０μｍ以下の銀フレークを質量比２：１：３の割合で混合し、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界面活性剤（Ｚｏｎｙｌ－ＦＳ３００（４０質量％）：デュポン株式会社商品名）水溶液（第２溶媒）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、ペースト状の混合物を得た。

【００４３】

このペースト状混合物を用い、孔版印刷法により図６に示す短冊状の伸張性樹脂フィルム５０の上に長さ３ｃｍ、幅５００μｍ、高さ２０～３０μｍの伸縮性導電体５１を形成した。伸張性樹脂フィルム５０はその両端側にポリイミド製の矩形状の足場片５２、５２を備えており、これらに伸縮性導電体５１の両端部を橋渡し状に形成して試験体を構成した。

伸張性樹脂フィルムは、ＰＤＭＳ（シルガード１８４（東レ・ダウコーニング株式会社商品名）：主剤：架橋剤の割合＝２０：１）製の短冊状の伸張性樹脂フィルム（ヤング率２１０ｋＰａ）を用いた。

【００４４】

「実施例２」

前記ペースト状の混合物を作製する場合、フッ素ゴムとフッ素界面活性剤水溶液（第２溶媒）との混合比を変更して複数の伸縮性導電体を作製し、それぞれの伸縮性導電体を用いて図６に示す試験体を作製して評価した。

作製した各試験体について、短冊状の伸張性樹脂フィルムの長さ方向に伸張力を作用させながら（速さ：３ｍｍ／分）４端子法でひずみに対する導電率を測定した。その結果を図７に示す。

【００４５】

図７に示す結果から、フッ素ゴムにフッ素界面活性剤水溶液（濃度４０質量％：第２溶媒）を添加する量を増加させると添加量に応じ伸張性が向上することがわかる。特に、５０％以上のひずみであっても１００ジーメンス以上の導電率を得るためには、質量比でフッ素ゴムに対し２０％以上のフッ素界面活性剤水溶液（濃度４０質量％）を添加することが好ましいと判る。また、質量比でフッ素ゴムに対し８０％～１００％のフッ素界面活性剤水溶液を添加するならば、２００％前後のひずみを負荷しても１００ジーメンスを超える導電率が得られる。

【００４６】

「実施例３」

前記ペースト状の混合物を作製する場合、用いるフッ素ゴムとして、上述のＧ８０１に替えてＧ８００１、Ｇ９１２、ＬＴ－３０２（いずれもダイキン工業株式会社商品名）のいずれかを用いて伸縮性導電体の試験体を作製した。作製した各試験体について、短冊状の伸張性樹脂フィルムの長さ方向に伸張力を作用させながら（速さ：３ｍｍ／分）４端子法でひずみに対する導電率を測定した。その結果を図８に示す。

図８に示す結果から、用いるフッ素ゴムとしてＧ８０１（ダイキン工業株式会社商品名）が最も優れた伸張性を発揮していると判る。なお、Ｇ９１２（ダイキン工業株式会社商品名）等のフッ素ゴムであっても、伸張性は向上していることが判る。

【００４７】

「実施例４」

前記インク状の混合物を作製する場合、用いるフッ素界面活性剤水溶液の濃度を変更して複数の伸縮性導電体を作製し、それぞれの伸縮性導電体を用いて図６に示す試験体を作製し、各試験体について４端子法でひずみに対する導電率を測定した。各伸縮性導電体に

おいて、水：フッ素界面活性剤水溶液（Ｚｏｎｙｌ－ＦＳ３００：デュポン株式会社商品名）を１５：２、１０：１、５：２、３：２、１：０の割合で変量し、フッ素界面活性剤水溶液とフッ素ゴムの配合比は１：１、フッ素ゴムはＧ８０１（ダイキン工業株式会社商品名）を用いている。測定結果を図９に示す。

【００４８】

図９に示す結果から、用いるフッ素界面活性剤水溶液の濃度として３：２のものが最も良好なひずみに対する導電率を示した。図９において１：０で示す試料はフッ素界面活性剤を含まない水のみの試料を示すが、界面活性剤の添加がない試料であっても歪に対するある程度良好な導電性を示した。

なお、水を抜いてフッ素界面活性剤のみを混合して得た伸縮性導電体は、導電性を発現しなかったので、フッ素界面活性剤を水溶液として用いることが重要であり、水の添加、還元すると第１溶媒に対し相分離する機能を有する第２溶媒としての水の添加が重要であることが判る。

【００４９】

「実施例５」

前記インク状の混合物を作製する場合、用いる銀フレークの添加量を変更して複数の伸縮性導電体を作製し、それぞれの伸縮性導電体を用いて図６に示す試験体を作製し、各試験体について４端子法でひずみに対する導電率を測定した。各伸縮性導電体において、フッ素界面活性剤水溶液（Ｚｏｎｙｌ－ＦＳ３００（４０質量％濃度）：デュポン株式会社商品名）とフッ素ゴムの配合比は１：１、フッ素ゴムはＧ８０１を用いている。測定結果を図１０に示す。

【００５０】

図１０に示す測定結果から、銀フレークの添加量が多すぎると伸張性が向上しないことが判る。このことから、銀フレークの添加量の調整も重要であることが判る。

【００５１】

「実施例６」

先に実施例１で用いたフッ素ゴム（Ｇ８０１：ダイキン工業株式会社製商品名）：第１溶媒（４メチル２ペンタノン）：銀フレーク（平均粒径１０μｍ以下）：界面活性剤水溶液を質量比１：２：３：１の割合で混合して得られた伸縮性導電体について、表面を走査型電子顕微鏡で撮影（５０００倍）するとともに、横断面を走査型電子顕微鏡で撮影（５０００倍）した結果を図１１と図１２に示す。

【００５２】

図１１に示す表面状態は鱗片状の銀フレークが伸縮性導電体の表面に集合して一部が部分的な多孔質体のような状態となっている様子を示している。表層部分にこのように鱗片状の銀フレークが密集していることから、伸縮性導電体において、表層部分に密集した銀フレームが導電性を確保していると推定できる。

図１２に示す横断面構造は、伸縮性導電体の内部側深い部分に銀フレークが疎に分散されていて、表層部分に銀フレークが密集していることを示している。この銀フレークの相分離は、フッ素界面活性剤を含む水溶液を配合したことによる効果と推定できる。また、伸縮性導電体の表層部分に密に集合している銀フレークが存在することから、２００％前後のひずみを受けるように伸張させたとしても、銀フレーク間の導電パスを確保することができることから、優れた導電性を維持したまま伸張性を有していると推定できる。

【００５３】

「実施例７」

先に実施例１で用いたフッ素ゴム（Ｇ８０１：ダイキン工業株式会社製商品名）：第１溶媒（４メチル２ペンタノン）：銀フレーク（平均粒径１０μｍ以下）を質量比１：２：３の割合で混合し、更にフッ素界面活性剤水溶液を配合せずに得られた伸縮性導電体について、表面を走査型電子顕微鏡で撮影（５０００倍）するとともに、部分断面を走査型電子顕微鏡で撮影（５０００倍）した結果を図１３と図１４に示す。

【００５４】

図１３に示す表面状態は鱗片状の銀フレークがフッ素ゴムの内部に分散されている状態を示している。隣接する銀フレーク間には絶縁物としてのフッ素ゴムが存在するので、銀フレークによる良好な導電率を得ることは難しい。

図１４に示す横断面構造は、銀フレークがフッ素ゴム中にランダムに分散されていて、表層部分の銀フレークは密集していないことを示している。この銀フレークの分散状態は、フッ素界面活性剤水溶液を配合していないことによると推定できる。

図１３と図１４に示す銀フレークの周囲は、絶縁体であるフッ素ゴムで分離されており、伸張によりひずみが作用すると導電率が著しく低下することを示唆する構造であると推定できる。

【００５５】

「実施例８」

先に実施例１で用いた銀フレーク（平均粒径１０μｍ以下）：フッ素ゴム（Ｇ８０１：ダイキン工業株式会社製商品名）：界面活性剤：第１溶媒（４メチル２ペンタノン）：第２溶媒（水）を質量比３：６：４：１２：６の割合で混合して得られたペースト混合物から得られた伸縮性導電体について歪と抵抗の関係を測定した結果を図１５に示す。

また、フッ素ゴムの量と界面活性剤の合計量を１として、合計量１に対するフッ素ゴムの混合量を０．７、０．８、０．９、０．９５、１．０の６通りに変更してそれぞれペースト混合物を作製し、これらのペースト混合物から得られた伸縮性導電体について歪と抵抗の関係を測定した結果を図１５に示す。

【００５６】

図１５に示す結果から、フッ素ゴムと界面活性剤の混合量を変更する場合、歪に対し強い伸縮性導電体を得るためには、界面活性剤に対するフッ素ゴムの混合量を０．７～０．９の範囲とすることが有利であるとわかる。例えば、歪１５０％に耐える伸縮性導電体を得るためには、界面活性剤に対するフッ素ゴムの混合量を０．７、０．９にすることにより対応でき、歪１００％に耐える伸縮性導電体を得るためには、界面活性剤に対するフッ素ゴムの混合量を０．７～０．９にすることにより対応できる。

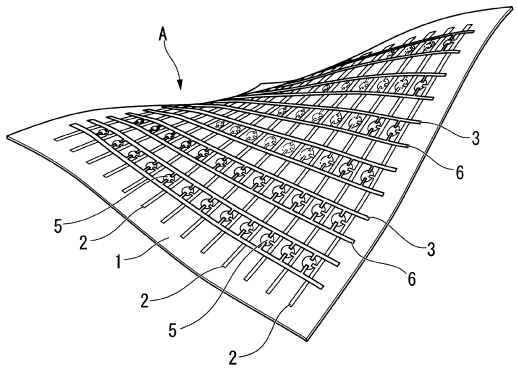
また、図１５に示す結果から、界面活性剤を０として水のみの第２溶媒とした試験例において５０％の歪でも抵抗変化の少ない伸縮導電体を得られることがわかった。

【符号の説明】

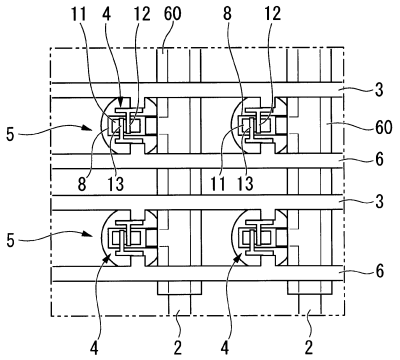
【００５７】

Ａ…伸縮性デバイス、１…伸張性樹脂フィルム、２…ゲート配線（導電回路）、３…ソース配線（導電回路）、５…半導体搭載基材、６…ドレイン配線（導電回路）、７…樹脂基板、８…ゲート電極、９…酸化膜、１０…修飾膜、１１…有機半導体層、１２…ソース電極、１３…ドレイン電極、１５…内部封止層、２０…内部被覆層、３１…第１封止層、３２…第２封止層、３５…保護層、４０…伸縮性導電体、４１…伸縮部、４２…導電粒子、４３…導通部。

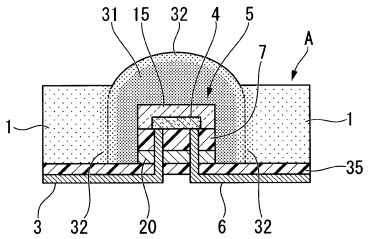
【図１】



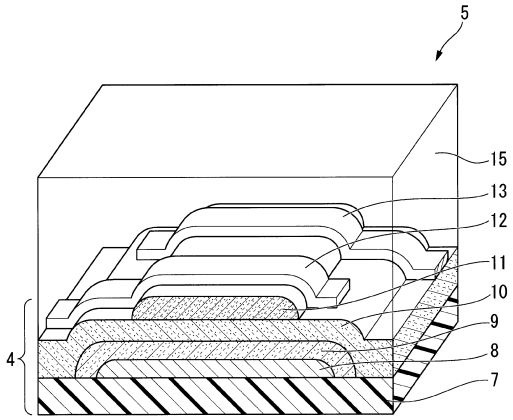
【図２】



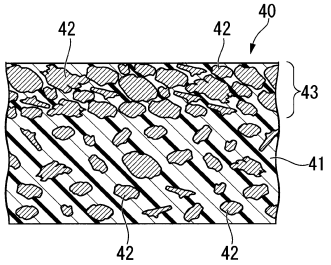
【図３】



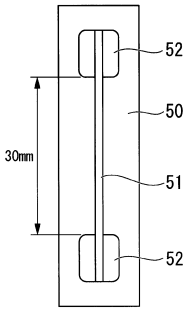
【図４】



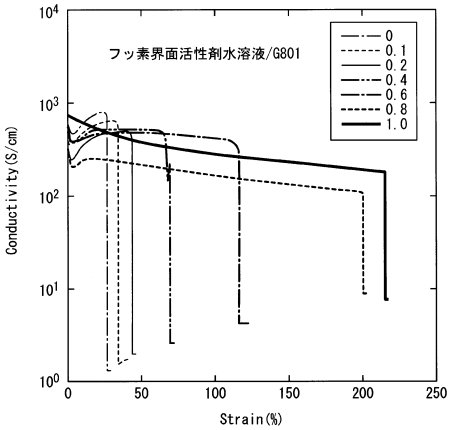
【図５】



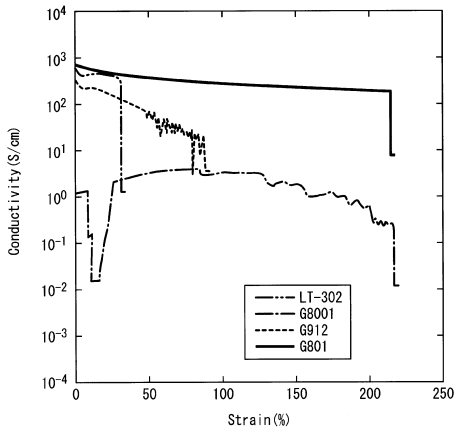
【図６】



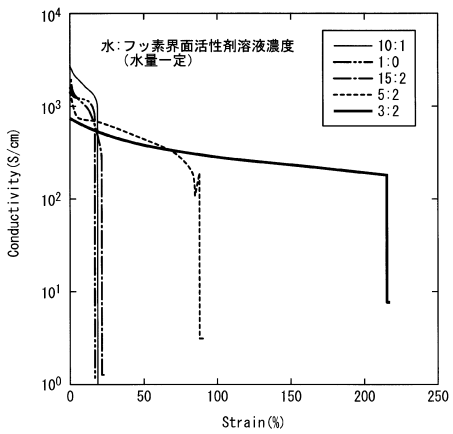
【図７】



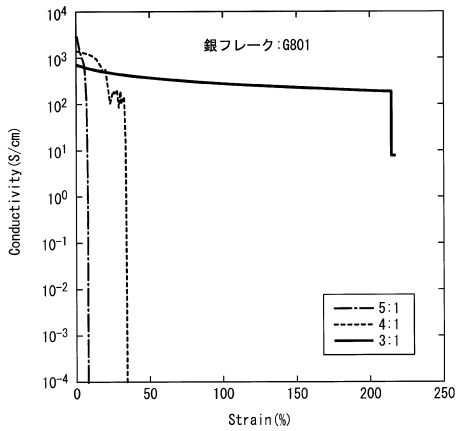
【図８】



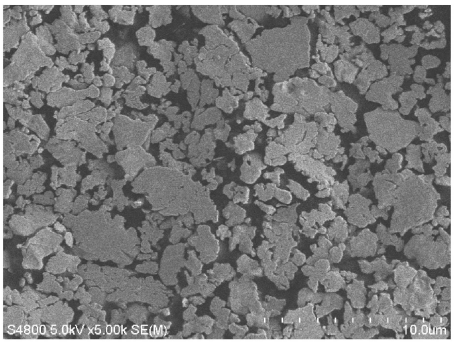
【図９】



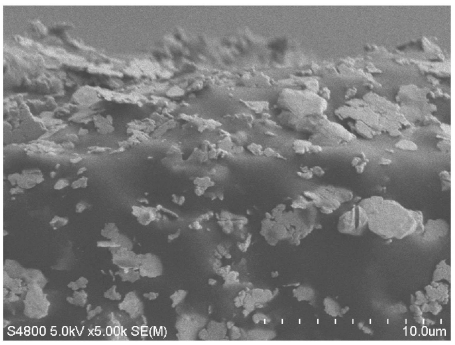
【図１０】



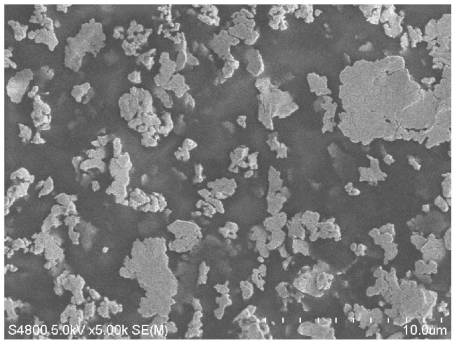
【図１１】



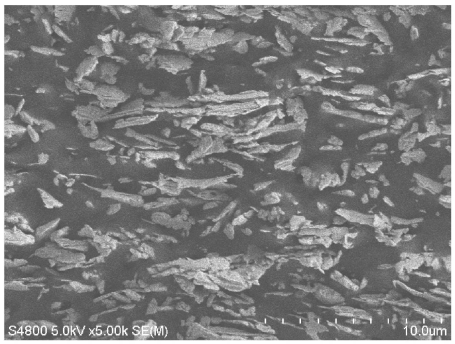
【図１２】



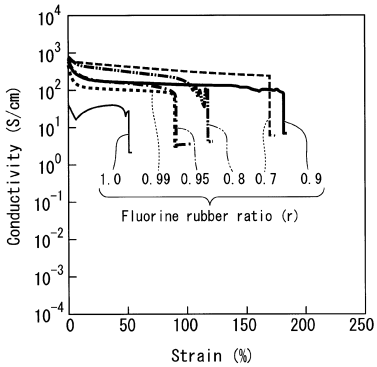
【図１３】


S4800 5.0kV x5.00k SE(M)
10.0um

【図１４】


S4800 5.0kV x5.00k SE(M)
10.0um

【図１５】


Conductivity (S/cm)
Strain (%)
1.0
0.99
0.95
0.8
0.7
0.9
Fluorine rubber ratio (r)

フロントページの続き

(51)Int.Cl. FI
H01B 7/06

(72)発明者 関谷 毅
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 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 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

審査官 井上 能宏

(56)参考文献 特表２０１２－５３３８５７（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１１／１４５４１１（WO，Ａ１）
特開２０１０－１５３３６４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－２３６１０３（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－２２１４３３（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－３３６７４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｂ １／２２
Ｈ０１Ｂ ７／０６
Ｈ０１Ｂ １３／００
Ｈ０１Ｌ ２１／２８
Ｈ０１Ｌ ２１／２８８