

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02015/119217

発行日 平成29年3月30日 (2017. 3. 30)

(43) 国際公開日 平成27年8月13日 (2015. 8. 13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 B 1/22 (2006.01)	HO 1 B 1/22 B	4M104
HO 1 B 13/00 (2006.01)	HO 1 B 13/00 503Z	5G301
HO 1 L 21/28 (2006.01)	HO 1 B 1/22 A	5G311
HO 1 L 21/288 (2006.01)	HO 1 L 21/28 301B	5G323
HO 1 B 7/06 (2006.01)	HO 1 L 21/288	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 23 頁) 最終頁に続く

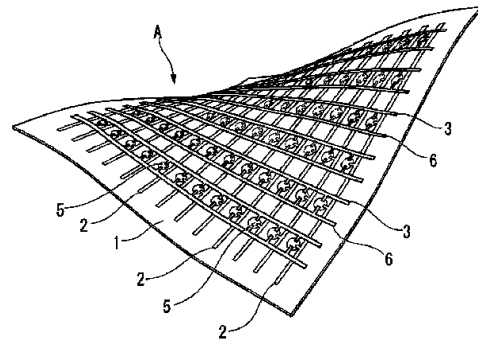
出願番号 特願2015-561037 (P2015-561037)	(71) 出願人 503360115 国立研究開発法人科学技術振興機構 埼玉県川口市本町四丁目1番8号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2015/053298	
(22) 国際出願日 平成27年2月5日 (2015. 2. 5)	
(31) 優先権主張番号 特願2014-20830 (P2014-20830)	(74) 代理人 100064908 弁理士 志賀 正武
(32) 優先日 平成26年2月5日 (2014. 2. 5)	(74) 代理人 100094400 弁理士 鈴木 三義
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(74) 代理人 100147267 弁理士 大概 真紀子
	(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

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) 【要約】

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。



## 【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】

前記伸縮性導電体が、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ことを特徴とする請求項1に記載の伸縮性導電体。

## 【請求項 4】

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を特徴とする請求項3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成形用ペースト。

## 【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に記載の伸縮性導電体成形用ペースト。

## 【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、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に記載の伸縮性導電体の製造方法。

10

20

30

40

50

## 【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、プラスチ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】

10

20

30

40

50

【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割合は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。

10

【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。

20

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。

30

【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。

40

(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

50

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ジーンズ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

10

20

30

40

50

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 12.5 μm 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 100 nm 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 19 nm 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

10

20

30

40

50

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上にバリレン(日本バ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

10

20

30

40

50

封止層 3 2 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 3 2 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 3 0 に相当する部分が伸張性樹脂フィルム 1 となっている。

#### 【 0 0 2 2 】

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 4 0 から形成されている。

10

この伸縮性導電体 4 0 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 4 1 と、この伸縮部 4 1 に分散配合された複数の導電粒子 4 2 とを備えた混合物からなり、伸縮部 4 1 の表層側に伸縮部 4 1 の内部側よりも導電粒子 4 2 が密に集合された導通部 4 3 を備えた概略構造を有している。この導通部 4 3 は、伸縮性導電体 4 0 の界面である表層部に存在し、導電粒子 4 2 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 4 1）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 4 3 を設けた構造を例示したが、導通部 4 3 は伸縮性導電体 4 0 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 4 0 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 4 3 を構成する場合があるので、導通部 4 3 は伸縮性導電体 4 0 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 4 3 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 4 2 の集合状態を調整可能である。

20

#### 【 0 0 2 3 】

前記伸縮部 4 1 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、攪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。

30

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あるので、第 2 溶媒が 1 0 % 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、G 8 0 1、G 9 0 1、G 9 0 2、G 9 1 2、G 9 5 2（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。

40

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 4 1 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。

#### 【 0 0 2 4 】

導電粒子 4 2 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 4 2 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

50



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 10 μm 以下、より好ましくは、1 ~ 5 μm 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、ゾニルフ S 300 (Zonyl FS 300 : デュ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% 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

10

20

30

40

50

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、シリコンゴムの場合は LTV (低温加硫型) シリコンゴムや、材料が熱に弱い場合は、紫外線硬化型のシリコ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。

10

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ため、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。

20

30

#### 【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。

40

#### 【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ピアホールを形成し、このピアホールを介しゲート電極 8 に接続する幅 500 μm 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 500 μm 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】

50

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を形成しているため、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

10

20

30

40

50

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)エマルジ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10 $\mu$ m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500 $\mu$ m、高さ20~30 $\mu$ m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 $\mu$ m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ジーンズ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：デュボン株式会社商品名）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ため、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）：デュボン株式会社商品名）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】

10

20

30

40

50

図 1 1 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クが導電性を確保していると推定できる。

図 1 2 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。

10

【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 10 μm 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 1 3 と図 1 4 に示す。

【0054】

図 1 3 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。

20

図 1 4 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 1 3 と図 1 4 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 10 μm 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 1 5 に示す。

30

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 1 5 に示す。

【0056】

図 1 5 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。

40

また、図 1 5 に示す結果から、界面活性剤を 0 として水のみ第 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】

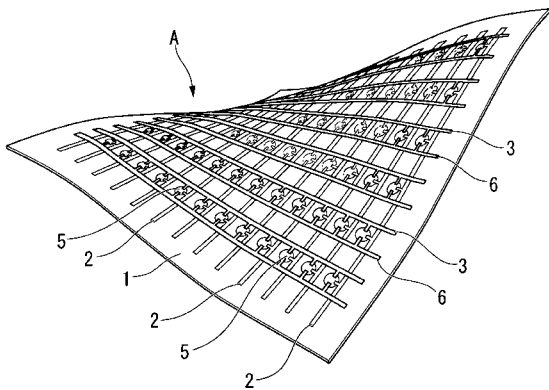
【0057】

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

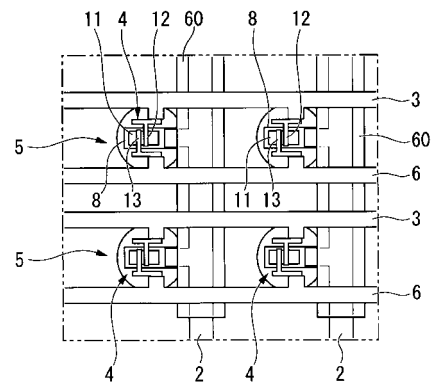
50

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。

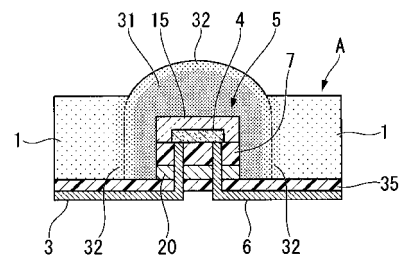
【 図 1 】



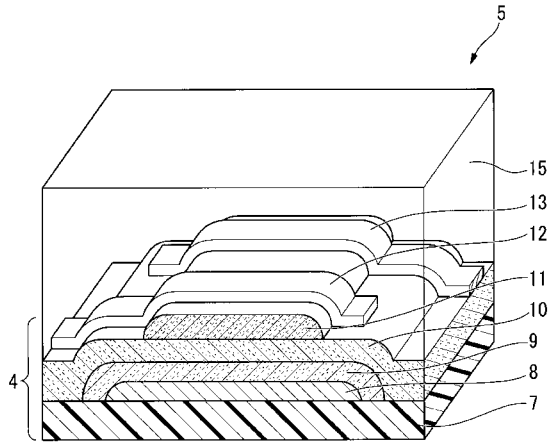
【 図 2 】



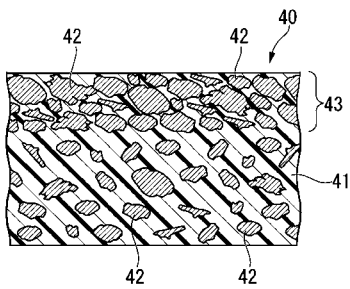
【 図 3 】



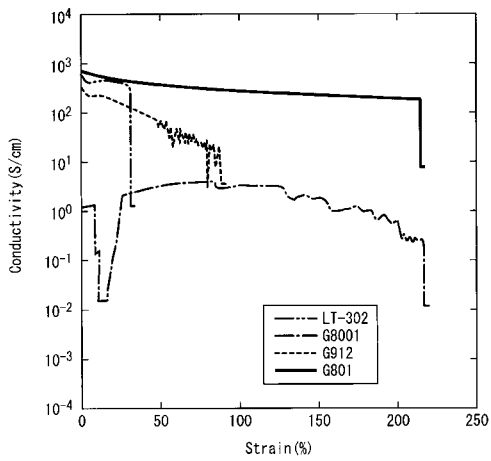
【 図 4 】



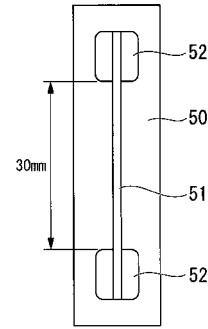
【 図 5 】



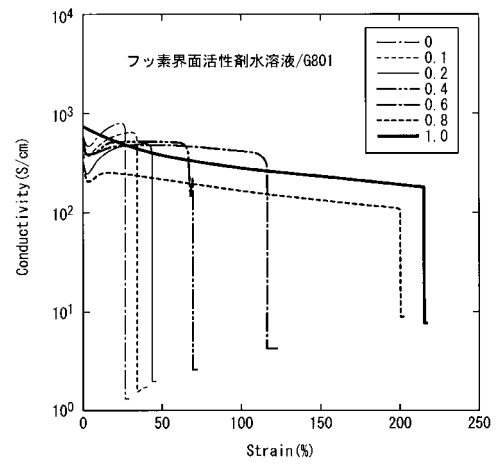
【 図 8 】



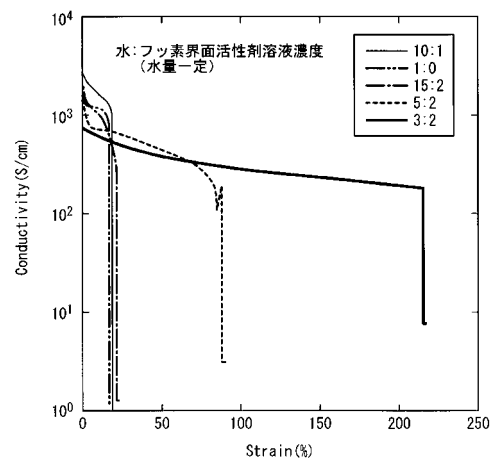
【 図 6 】



【 図 7 】

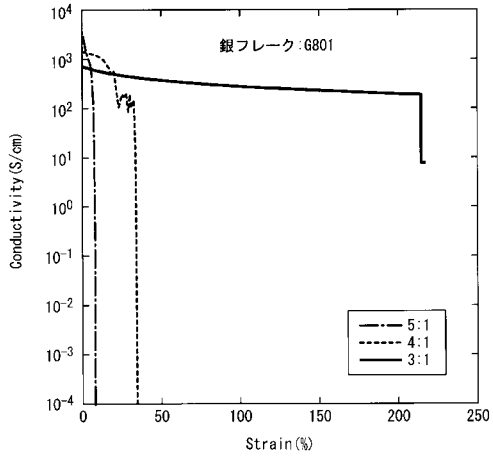


【 図 9 】

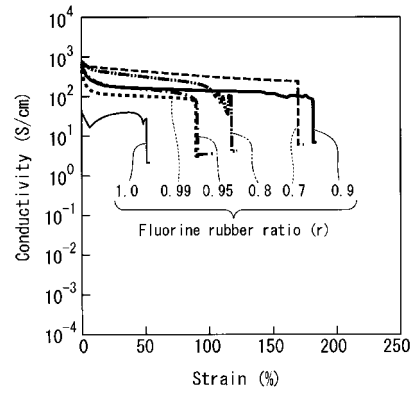




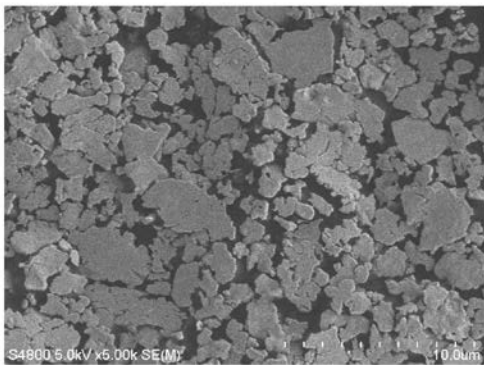
【 図 1 0 】



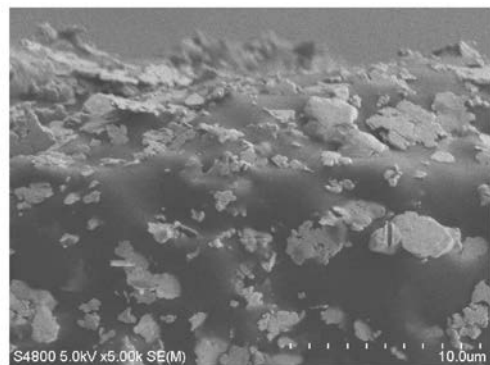
【 図 1 5 】



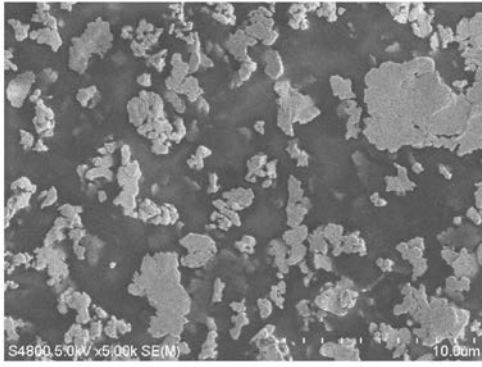
【 図 1 1 】



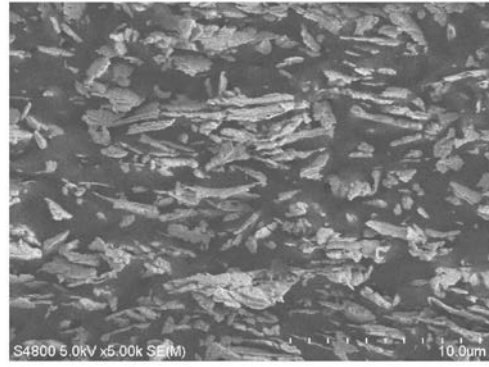
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2015/053298
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> H01B1/22(2006.01)i, H01B1/00(2006.01)i, H01B13/00(2006.01)i, H01L21/288 (2006.01)i, H01L29/786(2006.01)i, H01L51/05(2006.01)i, H01L51/40 (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01B1/22, H01B1/00, H01B13/00, H01L21/288, H01L29/786, H01L51/05, H01L51/40 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-533857 A (Bayer MaterialScience AG.), 27 December 2012 (27.12.2012), claims; examples; fig. 1 & US 2012/0177934 A1 & WO 2011/009549 A1 & EP 2284933 A1 & CN 102498595 A & KR 10-2012-0047261 A	1-15
A	WO 2011/145411 A1 (Tokai Rubber Industries, Ltd.), 24 November 2011 (24.11.2011), claims; examples; fig. 9, 13 & JP 5363592 B2 & US 2012/0119626 A1 & EP 2450911 A1 & CN 102483972 A & KR 10-2013-0026514 A	1-15
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 17 April 2015 (17.04.15)		Date of mailing of the international search report 28 April 2015 (28.04.15)
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/JP2015/053298

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-153364 A (Tokai Rubber Industries, Ltd.), 08 July 2010 (08.07.2010), claims; examples; fig. 1 to 2, 8 (Family: none)	1-15
P,A	JP 2014-236103 A (Takao SOMEYA et al.), 15 December 2014 (15.12.2014), claims; examples; fig. 3 to 4 (Family: none)	1-15
P,X	Naoji MATSUHISA et al., "Gin Flake Fusso Gomu- kei Shinshukusei Dotai no Sakusei to Hyoka", Dai 75 Kai The Japan Society of Applied Physics Shuki Gakujutsu Koenkai Koen Yokoshu, 01 September 2014 (01.09.2014), 18p-A6-12	1-15

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 5 3 2 9 8	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01B1/22(2006.01)i, H01B1/00(2006.01)i, H01B13/00(2006.01)i, H01L21/288(2006.01)i, H01L29/786(2006.01)i, H01L51/05(2006.01)i, H01L51/40(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. H01B1/22, H01B1/00, H01B13/00, H01L21/288, H01L29/786, H01L51/05, H01L51/40			
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 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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	
A	JP 2012-533857 A (バイエル・マテリアルサイエンス・アクチュエンゲゼルシャフト) 2012.12.27, 特許請求の範囲, 実施例, 図1 & US 2012/0177934 A1 & WO 2011/009549 A1 & EP 2284933 A1 & CN 102498595 A & KR 10-2012-0047261 A	1-15	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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		の日の後に公表された文献	
「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		「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	
「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		「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	
「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)		「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	
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献	
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
国際調査を完了した日 17.04.2015		国際調査報告の発送日 28.04.2015	
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) 藤原 敬士	4 X 5 0 7 9
		電話番号 03-3581-1101	内線 3477

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 5 3 2 9 8
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
A	WO 2011/145411 A1 (東海ゴム工業株式会社) 2011.11.24, 特許請求の範囲, 実施例, 図9, 13 & JP 5363592 B2 & US 2012/0119626 A1 & EP 2450911 A1 & CN 102483972 A & KR 10-2013-0026514 A	1-15
A	JP 2010-153364 A (東海ゴム工業株式会社) 2010.07.08, 特許請求の範囲, 実施例, 図1-2, 8 (ファミリーなし)	1-15
P, A	JP 2014-236103 A (染谷 隆夫, 他) 2014.12.15, 特許請求の範囲, 実施例, 図3-4 (ファミリーなし)	1-15
P, X	松久 直司, 他, 銀フレーク・フッ素ゴム系伸縮性導体の作製と評価, 第75回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集, 2014.09.01, 18p-A6-12	1-15

## フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 B 7/06

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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

(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

Fターム(参考) 4M104 AA09 AA10 BB02 BB04 BB06 BB08 BB09 CC01 CC05 EE05  
EE06 EE16 EE18 GG08 HH16 HH20  
5G301 DA02 DA03 DA19 DA20 DA42 DA47 DA48 DD01 DE01  
5G311 BC01  
5G323 AA01

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。