

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-347364
(P2005-347364A)

(43) 公開日 平成17年12月15日(2005.12.15)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 41/09	HO 1 L 41/08	L
GO 1 L 1/16	GO 1 L 1/16	A
HO 1 L 41/08	GO 1 L 1/16	B
HO 1 L 41/18	HO 1 L 41/08	Z
HO 1 L 41/187	HO 1 L 41/18	1 O 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2004-162802 (P2004-162802)	(71) 出願人	301021533 独立行政法人産業技術総合研究所 東京都千代田区霞が関1-3-1
(22) 出願日	平成16年6月1日(2004.6.1)	(74) 代理人	100103805 弁理士 白崎 真二
		(74) 代理人	100126516 弁理士 阿部 綽勝
		(72) 発明者	秋山 守人 佐賀県鳥栖市宿町字野々下807番地1 独立行政法人産業技術総合研究所 九州センター内
		(72) 発明者	上野 直広 佐賀県鳥栖市宿町字野々下807番地1 独立行政法人産業技術総合研究所 九州センター内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 伸縮可能な圧電素子

(57) 【要約】

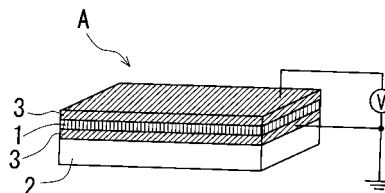
【課題】 伸縮弾性を有する基板を伸長させても電極層が容易に切断することなく、高い信頼性を持って圧力の検出ができる伸縮可能な圧電素子を提供すること。

【解決手段】 伸縮弾性を有する基板2の片面側又は両面側に基板を伸長させた状態で、電極層3及び圧電体結晶薄膜1が形成されている伸縮可能な圧電素子Aである。

また、伸縮弾性を有する基板2の片面側又は両面側に、伸縮弾性を有する電極層3及び圧電体結晶薄膜1が形成された伸縮可能な圧電素子Aである。

そして、電極層3は、導電ペースト、導電性ゴム、導電性高分子等が採用される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

伸縮弾性を有する基板の片面側又は両面側に基板を伸長させた状態で、電極層及び圧電体結晶薄膜が形成されていることを特徴とする伸縮可能な圧電素子。

【請求項 2】

伸縮弾性を有する基板の片面側又は両面側に、伸縮弾性を有する電極層及び圧電体結晶薄膜が形成されたことを特徴とする伸縮可能な圧電素子。

【請求項 3】

前記伸縮弾性を有する基板は、合繊樹脂を主成分として含むものであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の伸縮可能な圧電素子。

10

【請求項 4】

前記伸縮弾性を有する基板は、エラストマーを主成分として含むことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の伸縮可能な圧電素子。

【請求項 5】

前記エラストマーとして、シリコンゴムを使用することを特徴とする請求項 3 に記載の伸縮可能な圧電素子。

【請求項 6】

前記圧電体結晶薄膜は、複合酸化物を主成分として含むものであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の伸縮可能な圧電素子。

【請求項 7】

前記複合酸化物として、ジルコンチタン酸鉛 (PZT)、ニオブ酸リチウム、又はチタン酸バリウムのいずれか 1 種であることを特徴とする請求項 5 に記載の伸縮可能な圧電素子。

20

【請求項 8】

前記圧電体結晶薄膜は、ウルツ鉱型構造の化合物を主成分として含むものであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の伸縮可能な圧電素子。

【請求項 9】

前記ウルツ鉱型構造の化合物として、窒化アルミニウム、酸化亜鉛、ヨウ化銀、硫化亜鉛、硫化カドミウム、窒化ガリウムのいずれか 1 種であることを特徴とする請求項 7 に記載の伸縮可能な圧電素子。

30

【請求項 10】

前記電極層は、金属又は金属酸化物を主成分として含むことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の伸縮可能な圧電素子。

【請求項 11】

前記電極層は、導電ペースト、導電性ゴム、又は導電性高分子のいずれか 1 種を主成分として含むものよりなることを特徴とする請求項 2 に記載の伸縮可能な圧電素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、伸縮弾性を有する基板の片面側又は両面側に圧電体結晶薄膜や電極層が形成された伸縮可能な圧電素子に関する。

40

特に、圧力の検出、アクチュエータ、ロボットの人工皮膚等に用いるのに適した伸縮可能な圧電素子に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、圧力センサーとして、圧力によって形状が変化する性質を利用したものが多く用いられている。

具体的には、金属ダイヤフラムの表面に歪ゲージを貼り付け抵抗値の変化を検出するものや、ダイヤフラムと歪ゲージをシリコン半導体で一体形成したものがある。

更に高分子中に導電性粒子を分散させ変形による抵抗値変化を検出するものや、また圧

50

電効果（ピエゾ効果）を利用した圧電素子が知られている。

【0003】

ところでこのうちの圧電素子は、圧電体と電極を一体化したもので比較的、簡単な構造であることから、圧力センサーとして種々の分野で利用されている。

しかし、変形しない剛直化した圧電素子は、例えば人体やロボット等の複雑な形状をした被検体に十分適用することはできない。

そのために、いわゆる可撓性を有する圧電素子が開発されている（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

特に、可撓性機能を与えるために可撓性を有する基板に圧電体結晶薄膜が形成された圧電素子も提供されている（例えば、特許文献2参照）。 10

【0005】

【特許文献1】特開2002-26409号公報

【特許文献2】特開2000-277825号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上述したような基板に可撓性を持たせた従来の圧電素子では、比較的複雑な形状の被検体には適用可能であるが、伸縮変形等の動きのある被検体に対しての適用が困難であった。圧電素子が伸長した場合には、特に電極が十分に追従できず、極端には断線してしまう危険があった。 20

すなわち、従来の圧電素子では、伸縮変形が生じ易い被検体の圧力センサーとしては高い信頼性を持って適用することが困難であったのである。

【0007】

本発明は、かかる背景技術をもとになされたもので、上記の背景技術の問題点を克服するためになされたものである。

すなわち、本発明は、伸縮弾性を有する基板を伸長させても電極層が容易に切断することなく、高い信頼性を持って圧力の検出ができる伸縮可能な圧電素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】 30

【0008】

かくして、本発明者は、このような課題背景に対して鋭意研究を重ねた結果、伸縮弾性を有する基板の片面側又は両面側に伸縮弾性を有する電極層を形成することにより、或いは伸縮弾性を有する基板を伸長させた状態で電極層を形成することにより、上記の問題点を解決することができることを見出し、この知見に基づいて本発明を完成させたものである。

【0009】

すなわち、本発明は、(1)、伸縮弾性を有する基板の片面側又は両面側に基板を伸長させた状態で、電極層及び圧電体結晶薄膜が形成されている伸縮可能な圧電素子に存する。 40

【0010】

また、本発明は、(2)、伸縮弾性を有する基板の片面側又は両面側に、伸縮弾性を有する電極層及び圧電体結晶薄膜が形成された伸縮可能な圧電素子に存する。

【0011】

また、本発明は、(3)、前記伸縮弾性を有する基板は、合繊樹脂を主成分として含むものである上記(1)又は(2)に記載の伸縮可能な圧電素子に存する。

【0012】

また、本発明は、(4)、前記伸縮弾性を有する基板は、エラストマーを主成分として含む上記(1)又は(2)に記載の伸縮可能な圧電素子に存する。

【0013】 50

また、本発明は、(5)、前記エラストマーとして、シリコンゴムを使用する上記(3)に記載の伸縮可能な圧電素子に存する。

【0014】

また、本発明は、(6)、前記圧電体結晶薄膜は、複合酸化物を主成分として含むものである上記(1)又は(2)に記載の伸縮可能な圧電素子に存する。

【0015】

また、本発明は、(7)、前記複合酸化物として、ジルコンチタン酸鉛(PZT)、ニオブ酸リチウム、又はチタン酸バリウムのいずれか1種である上記(5)に記載の伸縮可能な圧電素子に存する。

【0016】

また、本発明は、(8)、前記圧電体結晶薄膜は、ウルツ鉱型構造の化合物を主成分として含むものである上記(1)又は(2)に記載の伸縮可能な圧電素子に存する。

【0017】

また、本発明は、(9)、前記ウルツ鉱型構造の化合物として、窒化アルミニウム、酸化亜鉛、ヨウ化銀、硫化亜鉛、硫化カドミウム、窒化ガリウムのいずれか1種である上記(7)に記載の伸縮可能な圧電素子に存する。

【0018】

また、本発明は、(10)、前記電極層は、金属又は金属酸化物を主成分として含む上記(1)又は(2)に記載の伸縮可能な圧電素子に存する。

【0019】

また、本発明は、(11)、前記電極層は、導電ペースト、導電性ゴム、又は導電性高分子いずれか1種を主成分として含むものよりなる上記(2)に記載の伸縮可能な圧電素子に存する。

【0020】

なお、本発明の目的に添ったものであれば、上記(1)から(11)を適宜組み合わせた構成も採用可能である。

【発明の効果】

【0021】

本発明の圧電素子によれば、伸縮弾性を有する基板の片面側又は両面側に基板を伸長させた状態で、電極層及び圧電体結晶薄膜が形成されているので、通常の状態において電極層及び圧電体結晶薄膜は圧縮荷重を受けており、圧電素子の基板が伸長しても、圧縮荷重が解放されるだけであり、電極層や圧電体結晶薄膜が切断されるようなことはなく、高い信頼性を持って圧力の検出を行うことができる。

【0022】

また、本発明の圧電素子によれば、伸縮弾性を有する基板の片面側又は両面側に、伸縮弾性を有する電極層及び圧電体結晶薄膜が形成されているので、同様に、圧電素子の基板が伸長しても、圧電体結晶薄膜や電極層が追従して伸縮することができ、電極層が容易に切断されることはなく、高い信頼性を持って圧力の検出を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明を実施するための最良の形態を図面に基づいて説明する。

(第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態に係る圧電素子Aを示している。

この第1実施形態の圧電素子Aは、伸縮弾性を有する基板2上に圧電体1である圧電体結晶薄膜が形成されている。

圧電体結晶薄膜1の両面には電極層3が形成されている。

基板2として圧電素子Aの伸縮性を発現する礎となる部分であり、その基板2の材料には、伸縮弾性の顕著な高分子物質であるエラストマーを用いることが好ましい。

エラストマーの具体例としては、例えば、架橋した天然ゴムや合成ゴム、シリコンゴム等が挙げられる。

10

20

30

40

50

【0024】

この圧電体結晶薄膜1を基板2上に形成するに当たっては、先ず、基板2をその面方向に伸ばした状態で基板2上に電極層3を形成する。

次いで、電極層3を形成した後、基板2を伸長させたままの状態、圧電体結晶薄膜1を形成する。

この圧電体結晶薄膜1の上面にも、同様の方法で電極層3を形成する。

【0025】

圧電体結晶薄膜1の形成方法としては、スパッタリング法、レーザーアブレーション法、イオンプレーティング法、或いはCVD法、MOCVD法、水熱合成法等が知られており、その中から好ましいものを選ぶ。

例えば水熱合成法によれば、伸縮弾性を有する基板2に圧電体結晶薄膜1を形成することが容易に可能であり、伸縮性に加え圧電性能の優れた圧電素子Aが提供される。

【0026】

圧電体結晶薄膜1としては、圧電特性を備えるものであれば種々のものが採用されるが、水熱合成法を用いる場合は、ペロブスカイト(ABO₃)構造の複合酸化物がある。

【0027】

そして、上記Aサイトとしては、通常、Pb, Ba, Ca, Sr, La, Li, Biの中から選択される少なくとも1種の元素が採用される。

上記Bサイトとしては、Ti単独か、或いはZr, Zn, Ni, Mg, Co, W, Nb, Sb, Ta, Feの中から選択される少なくとも1種の元素とTiとの複合物が挙げられる。

このような複合酸化物の具体例としては、Pb(Zr, Ti)O₃、PbTiO₃、BaTiO₃、SrTiO₃、(Pb, La)(Zr, Ti)O₃、LiNbO₃等が挙げられる。

【0028】

また、圧電体結晶薄膜1は、上述した材料とは異なり、ウルツ鉱型構造の化合物を主成分とする材料にしても良い。

ウルツ鉱型構造としては具体的には、例えば、窒化アルミニウム、酸化亜鉛、ヨウ化銀、硫化亜鉛、硫化カドミウム、窒化ガリウム等があり、これらの中から1種選択すればよい。

ところで圧電体結晶薄膜1の厚みは、通常、0.1~100μm、特に0.5~30μmに設定することが好適である。

すなわち、厚みが0.1μm未満では、例えばセンサーやアクチュエータ等に用いた場合に十分な出力が得られにくく、逆に100μmを超えると弾性を有する基板2を用いているにもかかわらず、柔軟性が乏しくなり出力が小さくなる恐れがある。

【0029】

さて電極層3の材料としては、Al, Ni, Pt, Au, Ag, Cu等の金属製の導電材料を用いることができ、またそれらの酸化物(金属酸化物)も採用できる。

特に、伸縮弾性を有する電極層3としては、導電ペースト、導電性ゴム、又は導電性合成樹脂が採用される。

この電極層3は、基板2又は圧電体結晶薄膜1の表面に被覆することで形成する。

【0030】

その方法は、特に限定されるものではなく、例えば塗布処理、無電解メッキ法、スパッタリング法、及び化学蒸着法等を用いることができる。

そして、電極層3の厚みは、通常、1μm以下、特に0.1μm以下に設定することが好適である。

【0031】

上述した圧電素子Aは、外部から圧力を加えられると電極層3間の電位差Vや電荷が変化し、この電位差Vや電荷を計測することにより加えられた圧力を求めることができる。

このように外部から圧力を加えられた場合、基板2が伸縮弾性を有しているために、硬

10

20

30

40

50

い基板上に形成された圧電素子に比べ圧電体結晶薄膜 1 は大きな歪を生じ、電極層 3 間に発生する電位差や電荷が大きくなるという長所がある。

【0032】

この第 1 実施形態では、伸縮弾性を有する基板 2 の片面側に基板 2 を伸ばした状態で、電極層 3 及び圧電体結晶薄膜 1 が形成されたので、通常の状態において電極層 3 及び圧電体結晶薄膜 1 は圧縮荷重を受けており、圧電素子 A を使用中に基板 2 が多少伸長しても、圧縮荷重が解放されるだけである。

そのため電極層 3 としても伸縮弾性を有するものではなくてもよい。

電極層 3 や圧電体結晶薄膜 1 が切断されるようなことはなく、高い信頼性を持って圧力の検出を行うことができる。

10

以上述べたものは、伸縮弾性を有する基板 2 を伸長した状態で、基板 2 の片面側又は両面側に電極層 3 や圧電体結晶薄膜 1 を形成したものである。

しかし、伸縮弾性を有する基板 2 を伸長しない状態、すなわち通常の状態では基板 2 の片面側又は両面側に電極層 3 や圧電体結晶薄膜 1 を形成することも可能である。

その場合は電極層 3 としては、導電性ゴム又は導電性合成樹脂等の伸縮弾性を有する電極層 3 を使うこととなる。

尚、圧電体結晶薄膜 1 は、その構造上、基板 2 の伸長にも追従していくことができる。

以下、第 2 実施の形態から第 6 実施の形態においても同様である。

【0033】

(第 2 実施形態)

20

図 2 は、本発明の第 2 実施形態に係る圧電素子 A を示している。

この第 2 実施形態の圧電素子 A は、上記第 1 実施の形態における圧電体結晶薄膜 1 及び電極層 3 が基板 2 を介して対称的に反対面にも形成されている構造を有する。

具体的には、基板 2 の上下面の各々に電極層 3 が形成され、この各電極層 3 上に更に圧電体結晶薄膜 1 及びもう 1 層の電極層 3 が形成されている。

【0034】

この第 2 実施形態では、第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

更に、この第 2 実施形態では、基板 2 の両面に圧電体である圧電体結晶薄膜 1 を形成するようにしたので、基板 2 の上下方向に同程度の振動を加えることができ、左右対称に振動を伝播させることが望まれる装置にとって好適である。

30

また、一方の圧電体結晶薄膜 1 にクラック等が生じて機能が低下しても、他方の圧電体結晶薄膜 1 が機能するために、フェールセーフとなり安全性が向上する。

【0035】

(第 3 実施形態)

図 3 は、本発明の第 3 実施形態に係る圧電素子 A を示している。

この第 3 実施形態の圧電素子 A は第 1 及び第 2 実施形態の圧電素子と比べて、電極層 3 が 1 層少ない点で相違する。

すなわち、圧電素子 A に外部から圧力を加えられると、電極層 3 と接地電位部との間の電位差 V や

電荷は変化し、この電位差 V や電荷を計測することにより加えられた圧力を求めることができるのである。

40

【0036】

(第 4 実施形態)

図 4 は、本発明の第 4 実施形態に係る圧電素子 A を示している。

この第 4 実施形態の圧電素子 A は、上記第 3 実施の形態における圧電体結晶薄膜 1 及び電極層 3 が基板 2 を介して対称的に反対面にも形成されている構造を有する。

具体的には、基板 2 の上下面の各々に電極層 3 が形成され、この各電極層 3 上に更に圧電体結晶薄膜 1 が形成されている。

【0037】

一方の圧電体結晶薄膜 1 や電極 3 にクラック等が生じて機能が低下しても、他方の圧電

50

体結晶薄膜 1 や電極 3 が機能するために安全性が向上する。

【0038】

(第5実施形態)

図5は、本発明の第5実施形態に係る圧電素子Aを示している。

この第5実施形態の圧電素子Aは第3実施形態の圧電素子と比べて、電極層3と圧電体結晶薄膜1との位置が入れ替わっている点で相違する。

圧電素子Aに外部から圧力を加えられると、電極層3と接地電位部と間の電位差Vや電荷が変化し、この電位差Vや電荷を計測することにより加えられた圧力を求めることができる。

【0039】

(第6実施形態)

図6は、本発明の第6実施形態に係る圧電素子Aを示している。

この第6実施形態の圧電素子Aは、上記第5実施の形態における圧電体結晶薄膜1及び電極層3が基板2を介して対称的に反対面にも形成されている構造を有する。

具体的には、基板2の上下面の各々に圧電体結晶薄膜1が形成され、この各圧電体結晶薄膜1上に更に電極層3が形成されている。

一方の圧電体結晶薄膜1や電極3にクラック等が生じて機能が低下しても、他方の圧電体結晶薄膜1や電極3が機能するために安全性が向上する。

【0040】

以上、本発明を説明してきたが、本発明は上述した第1～第6実施形態にのみ限定されるものではなく、その本質を逸脱しない範囲で、他の種々の変形が可能であることはいうまでもない。

例えば、上述した実施形態では、弾性を有する基板2の片面側又は両面側に基板2を伸ばした状態で、伸縮弾性を有する電極層3を形成することも当然可能である。

【0041】

以下、実施例を挙げて説明するが、本発明は、当然、これらの実施例によって限定されるものではない。

【実施例1】

【0042】

図7は、本発明の圧電素子8が作動することを確認するための第1の実験装置を示している。

図に示すように、伸縮弾性を有する基板であるシリコンゴムシート5上には、該シリコンゴムシート5を伸長させた状態にして白金電極層6と圧電体結晶薄膜である窒化アルミニウム薄膜7を順次RFマグネトロンスパッタリング法を用いて成膜し圧電素子8を形成した。

窒化アルミニウム薄膜7は白金電極層6を完全には覆っておらず、一部露出した状態にされている。

【0043】

このようにして作成した圧電素子8の白金電極層6の部分に、質量1.2gの錘9を高さ5cmの所から落下させ、白金電極層6と接地電位部との間の電荷を変化させた。

この変化の電氣的出力をチャージアンプ10で増幅させ、オシロスコープ11により測定した結果、440pCの電荷が検出された。

またシリコンゴムシート5に繰り返し引っ張り力を加えて(200回)圧電素子8を観察したところ、白金電極層6や窒化アルミニウム薄膜7には亀裂が全く生じていないことが分かった。

【実施例2】

【0044】

図8は、本発明の圧電素子が作動することを確認するための第2の実験装置を示している。

図に示すように、シリコンゴムチューブ5A上には、導電性ゴム電極層6Aと窒化アル

10

20

30

40

50

ルミニウム薄膜 7 A を順次 R F マグネトロンスパッタリング法を用いて成膜し圧電素子 8 を形成した。

【 0 0 4 5 】

窒化アルミニウム薄膜 7 A は導電性ゴム電極層 6 A を完全には覆っておらず、一部露出した状態にされている。

このようにして作製した圧電素子 8 A に空気をダイヤフラム式エアーポンプを用いて流した。

導電性ゴム電極層 6 A と接地電位部との間で変化した電荷をチャージアンプ 1 0 で増幅させ、オシロスコープ 1 1 により測定したところ、空気圧に対応した信号が検出された。

またシリコンゴムチューブ 5 A に繰り返し引っ張り力を加えて (2 5 0 回) 圧電素子 8 A を観察したところ、導電性ゴム電極層 6 A や窒化アルミニウム薄膜 7 A には亀裂が全く生じていないことが分かった。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 4 6 】

本発明の圧電素子は、民生用電子機器、家電・住宅用電子機器、セキュリティ機器、健康器具、オートメーションファクトリ、ロボット、自動車、事務機器、その他様々な分野で圧力センサーとして利用することができる。

また、原理から見て、スピーカー、圧電リレー、超音波加工等への応用も可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 7 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る圧電素子を示す説明図である。

【 図 2 】 図 2 は、本発明の第 2 実施形態に係る圧電素子を示す説明図である。

【 図 3 】 図 3 は、本発明の第 3 実施形態に係る圧電素子を示す説明図である。

【 図 4 】 図 4 は、本発明の第 4 実施形態に係る圧電素子を示す説明図である。

【 図 5 】 図 5 は、本発明の第 5 実施形態に係る圧電素子を示す説明図である。

【 図 6 】 図 6 は、本発明の第 6 実施形態に係る圧電素子を示す説明図である。

【 図 7 】 図 7 は、本発明の圧電素子が作動することを確認するための第 1 の実験装置を示す説明図である。

【 図 8 】 図 8 は、本発明の圧電素子が作動することを確認するための第 2 の実験装置を示す説明図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 8 】

A 圧電素子

1 圧電体 (圧電体結晶薄膜)

2 基板

3 電極層

5 , 5 A シリコンゴムシート

6 白金電極層

6 A 導電性ゴム電極層

7 , 7 A 窒化アルミニウム薄膜

8 , 8 A 圧電素子

9 錘

1 0 チャージアンプ

1 1 オシロスコープ

V 電源

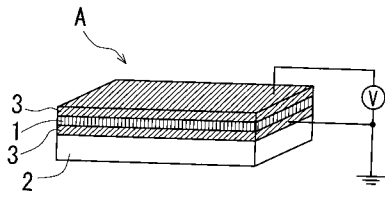
10

20

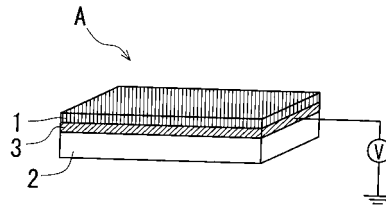
30

40

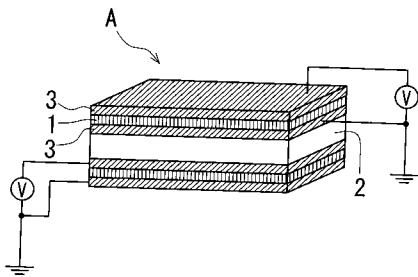
【図 1】



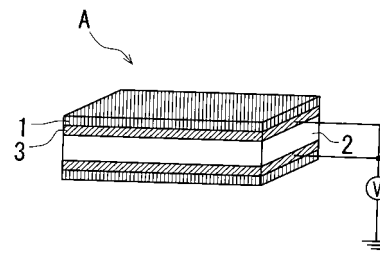
【図 3】



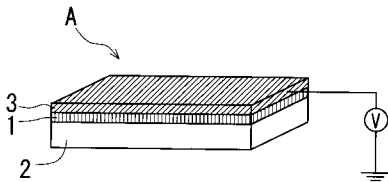
【図 2】



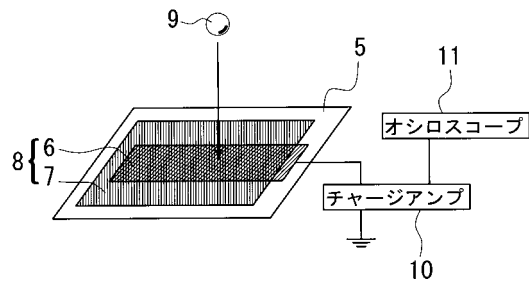
【図 4】



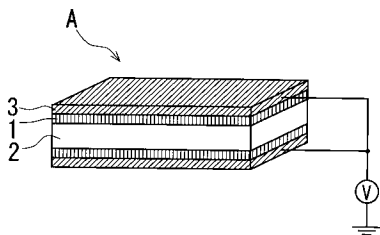
【図 5】



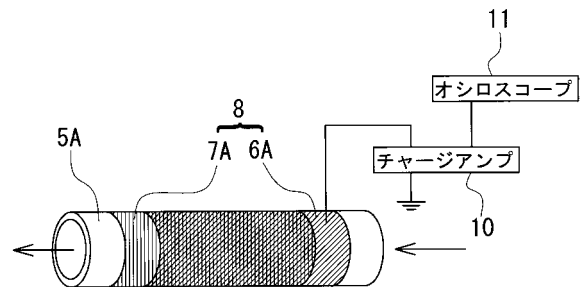
【図 7】



【図 6】



【図 8】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁷ F I テーマコード(参考)

H 0 1 L 41/18 1 0 1 B

H 0 1 L 41/18 1 0 1 C

H 0 1 L 41/18 1 0 1 D

H 0 1 L 41/18 1 0 1 Z

(72)発明者 蒲原 敏浩

佐賀県鳥栖市宿町字野々下 8 0 7 番地 1 独立行政法人産業技術総合研究所 九州センター内

(72)発明者 野中 一洋

佐賀県鳥栖市宿町字野々下 8 0 7 番地 1 独立行政法人産業技術総合研究所 九州センター内