(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7643589号
(P7643589)

(45)発行日　令和7年3月11日(2025.3.11)

(24)登録日　令和7年3月3日(2025.3.3)

(51)国際特許分類

Ｇ０１Ｎ　27/28　(2006.01)	Ｇ０１Ｎ	27/28	３３１Ｚ
Ｇ０１Ｎ　27/327(2006.01)	Ｇ０１Ｎ	27/327	３５３Ｚ
Ｇ０１Ｎ　27/414(2006.01)	Ｇ０１Ｎ	27/414	３０１Ａ
Ｇ０１Ｎ　27/30　(2006.01)	Ｇ０１Ｎ	27/30	３１１Ｚ

ＦＩ

請求項の数　10　（全11頁）

(21)出願番号　特願2023-564889(P2023-564889)
(86)(22)出願日　令和4年11月18日(2022.11.18)
(86)国際出願番号　PCT/JP2022/042877
(87)国際公開番号　WO2023/100694
(87)国際公開日　令和5年6月8日(2023.6.8)
審査請求日　令和6年4月3日(2024.4.3)
(31)優先権主張番号　特願2021-196855(P2021-196855)
(32)優先日　令和3年12月3日(2021.12.3)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　000006231
株式会社村田製作所
京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号
(74)代理人　110001195
弁理士法人深見特許事務所
(72)発明者　宮川　成人
京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号
株式会社村田製作所内
(72)発明者　品川　歩
京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号
株式会社村田製作所内
(72)発明者　中野　友美
京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号
株式会社村田製作所内
(72)発明者　牛場　翔太

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　電極基板

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

絶縁基板と、

前記絶縁基板上に形成された参照電極とを備え、

前記参照電極は、

前記絶縁基板上に形成された銀層と、

前記銀層上から前記絶縁基板上に亘って形成されており、前記銀層を覆っている第１塩化銀層と、

前記第１塩化銀層上から前記絶縁基板上に亘って形成されており、

前記第１塩化銀層を覆っている第２塩化銀層とを含み、

任意の縦断面において、前記第１塩化銀層の面積空隙率は、前記第２塩化銀層の面積空隙率より大きい、電極基板。

【請求項２】

前記第１塩化銀層の面積空隙率は、１０％以上である、請求項１に記載の電極基板。

【請求項３】

前記第１塩化銀層の厚みと前記第２塩化銀層の厚みとの合計値に対する前記第１塩化銀層の厚みの比率は、２０％以上である、請求項１に記載の電極基板。

【請求項４】

前記第１塩化銀層の厚みと前記第２塩化銀層の厚みとの合計値は、２０μｍ以下である、請求項１に記載の電極基板。

【請求項５】
前記第２塩化銀層は、平均粒径が１μｍ以上の多結晶体で形成されている、請求項１に記載の電極基板。
【請求項６】
前記絶縁基板上に形成された金属配線層をさらに備え、
前記銀層は、前記金属配線層上から前記絶縁基板上に亘って形成されて前記金属配線層の少なくとも一部を覆っている、請求項１から請求項５のいずれか１項に記載の電極基板。
【請求項７】
前記銀層は、多結晶体で形成されている、請求項６に記載の電極基板。
【請求項８】
前記銀層は、めっき膜である、請求項６に記載の電極基板。
【請求項９】
前記銀層は、前記金属配線層の一部のみを覆っており、
前記金属配線層において前記銀層に覆われていない部分によって、前記絶縁基板上に形成された一対の電極が構成されている、請求項６に記載の電極基板。
【請求項１０】
前記一対の電極は、前記絶縁基板に形成された半導体チャネルに接合されている、請求項９に記載の電極基板。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、電極基板に関する。
【背景技術】
【０００２】
参照電極の製造方法を開示した先行技術文献として、特開２００５－２９２０２２号公報(特許文献１)がある。特許文献１に記載された参照電極は、絶縁基板上に形成された導電性パターンと、導電性パターンの参照電極部位上に形成された銀を含む複合体とを備え、複合体の表面が塩化銀層で構成されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】特開２００５－２９２０２２号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
塩化銀は、絶縁基板の構成材料および銀より熱膨張率が高いため、温度変化が生じた際に絶縁基板と塩化銀層との界面に応力集中が発生し、参照電極が絶縁基板から剥離することがある。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
本発明に基づく電極基板は、絶縁基板と、参照電極とを備える。参照電極は、絶縁基板上に形成されている。参照電極は、銀層と、第１塩化銀層と、第２塩化銀層とを含む。銀層は、絶縁基板上に形成されている。第１塩化銀層は、銀層上から絶縁基板上に亘って形成されており、銀層を覆っている。第２塩化銀層は、第１塩化銀層上から絶縁基板上に亘って形成されており、第１塩化銀層を覆っている。任意の縦断面において、第１塩化銀層の面積空隙率は、第２塩化銀層の面積空隙率より大きい。
【発明の効果】
【０００６】
本発明によれば、絶縁基板からの参照電極の剥離を抑制することができる。
【図面の簡単な説明】

【０００７】
【図１】本発明の一実施形態に係る電極基板の構成を示す平面図である。
【図２】図１の電極基板をＩＩ－ＩＩ線矢印方向から見た断面図である。
【図３】本発明の一実施形態に係る電極基板を用いたグラフェントランジスタの構成を模式的に示す斜視図である。
【図４】本発明の一実施形態に係る電極基板の参照電極の縦断面を走査電子顕微鏡で拡大して撮像した写真である。
【図５】図４のＶ部をさらに拡大して撮像した写真である。
【図６】比較例に係る参照電極において、２０℃から１００℃に温度変化した際に生じるせん断応力分布を示す部分縦断面図である。
【図７】本実施形態に係る参照電極において、２０℃から１００℃に温度変化した際に生じるせん断応力分布を示す部分縦断面図である。
【図８】図６および図７に示す絶縁基板と塩化銀層との界面に沿ったＡＡ’間におけるＡ点からの位置におけるせん断応力の推移を示すグラフである。
【発明を実施するための形態】
【０００８】
以下、本発明の一実施形態に係る電極基板について図面を参照して説明する。以下の実施形態の説明においては、図中の同一または相当部分には同一符号を付して、その説明は繰り返さない。
【０００９】
図１は、本発明の一実施形態に係る電極基板の構成を示す平面図である。図２は、図１の電極基板をＩＩ－ＩＩ線矢印方向から見た断面図である。図１および図２に示すように、本発明の一実施形態に係る電極基板１００は、絶縁基板１１０と、参照電極１２０とを備える。参照電極１２０は、絶縁基板１１０上に形成されている。電極基板１００は、絶縁基板１１０上に形成された金属配線層１７０をさらに備える。
【００１０】
絶縁基板１１０の材料としては、シリコンまたはゲルマニウムなどの半導体、石英ガラス、鉛ガラスまたはホウ珪酸ガラスなどのガラス、セラミックもしくは樹脂などを用いることができる。
【００１１】
絶縁基板１１０を構成する樹脂材料としては、ポリスチレン(ＰＳ)、ポリプロピレン(ＰＰ)、ポリイミド(ＰＩ)、ポリ四フッ化エチレン(ＰＴＦＥ)、ポリフェニレンサルファイド(ＰＰＳ)、ポリエーテルエーテルケトン(ＰＥＥＫ)、ポリエチレンテレフタレート(ＰＥＴ)、ポリメチルメタクリレート(ＰＭＭＡ)、ポリエチレン－２，６－ナフタレート(ＰＥＮ)などを用いることができる。後述するように、金属配線層を金で形成する場合には、金との密着性が高いポリエチレンテレフタレートで絶縁基板１１０を形成することが好ましい。
【００１２】
本実施形態においては、絶縁基板１１０はシリコンで形成されており、表面にSiO_2膜が形成されている。
【００１３】
金属配線層１７０の材料としては、金、白金またはパラジウムなどの貴金属もしくはカーボンなどを用いることができる。表面状態の安定性などの観点から、金属配線層１７０を金で形成することが好ましい。
【００１４】
金属配線層１７０の形成方法として、導電性材料を絶縁基板１１０の表面全体に印刷、スパッタリングまたは蒸着した後、エッチングまたはレーザーによって部分的に導電性材料を除去することにより配線パターンを形成する方法、もしくは、マスクを用いてスパッタリングすることにより絶縁基板１１０上に配線パターンを形成する方法などが考えられる。
【００１５】

本実施形態においては、金属配線層１７０の形成予定位置に位置するSiO_2膜の表面部を除去して薄くし、当該箇所にチタン層を形成し、チタン層上に金層を形成している。すなわち、金属配線層１７０は、チタン層と金層の積層構造で構成されている。チタン層の厚みは、たとえば、１０ｎｍである。金層の厚みは、たとえば、９０ｎｍである。

【００１６】

図１に示すように、パターニングされた金属配線層１７０によって、第１接続端子１６２、第２接続端子１６３、第３接続端子１６４、第１電極１３０および第２電極１４０が形成されている。第１接続端子１６２、第２接続端子１６３および第３接続端子１６４の各々は、絶縁基板１１０の縁に沿って形成されており、外部端子と電気的に接続可能である。

【００１７】

第１接続端子１６２は、参照電極１２０と接続されている。第２接続端子１６３は、第１電極１３０と接続されている。第３接続端子１６４は、第２電極１４０と接続されている。第１電極１３０と第２電極１４０とは、互いに間隔をあけて対向している。第１電極１３０および第２電極１４０は、伝送路１５０を通じて互いに電気的に接続可能に構成されている。

【００１８】

本実施形態においては、伝送路１５０は、半導体チャネルで構成されている。具体的には、伝送路１５０は、グラフェンで構成されている。第１電極１３０と第２電極１４０とからなる一対の電極は、絶縁基板１１０に形成された半導体チャネルに接合されている。ただし、伝送路１５０は、半導体チャネルに限られず、電極基板１００上に配置された血液などの溶液であってもよい。この場合は、電極基板１００は、グルコースセンサなどの酵素センサに適用可能である。

【００１９】

図１および図２に示すように、参照電極１２０は、金属配線層１７０と、銀層１２１と、第１塩化銀層１２２と、第２塩化銀層１２３とを含む。

【００２０】

銀層１２１は、金属配線層１７０上から絶縁基板１１０上に亘って形成されて金属配線層１７０の少なくとも一部を覆っている。銀層１２１の一部は、絶縁基板１１０上に形成されている。銀層１２１は、電解めっきによって形成されためっき膜である。銀層１２１の厚みは、たとえば、３μｍである。

【００２１】

図１に示すように、銀層１２１は、金属配線層１７０の一部のみを覆っている。金属配線層１７０において銀層１２１に覆われていない部分によって、絶縁基板１１０上に形成された第１電極１３０と第２電極１４０とからなる一対の電極が構成されている。

【００２２】

第１塩化銀層１２２は、銀層１２１上から絶縁基板１１０上に亘って形成されており、銀層１２１を覆っている。第１塩化銀層１２２の一部は、絶縁基板１１０上に形成されている。

【００２３】

第２塩化銀層１２３は、第１塩化銀層１２２上から絶縁基板１１０上に亘って形成されており、第１塩化銀１２２層を覆っている。第２塩化銀層１２３の一部は、絶縁基板１１０上に形成されている。

【００２４】

第１塩化銀層１２２および第２塩化銀層１２３は、銀のめっき膜を次亜塩素酸に浸漬することにより形成される。なお、次亜塩素酸に代えて、塩素を含む他の酸化剤に銀のめっき膜を浸漬することにより、第１塩化銀層１２２および第２塩化銀層１２３を形成してもよい。このように、銀層１２１、第１塩化銀層１２２および第２塩化銀層１２３は、１つの銀のめっき膜から形成されたものである。

【００２５】

なお、銀層１２１、第１塩化銀層１２２および第２塩化銀層１２３を１層ずつ順に積層することにより、参照電極１２０を形成してもよい。具体的には、銀塩化銀粒子を含んだ溶媒を該当箇所にディスペンスコートまたはスピンコートし、溶媒を揮発させることで塩化銀層を得ることができる。この時、たとえば樹脂ビーズなどの比較的低温で揮発する部材を溶媒に混ぜて充填しておいて熱処理することで樹脂充填部を空隙化し、第１塩化銀層１２２を形成することができる。さらに樹脂ビーズを溶媒に充填せずに熱処理して塩化銀層を形成することで第２塩化銀層１２３を得ることができる。もしくは、同様な構造が得られる場合は、スパッタリングまたは蒸着法により１層ずつ順に第１塩化銀層１２２および第２塩化銀層１２３を積層してもよい。

【００２６】

後述するように、任意の縦断面において、第１塩化銀層１２２の面積空隙率は、第２塩化銀層１２３の面積空隙率より大きい。第１塩化銀層１２２の厚みと第２塩化銀層１２３の厚みとの合計値は、２０μｍ以下である。第１塩化銀層１２２の厚みと第２塩化銀層１２３の厚みとの合計値に対する第１塩化銀層１２２の厚みの比率は、２０％以上である。本実施形態においては、第１塩化銀層１２２の厚みと第２塩化銀層１２３の厚みとの合計値は、約１０μｍである。第１塩化銀層１２２の厚みと第２塩化銀層１２３の厚みとの合計値に対する第１塩化銀層１２２の厚みの比率は、約５０％である。

【００２７】

図３は、本発明の一実施形態に係る電極基板を用いたグラフェントランジスタの構成を模式的に示す斜視図である。図３に示すように、グラフェントランジスタにおいては、電極基板１００上に電解液１８０が配置される。絶縁基板１１０の表層部においてグラフェンによって構成された伝送路１５０は、電解液１８０と接する。第１電極１３０は、ソース電極として機能し、第２電極１４０は、ドレイン電極として機能する。参照電極１２０は、電解液１８０の電位を制御するために設けられている。

【００２８】

第１接続端子１６２には、ゲート電圧Ｖｇを印加する電源が接続される。第２接続端子１６３は、接地される。第３接続端子１６４には、ソース電極とドレイン電極との間に電圧を印加する電源が接続される。

【００２９】

上記の構成により、グラフェントランジスタにおいては、電解液１８０の電気二重層を介してグラフェンに電界を印加することにより、グラフェンの電気伝導度を変調することが可能である。

【００３０】

なお、グラフェントランジスタを用いてバイオセンサまたは化学センサが構成されていてもよい。具体的には、グラフェン上に、測定対象となるターゲット分子と特異的に結合するレセプタまたは官能膜が形成される。グラフェンの表面に結合したターゲット分子が有する電荷によってグラフェンの電気伝導度が変調されることによって、溶液中における測定対象の分子の有無または分子の濃度を測定することが可能である。

【００３１】

以下、本発明の一実施形態に係る電極基板１００の参照電極１２０の構成について詳細に説明する。

【００３２】

図４は、本発明の一実施形態に係る電極基板の参照電極の縦断面を走査電子顕微鏡で拡大して撮像した写真である。図５は、図４のＶ部をさらに拡大して撮像した写真である。

【００３３】

図４および図５に示すように、絶縁基板１１０の表面にSiO_2膜１９０が形成されており、SiO_2膜１９０上に金属配線層１７０が形成されている。金属配線層１７０上に、銀層１２１、第１塩化銀層１２２および第２塩化銀層１２３がこの順に積層されている。銀層１２１は、多結晶体で形成されている。

【００３４】

第１塩化銀層１２２は、小さい結晶子および空隙を多数含む多孔質体で形成されている。第１塩化銀層１２２の面積空隙率は、１０％以上である。図５に示す領域Ｒについて、旭化成エンジニアリング製の画像解析ソフト「Ａ像くん」(登録商標)を用いて導出した第１塩化銀層１２２の面積空隙率は、１３％であった。

【００３５】

第２塩化銀層１２３は、平均粒径が１μｍ以上の多結晶体で形成されている。第２塩化銀層１２３は、大きな結晶子が合わさった緻密な構造を有している。図４および図５から分かるように、任意の縦断面において、第１塩化銀層１２２の面積空隙率は、第２塩化銀層１２３の面積空隙率より大きい。

【００３６】

第１塩化銀層１２２および第２塩化銀層１２３が形成されるメカニズムとして、下記の化学反応が考えられる。銀のめっき膜が次亜塩素酸に浸漬されることにより、めっき膜の表面部に位置する銀が溶出するとともに、当該表面部に空隙を多数含む塩化銀が形成される。この部分が、第１塩化銀層１２２となる。表面部から溶出した銀は、当該表面部の近傍で高濃度の塩化銀となって当該表面部の外側に析出する。この部分が、第２塩化銀層１２３となる。この結果、銀のめっき膜は、体積膨張を伴って、銀層１２１、第１塩化銀層１２２および第２塩化銀層１２３の積層構造となる。

【００３７】

【表１】

材料	熱膨張係数(／℃)	ヤング率(ＧＰａ)	ポアソン比
Ｓｉ	4.15×10^{-6}	１３１	０．２６６
SiO_2	0.55×10^{-6}	７２	０．１７
Ａｕ	14.2×10^{-6}	７８	０．４４
Ａｇ	19.7×10^{-6}	８２．７	０．３６７
ＡｇＣｌ(第２塩化銀層)	31×10^{-6}	２０	０．４
ＡｇＣｌ(第１塩化銀層)	15×10^{-6}	１０	０．４

【００３８】

表１は、電極基板１００を構成している材料の物性値をまとめたものである。ただし、第１塩化銀層については物性値または評価値ではなく、空隙を含んでいることを考慮して、熱膨張率が小さく、ヤング率が小さい値を採用した。定性的には、第２塩化銀層より、熱膨張率が小さくかつヤング率が小さい第１塩化銀層である限り、熱応力緩和効果が発現する。また、熱応力緩和効果が発現する限りは、第１塩化銀層は、熱膨張率およびヤング率のいずれか一方が第２塩化銀層より小さければよい。

【００３９】

ここで、第１塩化銀層１２２の部分にも第２塩化銀層１２３が形成されており、第１塩化銀層１２２が形成されていない比較例に係る参照電極と、本実施形態に係る参照電極とについて、２０℃から１００℃に温度変化した際に生じるせん断応力分布をシミュレーション解析した結果について説明する。

【００４０】

図６は、比較例に係る参照電極において、２０℃から１００℃に温度変化した際に生じるせん断応力分布を示す部分縦断面図である。図７は、本実施形態に係る参照電極において、２０℃から１００℃に温度変化した際に生じるせん断応力分布を示す部分縦断面図である。図８は、図６および図７に示す絶縁基板と塩化銀層との界面に沿ったＡＡ’間におけるＡ点からの位置におけるせん断応力の推移を示すグラフである。図８においては、縦軸に、せん断応力(ＭＰａ)、横軸に、ＡＡ’間におけるＡ点からの位置(μｍ)を示している。また、比較例に係る参照電極の推移を点線で、本実施形態に係る参照電極の推移を実線で示している。

【００４１】
図６～図７に示すように、本実施形態に係る参照電極においては、比較例に係る参照電極に比較して、２０℃から１００℃に温度変化した際に生じるせん断応力が低くなっていた。これは、第１塩化銀層１２２の熱膨張量が小さいことと、第２塩化銀層１２３の膨張によって、ヤング率の小さい第１塩化銀層１２２が変形することにより、絶縁基板１１０と塩化銀層との界面での応力集中が緩和されたためである。
【００４２】
上記のシミュレーション解析結果から、参照電極１２０が第１塩化銀層１２２を含むことにより、絶縁基板１１０と塩化銀層との界面での応力集中を緩和して、絶縁基板１１０からの参照電極１２０の剥離を抑制できることが確認できた。
【００４３】
本発明の一実施形態に係る電極基板１００は、絶縁基板１１０と、参照電極１２０とを備える。参照電極１２０は、絶縁基板１１０上に形成されている。参照電極１２０は、銀層１２１と、第１塩化銀層１２２と、第２塩化銀層１２３とを含む。銀層１２１は、絶縁基板１１０上に形成されている。第１塩化銀層１２２は、銀層１２１上から絶縁基板１１０上に亘って形成されており、銀層１２１を覆っている。第２塩化銀層１２３は、第１塩化銀層１２２上から絶縁基板１１０上に亘って形成されており、第１塩化銀層１２２を覆っている。任意の縦断面において、第１塩化銀層１２２の面積空隙率は、第２塩化銀層１２３の面積空隙率より大きい。これにより、絶縁基板１１０からの参照電極１２０の剥離を抑制することができる。
【００４４】
本発明の一実施形態に係る電極基板１００においては、第１塩化銀層１２２の面積空隙率は、１０％以上である。これにより、温度変化した際の第１塩化銀層１２２の熱膨張量を小さくしつつ第１塩化銀層１２２の変形によって絶縁基板１１０と塩化銀層との界面での応力集中を緩和することができる。
【００４５】
本発明の一実施形態に係る電極基板１００においては、第１塩化銀層１２２の厚みと第２塩化銀層１２３の厚みとの合計値に対する第１塩化銀層１２２の厚みの比率は、２０％以上である。これにより、第１塩化銀層１２２による応力緩和効果を十分に確保することができる。
【００４６】
本発明の一実施形態に係る電極基板１００においては、第１塩化銀層１２２の厚みと第２塩化銀層１２３の厚みとの合計値は、２０μｍ以下である。これにより、温度変化した際に絶縁基板１１０と塩化銀層との界面に生ずるせん断応力の大きさを小さくすることができる。
【００４７】
本発明の一実施形態に係る電極基板１００においては、第２塩化銀層１２３は、平均粒径が１μｍ以上の多結晶体で形成されている。これにより、参照電極１２０をバルク体として堅牢にすることができる。
【００４８】
本発明の一実施形態に係る電極基板１００は、絶縁基板１１０上に形成された金属配線層１７０をさらに備え、銀層１２１は、金属配線層１７０上から絶縁基板１１０上に亘って形成されて金属配線層１７０の少なくとも一部を覆っている。これにより、金属配線層１７０を介して銀層１２１を絶縁基板１１０に密着させることができる。
【００４９】
本発明の一実施形態に係る電極基板１００においては、銀層１２１は、多結晶体で形成されている。これにより、銀層１２１をバルク体として堅牢にすることができる。
【００５０】
本発明の一実施形態に係る電極基板１００においては、銀層１２１は、めっき膜である。これにより、金属配線層１７０を介して銀層１２１を絶縁基板１１０に密着させること

ができる。

【００５１】

本発明の一実施形態に係る電極基板１００においては、銀層１２１は、金属配線層１７０の一部のみを覆っている。金属配線層１７０において銀層１２１に覆われていない部分によって、絶縁基板１１０上に形成された一対の電極が構成されている。これにより、絶縁基板１１０上に参照電極１２０並びに一対の電極である第１電極１３０および第２電極１４０を集積化することができる。

【００５２】

本発明の一実施形態に係る電極基板１００は、一対の電極は、絶縁基板１１０に形成された半導体チャネルに接合されている。これにより、絶縁基板１１０上に参照電極１２０、および半導体チャネルを含むセンサ部を集積化することができる。

【００５３】

上述した実施形態の説明において、組み合わせ可能な構成を相互に組み合わせてもよい。

【００５４】

本発明の一実施形態に係る電極基板１００では、絶縁基板１１０上に参照電極１２０、および半導体チャネルを含むセンサ部が集積化されているが、さらに対極または他の素子が同じ絶縁基板１１０上に集積化されていてもよい。

【００５５】

今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

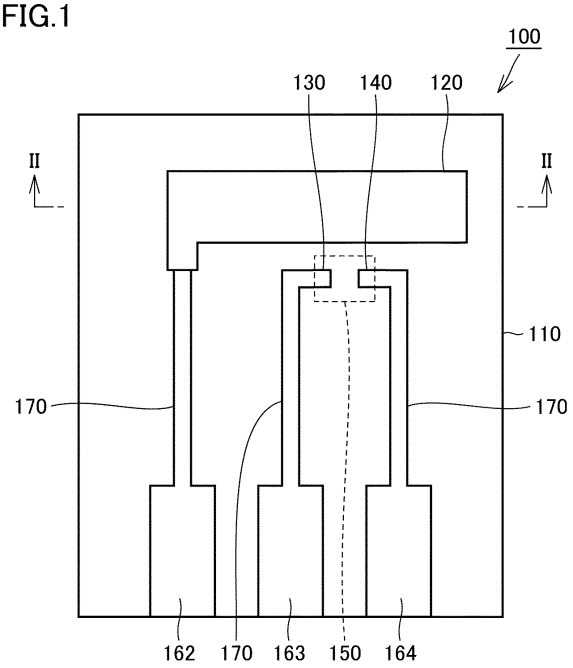
【００５６】

１００　電極基板、１１０　絶縁基板、１２０　参照電極、１２１　銀層、１２２　第１塩化銀層、１２３　第２塩化銀層、１３０　第１電極、１４０　第２電極、１５０　伝送路、１６２　第１接続端子、１６３　第２接続端子、１６４　第３接続端子、１７０　金属配線層、１８０　電解液、１９０　SiO_2膜。

【図面】

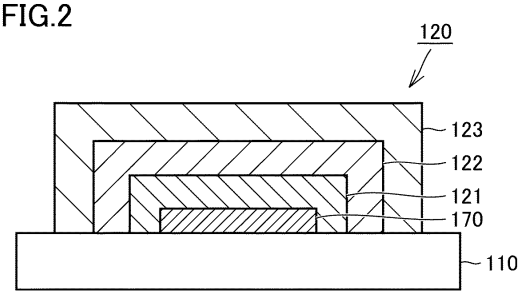
【図１】

FIG.1



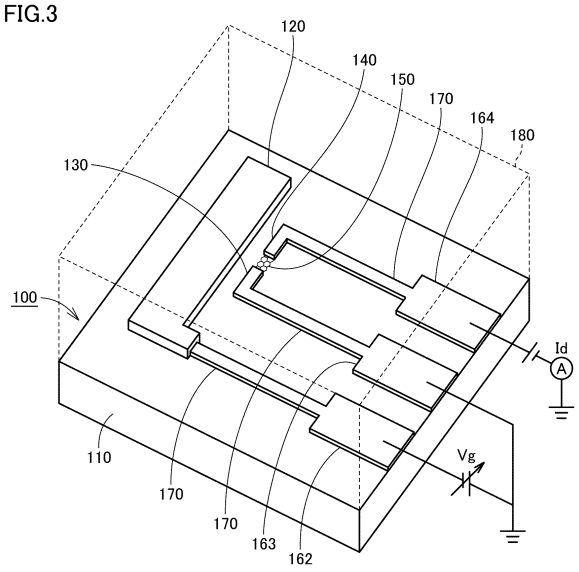
【図２】

FIG.2



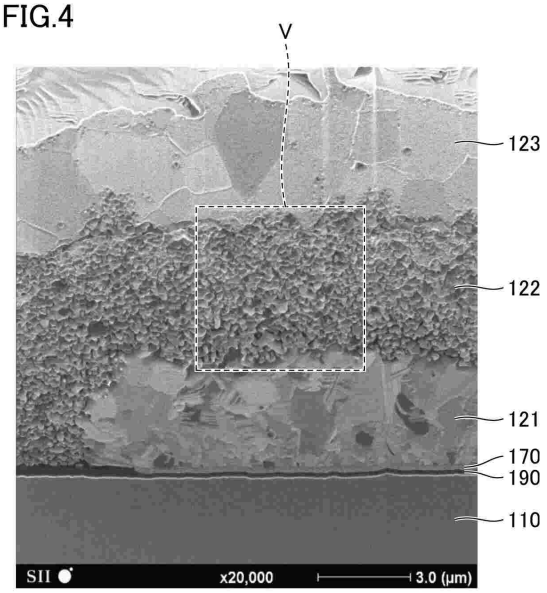
【図３】

FIG.3



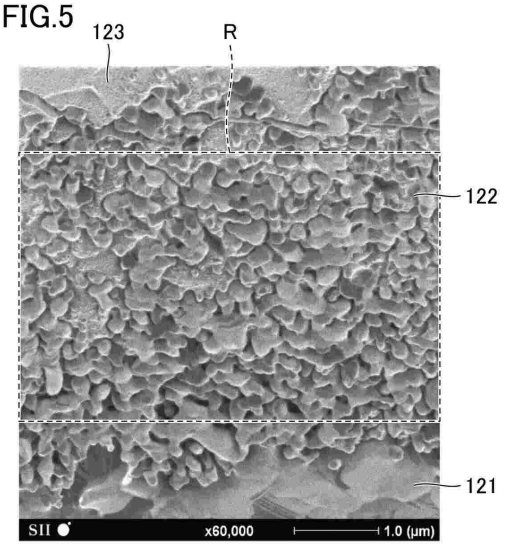
【図４】

FIG.4



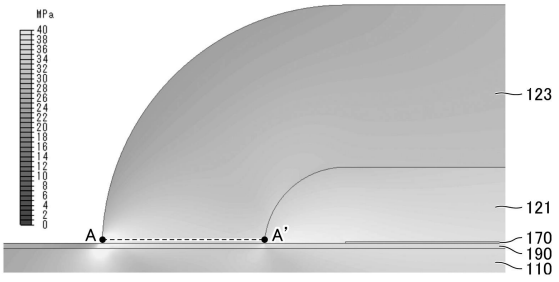
【図５】

FIG.5



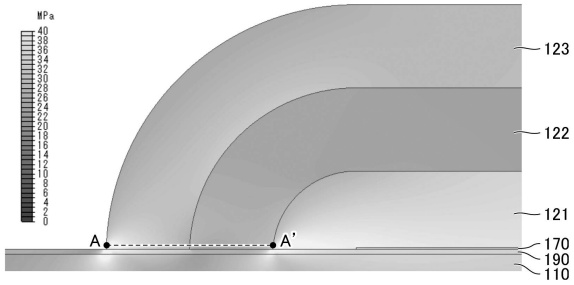
【図６】

FIG.6



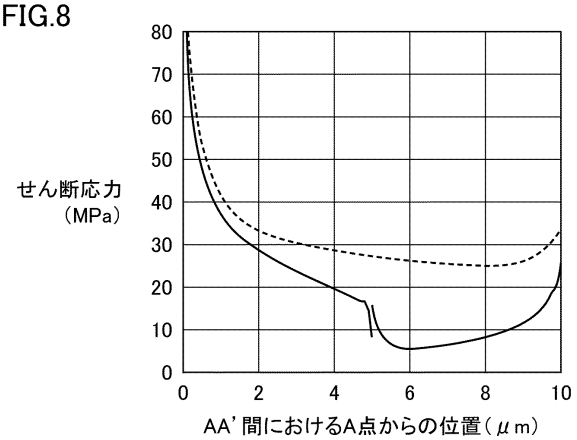
【図７】

FIG.7



【図８】

FIG.8



フロントページの続き

京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 株式会社村田製作所内
(72)発明者 谷 晋輔
京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 株式会社村田製作所内
審査官 櫃本 研太郎
(56)参考文献 中国特許出願公開第１１２２５５２８６（ＣＮ，Ａ）
特開平１０－２５３５７３（ＪＰ，Ａ）
米国特許第４２８０８８９（ＵＳ，Ａ）
(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｎ ２７／２６－２７／４９
Ａ６１Ｂ ５／１４５－５／１４９５
ＪＳＴＰｌｕｓ／ＪＳＴＣｈｉｎａ／ＪＳＴ７５８０（ＪＤｒｅａｍＩＩＩ）