

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年4月13日(13.04.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/061592 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 41/047 (2006.01) H01L 41/09 (2006.01)
H01L 41/083 (2006.01) H01L 41/107 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/079923
- (22) 国際出願日: 2016年10月7日(07.10.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-201334 2015年10月9日(09.10.2015) JP
- (71) 出願人: 日本特殊陶業株式会社 (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4678525 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 柴田 清人 (SHIBATA Kiyoto); 〒9813292 宮城県仙台市泉区明通三丁目24番1号 株式会社N T Kセラテック内 Miyagi (JP). 岩城 範史 (IWAKI Norifumi); 〒9813292 宮城県仙台市泉区明通三丁目24番1号 株式会社N T Kセラテック内 Miyagi (JP). 江崎 徹 (EZAKI Toru); 〒

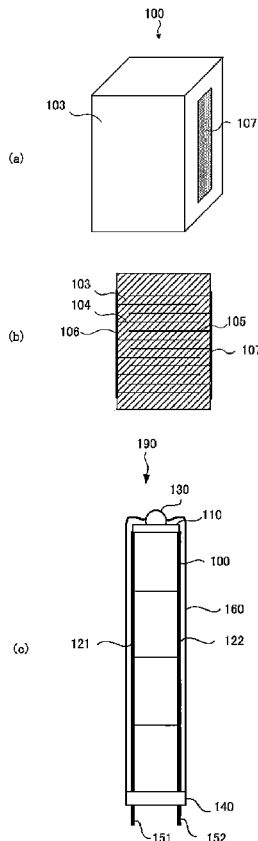
9813292 宮城県仙台市泉区明通三丁目24番1号 株式会社N T Kセラテック内 Miyagi (JP). 野村 俊勝 (NOMURA Toshikatsu); 〒9813292 宮城県仙台市泉区明通三丁目24番1号 株式会社N T Kセラテック内 Miyagi (JP).

- (74) 代理人: 福地 武雄 (FUKUCHI Takeo); 〒1500031 東京都渋谷区桜丘町3番1号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, DJ, 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, KW, 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, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) Title: PIEZOELECTRIC ELEMENT, PIEZOELECTRIC ACTUATOR AND PIEZOELECTRIC TRANSFORMER

(54) 発明の名称: 圧電素子、圧電アクチュエータおよび圧電トランス



(57) Abstract: Provided are: a piezoelectric element which is capable of having a prolonged service life, while maintaining good characteristics for a long period of time by preventing the migration of Ag; a piezoelectric actuator; and a piezoelectric transformer. A stacked piezoelectric element 100 which expands and contracts by means of voltage application, and which is provided with: external electrodes that are provided on the surfaces of an element main body; internal electrodes 104, 105 that are connected to the external electrodes; and piezoelectric layers 103 that are alternately laminated with the internal electrodes 104, 105. The electrode material used for the internal electrodes 104, 105 or the external electrodes 106, 107 has a matrix that is configured of Ag and Pd at a weight ratio of from 60/40 to 85/15, and contains from 0.1 wt% to 10 wt% of Pt relative to the matrix.

(57) 要約: Agのマイグレーションを阻止することで、良好な特性を長期間維持しつつ寿命を長くすることができる圧電素子、圧電アクチュエータおよび圧電トランスを提供する。電圧の印加により伸縮する積層型の圧電素子100であって、素子本体の表面に設けられた外部電極と、外部電極に接続された内部電極104、105と、内部電極104、105と交互に積層された圧電層103と、を備え、内部電極104、105または外部電極106、107に用いられる電極材料は、AgとPdとが重量比で60/40~85/15で構成される母材を有し、前記母材に対し0.1wt%~10wt%のPtを含有する。



MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：圧電素子、圧電アクチュエータおよび圧電トランス 技術分野

[0001] 本発明は、電圧の印加により伸縮する積層型の圧電素子、圧電アクチュエータおよび圧電トランスに関する。

背景技術

[0002] 従来、圧電素子の電極には、特性および使いやすさコストの面からA g（銀）またはA g／P d（銀パラジウム）などA gを主体とした材料が使用されることが多い。このような銀を主体とした電極材料は、A gがマイグレーションを起こし、絶縁劣化を起こすという問題があった。

[0003] 例えば、特許文献1には、応力緩和層をハード化元素が添加された材料で形成し、応力緩和層における金属陽イオンやハロゲン陰イオンの移動度を低下させた圧電素子が記載されている。

[0004] また、特許文献2には、マイグレートしようとするN a、M g、K、C a等の不純物元素や酸素イオンが捕らえられるマイグレーション防止用導体パターンにより発熱抵抗体の電気抵抗値の変化を小さく抑え、異常発熱を防止するセラミックヒータが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2014-187061号公報

特許文献2：実開平5-43495号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記の文献では、電圧がかかる領域に特別な材料を用いたり、特別な電極のパターンを採用したりすることで、本来の性能を犠牲にしつつ特性マイグレーションを防止している。したがって、程度により十分な性能を確保できない場合がありうる。また、P t（白金）を電極として使用することなども

言及されているが、特に金属のマイグレーションの防止のために電極材料の構成を調整するという発想は見られない。

[0007] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、A gのマイグレーションを阻止することで、良好な特性を長期間維持しつつ寿命を長くできる圧電素子、圧電アクチュエータ、圧電トランスおよび電極材料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

[0008] (1) 上記の目的を達成するため、本発明の圧電素子は、電圧の印加により伸縮する積層型の圧電素子であって、素子本体の表面に設けられた外部電極と、前記外部電極に接続された内部電極と、前記内部電極と交互に積層された圧電層と、を備え、前記内部電極または外部電極に用いられる電極材料は、A gとP dとが重量比で60/40～85/15で構成される母材を有し、前記母材に対し0.1wt%～10wt%のP tを含有することを特徴としている。

[0009] これにより、A gのマイグレーションを阻止でき、A gがイオン化しセラミック内部あるいは表面に拡散しない。その結果、絶縁劣化を防止でき、圧電素子の寿命を長くできる。また、良好な特性を長期間維持することができる。

[0010] (2) また、本発明の圧電素子は、前記電極材料が、0.5wt%～5.0wt%のP tを含有することを特徴としている。これにより、さらにA gのマイグレーションの防止の効果を向上することができる。

[0011] (3) また、本発明の圧電素子は、前記内部電極の間隔が、30 μ m～500 μ mであることを特徴としている。これにより、圧電素子は特性を高めつつ、A gのマイグレーションを阻止できる。

[0012] (4) また、本発明の圧電アクチュエータは、上記(1)または(2)記載の圧電素子を直列に連結して形成されたアクチュエータ本体と、前記連結された圧電素子を電氣的に接続するリード部材と、を備えることを特徴としている。これにより、耐久性の高い圧電アクチュエータを実現できる。

[0013] (5) また、本発明の圧電トランスは、１次側から入力された電圧を昇圧または降圧して２次側から出力する請求項１または請求項２記載の圧電素子を備えることを特徴としている。これにより、優れた性能を維持できる圧電トランスを実現できる。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、Ａｇのマイグレーションを阻止することで、良好な特性を長期間維持しつつ寿命を長くできる。

図面の簡単な説明

[0015] [図１]（ａ）、（ｂ）、（ｃ）それぞれ本発明の圧電素子を示す斜視図および側断面図、ならびに圧電アクチュエータを示す側断面図である。

[図２]本発明の圧電素子を示す斜視図である。

[図３]Ａｇ／Ｐｄ（７０／３０）を母材とする各電極の成分および１０００時間の連続駆動試験の結果を示す表である。

[図４]Ａｇ／Ｐｄ（８５／１５）を母材とする各電極の成分および１０００時間の連続駆動試験の結果を示す表である。

[図５]Ａｇ／Ｐｄ（６０／４０）を母材とする各電極の成分および１０００時間の連続駆動試験の結果を示す表である。

[図６]Ａｇ／Ｐｄ（７０／３０）を母材とする各電極の成分および１億回の連続駆動試験結果を示す表である。

[図７]Ａｇ／Ｐｄ（８５／１５）を母材とする各電極の成分および１億回の連続駆動試験結果を示す表である。

[図８]Ａｇ／Ｐｄ（６０／４０）を母材とする各電極の成分および１億回の連続駆動試験結果を示す表である。

発明を実施するための形態

[0016] 次に、本発明の実施形態を説明する。

[0017] （圧電アクチュエータ用の圧電素子）

図１（ａ）、（ｂ）は、圧電素子１００を示す斜視図および側断面図である。矩形体に形成された積層型の圧電素子１００は、圧電層１０３と内部電

極 104、105 とが積層方向 Z について交互に積層され、内部電極 104、105 への電圧の印加により伸縮する。圧電層 103 は、例えば PZT のような圧電材料で構成され、厚み方向で互い違いの向きに分極されている。

[0018] 内部電極 104、105 は、対向する素子側面上に取り出され、それぞれ外部電極 106、107 に接続されており、外部電極 106、107 からは隣り合う内部電極 104、105 に異なる電圧を印加できる。内部電極 104、105 へ電圧を印加することで各圧電層 103 が伸縮し、圧電素子全体が伸縮する。なお、圧電素子 100 は矩形体に限らず、様々な形態をとりうる。

[0019] 内部電極 104、105 または外部電極 106、107 に用いられる電極材料は、Ag（銀）／Pd（パラジウム）を母材とし、0.1wt%～10wt%のPt（白金）を含有している。これにより、Ag のマイグレーションを阻止でき、Ag はイオン化しセラミック内部あるいは表面に拡散しない。その結果、絶縁劣化を防止でき、圧電素子 100 の寿命を長くすることができる。また、良好な特性を長期間維持できる。

[0020] なお、電極材料の母材として重量比 60／40～85／15 の Ag／Pd を用いることが好ましい。また、電極に含有される成分は Pt が好ましいが、Pt に代えて Ru（ルテニウム）、Rh（ロジウム）、Os（オスミウム）、Ir（イリジウム）が含有されていてもよい。

[0021] 電極材料は、0.5wt%～5.0wt%のPtを含有することがさらに好ましい。これにより、さらに Ag のマイグレーションの防止の効果を向上することができる。また、このような構成は、特に内部電極 104、105 の間隔が、30 μ m～500 μ m であるときに有効である。これにより、圧電素子 100 は特性を高めつつ、Ag のマイグレーションを阻止できる。

[0022] 図 1（c）は、圧電アクチュエータ 190 を示す側断面図である。圧電アクチュエータ 190 は、ポジションナ用の圧電アクチュエータ 190 であり、圧電アクチュエータ本体 110 をキャップ 160 に嵌め込み密封して形成されている。図 1（c）は、キャップ 160 のみ断面で示され圧電アクチュエ

ータ本体 110 は側面図で示されている。

[0023] 圧電アクチュエータ本体 110 は、圧電素子 100 が積層方向 Z に沿って直列に接着されて形成されている。リード部材 121、122 は、金属製であり、それぞれ外部電極 106、107 に接着され、座 140 においてそれぞれ端子 151、152 に接続されている。

[0024] 圧電アクチュエータ 190 では、端子 151、152 に電圧を印加されることで、圧電アクチュエータ本体 110 が伸縮し、チップ 130 に当接するキャップ 160 がステージ等の被駆動体に接触する。その結果、駆動された被駆動体の精密な位置合わせが可能になる。このようにして、精密な駆動ができ、耐久性の高い圧電アクチュエータ 190 を実現できる。また、圧電アクチュエータ 190 は、耐水蒸気性を有するため、繊維機械用圧電アクチュエータ、インクジェット用圧電アクチュエータ、自動車エンジンの燃料噴射用圧電アクチュエータへの応用に好適である。

[0025] (圧電アクチュエータの製造方法)

まず、圧電セラミックスのグリーンシートに Ag/Pd に Pt を添加した電極ペーストで内部電極を印刷する、そして、グリーンシートを積層、圧着し、内部電極 104、105 とともに圧電層 103 を同時焼成する。得られた焼成体の側面に積層方向に沿って、内部電極 104、105 に接続するように電極ペーストを印刷して焼き付けることで外部電極 106、107 を形成できる。このようにして得られた焼成体を分極処理することで、圧電素子 100 が得られる。

[0026] このように、得られた複数の圧電素子 100 の端面にエポキシ等の接着剤を塗布して接着し、直列方向に連結し、圧電アクチュエータ本体 110 を作製する。そして、リード部材 121、122 を、それぞれ半田等の接着部材で外部電極 106、107 に固着させるとともに、座 140 においてそれぞれ端子 151、152 に接続する。そして、圧電アクチュエータ本体 110 をキャップ 160 に嵌め込み、密封して圧電アクチュエータ 190 を作製できる。

[0027] (圧電トランス用の圧電素子)

図2は、圧電トランス用の圧電素子200を示す斜視図である。圧電素子200は、矩形体に形成され、入力端子250から1次側に印加された入力電圧を変換（昇圧または降圧）し、変換された電圧を2次側の出力端子260へ出力する。

[0028] 入力部220は、圧電体層221と交互に積層された内部電極222、223が積層されて形成されている。圧電素子200の内部電極222、223は、取出電極が素子側面において外部電極224、225に接続されている。圧電体層221は、例えばPZT等の圧電材料で構成されている。圧電体層221は、いずれも厚み方向に分極されている。外部電極224（入力電極）は、入力端子250に接続されており、外部電極225は、グランド270に接続されている。内部電極222、223および外部電極224、225は、Ag/Ptで構成されている。圧電体層231は、長手方向に分極されている。

[0029] 出力部230は、圧電体層231と端面電極232（外部電極）とで形成されている。端面の外部電極232は、出力端子260に接続されている。上記のような圧電素子200は、入力電圧の印加により所定の振動モードが励起され、入力電圧が変換され、出力される。このような圧電素子200は、医療用の電源装置等の電磁気の影響を排除すべき回路で圧電トランスとして用いることが効果的である。

[0030] (圧電トランスの製造方法)

まず、圧電セラミックスのグリーンシートにAg/Ptの電極ペーストで内部電極を印刷して積層後、矩形体に加工する。そして入力部および出力部の設計に応じて、入力電力を設け、出力側の端部には端面電極を設ける。このようにして素子の外側面の所定箇所にスクリーン印刷で電極ペーストを塗布し、焼き付けて外部電極を形成する。そして、得られた焼成体を分極処理し、外部電極224、225、232にはリード線を半田付けする。

[0031] このような圧電素子200の内部電極222、223間に、長手方向の機

械的な共振周波数とほぼ同じ周波数の交流電圧を印加すると、圧電素子 200 の長手方向に強い機械振動が励起され、外部電極 232 には圧電効果により、高い電圧が生じる。

[0032] (実施例)

内部電極および外部電極の成分を変えて、上記の圧電アクチュエータ用の圧電素子を作製しポジショナ用の圧電アクチュエータ 190 を組み立てその後、180℃で1000時間の150VDCでの連続駆動試験を行った。図3～5は、それぞれAg/Pd(70/30)、Ag/Pd(85/15)、Ag/Pd(60/40)を母材とする各電極の成分および1000時間の連続駆動試験結果を示す表である。なお、括弧内は重量比を表す(以下、同様)。

[0033] 図3に示すように、Ag/Pd(70/30)に対しPtを添加しない電極を用いた場合には、マイグレーションによる絶縁破壊が生じた。Ag/Pd(70/30)100wt%に対しPtを0.1wt%～10wt%添加した電極を用いた場合には、焼成時のデラミネーションやマイグレーションによる絶縁破壊は生じなかった。一方、Ag/Pd(70/30)100wt%に対しPt12wt%またはPt15wt%の電極を用いた場合には、マイグレーションによる絶縁破壊は生じなかったが、焼成時のデラミネーションが生じた。

[0034] 図4に示すように、Ag/Pd(85/15)に対しPtを添加しない電極を用いた場合には、マイグレーションによる絶縁破壊が生じた。Ag/Pd(85/15)100wt%に対しPtを0.1wt%または0.5wt%添加した電極を用いた場合には、焼成時のデラミネーションやマイグレーションによる絶縁破壊は生じなかった。

[0035] 図5に示すように、Ag/Pd(85/15)100wt%に対しPtを8wt%または10wt%添加した電極を用いた場合には、焼成時のデラミネーションやマイグレーションによる絶縁破壊は生じなかった。一方、Ag/Pd(85/15)100wt%に対しPtを12wt%または15wt

%添加した電極を用いた場合には、焼成時のデラミネーションが生じた。

[0036] 以上より、A g / P d が重量比 6 0 / 4 0 ~ 8 5 / 1 5 で構成される母材を有し、母材に対し 0 . 1 w t % ~ 1 0 w t % の P t を含有する電極を用いた圧電素子が耐久性に優れていることが実証された。

[0037] さらに、上記の試験で耐久性に優れた電極成分の範囲で成分をわずかに変えて、上記の圧電アクチュエータ用の圧電素子を作製し、1 5 0 V 矩形波駆動による連続駆動試験を行った。図 6 ~ 8 は、それぞれ A g / P d (7 0 / 3 0) 、 A g / P d (8 5 / 1 5) 、 A g / P d (6 0 / 4 0) を母材とする各電極の成分および 1 億回の連続駆動試験結果を示す表である。

[0038] 図 6 に示すように、A g / P d (7 0 / 3 0) の 1 0 0 w t % に対し P t を 0 . 3 w t % 添加した電極を用いた場合には、マイグレーションによる絶縁破壊が生じた。A g / P d (7 0 / 3 0) 1 0 0 w t % に対し P t を 0 . 5 w t % 添加した電極を用いた場合には、駆動時のデラミネーションやマイグレーションによる絶縁破壊は生じなかった。

[0039] 一方、A g / P d (7 0 / 3 0) 1 0 0 w t % に対し P t 6 . 0 w t % を添加した電極を用いた場合には、マイグレーションによる絶縁破壊は生じなかったが、駆動時のデラミネーションが生じた。A g / P d (7 0 / 3 0) 1 0 0 w t % に対し P t を 5 . 0 w t % 添加した電極を用いた場合には、駆動時のデラミネーションやマイグレーションによる絶縁破壊は生じなかった。

[0040] 図 7 に示すように、A g / P d (8 5 / 1 5) に対し P t を添加しない電極を用いた場合には、マイグレーションによる絶縁破壊が生じた。A g / P d (8 5 / 1 5) 1 0 0 w t % に対し P t 0 . 1 w t % を添加した電極を用いた場合には、マイグレーションによる絶縁破壊は生じなかったが、駆動時のデラミネーションが生じた。A g / P d (8 5 / 1 5) 1 0 0 w t % に対し P t を 0 . 5 w t % 添加した電極を用いた場合には、駆動時のデラミネーションやマイグレーションによる絶縁破壊は生じなかった。

[0041] 図 8 に示すように、A g / P d (6 0 / 4 0) 1 0 0 w t % に対し P t を

8 w t %、1 0 w t %、1 2 w t %または1 5 w t %添加した電極を用いた場合には、マイグレーションによる絶縁破壊は生じなかったが、駆動時のデラミネーションが生じた。

[0042] 以上より、A g / P d が重量比 6 0 / 4 0 ~ 8 5 / 1 5 で構成される母材を有し、0 . 5 w t % ~ 5 w t % の P t を含有する電極を用いた圧電素子はさらに耐久性に優れていることが実証された。

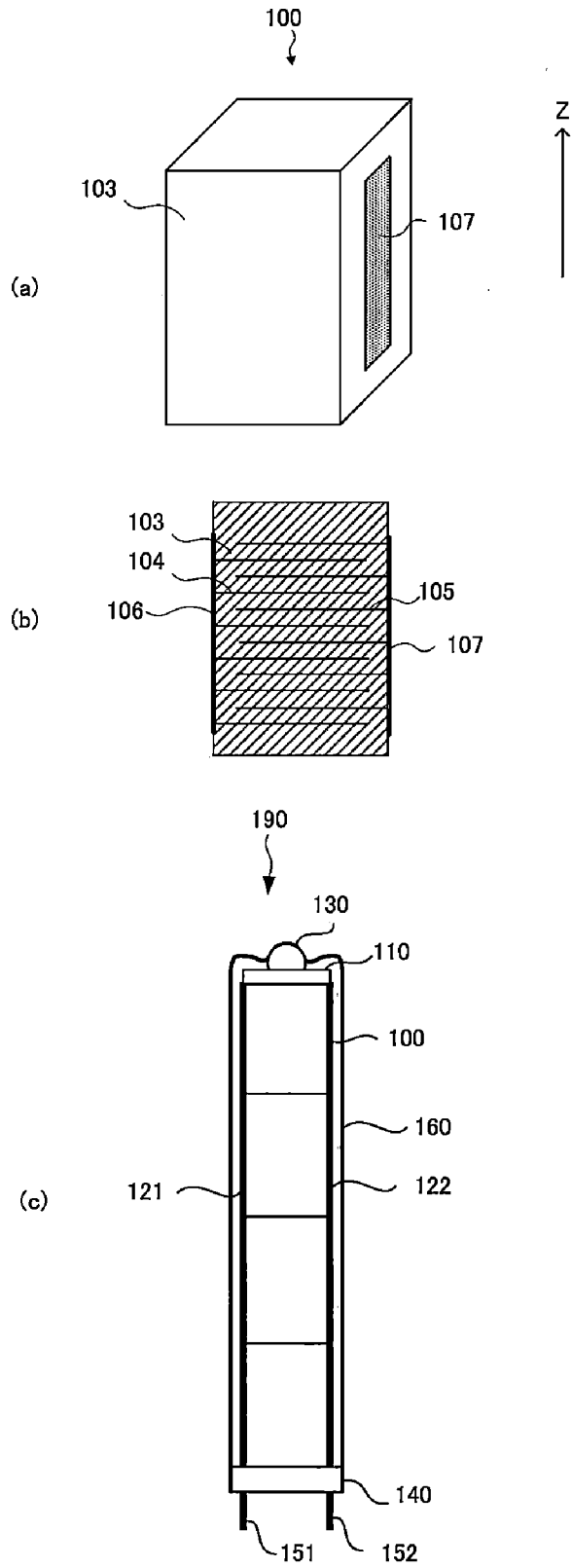
符号の説明

[0043] 1 0 0 圧電素子
1 0 3 圧電層
1 0 4、1 0 5 内部電極
1 0 6、1 0 7 外部電極
1 1 0 圧電アクチュエータ本体
1 2 1、1 2 2 リード部材
1 3 0 チップ
1 4 0 座
1 5 1、1 5 2 端子
1 6 0 キャップ
1 9 0 圧電アクチュエータ
2 0 0 圧電素子
2 2 0 入力部
2 2 1 圧電体層
2 2 2、2 2 3 内部電極
2 2 4、2 2 5、2 3 2 外部電極
2 3 0 出力部
2 3 1 圧電体層
2 5 0 入力端子
2 6 0 出力端子
2 7 0 グランド

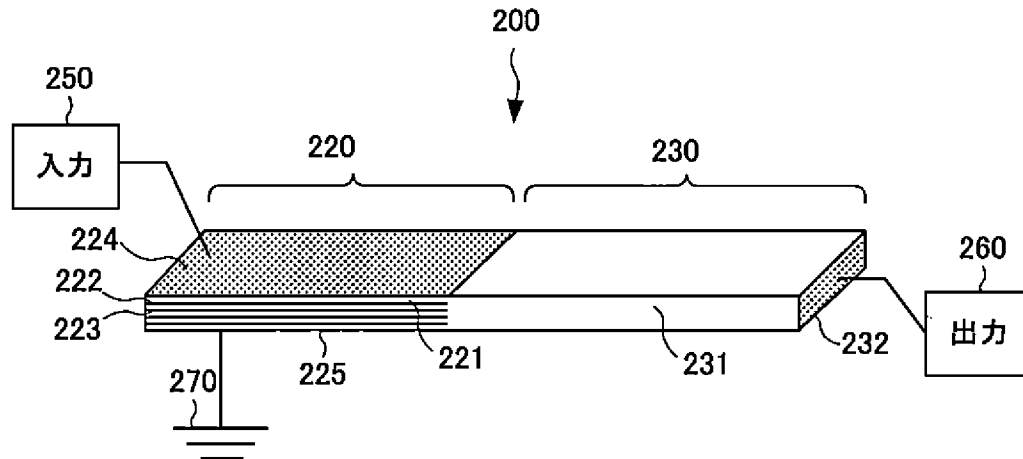
請求の範囲

- [請求項1] 電圧の印加により伸縮する積層型の圧電素子であって、
素子本体の表面に設けられた外部電極と、
前記外部電極に接続された内部電極と、
前記内部電極と交互に積層された圧電層と、を備え、
前記内部電極または外部電極に用いられる電極材料は、A g と P d
とが重量比で 6 0 / 4 0 ~ 8 5 / 1 5 で構成される母材を有し、前記
母材に対し 0 . 1 w t % ~ 1 0 w t % の P t を含有することを特徴と
する圧電素子。
- [請求項2] 前記電極材料は、0 . 5 w t % ~ 5 . 0 w t % の P t を含有するこ
とを特徴とする請求項 1 記載の圧電素子。
- [請求項3] 前記内部電極の間隔が、3 0 μ m ~ 5 0 0 μ m であることを特徴と
する請求項 2 に記載の圧電素子。
- [請求項4] 請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の圧電素子を直列に連結し
て形成されたアクチュエータ本体と、
前記連結された圧電素子を電氣的に接続するリード部材と、を備え
ることを特徴とする圧電アクチュエータ。
- [請求項5] 1 次側から入力された電圧を昇圧または降圧して 2 次側から出力す
る請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の圧電素子を備えることを
特徴とする圧電トランス。

[図1]



[図2]



[図3]

Ag/Pd(70/30) wt%	Pt wt%	焼成時デラミネーションの発生	マイグレーションによる絶縁破壊
100	0	なし	あり
100	0.1	なし	なし
100	0.5	なし	なし
100	1	なし	なし
100	3	なし	なし
100	5	なし	なし
100	8	なし	なし
100	10	なし	なし
100	12	あり	なし
100	15	あり	なし

[図4]

Ag/Pd(85/15) wt%	Pt wt%	焼成時デラミネーションの発生	マイグレーションによる絶縁破壊
100	0	なし	あり
100	0.1	なし	なし
100	0.5	なし	なし

[図5]

Ag/Pd(60/40) wt%	Pt wt%	焼成時デラミネーションの発生	マイグレーションによる絶縁破壊
100	8	なし	なし
100	10	なし	なし
100	12	あり	なし
100	15	あり	なし

[図6]

Ag/Pd(70/30) wt%	Pt wt%	駆動時デラミネーションの発生	マイグレーションによる絶縁破壊
100	0.3	なし	あり
100	0.5	なし	なし
100	5.0	なし	なし
100	6.0	あり	なし

[図7]

Ag/Pd(85/15) wt%	Pt wt%	駆動時デラミネーションの発生	マイグレーションによる絶縁破壊
100	0	なし	あり
100	0.1	あり	なし
100	0.5	なし	なし

[図8]

Ag/Pd(60/40) wt%	Pt wt%	駆動時デラミネーションの発生	マイグレーションによる絶縁破壊
100	8	あり	なし
100	10	あり	なし
100	12	あり	なし
100	15	あり	なし

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/079923

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L41/047(2006.01)i, H01L41/083(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i,
H01L41/107
(2006.01)i

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L41/047, H01L41/083, H01L41/09, H01L41/107

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 1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2003-124535 A (Toyota Motor Corp.), 25 April 2003 (25.04.2003), paragraphs [0005], [0042] to [0043] (Family: none)	1, 3-5 2
Y	JP 2005-150369 A (Kyocera Corp.), 09 June 2005 (09.06.2005), paragraphs [0056] to [0057], [0060], [0109] & US 2007/0273251 A1 paragraphs [0108] to [0109], [0112], [0247] & WO 2005/029603 A1 & EP 1677370 A1 & EP 2037511 A2	1, 3-5
Y	JP 2015-122438 A (Nihon Ceratec Co., Ltd.), 02 July 2015 (02.07.2015), paragraphs [0024] to [0026]; fig. 2 (Family: none)	4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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
07 December 2016 (07.12.16)

Date of mailing of the international search report
20 December 2016 (20.12.16)

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/JP2016/079923

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-71905 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 04 March 2004 (04.03.2004), paragraphs [0021] to [0028], [0038]; fig. 1 to 4 (Family: none)	5
A	JP 2014-231642 A (E.I. Du Pont de Nemours & Co.), 11 December 2014 (11.12.2014), paragraphs [0030] to [0031] & JP 2011-514432 A & US 2009/0066193 A1 & US 2012/0153238 A1 paragraphs [0040] to [0041] & WO 2009/032984 A1 & KR 10-2010-0066543 A & CN 101778684 A & TW 200932928 A	1-5
A	JP 2015-133415 A (Nihon Ceratec Co., Ltd.), 23 July 2015 (23.07.2015), paragraphs [0025], [0030] (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L41/047(2006.01)i, H01L41/083(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i, H01L41/107(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（I P C））

Int.Cl. H01L41/047, H01L41/083, H01L41/09, H01L41/107

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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
Y	JP 2003-124535 A（トヨタ自動車株式会社）2003.04.25, 段落 [0005], [0042] - [0043]	1, 3 - 5
A	（ファミリーなし）	2
Y	JP 2005-150369 A（京セラ株式会社）2005.06.09, 段落[0056] - [0057], [0060], [0109] & US 2007/0273251 A1, 段落[0108] - [0109], [0112], [0247] & WO 2005/029603 A1 & EP 1677370 A1 & EP 2037511 A2	1, 3 - 5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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

「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
「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
「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）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 7 . 1 2 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

2 0 . 1 2 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

小山 満

5 F

6 3 1 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 1 6

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
Y	JP 2015-122438 A (株式会社日本セラテック) 2015. 07. 02, 段落 [0024] - [0026], 図 2 (ファミリーなし)	4
Y	JP 2004-71905 A (株式会社村田製作所) 2004. 03. 04, 段落[0021] - [0028], [0038], 図 1 - 4 (ファミリーなし)	5
A	JP 2014-231642 A (イー・アイ・デュボン・ドウ・ヌムール・アン ド・カンパニー) 2014. 12. 11, 段落[0030] - [0031] & JP 2011-514432 A & US 2009/0066193 A1 & US 2012/0153238 A1, 段落[0040] - [0041] & WO 2009/032984 A1 & KR 10-2010-0066543 A & CN 101778684 A & TW 200932928 A	1 - 5
A	JP 2015-133415 A (株式会社日本セラテック) 2015. 07. 23, 段落 [0025], [0030] (ファミリーなし)	1 - 5