

(43) 国際公開日
2017 年 6 月 8 日(08.06.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/094520 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 41/187 (2006.01) *H01L 41/316* (2013.01)
H01L 41/09 (2006.01) *H03H 9/17* (2006.01)
H01L 41/113 (2006.01) *H04R 17/02* (2006.01)
H01L 41/257 (2013.01) *H04R 31/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/084132

(22) 国際出願日: 2016 年 11 月 17 日(17.11.2016)

(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 2015-235504 2015 年 12 月 2 日(02.12.2015) JP

(71) 出願人: 株式会社村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 梅田 圭一(UMEDA, Keiichi); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 水野 孝昭(MIZUNO, Takaaki); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許事務所(MIYAZAKI & METSUGI); 〒5400028 大阪府大阪市中央区常盤町 1 丁目 3 番 8 号 中央大通 F Nビル Osaka (JP).

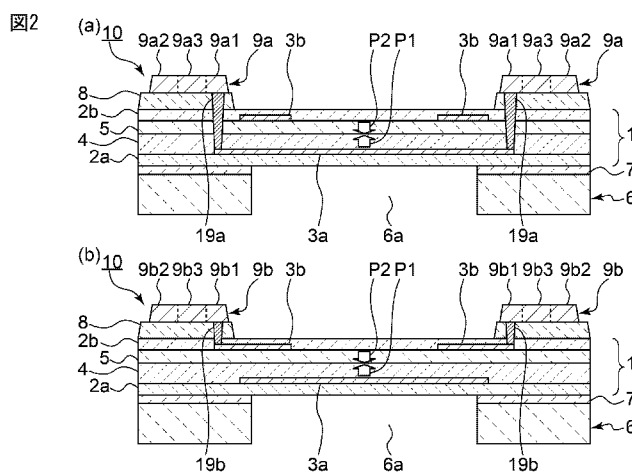
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, 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).

〔続葉有〕

(54) Title: PIEZOELECTRIC ELEMENT, PIEZOELECTRIC MICROPHONE, PIEZOELECTRIC RESONATOR AND METHOD FOR MANUFACTURING PIEZOELECTRIC ELEMENT

(54) 発明の名称：圧電素子、圧電マイクロフォン、圧電共振子及び圧電素子の製造方法



(S7) Abstract: Provided is a bimorph piezoelectric element, with which the directions of the polarization axes of adjacent piezoelectric layers can be controlled with high precision. This piezoelectric element 1 comprises: a first piezoelectric layer 4, which is made of AlN and has a first polarization axis direction P1 in the thickness direction; a second piezoelectric layer 5, which is made of GeAlN, and which is deposited on the first piezoelectric layer 4, and has a second polarization axis direction P2, which is a direction opposite to the first polarization axis direction P1; a first electrode 3a provided on the side opposite to the second piezoelectric layer 5 side of the first piezoelectric layer 4; and a second electrode 3b provided on the side opposite to the first piezoelectric layer 4 side of the second piezoelectric layer 5.

(57) 要約:

〔続葉有〕

WO 2017/094520 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

隣り合う圧電体層の分極軸方向の制御を高精度で行うことができる、バイモルフ型の圧電素子を提供する。本発明に係る圧電素子 1 は、厚み方向において第 1 の分極軸方向 P 1 を有し、かつ A l N からなる第 1 の圧電体層 4 と、第 1 の圧電体層 4 上に堆積されており、第 1 の分極軸方向 P 1 とは逆方向である第 2 の分極軸方向 P 2 を有し、かつ G e A l N からなる第 2 の圧電体層 5 と、第 1 の圧電体層 4 の、第 2 の圧電体層 5 側とは反対側に設けられている第 1 の電極 3 a と、第 2 の圧電体層 5 の、第 1 の圧電体層 4 側とは反対側に設けられている第 2 の電極 3 b とを備える。

明 細 書

発明の名称：

圧電素子、圧電マイクロフォン、圧電共振子及び圧電素子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、圧電素子、圧電マイクロフォン、圧電共振子及び圧電素子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、バイモルフ型の圧電素子を用いた圧電マイクロフォンや圧電発音体などが広く用いられている。バイモルフ型の圧電素子は、2枚の圧電セラミック基板を貼り合わせることで得られている。あるいは、バイモルフ型の圧電素子は、2層の圧電セラミック層を積層した積層体を一体焼結することによっても得られている。

[0003] これに対して、貼り合わせや一体焼結の工程を省くために、下記の特許文献1では、単層の圧電体層を用いて得られるバイモルフ型の圧電素子が提案されている。上記圧電体層においては、厚み方向の中央部から一方主面側の部分の分極軸方向と、該中央部から他方主面側の部分の分極軸方向とが、互いに逆方向である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2007-067125号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1では、電極を圧電体層の両主面に形成した後に、圧電体層の両面から交流電圧を印加することにより分極が行われていた。そのため、圧電体層の分極軸方向の制御を、十分に高い精度で行うことができなかった。

[0006] 本発明の目的は、隣り合う圧電体層の分極軸方向を、分極処理などの追加の工程が不要でありつつ、高精度に互いに逆方向とすることができる、バイ

モルフ型の圧電素子及び圧電素子の製造方法を提供することにある。本発明の他の目的は、上記圧電素子を有する圧電マイクロフォン及び圧電共振子を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明に係る圧電素子は、厚み方向において第1の分極軸方向を有し、かつA l Nからなる第1の圧電体層と、前記第1の圧電体層上に堆積されており、前記第1の分極軸方向とは逆方向である第2の分極軸方向を有し、かつG e A l Nからなる第2の圧電体層と、前記第1の圧電体層の、前記第2の圧電体層側とは反対側に設けられている第1の電極と、前記第2の圧電体層の、前記第1の圧電体層側とは反対側に設けられている第2の電極とを備える。
- [0008] 本発明に係る圧電素子のある特定の局面では、前記第1の圧電体層上に、前記第2の圧電体層が直接堆積されている。この場合には、電極などの材料を削減することができ、生産性を効果的に高めることができる。
- [0009] 本発明に係る圧電マイクロフォンは、本発明に従って構成されている圧電素子と、前記圧電素子が振動する空間を有するように、前記第1の圧電体層側から前記圧電素子を支持している支持体とを備える。
- [0010] 本発明に係る圧電共振子は、本発明に従って構成されている圧電素子と、前記圧電素子が振動する空間を有するように、前記圧電素子の前記第1の圧電体層側に設けられている支持基板とを備える。
- [0011] 本発明に係る圧電素子の製造方法は、厚み方向において第1の分極軸方向を有するように、A l Nからなる第1の圧電体層を堆積法により成膜する工程と、前記第1の圧電体層上に、前記第1の分極軸方向とは逆方向である第2の分極軸方向を有するように、G e A l Nからなる第2の圧電体層を堆積法により成膜する工程と、前記第1の圧電体層の前記第2の圧電体層側とは反対側に第1の電極を設ける工程と、前記第2の圧電体層の前記第1の圧電体層側とは反対側に第2の電極を設ける工程とを備える。
- [0012] 本発明に係る圧電素子の製造方法のある特定の局面では、前記第2の圧電

体層を成膜する工程において、前記第１の圧電体層上に、前記第２の圧電体層を直接成膜する。この場合には、電極などの材料を削減することができ、生産性を効果的に高めることができる。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、隣り合う圧電体層の分極軸方向を、高精度に互いに逆方向とすることができる、バイモルフ型の圧電素子及び圧電素子の製造方法を提供することができる。また、本発明によれば、上記圧電素子を有する圧電マイクロフォン及び圧電共振子を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図１は、本発明の第１の実施形態に係る圧電マイクロフォンの平面図である。

[図2]図２（a）は、図１中のⅠ－Ⅰ線に沿う断面図であり、図２（b）は、図１中のⅠⅠ－ⅠⅠ線に沿う断面図である。

[図3]図３（a）～図３（d）は、本発明の第１の実施形態における圧電素子の製造方法を説明するための正面断面図である。

[図4]図４は、本発明の第２の実施形態に係る圧電素子の模式的正面断面図である。

[図5]図５は、第１の比較例の圧電素子の模式的正面断面図である。

[図6]図６は、第２の比較例の圧電素子の模式的正面断面図である。

[図7]図７は、第２の実施形態及び第１，第２の比較例の圧電体層の厚みと出力電圧との関係を示す図である。

[図8]図８は、本発明の第３の実施形態に係る圧電マイクロフォンの平面図である。

[図9]図９は、図８中のⅠⅠⅠ－ⅠⅠⅠ線に沿う断面図である。

[図10]図１０は、本発明の第４の実施形態に係る圧電共振子の正面断面図である。

[図11]図１１は、本発明の第５の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

発明を実施するための形態

- [0015] 以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。
- [0016] なお、本明細書に記載の各実施形態は、例示的なものであり、異なる実施形態間において、構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることを指摘しておく。
- [0017] 図1は、本発明の第1の実施形態に係る圧電マイクロフォンの平面図である。図2(a)は、図1中のⅠ－Ⅰ線に沿う断面図である。図2(b)は、図1中のⅡ－Ⅱ線に沿う断面図である。
- [0018] 図2(a)に示すように、圧電マイクロフォン10は、バイモルフ型の圧電素子1を有する。圧電素子1は、本発明の圧電素子の一実施形態である。圧電素子1は、第1の保護層2aを有する。本実施形態では、第1の保護層2aは、AlNからなる。なお、第1の保護層2aは、AlN以外の適宜のセラミックスなどからなってもよい。
- [0019] 第1の保護層2a上には、第1の電極3aが設けられている。第1の電極3aは、Moからなることが好ましい。AlNからなる第1の保護層2a上にMoからなる第1の電極3aを堆積法により成膜することにより、第1の電極3aの配向状態を良好にすることができる。なお、第1の電極3aは、Mo以外の適宜の金属からなってもよい。あるいは、第1の電極3aは、Siなどの半導体材料からなってもよい。
- [0020] 第1の電極3aを覆うように、第1の保護層2a上に第1の圧電体層4が堆積法により成膜されている。第1の圧電体層4は、厚み方向において、第1の分極軸方向P1を有する。第1の圧電体層4は、AlNからなる。
- [0021] 第1の圧電体層4上には、第2の圧電体層5が堆積法により成膜されている。第2の圧電体層5は、第1の分極軸方向P1とは逆方向である第2の分極軸方向P2を有する。第2の圧電体層5は、GeAlNからなる。このように、圧電素子1は、バイモルフ型の圧電素子である。
- [0022] 第2の圧電体層5上には、複数の第2の電極3bが設けられている。なお

、第2の電極3bの個数は特に限定されない。複数の第2の電極3bは、特に限定されないが、Moからなる。このように、第2の圧電体層5の第1の圧電体層4側とは反対側に第2の電極3bが設けられている。他方、第1の圧電体層4の第2の圧電体層5側とは反対側に第1の電極3aが設けられている。

[0023] 複数の第2の電極3bを覆うように、第2の圧電体層5上に、第2の保護層2bが積層されている。第2の保護層2bは、特に限定されないが、AlNからなる。

[0024] 圧電マイクロフォン10は、圧電素子1を第1の保護層2a側から支持している支持体6を有する。圧電素子1は、支持体6上に、第1の絶縁体層7を介して設けられていることが好ましい。支持体6は、Siなどの適宜の材料からなる。第1の絶縁体層7は、特に限定されないが、SiO₂からなる。

[0025] 支持体6は、圧電素子1が振動する空間を有するように、圧電素子1を支持している。より具体的には、本実施形態では、支持体6は開口部6aを有する。それによって、上記空間が形成されている。外部から圧電素子1に音波が伝搬することにより、上記空間において圧電素子1が振動する。

[0026] なお、支持体6の形状や個数は特に限定されない。例えば、複数の支持体6により圧電素子1が支持されており、上記空間が形成されていてもよい。

[0027] 圧電素子1の第2の保護層2b上には、第2の絶縁体層8が設けられている。図1に示すように、第2の絶縁体層8は、平面視において、複数の第2の電極3bを囲むように設けられている。第2の絶縁体層8は、特に限定されないが、SiO₂からなる。

[0028] 第2の絶縁体層8上には、複数の第1、第2の外部電極9a、9bが設けられている。他方、図2(a)に示すように、圧電素子1は、第1のビア電極19aを有する。各第1の外部電極9aは、第1のビア電極19aを介して、圧電素子1の第1の電極3aに電氣的に接続されている。

[0029] より具体的には、第1の外部電極9aは、第1、第2の端子9a1、9a2を有する。第1の外部電極9aは、第1、第2の端子9a1、9a2を接

続している接続電極 9 a 3 も有する。なお、図 2 (a) 中の第 1 の外部電極 9 a における破線は、第 1, 第 2 の端子 9 a 1, 9 a 2 及び接続電極 9 a 3 の境界を示す。第 1 の端子 9 a 1 には、第 1 のビア電極 1 9 a の一端が接続されている。第 1 のビア電極 1 9 a は、他端が第 1 の電極 3 a に接続されるように、第 2 の絶縁体層 8、第 2 の保護層 2 b、第 2 の圧電体層 5 及び第 1 の圧電体層 4 を貫通している。第 2 の端子 9 a 2 は、外部に電氣的に接続される。

[0030] 同様に、図 2 (b) に示すように、圧電素子 1 は、第 2 のビア電極 1 9 b を有する。各第 2 の外部電極 9 b は、第 2 のビア電極 1 9 b を介して、第 2 の電極 3 b に電氣的に接続されている。なお、第 1 の外部電極 9 a と同様に、第 2 の外部電極 9 b は第 1, 第 2 の端子 9 b 1, 9 b 2 を有する。第 2 の外部電極 9 b は、第 1, 第 2 の端子 9 b 1, 9 b 2 を接続している接続電極 9 b 3 も有する。なお、図 2 (b) 中の第 2 の外部電極 9 b における破線は、第 1, 第 2 の端子 9 b 1, 9 b 2 及び接続電極 9 b 3 の境界を示す。

[0031] 圧電マイクロフォン 10 では、圧電素子 1 に伝搬した音波により圧電素子 1 が振動し、圧電素子 1 から外部に電気信号が出力される。

[0032] なお、図 1 に示すように、第 1, 第 2 の電極 3 a, 3 b の一部が、第 1, 第 2 の外部電極 9 a, 9 b と平面視において重なるように引き出されていることが好ましい。この第 1, 第 2 の電極 3 a, 3 b の引き出された部分が、第 1, 第 2 の外部電極 9 a, 9 b に接続されていることが好ましい。それによって、圧電素子 1 の振動が阻害され難い。

[0033] 本実施形態の特徴は、図 2 (a) に示すように、A I N からなる第 1 の圧電体層 4 上に、第 1 の分極軸方向 P 1 とは逆方向である第 2 の分極軸方向 P 2 を有するように、G e A I N からなる第 2 の圧電体層 5 が、堆積法により成膜されていることにある。それによって、隣り合う第 1, 第 2 の圧電体層 4, 5 の分極軸方向を、高精度に互いに逆方向とすることができる。これを、本実施形態における圧電素子 1 の製造方法と共に説明する。

[0034] 図 3 (a) ~ 図 3 (d) は、第 1 の実施形態における圧電素子の製造方法

を説明するための正面断面図である。

[0035] 図3(a)に示すように、第1の保護層2aを用意する。次に、第1の保護層2a上に第1の電極3aを形成する。第1の電極3aは、例えば、スパッタリング法やCVD法などにより設けることができる。

[0036] 次に、図3(b)に示すように、第1の電極3aを覆うように、第1の保護層2a上にAlNからなる第1の圧電体層4を成膜する。このとき、第1の圧電体層4が第1の分極軸方向P1を有するように、堆積法により第1の圧電体層4を成膜する。堆積法としては、例えば、スパッタリング法やCVD法などが挙げられる。これにより、第1の圧電体層4が成膜されたとき、第1の圧電体層4は第1の分極軸方向P1を有する。

[0037] 次に、図3(c)に示すように、第1の圧電体層4上に、GeAlNからなる第2の圧電層5を成膜する。このとき、第2の圧電体層5が第1の分極軸方向P1とは逆方向である第2の分極軸方向P2を有するように、堆積法により第2の圧電体層5を成膜する。これにより、第2の圧電体層5が成膜されたとき、第2の圧電体層5は第2の分極軸方向P2を有する。堆積法としては、例えば、スパッタリング法やCVD法などが挙げられる。特にGeAlNではGeAl合金ターゲット、焼結ターゲットを用いても良いし、GeとAlの2つのターゲットを用いても良い。

[0038] ここで、GeAlNからなる層の分極軸方向は、この層を成膜する下地となる、AlNなどからなる層の分極軸方向の影響を受け難い。そのため、上記第2の圧電体層5を第1の圧電体層4上に成膜しても、第2の圧電体層5の分極反転が生じ難い。従って、第1、第2の圧電体層4、5の分極軸方向を高精度に互いに逆方向とすることができる。また、上記のように、第1の圧電体層4上に第2の圧電体層5を堆積法により成膜すればよいため、容易に分極軸方向を制御することができる。

[0039] 本実施形態における圧電素子1の製造においては、第1の圧電体層4上に、第2の圧電体層5を直接成膜する。そのため、電極などの材料を削減することができる。加えて、第1、第2の圧電体層4、5を貼り合わせる工程な

どが不要であるため、生産性を効果的に高めることができる。

[0040] ところで、第2の圧電体層5は、個別に用意した第1の圧電体層4上に成膜してもよい。この場合には、第1、第2の圧電体層4、5の積層体を得た後に、第1の圧電体層4の第2の圧電体層5側とは反対側に、第1の電極3a及び第1の保護層2aを設ければよい。

[0041] 次に、図3（d）に示すように、第2の圧電体層5上に第2の電極3bを設ける。次に、第2の電極3bを覆うように、第2の圧電体層5上に第2の保護層2bを設ける。

[0042] 第1の圧電体層4と第2の圧電体層5との間に、 SiO_2 や Al_2O_3 などからなる、電極以外の薄膜が積層されていてもよい。もっとも、本実施形態のように、第1の圧電体層4上に第2の圧電体層5が直接成膜されていることが好ましい。

[0043] 図4は、第2の実施形態に係る圧電素子の模式的正面断面図である。

[0044] 圧電素子21は、第1、第2の保護層を有しない点で、第1の実施形態における圧電素子1と異なる。

[0045] この場合においても、第1、第2の圧電体層4、5の分極軸方向の制御を高精度に行うことができる。

[0046] もっとも、図2（a）及び図2（b）に示す第1の実施形態のように、第1、第2の保護層2a、2bが設けられていることがより好ましい。それによって、第1、第2の電極3a、3bの破損や、圧電素子1の特性の劣化が生じ難い。

[0047] ここで、第2の実施形態の構成を有する圧電素子及び下記の図5及び図6に示す第1及び第2の比較例の圧電素子を、厚みを異ならせてそれぞれ複数作製した。各圧電素子の出力電圧を測定することにより、感度を比較した。

[0048] 図5は、第1の比較例の圧電素子の模式的正面断面図である。

[0049] 圧電素子51においては、第2の実施形態における第1、第2の圧電体層に相当する部分の構成及び第1の電極の配置が、第2の実施形態と異なる。より具体的には、圧電素子51は、圧電体ではないAlNからなる、第1の

層 5 4 を有する。第 1 の層 5 4 上に、第 1 の電極 5 3 a が設けられている。第 1 の電極 5 3 a 上には、圧電体である A l N からなる、第 2 の層 5 5 が積層されている。第 2 の層 5 5 は、第 1 の分極軸方向 P 1 を有する。上記の点以外においては、圧電素子 5 1 は、第 2 の実施形態の圧電素子 2 1 と同様の構成を有する。

[0050] 図 6 は、第 2 の比較例の圧電素子の模式的正面断面図である。

[0051] 圧電素子 6 1 は、圧電体層 6 4 が単層である点で、第 2 の実施形態と異なる。なお、圧電体層 6 4 は、A l N からなり第 1 の分極軸方向 P 1 を有する。上記以外の点においては、圧電素子 6 1 は、第 2 の実施形態の圧電素子 2 1 と同様の構成を有する。

[0052] なお、作製した第 2 の実施形態の構成を有する圧電素子における第 1, 第 2 の圧電体層の厚みは同じ厚みとした。第 1 の比較例の圧電素子における第 1, 第 2 の層の厚みも同じ厚みとした。

[0053] 図 7 は、第 2 の実施形態及び第 1, 第 2 の比較例の圧電体層の厚みと出力電圧との関係を示す図である。菱形のプロット及び実線は第 2 の実施形態の結果を示す。三角形のプロット及び破線は第 1 の比較例の結果を示す。円形のプロット及び一点鎖線は第 2 の比較例の結果を示す。なお、図 7 の横軸の圧電体層の厚みは、第 2 の実施形態においては、第 1, 第 2 の圧電体層の合計の厚みである。第 1 の比較例では、第 1, 第 2 の層の合計の厚みである。

[0054] 図 7 に示すように、同じ厚みの圧電素子同士を比較したとき、第 2 の実施形態の方が、第 1, 第 2 の比較例よりも出力電圧が高い。よって、第 2 の実施形態によれば、圧電素子の感度を高め得ることがわかる。

[0055] 図 8 は、第 3 の実施形態に係る圧電マイクロフォンの平面図である。図 9 は、図 8 中の I I I - I I I 線に沿う断面図である。

[0056] 図 9 に示すように、圧電マイクロフォン 3 0 は、各圧電素子 3 1 が、支持体 3 6 により固定されていない開放端部 3 1 a を有する点で、第 1 の実施形態と異なる。これに伴い、図 8 に示すように、平面視における第 1, 第 2 の外部電極 9 a, 9 b の配置及び各圧電素子 3 1 の平面形状も第 1 の実施形態

と異なる。上記以外の点においては、圧電マイクロフォン 30 は、第 1 の実施形態の圧電マイクロフォン 10 と同様の構成を有する。

[0057] より具体的には、圧電マイクロフォン 30 は、4 個の圧電素子 31 を有する。各圧電素子 31 は、略三角形の平面形状を有する。第 2 の電極 33 b は、略台形の平面形状を有する。第 2 の電極 33 b の上記略台形の辺のうち 3 辺は、平面視における圧電素子 31 の各辺に沿って延びている。なお、圧電素子 31 及び第 2 の電極 33 b の平面形状は、特に限定されない。

[0058] 図 9 に示すように、圧電素子 31 は、支持体 36 に片持ち梁で支持されており、開放端部 31 a を有する。よって、圧電素子 31 を好適に振動させることができる。さらに、本実施形態においても、第 1 の実施形態と同様に、第 1、第 2 の圧電体層 4、5 の分極軸方向の制御を高精度に行うことができる。

[0059] 図 10 は、第 4 の実施形態に係る圧電共振子の正面断面図である。

[0060] 圧電共振子 40 は、支持基板 46 を有する。支持基板 46 は、平板状の形状を有する。本実施形態では、支持基板 46 は、高抵抗 Si 基板である。より具体的には、支持基板 46 の抵抗率は $1000 \Omega \cdot cm$ 以上である。なお、支持基板の材料は特に限定されない。

[0061] 他方、圧電共振子 40 は、圧電素子 41 を有する。圧電素子 41 は、第 1 の実施形態と同様に、第 1 の保護層 42 a、第 1 の電極 43 a、第 1 の圧電体層 44、第 2 の圧電体層 45、第 2 の電極 43 b 及び第 2 の保護層 42 b が積層された積層体である。圧電素子 41 の第 1 の保護層 42 a 側に、支持基板 46 が設けられている。なお、支持基板 46 は、図 10 に示すように、第 1 の絶縁体層 7 を介して設けられていてもよい。

[0062] 圧電素子 41 と支持基板 46 とは、圧電素子 41 が振動する空間 A を有するように接合されている。より具体的には、圧電素子 41 は、支持基板 46 に接合している接合部 41 a を有する。さらに、圧電素子 41 の各層は、一部が支持基板 46 から高さ方向において離れるように屈曲している。それによって、空間 A が形成されている。圧電素子 41 は、空間 A を介して支持基

板46に対向している振動部41bを有する。圧電共振子40においては、この圧電素子41の振動部41bが振動する。

[0063] なお、圧電素子41の各層の形状及び支持基板46の形状は特に限定されず、空間Aが形成されていればよい。

[0064] 圧電共振子40は、第1の電極43aに接続されている第1の電極パッド49a及び第2の電極43bに接続されている第2の電極パッド49bを有していてもよい。第1、第2の電極パッド49a、49bを介して、圧電共振子40を外部と電氣的に接続することができる。

[0065] ところで、図6に示した第2の比較例のように、圧電体層がA1Nからなる単層である圧電素子を圧電共振子に用いた場合、基本波駆動により、例えば、厚み縦振動が励振される。これに対して、本実施形態の圧電共振子40では、圧電素子41の厚みを第2の比較例の圧電素子の厚みと同じ厚みとしたときに、第2の比較例における厚み縦振動の2倍波を効率的に励振することができる。このように、圧電共振子40によれば、高周波を効率的に励振することができる。よって、圧電共振子40を、例えば、5GHz以上に通過帯域が位置するRFフィルタやデュプレクサなどに好適に用いることができる。

[0066] 図11は、第5の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[0067] 弾性波装置70は、圧電素子71を有する。圧電素子71においては、第1の実施形態における圧電素子1と同様に、A1Nからなる第1の圧電体層4上に、堆積法によりGeA1Nからなる第2の圧電体層5が成膜されている。第2の圧電体層5上には、IDT電極73が設けられている。

[0068] 他方、弾性波装置70は支持基板76を有する。支持基板76は、特に限定されないが、Siやサファイヤなどからなる。支持基板76は、圧電素子71の第1の圧電体層4側に設けられている。

[0069] 従来、単層のA1N層からなる圧電体や、単層のScA1Nからなる圧電体を用いた、弾性波装置が検討されていた。この弾性波装置は、レイリー波の2倍波であるセザワ波を利用する。

[0070] ここで、本実施形態の弾性波装置 70 は、基準となる弾性波の 2 倍波を効率的に励振することができる。従って、セザワ波も効率的に励振することができる。結合係数を大きくすることができる。

符号の説明

[0071] 1…圧電素子
2 a, 2 b…第 1, 第 2 の保護層
3 a, 3 b…第 1, 第 2 の電極
4, 5…第 1, 第 2 の圧電体層
6…支持体
6 a…開口部
7, 8…第 1, 第 2 の絶縁体層
9 a, 9 b…第 1, 第 2 の外部電極
9 a 1, 9 a 2…第 1, 第 2 の端子
9 a 3…接続電極
9 b 1, 9 b 2…第 1, 第 2 の端子
9 b 3…接続電極
10…圧電マイクロフォン
19 a, 19 b…第 1, 第 2 のビア電極
21…圧電素子
30…圧電マイクロフォン
31…圧電素子
31 a…開放端部
33 b…第 2 の電極
36…支持体
40…圧電共振子
41…圧電素子
41 a…接合部
41 b…振動部

4 2 a, 4 2 b…第 1, 第 2 の保護層
4 3 a, 4 3 b…第 1, 第 2 の電極
4 4, 4 5…第 1, 第 2 の圧電体層
4 6…支持基板
4 9 a, 4 9 b…第 1, 第 2 の電極パッド
5 1…圧電素子
5 3 a…第 1 の電極
5 4, 5 5…第 1, 第 2 の層
6 1…圧電素子
6 4…圧電体層
7 0…弾性波装置
7 1…圧電素子
7 3…I D T 電極
7 6…支持基板

請求の範囲

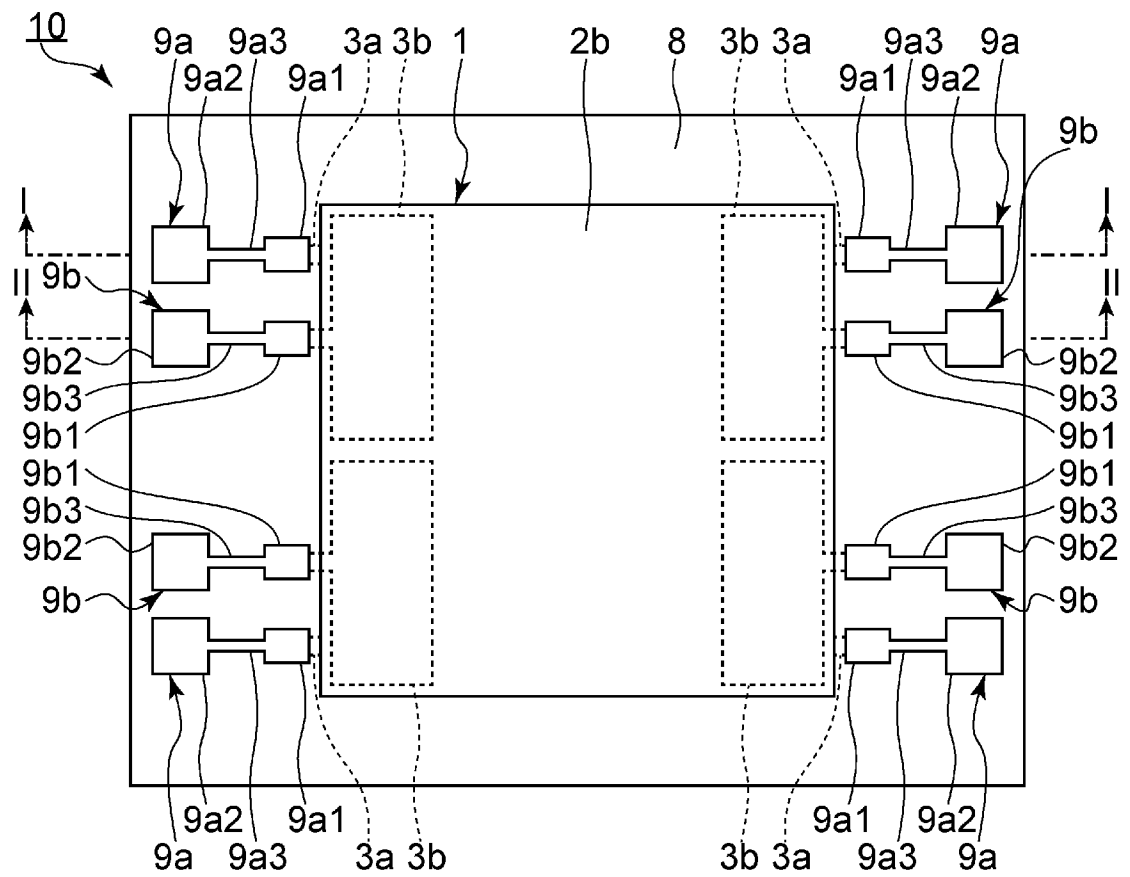
- [請求項1] 厚み方向において第1の分極軸方向を有し、かつA I Nからなる第1の圧電体層と、
- 前記第1の圧電体層上に堆積されており、前記第1の分極軸方向とは逆方向である第2の分極軸方向を有し、かつG e A I Nからなる第2の圧電体層と、
- 前記第1の圧電体層の、前記第2の圧電体層側とは反対側に設けられている第1の電極と、
- 前記第2の圧電体層の、前記第1の圧電体層側とは反対側に設けられている第2の電極と、
- を備える、圧電素子。
- [請求項2] 前記第1の圧電体層上に、前記第2の圧電体層が直接堆積されている、請求項1に記載の圧電素子。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の圧電素子と、
- 前記圧電素子が振動する空間を有するように、前記第1の圧電体層側から前記圧電素子を支持している支持体と、
- を備える、圧電マイクロフォン。
- [請求項4] 請求項1または2に記載の圧電素子と、
- 前記圧電素子が振動する空間を有するように、前記圧電素子の前記第1の圧電体層側に設けられている支持基板と、
- を備える、圧電共振子。
- [請求項5] 厚み方向において第1の分極軸方向を有するように、A I Nからなる第1の圧電体層を堆積法により成膜する工程と、
- 前記第1の圧電体層上に、前記第1の分極軸方向とは逆方向である第2の分極軸方向を有するように、G e A I Nからなる第2の圧電体層を堆積法により成膜する工程と、
- 前記第1の圧電体層の前記第2の圧電体層側とは反対側に第1の電極を設ける工程と、

前記第 2 の圧電体層の前記第 1 の圧電体層側とは反対側に第 2 の電極を設ける工程と、を備える、圧電素子の製造方法。

[請求項6] 前記第 2 の圧電体層を成膜する工程において、前記第 1 の圧電体層上に、前記第 2 の圧電体層を直接成膜する、請求項 5 に記載の圧電素子の製造方法。

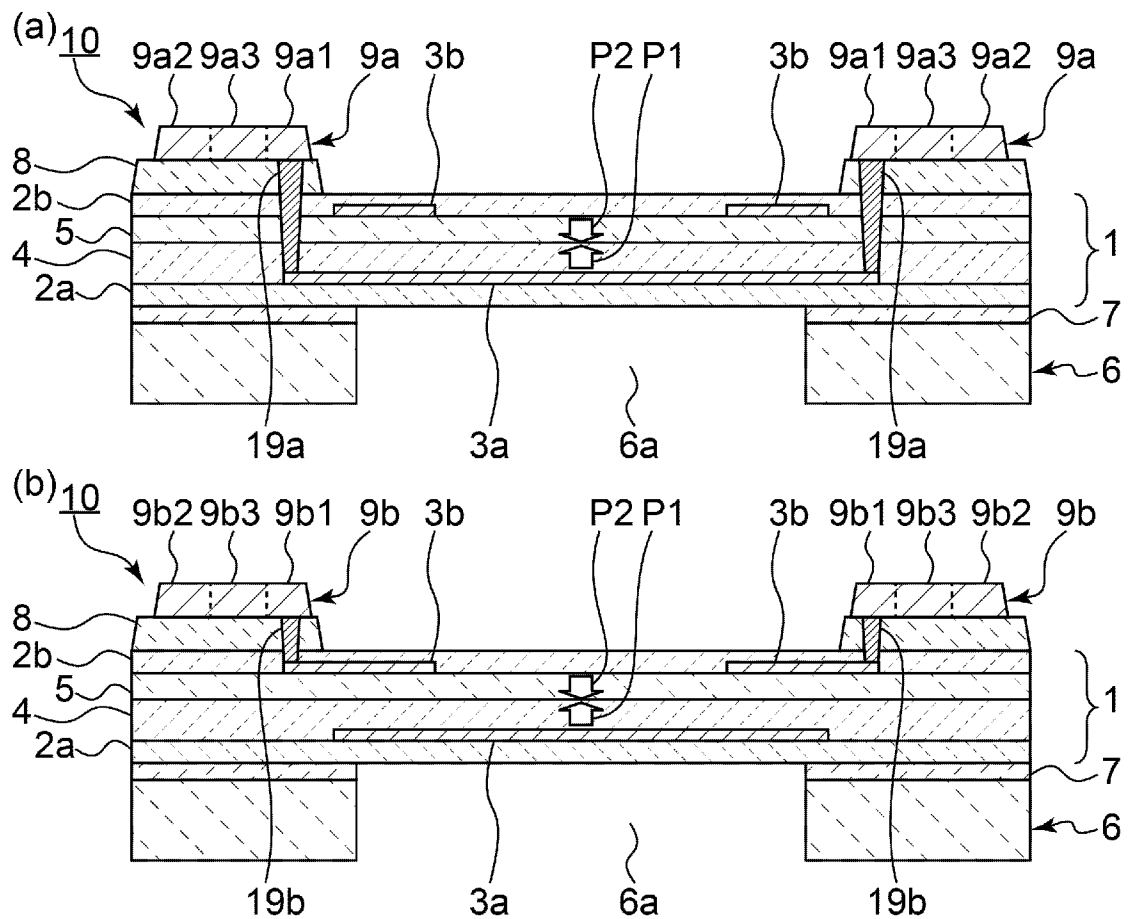
[図1]

図1



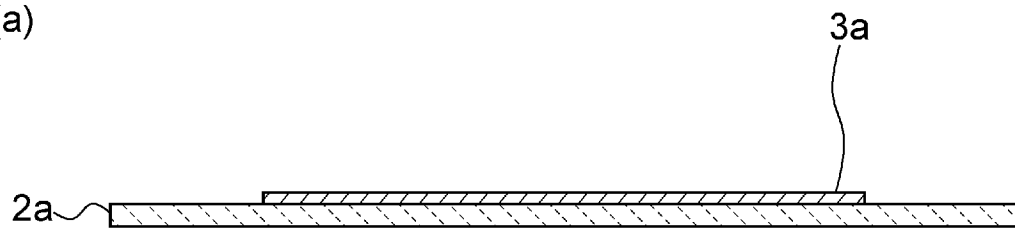
[図2]

図2

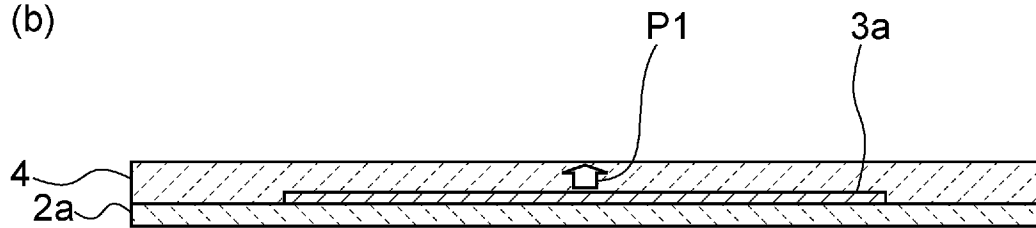


[図3]

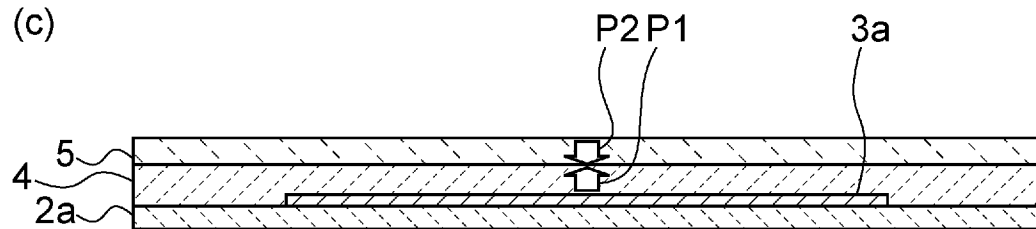
図3 (a)



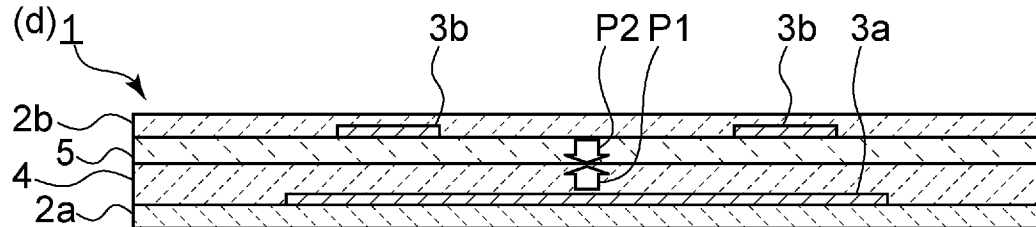
(b)



(c)

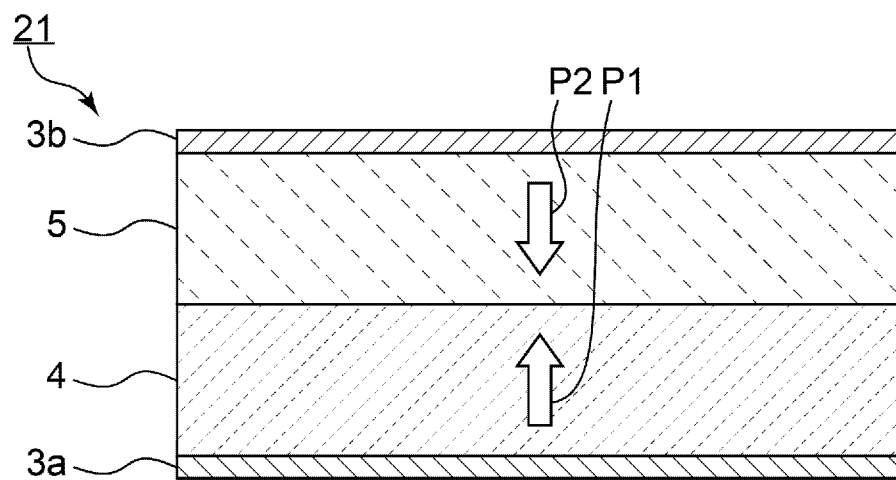


(d)



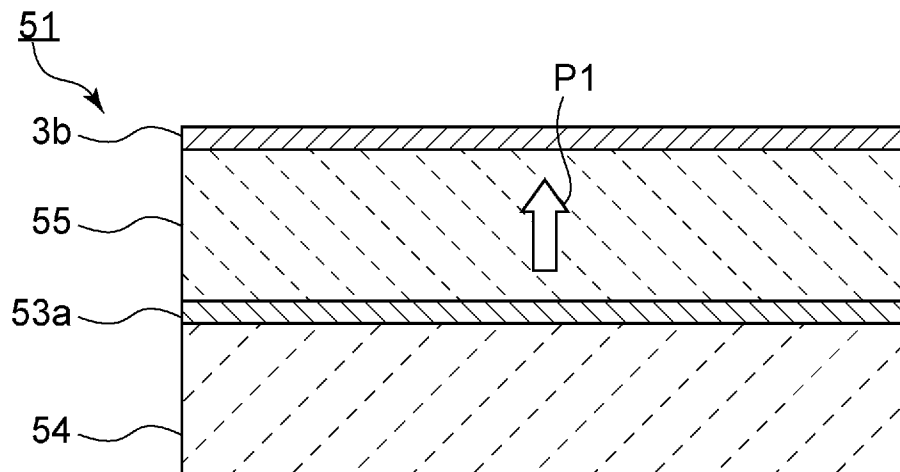
[図4]

図4



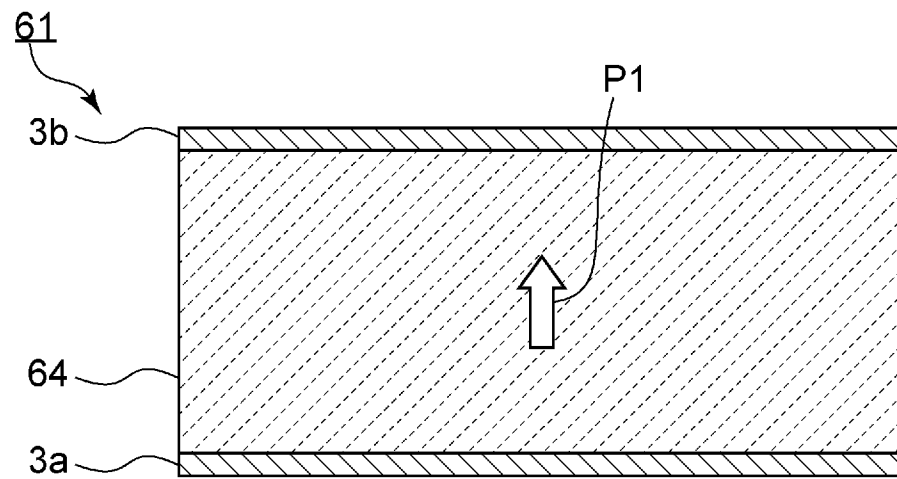
[図5]

図5



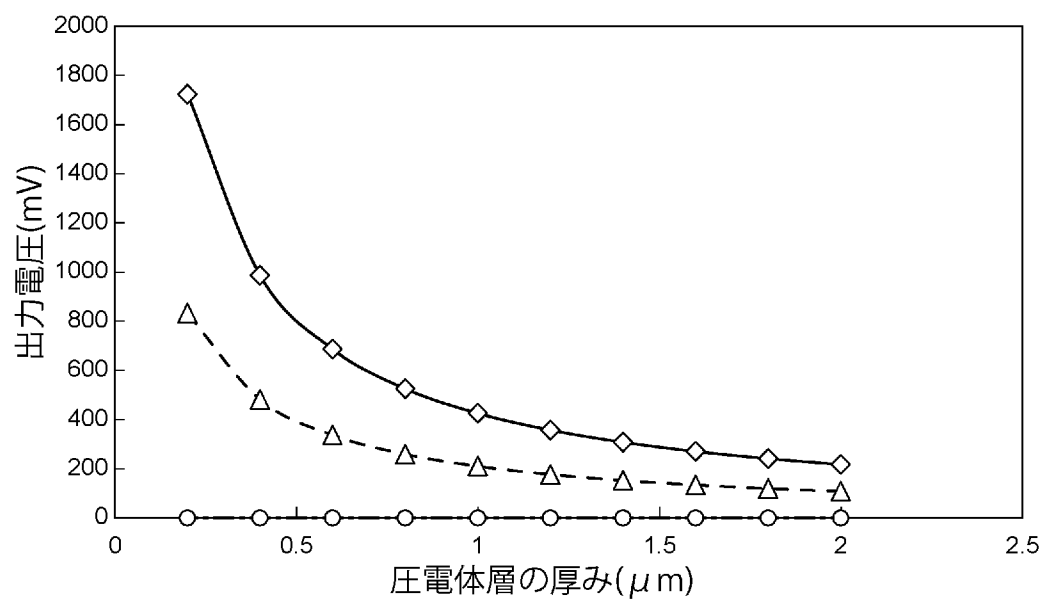
[図6]

図6



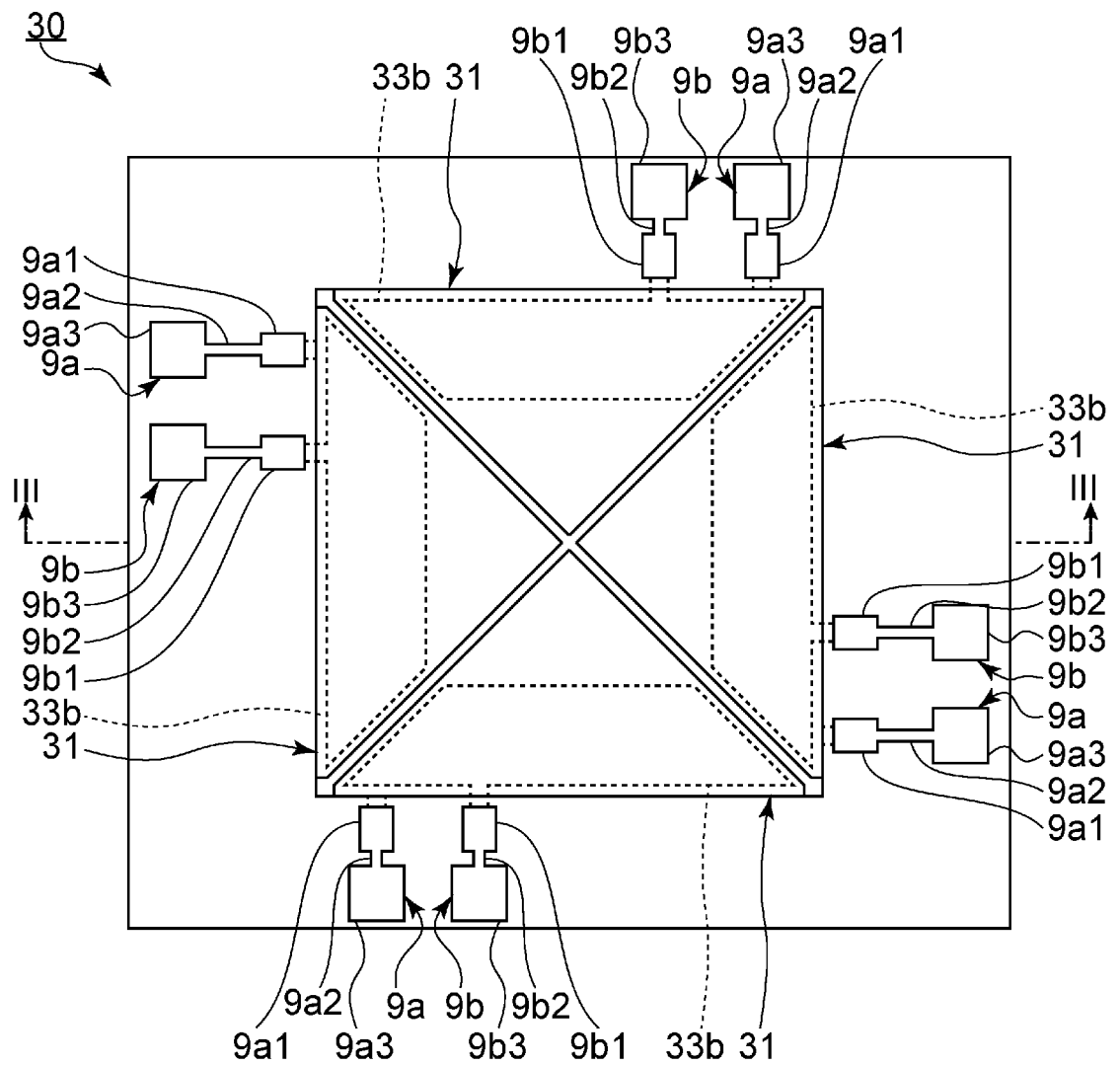
[図7]

図7



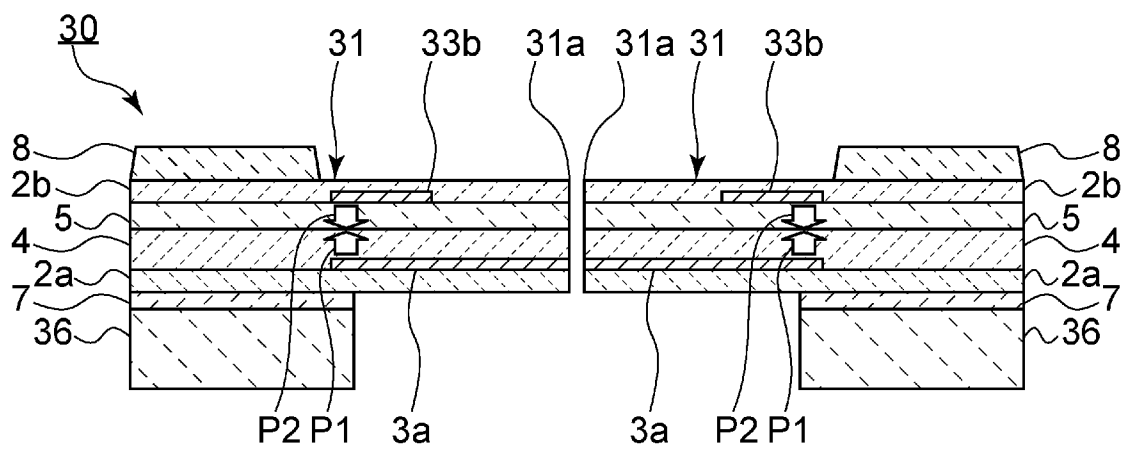
[図8]

図8



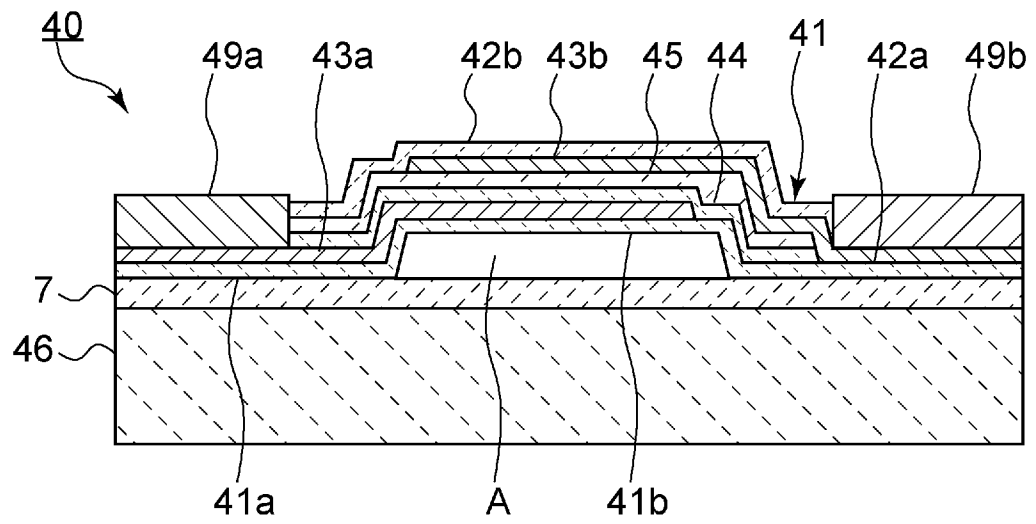
[図9]

図9



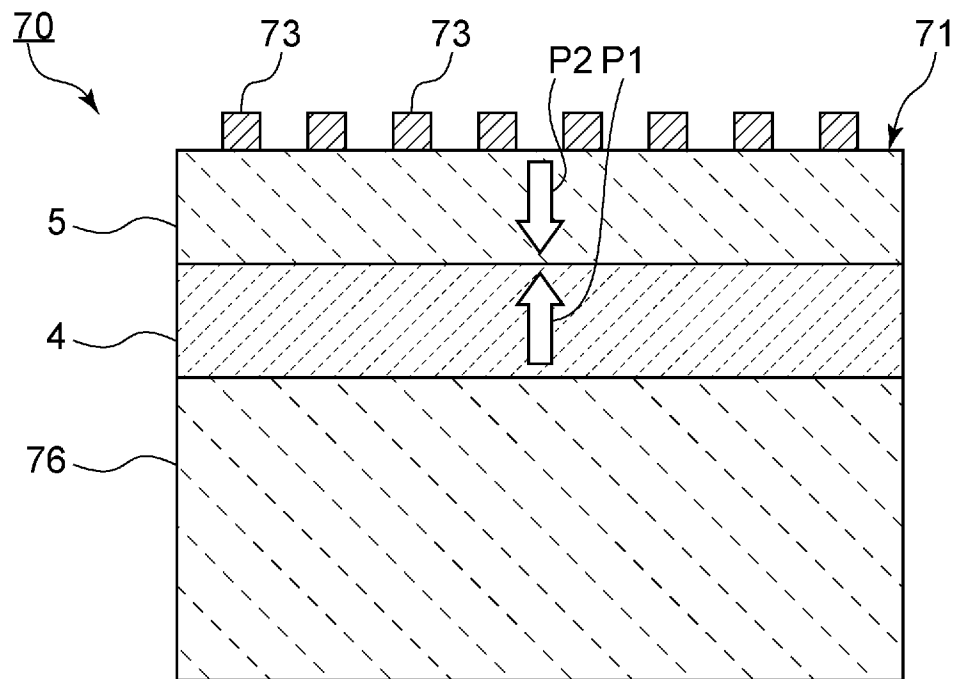
[図10]

図10



[図11]

図11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/084132

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L41/187(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i, H01L41/113(2006.01)i,
H01L41/257(2013.01)i, H01L41/316(2013.01)i, H03H9/17(2006.01)i, H04R17/02
(2006.01)i, H04R31/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L41/187, H01L41/09, H01L41/113, H01L41/257, H01L41/316, H03H9/17,
H04R17/02, H04R31/00

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	WO 2015/133422 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 11 September 2015 (11.09.2015), paragraphs [0001], [0019] to [0061]; fig. 2, 6 to 8 & CN 106062238 A	1, 3-5 2, 6
P, A	WO 2016/104004 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 30 June 2016 (30.06.2016), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

☐ 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
17 January 2017 (17.01.17)

Date of mailing of the international search report
31 January 2017 (31.01.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L41/187(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i, H01L41/113(2006.01)i, H01L41/257(2013.01)i,
H01L41/316(2013.01)i, H03H9/17(2006.01)i, H04R17/02(2006.01)i, H04R31/00(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. H01L41/187, H01L41/09, H01L41/113, H01L41/257, H01L41/316, H03H9/17, H04R17/02, H04R31/00

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

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
X A	WO 2015/133422 A1 (株式会社村田製作所) 2015.09.11, 段落 0001, 0019-0061, 図 2, 6-8 & CN 106062238 A	1, 3-5 2, 6
P, A	WO 2016/104004 A1 (株式会社村田製作所) 2016.06.30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6

☐ 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

17.01.2017

国際調査報告の発送日

31.01.2017

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)

上田 智志

電話番号 03-3581-1101 内線 3514

5 F

3664