

(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
2016年9月22日(22.09.2016)



(10) 国際公開番号

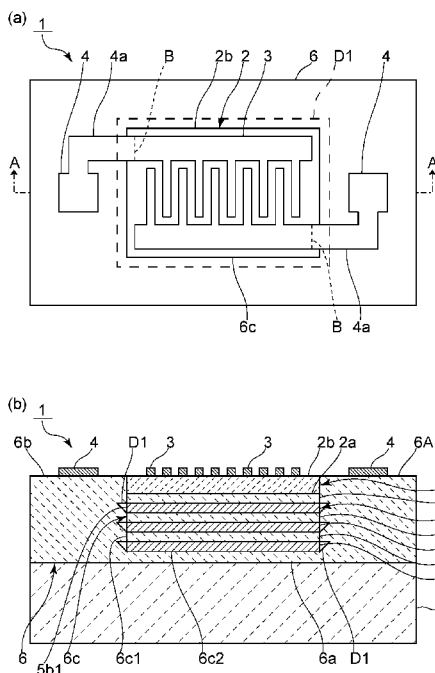
WO 2016/147986 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 9/25 (2006.01) H03H 9/145 (2006.01)
H03H 3/02 (2006.01) H03H 9/17 (2006.01)
H03H 3/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/057411
- (22) 国際出願日: 2016年3月9日(09.03.2016)
- (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 2015-051816 2015年3月16日(16.03.2015) 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10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 岸本 諭卓(KISHIMOTO, Yutaka); 〒6178555 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 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, 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, 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).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: ELASTIC WAVE DEVICE AND PRODUCTION METHOD FOR SAME

(54) 発明の名称: 弾性波装置及びその製造方法

図1



(57) Abstract: Provided are an elastic wave device and a production method for the elastic wave device wherein layers do not easily separate during a dicing step. An elastic wave device 1 that is provided with: a piezoelectric body layer 2 that has a first main surface 2a and a second main surface 2b that is on the reverse side from the first main surface 2a; an acoustic reflection layer 5 that is laminated upon the first main surface 2a of the piezoelectric body layer 2; an excitation electrode that is provided to the piezoelectric body layer 2; and a support layer 6. As seen in plan view from the side of the second main surface 2b of the piezoelectric body layer 2, the acoustic reflection layer 5 is positioned so as to overlap at least the excitation electrode. At least as seen in plan view from the side of the second main surface 2b of the piezoelectric body layer 2, the support layer 6 is provided so as to surround the acoustic reflection layer 5.

(57) 要約: ダイシング工程の際に、層間の剥離が生じ難い、弾性波装置及びその製造方法を提供する。弾性波装置1は、第1の主面2aと、該第1の主面2aに対向している第2の主面2bとを有する圧電体層2と、圧電体層2の第1の主面2a上に積層されている音響反射層5と、圧電体層2に設けられている励振電極と、支持層6とを備える。音響反射層5は、圧電体層2の第2の主面2b側からの平面視において、少なくとも励振電極と重なるように位置している。支持層6は、少なくとも、圧電体層2の第2の主面2b側からの平面視において、音響反射層5を囲むように設けられている。

明 細 書

発明の名称： 弾性波装置及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、弾性波装置及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、弾性波装置が携帯電話機などに広く用いられている。下記の特許文献 1 では、板波を利用している弾性波装置が開示されている。該弾性波装置では、圧電体層と支持基板との間に、音響反射層が設けられている。音響反射層は、低音響インピーダンス層と高音響インピーダンス層とが積層される。

[0003] 下記の特許文献 2 に記載の弾性波装置では、圧電体層上に、低音響インピーダンス層及び高音響インピーダンス層からなる反射層が積層されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：国際公開第 2012/086441 号

特許文献 2：特許第 5046961 号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献 1 や特許文献 2 に記載の弾性波装置では、ダイシングして個片化するに際し、圧電体層と低音響インピーダンス層とが剥離することがあった。さらに、ダイシングに際し、低音響インピーダンス層と高音響インピーダンス層とが剥離することもあった。

[0006] 本発明の目的は、ダイシング工程の際に層間の剥離が生じ難い、弾性波装置及びその製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係る弾性波装置は、第 1 の主面と、該第 1 の主面に対向している第 2 の主面と、を有する圧電体層と、前記圧電体層の前記第 1 の主面上に積

層されている音響反射層と、前記圧電体層に設けられている励振電極と、支持層とを備え、前記音響反射層は、前記圧電体層の前記第2の主面側からの平面視において、少なくとも前記励振電極と重なるように位置しており、前記支持層は、少なくとも、前記圧電体層の第2の主面側からの平面視において、前記音響反射層を囲むように設けられている。

[0008] 本発明に係る弾性波装置のある特定の局面では、前記支持層が、前記圧電体層の前記第2の主面側からの平面視において、前記圧電体層を囲むように設けられている。この場合には、ダイシング工程の際に、圧電体層と音響反射層との剥離がより一層生じ難い。

[0009] 本発明に係る弾性波装置の他の特定の局面では、前記音響反射層が複数の音響インピーダンス層を有し、前記複数の音響インピーダンス層が、少なくとも1層の低音響インピーダンス層と、前記低音響インピーダンス層よりも音響インピーダンスが高い、少なくとも1層の高音響インピーダンス層とを有する。この場合には、圧電体層から音響反射層に伝搬した弾性波を、低音響インピーダンス層と高音響インピーダンス層との界面において反射させることができる。従って、弾性波のエネルギーを効果的に閉じ込めることができる。さらに、製造工程におけるダイシングに際し、低音響インピーダンス層と高音響インピーダンスとの剥離がより一層生じ難い。

[0010] 本発明に係る弾性波装置のさらに他の特定の局面では、前記複数の音響インピーダンス層の内少なくとも1層の外側に空隙が配置されている。この場合には、該空隙で弾性波の不要波を乱反射させることによって、不要波がキャンセルされ、不要波の抑制ができる。従って、圧電体層側に弾性波の主モードのエネルギーを効果的に閉じ込めることができる。

[0011] 本発明に係る弾性波装置の別の特定の局面では、前記低音響インピーダンス層及び前記高音響インピーダンス層の内のいずれか一方が前記支持層の一部である。この場合には、材料の種類を少なくすることができる。

[0012] 本発明に係る弾性波装置のさらに別の特定の局面では、前記低音響インピーダンス層及び前記高音響インピーダンス層の内、外側に前記空隙が配置さ

れている層が金属層である。この場合には、空隙をより確実に配置することができる。

[0013] 本発明に係る弾性波装置のさらに別の特定の局面では、前記空隙が、前記複数の音響インピーダンス層の内、積層方向に連続した少なくとも2層の外側に位置している。この場合には、圧電体層側に弾性波のエネルギーをより一層効果的に閉じ込めることができる。

[0014] 本発明に係る弾性波装置のさらに別の特定の局面では、前記支持層は、底部を有する開口部を備えており、前記音響反射層は、前記底部と接触している。この場合には、弾性波装置の強度を高めることができる。

[0015] 本発明に係る弾性波装置のさらに別の特定の局面では、前記励振電極がIDT電極であり、かつ前記IDT電極が前記圧電体層の前記第2の主面に設けられている。この場合には、板波を利用した弾性波装置を構成することができる。

[0016] 本発明に係る弾性波装置のさらに別の特定の局面では、前記励振電極が第1、第2の励振電極を有し、前記第1の励振電極が前記圧電体層の前記第1の主面に設けられており、前記第2の励振電極が前記第2の主面に設けられている。この場合には、バルク波を利用した弾性波装置を構成することができる。

[0017] 本発明に係る弾性波装置のさらに別の特定の局面では、前記支持層の前記圧電体層側とは反対側に設けられている補強基板がさらに備えられている。この場合には、弾性波装置の強度を高めることができる。

[0018] 本発明に係る弾性波装置のさらに別の特定の局面では、前記音響反射層、または前記複数の音響インピーダンス層の内少なくとも1つの層が、酸化ケイ素である。この場合には、圧電体層側に弾性波の主モードのエネルギーを効果的に閉じ込めることができる。

[0019] 本発明に係る弾性波装置の製造方法は、第1の主面と、該第1の主面に対向している第2の主面とを有し、かつ圧電体層からなるマザー基板の前記第1の主面上に、音響反射層を積層する工程と、前記音響反射層をパターンニ

グし、複数の音響反射層に分割する工程と、前記マザー基板の前記第 1 の主面上及び前記複数の音響反射層上に支持層を設ける工程と、前記マザー基板に複数の励振電極を設ける工程と、前記支持層をダイシングすることにより、個々の弾性波装置に分割する工程とを備え、前記支持層を設ける工程は、前記支持層を、前記圧電体層の前記第 2 の主面側からの平面視において、各前記音響反射層を囲むように設ける工程であり、前記音響反射層を積層する工程は、前記音響反射層を、前記圧電体層の前記第 2 の主面側からの平面視において、少なくとも各前記励振電極と重なる位置に設ける工程である。この場合には、ダイシングに際し、音響反射層が剥離し難い。

[0020] 本発明に係る弾性波装置の製造方法のある特定の局面では、前記マザー基板上に前記音響反射層を積層する工程は、複数の音響インピーダンス層を積層する工程であり、前記複数の音響インピーダンス層は、少なくとも 1 層の低音響インピーダンス層と、前記低音響インピーダンス層よりも音響インピーダンスが高い、少なくとも 1 層の高音響インピーダンス層とを有し、前記音響反射層を積層する工程及び前記音響反射層をパターンニングする工程は、前記低音響インピーダンス層及び前記高音響インピーダンス層の内のいずれか一方をパターンニングした後に、該パターンニングした音響インピーダンス層を覆うように別の音響インピーダンス層を積層し、前記パターンニングした音響インピーダンス層の外側に空隙を配置する工程である。この場合には、圧電体層側に弾性波のエネルギーを効果的に閉じ込めることができる。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、ダイシング工程の際に、層間の剥離が生じ難い、弾性波装置及びその製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]図 1 (a) は、本発明の第 1 の実施形態に係る弾性波装置の平面図であり、図 1 (b) は、図 1 (a) 中の A - A 線に沿う弾性波装置の断面図である。

[図2]図 2 (a) ~ 図 2 (d) は、本発明の第 2 の実施形態としての、弾性波

装置の製造方法を説明するための正面断面図である。

[図3]図3(a)～図3(c)は、本発明の第2の実施形態としての、弾性波装置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(a)～図4(c)は、本発明の第2の実施形態としての、弾性波装置の製造方法を説明するための正面断面図である。

[図5]図5は、本発明の第1の実施形態の第1の変形例に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図6]図6(a)は、本発明の第1の実施形態の第2の変形例に係る弾性波装置の平面図であり、図6(b)は、図6(a)中のC－C線に沿う弾性波装置の断面図である。

[図7]図7(a)は、本発明の第3の実施形態に係る弾性波装置の平面図であり、図7(b)は、図7(a)中のE－E線に沿う弾性波装置の断面図である。

[図8]図8(a)～図8(c)は、本発明の第3の実施形態における音響反射層及び支持層を設ける工程を説明するための正面断面図である。

[図9]図9(a)及び図9(b)は、本発明の第3の実施形態における音響反射層及び支持層を設ける工程を説明するための正面断面図である。

[図10]図10は、本発明の第4の実施形態に係る弾性波装置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ダイシング前の状態を示す正面断面図である。

[図12]図12(a)～図12(c)は、本発明の第5の実施形態に係る弾性波装置の製造工程を説明するための各正面断面図である。

[図13]図13(a)～図13(c)は、本発明の第5の実施形態に係る弾性波装置の製造工程を説明するための各正面断面図である。

発明を実施するための形態

[0023] 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。

[0024] 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。

[0025] 図1(a)は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。図1(b)は、図1(a)中のA-A線に沿う弾性波装置の断面図である。

[0026] 弾性波装置1は、圧電体層2を有する。図1(b)に示すように、圧電体層2は、第1の主面2a及び第1の主面2aに対向する第2の主面2bを有する。圧電体層2は、 LiNbO_3 や LiTaO_3 などの圧電単結晶からなる。なお、圧電体層2の材料は、特に限定されない。例えば、圧電セラミックスなどからなってもよい。

[0027] 圧電体層2の第2の主面2b上には、励振電極としてのIDT電極3が設けられている。IDT電極3に電圧を印加することにより、弾性波が励振される。本実施形態の弾性波装置1は、弾性波としての板波を利用する。IDT電極3の弾性波伝搬方向の両側に、反射器が設けられていてもよい。

[0028] なお、圧電体層2の厚みは特に限定されないが、100nm以上であり、1000nm以下であることが好ましい。圧電体層2の厚みを100nm以上とすることにより、圧電体層2を破損し難くすることができる。圧電体層2の厚みを1000nm以下とすることにより、板波の励振効率をより一層高めることができる。

[0029] IDT電極3は、Al99重量%及びCu1重量%により構成されているAlCu合金と、Tiとの積層体からなる。圧電体層2の第2の主面2b上にTiが積層されており、Ti上にAlCu合金が積層されている。なお、IDT電極3は、単層であってもよく、積層体であってもよい。IDT電極3の材料は、特に限定されない。

[0030] 本実施形態のIDT電極3の厚みは、10nm以上であり、1000nm以下である。なお、IDT電極3の厚みは、特に限定されない。

[0031] 図1(b)に示すように、圧電体層2の第1の主面2a上には、音響反射

層 5 が積層されている。音響反射層 5 は、複数の音響インピーダンス層を有する。音響反射層 5 は、低音響インピーダンス層 5 a, 5 c, 5 e と、高音響インピーダンス層 5 b, 5 d, 5 f とを有する。高音響インピーダンス層 5 b, 5 d, 5 f の音響インピーダンスは、低音響インピーダンス層 5 a, 5 c, 5 e の音響インピーダンスよりも高い。

[0032] 音響反射層 5 は、圧電体層 2 から伝搬してきた弾性波を圧電体層 2 側に反射する。それによって、弾性波のエネルギーを圧電体層 2 側に閉じ込めることができ、エネルギー効率を高めることができる。

[0033] 本実施形態では、音響反射層 5 は、3 層の低音響インピーダンス層 5 a, 5 c, 5 e 及び 3 層の高音響インピーダンス層 5 b, 5 d, 5 f からなる。なお、低音響インピーダンス層及び高音響インピーダンス層の層数は特に限定されない。

[0034] 図 1 (a) 及び図 1 (b) に示すように、音響反射層 5 は、圧電体層 2 の第 2 の主面 2 b 側からの平面視において、圧電体層 2 に重なるように設けられている。よって、音響反射層 5 は、平面視において、少なくとも I D T 電極 3 に重なるように設けられている。

[0035] 低音響インピーダンス層 5 a, 5 c, 5 e は、音響インピーダンスが相対的に低い酸化ケイ素からなる。あるいは、低音響インピーダンス層 5 a, 5 c, 5 e は、酸化ケイ素を主たる成分とする材料からなってもよく、酸化ケイ素以外の誘電体材料や金属材料からなってもよい。高音響インピーダンス層 5 b, 5 d, 5 f は、音響インピーダンスが相対的に高い P t や他の誘電体材料、金属材料からなる金属層である。高音響インピーダンス層 5 b, 5 d, 5 f は P t 以外の、例えば、M o や T a, W などの金属からなってもよい。あるいは、高音響インピーダンス層 5 b, 5 d, 5 f は金属層ではなく、例えば、A l N や S i N などのセラミックス、または L i N b O₃ や L i T a O₃ などの圧電単結晶からなる層であってもよい。低音響インピーダンス層 5 a, 5 c, 5 e 及び高音響インピーダンス層 5 b, 5 d, 5 f の材料は特に限定されず、音響インピーダンスが互いに異なる適宜の材

料からなっていればよい。

[0036] 本実施形態では、低音響インピーダンス層 5 a, 5 c, 5 e 及び高音響インピーダンス層 5 b, 5 d, 5 f のそれぞれの厚みは、100 nm 以上であり、1000 nm 以下である。なお、低音響インピーダンス層 5 a, 5 c, 5 e 及び高音響インピーダンス層 5 b, 5 d, 5 f のそれぞれの厚みは、特に限定されない。

[0037] 圧電体層 2 の第 2 の主面 2 b 側からの平面視において、圧電体層 2 及び音響反射層 5 を囲むように、支持層 6 が設けられている。より具体的には、支持層 6 は開口部 6 c を有する。圧電体層 2 及び音響反射層 5 は、支持層 6 の開口部 6 c により囲まれている。図 1 (b) に示すように、支持層 6 の開口部 6 c は、側面部 6 c 1 及び底部 6 c 2 を有する。圧電体層 2 及び音響反射層 5 は、側面部 6 c 1 に接触している。音響反射層 5 は、底部 6 c 2 にも接触している。それによって、圧電体層 2 及び音響反射層 5 は、支持層 6 により支持されている。

[0038] 支持層 6 と音響反射層 5 との間には複数の空隙 D 1 が配置されている。より具体的には、空隙 D 1 は、高音響インピーダンス層 5 b, 5 d, 5 f の外側に配置されている。

[0039] 支持層 6 は、酸化ケイ素からなる。本実施形態では、支持層 6 と音響反射層 5 の低音響インピーダンス層 5 a, 5 c, 5 e とは同じ材料からなる。支持層 6 は、音響反射層 5 側とは反対側に位置する第 1 の面 6 a を有する。支持層 6 は、第 1 の面 6 a に対向し、かつ開口部 6 c が設けられている第 2 の面 6 b も有する。

[0040] なお、支持層 6 の材料は特に限定されず、酸化ケイ素以外の適宜の材料からなってもよい。支持層 6 と低音響インピーダンス層 5 a, 5 c, 5 e とは異なる材料からなってもよい。

[0041] 支持層 6 の第 2 の面 6 b 上には、電極ランド 4 が設けられている。図 1 (a) に示すように、電極ランド 4 は、IDT 電極 3 に配線 4 a を介して電氣的に接続されている。なお、破線 B は、IDT 電極 3 と配線 4 a との境界を

示す。ＩＤＴ電極３には、電極ランド４及び配線４aを介して、外部から電圧を印加することができる。

[0042] 電極ランド４及び配線４aは、ＩＤＴ電極３と同様に、Ａｌ９９重量％及びＣｕ１重量％により構成されているＡｌＣｕ合金と、Ｔｉとの積層体からなる。支持層６の第２の面６b上にＴｉが積層されており、Ｔｉ上にＡｌＣｕ合金が積層されている。なお、電極ランド４及び配線４aは、単層であってもよく、積層体であってもよい。電極ランド４及び配線４aの材料は特に限定されない。電極ランド４、配線４a及びＩＤＴ電極３は、それぞれ異なる材料からなってもよい。電極ランド４及び配線４aの厚みは、特に限定されないが、本実施形態では、１００nm以上であり、２０００nm以下である。

[0043] 図１（b）に示すように、支持層６の第１の面６a上には、補強基板７が設けられている。これにより、弾性波装置１の強度を高めることができる。補強基板７はＳｉからなる。なお、補強基板７の材料は特に限定されない。補強基板７は、必ずしも設けられていなくともよい。

[0044] 本発明の弾性波装置の特徴は、圧電体層２の第２の主面２b側からの平面視において、音響反射層が支持層に囲まれていることにある。それによって、個片化時に発生する弾性波装置の特性不良を効果的に抑制することができる。より具体的には、弾性波装置を得るためのダイシングに際し、音響反射層と圧電体層との剥離が生じ難い。この詳細を、以下において、本発明の弾性波装置の製造方法と共に説明する。

[0045] 図２（a）～図２（d）は、本発明の第２の実施形態としての、弾性波装置の製造方法を説明するための正面断面図である。図３（a）～図３（c）は、第２の実施形態としての弾性波装置の製造方法における、図２（a）～図２（d）に示す工程の後の工程を説明するための正面断面図である。図４（a）～図４（c）は、第２の実施形態としての弾性波装置の製造方法における、図３（a）～図３（c）に示す工程の後の工程を説明するための正面断面図である。

[0046] 図2(a)に示すように、マザー基板2Aを用意する。マザー基板2Aは、第1の主面2Aa及び第1の主面2Aaに対向する第2の主面2Abを有する。マザー基板2Aは、圧電体からなる。マザー基板2Aは、例えば、 LiNbO_3 や LiTaO_3 などの圧電単結晶からなってもよく、圧電セラミックスからなってもよい。マザー基板2Aを分割することにより、個々の圧電体層を得ることができる。

[0047] 次に、マザー基板2Aの第1の主面2Aa上に低音響インピーダンス層5aAを積層する。次に図2(b)に示すように、低音響インピーダンス層5aA上に高音響インピーダンス層5bAを積層する。このように、低音響インピーダンス層と高音響インピーダンス層とを交互に積層することにより、図2(c)に示す低音響インピーダンス層5aA, 5cA, 5eA及び高音響インピーダンス層5bA, 5dA, 5fAを積層する。これにより、音響反射層5Aを得ることができる。低音響インピーダンス層5aA, 5cA, 5eAは、酸化ケイ素からなる。高音響インピーダンス層5bA, 5dA, 5fAは、Ptなどの金属からなる。低音響インピーダンス層5aA, 5cA, 5eA及び高音響インピーダンス層5bA, 5dA, 5fAは、例えば、スパッタリング法や真空蒸着法などにより積層することができる。

[0048] 次に、音響反射層5Aの低音響インピーダンス層5aA, 5cA, 5eA及び高音響インピーダンス層5bA, 5dA, 5fAをパターニングすることにより、図2(d)に示す低音響インピーダンス層15a, 15c, 15e及び高音響インピーダンス層15b, 15d, 15fを形成する。これにより、音響反射層を分割し、複数の音響反射層15を得ることができる。同時に、マザー基板2Aもパターニングする。

[0049] 図2(c)に示した低音響インピーダンス層5aA, 5cA, 5eA、高音響インピーダンス層5bA, 5dA, 5fA及びマザー基板2Aは、例えば、フォトリソグラフィ法及びRIE(Reactive Ion Etching)法などによりパターニングすることができる。まず、音響反射層5A上にレジストを塗布する。次に、フォトリソグラフィ法によりレジスト

をパターンニングする。次に、該レジストをマスクとして用い、R I E法により低音響インピーダンス層5 a A, 5 c A, 5 e A、高音響インピーダンス層5 b A, 5 d A, 5 f A及びマザー基板2 Aをエッチングする。しかる後、レジストを剥離する。これにより、図2 (d) に示すように、音響反射層1 5の外周部1 5 Bを、音響反射層1 5の主面に対してほぼ垂直とすることができる。それによって、次の工程において、空隙D 2を確実に配置することができる。

[0050] 次に、図3 (a) に示すように、マザー基板2 A上及び音響反射層1 5上に支持層6を設ける。支持層6は、酸化ケイ素からなる。支持層6は、例えば、スパッタリング法などにより設けることができる。このとき、支持層6が音響反射層1 5の積層方向に連続した少なくとも2層の外周部1 5 Bに接触していない状態で、支持層6をマザー基板2 A上に設けることができる。これによって、低音響インピーダンス層1 5 a, 1 5 c, 1 5 e及び高音響インピーダンス層1 5 b, 1 5 d, 1 5 fの内の積層方向に連続した少なくとも2層の外側に、空隙D 2を配置することができる。空隙D 2が配置されていることにより得られる効果については、後述する。

[0051] 次に、図3 (b) に示すように、支持層6のマザー基板2 A側とは反対側の面を、例えば、CMP (Chemical Mechanical Polishing) 法などにより平坦化する。次に、図3 (c) に示すように、支持層6のマザー基板2 A側とは反対側の面に補強基板7を設ける。補強基板7を支持層6に接合する方法は、特に限定されない。例えば、樹脂接着剤などにより、補強基板7を支持層6に接合することができる。あるいは、表面活性化接合法や原子拡散接合法、または金属接合法などを用いてもよい。

[0052] 次に、マザー基板2 Aの第2の主面2 A bを、研磨などにより平坦化し、かつマザー基板2 Aを薄板化する。このとき、少なくとも支持層6が露出するまでマザー基板2 Aを研磨する。それによって、図4 (a) に示すように、マザー基板を個々の圧電体層2に分割することができる。圧電体層2を研

磨することにより、圧電体層 2 の厚みを、所望の弾性波を励振し得る厚みとすることができる。なお、マザー基板を薄板化する方法は、特に限定されない。例えば、マザー基板にイオンを注入し剥離する、スマートカット法などを用いてもよい。

[0053] 次に、図 4 (b) に示すように、圧電体層 2 の第 2 の主面 2 b 上に I D T 電極 3 を設ける。電極ランド 4 を支持層 6 上に設ける。さらに、圧電体層 2 上及び支持層 6 上に、図 4 (b) には示さない、I D T 電極 3 と電極ランド 4 とを接続する配線を設ける。I D T 電極 3、電極ランド 4 及び配線は、同時に設ける。I D T 電極 3、電極ランド 4 及び配線を設けるに際しては、特に限定されないが、例えば、蒸着リフトオフ法などにより設けることができる。

[0054] 次に、図 4 (b) 中のダイシングライン 1-1 に沿ってダイシングする。それによって、図 4 (c) に示すように、個々の弾性波装置 1 1 に分割することができる。

[0055] ここで、ダイシングライン上に圧電体層と音響反射層との界面及び、音響反射層の複数の音響インピーダンス層の各界面が位置する場合、圧電体層と音響反射層及び音響反射層の各層間において剥離が生じ易かった。そのため、弾性波装置の特性不良が発生することがあった。

[0056] これに対して、図 4 (c) に示すように、本実施形態では、圧電体層 2 及び音響反射層 1 5 を囲むように支持層 6 を設ける。すなわち、図 4 (b) 中のダイシングライン 1-1 上には、圧電体層 2 及び音響反射層 1 5 は位置していない。よって、支持層 6 において、圧電体層 2 と音響反射層 1 5 との界面並びに、低音響インピーダンス層 1 5 a, 1 5 c, 1 5 e 及び高音響インピーダンス層 1 5 b, 1 5 d, 1 5 f の各界面が位置しない部分をダイシングすることができる。従って、圧電体層と音響反射層との剥離及び音響反射層の各層間の剥離が生じ難く、弾性波装置の特性不良の発生率を効果的に低減させることができる。

[0057] なお、低音響インピーダンス層に酸化ケイ素を用いた場合、圧電体層と低

音響インピーダンス層との密着力は弱くなってしまうため、さらに剥離が発生し易くなるが、本発明の構成をとれば、そのような懸念は解消される。

[0058] さらに、補強基板 7 を Si 基板とした場合、酸化ケイ素からなる支持層 6 との界面の密着力が強いため、この界面での剥離も生じにくくなる。

[0059] 次に、図 1 (a) 及び図 1 (b) に戻り、弾性波装置 1 において、空隙 D 1 が配置されていることにより得られる効果について、以下において説明する。

[0060] 弾性波は、圧電体層 2 と音響反射層 5 との界面において圧電体層 2 側に反射されるが、弾性波の一部は音響反射層 5 に伝搬する。音響反射層 5 に伝搬した弾性波は、音響反射層 5 と支持層 6 とが接触している部分から、支持層 6 に伝搬する。本実施形態では、支持層 6 と音響反射層 5 との間に空隙 D 1 が配置されている。より具体的には、音響反射層 5 の高音響インピーダンス層 5 b, 5 d, 5 f の外側に空隙 D 1 が配置されている。そのため、空隙 D 1 で弾性波の不要波を乱反射させることによって、不要波がキャンセルされ、不要波の抑制ができる。従って、圧電体層 2 側に弾性波の主モードのエネルギーを効果的に閉じ込めることができる。

[0061] 図 4 (c) に示した弾性波装置 1 1 にも、空隙 D 2 が配置されている。よって、弾性波装置 1 と同様に、圧電体層 2 側に弾性波のエネルギーを効果的に閉じ込めることができる。

[0062] 図 1 (b) に戻り、弾性波装置 1 の音響反射層 5 は、3 層の低音響インピーダンス層 5 a, 5 c, 5 e 及び 3 層の高音響インピーダンス層 5 b, 5 d, 5 f を有する。すなわち、音響反射層 5 は、低音響インピーダンス層 5 a, 5 c, 5 e と高音響インピーダンス層 5 b, 5 d, 5 f との界面を 5 面有する。よって、圧電体層 2 から音響反射層 5 に伝搬した弾性波を、上記 5 面の界面において反射させることができる。従って、弾性波のエネルギーを効果的に閉じ込めることができる。

[0063] 音響反射層 5 は、圧電体層 2 の第 2 の主面 2 b 側からの平面視において、少なくとも I D T 電極 3 に重なるように設けられている。平面視において、

I D T電極3に重なる位置において、圧電体層2の第1の主面2 aに伝搬する弾性波のエネルギーは特に大きい。従って、音響反射層5により、弾性波のエネルギーを効果的に閉じ込めることができる。

[0064] 音響反射層5は、低音響インピーダンス層5 aにおいて、支持層6に接触している。音響反射層5は、支持層6の開口部6 cの底部6 c 2とも接触している。それによって、音響反射層5を支持層6により十分に支持することができる。なお、音響反射層5が底部6 c 2に接触している部分は、音響反射層5が圧電体層2に接触している面に対向している面である。すなわち、圧電体層2と底部6 c 2との間には、音響反射層5の全ての低音響インピーダンス層5 a, 5 c, 5 eと高音響インピーダンス層5 b, 5 d, 5 fとの界面が位置している。よって、底部6 c 2に音響反射層5が接触していても、音響反射層5が圧電体層2から伝搬した弾性波を反射させる機能を十分に発揮することができる。従って、弾性波のエネルギーを効果的に閉じ込めることができ、かつ弾性波装置の強度を高めることができる。

[0065] なお、図5に示す第1の変形例の弾性波装置4 1のように、支持層4 6の開口部4 6 cは底部を有さなくてもよい。弾性波装置4 1では、音響反射層5は、補強基板7に接触している。この場合においても、弾性波のエネルギーを効果的に閉じ込めることができる。さらに、ダイシングに際し、圧電体層2と音響反射層5との剥離並びに低音響インピーダンス層5 a, 5 c, 5 e及び高音響インピーダンス層5 b, 5 d, 5 fの各層間における剥離が生じ難い。

[0066] 図1 (b)に戻り、音響反射層5において、圧電体層2の第1の主面2 aに直接接触している層は、低音響インピーダンス層5 aである。本実施形態では、圧電体層2はLiTaO₃やLiNbO₃などの圧電単結晶からなり、低音響インピーダンス層5 aは酸化ケイ素からなる。このため、圧電体層2の周波数温度特性を効果的に改善することができる。

[0067] 図1 (a) 及び図1 (b) に示すように、空隙D 1は、音響反射層5の周囲を囲むように配置されている。なお、空隙D 1は、音響反射層5を囲むよ

うに設けられていなくてもよい。

[0068] 図6(a)は、第1の実施形態の第2の変形例に係る弾性波装置を示す平面図である。図6(b)は図6(a)中のC-C線に沿う弾性波装置の断面図である。

[0069] 第2の変形例の弾性波装置51のように、空隙D3は、音響反射層5の外側に配置されていればよく、音響反射層5を囲むように設けられていなくてもよい。音響反射層5の各層の外側に配置されている空隙D3は、圧電体層2の第2の主面2b側からの平面視において重なる位置に設けられていなくてもよい。この場合においても、空隙D3が配置されていることにより、圧電体層2側に弾性波の主モードのエネルギーを効果的に閉じ込めることができる。

[0070] 図7(a)は、本発明の第3の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。図7(b)は、図7(a)中のE-E線に沿う弾性波装置の断面図である。

[0071] 図7(b)に示すように、弾性波装置21の圧電体層22は、支持層6の開口部6cを覆っている。圧電体層22の第1の主面22aは、支持層6の第2の面6bに接触している。図7(a)に示すように、電極ランド4及び配線4aは、圧電体層22の第2の主面22b上に設けられている。上記以外の点においては、弾性波装置21は、第1の実施形態の弾性波装置1と同様の構成を有する。

[0072] 弾性波装置21を得るためのダイシングにおいては、第2の実施形態と同様に、ダイシングライン上に音響反射層5は位置しない。よって、ダイシングに際し、低音響インピーダンス層5a, 5c, 5e及び高音響インピーダンス層5b, 5d, 5fの各層間において、剥離が生じ難い。さらに、第3の実施形態においても、第1の実施形態と同様に空隙D1が配置されているため、弾性波の主モードのエネルギーを効果的に閉じ込めることができる。

[0073] 次に、空隙D1を配置する方法を、下記の図8(a)～図8(c)並びに図9(a)及び図9(b)を用いて説明する。

[0074] 図8(a)～図8(c)は、第3の実施形態における音響反射層及び支持層を設ける工程を説明するための正面断面図である。図9(a)及び図9(b)は、第3の実施形態における音響反射層及び支持層を設ける工程において、図8(a)～図8(c)に示す工程の後の工程を説明するための正面断面図である。

[0075] 図8(a)に示すように、マザー基板2Aを用意する。次に、マザー基板2Aの第1の主面2Aa上に低音響インピーダンス層5aBを積層する。低音響インピーダンス層5aBは、同じ材料からなる低音響インピーダンス層5a及び支持層形成部6Aaを有する。低音響インピーダンス層5aは、図7(b)に示した弾性波装置21の音響反射層5の低音響インピーダンス層5aとなる。支持層形成部6Aaは、支持層6の一部となる。低音響インピーダンス層5aBは、スパッタリング法などにより設けることができる。

[0076] 次に、図8(b)に示すように、低音響インピーダンス層5a上に、金属層である高音響インピーダンス層5bを、パターニングしつつ積層する。高音響インピーダンス層5bは、蒸着リフトオフ法などにより設けることができる。それによって、高音響インピーダンス層5bのエッジ部5b1を、音響反射層5の主面に対してほぼ垂直にすることができる。

[0077] 次に、図8(c)に示すように、高音響インピーダンス層5b上及び支持層形成部6Aa上に、低音響インピーダンス層5cBを積層する。このとき、エッジ部5b1を有する高音響インピーダンス層5bを覆うように低音響インピーダンス層5cBを積層する。それによって、低音響インピーダンス層5cBがエッジ部5b1に接触しない状態で、高音響インピーダンス層5b上及び支持層形成部6Aa上に低音響インピーダンス層5cBを設けることができる。このようにして、高音響インピーダンス層5bの外側に空隙D1を容易に配置することができる。

[0078] 低音響インピーダンス層5cBは、低音響インピーダンス層5c及び支持層形成部6Acを有する。低音響インピーダンス層5cは、図7(b)に示した音響反射層5の低音響インピーダンス層5cとなる。支持層形成部6A

cは、支持層6の一部となる。

[0079] 次に、図9(a)に示すように、図8(b)及び図8(c)に示した方法と同様に、低音響インピーダンス層、高音響インピーダンス層及び支持層形成部を積層する。それによって、低音響インピーダンス層5a, 5c, 5e、高音響インピーダンス層5b, 5d, 5f及び支持層形成部6Aを得る。なお、支持層形成部6Aは、第3の実施形態においては、低音響インピーダンス層5a, 5c, 5eを得るに際し積層された、3層の支持層形成部からなる積層体である。

[0080] 次に、図9(b)に示すように、支持層6を設ける。これにより、各高音響インピーダンス層5b, 5d, 5fの外側に空隙D1を配置することができる。なお、上記方法は一例であり、空隙D1を配置する方法は、上記に限定されない。

[0081] 第1及び第3の実施形態の弾性波装置1及び21並びに第2の実施形態としての製造方法により得られる弾性波装置11では、板波を利用していた。本発明は、バルク波を利用する弾性波装置としても適用することができる。

[0082] 図10は、本発明の第4の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[0083] 弾性波装置31は、バルク波を利用する。弾性波装置31の圧電体層32の第1の主面32a上には、第1の励振電極33aが設けられている。圧電体層32の第2の主面32b上には、第2の励振電極33bが設けられている。第1、第2の励振電極33a, 33bに電圧を印加することにより、バルク波が励振される。

[0084] 第1の励振電極33a上には、音響反射層15が積層されている。圧電体層32、第1の励振電極33a及び音響反射層15を囲むように、支持層6が設けられている。音響反射層15と支持層6との間には、空隙D2が配置されている。なお、空隙D2は配置されていなくてもよい。

[0085] この場合においても、ダイシング工程に際し、圧電体層2と音響反射層5との剥離及び音響反射層5の各層間の剥離が生じ難い。

[0086] 図11は、第5の実施形態に係る弾性波装置61のダイシング前の状態を示す正面断面図である。弾性波装置61は、圧電膜からなる圧電体層2と、圧電体層2の一方面に設けられたIDT電極3とを有する。そして、音響反射層65上に圧電体層2が設けられている。音響反射層65は、低音響インピーダンス層65a、65c、65eと、高音響インピーダンス層65b、65d、65fとを積層方向において交互に積層した構造を有する。上記低音響インピーダンス層65a上に、上記圧電体層2が設けられている。また、音響反射層65は、補強基板7上に積層されている。

[0087] 弾性波装置61の製造方法を図12(a)～図12(c)及び図13(a)～図13(c)を参照して説明する。

[0088] 圧電体からなるマザー基板2Aの一方面をパターニングすることにより、最終的に圧電体層2となる突出部2A1を設ける。

[0089] 次に、上記マザー基板2Aの突出部2A1が設けられている側に、図12(b)に示すように、低音響インピーダンス層65a、高音響インピーダンス層65b、低音響インピーダンス層65b、高音響インピーダンス層65c、低音響インピーダンス層65e及び高音響インピーダンス層65fを積層する。このようにして、音響反射層65を設ける。この場合、突出部2A1が設けられているため、音響反射層65のマザー基板2Aとは反対側の面に、突出部65f1が生じることとなる。もっとも、この音響多層膜を積層するときに、適宜の突出部を解消する処理を行い、突出部を除去して平坦化していてもよい。平坦化は研磨等により行うことが望ましい。

[0090] 次に、図12(c)に示すように、平坦化膜66を積層する。平坦化膜66は、低音響インピーダンス層65aと同様の材料で形成することができる。もっとも、平坦化を容易に行うために、SiO₂膜などを用いることが望ましい。

[0091] 次に、図13(a)に示すように、研磨等により、平坦化膜66の下面を研磨し、平坦化する。

[0092] 次に、図13(b)に示すように、補強基板7を平坦化膜66に接合する

。

[0093] 次に、図 1 3 (c) に示すように、マザー基板 2 A を研磨し、圧電体層 2 を設ける。上述した突出部 2 A 1 の上方の圧電基板部分を除去する。それによって、圧電体層 2 を形成する。

[0094] 次に、圧電体層 2 上に、I D T 電極 3 及び電極ランド 4, 4 を設ける (図 1 1 参照)。

[0095] 弾性波装置 6 1 では、上記製造工程をマザーの構造体で行う。しかる後、図 1 1 の破線 E 1 と破線 E 2 とで囲まれた部分を除去するようにしてダイシングする。それによって、個々の弾性波装置 6 1 を得る。

[0096] 弾性波装置 6 1 では、圧電体層 2 が、破線 E 1, E 2 で示されるダイシング部分よりも内側に位置している。従って、ダイシング工程に際し、圧電体層 2 と、音響反射層 6 5 との剥離が生じ難い。また、圧電体層 2 におけるクラックも生じ難い。

[0097] さらに、弾性波装置 6 1 は、音響反射層 6 5 をパターンニングする工程を必要としないため、製造工程数の数及びコストを低減することができる。

符号の説明

- [0098] 1 …弾性波装置
2 …圧電体層
2 a, 2 b …第 1, 第 2 の主面
2 A …マザー基板
2 A 1 …突出部
2 A a, 2 A b …第 1, 第 2 の主面
3 …I D T 電極
4 …電極ランド
4 a …配線
5 …音響反射層
5 A …マザーの音響反射層
5 a, 5 c, 5 e, 5 a A, 5 a B, 5 c A, 5 c B, 5 e A …低音響イ

ンピーダンス層

5 b, 5 d, 5 f, 5 b A, 5 d A, 5 f A…高音響インピーダンス層

5 b 1…エッジ部

6…支持層

6 A, 6 A a, 6 A c…支持層形成部

6 a, 6 b…第1, 第2の面

6 c…開口部

6 c 1…側面部

6 c 2…底部

7…補強基板

1 1…弾性波装置

1 5…音響反射層

1 5 B…外周部

1 5 a, 1 5 c, 1 5 e…低音響インピーダンス層

1 5 b, 1 5 d, 1 5 f…高音響インピーダンス層

2 1…弾性波装置

2 2…圧電体層

2 2 a, 2 2 b…第1, 第2の主面

3 1…弾性波装置

3 2…圧電体層

3 2 a, 3 2 b…第1, 第2の主面

3 3 a…第1の励振電極

3 3 b…第2の励振電極

4 1…弾性波装置

4 6…支持層

4 6 c…開口部

5 1…弾性波装置

6 1…弾性波装置

6 5 …音響反射層

6 5 a, 6 5 c, 6 5 e …低音響インピーダンス層

6 5 b, 6 5 d, 6 5 f …高音響インピーダンス層

6 6 …平坦化膜

請求の範囲

- [請求項1] 第1の主面と、該第1の主面に対向している第2の主面と、を有する圧電体層と、
前記圧電体層の前記第1の主面上に積層されている音響反射層と、
前記圧電体層に設けられている励振電極と、
支持層と、
を備え、
前記音響反射層は、前記圧電体層の前記第2の主面側からの平面視において、少なくとも前記励振電極と重なるように位置しており、
前記支持層は、
少なくとも、前記圧電体層の第2の主面側からの平面視において、前記音響反射層を囲むように設けられている、弾性波装置。
- [請求項2] 前記支持層が、前記圧電体層の前記第2の主面側からの平面視において、前記圧電体層を囲むように設けられている、請求項1に記載の弾性波装置。
- [請求項3] 前記音響反射層が複数の音響インピーダンス層を有し、
前記複数の音響インピーダンス層が、少なくとも1層の低音響インピーダンス層と、前記低音響インピーダンス層よりも音響インピーダンスが高い、少なくとも1層の高音響インピーダンス層と、を有する、請求項1または2に記載の弾性波装置。
- [請求項4] 前記複数の音響インピーダンス層の内少なくとも1層の外側に空隙が配置されている、請求項1～3のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項5] 前記低音響インピーダンス層及び前記高音響インピーダンス層の内のいずれか一方が前記支持層の一部である、請求項3または4に記載の弾性波装置。
- [請求項6] 前記低音響インピーダンス層及び前記高音響インピーダンス層の内、外側に前記空隙が配置されている層が金属層である、請求項5に記

載の弾性波装置。

[請求項7] 前記空隙が、前記複数の音響インピーダンス層の内、積層方向に連続した少なくとも2層の外側に位置している、請求項4～6のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項8] 前記支持層は、底部を有する開口部を備えており、
前記音響反射層は、前記底部と接触している、請求項1～7のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項9] 前記励振電極がIDT電極であり、かつ前記IDT電極が前記圧電体層の前記第2の主面に設けられている、請求項1～8のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項10] 前記励振電極が第1、第2の励振電極を有し、前記第1の励振電極が前記圧電体層の前記第1の主面に設けられており、前記第2の励振電極が前記第2の主面に設けられている、請求項1～8のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項11] 前記支持層の前記圧電体層側とは反対側に設けられている補強基板をさらに備える、請求項1～10のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項12] 前記音響反射層、または前記複数の音響インピーダンス層の内少なくとも1つの層が、酸化ケイ素である、請求項1～11のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項13] 第1の主面と、該第1の主面に対向している第2の主面と、を有し、かつ圧電体層からなるマザー基板の前記第1の主面上に、音響反射層を積層する工程と、

前記音響反射層をパターンニングし、複数の音響反射層に分割する工程と、

前記マザー基板の前記第1の主面上及び前記複数の音響反射層上に支持層を設ける工程と、

前記マザー基板に複数の励振電極を設ける工程と、

前記支持層をダイシングすることにより、個々の弾性波装置に分割する工程と、

を備え、

前記支持層を設ける工程は、

前記支持層を、前記圧電体層の前記第2の主面側からの平面視において、各前記音響反射層を囲むように設ける工程であり、

前記音響反射層を積層する工程は、前記音響反射層を、前記圧電体層の前記第2の主面側からの平面視において、少なくとも各前記励振電極と重なる位置に設ける工程である、弾性波装置の製造方法。

[請求項14]

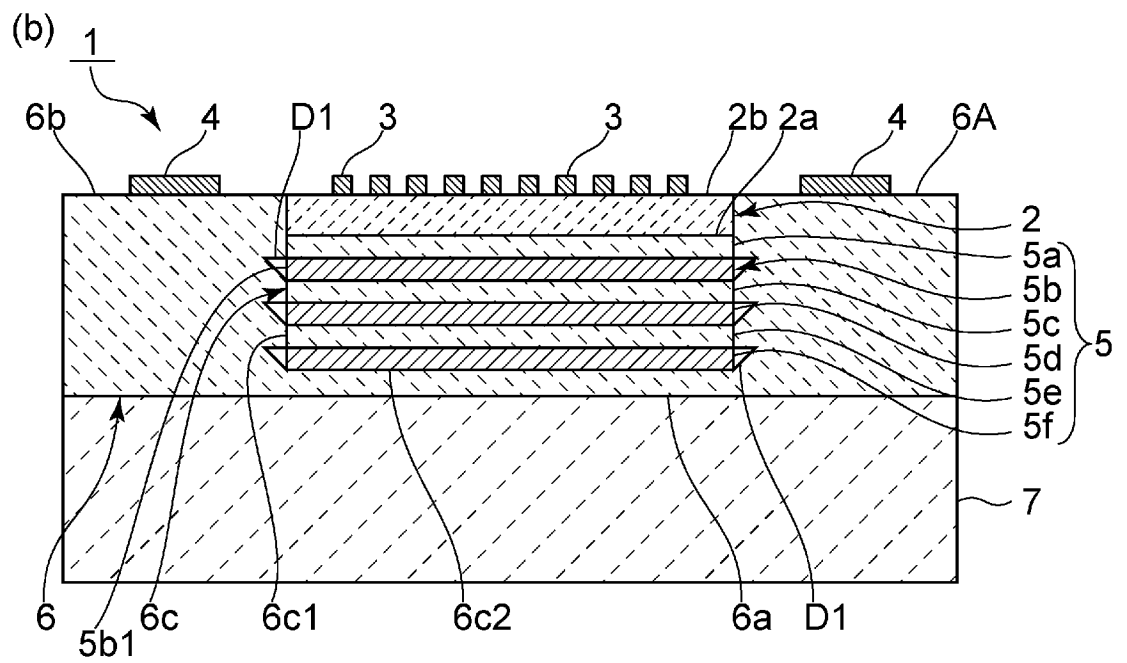
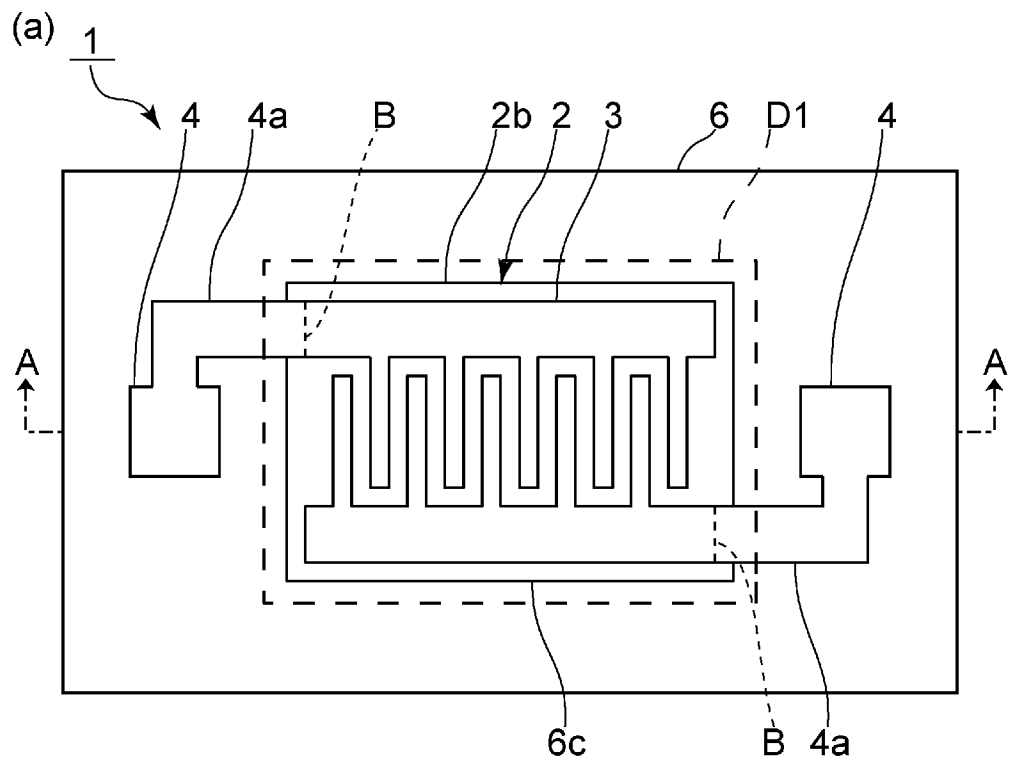
前記マザー基板上に前記音響反射層を積層する工程は、複数の音響インピーダンス層を積層する工程であり、

前記複数の音響インピーダンス層は、少なくとも1層の低音響インピーダンス層と、前記低音響インピーダンス層よりも音響インピーダンスが高い、少なくとも1層の高音響インピーダンス層と、を有し、

前記音響反射層を積層する工程及び前記音響反射層をパターンニングする工程は、前記低音響インピーダンス層及び前記高音響インピーダンス層の内のいずれか一方をパターンニングした後に、該パターンニングした音響インピーダンス層を覆うように別の音響インピーダンス層を積層し、前記パターンニングした音響インピーダンス層の外側に空隙を配置する工程である、請求項13に記載の弾性波装置の製造方法。

[図1]

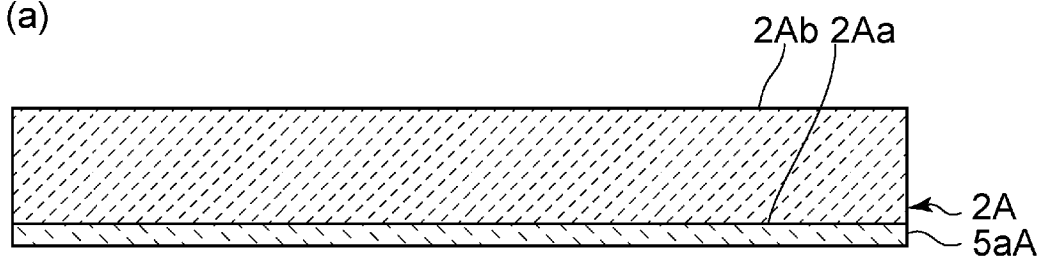
図1



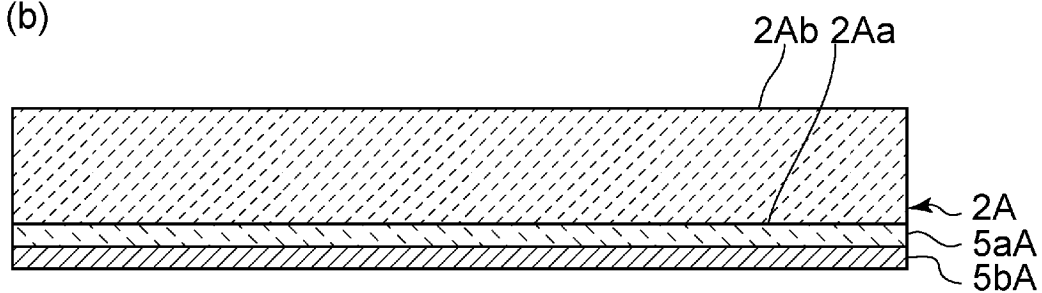
[図2]

図2

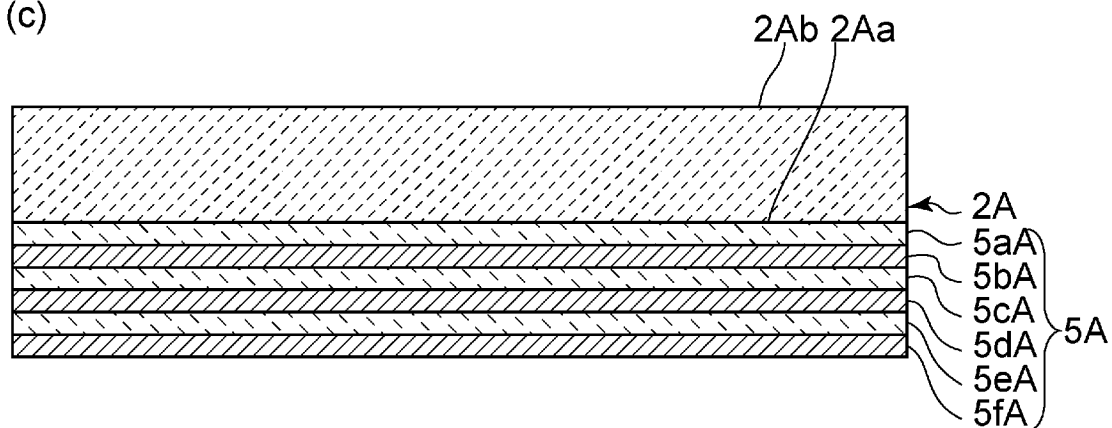
(a)



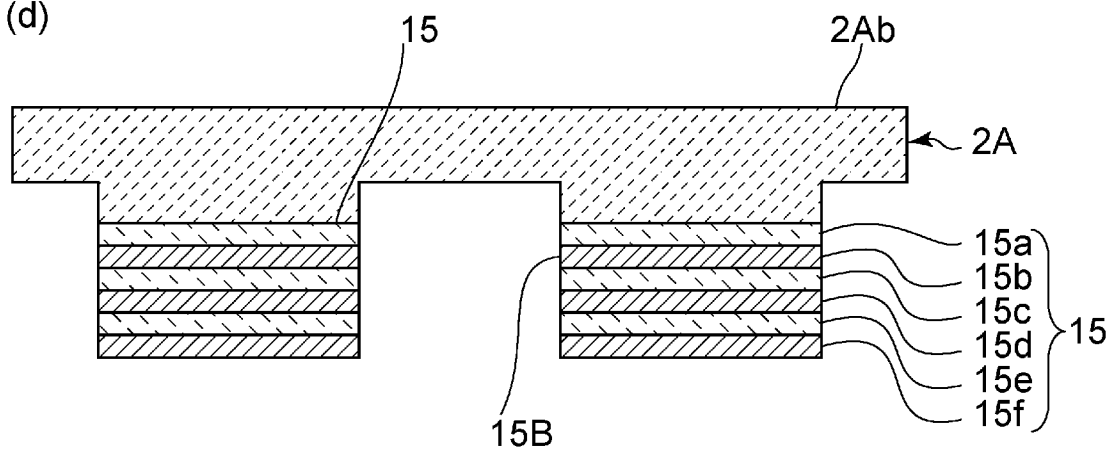
(b)



(c)



(d)



[図3]

図3

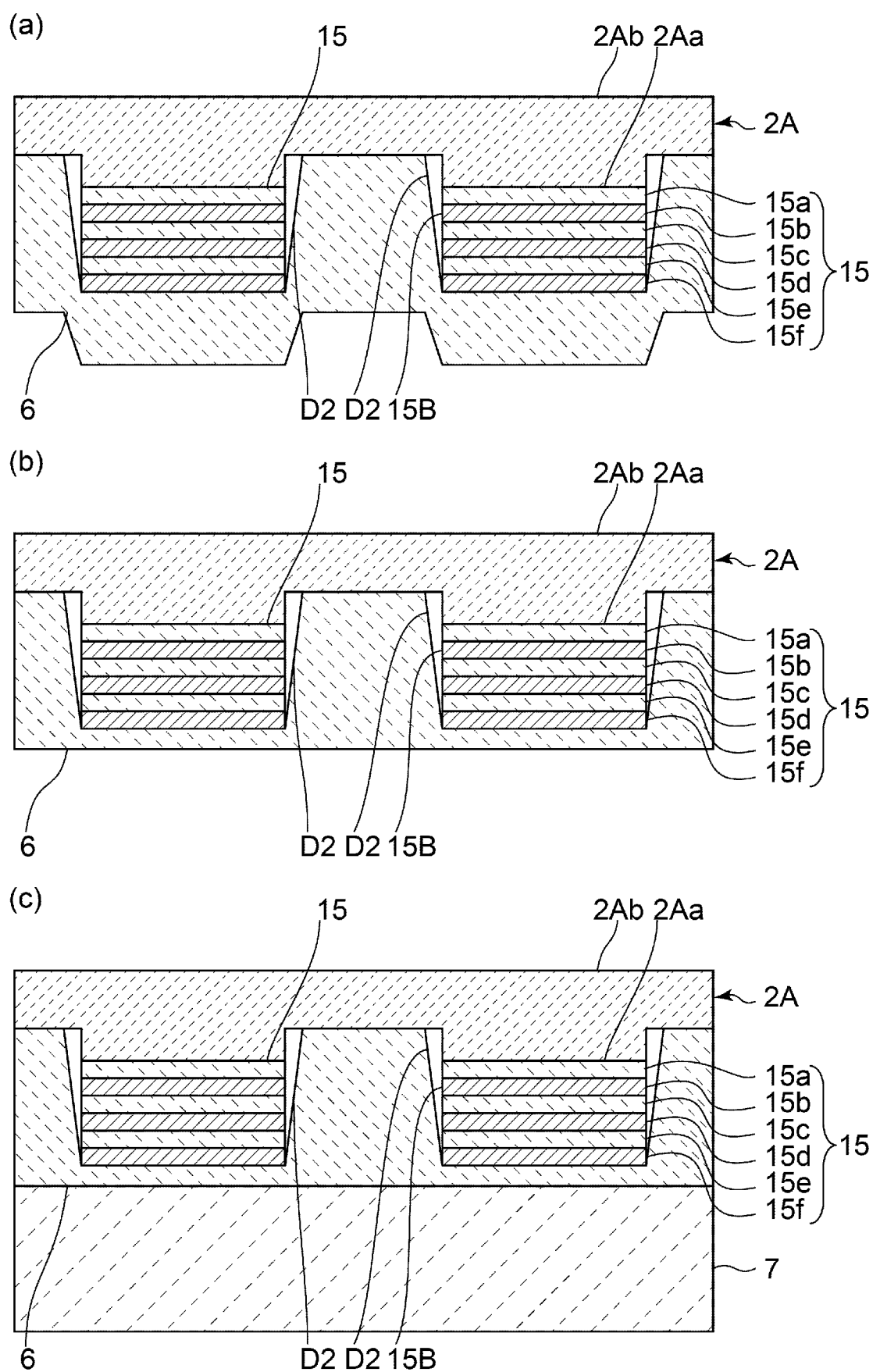
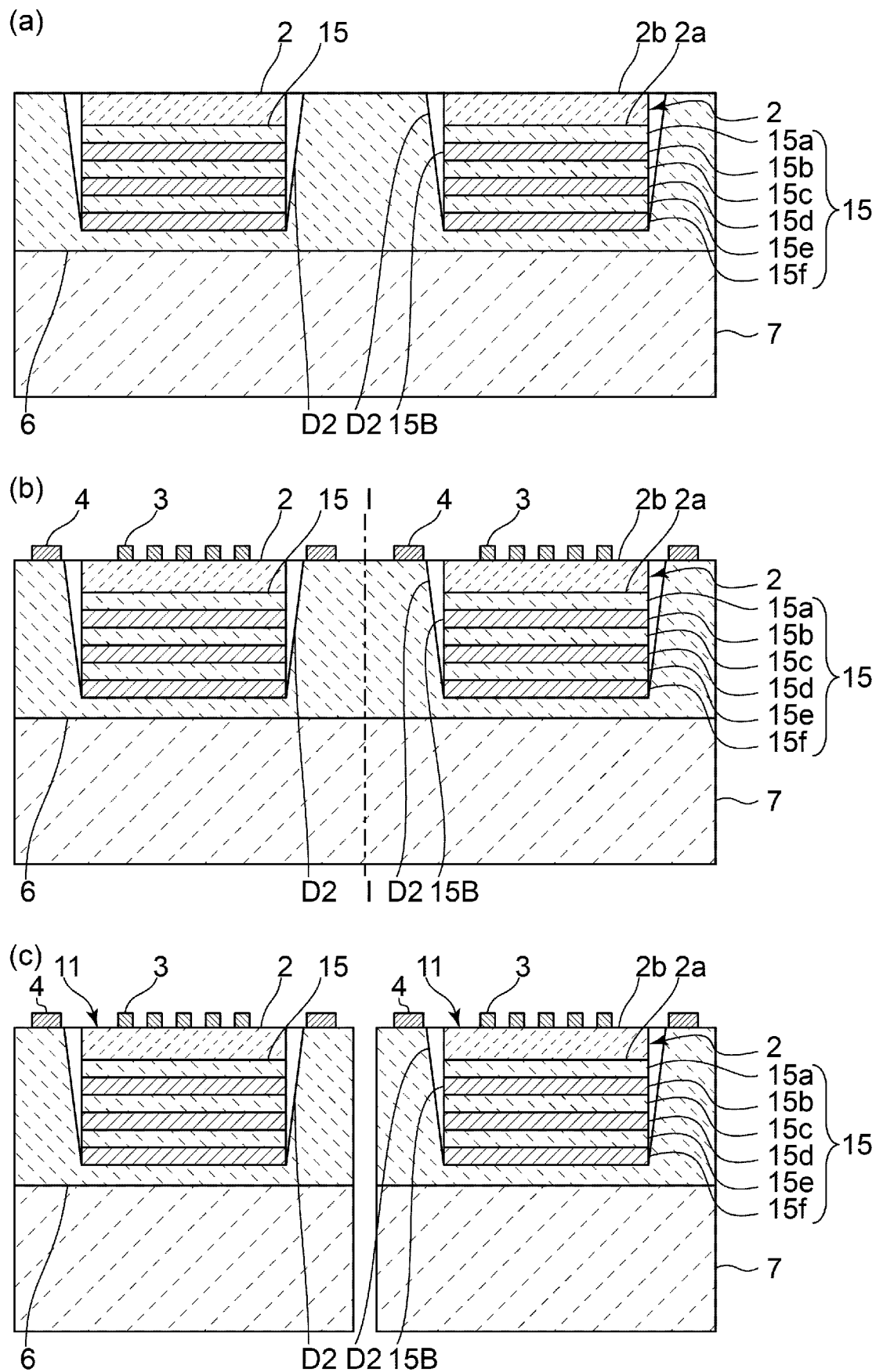
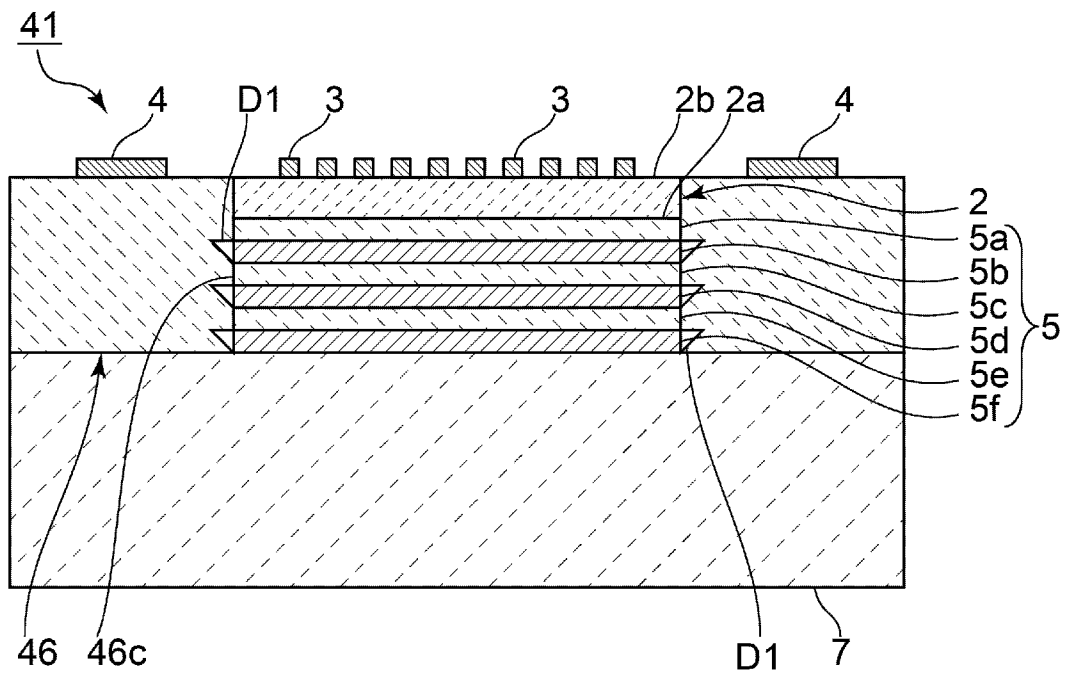


图4



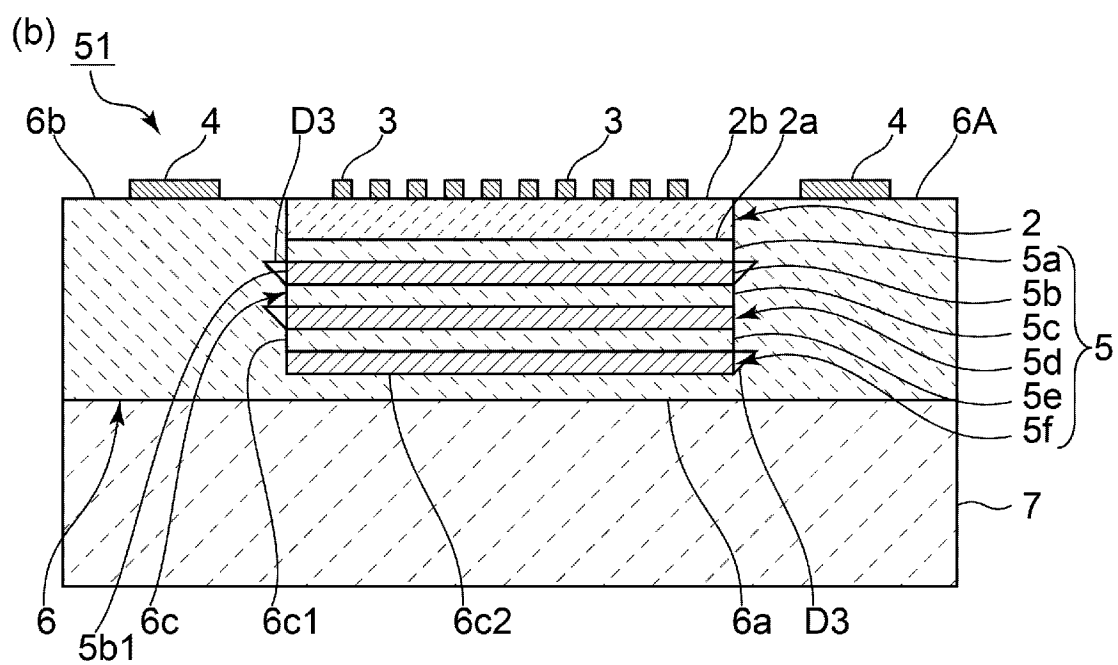
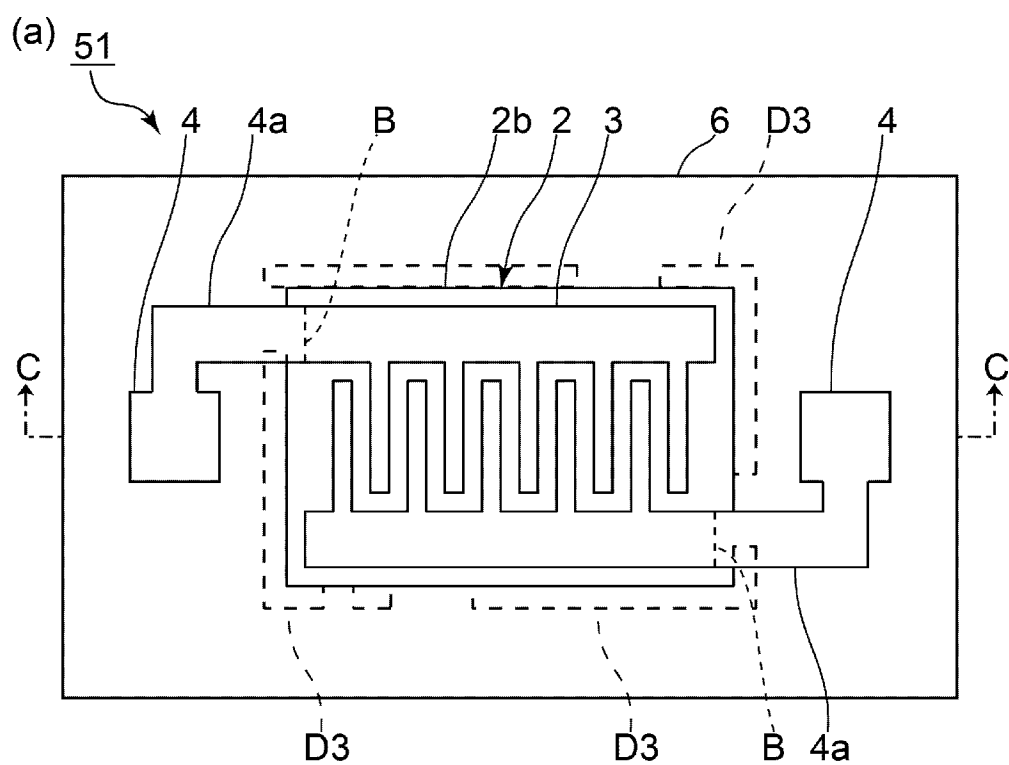
[図5]

図5



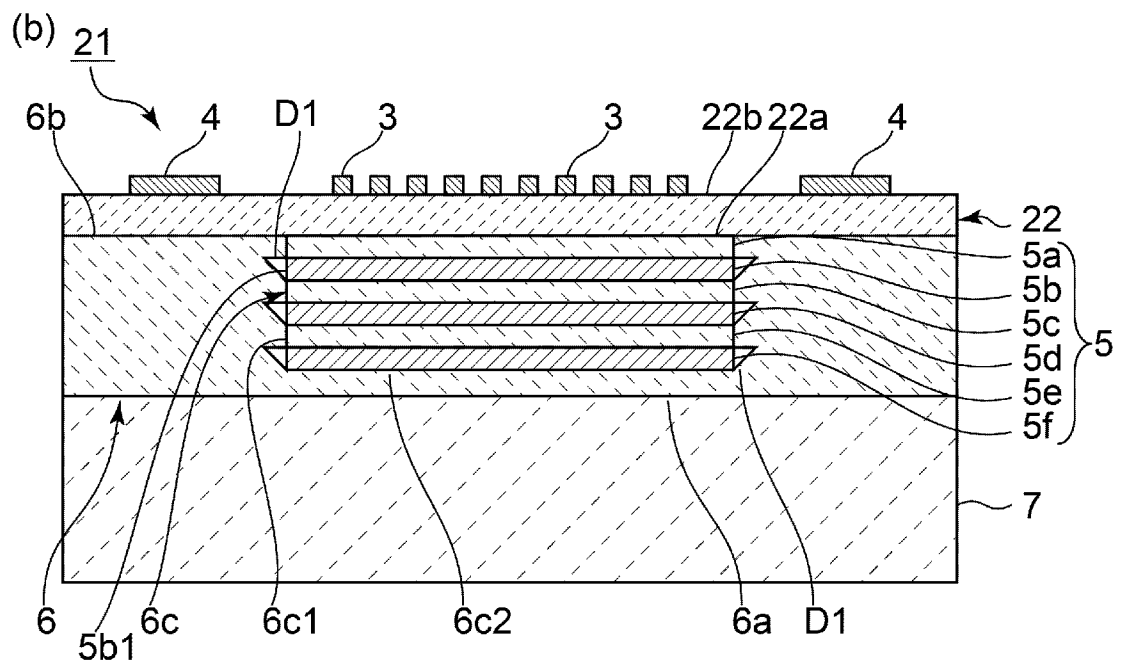
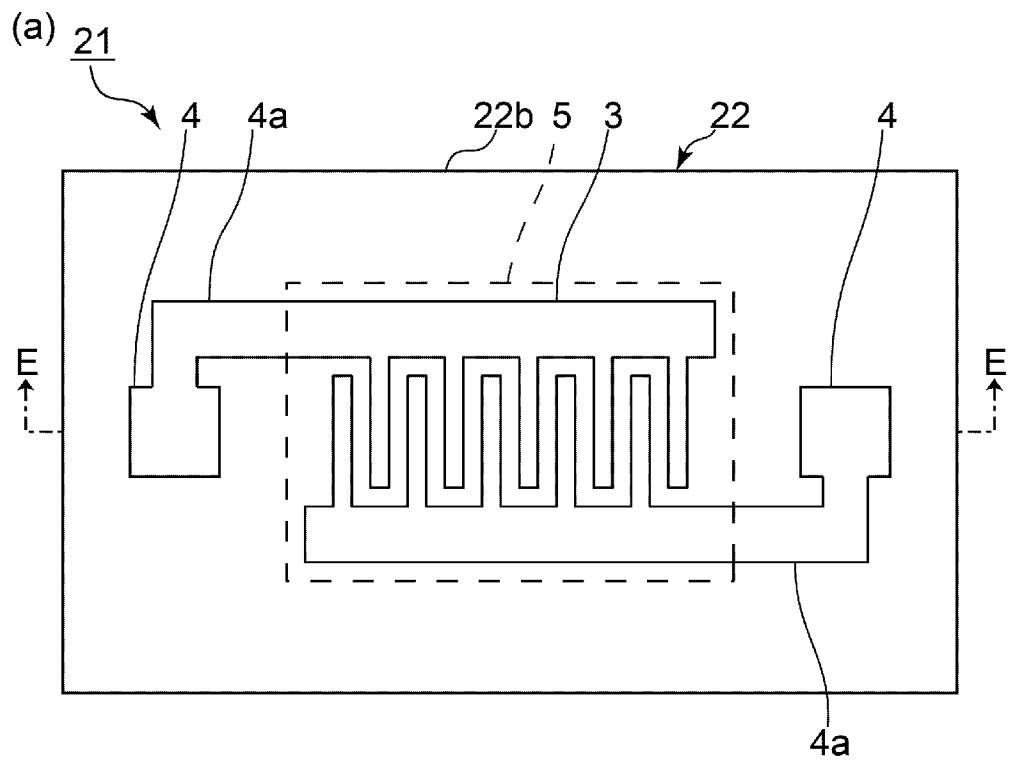
[図6]

図6



[図7]

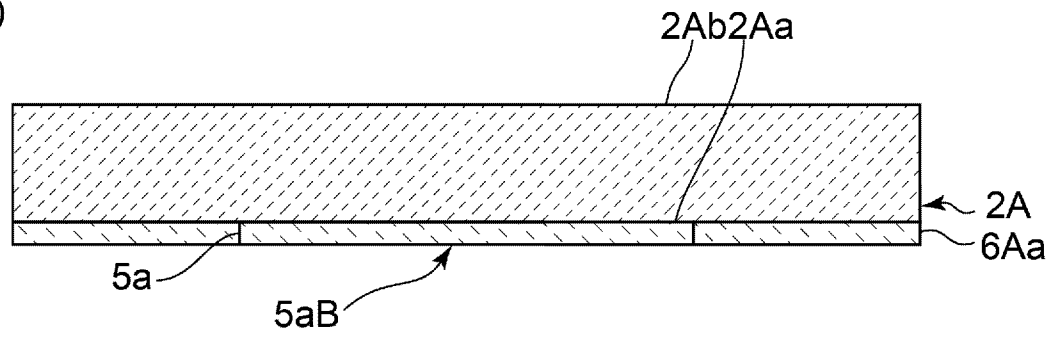
図7



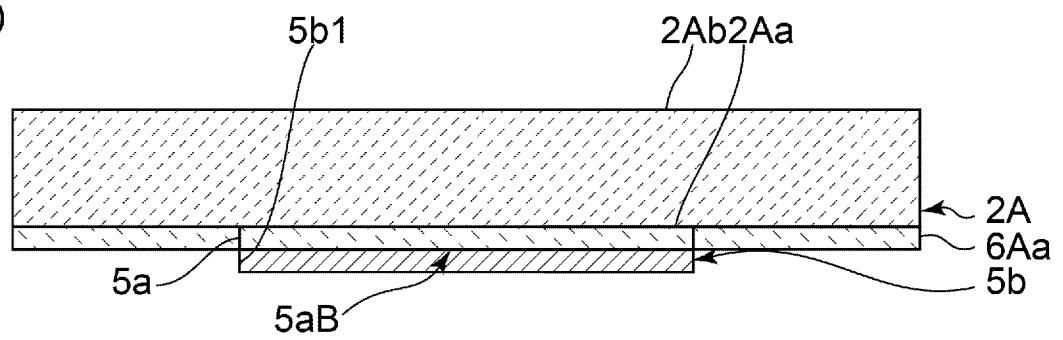
[図8]

図8

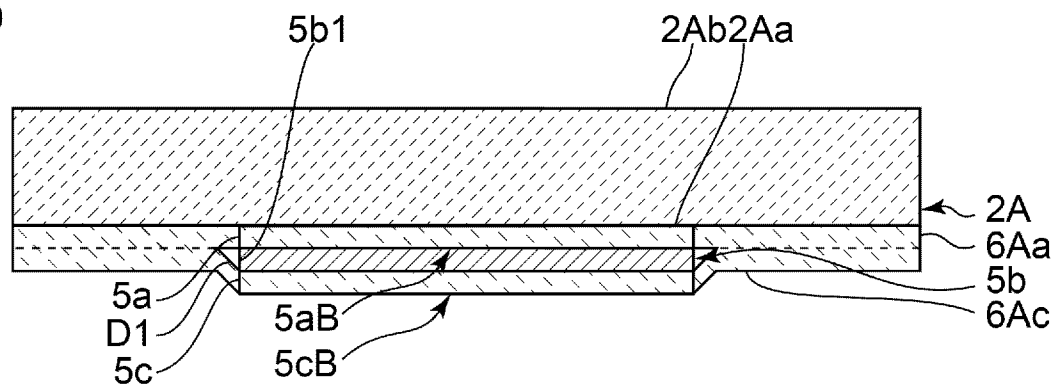
(a)



(b)



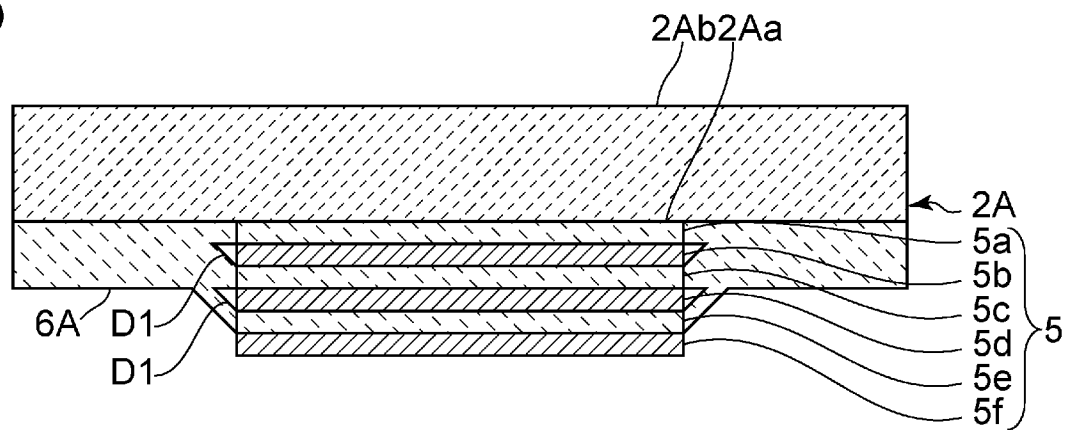
(c)



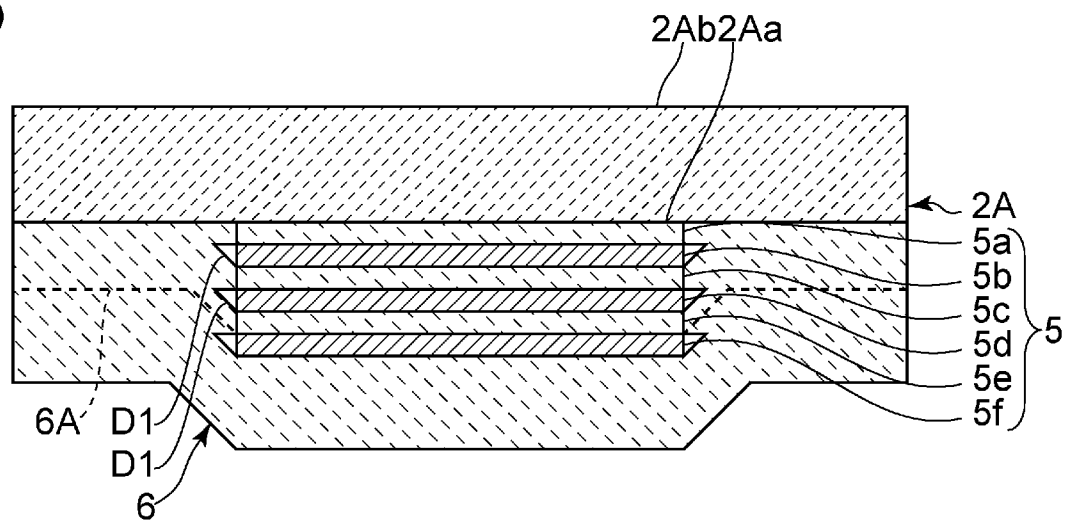
[図9]

図9

(a)



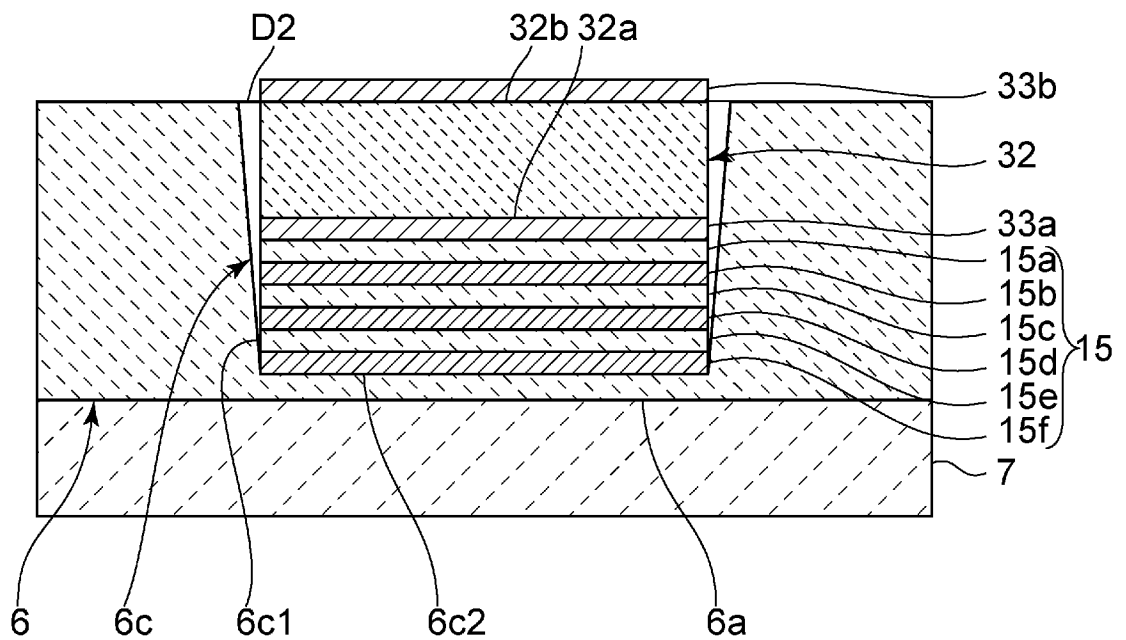
(b)



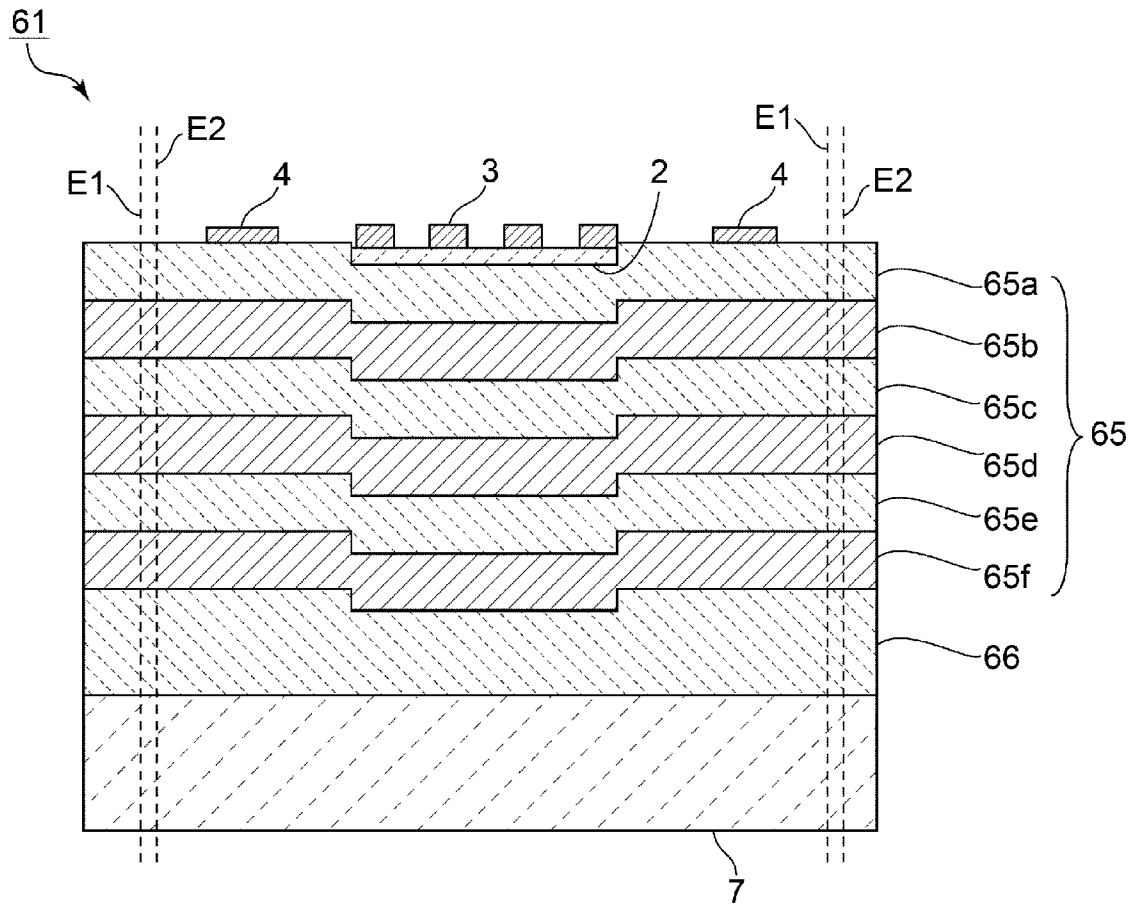
[図10]

図10

31

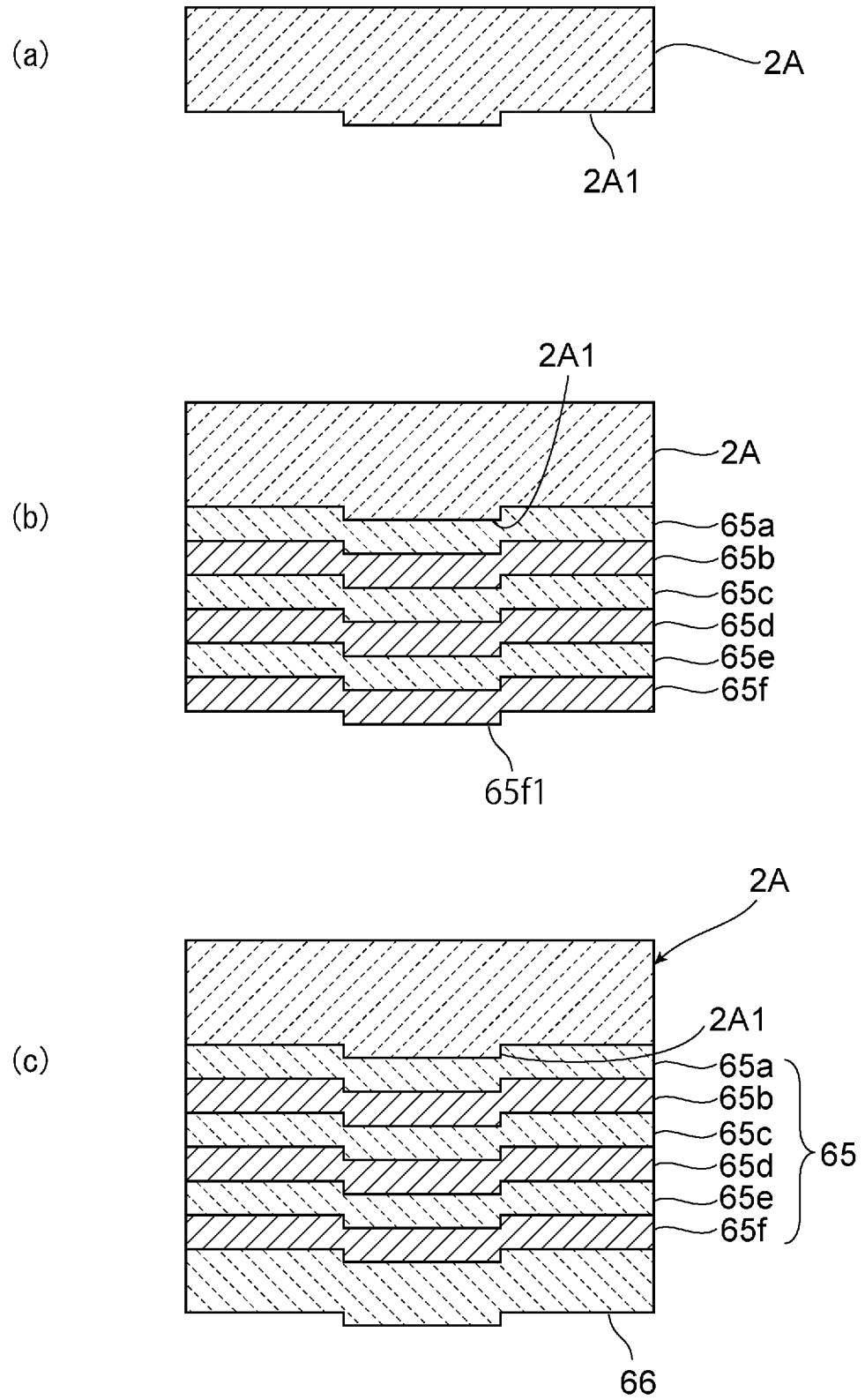


[図11]
図11



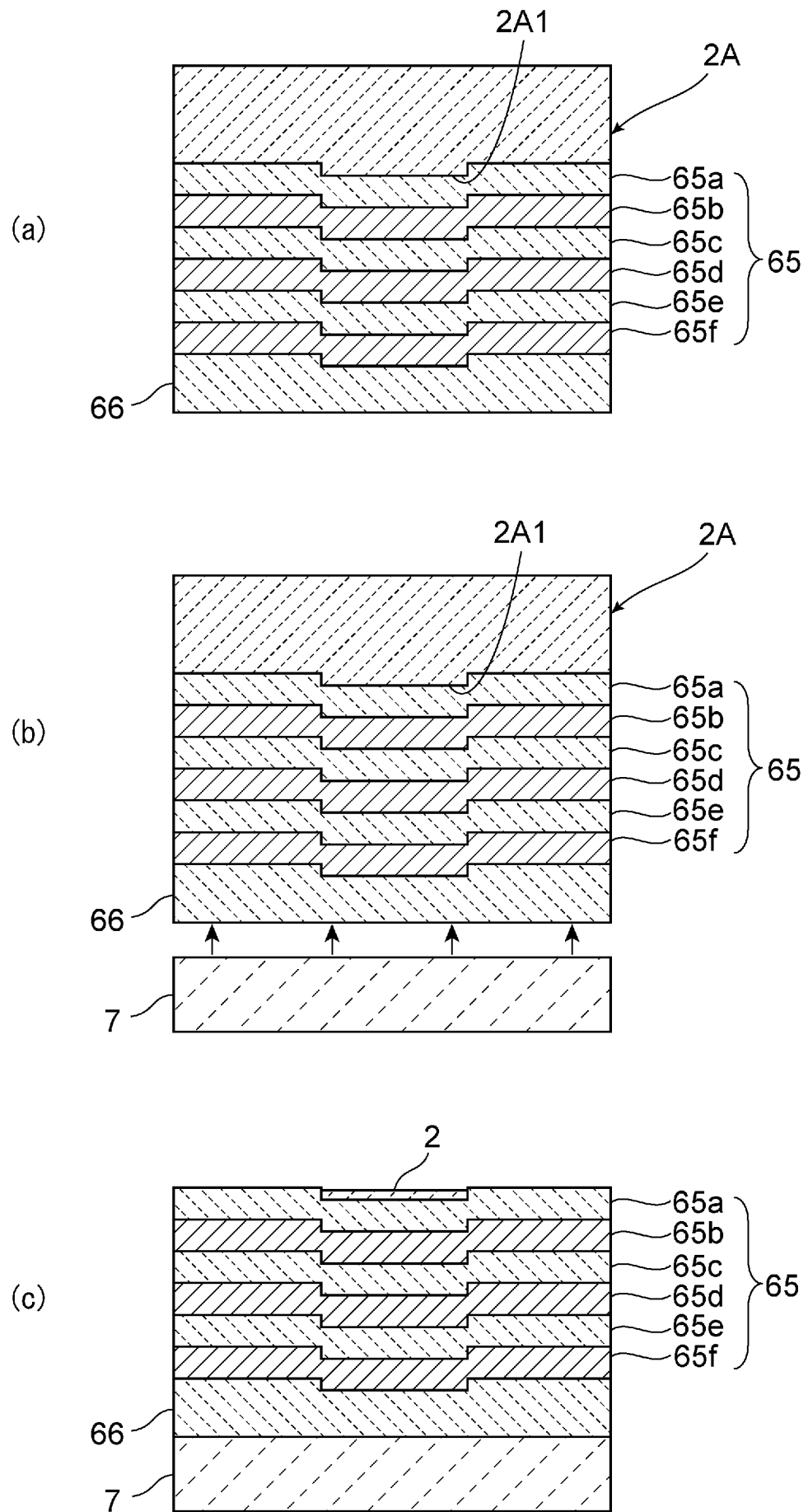
[図12]

図12



[図13]

図13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/057411

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H9/25(2006.01)i, H03H3/02(2006.01)i, H03H3/08(2006.01)i, H03H9/145
(2006.01)i, H03H9/17(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)

H03H9/25, H03H3/02, H03H3/08, H03H9/145, H03H9/17

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.
X A	US 6548942 B1 (TEXAS INSTRUMENTS INC.), 15 April 2003 (15.04.2003), column 6, line 51 to column 7, line 20; fig. 4 & US 6087198 A	1-3, 10, 11 4-9, 12-14
X A	JP 2014-176095 A (TriQuint Semiconductor, Inc.), 22 September 2014 (22.09.2014), paragraphs [0018] to [0023]; fig. 1 & US 2014/0273881 A1 paragraphs [0018] to [0023]; fig. 1	1, 3, 5, 10, 12 2, 4, 6-9, 11, 13, 14

☒ 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
20 May 2016 (20.05.16)

Date of mailing of the international search report
31 May 2016 (31.05.16)

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/JP2016/057411

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	WO 2012/137574 A1 (Renesas Electronics Corp.), 11 October 2012 (11.10.2012), paragraphs [0055], [0056], [0058], [0059]; fig. 10, 11 & US 2014/0018126 A1 paragraphs [0118], [0119], [0121], [0122]; fig. 10, 11 & CN 103444080 A & KR 10-2014-0010102 A & JP 5735099 B	1,3,10-12 1,3,9,11,12 2,4-8,13,14
X A	JP 2013-223025 A (Taiyo Yuden Co., Ltd.), 28 October 2013 (28.10.2013), paragraphs [0144] to [0149]; fig. 5, 15 & US 2013/0271238 A1 paragraphs [0210] to [0215]; fig. 5, 15 & CN 103378817 A	1,3,9,10 2,4,5-8, 11-14
Y	JP 2013-214954 A (Taiyo Yuden Co., Ltd.), 17 October 2013 (17.10.2013), paragraphs [0038] to [0050]; fig. 1, 2 & US 2013/0234805 A1 paragraphs [0074] to [0087]; fig. 1, 2 & CN 103312286 A	1,3,9,11,12
P,X	JP 2015-228620 A (Nihon Dempa Kogyo Co., Ltd.), 17 December 2015 (17.12.2015), paragraphs [0024], [0053] to [0055], [0060]; fig. 7 (Family: none)	1-4,7,8,10, 12
A	WO 2007/026637 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 08 March 2007 (08.03.2007), paragraphs [0035] to [0043]; fig. 6A to 7B & US 2007/0046157 A1 paragraphs [0054] to [0062]; fig. 6A to 7B & US 2009/0133237 A1 & CN 101228691 A	1-14
A	JP 2005-159606 A (TDK Corp.), 16 June 2005 (16.06.2005), paragraph [0041]; fig. 4 & US 2005/0134406 A1 paragraph [0051]; fig. 4 & CN 1622453 A	1-14
A	WO 2012/086639 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 28 June 2012 (28.06.2012), paragraphs [0134] to [0146]; fig. 21, 22 & US 2013/0285768 A1 paragraphs [0160] to [0172]; fig. 21, 22 & US 2015/0033521 A1 & EP 2658123 A1 & CN 103262410 A & KR 10-2013-0086378 A & KR 10-2015-0061029 A & JP 5713025 B	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H03H9/25(2006.01)i, H03H3/02(2006.01)i, H03H3/08(2006.01)i, H03H9/145(2006.01)i, H03H9/17(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. H03H9/25, H03H3/02, H03H3/08, H03H9/145, H03H9/17

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
X A	US 6548942 B1 (TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED) 2003.04.15, 第6欄第51行-第7欄第20行, 図4 & US 6087198 A	1-3, 10, 11 4-9, 12-14
X A	JP 2014-176095 A (トライクイント・セミコンダクター・インコー ポレイテッド) 2014.09.22, 段落[0018]-[0023], 図1 & US 2014/0273881 A1, [0018]-[0023], 図1	1, 3, 5, 10, 12 2, 4, 6-9, 11, 13, 14

☒ 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

20.05.2016

国際調査報告の発送日

31.05.2016

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）

鬼塚 由佳

5W

5288

電話番号 03-3581-1101 内線 3576

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
X Y A	WO 2012/137574 A1 (ルネサスエレクトロニクス株式会社) 2012. 10. 11, 段落[0055], [0056], [0058], [0059], 図 10, 11 & US 2014/0018126 A1, [0118], [0119], [0121], [0122], 図 10, 11 & CN 103444080 A & KR 10-2014-0010102 A & JP 5735099 B	1, 3, 10-12 1, 3, 9, 11, 12 2, 4-8, 13, 14
X A	JP 2013-223025 A (太陽誘電株式会社) 2013. 10. 28, 段落[0144]-[0149], 図 5, 15 & US 2013/0271238 A1, [0210]-[0215], 図 5, 15 & CN 103378817 A	1, 3, 9, 10 2, 4, 5-8, 11-14
Y	JP 2013-214954 A (太陽誘電株式会社) 2013. 10. 17, 段落[0038]-[0050], 図 1, 2 & US 2013/0234805 A1, [0074]-[0087], 図 1, 2 & CN 103312286 A	1, 3, 9, 11, 12
P, X	JP 2015-228620 A (日本電波工業株式会社) 2015. 12. 17, 段落[0024], [0053]-[0055], [0060], 図 7 (ファミリーなし)	1-4, 7, 8, 10, 12
A	WO 2007/026637 A1 (松下電器産業株式会社) 2007. 03. 08, 段落[0035]-[0043], 図 6A-7B & US 2007/0046157 A1, [0054]-[0062], 図 6A-7B & US 2009/0133237 A1 & CN 101228691 A	1-14
A	JP 2005-159606 A (TDK株式会社) 2005. 06. 16, 段落[0041], 図 4 & US 2005/0134406 A1, [0051], 図 4 & CN 1622453 A	1-14
A	WO 2012/086639 A1 (株式会社村田製作所) 2012. 06. 28, 段落[0134]-[0146], 図 21, 22 & US 2013/0285768 A1, [0160]-[0172], 図 21, 22 & US 2015/0033521 A1 & EP 2658123 A1 & CN 103262410 A & KR 10-2013-0086378 A & KR 10-2015-0061029 A & JP 5713025 B	1-14