

(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  
2022年11月3日(03.11.2022)



(10) 国際公開番号

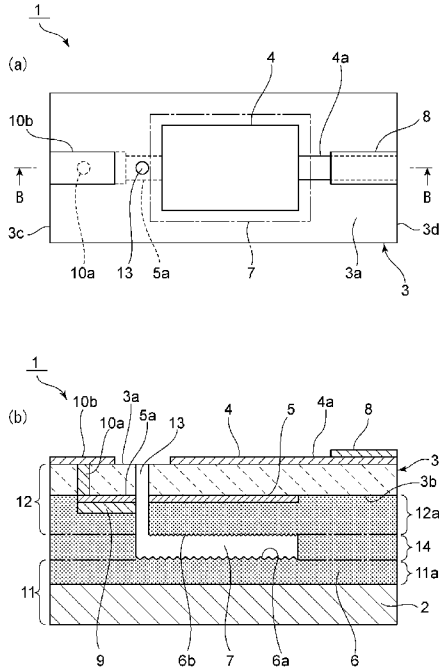
WO 2022/230288 A1

- (51) 国際特許分類:  
*H03H 9/17* (2006.01) *H03H 9/25* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/004691
- (22) 国際出願日: 2022年2月7日(07.02.2022)
- (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 2021-076296 2021年4月28日(28.04.2021) 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 0 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 1 0  
番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 大  
村 正志(OMURA, Masashi); 〒6178555 京都府  
長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号 株式会社  
村田製作所内 Kyoto (JP). 鈴木 勝己(SUZUKI,  
Katsumi); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1  
丁目 1 0 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto  
(JP). 井上 和則(INOUE, Kazunori); 〒6178555  
京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号 株  
式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人大阪フロント特許事  
務所(OSAKA FRONT); 〒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).

(54) Title: ELASTIC WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波装置

[図1]  
図1



(57) Abstract: Provided is an elastic wave device that is not prone to deterioration of device characteristics. This elastic wave device 1 comprises a first layer 11 that includes a support substrate 2, a second layer 12 that includes a piezoelectric film 3 and that is provided on the first layer 11, and an excitation electrode 4 that is provided on the second layer 12. A cavity section 7 is provided between the first layer 11 and the second layer 12. At least part of the excitation electrode 4 overlaps the cavity section 7 in the direction in which the first layer 11 and the second layer 12 are laminated. The surface roughness of the principal surface 6a of the first layer 11 that faces the cavity section 7 is different from the surface roughness of the principal surface 6b of the second layer 12 that faces the cavity section 7.

(57) 要約: 特性の劣化が生じ難い、弾性波装置を提供する。支持基板 2 を含む第 1 の層 11 と、第 1 の層 11 上に設けられており、圧電膜 3 を含む第 2 の層 12 と、第 2 の層 12 上に設けられた励振電極 4 と、備え、第 1 の層 11 と第 2 の層 12 との間に空洞部 7 が設けられており、第 1 の層 11 と第 2 の層 12 との積層方向において、励振電極 4 の少なくとも一部が空洞部 7 と重なっており、空洞部 7 に面している第 1 の層 11 の主面 6a の表面粗さが、空洞部 7 に面している第 2 の層 12 の主面 6b の表面粗さと異なっている、弾性波装置 1。

(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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

## 明 細 書

**発明の名称：** 弾性波装置

**技術分野**

[0001] 本発明は、圧電膜の下方に空洞部が設けられている構造を有する弾性波装置に関する。

**背景技術**

[0002] 従来、圧電膜の下方に空洞部が設けられている弾性波装置が知られている。例えば下記の特許文献1では、圧電膜の上面及び下面に駆動電極が設けられている。そして、この圧電膜の下方に空洞部が設けられている。それによって、メンブレン構造を有する弾性波装置が構成されている。

**先行技術文献**

**特許文献**

[0003] 特許文献1：国際公開第2011／052551号

**発明の概要**

**発明が解決しようとする課題**

[0004] 圧電膜の下方に空洞部が設けられているメンブレン構造を有する弾性波装置では、不要波の励振による特性の劣化が生じることがあった。

[0005] 本発明の目的は、特性の劣化が生じ難い、弾性波装置を提供する。

**課題を解決するための手段**

[0006] 本発明に係る弾性波装置は、支持基板を含む第1の層と、前記第1の層上に設けられており、圧電膜を含む第2の層と、前記第2の層上に設けられた励振電極と、を備え、前記第1の層と前記第2の層との間に空洞部が設けられており、前記第1の層と前記第2の層との積層方向において、前記励振電極の少なくとも一部が前記空洞部と重なっており、前記空洞部に面している前記第1の層の主面の表面粗さが、前記空洞部に面している前記第2の層の主面の表面粗さと異なっている。

## 発明の効果

[0007] 本発明によれば、特性の劣化が生じ難い、弾性波装置を提供することができる。

## 図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1（a）及び図1（b）は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の平面図及び正面断面図である。

[図2]図2（a）～図2（d）は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の製造方法を説明するための各正面断面図である。

[図3]図3（a）～図3（c）は、本発明の第1の実施形態の弾性波装置の製造方法を説明するための各正面断面図である。

[図4]図4（a）～図4（c）は、本発明の第1の実施形態の弾性波装置の製造方法を説明するための各正面断面図である。

[図5]図5（a）～図5（c）は、本発明の第1の実施形態の弾性波装置の製造方法を説明するための各正面断面図である。

[図6]図6は、本発明の第2の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図7]図7（a）及び図7（b）は、本発明の第3の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図及び電極構造を示す模式的平面図である。

[図8]図8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9]図9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。

[図10]図10（a）及び図10（b）は、第5の実施形態の変形例に係る弾性波装置の正面断面図及び平面図である。

[図11]図11は、本発明の第6の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図12]図12は、本発明の第7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

- [0009] 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。
- [0010] 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。
- [0011] 図1(a)及び図1(b)は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の平面図及び図1(a)中のB-B線に沿う正面断面図である。
- [0012] 弾性波装置1では、支持基板2を含む第1の層11上に、圧電膜3を含む第2の層12が積層されている。第2の層12上に、第1の励振電極4、すなわち上部電極が設けられている。
- [0013] 支持基板2は、シリコンからなる。もっとも、支持基板2を構成する材料は特に限定されない。様々な絶縁性材料や半導体材料を用いることができる。
- [0014] 圧電膜3は、圧電単結晶からなる。このような圧電単結晶としては、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウムまたは水晶などを用いることができる。本実施形態では、圧電膜3は、タンタル酸リチウムからなる。なお、圧電膜3は、圧電性の材料を含んでいればよく、必ずしも圧電単結晶からなる必要性はない。
- [0015] 圧電膜3は、第1の主面3aと、支持基板2側に位置している第2の主面3bとを有する。第2の主面3bに、第2の励振電極5、すなわち下部電極が設けられている。第1の励振電極4と第2の励振電極5とは、圧電膜3を介して重なり合っている部分を有する。この重なり合っている部分が、励振領域となる。
- [0016] 第1の励振電極4は、引き出し部4aを有する。引き出し部4aは、第1の主面3a上において、端縁3dに向かって引き出されている。この引き出し部4aの幅は、例えば、励振領域における第1の励振電極4の幅より細くされている。そして、引き出し部4a上に、2層目配線8が積層されている。

。

[0017] 第2の励振電極5は、引き出し部5aを有する。引き出し部5aは、励振領域から、端縁3c側に向かって延ばされている。端縁3cは、端縁3dとは反対側の端縁である。

[0018] 引き出し部5aの幅は、励振領域における第2の励振電極5の幅よりも細くされている。引き出し部5aの途中には、後述する貫通孔13が位置している。引き出し部5aに、2層目配線9が積層されている。

[0019] 上記引き出し部5aに、圧電膜3を貫通しているスルーホール電極10aが接続されている。スルーホール電極10aに接続されるように、第1の主面3a上に、端子電極10bが設けられている。2層目配線8と、端子電極10bとにより、外部から交流電圧を印加することができる。それによって、圧電膜3において、励振領域が励振される。

[0020] 上記第1、第2の励振電極4、5、2層目配線8、9、スルーホール電極10a及び端子電極10bは、適宜の金属もしくは合金からなる。このような材料としては、Al、Pt、Cu、W、Moまたはこれらの金属を含む合金などが挙げられる。また、これらの電極や配線は、複数の金属膜の積層体からなるものであってもよい。

[0021] 支持基板2と、圧電膜3との間には、中間層6が設けられている。中間層6は、適宜の絶縁性材料により形成することができる。このような絶縁性材料としては、酸化ケイ素、酸窒化ケイ素、アルミナなどを用いることができる。本実施形態では、中間層6は、酸化ケイ素からなる。

[0022] 中間層6には、空洞部7が設けられている。空洞部7は、図1(b)に示すように、第1の層11及び第2の層12の積層方向において、第1の励振電極4と重なるように設けられている。なお、図1(a)に示すように、一点鎖線で示す空洞部7上に、矩形の第1の励振電極4の全体が重なっていることが好ましい。第1の励振電極4と引き出し部4aの全体を励振電極と考えた場合には、励振電極の一部が空洞部7に重なっておればよい。

[0023] 空洞部7には、貫通孔13が連なっている。貫通孔13は、圧電膜3の第

1の主面3aから第1の層11側に向かって延び、空洞部7に至っている。  
なお、貫通孔13は設けられていなくてもよい。

[0024] この貫通孔13は、前述したように、引き出し部5aを貫いていても良いし、貫いていなくても良い。言い換えれば、引き出し部5aが設けられていない領域に貫通孔13が設けられていても良い。なお、貫通孔13が引き出し部5aを貫く場合は、励振に作用し、波の閉じ込め効率や、スプリアスを改善できる。

[0025] 中間層6は、第1の層11の一部を構成している第1の中間層11aと、第2の層12の一部を構成している第2の中間層12aと、第1の中間層11aと、第2の中間層12aとの間に位置している第3の中間層14とを有する。第3の中間層14において、空洞部7が設けられている。従って、空洞部7は、第1の層11と、第2の層12との間に設けられていることになる。また、第1の中間層11aは、支持基板2の空洞部7側の主面6a上に設けられている。第2の中間層12aは、圧電膜3の空洞部7側の主面3bに設けられている。

[0026] 本実施形態では、第1の中間層11a、第2の中間層12a及び第3の中間層14が、酸化ケイ素により一体に構成されている。なお、第1～第3の中間層11a、12a、14は、同じ材料で形成されていてもよく、異なる材料で形成されていてもよい。空洞部7に面している第1の層11の主面6aの表面粗さRaは、空洞部7に面している第2の層12の主面6bの表面粗さRaよりも大きくされている。ここで、表面粗さRaとは、JIS B 0601に規定されている算術平均粗さRaである。本実施形態では、主面6aの表面粗さRaの値が、主面6bにおける表面粗さRaの値よりも大きくされている。なお、表面粗さRaは、SPM (Scanning Probe Microscope) やSEM (Scanning Electron Microscope) などを使用した表面モフォロジー測定で算出できる。

[0027] なお、第1の主面6aの表面粗さRaは、第2の主面6bの表面粗さRa

と異なっていればよく、例えば、主面 6 b は、粗面でなく平滑な面であってもよい。

[0028] 好ましくは、本実施形態のように、主面 6 a 及び主面 6 b の表面粗さ  $R_a$  が、いずれも、第 2 の層 1 2 の第 1 の励振電極 4 が設けられている側の主面である第 1 の主面 3 a の表面粗さ  $R_a$  よりも大きい。その場合には、後述するように、不要波をより効果的に散乱させることができ、特性の劣化が生じ難い。

[0029] 弾性波装置 1 では、主面 6 a の表面粗さ  $R_a$  が主面 6 b の表面粗さ  $R_a$  よりも大きい。そのため、不要波を効果的に散乱させることができる。それによって、弾性波装置 1 の特性の劣化を抑制することができる。

[0030] 好ましくは、主面 6 a 及び主面 6 b の表面粗さ  $R_a$  は、0.5 nm 以上とされる。さらに好ましくは、主面 6 a 及び主面 6 b の表面粗さ  $R_a$  は、1 nm 以上とされる。それによって、不要波をより効果的に抑制することができる。なお、表面粗さ  $R_a$  の上限は、第 1 の中間層 1 1 a や第 2 の中間層 1 2 a の膜厚を超えない程度とされる。さもないと、支持基板 2 や第 2 の励振電極 5 が損傷するおそれがある。

[0031] なお、弾性波装置 1 では主面 6 a、主面 6 b はいずれも中間層 6 の主面であるが、主面 6 b は圧電膜 3 の主面でもよく、主面 6 a は支持基板 2 の主面であってもよい。主面 6 b が中間層 6 の主面である場合には、主面 6 b が圧電膜 3 の主面である場合に比べて、弾性波装置 1 を製造するプロセス中に用いる薬液による圧電膜 3 へのダメージを低減できるという効果が奏されやすい。また、主面 6 a が中間層 6 の主面である場合には、主面 6 a が支持基板 2 の主面である場合に比べて、弾性波装置 1 を製造するプロセスにおいて、圧電膜 3 と支持基板 2 を接合する際にアライメントが不要になるという効果が奏されやすい。

[0032] 主面 6 a、6 b を粗面とする方法は特に限定されない。反応性イオンエッチング (RIE)、ドライエッチングなどのエッチング方法やレーザーによる研磨などを用いることができる。

[0033] 次に、弾性波装置 1 の製造方法を、図 2 (a) ~ 図 2 (d)、図 3 (a) ~ 図 3 (c)、図 4 (a) ~ 図 4 (c) 及び図 5 (a) ~ 図 5 (c) を参照して説明する。

[0034] 図 2 (a) に示すように、圧電単結晶からなる圧電基板 3 A の一方面に第 2 の励振電極 5 及び引き出し部 5 a を形成する。次に、2 層目配線 9 を引き出し部 5 a 上に形成する。この第 2 の励振電極 5 及び 2 層目配線 9 の形成方法は特に限定されないが、フォトリソグラフィを用いてリフトオフ法などにより形成することができる。また、第 2 の励振電極 5 及び引き出し部 5 a は、スパッタリングなどにより形成されてもよい。

[0035] 次に、図 2 (c) に示すように、酸化ケイ素を成膜することにより、第 2 の中間層 1 2 a を形成する。第 2 の中間層 1 2 a の第 2 の励振電極 5 及び 2 層目配線 9 に重なり合っている部分における突出部をエッチングや研磨などにより除去する。このようにして、図 2 (d) に示すように、第 2 の中間層 1 2 a の下面を平坦化すると共に、下面を粗面にする。エッチングに際しての条件を制御することにより、第 2 の中間層 1 2 a の下面、すなわち後述する主面 6 b の表面粗さをコントロールすることができる。

[0036] 次に、図 3 (a) に示すように、犠牲層 1 5 を第 2 の中間層 1 2 a の下面に積層する。犠牲層 1 5 は、後述のエッチャントにより除去し得る材料からなる。このような材料としては特に限定されないが、本実施形態では、ZnO からなる。犠牲層 1 5 は、スパッタリングなどの適宜の薄膜形成方法により形成することができる。

[0037] 図 3 (a) に示すように、犠牲層 1 5 を設ける。次に、犠牲層 1 5 の下面をエッチングなどにより粗面とする。このエッチングの条件をコントロールすることにより、犠牲層 1 5 の下面の表面粗さと、犠牲層 1 5 の上面すなわち第 2 の中間層 1 2 a の下面の表面粗さを異ならせることができる。

[0038] 次に、図 3 (b) に示すように、酸化ケイ素をさらに連続的に成膜する。それによって、中間層 6 を形成する。よって、第 2 の中間層 1 2 a に一体に、第 3 の中間層 1 4 及び第 1 の中間層 1 1 a が積層されることになる。なお

、犠牲層 15 が設けられていた部分の下方では、酸化ケイ素膜が犠牲層 15 の厚みの分だけ下方に突出している。図 3 (c) に示すように、上記突出している部分を除去し平坦化する。この平坦化は、エッチングや CMP 研磨などにより行い得る。

[0039] 本実施形態では、図 3 (b) に示すように、犠牲層 15 の下面の表面粗さが、上面の表面粗さよりも大きくされている。この犠牲層 15 の下面の表面粗さが、最終的に空洞部 7 に臨む主面 6 a の表面粗さに対応する。また、犠牲層 15 の上面の表面粗さが、主面 6 b の表面粗さに対応することとなる。

[0040] 次に、図 4 (a) に示すように、支持基板 2 を中間層 6 に接合する。

[0041] 次に、圧電基板 3 A を CMP 研磨やグラインダーを用いて研削する。それによって、図 4 (b) に示すように、厚みの薄い圧電膜 3 を形成する。

[0042] 次に、図 4 (c) に示すように、第 1 の励振電極 4 及び引き出し部 4 a を設ける。この第 1 の励振電極 4 及び引き出し部 4 a は、第 2 の励振電極 5 などの形成方法と同様にして形成することができる。

[0043] 図 5 (a) に示すように、スルーホール 3 e を圧電膜 3 に設ける。しかる後、図 5 (b) に示すように、スルーホール 3 e を埋めるように、スルーホール電極 10 a を形成し、さらに端子電極 10 b を形成する。また、2 層目配線 8 を形成する。

[0044] 次に、図 5 (c) に示すように、貫通孔 13 を設ける。

[0045] 次に、貫通孔 13 から犠牲層 15 を除去するためのエッチング液を注入する。そして、犠牲層 15 を構成している材料を溶解し、除去する。このようにして、図 1 (b) に示した弾性波装置 1 を得ることができる。

[0046] なお、第 1 の実施形態に係る弾性波装置 1 においては、主面 6 a の表面粗さが主面 6 b の表面粗さよりも大きいため、前述のエッチング液による犠牲層 15 の除去にかかる時間を短くしやすい。そのため、主面 6 b へエッチング液が与えるダメージが低減され、特性劣化を抑制できるという効果も奏される。

[0047] 図 6 は、本発明の第 2 の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

弾性波装置 2 1 では、中間層 6 において、第 3 の中間層 1 4 A を構成する材料が、第 1 の中間層 1 1 a 及び第 2 の中間層 1 2 a を構成する材料と異なっている。すなわち、第 1 の中間層 1 1 a と、第 2 の中間層 1 2 a との間に異種の材料からなる第 3 の中間層 1 4 A が設けられている。このように、中間層 6 において、第 1 の中間層 1 1 a、第 2 の中間層 1 2 a 及び第 3 の中間層 1 4 A の材料が異なってもよい。また、第 1 の中間層 1 1 a と、第 2 の中間層 1 2 a が異なる材料で構成されていてもよい。

[0048] 弾性波装置 2 1 においても、空洞部 7 に臨む主面 6 a、6 b の表面粗さは弾性波装置 1 と同様とされている。従って、不要波を散乱させることができ、特性の劣化を抑制することができる。

[0049] 図 7 (a) 及び図 7 (b) は、本発明の第 3 の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図及び電極構造を示す模式的平面図である。弾性波装置 3 1 では、圧電膜 3 上に、第 1 の励振電極 4 A が設けられている。第 1 の励振電極 4 A は、図 7 (b) に示すように、第 1 の櫛歯電極 4 A 1 と第 2 の櫛歯電極 4 A 2 とを有する I D T 電極である。具体的には、第 1 の櫛歯電極 4 A 1 は、第 1 のバスバー 4 A 1 a と、第 1 のバスバー 4 A 1 a に基端が接続された複数の第 1 の電極指 4 A 1 b とを有している。また、第 2 の櫛歯状電極 4 A 2 は、第 1 のバスバー 4 A 1 a と対向する第 2 のバスバー 4 A 2 a と、第 2 のバスバー 4 A 2 a に基端が接続された複数の第 2 の電極指 4 A 2 b とを有している。複数の第 1 の電極指 4 A 1 b と複数の第 2 の電極指 4 A 2 b とは互いに間挿しあっている。弾性波装置 3 1 のように、本発明においては、圧電膜 3 上に設けられた励振電極は I D T 電極であってもよい。

[0050] 弾性波装置 3 1 においても、空洞部 7 に臨む主面 6 a、6 b の表面粗さは第 1 の実施形態の弾性波装置 1 と同様とされている。従って、不要波を散乱させ、特性の劣化を効果的に抑制することができる。

[0051] 図 8 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。弾性波装置 4 1 においても、空洞部 7 に臨む主面 6 a、6 b の表面粗さは互いに異なっている。したがって、不要波を散乱させ、特性の劣化を効果的に

抑制することができる。具体的には、主面 6 a には、主面 6 a から空洞部 7 に向かって凸となる複数の凸部が設けられている。ここで、弾性波装置 4 1 では、主面 6 a に設けられた複数の凸部は、互いに高さ（支持基板 2 と圧電膜 3 との積層方向における大きさ）の異なる凸部を含む。これにより、圧電膜 3 が空洞部 7 側にたわんで主面 6 a に張り付くことを抑制しやすくなる。

[0052] さらに、主面 6 a に設けられた複数の凸部は、空洞部 7 側に向かうにつれて幅が細くなるテーパ形状となっている。具体的には、支持基板 2 と圧電膜 3 との積層方向に平面視して、複数の凸部はドット上に並んでいる。主面 6 a に設けられた複数の凸部はその空洞部 7 側の端部がとがっている。言い換えれば、これにより、仮に、圧電膜 3 がたわんで主面 6 a に張り付いた場合においても、圧電膜 3 の振動が阻害されにくくなり、弾性波装置 4 1 の特性劣化を抑制できる。

[0053] なお、支持基板 2 と圧電膜 3 との積層方向に平面視して、複数の凸部の空洞部 7 側の端部と、圧電膜 3 とが重なる面積の総面積は、支持基板 2 と圧電膜 3 との積層方向に平面視して空洞部 7 と重なる圧電膜 3 の面積に対して 5 %未満であってもよい。この場合、より確実に、弾性波装置 4 1 の特性劣化を抑制しやすくなる。

[0054] 図 9 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。弾性波装置 5 1 においても、空洞部 7 に臨む主面 6 a, 6 b の表面粗さは互いに異なっている。したがって、不要波を散乱させ、特性の劣化を効果的に抑制することができる。弾性波装置 5 1 では、主面 6 a に設けられた複数の凸部のうち隣り合う凸部同士を所定の距離を空けて設けてもよい。これにより、圧電膜 3 が空洞部 7 側にたわんで主面 6 a に張り付くことを抑制しやすくなる。具体的には、例えば、圧電膜 3 のうちたわみやすい箇所と、隣り合う凸部同士の間の領域とを、支持基板 2 と圧電膜 3 との積層方向に平面視して重なるように設ければ、圧電膜 3 がたわんだ場合でも圧電膜 3 が支持基板 2 の主面 6 a に張り付きにくくなる。また、その場合、圧電膜 3 のうちたわみやすい箇所が、支持基板 2 と圧電膜 3 との積層方向に平面視して凸部によ

り挟まれることになる。よって、圧電膜 3 がよりたわみにくくなる。このように、隣り合う凸部同士を所定の距離を空けて設けるに際し、凸部の位置を調整することにより、圧電膜 3 が主面 6 a に張り付くことを抑制しやすくなる。なお、図 9 に示すように、隣り合う凸部同士の間の距離が異なる箇所があってもよい。

[0055] また、図 10 (a) 及び図 10 (b) に示す弾性波装置 5 1 A のように、機能電極が I D T 電極 5 2 である場合、支持基板 2 と圧電膜 3 との積層方向に平面視して、I D T 電極 5 2 の交差領域 (I D T 電極 5 2 の第 1, 第 2 電極指同士が、電極指が並ぶ方向に見て重なる領域) と重なる箇所には凸部を設けず、交差領域と重ならない箇所には凸部を設けてもよい。圧電膜 3 のうち、支持基板 2 と圧電膜 3 との積層方向に平面視して交差領域と重なる箇所は、その他の箇所に比べてたわみやすくなっている。したがって、交差領域と重なる箇所には凸部を設けず、その他の箇所には凸部を設けることにより、圧電膜 3 が主面 6 a に張り付くことをより抑制しやすくなる。

[0056] 図 1 1 は、本発明の第 6 の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。弾性波装置 6 1 においても、空洞部 7 に臨む主面 6 a, 6 b の表面粗さ R a は異なっている。ここでは、主面 6 a の表面粗さ R a が主面 6 b の表面粗さ R a よりも粗くなっている。

[0057] 弾性波装置 6 1 では、支持基板 2 A と、圧電膜 3 との間に中間層 6 2 が設けられている。この中間層 6 2 に、圧電膜 3 側に開いた凹部が設けられており、それによって空洞部 7 が形成されている。主面 6 a は、中間層 6 2 を構成している材料において、空洞部 7 に臨む主面である。主面 6 b は、圧電膜 3 の空洞部 7 に臨む主面、すなわち、圧電膜 3 の第 2 の主面 3 b である。従って、第 1 の実施形態と同様に、中間層 6 2 の支持基板 2 A 側の主面 6 2 b と空洞部 7 の下面に相当する主面 6 a との間が第 1 の中間層 1 1 a となる。また、中間層 6 2 の圧電膜 3 側の主面 6 2 a と空洞部 7 の下面である主面 6 a との間の部分が第 3 の中間層 1 4 となる。

[0058] 中間層 6 2 の材料は特に限定されていないが、上述した各実施形態と同様に

、無機材料からなる接合材料や合成樹脂などを用いることができる。

[0059] 図 1 2 は、本発明の第 7 の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。弾性波装置 7 1 の支持基板 2 においては、第 3 の支持基板層 2 C 上に、支持基板中間層 7 3 を介して、第 2 の支持基板層 2 B が積層されている。支持基板 2 と、圧電膜 3 との間に中間層 7 2 が設けられている。空洞部 7 は、中間層 7 2 及び第 2 の支持基板層 2 B を貫くように設けられている。従って、空洞部 7 に面している主面 6 a は、支持基板中間層 7 3 の上面となる。他方、空洞部 7 に面している主面 6 b は、圧電膜 3 の第 2 の主面 3 b となる。

[0060] 本実施形態においても、主面 6 a の表面粗さ R a と、主面 6 b の表面粗さ R a が異なっている。より具体的には、主面 6 a の表面粗さ R a が主面 6 b の表面粗さ R a よりも大きくなっている。

[0061] このように、支持基板 2 は、第 3 の支持基板層 2 C 上に、支持基板中間層 7 3 を介して第 2 の支持基板層 2 B を積層した構造を有していてもよい。なお、支持基板中間層 7 3 は、合成樹脂や無機材料など適宜の材料からなる。

## 符号の説明

- [0062] 1 …弾性波装置  
2, 2 A …支持基板  
2 B …第 2 の支持基板層  
2 C …第 3 の支持基板層  
3 …圧電膜  
3 A …圧電基板  
3 a, 3 b …第 1, 第 2 の主面  
3 c, 3 d …端縁  
3 e …スルーホール  
4, 4 A …第 1 の励振電極  
4 a, 5 a …引き出し部  
4 A 1, 4 A 2 …第 1, 第 2 の櫛歯電極  
4 A 1 a, 4 A 2 a …第 1, 第 2 のバスバー

4 A 1 b, 4 A 2 b…第 1, 第 2 の電極指  
5…第 2 の励振電極  
6…中間層  
6 a, 6 b…主面  
7…空洞部  
8, 9…2 層目配線  
1 0…端子電極  
1 0 a…スルーホール電極  
1 0 b…端子電極  
1 1, 1 2…第 1, 第 2 の層  
1 1 a, 1 2 a…第 1, 第 2 の中間層  
1 3…貫通孔  
1 4, 1 4 A…第 3 の中間層  
1 5…犠牲層  
2 1, 3 1, 4 1, 5 1, 5 1 A, 6 1, 7 1…弾性波装置  
5 2…I D T 電極  
6 2…中間層  
6 2 a, 6 2 b…主面  
7 2…中間層  
7 3…支持基板中間層

## 請求の範囲

- [請求項1] 支持基板を含む第1の層と、  
前記第1の層上に設けられており、圧電膜を含む第2の層と、  
前記第2の層上に設けられた励振電極と、  
を備え、  
前記第1の層と前記第2の層との間に空洞部が設けられており、前記第1の層と前記第2の層との積層方向において、前記励振電極の少なくとも一部が前記空洞部と重なっており、  
前記空洞部に面している前記第1の層の主面の表面粗さが、前記空洞部に面している前記第2の層の主面の表面粗さと異なっている、弾性波装置。
- [請求項2] 前記空洞部に面している前記第1の層の主面の表面粗さが、前記空洞部に面している前記第2の層の主面の表面粗さよりも大きい、請求項1に記載の弾性波装置。
- [請求項3] 前記第2の層において、前記第2の層を貫通し、前記空洞部に至っている貫通孔が設けられている、請求項1または2に記載の弾性波装置。
- [請求項4] 前記空洞部に面している前記第1の層の主面の表面粗さ及び前記空洞部に面している前記第2の層の主面の表面粗さが、いずれも、前記第2の層の前記励振電極が設けられている主面の表面粗さよりも大きい、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] 前記第2の層が、前記圧電膜の前記空洞部側の主面に設けられた第2の中間層をさらに含む、請求項1～4のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項6] 前記第1の層は、前記支持基板の前記空洞部側の主面に設けられた第1の中間層をさらに含む、請求項5に記載の弾性波装置。
- [請求項7] 前記第1の中間層と前記第2の中間層とが一体化されている、請求項6に記載の弾性波装置。

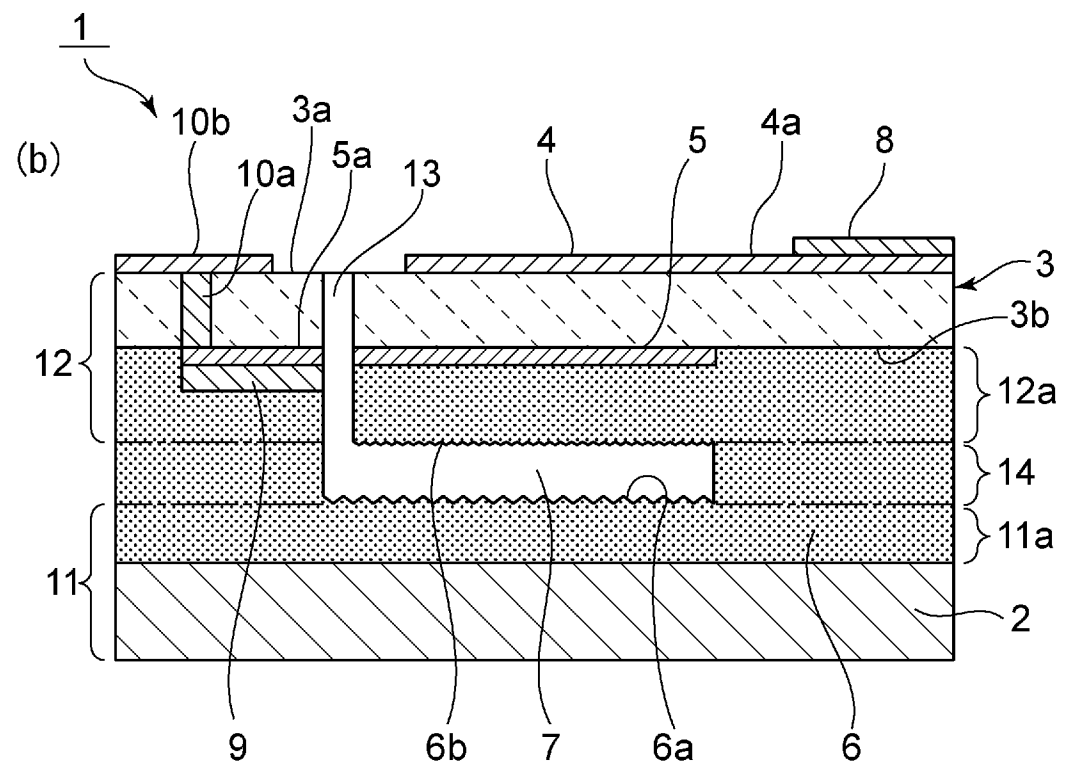
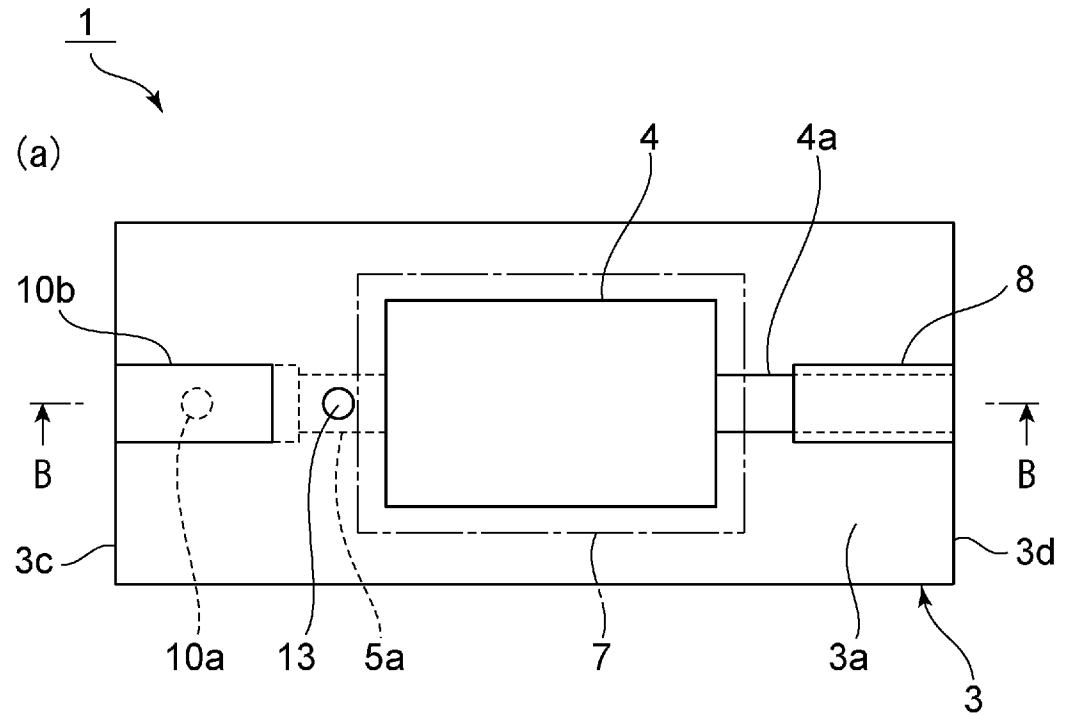
- [請求項8] 前記第1の中間層と前記第2の中間層とが同じ材料を含む、請求項6または7に記載の弾性波装置。
- [請求項9] 前記励振電極がIDT電極である、請求項1～8のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項10] 前記励振電極が、上部電極であり、前記圧電膜の前記励振電極が設けられた主面とは反対側の主面に下部電極が設けられている、請求項1～8のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項11] 前記第1の層の主面には、前記第1の層の前記主面から前記空洞部に向かって凸となる複数の凸部が設けられており、  
前記複数の凸部は、高さが異なる凸部を含む、請求項1～10のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項12] 前記第1の層の主面には、前記第1の層の前記主面から前記空洞部に向かって凸となる複数の凸部が設けられており、  
前記複数の凸部のうち隣り合う凸部同士が所定の距離を空けて設けられている、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] 前記第1の層の主面には、前記第1の層の前記主面から前記空洞部に向かって凸となる複数の凸部が設けられており、  
前記複数の凸部の前記空洞部側の端部はとがっている、請求項1～12のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項14] 前記第1の層の主面には、前記第1の層の前記主面から前記空洞部に向かって凸となる複数の凸部が設けられており、  
前記IDT電極は、  
互いに対向する第1、第2のバスバーと、  
前記第1のバスバーに基端が接続された複数の第1の電極指と、  
前記第2のバスバーに基端が接続された複数の第2の電極指と、  
を有し、  
前記複数の第1の電極指と前記複数の第2の電極指とが並ぶ方向に見て、前記複数の第1の電極指と前記複数の第2の電極指とが重なり

合う領域を交差領域とした場合、

前記支持基板と前記圧電膜との積層方向に平面視して、前記交差領域と重なる箇所には前記複数の凸部が設けられておらず、前記交差領域と重ならない箇所には前記複数の凸部が設けられている、請求項 9 に記載の弾性波装置。

[図1]

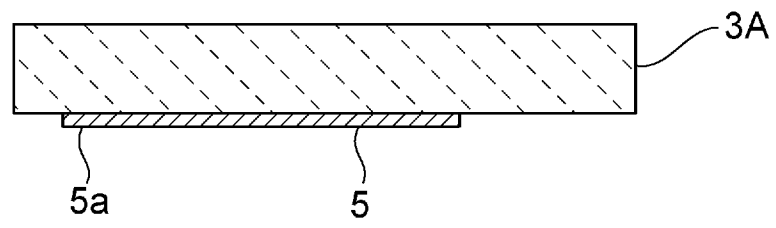
图1



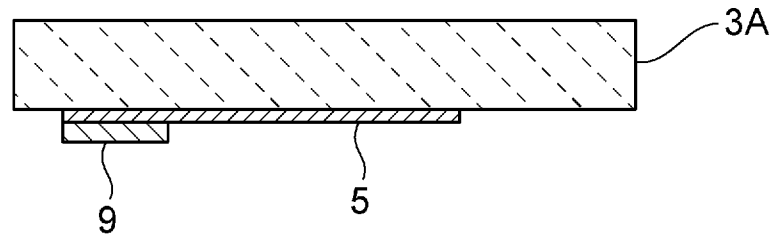
[図2]

図2

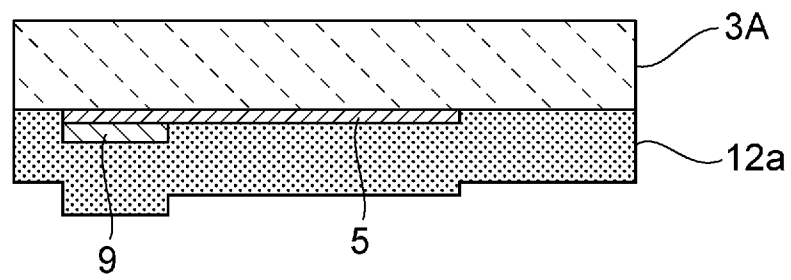
(a)



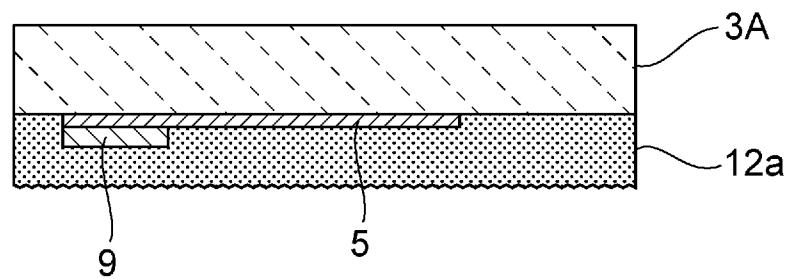
(b)



(c)

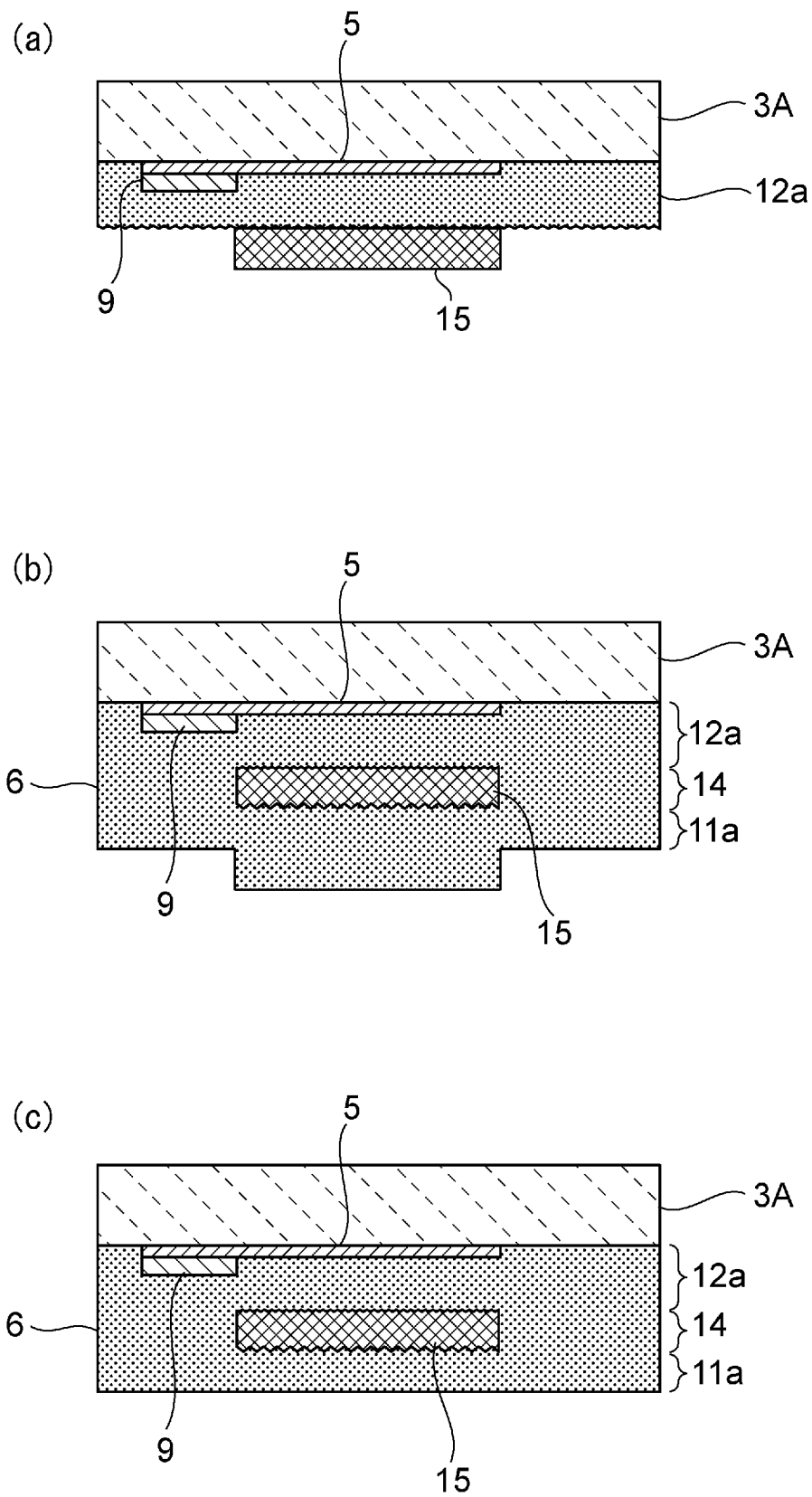


(d)



[図3]

図3



[図4]

図4

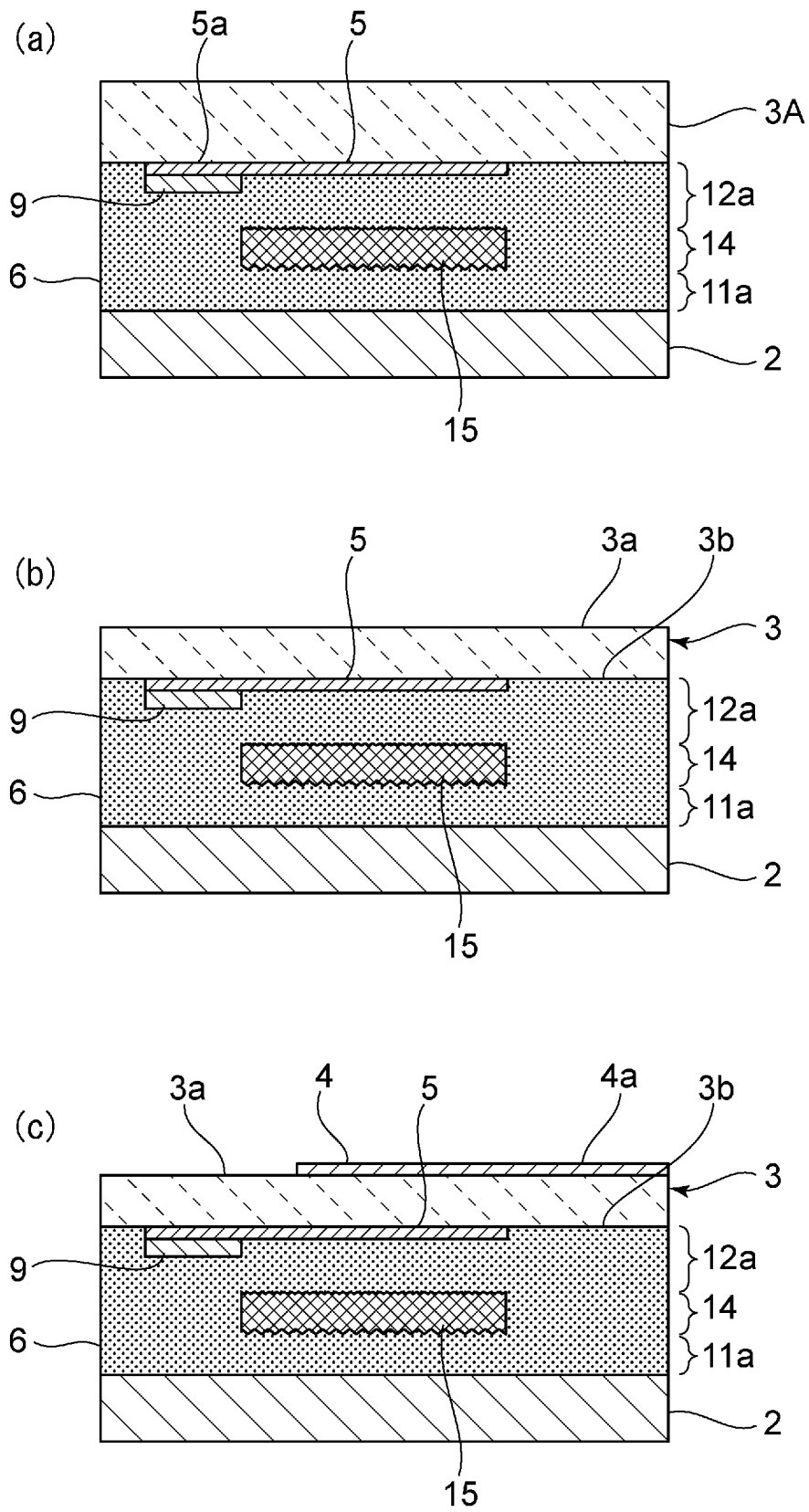
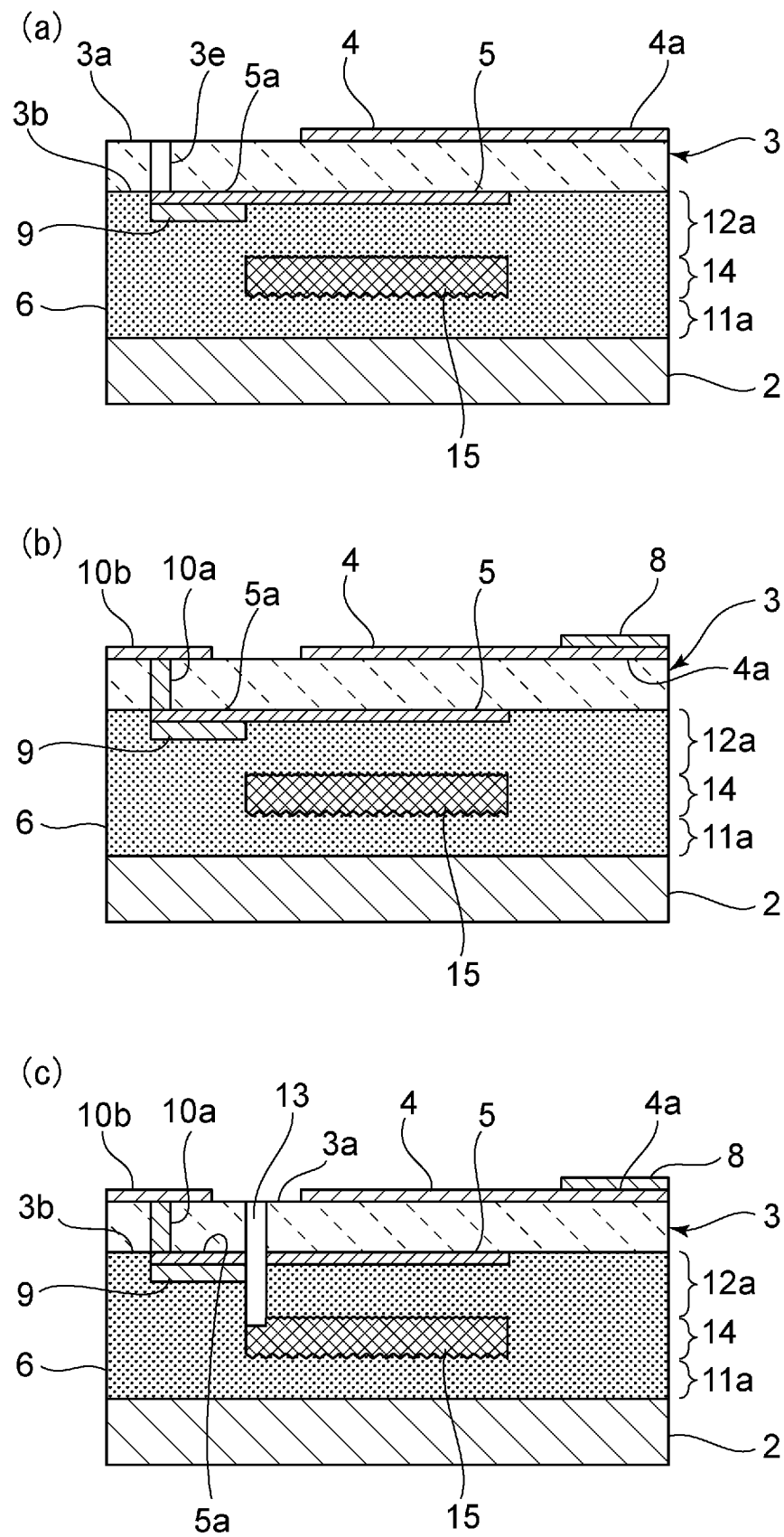
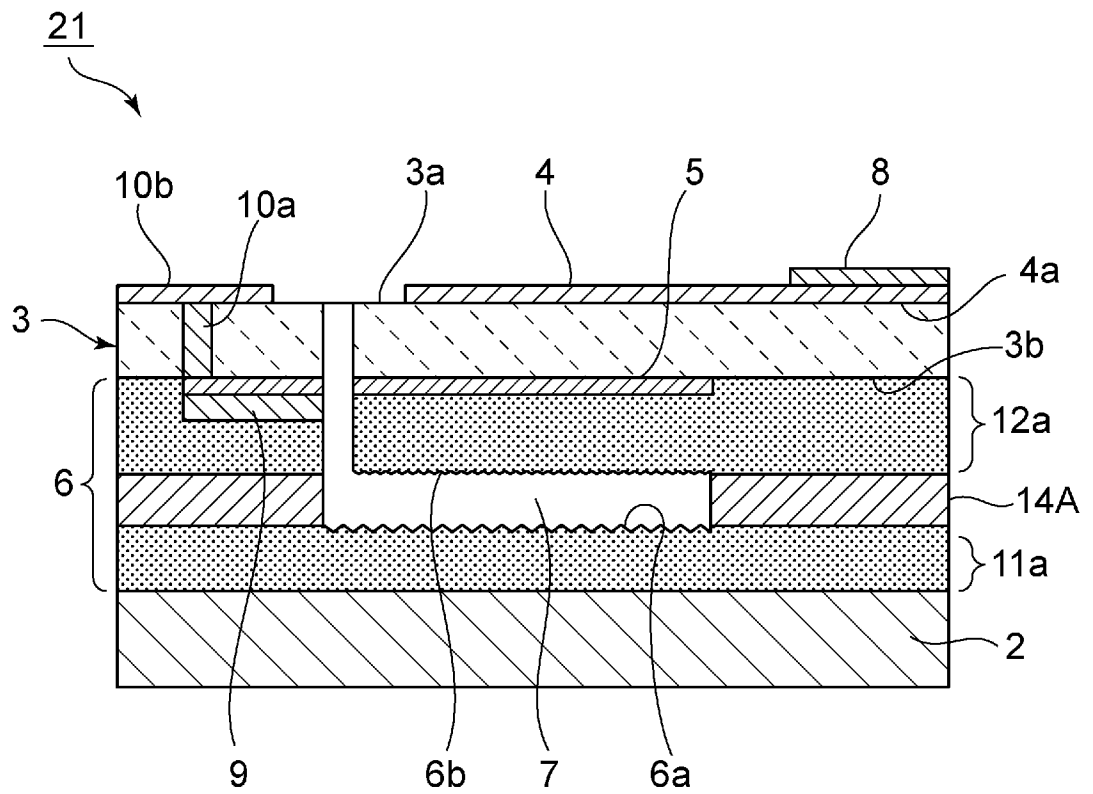


図5



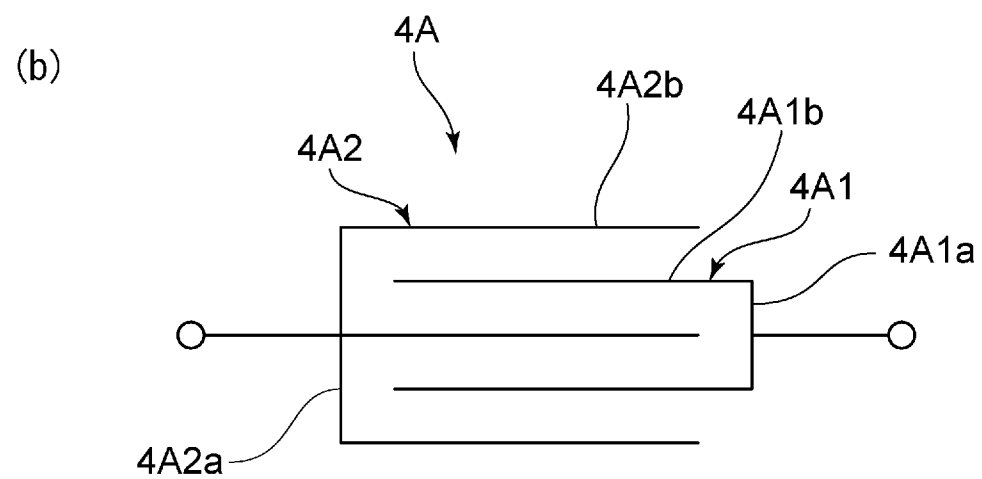
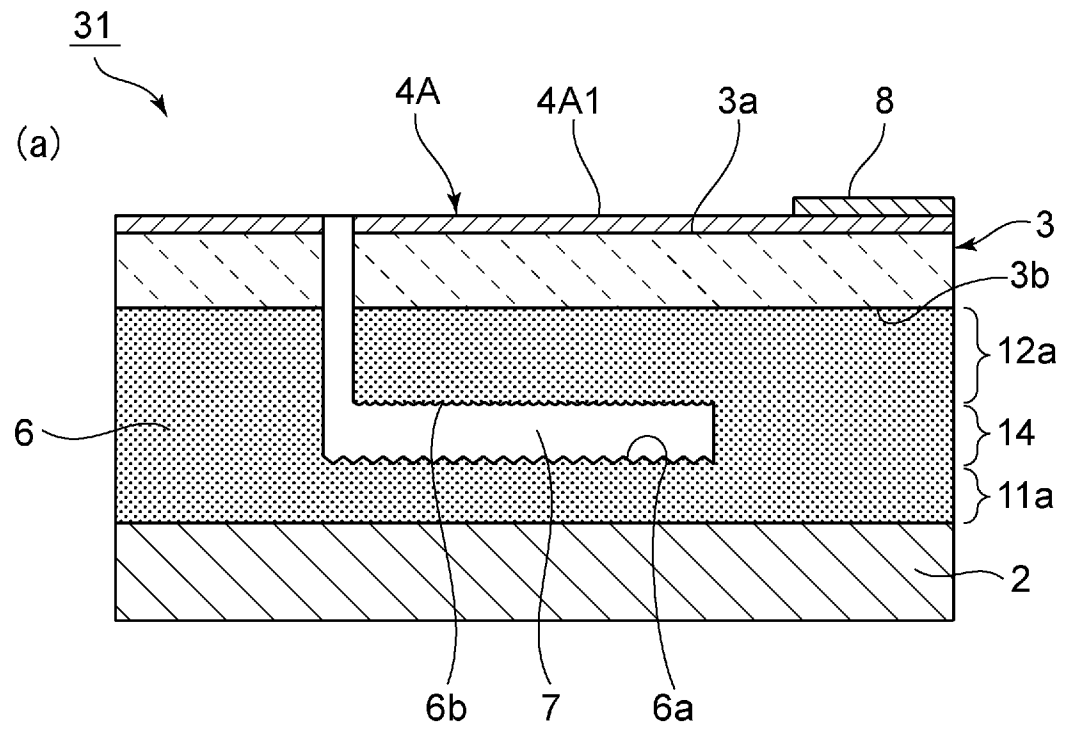
[図6]

图6



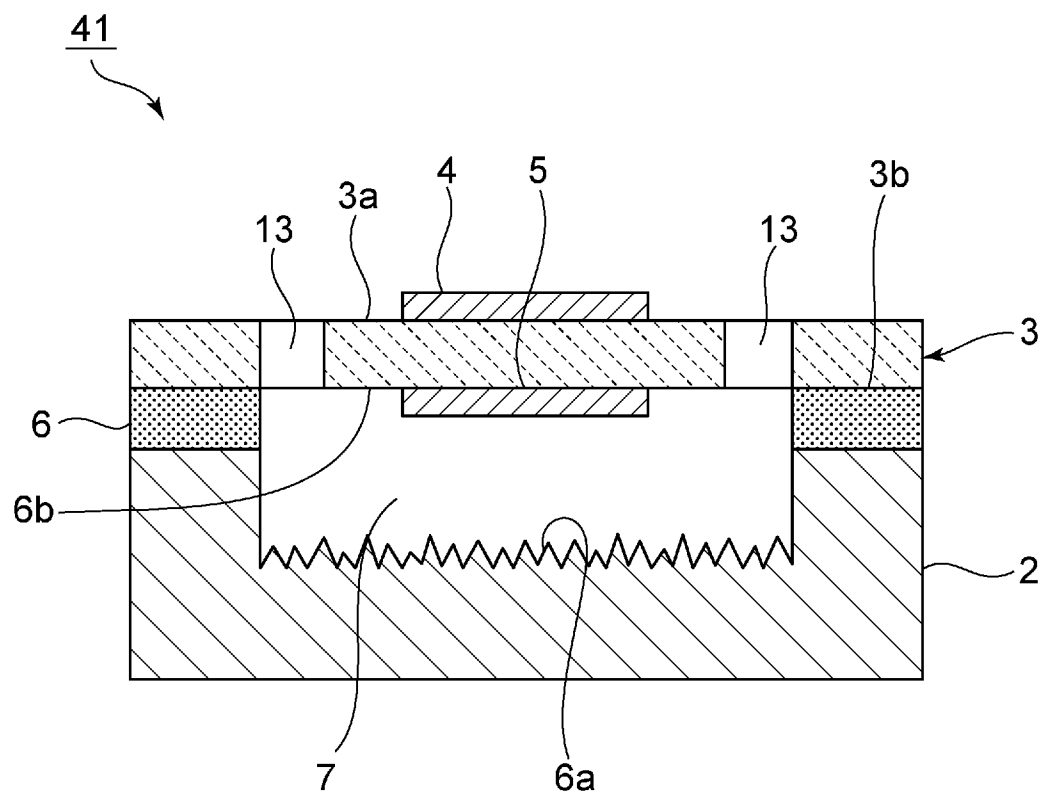
[図7]

図7



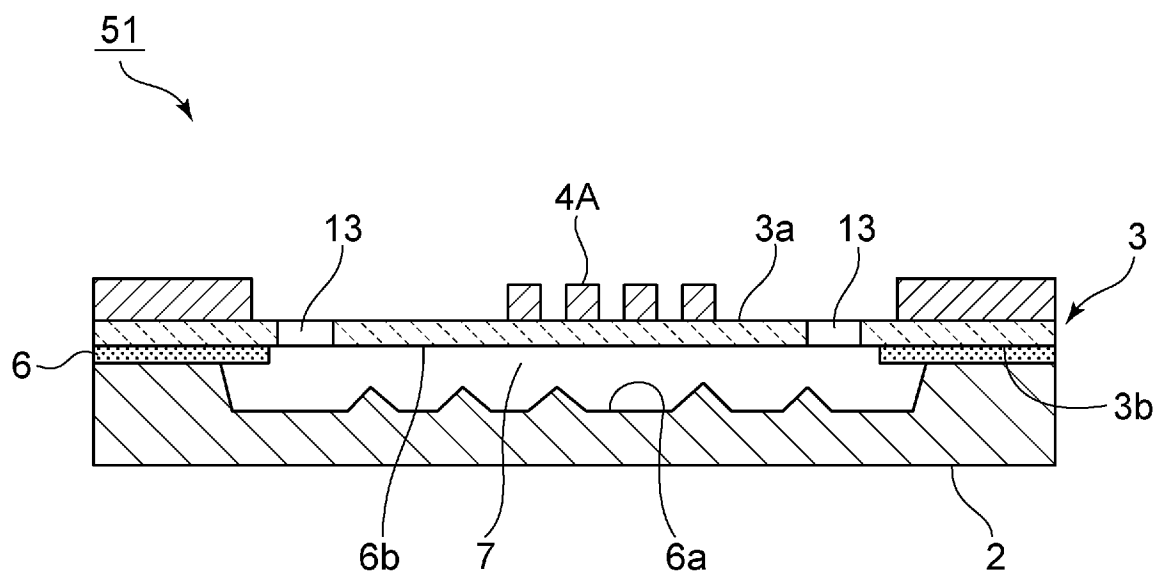
[図8]

図8



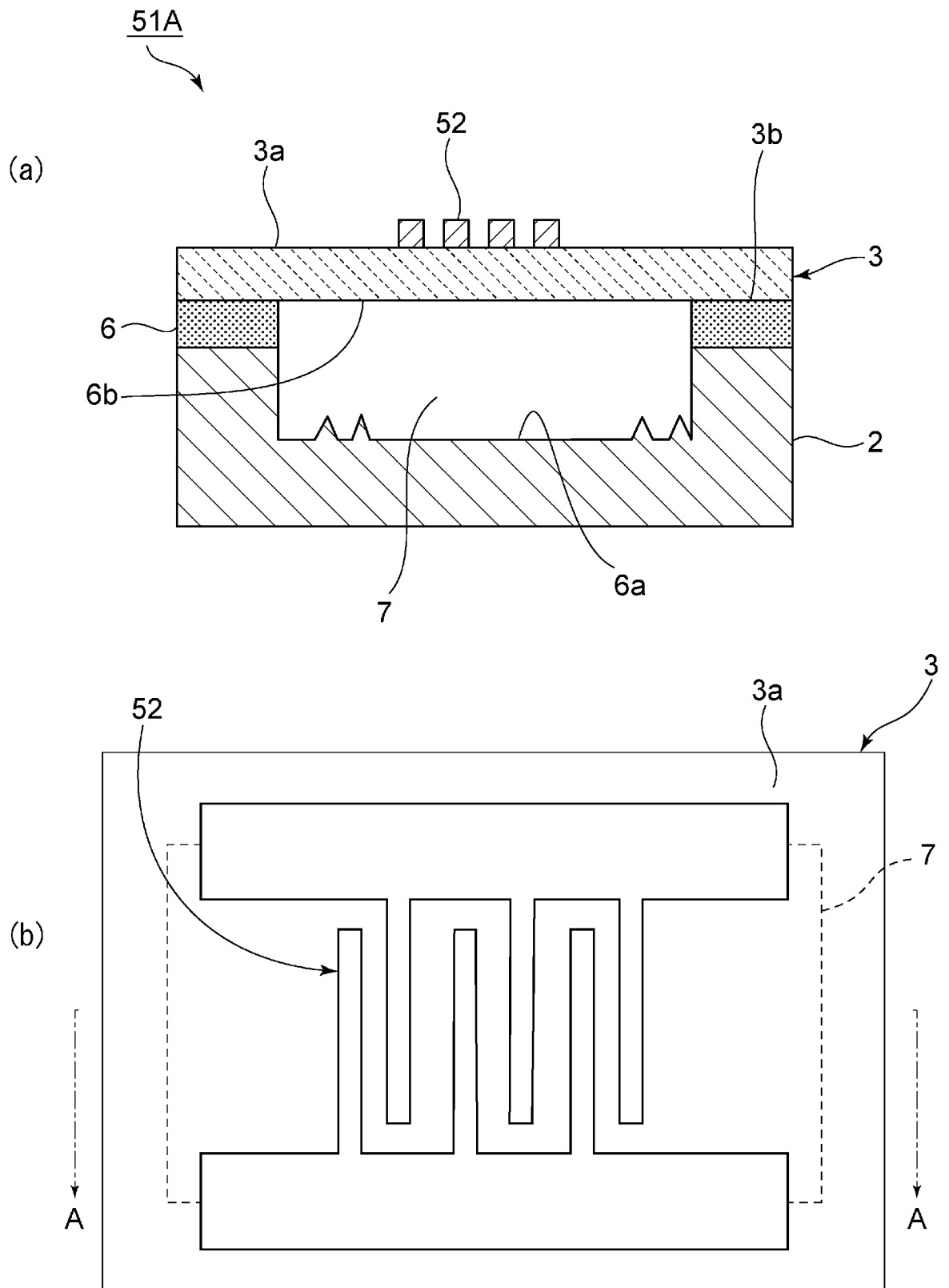
[図9]

図9



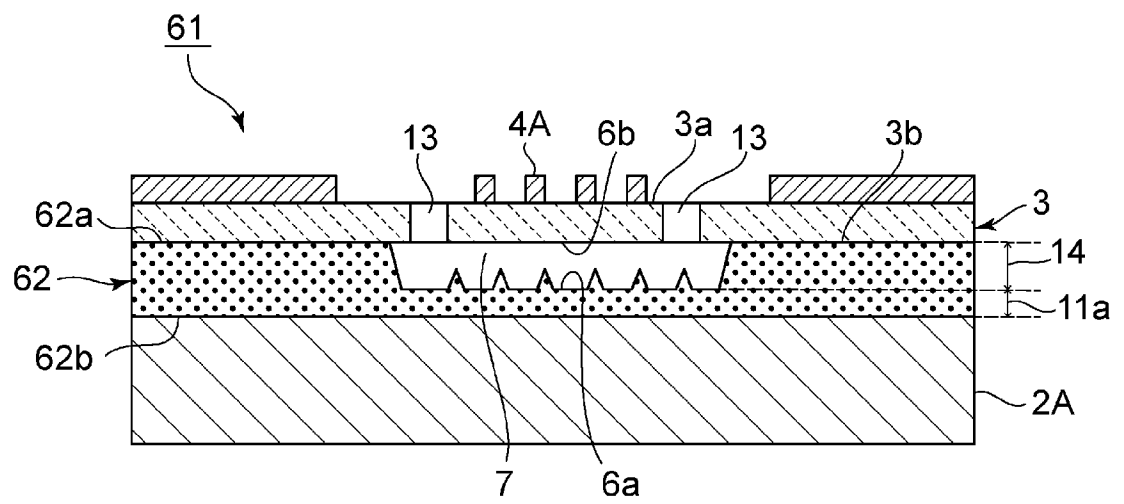
[図10]

図10



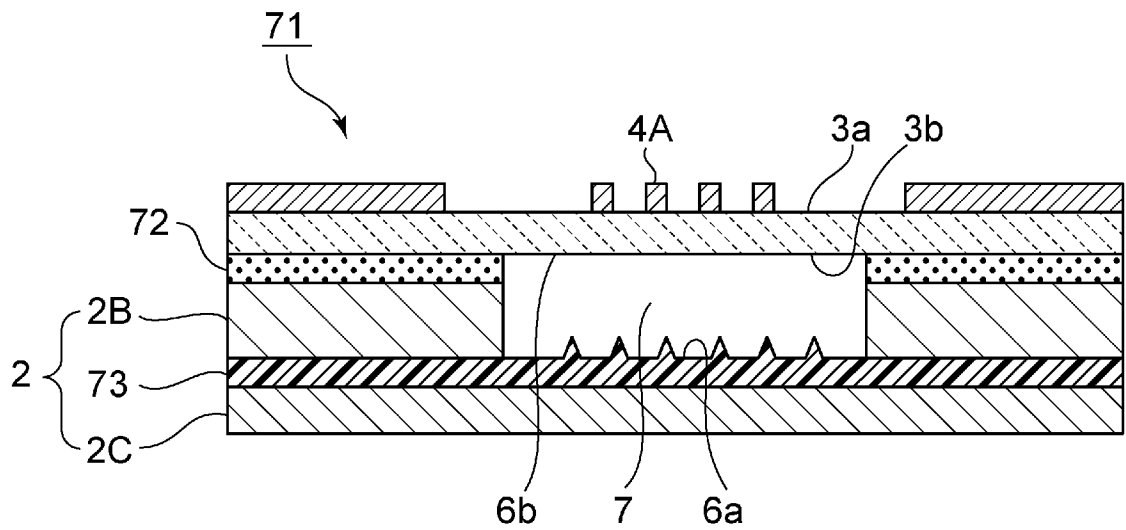
[図11]

図11



[図12]

図12



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/004691

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H03H 9/17**(2006.01)i; **H03H 9/25**(2006.01)i

FI: H03H9/17 F; H03H9/25 D

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)

H03H9/17; H03H9/25

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996  
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022  
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022  
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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         | JP 2003-17980 A (FUJITSU LTD., FUJITSU MEDIA DEVICE KK) 17 January 2003 (2003-01-17) | 1, 5-9                |
| Y         | paragraphs [0030]-[0032], [0037], fig. 14                                            | 14                    |
| X         | JP 2005-342817 A (SONY CORP.) 15 December 2005 (2005-12-15)                          | 1-3, 10-13            |
|           | paragraphs [0016]-[0019], [0029], fig. 1, 5                                          |                       |
| X         | JP 2007-60413 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND. CO., LTD.) 08 March 2007 (2007-03-08)      | 1-2, 10, 13           |
|           | paragraphs [0020]-[0023], [0038]-[0040], fig. 5                                      |                       |
| X         | JP 2007-221588 A (TOSHIBA CORP.) 30 August 2007 (2007-08-30)                         | 1-8, 10, 12           |
|           | paragraphs [0012]-[0018], [0034]-[0038], fig. 1-3, 17-18                             |                       |
| X         | JP 2010-147871 A (PANASONIC ELECTRIC WORKS CO., LTD.) 01 July 2010 (2010-07-01)      | 1-4, 10               |
|           | paragraphs [0034]-[0084], fig. 1-4                                                   |                       |

☒ 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

“&amp;” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 April 2022

Date of mailing of the international search report

19 April 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)  
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915  
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/JP2022/004691****C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                          | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 2021-27397 A (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 22 February 2021 (2021-02-22)<br>paragraphs [0021]-[0028], [0039]-[0040], fig. 1, 5 | 1-3, 10, 12-13        |
| Y         |                                                                                                                             | 14                    |
| A         | JP 2004-96677 A (FUJITSU MEDIA DEVICE KK, FUJITSU LTD.) 25 March 2004<br>(2004-03-25)<br>paragraphs [0036]-[0040], fig. 2   | 1-14                  |
| A         | WO 2005/060091 A1 (UBE INDUSTRIES, LTD.) 30 June 2005 (2005-06-30)<br>paragraphs [0039], [0053]                             | 1-14                  |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2022/004691**

| Patent document<br>cited in search report |             |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s)                                                                                             | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-------------|----|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| JP                                        | 2003-17980  | A  | 17 January 2003                      | US 6437479 B1<br>column 6, lines 27-53, column<br>7, lines 32-48, fig. 14<br>DE 10202856 A1<br>KR 10-2003-0003654 A |                                      |
| JP                                        | 2005-342817 | A  | 15 December 2005                     | (Family: none)                                                                                                      |                                      |
| JP                                        | 2007-60413  | A  | 08 March 2007                        | (Family: none)                                                                                                      |                                      |
| JP                                        | 2007-221588 | A  | 30 August 2007                       | US 2007/0194863 A1<br>paragraphs [0028]-[0034],<br>[0050]-[0054], fig. 1-3, 17-18<br>CN 101026368 A                 |                                      |
| JP                                        | 2010-147871 | A  | 01 July 2010                         | (Family: none)                                                                                                      |                                      |
| JP                                        | 2021-27397  | A  | 22 February 2021                     | (Family: none)                                                                                                      |                                      |
| JP                                        | 2004-96677  | A  | 25 March 2004                        | US 2004/0041496 A1<br>paragraphs [0038]-[0042], fig.<br>2<br>KR 10-2004-0021554 A<br>CN 1489285 A                   |                                      |
| WO                                        | 2005/060091 | A1 | 30 June 2005                         | US 2006/0033595 A1<br>paragraphs [0047], [0061]<br>EP 1701440 A1<br>CN 1894849 A                                    |                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                       |                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>H03H 9/17(2006.01)i; H03H 9/25(2006.01)i<br>FI: H03H9/17 F; H03H9/25 D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                       |                                                                         |
| 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））<br>H03H9/17; H03H9/25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                       |                                                                         |
| 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<br>日本国公開実用新案公報 1971-2022年<br>日本国実用新案登録公報 1996-2022年<br>日本国登録実用新案公報 1994-2022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<br>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<br>請求項の番号                                                          |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | JP 2003-17980 A（富士通株式会社, 富士通メディアデバイス株式会社）17.01.2003<br>(2003 - 01 - 17)<br>[0030]-[0032], [0037], 図14 | 1, 5-9                                                                  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                       | 14                                                                      |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | JP 2005-342817 A（ソニー株式会社）15.12.2005（2005 - 12 - 15）<br>[0016]-[0019], [0029], 図1, 図5                  | 1-3, 10-13                                                              |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | JP 2007-60413 A（松下電器産業株式会社）08.03.2007（2007 - 03 - 08）<br>[0020]-[0023], [0038]-[0040], 図5             | 1-2, 10, 13                                                             |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | JP 2007-221588 A（株式会社東芝）30.08.2007（2007 - 08 - 30）<br>[0012]-[0018], [0034]-[0038], 図1-図3, 図17-図18    | 1-8, 10, 12                                                             |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | JP 2010-147871 A（パナソニック電工株式会社）01.07.2010（2010 - 07 - 01）<br>[0034]-[0084], 図1-図4                      | 1-4, 10                                                                 |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | JP 2021-27397 A（太陽誘電株式会社）22.02.2021（2021 - 02 - 22）<br>[0021]-[0028], [0039]-[0040], 図1, 図5           | 1-3, 10, 12-13                                                          |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                       | 14                                                                      |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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<br>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの<br>“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<br>“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）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“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<br>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>“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<br>“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<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |                                                                                                       |                                                                         |
| 国際調査を完了した日<br><br>05.04.2022                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                       | 国際調査報告の発送日<br><br>19.04.2022                                            |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                       | 権限のある職員（特許庁審査官）<br><br>▲高▼橋 徳浩 5W 4877<br><br>電話番号 03-3581-1101 内線 3576 |

| C. 関連すると認められる文献 |                                                                                                |                |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A               | JP 2004-96677 A (富士通メディアデバイス株式会社, 富士通株式会社) 25.03.2004<br>(2004 - 03 - 25)<br>[0036]-[0040], 図2 | 1-14           |
| A               | W0 2005/060091 A1 (宇部興産株式会社) 30.06.2005 (2005 - 06 - 30)<br>[0039], [0053]                     | 1-14           |

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/004691

| 引用文献 |             |    | 公表日        | パテントファミリー文献                                                                            | 公表日 |
|------|-------------|----|------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| JP   | 2003-17980  | A  | 17.01.2003 | US 6437479 B1<br>第6列第27-53行, 第7列第32-48行, 図14<br>DE 10202856 A1<br>KR 10-2003-0003654 A |     |
| JP   | 2005-342817 | A  | 15.12.2005 | (ファミリーなし)                                                                              |     |
| JP   | 2007-60413  | A  | 08.03.2007 | (ファミリーなし)                                                                              |     |
| JP   | 2007-221588 | A  | 30.08.2007 | US 2007/0194863 A1<br>[0028]-[0034], [0050]-[0054], 図1-図3, 図17-図18<br>CN 101026368 A   |     |
| JP   | 2010-147871 | A  | 01.07.2010 | (ファミリーなし)                                                                              |     |
| JP   | 2021-27397  | A  | 22.02.2021 | (ファミリーなし)                                                                              |     |
| JP   | 2004-96677  | A  | 25.03.2004 | US 2004/0041496 A1<br>[0038]-[0042], 図2<br>KR 10-2004-0021554 A<br>CN 1489285 A        |     |
| WO   | 2005/060091 | A1 | 30.06.2005 | US 2006/0033595 A1<br>[0047], [0061]<br>EP 1701440 A1<br>CN 1894849 A                  |     |