

(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
2024年1月25日(25.01.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/019142 A1

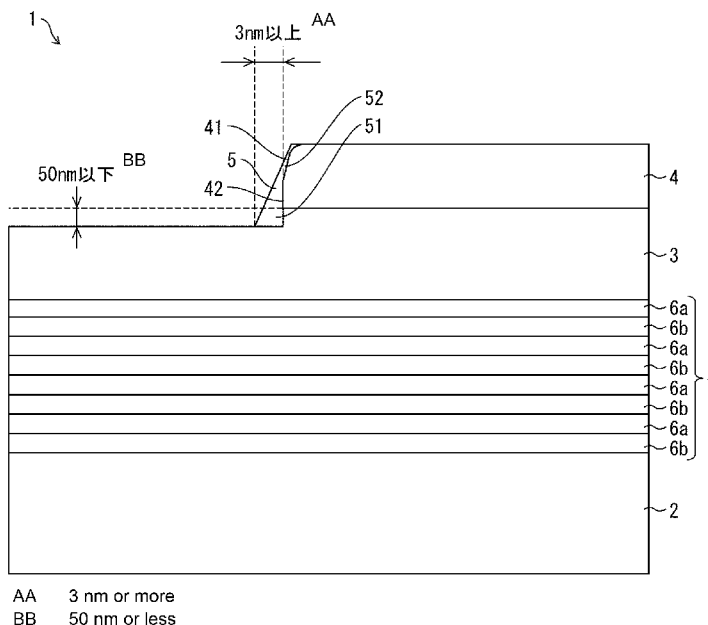
(51) 国際特許分類:
H03H 9/145 (2006.01) H03H 3/08 (2006.01)
(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/026753
(22) 国際出願日: 2023年7月21日(21.07.2023)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願 2022-116621 2022年7月21日(21.07.2022) JP
(71) 出願人: 京セラ株式会社 (KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 西岡 庸介 (NISHIOKA, Yosuke); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 南部 雅樹(NAMBU, Masaki); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 加藤 敬(KATO, Takashi); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 野添 惣一郎(NOZOE, Soichiro); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP).
(74) 代理人: 弁理士法人 HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE MARK (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE MARK); 〒5300041 大阪府

(54) Title: ELASTIC WAVE DEVICE, COMMUNICATION DEVICE, AND MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 弾性波装置、通信装置、および製造方法

図 1



(57) Abstract: IDT electrodes are fine and it is, therefore, necessary to improve the power tolerance to migration. This elastic wave device comprises: a piezoelectric layer; an electrode that is provided on the piezoelectric layer; and a cover part that covers at least some of the side surfaces of the electrode and that includes elements constituting the piezoelectric layer, said elements being other than oxygen and nitrogen.

(57) 要約: IDT電極が微細なため、マイグレーションに対する耐電力性を向上する必要がある。圧電体層と、圧電体層の上に設けられた電極と、電極の側面の少なくとも一部を覆い、酸素および窒素以外の圧電体層を構成する元素を含むカバー部と、を有する。

大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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、通信装置、および製造方法

技術分野

[0001] 本開示は弾性波装置に関する。

背景技術

[0002] 弾性波装置では、圧電基板上に、ＩＤＴ電極をアルミニウム膜によって形成している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開２００３－０７８３８４号公報

発明の概要

[0004] 本開示の一態様によれば、圧電体層と、前記圧電体層の上に設けられた電極と、前記電極の側面の少なくとも一部を覆うカバー部と、を有し、前記カバー部は、前記圧電体層を構成する酸素および窒素以外の元素を含む。

[0005] 本開示の別の態様によれば、圧電体層を形成するステップと、前記圧電体層の上に設けられた電極を形成するステップと、前記圧電体層と前記電極とをドライエッチングするステップと、を含む。

図面の簡単な説明

- [0006] [図1]実施形態１に係る弾性波装置の断面構造を示す模式図である。
- [図2]比較例と実施形態１とに係る弾性波装置を並べて比較した図である。
- [図3]図１に記載の弾性波装置に対して、保護膜を形成した図である。
- [図4]実施形態１に係る弾性波装置の断面構造を示す一例である。
- [図5]図４の一部を拡大した写真である。
- [図6]図５における特定の線分上のタンタルの組成量を示すグラフである。
- [図7]ドライエッチングをした場合としていない場合での、耐電力を比較した結果である。
- [図8]実施形態２に係る弾性波装置の断面構造を示す模式図である。

[図9]実施形態3における通信装置の概略的な構成を例示する図である。

[図10]弾性波装置の断面構造を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0007] IDT電極が微細なため、エレクトロマイグレーションによる耐電力性が小さいという課題があった。また、エレクトロマイグレーションによる耐電力性を向上させるために、IDT電極の側面を覆うカバー部を形成する工程を追加する場合、製造プロセスに複数の工程を追加する必要があり、製造コストが上昇するという課題があった。

[0008] [実施形態1]

(板波)

弾性波装置は、例えば、板波を励振する。または、弾性波装置は、バルク波を励振してもよい。板波は、その振動面が板表面に対して垂直であるラム波と、その振動面が板表面に対して平行であるSH波と、に分類される。ラム波は、対称モードであるSモードと、反対称モードであるAモードと、に分類される。A1モードは、1次の反対称モードに該当する。本実施形態では、A1モードラム波を用いた弾性波装置に関して記載するが、これに限定されない。例えば、厚み滑りモードのバルク波を用いた弾性波装置であってもよい。板波は、種々の波の中で、後述する圧電体層3の厚みが変わる場合、共振特性の変化が大きい。バルク波もまた、後述する圧電体層3の厚みが変わる場合、共振特性の変化が大きい。

[0009] 弾性波装置の断面構造の一例に関して説明する。図9は、弾性波装置100の断面構造を示す模式図である。弾性波装置100は、支持基板2と、多層膜6と、圧電体層3と、電極4と、をこの順に重畳して構成される。

[0010] 支持基板2は、圧電体層3および電極4を支持する基板である。支持基板2はシリコンによって構成されてもよいし、サファイア、またはガラス等の種々の材料が用いられてもよい。

[0011] 多層膜6は、低音響インピーダンス層6aおよび高音響インピーダンス層6bが多数交互に積層された、音響反射膜である。図9においては、低音響

インピーダンス層 6 a および高音響インピーダンス層 6 b が 4 層ずつ交互に積層されている。すなわち、多層膜 6 は、弾性波装置 100 の上方から伝播してきたラム波を、低音響インピーダンス層 6 a および高音響インピーダンス層 6 b の界面で反射することになる。また、低音響インピーダンス層 6 a は、 SiO_2 を含んでいてもよい。高音響インピーダンス層 6 b は、 HfO_2 、 Ta_2O_5 、および ZrO_2 の少なくとも 1 つを含んでいてもよく、例えば HfO_2 である。多層膜 6 はなくてもよい。

[0012] 圧電体層 3 は、比較的薄く形成されている。圧電体層 3 の厚み W は、後述する電極 4 のピッチによって定まる、電極 4 が励振する板波の 1 波長以下であってもよい。圧電体層 3 としては、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、または水晶である。また、圧電体層 3 は、これらに限定されず種々の圧電材料が用いられてもよい。以降の説明では、圧電体層 3 は、タンタル酸リチウムとして説明する。

[0013] 電極 4 は、櫛歯状の I D T (interdigital transducer) 電極、すなわち多数の電極指が形成されている。また、電極 4 が形成されていない部分においては、圧電体層 3 が露出している。I D T 電極のピッチによって、圧電体層 3 が励振する板波の波長は決定される。電極 4 は、アルミニウム、銅、またはこれらを用いた合金である。

[0014] また、圧電体層 3 は、電極 4 に交流が印加されることによって、圧電体層 3 に板波が励振するように構成されてもいる。

[0015] (比較例の構成)

比較例に係る弾性波装置 100 では、図 9 に示すように、圧電体層 3 の表面と、圧電体層 3 および電極 4 の界面と、はほぼ一致する。すなわち、圧電体層 3 の上に、電極 4 が形成され、その後、エッチング等を行われていない。

[0016] (周波数特性の調整方法の概要)

比較例の弾性波装置 100 では、支持基板 2 の位置に応じて、圧電体層 3 および／または電極 4 の厚みが異なっている。支持基板 2 は、例えばシリコ

ンウエハである。そのため、弾性波装置 100 は、支持基板 2 の位置に応じて周波数特性が異なってくる。

[0017] 弾性波装置 100 の周波数特性を調整するために、圧電体層 3 および電極 4 の厚みをエッチングなどによって削って調整することができる。

[0018] (弾性波装置 1 の概要)

実施形態 1 に係る弾性波装置 1 では、事前に計測した厚みを基にして、各弾性波装置の素子ごと、または素子の部分ごとに、異なる厚みでドライエッチングする。図 1 は、実施形態 1 に係る弾性波装置 1 の断面構造を示す模式図である。また、図 2 は、比較例と実施形態 1 とに係る弾性波装置 100 および 1 を並べて比較した図である。

[0019] 図 2 に示すように、弾性波装置 1 では、圧電体層 3 と電極 4 が、弾性波装置 100 よりも薄くなっている。そのため、当該弾性波装置 1 は、所望の周波数特性が得られるように調整されて、周波数特性が改善している。また、図 3 は、実施形態 1 に係る弾性波装置 1 の断面構造を示す一例である。図 3 では、撮像方法として、SEM（走査電子顕微鏡）を用いた。

[0020] 特に、圧電体層 3 の表面と、電極 4 が位置した圧電体層 3 と電極 4 との界面とでは、圧電体層 3 の表面が露出した領域の方が薄く、その厚みの差は、50 nm 以下である。すなわち、圧電体層 3 における電極 4 の領域の厚みは、圧電体層 3 におけるその表面が露出した領域の厚みより、大きくなっており、電極 4 の領域の厚みと、圧電体層 3 の表面が露出した領域の厚みと、の差は 50 nm 以下である。

[0021] また、図 2 に示すように、ドライエッチングによって電極 4 の端部のエッジが削れ、符号 43 において、ベベリングされたことがわかる。これにより、電極 4 の振動によるストレスマイグレーションを低減するという効果が得られる。

[0022] (カバー部 5 の形成)

また、弾性波装置 1 は、電極 4 の側面の少なくとも一部を覆うカバー部 5 が形成されている。このカバー部 5 は、弾性波装置 100 には存在しない部

分である。ここで、支持基板 2 は、圧電体層 3、電極 4 およびカバー部 5 を支持する。

[0023] カバー部 5 における、最も厚い部分の厚みは、3 nm 以上である。また、カバー部 5 は、第 1 部分 5 1 と、第 1 部分 5 1 より電極 4 の上方側に位置しており、第 1 部分より薄い第 2 部分と、を有する。すなわち、カバー部 5 は一様な厚さを有するのではなく、第 1 部分 5 1 と第 2 部分 5 2 とでは、カバー部 5 は異なる厚みである。また、電極 4 の上方側に行くほど薄くなってもよい。

[0024] また、電極 4 の側面は、圧電体層 3 の表面に対して非垂直の、第 1 面 4 1 を有する。当該第 1 面は、電極 4 の上方側に位置する。第 1 面にも、カバー部 5 は接している。

[0025] さらに、電極 4 の側面は、圧電体層 3 の表面の近傍に、第 1 面 4 1 よりも、圧電体層 3 の表面に対して垂直に近い、第 2 面 4 2 を有する。第 1 面と第 2 面とは連続している。当該第 2 面 4 2 にも、カバー部 5 は接している。

[0026] ここで、第 1 面 4 1 に第 2 部分 5 2 が含まれており、第 2 面 4 2 に第 1 部分 5 1 が含まれる。すなわち、圧電体層 3 の表面に対して垂直な方向と第 2 面 4 2 とがなす角度は、圧電体層 3 の表面に対して垂直な方向と第 1 面 4 1 とがなす角度よりも小さい。そのため、第 2 面 4 2 は、カバー部 5 の厚みが大きくなり易い。

[0027] 第 1 面 4 1 が、圧電体層 3 の表面に対して傾斜していることによって、電極 4 とカバー部 5 との接触面積は増加している。これにより、電極 4 の表面におけるヒロック（突出部）の形成を低減することができ、エレクトロマイグレーションに対する耐電力性を向上させる効果が得られる。また、第 2 面 4 2 は、圧電体層 3 の表面に対して垂直に近いため、カバー部 5 の堆積量が大きくなる。そのため、圧電体層 3 および電極 4 を覆う保護膜を作成した場合、第 2 面 4 2 の近傍における保護膜の被覆性が良くなり、電蝕を低減する効果が得られる。

[0028] 図 3 は、図 1 に記載の弾性波装置 1 に対して、保護膜 7 を形成した図であ

る。保護膜 7 は、圧電体層 3、および電極 4 の少なくとも一部を覆う。具体的には、保護膜 7 は、第 1 部分 5 1 を介して、電極 4 の下方側、すなわち電極 4 における、圧電体層 3 に近い部分を覆う。保護膜 7 は、 SiO_2 、 SiN 、 SiON 、 AlN 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 、 ZnO 、 Al_2O_3 、および HfO_2 等の種々の材料が考えられ、例えば SiO_2 、 SiN 、 AlN 、 Ta_2O_5 等である。

[0029] (カバー部 5 の組成)

図 3 に示すように SEM 画像において、圧電体層 3 とカバー部 5 との組成が類似している可能性が高い。これは、ドライエッチングによって削られた部分がリデポジションしたと考えられる。すなわち、カバー部 5 によって電極 4 がカバレッジされたと考えられる。

[0030] 次に、カバー部 5 の組成を詳細に分析するために、図 3 の写真の一部（符号 8）を拡大したものが図 4 である。また、図 4 における符号 9 に示す線分上のタンタルの組成量を測定したものが図 5 である。

[0031] 図 5 の下側に示すように、60 nm から 80 nm の間において、タンタルの構成量において計測値が大きくなっている。すなわち、カバー部 5 の当該区間において、タンタル元素が含まれることがわかる。実際に、当該区間と、それに対応した図 5 の上側において、濃淡が変化し、組成が変化しているであろうことから、タンタル元素を計測していると考えられる。

[0032] 圧電体層 3 の組成によって、電極 4 はカバレッジしたと考えられる。圧電体層 3 がタンタル酸リチウムであるとき、カバー部 5 を構成する元素としては、リチウムまたはタンタルを含んでもよい。圧電体層 3 がニオブ酸リチウムであるとき、カバー部 5 を構成する元素としては、リチウムまたはニオブを含んでもよい。圧電体層 3 が水晶であるとき、カバー部 5 を構成する元素としては、シリコンを含んでもよい。圧電体層 3 が、その他の圧電材料であるとき、カバー部 5 は、当該圧電材料が含む種々の元素を含んでもよい。種々の元素は、例えば金属元素である。すなわち、カバー部 5 は、酸素および窒素以外の圧電体層 3 を構成する元素を含む。本記載は、カバー部 5 が、圧

電体層 3 を構成する元素のうち酸素および窒素とは別の元素を含んでいれば十分であり、カバー部 5 が酸素および窒素を含むことを否定するものではない。

[0033] また、圧電体層 3 がタンタル酸リチウムであるとき、カバー部 5 はタンタル酸リチウムつまり酸化タンタルであってもよい。圧電体層 3 がニオブ酸リチウムであるとき、カバー部 5 はニオブ酸リチウムつまり酸化ニオブであってもよい。

[0034] (耐電力の向上)

図 6 は、ドライエッチングをした場合としていない場合での、耐電力を比較した結果である。すなわち、ドライエッチングをした場合は弾性波装置 1 を試験した場合であり、ドライエッチングをしていない場合は弾性波装置 100 を試験した場合である。また、試験は弾性波装置 1 または 100 の素子の破壊電力の測定と、電極 4 においてエレクトロマイグレーションが起これ始めるマイグレーション電力の測定の 2 種類で行った。

[0035] 図 6 に示すように、ドライエッチングを行うことで、破壊電力およびマイグレーション電力は大きくなっている。すなわち、ドライエッチングによって、耐電力が向上していることがわかる。

[0036] これは、カバー部 5 が電極 4 をカバレッジした効果だと考えられる。すなわち、電極 4 を構成するアルミニウムよりも高密度な元素である、タンタルまたはニオブなどによって電極 4 がカバレッジされることで、エレクトロマイグレーションが起き辛くなったためである。

[0037] また、カバー部 5 によって電極 4 がカバレッジされることによって、絶縁距離が大きくなっていてもいる。更に、カバー部 5 によって電極 4 がカバレッジされることによって、ヒロックが形成される可能性を低減する。

[0038] また、第 1 面 41 および第 2 面 42 における、圧電体層 3 に対する傾斜角度の違いによって、カバー部 5 の堆積量またはカバー部 5 に接する面積をかせぐことができる。その結果、エレクトロマイグレーションが起これ辛くなる。

[0039] (製造方法)

弾性波装置 1 は、次の工程で製造される。まず、支持基板 2 の上に、圧電体層 3 を形成する。さらに、圧電体層 3 の上に、アルミニウム膜を形成し、当該アルミニウム膜をフォトリソのマスクを用いてエッチングすることによって、電極 4 を形成する。

[0040] その後、種々の厚みを計測する方法によって、圧電体層 3 および電極 4 の厚みを計測する。これは周波数特性を所望の値に合わせ込んだ弾性波装置 1 を得るために、どの程度エッチングすればよいかを算出するためである。

[0041] 計測した厚みから、所望の周波数特性にするためのエッチング量を求め、素子ごとに異なるエッチング量で、圧電体層 3 および電極 4 をドライエッチングして、弾性波装置 1 を得る。ここで、ドライエッチングによって圧電体層 3 から離脱した材料を電極 4 の側面の少なくとも一部に付着させることで、カバー部 5 を形成する。つまり、ドライエッチングすることで、所望の周波数特性にするために圧電体層 3 の厚みの調整を行うと同時に、耐電力性を向上させるカバー部 5 を形成することができる。そのため、所望の周波数特性を得る工程なため元から必要な必要最小限の工程であり、製造プロセスに複数の工程を追加する必要がない。

[0042] [実施形態 2]

図 7 は、実施形態 2 に係る弾性波装置 1 a の断面構造を示す模式図である。弾性波装置 1 a は、弾性波装置 1 と異なり、電極 4 の一部が圧電体層 3 に埋め込まれている。その上で、実施形態 1 と同様にドライエッチングされ、その結果としてカバー部 5 が形成されている。

[0043] そのため、電極 4 はカバー部 5 に加えて、埋め込まれている部分において圧電体層 3 によってカバレッジされている、すなわち、電極 4 はアルミニウムよりも高密度な元素である、タンタルまたはニオブなどによってカバレッジされている。その結果、電極 4 はエレクトロマイグレーションが起き辛くなっており、耐電力が向上している。

[0044] [実施形態 3]

図8は、実施形態3における通信装置151の概略的な構成を例示する図である。通信装置151は、本開示の一態様に係る弾性波装置の一適用例であり、電波を利用した無線通信を行う。通信装置151は、送信フィルタ109としての1つの分波器101と、受信フィルタ111としての別の1つの分波器101とを含んでいてよい。2つの分波器101のそれぞれは、本開示の一態様に係る弾性波装置を含んでいてよい。弾性波装置としては、弾性波装置1または弾性波装置1aであってもよい。このように、通信装置151は、本開示の一態様に係る弾性波装置を含んでいてよい。

[0045] 通信装置151において、送信すべき情報を含む送信情報信号TISは、RF-IC (Radio Frequency-Integrated Circuit) 153によって変調および周波数の引き上げがなされ、送信信号TSへと変換されてよい。変調および周波数の引き上げとは、搬送波周波数を有する高周波信号への変換であってもよい。バンドパスフィルタ155は、TSについて、送信用の通過帯以外の不要成分を除去してよい。次いで、不要成分除去後のTSは、増幅器157によって増幅されて、送信フィルタ109に入力されてよい。

[0046] 送信フィルタ109は、入力された送信信号TSから送信用の通過帯以外の不要成分を除去してよい。送信フィルタ109は、アンテナ端子を介して、不要成分除去後のTSをアンテナ159に出力してよい。アンテナ端子としては、例えば、上述したTCinなどであってもよい。アンテナ159は、自身に入力された電気信号であるTSを、無線信号としての電波に変換し、当該電波を通信装置151の外部に送信してよい。

[0047] また、アンテナ159は、受信した外部からの電波を、電気信号である受信信号RSに変換し、アンテナ端子を介して当該RSを受信フィルタ111に入力してよい。受信フィルタ111は、入力されたRSから受信用の通過帯以外の不要成分を除去してよい。受信フィルタ111は、不要成分除去後の受信信号RSを増幅器161へ出力してよい。出力されたRSは、増幅器161によって増幅されてよい。バンドパスフィルタ163は、増幅後のRSについて、受信用の通過帯以外の不要成分を除去してよい。不要成分除去

後のRSは、RF-IC153によって周波数の引き下げおよび復調がなされ、受信情報信号RSへと変換されてよい。

[0048] TISおよびRSは、適宜な情報を含む低周波信号（ベースバンド信号）であってよい。例えば、TISおよびRSは、アナログ音声信号であってもよいし、あるいはデジタル化された音声信号であってよい。無線信号の通過帯は、適宜に設定されてよく、公知の各種の規格に準拠してよい。

[0049] [まとめ]

本開示の態様1に係る弾性波装置は、圧電体層と、前記圧電体層の上に設けられた電極と、前記電極の側面の少なくとも一部を覆い、酸素および窒素以外の前記圧電体層を構成する元素を含むカバー部と、を有している。

[0050] 上記の構成によれば、カバー部によって電極のエレクトロマイグレーションの恐れを低減することができ、弾性波装置の耐電力が向上する。

[0051] 本開示の態様2に係る弾性波装置は、前記態様1において、前記圧電体層が、タンタル酸リチウムを含み、前記元素はリチウムまたはタンタルであってもよい。

[0052] 本開示の態様3に係る弾性波装置は、前記態様1において、前記圧電体層が、ニオブ酸リチウムを含み、前記元素はリチウムまたはニオブであってもよい。

[0053] 本開示の態様4に係る弾性波装置は、前記態様1において、前記圧電体層が、水晶を含み、前記元素はシリコンであってもよい。

[0054] 上記の構成によれば、カバー部は、圧電体層を構成する元素の一部を含む。そのため、ドライエッチングによってリデポジションした圧電体層の構成元素が電極をカバレッジする。

[0055] 本開示の態様5に係る弾性波装置は、前記態様1または2において、前記圧電体層が、タンタル酸リチウムであり、前記カバー部は酸化タンタルを含んでもよい。

[0056] 本開示の態様6に係る弾性波装置は、前記態様1または3において、前記圧電体層が、ニオブ酸リチウムであり、前記カバー部は酸化ニオブを含んで

もよい。

- [0057] 上記の構成によれば、カバー部は、圧電体層を構成する元素の化合物を含む。そのため、ドライエッチングによってリデポジションした圧電体層に係した化合物が電極をカバレッジする。
- [0058] 本開示の態様 7 に係る弾性波装置は、前記態様 1 から 6 のいずれか 1 つにおいて、前記カバー部の密度は、前記電極の密度より大きくてもよい。
- [0059] 上記の構成によれば、電極よりも高密度な元素で構成されたカバー部によって、電極がカバレッジされることによって、電極のエレクトロマイグレーションを防ぐことができる。
- [0060] 本開示の態様 8 に係る弾性波装置は、前記態様 1 から 7 のいずれか 1 つにおいて、前記カバー部における最も厚い部分の厚みは、3 nm 以上であってもよい。
- [0061] 上記の構成によれば、カバー部を 3 nm 以上とすることができ、十分なカバー部の厚さで電極をカバレッジすることができる。そのため、弾性波装置の耐電力を向上させることができる。
- [0062] 本開示の態様 9 に係る弾性波装置は、前記態様 1 から 8 のいずれか 1 つにおいて、前記カバー部は、第 1 部分と、前記第 1 部分より前記電極の上方側に位置しており前記第 1 部分より薄い第 2 部分と、を有してもよい。
- [0063] 上記の構成によれば、カバー部は、圧電体層側に厚くすることができる。
- [0064] 本開示の態様 10 に係る弾性波装置は、前記態様 1 から 9 のいずれか 1 つにおいて、前記圧電体層、および前記電極の少なくとも一部を覆う保護膜を有し、前記保護膜は、第 1 部分を介して、前記電極における、前記圧電体層に近い部分を覆ってもよい。
- [0065] 上記の構成によれば、保護膜の電極の下方側近傍における被覆性がよくなり、電蝕を低減する効果が得られる。
- [0066] 本開示の態様 11 に係る弾性波装置は、前記態様 1 から 10 のいずれか 1 つにおいて、前記電極の側面は、前記圧電体層の表面に対して非垂直の、第 1 面を有し、前記第 1 面に前記カバー部が接してもよい。

- [0067] 上記の構成によれば、電極の側面は、圧電体層の表面に対して非垂直な第1面を有することができる。そのため、電極とカバー部との接触面積を大きくすることができる。
- [0068] 本開示の態様12に係る弾性波装置は、前記態様11において、前記電極の側面は、前記圧電体層の表面の近傍に位置しており、第1面と連続した第2面を更に有し、前記圧電体層の表面に対して垂直な方向と前記第2面とがなす角度は、前記垂直な方向と前記第1面とがなす角度よりも小さく、前記第2面に前記カバー部が接してもよい。
- [0069] 上記の構成によれば、電極の側面は、圧電体層の表面の近傍に、第1面よりも垂直に近い第2面を有することができる。そのため、第2面において、カバー部の堆積量を大きくすることができる。
- [0070] 本開示の態様13に係る弾性波装置は、前記態様1から12のいずれか1つにおいて、前記圧電体層における前記電極の領域の厚みは、前記圧電体層におけるその表面が露出した領域の厚みより大きくてもよい。
- [0071] 上記の構成によれば、電極が重なった領域よりも、圧電体層の表面が露出した領域の方が、圧電体層の厚みを薄くすることができる。すなわち、圧電体層も電極とまとめてドライエッチングすることができ、加工が容易である。
- [0072] 本開示の態様14に係る弾性波装置は、前記態様1から13のいずれか1つにおいて、前記電極の領域の厚みと、前記圧電体層の表面が露出した領域の厚みと、の差は、50nm以下であってもよい。
- [0073] 上記の構成によれば、電極が重なった領域の圧電体層の厚みと、圧電体層の表面が露出した領域の圧電体層の厚みの差を50nm以下とすることができる。
- [0074] 本開示の態様15に係る弾性波装置は、前記態様1から14のいずれか1つにおいて、前記圧電体層、前記電極、および前記カバー部を支持する支持基板を更に有し、前記電極は電極指であり、前記圧電体層の厚みは、前記電極指のピッチによって定まる1波長以下であり、前記圧電体層は、板波を励

振するように構成されてもよい。

[0075] 上記の構成によれば、弾性波装置として機能するように弾性波装置を構成することができる。

本開示の態様 16 に係る弾性波装置は、前記態様 1 から 14 のいずれか 1 つにおいて、波を励振してもよい。

本開示の態様 17 に係る弾性波装置は、前記態様 1 から 14 のいずれか 1 つにおいて、バルク波を励振してもよい。

[0076] 本開示の態様 18 に係る通信装置は、前記態様 1 から 17 のいずれか 1 つに記載の弾性波装置を備えてもよい。

[0077] 本開示の態様 19 に係る製造方法は、圧電体層を形成するステップと、前記圧電体層の上に電極を形成するステップと、前記圧電体層と前記電極とをドライエッチングし、当該ドライエッチングによって前記圧電体層から離脱した材料を前記電極の側面の少なくとも一部に付着させるステップと、を含む。

[0078] [付記事項]

以上、本開示に係る発明について、諸図面および実施例に基づいて説明してきた。しかし、本開示に係る発明は上述した各実施形態に限定されるものではない。すなわち、本開示に係る発明は本開示で示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施形態についても本開示に係る発明の技術的範囲に含まれる。つまり、当業者であれば本開示に基づき種々の変形または修正を行うことが容易であることに注意されたい。また、これらの変形または修正は本開示の範囲に含まれることに留意されたい。

符号の説明

[0079] 1、100 弾性波装置
2 支持基板
3 圧電体層
4 電極

- 5 カバー部
- 6 多層膜
 - 6 a 低音響インピーダンス層
 - 6 b 高音響インピーダンス層
- 7 保護膜
- 4 1 第 1 面
- 4 2 第 2 面
- 5 1 第 1 部分
- 5 2 第 2 部分

請求の範囲

- [請求項1] 圧電体層と、
前記圧電体層の上に設けられた電極と、
前記電極の側面の少なくとも一部を覆い、酸素および窒素以外の前記圧電体層を構成する元素を含むカバー部と、を有している、弾性波装置。
- [請求項2] 前記圧電体層が、タンタル酸リチウムを含み、前記元素はリチウムまたはタンタルである、請求項1に記載の弾性波装置。
- [請求項3] 前記圧電体層が、ニオブ酸リチウムを含み、前記元素はリチウムまたはニオブである、請求項1に記載の弾性波装置。
- [請求項4] 前記圧電体層が、水晶を含み、前記元素はシリコンである、請求項1に記載の弾性波装置。
- [請求項5] 前記圧電体層が、タンタル酸リチウムであり、前記カバー部は酸化タンタルを含む、請求項1または2に記載の弾性波装置。
- [請求項6] 前記圧電体層が、ニオブ酸リチウムであり、前記カバー部は酸化ニオブを含む、請求項1または3に記載の弾性波装置。
- [請求項7] 前記カバー部の密度は、前記電極の密度より大きい、請求項1から6のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項8] 前記カバー部における最も厚い部分の厚みは、3 nm以上である、請求項1から7のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項9] 前記カバー部は、第1部分と、前記第1部分より前記電極の上方側に位置しており前記第1部分より薄い第2部分と、を有する、請求項1から8のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項10] 前記圧電体層、および前記電極の少なくとも一部を覆う、保護膜を有し、
前記保護膜は、第1部分を介して、前記電極における、前記圧電体層に近い部分を覆う、請求項1から9のいずれか1項に記載の弾性波装置。

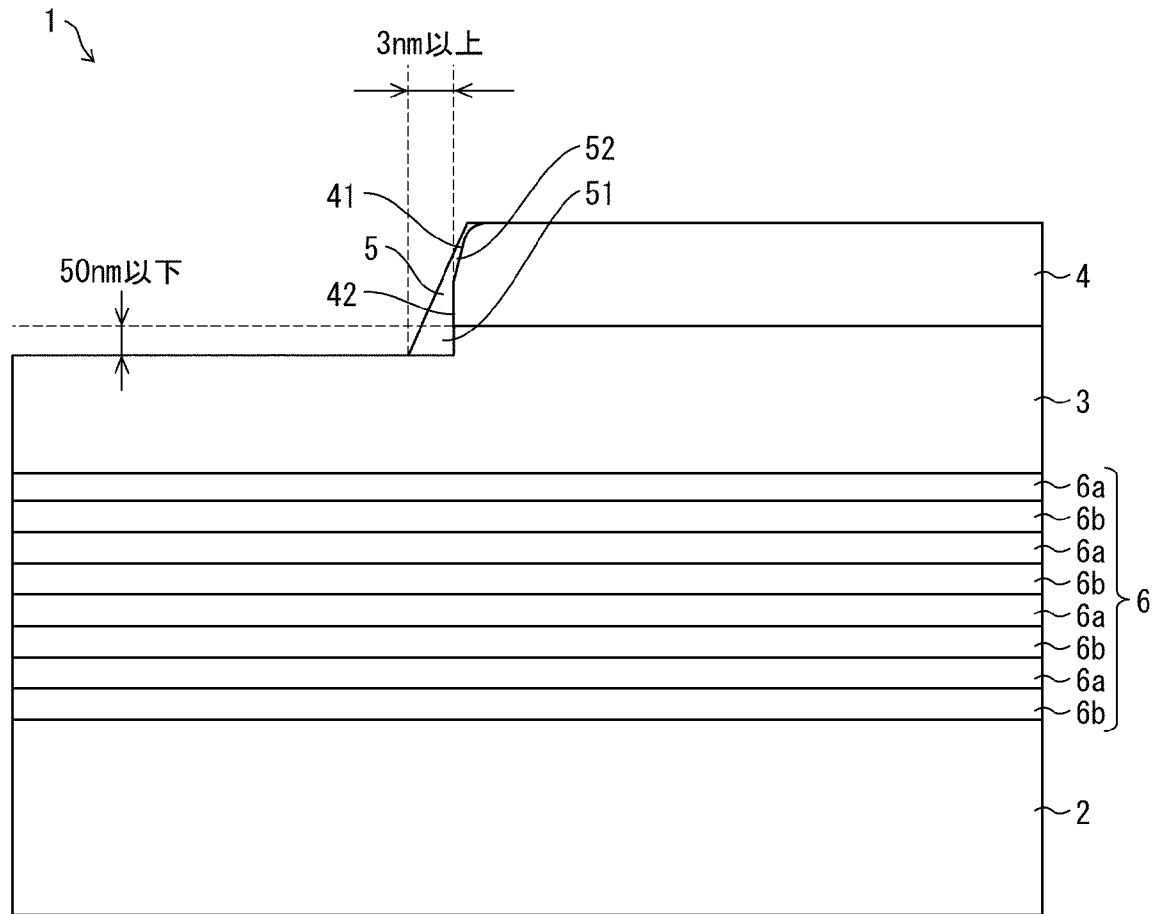
- [請求項11] 前記電極の側面は、前記圧電体層の表面に対して非垂直の、第1面を有し、
前記第1面に前記カバー部が接している、請求項1から10のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項12] 前記電極の側面は、前記圧電体層の表面の近傍に位置しており、第1面と連続した第2面を更に有し、
前記圧電体層の表面に対して垂直な方向と前記第2面とがなす角度は、前記垂直な方向と前記第1面とがなす角度よりも小さく、
前記第2面に前記カバー部が接している、請求項11に記載の弾性波装置。
- [請求項13] 前記圧電体層における前記電極の領域の厚みは、前記圧電体層におけるその表面が露出した領域の厚みより大きい、請求項1から12のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項14] 前記電極の領域の厚みと、前記圧電体層の表面が露出した領域の厚みと、の差は、50nm以下である、請求項1から13のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項15] 前記圧電体層、前記電極、および前記カバー部を支持する支持基板を更に有し、
前記電極は電極指であり、
前記圧電体層の厚みは、前記電極指のピッチによって定まる1波長以下であり、
前記圧電体層は、板波を励振するように構成された、請求項1から14のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項16] 波を励振する、請求項1から14のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項17] バルク波を励振する、請求項1から14のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項18] 請求項1から15のいずれか1項に記載の弾性波装置を備えた、通

信装置。

- [請求項19] 圧電体層を形成するステップと、
前記圧電体層の上に電極を形成するステップと、
前記圧電体層と前記電極とをドライエッチングし、当該ドライエッチングによって前記圧電体層から離脱した材料を前記電極の側面の少なくとも一部に付着させるステップと、を含む製造方法。

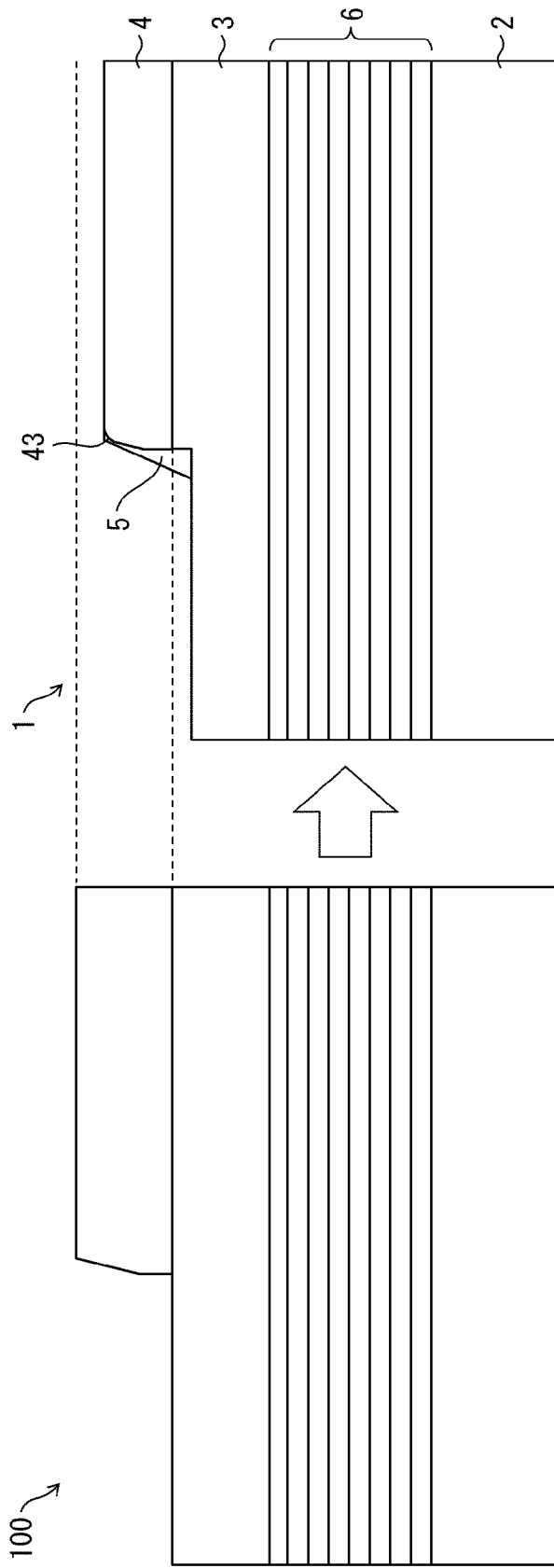
[図1]

图 1



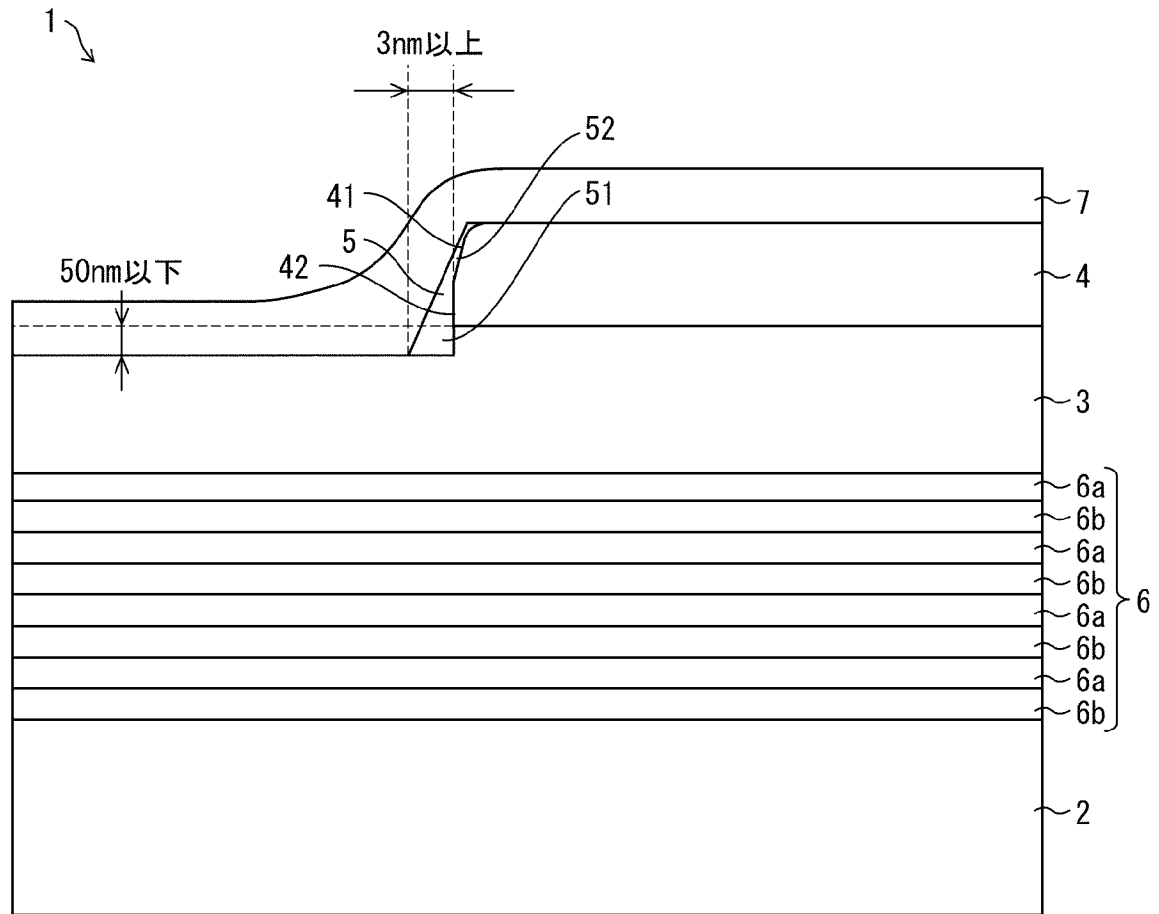
[図2]

図 2



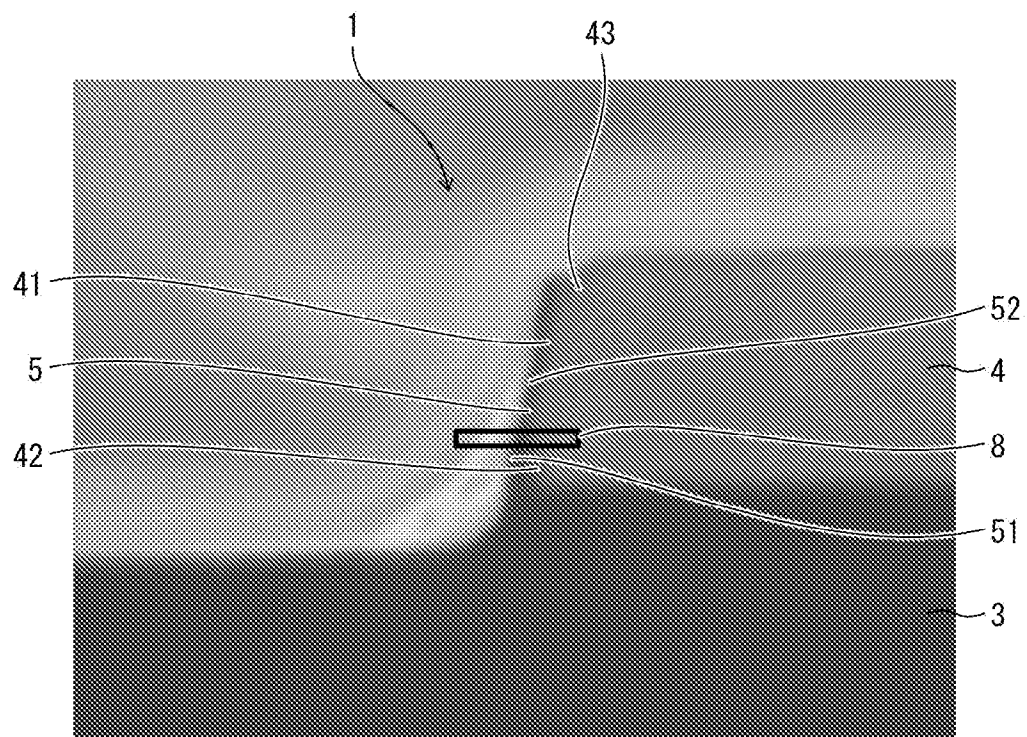
[図3]

図 3



[図4]

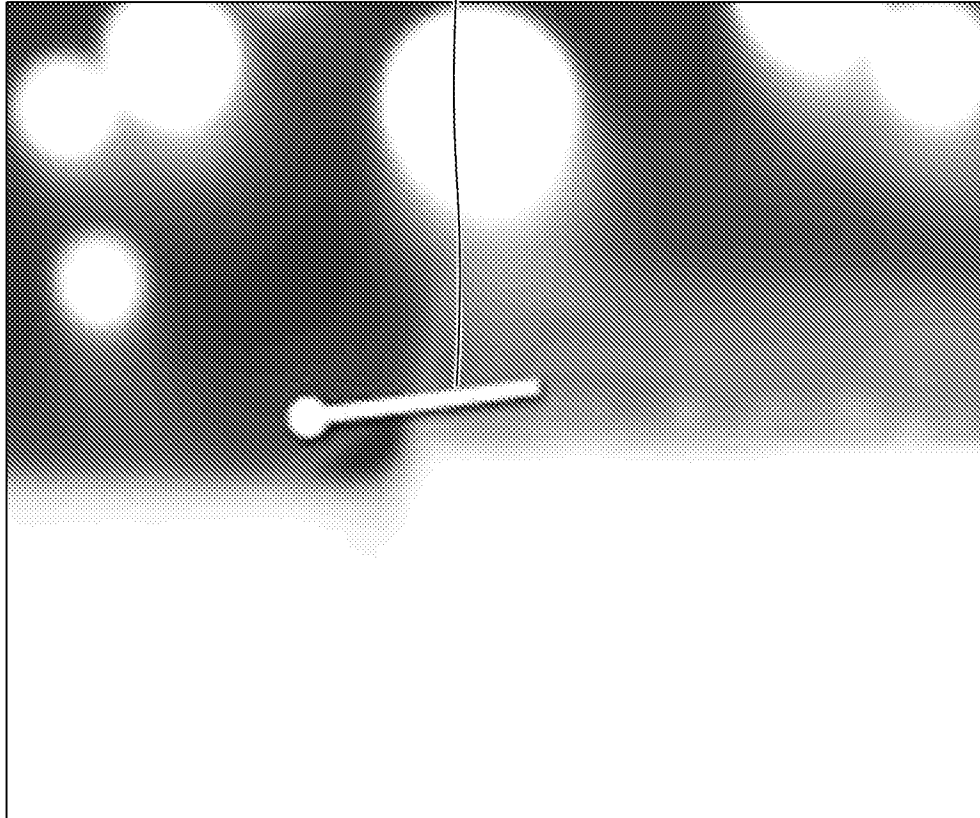
図 4



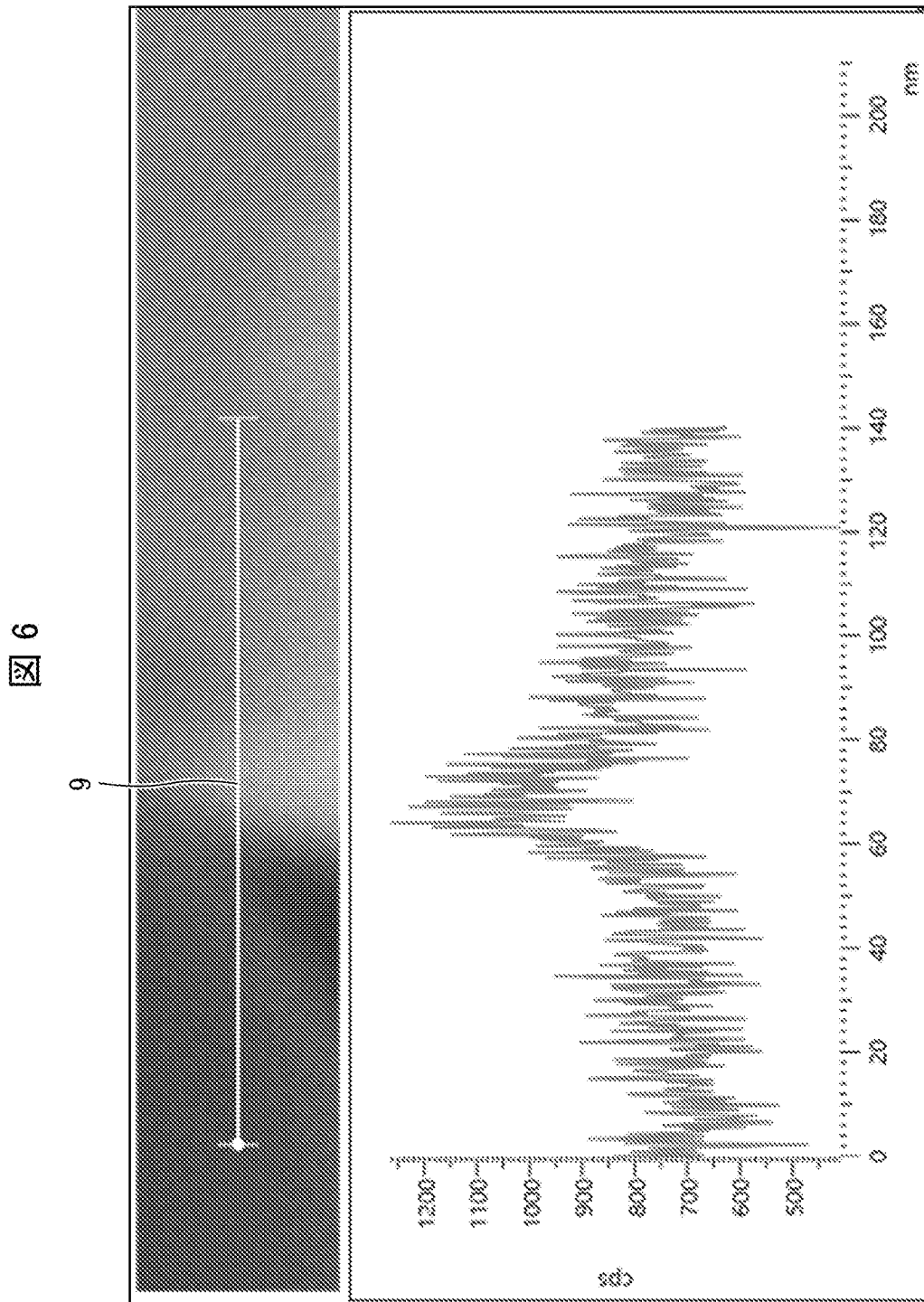
[図5]

図 5

9



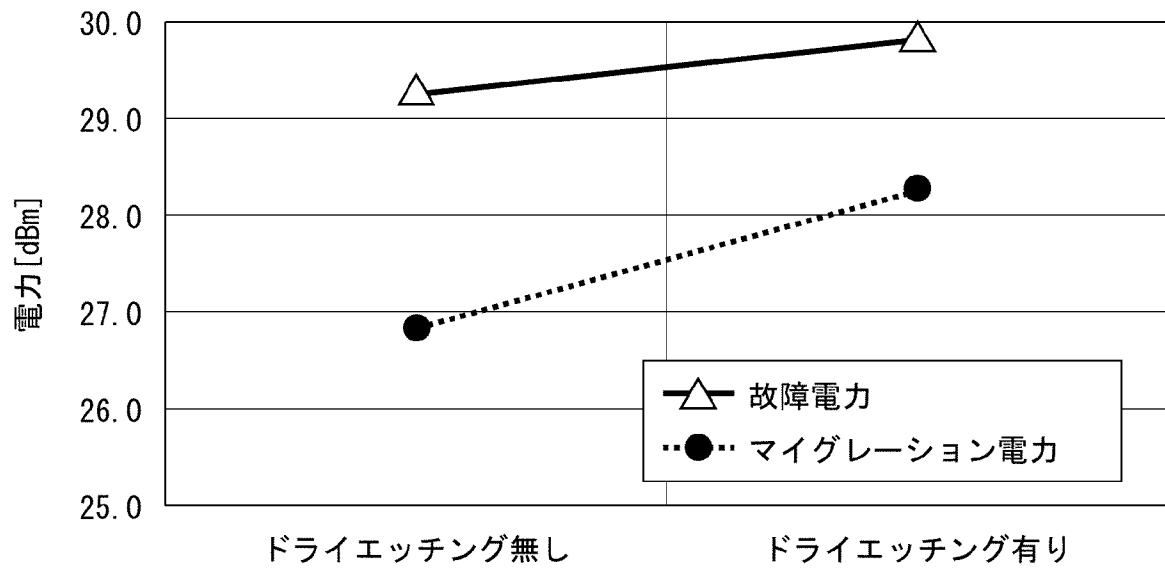
[図6]



[図7]

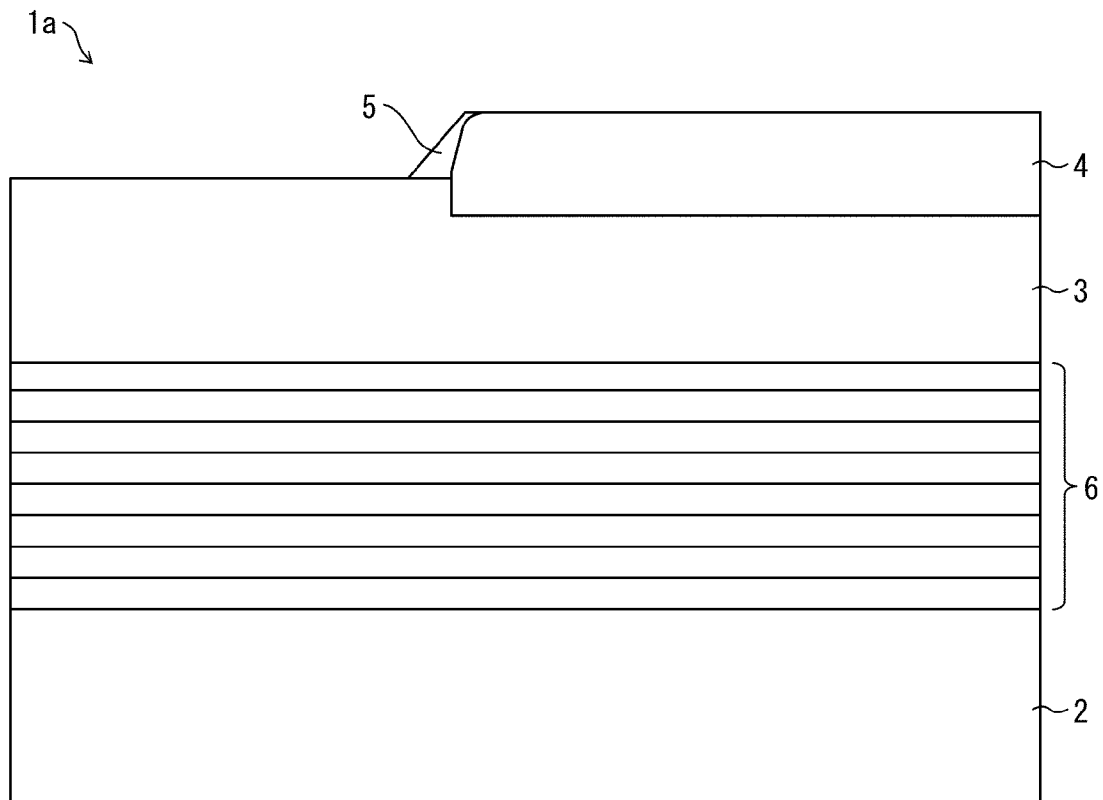
図 7

トリミング比較



[図8]

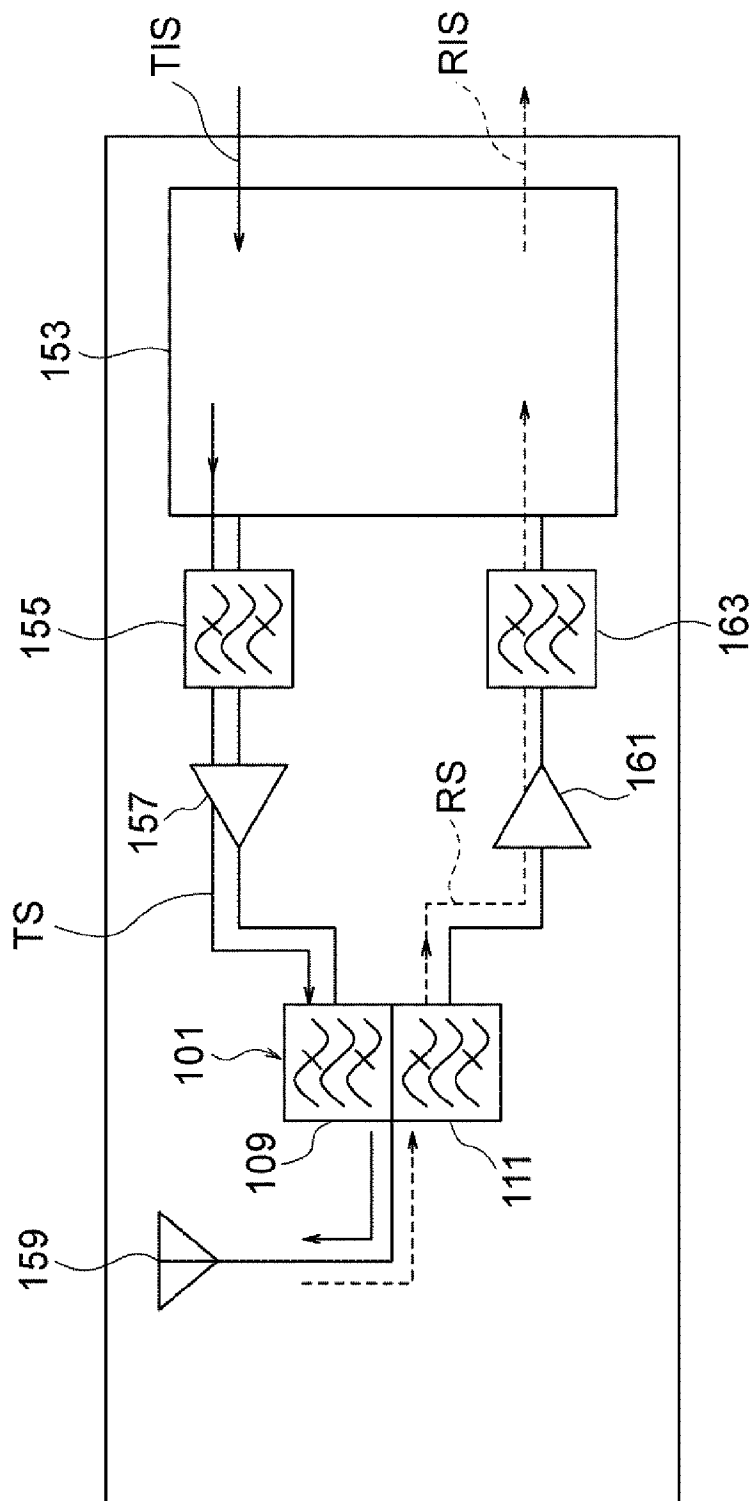
図 8



[図9]

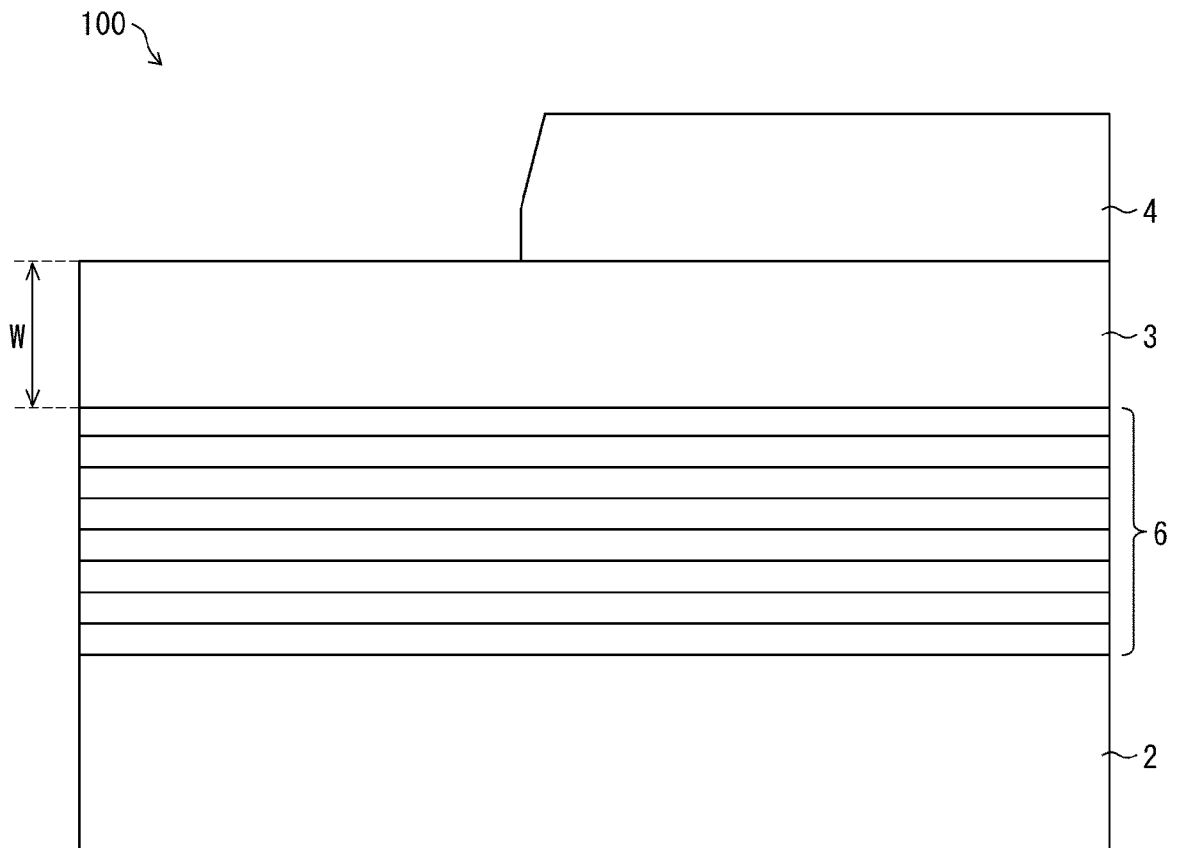
図 9

151



[図10]

図 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/026753

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H03H 9/145**(2006.01)i; **H03H 3/08**(2006.01)i

FI: H03H9/145 C; H03H3/08

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)

H03H9/145; H03H3/08

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	JP 2006-109287 A (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) 20 April 2006 (2006-04-20) paragraphs [0002]-[0004], [0043]-[0065], fig. 1, 2	1-3, 9-10, 16, 18 13, 19
X Y A	WO 2021/241435 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 02 December 2021 (2021-12-02) paragraphs [0012]-[0022], [0055]-[0063], fig. 1, 9, 10	1, 4, 14, 16-17 15 13, 19
X A	JP 2013-518455 A (EPCOS AG) 20 May 2013 (2013-05-20) paragraphs [0028], [0041], [0043], [0044], [0146], fig. 9	1-2, 5, 7-8, 16 13, 19
X A	JP 2018-007117 A (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 11 January 2018 (2018-01-11) paragraphs [0018], [0037], fig. 5	1, 3, 6, 16 13, 19



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

11 September 2023

Date of mailing of the international search report

19 September 2023

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/JP2023/026753

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2008-079275 A (KYOCERA CORP.) 03 April 2008 (2008-04-03) paragraphs [0033]-[0062], fig. 4	1, 11-12
A		13, 19
Y	WO 2022/071605 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 07 April 2022 (2022-04-07) paragraphs [0011]-[0033], fig. 1-3	15
A		13, 19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/026753

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2006-109287	A	20 April 2006	US 2006/0076851 A1 paragraphs [0004]-[0006], [0058]-[0082], fig. 1, 2 EP 1646144 A2	
WO	2021/241435	A1	02 December 2021	US 2023/0076316 A1 paragraphs [0023]-[0033], [0074]-[0082], fig. 1, 9, 10 KR 10-2022-0164581 A CN 115668767 A	
JP	2013-518455	A	20 May 2013	US 2013/0051588 A1 paragraphs [0026], [0039], [0041], [0042], [0182], fig. 9 DE 102010005596 A1 CN 102714490 A KR 10-2012-0120355 A	
JP	2018-007117	A	11 January 2018	US 2018/0013400 A1 paragraphs [0022], [0041], fig. 5	
JP	2008-079275	A	03 April 2008	(Family: none)	
WO	2022/071605	A1	07 April 2022	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H03H 9/145(2006.01)i; H03H 3/08(2006.01)i FI: H03H9/145 C; H03H3/08		
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）） H03H9/145; H03H3/08		
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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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	JP 2006-109287 A（アルプス電気株式会社）20.04.2006（2006-04-20） 段落[0002]-[0004], [0043]-[0065], 図1-2	1-3, 9-10, 16, 18 13, 19
X Y A	WO 2021/241435 A1（株式会社村田製作所）02.12.2021（2021-12-02） 段落[0012]-[0022], [0055]-[0063], 図1, 9-10	1, 4, 14, 16-17 15 13, 19
X A	JP 2013-518455 A（エプコス アーゲー）20.05.2013（2013-05-20） 段落[0028], [0041], [0043]-[0044], [0146], 図9	1-2, 5, 7-8, 16 13, 19
X A	JP 2018-007117 A（太陽誘電株式会社）11.01.2018（2018-01-11） 段落[0018], [0037], 図5	1, 3, 6, 16 13, 19
☒ 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、一般的な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 “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 11.09.2023		国際調査報告の発送日 19.09.2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 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） 竹内 享 5W 8388 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 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	JP 2008-079275 A (京セラ株式会社) 03.04.2008 (2008 - 04 - 03) 段落[0033]-[0062], 図4	1, 11-12
A		13, 19
Y	WO 2022/071605 A1 (株式会社村田製作所) 07.04.2022 (2022 - 04 - 07) 段落[0011]-[0033], 図1-3	15
A		13, 19

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/JP2023/026753

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2006-109287	A	20.04.2006	US 2006/0076851 A1 段落[0004]-[0006], [0058]-[0082], 図1-2 EP 1646144 A2	
WO	2021/241435	A1	02.12.2021	US 2023/0076316 A1 段落[0023]-[0033], [0074]-[0082], 図1, 9-10 KR 10-2022-0164581 A CN 115668767 A	
JP	2013-518455	A	20.05.2013	US 2013/0051588 A1 段落[0026], [0039], [0041]-[0042], [0182], 図9 DE 102010005596 A1 CN 102714490 A KR 10-2012-0120355 A	
JP	2018-007117	A	11.01.2018	US 2018/0013400 A1 段落[0022], [0041], 図5	
JP	2008-079275	A	03.04.2008	(ファミリーなし)	
WO	2022/071605	A1	07.04.2022	(ファミリーなし)	