

(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1月20日(20.01.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/014608 A1

(51) 国際特許分類:
H03H 9/145 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/026354

(22) 国際出願日: 2021年7月13日(13.07.2021)

(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:
63/052,146 2020年7月15日(15.07.2020) US

(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: 山根 毅(YAMANE, Takashi); 〒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). 石井 優太(ISHII,
Yuta); 〒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).

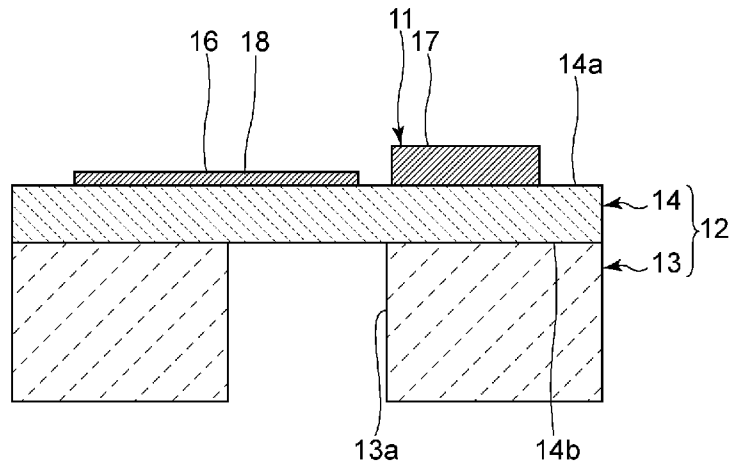
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

(54) Title: ELASTIC WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波装置

図2

10



(57) **Abstract:** Provided is an elastic wave device that enables suppression of ripples in frequency response characteristics. This elastic wave device 10 comprises: a support substrate 13; a piezoelectric layer 14 provided on the support substrate 13; a functional electrode provided on the piezoelectric layer 14; and a first electrode film (first busbar 16) and a second electrode film (second busbar 17), which are each provided on the piezoelectric layer 14, which face each other, and which have mutually different potentials. The thickness of at least a section of the first electrode film is different from the thickness of at least a section of the second electrode film.

(57) 要約: 周波数特性におけるリップルを抑制することができる、弾性波装置を提供する。本発明の弾性波装置 10 は、支持基板 13 と、支持基板 13 上に設けられている圧電層 14 と、圧電層 14 上に設けられている機能電極と、圧電層 14 上にそれぞれ設けられており、互いに対向し合っており、かつ互いに異なる電位である第 1 の電極膜 (第 1 のバスバー 16) 及び第 2 の電極膜 (第 2 のバスバー 17) とを備える。第 1 の電極膜の少なくとも一部の厚みと、第 2 の電極膜の少なくとも一部の厚みとが異なる。

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、弾性波装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、 LiNbO_3 または LiTaO_3 からなる圧電膜を伝搬する板波を利用した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、板波としてのラム波を利用した弾性波装置が開示されている。この弾性波装置においては、支持体上に圧電基板が設けられている。圧電基板は LiNbO_3 または LiTaO_3 からなる。圧電基板の上面にIDT電極が設けられている。IDT電極の一方電位に接続される複数の電極指と、他方電位に接続される複数の電極指との間に電圧が印加される。それによって、ラム波が励振される。このIDT電極の両側には反射器が設けられている。それによって、板波を利用した弾性波共振子が構成されている。

[0003] 下記の特許文献2には、ラダー型フィルタの例が開示されている。このラダー型フィルタにおいては、複数の弾性波装置が複数の配線により接続されている。複数の配線は、ホット電位に接続される配線及びグラウンド電位に接続される配線を含む。ホット電位に接続される配線及びグラウンド電位に接続される配線が対向し合っている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2012-257019号公報

特許文献2：特開2011-182096号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に記載のような弾性波共振子においては、不要なバルク波が励振されることがある。このバルク波は、圧電基板の厚み方向に伝搬する。そ

のため、支持体において反射されることがある。特許文献2のように、異なる電位に接続される配線が対向し合っている場合には、一方の配線により、不要なバルク波の信号が取り出されることがある。不要なバルク波の信号は、対向し合うバスバーのうち一方により取り出されることもある。これらの場合、弾性波装置の周波数特性においてリップルが生じるおそれがある。

[0006] 本発明の目的は、周波数特性におけるリップルを抑制することができる、弾性波装置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、支持基板と、前記支持基板上に設けられている圧電層と、前記圧電層上に設けられている機能電極と、前記圧電層上にそれぞれ設けられており、互いに対向し合っており、かつ互いに異なる電位である第1の電極膜及び第2の電極膜とを備え、前記第1の電極膜の少なくとも一部の厚みと、前記第2の電極膜の少なくとも一部の厚みとが異なる。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、周波数特性におけるリップルを抑制することができる、弾性波装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1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2]図2は、図1中のⅠ－Ⅰ線に沿う断面図である。

[図3]図3は、図1中のⅠⅠ－ⅠⅠ線に沿う断面図である。

[図4]図4は、本発明の第1の実施形態及び比較例の反射特性を示す図である。

[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、図3に示した断面に相当する部分を示す断面図である。

[図6]図6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、図3に示した断面に相当する部分を示す断面図である。

[図7]図7は、本発明の第1の実施形態の第3の変形例に係る弾性波装置の、図3に示した断面に相当する部分を示す断面図である。

[図8]図8は、本発明の第1の実施形態の第4の変形例に係る弾性波装置の平面図である。

[図9]図9は、本発明の第2の実施形態に係る弾性波装置の、図2に示した断面に相当する部分を示す断面図である。

[図10]図10は、本発明の第2の実施形態の変形例に係る弾性波装置の、図2に示した断面に相当する部分を示す断面図である。

[図11]図11は、本発明の第3の実施形態に係る弾性波装置の略図的平面図である。

[図12]図12は、図11中のⅠⅠ－ⅠⅠ線に沿う断面図である。

[図13]図13は、本発明の第3の実施形態に係る弾性波装置の回路図である。

[図14]図14は、本発明の第4の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。

[図15]図15は、図14中のⅠⅤ－ⅠⅤ線に沿う断面図である。

[図16]図16は、本発明の第5の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。

[図17]図17は、図16中のⅤ－Ⅴ線に沿う断面図である。

[図18]図18は、本発明の第6の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。

[図19]図19は、図18中のⅤⅠ－ⅤⅠ線に沿う断面図である。

[図20]図20(a)は、厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波装置の外観を示す略図的斜視図であり、図20(b)は、圧電層上の電極構造を示す平面図である。

[図21]図21は、図20(a)中のA－A線に沿う部分の断面図である。

[図22]図22(a)は、弾性波装置の圧電膜を伝搬するラム波を説明するための模式的正面断面図であり、図22(b)は、弾性波装置における、圧電膜を伝搬する厚み滑りモードのバルク波を説明するための模式的正面断面図である。

[図23]図23は、厚み滑りモードのバルク波の振幅方向を示す図である。

[図24]図24は、厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波装置の共振特性を示す図である。

[図25]図25は、隣り合う電極の中心間距離を p 、圧電層の厚みを d とした場合の $d/2p$ と共振子としての比帯域との関係を示す図である。

[図26]図26は、厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波装置の平面図

[図27]図27は、 d/p を限りなく0に近づけた場合の LiNbO_3 のオイラー角(0° , θ , ϕ)に対する比帯域のマップを示す図である。である。

[図28]図28は、ラム波を利用する弾性波装置を説明するための部分切り欠き斜視図である。

発明を実施するための形態

[0010] 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。

[0011] 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。

[0012] 図1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2は、図1中のⅠ－Ⅰ線に沿う断面図である。図3は、図1中のⅡ－Ⅱ線に沿う断面図である。

[0013] 図1に示すように、弾性波装置10は、圧電性基板12と、IDT電極11とを有する。図2に示すように、圧電性基板12は、支持部材13と、圧電層14とを有する。本実施形態では、支持部材13は支持基板のみからなる。もっとも、支持部材13は、例えば、支持基板及び絶縁層を含む積層体であってもよい。

[0014] 支持部材13には空洞部としての、貫通孔13aが設けられている。支持部材13の貫通孔13aを覆うように、圧電層14が設けられている。

[0015] 圧電層14は、本実施形態では、ニオブ酸リチウム層である。より具体的には、圧電層14は LiNbO_3 層である。もっとも、圧電層14は、例えば

LiTaO_3 層などの、タンタル酸リチウム層であってもよい。

[0016] 支持基板は、本実施形態ではシリコン基板である。もっとも、支持基板の材料は上記に限定されない。

[0017] 図1に戻り、圧電層14上にIDT電極11が設けられている。IDT電極11は、第1のバスバー16及び第2のバスバー17と、複数の第1の電極指18及び複数の第2の電極指19とを有する。第1のバスバー16は、本発明における第1の電極膜である。第2のバスバー17は、本発明における第2の電極膜である。図3に示すように、第1のバスバー16及び第2のバスバー17は対向し合っている。第1のバスバー16の厚みと第2のバスバー17の厚みとは異なる。より具体的には、第1のバスバー16の厚みは第2のバスバー17の厚みよりも薄い。なお、第1の電極膜の厚みは、圧電層14の主面と直交する方向に沿う第1の電極膜の寸法である。同様に、第2の電極膜の厚みは、圧電層14の主面と直交する方向に沿う第2の電極膜の寸法である。

[0018] 第1のバスバー16及び第2のバスバー17は、互いに異なる電位に接続される。本実施形態では、第1のバスバー16はホット電位に接続され、第2のバスバー17はグラウンド電位に接続される。もっとも、第1のバスバー16及び第2のバスバー17が接続される電位は上記に限定されない。例えば、第1のバスバー16がグラウンド電位に接続され、第2のバスバー17がホット電位に接続されてもよい。

[0019] 一方で、図1に示す複数の第1の電極指18及び複数の第2の電極指19は、本発明における少なくとも1対の電極である。少なくとも1対の電極は互いに対向し合っている。より具体的には、第1の電極指18は本発明における第1電極である。複数の第1の電極指18は周期的に配置されている。複数の第1の電極指18の一端はそれぞれ、第1のバスバー16に接続されている。第2の電極指19は本発明における第2電極である。複数の第2の電極指19は周期的に配置されている。複数の第2の電極指19の一端はそれぞれ、第2のバスバー17に接続されている。複数の第1の電極指18及

び複数の第2の電極指19は互いに間挿し合っている。なお、複数の第1の電極指18の厚み及び複数の第2の電極指19の厚みは同じである。以下においては、第1の電極指18及び第2の電極指19を単に電極指と記載することもある。IDT電極11は、単層の金属膜からなっているもよく、あるいは積層金属膜からなっているもよい。

[0020] 弾性波装置10においては、少なくとも1対の電極としての複数の電極指が、本発明における機能電極である。IDT電極11における機能電極に交流電圧を印加することにより弾性波が励振される。本実施形態では、弾性波装置10は、厚み滑りモードのバルク波を利用している。より具体的には、弾性波装置10は、厚み滑り1次モードのバルク波を利用している。なお、弾性波装置10は、ラム波などの板波を利用する弾性波装置であってもよい。他方、本実施形態では、不要バルク波として、SH波が励振される。

[0021] ここで、平面視において、第1の電極指18及び第2の電極指19が対向する方向を電極指対向方向とする。電極指対向方向から見たときに、隣り合う電極指同士が重なり合う領域が交叉領域Dである。交叉領域Dは、IDT電極11の、電極指対向方向における一方端の電極指から他方端の電極指までを含む領域である。より具体的には、交叉領域Dは、上記一方端の電極指の、電極指対向方向における外側の端縁部から、上記他方端の電極指の、電極指対向方向における外側の端縁部までを含む。

[0022] さらに、弾性波装置10は、複数の励振領域Cを有する。励振領域Cも、電極指対向方向から見たときに、隣り合う電極指同士が重なり合う領域である。なお、各励振領域Cはそれぞれ、1対の電極指間の領域である。より詳細には、励振領域Cは、一方の電極指の電極指対向方向における中心から、他方の電極指の電極指対向方向における中心までの領域である。よって、交叉領域Dは、複数の励振領域Cを含む。厚み滑りモードのバルク波は、各励振領域Cにおいて励振される。他方、弾性波装置10が板波を利用する場合には、交叉領域Dが励振領域である。

[0023] 本実施形態の特徴は、第1の電極膜としての第1のバスバー16及び第2

の電極膜としての第2のバスバー17が、圧電層14上に設けられており、互いに対向し合っており、第1の電極膜の厚みと第2の電極膜の厚みとが異なることにある。それによって、不要なバルク波を抑制することができ、弾性波装置10の周波数特性におけるリップルを抑制することができる。この詳細を、本実施形態及び比較例を比較することにより、以下において示す。

[0024] 比較例は、第1のバスバーの厚み及び第2のバスバーの厚みが同じである点において、第1の実施形態と異なる。第1の実施形態において、第1のバスバー及び第2のバスバーの間の、上記周波数特性としての反射特性を測定した。同様に、比較例において、第1のバスバー及び第2のバスバーの間の反射特性を測定した。

[0025] 図4は、第1の実施形態及び比較例の反射特性を示す図である。図4に示す反射特性は、S11と周波数との関係である。

[0026] 図4に示すように、比較例の反射特性では、図4に示す周波数帯域の全域においてリップルが生じていることがわかる。一方で、第1の実施形態の反射特性では、リップルが抑制されていることがわかる。第1の実施形態のように、第1の電極膜の厚みと第2の電極膜との厚みを異ならせることにより、第1の電極膜及び第2の電極膜の間において、バルク波の伝搬の態様を異ならせることができる。それによって、不要なバルク波による反射特性に対する影響を抑制することができる。

[0027] 図1に戻り、第1の実施形態では、支持部材13は支持基板のみからなる。もっとも、支持部材13は、支持基板及び絶縁層の積層体であってもよい。この場合、絶縁層上に圧電層14が設けられている。絶縁層の材料としては、例えば、酸化ケイ素層、窒化ケイ素または酸化タンタルなどを用いることができる。

[0028] 空洞部は貫通孔に限られるものではない。空洞部は、例えば中空部であってもよい。中空部は、例えば、支持部材に設けられた凹部により構成される。より具体的には、該凹部が圧電層14などにより封止されることによって、中空部が構成される。あるいは、圧電層14に、支持部材13側に開口す

る凹部が設けられていてもよい。これにより、空洞部が構成されていてもよい。この場合、支持部材 13 には、凹部または貫通孔は設けられていなくともよい。

[0029] 弾性波装置 10 においては、第 1 の電極膜及び第 2 の電極膜の全部において厚みが異なる。なお、第 1 の電極膜の少なくとも一部の厚みと、第 2 の電極膜の少なくとも一部の厚みとが異なっていればよい。以下において、第 1 の電極膜としての第 1 のバスバーまたは第 2 の電極膜としての第 2 のバスバーの厚みのみが第 1 の実施形態と異なる、第 1 の実施形態の第 1 ～第 3 の変形例を示す。第 1 ～第 3 の変形例においても、周波数特性におけるリップルを抑制することができる。

[0030] 図 5 に示す第 1 の変形例においては、第 1 のバスバー 26A の一部の厚みが、他の部分の厚みよりも厚い。他方、第 2 のバスバー 17 は、第 1 の実施形態と同様に構成されている。第 1 のバスバー 26A における厚い部分及び薄い部分の双方の厚みが、第 2 のバスバー 17 の厚みと異なる。

[0031] 図 6 に示す第 2 の変形例においては、第 1 の変形例と同様に、第 1 のバスバー 26B の一部の厚みが、他の部分の厚みよりも厚い。第 2 のバスバー 17 は、第 1 の実施形態と同様に構成されている。第 1 のバスバー 26B における厚い部分の厚みは、第 2 のバスバー 17 の厚みと異なる。他方、第 1 のバスバー 26A における薄い部分の厚みは、第 2 のバスバー 17 の厚みと同じである。

[0032] 図 7 に示す第 3 の変形例においては、第 1 のバスバー 26A は第 1 の変形例と同様に構成されている。さらに、第 2 のバスバーの一部の厚みが、他の部分の厚みよりも厚い。なお、第 1 のバスバー 26A における厚い部分及び薄い部分の双方の厚みが、第 2 のバスバー 17 の厚い部分及び薄い部分の双方の厚みと異なる。

[0033] 第 1 ～第 3 の変形例においては、第 1 の電極膜の一部とは、圧電層の主面と平行な方向における一部をいう。第 2 の電極膜においても同様である。なお、第 1 の電極膜及び第 2 の電極膜はそれぞれ、少なくとも 1 層の電極層を

有していればよく、複数の電極層を有していてもよい。本明細書において、第1の電極膜の少なくとも一部の厚みと、第2の電極膜の少なくとも一部の厚みとが異なるとは、第1の電極膜の少なくとも1層の厚みと、第2の電極膜の少なくとも1層の厚みとが異なることも含む。

[0034] 図8には、第1の実施形態の第4の変形例として、弾性波装置が板波を利用する場合の例を示す。図8に示すように、平面視において、圧電層14上におけるIDT電極11の電極指対向方向両側に、1対の反射器22A及び反射器22Bが設けられている。それによって、板波を利用する場合において、共振特性を好適に高めることができる。本変形例においても、第1の電極膜としての第1のバスバー16及び第2の電極膜としての第2のバスバー17は、第1の実施形態と同様に構成されている。よって、周波数特性におけるリップルを抑制することができる。

[0035] 図9は、第2の実施形態に係る弾性波装置の、図2に示した断面に相当する部分を示す断面図である。

[0036] 本実施形態は、第1のバスバー16及び第2のバスバー17と、圧電層14との間にそれぞれ、誘電体膜35が設けられている点において第1の実施形態と異なる。上記の点以外においては、本実施形態の弾性波装置は第1の実施形態の弾性波装置10と同様の構成を有する。

[0037] 誘電体膜35が設けられていることにより、誘電体膜35が設けられていない場合と比較して、電気機械結合係数が変化する。それによって、周波数特性におけるリップルをより一層抑制することができる。誘電体膜35の材料としては、例えば、酸化ケイ素、窒化ケイ素または樹脂などを用いることができる。

[0038] なお、第1のバスバー16及び第2のバスバー17のうち少なくとも一方と、圧電層14との間に誘電体膜35が設けられていればよい。それによって、周波数特性におけるリップルを効果的に抑制することができる。例えば、図10に示す第2の実施形態の変形例においては、第1のバスバー16及び第2のバスバー17のうち一方と、圧電層14との間に誘電体膜35が設

けられている。より具体的には、第1のバスバー16及び圧電層14の間に誘電体膜35が設けられている。他方、第2のバスバー17及び圧電層14の間には、誘電体膜35は設けられていない。

[0039] 第1の実施形態及び第2の実施形態では、1対のバスバーのうち一方から伝搬した不要なバルク波の信号が、他方のバスバーにより取り出される場合において、該信号の影響を抑制できる例を示した。なお、フィルタ装置における配線電極膜間においても、不要なバルク波の信号の伝搬及び取り出しが生じることもある。以下の第3の実施形態においては、弾性波装置がフィルタ装置である例を示す。

[0040] 図11は、第3の実施形態に係る弾性波装置の略図的平面図である。図11においては、弾性波共振子を、多角形に2本の対角線を加えた略図により示す。

[0041] 図11に示すように、弾性波装置40は複数の弾性波共振子を有する。弾性波装置40はフィルタ装置である。弾性波装置40の各弾性波共振子はそれぞれ機能電極を有する。より具体的には、弾性波装置40の各弾性波共振子はそれぞれIDT電極を有する。各IDT電極は、1対のバスバーと、機能電極としての複数の電極指とを含む。本実施形態においては、第1の電極膜48及び第2の電極膜49は配線電極膜である。なお、配線電極膜は本発明における配線部である。すなわち、弾性波装置40では、第1の電極膜48は本発明における第1の配線部である。第2の電極膜49は本発明における第2の配線部である。

[0042] 第1の電極膜48及び第2の電極膜49は圧電層14上に設けられており、かつ該圧電層14上において複数の弾性波共振子が構成されている。第1の電極膜48としての配線電極膜及び第2の電極膜49としての配線電極膜は、それぞれ、異なる弾性波共振子から引き出されている。すなわち、第1の電極膜48及び第2の電極膜49はそれぞれ、機能電極としての複数の電極指に、バスバーを介して接続されている。第1の電極膜48はホット電位に接続され、第2の電極膜49はグラウンド電位に接続される。

[0043] 図 1 2 は、図 1 1 中の | | | - | | | 線に沿う断面図である。

[0044] 第 1 の電極膜 4 8 及び第 2 の電極膜 4 9 は対向し合っている。第 1 の電極膜 4 8 の厚みと、第 2 の電極膜 4 9 の厚みとは異なる。よって、第 1 の実施形態と同様に、第 1 の電極膜 4 8 及び第 2 の電極膜 4 9 の間において、バルク波の伝搬の態様を異ならせることができる。従って、周波数特性におけるリップルを抑制することができる。なお、以下において、本実施形態における回路構成を示す。

[0045] 図 1 3 は、第 3 の実施形態に係る弾性波装置の回路図である。

[0046] 弾性波装置 4 0 はラダー型フィルタである。本実施形態の複数の弾性波共振子は、直列腕共振子 S 1、直列腕共振子 S 2、直列腕共振子 S 3、直列腕共振子 S 4、直列腕共振子 S 5 及び直列腕共振子 S 6、並びに並列腕共振子 P 1、並列腕共振子 P 2 及び並列腕共振子 P 3 である。さらに、弾性波装置 4 0 は、第 1 の信号端子 4 5 及び第 2 の信号端子 4 6 を有する。

[0047] 第 1 の信号端子 4 5 及び第 2 の信号端子 4 6 の間に、直列腕共振子 S 1、直列腕共振子 S 2、直列腕共振子 S 3、直列腕共振子 S 4、直列腕共振子 S 5 及び直列腕共振子 S 6 が、この順序において互いに直列に接続されている。直列腕共振子 S 1 及び直列腕共振子 S 2 の間の接続点とグラウンド電位との間に、並列腕共振子 P 1 が接続されている。直列腕共振子 S 3 及び直列腕共振子 S 4 の間の接続点とグラウンド電位との間に、並列腕共振子 P 2 が接続されている。直列腕共振子 S 5 及び直列腕共振子 S 6 の間の接続点とグラウンド電位との間に、並列腕共振子 P 3 が接続されている。なお、図 1 1 に示すように、弾性波装置 4 0 は複数のグラウンド端子 4 7 を有する。各並列腕共振子はそれぞれ、いずれかのグラウンド端子 4 7 を介してグラウンド電位に接続される。なお、上記の回路構成は一例であって、弾性波装置 4 0 の回路構成は特に限定されない。

[0048] 弾性波装置 4 0 においては、第 1 の電極膜 4 8 は、直列腕共振子 S 1 及び並列腕共振子 P 1 を接続している配線電極膜である。第 2 の電極膜 4 9 は、並列腕共振子 P 2 及びグラウンド端子 4 7 を接続している配線電極膜である。

。第1の電極膜48及び第2の電極膜49の間の距離Lは、第1の電極膜48及び第2の電極膜49が接続された各弾性波共振子とは別の弾性波共振子の開口長Mとは異なる長さである。弾性波共振子の開口長とは、該弾性波共振子の1対のバスバー間の距離をいう。図11に示すように、例えば、直列腕共振子S3の開口長はM3であり、直列腕共振子S6の開口長はM6である。距離Lは、例えば、上記別の弾性波共振子の開口長Mのうち最も短い開口長より長くてもよく、短くてもよい。直列腕共振子S6のように開口長M6が一定でない場合には、距離Lは例えば、開口長M6のうち最も短い開口長より長くてもよく、短くてもよい。

[0049] 図14は、第4の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。図15は、図14中のI-V-I'V線に沿う断面図である。

[0050] 図14及び図15に示すように、本実施形態は、第1の電極膜58及び第2の電極膜59が、複数の電極層の積層膜である点において第1の実施形態と異なる。さらに、本実施形態は、第1の電極膜58及び第2の電極膜59がそれぞれ、バスバー及び配線電極膜の双方を含む点において、第1の実施形態と異なる。上記の点以外においては、本実施形態の弾性波装置は第1の実施形態の弾性波装置10と同様の構成を有する。

[0051] 第1の電極膜58は、第1の層としての第1のバスバー16と、第2の層としての第1の配線電極膜56とを含む。第1のバスバー16上に第1の配線電極膜56の一部が積層されている。第1の配線電極膜56の他の一部は、圧電層14上に直接的に設けられている。

[0052] 同様に、第2の電極膜59は、第1の層としての第2のバスバー17と、第2の層としての第2の配線電極膜57とを含む。第2のバスバー17上に第2の配線電極膜57の一部が積層されている。図14に示すように、第2の配線電極膜57の他の一部は、圧電層14上に直接的に設けられている。

[0053] 図15に示すように、第1のバスバー16及び第2のバスバー17は対向し合っている。この部分において、第1の電極膜58及び第2の電極膜59は対向し合っている。第1の電極膜58の総厚みと、第2の電極膜59の総

厚みとは異なる。それによって、第1の実施形態と同様に、不要なバルク波による周波数特性に対する影響を抑制することができ、周波数特性におけるリップルを抑制することができる。なお、第1の電極膜58の総厚みとは、第1の電極膜58の全ての電極層の厚みの合計である。同様に、第2の電極膜59の総厚みとは、第2の電極膜59の全ての電極層の厚みの合計である。

[0054] 本実施形態では、具体的には、第1の電極膜58の第1の層としての、第1のバスバー16の厚みは、第2の電極膜59の第1の層としての、第2のバスバー17の厚みと異なる。第1のバスバー16の厚みは、第2の電極膜59の第2の層としての、第2の配線電極膜57の厚みと異なる。さらに、第1のバスバー16の厚みは、第2の電極膜59の総厚みとも異なる。第1の電極膜58の第2の層としての、第1の配線電極膜56の厚みは、第2のバスバー17の厚み、第2の配線電極膜57の厚み及び第2の電極膜59の総厚みのいずれとも異なる。同様に、第2のバスバー17の厚み及び第2の配線電極膜57の厚みはそれぞれ、第1のバスバー16の厚み、第1の配線電極膜56の厚み及び第1の電極膜58の総厚みのいずれとも異なる。

[0055] もっとも、第2の電極膜59のいずれかの電極層の厚み及び第2の電極膜59の総厚みのうち少なくともいずれかが、第1の電極膜58の第1の層の厚み、第2の層の厚み及び第1の電極膜58の総厚みのいずれとも異なっていればよい。

[0056] 本実施形態では、第1の電極膜58及び第2の電極膜59の双方が積層膜である。もっとも、例えば、第2の電極膜59は、第1の実施形態と同様にバスバーであってもよく、第3の実施形態と同様に配線電極膜であってもよい。

[0057] 図16は、第5の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。図17は、図16中のV-V線に沿う断面図である。

[0058] 図16及び図17に示すように、本実施形態は、第1の電極膜58が第4の実施形態と同様の積層膜である点、及び第2の電極膜69が第2の配線電

極膜である点において第１の実施形態と異なる。さらに、第２のバスバー１７に第２の電極膜６９が接続されている点においても第１の実施形態と異なる。上記の点以外においては、本実施形態の弾性波装置は第１の実施形態の弾性波装置１０と同様の構成を有する。

[0059] 第２の電極膜６９は、第２のバスバー１７上に積層されている部分と、圧電層１４上に直接的に設けられている部分とを有する。図１７に示すように、第１の電極膜５８及び第２の電極膜６９は対向し合っている。第２の電極膜６９の厚みは、第１の電極膜５８の第１の層としての第１のバスバー１６の厚み、第２の層としての第１の配線電極膜５６の厚み及び第１の電極膜５８の総厚みのいずれとも異なる。それによって、第１の実施形態と同様に、不要なバルク波による周波数特性に対する影響を抑制することができ、周波数特性におけるリップルを抑制することができる。

[0060] 図１８は、第６の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。図１９は、図１８中のⅤⅠ－ⅤⅠ線に沿う断面図である。

[0061] 図１８及び図１９に示すように、本実施形態においては、機能電極が上部電極７１Ａ及び下部電極７１Ｂを有する。上部電極７１Ａは圧電層１４の第１の主面１４ａに設けられている。下部電極７１Ｂは圧電層１４の第２の主面１４ｂに設けられている。上部電極７１Ａ及び下部電極７１Ｂは圧電層１４を挟み対向し合っている。上部電極７１Ａ及び下部電極７１Ｂは互いに異なる電位に接続されている。上部電極７１Ａ及び下部電極７１Ｂが対向し合っている領域が励振領域である。

[0062] 図１８に示すように、圧電層１４の第１の主面１４ａには、第１の電極膜４８及び第２の電極膜４９が設けられている。本実施形態では、第１の電極膜４８及び第２の電極膜４９は配線電極膜である。第１の電極膜４８は上部電極７１Ａに接続されている。他方、圧電層１４の第２の主面１４ｂには、接続電極７２が設けられている。接続電極７２は下部電極７１Ｂに接続されている。圧電層１４には貫通孔が設けられている。接続電極７２は、貫通孔を通り、第２の電極膜４９に接続されている。よって、第２の電極膜４９は

、接続電極 7 2 を介して下部電極 7 1 B に接続されている。

[0063] 第 1 の電極膜 4 8 及び第 2 の電極膜 4 9 は対向し合っている。第 1 の電極膜 4 8 の厚みと第 2 の電極膜 4 9 厚みとは異なる。それによって、第 1 の実施形態と同様に、不要なバルク波による周波数特性に対する影響を抑制することができ、周波数特性におけるリップルを抑制することができる。

[0064] 本実施形態の弾性波装置のような BAW (Bulk Acoustic Wave) を、図 1 1 に示したようなフィルタ装置に適用してもよい。この場合、第 3 の実施形態と同様に、第 1 の電極膜及び第 2 の電極膜は、異なる弾性波共振子に接続された配線電極膜であってもよい。

[0065] 以下において、厚み滑りモード及び板波の詳細を説明する。以下の例における支持部材は、本発明における支持基板に相当する。

[0066] 図 2 0 (a) は、厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波装置の外観を示す略図的斜視図であり、図 2 0 (b) は、圧電層上の電極構造を示す平面図であり、図 2 1 は、図 2 0 (a) 中の A-A 線に沿う部分の断面図である。

[0067] 弾性波装置 1 は、 LiNbO_3 からなる圧電層 2 を有する。圧電層 2 は、 LiTaO_3 からなるものであってもよい。 LiNbO_3 や LiTaO_3 のカット角は、Z カットであるが、回転 Y カットや X カットであってもよい。圧電層 2 の厚みは、特に限定されないが、厚み滑りモードを効果的に励振するには、40 nm 以上、1000 nm 以下であることが好ましく、50 nm 以上、600 nm 以下であることがより好ましい。圧電層 2 は、対向し合う第 1, 第 2 の主面 2 a, 2 b を有する。第 1 の主面 2 a 上に、電極 3 及び電極 4 が設けられている。ここで電極 3 が「第 1 電極」の一例であり、電極 4 が「第 2 電極」の一例である。図 2 0 (a) 及び図 2 0 (b) では、複数の電極 3 が、第 1 のバスバー 5 に接続されている。複数の電極 4 は、第 2 のバスバー 6 に接続されている。複数の電極 3 及び複数の電極 4 は、互いに間挿し合っている。電極 3 及び電極 4 は、矩形形状を有し、長さ方向を有する。この長さ方向と直交する方向において、電極 3 と、隣りの電極 4 とが対向している

。電極 3, 4 の長さ方向、及び、電極 3, 4 の長さ方向と直交する方向はいずれも、圧電層 2 の厚み方向に交叉する方向である。このため、電極 3 と、隣りの電極 4 とは、圧電層 2 の厚み方向に交叉する方向において対向しているともいえる。また、電極 3, 4 の長さ方向が図 20 (a) 及び図 20 (b) に示す電極 3, 4 の長さ方向に直交する方向と入れ替わっても良い。すなわち、図 20 (a) 及び図 20 (b) において、第 1 のバスバー 5 及び第 2 のバスバー 6 が延びている方向に電極 3, 4 を延ばしてもよい。その場合、第 1 のバスバー 5 及び第 2 のバスバー 6 は、図 20 (a) 及び図 20 (b) において電極 3, 4 が延びている方向に延びることとなる。そして、一方電位に接続される電極 3 と、他方電位に接続される電極 4 とが隣り合う 1 対の構造が、上記電極 3, 4 の長さ方向と直交する方向に、複数対設けられている。ここで電極 3 と電極 4 とが隣り合うとは、電極 3 と電極 4 とが直接接触するように配置されている場合ではなく、電極 3 と電極 4 とが間隔を介して配置されている場合を指す。また、電極 3 と電極 4 とが隣り合う場合、電極 3 と電極 4 との間には、他の電極 3, 4 を含む、ホット電極やグラウンド電極に接続される電極は配置されない。この対数は、整数対である必要はなく、1.5 対や 2.5 対などであってもよい。電極 3, 4 間の中心間距離すなわちピッチは、 $1\ \mu\text{m}$ 以上、 $10\ \mu\text{m}$ 以下の範囲が好ましい。また、電極 3, 4 の幅、すなわち電極 3, 4 の対向方向の寸法は、 $50\ \text{nm}$ 以上、 $1000\ \text{nm}$ 以下の範囲であることが好ましく、 $150\ \text{nm}$ 以上、 $1000\ \text{nm}$ 以下の範囲であることがより好ましい。なお、電極 3, 4 間の中心間距離とは、電極 3 の長さ方向と直交する方向における電極 3 の寸法（幅寸法）の中心と、電極 4 の長さ方向と直交する方向における電極 4 の寸法（幅寸法）の中心とを結んだ距離となる。

[0068] また、本実施形態では、Z カットの圧電層を用いているため、電極 3, 4 の長さ方向と直交する方向は、圧電層 2 の分極方向に直交する方向となる。圧電層 2 として他のカット角の圧電体を用いた場合には、この限りでない。ここにおいて、「直交」とは、厳密に直交する場合のみに限定されず、略直

交（電極 3，4 の長さ方向と直交する方向と分極方向とのなす角度が例えば $90^{\circ} \pm 10^{\circ}$ の範囲内）でもよい。

[0069] 圧電層 2 の第 2 の主面 2 b 側には、絶縁層 7 を介して支持部材 8 が積層されている。絶縁層 7 及び支持部材 8 は、枠状の形状を有し、図 21 に示すように、貫通孔（空洞部）7 a，8 a を有する。それによって、空洞部 9 が形成されている。空洞部 9 は、圧電層 2 の励振領域の振動を妨げないために設けられている。従って、上記支持部材 8 は、少なくとも 1 対の電極 3，4 が設けられている部分と重ならない位置において、第 2 の主面 2 b に絶縁層 7 を介して積層されている。なお、絶縁層 7 は設けられずともよい。従って、支持部材 8 は、圧電層 2 の第 2 の主面 2 b に直接または間接に積層され得る。

[0070] 絶縁層 7 は、酸化ケイ素からなる。もっとも、酸化ケイ素の他、酸窒化ケイ素、アルミナなどの適宜の絶縁性材料を用いることができる。支持部材 8 は、Si からなる。Si の圧電層 2 側の面における面方位は（100）であってもよく、（110）であってもよく、（111）であってもよい。支持部材 8 を構成する Si は、抵抗率 $2 \text{ k} \Omega$ 以上の高抵抗であることが好ましく、抵抗率 $4 \text{ k} \Omega$ 以上の高抵抗であることがより好ましい。もっとも、支持部材 8 についても適宜の絶縁性材料や半導体材料を用いて構成することができる。

[0071] 上記複数の電極 3，4 及び第 1，第 2 のバスバー 5，6 は、Al、AlCu 合金などの適宜の金属もしくは合金からなる。本実施形態では、電極 3，4 及び第 1，第 2 のバスバー 5，6 は、Ti 膜上に Al 膜を積層した構造を有する。なお、Ti 膜以外の密着層を用いてもよい。

[0072] 駆動に際しては、複数の電極 3 と、複数の電極 4 との間に交流電圧を印加する。より具体的には、第 1 のバスバー 5 と第 2 のバスバー 6 との間に交流電圧を印加する。それによって、圧電層 2 において励振される厚み滑りモードのバルク波を利用した、共振特性を得ることが可能とされている。また、弾性波装置 1 では、圧電層 2 の厚みを d 、複数対の電極 3，4 のうちいずれ

かの隣り合う電極 3, 4 の中心間距離を p とした場合、 d/p は 0.5 以下とされている。そのため、上記厚み滑りモードのバルク波が効果的に励振され、良好な共振特性を得ることができる。より好ましくは、 d/p は 0.24 以下であり、その場合には、より一層良好な共振特性を得ることができる。

[0073] 弾性波装置 1 では、上記構成を備えるため、小型化を図ろうとして、電極 3, 4 の対数を小さくしたとしても、 Q 値の低下が生じ難い。これは、両側の反射器における電極指の本数を少なくしても、伝搬ロスが少ないためである。また、上記電極指の本数を少なくできるのは、厚み滑りモードのバルク波を利用していることによる。弾性波装置で利用したラム波と、上記厚み滑りモードのバルク波の相違を、図 22 (a) 及び図 22 (b) を参照して説明する。

[0074] 図 22 (a) は、特許文献 1 に記載のような弾性波装置の圧電膜を伝搬するラム波を説明するための模式的正面断面図である。ここでは、圧電膜 201 中を矢印で示すように波が伝搬する。ここで、圧電膜 201 では、第 1 の主面 201 a と、第 2 の主面 201 b とが対向しており、第 1 の主面 201 a と第 2 の主面 201 b とを結ぶ厚み方向が Z 方向である。 X 方向は、IDT 電極の電極指が並んでいる方向である。図 22 (a) に示すように、ラム波では、波が図示のように、 X 方向に伝搬していく。板波であるため、圧電膜 201 が全体として振動するものの、波は X 方向に伝搬するため、両側に反射器を配置して、共振特性を得ている。そのため、波の伝搬ロスが生じ、小型化を図った場合、すなわち電極指の対数を少なくした場合、 Q 値が低下する。

[0075] これに対して、図 22 (b) に示すように、弾性波装置 1 では、振動変位は厚み滑り方向であるから、波は、圧電層 2 の第 1 の主面 2 a と第 2 の主面 2 b とを結ぶ方向、すなわち Z 方向にほぼ伝搬し、共振する。すなわち、波の X 方向成分が Z 方向成分に比べて著しく小さい。そして、この Z 方向の波の伝搬により共振特性が得られるため、反射器の電極指の本数を少なくして

も、伝搬損失は生じ難い。さらに、小型化を進めようとして、電極 3, 4 からなる電極対の対数を減らしたとしても、Q 値の低下が生じ難い。

[0076] なお、厚み滑りモードのバルク波の振幅方向は、図 23 に示すように、圧電層 2 の励振領域に含まれる第 1 領域 451 と、励振領域に含まれる第 2 領域 452 とで逆になる。図 23 では、電極 3 と電極 4 との間に、電極 4 が電極 3 よりも高電位となる電圧が印加された場合のバルク波を模式的に示してある。第 1 領域 451 は、励振領域のうち、圧電層 2 の厚み方向に直交し圧電層 2 を 2 分する仮想平面 VP1 と、第 1 の主面 2a との間の領域である。第 2 領域 452 は、励振領域のうち、仮想平面 VP1 と、第 2 の主面 2b との間の領域である。

[0077] 上記のように、弾性波装置 1 では、電極 3 と電極 4 とからなる少なくとも 1 対の電極が配置されているが、X 方向に波を伝搬させるものではないため、この電極 3, 4 からなる電極対の対数は複数対ある必要はない。すなわち、少なくとも 1 対の電極が設けられてさえおればよい。

[0078] 例えば、上記電極 3 がホット電位に接続される電極であり、電極 4 がグラウンド電位に接続される電極である。もっとも、電極 3 がグラウンド電位に、電極 4 がホット電位に接続されてもよい。本実施形態では、少なくとも 1 対の電極は、上記のように、ホット電位に接続される電極またはグラウンド電位に接続される電極であり、浮き電極は設けられていない。

[0079] 図 24 は、図 21 に示す弾性波装置の共振特性を示す図である。なお、この共振特性を得た弾性波装置 1 の設計パラメータは以下の通りである。

[0080] 圧電層 2 : オイラー角 (0° , 0° , 90°) の LiNbO_3 、厚み = 400 nm。

電極 3 と電極 4 の長さ方向と直交する方向に見たときに、電極 3 と電極 4 とが重なっている領域、すなわち励振領域 C の長さ = 40 μm 、電極 3, 4 からなる電極の対数 = 21 対、電極間中心距離 = 3 μm 、電極 3, 4 の幅 = 500 nm、 $d/p = 0.133$ 。

絶縁層 7 : 1 μm の厚みの酸化ケイ素膜。

支持部材 8 : S i。

[0081] なお、励振領域 C の長さとは、励振領域 C の電極 3, 4 の長さ方向に沿う寸法である。

[0082] 弾性波装置 1 では、電極 3, 4 からなる電極対の電極間距離は、複数対において全て等しくした。すなわち、電極 3 と電極 4 とを等ピッチで配置した。

[0083] 図 2 4 から明らかなように、反射器を有しないにも関わらず、比帯域が 12.5 % である良好な共振特性が得られている。

[0084] ところで、上記圧電層 2 の厚みを d 、電極 3 と電極 4 との電極の中心間距離を p とした場合、前述したように、本実施形態では、 d/p は 0.5 以下、より好ましくは 0.24 以下である。これを、図 2 5 を参照して説明する。

[0085] 図 2 4 に示した共振特性を得た弾性波装置と同様に、但し $d/2p$ を変化させ、複数の弾性波装置を得た。図 2 5 は、この $d/2p$ と、弾性波装置の共振子としての比帯域との関係を示す図である。

[0086] 図 2 5 から明らかなように、 $d/2p$ が 0.25 を超えると、すなわち $d/p > 0.5$ では、 d/p を調整しても、比帯域は 5 % 未満である。これに対して、 $d/2p \leq 0.25$ 、すなわち $d/p \leq 0.5$ の場合には、その範囲内で d/p を変化させれば、比帯域を 5 % 以上とすることができ、すなわち高い結合係数を有する共振子を構成することができる。また、 $d/2p$ が 0.12 以下の場合、すなわち d/p が 0.24 以下の場合には、比帯域を 7 % 以上と高めることができる。加えて、 d/p をこの範囲内で調整すれば、より一層比帯域の広い共振子を得ることができ、より一層高い結合係数を有する共振子を実現することができる。従って、 d/p を 0.5 以下とすることにより、上記厚み滑りモードのバルク波を利用した、高い結合係数を有する共振子を構成し得ることがわかる。

[0087] なお、前述したように、上記 p は、1 対の電極の場合、隣り合う電極 3, 4 の中心間距離とする。

[0088] また、圧電層の厚み d については、圧電層 2 が厚みばらつきを有する場合、その厚みを平均化した値を採用してもよい。

[0089] 図 26 は、厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波装置の平面図である。弾性波装置 80 では、圧電層 2 の第 1 の主面 2a 上において、電極 3 と電極 4 とを有する 1 対の電極が設けられている。なお、図 26 中の K が交叉幅となる。前述したように、本発明の弾性波装置では、電極の対数は 1 対であってもよい。この場合においても、上記 d/p が 0.5 以下であれば、厚み滑りモードのバルク波を効果的に励振することができる。

[0090] 図 27 は、 d/p を限りなく 0 に近づけた場合の LiNbO_3 のオイラー角 (0° , θ , ϕ) に対する比帯域のマップを示す図である。図 27 のハッチングを付して示した部分が、少なくとも 5% 以上の比帯域が得られる領域であり、当該領域の範囲を近似すると、下記の式 (1)、式 (2) 及び式 (3) で表される範囲となる。

[0091] ($0^\circ \pm 10^\circ$, $0^\circ \sim 20^\circ$, 任意の ϕ) …式 (1)

($0^\circ \pm 10^\circ$, $20^\circ \sim 80^\circ$, $0^\circ \sim 60^\circ (1 - (\theta - 50)^2 / 900)^{1/2}$) または ($0^\circ \pm 10^\circ$, $20^\circ \sim 80^\circ$, $[180^\circ - 60^\circ (1 - (\theta - 50)^2 / 900)^{1/2}] \sim 180^\circ$) …式 (2)

($0^\circ \pm 10^\circ$, $[180^\circ - 30^\circ (1 - (\phi - 90)^2 / 8100)^{1/2}] \sim 180^\circ$, 任意の ϕ) …式 (3)

[0092] 従って、上記式 (1)、式 (2) または式 (3) のオイラー角範囲の場合、比帯域を十分に広げることができ、好ましい。

[0093] 図 28 は、ラム波を利用する弾性波装置を説明するための部分切り欠き斜視図である。なお、図 28 中の破線は、圧電層 83 側から見た空洞部 9 の位置を示す。

[0094] 弾性波装置 81 は、支持基板 82 を有する。支持基板 82 には、上面に開いた凹部が設けられている。支持基板 82 上に圧電層 83 が積層されている。それによって、空洞部 9 が構成されている。この空洞部 9 の上方において圧電層 83 上に、IDT 電極 84 が設けられている。IDT 電極 84 の弾性

波伝搬方向両側に、反射器 8 5, 8 6 が設けられている。図 2 8 において、空洞部 9 の外周縁を破線で示す。ここでは、I D T 電極 8 4 は、第 1, 第 2 のバスバー 8 4 a, 8 4 b と、複数本の第 1 の電極指 8 4 c 及び複数本の第 2 の電極指 8 4 d とを有する。複数本の第 1 の電極指 8 4 c は、第 1 のバスバー 8 4 a に接続されている。複数本の第 2 の電極指 8 4 d は、第 2 のバスバー 8 4 b に接続されている。複数本の第 1 の電極指 8 4 c と、複数本の第 2 の電極指 8 4 d とは間挿し合っている。

[0095] 弾性波装置 8 1 では、上記空洞部 9 上の I D T 電極 8 4 に、交流電界を印加することにより、板波としてのラム波が励振される。そして、反射器 8 5, 8 6 が両側に設けられているため、上記ラム波による共振特性を得ることができる。

符号の説明

- [0096] 1 …弾性波装置
2 …圧電層
2 a …第 1 の主面
2 b …第 2 の主面
3, 4 …電極
5, 6 …第 1, 第 2 のバスバー
7 …絶縁層
7 a …貫通孔
8 …支持部材
8 a …貫通孔
9 …空洞部
1 0 …弾性波装置
1 1 …I D T 電極
1 2 …圧電性基板
1 3 …支持部材
1 3 a …貫通孔

1 4 …圧電層
1 4 a, 1 4 b …第 1, 第 2 の主面
1 6, 1 7 …第 1, 第 2 のバスバー
1 8, 1 9 …第 1, 第 2 の電極指
2 2 A, 2 2 B …反射器
2 6 A, 2 6 B …第 1 のバスバー
2 7 …第 2 のバスバー
3 5 …誘電体膜
4 0 …弾性波装置
4 5, 4 6 …第 1, 第 2 の信号端子
4 7 …グラウンド端子
4 8, 4 9 …第 1, 第 2 の電極膜
5 6, 5 7 …第 1, 第 2 の配線電極膜
5 8, 5 9 …第 1, 第 2 の電極膜
6 9 …第 2 の電極膜
7 1 A …上部電極
7 1 B …下部電極
7 2 …接続電極
8 0 …弾性波装置
8 1 …弾性波装置
8 2 …支持基板
8 3 …圧電層
8 4 …I D T 電極
8 4 a, 8 4 b …第 1, 第 2 のバスバー
8 4 c, 8 4 d …第 1, 第 2 の電極指
8 5, 8 6 …反射器
2 0 1 …圧電膜
2 0 1 a, 2 0 1 b …第 1, 第 2 の主面

4 5 1, 4 5 2 …第 1, 第 2 領域

C …励振領域

D …交叉領域

P 1 ～ P 3 …並列腕共振子

S 1 ～ S 6 …直列腕共振子

V P 1 …仮想平面

請求の範囲

- [請求項1] 支持基板と、
前記支持基板上に設けられている圧電層と、
前記圧電層上に設けられている機能電極と、
前記圧電層上にそれぞれ設けられており、互いに対向し合っており、かつ互いに異なる電位である第1の電極膜及び第2の電極膜と、
を備え、
前記第1の電極膜の少なくとも一部の厚みと、前記第2の電極膜の少なくとも一部の厚みとが異なる、弾性波装置。
- [請求項2] 前記第1の電極膜が、前記圧電層上に設けられた第1の層と、前記第1の層上に少なくとも一部が設けられた第2の層と、を含み、
前記第2の電極膜が、前記圧電層上に設けられた少なくとも1層の電極層を含み、
前記第2の電極膜のいずれかの前記電極層の厚み、及び、前記第2の電極膜の総厚みのうち少なくともいずれかは、前記第1の電極膜における前記第1の層の厚み、前記第1の電極膜における前記第2の層の厚み、及び、前記第1の電極膜における前記第1の層と前記第2の層との総厚みとのいずれとも異なる、請求項1に記載の弾性波装置。
- [請求項3] 前記第1の電極膜の全部の厚みと、前記第2の電極膜の全部の厚みとが異なる、請求項1または2に記載の弾性波装置。
- [請求項4] 前記第1の電極膜において、一部の厚みが他の部分の厚みと異なる、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] 前記第1の電極膜と前記圧電層との間、及び前記第2の電極膜と前記圧電層との間のうち少なくとも一方に、誘電体膜が設けられている、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] S H波が励振される、請求項1～5のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項7] 前記圧電層が、ニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムからな

る、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項 8] 前記圧電層上に機能電極が設けられており、
前記機能電極が、互いに対向し合う少なくとも 1 対の電極を含み、
厚み滑りモードのバルク波を利用可能なように構成されている、請求項 7 に記載の弾性波装置。

[請求項 9] 前記圧電層上に機能電極が設けられており、
前記機能電極が、互いに対向し合う少なくとも 1 対の電極を含み、
前記圧電層の厚みを d 、隣り合う前記電極の中心間距離を p とした場合、 $d/p \leq 0.5$ である、請求項 7 に記載の弾性波装置。

[請求項 10] 前記圧電層を構成しているニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムのオイラー角 (ϕ , θ , ψ) が、以下の式 (1)、式 (2) または式 (3) の範囲にある、請求項 8 または 9 に記載の弾性波装置。

$$(0^\circ \pm 10^\circ, 0^\circ \sim 20^\circ, \text{任意の } \psi) \quad \cdots \text{式 (1)}$$

$$(0^\circ \pm 10^\circ, 20^\circ \sim 80^\circ, 0^\circ \sim 60^\circ (1 - (\theta - 50)^\circ)^2 / 900)^{1/2}) \quad \text{または} \quad (0^\circ \pm 10^\circ, 20^\circ \sim 80^\circ, [180^\circ - 60^\circ (1 - (\theta - 50)^\circ)^2 / 900]^{1/2}) \sim 180^\circ) \quad \cdots \text{式 (2)}$$

$$(0^\circ \pm 10^\circ, [180^\circ - 30^\circ (1 - (\psi - 90)^\circ)^2 / 8100]^{1/2}) \sim 180^\circ, \text{任意の } \phi) \quad \cdots \text{式 (3)}$$

[請求項 11] 前記圧電層上に、前記機能電極と、1 対のバスバーと、を含む I D T 電極が設けられており、前記機能電極である前記少なくとも 1 対の電極が前記 I D T 電極の複数の電極指であり、前記複数の電極指のうち一部の電極指が一方の前記バスバーに接続されており、前記複数の電極指のうち他の一部の電極指が他方の前記バスバーに接続されている、請求項 9 または 10 に記載の弾性波装置。

[請求項 12] 前記圧電層上に、前記機能電極と、1 対のバスバーと、を含む I D T 電極が設けられており、前記機能電極である前記少なくとも 1 対の電極が前記 I D T 電極の複数の電極指であり、前記複数の電極指のうち

ち一部の電極指が一方の前記バスバーに接続されており、前記複数の電極指のうち他の一部の電極指が他方の前記バスバーに接続されており、

板波を利用可能なように構成されている、請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項13]

前記圧電層上に機能電極が設けられており、

前記圧電層が、互いに対向し合う第 1 の主面及び第 2 の主面を有し、

前記第 1 の主面に前記第 1 の電極膜及び前記第 2 の電極膜が設けられており、

前記機能電極が、前記第 1 の主面に設けられている上部電極と、前記第 2 の主面に設けられている下部電極とを有し、

前記上部電極及び前記下部電極が対向し合っている、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項14]

一方の前記バスバーが前記第 1 の電極膜であり、他方の前記バスバーが前記第 2 の電極膜である、請求項 1 1 または 1 2 に記載の弾性波装置。

[請求項15]

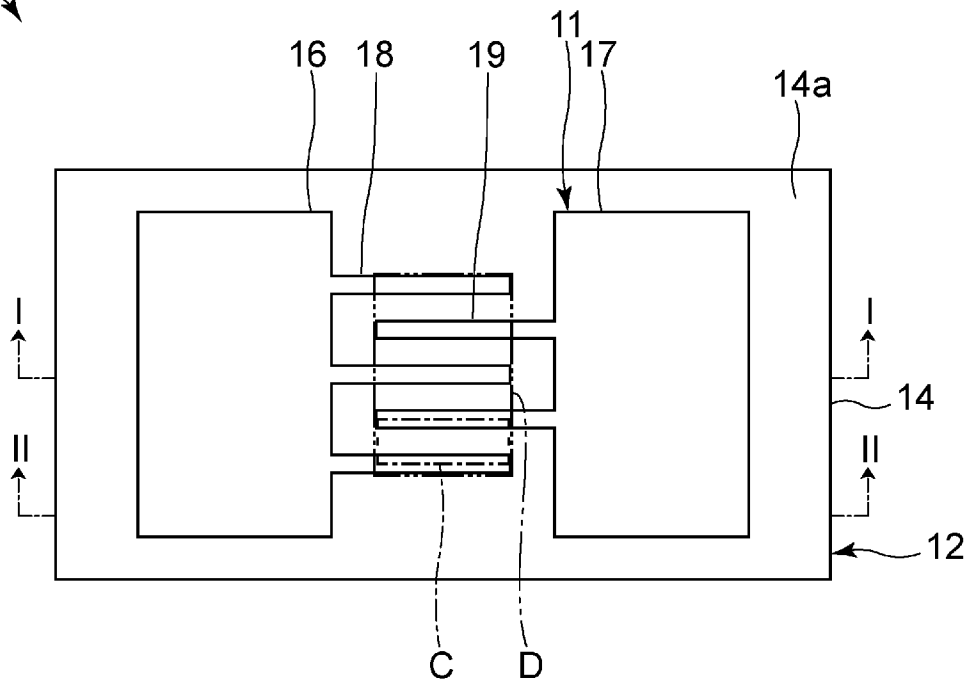
前記機能電極に、互いに異なる電位である第 1 の配線部及び第 2 の配線部が接続されており、

前記第 1 の配線部が前記第 1 の電極膜であり、前記第 2 の配線部が前記第 2 の電極膜である、請求項 1 ～ 1 4 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[図1]

図1

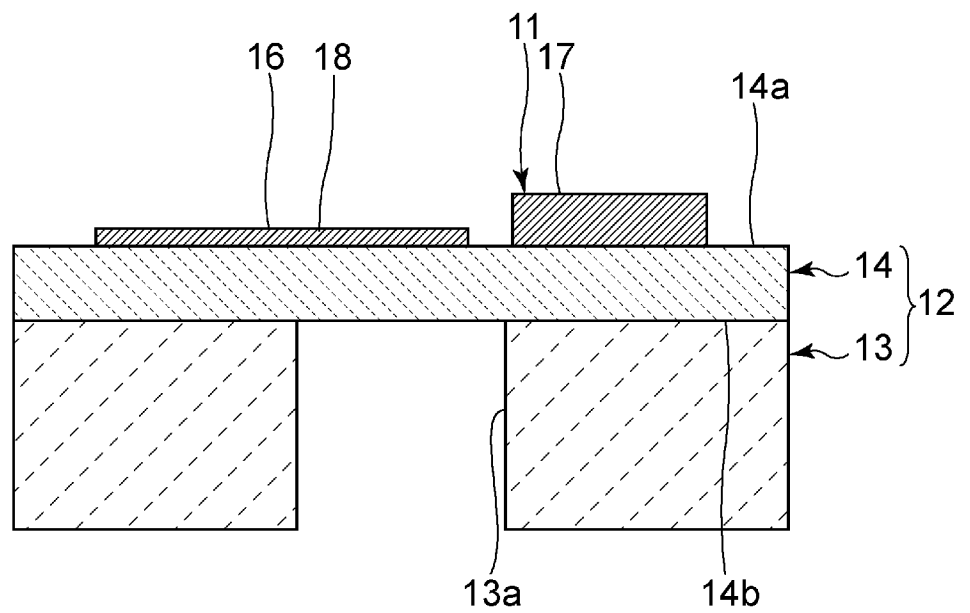
10



[図2]

図2

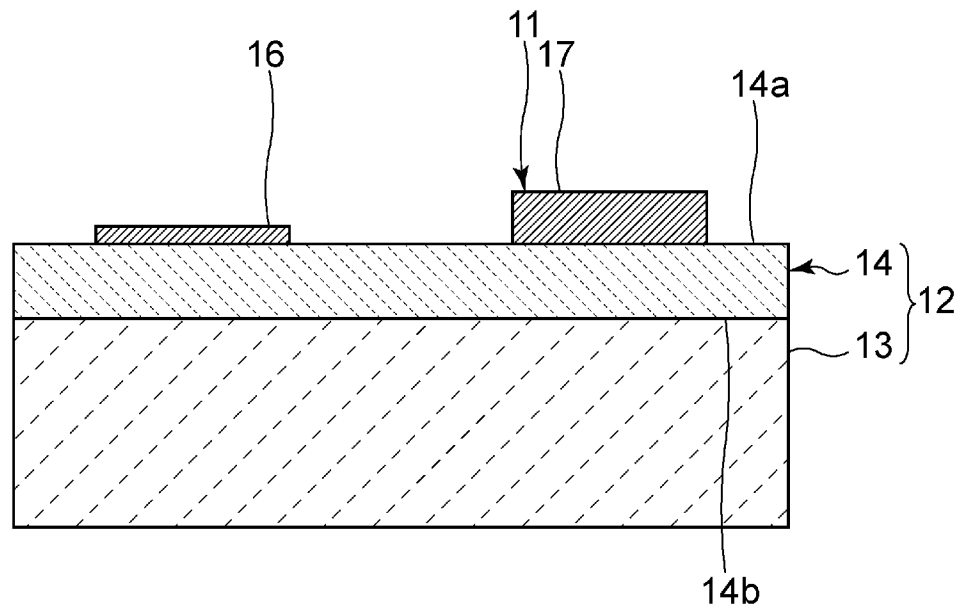
10



[図3]

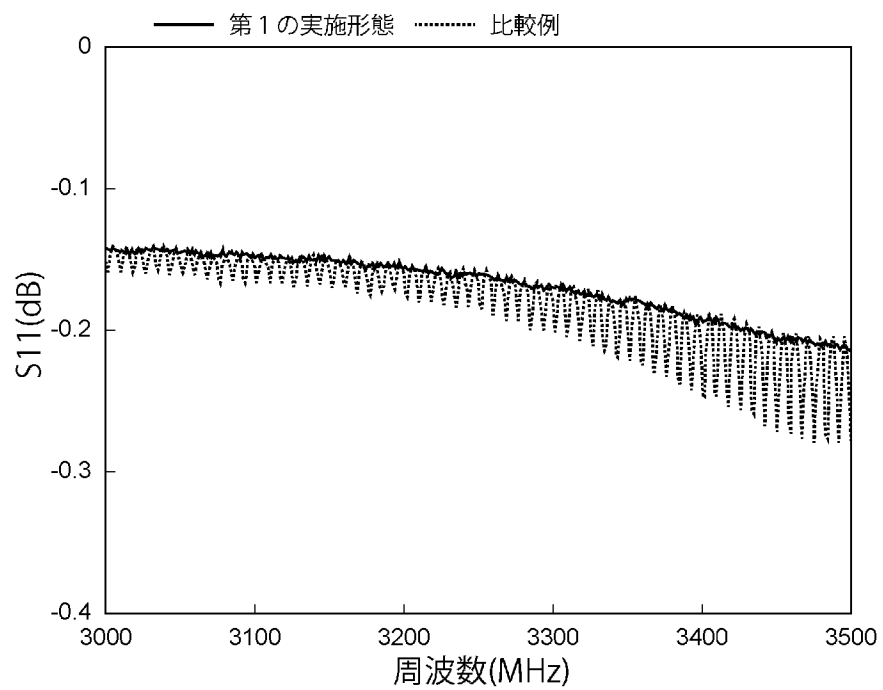
図3

10



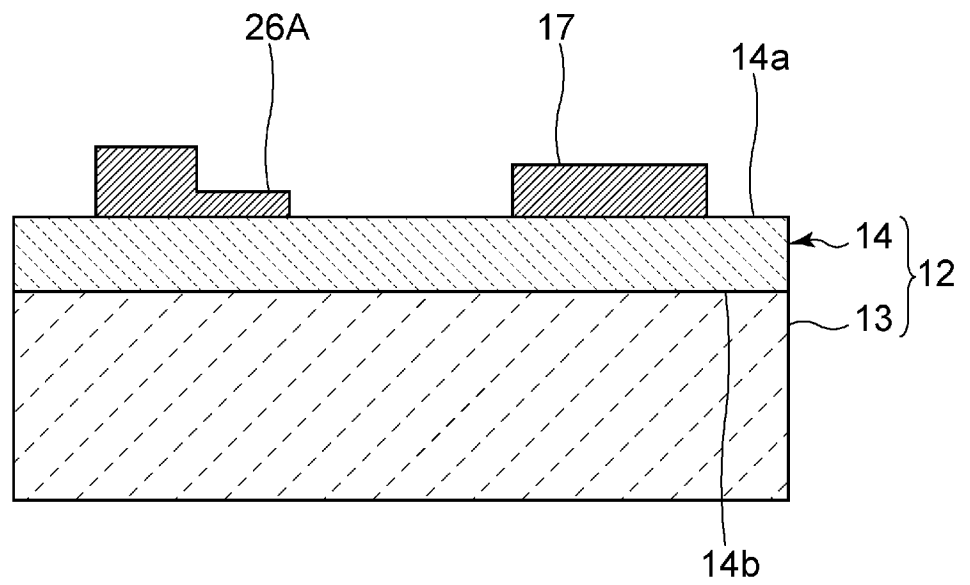
[図4]

図4



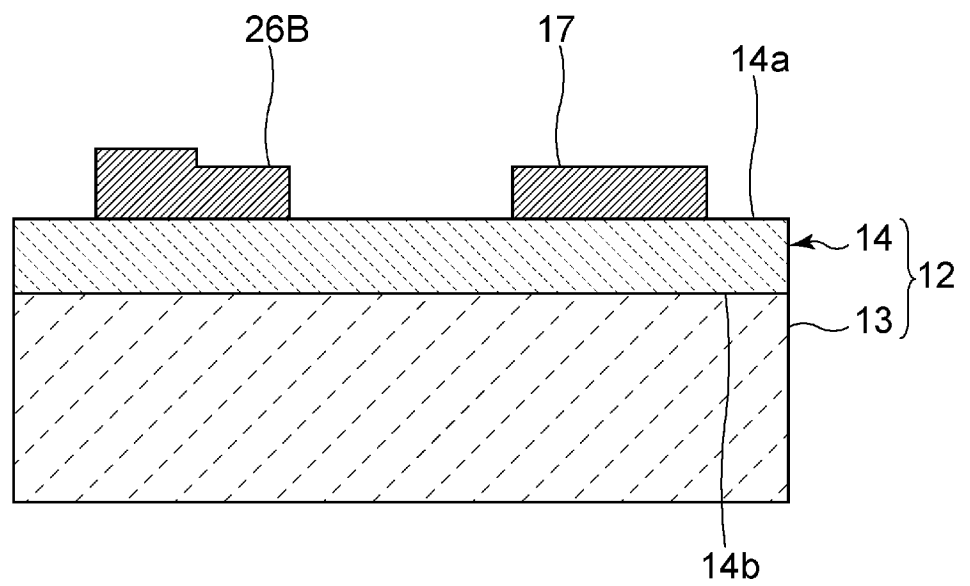
[図5]

図5



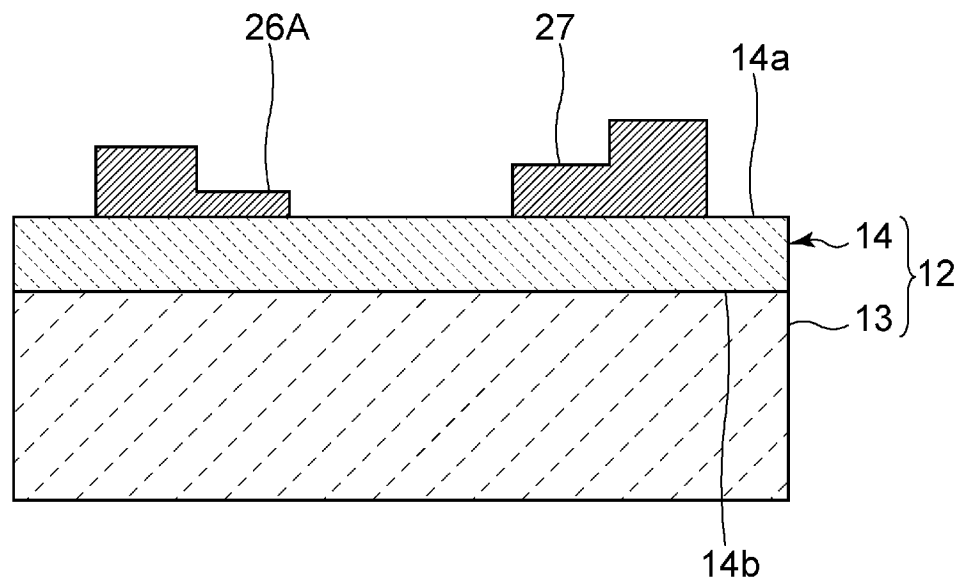
[図6]

図6



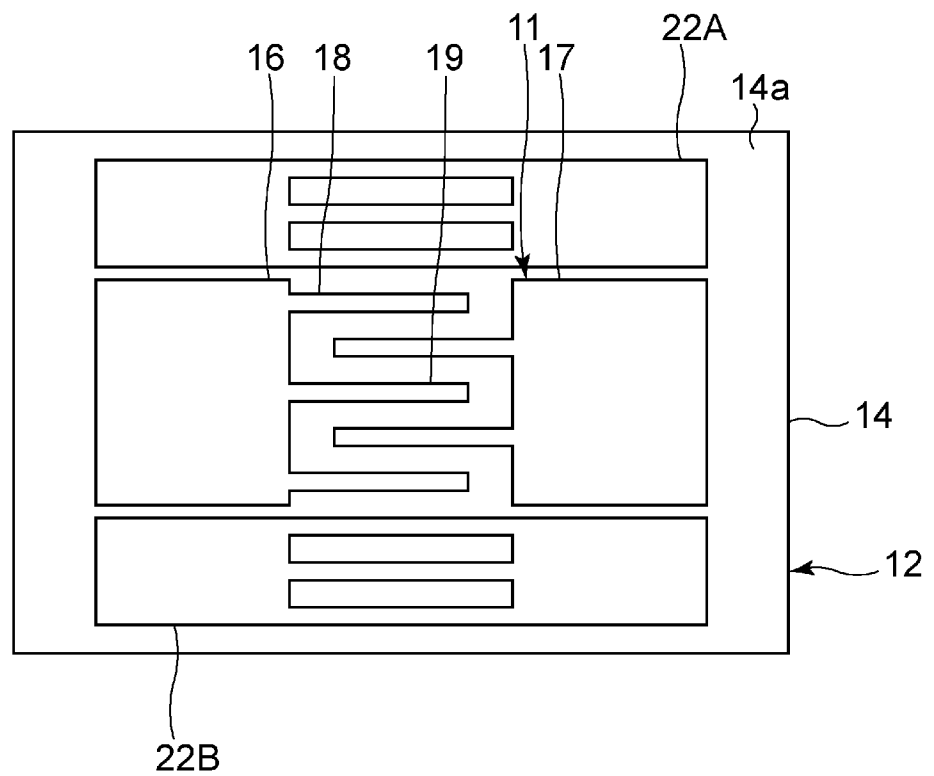
[図7]

図7



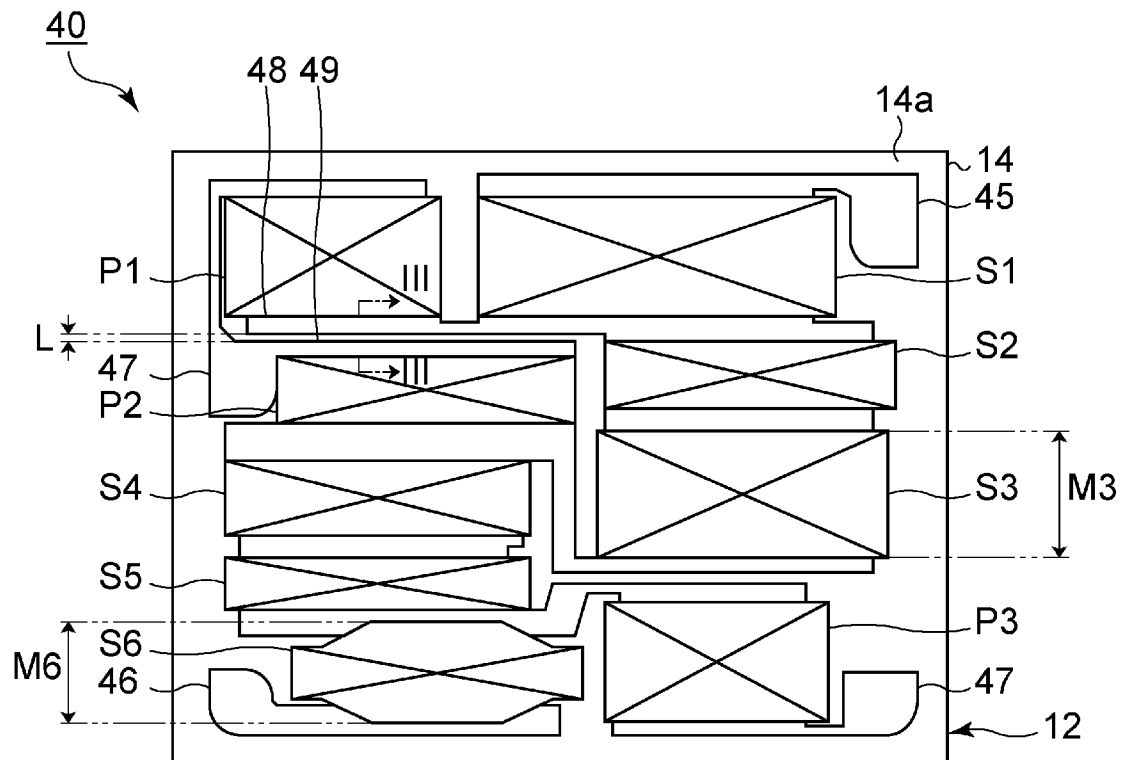
[図8]

図8



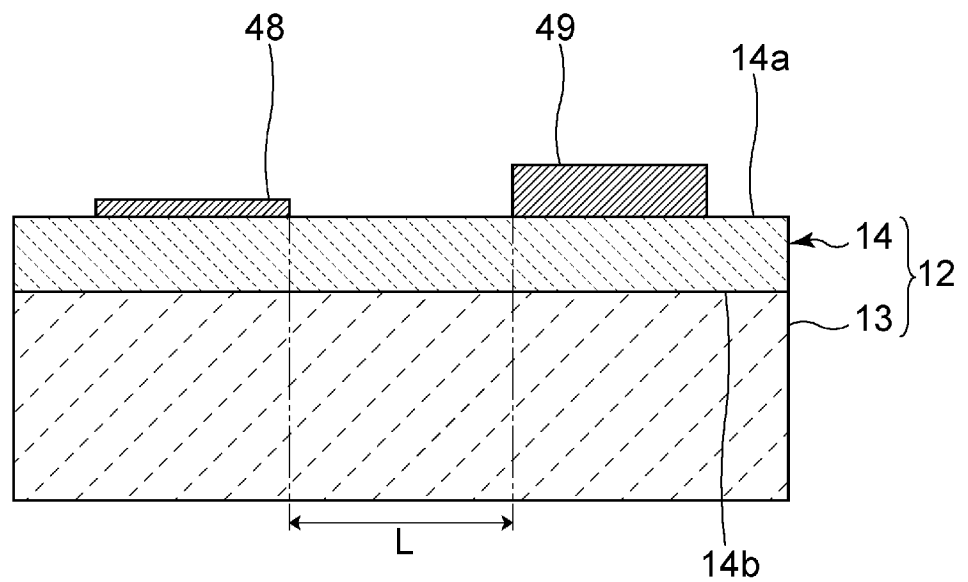
[図11]

図11



[図12]

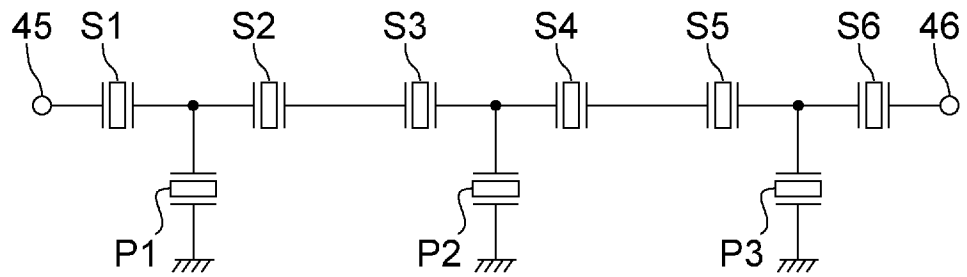
図12



[図13]

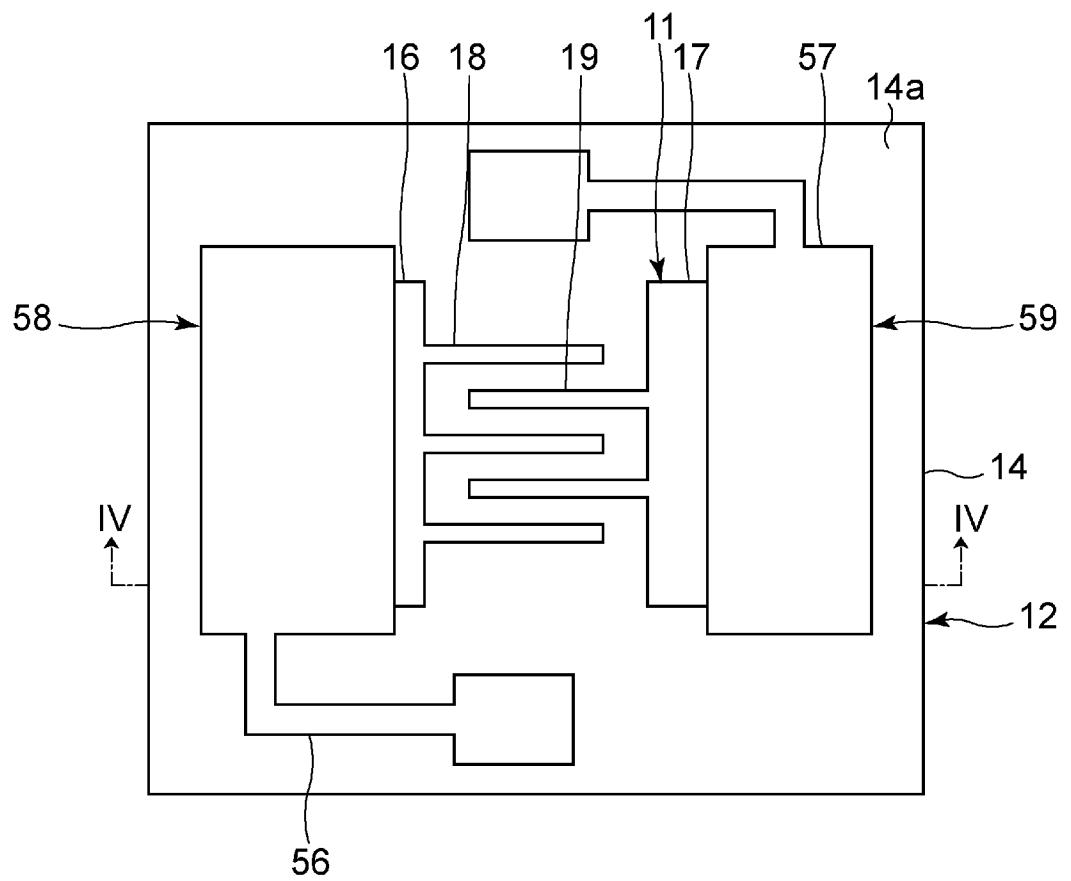
図13

40



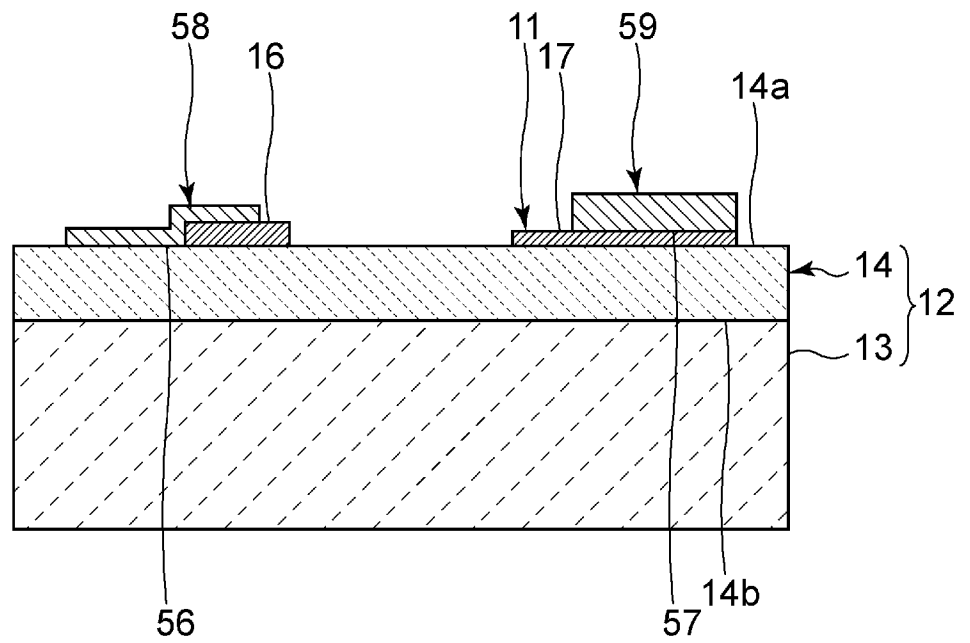
[図14]

図14



[図15]

図15



[図16]

図16

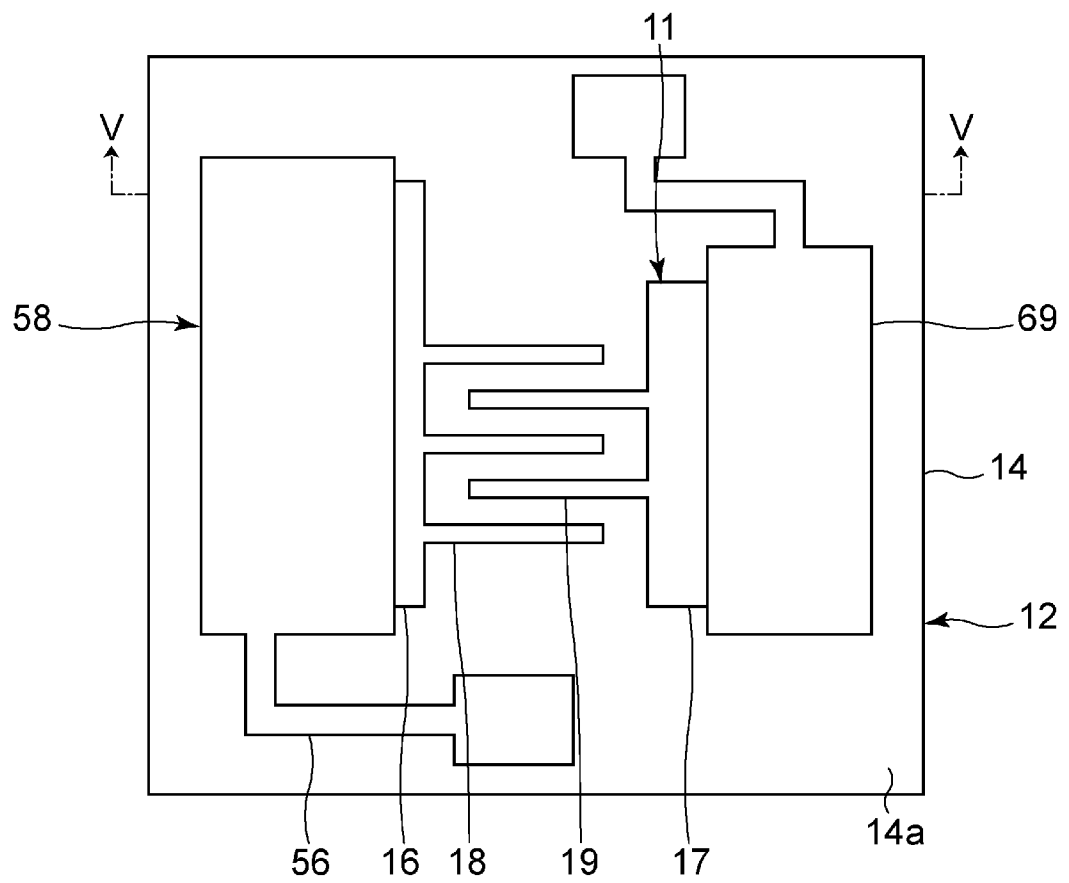
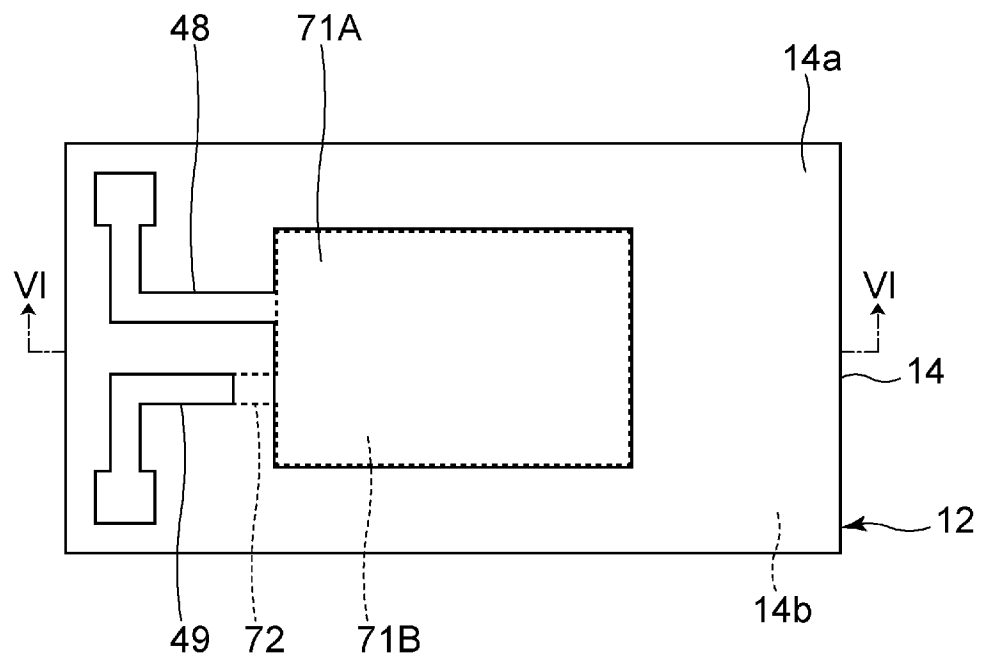
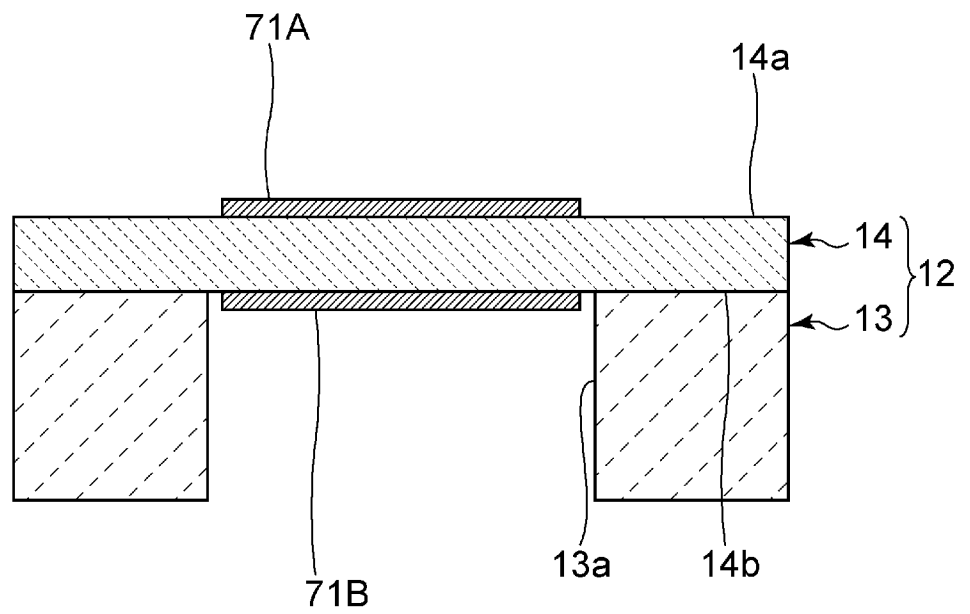


図17



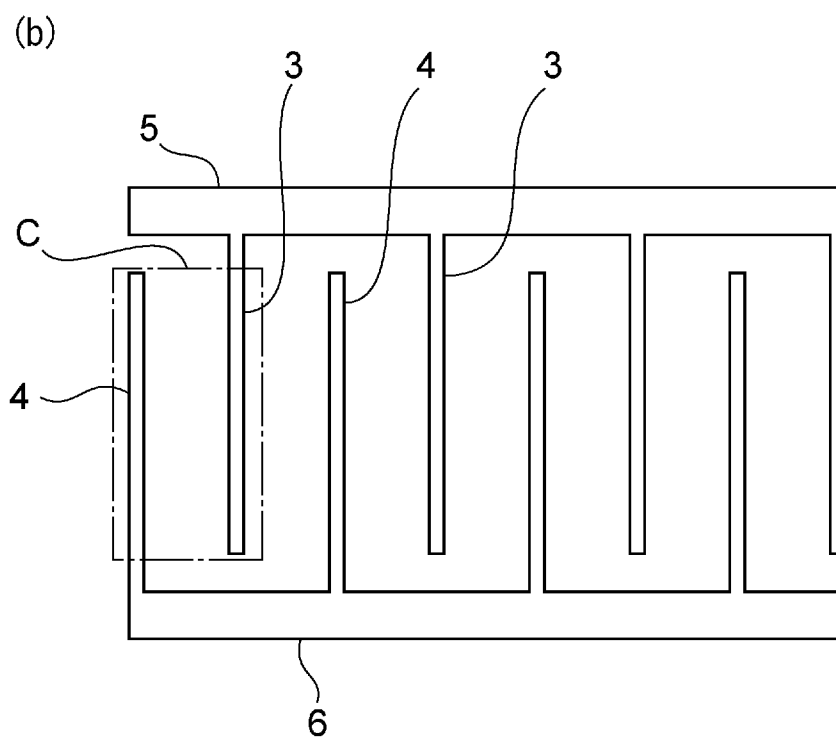
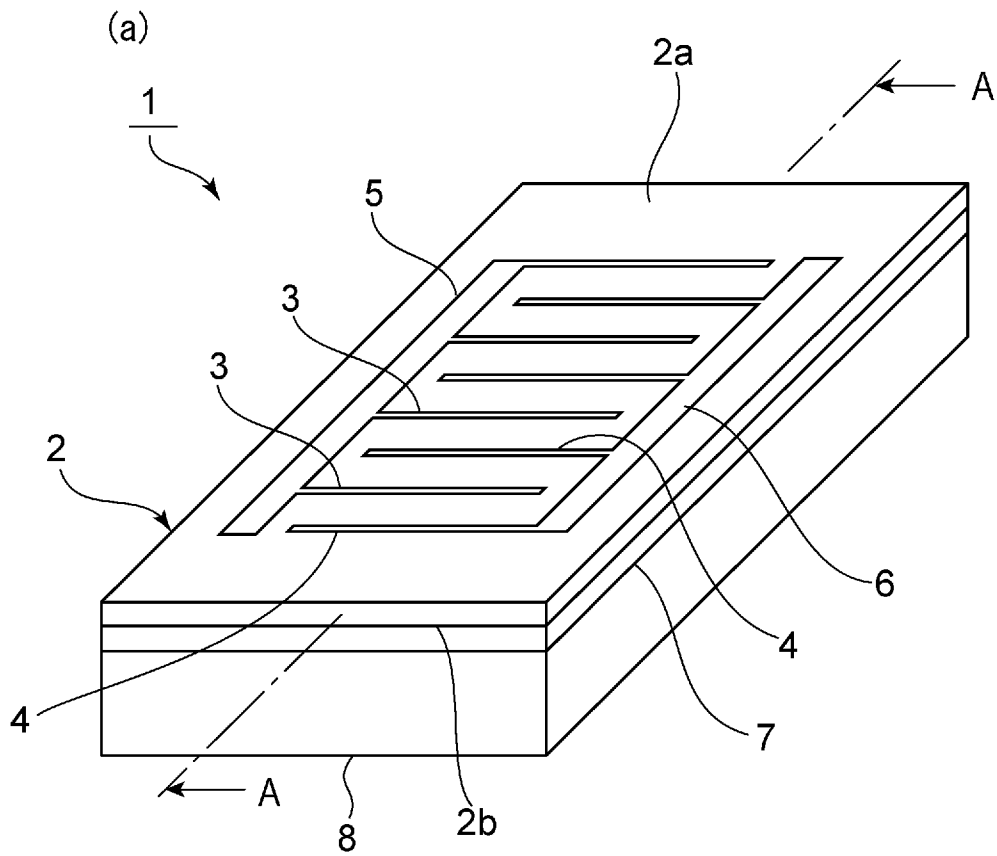
[図19]

図19



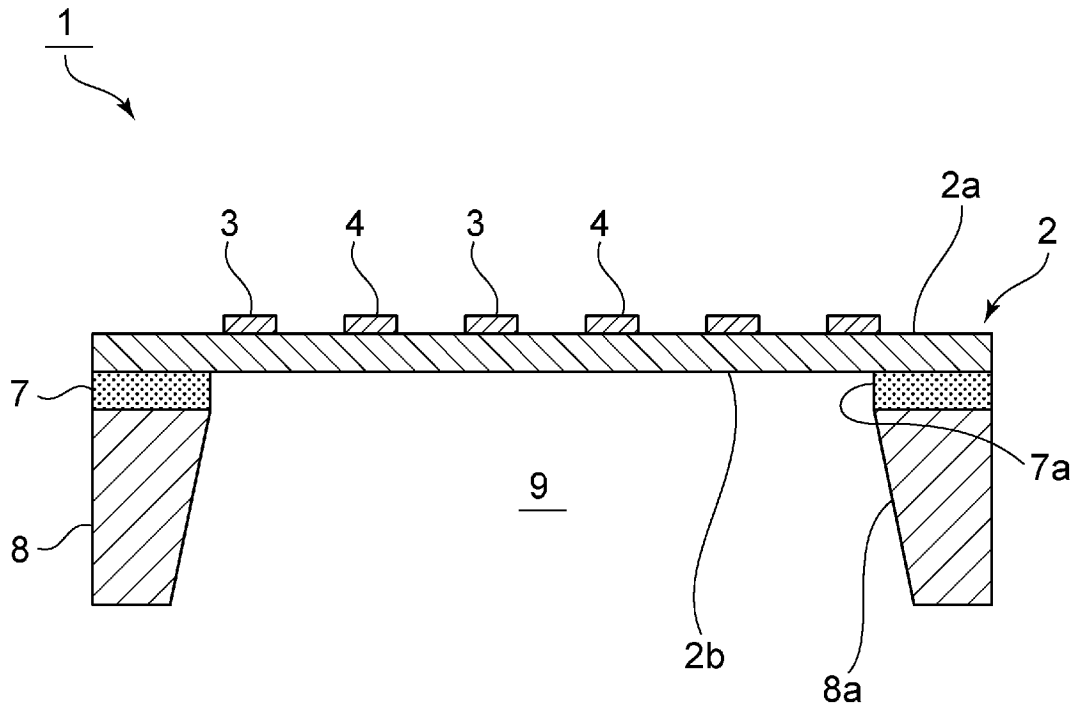
[図20]

図20



[図21]

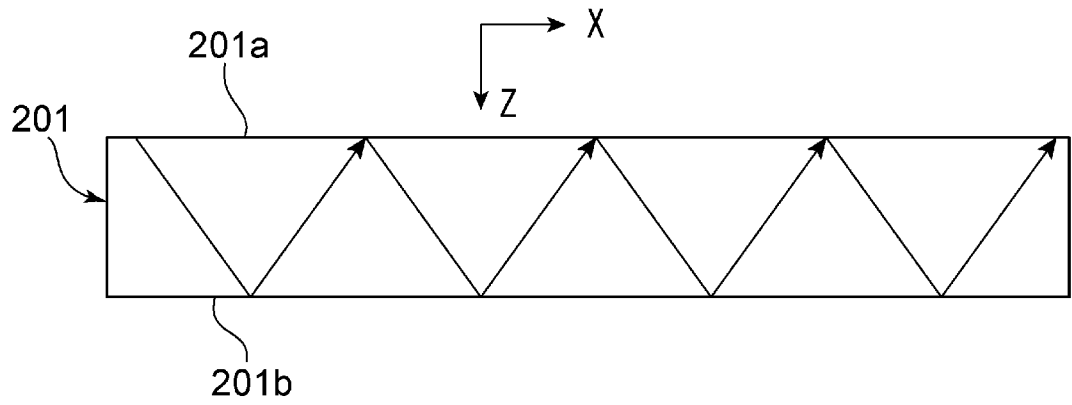
図21



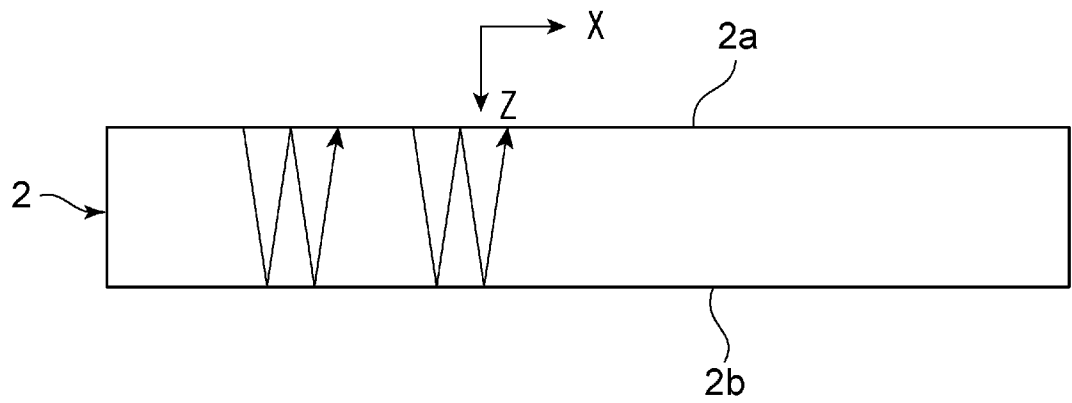
[図22]

図22

(a)

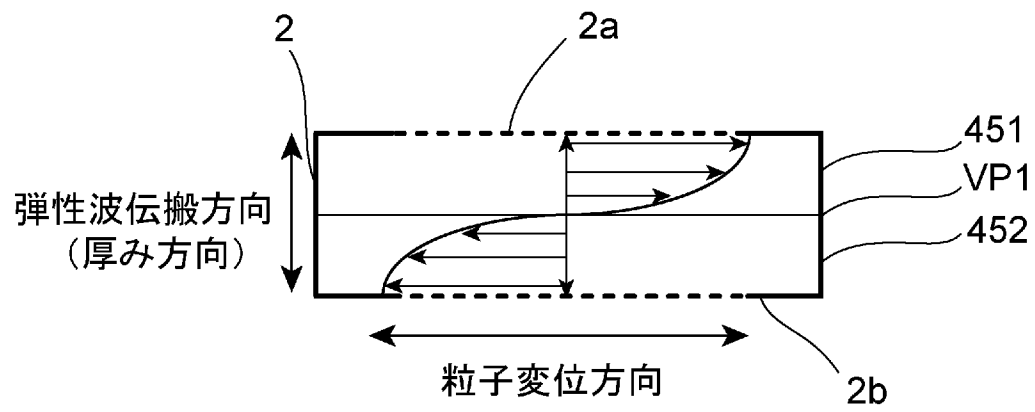


(b)



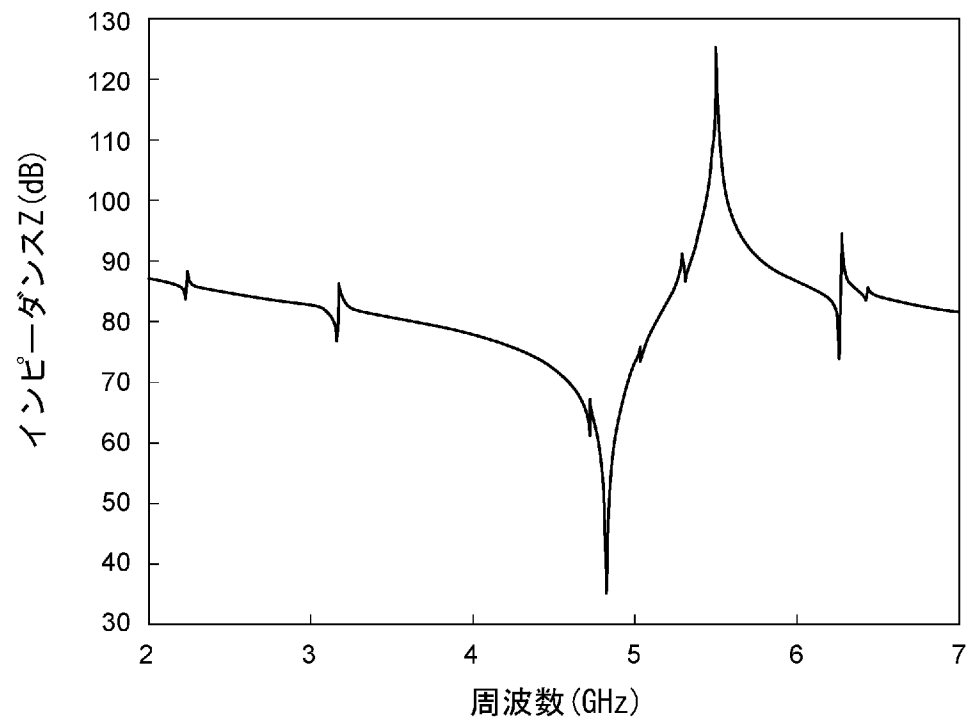
[図23]

図23



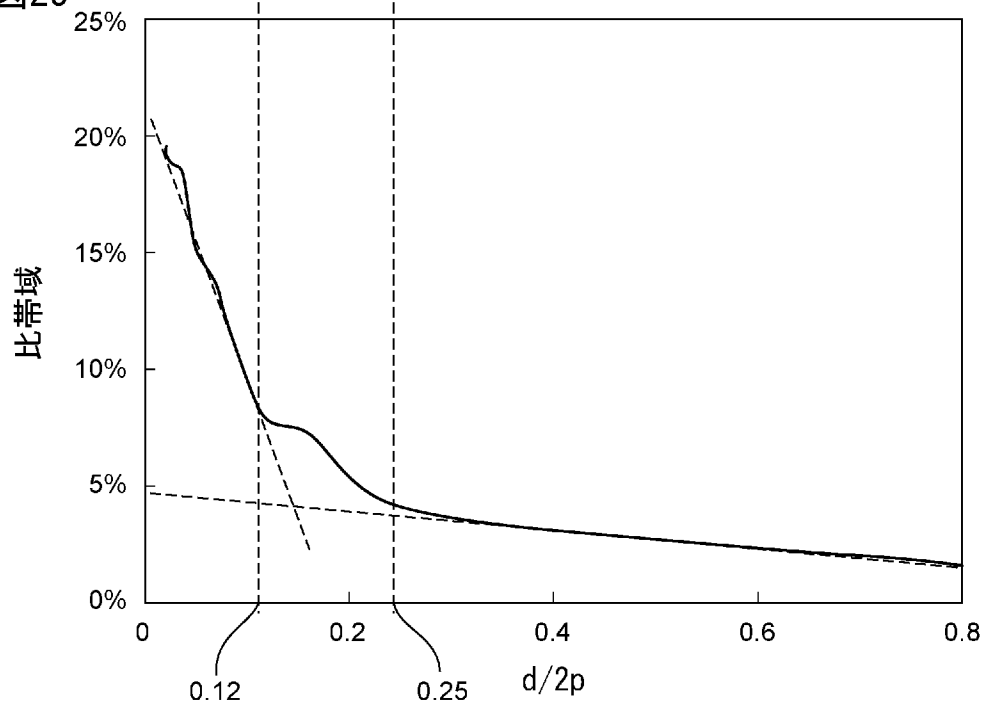
[図24]

図24



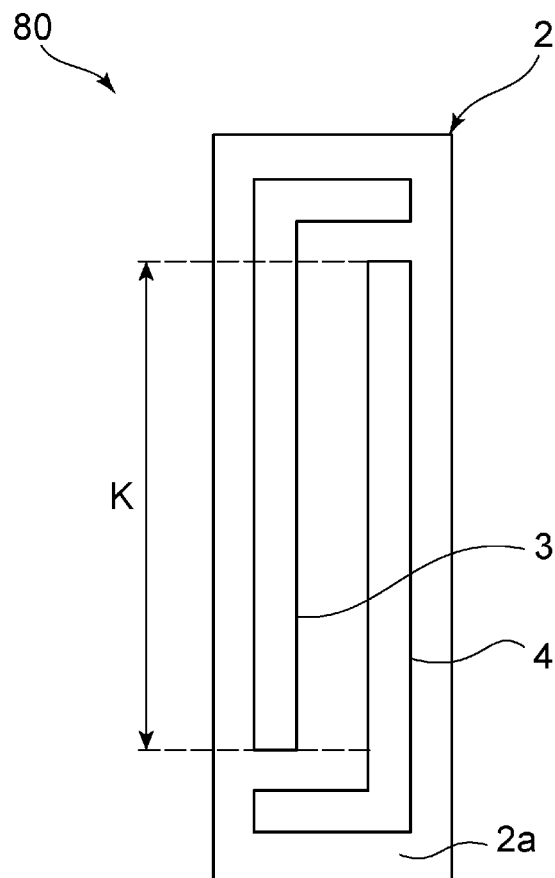
[図25]

図25



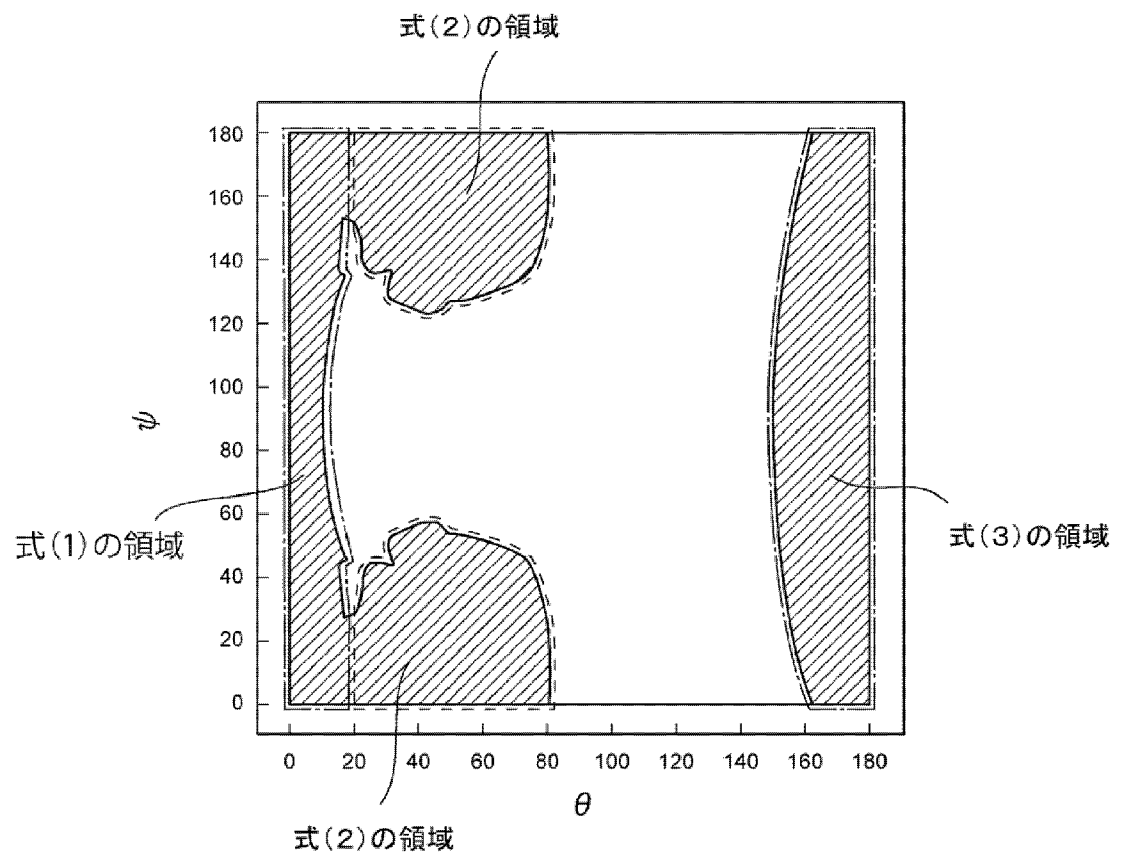
[図26]

図26



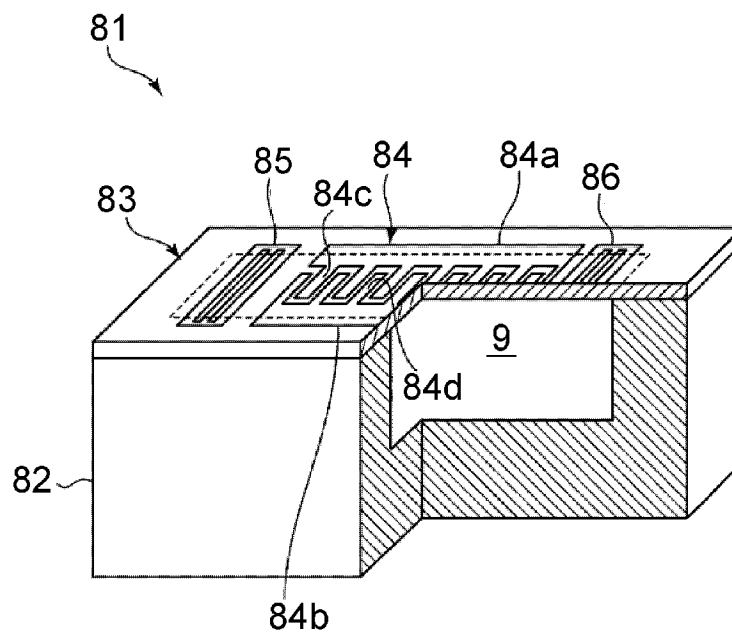
[図27]

図27



[図28]

図28



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/026354

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H03H9/145 (2006.01) i

FI: H03H9/145C

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)

Int.Cl. H03H9/145

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 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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 2005-286945 A (FUJITSU MEDIA DEVICES LTD.) 13 October 2005 (2005-10-13), paragraphs [0040]-[0047], fig. 3	1-2, 4, 13, 15
X Y	JP 2017-152868 A (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 31 August 2017 (2017-08-31), paragraphs [0026]-[0035], fig. 4(c)	1-3, 5 8
Y	JP 2007-228341 A (NGK INSULATORS LTD.) 06 September 2007 (2007-09-06), paragraphs [0015], [0024]	8
Y	WO 2017/188342 A1 (KYOCERA CORPORATION) 02 November 2017 (2017-11-02), paragraphs [0038]-[0043], [0061], fig. 1-4, 6	1-2, 4-7, 9-12, 14-15
Y	WO 2019/138810 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 18 July 2019 (2019-07-18), paragraphs [0021], [0022], [0037], [0126], [0127], fig. 3, 28	1-2, 4-7, 9-12, 14-15



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

24 August 2021

Date of mailing of the international search report

31 August 2021

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/JP2021/026354

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2020/100949 A1 (KYOCERA CORPORATION) 22 May 2020 (2020-05-22), paragraphs [0020]-[0023], [0083]-[0085], fig. 9	9-12, 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/026354

JP 2005-286945 A	13 October 2005	US 2005/0218754 A1 paragraphs [0042]-[0049], fig. 3 EP 1583233 A1 KR 10-2006-0044921 A CN 1677852 A
JP 2017-152868 A	31 August 2017	US 2017/0244387 A1 paragraphs [0029]-[0038], fig. 4(c)
JP 2007-228341 A	06 September 2007	US 2007/0200459 A1 paragraphs [0029], [0038] DE 102007000100 A1 KR 10-2007-0088397 A CN 101026367 A
WO 2017/188342 A1	02 November 2017	US 2019/0140613 A1 paragraphs [0053]-[0059], [0088], fig. 1-4, 6 CN 109075763 A
WO 2019/138810 A1	18 July 2019	(Family: none)
WO 2020/100949 A1	22 May 2020	(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 FI: H03H9/145 C														
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 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2021年													
日本国実用新案登録公報	1996-2021年													
日本国登録実用新案公報	1994-2021年													
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 2005-286945 A（富士通メディアデバイス株式会社）13.10.2005（2005-10-13） 段落[0040]-[0047]，図3	1-2, 4, 13, 15												
X	JP 2017-152868 A（太陽誘電株式会社）31.08.2017（2017-08-31） 段落[0026]-[0035]，図4(c)	1-3, 5												
Y		8												
Y	JP 2007-228341 A（日本碍子株式会社）06.09.2007（2007-09-06） 段落[0015]，[0024]	8												
Y	WO 2017/188342 A1（京セラ株式会社）02.11.2017（2017-11-02） 段落[0038]-[0043]，[0061]，図1-4，6	1-2, 4-7, 9-12, 14-15												
Y	WO 2019/138810 A1（株式会社村田製作所）18.07.2019（2019-07-18） 段落[0021]-[0022]，[0037]，[0126]-[0127]，図3，28	1-2, 4-7, 9-12, 14-15												
Y	WO 2020/100949 A1（京セラ株式会社）22.05.2020（2020-05-22） 段落[0020]-[0023]，[0083]-[0085]，図9	9-12, 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 24.08.2021	国際調査報告の発送日 31.08.2021													
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 亨 5W 8388 電話番号 03-3581-1101 内線 3576													

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/JP2021/026354

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2005-286945	A	13.10.2005	US 2005/0218754 A1 段落[0042]-[0049], 図3 EP 1583233 A1 KR 10-2006-0044921 A CN 1677852 A	
JP	2017-152868	A	31.08.2017	US 2017/0244387 A1 段落[0029]-[0038], 図4(c)	
JP	2007-228341	A	06.09.2007	US 2007/0200459 A1 段落[0029], [0038] DE 102007000100 A1 KR 10-2007-0088397 A CN 101026367 A	
WO	2017/188342	A1	02.11.2017	US 2019/0140613 A1 段落[0053]-[0059], [0088], 図1-4, 6 CN 109075763 A	
WO	2019/138810	A1	18.07.2019	(ファミリーなし)	
WO	2020/100949	A1	22.05.2020	(ファミリーなし)	