

(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9月9日(09.09.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/186201 A1

(51) 国際特許分類:
H03H 9/25 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/008612

(22) 国際出願日: 2022年3月1日(01.03.2022)

(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:
63/154,845 2021年3月1日(01.03.2021) 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: 木村 哲也 (**KIMURA, Tetsuya**);
〒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).

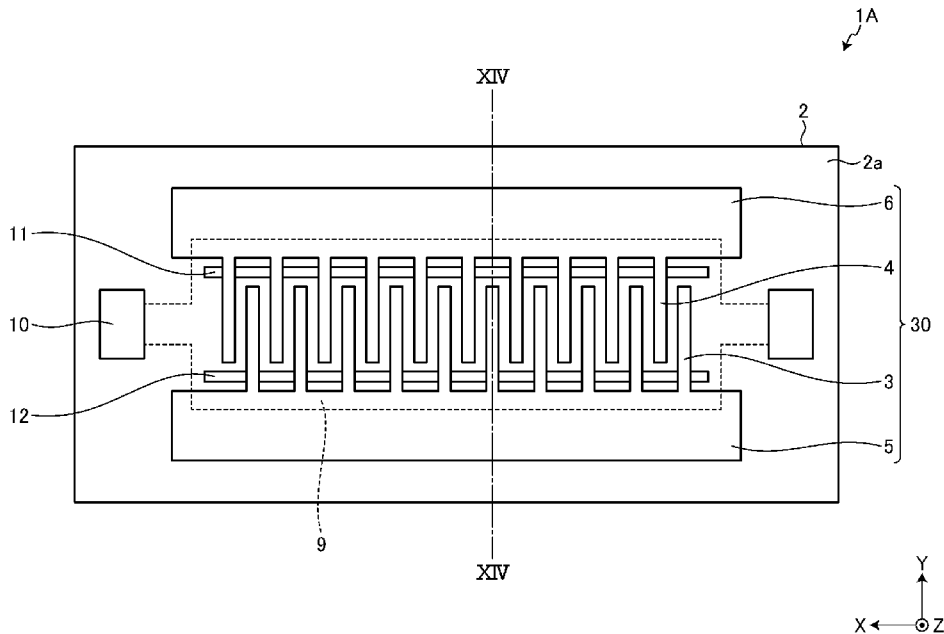
(74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許
事務所 (**SAKAI INTERNATIONAL PATENT
OFFICE**); 〒1000013 東京都千代田区霞が
関 3 丁目 8 番 1 号 虎の門三井ビル
ディング Tokyo (JP).

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

(54) **Title:** ELASTIC WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波装置

[図13]



(57) **Abstract:** The present invention improves a Q value. This elastic wave device comprises: a support member having a thickness in a first direction; a piezoelectric layer provided on the support member in the first direction; and an IDT electrode provided on the piezoelectric layer in the first direction and having a plurality of first electrode fingers which extend in a second direction orthogonal to the first direction, a first bus bar electrode to which the plurality of first electrode fingers are connected, a plurality of second electrode fingers which are each opposite a first electrode finger among the

[続葉有]



WO 2022/186201 A1

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))

plurality of first electrode fingers in a third direction orthogonal to the second direction, and which extend in the second direction, a second bus bar electrode to which the plurality of second electrode fingers are connected. A hollow section is provided to the support member on the piezoelectric layer side thereof, at a position overlapping with at least part of the IDT electrode in a planar view from the first direction. At least one first through-hole which passes through the piezoelectric layer is provided to the piezoelectric layer in a region that, in a planar view from the first direction, is between at least one of the first electrode fingers and the second bus bar electrode. The first through-hole communicates with the hollow section, has a length in the third direction, and overlaps with part of at least one of the second electrode fingers in a planar view from the first direction.

(57) 要約：Q値を向上させる。弾性波装置は、第1方向に厚みを有する支持部材と、前記支持部材の前記第1方向に設けられた圧電層と、前記圧電層の前記第1方向に設けられ、前記第1方向に直交する第2方向に延びる複数の第1電極指と、前記複数の第1電極指が接続された第1のバスバー電極と、前記第2方向に直交する第3方向に前記複数の第1電極指のいずれかと対向し、前記第2方向に延びる複数の第2電極指と、前記複数の第2電極指が接続された第2のバスバー電極と、を有するIDT電極と、を備え、前記支持部材には、前記圧電層側に、前記第1方向に平面視して、前記IDT電極と少なくとも一部が重なる位置に空洞部が設けられ、前記圧電層には、前記第1方向に平面視して、少なくとも1つの第1電極指と、前記第2のバスバー電極と、の間の領域の前記圧電層を貫通する少なくとも1つの第1貫通孔が設けられ、前記第1貫通孔は、前記空洞部に連通し、前記第3方向に長さを有し、前記第1方向に平面視して、少なくとも1つの第2電極指の一部と重なる。

明 細 書

発明の名称： 弾性波装置

技術分野

[0001] 本開示は、弾性波装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、弾性波装置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 1 2 - 2 5 7 0 1 9 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献 1 に示す弾性波装置において、電極指が延びる方向に弾性波のエネルギーが漏洩してしまい、Q 値が劣化する可能性があった。

[0005] 本開示は、上述した課題を解決するものであり、Q 値を向上させることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 一態様に係る弾性波装置は、第 1 方向に厚みを有する支持部材と、前記支持部材の前記第 1 方向に設けられた圧電層と、前記圧電層の前記第 1 方向に設けられ、前記第 1 方向に直交する第 2 方向に延びる複数の第 1 電極指と、前記複数の第 1 電極指が接続された第 1 のバスバー電極と、前記第 2 方向に直交する第 3 方向に前記複数の第 1 電極指のいずれかと対向し、前記第 2 方向に延びる複数の第 2 電極指と、前記複数の第 2 電極指が接続された第 2 のバスバー電極と、を有する I D T 電極と、を備え、前記支持部材には、前記圧電層側に、前記第 1 方向に平面視して、前記 I D T 電極と少なくとも一部が重なる位置に空洞部が設けられ、前記圧電層には、前記第 1 方向に平面視して、少なくとも 1 つの第 1 電極指と、前記第 2 のバスバー電極と、の間の領域の前記圧電層を貫通する少なくとも 1 つの第 1 貫通孔が設けられ、前記

第1貫通孔は、前記空洞部に連通し、前記第3方向に長さを有し、前記第1方向に平面視して、少なくとも1つの第2電極指の一部と重なる。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、Q値を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1A]図1Aは、第1実施形態の弾性波装置を示す斜視図である。

[図1B]図1Bは、第1実施形態の電極構造を示す平面図である。

[図2]図2は、図1AのI-I線に沿う部分の断面図である。

[図3A]図3Aは、比較例の圧電層を伝播するラム波を説明するための模式的な断面図である。

[図3B]図3Bは、第1実施形態の圧電層を伝播する厚み滑り1次モードのバルク波を説明するための模式的な断面図である。

[図4]図4は、第1実施形態の圧電層を伝播する厚み滑り1次モードのバルク波の振幅方向を説明するための模式的な断面図である。

[図5]図5は、第1実施形態の弾性波装置の共振特性の例を示す説明図である。

[図6]図6は、第1実施形態の弾性波装置において、隣り合う電極の中心間距離または中心間距離の平均距離を p 、圧電層の平均厚みを d とした場合、 $d/2p$ と、共振子としての比帯域との関係を示す説明図である。

[図7]図7は、第1実施形態の弾性波装置において、1対の電極が設けられている例を示す平面図である。

[図8]図8は、第1実施形態の弾性波装置の共振特性の一例を示す参考図である。

[図9]図9は、第1実施形態の弾性波装置の、多数の弾性波共振子を構成した場合の比帯域と、スプリアスの大きさとしての180度で規格化されたスプリアスのインピーダンスの位相回転量との関係を示す説明図である。

[図10]図10は、 $d/2p$ と、メタライゼーション比 MR と、比帯域との関係を示す説明図である。

[図11]図11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説明図である。

[図12]図12は、本開示の実施形態に係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。

[図13]図13は、第1実施形態に係る弾性波装置の第1実施例を示す平面図である。

[図14]図14は、図13のX-V-X-V線に沿った断面図の一例である。

[図15]図15は、第1実施例に係る弾性波装置及び比較例に係る弾性波装置のインピーダンス特性を示す図である。

[図16]図16は、第1実施例に係る弾性波装置及び比較例に係る弾性波装置の位相特性を示す図である。

[図17]図17は、第1実施例に係る弾性波装置及び比較例に係る弾性波装置のリターンロス特性を示す図である。

[図18]図18は、第1実施例に係る弾性波装置及び比較例に係る弾性波装置のスミスチャートである。

[図19]図19は、第1実施形態に係る弾性波装置の第2実施例を示す平面図である。

[図20]図20は、第1実施形態に係る弾性波装置の第3実施例を示す平面図である。

[図21]図21は、第1実施形態に係る弾性波装置の第4実施例を示す平面図である。

[図22]図22は、第1実施形態に係る弾性波装置の第5実施例を示す平面図である。

[図23]図23は、第1実施形態に係る弾性波装置の第6実施例を示す平面図である。

[図24]図24は、第1実施形態に係る弾性波装置の第7実施例を示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に、本開示の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態により本開示が限定されるものではない。なお、本開示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変形例や第2実施の形態以降では第1の実施形態と共通の事柄についての記述を省略し、異なる点についてのみ説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については実施形態毎には逐次言及しない。

[0010] (第1実施形態)

図1Aは、第1実施形態の弾性波装置を示す斜視図である。図1Bは、第1実施形態の電極構造を示す平面図である。

[0011] 第1実施形態の弾性波装置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、第1実施形態では、Zカットである。 LiNbO_3 や LiTaO_3 のカット角は、回転YカットやXカットであってもよい。好ましくは、Y伝搬及びX伝搬 $\pm 30^\circ$ の伝搬方位が好ましい。

[0012] 圧電層2の厚みは、特に限定されないが、厚み滑り1次モードを効果的に励振するには、50nm以上、1000nm以下が好ましい。

[0013] 圧電層2は、Z方向に対向し合う第1の主面2aと、第2の主面2bとを有する。第1の主面2a上に、電極指3及び電極指4が設けられている。

[0014] ここで電極指3が「第1電極指」の一例であり、電極指4が「第2電極指」の一例である。図1A及び図1Bでは、複数の電極指3は、第1のバスバー電極5に接続されている複数の「第1電極」である。複数の電極指4は、第2のバスバー電極6に接続されている複数の「第2電極」である。複数の電極指3及び複数の電極指4は、互いに間挿し合っている。これにより、電極指3と、電極指4と、第1のバスバー電極5と、第2のバスバー電極6と、を備えるIDT (Interdigital Transducer) 電極30が構成される。

[0015] 電極指3及び電極指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、電極指 3 と、電極指 3 と隣接する電極指 4 とが対向している。電極指 3、電極指 4 の長さ方向、及び、電極指 3、電極指 4 の長さ方向と直交する方向はいずれも、圧電層 2 の厚み方向に交差する方向である。このため、電極指 3 と、電極指 3 と隣接する電極指 4 とは、圧電層 2 の厚み方向に交差する方向において対向しているともいえる。以下の説明では、圧電層 2 の厚み方向を Z 方向（または第 1 方向）とし、電極指 3、電極指 4 の長さ方向を Y 方向（または第 2 方向）とし、電極指 3、電極指 4 の直交する方向を X 方向（または第 3 方向）として、説明することがある。

[0016] また、電極指 3、電極指 4 の長さ方向が図 1 A 及び図 1 B に示す電極指 3、電極指 4 の長さ方向に直交する方向と入れ替わってもよい。すなわち、図 1 A 及び図 1 B において、第 1 のバスバー電極 5 及び第 2 のバスバー電極 6 が延びている方向に電極指 3、電極指 4 を延ばしてもよい。その場合、第 1 のバスバー電極 5 及び第 2 のバスバー電極 6 は、図 1 A 及び図 1 B において電極指 3、電極指 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指 3 と、他方電位に接続される電極指 4 とが隣り合う 1 対の構造が、上記電極指 3、電極指 4 の長さ方向と直交する方向に、複数対設けられている。

[0017] ここで電極指 3 と電極指 4 とが隣り合うとは、電極指 3 と電極指 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、電極指 3 と電極指 4 とが間隔を介して配置されている場合を指す。また、電極指 3 と電極指 4 とが隣り合う場合、電極指 3 と電極指 4 との間には、他の電極指 3、電極指 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。

[0018] 電極指 3 と電極指 4 との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、電極指 3 と電極指 4 との間の中心間距離とは、電極指 3 の長さ方向と直交する方向における電極指 3 の幅寸法の中心と、電極指 4 の長さ方向と直交する方向における電極指 4 の幅寸法の中心とを結んだ距離となる。

- [0019] さらに、電極指 3、電極指 4 の少なくとも一方が複数本ある場合（電極指 3、電極指 4 を一对の電極組とした場合に、1.5 対以上の電極組がある場合）、電極指 3、電極指 4 の中心間距離は、1.5 対以上の電極指 3、電極指 4 のうち隣り合う電極指 3、電極指 4 それぞれの中心間距離の平均値を指す。
- [0020] また、電極指 3、電極指 4 の幅、すなわち電極指 3、電極指 4 の対向方向の寸法は、150 nm 以上、1000 nm 以下の範囲が好ましい。なお、電極指 3 と電極指 4 との間の中心間距離とは、電極指 3 の長さ方向と直交する方向における電極指 3 の寸法（幅寸法）の中心と、電極指 4 の長さ方向と直交する方向における電極指 4 の寸法（幅寸法）の中心とを結んだ距離となる。
- [0021] また、第 1 実施形態では、Z カットの圧電層を用いているため、電極指 3、電極指 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（電極指 3、電極指 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 $90^{\circ} \pm 10^{\circ}$ ）でもよい。
- [0022] 圧電層 2 の第 2 の主面 2 b 側には、誘電体膜 7 を介して支持基板 8 が積層されている。誘電体膜 7 及び支持基板 8 は、枠状の形状を有し、図 2 に示すように、開口部 7 a、8 a を有する。それによって、空洞部（エアギャップ）9 が形成されている。
- [0023] 空洞部 9 は、圧電層 2 の励振領域 C の振動を妨げないために設けられている。従って、上記支持基板 8 は、少なくとも 1 対の電極指 3、電極指 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 に誘電体膜 7 を介して積層されている。なお、誘電体膜 7 は設けられずともよい。従って、支持基板 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る。
- [0024] 誘電体膜 7 は、酸化ケイ素で形成されている。もっとも、誘電体膜 7 は、

酸化ケイ素の他、窒化ケイ素、アルミナなどの適宜の絶縁性材料で形成することができる。

[0025] 支持基板 8 は、Si により形成されている。Si の圧電層 2 側の面における面方位は (100) や (110) であってもよく、(111) であってもよい。好ましくは、抵抗率 $4\text{ k}\Omega$ 以上の高抵抗の Si が望ましい。もっとも、支持基板 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。支持基板 8 の材料としては、例えば、酸化アルミニウム、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、水晶などの圧電体、アルミナ、マグネシア、サファイア、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、ジルコニア、コージライト、ムライト、ステアタイト、フォルステライトなどの各種セラミック、ダイヤモンド、ガラスなどの誘電体、窒化ガリウムなどの半導体などを用いることができる。

[0026] 上記複数の電極指 3、電極指 4 及び第 1 のバスバー電極 5、第 2 のバスバー電極 6 は、Al、AlCu 合金などの適宜の金属もしくは合金からなる。第 1 実施形態では、電極指 3、電極指 4 及び第 1 のバスバー電極 5、第 2 のバスバー電極 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。

[0027] 駆動に際しては、複数の電極指 3 と、複数の電極指 4 との間に交流電圧を印加する。より具体的には、第 1 のバスバー電極 5 と第 2 のバスバー電極 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 1 次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。

[0028] また、弾性波装置 1 では、圧電層 2 の厚みを d 、複数対の電極指 3、電極指 4 のうちいずれかの隣り合う電極指 3、電極指 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 1 次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。

[0029] なお、第1実施形態のように電極指3、電極指4の少なくとも一方が複数本ある場合、すなわち、電極指3、電極指4を1対の電極組とした場合に電極指3、電極指4が1.5対以上ある場合、隣り合う電極指3、電極指4の中心間距離 p は、各隣り合う電極指3、電極指4の中心間距離の平均距離となる。

[0030] 第1実施形態の弾性波装置1では、上記構成を備えるため、小型化を図ろうとして、電極指3、電極指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、両側に反射器を必要としない共振器であり、伝搬ロスが少ないためである。また、上記反射器を必要としないのは、厚み滑り1次モードのバルク波を利用していることによる。

[0031] 図3Aは、比較例の圧電層を伝播するラム波を説明するための模式的な断面図である。図3Bは、第1実施形態の圧電層を伝播する厚み滑り1次モードのバルク波を説明するための模式的な断面図である。図4は、第1実施形態の圧電層を伝播する厚み滑り1次モードのバルク波の振幅方向を説明するための模式的な断面図である。

[0032] 図3Aでは、特許文献1に記載のような弾性波装置であり、圧電層をラム波が伝搬する。図3Aに示すように、圧電層201中を矢印で示すように波が伝搬する。ここで、圧電層201には、第1の主面201aと、第2の主面201bとがあり、第1の主面201aと第2の主面201bとを結ぶ厚み方向がZ方向である。X方向は、IDT電極30の電極指3、4が並んでいる方向である。図3A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、圧電層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3、4の対数を少なくした場合、Q値が低下する。

[0033] これに対して、図3Bに示すように、第1実施形態の弾性波装置では、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2aと第2の主面2b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、反射器を必要としない。よって、反射器に伝搬する際の伝搬損失は生じない。従って、小型化を進めようとして、電極指3、電極指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。

[0034] なお、厚み滑り1次モードのバルク波の振幅方向は、図4に示すように、圧電層2の励振領域C（図1B参照）に含まれる第1領域451と、励振領域Cに含まれる第2領域452とで逆になる。図4では、電極指3と電極指4との間に、電極指4が電極指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C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Cのうち、仮想平面VP1と、第2の主面2bとの間の領域である。

[0035] 弾性波装置1では、電極指3と電極指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、この電極指3、電極指4からなる電極対の対数は複数対ある必要は必ずしもない。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。

[0036] 例えば、上記電極指3がホット電位に接続される電極であり、電極指4がグラウンド電位に接続される電極である。もっとも、電極指3がグラウンド電位に、電極指4がホット電位に接続されてもよい。第1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。

[0037] 図5は、第1実施形態の弾性波装置の共振特性の例を示す説明図である。なお、図5に示す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。

[0038] 圧電層2：オイラー角（ 0° 、 0° 、 90° ）の LiNbO_3

圧電層2の厚み：400nm

[0039] 励振領域C（図1B参照）の長さ：40 μm

電極指 3、電極指 4 からなる電極の対数：2 1 対

電極指 3 と電極指 4 との間の中心間距離（ピッチ）： $3 \mu\text{m}$

電極指 3、電極指 4 の幅： 500 nm

d/p ：0. 1 3 3

[0040] 誘電体膜 7： $1 \mu\text{m}$ の厚みの酸化ケイ素膜

[0041] 支持基板 8：Si

[0042] なお、励振領域 C（図 1 B 参照）とは、電極指 3 と電極指 4 の長さ方向と直交する X 方向に視たときに、電極指 3 と電極指 4 とが重なっている領域である。励振領域 C の長さとは、励振領域 C の電極指 3、電極指 4 の長さ方向に沿う寸法である。ここで、励振領域 C とは、「交差領域」の一例である。

[0043] 第 1 実施形態では、電極指 3、電極指 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、電極指 3 と電極指 4 とを等ピッチで配置した。

[0044] 図 5 から明らかなように、反射器を有しないにもかかわらず、比帯域が 1 2. 5 % である良好な共振特性が得られている。

[0045] ところで、上記圧電層 2 の厚みを d 、電極指 3 と電極指 4 との電極の中心間距離を p とした場合、第 1 実施形態では、 d/p は 0. 5 以下、より好ましくは 0. 2 4 以下である。これを、図 6 を参照して説明する。

[0046] 図 5 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 6 は、第 1 実施形態の弾性波装置において、隣り合う電極の中心間距離または中心間距離の平均距離を p 、圧電層 2 の平均厚みを d とした場合、 $d/2p$ と、共振子としての比帯域との関係を示す説明図である。

[0047] 図 6 に示すように、 $d/2p$ が 0. 2 5 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、 $d/2p \leq 0. 2 5$ 、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. 1 2

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 1 次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。

[0048] なお、少なくとも 1 対の電極は、1 対でもよく、上記 p は、1 対の電極の場合、隣り合う電極指 3、電極指 4 の中心間距離とする。また、1.5 対以上の電極の場合には、隣り合う電極指 3、電極指 4 の中心間距離の平均距離を p とすればよい。

[0049] また、圧電層 2 の厚み d についても、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すればよい。

[0050] 図 7 は、第 1 実施形態の弾性波装置において、1 対の電極が設けられている例を示す平面図である。弾性波装置 101 では、圧電層 2 の第 1 の主面 2a 上において、電極指 3 と電極指 4 とを有する 1 対の電極が設けられている。なお、図 7 中の K が交差幅となる。前述したように、本開示の弾性波装置では、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 1 次モードのバルク波を効果的に励振することができる。

[0051] 弾性波装置 1 では、好ましくは、複数の電極指 3、電極指 4 において、いずれかの隣り合う電極指 3、電極指 4 が対向している方向に視たときに重なっている領域である励振領域 C に対する、上記隣り合う電極指 3、電極指 4 のメタライゼーション比 MR が、 $MR \leq 1.75 (d/p) + 0.075$ を満たすことが望ましい。その場合には、スプリアスを効果的に小さくすることができる。これを、図 8 及び図 9 を参照して説明する。

[0052] 図 8 は、第 1 実施形態の弾性波装置の共振特性の一例を示す参考図である。矢印 B で示すスプリアスが、共振周波数と反共振周波数との間に現れている。なお、 $d/p = 0.08$ として、かつ LiNbO_3 のオイラー角 (0° 、

0°、90°)とした。また、上記メタライゼーション比 $MR = 0.35$ とした。

[0053] メタライゼーション比 MR を、図1Bを参照して説明する。図1Bの電極構造において、1対の電極指3、電極指4に着目した場合、この1対の電極指3、電極指4のみが設けられるとする。この場合、一点鎖線で囲まれた部分が励振領域Cとなる。この励振領域Cとは、電極指3と電極指4とを、電極指3、電極指4の長さ方向と直交する方向すなわち対向方向に視たときに電極指3における電極指4と重なり合っている領域、電極指4における電極指3と重なり合っている領域、及び、電極指3と電極指4との間の領域における電極指3と電極指4とが重なり合っている領域である。そして、この励振領域Cの面積に対する、励振領域C内の電極指3、電極指4の面積が、メタライゼーション比 MR となる。すなわち、メタライゼーション比 MR は、メタライゼーション部分の面積の励振領域Cの面積に対する比である。

[0054] なお、複数対の電極指3、電極指4が設けられている場合、励振領域Cの面積の合計に対する全励振領域Cに含まれているメタライゼーション部分の割合を MR とすればよい。

[0055] 図9は、第1実施形態の弾性波装置の、多数の弾性波共振子を構成した場合の比帯域と、スプリアスの大きさとしての180度で規格化されたスプリアスのインピーダンスの位相回転量との関係を示す説明図である。なお、比帯域については、圧電層2の膜厚や電極指3、電極指4の寸法を種々変更し、調整した。また、図9は、Zカットの LiNbO_3 からなる圧電層2を用いた場合の結果であるが、他のカット角の圧電層2を用いた場合においても、同様の傾向となる。

[0056] 図9中の楕円Jで囲まれている領域では、スプリアスが1.0と大きくなっている。図9から明らかなように、比帯域が0.17を超えると、すなわち17%を超えると、スプリアスレベルが1以上の大きなスプリアスが、比帯域を構成するパラメータを変化させたとしても、通過帯域内に現れる。すなわち、図8に示す共振特性のように、矢印Bで示す大きなスプリアスが帯

域内に現れる。よって、比帯域は17%以下であることが好ましい。この場合には、圧電層2の膜厚や電極指3、電極指4の寸法などを調整することにより、スプリアスを小さくすることができる。

[0057] 図10は、 $d/2p$ と、メタライゼーション比MRと、比帯域との関係を示す説明図である。第1実施形態の弾性波装置1において、 $d/2p$ と、MRが異なる様々な弾性波装置1を構成し、比帯域を測定した。図10の破線Dの右側のハッチングを付して示した部分が、比帯域が17%以下の領域である。このハッチングを付した領域と、付していない領域との境界は、 $MR = 3.5(d/2p) + 0.075$ で表される。すなわち、 $MR = 1.75(d/p) + 0.075$ である。従って、好ましくは、 $MR \leq 1.75(d/p) + 0.075$ である。その場合には、比帯域を17%以下としやすい。より好ましくは、図10中の一点鎖線D1で示す $MR = 3.5(d/2p) + 0.05$ の右側の領域である。すなわち、 $MR \leq 1.75(d/p) + 0.05$ であれば、比帯域を確実に17%以下にすることができる。

[0058] 図11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説明図である。図11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る。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。

[0059] ($0^\circ \pm 10^\circ$ 、 $0^\circ \sim 20^\circ$ 、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)

[0060] 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、比帯域を十分に広くすることができ、好ましい。

[0061] 図12は、本開示の実施形態に係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。図12において、空洞部9の外周縁を破線で示す。本開示の弾性波装置は、板波を利用するものであってもよい。この場合、図12に示すように、弾性波装置301は、反射器310、311を有する。反射器310、311は、圧電層2の電極指3、4の弾性波伝搬方向両側に設けられる。弾性波装置301では、空洞部9上の電極指3、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。このとき、反射器310、311が両側に設けられているため、板波としてのラム波による共振特性を得ることができる。

[0062] 以上説明したように、弾性波装置1、101では、厚み滑り1次モードのバルク波が利用されている。また、弾性波装置1、101では、第1電極指3及び第2電極指4は隣り合う電極同士であり、圧電層2の厚みを d 、第1電極指3及び第2電極指4の中心間距離を p とした場合、 d/p が0.5以下とされている。これにより、弾性波装置が小型化しても、 Q 値を高めることができる。

[0063] 弾性波装置1、101では、圧電層2がニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムで形成されている。圧電層2の第1の主面2aまたは第2の主面2bには、圧電層2の厚み方向に交差する方向において対向する第1電極指3及び第2電極指4があり、第1電極指3及び第2電極指4の上を保護膜で覆うことが望ましい。

[0064] 図13は、第1実施形態に係る弾性波装置の第1実施例を示す平面図である。図14は、図13のX-V-X-V線の断面図である。図13に示すように、第1実施例に係る弾性波装置1Aは、圧電層2に、エッチング貫通孔10、第1貫通孔11、第2貫通孔12が設けられる。また、図14に示すように、空洞部9は、支持部材20の圧電層2側に設けられ、本実施形態では、誘電体膜7の圧電層2側に設けられる。

[0065] エッチング貫通孔10は、弾性波装置1Aの製造のために圧電層2に設けられる貫通孔である。より詳しくは、エッチング貫通孔10は、後述する弾性波装置1Aの製造工程において、犠牲層に対するエッチング液を流し込む

ことに用いられる孔である。エッチング貫通孔10は、圧電層2をZ方向に貫通する孔であり、空洞部9と連通している。本実施形態において、エッチング貫通孔10は、Z方向に平面視してIDT電極30と重ならない位置に設けられ、図13の例では、IDT電極30に対してX方向についての両側に2つ設けられる。なお、図13に示すエッチング貫通孔10の形状は、単なる一例であり、任意の形状とすることができる。

[0066] 第1貫通孔11は、圧電層2に設けられる貫通孔である。第1貫通孔11は、図13に示すように、Z方向に平面視して、少なくとも1つの第1電極指3と、第2のバスバー電極6と、の間の領域の圧電層2を貫通するように設けられる。図14に示すように、第1貫通孔11は、圧電層2をZ方向に貫通し、空洞部9と連通している。第1貫通孔11は、X方向に長さを有し、少なくとも1つの第2電極指4の一部と重なるように設けられる。すなわち、第1貫通孔11は、少なくとも1つの第2電極指4が第1貫通孔11をY方向に跨ぐように設けられる。図13に示す例では、第1貫通孔11は、Y方向について、第1電極指3と、第2のバスバー電極6と、の間に設けられ、Z方向に平面視して、複数の第2電極指4の一部と重なるように設けられる。また、第1貫通孔11の形状は、Z方向に平面視して、X方向に長さを有する矩形である。第1実施例において、Z方向に平面視して、第1貫通孔11のX方向についての長さは、第2のバスバー電極6のX方向についての長さより小さい。第1貫通孔11を設けることで、第2方向に弾性波のエネルギーが漏洩することを抑制できるので、弾性波のエネルギー損失を抑制できる。また、第1貫通孔11を設けることで、スプリアスを選択的に漏洩させ、スプリアスの発生を抑制しうる。これにより、Q値を向上させることができる。

[0067] 第2貫通孔12は、圧電層2に設けられる貫通孔である。第2貫通孔12は、図13に示すように、Z方向に平面視して、少なくとも1つの第2電極指4と、第1のバスバー電極5と、の間の領域の圧電層2を貫通するように設けられる。図14に示すように、第2貫通孔12は、圧電層2をZ方向に

貫通し、空洞部 9 と連通している。第 2 貫通孔 1 2 は、X 方向に長さを有し、少なくとも 1 つの第 1 電極指 3 の一部と重なるように設けられる。すなわち、第 2 貫通孔 1 2 は、少なくとも 1 つの第 1 電極指 3 が第 2 貫通孔 1 2 を Y 方向に跨ぐように設けられる。図 1 3 に示す例では、第 2 貫通孔 1 2 は、Y 方向について、第 2 電極指 4 と、第 1 のバスバー電極 5 と、の間に設けられ、Z 方向に平面視して、複数の第 1 電極指 3 の一部と重なるように設けられる。また、第 2 貫通孔 1 2 の形状は、Z 方向に平面視して、X 方向に長さを有する矩形である。第 1 実施例において、第 2 貫通孔 1 2 は、Z 方向に平面視して、第 1 貫通孔 1 1 と同一の形状、すなわち、第 1 貫通孔 1 1 と、X 方向及び Y 方向について同じ長さとなっており、面積が等しい。第 2 貫通孔 1 2 を設けることで、第 2 方向に弾性波のエネルギーが漏洩することをより抑制できるので、弾性波のエネルギー損失をより抑制できる。

[0068] 図 1 5 は、第 1 実施例に係る弾性波装置及び比較例に係る弾性波装置のインピーダンス特性を示す図である。図 1 6 は、第 1 実施例に係る弾性波装置及び比較例に係る弾性波装置の位相特性を示す図である。図 1 7 は、第 1 実施例に係る弾性波装置及び比較例に係る弾性波装置のリターンロス特性を示す図である。図 1 8 は、第 1 実施例に係る弾性波装置及び比較例に係る弾性波装置のスミスチャートである。すなわち、図 1 5 から図 1 8 は、第 1 実施例に係る弾性波装置 1 A の周波数特性と、比較例に係る弾性波装置の周波数特性とを示す図である。ここで、比較例に係る弾性波装置は、第 1 貫通孔 1 1 または第 2 貫通孔 1 2 がいずれも設けられていない場合の弾性波装置 1 A である。図 1 5 に示すように、実施例 1 の弾性波装置 1 A は、比較例の弾性波装置と同様に、スプリアスの発生が抑制されていることがわかる。図 1 6 の矢印 E 1、図 1 7 の矢印 E 2、図 1 8 の矢印 E 3 に示すように、実施例 1 の弾性波装置 1 A は、比較例の弾性波装置に比べ、弾性波の減衰が抑制されており、エネルギー損失が抑制されていることがわかる。したがって、第 1 貫通孔 1 1 及び第 2 貫通孔 1 2 を設けることにより Q 値を向上させることができる。

[0069] 本実施形態に係る弾性波装置 1 A は、例えば以下の工程で製造される。なお、以上に示した弾性波装置 1 A の製造法は一例であり、これに限られない。

[0070] まず、支持基板 8 に誘電体膜 7 を接合し、空洞部 9 を形成して、支持部材 20 を作製する。空洞部 9 の形成は、例えば誘電体膜 7 にトレンチを設けることによって行われる。次に、空洞部 9 を、例えばスパッタリングにより、犠牲層で埋め、化学的機械研磨などにより平坦化させる。平坦化後、支持部材 20 の犠牲層が設けられている側の面に圧電層 2 を接合し、化学的機械研磨などにより薄化する。次に貫通孔形成工程として、圧電層 2 にエッチング貫通孔 10、第 1 貫通孔 11、第 2 貫通孔 12 を、例えば圧電層 2 に対する反応性イオンエッチングにより設ける。貫通孔形成後、貫通孔の保護のため圧電層 2 の第 1 の主面 2 a に犠牲層を一旦積層し、化学的機械研磨などにより第 1 の主面 2 a を再び露出する。そして、圧電層 2 の第 1 の主面 2 a に IDT 電極 30 を設け、エッチング貫通孔 10 からエッチング液を流し込んで、犠牲層をエッチングして空洞部 9 を形成する。以上の工程により、第 1 実施形態に係る弾性波装置 1 A が製造される。

[0071] 以上、第 1 実施形態に係る弾性波装置 1 A について説明したが、本実施形態に係る弾性波装置はこれに限られない。以下、図面を用いてその他の実施例を説明する。

[0072] 図 19 は、第 1 実施形態に係る弾性波装置の第 2 実施例を示す平面図である。図 19 に示すように、第 1 貫通孔 11 は、圧電層 2 に複数設けられてもよい。第 2 実施例に係る弾性波装置 1 B では、複数の第 1 貫通孔 11 は、X 方向について、間隔を開けて並んでいる。なお、第 1 貫通孔 11 が複数設けられる場合、第 1 貫通孔 11 の X 方向についての長さは、1 つの第 1 貫通孔 11 の長さを指し、第 1 貫通孔 11 の面積は、1 つの第 1 貫通孔 11 の面積を指す。

[0073] また、第 2 貫通孔 12 は、圧電層 2 に複数設けられてもよい。第 2 貫通孔 12 が複数設けられる場合、第 2 貫通孔 12 の X 方向についての長さは、1

つの第2貫通孔12の総和を指し、第2貫通孔12の面積は、1つの第2貫通孔12の面積を指す。

[0074] 図20は、第1実施形態に係る弾性波装置の第3実施例を示す平面図である。図21は、第1実施形態に係る弾性波装置の第4実施例を示す平面図である。図20及び図21に示すように、第1貫通孔11または第2貫通孔12は、Z方向に平面視して、電極指3、4またはバスバー電極5、6と接していてもよい。第3実施例に係る弾性波装置1Cでは、Z方向に平面視して、第1貫通孔11が、第2のバスバー電極6と接しており、第2貫通孔12は、第1のバスバー電極5と接している。また、第4実施例に係る弾性波装置1Dでは、Z方向に平面視して、第1貫通孔11は、第1電極指3と接しており、第2貫通孔12は、第2電極指4と接している。

[0075] 図22は、第1実施形態に係る弾性波装置の第5実施例を示す平面図である。図23は、第1実施形態に係る弾性波装置の第6実施例を示す平面図である。図22及び図23に示すように、第1貫通孔11と第2貫通孔12との面積は異なってもよい。第5実施例に係る弾性波装置1Eでは、第1貫通孔11と第2貫通孔12とは、Y方向の長さが異なっている。また、第6実施例に係る弾性波装置1Fでは、第1貫通孔11と第2貫通孔12とは、X方向の長さが異なっている。この場合、複数の周波数のスプリアスを選択的に漏洩させることができ、スプリアスの発生を抑制しうる。

[0076] 図24は、第1実施形態に係る弾性波装置の第7実施例を示す平面図である。図24に示すように、第1貫通孔11は、X方向について第2のバスバー電極6が設けられる範囲を超えて設けられてもよく、第2貫通孔12は、X方向について第1のバスバー電極5が設けられる範囲を超えて設けられてもよい。第7実施例に係る弾性波装置1Gでは、第1貫通孔11及び第2貫通孔12のX方向についての長さは、第1のバスバー電極5及び第2のバスバー電極6のX方向についての長さより大きい。

[0077] また、図24に示すように、第1貫通孔11は、第2のバスバー電極6の一部と重なるように設けられてもよく、第2貫通孔12は、第1のバスバー

電極 5 の一部と重なるように設けられてもよい。第 7 実施例に係る弾性波装置 1 G では、第 1 貫通孔 1 1 は、Z 方向に平面視して、第 2 のバスバー電極 6 の、Y 方向について第 2 電極指 4 が設けられる側の部分と重なっており、第 2 貫通孔 1 2 は、Z 方向に平面視して、第 1 のバスバー電極 5 の、Y 方向について第 1 電極指 3 が設けられる側の部分と重なっている。

[0078] また、図 2 4 に示すように、エッチング貫通孔 1 0 は、必須の構成ではなく、圧電層 2 に設けられていなくてもよい。第 7 実施例に係る弾性波装置 1 G では、圧電層 2 にエッチング貫通孔 1 0 が設けられていない。この場合、弾性波装置 1 G の製造工程において、犠牲層をエッチングして空洞部 9 を形成する工程で、第 1 貫通孔 1 1 または第 2 貫通孔 1 2 は、エッチング液を流し込むための貫通孔として用いられる。

[0079] 以上説明したように、第 1 実施形態に係る弾性波装置は、第 1 方向に厚みを有する支持部材 2 0 と、支持部材 2 0 の第 1 方向に設けられた圧電層 2 と、圧電層 2 の第 1 方向に設けられ、第 1 方向に直交する第 2 方向に延びる複数の第 1 電極指 3 と、複数の第 1 電極指 3 が接続された第 1 のバスバー電極 5 と、第 2 方向に直交する第 3 方向に複数の第 1 電極指 3 のいずれかと対向し、第 2 方向に延びる複数の第 2 電極指 4 と、複数の第 2 電極指 4 が接続された第 2 のバスバー電極 6 と、を有する I D T 電極 3 0 と、を備え、支持部材 2 0 には、圧電層 2 側に、第 1 方向に平面視して、I D T 電極 3 0 と少なくとも一部が重なる位置に空洞部 9 が設けられ、圧電層 2 には、第 1 方向に平面視して、少なくとも 1 つの第 1 電極指 3 と、第 2 のバスバー電極 6 と、の間の領域の圧電層 2 を貫通する少なくとも 1 つの第 1 貫通孔 1 1 が設けられ、第 1 貫通孔 1 1 は、空洞部 9 に連通し、第 3 方向に長さを有し、第 1 方向に平面視して、少なくとも 1 つの第 2 電極指 4 の一部と重なる。この構造とすることで、弾性波装置は、スプリアスの発生を抑制しつつ、第 2 方向に弾性波のエネルギーが漏洩することを抑制できる。これにより、Q 値を向上させることができる。

[0080] また、第 1 貫通孔 1 1 は、第 1 方向に平面視して、複数の第 2 電極指 4 の

一部と重なる。この場合においても、Q値を向上させることができる。

[0081] また、圧電層2には、複数の第1貫通孔11が設けられ、複数の第1貫通孔11は、第3方向に間隔をあけて配置される。この場合においても、Q値を向上させることができる。

[0082] また、第1貫通孔11は、第1方向に平面視して、第2のバスバー電極6の一部と重なる。この場合においても、Q値を向上させることができる。

[0083] 望ましい態様として、圧電層2には、第1方向に平面視して、少なくとも1つの第2電極指4と、第1のバスバー電極5と、の間の領域の圧電層2を貫通する少なくとも1つの第2貫通孔12がさらに設けられており、第2貫通孔12は、空洞部9に連通し、第3方向に長さを有し、第1方向に平面視して、少なくとも1つの第1電極指3の一部と重なる。これにより、弾性波装置は、第2方向に弾性波のエネルギーが漏洩することをより抑制できるので、Q値を向上させることができる。

[0084] また、第2貫通孔12は、第1方向に平面視して、複数の第1電極指3の一部と重なる。この場合においても、Q値を向上させることができる。

[0085] また、圧電層2には、複数の第2貫通孔12が設けられ、複数の第2貫通孔12は、第3方向に間隔をあけて配置される。この場合においても、Q値を向上させることができる。

[0086] また、第2貫通孔12は、第1方向に平面視して、第1のバスバー電極5の一部と重なるように設けられる。この場合においても、Q値を向上させることができる。

[0087] 望ましい態様として、第1貫通孔11と、第2貫通孔12とは、第1方向に平面視して、面積が異なる。これにより、複数の周波数のスプリアスの発生を抑制することができる。

[0088] 望ましい態様として、第1貫通孔11の第3方向の長さは、第2のバスバー電極6の第3方向の長さよりも小さい。これにより、複数の周波数のスプリアスの発生を抑制することができる。

[0089] 望ましい態様として、圧電層2の厚みは、複数の第1電極指3と複数の第

2電極指4のうち、隣り合う第1電極指3と第2電極指4との間の中心間距離を p とした場合に $2p$ 以下である。これにより、弾性波装置1を小型化でき、かつ Q 値を高めることができる。

[0090] より望ましい態様として、圧電層2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。これにより、良好な共振特性が得られる弾性波装置を提供することができる。

[0091] さらに望ましい態様として、圧電層2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。この場合、比帯域を十分に広げることができる。

[0092] ($0^\circ \pm 10^\circ$ 、 $0^\circ \sim 20^\circ$ 、任意の ψ) …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)

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

[0093] 望ましい態様として、弾性波装置は、厚み滑りモードのバルク波を利用可能に構成されている。これにより、結合係数が高まり、良好な共振特性が得られる弾性波装置を提供することができる。

[0094] 望ましい態様として、圧電層2の膜厚を d 、隣り合う第1電極指3及び第2電極指4の中心間距離を p とした場合、 d/p が0.5以下である。これにより、弾性波装置1を小型化でき、かつ Q 値を高めることができる。

[0095] さらに望ましい態様として、 d/p は0.24以下である。これにより、弾性波装置1を小型化でき、かつ Q 値を高めることができる。

[0096] 望ましい態様として、隣り合う電極指3、4が対向している方向において重なっている領域が励振領域Cであり、励振領域Cに対する、複数の電極指3、4のメタライゼーション比を MR としたときに、 $MR \leq 1.75 (d/p) + 0.075$ を満たす。この場合、比帯域を確実に17%以下にするこ

とができる。

[0097] なお、上記した実施の形態は、本開示の理解を容易にするためのものであり、本開示を限定して解釈するためのものではない。本開示は、その趣旨を逸脱することなく、変更／改良され得るとともに、本開示にはその等価物も含まれる。

符号の説明

[0098] 1、1 A～1 G、1 0 1、3 0 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 電極指（第1電極指）

4 電極指（第2電極指）

5 バスバー電極（第1のバスバー電極）

6 バスバー電極（第2のバスバー電極）

7 誘電体膜

8 支持基板

7 a、8 a 開口部

9 空洞部

1 0 エッチング貫通孔

1 1 第1貫通孔

1 2 第2貫通孔

2 0 支持部材

3 0 I D T 電極

2 0 1 圧電層

2 0 1 a 第1の主面

2 0 1 b 第2の主面

3 1 0、3 1 1 反射器

4 5 1 第1領域

4 5 2 第2領域

C 励振領域

V P 1 仮想平面

請求の範囲

- [請求項1] 第1方向に厚みを有する支持部材と、
前記支持部材の前記第1方向に設けられた圧電層と、
前記圧電層の前記第1方向に設けられ、前記第1方向に直交する第2方向に延びる複数の第1電極指と、前記複数の第1電極指が接続された第1のバスバー電極と、前記第2方向に直交する第3方向に前記複数の第1電極指のいずれかと対向し、前記第2方向に延びる複数の第2電極指と、前記複数の第2電極指が接続された第2のバスバー電極と、を有するIDT電極と、
を備え、
前記支持部材には、前記圧電層側に、前記第1方向に平面視して、前記IDT電極と少なくとも一部が重なる位置に空洞部が設けられ、
前記圧電層には、前記第1方向に平面視して、少なくとも1つの第1電極指と、前記第2のバスバー電極と、の間の領域の前記圧電層を貫通する、少なくとも1つの第1貫通孔が設けられ、
前記第1貫通孔は、前記空洞部に連通し、前記第3方向に長さを有し、前記第1方向に平面視して、少なくとも1つの第2電極指の一部と重なる、弾性波装置。
- [請求項2] 前記第1貫通孔は、前記第1方向に平面視して、前記複数の第2電極指の一部と重なる、請求項1に記載の弾性波装置。
- [請求項3] 前記圧電層には、複数の前記第1貫通孔が設けられ、
複数の前記第1貫通孔は、前記第3方向に間隔をあけて配置される、請求項1に記載の弾性波装置。
- [請求項4] 前記第1貫通孔は、前記第1方向に平面視して、前記第2のバスバー電極の一部と重なる、請求項1から3のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項5] 前記圧電層には、前記第1方向に平面視して、少なくとも1つの第2電極指と、前記第1のバスバー電極と、の間の領域の前記圧電層を

貫通する、少なくとも1つの第2貫通孔がさらに設けられており、

前記第2貫通孔は、前記空洞部に連通し、前記第3方向に長さを有し、前記第1方向に平面視して、少なくとも1つの第1電極指の一部と重なる、請求項1から4のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項6] 前記第2貫通孔は、前記第1方向に平面視して、前記複数の第1電極指の一部と重なる、請求項5に記載の弾性波装置。

[請求項7] 前記圧電層には、複数の前記第2貫通孔が設けられ、
複数の前記第2貫通孔は、前記第3方向に間隔をあけて配置される、請求項5に記載の弾性波装置。

[請求項8] 前記第2貫通孔は、前記第1方向に平面視して、前記第1のバスバー電極の一部と重なる、請求項5から7のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項9] 前記第1貫通孔と、前記第2貫通孔とは、前記第1方向に平面視して、面積が異なる、請求項5から8のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項10] 前記第1貫通孔の前記第3方向の長さは、前記第2のバスバー電極の前記第3方向の長さよりも小さい、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] 前記圧電層の厚みは、前記複数の第1電極指と前記複数の第2電極指のうち、隣り合う第1電極指と第2電極指との間の中心間距離を p とした場合に $2p$ 以下である、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から11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12に記載の弾性波装置。

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

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

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

[請求項14] 厚み滑りモードのバルク波を利用可能に構成されている、請求項12または13に記載の弾性波装置。

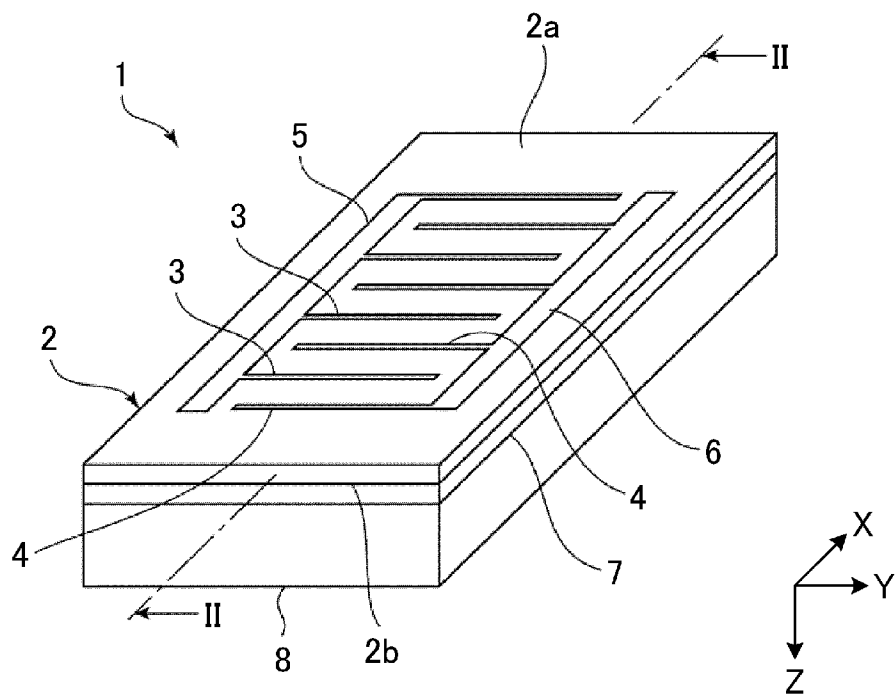
[請求項15] 前記圧電層の厚みを d 、隣り合う前記第1電極指と前記第2電極指との中心間距離を p とした場合、 $d/p \leq 0.5$ である、請求項14に記載の弾性波装置。

[請求項16] d/p が0.24以下である、請求項15に記載の弾性波装置。

[請求項17] 前記第3方向に視たときに、隣り合う前記第1電極指及び前記第2電極指が対向している方向において重なっている領域が励振領域であり、前記励振領域に対する、複数の前記第1電極指及び複数の前記第2電極指のメタライゼーション比を MR としたときに、 $MR \leq 1.75(d/p) + 0.075$ を満たす、請求項1から13のいずれか1項に記載の弾性波装置。

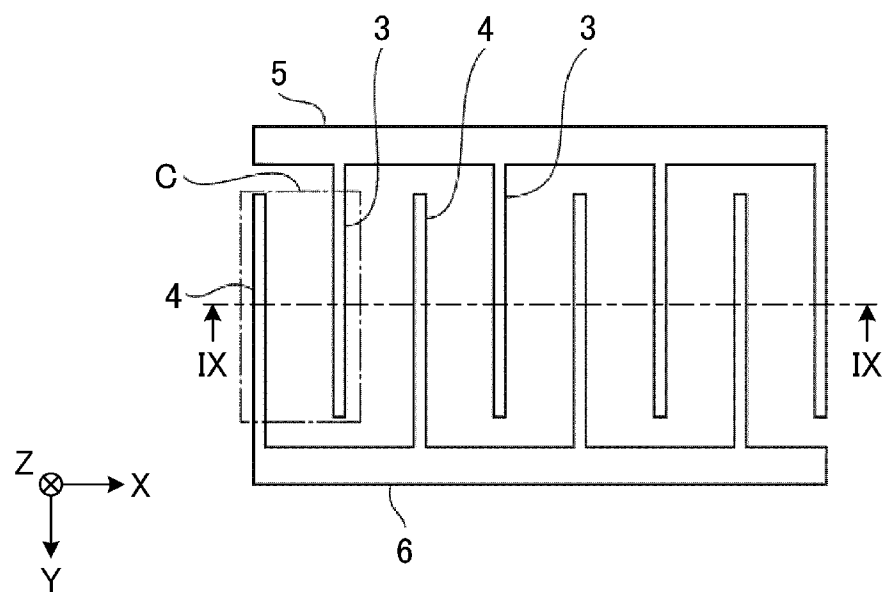
[図1A]

図1A

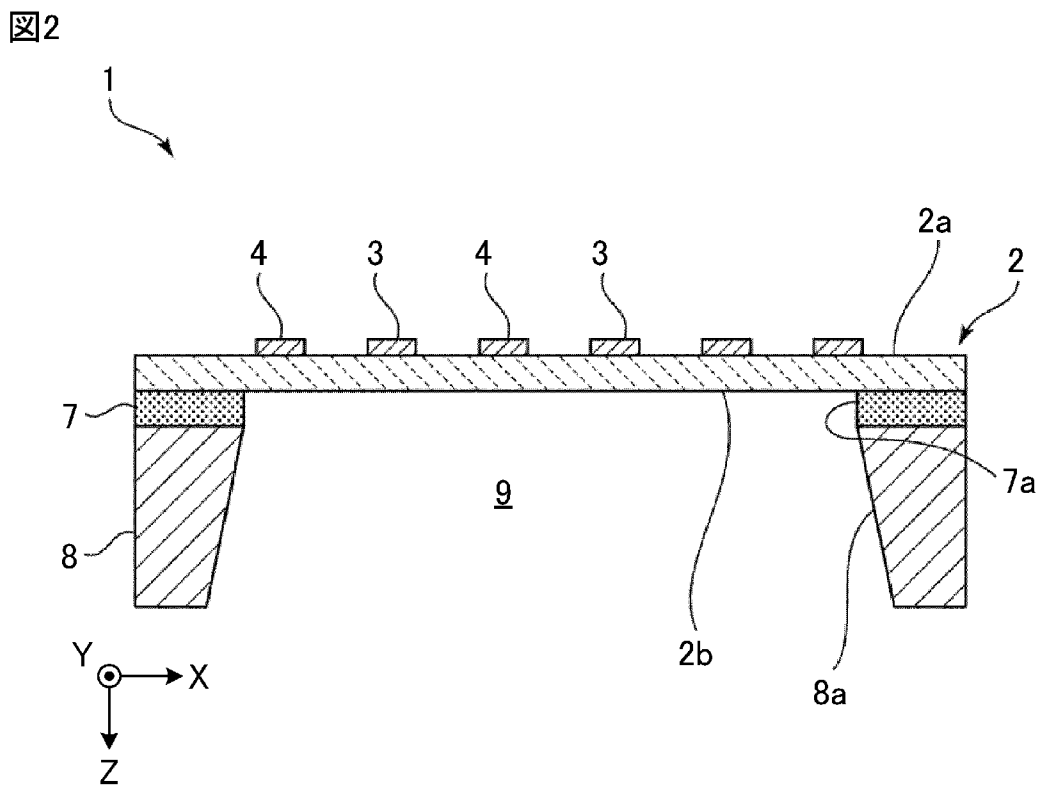


[図1B]

図1B

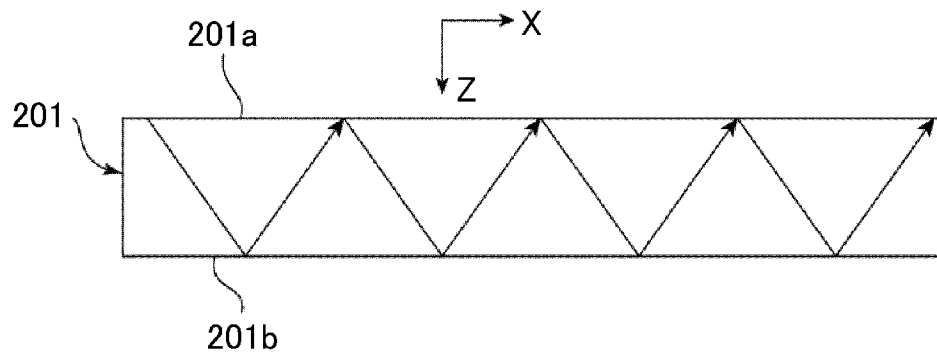


[図2]



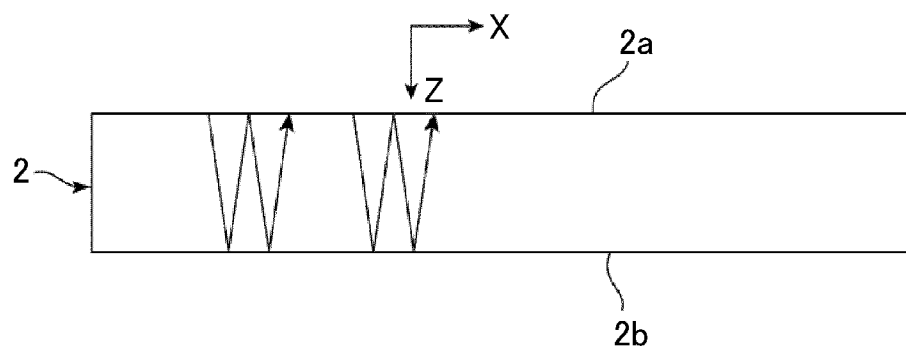
[図3A]

図3A



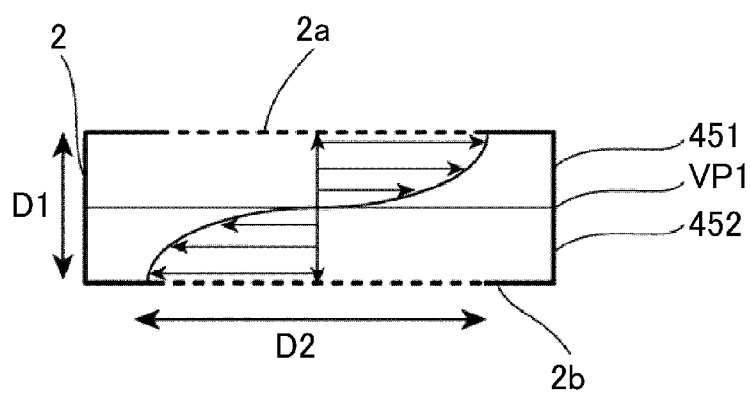
[図3B]

図3B



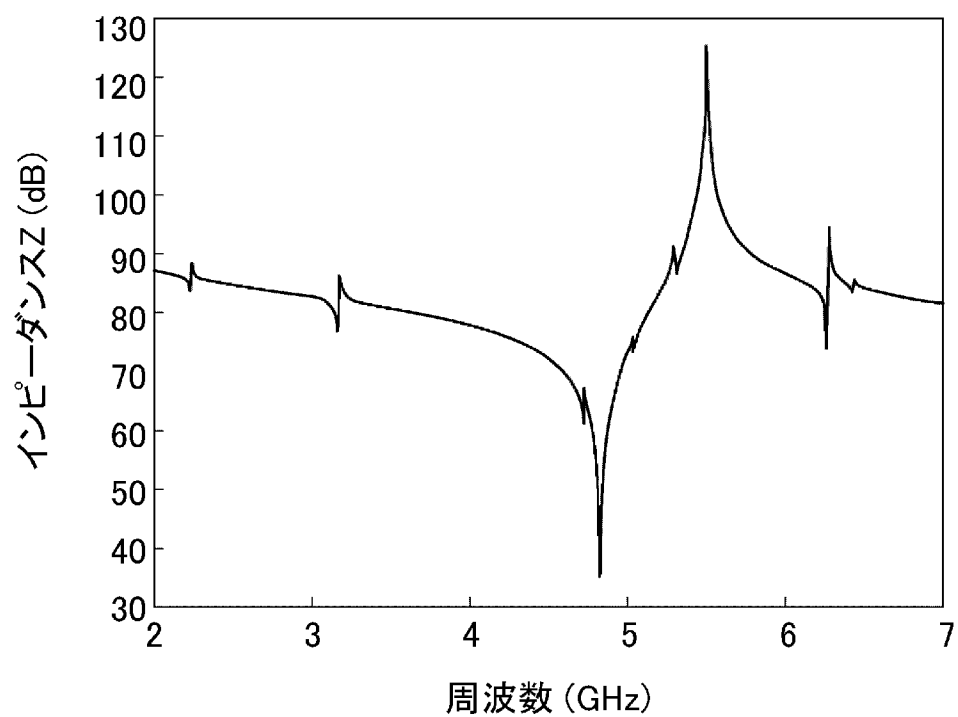
[図4]

図4



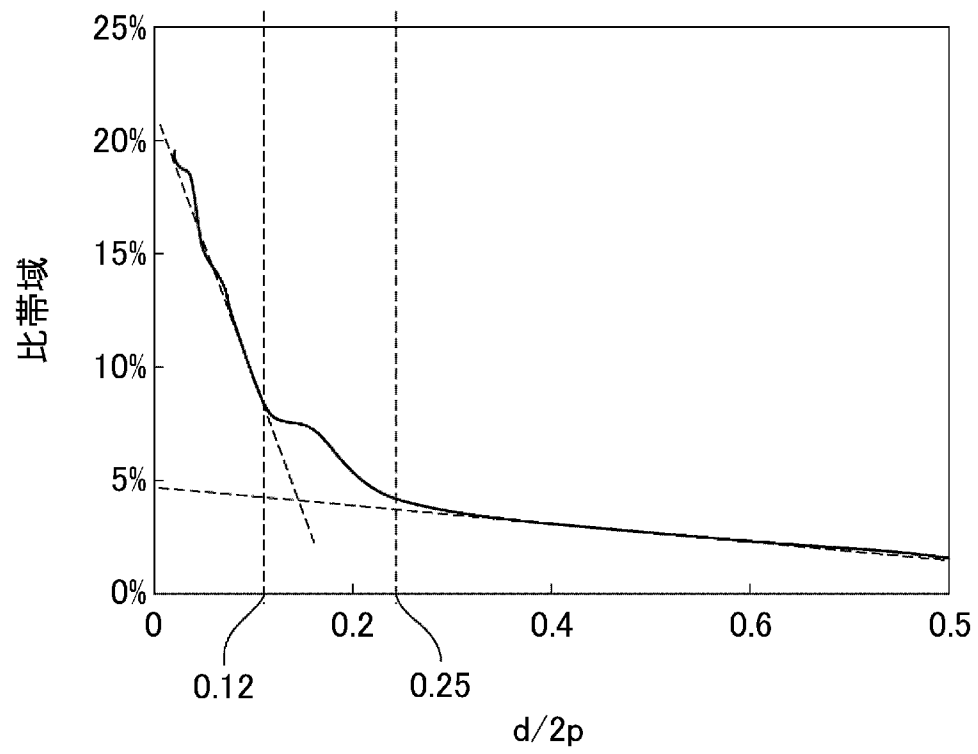
[図5]

図5

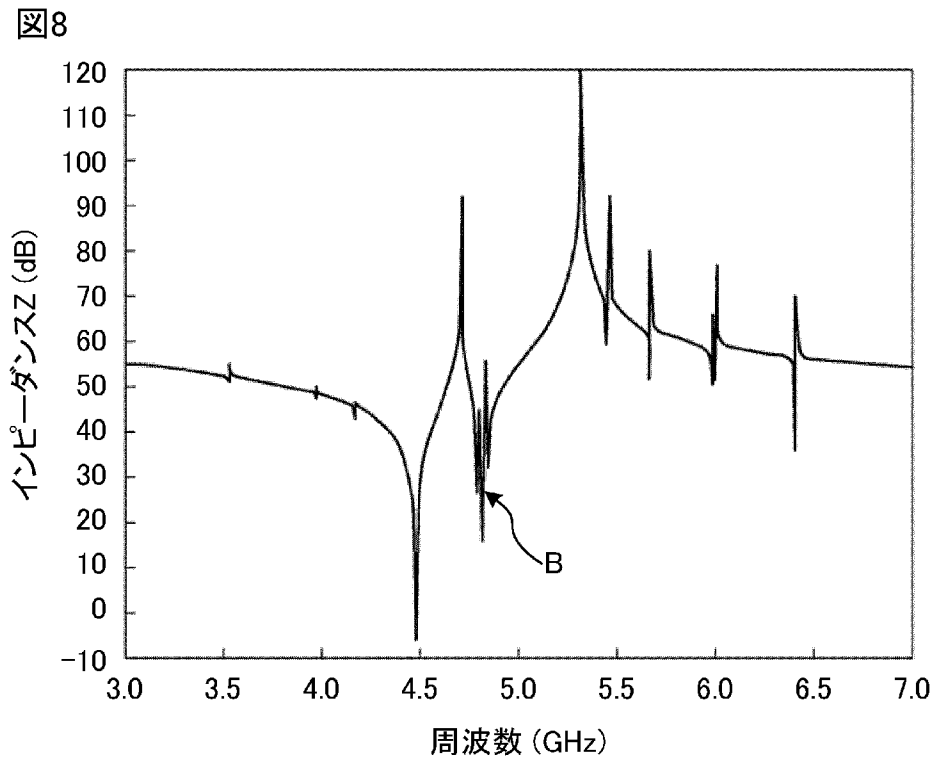


[図6]

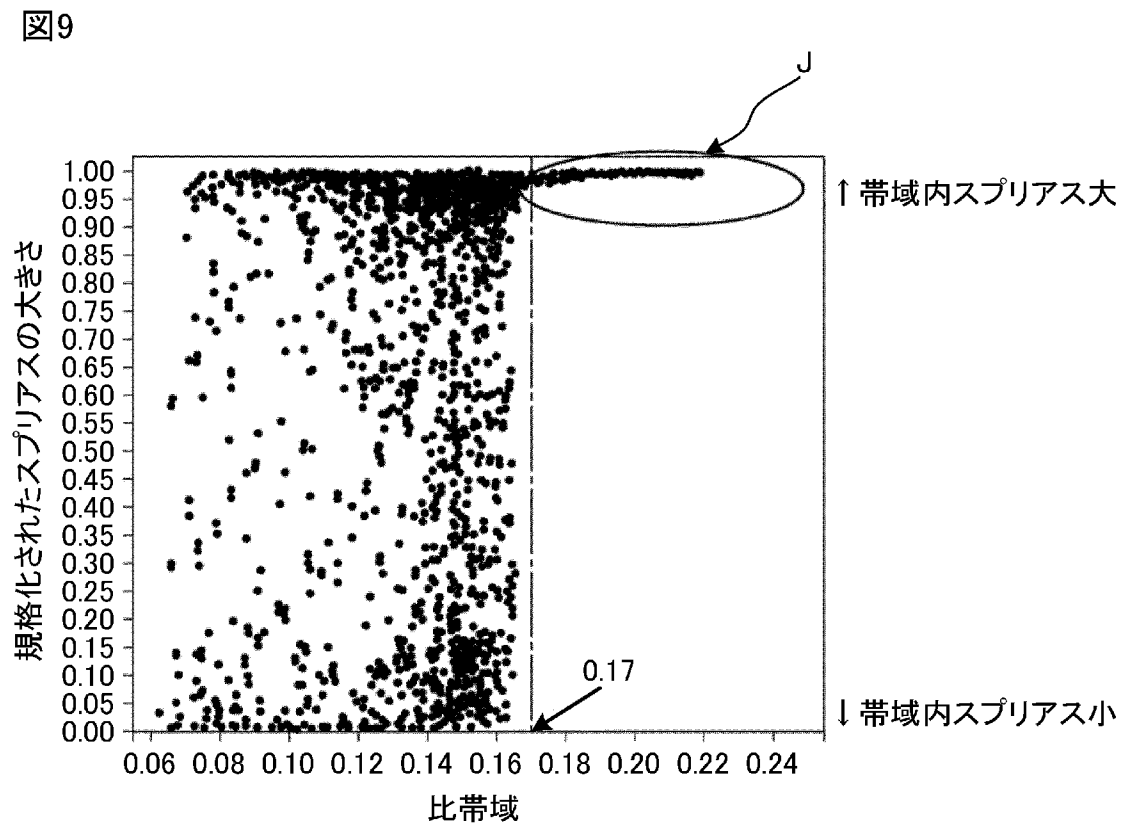
図6



[図8]

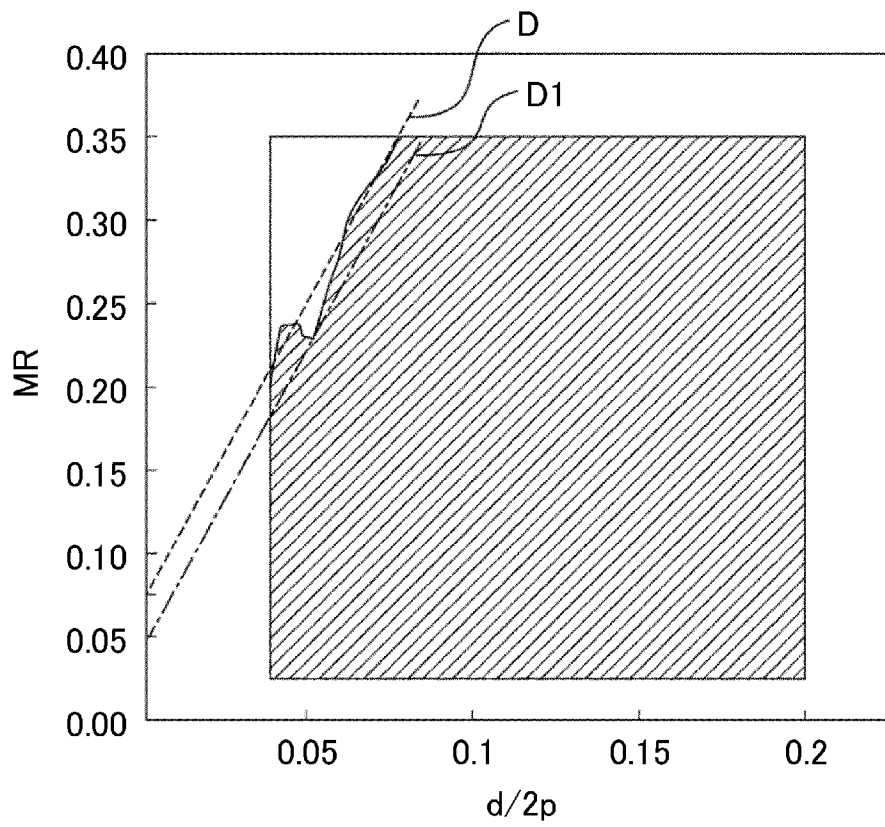


[図9]



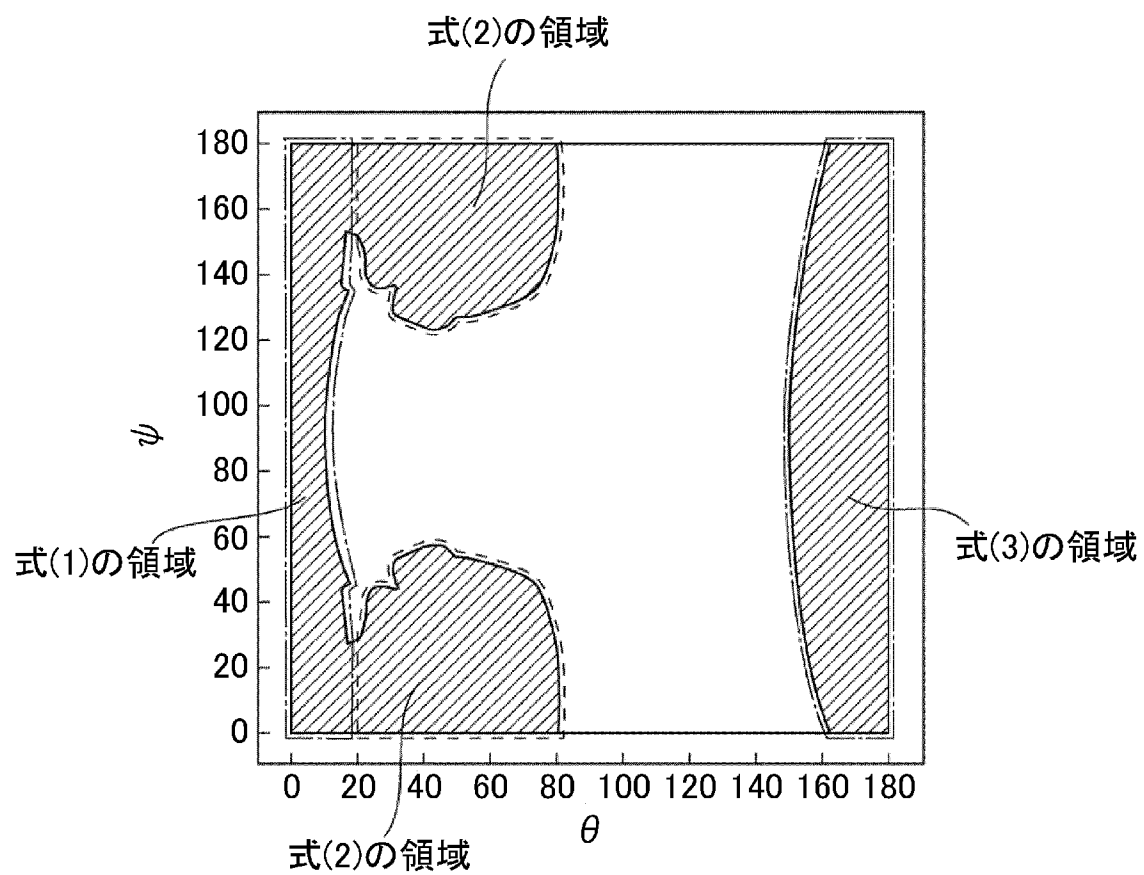
[図10]

図10



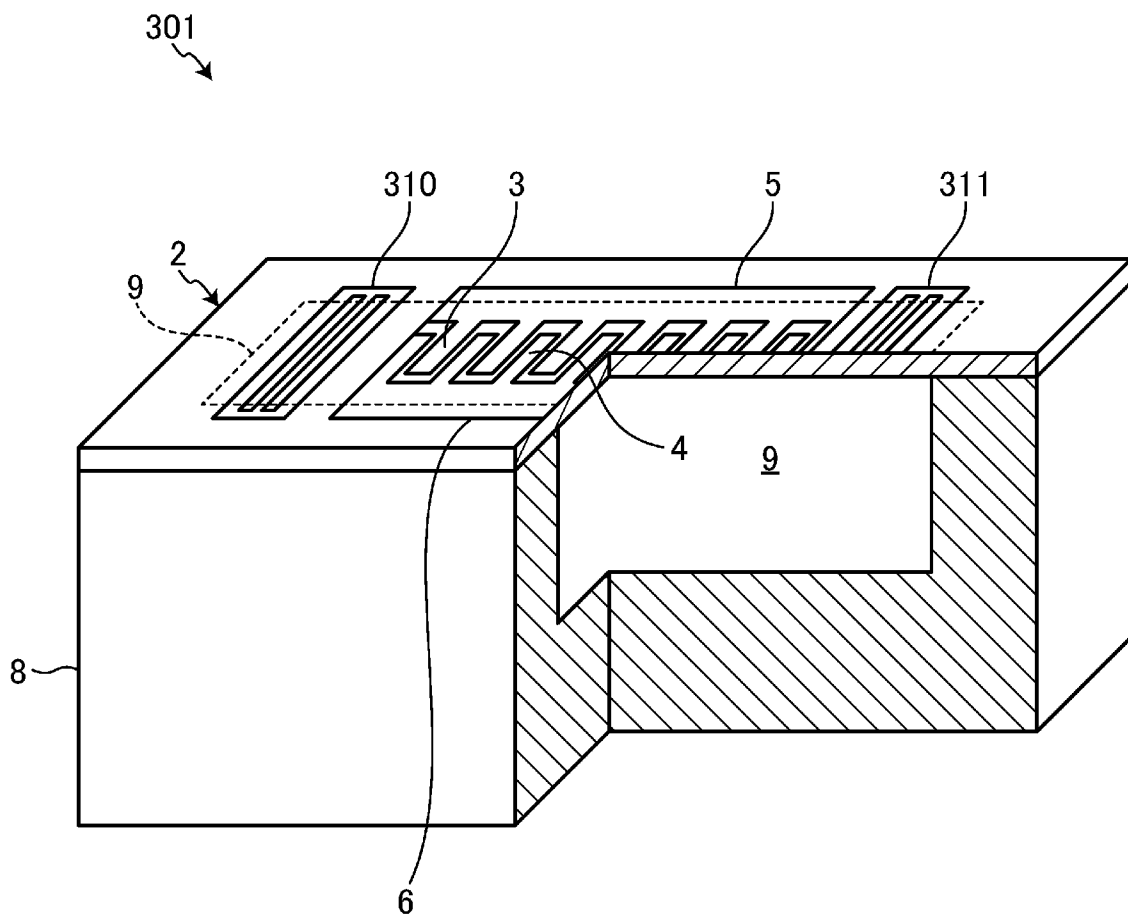
[図11]

図11

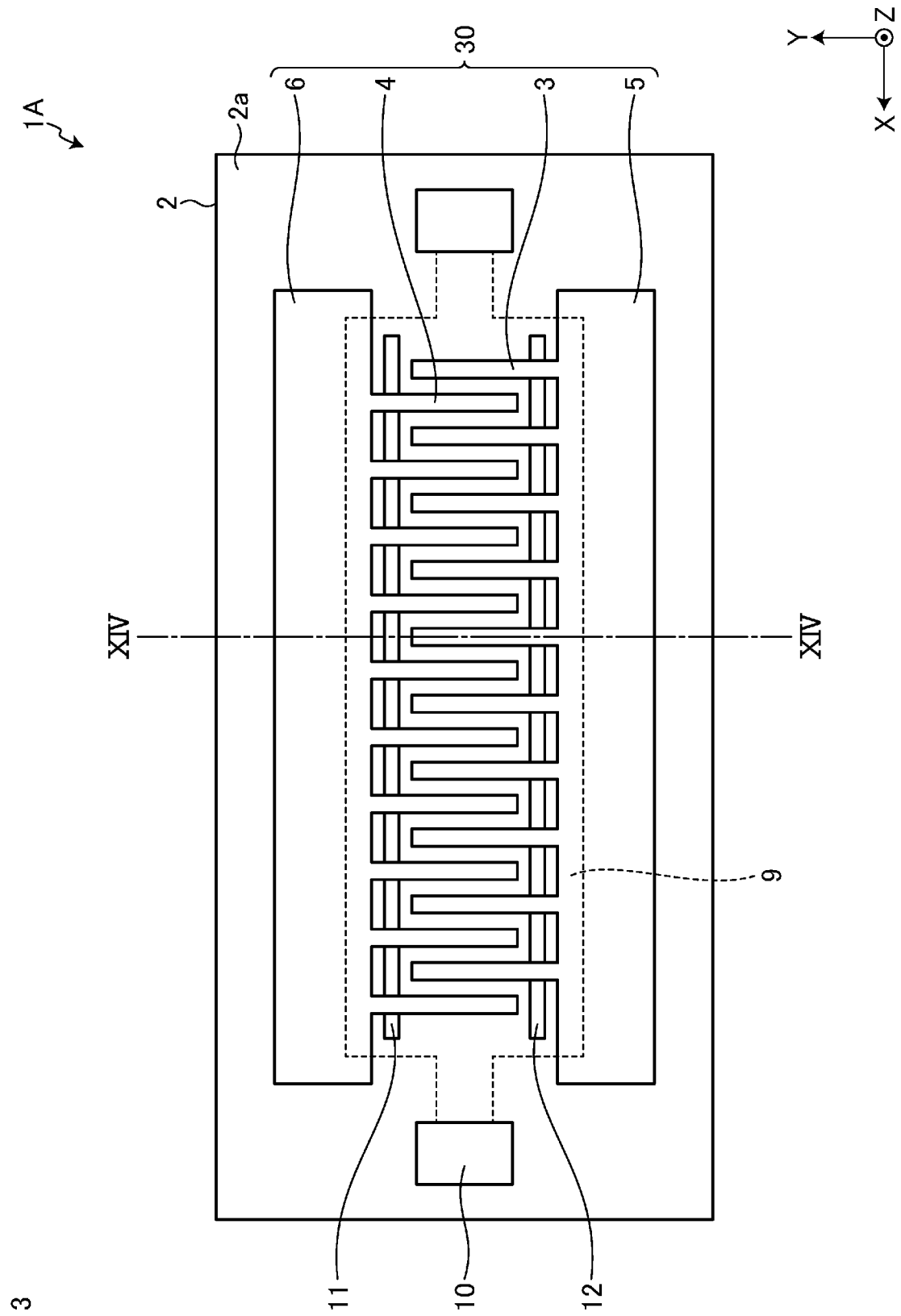


[図12]

図12



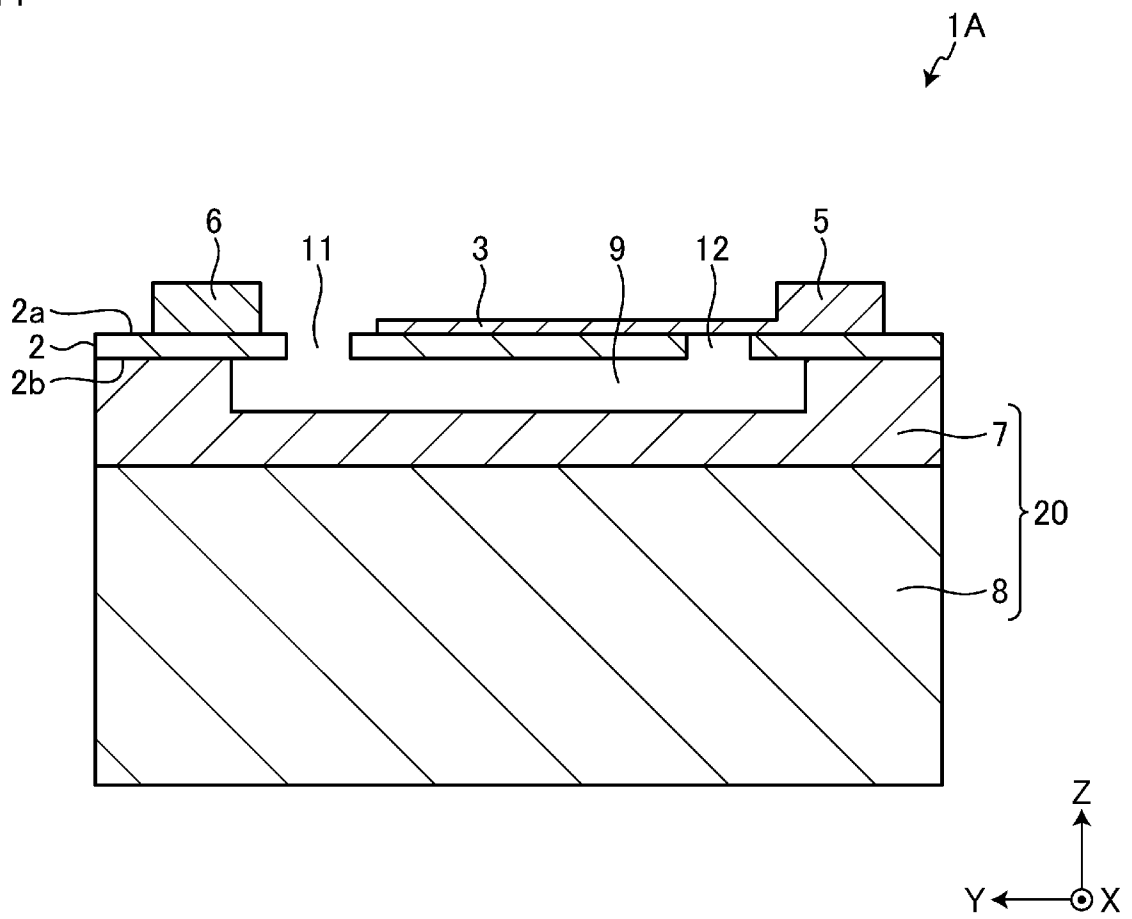
[図13]



[図13]

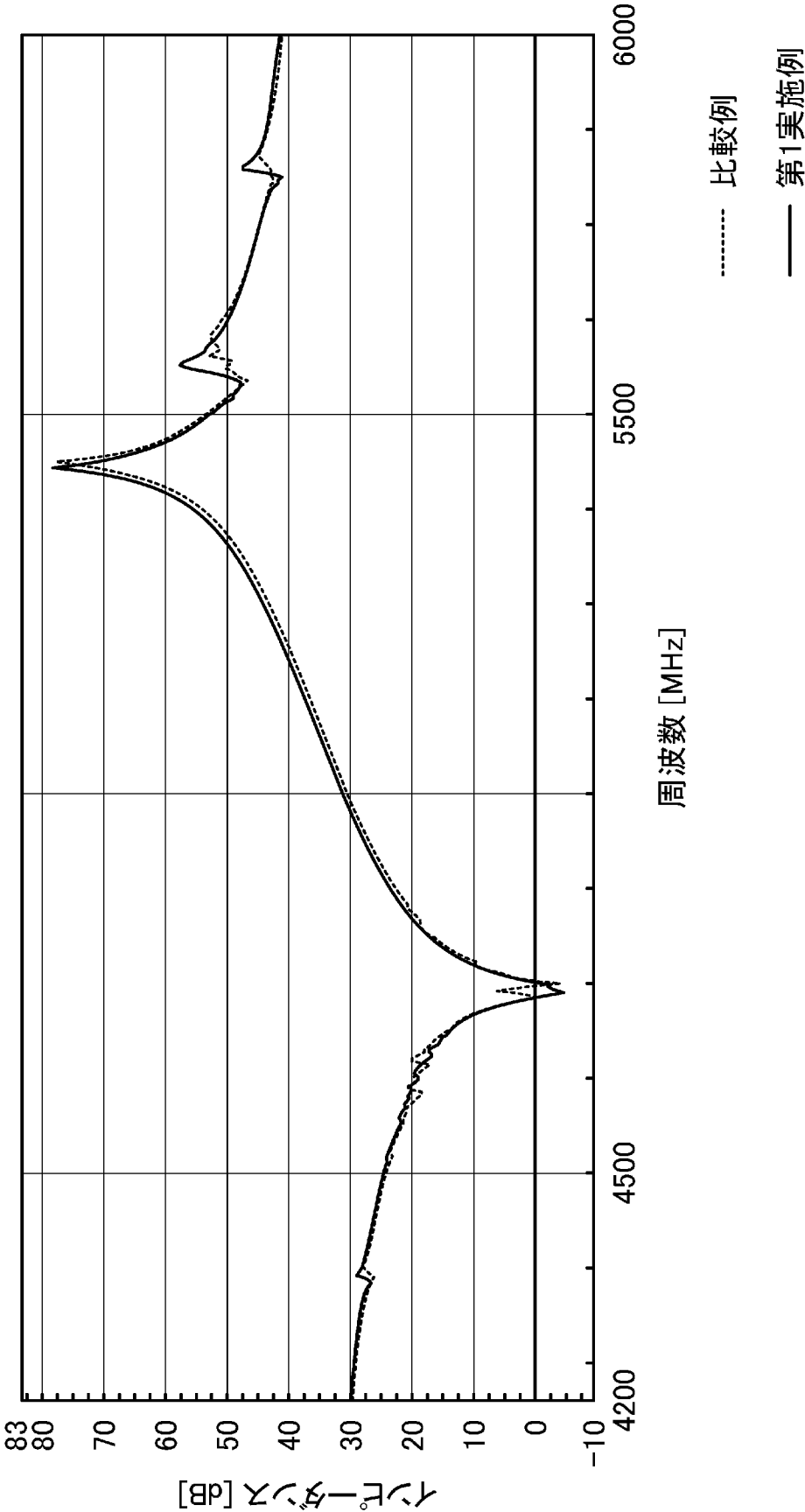
[図14]

図14

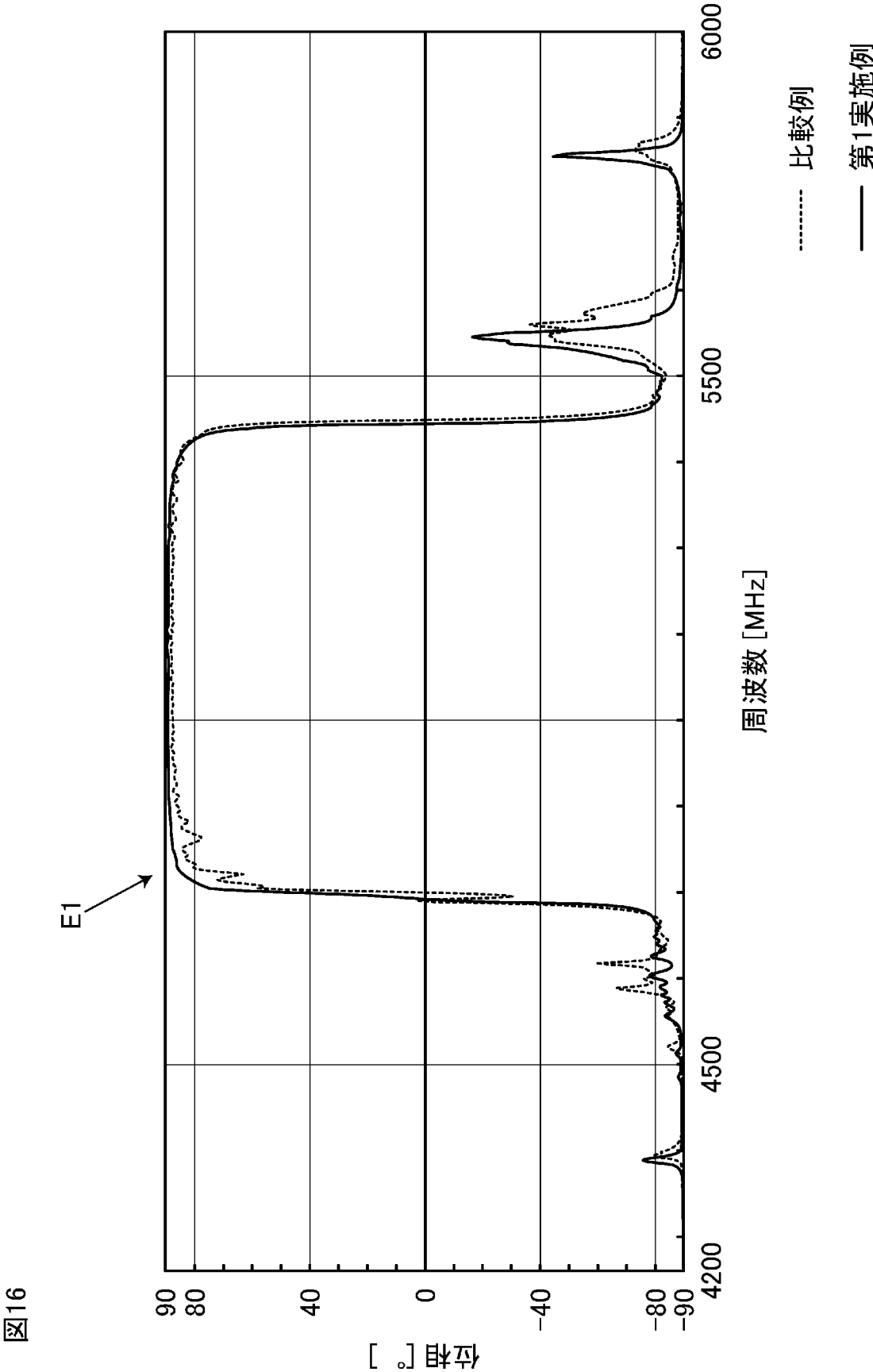


[図15]

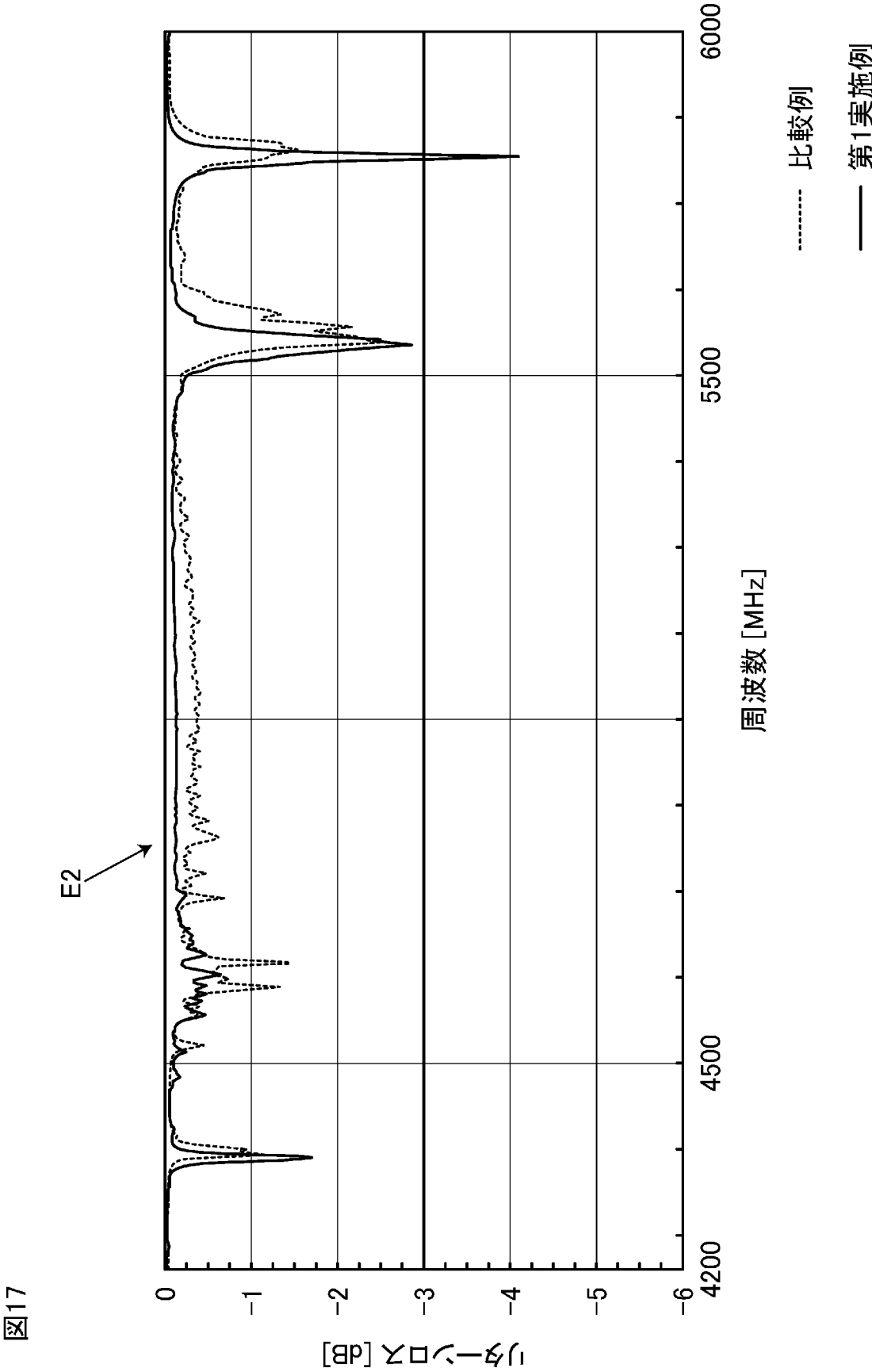
図15



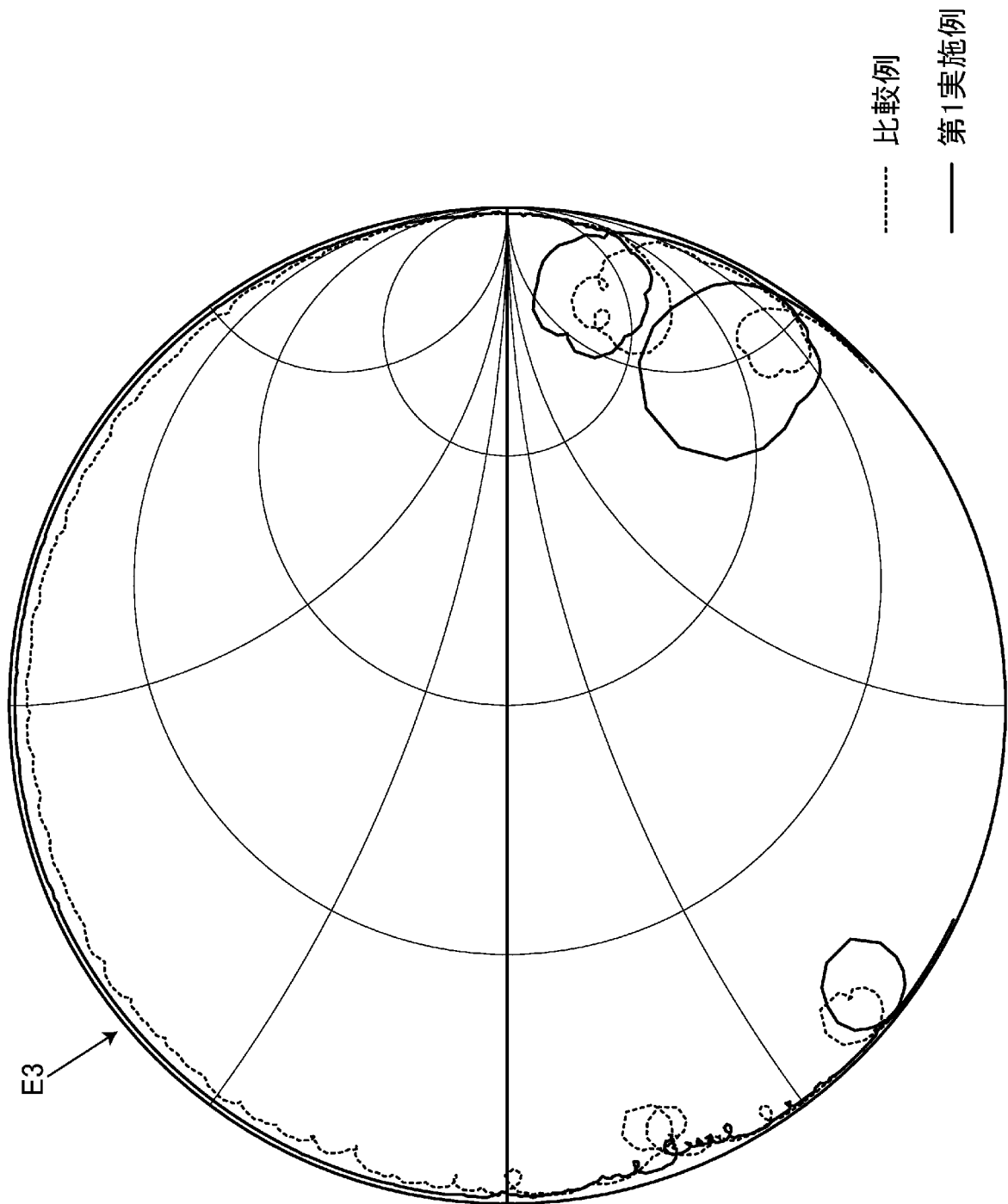
[図16]



[図17]



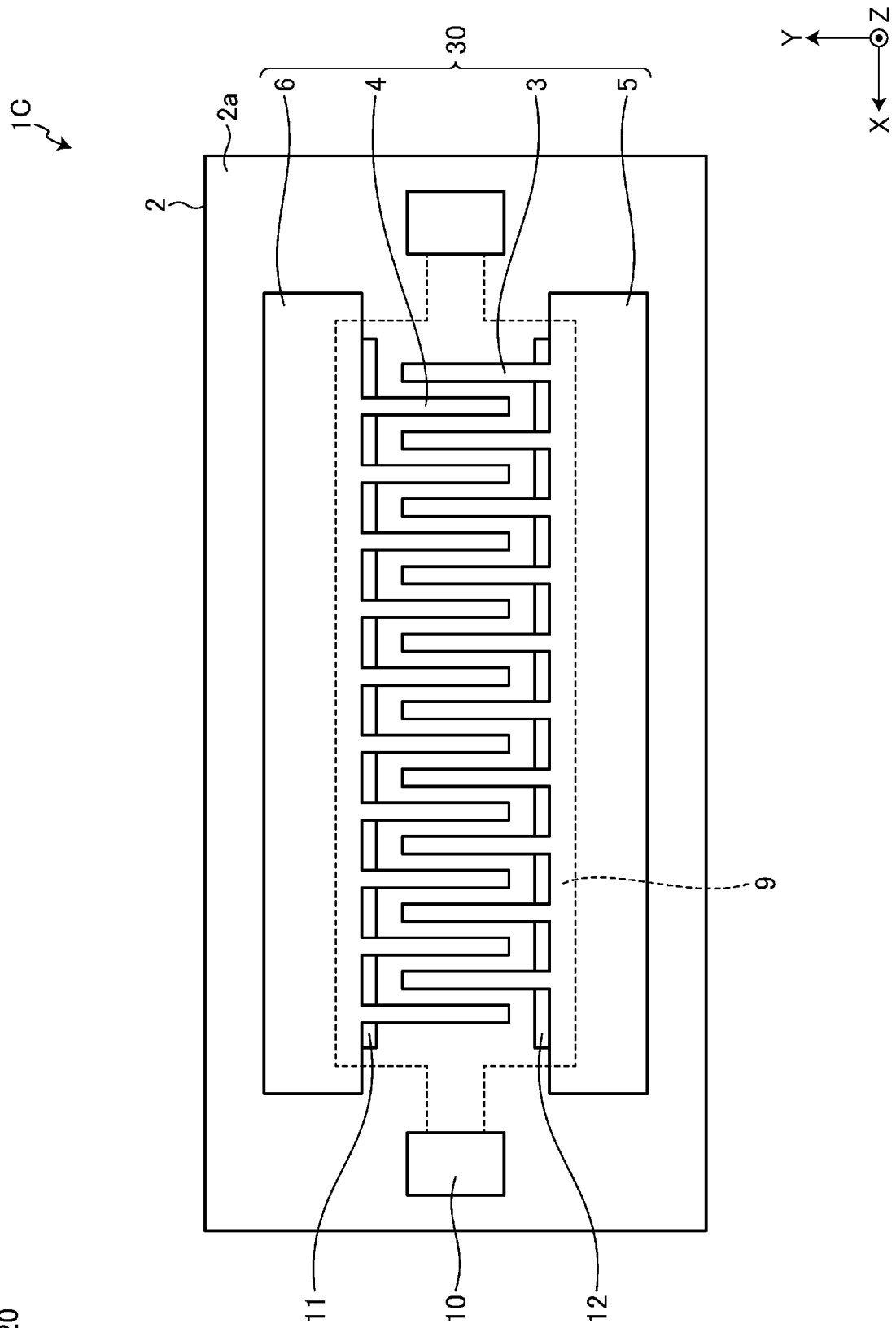
[図18]



[図18]

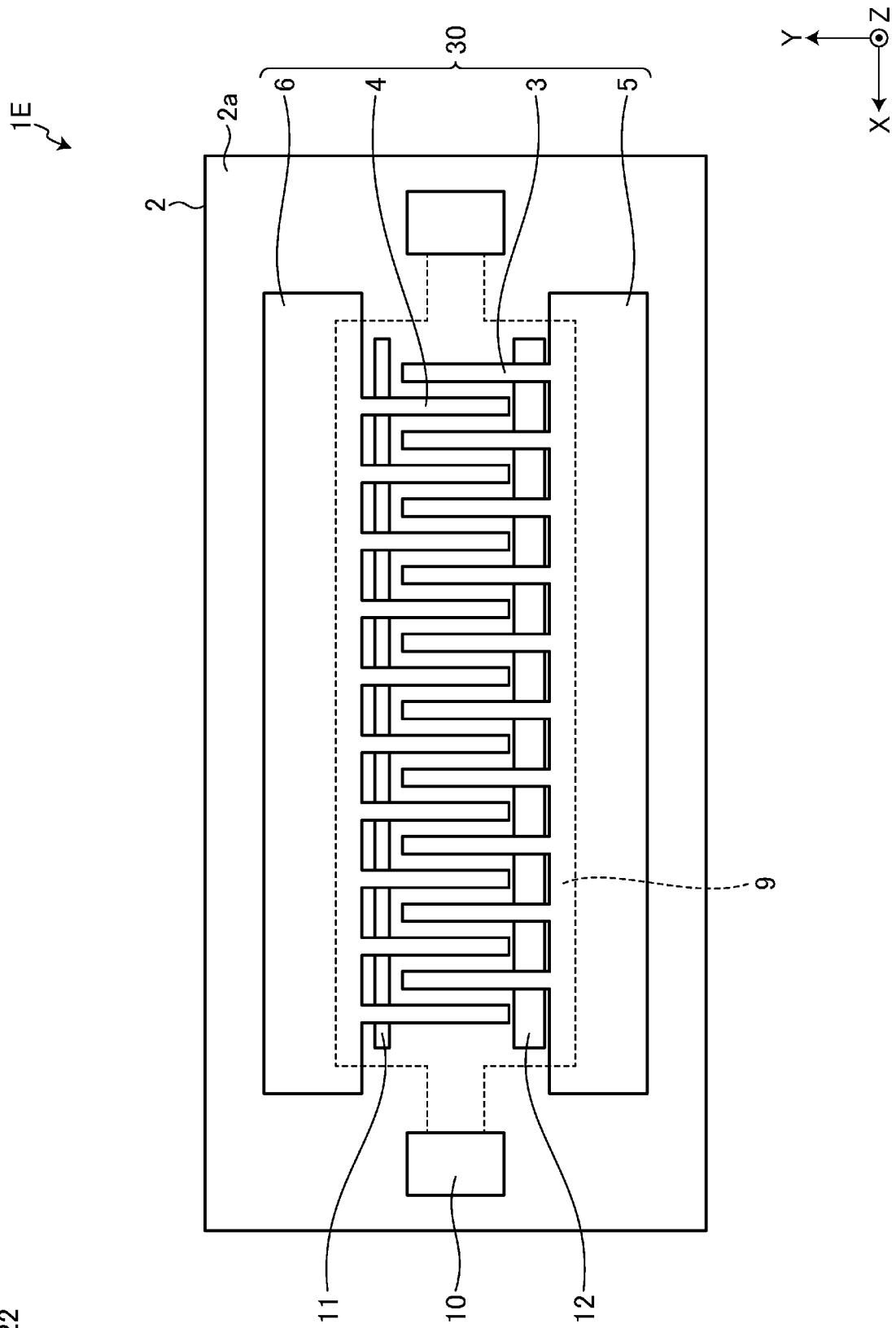
[図20]

図20



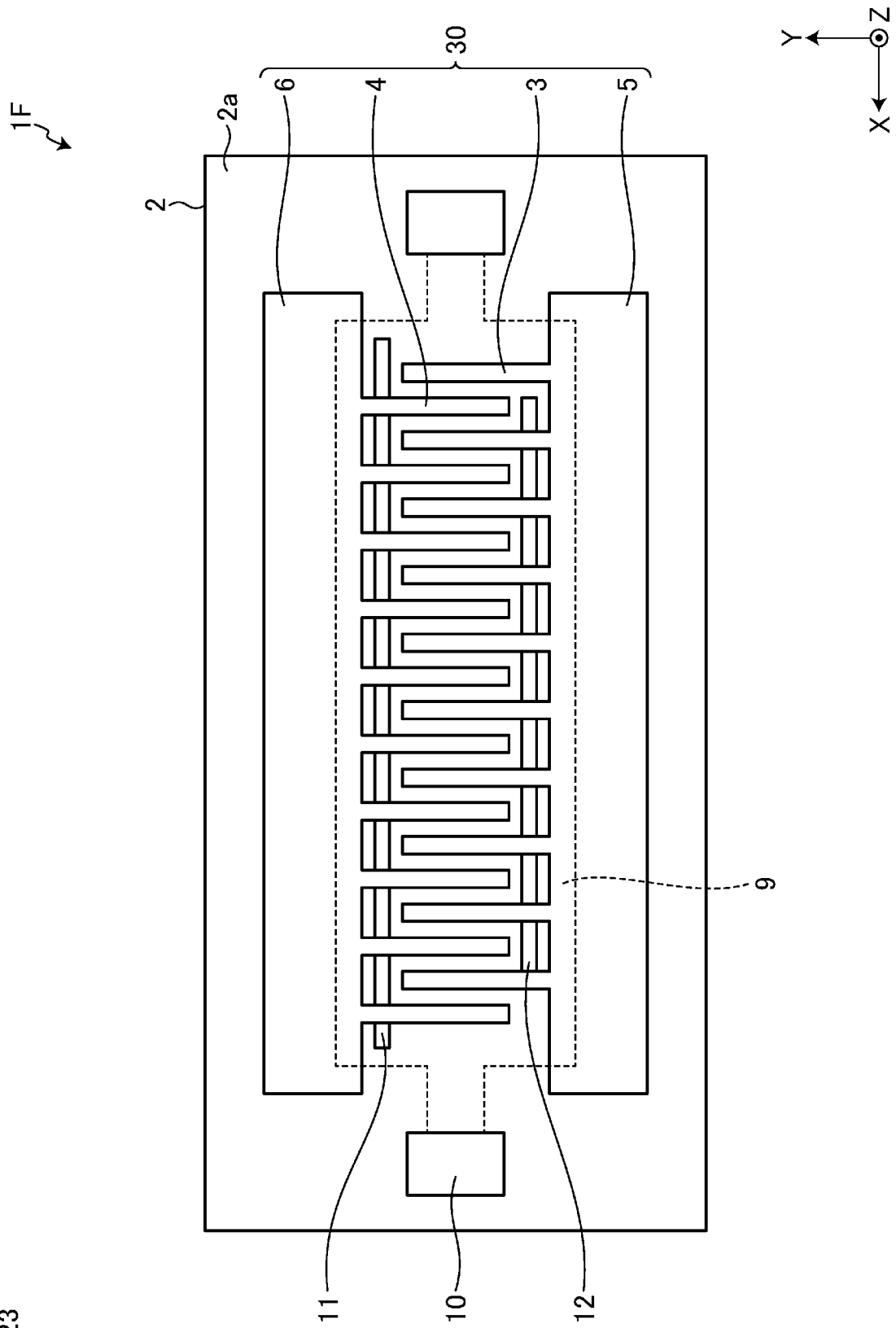
[図22]

図22



[図23]

図23



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/008612

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

FI: H03H9/25 C

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H03H9/25

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.
A	WO 2016/098526 A1 (MURATA MANUFACTURING CO) 23 June 2016 (2016-06-23) entire text, all drawings	1-17
A	WO 2016/147687 A1 (MURATA MANUFACTURING CO) 22 September 2016 (2016-09-22) entire text, all drawings	1-17
A	WO 2011/052551 A1 (MURATA MANUFACTURING CO) 05 May 2011 (2011-05-05) entire text, all drawings	1-17



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

10 May 2022

Date of mailing of the international search report

17 May 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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/008612

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2016/098526	A1	23 June 2016	US 2017/0250671 A1 entire text, all drawings	
WO	2016/147687	A1	22 September 2016	(Family: none)	
WO	2011/052551	A1	05 May 2011	US 2012/0205754 A1 entire text, all drawings	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H03H 9/25(2006.01)i FI: H03H9/25 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）） H03H9/25 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 <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 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022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 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022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 - 2022年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022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												
A	WO 2016/098526 A1（株式会社村田製作所）23.06.2016（2016 - 06 - 23） 全文, 全図	1-17												
A	WO 2016/147687 A1（株式会社村田製作所）22.09.2016（2016 - 09 - 22） 全文, 全図	1-17												
A	WO 2011/052551 A1（株式会社村田製作所）05.05.2011（2011 - 05 - 05） 全文, 全図	1-17												
☐ 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 10.05.2022	国際調査報告の発送日 17.05.2022													
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） 橋本 和志 5W 4183 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/JP2022/008612

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2016/098526	A1	23.06.2016	US	2017/0250671	A1	
				全文, 全図			
WO	2016/147687	A1	22.09.2016	(ファミリーなし)			
WO	2011/052551	A1	05.05.2011	US	2012/0205754	A1	
				全文, 全図			