(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
2023年7月27日(27.07.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/140362 A1

(51) 国際特許分類:
H03H 9/25 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/001755

(22) 国際出願日： 2023年1月20日(20.01.2023)

(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：
63/301,546 2022年1月21日(21.01.2022) 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). 井上 和則 (**INOUE, Kazunori**); 〒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). 野竹 直弘 (**NODAKE, Naohiro**); 〒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).

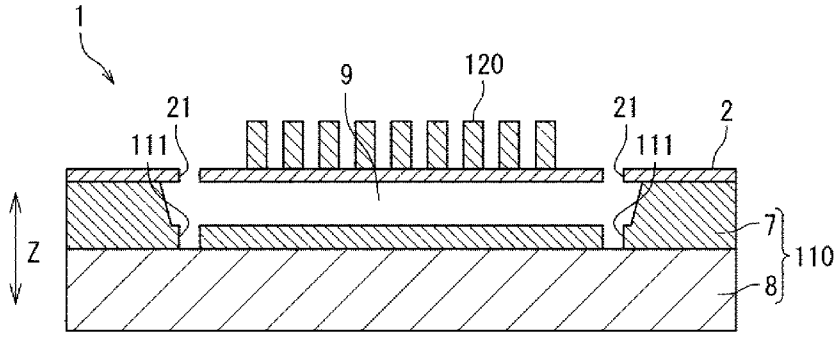
(74) 代理人: 山尾 憲人, 外 (**YAMAO, Norihito** et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町８番１号 大阪梅田ツインタワーズ・ノース 青山特許事務所 Osaka (JP).

(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, 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.

(54) **Title:** ACOUSTIC WAVE DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING ACOUSTIC WAVE DEVICE

(54) 発明の名称： 弾性波装置および弾性波装置の製造方法

図14



(57) **Abstract:** This acoustic wave device comprises: a support substrate including a support member and an intermediate layer provided on the support member; a piezoelectric body layer provided on the intermediate layer; and a function electrode provided on the piezoelectric body layer. The piezoelectric body layer includes a through-hole penetrating through the piezoelectric body layer in a stacking direction of the support member, the intermediate layer, and the piezoelectric body layer. The support substrate includes a hollow portion provided in a position overlapping a part of the function electrode in the stacking direction, and a recess which is provided in a position of the hollow portion at least partly overlapping the through-hole in the stacking direction, and which is recessed in a direction away from the piezoelectric body layer.

WO 2023/140362 A1

［続葉有］

(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, 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))

(57) 要約: 弾性波装置が、支持部材と前記支持部材上に設けられた中間層とを含む支持基板と、中間層上に設けられた圧電体層と、圧電体層上に設けられた機能電極とを備える。圧電体層が、圧電体層を支持部材、中間層および圧電体層の積層方向に貫通する貫通穴を有する。支持基板が、積層方向において機能電極の一部と重なる位置に設けられた空洞部と、空洞部の積層方向において貫通穴と少なくとも一部が重なる位置に設けられ、圧電体層から離れる方向に窪む凹部とを有している。

明　細　書

発明の名称 ： 弾性波装置および弾性波装置の製造方法

技術分野

[0001]　本開示は、圧電層（圧電体層）を備える弾性波装置および弾性波装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002]　例えば、特許文献１には、板波を利用する弾性波装置が開示されている。特許文献１に記載の弾性波装置は、支持体と、圧電基板と、ＩＤＴ電極とを備えている。支持体には、空洞部が設けられている。圧電基板は、支持体の上に空洞部と重なるように設けられている。ＩＤＴ電極は、圧電基板の上に空洞部と重なるように設けられている。弾性波装置では、ＩＤＴ電極により板波が励振される。空洞部の端縁部は、ＩＤＴ電極により励振される板波の伝搬方向と平行に延びる直線部を含まない。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１２－２５７０１９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　近年、製造コストを低減しつつ、支持体の中間層におけるクラックの発生を抑制できる弾性波装置が求められている。

[0005]　本開示は、製造コストを低減しつつ、支持体の中間層におけるクラックの発生を抑制できる弾性波装置および弾性波装置の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006]　本開示の一態様の弾性波装置は、

支持部材と前記支持部材上に設けられた中間層とを含む支持基板と、

前記中間層上に設けられた圧電体層と、

前記圧電体層上に設けられた機能電極と

を備え、

前記圧電体層が、

前記圧電体層を前記支持部材、前記中間層および前記圧電体層の積層方向に貫通する貫通穴を有し、

前記支持基板が、

前記積層方向において前記機能電極の一部と重なる位置に設けられた空洞部と、

前記空洞部の前記積層方向において前記貫通穴と少なくとも一部が重なる位置に設けられ、前記圧電体層から離れる方向に窪む凹部と

を有している。

[0007] 本開示の一態様の弾性波装置の製造方法は、

支持部材と前記支持部材上に設けられた中間層とを含む支持基板と、前記中間層上に設けられた圧電体層と、前記圧電体層上に設けられた機能電極とを含み、前記圧電体層が、前記圧電体層を前記支持部材、前記中間層および前記圧電体層の積層方向に貫通する貫通穴を有し、前記支持基板が、前記積層方向において前記機能電極の一部と重なる位置に設けられた空洞部と、前記積層方向において前記貫通穴と少なくとも一部が重なる位置に設けられ、前記空洞部から前記圧電体層から離れる方向に窪む凹部とを有している、弾性波装置の製造方法であって、

前記貫通穴を形成する際に、前記圧電体層および前記支持基板で囲まれた犠牲層を前記積層方向に貫通させ、

前記貫通穴を介して前記犠牲層を除去し、前記空洞部を形成する。

発明の効果

[0008] 本開示によれば、製造コストを抑制しつつ、支持体の中間層におけるクラックの発生を抑制できる弾性波装置および弾性波装置の製造方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1A]第１，第２の態様の弾性波装置の外観を示す略図的斜視図。

[図1B]圧電層上の電極構造を示す平面図。

[図2]図１Ａ中のＡ－Ａ線に沿う部分の断面図。

[図3A]従来の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。

[図3B]本開示の弾性波装置の波を説明するための模式的正面断面図。

[図4]第１の電極と第２の電極との間に、第２の電極が第１の電極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示す模式図。

[図5]本開示の一実施形態に係る弾性波装置の共振特性を示す図。

[図6]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。

[図7]本開示の一実施形態に係る別の弾性波装置の平面図。

[図8]弾性波装置の共振特性の一例を示す参考図。

[図9]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図。

[図10]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図。

[図11]ｄ／ｐを限りなく０に近づけた場合のＬｉＮｂＯ３のオイラー角（０°，θ，φ）に対する比帯域のマップを示す図。

[図12]本開示の一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。

[図13]本開示の一実施形態の弾性波装置の一例を示す平面図。

[図14]図１３のXIV-XIV線に沿った断面図。

[図15]図１３の弾性波装置の製造方法の一例を説明するための第１の図。

[図16]図１３の弾性波装置の製造方法の一例を説明するための第２の図。

[図17]図１３の弾性波装置の製造方法の一例を説明するための第３の図。

[図18]図１３の弾性波装置の製造方法の一例を説明するための第４の図。

[図19]図１３の弾性波装置の製造方法の一例を説明するための第５の図。

[図20]図１３の弾性波装置の第１の変形例を示す断面図。

[図21]図１３の弾性波装置の第２の変形例を示す断面図。

[図22]凹部を有していない弾性波装置の部分断面図。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本開示の一例を添付図面に従って説明する。以下の説明は、本質的に例示に過ぎず、本開示、本開示の適用物、または、本開示の用途を制限することを意図するものではない。図面は模式的なものであり、各寸法の比率等は現実のものとは必ずしも合致していない。

[0011] 図１Ａ～図１２を参照して、本開示の基礎となる第１～第４の態様の弾性波装置について説明する。

[0012] 本開示における第１，第２，第３の態様の弾性波装置は、例えば、ニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムからなる圧電層と、圧電層の厚み方向に交差する方向において対向する第１電極及び第２電極とを備える。

[0013] 第１の態様の弾性波装置では、厚み滑り１次モードのバルク波が利用されている。

[0014] また、第２の態様の弾性波装置では、第１電極及び前記第２電極は隣り合う電極同士であり、圧電層の厚みをｄ、第１電極及び第２電極の中心間距離をｐとした場合、ｄ／ｐが０．５以下とされている。それによって、第１，第２の態様では、小型化を進めた場合であっても、Ｑ値を高めることができる。

[0015] また、第３の態様の弾性波装置では、板波としてのラム波が利用される。そして、上記ラム波による共振特性を得ることができる。

[0016] 本開示における第４の態様の弾性波装置は、ニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムからなる圧電層と、圧電層を挟んで圧電層の厚み方向に対向する上部電極及び下部電極とを備え、バルク波を利用する。

[0017] 以下、図面を参照しつつ、第１～第４の態様の弾性波装置の具体的な実施形態を説明することにより、本開示を明らかにする。

[0018] 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。

[0019] 図１Ａは、第１，第２の態様についての一実施形態に係る弾性波装置の外観を示す略図的斜視図であり、図１Ｂは、圧電層上の電極構造を示す平面図であり、図２は、図１Ａ中のＡ－Ａ線に沿う部分の断面図である。

[0020] 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、本実施形態では、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。好ましくは、Ｙ伝搬及びＸ伝搬±３０°の伝搬方位が好ましい。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。

[0021] 圧電層２は、対向し合う第１，第２の主面２ａ，２ｂを有する。第１の主面２ａ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１Ａ及び図１Ｂ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第１の電極指である。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第２の電極指である。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。

[0022] 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。これら複数の電極３，４、及び第１のバスバー５，第２のバスバー６によりＩＤＴ（Ｉｎｔｅｒｄｉｇｉｔａｌ　Ｔｒａｎｓｕｄｕｃｅｒ）電極が構成されている。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の厚み方向に交差する方向である。このため、電極３と、隣りの電極４とは、圧電層２の厚み方向に交差する方向において対向しているともいえる。

[0023] また、電極３，４の長さ方向が図１Ａ及び図１Ｂ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よい。すなわち、図１Ａ及び図１Ｂ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１Ａ及び図１Ｂ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。

[0024] 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。

[0025] 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、１μｍ以上、１０μｍ以下の範囲が好ましい。また、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の幅寸法の中心とを結んだ距離となる。さらに、電極３，４の少なくとも一方が複数本ある場合（電極３，４を一対の電極組とし、１．５対以上の電極組がある場合）、電極３，４の中心間距離は、１．５対以上の電極３，４のうち隣り合う電極３，４それぞれの中心間距離の平均値を指す。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、１５０ｎｍ以上、１０００ｎｍ以下の範囲が好ましい。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。

[0026] 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°±１０°）でもよい。

[0027] 圧電層２の第２の主面２ｂ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２に示すように、開口部７ａ，８ａ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２ｂ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２ｂに直接または間接に積層され得る。

[0028] 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）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４ｋΩ以上の高抵抗のＳｉが望ましい。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。支持部材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。

[0029] 上記複数の電極３，４及び第１，第２のバスバー５，６は、Ａｌまたは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。

[0030] 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。

[0031] 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。

[0032] なお、本実施形態のように電極３，４の少なくとも一方が複数本ある場合、すなわち、電極３，４を１対の電極組とし、電極３，４が１．５対以上ある場合、隣り合う電極３，４の中心間距離ｐは、各隣り合う電極３，４の中心間距離の平均距離となる。

[0033] 本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。

[0034] 従来の弾性波装置で利用したラム波と、上記厚み滑り１次モードのバルク波の相違を、図３Ａ及び図３Ｂを参照して説明する。

[0035] 図３Ａは、従来の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。従来の弾性波装置については、例えば、特許文献１（特開２０１２－２５７０１９号公報）に記載されている。図３Ａに示すように、従来の弾性波装置においては、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２０１ａと、第２の主面２０１ｂとが対向しており、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電極の電極指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。

[0036] これに対して、図３Ｂに示すように、本実施形態の弾性波装置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。

[0037] 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いる。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。

[0038] 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。

[0039] 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。

[0040] 図５は、本開示の一実施形態の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。

圧電層２：オイラー角（０°，０°，９０°）のＬｉＮｂＯ$_3$、厚み＝４００ｎｍ。

電極３と電極４の長さ方向と直交する方向に視たときに、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＝４０μｍ、電極３，４からなる電極の対数＝２１対、電極間中心距離＝３μｍ、電極３，４の幅＝５００ｎｍ、ｄ／ｐ＝０．１３３。

絶縁層７：１μｍの厚みの酸化ケイ素膜。

支持部材８：Ｓｉ。

[0041] 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。

[0042] 本実施形態では、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。

[0043] 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１２．５％である良好な共振特性が得られている。

[0044] 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６を参照して説明する。

[0045] 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、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。

[0046] 図６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≦０．２５、すなわちｄ／ｐ≦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、本開示の第２の態様の弾性波装置のように、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。

[0047] なお、前述したように、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３，４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３，４の中心間距離の平均距離をｐとすればよい。

[0048] また、圧電層の厚み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。

[0049] 図７は、本開示の一実施形態に係る別の弾性波装置の平面図である。弾性波装置３１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３１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。

[0050] 弾性波装置１では、好ましくは、複数の電極３，４において、いずれかの隣り合う電極３，４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に対する、上記隣り合う電極３，４のメタライゼーション比ＭＲが、ＭＲ≦１．７５（ｄ／ｐ）＋０．０７５を満たすことが望ましい。つまり、隣り合う複数の第１電極指と複数の第２電極指とが対向している方向に視たときに複数の第１電極指と複数の第２電極指とが重なっている領域が励振領域（交差領域）であり、励振領域に対する、複数の第１電極指及び複数の第２電極指のメタライゼーション比をＭＲとしたときに、ＭＲ≦１．７５（ｄ／ｐ）＋０．０７５を満たすことが好ましい。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。

[0051] これを、図８及び図９を参照して説明する。図８は、上記弾性波装置１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。

[0052] 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３，４に着目した場合、この１対の電極３，４のみが設けられるとする。この場合、一点鎖線Ｃで囲まれた部分が励振領域となる。この励振領域とは、電極３と電極４とを、電極３，４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３における電極４と重なり合っている領域、電極４における電極３と重なり合っている領域、及び、電極３と電極４との間の領域における電極３と電極４とが重なり合っている領域である。そして、この励振領域の面積に対する、励振領域Ｃ内の電極３，４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の面積に対する比である。

[0053] なお、複数対の電極が設けられている場合、励振領域の面積の合計に対する全励振領域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。

[0054] 図９は本実施形態に従って、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図である。なお、比帯域については、圧電層の膜厚や電極の寸法を種々変更し、調整した。また、図９は、ＺカットのＬｉＮｂＯ$_3$からなる圧電層を用いた場合の結果であるが、他のカット角の圧電層を用いた場合においても、同様の傾向となる。

[0055] 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３，４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。

[0056] 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図である。上記弾性波装置において、ｄ／２ｐと、ＭＲが異なる様々な弾性波装置を構成し、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≦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≦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。

[0057] 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。

[0058] （０°±１０°，０°～２０°，任意のφ） …式（１）

[0059] （０°±１０°，２０°～８０°，０°～６０°（１－（θ－５０）^{2}／９００）$^{1/2}$） または （０°±１０°，２０°～８０°，［１８０°－６０°（１－（θ－５０）^{2}／９００）$^{1/2}$］～１８０°） …式（２）

[0060] （０°±１０°，［１８０°－３０°（１－（φ－９０）^{2}／８１００）$^{1/2}$］～１８０°，任意のφ） …式（３）

[0061] 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。

[0062] 図１２は、本開示の一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。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８５，８６が設けられている。図１２において、空洞部９の外周縁を破線で示す。ここでは、ＩＤＴ電極８４は、第１，第２のバスバー８４ａ，８４ｂと、複数本の第１の電極指としての電極８４ｃ及び複数本の第２の電極指としての電極８４ｄとを有する。複数本の電極８４ｃは、第１のバスバー８４ａに接続されている。複数本の電極８４ｄは、第２のバスバー８４ｂに接続されている。複数本の電極８４ｃと、複数本の電極８４ｄとは間挿し合っている。

[0063] 弾性波装置８１では、上記空洞部９上のＩＤＴ電極８４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８５，８６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。

[0064] このように、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。

[0065] 図１３～図２２を参照して、本開示の一実施形態の弾性波装置１について説明する。本実施形態においては、第１～第４の態様の弾性波装置と重複する内容については適宜、説明を省略する。以下、第１～第４の態様の弾性波装置について説明した内容を適用することができる。

[0066] 図１３および図１４に示すように、弾性波装置１は、支持基板１１０と、圧電層２と、機能電極１２０とを備える。支持基板１１０は、支持部材８と支持部材８上に設けられた絶縁層（中間層の一例）７とを含む。圧電層２は、支持部材８、絶縁層７および圧電層２の積層方向Ｚにおける絶縁層７上に

設けられている。圧電層２は、圧電層２を積層方向Ｚに貫通する貫通穴２１を有している。機能電極１２０は、積層方向Ｚにおける圧電層２上に設けられている。機能電極１２０は、圧電層２上に設けられ、積層方向Ｚに交差する方向（例えば、Y方向）において間隔を空けて配置された２つの配線電極１３０の間に位置している。

[0067] 本実施形態では、機能電極１２０は、複数の電極指を有するＩＤＴ電極である。機能電極１２０の複数の電極指は、それぞれＹ方向に沿って延びており、Ｘ方向に沿って隙間を空けて位置している。機能電極１２０の各電極指は、２つの配線電極１３０のいずれかに接続されている。

[0068] 図１４に示すように、支持基板１１０は、空洞部９と、凹部１１１とを有している。空洞部９は、積層方向Ｚにおいて機能電極１２０の一部と重なる位置（図１３参照）に設けられている。凹部１１１は、空洞部９の積層方向Ｚにおいて貫通穴２１と少なくとも一部が重なる位置に設けられ、積層方向Ｚにおいて圧電層２から離れる方向に窪んでいる。言い換えると、支持基板１１０が、空洞部９を有し、空洞部９が、積層方向Ｚにおいて空洞部９から支持部材８に向かって凸となるように窪んでいる凹部１１１を有している。本実施形態では、空洞部９は、絶縁層７に設けられ、絶縁層７に位置している。凹部１１１は、支持部材８まで窪んでおり、支持部材８の表面が露出している。

[0069] 図１５～図２１を参照して、本開示の弾性波装置１の製造方法の一例を説明する。

[0070] 図１５に示すように、圧電層２に犠牲層９１を成膜する。犠牲層９１は、例えば、犠牲層材料を圧電層２表面全面に成膜後、その表面をレジストパターニングし、その後、露出した犠牲層をエッチング後のレジスト除去により形成される。

[0071] 図１６に示すように、犠牲層９１が成膜された圧電層２に絶縁層７を成膜し、研削により平坦化する。これにより、犠牲層９１が絶縁層７に埋め込まれる。

[0072] 図１７に示すように、犠牲層９１が埋め込まれた絶縁層７に支持部材８を接合して、積層部材２００を形成する。

[0073] 図１８に示すように、積層部材２００の圧電層２を研削して薄化すると共に、リフトオフより機能電極１２０および配線電極１３０を薄化した圧電層２上に形成して、積層部材２１０を形成する。

[0074] 図１９に示すように、積層部材２１０の圧電層２に貫通穴２１を形成し、絶縁層７に凹部１１１を形成して、積層部材２２０を形成する。貫通穴２１を形成する際に、圧電層２および支持基板１１０（本実施形態では、一例として絶縁層７）で囲まれた犠牲層９１を積層方向Ｚに貫通させる。貫通穴２１および凹部１１１は、例えば、レジストパターニング、圧電層２、犠牲層９１および絶縁層７のドライエッチングおよびレジスト除去により形成される。

[0075] 図１４に示すように、貫通穴２１を介して犠牲層９１を除去し、積層部材２２０に空洞部９を形成して、弾性波装置１を形成する。空洞部９は、レジストパターニング、エッチングおよびレジスト除去により犠牲層９１を除去することで形成される。空洞部９を形成することにより、圧電層２にメンブレン部が形成される。メンブレン部は、例えば、積層方向Ｚにおいて少なくとも部分的に空洞部９を重なる圧電層２の一部を構成している。メンブレン部には、機能電極１２０が位置し、励振領域を形成する。

[0076] このように、本開示の弾性波装置１では、前記構成により、犠牲層９１を除去して空洞部９を形成するときに、エッチング開始時から、エッチング液を犠牲層９１の底面に到達させることができるので、犠牲層９１を効率よく除去できる。その結果、弾性波装置１の製造コストを低減させることができる。

[0077] 凹部１１１を有していない弾性波装置１００（図２２参照）では、基板実装のためリフローなどの加熱処理を行うと、積層方向Ｚにおいて犠牲層除去用開口穴１２１と少なくとも一部が重なる位置の絶縁層７にクラック３００が発生する場合がある。本開示の弾性波装置１では、前記構成により、絶縁

層７の貫通穴２１と少なくとも一部が重なる位置におけるクラック３００の発生を抑制できる。

[0078] 弾性波装置１は、次のように構成することもできる。

[0079] 凹部１１１は、支持部材８の表面まで窪む場合に限らず、例えば、図２０に示すように、支持部材８の内部まで窪んでいてもよい。

[0080] 凹部１１１は、底面が支持部材８に到達している場合に限らず、例えば、図２１に示すように、底面が支持部材８に到達していなくてもよい。つまり、凹部１１１の底面から支持部材８の表面が露出していなくてもよい。図２１の凹部１１１は、絶縁層７の支持部材８よりも圧電層２に近い位置まで窪んでおり、底面が絶縁層７で構成されている。

[0081] 空洞部９は、絶縁層７に位置している場合に限らず、例えば、絶縁層７および支持部材８に亘って位置していてもよい。

[0082] 第１～第４の態様の弾性波装置に、本開示の弾性波装置１の構成の少なくとも一部を追加してもよいし、本開示の弾性波装置１に、第１～第４態様の弾性波装置の構成の少なくとも一部を追加してもよい。

[0083] 以上、図面を参照して本開示における種々の実施形態を詳細に説明したが、最後に、本開示の種々の態様について説明する。

[0084] 第１態様の弾性波装置は、

支持部材と前記支持部材上に設けられた中間層とを含む支持基板と、

前記中間層上に設けられた圧電体層と、

前記圧電体層上に設けられた機能電極と

を備え、

前記圧電体層が、

前記圧電体層を前記支持部材、前記中間層および前記圧電体層の積層方向に貫通する貫通穴を有し、

前記支持基板が、

前記積層方向において前記機能電極の一部と重なる位置に設けられた空洞部と、

前記空洞部の前記積層方向において前記貫通穴と少なくとも一部が重なる位置に設けられ、前記圧電体層から離れる方向に窪む凹部と

を有している。

[0085] 第２態様の弾性波装置は、第１態様の弾性波装置において、

前記空洞部が前記中間層に位置している。

[0086] 第３態様の弾性波装置は、第１態様の弾性波装置において、

前記空洞部が、前記中間層および前記支持部材にわたって設けられている。

[0087] 第４態様の弾性波装置は、第１態様の弾性波装置において、

前記凹部が前記支持部材まで窪んでいる。

[0088] 第５態様の弾性波装置は、第４態様の弾性波装置において、

前記凹部が前記支持部材の内部まで窪んでいる。

[0089] 第６態様の弾性波装置は、第１態様の弾性波装置において、

前記凹部が前記中間層の前記支持部材よりも前記圧電体層に近い位置まで窪んでいる。

[0090] 第７態様の弾性波装置は、第１態様～第６態様のいずれかの弾性波装置において、

前記機能電極がＩＤＴ電極である。

[0091] 第８態様の弾性波装置は、第７態様の弾性波装置において、

前記圧電体層が、ニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムを含み、

前記ＩＤＴ電極が、前記積層方向に交差する方向において対向する第１電極指および第２電極指を有し、

前記第１電極指および前記第２電極指は隣り合う電極同士であり、

前記圧電体層の厚みをｄ、前記第１電極指および前記第２電極指との中心間距離をｐとした場合、ｄ／ｐが０．５以下である。

[0092] 第９態様の弾性波装置は、第８態様の弾性波装置において、

ｄ／ｐが０．２４以下である。

[0093] 第１０態様の弾性波装置は、第８態様または第９態様の弾性波装置におい

て、

前記積層方向に交差する方向において、前記第１電極指および前記第２電極指が重なり合っている領域である励振領域に対する、前記励振領域内の前記第１電極指および前記第２電極指の面積の割合であるメタライゼーション比ＭＲが、ＭＲ≦１．７５（ｄ／ｐ）＋０．０７５を満たす。

[0094] 第１１態様の弾性波装置は、第８態様～第１０態様のいずれかの弾性波装置において、

前記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，φ）が、以下の式（１）、式（２）または式（３）の範囲にある。

（０°±１０°，０°～２０°，任意のφ）　…式（１）

（０°±１０°，２０°～８０°，０°～６０°（１－（θ－５０）^{2}／９００）$^{1/2}$）　または　（０°±１０°，２０°～８０°，［１８０°－６０°（１－（θ－５０）^{2}／９００）$^{1/2}$］～１８０°）　…式（２）

（０°±１０°，［１８０°－３０°（１－（φ－９０）^{2}／８１００）$^{1/2}$］～１８０°，任意のφ）　…式（３）

[0095] 第１２態様の弾性波装置は、第７態様～第１１態様のいずれかの弾性波装置において、

前記圧電体層が、ニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムを含み、

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。

[0096] 第１３態様の弾性波装置は、第１態様～第７態様のいずれかの弾性波装置において、

板波を利用可能に構成されている。

[0097] 第１４態様の弾性波装置の製造方法は、

支持部材と前記支持部材上に設けられた中間層とを含む支持基板と、前記中間層上に設けられた圧電体層と、前記圧電体層上に設けられた機能電極とを含み、前記圧電体層が、前記圧電体層を前記支持部材、前記中間層および前記圧電体層の積層方向に貫通する貫通穴を有し、前記支持基板が、前記積層方向において前記機能電極の一部と重なる位置に設けられた空洞部と、前

記積層方向において前記貫通穴と少なくとも一部が重なる位置に設けられ、前記空洞部から前記圧電体層から離れる方向に窪む凹部とを有している、弾性波装置の製造方法であって、

前記貫通穴を形成する際に、前記圧電体層および前記支持基板で囲まれた犠牲層を前記積層方向に貫通させ、

前記貫通穴を介して前記犠牲層を除去し、前記空洞部を形成する。

[0098] 前記様々な実施形態または変形例のうちの任意の実施形態または変形例を適宜組み合わせることにより、それぞれの有する効果を奏するようにすることができる。また、実施形態同士の組み合わせまたは実施例同士の組み合わせまたは実施形態と実施例との組み合わせが可能であると共に、異なる実施形態または実施例の中の特徴同士の組み合わせも可能である。

[0099] 本開示は、添付図面を参照しながら好ましい実施形態に関連して充分に記載されているが、この技術の熟練した人々にとっては種々の変形や修正は明白である。そのような変形や修正は、添付した請求の範囲による本開示の範囲から外れない限りにおいて、その中に含まれると理解されるべきである。

請求の範囲

[請求項1] 支持部材と前記支持部材上に設けられた中間層とを含む支持基板と、

前記中間層上に設けられた圧電体層と、

前記圧電体層上に設けられた機能電極と

を備え、

前記圧電体層が、

前記圧電体層を前記支持部材、前記中間層および前記圧電体層の積層方向に貫通する貫通穴を有し、

前記支持基板が、

前記積層方向において前記機能電極の一部と重なる位置に設けられた空洞部と、

前記空洞部の前記積層方向において前記貫通穴と少なくとも一部が重なる位置に設けられ、前記圧電体層から離れる方向に窪む凹部と

を有している、弾性波装置。

[請求項2] 前記空洞部が前記中間層に位置している、請求項１に記載の弾性波装置。

[請求項3] 前記空洞部が、前記中間層および前記支持部材にわたって設けられている、請求項１に記載の弾性波装置。

[請求項4] 前記凹部が前記支持部材まで窪んでいる、請求項１に記載の弾性波装置。

[請求項5] 前記凹部が前記支持部材の内部まで窪んでいる、請求項４に記載の弾性波装置。

[請求項6] 前記凹部が前記中間層の前記支持部材よりも前記圧電体層に近い位置まで窪んでいる、請求項１に記載の弾性波装置。

[請求項7] 前記機能電極がＩＤＴ電極である、請求項１から６のいずれか１つに記載の弾性波装置。

[請求項8] 前記圧電体層が、ニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムを含

み、

前記ＩＤＴ電極が、前記積層方向に交差する方向において対向する第１電極指および第２電極指を有し、

前記第１電極指および前記第２電極指は隣り合う電極同士であり、

前記圧電体層の厚みをｄ、前記第１電極指および前記第２電極指との中心間距離をｐとした場合、ｄ／ｐが０．５以下である、請求項７に記載の弾性波装置。

[請求項9] ｄ／ｐが０．２４以下である、請求項８に記載の弾性波装置。

[請求項10] 前記積層方向に交差する方向において、前記第１電極指および前記第２電極指が重なり合っている領域である励振領域に対する、前記励振領域内の前記第１電極指および前記第２電極指の面積の割合であるメタライゼーション比ＭＲが、ＭＲ≦１．７５（ｄ／ｐ）＋０．０７５を満たす、請求項８または９に記載の弾性波装置。

[請求項11] 前記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から１０のいずれか１つに記載の弾性波装置。

（０°±１０°，０°～２０°，任意のψ） …式（１）

（０°±１０°，２０°～８０°，０°～６０°（１－（θ－５０）^{2}／９００）$^{1/2}$） または （０°±１０°，２０°～８０°，［１８０°－６０°（１－（θ－５０）^{2}／９００）$^{1/2}$］～１８０°） …式（２）

（０°±１０°，［１８０°－３０°（１－（ψ－９０）^{2}／８１００）$^{1/2}$］～１８０°，任意のψ） …式（３）

[請求項12] 前記圧電体層が、ニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムを含み、

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７から１１のいずれか１つに記載の弾性波装置。

[請求項13] 板波を利用可能に構成されている、請求項１から７のいずれか１つ

に記載の弾性波装置。

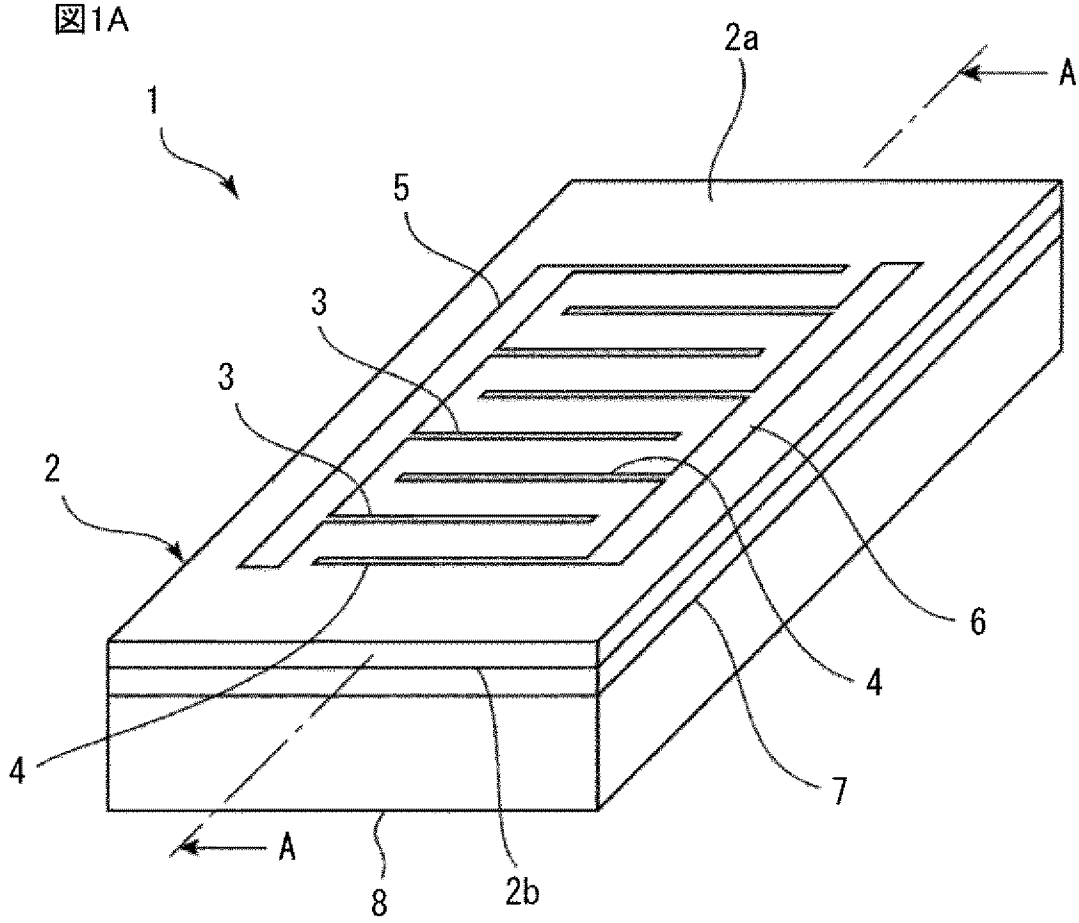
[請求項14] 支持部材と前記支持部材上に設けられた中間層とを含む支持基板と、前記中間層上に設けられた圧電体層と、前記圧電体層上に設けられた機能電極とを含み、前記圧電体層が、前記圧電体層を前記支持部材、前記中間層および前記圧電体層の積層方向に貫通する貫通穴を有し、前記支持基板が、前記積層方向において前記機能電極の一部と重なる位置に設けられた空洞部と、前記積層方向において前記貫通穴と少なくとも一部が重なる位置に設けられ、前記空洞部から前記圧電体層から離れる方向に窪む凹部とを有している、弾性波装置の製造方法であって、

前記貫通穴を形成する際に、前記圧電体層および前記支持基板で囲まれた犠牲層を前記積層方向に貫通させ、

前記貫通穴を介して前記犠牲層を除去し、前記空洞部を形成する、弾性波装置の製造方法。

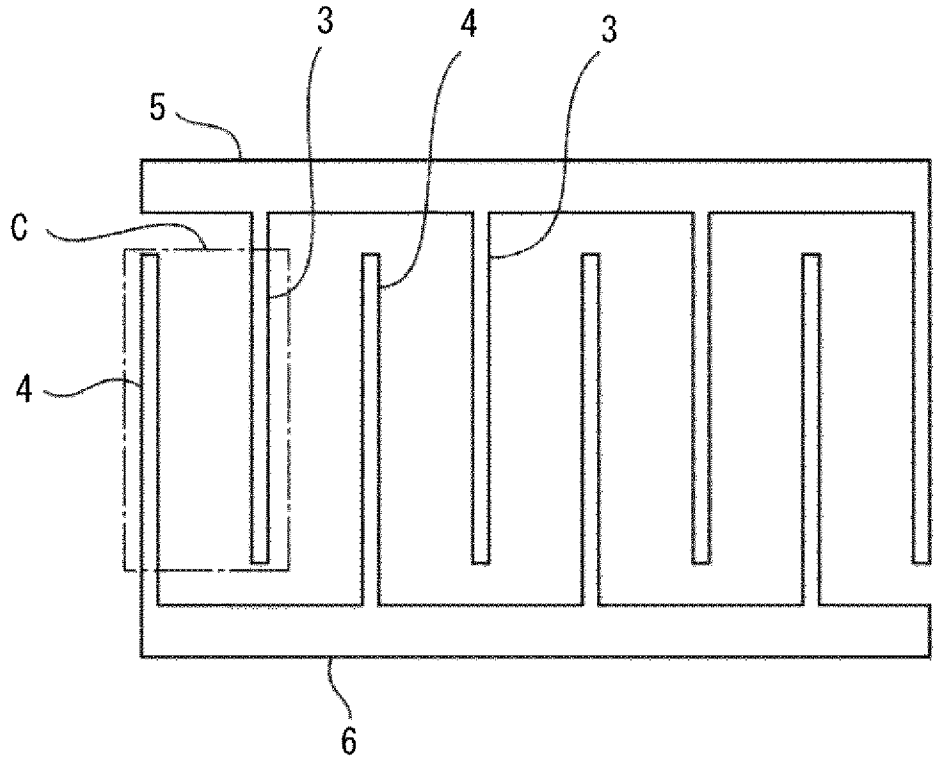
[図1A]

図1A



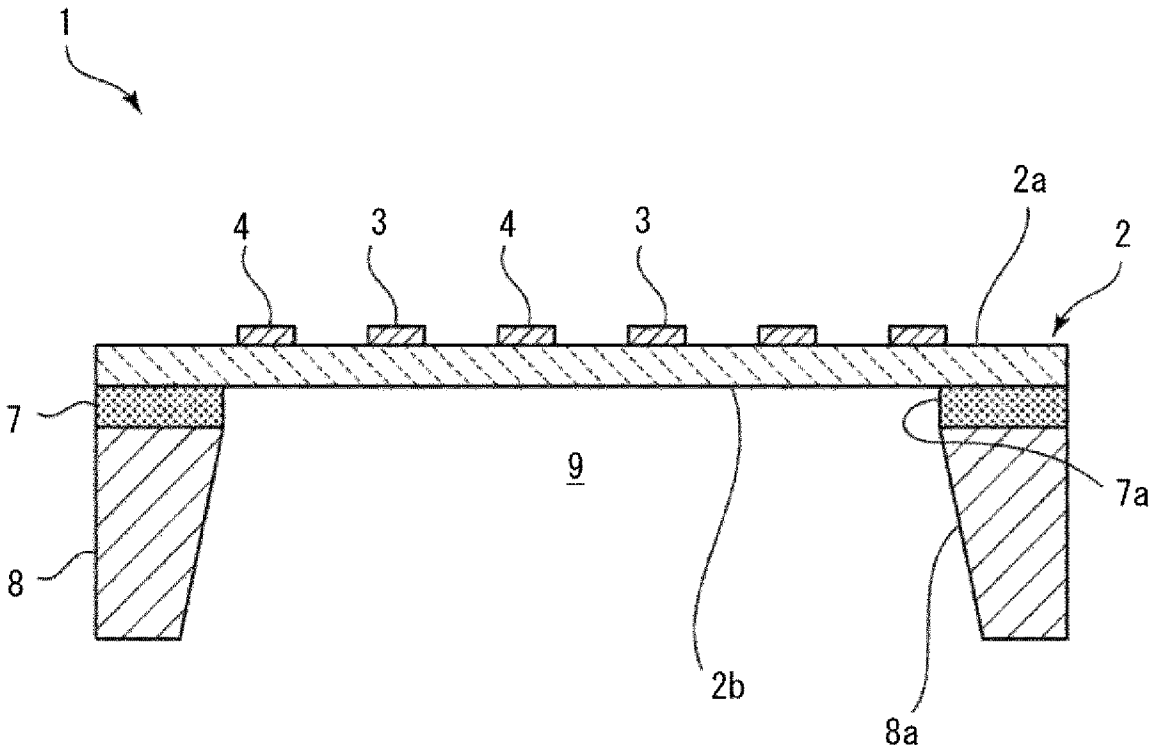
[図1B]

図1B



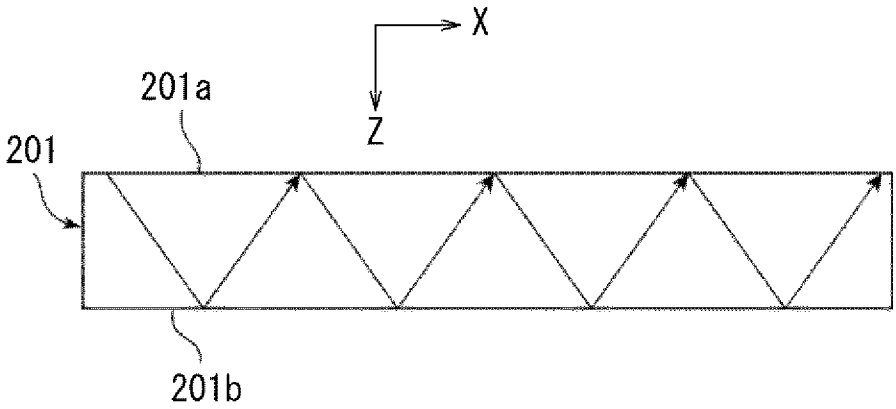
[図2]

図2



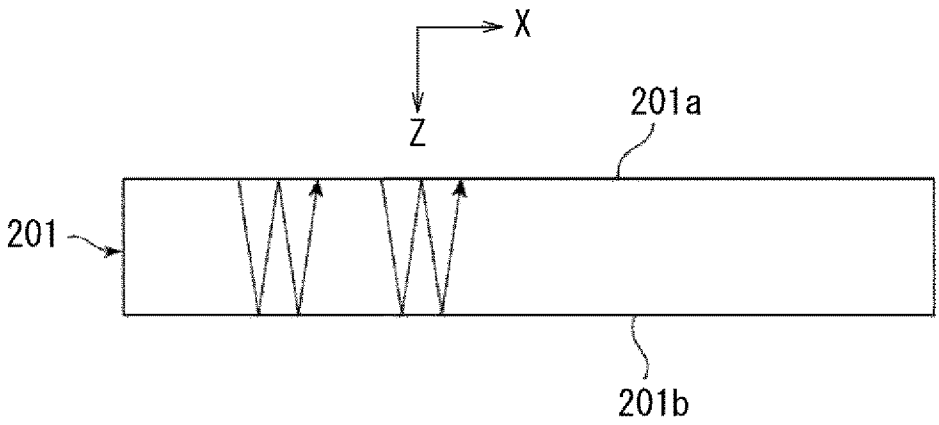
[図3A]

図3A



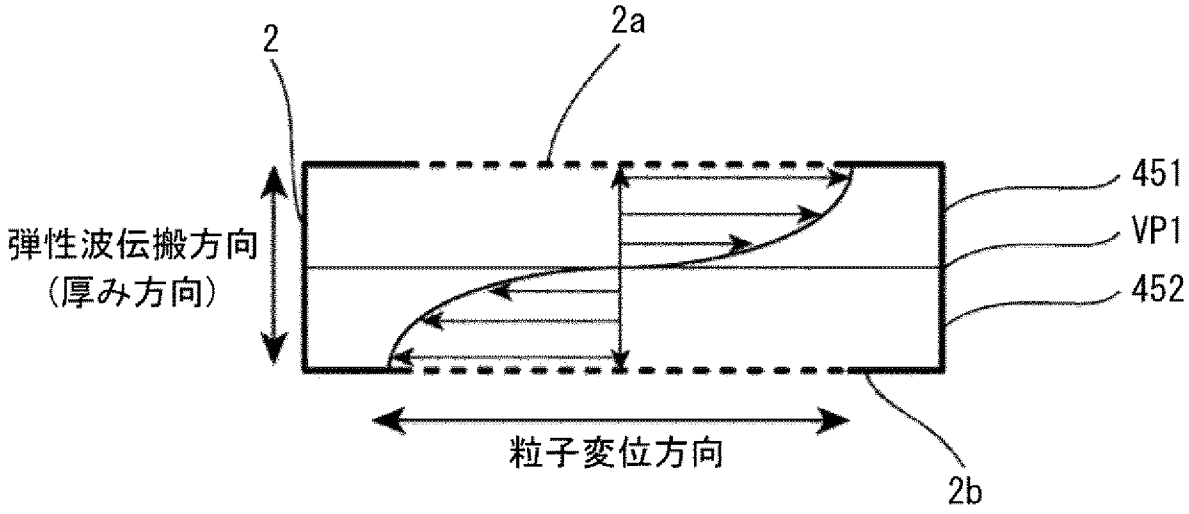
[図3B]

図3B



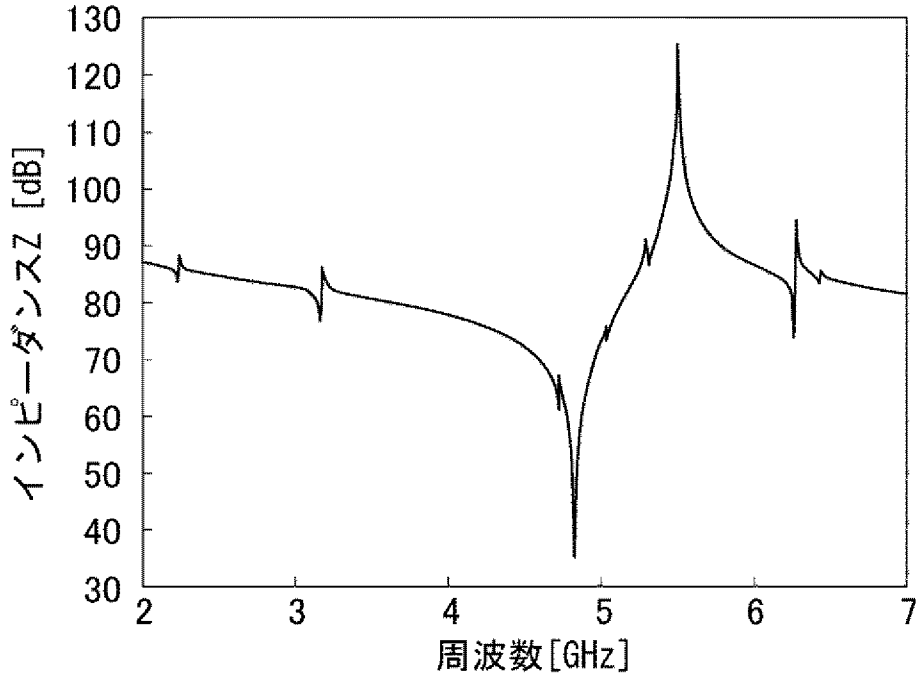
[図4]

図4



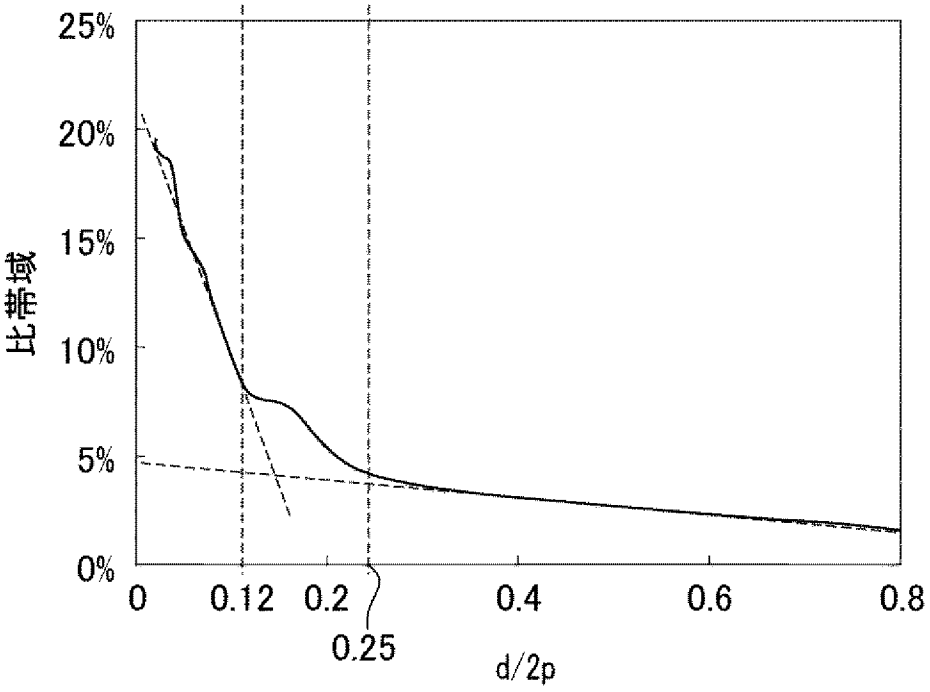
[図5]

図5


130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
インピーダンスZ [dB]
2
3
4
5
6
7
周波数[GHz]

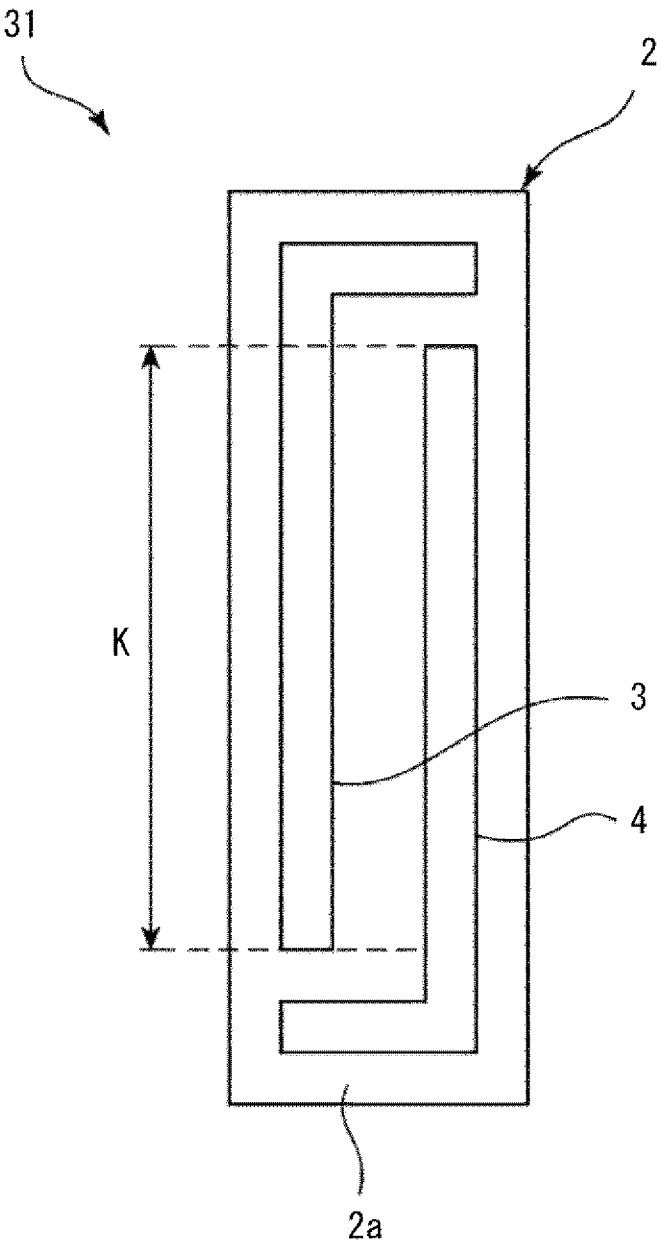
[図6]

図6


25%
20%
15%
10%
5%
0%
比帯域
0
0.12
0.2
0.25
0.4
0.6
0.8
d/2p

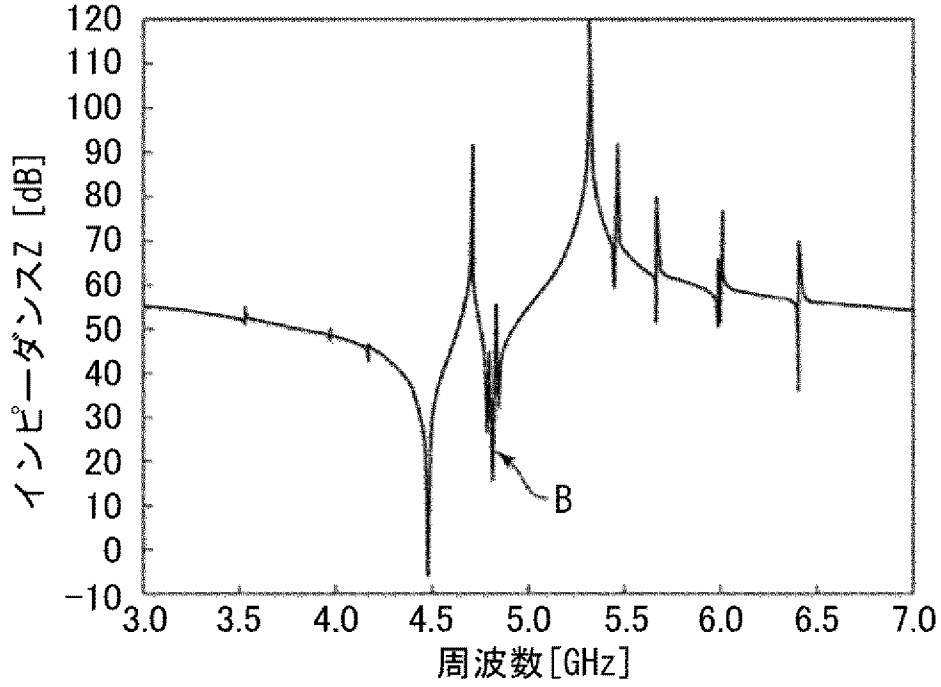
[図7]

図7



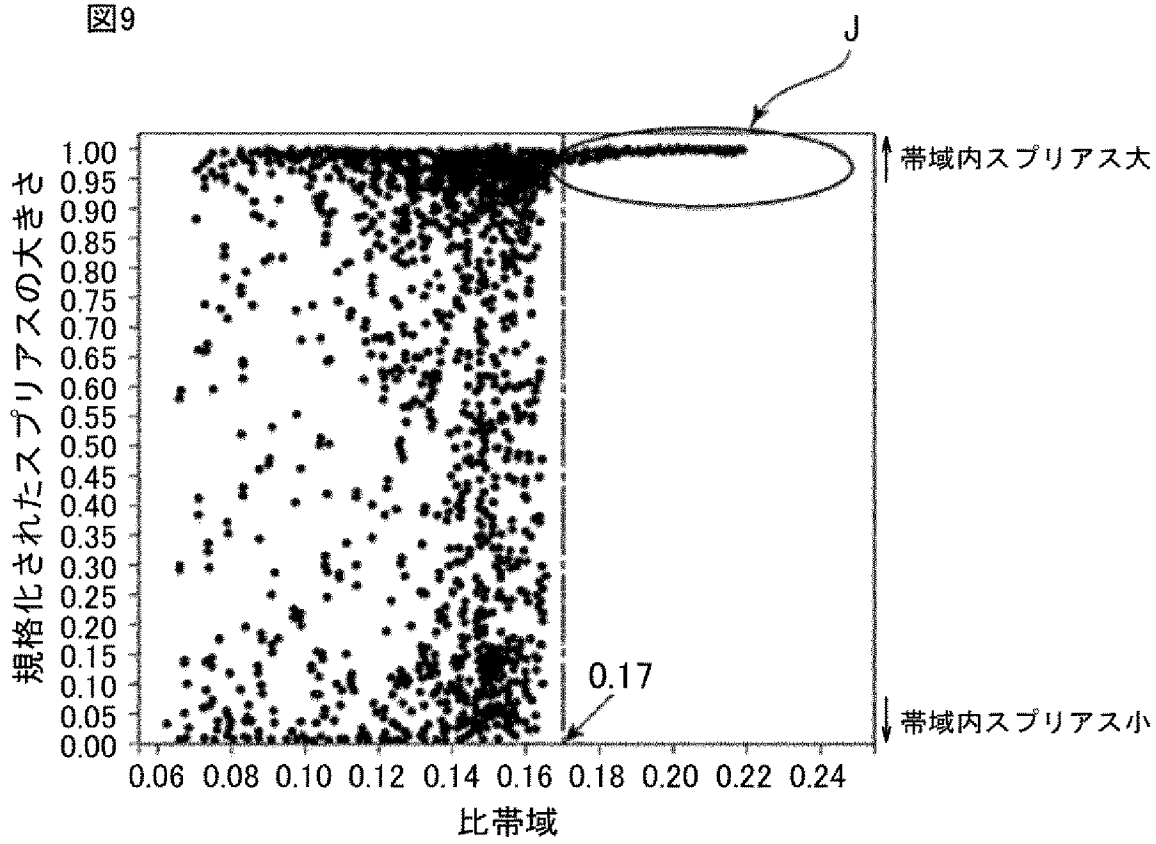
[図8]

図8


120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
−10
インピーダンスZ [dB]
B
3.0
3.5
4.0
4.5
5.0
5.5
6.0
6.5
7.0
周波数[GHz]

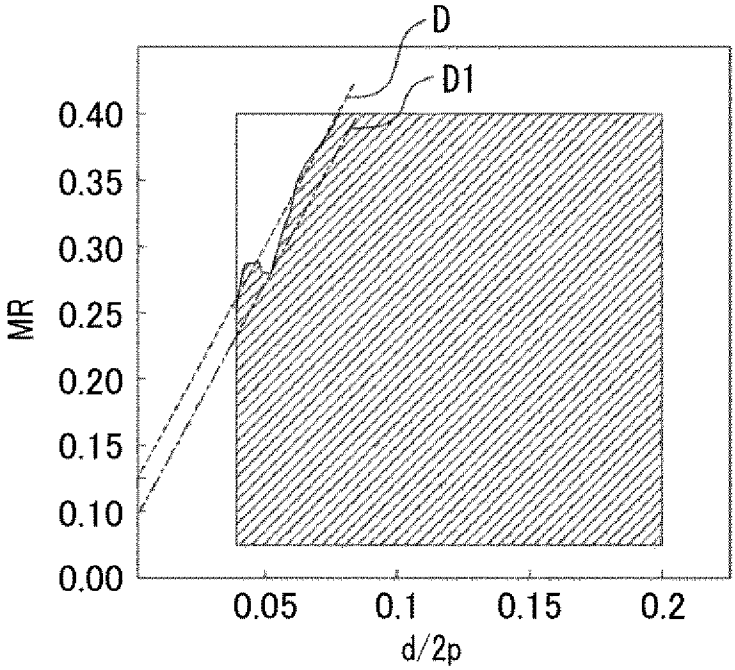
[図9]

図9


J
帯域内スプリアス大
1.00
0.95
0.90
0.85
0.80
0.75
0.70
0.65
0.60
0.55
0.50
0.45
0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
0.15
0.10
0.05
0.00
規格化されたスプリアスの大きさ
0.17
帯域内スプリアス小
0.06
0.08
0.10
0.12
0.14
0.16
0.18
0.20
0.22
0.24
比帯域

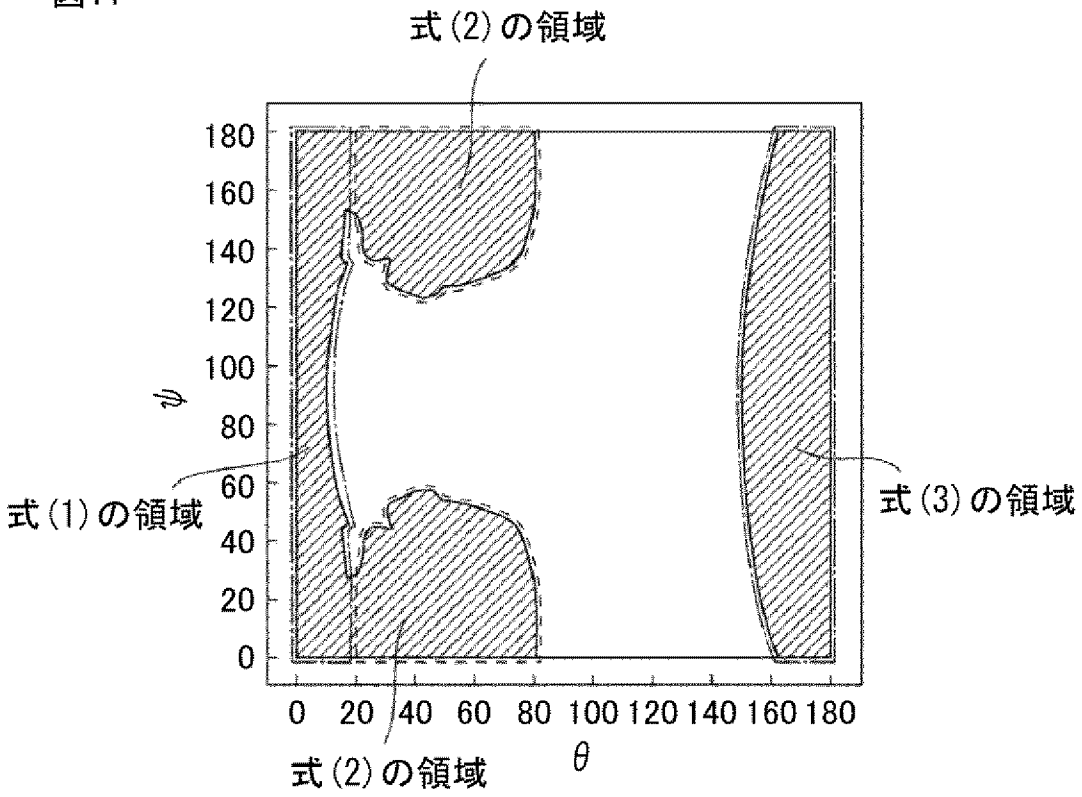
[図10]

図10



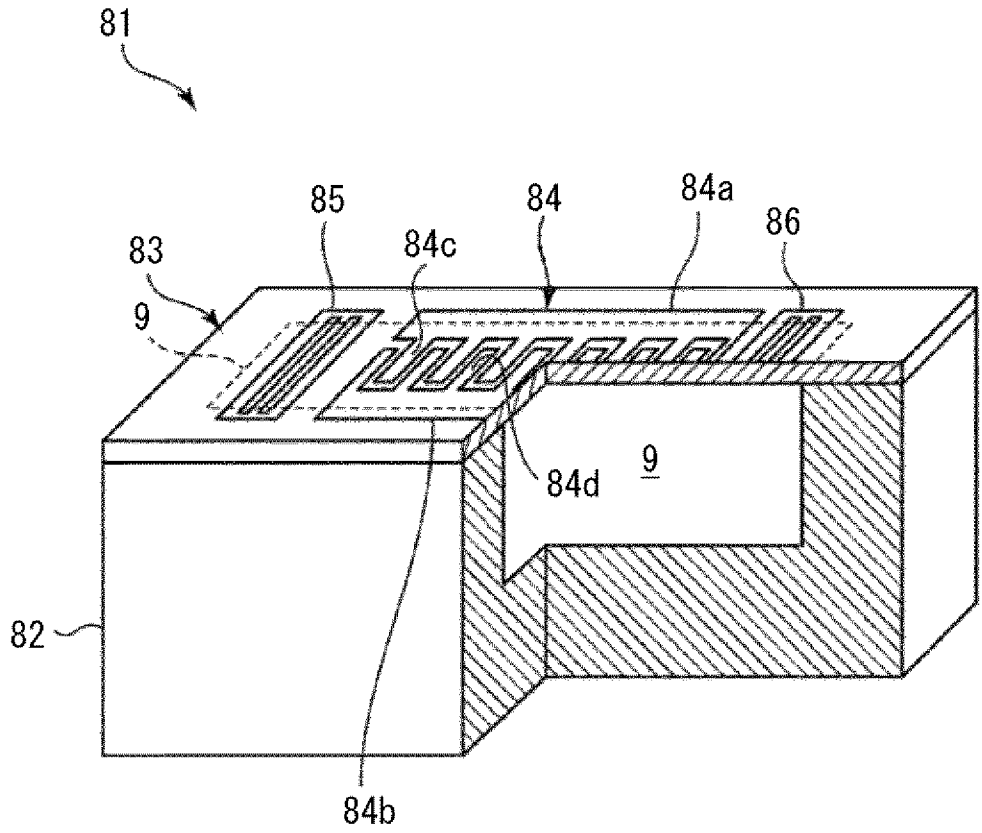
[図11]

図11



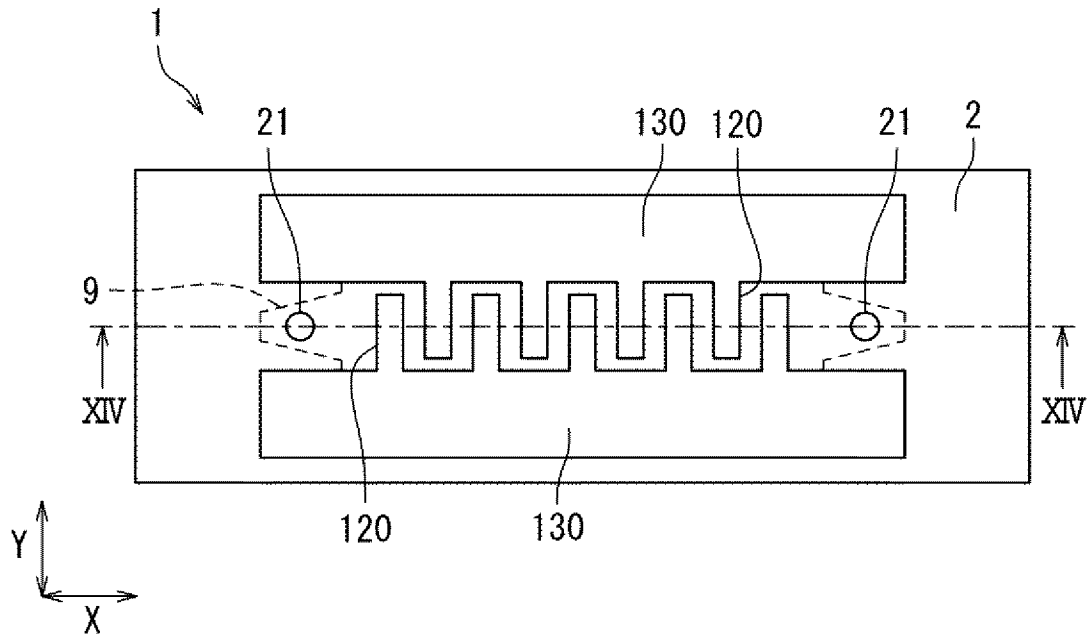
[図12]

図12



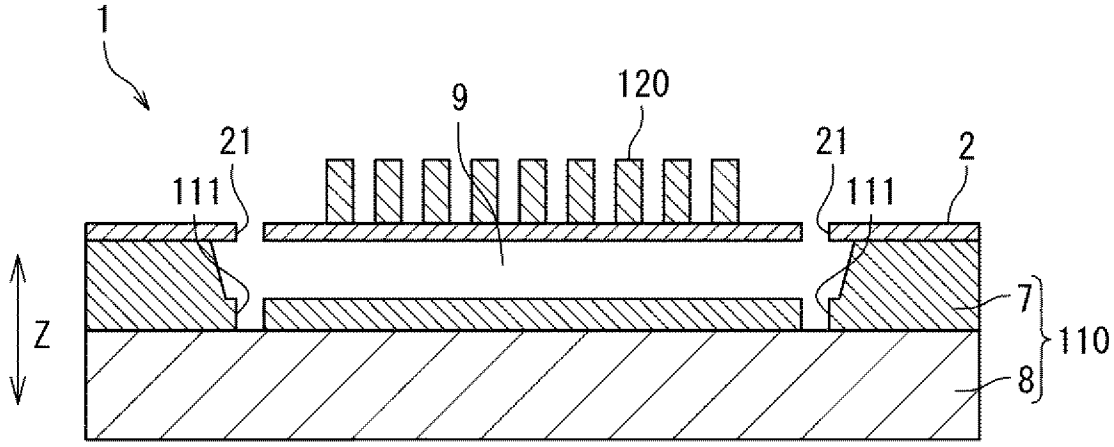
[図13]

図13



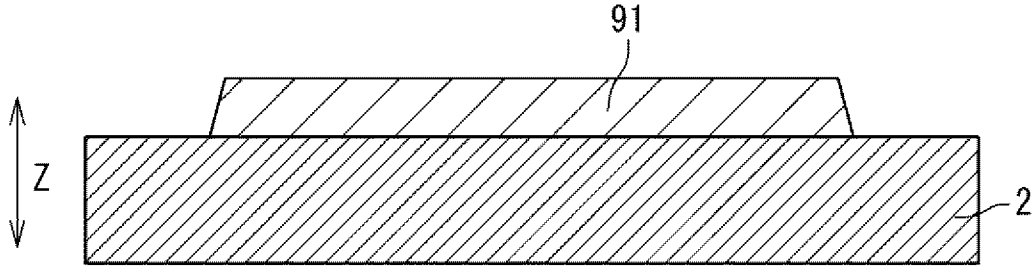
[図14]

図14



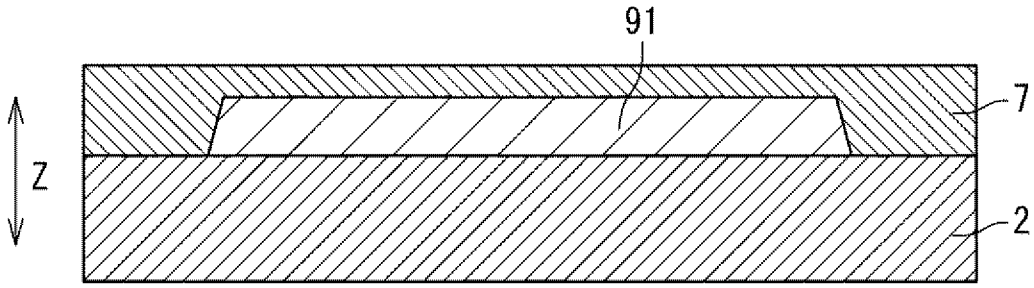
[図15]

図15



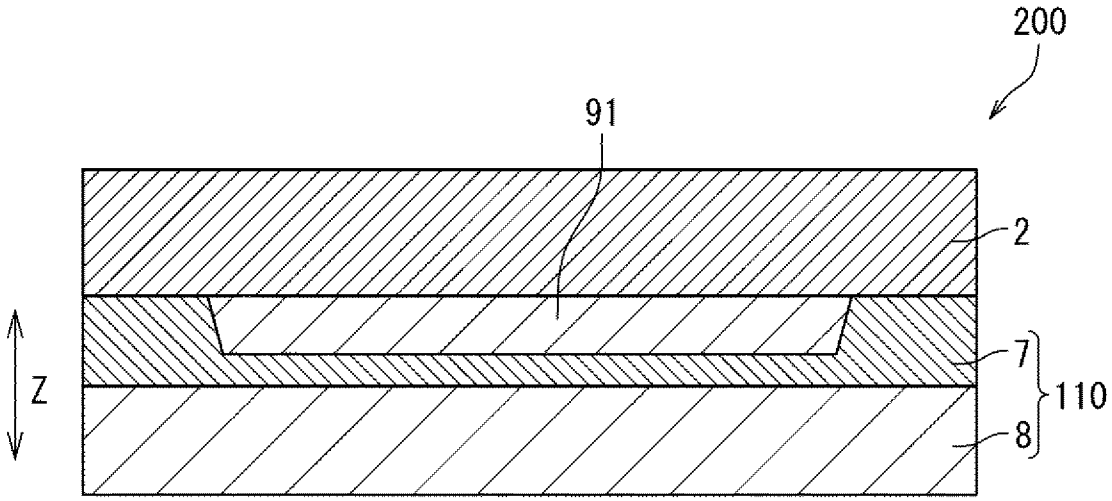
[図16]

図16



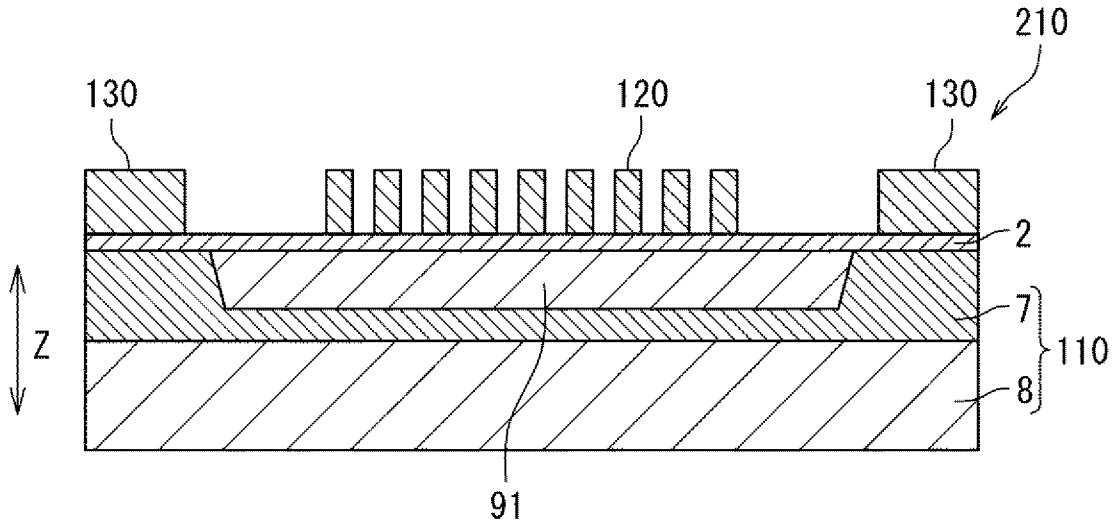
[図17]

図17



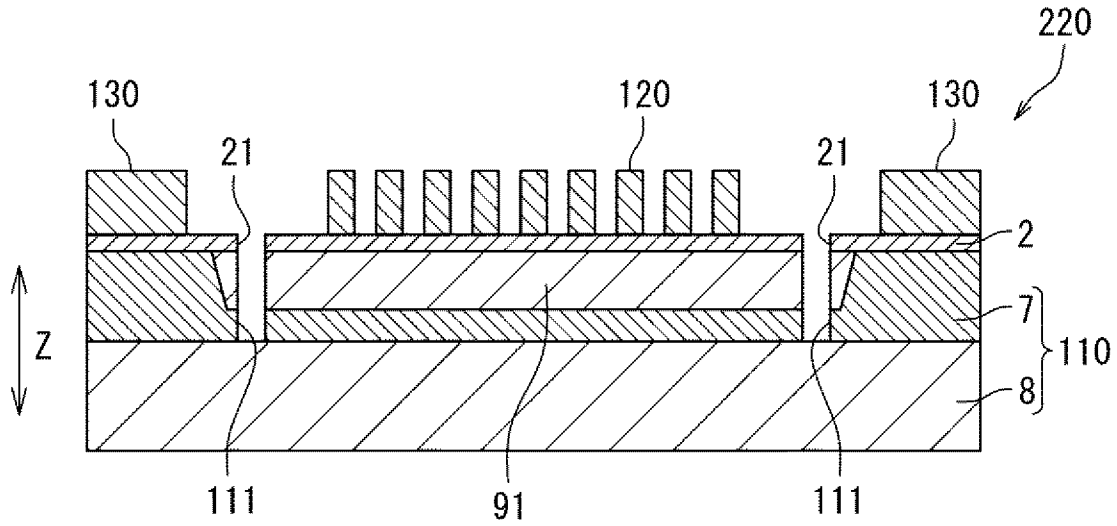
[図18]

図18



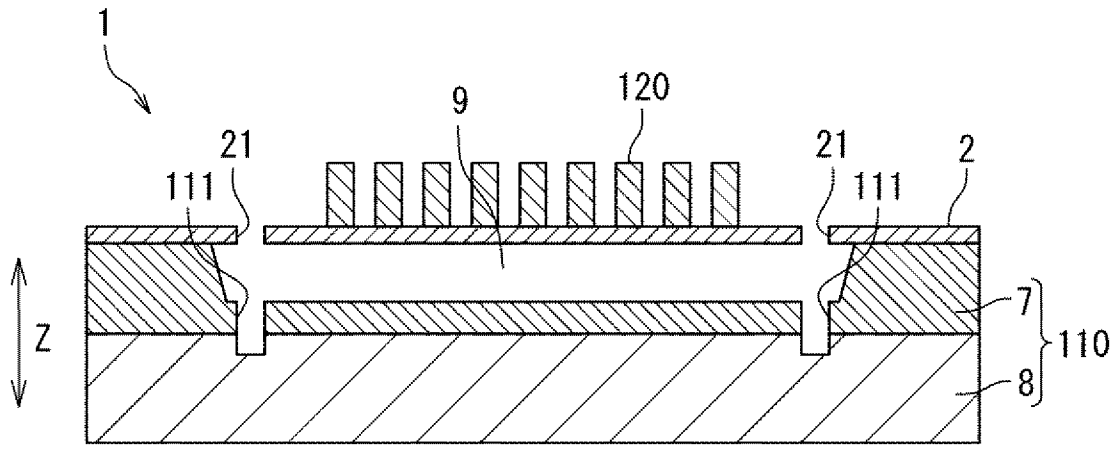
[図19]

図19



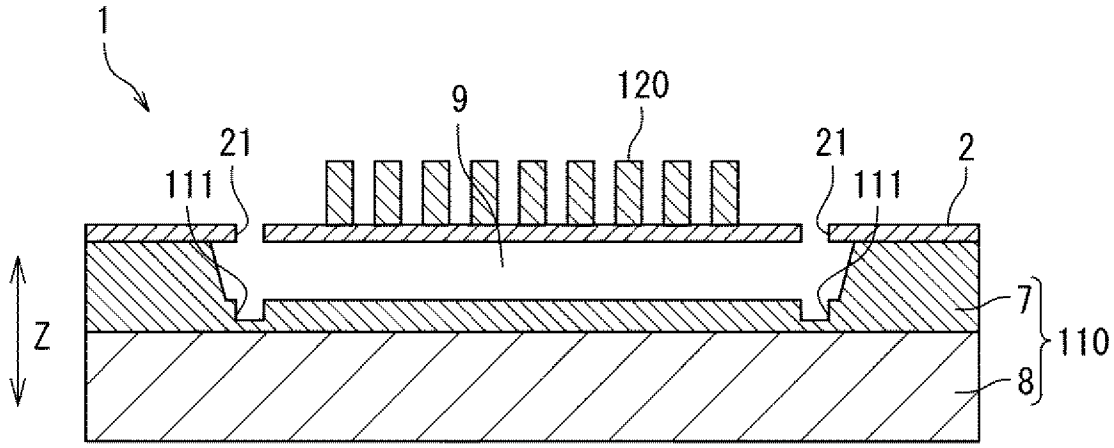
[図20]

図20



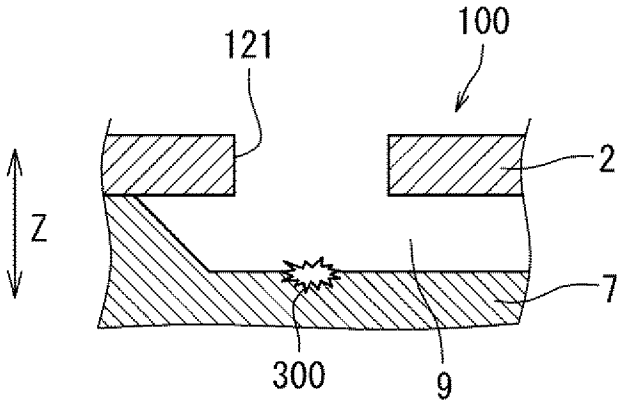
[図21]

図21



[図22]

図22



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/001755

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 1971-2023
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	WO 2016/093020 A1 (MURATA MANUFACTURING CO) 16 June 2016 (2016-06-16) paragraphs [0013]-[0021], [0026]-[0028], fig. 1-4	1-2, 6-7, 14
Y		4, 7-13
A		3, 5
Y	WO 2016/068003 A1 (MURATA MANUFACTURING CO) 06 May 2016 (2016-05-06) paragraphs [0024]-[0046], [0068], fig. 6	4, 7-13
Y	US 2021/0119595 A1 (RESONANT INC.) 22 April 2021 (2021-04-22) paragraphs [0032], [0044], [0067], [0072], [0125]-[0141], fig. 3F, 8C	8-12
A	JP 2017-224890 A (MURATA MANUFACTURING CO) 21 December 2017 (2017-12-21) paragraphs [0027]-[0057], fig. 1, 6(a)-6(b)	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
03 April 2023	**11 April 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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/001755

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2016/093020 A1	16 June 2016	US 2017/0256701 A1 paragraphs [0019]-[0027], [0033]-[0035], fig. 1-4 DE 112015005512 T5 CN 206878791 U	
WO 2016/068003 A1	06 May 2016	US 2017/0194933 A1 paragraphs [0040]-[0062], [0084], fig. 6 CN 106716827 A KR 10-2017-0056000 A	
US 2021/0119595 A1	22 April 2021	(Family: none)	
JP 2017-224890 A	21 December 2017	US 2017/0358730 A1 paragraphs [0041]-[0077], fig. 1,6A-6B	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/001755

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

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	WO 2016/093020 A1 (株式会社村田製作所) 16.06.2016 (2016-06-16) 段落[0013]-[0021],[0026]-[0028],図1-4	1-2,6-7,14
Y		4,7-13
A		3,5
Y	WO 2016/068003 A1 (株式会社村田製作所) 06.05.2016 (2016-05-06) 段落[0024]-[0046],[0068],図6	4,7-13
Y	US 2021/0119595 A1 (RESONANT INC.) 22.04.2021 (2021-04-22) 段落[0032],[0044],[0067],[0072],[0125]-[0141],図3F,8C	8-12
A	JP 2017-224890 A (株式会社村田製作所) 21.12.2017 (2017-12-21) 段落[0027]-[0057],図1,6(a)-6(b)	1-14

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

*　引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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	国際調査報告の発送日
03.04.2023	11.04.2023

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）

志津木　康 5W 1787

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/JP2023/001755

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2016/093020 A1	16.06.2016	US 2017/0256701 A1 段落[0019]-[0027],[0033]-[0035],図1-4 DE 112015005512 T5 CN 206878791 U	
WO 2016/068003 A1	06.05.2016	US 2017/0194933 A1 段落[0040]-[0062],[0084],図6 CN 106716827 A KR 10-2017-0056000 A	
US 2021/0119595 A1	22.04.2021	（ファミリーなし）	
JP 2017-224890 A	21.12.2017	US 2017/0358730 A1 段落[0041]-[0077],図1,6A-6B	