

(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
2020年5月22日(22.05.2020)



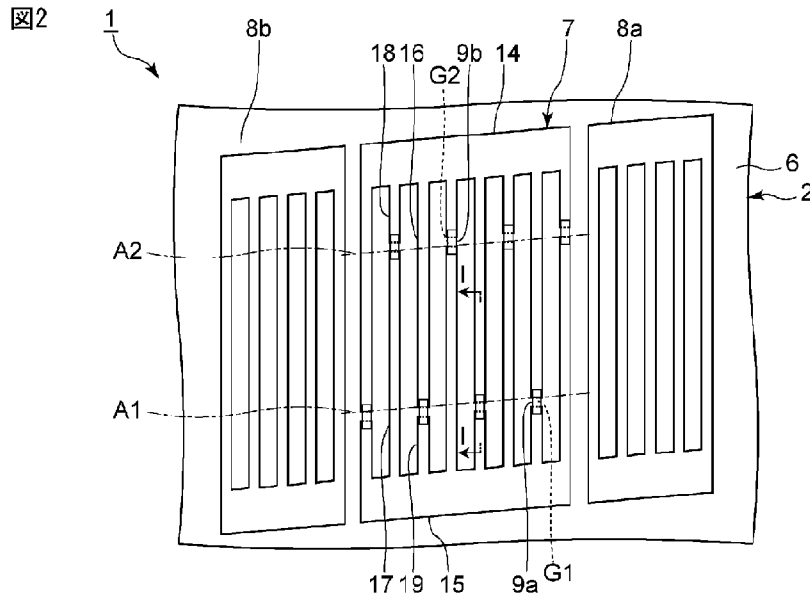
(10) 国際公開番号

WO 2020/100744 A1

- (51) 国際特許分類: *H03H 9/145* (2006.01) *H03H 9/25* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/043906
- (22) 国際出願日: 2019年11月8日(08.11.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願 2018-215573 2018年11月16日(16.11.2018) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 大門 克也 (DAIMON, Katsuya); 〒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, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,

(54) Title: ELASTIC WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波装置



(57) **Abstract:** Provided is an elastic wave device with which it is possible to minimize ripples in the vicinity of the resonant frequency. An elastic wave device 1 comprising a piezoelectric substrate 2 and an IDT electrode 7 provided on the piezoelectric substrate 2. The piezoelectric substrate 2 has a high acoustic velocity layer and a piezoelectric layer 6. The IDT electrode 7 has: a first and a second bus bar 14, 15; and a plurality of first and second electrode fingers 16, 17 which interdigitate each other. First and second envelopes A1, A2, which are imaginary lines formed by connecting the respective tips of the plurality of first and second electrode fingers 16, 17, extend so as to be inclined with respect to the



WO 2020/100744 A1

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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 :

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

elastic wave propagation direction. First dielectric films 9a, 9b are provided to at least one of a plurality of first gaps G1 located between the plurality of first electrode fingers 16 and the second bus bar 15, and a plurality of second gaps G2 located between the plurality of second electrode fingers 17 and the first bus bar 14. The density of the first dielectric films 9a, 9b is higher than the density of silicon oxide.

(57) 要約 : 共振周波数付近の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。弾性波装置 1 は、圧電性基板 2 と、圧電性基板 2 上に設けられている IDT 電極 7 とを備える。圧電性基板 2 は高音速層と、圧電体層 6 とを有する。IDT 電極 7 は、第 1, 第 2 のバスバー 14, 15 と、互いに間挿し合う複数の第 1, 第 2 の電極指 16, 17 とを有する。複数の第 1, 第 2 の電極指 16, 17 のそれぞれの先端を結ぶことにより形成される仮想線である第 1, 第 2 の包絡線 A1, A2 が、それぞれ弾性波伝搬方向に対して傾斜して延びている。複数の第 1 の電極指 16 と第 2 のバスバー 15 との間に位置する複数の第 1 のギャップ G1 及び複数の第 2 の電極指 17 と第 1 のバスバー 14 との間に位置する複数の第 2 のギャップ G2 のうち少なくとも 1 つに、第 1 の誘電体膜 9a, 9b が設けられており、第 1 の誘電体膜 9a, 9b の密度が酸化ケイ素の密度より高い。

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、弾性波装置は携帯電話機のフィルタなどに広く用いられている。下記の特許文献1には、弾性波装置の一例が開示されている。この弾性波装置は、高音速支持基板上に、低音速膜、圧電膜がこの順序で積層された積層体と、圧電膜上に設けられたIDT電極とを有する。上記積層体を有する弾性波装置はQ値を高め得るが、横モードリップルが生じるという問題がある。

[0003] 特許文献1においては、横モードリップルを抑制するために、IDT電極を傾斜型のIDT電極としている。傾斜型のIDT電極とは、一方のバスバーに接続された複数の電極指の先端を結ぶことにより形成される仮想線である包絡線と、他方のバスバーに接続された複数の電極指の先端を結ぶことにより形成される仮想線である包絡線とが、弾性波伝搬方向に対し傾斜して延びるIDT電極である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2016/208236号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、傾斜型のIDT電極を用いたとしても、上記積層体と併用すると、共振周波数付近にリップルが生じることがあった。

[0006] 本発明の目的は、共振周波数付近の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、圧電性基板と、前記圧電性基板の上に設けられ

ている I D T 電極とを備え、前記圧電性基板が高音速層と、前記高音速層上に直接的または間接的に設けられている圧電体層とを有し、前記高音速層を伝搬するバルク波の音速が、前記圧電体層を伝搬する弾性波の音速よりも高く、前記 I D T 電極が、対向し合う第 1 のバスバー及び第 2 のバスバーと、前記第 1 のバスバーに一端が接続された複数の第 1 の電極指と、前記第 2 のバスバーに一端が接続されており、かつ前記複数の第 1 の電極指と間挿し合っている複数の第 2 の電極指とを有し、前記複数の第 1 の電極指の先端を結ぶことにより形成される仮想線である第 1 の包絡線が、弾性波伝搬方向に対して傾斜して延びており、前記複数の第 2 の電極指の先端を結ぶことにより形成される仮想線である第 2 の包絡線が、弾性波伝搬方向に対して傾斜して延びており、前記圧電性基板上における、前記複数の第 1 の電極指と前記第 2 のバスバーとの間に位置する複数の第 1 のギャップ及び前記複数の第 2 の電極指と前記第 1 のバスバーとの間に位置する複数の第 2 のギャップのうち少なくとも 1 つに、第 1 の誘電体膜が設けられており、前記第 1 の誘電体膜の密度が酸化ケイ素の密度より高い。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、共振周波数付近の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正面断面図である。

[図2]図 2 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3]図 3 は、本発明の第 1 の実施形態における I D T 電極の第 1 のギャップ付近を示す、図 2 中の | - | 線に沿う断面を示す断面図である。

[図4]図 4 は、第 1 の実施形態の弾性波装置の I D T 電極の変形例を説明するための平面図である。

[図5]図 5 は、第 1 の比較例に係る弾性波装置の平面図である。

[図6]図 6 は、本発明の第 1 の実施形態及び第 1 の比較例におけるインピーダ

ンス特性を示す図である。

[図7]図7は、本発明の第1の実施形態及び第1の比較例における、共振周波数付近のインピーダンス特性を示す図である。

[図8]図8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正面断面図である。

[図9]図9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正面断面図である。

[図10]図10は、本発明の第2の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図11]図11は、本発明の第2の実施形態におけるIDT電極の第1のギャップ付近を示す断面図である。

[図12]図12は、本発明の第3の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。

[図13]図13は、本発明の第3の実施形態におけるIDT電極の第1のギャップ付近を示す断面図である。

[図14]図14は、本発明の第3の実施形態及び第2の比較例におけるインピーダンス特性を示す図である。

[図15]図15は、本発明の第3の実施形態及び第2の比較例における、共振周波数付近のインピーダンス特性を示す図である。

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正面断面図である。

[0013] 弾性波装置1は圧電性基板2を有する。圧電性基板2は、支持基板3と、支持基板3上に設けられている高音速膜4と、高音速膜4上に設けられてい

る低音速膜5と、低音速膜5上に設けられている圧電体層6とを有する。圧電体層6は、本実施形態ではタンタル酸リチウム膜である。より具体的には、圧電体層6は、 $50^\circ \text{YX-LiTaO}_3$ からなる。なお、圧電体層6のカット角は上記に限定されず、圧電体層6の材料も上記に限定されない。圧電体層6は、例えば、ニオブ酸リチウムなどの圧電単結晶や、適宜の圧電セラミックを主成分としていてもよい。

[0014] 圧電性基板2における圧電体層6上にはIDT電極7が設けられている。IDT電極7に交流電圧を印加することにより、弾性波が励振される。圧電体層6上におけるIDT電極7の弾性波伝搬方向両側には、一对の反射器8a及び反射器8bが設けられている。このように、本実施形態の弾性波装置1は弾性波共振子である。もっとも、本発明に係る弾性波装置は、弾性波共振子を含むラダー型フィルタなどのフィルタ装置であってもよい。

[0015] 低音速膜5は相対的に低音速な膜である。より具体的には、低音速膜5を伝搬するバルク波の音速は、圧電体層6を伝搬するバルク波の音速よりも低い。低音速膜5は、 SiO_x により表される酸化ケイ素を主成分とする。 x は任意の正の値である。本実施形態では、低音速膜5は SiO_2 膜である。なお、低音速膜5の材料は上記に限定されず、例えば、酸化ケイ素、ガラス、酸化窒化ケイ素、酸化タンタル、また、酸化ケイ素にフッ素や炭素やホウ素を加えた化合物を主成分とした材料を用いることもできる。

[0016] 弾性波装置1においては、本発明における高音速層は高音速膜4である。高音速層は相対的に高音速な層である。より具体的には、高音速層を伝搬するバルク波の音速は、圧電体層6を伝搬する弾性波の音速よりも高い。本実施形態では、高音速層としての高音速膜4は窒化ケイ素膜である。なお、高音速膜4の材料は上記に限定されず、例えば、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、水晶等の圧電体、アルミナ、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、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素、酸窒化ケイ素、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）膜、シリコン、サファイア、ダイヤモンド

ド、マグネシア、または、上記各材料を主成分とする材料、上記各材料の混合物を主成分とする材料を用いることもできる。

[0017] 支持基板3は、本実施形態ではシリコン基板である。より具体的には、支持基板3の結晶方位はSi(100)である。支持基板3のオイラー角(ϕ , θ , ψ)はオイラー角(0° , 0° , 45°)である。なお、支持基板3の結晶方位及びオイラー角(ϕ , θ , ψ)は上記に限定されず、支持基板3の材料も上記に限定されない。支持基板3の材料としては、例えば、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、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、ジルコニア、コーズライト、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、ガラス、スピネル、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素、酸窒化ケイ素、DLC膜、シリコン、サファイア、ダイヤモンド、マグネシア、または、上記各材料を主成分とする材料、上記各材料の混合物を主成分とする材料などを用いることもできる。

[0018] 本実施形態においては、弾性波装置1は、高音速膜4、低音速膜5及び圧電体層6がこの順序で積層された積層体を含む圧電性基板2を有する。それによって、弾性波のエネルギーを圧電体層6側に効果的に閉じ込めることができる。

[0019] 図2は、第1の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。

[0020] IDT電極7は、対向し合う第1のバスバー14及び第2のバスバー15を有する。IDT電極7は、第1のバスバー14に一端が接続された複数の第1の電極指16と、第2のバスバー15に一端が接続された複数の第2の電極指17とを有する。複数の第1の電極指16と複数の第2の電極指17とは互いに間挿し合っている。

[0021] さらに、IDT電極7は、第1のバスバー14に一端が接続された複数の第1のダミー電極指18を有する。複数の第1のダミー電極指18は、それぞれ第2のギャップG2を介して複数の第2の電極指17に対向している。IDT電極7は、第2のバスバー15に一端が接続された複数の第2のダミ

一電極指19を有する。複数の第2のダミー電極指19は、それぞれ第1のギャップG1を介して複数の第1の電極指16に対向している。

[0022] ここで、複数の第1の電極指16の先端を結ぶことにより形成される仮想線である第1の包絡線A1は、弾性波伝搬方向に対して傾斜して延びている。同様に、複数の第2の電極指17の先端を結ぶことにより形成される仮想線である第2の包絡線A2は、弾性波伝搬方向に対して傾斜して延びている。このように、IDT電極7は傾斜型のIDT電極である。第1の包絡線A1及び第2の包絡線A2が延びる方向が弾性波伝搬方向に対して傾斜している傾斜角度は特に限定されないが、本実施形態では、傾斜角度は7.5°である。

[0023] 本実施形態においては、複数の第1のギャップG1は、複数の第1の電極指16と複数の第2のダミー電極指19との間に位置している。複数の第2のギャップG2は、複数の第2の電極指17と複数の第1のダミー電極指18との間に位置している。複数の第1のギャップG1は、複数の第1の電極指16と第2のバスバー15との間に位置していればよく、複数の第2のギャップG2は、複数の第2の電極指17と第1のバスバー14との間に位置していればよい。

[0024] IDT電極7は、圧電性基板2側から、Ti層、Al層及びTi層がこの順序で積層された積層金属膜からなる。本実施形態では、反射器8a及び反射器8bもIDT電極7と同様の積層金属膜からなる。なお、IDT電極7、反射器8a及び反射器8bの材料及び金属層の層数は上記に限定されない。あるいは、IDT電極7、反射器8a及び反射器8bは単層の金属膜からなってもよい。

[0025] 図3は、第1の実施形態におけるIDT電極の第1のギャップ付近を示す、図2中のI-I線に沿う断面を示す断面図である。

[0026] 圧電性基板2上における、複数の第1のギャップG1には、第1の誘電体膜9aが設けられている。より具体的には、複数の第1の誘電体膜9aがそれぞれ、複数の第1のギャップG1の全体に至るように設けられている。複

数の第1の誘電体膜9aは、第1の電極指16上及び第2のダミー電極指19上に至っている。第1の誘電体膜9aは、第1の電極指16上における先端付近、第1のギャップG1及び第2のダミー電極指19上における先端付近に連続的に設けられている。なお、第1の誘電体膜9aは、第1のギャップG1の少なくとも一部に設けられていればよい。

[0027] 同様に、複数の第1の誘電体膜9bがそれぞれ、複数の第2のギャップG2の全体に至るように設けられている。複数の第1の誘電体膜9bは、第2の電極指17上及び第1のダミー電極指18上に至っている。より具体的には、第1の誘電体膜9bは、第2の電極指17上における先端付近、第2のギャップG2及び第1のダミー電極指18上における先端付近に連続的に設けられている。なお、第1の誘電体膜9bは、第2のギャップG2の少なくとも一部に設けられていればよい。

[0028] なお、第1のダミー電極指18及び第2のダミー電極指19は設けられずともよい。すなわち、図4に示すIDT電極7の変形例のように、第1のダミー電極指18及び第2のダミー電極指19が設けられずともよい。ここでは、複数の第1の誘電体膜9aが、第1の電極指16上から、第1の電極指16と第2のバスバー15との間のギャップを経て、第2のバスバー15上に至るように設けられている。同様に、第2の誘電体膜9bが、第2の電極指17上から、第2の電極指17と第1のバスバー14との間のギャップを経て、第1のバスバー14上に至るように設けられている。

[0029] 本実施形態では、第1の誘電体膜9aは全ての第1のギャップG1に設けられており、第1の誘電体膜9bは全ての第2のギャップG2に設けられている。なお、第1の誘電体膜9a及び第1の誘電体膜9bは、必ずしも全ての第1のギャップG1及び第2のギャップG2に設けられていなくともよい。第1の誘電体膜9aまたは第1の誘電体膜9bが、複数の第1のギャップG1及び複数の第2のギャップG2のうち少なくとも1つに設けられていればよい。

[0030] 第1の誘電体膜9a及び第1の誘電体膜9bは、本実施形態では五酸化タ

ンタル膜である。なお、これに限定されず、第1の誘電体膜9a及び第1の誘電体膜9bの密度が酸化ケイ素の密度より高ければよい。なお、本明細書において密度の比較対象としている酸化ケイ素は、 SiO_2 である。また、本明細書における酸化ケイ素の密度は、 $2.21 \times 10^3 [\text{kg}/\text{m}^3]$ である。第1の誘電体膜9a及び第1の誘電体膜9bを構成する誘電体としては、例えば、酸化ハフニウム、酸化トリウム、窒化ニオブを用いることもできる。

[0031] 本実施形態の特徴は以下の構成を有することにある。1) 高音速膜4、低音速膜5及び圧電体層6がこの順序で積層された積層体を含む圧電性基板2と、圧電性基板2上に設けられた傾斜型のIDT電極7とを有する。2) IDT電極7の複数の第1のギャップG1及び複数の第2のギャップG2に、酸化ケイ素よりも密度が高い複数の第1の誘電体膜9a及び複数の第1の誘電体膜9bが設けられている。それによって、共振周波数付近のリップルを抑制することができる。これを、本実施形態と比較例とを比較することにより、以下において説明する。

[0032] なお、図5に示すように、第1の比較例の弾性波装置101は、第1の実施形態における第1の誘電体膜9a及び第1の誘電体膜9bを有しない点以外においては、第1の実施形態の弾性波装置1と同様の構成を有する。

[0033] 第1の実施形態の構成を有する弾性波装置及び第1の比較例の弾性波装置を作製した。ここで、第1の実施形態の構成を有する弾性波装置及び第1の比較例の弾性波装置の条件は以下の通りである。なお、後述する波長は、IDT電極の電極指ピッチにより規定される波長である。IDT電極を弾性波伝搬方向に見たときに、隣り合う電極指が重なり合う領域をIDT電極の交差領域とし、電極指が延びる方向に沿う交差領域の長さを交差幅とする。電極指が延びる方向に沿う第1のギャップの長さを第1のギャップ幅とし、電極指が延びる方向に沿う第2のギャップの長さを第2のギャップ幅とする。

[0034] 圧電体層：材料 $50^\circ \text{YX-LiTaO}_3$ 、膜厚600nm

低音速膜：材料酸化ケイ素(SiO_2)、膜厚673nm

高音速膜：材料窒化ケイ素（SiN）、膜厚900nm

支持基板：材料シリコン（Si）、結晶方位Si（100）、オイラー角（0°，0°，45°）

IDT電極の各金属層の膜厚：圧電体層側のTi層の膜厚12nm、Al層の膜厚100nm、Ti層の膜厚4nm

波長：2μm

交差幅：30μm

IDT電極の電極指の対数：100対

傾斜角度：7.5°

第1のギャップ幅及び第2ギャップ幅：0.27μm

[0035] 第1の実施形態の構成を有する弾性波装置の第1の誘電体膜の条件は以下の通りである。

[0036] 第1の誘電体膜：材料；五酸化タンタル（Ta₂O₅）、密度8.47×10³ [kg/m³]、膜厚30nm

[0037] 下記の図6及び図7に、各弾性波装置のインピーダンス特性を示す。

[0038] 図6は、第1の実施形態及び第1の比較例におけるインピーダンス特性を示す図である。図7は、第1の実施形態及び第1の比較例における、共振周波数付近のインピーダンス特性を示す図である。図6及び図7において、実線は第1の実施形態の結果を示し、破線は第1の比較例の結果を示す。

[0039] 第1の実施形態及び第1の比較例においては傾斜型のIDT電極を用いているため、図6に示すように、共振周波数と反共振周波数との間におけるリップルは抑制されている。しかしながら、図6及び図7の矢印Bに示すように、第1の比較例においては、共振周波数付近においてリップルが生じていることがわかる。これに対して、第1の実施形態においては、共振周波数付近のリップルが生じていないことがわかる。このように、第1の実施形態においては、共振周波数と反共振周波数との間におけるリップルを抑制できることに加え、共振周波数付近のリップルを抑制することができる。

[0040] 第1の比較例においては、第1の実施形態と同様の圧電性基板2を有する

ことにより、弾性波装置が主モードとして利用する弾性波と共に、リップルの原因となる不要波も圧電体層側に閉じ込められ易くなる。さらに、第1の電極指16と第2のダミー電極指19とは、第1のギャップG1を隔てて不連続となっている。そのため、IDT電極7が設けられている領域における音速は、第1のギャップG1付近において不連続性を有する。同様に、IDT電極7が設けられている領域における音速は、第2のギャップG2付近においても不連続性を有する。第1の比較例のリップルは、傾斜型のIDT電極7の第1のギャップG1付近及び第2のギャップG2付近に閉じ込められるモードに起因するものと考えられる。

[0041] これに対して、第1の実施形態においては、図2に示すように、第1のギャップG1に第1の誘電体膜9aが設けられている。加えて、第1の誘電体膜9aの密度は酸化ケイ素の密度よりも高い。これにより、第1の誘電体膜9aの密度をIDT電極7の密度に効果的に近づけることができ、またはIDT電極7の密度よりも大きくすることができる。それによって、第1のギャップG1における質量付加の状態を、第1の電極指16及び第2のダミー電極指19が設けられている部分における質量付加の状態に効果的に近づけることができる。そのため、第1のギャップG1が配置されている領域における音速を、第1の電極指16が設けられている領域及び第2のダミー電極指19が設けられている領域における音速に効果的に近づけることができる。よって、第1のギャップG1における、第1の電極指16と第2のダミー電極指19との不連続性を小さくすることができる。

[0042] 同様に、第2のギャップG2に第1の誘電体膜9bが設けられていることにより、第2のギャップG2における、第2の電極指17と第1のダミー電極指18との不連続性を小さくすることができる。よって、第1のギャップG1及び第2のギャップG2におけるモードの閉じ込めを抑制することができる。従って、共振周波数付近のリップルを抑制することができる。

[0043] 第1の誘電体膜9a及び第1の誘電体膜9bの密度は、IDT電極7の材料の密度以上であることが好ましい。この場合には、第1のギャップG1に

おける質量付加の状態を、第1の電極指16及び第2のダミー電極指19が設けられている部分における質量付加の状態に、より確実に近づけることができる。特に、第1の誘電体膜9a及び第1の誘電体膜9bの密度がIDT電極7の密度より大きい場合には、第1の誘電体膜9aの膜厚をIDT電極7の膜厚より薄くしても、第1のギャップG1における質量付加の状態を、第1の電極指16及び第2のダミー電極指19が設けられている部分における質量付加の状態に効果的に近づけることができる。同様に、第2のギャップG2における質量付加の状態を、第2の電極指17及び第1のダミー電極指18が設けられている部分における質量付加の状態に、より確実に近づけることができる。よって、第1のギャップG1及び第2のギャップG2におけるモードの閉じ込めをより確実に抑制することができ、共振周波数付近のリップルをより確実に抑制することができる。

[0044] IDT電極7が積層金属膜からなる場合には、積層金属膜の平均密度と、第1の誘電体膜9a及び第1の誘電体膜9bの密度とを比較すればよい。積層金属膜の平均密度は以下のように算出すればよい。積層金属膜の各金属層において、金属層の膜厚を積層金属膜全体の膜厚で割った値である、金属層の膜厚比率を算出する。次に、各金属層において、膜厚比率と密度との積を算出する。次に、全金属層における上記積を足し合わせる。

[0045] なお、第1の誘電体膜9a及び第1の誘電体膜9bの密度は、第1の電極指16及び第2の電極指17の密度以上であることが好ましい。これにより、第1の電極指16及び第2の電極指17を構成する金属層と、第1のバスバー14及び第2のバスバー15を構成する金属層とが異なる場合にも、第1のギャップG1及び第2のギャップG2における上記不連続性をより確実に小さくすることができる。

[0046] 第1の誘電体膜9aは第1のギャップG1の全体に至るように設けられていることが好ましい。それによって、第1の電極指16と第2のダミー電極指19との不連続性をより一層小さくすることができる。同様に、第1の誘電体膜9bは第2のギャップG2の全体に至るように設けられていることが

好ましい。それによって、第2の電極指17と第1のダミー電極指18との不連続性をより一層小さくすることができる。従って、共振周波数付近のリップルをより一層抑制することができる。

[0047] さらに、第1の誘電体膜9aは、第1のギャップG1の全体に至っており、かつ第1の電極指16上及び第2のダミー電極指19上に至っていることがより好ましい。同様に、第1の誘電体膜9bは、第2のギャップG2の全体に至っており、かつ第2の電極指17上及び第1のダミー電極指18上に至っていることがより好ましい。それによって、弾性波装置1の製造に際し、第1の誘電体膜9aに位置ずれが生じた場合においても、第1の誘電体膜9aを、より確実に第1のギャップG1の全体に至るように配置することができる。同様に、第1の誘電体膜9bを、より確実に第2のギャップG2の全体に至るように配置することができる。従って、共振周波数付近のリップルをより確実に、かつより一層抑制することができる。

[0048] 第1の実施形態の圧電性基板2は、支持基板3、高音速膜4、低音速膜5及び圧電体層6がこの順序で積層された積層体であるが、これに限定されない。以下において、圧電性基板以外は第1の実施形態と同様の構成を有する。第1の実施形態の第1の変形例及び第2の変形例を示す。第1の変形例及び第2の変形例においても、第1の実施形態と同様に、共振周波数付近のリップルを抑制することができる。

[0049] 図8に示す第1の変形例における圧電性基板22は、高音速支持基板23と、高音速支持基板23上に設けられている低音速膜5と、低音速膜5上に設けられている圧電体層6とを有する。本変形例においては、本発明における高音速層は高音速支持基板23である。圧電体層6は、高音速支持基板23上に、低音速膜5を介して間接的に設けられている。

[0050] 高音速支持基板23はシリコン基板である。なお、高音速支持基板23の材料は上記に限定されず、酸化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素、酸窒化ケイ素、シリコン、サファイア、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、水晶、アルミナ、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、マグネシア、DLCまたはダイヤモンドなど、上記材料を主成分とする媒質を用いることもできる。

[0051] 本変形例の弾性波装置は、高音速支持基板23、低音速膜5及び圧電体層6がこの順序で積層された積層体である圧電性基板22を有するため、第1の実施形態と同様に、弾性波のエネルギーを圧電体層6側に閉じ込めることができる。

[0052] 図9に示す第2の変形例における圧電性基板24は、高音速支持基板23と、高音速支持基板23上に直接的に設けられている圧電体層6とを有する。本変形例においても、第1の実施形態と同様に、弾性波のエネルギーを圧電体層6側に閉じ込めることができる。

[0053] 図10は、第2の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。図11は、第2の実施形態におけるIDT電極の第1のギャップ付近を示す断面図である。なお、図11は、図2中のI-I線に沿う部分に相当する断面を示す。

[0054] 図10及び図11に示すように、本実施形態は、圧電性基板2上に、IDT電極7、第1の誘電体膜9a及び第1の誘電体膜9bを覆うように第2の誘電体膜39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1と同様の構成を有する。

[0055] 第2の誘電体膜39は、特に限定されないが、本実施形態では酸化ケイ素膜である。より具体的には、第2の誘電体膜39はSiO₂膜である。第2の誘電体膜39は、例えば、保護膜として用いることができる。これにより、IDT電極7が破損し難い。

[0056] 本実施形態においても、第1の実施形態と同様に、第1のギャップG1に第1の誘電体膜9aが設けられており、第2のギャップG2に第1の誘電体膜9bが設けられている。それによって、共振周波数付近のリップルを抑制することができる。

[0057] 図12は、第3の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。図13は、

第3の実施形態におけるIDT電極の第1のギャップ付近を示す断面図である。なお、図12においては、第2の誘電体膜を省略している。図13は、図2中の1-1線に沿う部分に相当する断面を示す。

[0058] 図12及び図13に示すように、本実施形態は、第1の誘電体膜9aが第1の電極指16及び第2のダミー電極指19と、圧電性基板2との間に至っている点において、第1の実施形態と異なる。より具体的には、第1の誘電体膜9aは、第1の電極指16と圧電性基板2との間に至っており、かつ第2のダミー電極指19と圧電性基板2との間に至っている。さらに、本実施形態は、第1の誘電体膜9bが第2の電極指17及び第1のダミー電極指18と、圧電性基板2との間に至っ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2の実施形態の弾性波装置と同様の構成を有する。

[0059] 図13に示すように、本実施形態においても、圧電性基板2上に、IDT電極7、第1の誘電体膜9a及び第1の誘電体膜9bを覆うように第2の誘電体膜39が設けられている。

[0060] ここで、第3の実施形態の構成を有する弾性波装置及び第2の比較例の弾性波装置を作製した。なお、第2の比較例の弾性波装置は、第1の誘電体膜9a及び第1の誘電体膜9bが設けられていない点以外においては、第3の実施形態と同様の構成を有する。

[0061] 第3の実施形態の構成を有する弾性波装置及び第2の比較例の弾性波装置の条件は以下の通りである。

[0062] 圧電体層：材料 50° YX-LiTaO₃、膜厚600nm

低音速膜：材料酸化ケイ素(SiO₂)、膜厚673nm

高音速膜：材料窒化ケイ素(SiN)、膜厚900nm

支持基板：材料シリコン(Si)、結晶方位Si(100)、オイラー角(0°, 0°, 45°)

IDT電極の各金属層の膜厚：圧電体層側のTi層の膜厚12nm、Al層の膜厚100nm、Ti層の膜厚4nm

波長：2 μm

交差幅：30 μm

I D T電極の電極指の対数：100対

傾斜角度：7.5°

第1のギャップ幅及び第2ギャップ幅：0.27 μm

第2の誘電体膜：材料SiO₂、膜厚35 nm

[0063] 第3の実施形態の構成を有する弾性波装置の第1の誘電体膜の条件は以下の通りである。

[0064] 第1の誘電体膜：材料五酸化タンタル (Ta₂O₅)、膜厚30 nm

[0065] 下記の図14及び図15に、各弾性波装置のインピーダンス特性を示す。

[0066] 図14は、第3の実施形態及び第2の比較例におけるインピーダンス特性を示す図である。図15は、第3の実施形態及び第2の比較例における、共振周波数付近のインピーダンス特性を示す図である。図14及び図15において、実線は第3の実施形態の結果を示し、破線は第2の比較例の結果を示す。

[0067] 図14及び図15の矢印Cに示すように、第2の比較例においては、共振周波数付近にリップルが生じていることがわかる。これに対して、第3の実施形態においては、共振周波数付近のリップルが生じていないことがわかる。このように、第3の実施形態においては、共振周波数付近のリップルを抑制することができる。また、第3の実施形態の弾性波装置の製造に際し、第1の誘電体膜9aに位置ずれが生じた場合においても、第1の誘電体膜9aを、より確実に第1のギャップG1の全体に至るように配置することができる。同様に、第1の誘電体膜9bを、より確実に第2のギャップG2の全体に至るように配置することができる。従って、共振周波数付近のリップルをより確実に、かつ効果的に抑制することができる。

[0068] 加えて、図14に示すように、第3の実施形態及び第2の比較例において、共振周波数は同程度である。他方、第3の実施形態の反共振周波数は、第2の比較例の反共振周波数よりも高域側に位置していることがわかる。第3

の実施形態においては、図12に示す第1の誘電体膜9aが、第1の電極指16及び第2のダミー電極指19と圧電性基板2との間に至っており、第1の誘電体膜9bが、第2の電極指17及び第1のダミー電極指18と圧電性基板2との間に至っている。それによって、比帯域を広くすることができる。

符号の説明

- [0069] 1…弾性波装置
2…圧電性基板
3…支持基板
4…高音速膜
5…低音速膜
6…圧電体層
7…IDT電極
8a, 8b…反射器
9a, 9b…第1の誘電体膜
14, 15…第1, 第2のバスバー
16, 17…第1, 第2の電極指
18, 19…第1, 第2のダミー電極指
22…圧電性基板
23…高音速支持基板
24…圧電性基板
39…第2の誘電体膜
101…弾性波装置

請求の範囲

[請求項1]

圧電性基板と、

前記圧電性基板上に設けられているIDT電極と、

を備え、

前記圧電性基板が高音速層と、前記高音速層上に直接的または間接的に設けられている圧電体層と、を有し、

前記高音速層を伝搬するバルク波の音速が、前記圧電体層を伝搬する弾性波の音速よりも高く、

前記IDT電極が、対向し合う第1のバスバー及び第2のバスバーと、前記第1のバスバーに一端が接続された複数の第1の電極指と、前記第2のバスバーに一端が接続されており、かつ前記複数の第1の電極指と間挿し合っている複数の第2の電極指と、を有し、

前記複数の第1の電極指の先端を結ぶことにより形成される仮想線である第1の包絡線が、弾性波伝搬方向に対して傾斜して延びており、前記複数の第2の電極指の先端を結ぶことにより形成される仮想線である第2の包絡線が、弾性波伝搬方向に対して傾斜して延びており、

前記圧電性基板上における、前記複数の第1の電極指と前記第2のバスバーとの間に位置する複数の第1のギャップ及び前記複数の第2の電極指と前記第1のバスバーとの間に位置する複数の第2のギャップのうち少なくとも1つに、第1の誘電体膜が設けられており、

前記第1の誘電体膜の密度が酸化ケイ素の密度より高い、弾性波装置。

[請求項2]

前記第1の誘電体膜の密度が、前記IDT電極の密度以上である、請求項1に記載の弾性波装置。

[請求項3]

前記IDT電極が、前記第1のバスバーに一端が接続された複数の第1のダミー電極指と、前記第2のバスバーに一端が接続された複数の第2のダミー電極指と、を有し、

前記複数の第1のギャップが前記複数の第1の電極指と前記複数の第2のダミー電極指との間にそれぞれ位置し、前記複数の第2のギャップが前記複数の第2の電極指と前記複数の第1のダミー電極指との間にそれぞれ位置する、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の誘電体膜が、前記第1の誘電体膜が設けられている前記第1のギャップまたは前記第2のギャップの全体に至っている、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のギャップに設けられている前記第1の誘電体膜が、前記第1のギャップの全体に至っており、かつ前記第1の電極指上及び前記第2のダミー電極指上に至っており、

前記第2のギャップに設けられている前記第1の誘電体膜が、前記第2のギャップの全体に至っており、かつ前記第2の電極指上及び前記第1のダミー電極指上に至っている、請求項3に記載の弾性波装置。

[請求項6] 前記第1のギャップに設けられている前記第1の誘電体膜が、前記第1のギャップの全体に至っており、かつ前記第1の電極指及び前記第2のダミー電極指と、前記圧電性基板との間に至っており、

前記第2のギャップに設けられている前記第1の誘電体膜が、前記第2のギャップの全体に至っており、かつ前記第2の電極指及び前記第1のダミー電極指と、前記圧電性基板との間に至っている、請求項3に記載の弾性波装置。

[請求項7] 前記圧電性基板上に、前記IDT電極及び前記第1の誘電体膜を覆うように第2の誘電体膜が設けられている、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] 前記圧電性基板が、前記高音速層と前記圧電体層との間に設けられている低音速膜を有し、

前記低音速膜を伝搬するバルク波の音速が、前記圧電体層を伝搬するバルク波の音速よりも低い、請求項1～7のいずれか1項に記載の

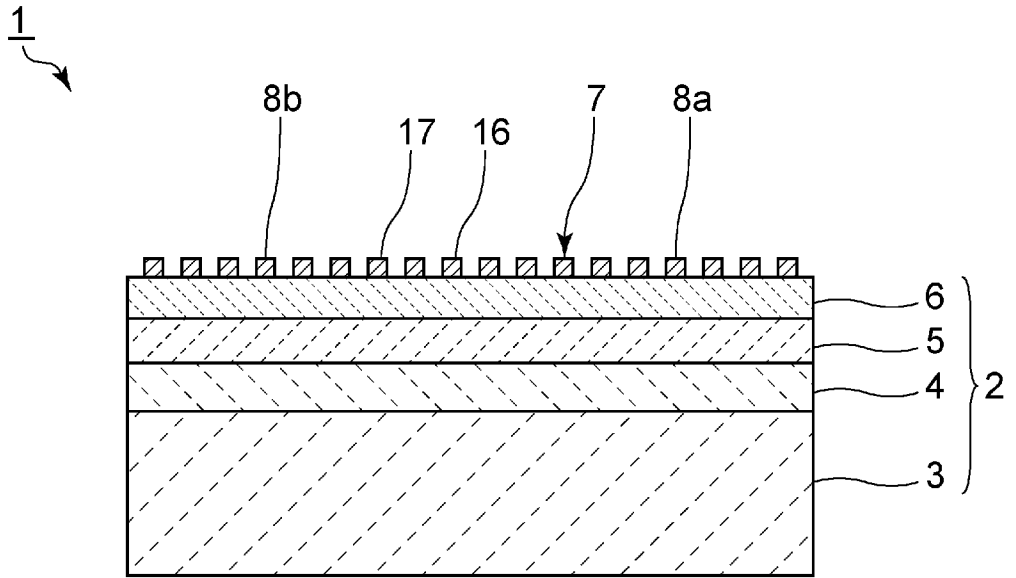
弾性波装置。

[請求項9] 前記高音速層が高音速支持基板である、請求項1～8のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項10] 前記圧電性基板が、支持基板をさらに有し、
前記高音速層が、前記支持基板上に設けられている高音速膜である
、
請求項1～8のいずれか1項に記載の弾性波装置。

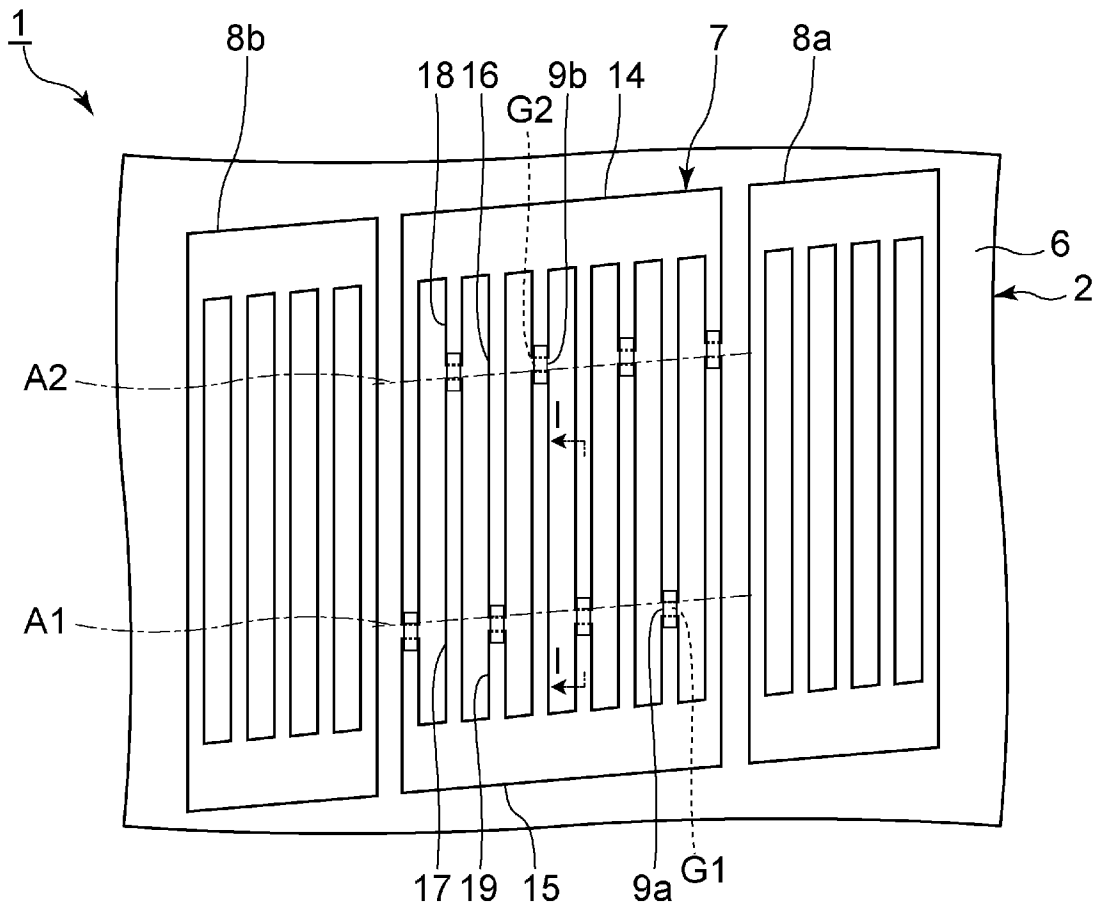
[図1]

図1



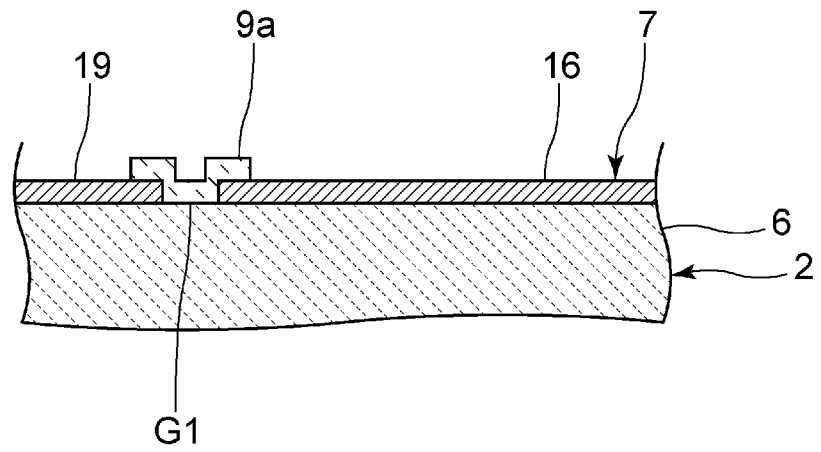
[図2]

図2



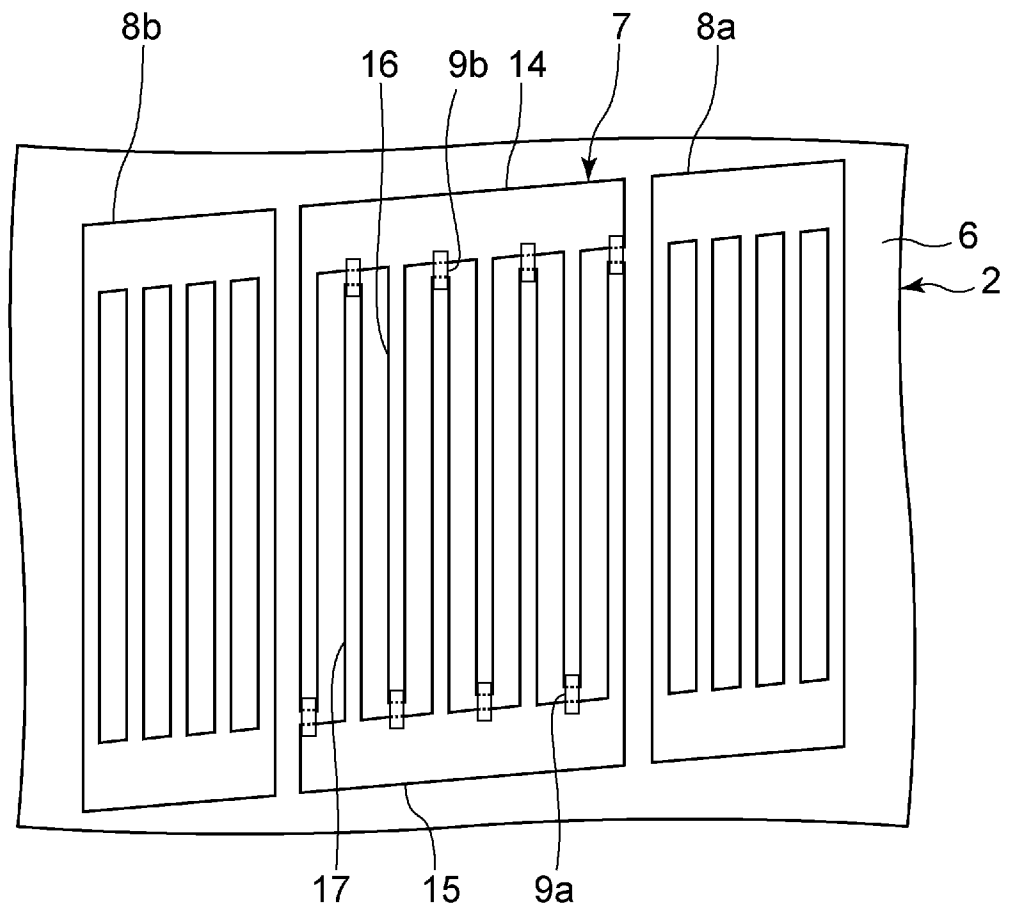
[図3]

図3



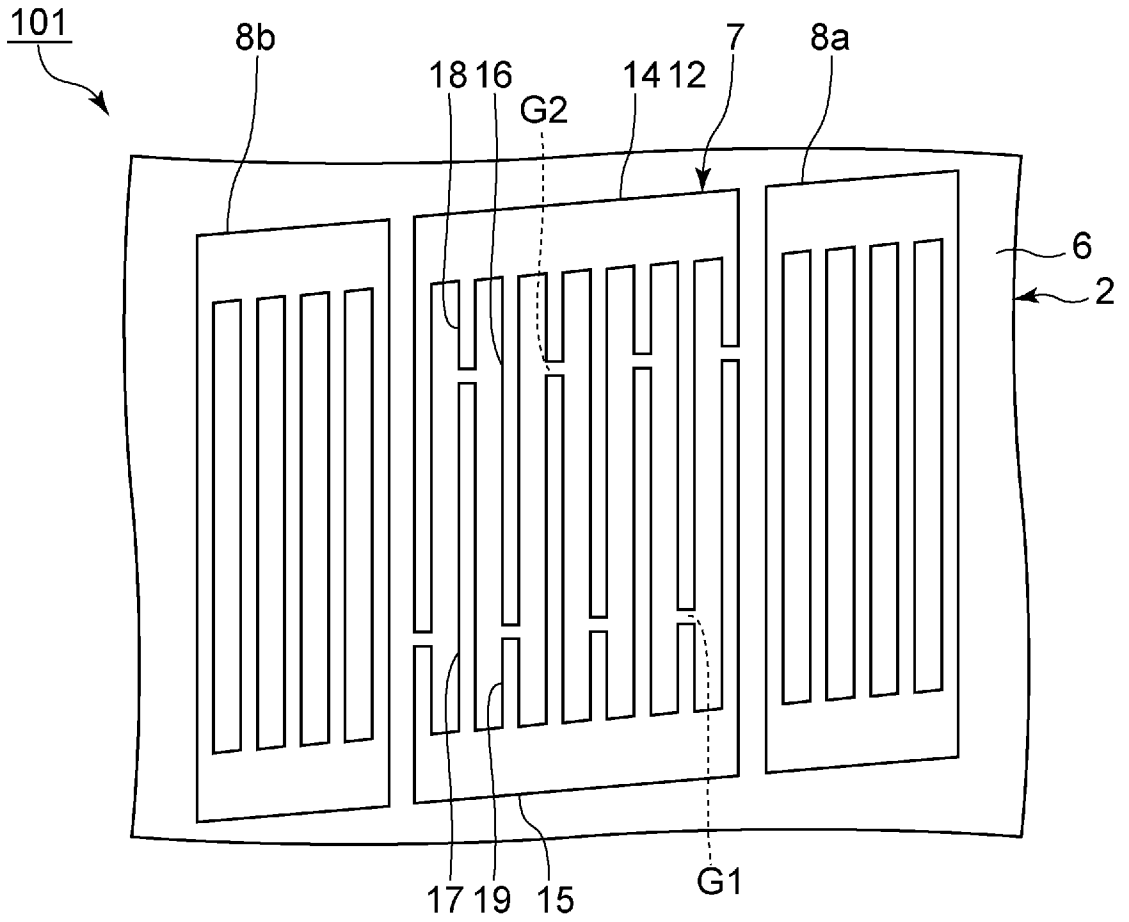
[図4]

図4



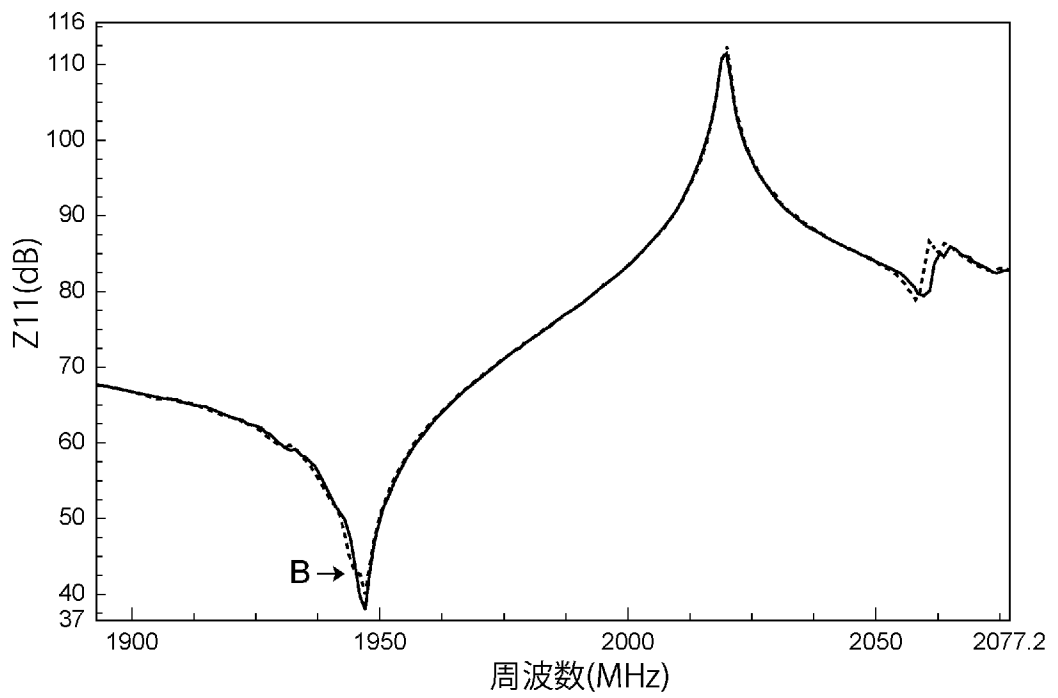
[図5]

図5



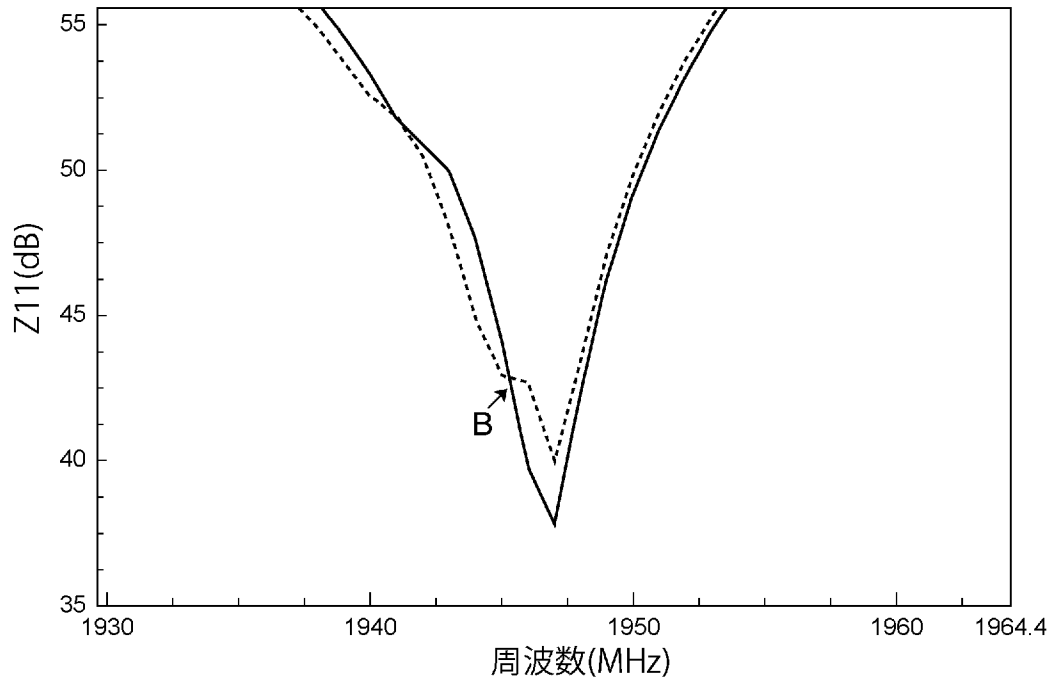
[図6]

図6



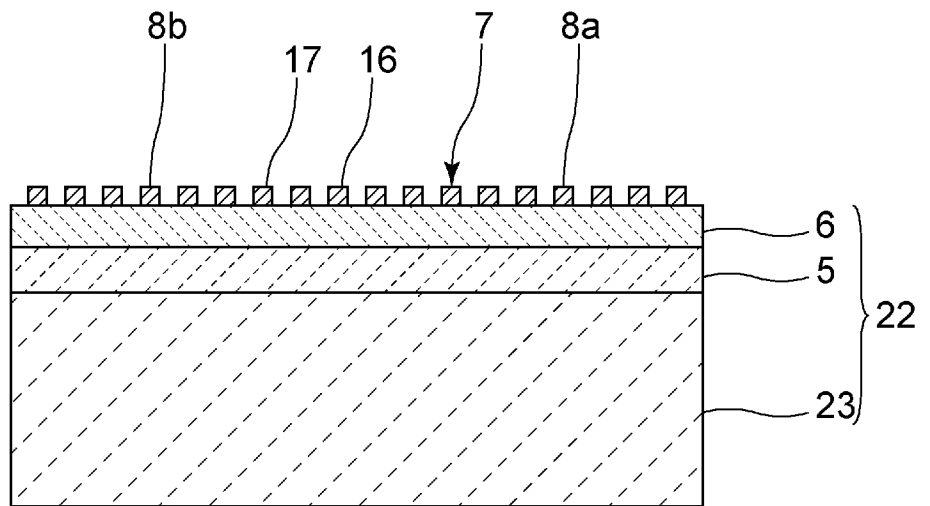
[図7]

図7



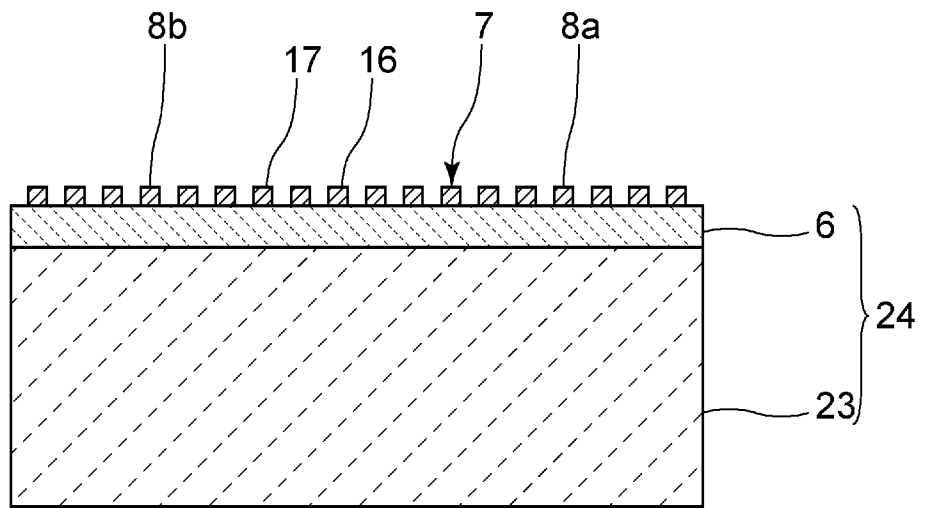
[図8]

図8



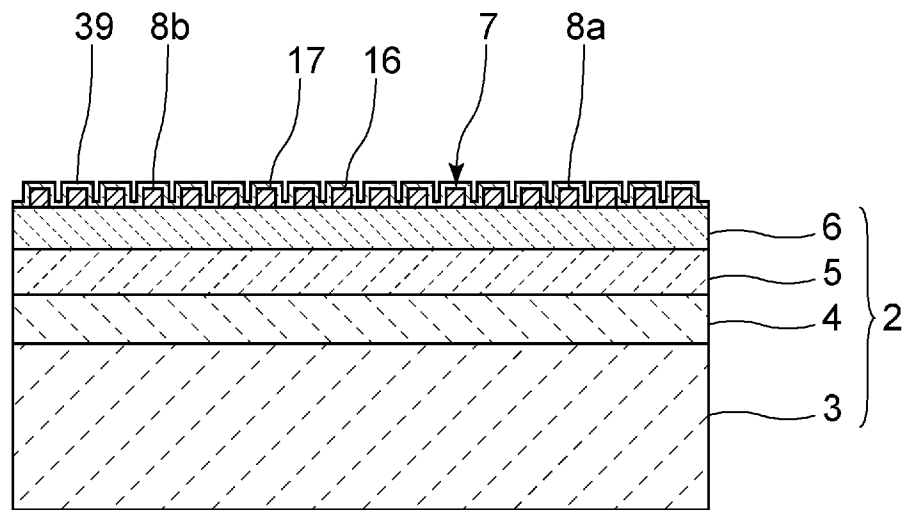
[図9]

図9



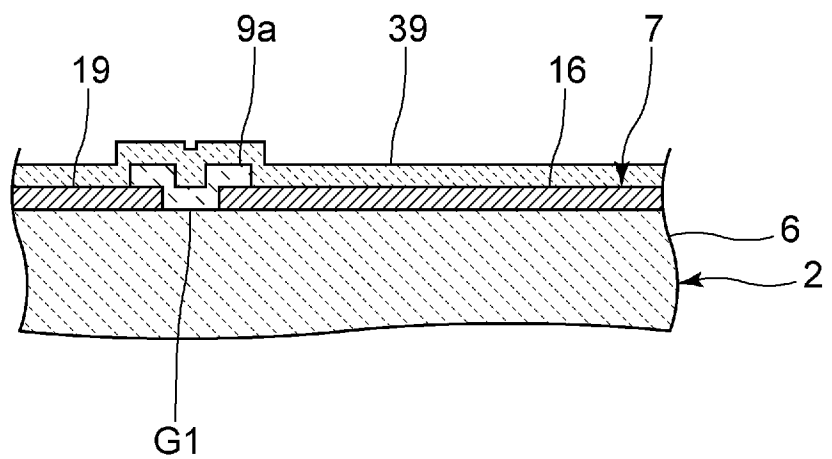
[図10]

図10



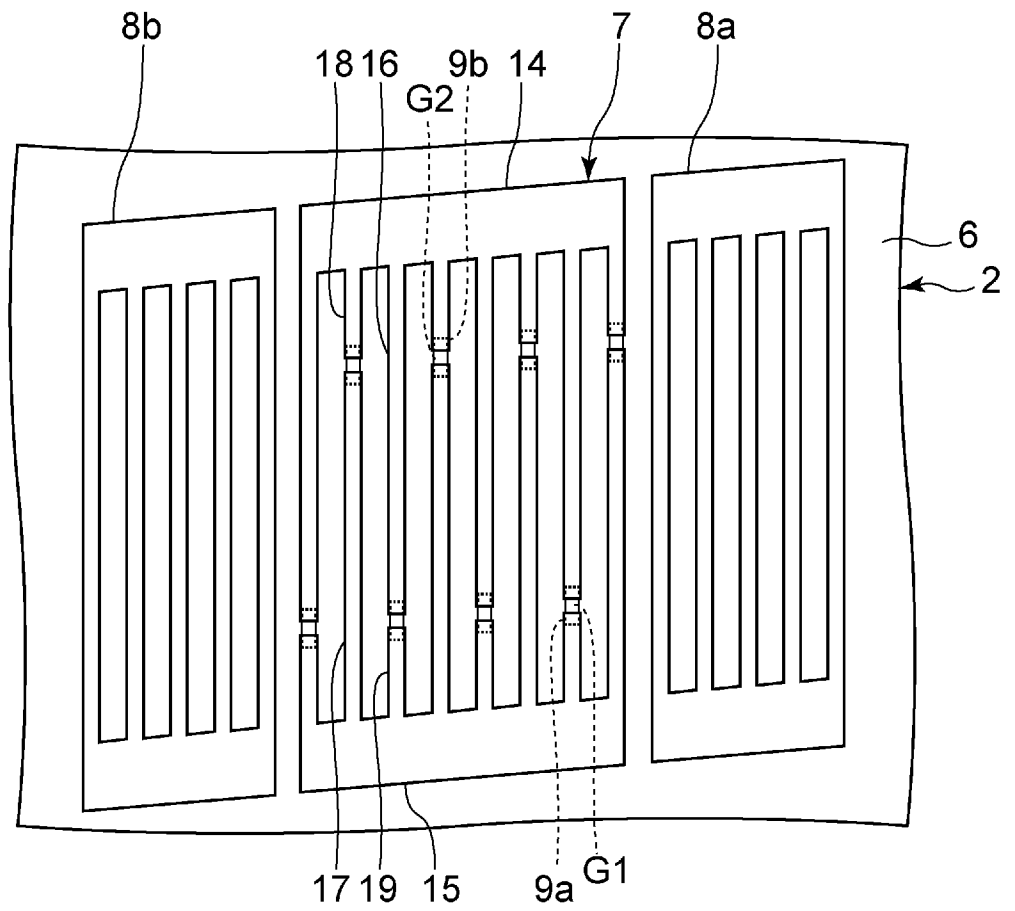
[図11]

図11



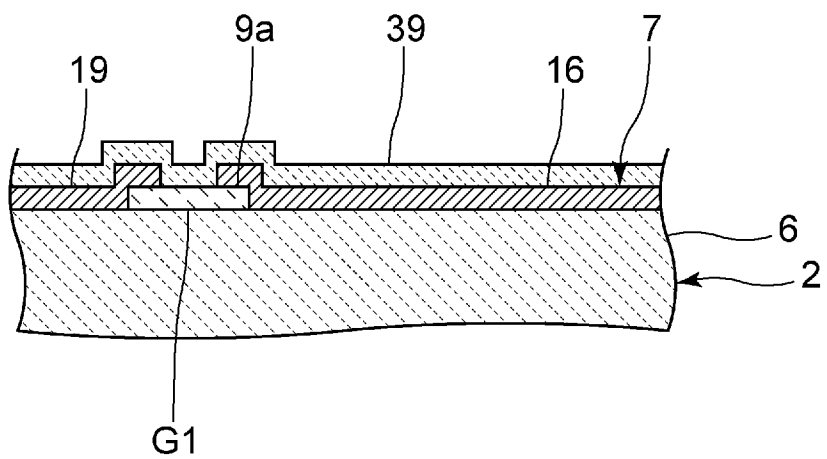
[図12]

図12



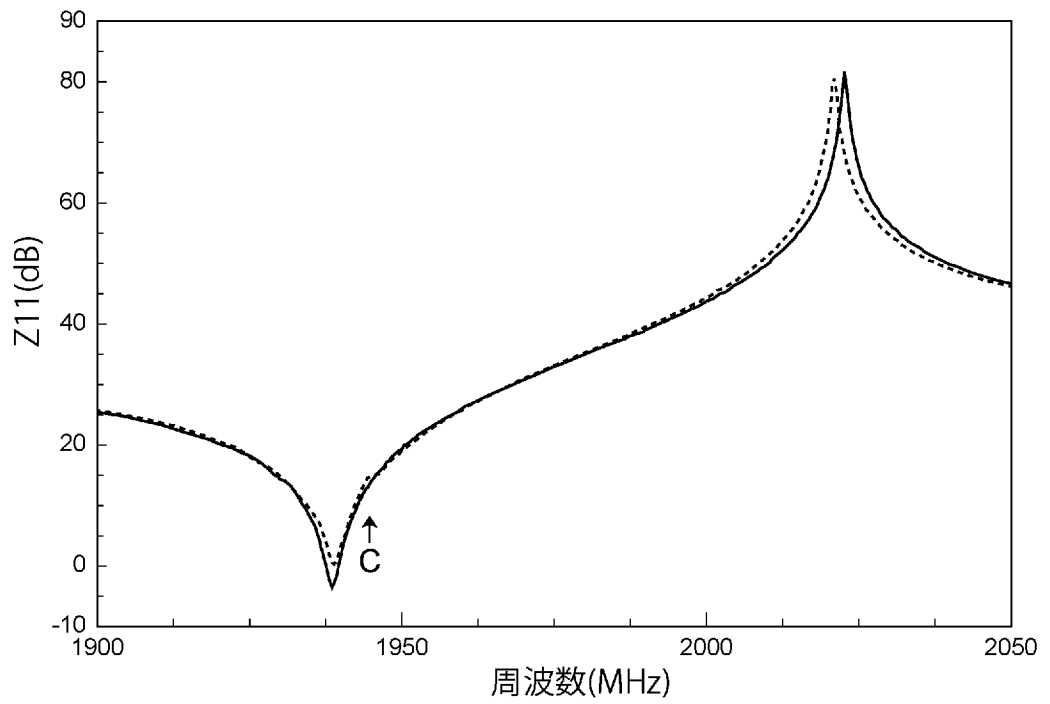
[図13]

図13



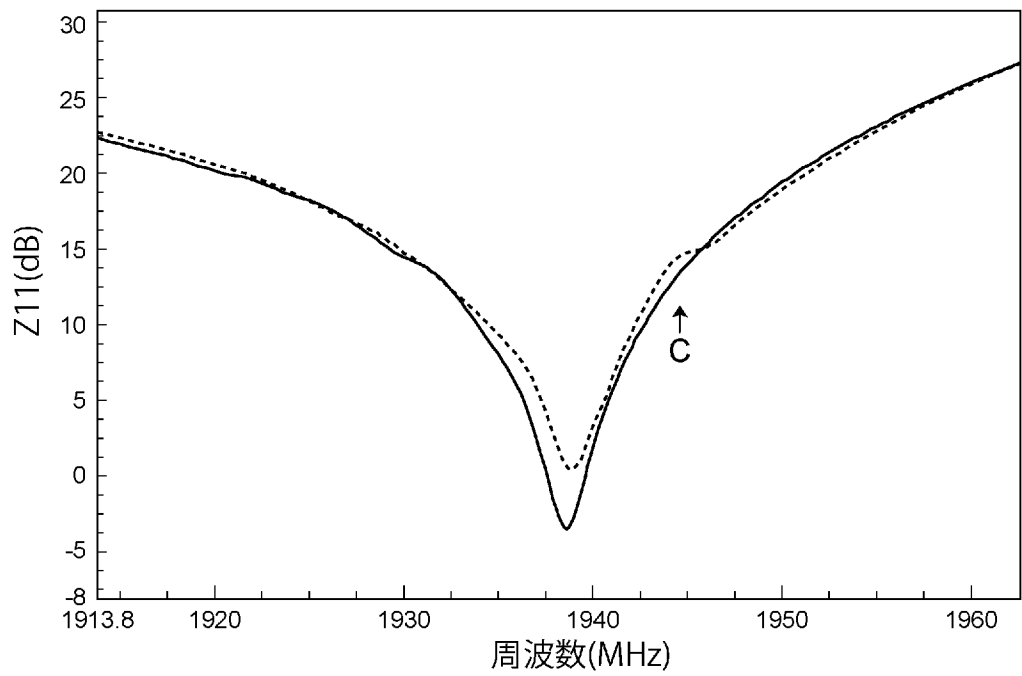
[図14]

図14



[図15]

図15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/043906

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H03H9/145 (2006.01) i, H03H9/25 (2006.01) i

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. H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-H03H9/76

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
Y	WO 2018/117060 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 28 June 2018, paragraphs [0031]-[0042], [0083], fig. 2 (Family: none)	1-10
Y	WO 2012/127793 A1 (PANASONIC CORPORATION) 27 September 2012, paragraphs [0016]-[0030], [0043], [0080], [0086], [0087], fig. 1A-1D, 7A, 7B, 29A, 29B & US 2014/0001919 A1, paragraphs [0100]-[0114], [0164], [0170], [0171], fig. 1A-1D, 7A, 7B, 29A, 29B	1-10

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 13.12.2019	Date of mailing of the international search report 24.12.2019
---	--

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/JP2019/043906

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-290472 A (FUJITSU LIMITED) 10 December 2009, paragraphs [0016]-[0022], fig. 1, 6 (Family: none)	1-10
Y	WO 2012/090873 A1 (KYOCERA CORPORATION) 05 July 2012, paragraph [0055] & US 2013/0207747 A1, paragraph [0082] & CN 103119847 A	2-10
Y	WO 2008/126614 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 23 October 2008, paragraph [0140] & US 2009/0295507 A1, paragraph [0168] & EP 2128982 A1 & CN 101595641 A & KR 10-2009-0125104 A	2-10
Y	JP 2015-109574 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 11 June 2015, paragraph [0042], fig. 2A (Family: none)	10
Y	WO 2016/208446 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 29 December 2016, paragraph [0045], fig. 2 & US 2018/0097508 A1, paragraph [0073], fig. 2 & DE 112016002880 T & KR 10-2017-0134623 A & CN 107615654 A	10
A	WO 2011/142183 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 17 November 2011, paragraphs [0020]-[0035], fig. 1-3 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H03H9/145(2006.01)i, H03H9/25(2006.01)i

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))

Int.Cl. H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-H03H9/76

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
Y	WO 2018/117060 A1 (株式会社村田製作所) 2018.06.28, 段落[0031]-[0042], [0083], 図2 (ファミリーなし)	1-10
Y	WO 2012/127793 A1 (パナソニック株式会社) 2012.09.27, 段落[0016]-[0030], [0043], [0080], [0086]-[0087], , 図1A-D, 図7A-B, 図29A-B & US 2014/0001919 A1 段落[0100]-[0114], [0164], [0170]-[0171], 図1A-D, 図7A-B, 図29A-B	1-10

☑ 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矛盾するものではなく、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

13.12.2019

国際調査報告の発送日

24.12.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

▲高▼橋 徳浩

電話番号 03-3581-1101 内線 3576

5W

1787

C (続き) . 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
Y	JP 2009-290472 A (富士通株式会社) 2009. 12. 10, 段落[0016]-[0022], 図 1, 図 6 (ファミリーなし)	1-10
Y	WO 2012/090873 A1 (京セラ株式会社) 2012. 07. 05, 段落[0055] & US 2013/0207747 A1 段落[0082] & CN 103119847 A	2-10
Y	WO 2008/126614 A1 (株式会社村田製作所) 2008. 10. 23, 段落[0140] & US 2009/0295507 A1 段落[0168] & EP 2128982 A1 & CN 101595641 A & KR 10-2009-0125104 A	2-10
Y	JP 2015-109574 A (株式会社村田製作所) 2015. 06. 11, 段落[0042], 図 2A (ファミリーなし)	10
Y	WO 2016/208446 A1 (株式会社村田製作所) 2016. 12. 29, 段落[0045], 図 2 & US 2018/0097508 A1 段落[0073], 図 2 & DE 112016002880 T & KR 10-2017-0134623 A & CN 107615654 A	10
A	WO 2011/142183 A1 (株式会社村田製作所) 2011. 11. 17, 段落[0020]-[0035], 図 1-3 (ファミリーなし)	1-10