

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年2月1日(01.02.2024)



(10) 国際公開番号

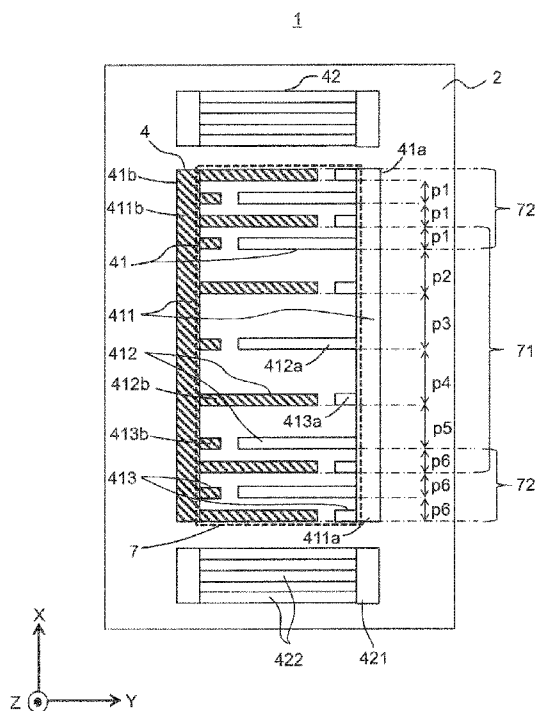
WO 2024/024778 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 9/145 (2006.01) H03H 9/72 (2006.01)
H03H 9/64 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/027168
- (22) 国際出願日: 2023年7月25日(25.07.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2022-121813 2022年7月29日(29.07.2022) JP
- (71) 出願人: 京セラ株式会社 (KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 安藤 智洋 (ANDO, Tomohiro); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP).

- (74) 代理人: 飯島 康弘 (IIJIMA, YASUHIRO); 〒1050003 東京都港区西新橋3丁目4番2号 Sビル2階 創進国際特許事務所 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,

(54) Title: ELASTIC WAVE RESONATOR, ELASTIC WAVE FILTER, AND COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波共振子、弾性波フィルタおよび通信装置



(57) Abstract: Provided is an elastic wave resonator comprising a piezoelectric layer and an IDT electrode. The piezoelectric layer is piezoelectric. The IDT electrode is positioned on a first surface of the piezoelectric layer, and comprises a plurality of electrode fingers aligned in a first direction. The entire plurality of electrode fingers is positioned in an electrode finger arrangement region. The distance in the first direction from one side of one electrode finger to said one side of an electrode finger adjacent to the one electrode finger is defined as the pitch of the one electrode finger. The electrode finger arrangement region comprises a first region where the pitches of all of the electrode fingers differ from each other. The elastic wave resonator is configured to enable usage of plate waves or bulk waves as elastic waves that propagate through the electrode finger arrangement region.



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：弾性波共振子は、圧電体層と、IDT電極とを有する。圧電体層は、圧電性を有する。IDT電極は、圧電体層の第1面に位置し、第1方向に配列された複数の電極指を有する。複数の電極指の全体は、電極指配置領域に位置する。第1方向における、1つの電極指の一方の側から、当該1つの電極指に隣り合う電極指の一方の側までの距離を、当該1つの電極指のピッチと定義する。電極指配置領域は、全ての電極指のピッチが互いに異なる、第1領域を有する。弾性波共振子は、電極指配置領域を伝搬する弾性波として板波又はバルク波を利用するように構成される。

明 細 書

発明の名称：弾性波共振子、弾性波フィルタおよび通信装置

技術分野

[0001] 本発明は、弾性波を利用する電子部品である弾性波共振子、当該弾性波共振子を有する弾性波フィルタおよび通信装置に関する。

背景技術

[0002] 圧電基板の表面に設けた複数の電極指で構成される I D T (i n t e r d i g i t a l t r a n s d u c e r) 電極に電圧を印加して、圧電体を伝搬する弾性波を生じさせる弾性波共振子が知られている。I D T 電極は、両端部において電極指ピッチを徐々に小さくしたグラデーション領域を有する構成からなる。このような構成とすることにより、リップルの小さい弾性表面波共振子を得ることができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 1 2 - 1 3 8 9 6 4 号公報

発明の概要

[0004] 本発明の一実施形態に係る弾性波共振子は、圧電体層と、I D T 電極とを有する。前記圧電体層は、圧電性を有する。前記 I D T 電極は、前記圧電体層の第 1 面に位置し、第 1 方向に配列された複数の電極指を有する。前記複数の電極指の全体は、電極指配置領域に位置する。前記第 1 方向における、1 つの電極指の一方の側から、当該 1 つの電極指に隣り合う電極指の前記一方の側までの距離を、当該 1 つの電極指のピッチと定義する。前記電極指配置領域は、全ての電極指のピッチが互いに異なる、第 1 領域を有する。前記弾性波共振子は、前記電極指配置領域を伝搬する弾性波として、板波またはバルク波を利用するように構成される。

[0005] 本発明の一実施形態に係る弾性波共振子は、圧電体層と、I D T 電極とを有する。前記圧電体層は、圧電性を有する。前記 I D T 電極は、前記圧電体

層の第1面に位置し、第1方向に配列された複数の電極指を有する。前記複数の電極指の全体は、電極指配置領域に位置する。前記第1方向における、1つの電極指の一方の側から、当該1つの電極指に隣り合う電極指の前記一方の側までの距離を、当該1つの電極指のピッチと定義する。前記電極指配置領域を前記第1方向に3等分した場合における中央側領域では、前記一方の側へ向かうにつれて電極指のピッチが大きくなっている。

[0006] 本発明の一実施形態に係る弾性波フィルタは、直列に接続された複数の直列腕共振子と、前記直列腕共振子に並列に接続された並列腕共振子と、を有するラダー型の弾性波フィルタである。前記複数の直列共振子は、上記のいずれかに記載する弾性波共振子と、第2弾性波共振子を含む。前記第2弾性波共振子の反共振周波数は、前記弾性波共振子の反共振周波数よりも、前記弾性波フィルタの通過帯域の近くに位置する。前記弾性波共振子が有するIDT電極の複数の電極指のピッチのうち、最も大きいピッチを $P1_{max}$ とし、最も小さいピッチを $P1_{min}$ と定義する。前記第2弾性波共振子が有するIDT電極の複数の電極指のピッチのうち、最も大きいピッチを $P2_{max}$ とし、最も小さいピッチを $P2_{min}$ と定義する。 $(P2_{max} - P2_{min})$ は $(P1_{max} - P1_{min})$ よりも小さい。

[0007] 本発明の一実施形態に係る弾性波フィルタは、直列に接続された直列腕共振子と、前記直列腕共振子に並列に接続された複数の並列腕共振子と、を有するラダー型の弾性波フィルタである。前記複数の並列腕共振子は、上記のいずれかに記載する弾性波共振子と、第2弾性波共振子を含む。前記第2弾性波共振子の共振周波数は、前記弾性波共振子の共振周波数よりも、前記弾性波フィルタの通過帯域の近くに位置する。前記弾性波共振子が有するIDT電極の複数の電極指のピッチのうち、最も大きいピッチを $P1_{max}$ とし、最も小さいピッチを $P1_{min}$ と定義する。前記第2弾性波共振子が有するIDT電極の複数の電極指のピッチのうち、最も大きいピッチを $P2_{max}$ とし、最も小さいピッチを $P2_{min}$ と定義する。 $(P2_{max} - P2_{min})$ は $(P1_{max} - P1_{min})$ よりも小さい。

[0008] 本発明の一実施形態に係る弾性波フィルタは、上記のいずれかに記載する弾性波共振子を有する弾性波フィルタであって、前記弾性波フィルタの通過帯域に存在する、前記弾性波共振子に由来するスプリアスの最大位相は、 -70° 以下である。

[0009] 本発明の一実施形態に係る通信装置は、アンテナと、前記アンテナに接続されている弾性波フィルタと、前記弾性波フィルタに接続されているICと、を有する。前記弾性波フィルタは、上記弾性波共振子を含む。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の一実施形態に係る弾性波共振子の模式的な断面図である。

[図2]本発明の一実施形態に係る弾性波共振子の平面図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る弾性波共振子の平面図である。

[図4A]本発明の一実施形態に係る弾性波共振子の共振特性を示す図である。

[図4B]本発明の一実施形態に係る弾性波共振子の共振特性を示す他の図である。

[図4C]本発明の一実施形態に係る弾性波共振子の共振特性を示すさらに他の図である。

[図5]反共振周波数が $4600\text{MHz} \sim 4950\text{MHz}$ の共振子において、 50MHz の周波数差に表すのに必要なピッチ差を示した図である。

[図6A]本発明の別の実施形態に係る弾性波共振子の模式的な断面図である。

[図6B]本発明のさらに別の実施形態に係る弾性波共振子の模式的な断面図である。

[図7]本発明の一実施形態に係る弾性波共振子の利用例としての弾性波フィルタを模式的に示す図である。

[図8]本発明の一実施形態に係る弾性波共振子の利用例としての通信装置の要部の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明に係る実施形態について、図面を参照して説明する。なお、以下の説明で用いられる図は模式的なものであり、図面上の寸法比率等は現

実のものとは必ずしも一致していない。

[0012] 図面には、便宜上、X軸、Y軸およびZ軸からなる直交座標系を付すことがある。本発明に係る弾性波共振子1は、いずれの方向が上方または下方とされてもよい。ただし、便宜上、Z軸方向を上下方向として上面または下面の語を用いることがある。なお、X軸は、後述する圧電体層2の上面に沿って伝搬するSAW (Surface Acoustic Wave) の伝搬方向と平行になるように定義され、Y軸は、圧電体層2の上面に平行かつX軸に直交するように定義され、Z軸は、圧電体層2の上面に直交するように定義されている。

[0013] なお、本明細書に記載する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部分的に置換してもよい。また、異なる実施形態を部分的に組み合わせてもよい。

[0014] 図1は本発明の一実施形態に係る弾性波共振子1の模式的な断面図である。

[0015] 本発明の一実施形態に係る弾性波共振子1は、図1に示すように、圧電体層2と支持基板3と、IDT電極4を有している。支持基板3と圧電体層2は、この順に積層されている。

[0016] 支持基板3は、その上に積層される圧電体層2を支持するものであり、支持基板3の材料は、一定の強度を備えれば特に限定されない。例えば、支持基板3が、圧電体層2に比べて線膨張係数の小さい材料で構成される場合には、温度変化による圧電体層2の変形を低減することで、温度変化による共振特性の変化を低減することができる。また、支持基板3の材料は、圧電体層2を伝搬する弾性波の横波音速に比べて、伝搬する弾性波の横波音速が大きい材料であってもよい。支持基板3の材料に、圧電体層2を伝搬する弾性波の横波音速に比べて、伝搬する弾性波の横波音速が大きい材料を選定した場合には、弾性波を圧電体層2に閉じ込めることができ、周波数特性の優れた弾性波共振子1を提供することができる。

[0017] このような材料として、例えば、サファイア (Al_2O_3) およびシリコン

(S i)等を例示できる。本実施形態においては支持基板3としてS iを用いた場合を例に説明する。

[0018] 支持基板3の厚みは、特に限定されないが、例えば、後述する圧電体層2の厚みよりも厚い。

[0019] 圧電体層2は、Z軸を上下方向として、Z軸に垂直な上面2aと下面2bを備える。下面2b側には、前述の支持基板3が位置している。下面2bと、支持基板3は、直接的に接していてもよいし、例えば後述の中間層および多層膜層5等を介して間接的に接していてもよい。また、下面2bと、支持基板3は、不図示の接着層等を介して、間接的に接していてもよい。上面2a側には、後述のIDT電極4が位置している。

[0020] 圧電体層2には、例えば、タンタル酸リチウム(LiTaO_3 ; 以下LTという)結晶からなる圧電性を有する単結晶の基板および、ニオブ酸リチウム(LiNbO_3 ; 以下LNという)結晶からなる圧電性を有する単結晶の基板等を用いることができる。本実施形態においては、具体的には、圧電体層2は 120° Yカット-X伝搬のLNによって構成されている。

[0021] 後述するIDT電極4に高周波信号が印加されることにより、圧電体層2を弾性波の伝搬方向に伝搬する弾性波が励振される。伝搬方向は任意であり、例えば、圧電体層2の上面及び下面に沿う方向及び／又は圧電体層2の厚み方向であってよい。本実施形態の弾性波共振子1において、励振される弾性波には板波又はバルク波が含まれる。弾性波共振子1は、メインモードとして、板波を利用してもよいし、バルク波を利用してもよい。

[0022] 利用される弾性波の種類は特に限定されない。例えば板波は、Lamb波であってもよい。例えばバルク波は、SH波であってもよいし厚みすべり波であってもよい。また、利用される板波の伝搬モードは特に限定されない。具体的に、本実施形態において、板波はLamb波のA1モードである。

[0023] 念のために記載すると、Lamb波は、電極指412の配列方向(伝搬方向)の成分(P成分)及び／又は圧電体層2の厚み方向の成分(SV成分)を主とする。A1モードは、非対称モード(Aモード)のうち、1次のもの

(厚み方向における節の数が1つであるもの)を指す。SH波は、電極指412の配列方向(伝搬方向)に垂直で圧電体層2の表面に水平な方向の成分(SH成分)を主とする。厚みすべり波は、圧電体層2の厚み方向の互いに異なる部位(例えば上面及び下面)を圧電体層2の上面及び下面に沿う方向にスライドさせ、また、圧電体層2の厚み方向に伝搬する。厚みすべり波の次数は任意であり、例えば、1次(厚み方向における節の数が1つ)である。

[0024] 圧電体層2の厚みは、板波を利用できる厚みであれば適宜設定されてもよい。例えば、本実施形態においては、圧電体層2の厚みは、後述する λ を用いて表すと、 2λ 以下である。

[0025] IDT電極4は、圧電体層2の上面2aに位置している。IDT電極4は、導電性を有する材料で構成されている。IDT電極4の材料には、例えばAl、Cu、Pt、Mo、Auもしくはこれらの合金等種々の導電性材料を採用することができ、さらに、これら複数の層を積層させて構成してもよい。また、IDT電極4が、複数層の積層体からなる場合には、積層界面に不図示の下地層を介在させてもよい。本実施形態において、具体的に、IDT電極4はAlである。

[0026] 図2に、Z軸方向から平面視した時の、IDT電極4の形状を模式的に示す。図2に示すように、IDT電極4は、一对の櫛歯状電極41を含む。

[0027] 櫛歯状電極41(41a及び41b)は、例えば、バスバー411(411a及び411b)と、該バスバー411から互いに伸びる複数の電極指412(412a及び412b)を含み、一方のバスバー411aに接続される電極指412aと、他方のバスバー411bに接続される電極指412bとが互いにかみ合うように配置されている。また、櫛歯状電極41は、複数の電極指412のそれぞれの間において、一方のバスバー411から突出し、他方のバスバー411から延びる電極指412と対向する、複数のダミー電極指413(413a及び413b)を含んでいてもよい。

[0028] 複数の電極指412のY軸方向の長さは、要求される電気特性等に応じて

適宜に設定されてよい。例えば、複数の電極指 4 1 2 の Y 軸方向の長さは、互いに同等である。なお、I D T 電極 4 は、複数の電極指 4 1 2 の Y 軸方向の長さ（別の観点では交差幅）が伝搬方向の位置に応じて変化する、いわゆるアポダイズが施されていてもよい。

[0029] 弾性波共振子 1 は、さらに、圧電体層 2 の上面に 1 対の反射器 4 2 を有していてもよい。1 対の反射器 4 2 は、弾性波の伝搬方向において、I D T 電極 4 の両側に位置している。反射器 4 2 は、互いに対向する 1 対の反射器バスバー 4 2 1 と、1 対の反射器バスバー 4 2 1 間において延びる複数のストリップ電極 4 2 2 と、を含んでいる。

[0030] 複数の電極指 4 1 2 の Z 軸方向における厚さは、要求される電気特性等に応じて適宜に設定されてよい。例えば、複数の電極指 4 1 2 の Z 軸方向における厚みは一定であってもよい。

[0031] 図 1 に示すように、一つの電極指 4 1 2 a の X 軸方向における幅を、電極指 4 1 2 a の幅 (w) と定義する。また、電極指 4 1 2 a の一方の側から、電極指 4 1 2 a に隣り合う電極指 4 1 2 b の一方の側までの距離を、電極指 4 1 2 a のピッチ (p) と定義する。電極指 4 1 2 a のデューティー d は、電極指 4 1 2 a におけるピッチに対する幅の比率を表すものである。つまり、電極指 4 1 2 a のデューティー d は、幅/ピッチ (w/p) で表すことができる。

[0032] 複数の電極指 4 1 2 のそれぞれは、互いに所定のピッチに基づく間隔を空けて、配置されている。また、圧電体層 2 を伝搬する弾性波のうち、弾性波共振子 1 によって励振される弾性波が有する共振周波数は、電極指 4 1 2 のピッチに依存する。

[0033] 本実施形態における弾性波共振子 1 において、図 2 に示すように、I D T 電極 4 の複数の電極指 4 1 2 の全体は、平面視において、電極指配置領域 7 内に位置する。換言すると、電極指配置領域 7 は、平面視において、複数の電極指 4 1 2 の全体が位置する領域である。図 2 では、便宜上、電極指配置領域 7 を点線で示している。本実施形態において、電極指配置領域 7 は、第

1 領域 7 1 を少なくとも一つ含む。

[0034] 本実施形態において、第 1 領域 7 1 に位置する全ての電極指 4 1 2 のピッチは、互いに異なっている。具体的には、図 2 において、第 1 領域 7 1 に位置するすべての電極指のピッチ $P_1 \sim P_6$ は、互いに異なる。このように、電極指 4 1 2 のピッチが互いに異なることにより、2 倍波および 3 倍波等を含む、種々の不要波の共振が低減され、スプリアスの発生を低減することができる。

[0035] なお、本明細書において、第 1 領域に位置する複数の電極指のピッチのうち、最も大きいピッチの 2 倍を λ と定義する。一般に、 λ は、波長を表す記号として用いられることが多い。ただし、弾性波共振子 1 において、板波の波長は、 λ と同等の大きさであってもよいし、同等の大きさでなくてもよい。例えば、A 1 モードの Lamb 波の波長は、比較的 λ に近くなりやすい。一方、厚みすべり波の波長は、 λ に対する依存性を有するが、圧電体層 2 の厚さに対する依存性が相対的に大きく、 λ に近いとは限らない。

[0036] また、本実施形態において、電極指配置領域 7 は、第 2 領域 7 2 を含んでもよい。第 2 領域 7 2 に位置する全ての電極指 4 1 2 のピッチは同一である。なお、本明細書において「ピッチが一定」とは、必ずしもが厳密に一定であることを指さず、製造誤差と呼べる範囲において多少の変動を許容する。製造誤差と呼べる範囲とは、例えば、その領域に位置する電極指 4 1 2 のピッチの平均値に対し、1.5%以下の範囲をいう。ただし、例えば、隣り合うピッチの差が上記の 1.5%以下であっても、上記の隣り合うピッチを含む領域におけるピッチの変化傾向等を踏まえて総合的に判断したときに、ピッチを一定にすることが意図されていないことが明らかな場合は、上記の隣り合うピッチについて、ピッチが一定であると捉える必要はない。

[0037] 第 1 領域 7 1 と第 2 領域 7 2 の境界に位置する電極指 4 1 2 は、第 1 領域と第 2 領域の両方に含まれると解釈してもよい。後述する中央側領域とその両側の領域との境界に位置する電極指 4 1 2 についても同様に、中央側領域に含まれると解釈されてよい。

[0038] 本実施形態の弾性波共振子 1 は、板波をメインモードとして利用する。板波の共振特性は圧電体層 2 の厚みに大きく依存する。一方で、板波の共振は、電極指 4 1 2 のピッチが異なることによる影響を受けにくい。したがって、本実施形態では、弾性波共振子 1 が板波を利用し、第 1 領域 7 1 に位置する全ての電極指 4 1 2 のピッチが互いに異なることにより、板波によるメインモードの共振を比較的良好に保ちつつ、不要波によるスプリアスモードの共振を効果的に低減することができる。なお、板波をメインモードとして利用するとは、IDT 電極 4 によって励振される弾性波のメインモードが板波であるということである。

[0039] 図 2 に示すように、第 1 領域 7 1 は、電極指配置領域 7 の半分以上の面積を占めていてもよい。このような構成とすることで、電極指 4 1 2 のピッチが異なる領域が支配的となり、より効果的に、位相の大きなスプリアスの発生を低減することができる。

[0040] また、図 2 に示すように、電極指 4 1 2 の配列方向における、電極指配置領域 7 の中央近傍は、第 1 領域 7 1 に属していてもよい。なお中央近傍とは、例えば、電極指配置領域 7 を電極指 4 1 2 の配列方向に 3 等分した場合における中央側の領域のことである。

[0041] また、図 3 に示すように、電極指配置領域 7 の全体が第 1 領域 7 1 に属していてもよい。このような構成とすることで、スプリアスの発生を低減させる領域が占める割合がさらに大きくなり、より効果的に、スプリアスの発生を低減することができる。

[0042] 図 4 A～図 4 C に本発明の一実施例に係る弾性波共振子 1 の共振特性と、比較例に係る弾性波共振子の共振特性を、比較した図を示す。図 4 A は、共振特性全体を示した図であり、図 4 B は、メインモードによる共振を拡大した図であり、図 4 C は、スプリアスモードによる共振を拡大した図である。図中、実線は実施例の特性を示し、点線は比較例の特性を示す。

[0043] 本発明の一実施例に係る弾性波共振子 1 と比較例に係る弾性波共振子の設計は、それぞれ以下のとおりである。

実施例（圧電体層：LN、IDT電極：Al、ピッチ：2.12 μm ～2.42 μm 、デューティーd：0.3）

比較例（圧電体層：LN、IDT電極：Al、ピッチ：2.18 μm 、デューティーd：0.3）

[0044] なお上記した実施例の設計値において、ピッチが2.12 μm ～2.42 μm とあるのは、2.12 μm から2.42 μm まで一方向に連続的に増加することを意味している。このとき、ピッチは互いに異なる値であるため、実施例においては、電極指配置領域7の全体が第1領域71に属している。

[0045] 図4A～図4Cに示すように、本発明の一実施例に係る弾性波共振子1は、比較例に係る弾性波共振子に比べて、スプリアスモードによる共振が低減されている。一方で、メインモードによる共振は、スプリアスモードに比べてロスが小さく、依然として良好な特性を保っている。

[0046] 第1領域71に位置する複数の電極指412のピッチは、互いに異なる値であれば特に限定されない。一例として、第1領域71に位置する複数の電極指412のピッチは、第1方向（電極指412の配列方向）に向かって同じ増加量または同じ増加率で増加してもよい。

[0047] 例えば、第1領域71に位置する複数の電極指412のピッチの増加量または増加率にばらつきがある場合、ピッチ差が小さい部分が含まれてしまい、当該ピッチ差が小さい部分に対応する周波数のスプリアスの強度が大きくなってしまう。一方で、複数の電極指412のピッチが、同じ増加量または同じ増加率で増加する場合、ピッチ差が均等になるため、スプリアスモードによる共振の波形を効果的にブロードニングさせることができる。これにより、例えばフィルタの通過特性への影響を低減することができる。

[0048] 図5は、反共振周波数が4600MHz～4950MHzの共振子において、50MHzの周波数差を表すのに必要なピッチ差を示した図である。縦軸は、第1領域71に位置する複数の電極指412のピッチのうち、最も大きいピッチを P_{max} とし、最も小さいピッチを P_{min} とした時の、 $100 \times (P_{\text{max}} - P_{\text{min}}) / P_{\text{max}}$ の値を示している。横軸は、第1領

域 7 1 に位置する電極指 4 1 2 のデューティー d の値を示している。また、各プロットは、 $0.47\mu\text{m} \sim 0.5\mu\text{m}$ の範囲における L N の厚みの変化を表している。

[0049] 例えば、第 1 領域 7 1 に位置する複数の電極指 4 1 2 のピッチは、 $100 \times (P_{\text{max}} - P_{\text{min}}) / P_{\text{max}} \geq 3.0$ であってもよい。このような構成とすることで、第 1 領域 7 1 に位置する複数の電極指 4 1 2 の最大ピッチと最小ピッチの差が 50MHz 以上となるため、スプリアスモードによる共振波形を、より効果的にブロードニングさせることができる。これにより、例えばフィルタの通過特性への影響を低減することができる。

[0050] 本発明の一実施形態に係る弾性波共振子 1 において、圧電体層 2 は 120° Y カットー X 伝搬の L N によって構成されていると説明したが、この例に限定されない。圧電体層 2 のオイラー角は適宜設定されてもよい。例えば、圧電体層 2 のオイラー角は、 $(0^\circ, \theta + (\alpha \times 180), 0^\circ)$ としてもよい (θ は $0^\circ \sim 180^\circ$ の範囲で任意の値、 α は $0 \sim 2$ の整数)。圧電体層 2 が、このようなオイラー角の場合、効果的に L a m b 波の A 1 モードを利用することができる。また、例えば、圧電体層 2 は、Z カットの L N 又は L T によって構成されていてもよい。この場合は、例えば、効果的に厚みすべり波を利用することができる。

[0051] 本発明の一実施形態に係る弾性波共振子 1 において、平面視で、第 1 領域 7 1 と重なる圧電体層 2 の厚みは、一定であってもよい。このような構成とすることで、利用される板波の共振のロスが低減され、良好なフィルタ特性を有する弾性波共振子 1 を提供することができる。なお、圧電体層 2 の厚みが一定であるとは、必ずしも厳密に一定であることを指さず、圧電体層 2 を伝搬する弾性波の特性に著しい影響を与えない範囲において多少の変動を許容する。

[0052] 本発明の一実施形態に係る弾性波共振子 1 において、支持基板 3 は、図 1 に記載の構成としたが、この例に限定されない。例えば、図 6 A に示した別の実施形態のように、支持基板 3 は、上面に空隙 8 を有していてもよい。こ

の時、圧電体層 2 は支持基板 3 の空隙 8 を、空隙 8 の内部の空間を空けて、平面視で覆っている。なお、空隙 8 の大きさ、および深さは適宜に設定されてもよい。

[0053] 図 1 に記載の、本発明の一実施形態に係る弾性波共振子 1 において、圧電体層 2 と支持基板 3 が直接接する例を示したが、この例に限定されない。圧電体層 2 の下面 2 b と支持基板 3 は、直接的に接していてもよいし、例えば、不図示の中間層および接着層等を介して、間接的に接していてもよい。

[0054] このような中間層として、酸化ケイ素 (SiO_2)、窒化ケイ素 (Si_3N_4)、酸化アルミニウム (Al_2O_3) 等の絶縁性材料が例示できる。このような絶縁性の中間層を設けることにより、不要の電位が形成されたり不要の容量が形成されたりすることを低減することができ、弾性波共振子 1 の電気特性を向上させることができる。

[0055] また、圧電体層 2 と支持基板 3 の間に、接着層と中間層の両方が位置していてもよい。例えば、圧電体層 2 と支持基板 3 の間に、接着層と中間層の両方が位置する場合、接着層は支持基板 3 と中間層の間に位置する。このような接着層としてアモルファスシリコン等が例示できる。

[0056] また一例として、中間層と圧電体層 2 との間に、さらに不図示のアルミナ膜等が位置していてもよい。このようなアルミナ膜が存在する場合、圧電体層 2 の弾性波が支持基板 3 側に漏洩することを低減でき、弾性波共振子 1 の周波数特性を向上することができる。

[0057] 図 6 B には、さらに別の実施形態に係る弾性波共振子 1 の模式的な断面図を示している。図 6 B に示す実施形態においては、圧電体層 2 と支持基板 3 の間に、多層膜層 5 が位置していてもよい。多層膜層 5 は、低音響インピーダンス層 5 1 と高音響インピーダンス層 5 2 とが交互に積層している。低音響インピーダンス層 5 1 の音響インピーダンスは、圧電体層 2 の音響インピーダンスよりも低く、高音響インピーダンス層 5 2 の音響インピーダンスは、低音響インピーダンス層 5 1 の音響インピーダンスよりも高い。例えば、低音響インピーダンス層 5 1 は、酸化ケイ素 (SiO_2) であり、高音響イン

ピーダンス層 5 2 は、酸化ハフニウム (HfO_2) である。

[0058] 本発明の一実施形態に係る弾性波共振子 1 において、第 1 領域 7 1 に位置する電極指 4 1 2 のデューティー d は、一定であってもよい。第 1 領域 7 1 に位置する電極指 4 1 2 のピッチは互いに異なるため、第 1 領域 7 1 に位置する電極指 4 1 2 のデューティー d の値が一定である場合は、デューティー d が異なる場合に比べて、想定しなかった共振によりスプリアスが発生する可能性を低減し、効果的にスプリアスを低減することができる。例えば、第 1 領域 7 1 に位置する電極指 4 1 2 のデューティー d の値は、0.6 以下である。なお、デューティー d の値が一定であるとは、必ずしも厳密に一定であることを指さず、例えば 0.01 以下の範囲において多少の変動を許容する。

[0059] 本発明の一実施形態に係る弾性波共振子 1 において、第 1 領域 7 1 に位置する電極指 4 1 2 の厚みは、一定であってもよいし、電極指 4 1 2 ごとに異なる厚みで適宜設定されてもよい。

[0060] 本発明の一実施形態に係る弾性波共振子 1 において、第 1 領域 7 1 は、電極指配置領域 7 の半分以上の面積を占めていてもよいとしたが、この例に限定されない。例えば、第 1 領域 7 1 に位置する電極指 4 1 2 の本数は、電極指配置領域 7 に位置する複数の電極指 4 1 2 の総本数の半分以上の本数であってもよい。このような構成とすることで、電極指 4 1 2 のピッチが異なる領域が支配的となり、より効果的に、スプリアスの発生を低減することができる。

[0061] 第 1 領域 7 1 に位置する電極指 4 1 2 の本数の具体的な値は特に限定されない。当該本数は、理論上は、2 以上のピッチが構成される 3 本以上であり、実用上は、例えば、5 本以上、10 本以上、30 本以上、50 本以上又は 100 本以上とされてよい。

[0062] 本発明の一実施形態に係る弾性波共振子 1 において、第 1 領域 7 1 の全ての電極指 4 1 2 のピッチが互いに異なってもよいとしたが、この例に限定されない。例えば、電極指配置領域 7 を 3 等分した場合における中央側領

域では、第1方向（電極指412の配列方向）の一方の側へ向かうにつれて、電極指412のピッチが大きくなってよい。このようにいうとき、中央側領域は、ピッチが一定の部分を含んでいても構わない。別の観点では、中央側領域の一部又は全部において、ピッチは、連続的に大きくなっていくのではなく、段階的（階段状）に大きくなっていてもよい。この場合であっても、ブロードニング等の効果が得られることに変わりはない。

[0063] 中央側領域におけるピッチの変化の回数は特に限定されない。当該変化の回数は、理論上は、1以上であり、実用上は、例えば、5回以上、10回以上、30回以上、50回以上又は100回以上とされてよい。

[0064] （弾性波共振子1の利用例：弾性波フィルタ）

図7は、弾性波共振子1の利用例としての弾性波フィルタ101の構成を模式的に示す回路図である。この図の紙面左上に示された符号から理解されるように、この図では、櫛歯状電極41が二又のフォーク形状によって模式的に示され、反射器42は両端が屈曲した1本の線で表わされている。

[0065] 弾性波フィルタ101は、例えば、入力端子102からの入力された信号をフィルタリングして出力端子103へ出力する。

[0066] 弾性波フィルタ101は、例えば、複数の共振子がラダー型に接続されて構成された、ラダー型フィルタによって構成されている。すなわち、弾性波フィルタ101は、入力端子102と出力端子103との間に直列に接続された複数（1つでも可）の共振子（直列共振子）と、その直列のラインと基準電位とを接続する複数（1つでも可）の共振子（並列共振子）とを有している。

[0067] 本実施形態における弾性波フィルタ101が有する共振子のうち、少なくとも一つは、本実施形態における弾性波共振子1である。便宜上、弾性波共振子1で構成された共振子を、第1弾性波共振子11という。

[0068] さらに弾性波フィルタ101は、第2弾性波共振子12を有する。例えば、第1弾性波共振子11と第2弾性波共振子12が直列共振子である場合、第2弾性波共振子12の反共振周波数は、第1弾性波共振子11の反共振周

波数よりも弾性波フィルタ 101 の通過帯域の近くに位置していてもよい。

[0069] 第 1 弾性波共振子 11 が有する I D T 電極 4 において、第 1 領域 71 に位置する電極指 412 のピッチのうち、最も大きいピッチを $P1_{max}$ 、最も小さいピッチを $P1_{min}$ と定義し、第 2 弾性波共振子 12 が有する I D T 電極 4 の複数の電極指のピッチのうち、最も大きいピッチを $P2_{max}$ とし、最も小さいピッチを $P2_{min}$ と定義する。この場合、弾性波フィルタ 101 の設計を、 $(P2_{max} - P2_{min})$ が $(P1_{max} - P1_{min})$ よりも小さくなるように設計してもよい。

[0070] このような構成とすることで、第 2 弾性波共振子 12 は、第 1 弾性波共振子 11 よりもピッチ差が小さくなる。一般的に、ピッチ差が小さい共振子は、ピッチ差が大きい共振子に比べて、メインモードの共振のロスが小さくなる。したがって、第 1 弾性波共振子 11 の反共振周波数と弾性波フィルタ 101 の通過帯域の間に、第 1 弾性波共振子 11 よりもピッチ差が小さい第 2 弾性波共振子 12 の反共振周波数が位置することにより、フィルタの通過帯域の近くに位置する共振子のメインモードのロスを小さくことができる。したがって、急峻性の高いフィルタ特性をもった弾性波フィルタを提供することができる。

[0071] また、第 1 弾性波共振子 11 と第 2 弾性波共振子 12 が並列共振子である場合、第 2 弾性波共振子 12 の共振周波数は、第 1 弾性波共振子 11 の共振周波数よりも弾性波フィルタ 101 の通過帯域の近くに位置していてもよい。この場合、弾性波フィルタ 101 の設計を、 $(P2_{max} - P2_{min})$ が $(P1_{max} - P1_{min})$ よりも小さくなるように設計してもよい。

[0072] このような構成とすることで、第 2 弾性波共振子 12 は、第 1 弾性波共振子 11 よりもピッチ差が小さくなる。したがって、第 1 弾性波共振子 11 の反共振周波数と弾性波フィルタ 101 の通過帯域の間に、第 1 弾性波共振子 11 よりもピッチ差が小さい第 2 弾性波共振子 12 の反共振周波数が位置することにより、フィルタの通過帯域の近くに位置する共振子のメインモードのロスを小さくことができる。したがって、急峻性の高いフィルタ特性をも

った弾性波フィルタを提供することができる。

[0073] また、弾性波フィルタ 101 がバンドエリミネーションフィルタである場合、弾性波フィルタ 101 の通過帯域に存在する、第 1 弾性波共振子 11 に由来するスプリアスの最大位相は、 -70° 以下であってもよい。例えば、弾性波フィルタ 101 の通過帯域に存在する、第 1 弾性波共振子 11 に由来するスプリアスの最大位相は、 $-80^{\circ} \sim -70^{\circ}$ の範囲に位置していてもよい。

[0074] このような構成とすることで、弾性波フィルタ 101 の通過帯域に、位相の小さなスプリアスが位置することになり、スプリアスによるフィルタへの影響を低減することができる。

[0075] なお、弾性波フィルタ 101 は、ラダー型フィルタである例を示したが、この例に限定されない。例えば弾性波フィルタ 101 は、多重モード型フィルタ（ダブルモード型フィルタを含むものとする）であってもよい。多重モード型フィルタは、弾性波の伝搬方向に配列された複数の IDT 電極 4 と、その両側に配置された 1 対の反射器 42 とを有している。

[0076] （弾性波共振子 1 の利用例：通信装置）

図 8 は、弾性波共振子 1 および弾性波フィルタ 101 の利用例としての通信装置 111 の要部を示すブロック図である。通信装置 111 は、電波を利用した無線通信を行うものであり、分波器 116 を含む。分波器 116 は、送信フィルタ 101a と、受信フィルタ 101b とを含む。送信フィルタ 101a および受信フィルタ 101b の少なくとも一方は、弾性波フィルタ 101 によって構成されている。送信フィルタ 101a の出力側と受信フィルタ 101b の入力側とは共にアンテナ 112 に接続されている。

[0077] 通信装置 111 において、送信すべき情報を含む送信情報信号 TIS は、RF-IC (Radio Frequency Integrated Circuit) 113 によって変調および周波数の引き上げ（搬送波周波数の高周波信号への変換）がなされて送信信号 TS とされる。送信信号 TS は、バンドパスフィルタ 115a によって送信用の通過帯以外の不要成分が除

去され、増幅器 114 a によって増幅されて分波器 116（送信フィルタ 101 a）に入力される。そして、分波器 116（送信フィルタ 101 a）は、入力された送信信号 TS から送信用の通過帯以外の不要成分を除去し、その除去後の送信信号 TS をアンテナ 112 に出力する。アンテナ 112 は、入力された電気信号（送信信号 TS）を無線信号（電波）に変換して送信する。

[0078] また、通信装置 111 において、アンテナ 112 によって受信された無線信号（電波）は、アンテナ 112 によって電気信号（受信信号 RS）に変換されて分波器 116 に入力される。分波器 116（受信フィルタ 101 b）は、入力された受信信号 RS から受信用の通過帯以外の不要成分を除去して増幅器 114 b へ出力する。出力された受信信号 RS は、増幅器 114 b によって増幅され、バンドパスフィルタ 115 b によって受信用の通過帯以外の不要成分が除去される。そして、受信信号 RS は、RF-IC 113 によって周波数の引き下げおよび復調がなされて受信情報信号 RIS とされる。

[0079] なお、送信情報信号 TIS および受信情報信号 RIS は、適宜な情報を含む低周波信号（ベースバンド信号）でよく、例えば、アナログの音声信号もしくはデジタル化された音声信号である。無線信号の通過帯は、適宜に設定されてよく、本実施形態では、比較的高周波の通過帯（例えば 5 GHz 以上）も可能である。変調方式は、位相変調、振幅変調、周波数変調もしくはこれらのいずれか 2 つ以上の組み合わせのいずれであってもよい。回路方式は、図 8 では、ダイレクトコンバージョン方式を例示したが、それ以外の適宜なものとされてよく、例えば、ダブルスーパーヘテロダイン方式であってもよい。また、図 8 は、要部のみを模式的に示すものであり、適宜な位置にローパスフィルタまたはアイソレータ等が追加されてもよいし、また、増幅器等の位置が変更されてもよい。

符号の説明

[0080] 1：弾性波共振子

2：圧電体層

- 2 a : 上面
- 2 b : 下面
- 3 : 支持基板
- 4 : I D T 電極
- 4 1 : 櫛歯状電極
- 4 1 1 : バスバー
- 4 1 2 : 電極指
- 4 2 : 反射器
- 5 : 多層膜層
- 7 : 電極指配置領域
- 7 1 : 第 1 領域
- 7 2 : 第 2 領域
- 8 : 空隙
- 1 1 : 第 1 弾性波共振子
- 1 2 : 第 2 弾性波共振子
- 1 0 1 : 弾性波フィルタ
- 1 0 2 : 入力端子
- 1 0 3 : 出力端子
- 1 1 1 : 通信装置
- 1 1 2 : アンテナ
- 1 1 3 : R F - I C
- 1 1 4 a , 1 1 4 b : 増幅器
- 1 1 5 a , 1 1 5 b : バンドパスフィルタ

請求の範囲

- [請求項1] 圧電性を有する圧電体層と、
前記圧電体層の第1面に位置し、第1方向に配列された複数の電極指を有する、IDT電極と、
を有し、
前記複数の電極指の全体は、電極指配置領域に位置し、
前記第1方向における、1つの電極指の一方の側から、当該1つの電極指に隣り合う電極指の前記一方の側までの距離を、当該1つの電極指のピッチと定義すると、
前記電極指配置領域は、全ての電極指のピッチが互いに異なる、第1領域を有し、
前記電極指配置領域を伝搬する弾性波として、板波又はバルク波を利用するように構成された、
弾性波共振子。
- [請求項2] 前記第1領域は、前記電極指配置領域の半分以上の面積を占める、
請求項1に記載の弾性波共振子。
- [請求項3] 前記電極指配置領域の、前記第1方向における中央近傍は、前記第1領域に属する、
請求項1又は2に記載の弾性波共振子。
- [請求項4] 前記電極指配置領域の全体が、前記第1領域に属する、
請求項1～3のいずれか1項に記載の弾性波共振子。
- [請求項5] 前記第1領域に位置する複数の電極指のピッチは、前記第1方向に向かって同じ増加量または同じ増加率で増加する、
請求項1～4のいずれか1項に記載の弾性波共振子。
- [請求項6] 前記第1領域に位置する複数の電極指のピッチのうち、最も大きいピッチを P_{max} とし、最も小さいピッチを P_{min} とすると、
$$100 \times (P_{max} - P_{min}) / P_{max} \geq 3.0$$
である、

- 請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の弾性波共振子。
- [請求項7] 前記弾性波は、前記板波であり、L a m b 波 A 1 モードである、
請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の弾性波共振子。
- [請求項8] 前記弾性波は、前記バルク波であり、厚みすべり波である、
請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の弾性波共振子。
- [請求項9] 前記第 1 方向における、1 つの電極指の幅を、当該 1 つの電極指の幅と定義し、
幅／ピッチを当該 1 つの電極指のデューティー d と定義すると、
前記第 1 領域に位置する複数の電極指のデューティー d は一定である、
請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の弾性波共振子。
- [請求項10] 前記第 1 領域に位置する複数の電極指において、前記デューティー d は、0.6 以下である、
請求項 9 に記載の弾性波共振子。
- [請求項11] 前記第 1 領域に位置する複数の電極指の厚みは、一定である、
請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の弾性波共振子。
- [請求項12] 平面視で、前記第 1 領域と重なる前記圧電体層の厚みは、一定である、
請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の弾性波共振子。
- [請求項13] 前記第 1 領域に位置する複数の電極指のピッチのうち、最も大きいピッチの 2 倍を λ と定義すると、
前記圧電体層の厚みは、 2λ 以下である、
請求項 12 に記載の弾性波共振子。
- [請求項14] 圧電性を有する圧電体層と、
前記圧電体層の第 1 面に位置し、第 1 方向に配列された複数の電極指を有する、I D T 電極と、
を有し、
前記複数の電極指の全体は、電極指配置領域に位置し、

前記第1方向における、1つの電極指の一方の側から、当該1つの電極指に隣り合う電極指の前記一方の側までの距離を、当該1つの電極指のピッチと定義すると、

前記電極指配置領域を前記第1方向に3等分した場合における中央側領域では、前記一方の側へ向かうにつれて電極指のピッチが大きくなっている

弾性波共振子。

[請求項15] 請求項1～14のいずれか1項に記載の弾性波共振子と、第2弾性波共振子を含み、直列に接続された複数の直列腕共振子と、

前記直列腕共振子に並列に接続された並列腕共振子と、

を有するラダー型の弾性波フィルタであって、

前記第2弾性波共振子の反共振周波数は、前記弾性波共振子の反共振周波数よりも、前記弾性波フィルタの通過帯域の近くに位置し、

前記弾性波共振子が有するIDT電極の複数の電極指のピッチのうち、最も大きいピッチを $P1_{max}$ とし、最も小さいピッチを $P1_{min}$ と定義し、

前記第2弾性波共振子が有するIDT電極の複数の電極指のピッチのうち、最も大きいピッチを $P2_{max}$ とし、最も小さいピッチを $P2_{min}$ と定義すると、

$(P2_{max} - P2_{min})$ は $(P1_{max} - P1_{min})$ よりも小さい

弾性波フィルタ。

[請求項16] 直列に接続された直列腕共振子と、

請求項1～14のいずれか1項に記載の弾性波共振子と、第2弾性波共振子を含み、前記直列腕共振子に並列に接続された、複数の並列腕共振子と、

を有するラダー型の弾性波フィルタであって、

前記第2弾性波共振子の共振周波数は、前記弾性波共振子の共振周

波数よりも、前記弾性波フィルタの通過帯域の近くに位置し、

前記弾性波共振子が有する I D T 電極の複数の電極指のピッチのうち、最も大きいピッチを $P1_{max}$ とし、最も小さいピッチを $P1_{min}$ と定義し、

前記第 2 弾性波共振子が有する I D T 電極の複数の電極指のピッチのうち、最も大きいピッチを $P2_{max}$ とし、最も小さいピッチを $P2_{min}$ と定義すると、

$(P2_{max} - P2_{min})$ は $(P1_{max} - P1_{min})$ よりも小さい

弾性波フィルタ。

[請求項17] 請求項 1 ～ 14 のいずれか 1 項に記載の弾性波共振子を有する弾性波フィルタであって、

前記弾性波フィルタの通過帯域に存在する、前記弾性波共振子に由来するスプリアスの最大位相は、 -70° 以下である、

弾性波フィルタ。

[請求項18]

アンテナと、

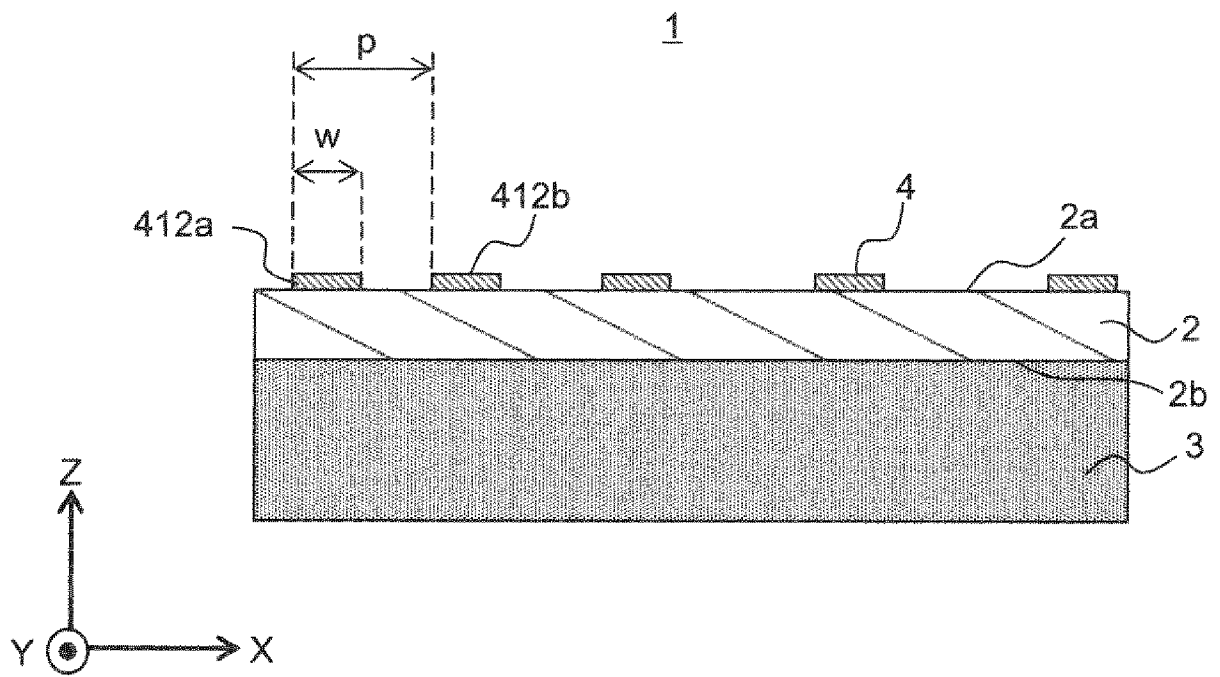
前記アンテナに接続されている弾性波フィルタと、

前記弾性波フィルタに接続されている I C と、を有し、

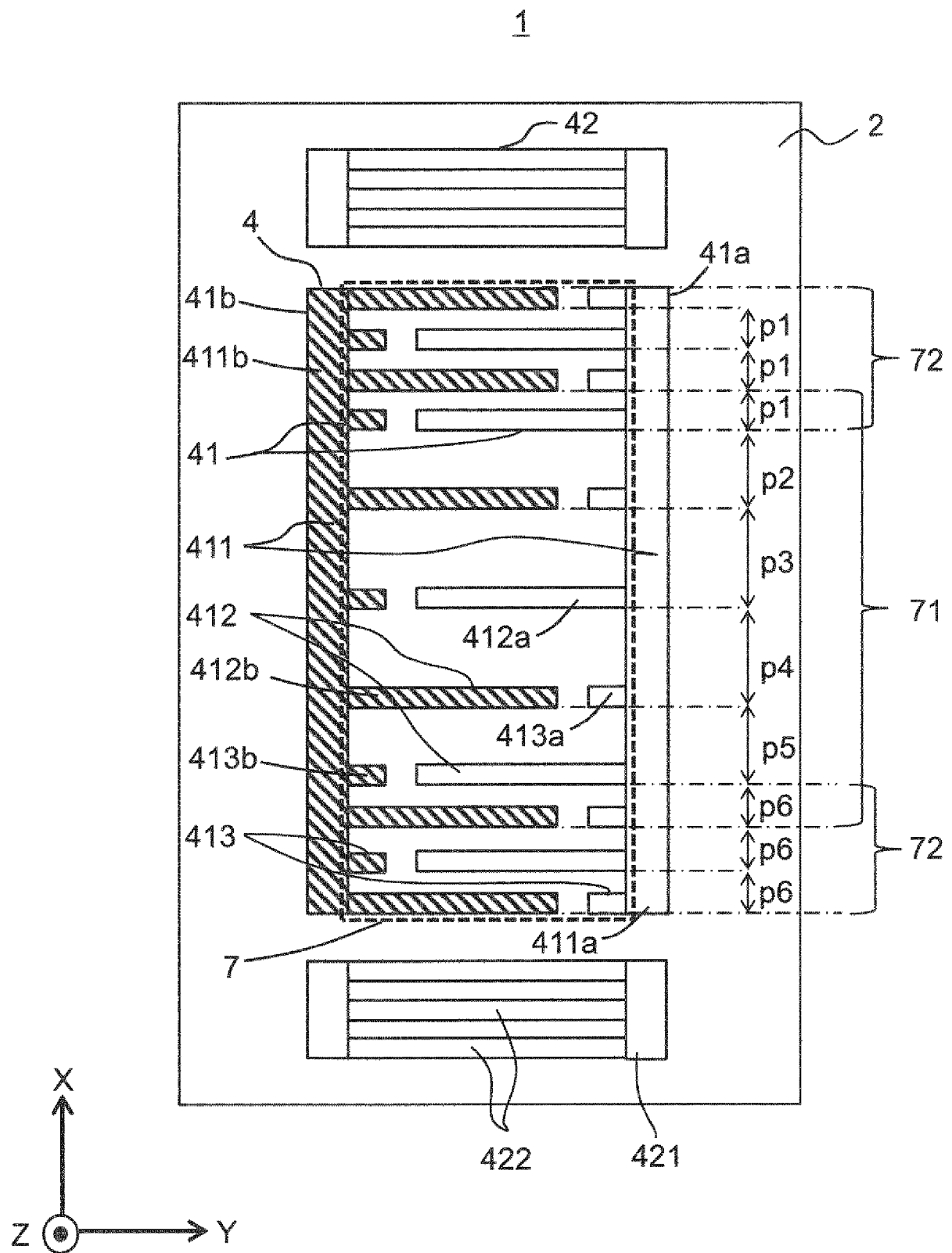
前記弾性波フィルタは、請求項 1 ～ 14 のいずれか 1 項に記載の弾性波共振子を含む、

通信装置。

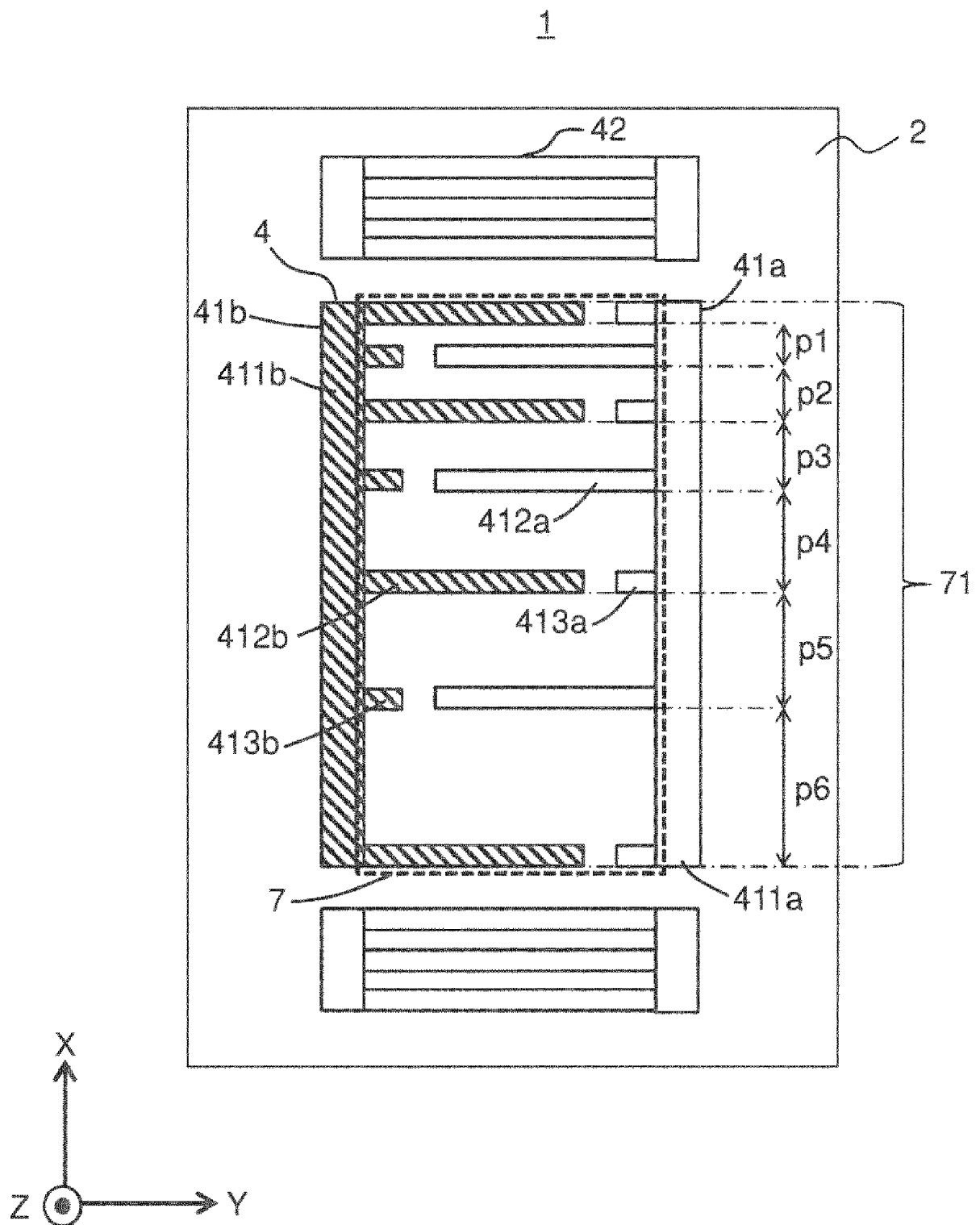
[図1]



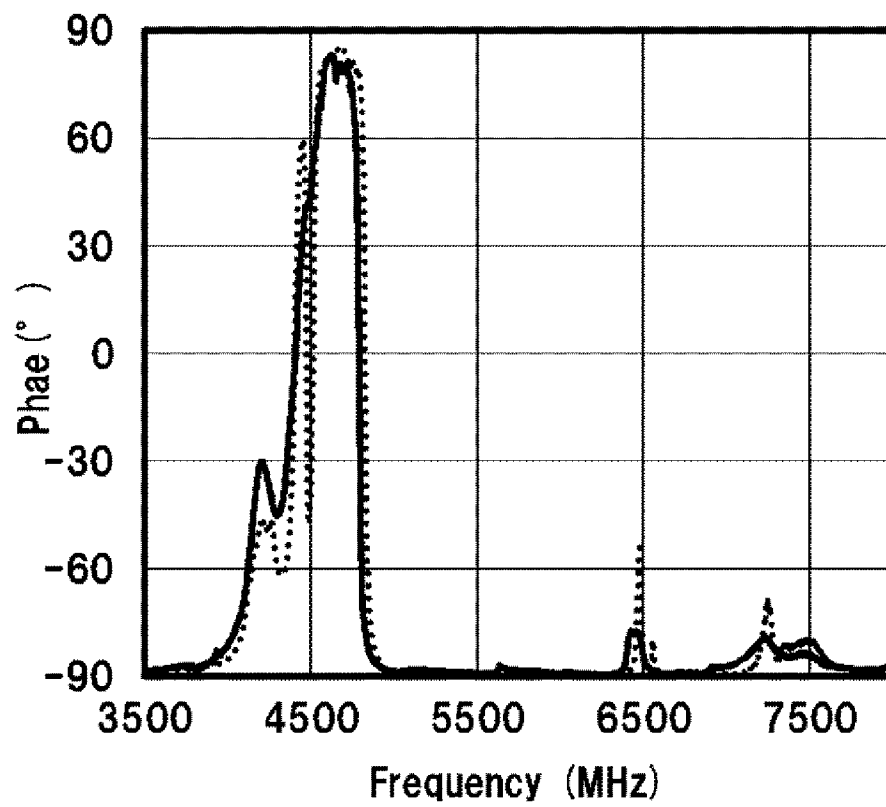
[図2]



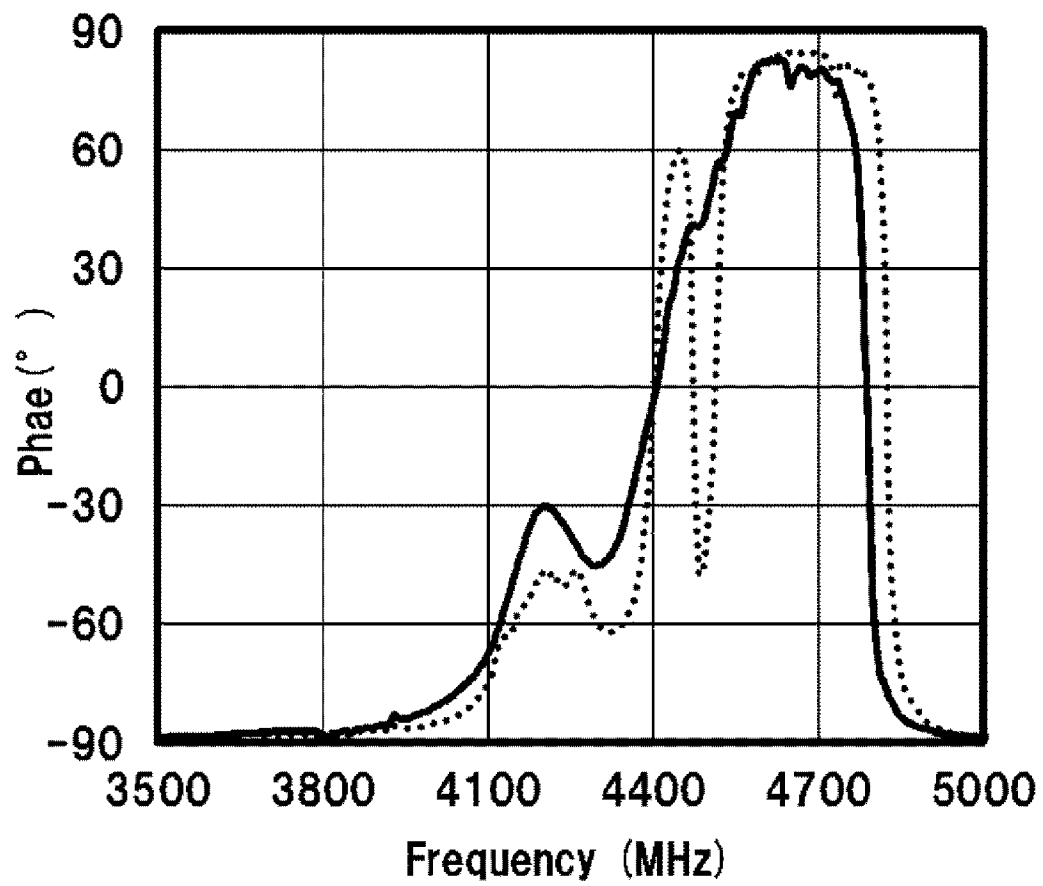
[図3]



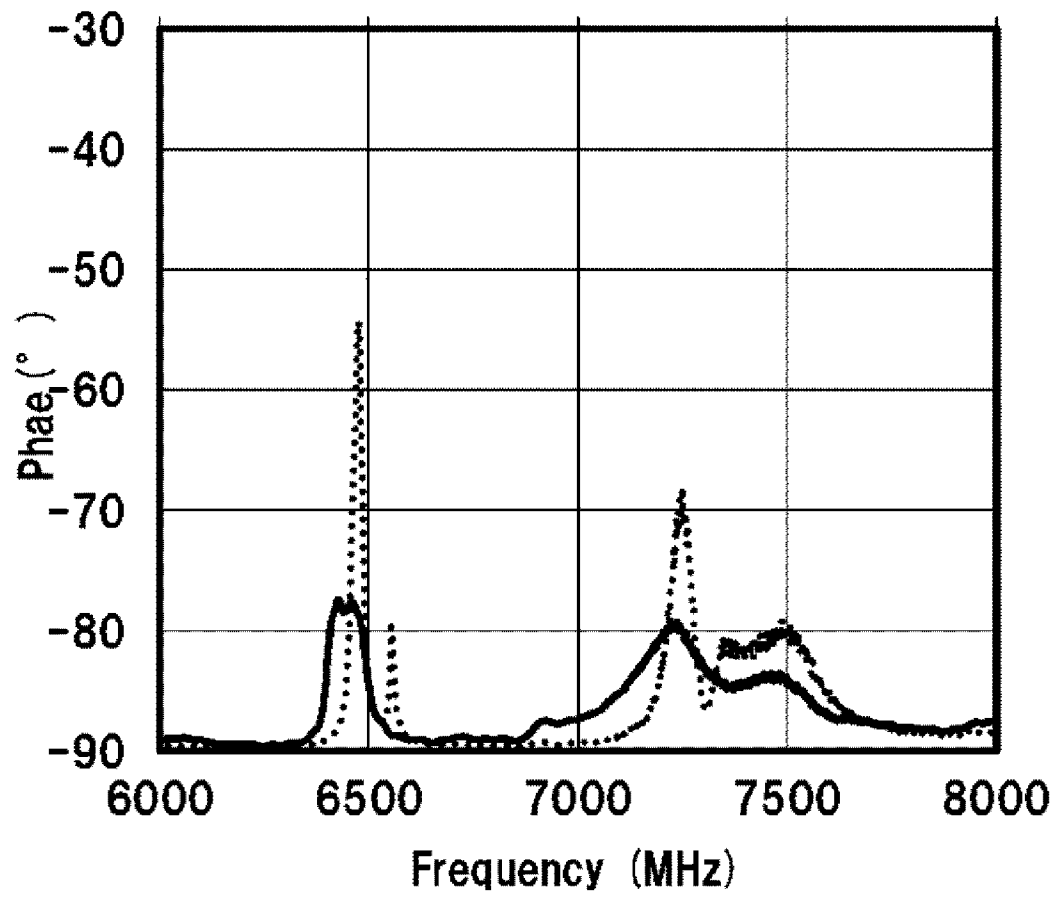
[図4A]



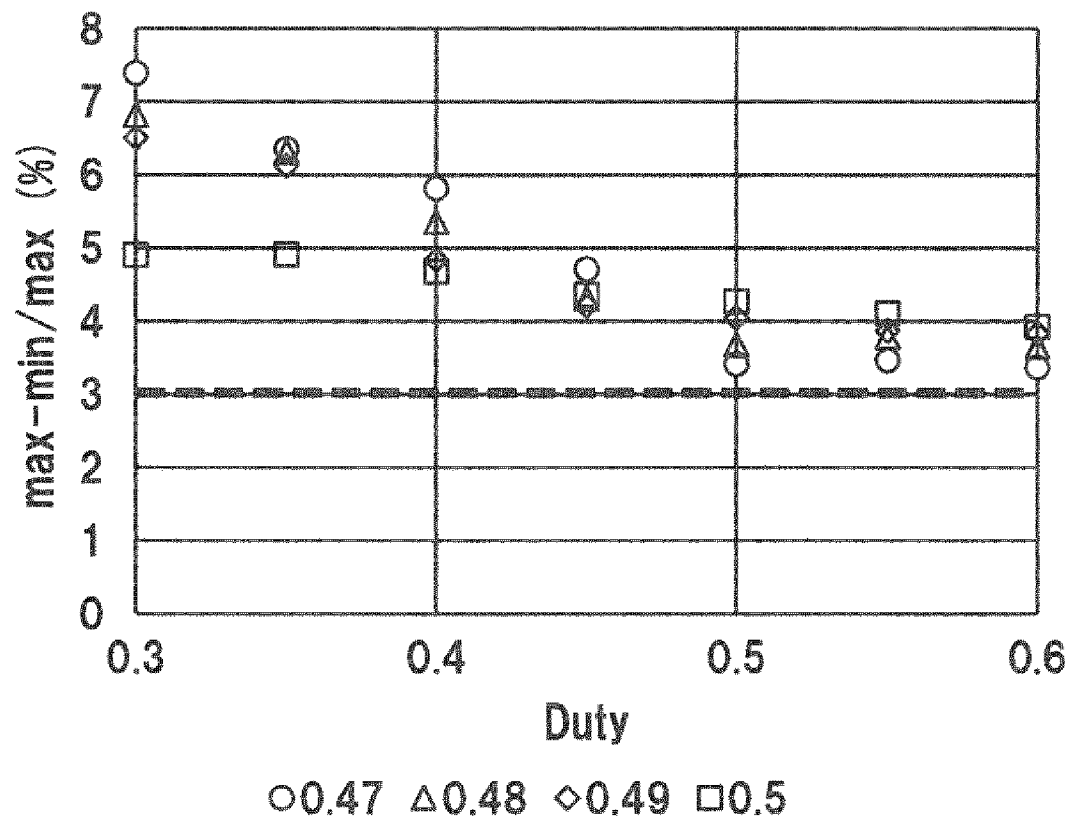
[図4B]



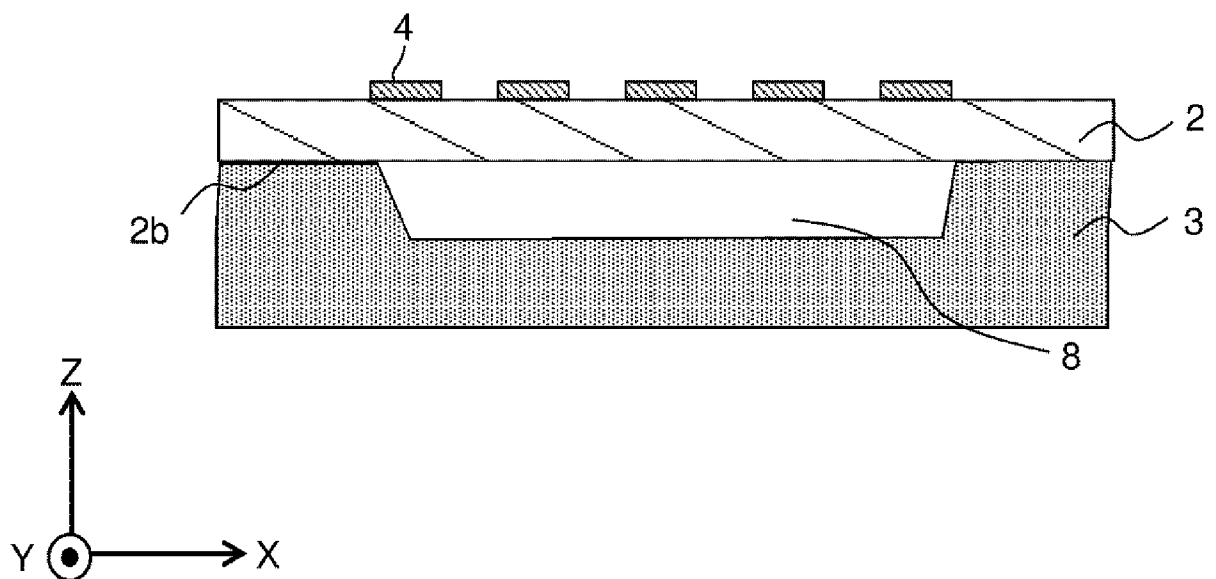
[図4C]



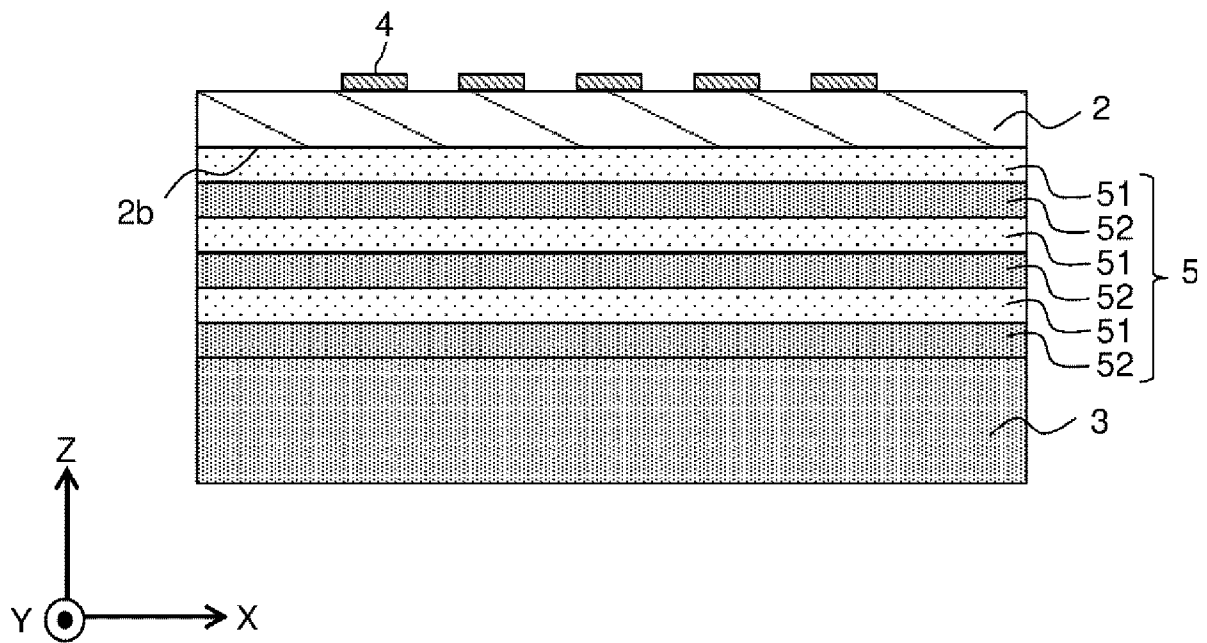
[図5]



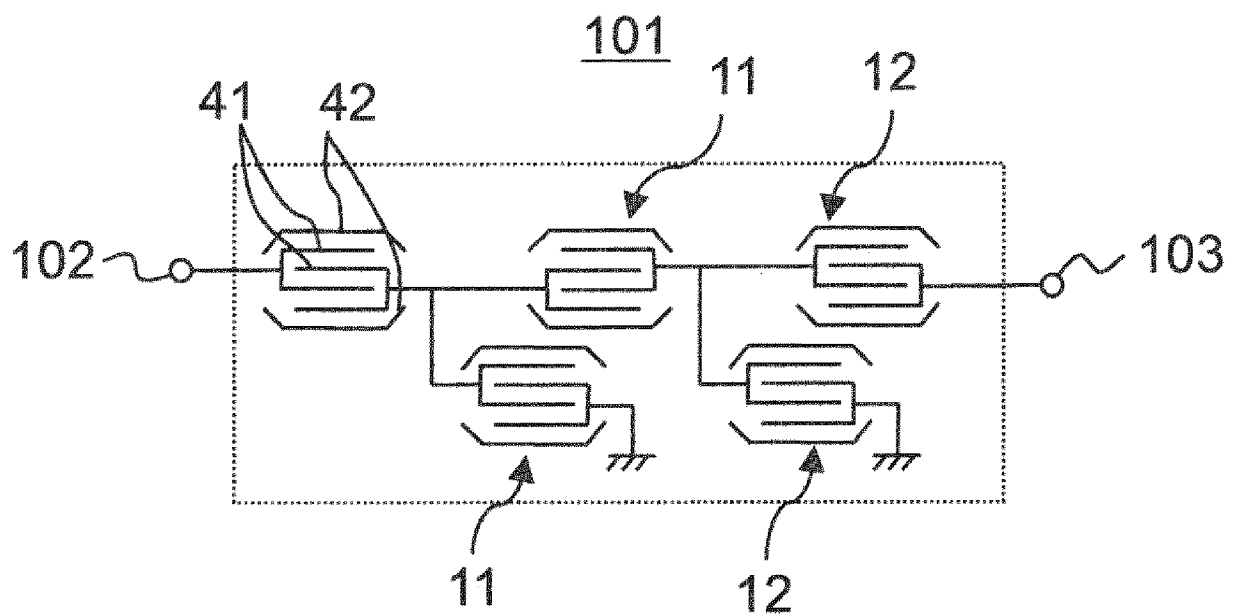
[図6A]



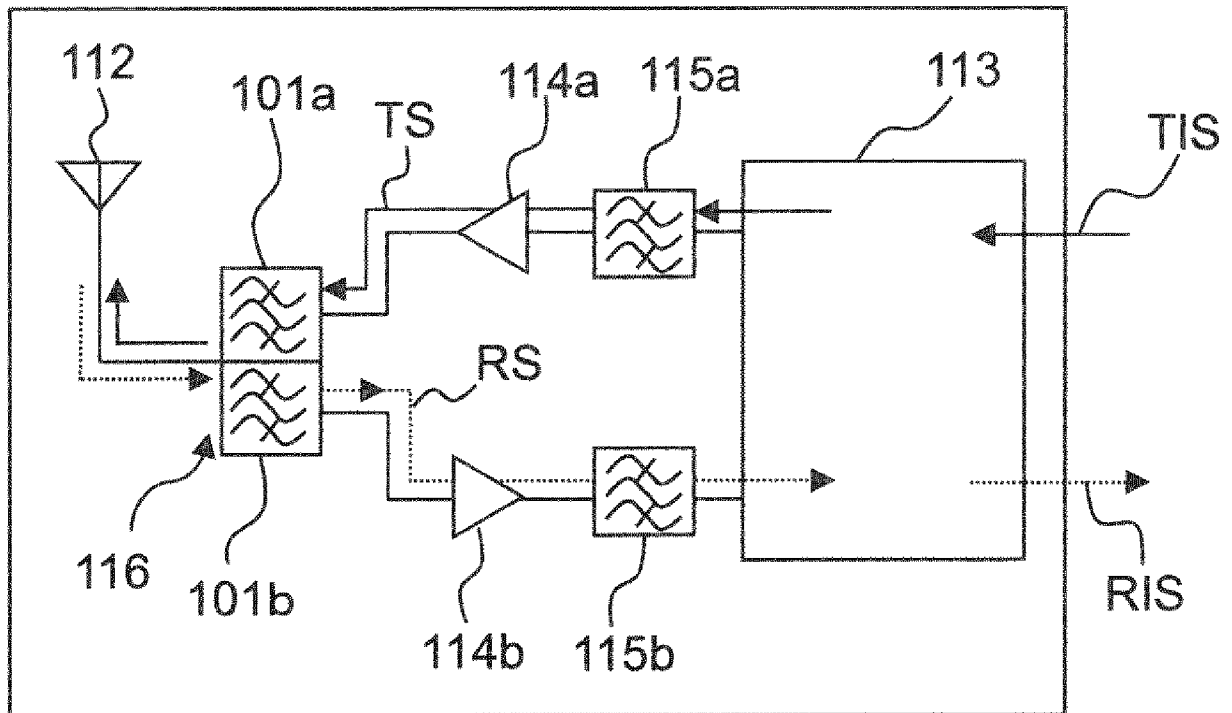
[図6B]



[図7]



[図8]

111

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/027168

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H03H 9/145**(2006.01)i; **H03H 9/64**(2006.01)i; **H03H 9/72**(2006.01)i

FI: H03H9/145 Z; H03H9/64 Z; H03H9/72

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H03H9/145; H03H9/64; H03H9/72

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.
Y	WO 2021/177108 A1 (KYOCERA CORPORATION) 10 September 2021 (2021-09-10) paragraphs [0020]-[0026]	1-13, 17, 18
A	paragraphs [0020]-[0026]	15, 16
Y	JP 2021-100280 A (KYOCERA CORPORATION) 01 July 2021 (2021-07-01) paragraph [0006]	1-13, 17, 18
Y	WO 2022/085581 A1 (MURATA MANUFACTURING CO) 28 April 2022 (2022-04-28) paragraph [0017]	1-13, 17, 18
Y	WO 2019/117133 A1 (MURATA MANUFACTURING CO) 20 June 2019 (2019-06-20) paragraphs [0068]-[0085], fig. 6(a)	1-13, 17, 18
X	paragraphs [0068]-[0085], fig. 6(a)	14
A	paragraphs [0068]-[0085], fig. 6(a)	15, 16
Y	JP 2005-176254 A (KYOCERA CORPORATION) 30 June 2005 (2005-06-30) paragraph [0055], fig. 5	1-13, 17, 18

☒ 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

20 September 2023

Date of mailing of the international search report

03 October 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/027168

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 9-261001 A (MITSUI MINING & SMELTING CO LTD) 03 October 1997 (1997-10-03) paragraph [0002]	9-13, 17, 18
<hr/>		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/027168

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2021/177108	A1	10 September 2021	CN 115398801 A	
JP	2021-100280	A	01 July 2021	US 2022/0014172 A1 paragraph [0006] WO 2020/100949 A1	
WO	2022/085581	A1	28 April 2022	(Family: none)	
WO	2019/117133	A1	20 June 2019	US 2020/0304102 A1 paragraphs [0087]-[0104] fig. 6A KR 10-2020-0086698 A CN 111448759 A	
JP	2005-176254	A	30 June 2005	(Family: none)	
JP	9-261001	A	03 October 1997	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H03H 9/145(2006.01)i; H03H 9/64(2006.01)i; H03H 9/72(2006.01)i FI: H03H9/145 Z; H03H9/64 Z; H03H9/72		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H03H9/145; H03H9/64; H03H9/72		
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
Y	WO 2021/177108 A1（京セラ株式会社）10.09.2021（2021-09-10） [0020] - [0026]	1-13, 17, 18
A	[0020] - [0026]	15, 16
Y	JP 2021-100280 A（京セラ株式会社）01.07.2021（2021-07-01） 段落 [0006]	1-13, 17, 18
Y	WO 2022/085581 A1（株式会社村田製作所）28.04.2022（2022-04-28） [0017]	1-13, 17, 18
Y	WO 2019/117133 A1（株式会社村田製作所）20.06.2019（2019-06-20） [0068] - [0085], 図6(a)	1-13, 17, 18
X	[0068] - [0085], 図6(a)	14
A	[0068] - [0085], 図6(a)	15, 16
Y	JP 2005-176254 A（京セラ株式会社）30.06.2005（2005-06-30） 段落 [0055], 図5	1-13, 17, 18
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 20.09.2023		国際調査報告の発送日 03.10.2023
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） 小林 正明 5W 4241 電話番号 03-3581-1101 内線 3534

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	JP 9-261001 A (三井金属鉱業株式会社) 03.10.1997 (1997 - 10 - 03) 段落 [0 0 0 2]	9 - 1 3 , 1 7 , 1 8

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/JP2023/027168

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2021/177108	A1	10.09.2021	CN	115398801	A	
JP	2021-100280	A	01.07.2021	US	2022/0014172	A1	
				[0006]			
				WO	2020/100949	A1	
WO	2022/085581	A1	28.04.2022	(ファミリーなし)			
WO	2019/117133	A1	20.06.2019	US	2020/0304102	A1	
				[0087]-[0104], FIG. 6A			
				KR	10-2020-0086698	A	
				CN	111448759	A	
JP	2005-176254	A	30.06.2005	(ファミリーなし)			
JP	9-261001	A	03.10.1997	(ファミリーなし)			