

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年10月6日(06.10.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/210941 A1

(51) 国際特許分類:
H03H 9/25 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/016188

(22) 国際出願日: 2022年3月30日(30.03.2022)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
63/168,314 2021年3月31日(31.03.2021) US

(71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/
JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1
丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 中尾 武志(NAKAO, Takeshi); 〒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). 甲斐 誠二(KAI,
Seiji); 〒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). 山崎 央(YAMAZAKI, Hisashi); 〒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).

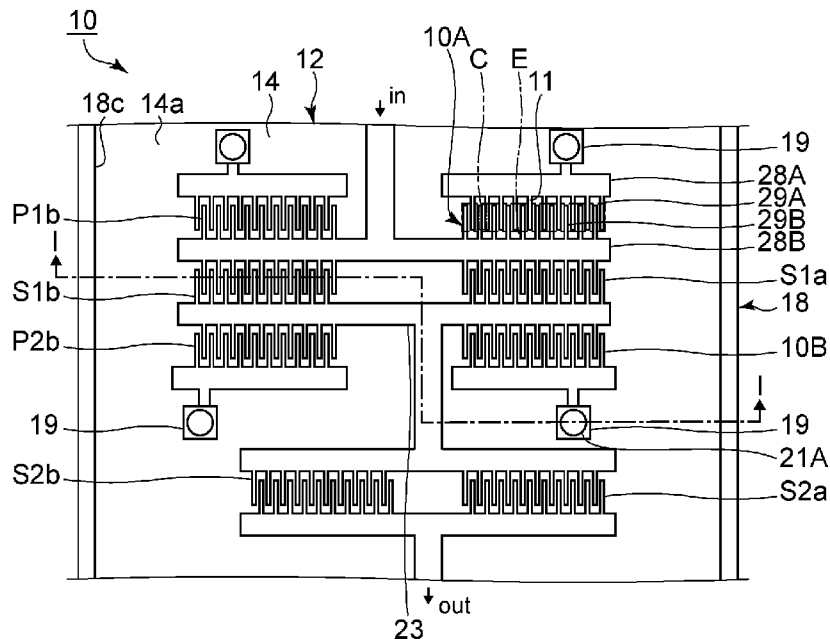
(74) 代理人: 弁理士法人大阪フロント特許事
務所(OSAKA FRONT); 〒5400028 大阪府大
阪市中央区常盤町 1 丁目 3 番 8 号 中央
大通 F N ビル Osaka (JP).

(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,

(54) Title: ELASTIC WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波装置

図2



(57) **Abstract:** Provided is an elastic wave device that is capable of suppressing the degradation of electrical characteristics caused by unwanted waves. An elastic wave device 10 according to the present invention comprises: a piezoelectric substrate 12 including a support member that includes a support substrate, a piezoelectric layer 14 that is provided on the support member and has a first main surface 14a and a second main surface that face one another; at least one functional electrode that is provided on the first main surface 14a or second main surface of the piezoelectric layer 14 and has at

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

least one pair of electrodes; a first support body 18 that is provided on the piezoelectric substrate 12 so as to surround the functional electrode; at least one second support body 19 provided on the piezoelectric substrate 12 being arranged in a portion that is surrounded by the first support body 18; and a lid provided on the first support body 18 and on the second support body 19. The direction in which adjacent electrodes face one another is the electrode facing direction, and, when viewed from the electrode facing direction, the region where adjacent electrodes overlap with one another is a crossover region E. The direction in which at least one pair of electrodes extends is the electrode extension direction, and, when viewed from the electrode extension direction, at least one portion of the second support body 19 is arranged so as to overlap with the crossover region E.

(57) 要約: 不要波による電気的特性の劣化を抑制することができる、弾性波装置を提供する。本発明に係る弾性波装置 10 は、支持基板を含む支持部材と、支持部材上に設けられており、対向し合う第 1 の主面 14 a 及び第 2 の主面を有する圧電層 14 と、を含む圧電性基板 12 と、圧電層 14 の第 1 の主面 14 a または第 2 の主面に設けられており、少なくとも 1 対の電極を有する、少なくとも 1 つの機能電極と、圧電性基板 12 上に、機能電極を囲むように設けられている第 1 の支持体 18 と、圧電性基板 12 上に設けられており、第 1 の支持体 18 に囲まれている部分に配置されている、少なくとも 1 つの第 2 の支持体 19 と、第 1 の支持体 18 上及び第 2 の支持体 19 上に設けられている蓋部とを備える。隣り合う電極同士が対向する方向を電極対向方向とし、電極対向方向から見たときに、隣り合う電極同士が重なり合う領域が交叉領域 E であり、少なくとも 1 対の電極が延びる方向を電極延伸方向とし、電極延伸方向から見たときに、第 2 の支持体 19 の少なくとも一部が、交叉領域 E と重なるように配置されている。

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。

[0002] 従来、弾性波装置は、携帯電話器のフィルタなどに広く用いられている。

例えば、下記の特許文献1では、板波としてのラム波を利用した弾性波装置が開示されている。この弾性波装置においては、支持体上に圧電基板が設けられている。圧電基板は LiNbO_3 または LiTaO_3 からなる。圧電基板の上面にIDT (Interdigital Transducer) 電極が設けられている。IDT電極の一方電位に接続される複数の電極指と、他方電位に接続される複数の電極指との間に電圧が印加される。これにより、ラム波が励振される。このIDT電極の両側には反射器が設けられている。それによって、ラム波を利用した弾性波共振子が構成されている。

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] 特許文献1に記載のような弾性波装置においては、圧電基板の表面を伝搬する不要波が生じることがある。該不要波の影響により、弾性波装置の電気的特性が劣化するおそれがある。

[0005] 本発明の目的は、不要波による電気的特性の劣化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

[0006] 本発明に係る弾性波装置は、支持基板を含む支持部材と、前記支持部材上に設けられており、対向し合う第1の主面及び第2の主面を有する圧電層とを含む圧電性基板と、前記圧電層の前記第1の主面または前記第2の主面

に設けられており、少なくとも 1 対の電極を有する、少なくとも 1 つの機能電極と、前記圧電性基板上に、前記機能電極を囲むように設けられている第 1 の支持体と、前記圧電性基板上に設けられており、前記第 1 の支持体に囲まれている部分に配置されている、少なくとも 1 つの第 2 の支持体と、前記第 1 の支持体上及び前記第 2 の支持体上に設けられている蓋部とを備え、隣り合う前記電極同士が対向する方向を電極対向方向とし、前記電極対向方向から見たときに、隣り合う前記電極同士が重なり合う領域が交叉領域であり、前記少なくとも 1 対の電極が延びる方向を電極延伸方向とし、前記電極延伸方向から見たときに、前記第 2 の支持体の少なくとも一部が、前記交叉領域と重なるように配置されている。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、不要波による電気的特性の劣化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

[0008] [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略図的正面断面図である。

[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模式的平面図である。

[図3]図 3 は、電極延伸方向から見たときに、交叉領域と重なる位置を示す模式的平面図である。

[図4]図 4 は、本発明の第 1 の実施形態に係る弾性波装置の回路図である。

[図5]図 5 は、本発明の第 1 の実施形態の変形例に係る弾性波装置の模式的平面図である。

[図6]図 6 は、本発明の第 2 の実施形態に係る弾性波装置の模式的平面図である。

[図7]図 7 は、本発明の第 3 の実施形態に係る弾性波装置の模式的平面図である。

[図8]図 8 は、本発明の第 4 の実施形態に係る弾性波装置の模式的平面図であ

る。

[図9]図9 (a) は、厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波装置の外観を示す略図的斜視図であり、図9 (b) は、圧電層上の電極構造を示す平面図である。

[図10]図10 は、図9 (a) 中のA-A線に沿う部分の断面図である。

[図11]図11 (a) は、弾性波装置の圧電膜を伝搬するラム波を説明するための模式的正面断面図であり、図11 (b) は、弾性波装置における、圧電膜を伝搬する厚み滑りモードのバルク波を説明するための模式的正面断面図である。

[図12]図12 は、厚み滑りモードのバルク波の振幅方向を示す図である。

[図13]図13 は、厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波装置の共振特性を示す図である。

[図14]図14 は、隣り合う電極の中心間距離を p 、圧電層の厚みを d とした場合の d/p と共振子としての比帯域との関係を示す図である。

[図15]図15 は、厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波装置の平面図である。

[図16]図16 は、スプリアスが現れている参考例の弾性波装置の共振特性を示す図である。

[図17]図17 は、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。

[図18]図18 は、 $d/2p$ と、メタライゼーション比 MR との関係を示す図である。

[図19]図19 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20]図20 は、ラム波を利用する弾性波装置を説明するための部分切り欠き斜視図である。

発明を実施するための形態

[0009] 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。

[0010] 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。

[0011] 図1は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の略図的正面断面図である。図2は、第1の実施形態に係る弾性波装置の模式的平面図である。図1においては、後述するIDT電極を、矩形に2本の対角線を加えた略図により示す。図2においては、後述する誘電体膜を省略している。なお、図1は、図2中のI-I線に沿う部分を略図的に示す断面図である。

[0012] 図1に示すように、弾性波装置10は、圧電性基板12と、機能電極としてのIDT電極11とを有する。圧電性基板12は、支持部材13と、圧電層14とを有する。本実施形態では、支持部材13は支持基板16と、中間層15とを含む。支持基板16上に中間層15が設けられている。中間層15上に圧電層14が設けられている。もっとも、支持部材13は支持基板16のみにより構成されていてもよい。

[0013] 支持基板16の材料としては、例えば、シリコンなどの半導体や、酸化アルミニウムなどのセラミックスなどを用いることができる。中間層15の材料としては、酸化ケイ素または五酸化タンタルなどの、適宜の誘電体を用いることができる。圧電層14は、例えば、LiTaO₃層などのタンタル酸リチウム層、またはLiNbO₃層などのニオブ酸リチウム層である。

[0014] 圧電層14は第1の主面14a及び第2の主面14bを有する。第1の主面14a及び第2の主面14bは互いに対向している。第1の主面14a及び第2の主面14bのうち、第2の主面14bが支持部材13側に位置している。

[0015] 支持部材13には、第1空洞部10aが設けられている。より具体的には、中間層15に凹部が設けられている。中間層15上に、凹部を塞ぐように、圧電層14が設けられている。これにより、第1空洞部10aが構成されている。なお第1空洞部10aは、中間層15及び支持基板16に設けられ

ていてもよく、あるいは、支持基板 16 のみに設けられていてもよい。支持部材 13 には、少なくとも 1 つの第 1 空洞部 10a が設けられていればよい。

[0016] 図 2 に示すように、圧電層 14 の第 1 の主面 14a には、複数の I D T 電極 11 が設けられている。これにより、複数の弾性波共振子が構成されている。複数の弾性波共振子は、第 1 共振子 10A 及び第 2 共振子 10B を含む。本実施形態における弾性波装置 10 はフィルタ装置である。なお、弾性波装置 10 は、少なくとも 1 つの I D T 電極 11 を有していればよい。本発明に係る弾性波装置は、少なくとも 1 つの弾性波共振子を含んでいればよい。

[0017] 図 1 に戻り、平面視において、I D T 電極 11 の少なくとも一部が第 1 空洞部 10a と重なっている。より具体的には、平面視において、各弾性波共振子の I D T 電極 11 が、別個の第 1 空洞部 10a と重なっていてもよく、同じ第 1 空洞部 10a と重なっていてもよい。本明細書において平面視とは、図 1 における上方に相当する方向から見ることをいう。さらに、平面視とは、後述する第 1 の支持体 18 及び蓋部 25 が積層されている方向に沿って見ることをいう。なお、図 1 において、例えば、支持基板 16 及び圧電層 14 のうち、圧電層 14 側が上方である。

[0018] 図 2 に示すように、I D T 電極 11 は、第 1 のバスバー 28A 及び第 2 のバスバー 28B と、複数の第 1 の電極指 29A 及び複数の第 2 の電極指 29B とを有する。第 1 のバスバー 28A 及び第 2 のバスバー 28B は互いに対向している。複数の第 1 の電極指 29A の一端はそれぞれ、第 1 のバスバー 28A に接続されている。複数の第 2 の電極指 29B の一端はそれぞれ、第 2 のバスバー 28B に接続されている。複数の第 1 の電極指 29A 及び複数の第 2 の電極指 29B は互いに間挿し合っている。第 1 の電極指 29A 及び第 2 の電極指 29B は、本発明における電極である。I D T 電極 11 は、単層の金属膜からなってもよく、積層金属膜からなってもよい。

[0019] 以下においては、隣り合う第 1 の電極指 29A 及び第 2 の電極指 29B が互いに対向する方向を電極対向方向とする。複数の第 1 の電極指 29A 及び

複数の第2の電極指29Bが延びる方向を電極延伸方向とする。本実施形態においては、電極対向方向及び電極延伸方向は互いに直交している。電極対向方向から見たときに、隣り合う第1の電極指29A及び第2の電極指29Bが重なり合う領域が交叉領域Eである。

[0020] 圧電層14の第1の主面14aには、第1の支持体18及び複数の第2の支持体19が設けられている。本実施形態では、第1の支持体18及び第2の支持体19はそれぞれ、複数の金属層の積層体である。第1の支持体18は枠状の形状を有する。他方、第2の支持体19は柱状の形状を有する。第1の支持体18は、複数のIDT電極11及び複数の第2の支持体19を囲むように設けられている。より具体的には、第1の支持体18は開口部18cを有する。複数のIDT電極11及び複数の第2の支持体19は、開口部18c内に位置している。

[0021] 複数の第2の支持体19のうち、1つの第2の支持体19は、第1共振子10Aの電極延伸方向における延長線上に配置されている。より具体的には、該第2の支持体19は、電極延伸方向から見たときに、第1共振子10Aの交叉領域Eと重なっている。他の1つの第2の支持体19は、電極延伸方向から見たときに、第2共振子10Bの交叉領域Eと重なっている。本実施形態においては、電極延伸方向から見たときに、交叉領域Eと重なる位置は、電極延伸方向から見たときに、第1の電極指29Aまたは第2の電極指29Bが設けられている部分と重なる位置と同じである。例えば、図3中の破線により挟まれた位置が、電極延伸方向から見たときに、交叉領域Eと重なる位置である。

[0022] 図1に示すように、圧電層14及び第1の支持体18の間には、枠状の電極層17Aが設けられている。電極層17Aは、第1の支持体18と同様に、平面視において、複数のIDT電極11及び複数の第2の支持体19を囲んでいる。もっとも、電極層17Aは設けられていなくともよい。第1の支持体18上及び複数の第2の支持体19上に、開口部18cを塞ぐように、蓋部25が設けられている。それによって、圧電性基板12、電極層17A

、第1の支持体18及び蓋部25により囲まれた第2空洞部10bが設けられている。複数のIDT電極11及び複数の第2の支持体19は、第2空洞部10b内に配置されている。

[0023] 図2に示すように、本実施形態の特徴は、電極延伸方向から見たときに、第2の支持体19の少なくとも一部が、IDT電極11の交叉領域Eと重なるように配置されていることにある。それによって、不要波による電気的特性の劣化を抑制することができる。これを以下において説明する。なお、以下においては、第1のバスバー28A及び第2のバスバー28Bを単にバスバーと記載することがある。同様に、第1の電極指29A及び第2の電極指29Bを単に電極指と記載することがある。

[0024] IDT電極11は複数の励振領域Cを有する。IDT電極11に交流電圧を印加することにより、複数の励振領域Cにおいて弾性波が励振される。本実施形態においては、例えば厚み滑り1次モードなどの、厚み滑りモードのバルク波を利用可能に、各弾性波共振子が構成されている。励振領域Cは、交叉領域Eと同様に、電極対向方向から見たときに、隣り合う電極指同士が重なり合う領域である。なお、各励振領域Cはそれぞれ、1対の電極指間の領域である。より詳細には、励振領域Cは、一方の電極指の電極対向方向における中心から、他方の電極指の電極対向方向における中心までの領域である。よって、交叉領域Eは複数の励振領域Cを含む。

[0025] 弾性波共振子においては、メインモードが励振されるとともに、不要波が励振されることがある。不要波には、圧電性基板の表面を伝搬する波が含まれる。

[0026] これに対して、本実施形態においては、交叉領域Eの電極延伸方向における延長線上に、第2の支持体19が設けられている。そのため、圧電性基板12の表面を伝搬する不要波が、第2の支持体19に衝突することとなる。それによって、不要波を散乱させることができ、弾性波装置10の電気的特性の劣化を抑制することができる。なお、第2の支持体19の少なくとも一部が、電極延伸方向から見たときに、いずれか1つの弾性波共振子に対して

、交叉領域Eと重なるように配置されていればよい。

[0027] 以下において、本実施形態の構成のさらなる詳細を説明する。

[0028] 図1に示すように、圧電性基板12上には、IDT電極11を覆うように、誘電体膜24が設けられている。これにより、IDT電極11が破損し難い。誘電体膜24には、例えば、酸化ケイ素、窒化ケイ素または酸窒化ケイ素などを用いることができる。誘電体膜24が酸化ケイ素からなる場合には、周波数温度特性を改善することができる。他方、誘電体膜24が窒化ケイ素などからなる場合には、誘電体膜24を周波数調整膜として用いることができる。なお、誘電体膜24は設けられていなくともよい。

[0029] 圧電層14及び誘電体膜24には、連続して貫通孔20が設けられている。貫通孔20は、第1空洞部10aに至るように設けられている。貫通孔20は、弾性波装置10の製造に際し、中間層15内の犠牲層を除去するために用いられる。もっとも、貫通孔20は必ずしも設けられていなくともよい。

[0030] 蓋部25は、蓋部本体26と、絶縁体層27A及び絶縁体層27Bとを有する。蓋部本体26は第1の主面26a及び第2の主面26bを有する。第1の主面26a及び第2の主面26bは互いに対向している。第1の主面26a及び第2の主面26bのうち第2の主面26bが圧電性基板12側に位置している。第1の主面26aに絶縁体層27Aが設けられている。第2の主面26bに絶縁体層27Bが設けられている。本実施形態においては、蓋部本体26はシリコンを主成分とする。蓋部本体26の材料は上記に限定されないが、シリコンなどの半導体を主成分とすることが好ましい。本明細書において主成分とは、占める割合が50重量%を超える成分をいう。他方、絶縁体層27A及び絶縁体層27Bは、例えば、酸化ケイ素層である。

[0031] 蓋部25にはアンダーバンプメタル21Aが設けられている。より具体的には、蓋部25に貫通孔が設けられている。該貫通孔は第2の支持体19に至るように設けられている。該貫通孔内に、アンダーバンプメタル21Aが設けられている。アンダーバンプメタル21Aの一端は第2の支持体19に

接続されている。アンダーバンプメタル 2 1 A の他端に接続されるように、電極パッド 2 1 B が設けられている。なお、本実施形態では、アンダーバンプメタル 2 1 A 及び電極パッド 2 1 B は一体として設けられている。もっとも、アンダーバンプメタル 2 1 A 及び電極パッド 2 1 B は別体として設けられていてもよい。電極パッド 2 1 B にはバンプ 2 2 が接合されている。

[0032] より詳細には、電極パッド 2 1 B の外周縁付近を覆うように、絶縁体層 2 7 A が設けられている。電極パッド 2 1 B における、絶縁体層 2 7 A に覆われていない部分に、バンプ 2 2 が接合されている。なお、絶縁体層 2 7 A は、電極パッド 2 1 B 及び蓋部本体 2 6 の間に至っていてもよい。さらに、絶縁体層 2 7 A は、アンダーバンプメタル 2 1 A 及び蓋部本体 2 6 の間に至っていてもよい。絶縁体層 2 7 A 及び絶縁体層 2 7 B は、蓋部本体 2 6 の貫通孔を介して、一体として設けられていても構わない。

[0033] 上記のように、本実施形態では、第 1 の支持体 1 8 及び第 2 の支持体 1 9 はそれぞれ、複数の金属層の積層体である。より具体的には、第 1 の支持体 1 8 は、第 1 部分 1 8 a と、第 2 部分 1 8 b とを有する。第 1 部分 1 8 a 及び第 2 部分 1 8 b のうち、第 1 部分 1 8 a が蓋部 2 5 側に位置し、第 2 部分 1 8 b が圧電性基板 1 2 側に位置している。同様に、第 2 の支持体 1 9 も、第 1 部分 1 9 a と、第 2 部分 1 9 b とを有する。第 1 部分 1 9 a 及び第 2 部分 1 9 b のうち、第 1 部分 1 9 a が蓋部 2 5 側に位置し、第 2 部分 1 9 b が圧電性基板 1 2 側に位置している。それぞれの第 1 部分 1 8 a 及び第 1 部分 1 9 a は、例えば A u などからなる。それぞれの第 2 部分 1 8 b 及び第 2 部分 1 9 b は、例えば A l などからなる。本明細書において、ある部材がある材料からなるとは、弾性波装置の電気的特性が劣化しない程度の微量な不純物が含まれる場合を含む。

[0034] 図 2 に示すように、本実施形態においては、電極延伸方向において隣り合う弾性波共振子は、バスバーを共有している。共有されているバスバーは、一方の弾性波共振子においては、第 1 のバスバーとなり、他方の弾性波共振子においては、第 2 のバスバーとなる。

[0035] 圧電性基板 12 上には、複数の配線電極 23 が設けられている。複数の配線電極 23 のうち一部は、IDT 電極 11 同士を接続している。複数の配線電極 23 のうち他の一部は、IDT 電極 11 及び第 2 の支持体 19 を電氣的に接続している。より具体的には、図 1 に示すように、圧電性基板 12 上に、導電膜 17B が設けられている。導電膜 17B 上に第 2 の支持体 19 が設けられている。よって、配線電極 23 は、導電膜 17B を介して、第 2 の支持体 19 に電氣的に接続されている。そして、複数の IDT 電極 11 は、配線電極 23、導電膜 17B、第 2 の支持体 19、アンダーバンプメタル 21A、電極パッド 21B 及びバンプ 22 を介して、外部に電氣的に接続される。

[0036] 図 2 に示すように、第 2 の支持体 19 は、電極延伸方向から見たときに、少なくとも 1 つの弾性波共振子に対して、交叉領域 E と重なるように配置されていればよい。電極延長方向から見たときに、第 2 の支持体 19 が、該第 2 の支持体 19 と最も距離が短い弾性波共振子の交叉領域 E と重なるように設けられていることが好ましい。それによって、不要波を効果的に散乱させることができる。

[0037] 複数の第 2 の支持体 19 は、アンダーバンプメタル 21A に接続されていない第 2 の支持体 19 を含んでいてもよい。アンダーバンプメタル 21A に接続されているか否かに関わらず、第 2 の支持体 19 の少なくとも一部が、電極延伸方向から見たときに、IDT 電極 11 の交叉領域 E と重なるように配置されていればよい。それによって、不要波を散乱させることができる。

[0038] 本実施形態における機能電極は IDT 電極 11 である。なお、機能電極は少なくとも 1 対の電極指を有していればよい。この場合には、厚み滑りモードのバルク波を利用可能である。

[0039] 他方、弾性波装置 10 の複数の弾性波共振子は、例えば、板波を利用可能に構成されていてもよい。各弾性波共振子が板波を利用する場合には、IDT 電極 11 の交叉領域 E が励振領域である。この場合、圧電層 14 の材料として、例えば、ニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウム、酸化亜鉛、窒化ア

ルミニウム、水晶、またはP Z T（チタン酸ジルコン酸鉛）などを用いることができる。

[0040] ところで、本実施形態における回路構成は以下の通りである。

[0041] 図4は、第1の実施形態に係る弾性波装置の回路図である。

[0042] 図4に示すように、弾性波装置10はラダー型フィルタである。弾性波装置10は、入力端子23A及び出力端子23Bと、複数の直列腕共振子と、複数の並列腕共振子とを有する。入力端子23A及び出力端子23Bは、例えば、電極パッドとして構成されていてもよく、配線として構成されていてもよい。弾性波装置10においては、入力端子23Aから信号が入力される。

[0043] 弾性波装置10の複数の直列腕共振子及び複数の並列腕共振子はそれぞれ、分割型の弾性波共振子である。複数の直列腕共振子は、具体的には、直列腕共振子S1a、直列腕共振子S1b、直列腕共振子S2a及び直列腕共振子S2bである。直列腕共振子S1a及び直列腕共振子S1bは、1つの直列腕共振子が並列分割された共振子である。同様に、直列腕共振子S2a及び直列腕共振子S2bは、1つの直列腕共振子が並列分割された共振子である。入力端子23A及び出力端子23Bの間に、直列腕共振子S1a及び直列腕共振子S1b並びに直列腕共振子S2a及び直列腕共振子S2bが互いに直列に接続されている。

[0044] 複数の並列腕共振子は、具体的には、並列腕共振子P1a、並列腕共振子P1b、並列腕共振子P2a及び並列腕共振子P2bである。並列腕共振子P1a及び並列腕共振子P1bは、1つの並列腕共振子が並列分割された共振子である。同様に、並列腕共振子P2a及び並列腕共振子P2bは、1つの並列腕共振子が並列分割された共振子である。入力端子23Aとグラウンド電位との間に、並列腕共振子P1a及び並列腕共振子P1bが互いに並列に接続されている。直列腕共振子S1a及び直列腕共振子S2aの間の接続点とグラウンド電位との間に、並列腕共振子P2a及び並列腕共振子P2bが互いに並列に接続されている。

[0045] 並列腕共振子 P 1 a が、図 2 に示す第 1 共振子 10A である。並列腕共振子 P 2 a が、図 2 に示す第 2 共振子 10B である。

[0046] なお、弾性波装置 10 の回路構成は上記に限定されない。各直列腕共振子及び各並列腕共振子は直列分割された共振子であってもよい。あるいは、各直列腕共振子及び各並列腕共振子は分割型の共振子ではなくともよい。弾性波装置 10 がラダー型フィルタである場合、複数の共振子が、少なくとも 1 つの直列腕共振子及び少なくとも 1 つの並列腕共振子を含んでいればよい。

[0047] 図 2 に示すように、複数の並列腕共振子がそれぞれ第 2 の支持体 19 に接続されている。本実施形態においては、複数の並列腕共振子は、第 2 の支持体 19 を介してグラウンド電位に接続される。なお、このような、少なくとも 1 つの第 2 の支持体 19 が、弾性波共振子の I D T 電極 11 に電氣的に接続された構成を有することにより、放熱性を高めることができる。

[0048] 以下において、本実施形態における好ましい構成を示す。

[0049] 図 2 に示すように、並列腕共振子 P 2 a としての第 2 共振子 10B 及び直列腕共振子 S 2 a は、電極延伸方向において隣接している。これらのような、隣接する弾性波共振子間に、第 2 の支持体 19 が配置されていることが好ましい。これにより、各弾性波共振子のそれぞれの I D T 電極 11 において生じた熱を、第 2 の支持体 19 を介して外部に放出することができる。よって、放熱性を効果的に高めることができる。加えて、各弾性波共振子において生じた不要波が、隣接する弾性波共振子に到達し難い。なお、第 2 の支持体 19 は、電極対向方向において、弾性波共振子間に配置されていても構わない。

[0050] 一方で、少なくとも 1 つの第 2 の支持体 19 が、弾性波共振子と、第 1 の支持体 18 との間に設けられており、かつ複数の弾性波共振子の間に設けられていないことが好ましい。この場合には、弾性波共振子から漏洩した不要波を第 2 の支持体 19 によって効果的に散乱させることができる。

[0051] 上記導電膜 17B 及び配線電極 23 は、同じ材料からなることが好ましい。導電膜 17B に配線電極 23 が接続されている場合、導電膜 17B 及び配

線電極 2 3 が一体として設けられていることが好ましい。それによって、生産性を高めることができる。なお、導電膜 1 7 B は、必ずしも配線電極 2 3 に接続されていなくともよい。

[0052] 第 2 の支持体 1 9 及び少なくとも 1 つの弾性波共振子の間に、配線電極 2 3 が設けられていることが好ましい。この場合には、放熱性を高めることができる。

[0053] 図 1 に戻り、圧電性基板 1 2、第 1 の支持体 1 8 及び蓋部 2 5 が積層されている方向に沿う寸法を高さとしたときに、第 2 空洞部 1 0 b の高さが第 1 空洞部 1 0 a の高さよりも高いことが好ましい。この場合には、圧電層 1 4 が第 1 空洞部 1 0 a 側から第 2 空洞部 1 0 b 側に凸状に変形した際においても、蓋部 2 5 に圧電層 1 4 が張り付き難い。

[0054] もっとも、第 1 空洞部 1 0 a 及び第 2 空洞部 1 0 b の高さの関係は上記に限定されない。図 5 に示す第 1 の実施形態の変形例においては、第 1 空洞部 1 0 a の高さが第 2 空洞部 1 0 b の高さよりも高い。この場合には、圧電層 1 4 が第 2 空洞部 1 0 b 側から第 1 空洞部 1 0 a 側に凸状に変形した際においても、支持部材 1 3 に圧電層 1 4 が張り付き難い。加えて、第 1 の実施形態と同様に、不要波を散乱させることができ、不要波による電気的特性の劣化を抑制することができる。

[0055] ところで、第 1 の実施形態では、第 1 の支持体 1 8 及び複数の第 2 の支持体 1 9 は、圧電性基板 1 2 における圧電層 1 4 上に設けられている。もっとも、第 1 の支持体 1 8 の少なくとも一部が、圧電性基板 1 2 における、圧電層 1 4 が設けられていない部分に設けられていてもよい。同様に、第 2 の支持体 1 9 の少なくとも一部が、圧電性基板 1 2 における、圧電層 1 4 が設けられていない部分に設けられていてもよい。例えば、第 1 の支持体 1 8 または第 2 の支持体 1 9 の少なくとも一部が、中間層 1 5 上または支持基板 1 6 上に設けられていてもよい。

[0056] 第 1 の実施形態においては、第 1 の支持体 1 8 及び複数の第 2 の支持体 1 9 は、金属層の積層体である。なお、第 1 の支持体 1 8 の第 1 部分 1 8 a 及

び第2の支持体19の第1部分19aは樹脂からなってもよい。この場合においても、第2の支持体19の第2部分19bが金属を含むため、不要波を散乱させることができる。よって、不要波による電気的特性の劣化を抑制することができる。第2の支持体19の第1部分19aが樹脂からなる場合には、第1部分19aを貫通するように、アンダーバンプメタル21Aが設けられていればよい。

[0057] 蓋部本体26は半導体を主成分とする。なお、蓋部25は樹脂からなってもよい。さらに、第1の支持体18の第1部分18a及び第2の支持体19の第1部分19aが樹脂からなる場合には、第1部分18a、第1部分19a及び蓋部25は、同じ樹脂材料により一体として設けられていることが好ましい。それによって、生産性を高めることができる。

[0058] 第1の実施形態においては、IDT電極11は、圧電層14の第1の主面14aに設けられている。もっとも、IDT電極11は、圧電層14の第2の主面14bに設けられていてもよい。この場合、IDT電極11は、例えば、第1空洞部10a内に位置している。

[0059] 上述したように、第2の支持体19の少なくとも一部が、電極延伸方向から見たときに、IDT電極11の交叉領域Eと重なるように配置されていればよい。例えば、第1の実施形態では、図2に示すように、並列腕共振子P2bに接続された第2の支持体19の一部が、電極延伸方向において、並列腕共振子P2bの交叉領域Eと重なっている。第2の支持体19の他の一部は、電極延伸方向において、該交叉領域Eと重なっていない。

[0060] 図6は、第2の実施形態に係る弾性波装置の模式的平面図である。

[0061] 本実施形態は、複数の第2の支持体19の配置において第1の実施形態と異なる。上記の点以外においては、本実施形態の弾性波装置は第1の実施形態の弾性波装置10と同様の構成を有する。

[0062] 図6に示すように、本実施形態においても、電極延伸方向から見たときに、第2の支持体19の少なくとも一部が、IDT電極11の交叉領域Eと重なるように配置されている。よって、第1の実施形態と同様に、不要波を散

乱させることができ、不要波による電気的特性の劣化を抑制することができる。

[0063] 本実施形態では、1対の第2の支持体19が、直列腕共振子S2bを挟むように配置されている。これにより、放熱性を効果的に高めることができる。双方の第2の支持体19それぞれの少なくとも一部が、電極対向方向から見て、直列腕共振子S2bの交叉領域Eと重なるように配置されていることが好ましい。それによって、不要波を効果的に散乱させることができる。

[0064] もっとも、直列腕共振子S2bを挟むように配置されている第2の支持体19は1対に限定されず、2対以上であってもよい。あるいは、上記第2の支持体19は1.5対などであってもよい。直列腕共振子S2bが1.5対の第2の支持体19に挟まれているとは、電極延伸方向における一方に、2つの第2の支持体19が配置されており、他方に1つの第2の支持体19が配置されていることによって、挟まれていることをいう。

[0065] 本実施形態においては、直列腕共振子S2bを挟む第2の支持体19の配置は非対称である。上記非対称とは、平面視において、交叉領域Eの電極延伸方向における中央を通り、電極対向方向に延びる軸を対称軸Fとしたときに、複数の第2の支持体19の配置が線対称ではないことをいう。

[0066] 具体的には、本実施形態では、一方の第2の支持体19が、交叉領域Eの電極対向方向における中央よりも、該方向における交叉領域Eの一方端側に配置されている。他方の第2の支持体19は、上記中央よりも、交叉領域Eの他方端側に配置されている。このように、電極対向方向において非対称である。

[0067] これに加えて、本実施形態においては、電極延伸方向においても非対称である。より具体的には、距離L1を、直列腕共振子S2bを挟む第2の支持体19のうち一方の第2の支持体19と、直列腕共振子S2bにおける交叉領域Eの電極延伸方向の一方端との間の距離とする。距離L2を、他方の第2の支持体19と、上記交叉領域Eの他方端との間の距離とする。図6に示すように、 $L1 \neq L2$ である。

- [0068] すなわち、本実施形態では、直列腕共振子 S 2 b を挟む 1 対の第 2 の支持体 1 9 の配置は、電極対向方向及び電極延伸方向の双方において非対称である。なお、上記 1 対の第 2 の支持体 1 9 の配置が非対称である場合、該配置は、電極対向方向及び電極延伸方向のうち少なくとも一方において非対称であればよい。それによって、不要波を効果的に散乱させることができる。
- [0069] もっとも、本実施形態のように、 $L_1 \neq L_2$ であることが好ましい。これにより、不要波が各第 2 の支持体 1 9 に至るときの位相を、互いにずらすことができる。従って、不要波をより一層散乱させることができる。
- [0070] 1 対の第 2 の支持体 1 9 の中心同士の配置が、電極対向方向及び電極延伸方向のうち少なくとも一方において非対称であることが好ましい。この場合には、不要波をより確実に、効果的に散乱させることができる。
- [0071] 上記のように、直列腕共振子 S 2 b を挟むように第 2 の支持体 1 9 を配置することにより、放熱性を効果的に高めることができる。本実施形態においては、1 対の第 2 の支持体 1 9 が、電極対向方向及び電極延伸方向のいずれとも交叉する方向において、直列腕共振子 S 2 b を挟んでいる。もっとも、複数の第 2 の支持体 1 9 により弾性波共振子を挟む方向は上記に限定されない。例えば、複数の第 2 の支持体 1 9 は、弾性波共振子を、電極対向方向において挟んでいてもよく、電極延伸方向において挟んでいてもよい。
- [0072] 図 7 は、第 3 の実施形態に係る弾性波装置の模式的平面図である。
- [0073] 本実施形態は、複数の第 2 の支持体 1 9 の配置において、第 2 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 3 0 は第 2 の実施形態の弾性波装置と同様の構成を有する。
- [0074] 図 7 に示すように、本実施形態においても、電極延伸方向から見たときに、第 2 の支持体 1 9 の少なくとも一部が、I D T 電極 1 1 の交叉領域 E と重なるように配置されている。よって、第 2 の実施形態と同様に、不要波を散乱させることができ、不要波による電気的特性の劣化を抑制することができる。
- [0075] 弾性波装置 3 0 においては、直列腕共振子 S 2 a を電極延伸方向において

挟むように、１対の第２の支持体１９が設けられている。同様に、直列腕共振子Ｓ２ｂを電極延伸方向において挟むように、１対の第２の支持体１９が設けられている。それによって、直列腕共振子Ｓ２ａ及び直列腕共振子Ｓ２ｂにおいて生じる熱を効果的に放熱することができる。

[0076] 一方で、並列腕共振子Ｐ１ａの、電極延伸方向における片側に、第２の支持体１９が設けられている。同様に、並列腕共振子Ｐ１ｂの、電極延伸方向における片側に、第２の支持体１９が設けられている。それによって、第２の支持体１９が配置される部分を減らすことができ、圧電性基板１２の面積を小さくすることができる。このような構成は、直列腕共振子Ｓ２ａ及び直列腕共振子Ｓ２ｂが、並列腕共振子Ｐ１ａ及び並列腕共振子Ｐ１ｂに比べて耐電力性を求められる回路構成において、特に好適である。具体的には、弾性波装置３０の全体としての耐電力性を高めることができ、かつ弾性波装置３０を小型にすることができる。

[0077] 図８は、第４の実施形態に係る弾性波装置の模式的平面図である。なお、上記図７中においては、上方から信号が入力されるように示していたが、図８中においては、下方から信号が入力されるように示している。

[0078] 本実施形態は、複数の弾性波共振子の配置及び複数の第２の支持体１９の配置において、第３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４０は第３の実施形態の弾性波装置３０と同様の構成を有する。

[0079] 図８に示すように、本実施形態においても、電極延伸方向から見たときに、第２の支持体１９の少なくとも一部が、ＩＤＴ電極１１の交叉領域Ｅと重なるように配置されている。よって、第３の実施形態と同様に、不要波を散乱させることができ、不要波による電気的特性の劣化を抑制することができる。

[0080] 本実施形態においては、並列腕共振子Ｐ１ａを電極延伸方向において挟むように、１対の第２の支持体１９が設けられている。それによって、並列腕共振子Ｐ１ａにおいて生じる熱を効果的に放熱することができる。一方で、

直列腕共振子 S 2 a の、電極延伸方向における片側に、第 2 の支持体 1 9 が設けられている。それによって、第 2 の支持体 1 9 が配置される部分を減らすことができ、圧電性基板 1 2 の面積を小さくすることができる。このような構成は、並列腕共振子 P 1 a が、直列腕共振子 S 2 a に比べて耐電力性を求められる回路構成において、特に好適である。具体的には、弾性波装置 4 0 の全体としての耐電力性を高めることができ、かつ弾性波装置 4 0 を小型にすることができる。

[0081] なお、回路上において、並列腕共振子 P 1 a は、複数の弾性波共振子のうち入力端子 2 3 A に最も近い弾性波共振子の 1 つである。この場合には、並列腕共振子 P 1 a は、耐電力性を特に求められ易い。

[0082] 直列腕共振子 S 1 a 及び直列腕共振子 S 1 b の間に第 2 の支持体 1 9 が設けられている。このように、分割型の共振子の間に第 2 の支持体 1 9 が配置されている。これにより、放熱性を効果的に高めることができる。なお、直列腕共振子 S 1 a 及び直列腕共振子 S 1 b の間に、複数の第 2 の支持体 1 9 が設けられていてもよい。

[0083] 以下において、厚み滑りモード及び板波の詳細を説明する。なお、以下の例における電極は、上記電極指に相当する。以下の例における支持部材は、本発明における支持基板に相当する。

[0084] 図 9 (a) は、厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波装置の外観を示す略図的斜視図であり、図 9 (b) は、圧電層上の電極構造を示す平面図であり、図 1 0 は、図 9 (a) 中の A - A 線に沿う部分の断面図である。

[0085] 弾性波装置 1 は、 LiNbO_3 からなる圧電層 2 を有する。圧電層 2 は、 LiTaO_3 からなるものであってもよい。 LiNbO_3 や LiTaO_3 のカット角は、Z カットであるが、回転 Y カットや X カットであってもよい。圧電層 2 の厚みは、特に限定されないが、厚み滑りモードを効果的に励振するには、40 nm 以上、1000 nm 以下であることが好ましく、50 nm 以上、1000 nm 以下であることがより好ましい。圧電層 2 は、対向し合う第 1、第 2 の主面 2 a、2 b を有する。第 1 の主面 2 a 上に、電極 3 及び電極 4

が設けられている。ここで電極 3 が「第 1 電極」の一例であり、電極 4 が「第 2 電極」の一例である。図 9 (a) 及び図 9 (b) では、複数の電極 3 が、第 1 のバスバー 5 に接続されている。複数の電極 4 は、第 2 のバスバー 6 に接続されている。複数の電極 3 及び複数の電極 4 は、互いに間挿し合っている。電極 3 及び電極 4 は、矩形形状を有し、長さ方向を有する。この長さ方向と直交する方向において、電極 3 と、隣りの電極 4 とが対向している。電極 3, 4 の長さ方向、及び、電極 3, 4 の長さ方向と直交する方向はいずれも、圧電層 2 の厚み方向に交叉する方向である。このため、電極 3 と、隣りの電極 4 とは、圧電層 2 の厚み方向に交叉する方向において対向しているともいえる。また、電極 3, 4 の長さ方向が図 9 (a) 及び図 9 (b) に示す電極 3, 4 の長さ方向に直交する方向と入れ替わってもよい。すなわち、図 9 (a) 及び図 9 (b) において、第 1 のバスバー 5 及び第 2 のバスバー 6 が延びている方向に電極 3, 4 を延ばしてもよい。その場合、第 1 のバスバー 5 及び第 2 のバスバー 6 は、図 9 (a) 及び図 9 (b) において電極 3, 4 が延びている方向に延びることとなる。そして、一方電位に接続される電極 3 と、他方電位に接続される電極 4 とが隣り合う 1 対の構造が、上記電極 3, 4 の長さ方向と直交する方向に、複数対設けられている。ここで電極 3 と電極 4 とが隣り合うとは、電極 3 と電極 4 とが直接接触するように配置されている場合ではなく、電極 3 と電極 4 とが間隔を介して配置されている場合を指す。また、電極 3 と電極 4 とが隣り合う場合、電極 3 と電極 4 との間には、他の電極 3, 4 を含む、ホット電極やグラウンド電極に接続される電極は配置されない。この対数は、整数対である必要はなく、1.5 対や 2.5 対などであってもよい。電極 3, 4 間の中心間距離すなわちピッチは、 $1\ \mu\text{m}$ 以上、 $10\ \mu\text{m}$ 以下の範囲が好ましい。また、電極 3, 4 の幅、すなわち電極 3, 4 の対向方向の寸法は、 $50\ \text{nm}$ 以上、 $1000\ \text{nm}$ 以下の範囲であることが好ましく、 $150\ \text{nm}$ 以上、 $1000\ \text{nm}$ 以下の範囲であることがより好ましい。なお、電極 3, 4 間の中心間距離とは、電極 3 の長さ方向と直交する方向における電極 3 の寸法（幅寸法）の中心と、電極 4 の長

さ方向と直交する方向における電極 4 の寸法（幅寸法）の中心とを結んだ距離となる。

[0086] また、弾性波装置 1 では、Z カットの圧電層を用いているため、電極 3, 4 の長さ方向と直交する方向は、圧電層 2 の分極方向に直交する方向となる。圧電層 2 として他のカット角の圧電体を用いた場合には、この限りでない。ここにおいて、「直交」とは、厳密に直交する場合のみに限定されず、略直交（電極 3, 4 の長さ方向と直交する方向と分極方向とのなす角度が例えば $90^{\circ} \pm 10^{\circ}$ の範囲内）でもよい。

[0087] 圧電層 2 の第 2 の主面 2 b 側には、絶縁層 7 を介して支持部材 8 が積層されている。絶縁層 7 及び支持部材 8 は、枠状の形状を有し、図 10 に示すように、貫通孔 7 a, 8 a を有する。それによって、空洞部 9 が形成されている。空洞部 9 は、圧電層 2 の励振領域 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 2 b に絶縁層 7 を介して積層されている。なお、絶縁層 7 は設けられずともよい。従って、支持部材 8 は、圧電層 2 の第 2 の主面 2 b に直接または間接に積層され得る。

[0088] 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。支持部材 8 を構成する Si は、抵抗率 $4 \text{ k} \Omega \text{ cm}$ 以上の高抵抗であることが望ましい。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。

[0089] 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、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。

[0090] 上記複数の電極 3, 4 及び第 1, 第 2 のバスバー 5, 6 は、Al、AlCu 合金などの適宜の金属もしくは合金からなる。本実施形態では、電極 3, 4 及び第 1, 第 2 のバスバー 5, 6 は、Ti 膜上に Al 膜を積層した構造を有する。なお、Ti 膜以外の密着層を用いてもよい。

[0091] 駆動に際しては、複数の電極 3 と、複数の電極 4 との間に交流電圧を印加する。より具体的には、第 1 のバスバー 5 と第 2 のバスバー 6 との間に交流電圧を印加する。それによって、圧電層 2 において励振される厚み滑りモードのバルク波を利用した、共振特性を得ることが可能とされている。また、弾性波装置 1 では、圧電層 2 の厚みを d 、複数対の電極 3, 4 のうちいずれかの隣り合う電極 3, 4 の中心間距離を p とした場合、 d/p は 0.5 以下とされている。そのため、上記厚み滑りモードのバルク波が効果的に励振され、良好な共振特性を得ることができる。より好ましくは、 d/p は 0.24 以下であり、その場合には、より一層良好な共振特性を得ることができる。

[0092] 弾性波装置 1 では、上記構成を備えるため、小型化を図ろうとして、電極 3, 4 の対数を小さくしたとしても、 Q 値の低下が生じ難い。これは、両側の反射器における電極指の本数を少なくしても、伝搬ロスが少ないためである。また、上記電極指の本数を少なくできるのは、厚み滑りモードのバルク波を利用していることによる。弾性波装置で利用したラム波と、上記厚み滑りモードのバルク波の相違を、図 11 (a) 及び図 11 (b) を参照して説明する。

[0093] 図 11 (a) は、日本公開特許公報 特開 2012-257019 号公報に記載のような弾性波装置の圧電膜を伝搬するラム波を説明するための模式的正面断面図である。ここでは、圧電膜 201 中を矢印で示すように波が伝搬する。ここで、圧電膜 201 では、第 1 の主面 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 1 1 (a) に示すように、ラム波では、波が図示のように、X 方向に伝搬していく。板波であるため、圧電膜 2 0 1 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。

[0094] これに対して、図 1 1 (b) に示すように、弾性波装置 1 では、振動変位は厚み滑り方向であるから、波は、圧電層 2 の第 1 の主面 2 a と第 2 の主面 2 b とを結ぶ方向、すなわち Z 方向にほぼ伝搬し、共振する。すなわち、波の X 方向成分が Z 方向成分に比べて著しく小さい。そして、この Z 方向の波の伝搬により共振特性が得られるため、反射器の電極指の本数を少なくしても、伝搬損失は生じ難い。さらに、小型化を進めようとして、電極 3, 4 からなる電極対の対数を減らしたとしても、Q 値の低下が生じ難い。

[0095] なお、厚み滑りモードのバルク波の振幅方向は、図 1 2 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 4 5 1 と、励振領域 C に含まれる第 2 領域 4 5 2 とで逆になる。図 1 2 では、電極 3 と電極 4 との間に、電極 4 が電極 3 よりも高電位となる電圧が印加された場合のバルク波を模式的に示してある。第 1 領域 4 5 1 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 V P 1 と、第 1 の主面 2 a との間の領域である。第 2 領域 4 5 2 は、励振領域 C のうち、仮想平面 V P 1 と、第 2 の主面 2 b との間の領域である。

[0096] 上記のように、弾性波装置 1 では、電極 3 と電極 4 とからなる少なくとも 1 対の電極が配置されているが、X 方向に波を伝搬させるものではないため、この電極 3, 4 からなる電極対の対数は複数対ある必要はない。すなわち、少なくとも 1 対の電極が設けられてさえおればよい。

[0097] 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。

[0098] 図13は、図10に示す弾性波装置の共振特性を示す図である。なお、この共振特性を得た弾性波装置1の設計パラメータは以下の通りである。

[0099] 圧電層2：オイラー角 (0° , 0° , 90°) の LiNbO_3 、厚み = 400 nm 。

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

絶縁層7： $1\text{ }\mu\text{ m}$ の厚みの酸化ケイ素膜。

支持部材8：Si。

[0100] 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。

[0101] 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。

[0102] 図13から明らかなように、反射器を有しないにも関わらず、比帯域が12.5%である良好な共振特性が得られている。

[0103] 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14を参照して説明する。

[0104] 図13に示した共振特性を得た弾性波装置と同様に、但し d/p を変化させ、複数の弾性波装置を得た。図14は、この d/p 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。

[0105] 図14から明らかなように、 $d/p > 0.5$ 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、 $d/p \leq 0.5$ の場合には、その範囲内で d/p を変化させれば、比帯域を5%以上とすることができ、すなわち高い結合係数を有する共振子を構成することができる。また、 d/p が

0.24 以下の場合には、比帯域を7%以上と高めることができる。加えて、 d/p をこの範囲内で調整すれば、より一層比帯域の広い共振子を得ることができ、より一層高い結合係数を有する共振子を実現することができる。従って、 d/p を0.5以下とすることにより、上記厚み滑りモードのバルク波を利用した、高い結合係数を有する共振子を構成し得ることがわかる。

[0106] 図15は、厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波装置の平面図である。弾性波装置80では、圧電層2の第1の主面2a上において、電極3と電極4とを有する1対の電極が設けられている。なお、図15中のKが交叉幅となる。前述したように、本発明の弾性波装置では、電極の対数は1対であってもよい。この場合においても、上記 d/p が0.5以下であれば、厚み滑りモードのバルク波を効果的に励振することができる。

[0107] 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見たときに重なっている領域である励振領域Cに対する、上記隣り合う電極3, 4のメタライゼーション比MRが、 $MR \leq 1.75(d/p) + 0.075$ を満たすことが望ましい。その場合には、スプリアスを効果的に小さくすることができる。これを、図16及び図17を参照して説明する。図16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LiNbO₃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。

[0108] メタライゼーション比MRを、図9(b)を参照して説明する。図9(b)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、一点鎖線で囲まれた部分が励振領域Cとなる。この励振領域Cとは、電極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見たときに電極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C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Cの面積に対する比である。

[0109] 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。

[0110] 図17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17は、ZカットのLiNbO₃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。

[0111] 図17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17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16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。

[0112] 図18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18の破線Dの右側のハッチングを付して示した部分が、比帯域が17%以下の領域である。このハッチングを付した領域と、付していない領域との境界は、 $MR = 3.5(d/2p) + 0.075$ で表される。すなわち、 $MR = 1.75(d/p) + 0.075$ である。従って、好ましくは、 $MR \leq 1.75(d/p) + 0.075$

である。その場合には、比帯域を17%以下としやすい。より好ましくは、図18中の一点鎖線D1で示す $MR = 3.5(d/2p) + 0.05$ の右側の領域である。すなわち、 $MR \leq 1.75(d/p) + 0.05$ であれば、比帯域を確実に17%以下にすることができる。

[0113] 図19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19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。

[0114] ($0^\circ \pm 10^\circ$, $0^\circ \sim 20^\circ$, 任意の ϕ) …式(1)

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

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

[0115] 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。圧電層2がタンタル酸リチウム層である場合も同様である。

[0116] 図20は、ラム波を利用する弾性波装置を説明するための部分切り欠き斜視図である。

[0117] 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20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84c及び複数本の第2の電極指84dとを有する。複数本の第1の電極指84cは、第1のバス

バー 84 a に接続されている。複数本の第 2 の電極指 84 d は、第 2 のバスバー 84 b に接続されている。複数本の第 1 の電極指 84 c と、複数本の第 2 の電極指 84 d とは間挿し合っている。

[0118] 弾性波装置 81 では、上記空洞部 9 上の I D T 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。

[0119] このように、本発明の弾性波装置は、板波を利用するものであってもよい。この場合、上記第 1 ～第 4 の実施形態または変形例における圧電層上に、図 20 に示す I D T 電極 84、反射器 85 及び反射器 86 が設けられていればよい。

[0120] 厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波共振子を有する第 1 ～第 4 の実施形態または変形例の弾性波装置においては、上記のように、 d/p が 0.5 以下であることが好ましく、0.24 以下であることがより好ましい。それによって、より一層良好な共振特性を得ることができる。さらに、厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波共振子を有する第 1 ～第 4 の実施形態または変形例の弾性波装置においては、上記のように、 $MR \leq 1.75 (d/p) + 0.075$ を満たすことが好ましい。この場合には、スプリアスをより確実に抑制することができる。

[0121] 厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波共振子を有する第 1 ～第 4 の実施形態または変形例の弾性波装置における圧電層は、ニオブ酸リチウム層またはタンタル酸リチウム層であることが好ましい。そして、該圧電層を構成しているニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムのオイラー角 (ϕ , θ , ψ) が、上記の式 (1)、式 (2) または式 (3) の範囲にあることが好ましい。この場合、比帯域を十分に広げることができる。

符号の説明

[0122] 1 …弾性波装置

2 …圧電層

2 a, 2 b…第1, 第2の主面
3, 4…電極
5, 6…第1, 第2のバスバー
7…絶縁層
7 a…貫通孔
8…支持部材
8 a…貫通孔
9…空洞部
10…弾性波装置
10 A, 10 B…第1, 第2共振子
10 a, 10 b…第1, 第2空洞部
11…IDT電極
12…圧電性基板
13…支持部材
14…圧電層
14 a, 14 b…第1, 第2の主面
15…中間層
16…支持基板
17 A…電極層
17 B…導電膜
18…第1の支持体
18 a, 18 b…第1, 第2部分
18 c…開口部
19…第2の支持体
19 a, 19 b…第1, 第2部分
20…貫通孔
21 A…アンダーバンプメタル
21 B…電極パッド

2 2 …バンプ
2 3 …配線電極
2 3 A …入力端子
2 3 B …出力端子
2 4 …誘電体膜
2 5 …蓋部
2 6 …蓋部本体
2 6 a, 2 6 b …第 1, 第 2 の主面
2 7 A, 2 7 B …絶縁体層
2 8 A, 2 8 B …第 1, 第 2 のバスバー
2 9 A, 2 9 B …第 1, 第 2 の電極指
3 0, 4 0, 8 0, 8 1 …弾性波装置
8 2 …支持基板
8 3 …圧電層
8 4 …I D T 電極
8 4 a, 8 4 b …第 1, 第 2 のバスバー
8 4 c, 8 4 d …第 1, 第 2 の電極指
8 5, 8 6 …反射器
2 0 1 …圧電膜
2 0 1 a, 2 0 1 b …第 1, 第 2 の主面
4 5 1, 4 5 2 …第 1, 第 2 領域
C …励振領域
E …交叉領域
P 1 a, P 1 b, P 2 a, P 2 b …並列腕共振子
S 1 a, S 1 b, S 2 a, S 2 b …直列腕共振子
V P 1 …仮想平面

請求の範囲

[請求項1] 支持基板を含む支持部材と、前記支持部材上に設けられており、対向し合う第1の主面及び第2の主面を有する圧電層と、を含む圧電性基板と、

前記圧電層の前記第1の主面または前記第2の主面に設けられており、少なくとも1対の電極を有する、少なくとも1つの機能電極と、

前記圧電性基板上に、前記機能電極を囲むように設けられている第1の支持体と、

前記圧電性基板上に設けられており、前記第1の支持体に囲まれている部分に配置されている、少なくとも1つの第2の支持体と、

前記第1の支持体上及び前記第2の支持体上に設けられている蓋部と、

を備え、

隣り合う前記電極同士が対向する方向を電極対向方向とし、前記電極対向方向から見たときに、隣り合う前記電極同士が重なり合う領域が交叉領域であり、

前記少なくとも1対の電極が延びる方向を電極延伸方向とし、前記電極延伸方向から見たときに、前記第2の支持体の少なくとも一部が、前記交叉領域と重なるように配置されている、弾性波装置。

[請求項2] 複数の前記機能電極を備え、

前記機能電極をそれぞれ有する複数の共振子が構成されており、

2つの前記共振子の間に少なくとも1つの前記第2の支持体が配置されている、請求項1に記載の弾性波装置。

[請求項3] 前記複数の共振子が、分割型の複数の共振子を含み、

分割型の2つの前記共振子の間に少なくとも1つの前記第2の支持体が配置されている、請求項2に記載の弾性波装置。

[請求項4] 複数の前記機能電極を備え、

前記機能電極をそれぞれ有する複数の共振子が構成されており、

前記圧電性基板上における、2つの前記共振子の間以外の部分に少なくとも1つの前記第2の支持体が配置されている、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] 少なくとも1つの前記第2の支持体が、前記機能電極に電氣的に接続されている、請求項1～4のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項6] 複数の前記機能電極と、
 複数の前記第2の支持体と、
 を備え、
 前記機能電極をそれぞれ有する複数の共振子が構成されており、
 1つの前記共振子を挟むように、少なくとも1対の前記第2の支持体が配置されている、請求項1～5のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項7] 前記複数の共振子が、少なくとも1つの直列腕共振子及び少なくとも1つの並列腕共振子を含み、
 1つの前記直列腕共振子を挟むように、少なくとも1対の前記第2の支持体が配置されている、請求項6に記載の弾性波装置。

[請求項8] 前記複数の共振子が、少なくとも1つの直列腕共振子及び少なくとも1つの並列腕共振子を含み、
 1つの前記並列腕共振子を挟むように、少なくとも1対の前記第2の支持体が配置されている、請求項6に記載の弾性波装置。

[請求項9] 信号が入力される入力端に最も近い前記共振子を挟むように、少なくとも1対の前記第2の支持体が配置されている、請求項6～8のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項10] 前記共振子の前記交叉領域の前記電極延伸方向における中央を通り、かつ前記電極対向方向に延びる軸を対称軸としたときに、前記共振子を挟むように設けられている前記少なくとも1対の第2の支持体が、線対称とならないように配置されている、請求項6～9のいずれか1項に記載の弾性波装置。

- [請求項11] 少なくとも1つの前記第2の支持体及び少なくとも1つの前記共振子の間に、配線電極が設けられている、請求項1～10のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項12] 前記支持部材に、少なくとも1つの第1空洞部が設けられており、前記第1空洞部が、平面視において、前記機能電極の少なくとも一部と重なっており、
- 前記圧電性基板、前記第1の支持体及び前記蓋部により囲まれた第2空洞部が設けられており、
- 前記圧電性基板、前記第1の支持体及び前記蓋部が積層されている方向に沿う寸法を高さとしたときに、前記第1空洞部の高さが前記第2空洞部の高さよりも高い、請求項1～11のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項13] 前記支持部材に、少なくとも1つの第1空洞部が設けられており、前記第1空洞部が、平面視において、前記機能電極の少なくとも一部と重なっており、
- 前記圧電性基板、前記第1の支持体及び前記蓋部により囲まれた第2空洞部が設けられており、
- 前記圧電性基板、前記第1の支持体及び前記蓋部が積層されている方向に沿う寸法を高さとしたときに、前記第2空洞部の高さが前記第1空洞部の高さよりも高い、請求項1～11のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項14] 前記支持部材が、前記支持基板及び前記圧電層の間に設けられている中間層を含む、請求項1～13のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項15] 前記支持部材が、前記支持基板及び前記圧電層の間に設けられている中間層を含み、前記第1空洞部の少なくとも一部が前記中間層に設けられている、請求項12または13に記載の弾性波装置。
- [請求項16] 前記蓋部が半導体を主成分とする蓋部本体を含む、請求項1～15

のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項17] 前記圧電層が、タンタル酸リチウム層またはニオブ酸リチウム層である、請求項 1 ～ 16 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項18] 前記機能電極が、互いに対向する第 1, 第 2 バスバーと、前記第 1 バスバーに接続された 1 以上の第 1 の電極指と、前記第 2 バスバーに接続された 1 以上の第 2 の電極指と、を有する、請求項 1 ～ 17 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項19] 前記機能電極が、前記第 1 の電極指及び前記第 2 の電極指をそれぞれ複数有する I D T 電極である、請求項 18 に記載の弾性波装置。

[請求項20] 板波を利用可能に構成されている、請求項 19 に記載の弾性波装置。

[請求項21] 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 18 または 19 に記載の弾性波装置。

[請求項22] 前記圧電層の厚みを d 、隣り合う前記第 1 の電極指及び前記第 2 の電極指の中心間距離を p とした場合、 d/p が 0.5 以下である、請求項 18 または 19 に記載の弾性波装置。

[請求項23] d/p が 0.24 以下である、請求項 22 に記載の弾性波装置。

[請求項24] 前記電極対向方向から見たときに、隣り合う前記第 1 の電極指及び前記第 2 の電極指が重なり合っている領域が励振領域であり、

前記励振領域に対する、前記 1 以上の第 1 の電極指及び前記 1 以上の第 2 の電極指のメタライゼーション比を MR としたときに、 $MR \leq 1.75 (d/p) + 0.075$ を満たす、請求項 21 ～ 23 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項25] 前記圧電層が、タンタル酸リチウム層またはニオブ酸リチウム層であり、

前記圧電層を構成しているニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムのオイラー角 (ϕ , θ , ψ) が、以下の式 (1)、式 (2) または式 (3) の範囲にある、請求項 21 ～ 24 のいずれか 1 項に記載の

弾性波装置。

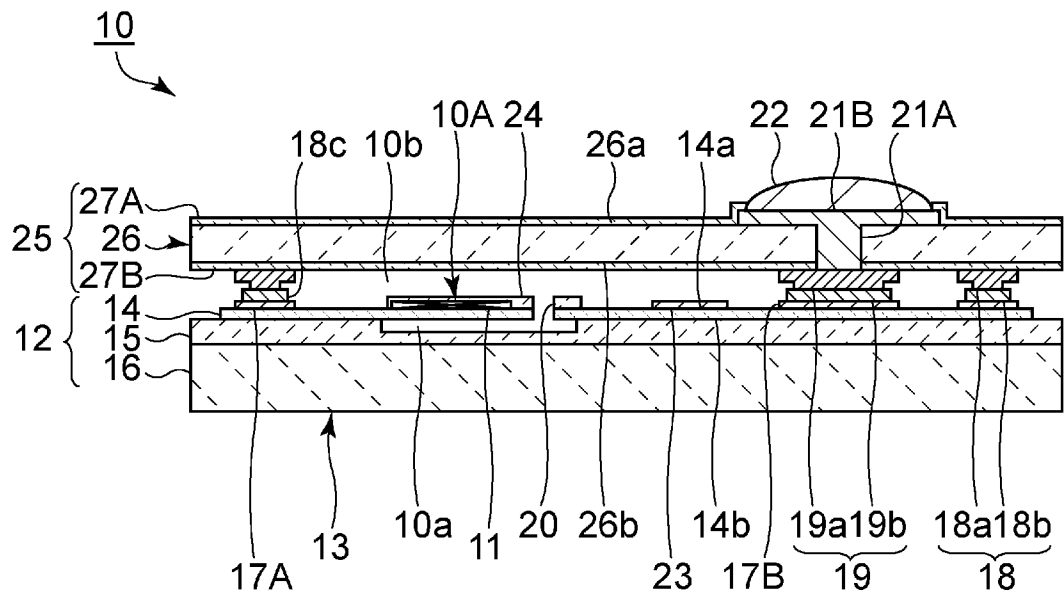
$$(0^\circ \pm 10^\circ, 0^\circ \sim 20^\circ, \text{任意の} \phi) \quad \dots \text{式 (1)}$$

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

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

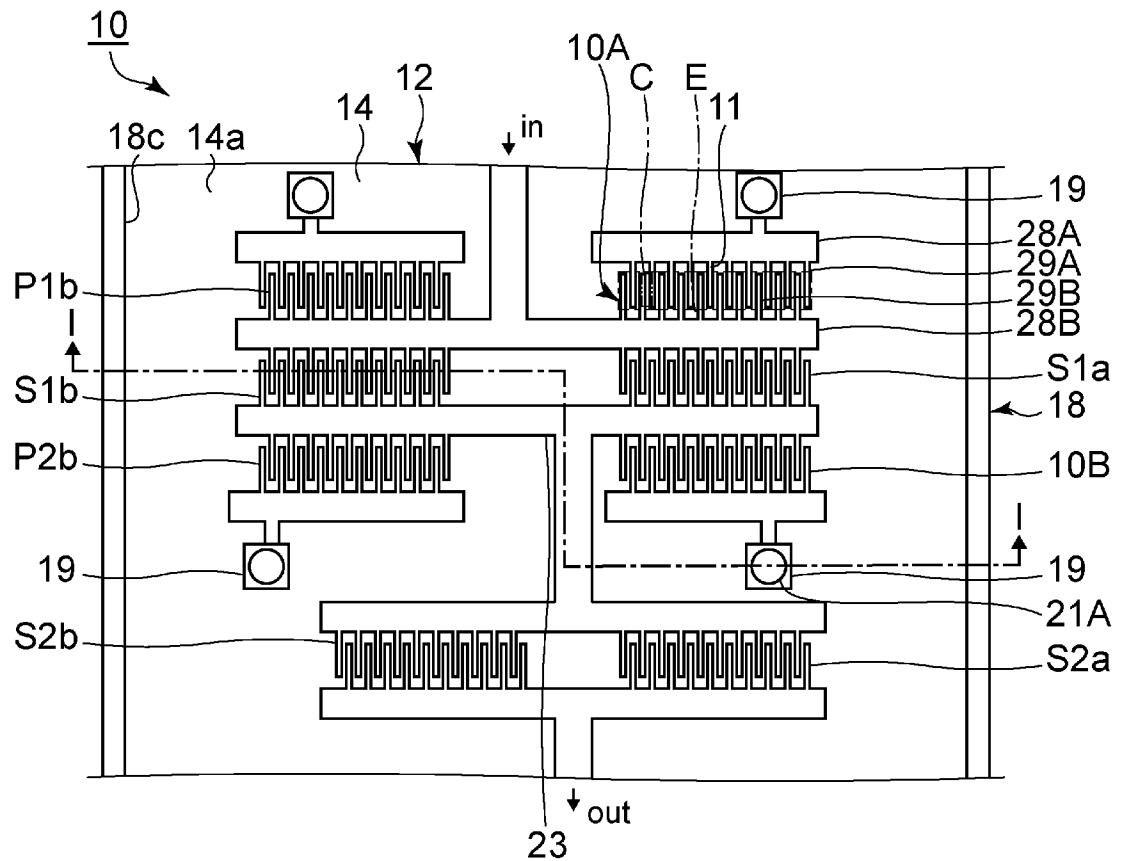
[図1]

図1



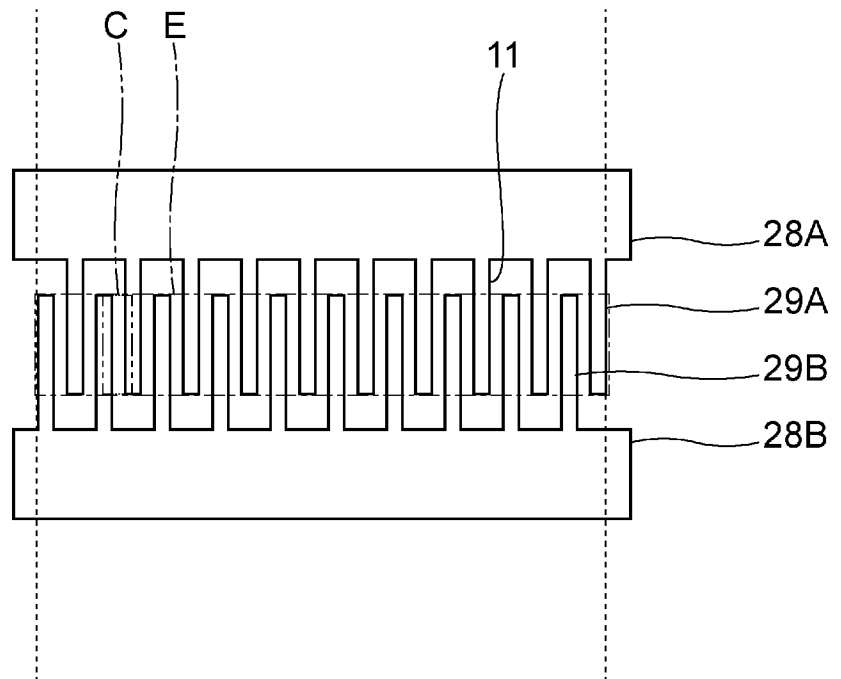
[図2]

図2



[図3]

図3



[図4]

図4

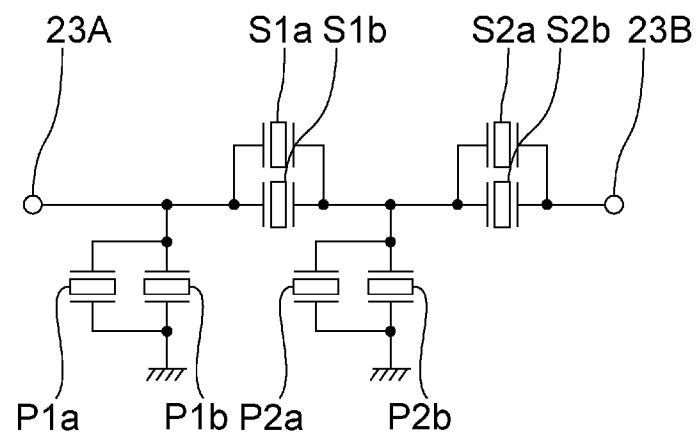
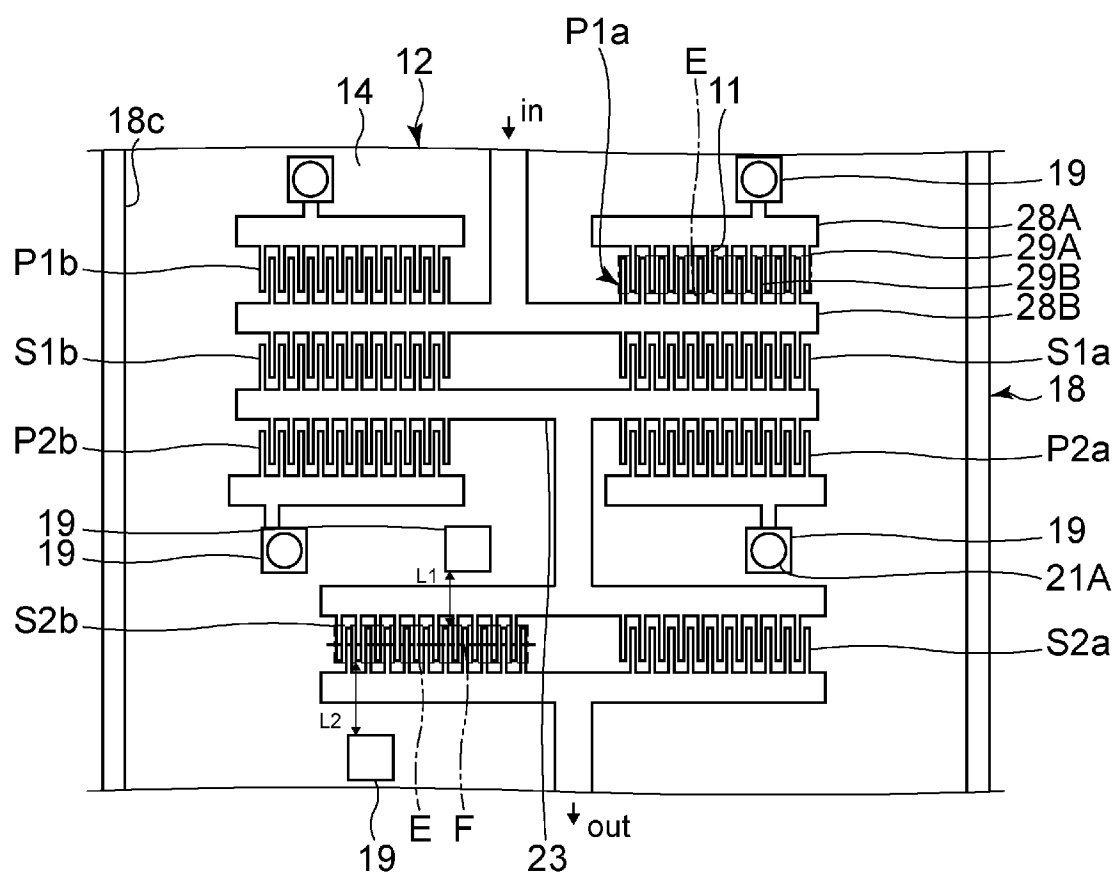
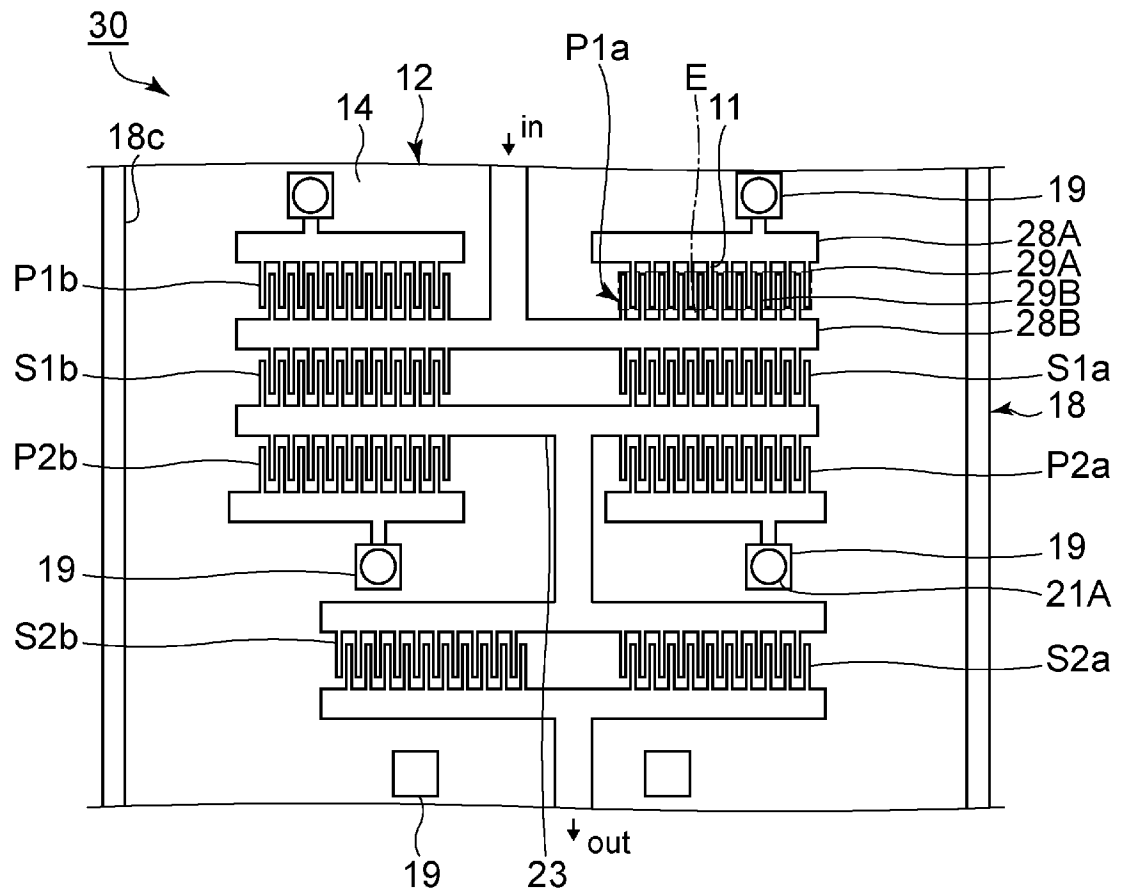
10
→

図5



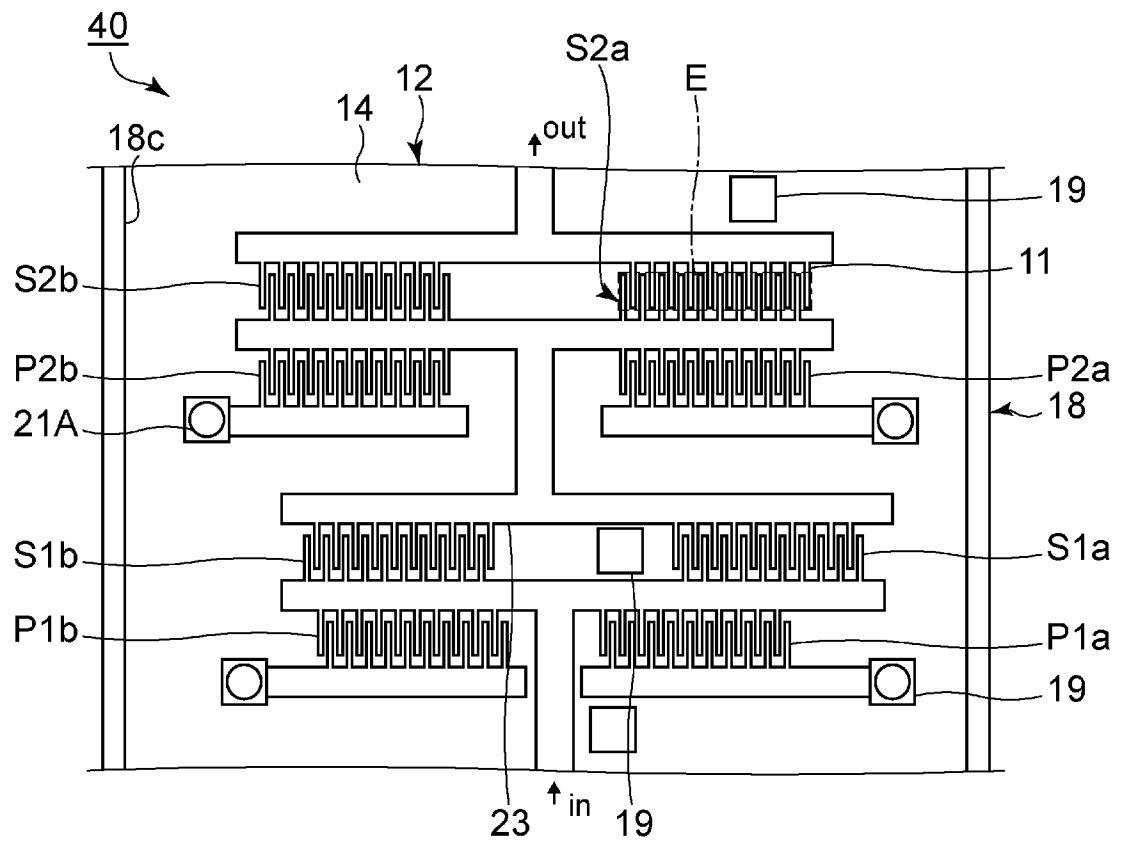
[図7]

図7



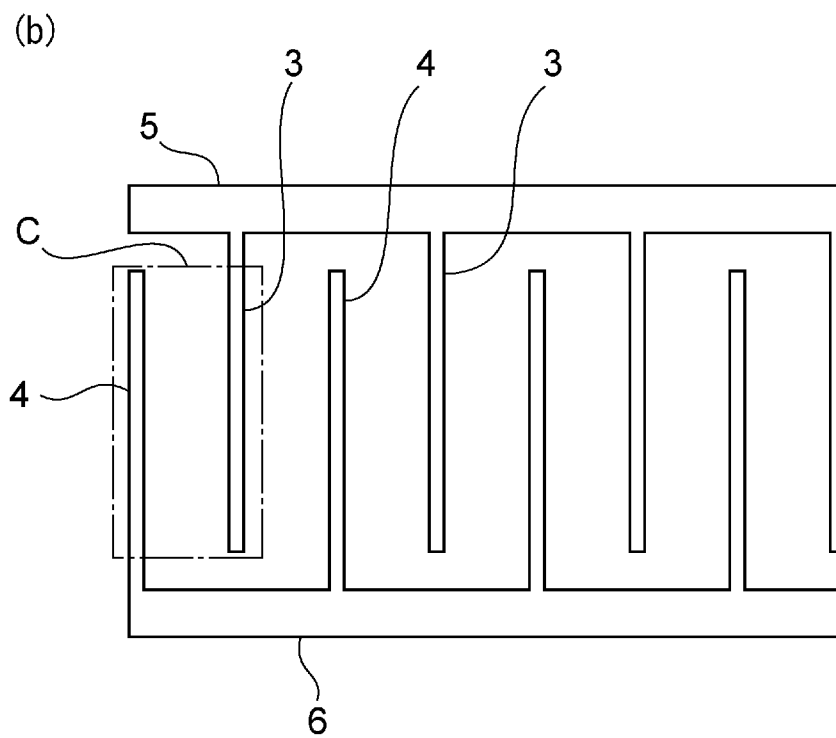
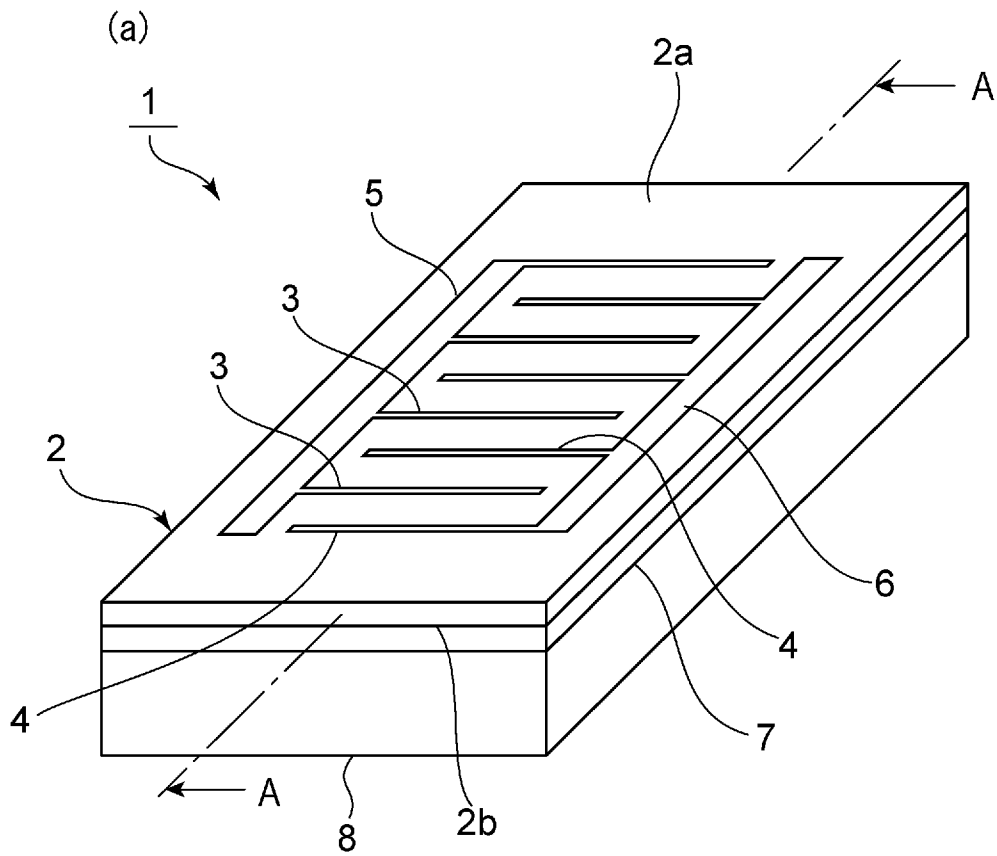
[図8]

図8



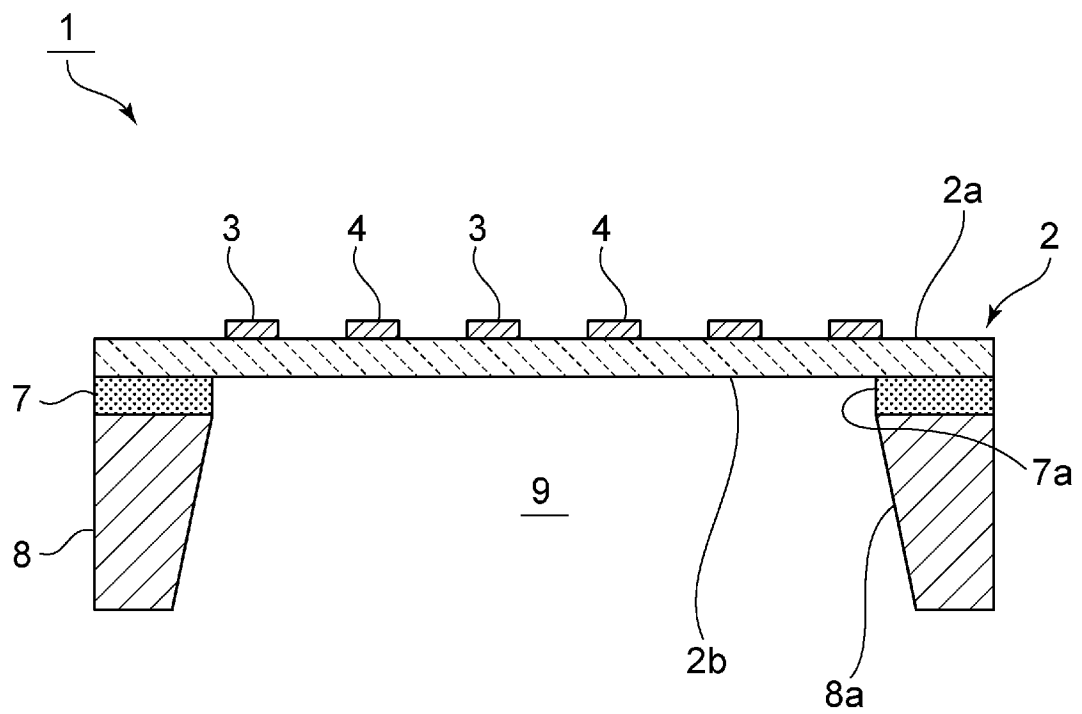
[図9]

図9



[図10]

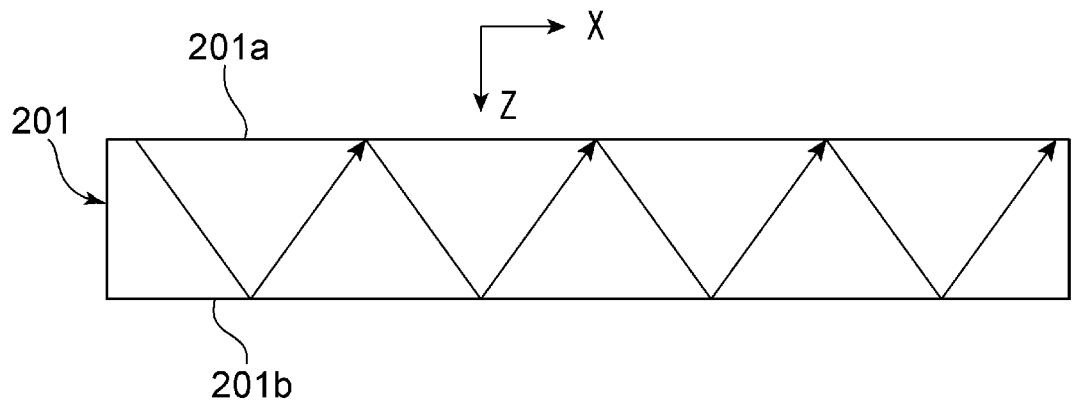
図10



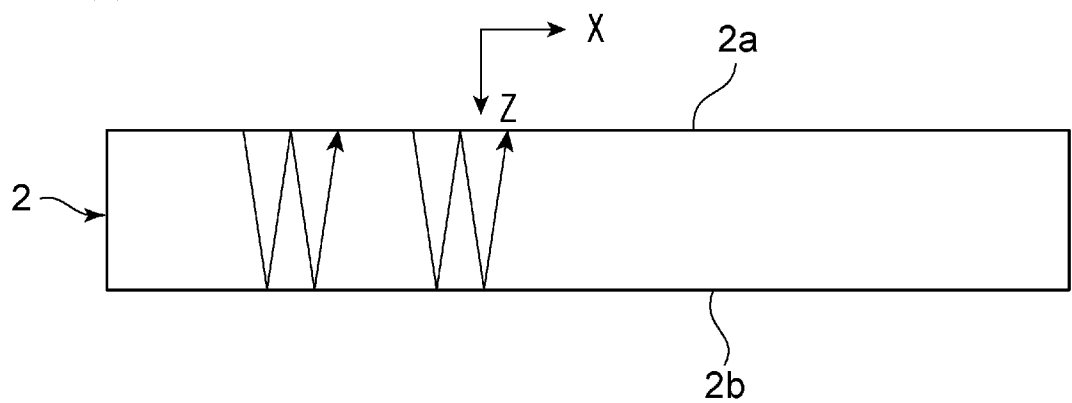
[図11]

図11

(a)

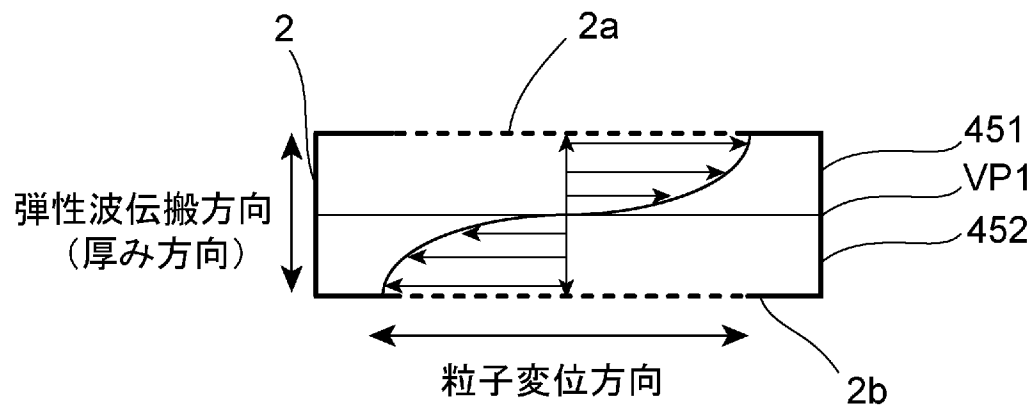


(b)



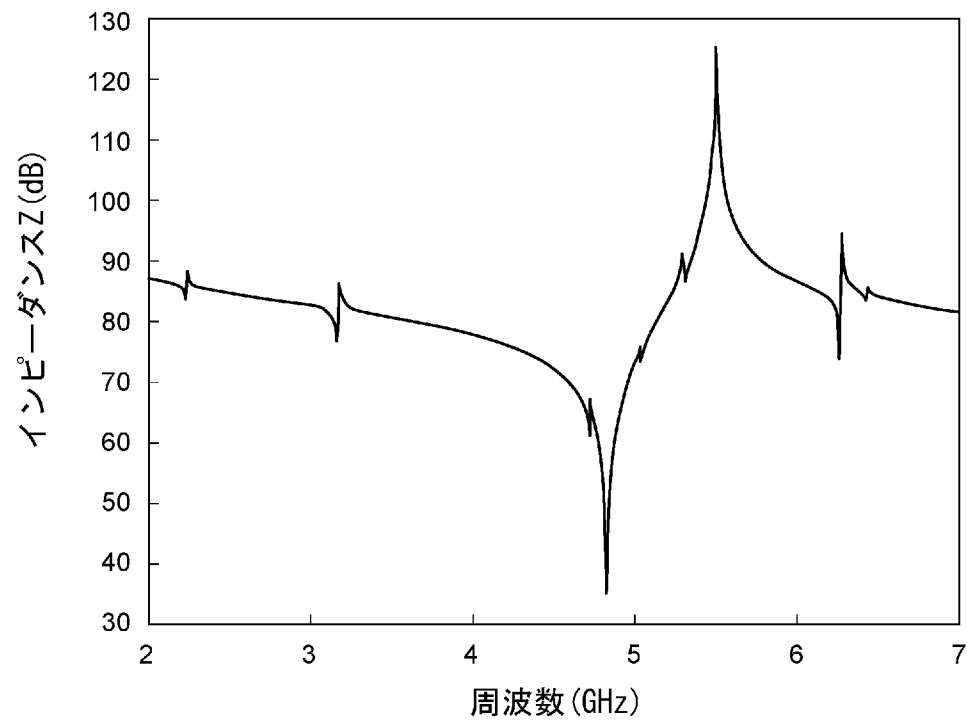
[図12]

図12



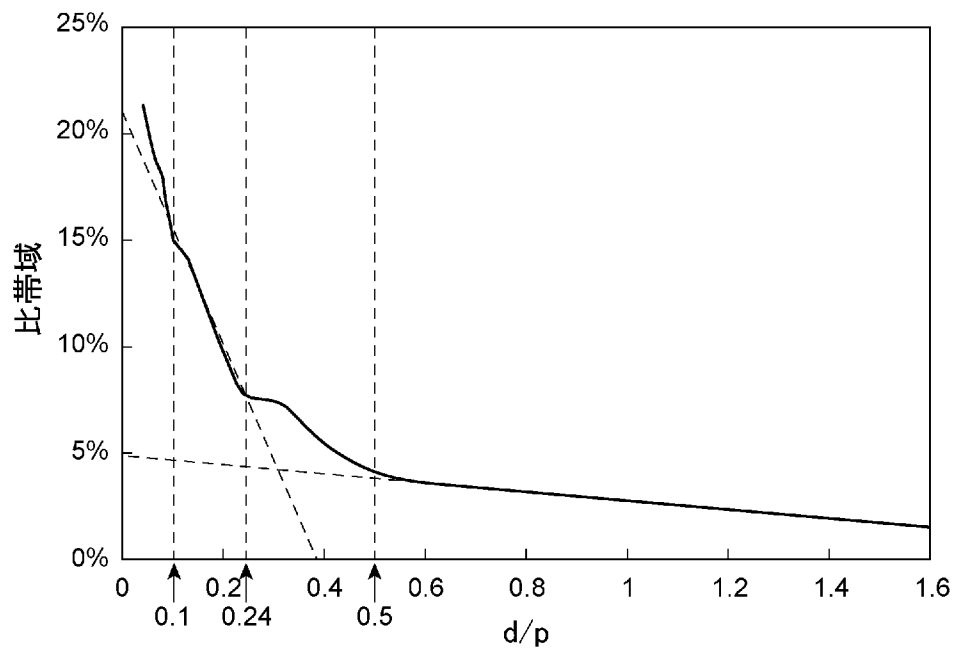
[図13]

図13



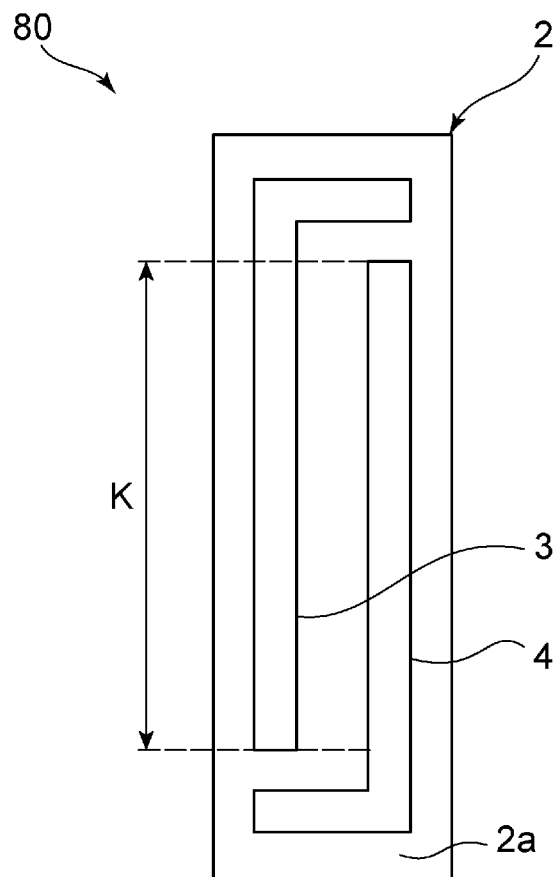
[図14]

図14



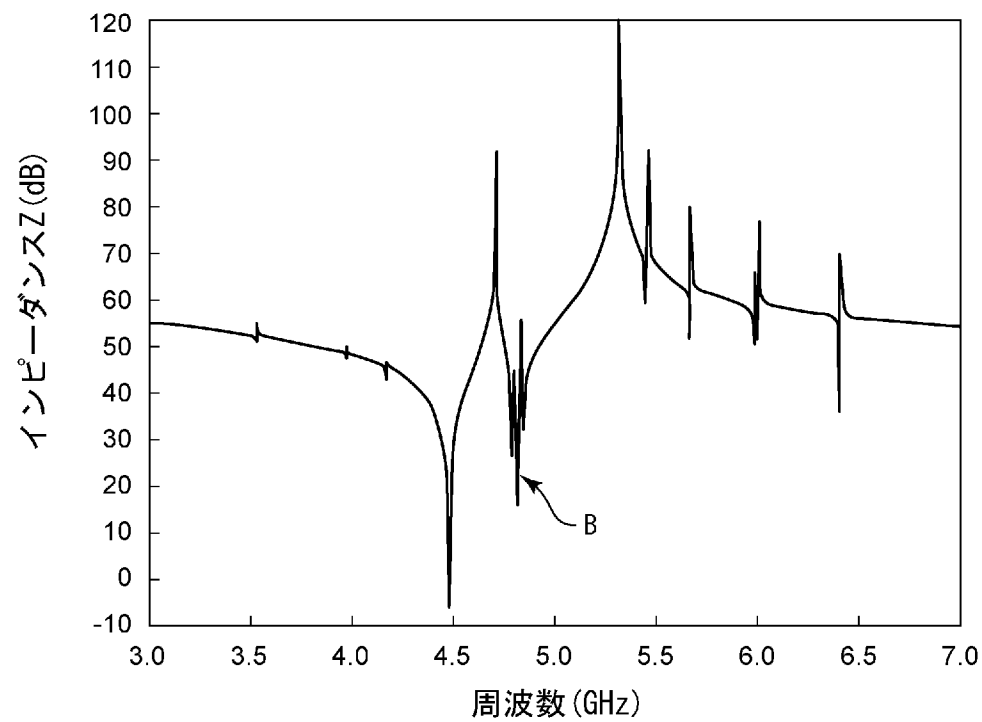
[図15]

図15



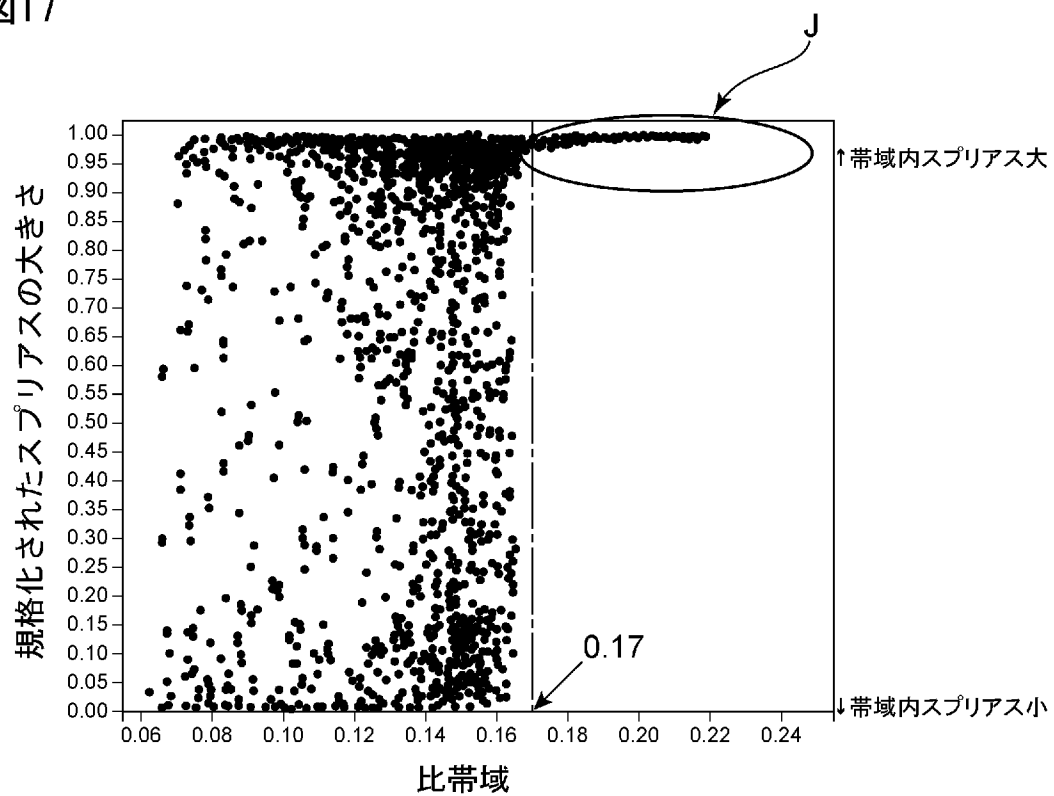
[図16]

図16



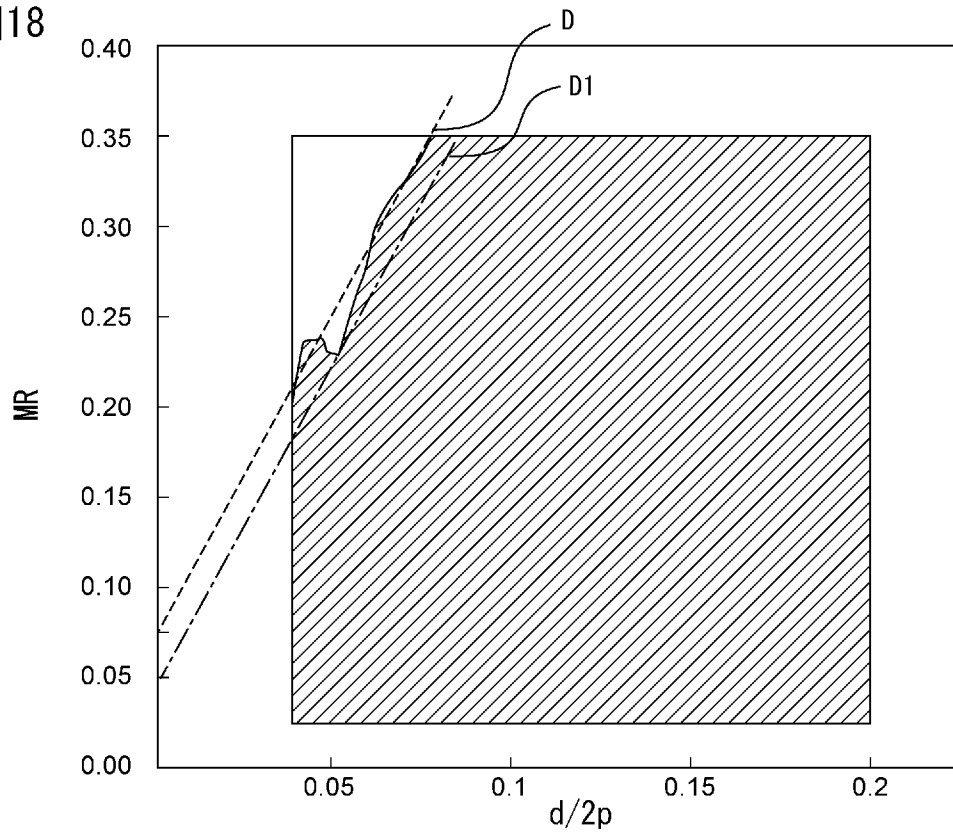
[図17]

図17



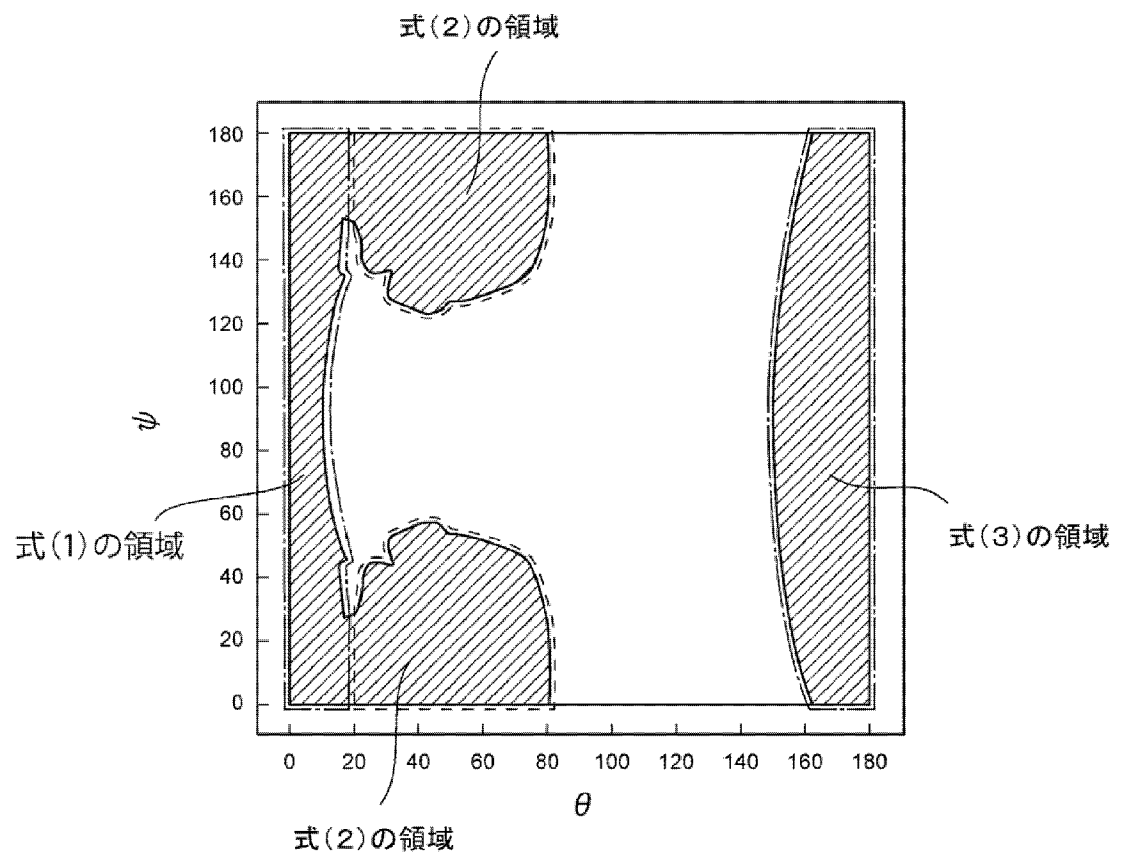
[図18]

図18



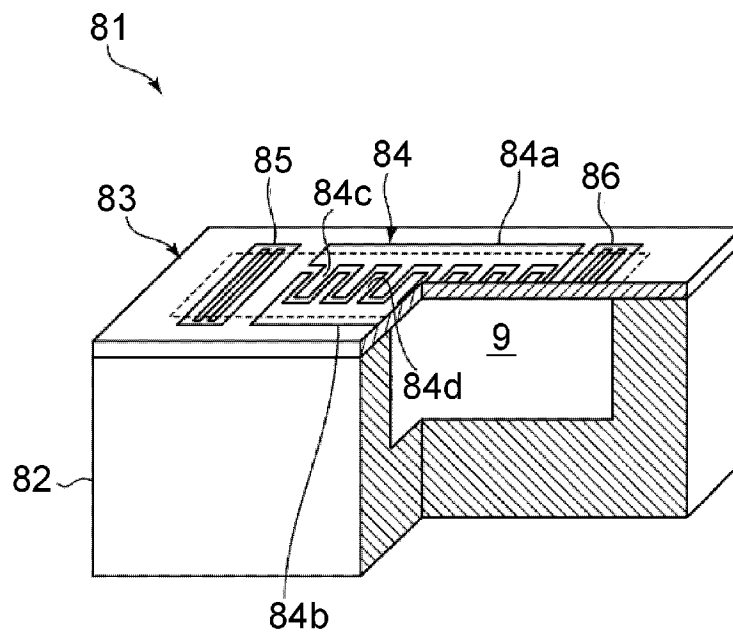
[図19]

図19



[図20]

図20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/016188

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

FI: H03H9/25 A

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H03H9/25

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2016/147687 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 22 September 2016 (2016-09-22) paragraphs [0023]-[0056], fig. 1, 2	1-25
Y	JP 2016-123020 A (KYOCERA CORP.) 07 July 2016 (2016-07-07) paragraphs [0012]-[0057], fig. 1-10	1-25
Y	WO 2018/123775 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 05 July 2018 (2018-07-05) paragraphs [0020]-[0057], fig. 1-11	3-25
Y	US 2020/0321939 A1 (RESONANT INC.) 08 October 2020 (2020-10-08) paragraph [0041], fig. 1-3	24-25
Y	WO 2012/073871 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 07 June 2012 (2012-06-07) paragraph [0029], fig. 4-10	25

☐ 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

02 June 2022

Date of mailing of the international search report

14 June 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/016188

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2016/147687	A1	22 September 2016	(Family: none)	
JP	2016-123020	A	07 July 2016	(Family: none)	
WO	2018/123775	A1	05 July 2018	US 2019/0305746 A1 paragraphs [0032]-[0068], fig. 1-11 CN 110089033 A	
US	2020/0321939	A1	08 October 2020	(Family: none)	
WO	2012/073871	A1	07 June 2012	US 2014/0152145 A1 paragraph [0100], fig. 4-10	

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 A														
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H03H9/25 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年													
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
Y	WO 2016/147687 A1（株式会社村田製作所）22.09.2016（2016 - 09 - 22） 段落[0023]-[0056], [図1]-[図2]	1-25												
Y	JP 2016-123020 A（京セラ株式会社）07.07.2016（2016 - 07 - 07） 段落[0012]-[0057], [図1]-[図10]	1-25												
Y	WO 2018/123775 A1（株式会社村田製作所）05.07.2018（2018 - 07 - 05） 段落[0020]-[0057], [図1]-[図11]	3-25												
Y	US 2020/0321939 A1（RESONANT INC.）08.10.2020（2020 - 10 - 08） 段落[0041], [図1]-[図3]	24-25												
Y	WO 2012/073871 A1（株式会社村田製作所）07.06.2012（2012 - 06 - 07） 段落[0029], [図4]-[図10]	25												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 02.06.2022		国際調査報告の発送日 14.06.2022												
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 石田 昌敏 5W 4181 電話番号 03-3581-1101 内線 3576												

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/016188

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2016/147687	A1	22.09.2016	(ファミリーなし)	
JP	2016-123020	A	07.07.2016	(ファミリーなし)	
WO	2018/123775	A1	05.07.2018	US 2019/0305746 A1 段落[0032]-[0068], [図1]- [図11] CN 110089033 A	
US	2020/0321939	A1	08.10.2020	(ファミリーなし)	
WO	2012/073871	A1	07.06.2012	US 2014/0152145 A1 段落[0100], [図4]-[図10]	