

(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11月24日(24.11.2022)



(10) 国際公開番号

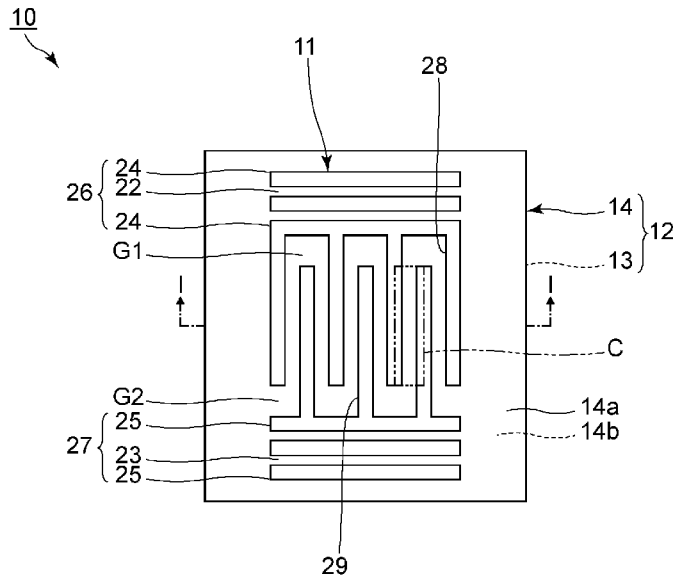
WO 2022/244635 A1

- (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/JP2022/019657
- (22) 国際出願日: 2022年5月9日(09.05.2022)
- (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:
63/189,438 2021年5月17日(17.05.2021) 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: 永友 翔(NAGATOMO, Sho); 〒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,
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, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP,
KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,

(54) Title: PIEZOELECTRIC BULK WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 圧電バルク波装置

【図1】



(57) Abstract: Provided is a piezoelectric bulk wave device capable of suppressing leakage of elastic waves at a main surface of a piezoelectric layer. A piezoelectric bulk wave device 10 according to the present invention comprises: a support member 13 that includes a support substrate; a piezoelectric layer 14 that is provided on the support member 13 and that has first and second main surfaces 14a, 14b opposing each other; and an IDT electrode 11 that is provided on the first main surface 14a or the second main surface 14b of the piezoelectric layer 14 and that has a plurality of electrode

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))

fingers and first and second busbars 26, 27 (pair of busbars) opposing each other. An acoustic reflection part is provided to the support member 13. The acoustic reflection part overlaps at least a portion of the IDT electrode 11 in a plan view. When d represents the thickness of the piezoelectric layer 14 and p represents the distance between the centers of adjacent electrode fingers, d/p equals 0.5 or less. The first and second busbars 26, 27 each include at least one slit 22, 24 which extends in a direction intersecting a direction in which the electrode fingers extend.

(57) 要約：圧電層の主面における弾性波の漏洩を抑制することができる、圧電バルク波装置を提供する。本発明に係る圧電バルク波装置 10 は、支持基板を含む支持部材 13 と、支持部材 13 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 14 b を有する圧電層 14 と、圧電層 14 の第 1 の主面 14 a または第 2 の主面 14 b に設けられており、対向し合う第 1, 第 2 のバスバー 26, 27 (1 対のバスバー) と、複数の電極指とを有する IDT 電極 11 とを備える。支持部材 13 に音響反射部が設けられている。音響反射部が、平面視において、IDT 電極 11 の少なくとも一部と重なっている。圧電層 14 の厚みを d、隣り合う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。第 1, 第 2 のバスバー 26, 27 がそれぞれ、電極指が延びる方向と交叉する方向に延びる、少なくとも 1 本のスリット 22, 24 を含む。

明 細 書

発明の名称：圧電バルク波装置

技術分野

[0001] 本発明は、圧電バルク波装置に関する。

[0002] 従来、圧電バルク波装置などの弾性波装置は、携帯電話機のフィルタなどに広く用いられている。近年においては、下記の特許文献1に記載のような、厚み滑りモードのバルク波を用いた圧電バルク波装置が提案されている。この圧電バルク波装置においては、支持体上に圧電層が設けられている。圧電層上に、対となる電極が設けられている。対となる電極は圧電層上において互いに対向しており、かつ互いに異なる電位に接続される。上記電極間に交流電圧を印加することにより、厚み滑りモードのバルク波を励振させている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許第10491192号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 圧電バルク波装置においては、圧電層の主面において、弾性波の漏洩が生じることがある。特に、バルク波の励振用の電極が延びる方向において、弾性波の漏洩が大きい。そのため、圧電バルク波装置をフィルタ装置に用いる場合に、挿入損失が大きくなるおそれがある。

[0005] 本発明の目的は、圧電層の主面における弾性波の漏洩を抑制することができる、圧電バルク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] 本発明に係る圧電バルク波装置は、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、前記圧電層の第1の主面または第2の主面に設けられており、対向

し合う 1 対のバスバーと、複数の電極指とを有する I D T 電極とを備え、前記支持部材に音響反射部が設けられており、前記音響反射部が、平面視において、前記 I D T 電極の少なくとも一部と重なっており、前記圧電層の厚みを d 、隣り合う前記電極指の中心間距離を p とした場合、 d/p が 0.5 以下であり、前記 1 対のバスバーがそれぞれ、前記電極指が延びる方向と交叉する方向に延びる、少なくとも 1 本のスリットを含む。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、圧電層の主面における弾性波の漏洩を抑制することができる、圧電バルク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 の実施形態に係る圧電バルク波装置の模式的平面図である。

[図2]図 2 は、図 1 中の I - I 線に沿う模式的断面図である。

[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、電極指延伸方向に沿う模式的断面図である。

[図4]図 4 は、本発明の第 1 の実施形態及び比較例における周波数と Q 値との関係を示す図である。

[図5]図 5 は、本発明の第 1 の実施形態及び比較例における位相特性を示す図である。

[図6]図 6 は、 $w_{S/g}$ I B と、反共振周波数のインピーダンス R_p との関係を示す図である。

[図7]図 7 は、本発明の第 1 の実施形態の第 1 の変形例における I D T 電極の第 1 のギャップ付近を示す模式的平面図である。

[図8]図 8 は、本発明の第 1 の実施形態の第 2 の変形例における I D T 電極の第 1 のギャップ付近を示す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圧電バルク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、圧電バルク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、圧電バルク波装置における、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圧電バルク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圧電バルク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圧電バルク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、音響多層膜を有する圧電バルク波装置の正面断面図である。

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の実施形態に係る圧電バルク波装置の模式的平面図である。図2は、図1中のI-I線に沿う模式的断面図である。なお、図1においては、後述する誘電体膜を省略している。

[0012] 図1に示すように、圧電バルク波装置10は、圧電性基板12と、IDT電極11とを有する。図2に示すように、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、絶縁層15とを含む。支持基板16上に絶縁層15が設けられている。絶縁層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] 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。

[0014] 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。絶縁層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の材料としては、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PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）などを用いることができる。なお、圧電層14は、 LiTaO_3 層などのタンタル酸リチウム層、または LiNbO_3 層などのニオブ酸リチウム層であることが好ましい。

[0015] 支持部材13には、空洞部13aが設けられている。より具体的には、支持基板16及び絶縁層15に、連続的に貫通孔が設けられている。絶縁層15上に、貫通孔を塞ぐように、圧電層14が設けられている。これにより、空洞部13aが構成されている。なお、空洞部13aは、絶縁層15のみに設けられていてもよく、支持基板16のみに設けられていてもよく、あるいは、支持基板16及び絶縁層15の双方に設けられていてもよい。本実施形態の空洞部13aは、貫通孔により構成されている。もっとも、空洞部13

aは、支持部材13に設けられた中空部により構成されていてもよい。

[0016] 圧電層14の第1の主面14aに、IDT電極11が設けられている。平面視において、IDT電極11の少なくとも一部が空洞部13aと重なっている。本明細書において平面視とは、図2における上方に相当する方向から見ることをいう。図2においては、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。

[0017] 図1に示すように、IDT電極11は、第1のバスバー26及び第2のバスバー27と、複数の第1の電極指28及び複数の第2の電極指29とを有する。IDT電極11は、電極間のギャップとしての、複数の第1のギャップG1及び複数の第2のギャップG2を有する。第1のバスバー26及び第2のバスバー27は互いに対向している。複数の第1の電極指28の一端はそれぞれ、第1のバスバー26に接続されている。複数の第1の電極指28の他端はそれぞれ、第2のギャップG2を隔てて、第2のバスバー27と対向している。複数の第2の電極指29の一端はそれぞれ、第2のバスバー27に接続されている。複数の第2の電極指29の他端はそれぞれ、第1のギャップG1を隔てて、第1のバスバー26と対向している。複数の第1の電極指28及び複数の第2の電極指29は互いに間挿し合っている。IDT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。

[0018] 以下においては、第1のバスバー26及び第2のバスバー27を単にバスバーと記載することがある。第1の電極指28及び第2の電極指29を単に電極指と記載することがある。複数の電極指が延びる方向を電極指延伸方向とし、隣り合う電極指同士が互いに対向する方向を電極指対向方向としたときに、本実施形態では、電極指延伸方向及び電極指対向方向は直交している。

[0019] 第1のバスバー26は複数のスリット22を含む。各スリット22は圧電層14に至っている。そして、第1のバスバー26は複数のバー部分24を含む。隣り合うバー部分24同士は、スリット22を隔てて互いに対向して

いる。複数のバー部分 24 のうち、最も第 2 のバスバー 27 側に位置しているバー部分 24 に、複数の第 1 の電極指 28 が接続されている。複数のバー部分 24 及び複数のスリット 22 は、電極指延伸方向と交叉する方向に延びている。本実施形態では、複数のバー部分 24 及び複数のスリット 22 が延びる方向は、電極指延伸方向と直交している。

[0020] 同様に、第 2 のバスバー 27 は、複数のバー部分 25 及び複数のスリット 23 を含む。複数のバー部分 25 のうち、最も第 1 のバスバー 26 側に位置しているバー部分 25 に、複数の第 2 の電極指 29 が接続されている。複数のバー部分 25 及び複数のスリット 23 が延びる方向は、電極指延伸方向と直交している。なお、各バスバーにおけるバー部分の本数は特に限定されない。各バスバーはそれぞれ、少なくとも 2 本以上のバー部分を有していればよい。

[0021] I D T 電極 11 は複数の励振領域 C を有する。図 1 においては、複数の励振領域 C のうちの 1 つを示す。I D T 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。圧電バルク波装置 10 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構成されている。励振領域 C は、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。

[0022] 圧電バルク波装置 10 においては、圧電層 14 厚みを d 、隣り合う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。これにより、厚み滑りモードのバルク波が好適に励振される。

[0023] 図 2 に示す支持部材 13 の空洞部 13a は、本発明における音響反射部である。音響反射部により、弾性波を圧電層 14 側に効果的に閉じ込めることができる。なお、音響反射部として、後述する音響多層膜が設けられていてもよい。

[0024] 図1に戻り、本実施形態の特徴は、第1のバスバー26及び第2のバスバー27がそれぞれ、電極指延伸方向と交叉する方向に延びる、複数のスリットを含むことにある。なお、第1のバスバー26及び第2のバスバー27はそれぞれ、少なくとも1本のスリットを含んでいればよい。それによって、圧電層14の主面における弾性波の漏洩を抑制することができる。より具体的には、本実施形態では、圧電層14の第1の主面14aにおける弾性波の漏洩を抑制することができる。これにより、圧電バルク波装置10のQ値を高めることができる。この詳細を以下において説明する。

[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、電極指延伸方向に沿う模式的断面図である。

[0026] 以下においては、第1のギャップG1の電極指延伸方向に沿う寸法を、ギャップ長 $g _ \perp B$ とする。第1のバスバー26のバー部分24の電極指延伸方向に沿う寸法を、バー部分24の幅 $w _ B$ とする。第1のバスバー26のスリット22の電極指延伸方向に沿う寸法を、スリット22の幅 $w _ S$ とする。同様に、図2に示す第2のギャップG2のギャップ長を $g _ \perp B$ 、第2のバスバー27のバー部分25の幅を $w _ B$ 、スリット23の幅を $w _ S$ とする。

[0027] なお、本明細書においては、ギャップ長 $g _ \perp B$ は、バスバーの底面及び電極指の底面の間の距離である。幅 $w _ B$ は、バー部分の底面の幅である。幅 $w _ S$ は、バー部分の底面同士の間隔である。バスバー及び電極指の底面とは、圧電層側の面である。

[0028] 圧電バルク波装置10の第1のバスバー26においては、複数のバー部分24の幅 $w _ B$ は全て同じである。複数のスリット22の幅 $w _ S$ は全て同じである。そのため、第1のバスバー26において、複数のバー部分24は等間隔に配置されている。第2のバスバー27においても同様である。なお、第1のバスバー26及び第2のバスバー27のそれぞれにおいて、複数のバー部分は必ずしも等間隔に配置されていなくともよい。

[0029] 本明細書において、隣り合うバー部分同士の間隔は、隣り合うバー部分同

土の中心間距離をいう。複数のバー部分が等間隔であるとは、複数のバー部分の間隔が等しい場合の他、複数のバー部分の間隔のうち最も広い間隔が、複数のバー部分のそれぞれの間隔の1.1倍以下である場合を含むものとする。例えば、5本のバー部分同士のそれぞれの間隔が L_1 、 L_2 、 L_3 及び L_4 であり、 $L_1 > L_2 > L_3 > L_4$ であるとき、 L_1 / L_2 、 L_1 / L_3 及び L_1 / L_4 がいずれも1.1以下であるとする。この場合、該5本のバー部分が等間隔に配置されているものとする。

[0030] 第1の実施形態の構成を有する圧電バルク波装置10と、比較例とにおいて、Q値及び位相特性を比較した。比較例は、各バスバーがスリットを含まない点において第1の実施形態と異なる。なお、該比較に係る第1の実施形態の圧電バルク波装置10においては、 $w _ S = 5 / 4 \times g _ I B$ とした。第1の実施形態の圧電バルク波装置10及び比較例においてそれぞれFEM (Finite Element Method) シミュレーションを行い、周波数と、Q値及び位相との関係を導出した。

[0031] 図4は、第1の実施形態及び比較例における周波数とQ値との関係を示す図である。図5は、第1の実施形態及び比較例における位相特性を示す図である。

[0032] 図4に示すように、第1の実施形態においては、比較例よりもQ値が高いことがわかる。第1の実施形態においては、特に5200MHz～5500MHz付近においてQ値が高い。さらに、図5に示すように、第1の実施形態では、比較例よりも、周波数が高い領域において位相特性が改善されていることがわかる。

[0033] 比較例においてQ値が低くなること、及び位相特性に若干の劣化が見られることは、圧電層の主面において弾性波が漏洩することによる。これに対して、第1の実施形態においては、Q値を高めることができ、位相特性も良好である。すなわち、第1の実施形態においては、圧電層の主面における弾性波の漏洩を抑制することができる。

[0034] 図1に示すように、第1の実施形態においては、第1のバスバー26がス

リット 22 を含み、第 2 バスバー 27 がスリット 23 を含む。そのため、励振領域 C から電極指延伸方向に弾性波が伝搬したとしても、第 1 のバスバー 26 及び第 2 のバスバー 27 のそれぞれにおいて、弾性波のブラッグ反射が生じる。それによって、圧電層 14 の主面における弾性波の漏洩を抑制することができ、弾性波を励振領域 C 側に効果的に閉じ込めることができる。

[0035] 第 1 のバスバー 26 の複数のスリット 22 のうち少なくとも 2 本のスリット 22 の幅 w_S が同じであり、複数のバー部分 24 のうち少なくとも 3 本のバー部分 24 が等間隔に配置されていることが好ましい。全てのバー部分 24 が等間隔に配置されていることがより好ましい。第 2 のバスバー 27 においても同様である。それによって、弾性波のブラッグ反射をより確実に生じさせることができ、圧電層 14 の主面における弾性波の漏洩をより確実に抑制することができる。

[0036] さらに、第 1 の実施形態において、スリットの幅 w_S 及びギャップ長 $g_I B$ の比 $w_S / g_I B$ を異ならせたそれぞれの場合において、FEM シミュレーションを行い、反共振周波数のインピーダンス R_p を求めた。より具体的には、 $w_S / g_I B$ 及びインピーダンス R_p の関係を導出した。インピーダンス R_p が大きいほど、圧電層 14 の主面における弾性波の漏洩が抑制されている。

[0037] 図 6 は、 $w_S / g_I B$ と、反共振周波数のインピーダンス R_p との関係を示す図である。

[0038] 図 6 に示すように、インピーダンス R_p は、 $w_S / g_I B$ を変化させると、周期的に変動している。よって、インピーダンス R_p は、 $w_S / g_I B$ 、あるいは w_S の周期関数として表わすことができる。例えば、 $w_S / g_I B$ が $1/4$ の奇数倍付近となる場合に、インピーダンス R_p が大きくなっている。より具体的には、 $w_S / g_I B$ の値が、 $1/4$ の奇数倍を中央とした、 $\pm 1/8$ の範囲内の値である場合において、インピーダンス R_p が特に大きい。このことから、 n を任意の自然数としたときに、第 1 のバスバー 26 及び第 1 のギャップ G_1 において、 w_S が $\{ (1/4)$

$\times (2n - 1) \pm (1/8) \} \times g _ | B$ の範囲内であることが好ましい。それによって、圧電層14の主面において伝搬する弾性波のブラッグ反射をより確実に生じさせることができ、該主面における弾性波の漏洩をより確実に抑制することができる。

[0039] 同様に、 m を任意の自然数としたときに、第2のバスバー27及び第2のギャップG2において、 $w _ S$ が $\{ (1/4) \times (2m - 1) \pm (1/8) \} \times g _ | B$ の範囲内であることが好ましい。それによって、圧電層14の主面における弾性波の漏洩をより確実に抑制することができる。

[0040] 第1の実施形態においては、圧電層14における、第1のバスバー26が設けられている部分と、第1のギャップG1が位置する部分との厚みは同じである。圧電層14における、第2のバスバー27が設けられている部分と、第2のギャップG2が位置する部分との厚みは同じである。もっとも、圧電層14における、第1のバスバー26が設けられている部分と、第1のギャップG1が位置する部分との厚みは互いに異なってもよい。圧電層14における、第2のバスバー27が設けられている部分と、第2のギャップG2が位置する部分との厚みは互いに異なってもよい。この場合においても、第1のバスバー26及び第2のバスバー27がそれぞれスリットを含むことにより、圧電層14の表面における弾性波の漏洩を抑制することができる。

[0041] ところで、図2に示すように、第1の実施形態においては、圧電層14の第1の主面14aに、IDT電極11を覆うように、誘電体膜17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17の材料としては、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。第1の実施形態においては、誘電体膜17の厚みは、IDT電極11の厚みよりも薄い。よって、誘電体膜17の厚みは、第1のバスバー26及び第2のバスバー27における各バー部分の厚みよりも薄い。なお、誘電体膜17は設けられていなくともよい。

[0042] 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

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。この場合には、圧電層14の第2の主面14bにおける弾性波の漏洩を抑制することができる。

[0043] 図1に示すように、第1の実施形態においては、第1のバスバー26及び第2のバスバー27の各バー部分の平面視における形状は直線状である。各バー部分及び各スリットが延びる方向は、電極指延伸方向と直交している。もっとも、第1のバスバー26及び第2のバスバー27の構成は上記に限定されない。以下において、第1のバスバー及び第2のバスバーの構成のみが第1の実施形態と異なる、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、圧電層の主面における弾性波の漏洩を抑制することができる。

[0044] 図7に示す第1の変形例においては、第1のバスバー26Aの複数のバー部分24A及び複数のスリット22Aが延びる方向は、電極指延伸方向と交叉しており、かつ直交していない。なお、複数のバー部分24Aの平面視における形状は直線状である。図示しないが、本変形例における第2のバスバーも、第1のバスバー26Aと同様に構成されている。

[0045] 図8に示す第2の変形例においては、第1のバスバー26Bの複数のバー部分24Bの平面視における形状は曲線状である。よって、複数のスリット22Bの平面視における形状も曲線状である。図示しないが、本変形例における第2のバスバーも、第1のバスバー26Bと同様に構成されている。

[0046] 以下において、各バスバーがスリットを含まない例を用いて、厚み滑りモードの詳細を説明する。圧電バルク波装置は、弾性波装置の1種である。以下においては、圧電バルク波装置を、弾性波装置と記載することがある。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、上記支持基板に相当する。

[0047] 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10は、図9(a)中のA-A線に沿う部分の断面図である。

[0048] 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 2a、2b を有する。第 1 の主面 2a 上に、電極 3 及び電極 4 が設けられている。ここで電極 3 が「第 1 電極」の一例であり、電極 4 が「第 2 電極」の一例である。図 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第 1 の電極指である。複数の電極 4 は、第 2 のバスバー 6 に接続されている複数の第 2 の電極指である。複数の電極 3 及び複数の電極 4 は、互いに間挿し合っている。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、 50nm 以上、 1000nm 以下の範囲であることが好ましく、 150nm 以上、 1000nm 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。

[0049] 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。

[0050] 圧電層2の第2の主面2b側には、絶縁層7を介して支持部材8が積層されている。絶縁層7及び支持部材8は、枠状の形状を有し、図10に示すように、貫通孔7a, 8aを有する。それによって、空洞部9が形成されている。空洞部9は、圧電層2の励振領域Cの振動を妨げないために設けられている。従って、上記支持部材8は、少なくとも1対の電極3, 4が設けられている部分と重ならない位置において、第2の主面2bに絶縁層7を介して積層されている。なお、絶縁層7は設けられずともよい。従って、支持部材8は、圧電層2の第2の主面2bに直接または間接に積層され得る。

[0051] 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。

[0052] 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。

[0053] 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。

[0054] 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。

[0055] 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。

[0056] 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11(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201が全体として振動するものの、波はX方向に伝搬するため、両側に反射器を配置して、共振特性を得ている。そのため、波の伝搬ロスが生じ、小型化を図った場合、すなわち電極指の対数を少なくした場合、Q値が低下する。

[0057] これに対して、図11(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2aと第2の主面2bとを結ぶ方向、すなわちZ方向にほぼ伝搬し、共振する。すなわち、波のX方向成分がZ方向成分に比べて著しく小さい。そして、このZ方向の波の伝搬により共振特性が得られるため、反射器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。

[0058] なお、厚み滑りモードのバルク波の振幅方向は、図12に示すように、圧電層2の励振領域Cに含まれる第1領域451と、励振領域Cに含まれる第2領域452とで逆になる。図12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451は、励振領域Cのうち、圧電層2の厚み方向に直交し圧電層2を2分する仮想平面VP1と、第1の主面2aとの間の領域である。第2領域452は、励振領域Cのうち、仮想平面VP1と、第2の主面2bとの間の領域である。

[0059] 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。

[0060] 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。

[0061] 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。

[0062] 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視たときに、電極 3 と電極 4 とが重なっている領域、すなわち励振領域 C の長さ = $40\text{ }\mu\text{m}$ 、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。

[0063] 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。

[0064] 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。

[0065] 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。

[0066] 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。

[0067] 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。

[0068] 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。

[0069] 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31では、圧電層2の第1の主面2a上において、電極3と電極4とを有する1対の電極が設けられている。なお、図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。

[0070] 弾性波装置1では、好ましくは、複数の電極3、4において、いずれかの隣り合う電極3、4が対向している方向に視たときに重なっている領域である励振領域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 $LiNbO_3$ のオイラー角(0° , 0° , 90°)とした。また、上記メタライゼーション比 $MR = 0.35$ とした。

[0071] 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。

[0072] 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。

[0073] 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。

[0074] 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。

[0075] 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。

[0076] 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。

[0077] ($0^\circ \pm 10^\circ$, $0^\circ \sim 20^\circ$, 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)

[0078] 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。

[0079] 図20は、音響多層膜を有する弾性波装置の正面断面図である。

[0080] 弾性波装置41では、圧電層2の第2の主面2bに音響多層膜42が積層されている。音響多層膜42は、音響インピーダンスが相対的に低い低音響

インピーダンス層 4 2 a, 4 2 c, 4 2 e と、音響インピーダンスが相対的に高い高音響インピーダンス層 4 2 b, 4 2 d との積層構造を有する。音響多層膜 4 2 を用いた場合、弾性波装置 1 における空洞部 9 を用いずとも、厚み滑りモードのバルク波を圧電層 2 内に閉じ込めることができる。弾性波装置 4 1 においても、上記 d/p を 0.5 以下とすることにより、厚み滑りモードのバルク波に基づく共振特性を得ることができる。なお、音響多層膜 4 2 においては、その低音響インピーダンス層 4 2 a, 4 2 c, 4 2 e 及び高音響インピーダンス層 4 2 b, 4 2 d の積層数は特に限定されない。低音響インピーダンス層 4 2 a, 4 2 c, 4 2 e よりも、少なくとも 1 層の高音響インピーダンス層 4 2 b, 4 2 d が圧電層 2 から遠い側に配置されておりさえすればよい。

[0081] 上記低音響インピーダンス層 4 2 a, 4 2 c, 4 2 e 及び高音響インピーダンス層 4 2 b, 4 2 d は、上記音響インピーダンスの関係を満たす限り、適宜の材料で構成することができる。例えば、低音響インピーダンス層 4 2 a, 4 2 c, 4 2 e の材料としては、酸化ケイ素または窒化ケイ素などを挙げることができる。また、高音響インピーダンス層 4 2 b, 4 2 d の材料としては、アルミナ、窒化ケイ素または金属などを挙げることができる。

[0082] 第 1 の実施形態及び各変形例の圧電バルク波装置においては、例えば、支持基板及び圧電層の間に、図 20 に示す音響多層膜 4 2 が設けられていてもよい。この場合、音響多層膜 4 2 において、低音響インピーダンス層と高音響インピーダンス層とが交互に積層されていればよい。

[0083] 厚み滑りモードのバルク波を利用する第 1 の実施形態及び各変形例の圧電バルク波装置においては、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第 1 の実施形態及び各変形例の圧電バルク波装置においては、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。

[0084] 厚み滑りモードのバルク波を利用する第1の実施形態及び各変形例の圧電バルク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 , ϕ) 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、比帯域を十分に広くすることができる。

符号の説明

[0085] 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…圧電バルク波装置
11…IDT電極
12…圧電性基板
13…支持部材
13 a…空洞部
14…圧電層
14 a, 14 b…第1, 第2の主面
15…絶縁層
16…支持基板
17…誘電体膜
22, 22 A, 22 B, 23…スリット

24, 24A, 24B, 25…バー部分
26, 26A, 26B…第1のバスバー
27…第2のバスバー
28, 29…第1, 第2の電極指
31, 41…弾性波装置
42…音響多層膜
42a, 42c, 42e…低音響インピーダンス層
42b, 42d…高音響インピーダンス層
201…圧電膜
201a, 201b…第1, 第2の主面
451, 452…第1, 第2領域
C…励振領域
G1, G2…第1, 第2のギャップ
VP1…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、
 前記圧電層の第1の主面または第2の主面に設けられており、対向し合う1対のバスバーと、複数の電極指と、を有するIDT電極と、を備え、
 前記支持部材に音響反射部が設けられており、前記音響反射部が、平面視において、前記IDT電極の少なくとも一部と重なっており、
 前記圧電層の厚みを d 、隣り合う前記電極指の中心間距離を p とした場合、 d/p が0.5以下であり、
 前記1対のバスバーがそれぞれ、前記電極指が延びる方向と交叉する方向に延びる、少なくとも1本のスリットを含む、圧電バルク波装置。
- [請求項2] 前記1対のバスバーがそれぞれ、複数の前記スリットを含む、請求項1に記載の圧電バルク波装置。
- [請求項3] 前記1対のバスバーがそれぞれ、前記スリットを隔てて対向し合う複数のバー部分を含み、
 前記複数のスリットのうち少なくとも2本のスリットが同じ幅であり、前記複数のバー部分のうち少なくとも3本のバー部分が等間隔に配置されている、請求項2に記載の圧電バルク波装置。
- [請求項4] 前記1対のバスバーが第1のバスバー及び第2のバスバーであり、前記複数の電極指が、複数の第1の電極指及び複数の第2の電極指を有し、前記複数の第2の電極指の一端がそれぞれ、前記第2のバスバーに接続されており、前記複数の第2の電極指の他端がそれぞれ、前記第1のバスバーと第1のギャップを隔てて対向しており、前記複数の第1の電極指の一端がそれぞれ、前記第1のバスバーに接続されており、前記複数の第1の電極指の他端がそれぞれ、前記第2のバスバ

ーと第2のギャップを隔てて対向しており、前記複数の第1の電極指及び前記複数の第2の電極指が互いに間挿し合っており、

前記複数の電極指が延びる方向を電極指延伸方向とし、前記第1のギャップ及び前記第2のギャップの前記電極指延伸方向に沿う寸法を g_1B 、前記第1のバスバー及び前記第2のバスバーのスリットの幅を w_S とし、 n を任意の自然数としたときに、前記第1のバスバー及び前記第1のギャップにおいて、前記 w_S が $\{(1/4) \times (2n-1) \pm (1/8)\} \times g_1B$ の範囲内である、請求項3に記載の圧電バルク波装置。

[請求項5] m を任意の自然数としたときに、前記第2のバスバー及び前記第2のギャップにおいて、前記 w_S が $\{(1/4) \times (2m-1) \pm (1/8)\} \times g_1B$ の範囲内である、請求項4に記載の圧電バルク波装置。

[請求項6] 前記音響反射部が空洞部である、請求項1～5のいずれか1項に記載の圧電バルク波装置。

[請求項7] 前記音響反射部が音響多層膜であり、
前記音響多層膜が、音響インピーダンスが相対的に高い高音響インピーダンス層と、音響インピーダンスが相対的に低い低音響インピーダンス層と、を有し、

前記高音響インピーダンス層と前記低音響インピーダンス層とが交互に積層されている、請求項1～5のいずれか1項に記載の圧電バルク波装置。

[請求項8] d/p が0.24以下である、請求項1～7のいずれか1項に記載の圧電バルク波装置。

[請求項9] 隣り合う前記電極指が対向する方向から見たときに、前記隣り合う電極指同士が重なり合う領域が励振領域であり、前記励振領域に対する、前記少なくとも1対の電極のメタライゼーション比を MR としたときに、 $MR \leq 1.75(d/p) + 0.075$ を満たす、請求項1

～8のいずれか項に記載の圧電バルク波装置。

[請求項10] 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1～9のいずれか1項に記載の圧電バルク波装置。

[請求項11] 前記圧電層としての前記ニオブ酸リチウム層または前記タンタル酸リチウム層のオイラー角（ 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10に記載の圧電バルク波装置。

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

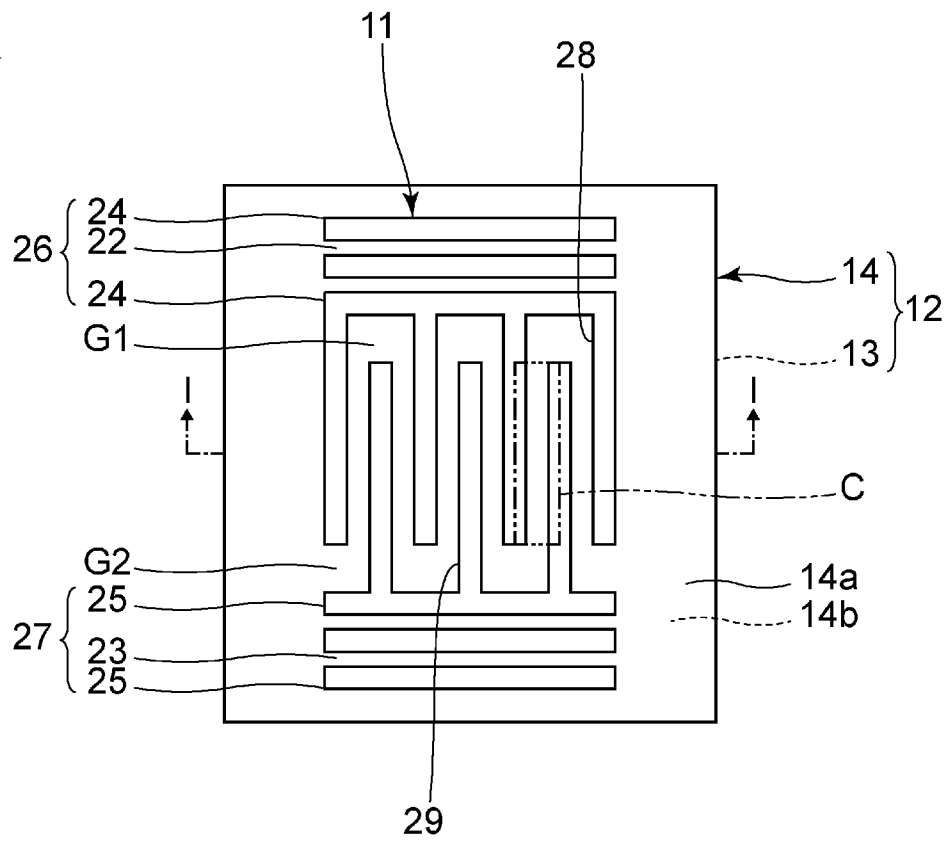
$$(0^\circ \pm 10^\circ, 20^\circ \sim 80^\circ, 0^\circ \sim 60^\circ (1 - (\theta - 50)^\circ)^2 / 900)^{1/2}) \quad \text{または} \quad (0^\circ \pm 10^\circ, 20^\circ \sim 80^\circ, [180^\circ - 60^\circ (1 - (\theta - 50)^\circ)^2 / 900]^{1/2}) \sim 180^\circ) \quad \dots \text{式(2)}$$

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

[図1]

図1

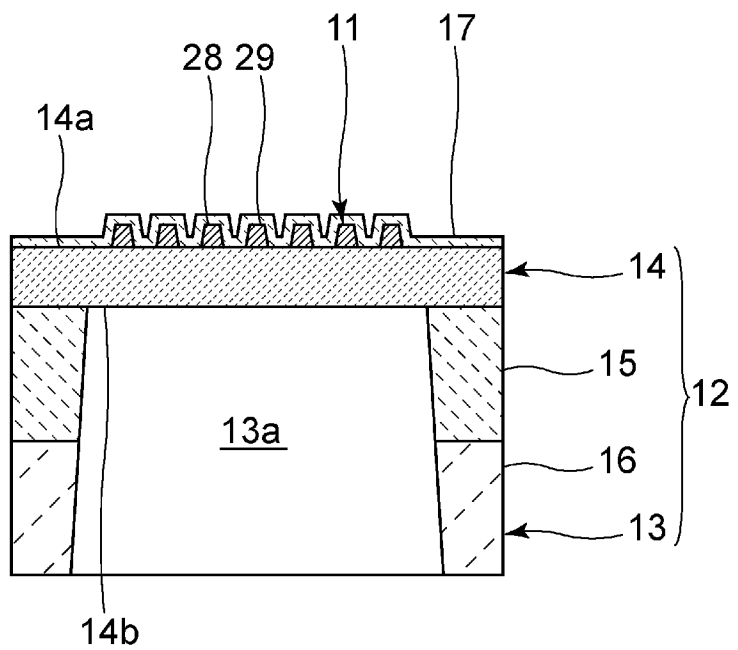
10



[図2]

図2

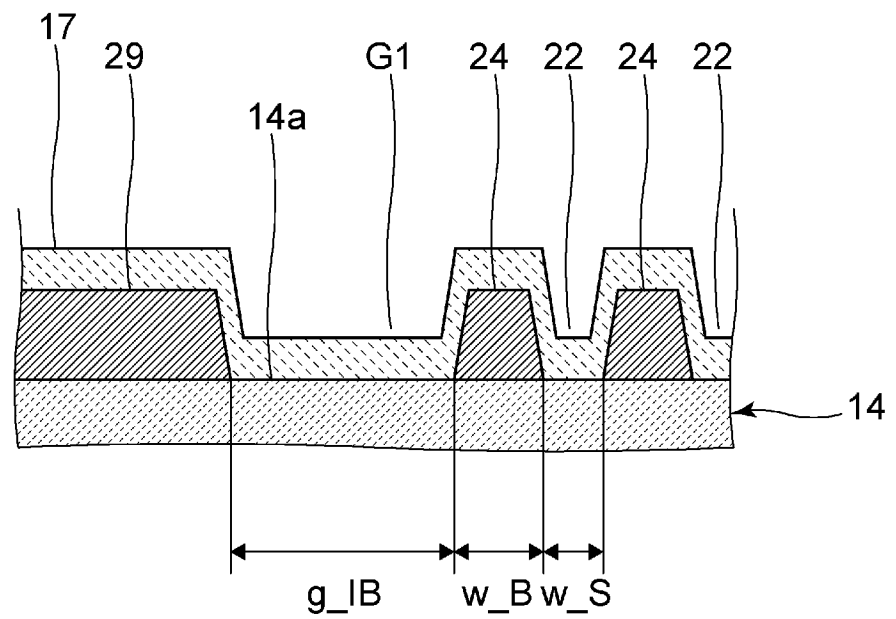
10



[図3]

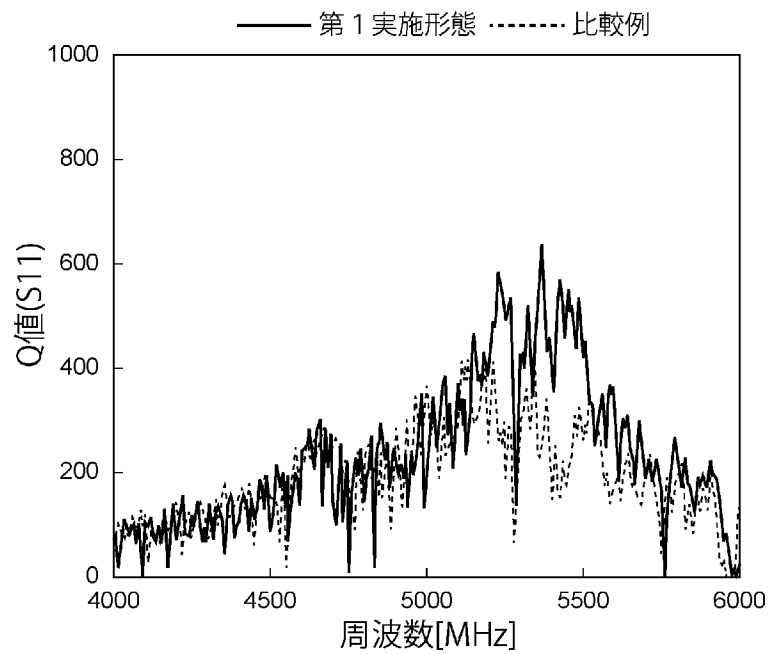
図3

11



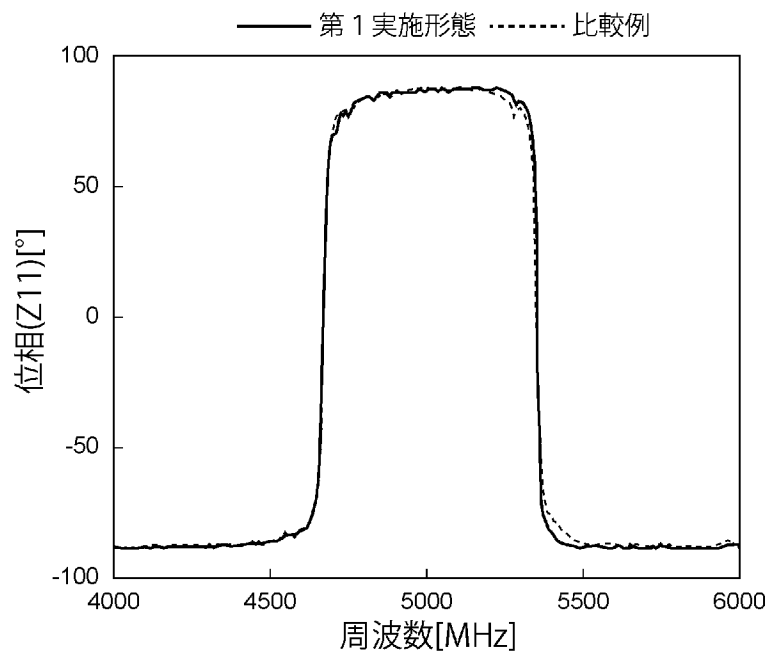
[図4]

図4



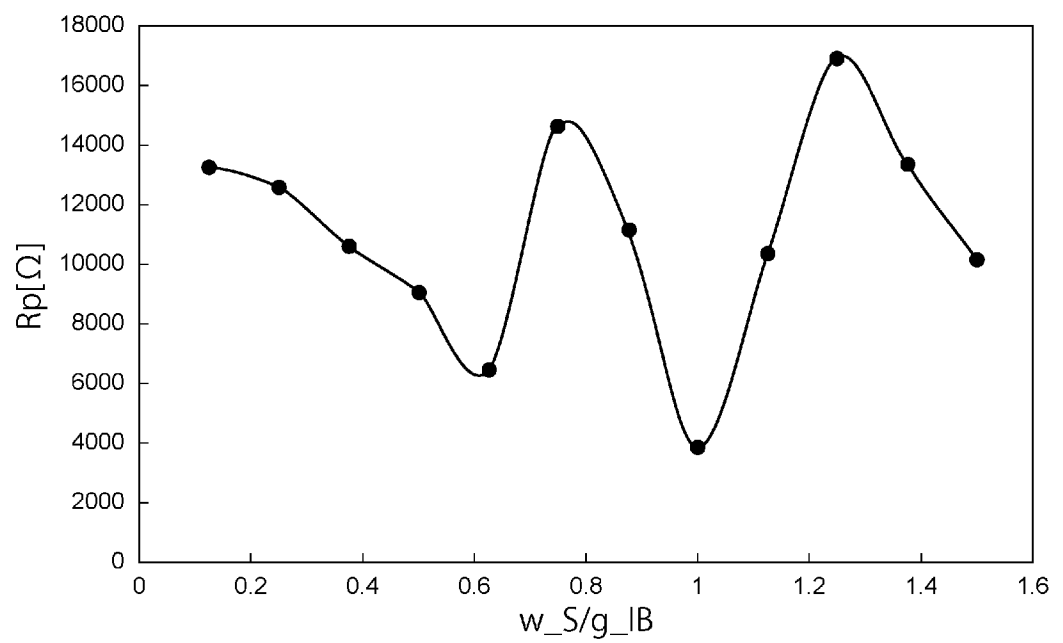
[図5]

図5



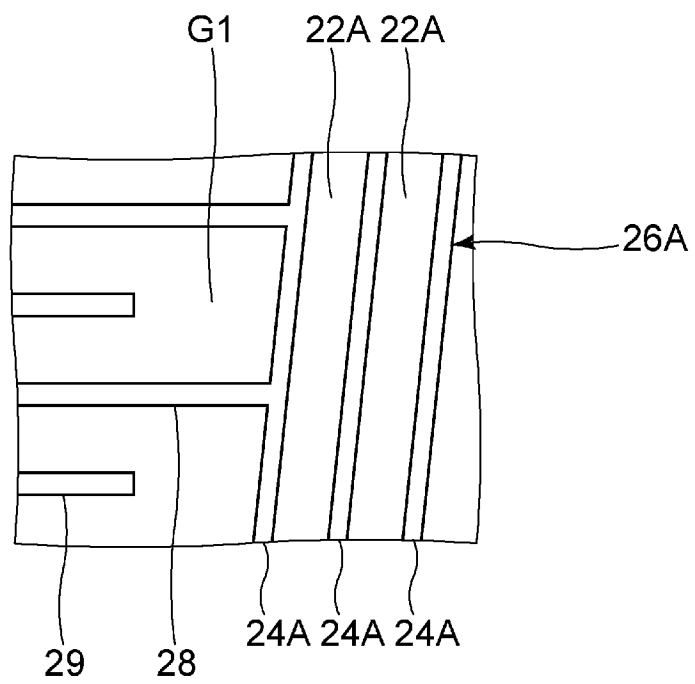
[図6]

図6



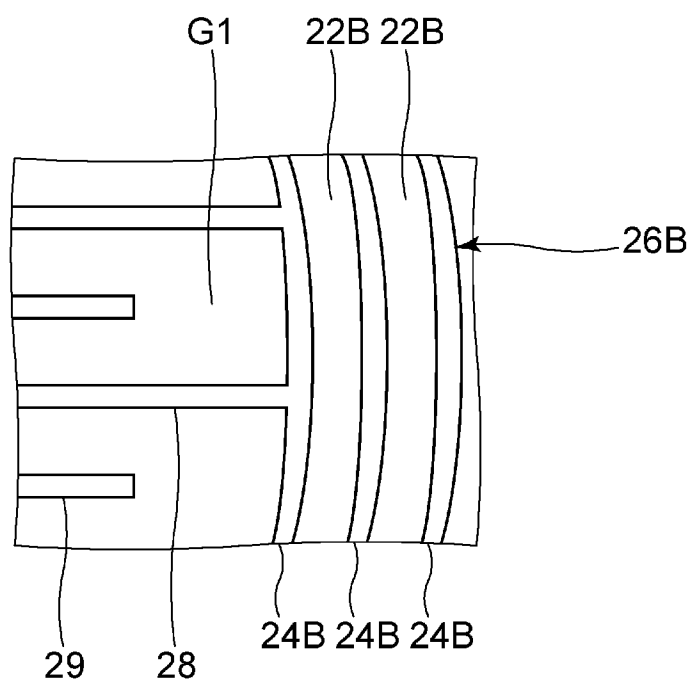
[図7]

図7



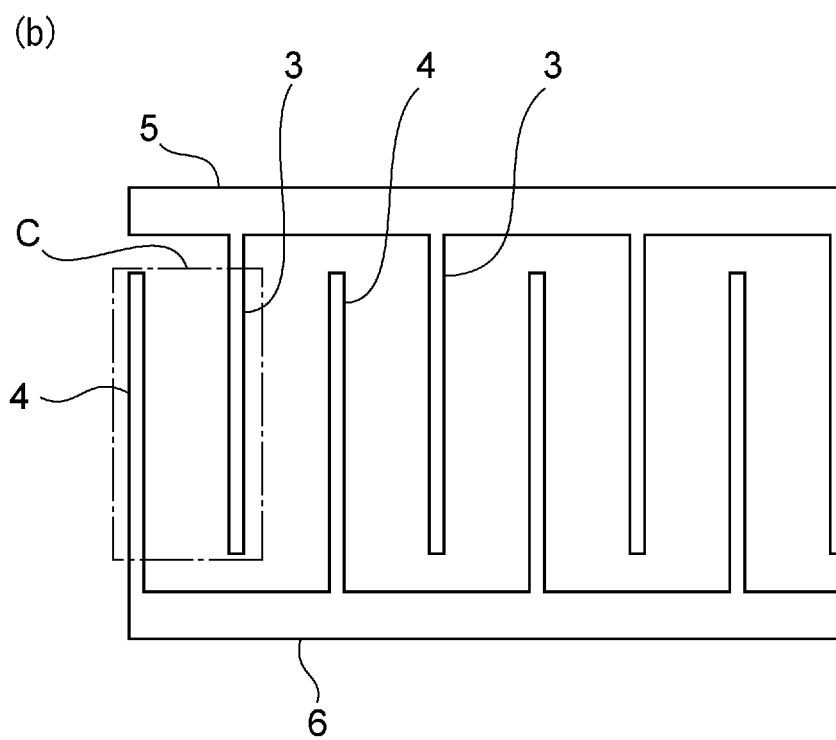
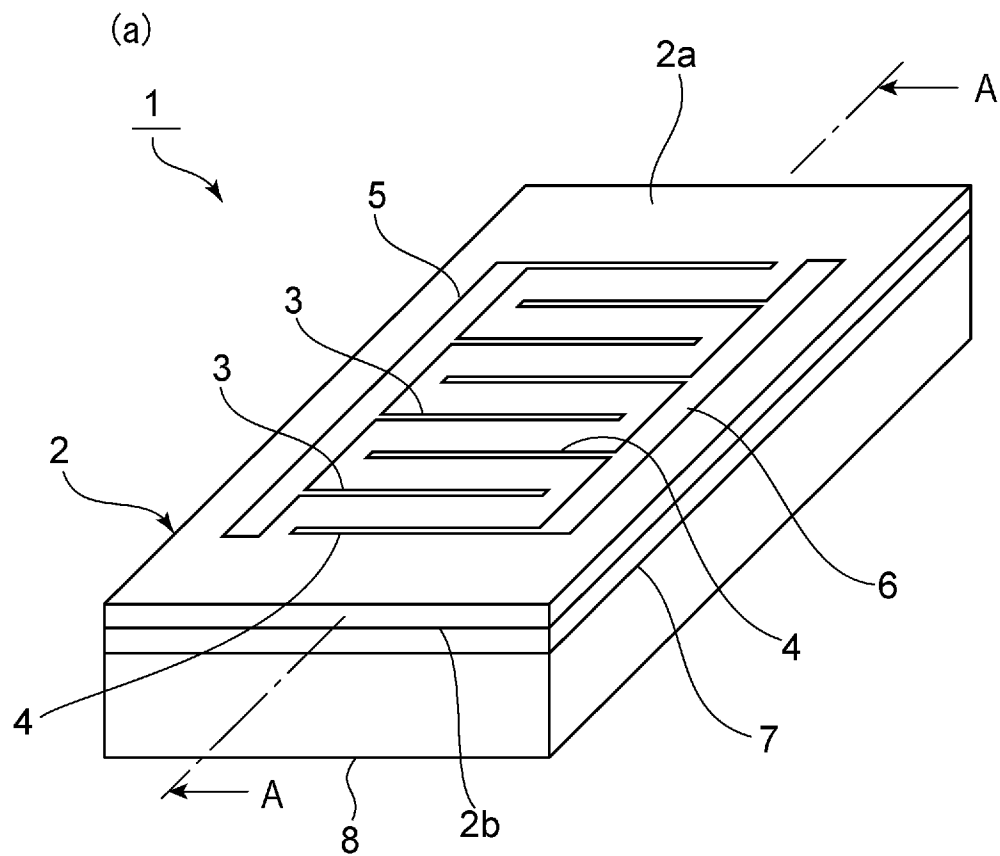
[図8]

図8



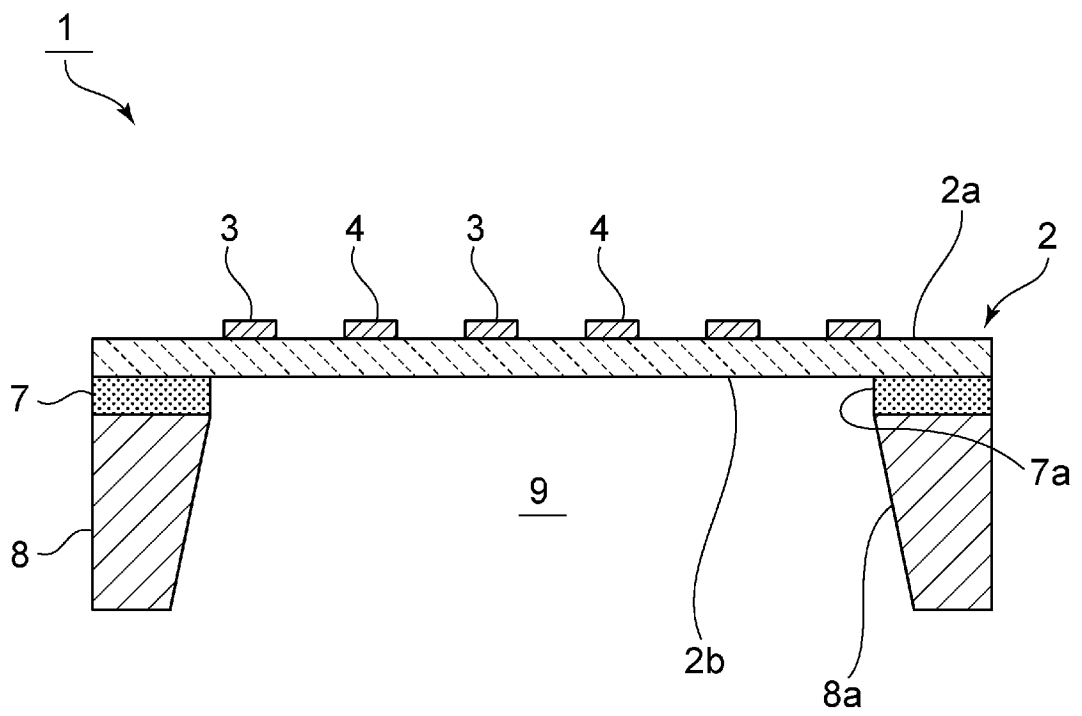
[図9]

図9



[図10]

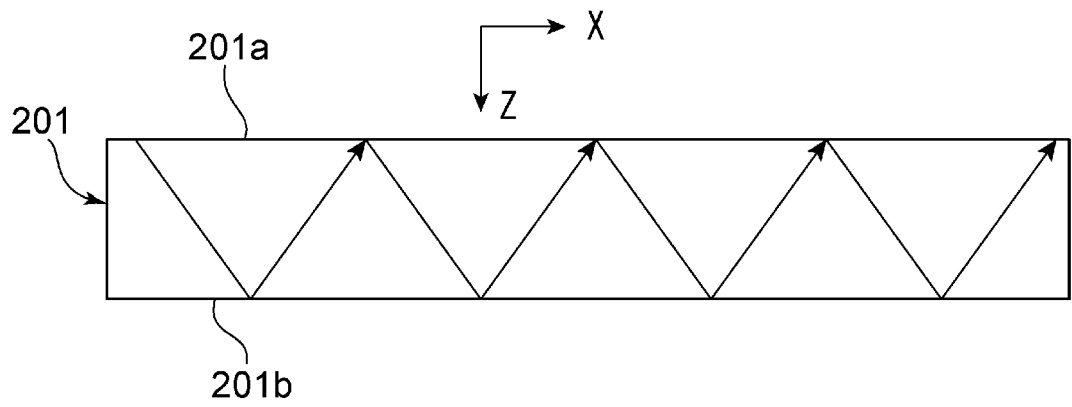
図10



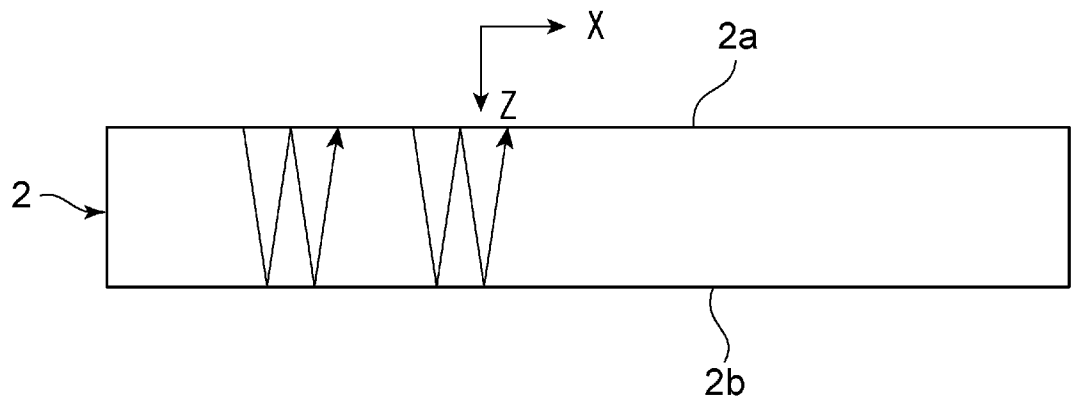
[図11]

図11

(a)

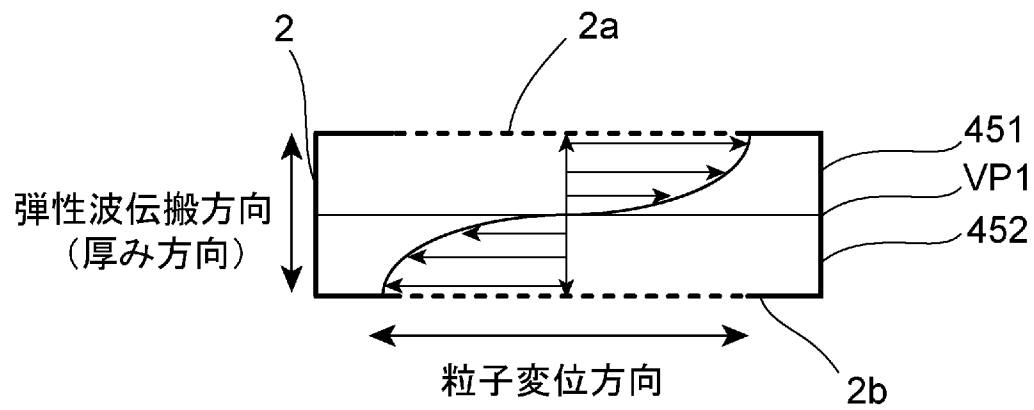


(b)



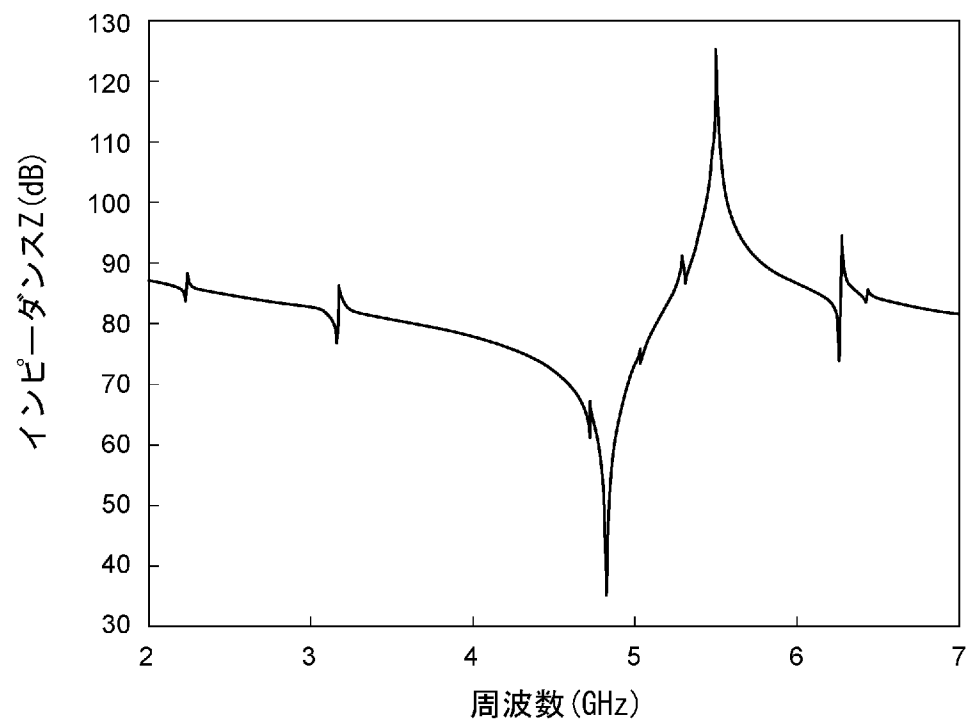
[図12]

図12



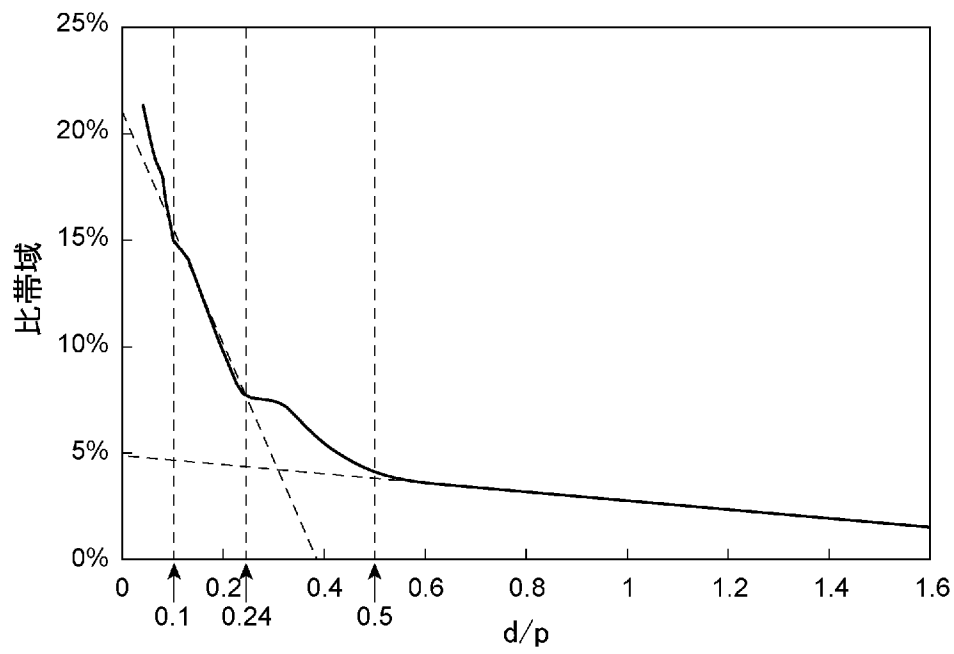
[図13]

図13



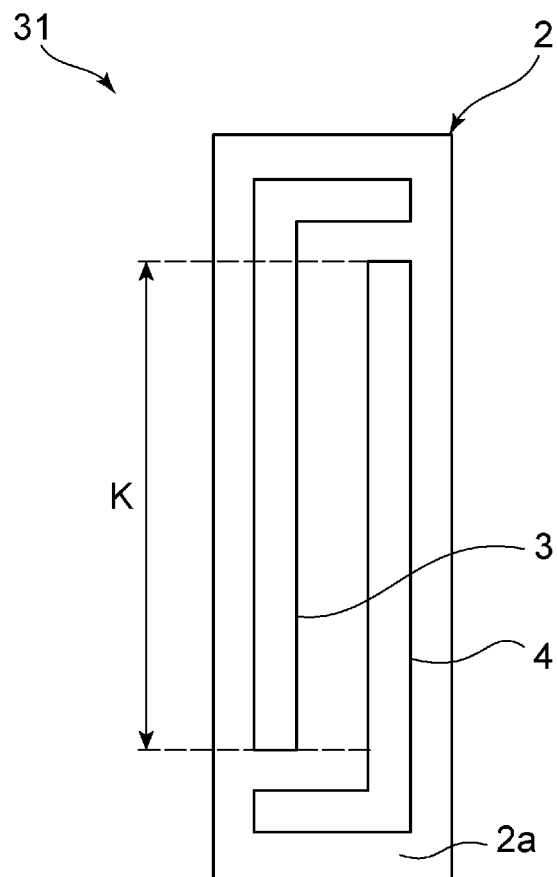
[図14]

図14



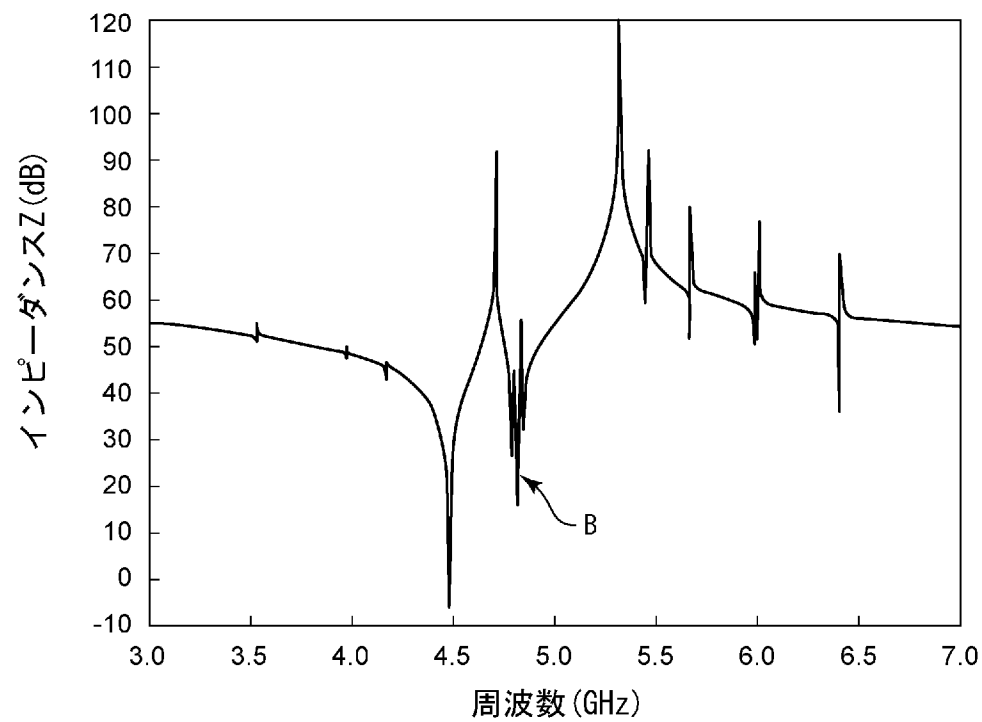
[図15]

図15



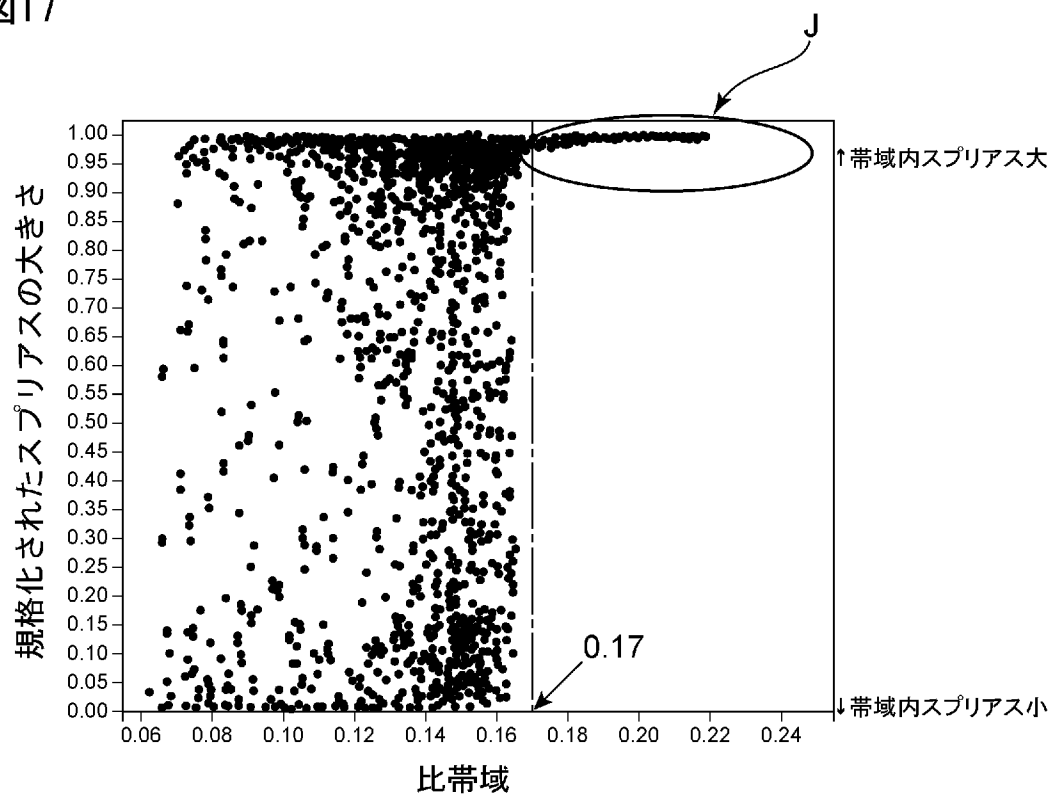
[図16]

図16



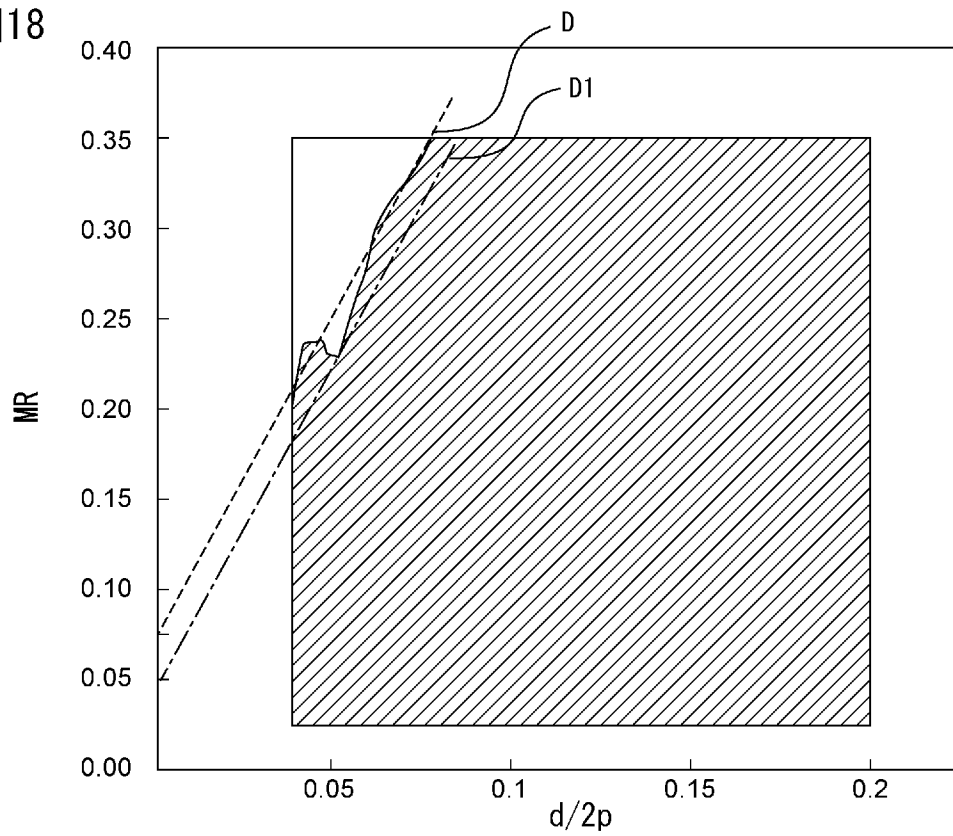
[図17]

図17



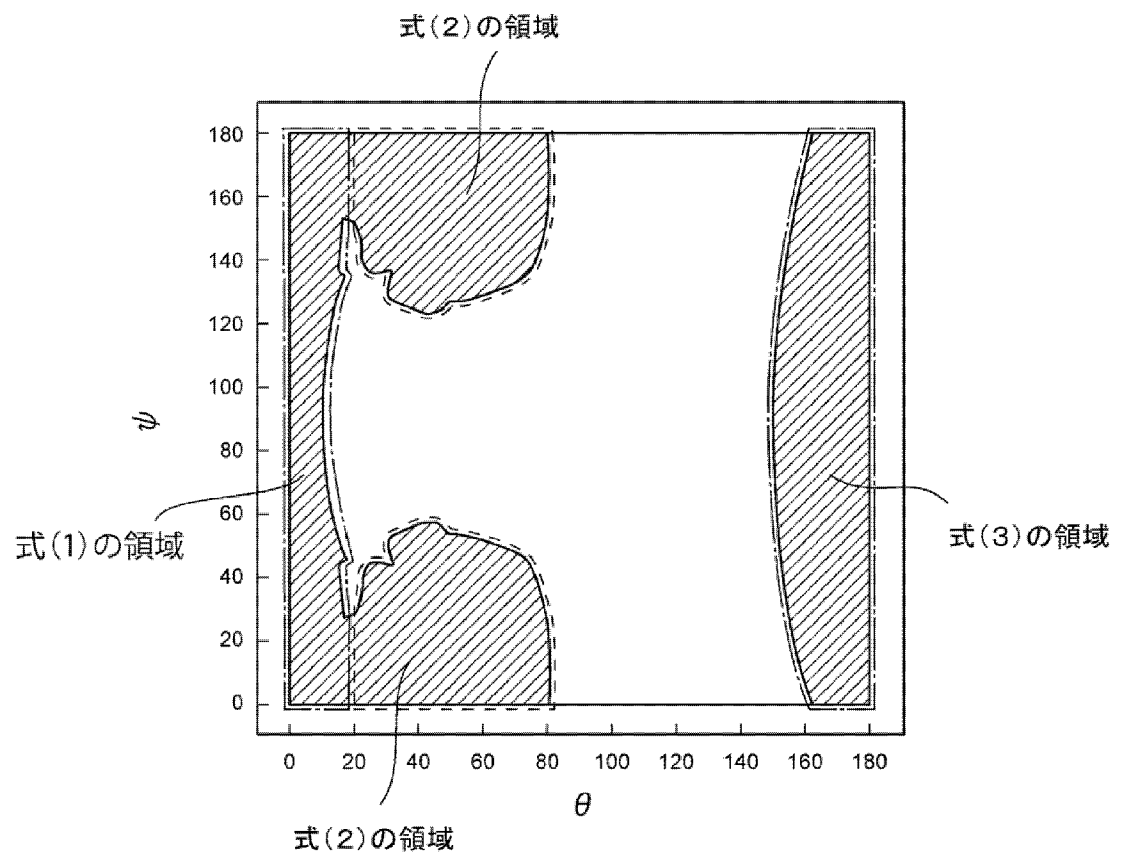
[図18]

図18



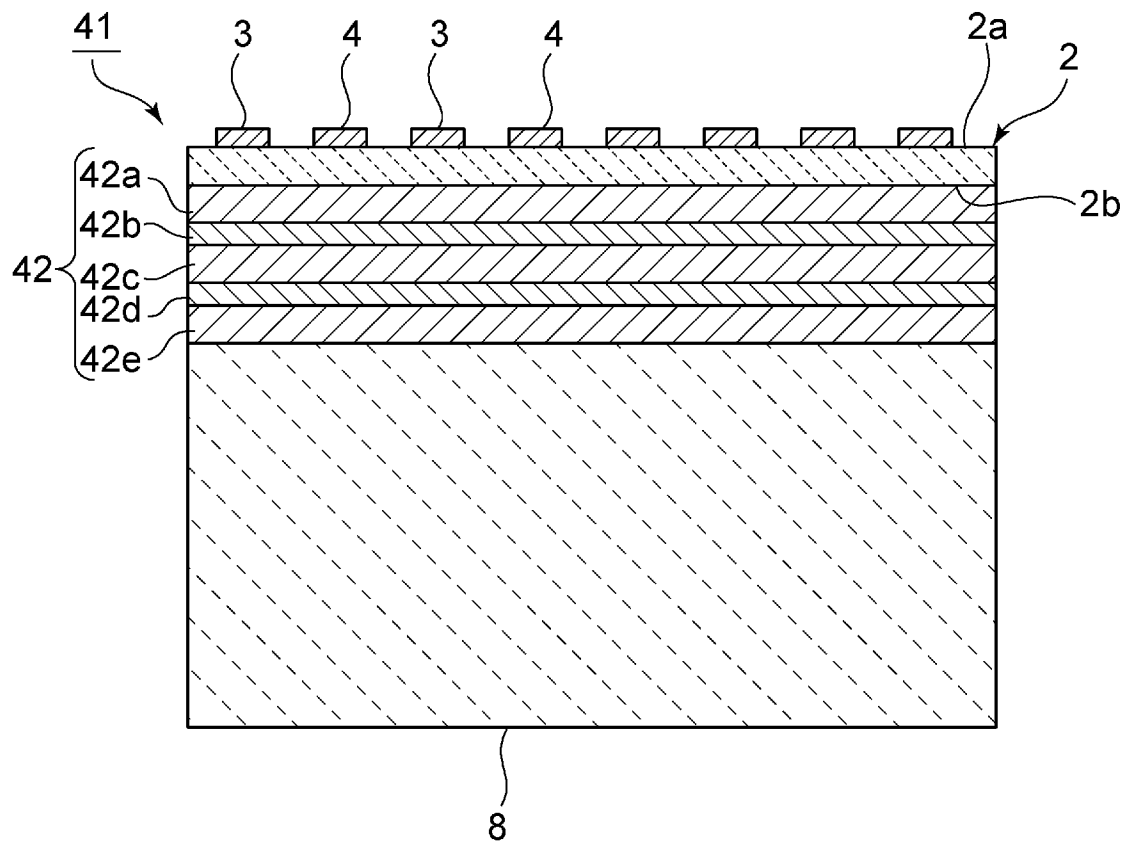
[図19]

図19



[図20]

図20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/019657

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H03H 9/145**(2006.01)i; **H03H 9/25**(2006.01)i

FI: H03H9/145 D; H03H9/25 C

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H03H9/145; 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.
X	WO 2016/084526 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 02 June 2016 (2016-06-02) paragraphs [0020], [0024]-[0031], [0036]-[0038], [0064]-[0065], [0082], fig. 1-2, 24-25	1-3, 8-10
Y		6-7, 11
A		4-5
Y	JP 2020-109957 A (SKYWORKS SOLUTIONS, INC.) 16 July 2020 (2020-07-16) paragraphs [0049], [0092]-[0093], fig. 13	6-7, 11
A		4-5
Y	WO 2019/123811 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 27 June 2019 (2019-06-27) paragraphs [0012], [0108], fig. 15	7, 11
A		4-5
Y	JP 2019-092095 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 13 June 2019 (2019-06-13) paragraphs [0025], [0040]	11

☐ 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

05 July 2022

Date of mailing of the international search report

12 July 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/JP2022/019657

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2016/084526	A1	02 June 2016	US 2017/0222619 A1 paragraphs [0023], [0052]- [0059], [0064]-[0066], [0092]- [0094], [0109], fig. 1-2, 24-25 KR 10-2017-0068591 A CN 107112975 A	
JP	2020-109957	A	16 July 2020	US 2020/0212876 A1 paragraphs [0084], [0127]- [0128], fig. 13	
WO	2019/123811	A1	27 June 2019	US 2020/0304097 A1 paragraphs [0012], [0124], fig. 15 KR 10-2020-0089705 A CN 111492575 A	
JP	2019-092095	A	13 June 2019	US 2019/0149128 A1 paragraphs [0042], [0057] CN 109802650 A KR 10-2019-0056293 A	

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 9/25(2006.01)i FI: H03H9/145 D; H03H9/25 C		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H03H9/145; H03H9/25		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022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		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2016/084526 A1（株式会社村田製作所）02.06.2016（2016-06-02） 段落[0020], [0024]-[0031], [0036]-[0038], [0064]-[0065], [0082], 図1-2, 24-25	1-3, 8-10
Y		6-7, 11
A		4-5
Y	JP 2020-109957 A（スカイワークス ソリューションズ、インコーポレイテッド） 16.07.2020（2020-07-16） 段落[0049], [0092]-[0093], 図13	6-7, 11
A		4-5
Y	WO 2019/123811 A1（株式会社村田製作所）27.06.2019（2019-06-27） 段落[0012], [0108], 図15	7, 11
A		4-5
Y	JP 2019-092095 A（株式会社村田製作所）13.06.2019（2019-06-13） 段落[0025], [0040]	11
☐ 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 05.07.2022		国際調査報告の発送日 12.07.2022
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） 竹内 享 5W 8388 電話番号 03-3581-1101 内線 3534

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/JP2022/019657

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2016/084526	A1	02.06.2016	US 2017/0222619 A1 段落[0023], [0052]- [0059], [0064]-[0066], [0092]-[0094], [0109], 図 1-2, 24-25 KR 10-2017-0068591 A CN 107112975 A	
JP	2020-109957	A	16.07.2020	US 2020/0212876 A1 段落[0084], [0127]- [0128], 図13	
WO	2019/123811	A1	27.06.2019	US 2020/0304097 A1 段落[0012], [0124], 図15 KR 10-2020-0089705 A CN 111492575 A	
JP	2019-092095	A	13.06.2019	US 2019/0149128 A1 段落[0042], [0057] CN 109802650 A KR 10-2019-0056293 A	