

(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1月20日(20.01.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/014493 A1

(51) 国際特許分類:
H03H 9/25 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/025975

(22) 国際出願日: 2021年7月9日(09.07.2021)

(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 2020-121454 2020年7月15日(15.07.2020) JP

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

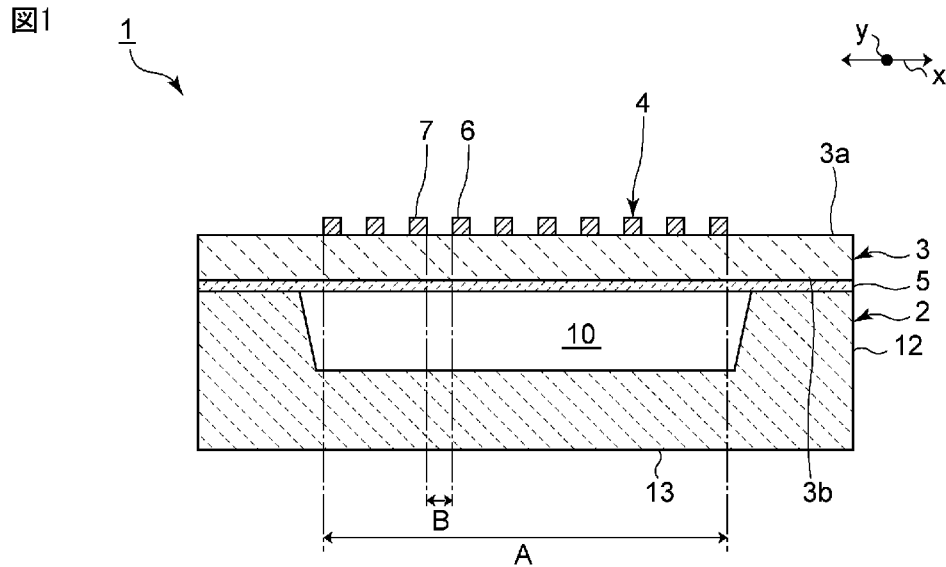
(72) 発明者: 永友 翔(NAGATOMO, Sho); 〒6178555
京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株
式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許
事務所(MIYAZAKI & METSUGI); 〒5400028
大阪府大阪市中央区常盤町 1 丁目 3 番 8
号 中央大通 F Nビル Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: ELASTIC WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波装置



(57) Abstract: Provided is an elastic wave device that can increase heat dissipation in a situation in which a cavity is provided to a support substrate. An elastic wave device 1 according to the present invention comprises: a cavity 10; a support substrate 2 that has a support part 12; a piezoelectric film (lithium niobate film 3) that is provided on the support part 12 and has a first and a second main surface 3a, 3b; a function electrode 4 provided to the first main surface 3a; and a heat dissipation film 5 provided to at least one of the first and the second main surfaces 3a, 3b of the piezoelectric film and composed of a semiconductor or an insulator. The function electrode 4 has at least one pair of first and second electrodes 6, 7. When dx is the thickness of the piezoelectric film and p is the distance between the centers of the neighboring first and

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)）

second electrodes 6, 7, dx/p is no more than 0.5. In a planar view, the heat dissipation film 5 overlaps with at least a portion of the support part 12. The thermal conductance of the heat dissipation film 5 is greater than the thermal conductance of the piezoelectric film, and the heat dissipation film 5 is thinner than the piezoelectric film.

(57) 要約：支持基板に空洞部が設けられている場合において、放熱性を高めることができる、弾性波装置を提供する。本発明に係る弾性波装置 1 は、空洞部 10 と、支持部 12 とを有する支持基板 2 と、支持部 12 上に設けられており、かつ第 1, 第 2 の主面 3a, 3b を有する圧電膜（ニオブ酸リチウム膜 3）と、第 1 の主面 3a に設けられている機能電極 4 と、圧電膜の第 1, 第 2 の主面 3a, 3b のうち少なくとも一方に設けられており、半導体または絶縁体からなる放熱膜 5 とを備える。機能電極 4 は、少なくとも 1 対の第 1, 第 2 電極 6, 7 を有する。圧電膜の厚みを d_x 、隣り合う第 1, 第 2 電極 6, 7 の中心間距離を p とした場合、 d_x/p が 0.5 以下である。平面視において、放熱膜 5 が支持部 12 の少なくとも一部と重なっている。放熱膜 5 の熱伝導率が圧電膜の熱伝導率よりも高く、かつ放熱膜 5 の厚みが圧電膜の厚みよりも薄い。

明 細 書

発明の名称： 弾性波装置

技術分野

[0001] 本発明は、弾性波装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、 LiNbO_3 または LiTaO_3 からなる圧電膜を伝搬する板波を利用した弾性波装置が知られている。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。ここでは、支持体上に圧電基板が設けられている。支持体、すなわち支持基板には空洞部が設けられている。圧電基板は空洞部と重なっている。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。それによって、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、板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に記載の弾性波装置では、圧電基板が空洞部に面している部分においては、放熱性が低い。そのため、弾性波装置全体としても放熱性が低い。ここで、IDT電極に電力を加えると、IDT電極が設けられている部分において発熱する。上記弾性波装置のように放熱性が低い場合には、IDT電極が設けられている部分における発熱に起因して、弾性波装置が破損するおそれがある。そのため、放熱性が低い弾性波装置においては、耐電力性を高めることは困難である。

[0005] 本発明の目的は、支持基板に空洞部が設けられている場合において、放熱性を高めることができる、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のある広い局面では、空洞部と、支持部とを有する支持基板と、前記空洞部を覆うように、前記支持部上に設けられており、かつ対向し合う第1の主面及び第2の主面を有する圧電膜と、前記圧電膜の前記第1の主面に設けられている機能電極と、前記圧電膜の前記第1の主面及び前記第2の主面のうち少なくとも一方に設けられており、半導体または絶縁体からなる放熱膜とが備えられており、前記機能電極が、互いに対向する、少なくとも1対の第1電極及び第2電極を有し、前記圧電膜の厚みを d_x 、隣り合う前記第1電極と前記第2電極との中心間距離を p とした場合、 d_x/p が0.5以下であり、平面視において、前記放熱膜が前記支持部の少なくとも一部と重なっており、前記放熱膜の熱伝導率が前記圧電膜の熱伝導率よりも高く、かつ前記放熱膜の厚みが前記圧電膜の厚みよりも薄い。

[0007] 本発明に係る弾性波装置の他の広い局面では、空洞部と、支持部とを有する支持基板と、前記空洞部を覆うように、前記支持部上に設けられており、かつ対向し合う第1の主面及び第2の主面を有する圧電膜と、前記圧電膜の前記第1の主面に設けられている機能電極と、前記圧電膜の前記第1の主面及び前記第2の主面のうち少なくとも一方に設けられている放熱膜とが備えられており、前記機能電極が、互いに対向する、少なくとも1対の第1電極及び第2電極を有し、前記圧電膜の厚みを d_x 、隣り合う前記第1電極と前記第2電極との中心間距離を p とした場合、 d_x/p が0.5以下であり、平面視において、前記放熱膜が前記支持部の少なくとも一部と重なっており、前記放熱膜の厚みが前記圧電膜の厚みよりも薄く、前記放熱膜が、シリコン膜、窒化ケイ素膜または炭化ケイ素膜である。

発明の効果

[0008] 本発明に係る弾性波装置によれば、支持基板に空洞部が設けられている場合において、放熱性を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図2]図2は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。

[図3]図3は、放熱膜の厚みとニオブ酸リチウム膜の厚みとの比 d_h/d_n 、及び比帯域幅の関係を示す図である。

[図4]図4（a）は、従来の弾性波装置の圧電膜を伝搬するラム波を説明するための模式的正面断面図であり、図4（b）は、本発明の一実施形態に係る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5]図5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6]図6は、隣り合う第1電極及び第2電極の中心間距離または中心間距離の距離を p 、圧電膜の厚みを d_n とした場合の d_n/p と共振子としての比帯域との関係を示す図である。

[図7]図7は、熱伝導率比と規格化温度差との関係を示す図である。

[図8]図8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正面断面図である。

[図9]図9は、本発明の第2の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図10]図10は、本発明の第3の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図11]図11は、本発明の第4の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図12]図12は、本発明の第5の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図13]図13は、 d_n/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。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

[0011] なお、本明細書に記載の各実施形態は、例示的なものであり、異なる実施形態間において、構成の部分的な置換または組み合わせが可能であることを指摘しておく。

[0012] 図1は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。図2は第1の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。なお、図1は、図2中の1-1線に沿う断面図である。

[0013] 図1に示すように、弾性波装置1は支持基板2、圧電膜としてのニオブ酸リチウム膜3、機能電極4及び放熱膜5を有する。弾性波装置1においては、本発明の圧電膜はニオブ酸リチウム膜3であるが、圧電膜はタンタル酸リチウム膜であってもよい。支持基板2上にニオブ酸リチウム膜3が設けられている。なお、本実施形態においては、支持基板2とニオブ酸リチウム膜3との間に放熱膜5が設けられている。ニオブ酸リチウム膜3上に機能電極4が設けられている。

[0014] 支持基板2は空洞部10、支持部12及び底部13を有する。支持部12は枠状の形状を有する。空洞部10は、支持基板2に設けられた凹部である。空洞部10は、支持部12及び底部13により囲まれており、ニオブ酸リチウム膜3側において開口している。なお、空洞部10は、貫通孔であってもよい。

[0015] 支持基板2はシリコン基板である。支持基板2のニオブ酸リチウム膜3側の面における面方位は(100)、(111)または(110)であることが好ましい。支持基板2の抵抗率は2kΩ以上であることが好ましい。もっとも、支持基板2の材料は上記に限定されない。支持基板2の材料には、熱伝導率が高い材料を用いることが好ましい。

[0016] 支持基板2の支持部12上に、空洞部10を覆うように、ニオブ酸リチウム膜3が設けられている。ニオブ酸リチウム膜3は第1の主面3a及び第2の主面3bを有する。第1の主面3a及び第2の主面3bは対向し合ってい

る。第1の主面3a及び第2の主面3bのうち、第2の主面3bが支持基板2側の主面である。本実施形態では、ニオブ酸リチウム膜3は LiNbO_3 膜である。ニオブ酸リチウム膜3の厚みは40nm以上、1000nm以下であることが好ましい。

[0017] ニオブ酸リチウム膜3の第2の主面3bに放熱膜5が設けられている。放熱膜5は、支持基板2の空洞部10を覆うように設けられている。よって、放熱膜5は、支持基板2の支持部12を架橋するように設けられている。放熱膜5の厚みはニオブ酸リチウム膜3の厚みよりも薄い。放熱膜5の熱伝導率はニオブ酸リチウム膜3の熱伝導率よりも高い。放熱膜5は半導体または絶縁体からなる。より具体的には、放熱膜5の材料としては、例えば、シリコン、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、ダイヤモンド、窒化ホウ素またはナノカーボンなどを用いることができる。

[0018] なお、放熱膜5は、平面視において、支持基板2の支持部12の少なくとも一部と重なっていればよい。本明細書において、平面視とは、図1における上方から見る方向をいう。

[0019] 図2に示すように、ニオブ酸リチウム膜3の第1の主面3aに機能電極4が設けられている。機能電極4は複数の電極を有する。複数の電極は、ニオブ酸リチウム膜3の厚み方向に交叉する方向に並んでいる。各電極は矩形形状を有する。複数の電極は、複数対の第1電極6及び第2電極7を含む。本実施形態においては、第1電極6及び第2電極7は平行に延びている。第1電極6が延びる方向と直交する方向において、隣り合う第1電極6及び第2電極7が対向している。以下においては、第1電極6が延びる方向をy方向とし、y方向と直交する方向をx方向とする。x方向及びy方向の双方は、ニオブ酸リチウム膜3の厚み方向と交叉する方向である。このため、隣り合う第1電極6及び第2電極7は、ニオブ酸リチウム膜3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。

[0020] 機能電極4は第1のバスバー8及び第2のバスバー9を有する。第1のバスバー8及び第2のバスバー9は対向し合っている。複数の第1電極6の一

方端が、それぞれ第1のバスバー8に接続されている。複数の第2電極7の一方端が、それぞれ第2のバスバー9に接続されている。複数の第1電極6及び複数の第2電極7は、互いに間挿し合っている。第1電極6及び第2電極7は、互いに異なる電位に接続される。本実施形態においては、機能電極4はIDT電極である。もっとも、機能電極4はIDT電極には限られない。機能電極4は、少なくとも一对の第1電極6及び第2電極7を有していればよい。

[0021] 機能電極4は、Al、AlCu合金などの適宜の金属もしくは合金からなる。AlCu合金におけるCuは、1重量%以上、20重量%以下であることが好ましい。機能電極4は、積層金属膜からなってもよい。この場合、例えば、密着層を有していてもよい。密着層としては、例えば、Ti層やCr層などが挙げられる。

[0022] 図2に示すように、機能電極4は交叉領域Aを有する。交叉領域Aは、x方向から見て、隣り合う電極が重なっている領域である。交叉領域Aは、x方向における、機能電極4の最も外側の電極のうち的一方の電極から、最も外側の電極のうち他方の電極に至る領域である。なお、交叉領域Aは、上記最も外側の電極の、x方向における外側の端部を含む。平面視において、交叉領域Aの全部が空洞部10と重なっている。

[0023] 本実施形態の特徴は、以下の構成を有することにある。1) 圧電膜の厚みを d_x 、隣り合う第1電極6と第2電極7との中心間距離を p とした場合、 d_x/p が0.5以下であること。2) 平面視において、放熱膜5が支持基板2の支持部12の少なくとも一部と重なっていること。3) 放熱膜5の熱伝導率がニオブ酸リチウム膜3の熱伝導率よりも高く、かつ放熱膜5の厚みがニオブ酸リチウム膜3の厚みよりも薄いこと。それによって、支持基板2に空洞部10が設けられている場合において、弾性波装置1の放熱性を高めることができる。これを以下において説明する。

[0024] 厚み滑りモードのバルク波を利用していることにより、弾性波装置1の小型化を進めることができる。なお、該小型化については後述する。しかしな

がら、弾性波装置 1 を小型にすると、表面積が小さくなるため、放熱性が低くなる。加えて、支持基板 2 に空洞部 10 が設けられていると、機能電極 4 が設けられた部分において生じた熱を放熱し難い。

[0025] これに対して、本実施形態においては、放熱膜 5 が設けられていることにより、機能電極 4 が設けられた部分において生じた熱を、放熱膜 5 に伝導させることができる。さらに、平面視において、放熱膜 5 が支持基板 2 の支持部 12 の少なくとも一部と重なっていることにより、放熱膜 5 と支持基板 2 との距離が近い。よって、放熱膜 5 から支持基板 2 に、熱を効率的に伝導させることができる。従って、支持基板 2 に空洞部 10 が設けられている場合において、弾性波装置 1 の放熱性を高めることができる。さらに、放熱膜 5 の厚みがニオブ酸リチウム膜 3 の厚みよりも薄いため、生産性を高めることもできる。

[0026] なお、従来の板波を利用する素子においても、IDT 電極を大型にすることにより、放熱性を高め得る。しかしながら、IDT 電極を大型にすると、電極指においてマイグレーションが生じ易くなる。そのため、耐電力性が劣化するおそれがある。これに対して、本実施形態においては、機能電極 4 を大型にせずして、放熱性を高めることができる。よって、耐電力性の劣化を生じさせることなく、放熱性を高めることができる。

[0027] 本実施形態のように、放熱膜 5 がニオブ酸リチウム膜 3 の第 2 の主面 3b に設けられており、かつ支持基板 2 と接触していることが好ましい。それによって、放熱膜 5 から支持基板 2 に、熱をより一層伝導させることができる。放熱膜 5 が、支持基板 2 の支持部 12 の少なくとも一部を架橋するように設けられていることがより好ましい。それによって、放熱経路をより一層増やすことができる。平面視において、放熱膜 5 が空洞部 10 の全てと重なっていることがさらに好ましい。この場合には、放熱膜 5 が、支持部 12 の全部を架橋するように設けられている。よって、放熱経路をさらにより一層増やすことができる。

[0028] ここで、放熱膜 5 に用いられ得る材料の例の、それぞれの熱伝導率を表 1

において示す。なお、 LiNbO_3 の熱伝導率は 4.6 W/mK である。 LiTaO_3 の熱伝導率は 4.2 W/mK である。

[0029] [表1]

【表1】

材料	熱伝導率(W/mK)
AlN	130~260
SiC	360
Si	140
ダイヤモンド	2000
BN	550
ナノカーボン	~2000

[0030] 表1に示す全ての材料の熱伝導率が、 LiNbO_3 及び LiTaO_3 の熱伝導率よりも大幅に高いことがわかる。放熱膜5は、シリコン膜、窒化ケイ素膜または炭化ケイ素膜であることが好ましい。より具体的には、放熱膜5は、Si膜、AlN膜またはSiC膜であることが好ましい。これらの場合には、放熱性を高めることができ、かつコストを低くすることができる。

[0031] 放熱膜5の熱伝導率は、ニオブ酸リチウム膜3の熱伝導率の5倍以上であることが好ましい。それによって、放熱性を効果的に高めることができる。もっとも、放熱膜5に、表1に示す材料を用いた場合には、放熱膜5の熱伝導率を大幅に高めることができ、放熱性をより一層高めることができる。これは、圧電膜がタンタル酸リチウム膜である場合も同様である。

[0032] ここで、放熱膜5の厚みを d_h 、ニオブ酸リチウム膜3の厚みを d_n 、放熱膜5の厚み d_h とニオブ酸リチウム膜3の厚み d_n との比を d_h/d_n とする。図3において、比 d_h/d_n と比帯域幅との関係を示す。比帯域幅が広いことは、結合係数が高いことを示す。

[0033] 図3は、放熱膜の厚みとニオブ酸リチウム膜の厚みとの比 d_h/d_n 、及び比帯域幅の関係を示す図である。

[0034] 図3に示すように、比 d_h/d_n が小さくなるほど、比帯域幅が広くなっ

ていることがわかる。比 d_h/d_n は、0.25 以下であることが好ましい。すなわち、放熱膜 5 の厚みは、ニオブ酸リチウム膜 3 の 25% 以下であることが好ましい。より具体的には、放熱膜 5 の最も厚い部分の厚みが、ニオブ酸リチウム膜 3 の 25% 以下であることが好ましい。それによって、比帯域幅をより一層広くすることができ、結合係数をより一層高めることができる。一方で、放熱膜 5 の厚みは、ニオブ酸リチウム膜 3 の 5% 以上であることが好ましい。この場合には、放熱性を好適に高めることができる。放熱膜 5 の厚みは、ニオブ酸リチウム膜 3 の 50% 以上であることがより好ましい。この場合には、放熱性をより一層高めることができる。なお、以下においては、比帯域幅を比帯域と記載することもある。

[0035] ところで、本実施形態においては、ニオブ酸リチウム膜 3 上に反射器は設けられていない。弾性波装置 1 は反射器を有しない。この場合にも伝搬損失が抑制されるのは、弾性波装置 1 が厚み滑りモードのバルク波を利用していることによる。より具体的には、弾性波装置 1 は厚み滑り 1 次モードのバルク波を利用している。以下において、弾性波装置 1 が利用している厚み滑りモードの詳細を説明する。

[0036] 図 2 に示すように、隣り合う 1 対の第 1 電極 6 及び第 2 電極 7 の構造が、 x 方向に、複数対設けられている。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。なお、機能電極 4 における電極が隣り合うとは、電極同士が直接接触するように配置されている場合ではなく、電極同士が間隔を介して配置されている場合を指す。また、第 1 電極 6 と第 2 電極 7 とが隣り合う場合、第 1 電極 6 と第 2 電極 7 との間には、他のホット電極またはグラウンド電極は配置されない。

[0037] 弾性波装置 1 の駆動に際しては、複数の第 1 電極 6 と、複数の第 2 電極 7 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 8 と第 2 のバスバー 9 との間に交流電圧を印加する。それによって、ニオブ酸リチウム膜 3 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。このように、第 1 電極 6 と第 2 電極 7 との間

の領域は励振領域Bである。図2においては、例として1つの励振領域Bを示しているが、複数の第1電極6と複数の第2電極7との間の領域は、いずれも励振領域Bである。励振領域Bは交叉領域Aに含まれる。

[0038] 放熱膜5は、平面視において、交叉領域Aと重なっていることが好ましく、励振領域Bと重なっていることがより好ましい。弾性波装置1においては、交叉領域Aにおける励振領域Bにおいて発熱する。よって、上記構成により、発熱している部分から、熱を効率的に放熱膜5に伝導させることができる。従って、放熱性をより一層高めることができる。

[0039] 弾性波装置1では、上記のように、 $d \times / p$ は0.5以下とされている。より具体的には、ニオブ酸リチウム膜3の厚みを d_n 、複数対の第1電極6及び第2電極7のうちいずれかの隣り合う第1電極6及び第2電極7の中心間距離を p とした場合、 d_n / 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。ここで、第1電極6及び第2電極7の中心間距離とは、第1電極6のx方向における中心と、第2電極7のx方向における中心とを結んだ距離となる。

[0040] 弾性波装置1は上記構成を備え、厚み滑りモードを利用している。それによって、第1電極6及び第2電極7の対数を少なくしたとしても、Q値の低下が生じ難い。

[0041] 本実施形態では、ニオブ酸リチウム膜3はZカットの圧電膜である。そのため、x方向は、ニオブ酸リチウム膜3の分極方向と直交する方向となる。ニオブ酸リチウム膜3が他のカット角の圧電膜である場合には、この限りでない。

[0042] 厚み滑りモードのバルク波と、従来利用されているラム波との相違を、図4(a)及び図4(b)を参照して説明する。

[0043] 図4(a)は、特許文献1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 201 a と、第 2 の主面 201 b とが対向しており、第 1 の主面 201 a と第 2 の主面 201 b とを結ぶ厚み方向が z 方向である。x 方向は、I D T 電極の電極指が並んでいる方向である。図 4 (a) に示すように、ラム波は x 方向に伝搬していく。ラム波は板波であるため、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。そのため、I D T 電極の x 方向両側に反射器を配置して、共振特性を得ている。

[0044] これに対して、図 4 (b) に示すように、本実施形態の弾性波装置では、振動変位は厚み滑り方向である。そのため、波は z 方向にほぼ伝搬し、共振する。よって、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、第 1 電極 6 及び第 2 電極 7 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。

[0045] なお、厚み滑りモードのバルク波の振幅方向は、図 5 に示すように、ニオブ酸リチウム膜 3 の励振領域に含まれる第 1 領域 451 と、励振領域に含まれる第 2 領域 452 とにおいて逆になる。図 5 では、第 1 電極 6 と第 2 電極 7 との間に、第 2 電極 7 が第 1 電極 6 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、励振領域のうち、ニオブ酸リチウム膜 3 の厚み方向に直交しニオブ酸リチウム膜 3 を 2 分する仮想平面 V P 1 と、第 1 の主面 3 a との間の領域である。第 2 領域 452 は、励振領域のうち、仮想平面 V P 1 と、第 2 の主面 3 b との間の領域である。

[0046] 上記のように、弾性波装置 1 では、複数対の第 1 電極 6 及び第 2 電極 7 が配置されている。厚み滑りモードは、x 方向に波を伝搬させるものではないため、第 1 電極 6 及び第 2 電極 7 からなる電極対は複数対設けられている必要はない。すなわち、少なくとも 1 対の第 1 電極 6 及び第 2 電極 7 が設けられてさえおればよい。

[0047] 弾性波装置 1 においては、第 1 電極 6 がホット電位に接続される電極であ

り、第2電極7がグラウンド電位に接続される電極である。もっとも、第1電極6がグラウンド電位に接続され、第2電極7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。

[0048] ところで、本実施形態では、 d_n/p は0.5以下である。 d_n/p は0.24以下であることが好ましい。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。これを、図6を参照して説明する。

[0049] d_n/p を変化させ、複数の弾性波装置を得た。図6は、この d_n/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。

[0050] 図6から明らかなように、 $d_n/p > 0.5$ では、 d_n/p を調整しても、比帯域は5%未満である。これに対して、 $d_n/p \leq 0.5$ の場合には、その範囲内で d_n/p を変化させれば、比帯域を5%以上とすることができる。よって、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_n/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_n/p をこの範囲内で調整すれば、比帯域がより一層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。なお、例えば、ニオブ酸リチウム膜3が厚みばらつきを有する場合には、その厚みを平均化した値を採用してもよい。これらの関係は、圧電膜がタンタル酸リチウム膜である場合も同様である。

[0051] 隣り合う第1電極6及び第2電極7の中心間距離 p は、 $1\mu\text{m}$ 以上、 $10\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。機能電極4の複数の電極の x 方向に沿う寸法を幅としたときに、第1電極6及び第2電極7の幅は、それぞれ、 150nm 以上、 1000nm 以下であることが好ましい。

[0052] ここで、以下において規定する熱伝導率比と、放熱性との関係を示す。第1電極及び第2電極の幅の平均を w 、機能電極のデューティ比を D_e 、機能電極の熱伝導率を C_e 、機能電極の厚みを d_e とする。なお、 $D_e = w/p$ とする。ニオブ酸リチウム膜の熱伝導率を C_n 、ニオブ酸リチウム膜の厚み

を d_n 、放熱膜の熱伝導率を C_i 、放熱膜の厚みを d_i とする。機能電極と、ニオブ酸リチウム膜及び放熱膜との熱伝導率比を R とし、 $R = (C_e \times d_e \times D_e) / (C_n \times d_n + C_i \times d_i)$ とする。例えば、放熱膜の熱伝導率 C_i が高く、または放熱膜の厚みが厚い場合には、熱伝導率比 R は小さくなる。

[0053] なお、放熱性の指標として規格化温度差を用いる。規格化温度差は、弾性波装置において弾性波が励振していないときの温度と、弾性波が励振しているときの温度との差を規格化したものである。弾性波が励振されると、機能電極が設けられている部分において発熱し、弾性波装置の温度は高くなる。これに対して、弾性波装置の放熱性が高いほど放熱される。そのため、放熱性が高いほど、弾性波が励振されていないときの温度と、弾性波が励振されているときの温度との差は小さくなる。従って、規格化温度差が小さいほど、弾性波装置の放熱性が高い。

[0054] 図 7 は、熱伝導率比と規格化温度差との関係を示す図である。図 7 中の破線 E 1 及び破線 E 2 は、熱伝導率比 R の変化に対する、規格化温度差の変化の傾きを示す。

[0055] 図 7 に示すように、熱伝導率比 R が小さくなるほど、規格化温度差が小さくなっていることがわかる。ここで、熱伝導率比 R を小さくしていった場合において、 $R = 8$ となったときから、規格化温度差が顕著に小さくなり始めていることがわかる。 $R \leq 4$ の場合には、規格化温度差がより一層小さくなっている。なお、熱伝導率比 R の変化に対する規格化温度差の変化の傾きは、熱伝導率比 R が小さくなるほど大きくなっている。ここで、破線 E 1 及び破線 E 2 の交点により示すように、 $R = 1$ が、規格化温度差の変化の変曲点となっている。よって、 $R \leq 1$ のときに規格化温度差をさらに一層小さくすることができる。

[0056] $R \leq 8$ であることが好ましく、 $R \leq 4$ であることがより好ましく、 $R \leq 1$ であることがさらに好ましい。それによって、規格化温度差を効果的に小さくすることができ、放熱性を効果的に高めることができる。

[0057] 上記のように、放熱膜 5 は、平面視において、支持基板 2 における支持部 1 2 の少なくとも一部と重なっていればよい。以下において、放熱膜の配置のみが第 1 の実施形態と異なる、第 1 の実施形態の変形例を示す。

[0058] 図 8 に示す変形例においては、放熱膜 5 A は、平面視において、支持基板 2 における支持部 1 2 の一部と重なっている。より具体的には、図 8 に示す断面において、支持部 1 2 の対向し合う部分のうち一方の部分は、平面視において放熱膜 5 A と重なっている。支持部 1 2 の対向し合う部分のうち他方の部分は、平面視において放熱膜 5 A と重なっていない。支持部 1 2 における放熱膜 5 A と重なっていない部分は、ニオブ酸リチウム膜 3 と直接的に接触している。なお、放熱膜 5 A は、平面視において、機能電極 4 の交叉領域 A とも重なっている。本変形例においても、第 1 の実施形態と同様に、放熱性を高めることができる。

[0059] 図 9 は、第 2 の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[0060] 本実施形態は、放熱膜 2 5 がニオブ酸リチウム膜 3 の第 1 の主面 3 a に設けられている点において、第 1 の実施形態と異なる。なお、第 2 の主面 3 b には、放熱膜 5 は設けられていない。上記の点以外においては、本実施形態の弾性波装置は第 1 の実施形態の弾性波装置 1 と同様の構成を有する。

[0061] 放熱膜 2 5 は、機能電極 4 を覆うように、ニオブ酸リチウム膜 3 の第 1 の主面 3 a に設けられている。なお、本実施形態においても、放熱膜 2 5 の厚みはニオブ酸リチウム膜 3 の厚みよりも薄い。平面視において、放熱膜 2 5 は支持基板 2 の支持部 1 2 と重なっている。

[0062] ニオブ酸リチウム膜 3 の熱伝導率は低い。そのため、ニオブ酸リチウム膜 3 における機能電極 4 が設けられている部分から、支持部 1 2 と接触している部分に熱を伝達する効率を高めることは困難である。これに対して、本実施形態においては、平面視において支持部 1 2 と重なっている部分に、放熱膜 2 5 を介して熱を効率的に伝達することができる。従って、放熱性を高めることができる。

[0063] ニオブ酸リチウム膜 3 の第 1 の主面 3 a に放熱膜 2 5 が設けられている場

合においても、平面視において、放熱膜 25 が空洞部 10 の全てと重なっていることが好ましい。それによって、放熱経路を増やすことができる。従って、放熱性を効果的に高めることができる。

[0064] 図 10 は、第 3 の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[0065] 本実施形態は、放熱膜 25 がニオブ酸リチウム膜 3 の第 1 の主面 3a に設けられており、かつ放熱膜 5 が第 2 の主面 3b に設けられている点において、第 1 の実施形態と異なる。上記の点以外においては、第 3 の実施形態の弾性波装置は第 1 の実施形態の弾性波装置 1 と同様の構成を有する。

[0066] 本実施形態においても、第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態と同様に、放熱膜 5 及び放熱膜 25 を介して、熱を支持基板 2 に効率的に伝達することができる。よって、放熱性を高めることができる。

[0067] 図 11 は、第 4 の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[0068] 本実施形態は、放熱膜 35 及び支持基板 32 が一体として設けられている点、及び空洞部 30 の形状が第 1 の実施形態と異なる。上記の点以外においては、第 4 の実施形態の弾性波装置 31 は第 1 の実施形態の弾性波装置 1 と同様の構成を有する。

[0069] 弾性波装置 31 においては、放熱膜 35 の材料と支持基板 32 の材料とは同じである。放熱膜 35 は、支持基板 32 の支持部 12 を架橋している。本実施形態では、放熱膜 35 は、支持部 12 の全部を架橋している。放熱膜 35 及び支持部 12 は、ニオブ酸リチウム膜 3 側において面一である。放熱膜 35 及び支持部 12 は、ニオブ酸リチウム膜 3 の第 2 の主面 3b に接触している。

[0070] 支持基板 32 の空洞部 30 は、支持基板 32 に設けられた凹部である。より具体的には、空洞部 30 は、支持部 12 及び放熱膜 35 により囲まれた凹部である。本実施形態の支持基板 32 は、第 1 の実施形態のような底部 13 を有しない。空洞部 30 は、放熱膜 35 と対向する側において開口している凹部である。

[0071] 本実施形態においては、放熱膜 35 及び支持基板 32 が一体である。それ

によって、放熱膜 3 5 及び支持基板 3 2 を介して、弾性波装置 3 1 の外部に効率的に放熱することができる。従って、放熱性をより一層高めることができる。

[0072] 放熱膜 3 5 及び支持基板 3 2 は、例えば、支持基板 3 2 の母材をエッチングすることにより得られる。例えば、上記母材における、放熱膜 3 5 を形成する部分以外をレジスト膜などによりマスキングした後に、エッチングしてもよい。あるいは、上記母材における、放熱膜 3 5 を形成する部分のエッチングレートと、他の部分のエッチングレートとを異ならせてもよい。エッチングレートを異ならせる場合には、例えば、上記母材に適宜ドーピングを行えばよい。その後にエッチングしてもよい。

[0073] なお、放熱膜 3 5 の形成に際し、上記母材にドーピングを行った場合には、放熱膜 3 5 及び支持基板 3 2 の支持部 1 2 の組成は異なる。もっとも、この場合においても、放熱膜 3 5 及び支持部 1 2 においては、ドーピングされた成分以外の組成は同じである。

[0074] ところで、放熱膜 3 5 は、支持部 1 2 を必ずしも架橋していなくともよい。放熱膜 3 5 は、支持部 1 2 の少なくとも一部と一体として設けられていればよい。この場合においても、放熱性を高めることができる。もっとも、放熱膜 3 5 が、支持部 1 2 の少なくとも一部を架橋していることが好ましく、支持部 1 2 の全部を架橋していることがより好ましい。それによって、放熱性をより一層高めることができる。

[0075] 図 1 2 は、第 5 の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[0076] 本実施形態は、放熱膜 4 5 の構成が第 1 の実施形態と異なる。上記以外の点においては、本実施形態の弾性波装置は第 1 の実施形態の弾性波装置 1 と同様の構成を有する。

[0077] 放熱膜 4 5 は、第 1 の部分 4 5 a 及び第 2 の部分 4 5 b を有する。第 1 の部分 4 5 a は、平面視において第 1 電極 6 または第 2 電極 7 と重なっている部分である。第 2 の部分 4 5 b は、平面視において第 1 電極 6 及び第 2 電極 7 の間の部分と重なっている部分である。なお、第 2 の部分 4 5 b は、平面

視において第1電極及び第2電極7と重なっていない。第2の部分45bの厚みが、第1の部分45aの厚みよりも厚い。なお、第2の部分45bの少なくとも一部の厚みが、第1の部分45aの厚みよりも厚ければよい。

[0078] 弾性波として、従来の板波などを利用する場合においては、IDT電極の電極指が設けられている部分において発熱する。他方、本実施形態のように、厚み滑りモードのバルク波を利用する場合においては、ニオブ酸リチウム膜3における、第1電極6及び第2電極7が設けられている部分の間の部分において発熱する。この発熱する部分に、放熱膜45の第2の部分45bが接触している。第2の部分45bの厚みは厚いため、上記発熱する部分から、熱を支持基板2に効率的に伝導することができる。加えて、第1の部分45a及び第2の部分45bにより凹凸が形成されているため、放熱膜45の表面積を大きくすることができる。従って、放熱性をより一層高めることができる。

[0079] ここで、第1電極6のx方向における中心、及び第2電極7のx方向における中心の間の、x方向における中心を電極指間中心部Oとする。第2の部分45bにおける、平面視において電極指間中心部Oと重なる部分を含む部分の厚みが、第1の部分45aの厚みよりも厚いことが好ましい。ニオブ酸リチウム膜3における、電極指間中心部Oに位置する部分においては、特に発熱する。放熱膜45における上記部分の厚みが厚いことによって、放熱性をより一層効果的に高めることができる。

[0080] 以下において、ニオブ酸リチウム膜3の好ましいオイラー角(ϕ , θ , ϕ)の例を示す。

[0081] 図13は、 dn/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13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。

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

$(0^\circ \pm 10^\circ, 20^\circ \sim 80^\circ, 0^\circ \sim 60^\circ (1 - (\theta - 50)^2 / 900)^{1/2})$ 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)

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

[0082] 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。この関係はタンタル酸リチウム膜においても同様である。

[0083] なお、図3の関係は、圧電膜がタンタル酸リチウム膜である場合においても同様に成立することがわかっている。よって、放熱膜の厚みは、タンタル酸リチウム膜の25%以下であることが好ましい。それによって、比帯域幅をより一層広くすることができ、結合係数をより一層高めることができる。一方で、放熱膜の厚みは、タンタル酸リチウム膜の5%以上であることが好ましく、50%以上であることがより好ましい。この場合には、放熱性をより一層高めることができる。

[0084] さらに、図7の関係は、圧電膜がタンタル酸リチウム膜である場合においても同様に成立することがわかっている。圧電膜がタンタル酸リチウム膜またはニオブ酸リチウム膜である場合において、圧電膜の熱伝導率を C_x 、圧電膜の厚みを d_x とする。機能電極と、圧電膜及び放熱膜との熱伝導率比を R_x とし、 $R_x = (C_e \times d_e \times D_e) / (C_x \times d_x + C_i \times d_i)$ とする。上記と同様に、 $R_x \leq 8$ であることが好ましく、 $R_x \leq 4$ であることがより好ましく、 $R_x \leq 1$ であることがさらに好ましい。それによって、規格化温度差を効果的に小さくすることができ、放熱性を効果的に高めることができる。

符号の説明

[0085] 1…弾性波装置

2…支持基板

3…ニオブ酸リチウム膜

3 a, 3 b…第1, 第2の主面
4…機能電極
5, 5 A…放熱膜
6, 7…第1, 第2電極
8, 9…第1, 第2のバスバー
10…空洞部
12…支持部
13…底部
25…放熱膜
30…空洞部
31…弾性波装置
32…支持基板
35…放熱膜
45…放熱膜
45 a, 45 b…第1, 第2の部分
201…圧電膜
201 a, 201 b…第1, 第2の主面
451, 452…第1, 第2領域
VP1…仮想平面

請求の範囲

[請求項1]

空洞部と、支持部と、を有する支持基板と、
前記空洞部を覆うように、前記支持部上に設けられており、かつ対向し合う第1の主面及び第2の主面を有する圧電膜と、
前記圧電膜の前記第1の主面に設けられている機能電極と、
前記圧電膜の前記第1の主面及び前記第2の主面のうち少なくとも一方に設けられており、半導体または絶縁体からなる放熱膜と、
を備え、
前記機能電極が、互いに対向する、少なくとも1対の第1電極及び第2電極を有し、
前記圧電膜の厚みを $d \times$ 、隣り合う前記第1電極と前記第2電極との中心間距離を p とした場合、 $d \times / p$ が0.5以下であり、
平面視において、前記放熱膜が前記支持部の少なくとも一部と重なっており、
前記放熱膜の熱伝導率が前記圧電膜の熱伝導率よりも高く、かつ前記放熱膜の厚みが前記圧電膜の厚みよりも薄い、弾性波装置。

[請求項2]

空洞部と、支持部と、を有する支持基板と、
前記空洞部を覆うように、前記支持部上に設けられており、かつ対向し合う第1の主面及び第2の主面を有する圧電膜と、
前記圧電膜の前記第1の主面に設けられている機能電極と、
前記圧電膜の前記第1の主面及び前記第2の主面のうち少なくとも一方に設けられている放熱膜と、
を備え、
前記機能電極が、互いに対向する、少なくとも1対の第1電極及び第2電極を有し、
前記圧電膜の厚みを $d \times$ 、隣り合う前記第1電極と前記第2電極との中心間距離を p とした場合、 $d \times / p$ が0.5以下であり、
平面視において、前記放熱膜が前記支持部の少なくとも一部と重な

っており、

前記放熱膜の厚みが前記圧電膜の厚みよりも薄く、

前記放熱膜が、シリコン膜、窒化ケイ素膜または炭化ケイ素膜である、弾性波装置。

[請求項3] 前記放熱膜が前記圧電膜の前記第2の主面に設けられており、かつ前記支持基板の前記支持部と接触している、請求項1または2に記載の弾性波装置。

[請求項4] 前記放熱膜及び前記支持基板が一体として設けられている、請求項3に記載の弾性波装置。

[請求項5] 平面視において、前記放熱膜が前記空洞部の全てと重なっている、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] 前記放熱膜が、平面視において前記第1電極または前記第2電極と重なっている第1の部分と、平面視において前記第1電極及び前記第2電極の間の部分と重なっている第2の部分と、を有し、
前記第2の部分の少なくとも一部の厚みが、前記第1の部分の厚みよりも厚い、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] 前記放熱膜の熱伝導率が、前記圧電膜の熱伝導率の5倍以上である、請求項1～5のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項8] 前記圧電膜がニオブ酸リチウム膜またはタンタル酸リチウム膜である、請求項1～7のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項9] 前記放熱膜の厚みが、前記圧電膜の厚みの25%以下である、請求項8に記載の弾性波装置。

[請求項10] 隣り合う前記第1電極と前記第2電極との中心間距離を p 、前記第1電極及び前記第2電極の幅の平均を w 、前記機能電極のデューティ比を D_e 、前記機能電極の熱伝導率を C_e 、前記機能電極の厚みを d_e 、前記圧電膜の熱伝導率を C_x 、前記圧電膜の厚みを d_x 、前記放熱膜の熱伝導率を C_i 、前記放熱膜の厚みを d_i 、熱伝導率比を R_x とし、 $D_e = w/p$ とし、 $R_x = (C_e \times d_e \times D_e) / (C_x \times d_x)$

$\times + C_i \times d_i$) としたときに、 $R \leq 8$ である、請求項 8 または 9 に記載の弾性波装置。

[請求項 11] $R \leq 4$ である、請求項 10 に記載の弾性波装置。

[請求項 12] $R \leq 1$ である、請求項 11 に記載の弾性波装置。

[請求項 13] 前記圧電膜としての前記ニオブ酸リチウム膜または前記タンタル酸リチウム膜のオイラー角 (ϕ , θ , ψ) が、以下の式 (1)、式 (2) または式 (3) の範囲にある、請求項 8～12 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

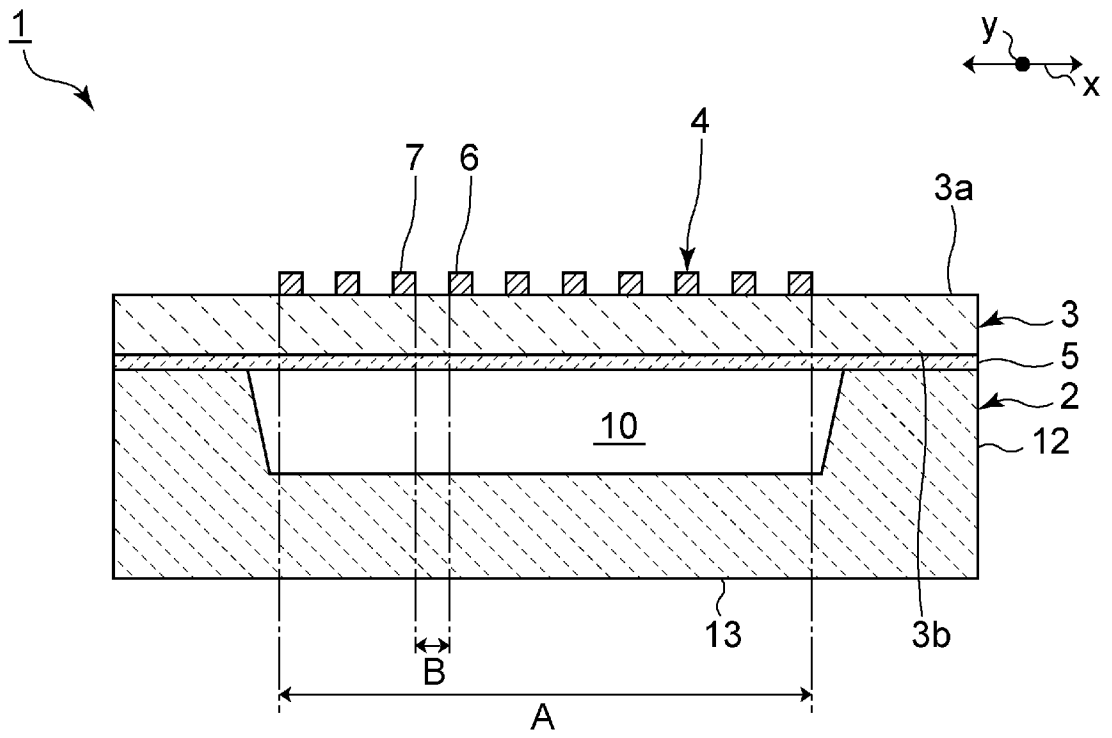
$$(0^\circ \pm 10^\circ, 0^\circ \sim 20^\circ, \text{任意の } \phi) \quad \dots \text{式 (1)}$$

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

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

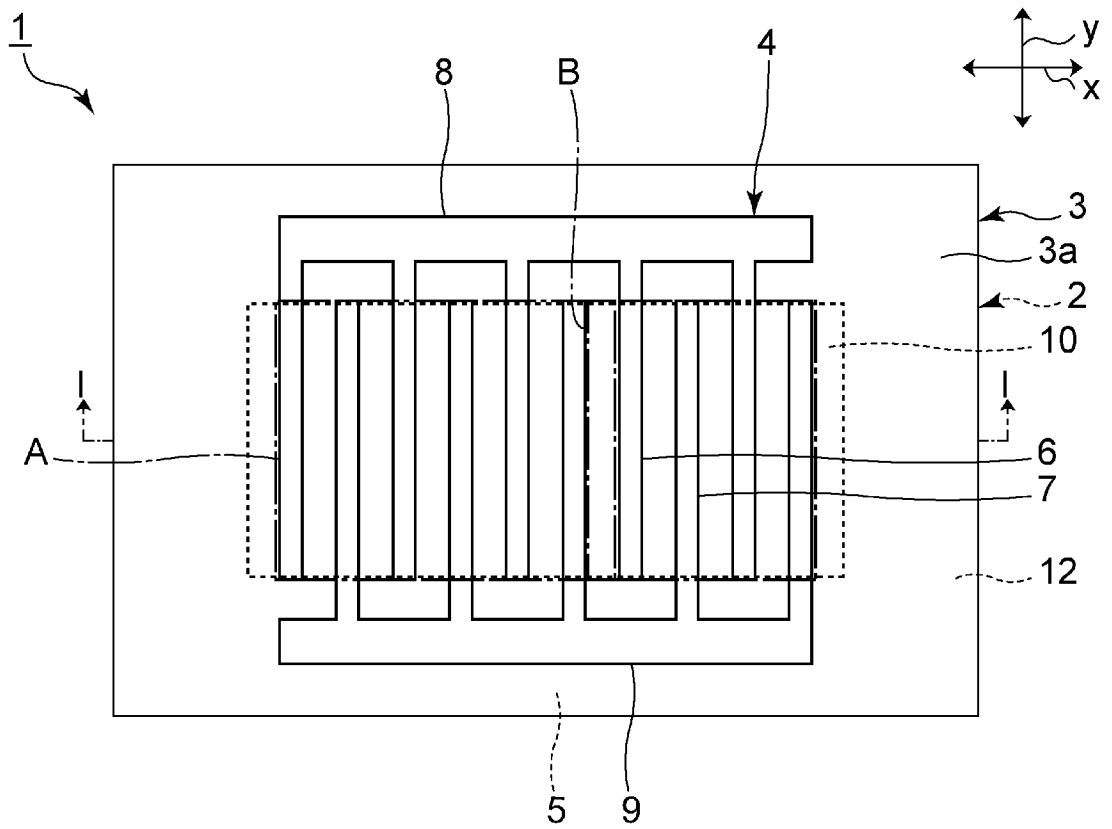
[図1]

図1



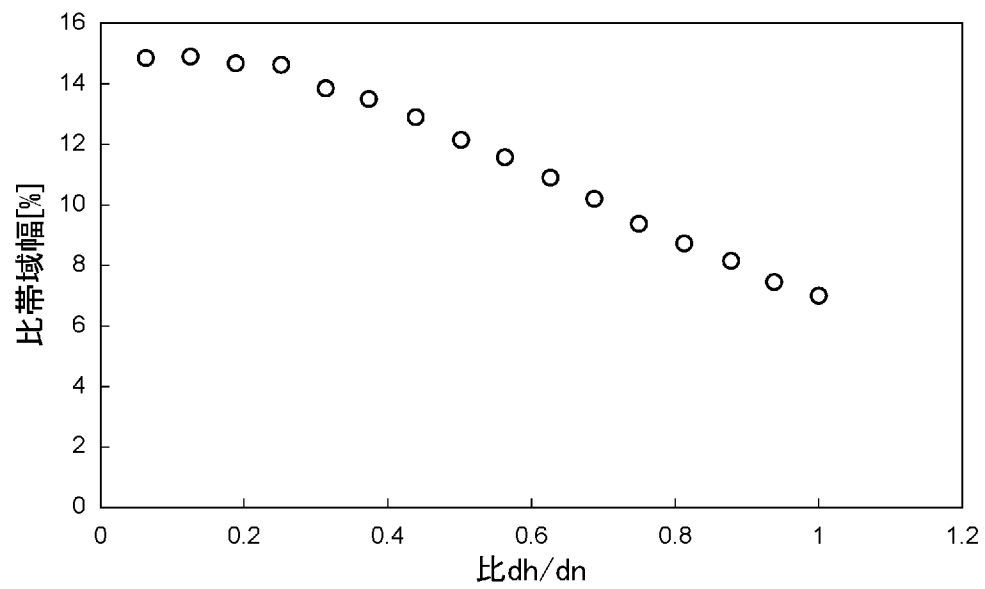
[図2]

図2



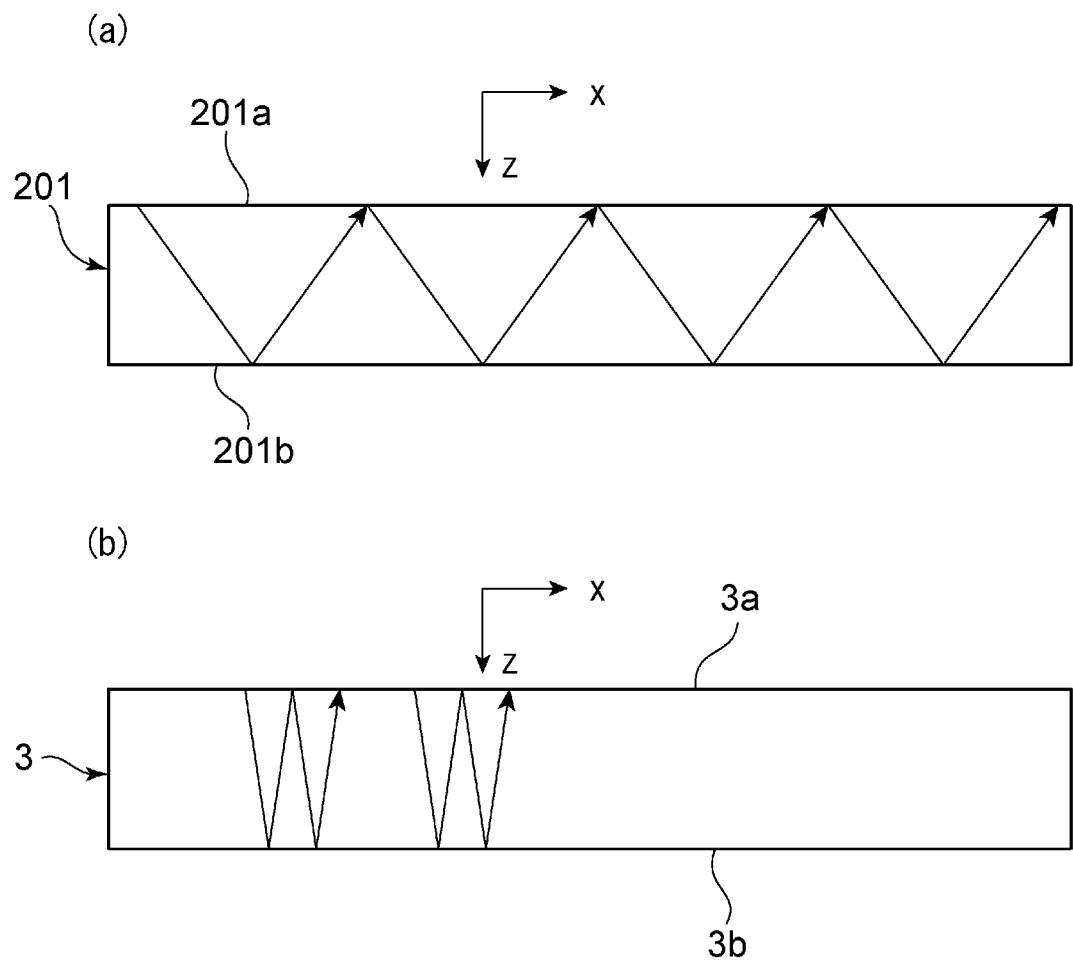
[図3]

図3



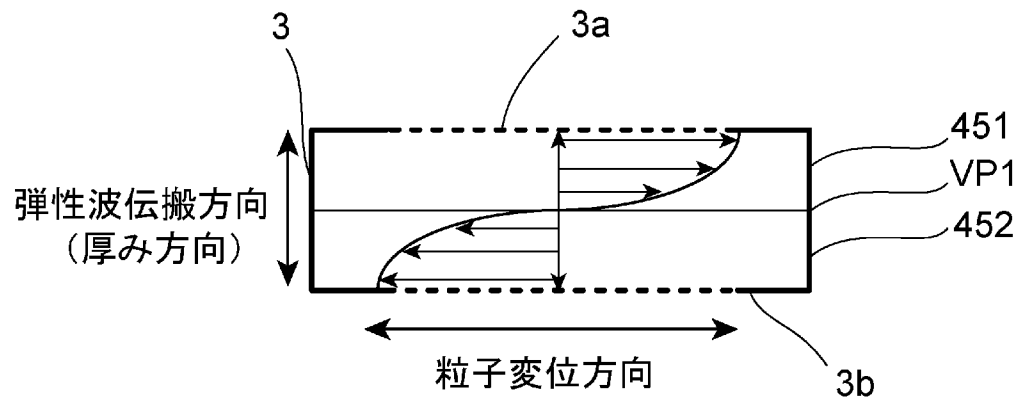
[図4]

図4



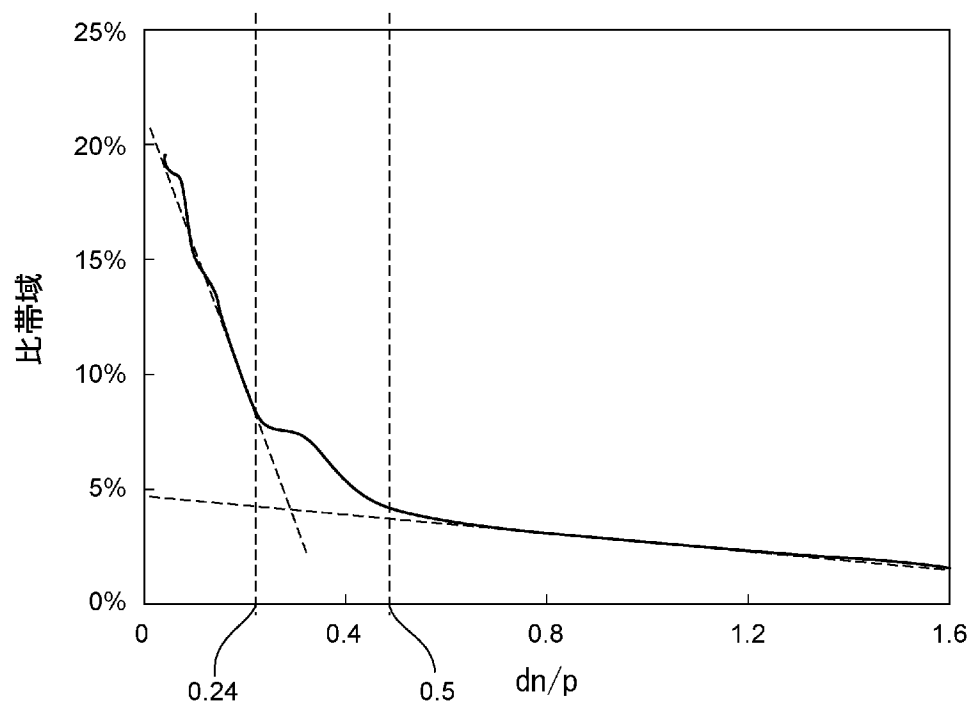
[図5]

図5



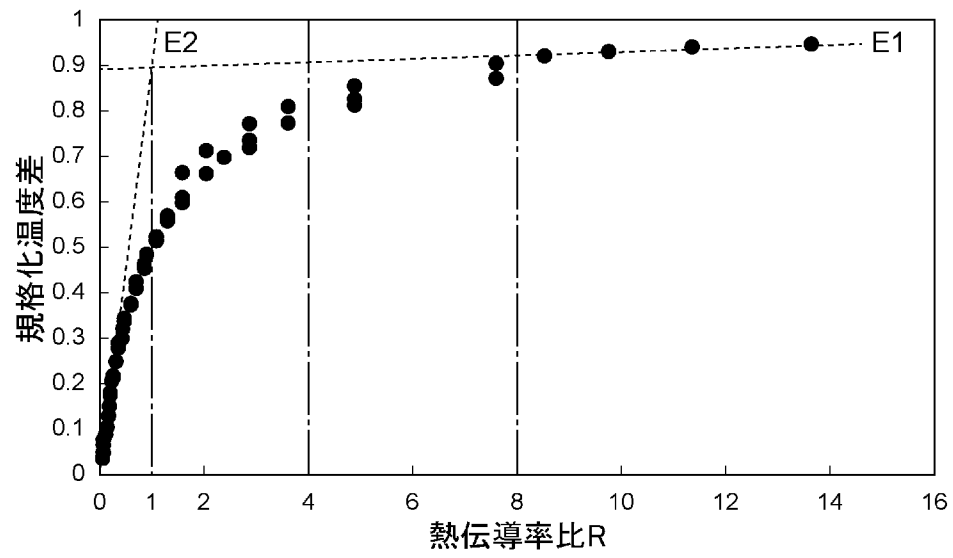
[図6]

図6



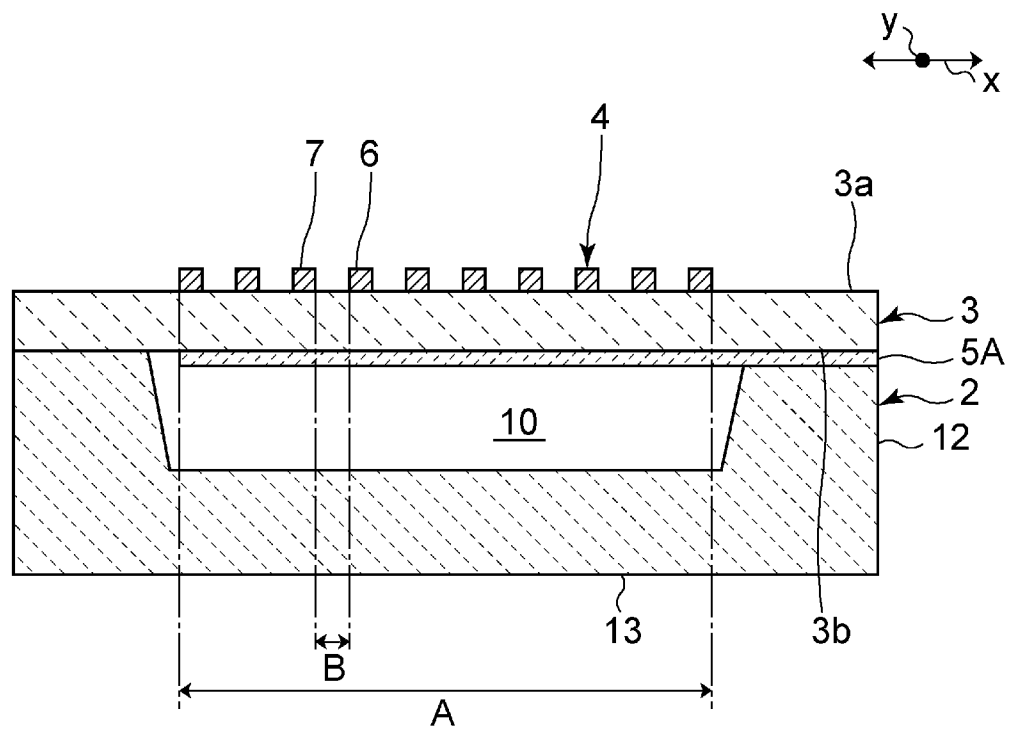
[図7]

図7



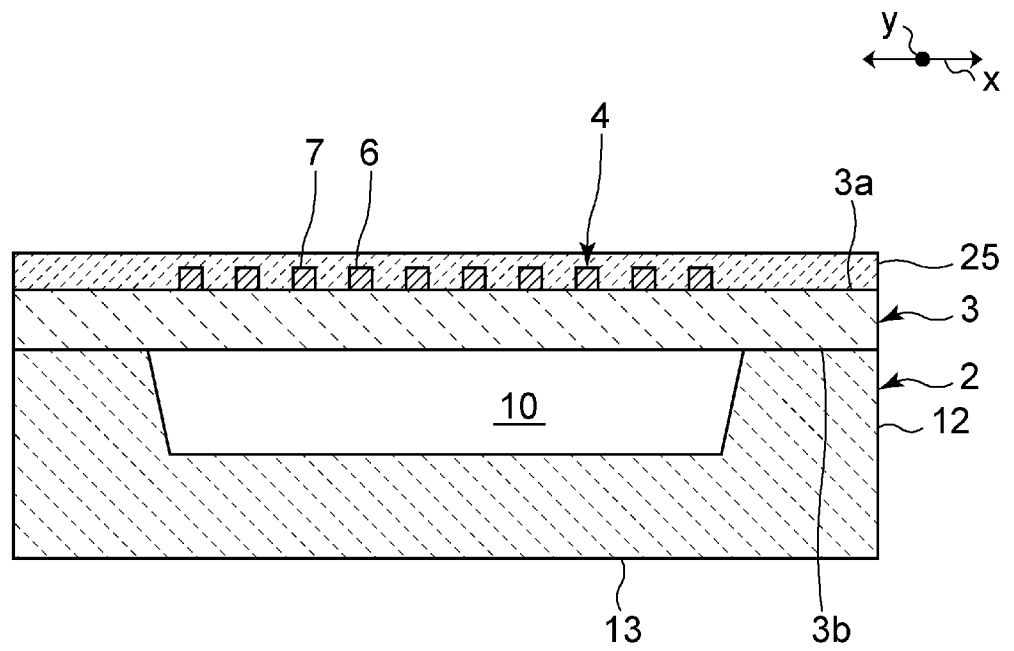
[図8]

図8



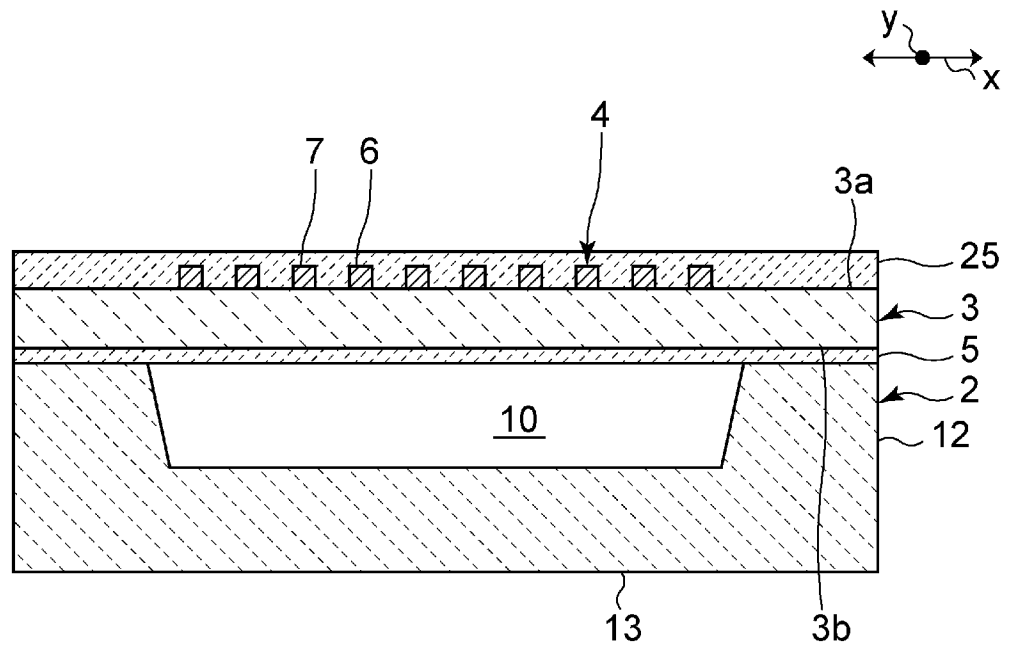
[図9]

図9



[図10]

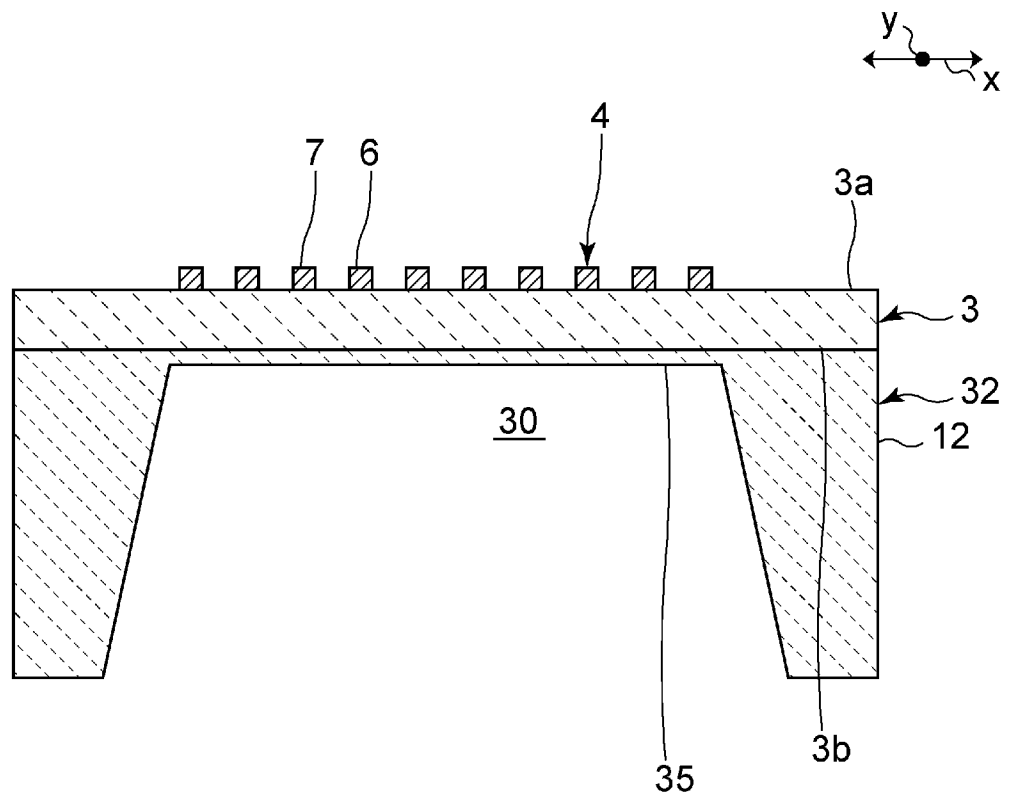
図10



[図11]

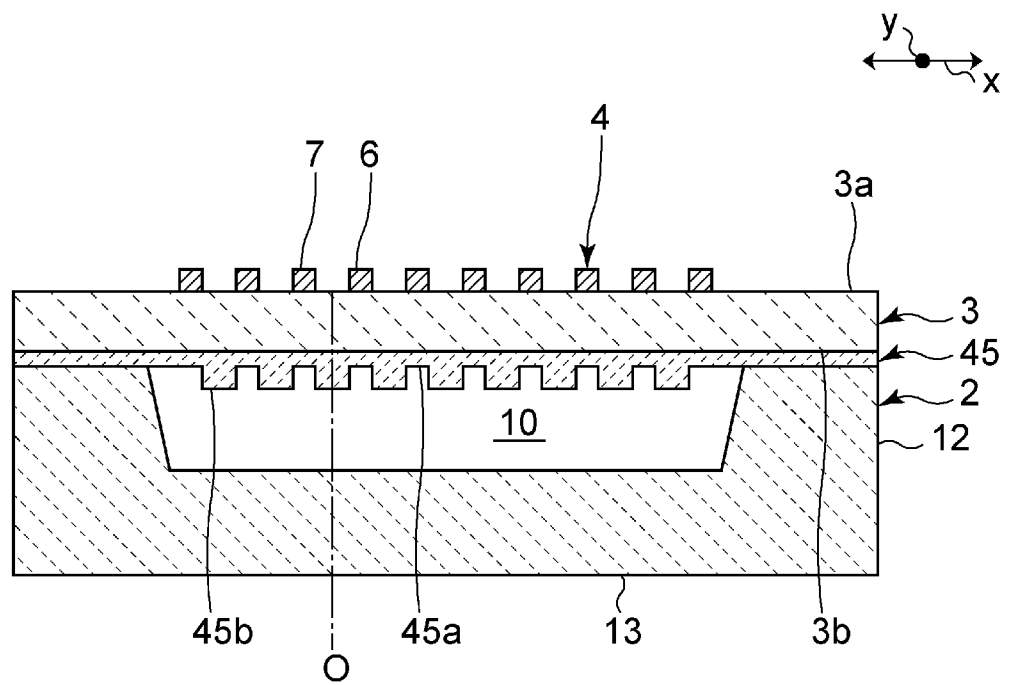
図11

31



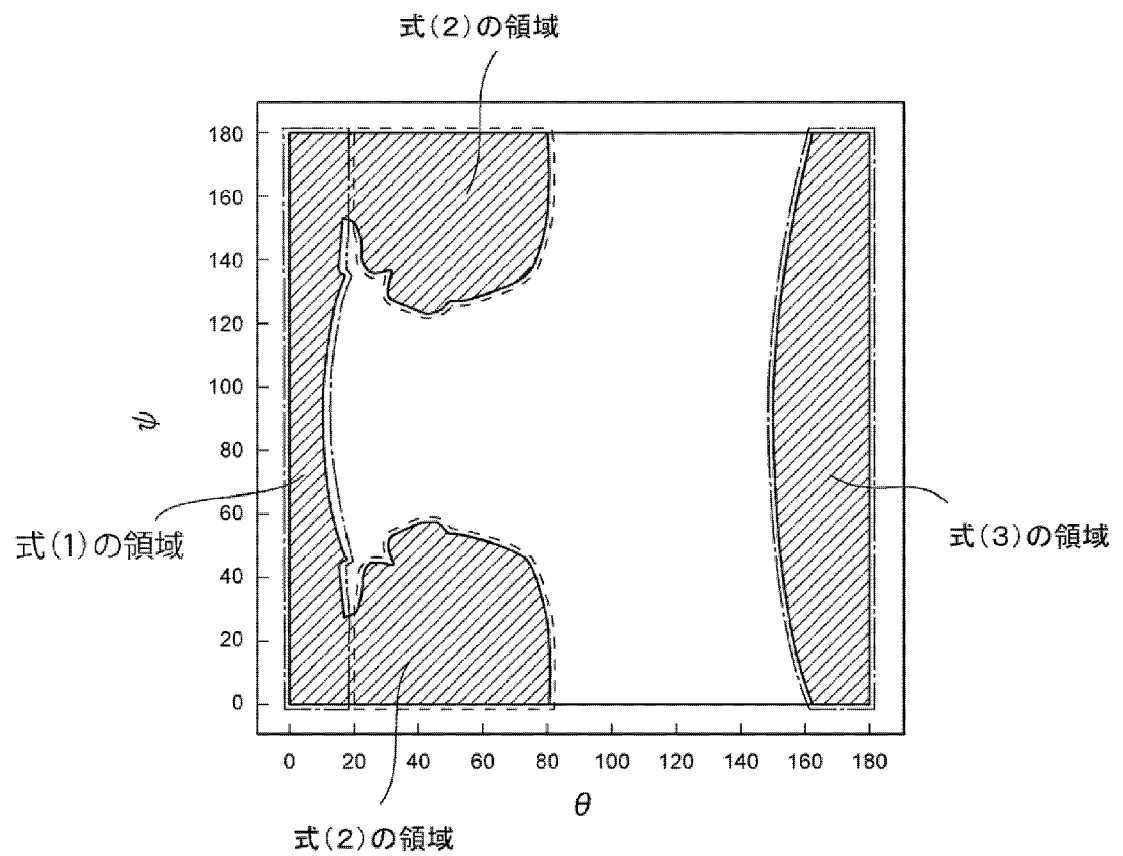
[図12]

図12



[図13]

図13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/025975

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

FI: H03H9/25 C; H03H9/25 Z

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 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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 2012/073871 A1 (MURATA MANUFACTURING CO.) 07 June 2012 (2012-06-07)	1-3, 5, 8-9
A	paragraphs [0071], [0082]-[0095], fig. 1-3	4, 6-7, 10-13
X	WO 2016/147687 A1 (MURATA MANUFACTURING CO.) 22 September 2016 (2016-09-22)	1, 3, 5, 7-9
A	paragraphs [0038]-[0050], fig. 1-2	2, 4, 6, 10-13
A	JP 5-183376 A (MURATA MANUFACTURING CO.) 23 July 1993 (1993-07-23)	1-13
	entire text, all drawings	



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

28 September 2021

Date of mailing of the international search report

05 October 2021

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/JP2021/025975

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2012/073871	A1	07 June 2012	US 2014/0152145 A1 paragraphs [0132], [0142]- [0155], fig. 1-3	
WO	2016/147687	A1	22 September 2016	(Family: none)	
JP	5-183376	A	23 July 1993	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H03H 9/25(2006.01)i FI: H03H9/25 C; H03H9/25 Z		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H03H9/25		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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 2012/073871 A1（株式会社村田製作所）07.06.2012（2012-06-07） [0071], [0082]-[0095], 図1-3	1-3, 5, 8-9
A		4, 6-7, 10-13
X	WO 2016/147687 A1（株式会社村田製作所）22.09.2016（2016-09-22） [0038]-[0050], 図1-2	1, 3, 5, 7-9
A		2, 4, 6, 10-13
A	JP 5-183376 A（株式会社村田製作所）23.07.1993（1993-07-23） 全文, 全図	1-13
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 28.09.2021		国際調査報告の発送日 05.10.2021
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） 橋本 和志 5W 4183 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/JP2021/025975

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2012/073871	A1	07.06.2012	US 2014/0152145 A1 [0132], [0142]-[0155], 図1-3	
WO	2016/147687	A1	22.09.2016	(ファミリーなし)	
JP	5-183376	A	23.07.1993	(ファミリーなし)	