

(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4月28日(28.04.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/085565 A1

(51) 国際特許分類:
H03H 9/17 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/038079

(22) 国際出願日: 2021年10月14日(14.10.2021)

(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 2020-177697 2020年10月23日(23.10.2020) 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 1 0 番 1 号 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 大村 正志 (**OMURA, Masashi**);
〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番
1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

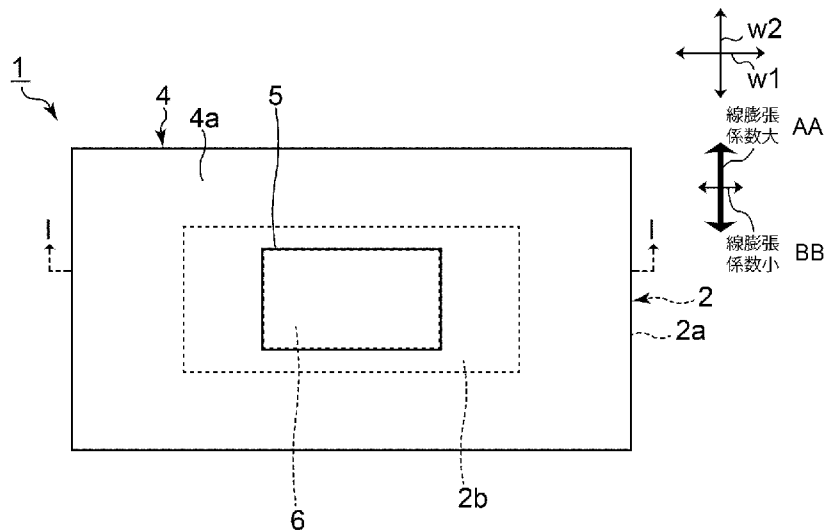
(74) 代理人: 特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許
事務所 (**MIYAZAKI & METSUGI**); 〒5400028
大阪府大阪市中央区常盤町 1 丁目 3 番 8
号 中央大通 F N ビル Osaka (JP).

(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,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: ELASTIC WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波装置

図1



AA Greater linear expansion coefficient
BB Smaller linear expansion coefficient

(57) **Abstract:** Provided is an elastic wave device which can suppress warping of a piezoelectric layer, even in a case where the piezoelectric layer has anisotropy in the linear expansion coefficients thereof. An elastic wave device 1 comprises: a support substrate 2; a piezoelectric layer 4 that is provided on the support substrate 2 and that has first and second principal surfaces 4a, 4b facing each other; a first electrode 5 provided on the first principal surface 4a; and a second electrode 6 which is provided on the second principal surface 4b and faces the first electrode 5. An energy confinement part is provided between the support substrate 2 and the piezoelectric layer 4. The piezoelectric layer 4 has a first direction w1 and a second direction w2 orthogonal to the first direction w1. In the piezoelectric layer 4, the linear expansion coefficient

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))

of the piezoelectric layer 4 in the first direction w1 differs from the linear expansion coefficient of the piezoelectric layer 4 in the second direction w2. At least one among the piezoelectric layer 4, the first electrode 5, and the second electrode 6 extends in parallel to the first direction w1.

(57) 要約: 圧電体層が線膨張係数において異方性を有する場合においても、圧電体層の反りを抑制することができる、弾性波装置を提供する。本発明の弾性波装置 1 は、支持基板 2 と、支持基板 2 上に設けられており、対向し合う第 1、第 2 の主面 4 a、4 b を有する圧電体層 4 と、第 1 の主面 4 a に設けられている第 1 の電極 5 と、第 2 の主面 4 b に設けられており、第 1 の電極 5 と対向している第 2 の電極 6 とを備える。支持基板 2 と圧電体層 4 との間にエネルギー閉じ込め部が設けられている。圧電体層 4 は第 1 の方向 w 1 と、第 1 の方向 w 1 と直交する第 2 の方向 w 2 とを有する。圧電体層 4 においては、第 1 の方向 w 1 における圧電体層 4 の線膨張係数と、第 2 の方向 w 2 における圧電体層 4 の線膨張係数とが異なる。圧電体層 4、第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 のうち少なくとも 1 つが、第 1 の方向 w 1 と平行に延びている。

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。

背景技術

[0002] 従来、弾性波装置は携帯電話機のフィルタなどに広く用いられている。下記の特許文献1には、弾性波装置の一例が開示されている。この弾性波装置においては、基板上に圧電膜が設けられている。圧電膜の一方主面に上部電極が設けられており、他方主面に下部電極が設けられている。下部電極と基板との間には空隙が設けられている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2005-347898号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 例えば、 LiNbO_3 や LiTaO_3 のような圧電単結晶においては、面内において線膨張係数が異なる。言い換えれば、例えば、 LiNbO_3 や LiTaO_3 のような圧電体は、線膨張係数において異方性を有する。このような圧電体を特許文献1における圧電膜に用いた場合には、温度変化が生じたときに、線膨張係数のずれによって、圧電膜に反りが生じることがある。

[0005] 本発明の目的は、圧電体層が線膨張係数において異方性を有する場合においても、圧電体層の反り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、支持基板と、支持基板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体層と、前記圧電体層の前記第1の主面上に設けられている第1の電極と、前記圧電体層の前記第2

の主面上に設けられており、前記第 1 の電極と対向している第 2 の電極とを備え、前記支持基板と前記圧電体層との間にエネルギー閉じ込め部が設けられており、前記圧電体層が第 1 の方向と、前記第 1 の方向と直交する第 2 の方向とを有し、前記圧電体層が、線膨張係数において異方性を有し、前記第 1 の方向における前記圧電体層の線膨張係数と、前記第 2 の方向における前記圧電体層の線膨張係数とが異なり、前記圧電体層、前記第 1 の電極及び前記第 2 の電極のうち少なくとも 1 つが、前記第 1 の方向と平行に延びている。

発明の効果

[0007] 本発明に係る弾性波装置によれば、圧電体層が線膨張係数において異方性を有する場合においても、圧電体層の反りを抑制することができる。

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平面図である。

[図2]図 2 は、図 1 中の I-I 線に沿う断面図である。

[図3]図 3 は、比較例の弾性波装置の平面図である。

[図4]図 4 は、本発明の第 1 の実施形態の第 1 の変形例に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図5]図 5 は、線膨張係数が小さい電極及び誘電体膜が形成されているときの、温度変化による圧電体層の反りに係るシミュレーションの結果を示す図である。

[図6]図 6 は、本発明の第 1 の実施形態の第 2 の変形例に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図7]図 7 は、本発明の第 1 の実施形態の第 3 の変形例に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図8]図 8 は、本発明の第 1 の実施形態の第 4 の変形例に係る弾性波装置の平面図である。

[図9]図 9 は、本発明の第 1 の実施形態の第 5 の変形例に係る弾性波装置の平面図である。

[図10]図 1 0 は、本発明の第 2 の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。

[図11]図 1 1 は、線膨張係数が大きい電極及び誘電体膜が形成されているときの、温度変化による圧電体層の反りに係るシミュレーションの結果を示す図である。

[図12]図 1 2 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13]図 1 3 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14]図 1 4 は、本発明の第 5 の実施形態に係るフィルタ装置の回路図である。

[図15]図 1 5 は、本発明の第 5 の実施形態に係るフィルタ装置の一部を示す模式的平面図である。

[図16]図 1 6 は、本発明の第 5 の実施形態の変形例に係るフィルタ装置の一部を示す模式的平面図である。

[図17]図 1 7 は、本発明における誘電体膜の配置の一例を示す正面断面図である。

[図18]図 1 8 は、本発明における誘電体膜の配置の一例を示す正面断面図である。

[図19]図 1 9 は、本発明における誘電体膜の配置の一例を示す正面断面図である。

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 の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。図 2

は、図 1 中の 1-1 線に沿う断面図である。図 1 及び図 2 においては、引き出し配線などは省略している。図 1 及び図 2 以外の図面においても同様である。

[0012] 図 1 及び図 2 に示すように、弾性波装置 1 は、支持基板 2 と、圧電体層 4 と、第 1 の電極 5 と、第 2 の電極 6 とを有する。図 2 に示すように、支持基板 2 は支持部 2 a と空洞部 2 b とを有する。支持基板 2 は、支持部 2 a において圧電体層 4 を支持している。支持部 2 a は棒状の形状を有する。空洞部 2 b は支持基板 2 に設けられた凹部である。空洞部 2 b は支持部 2 a により囲まれている。なお、空洞部 2 b は、支持基板 2 に設けられた貫通孔であってもよい。

[0013] 支持基板 2 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、サファイア、マグネシア、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、ジルコニア、コーズライト、ムライト、ステアタイト、フォルステライトなどの各種セラミック、ダイヤモンド、ガラスなどの誘電体、シリコン、窒化ガリウムなどの半導体または樹脂などを用いることができる。

[0014] 圧電体層 4 は第 1 の主面 4 a 及び第 2 の主面 4 b を有する。第 1 の主面 4 a 及び第 2 の主面 4 b は対向し合っている。第 2 の主面 4 b が支持基板 2 側の主面である。圧電体層 4 は、第 1 の方向 w 1 及び第 2 の方向 w 2 を有する。第 2 の方向 w 2 は第 1 の方向 w 1 と直交している。ここで、圧電体層 4 は線膨張係数において異方性を有する。圧電体層 4 においては、第 1 の方向 w 1 における線膨張係数は第 2 の方向 w 2 における線膨張係数よりも小さい。

[0015] 具体的には、本実施形態の圧電体層 4 はニオブ酸リチウム層である。より具体的には、圧電体層 4 は Y カットのニオブ酸リチウムからなる。なお、本明細書において、圧電体層 4 がニオブ酸リチウムからなると記載する場合、圧電体層 4 が、弾性波装置 1 の電気的特性に影響しない程度の微量の不純物を含む場合も含まれる。第 1 の方向 w 1 は、結晶軸方向における Z 方向に相当する。第 2 の方向 w 2 は、結晶軸方向における X 方向に相当する。なお、

本実施形態においては、第1の方向w1は、圧電体層4において線膨張係数が最も小さい方向である。他方、第2の方向w2は、圧電体層4において線膨張係数が最も大きい方向である。もっとも、圧電体層4の材料及びカットの方向は上記に限定されない。例えば、圧電体層4の材料としては、タンタル酸リチウム、水晶またはランガサイトなどを用いることもできる。

[0016] 圧電体層4の第1の主面4aには第1の電極5が設けられている。第2の主面4bには第2の電極6が設けられている。第1の電極5及び第2の電極6は、圧電体層4を挟んで対向し合っている。第1の電極5、第2の電極6及び圧電体層4が、平面視において重なり合っている部分が励振部である。励振部においてバルク波が励振される。弾性波装置1はBAW(Bulk Acoustic Wave)素子である。なお、本明細書において平面視とは、図2における上方から見る方向、すなわち、圧電体層4の第1の主面4a側から見る方向をいう。

[0017] 本実施形態では、平面視したときに支持基板2の支持部2aと重なる部分において、第1の電極5及び第2の電極6が対向し合っていない。一方で、平面視したときに空洞部2bと重なる部分において、第1の電極5及び第2の電極6が対向し合っている。なお、平面視したときに支持基板2の支持部2aと重なる部分において、第1の電極5及び第2の電極6が対向し合ってもよい。

[0018] 図1に示すように、圧電体層4及び第1の電極5は、平面視において矩形状の形状を有する。第2の電極6も同様に、平面視において矩形状の形状を有する。なお、圧電体層4、第1の電極5及び第2の電極6の平面視における形状は上記に限定されず、例えば、菱形または楕円形などであってもよい。

[0019] 第1の電極5及び第2の電極6には、例えば、W、Mo、Cr、Ti、Pt、Pd、NiまたはAuなどを用いることができる。なお、第1の電極5及び第2の電極6の材料は上記に限定されない。

[0020] 図2に示すように、圧電体層4の一部と支持基板2の一部との間には、上

記空洞部 2 b が設けられている。空洞部 2 b においては、励振された弾性波は支持基板 2 には伝搬しない。これにより、弾性波を圧電体層 4 側に効果的に閉じ込めることができる。このように、本実施形態においては、空洞部 2 b がエネルギー閉じ込め部である。

[0021] 図 1 及び図 2 に示すように、本実施形態の特徴は、圧電体層 4 において、第 1 の方向 w_1 における線膨張係数が第 2 の方向 w_2 における線膨張係数よりも小さく、圧電体層 4、第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 が、第 1 の方向 w_1 と平行に延びていることにある。なお、本明細書において一方の方向と他方の方向とが平行であるとは、一方の方向と他方の方向とがなす角度が 0° である場合以外に、該角度が $0^\circ \pm 15^\circ$ 以内の範囲である場合も含むものとする。弾性波装置 1 が上記構成を有することにより、圧電体層 4 の反りを抑制することができる。この詳細を以下において説明する。

[0022] 図 3 は、比較例の弾性波装置の平面図である。

[0023] 比較例の弾性波装置 101 は、圧電体層 104、第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 が延びる方向と、第 1 の方向 w_1 及び第 2 の方向 w_2 とが平行ではない点において第 1 の実施形態と異なる。弾性波装置 101 は、例えば、製造工程や使用時などにおける温度変化により、膨張または収縮する。ここで、圧電体層 104 は、線膨張係数において異方性を有する。そのため、圧電体層 104 の膨張または収縮には偏りが生じる。しかも、エネルギー閉じ込め部において圧電体層 104 が拘束されていない。よって、比較例においては、圧電体層 104 の反りを抑制し難い。

[0024] これに対して、図 2 に示す弾性波装置 1 においては、圧電体層 4、第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 が、第 1 の方向 w_1 と平行に延びている。そのため、圧電体層 4、第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 は、第 1 の方向 w_1 に延びる軸に対して線対称の形状を有する。同様に、圧電体層 4、第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 は、第 2 の方向 w_2 に延びる軸に対しても線対称の形状を有する。それによって、圧電体層 4 が線膨張係数において異方性を有する場合においても、圧電体層 4 における膨張または収縮に偏りが生じ難い。従って、

圧電体層 4 の反りを抑制することができる。

[0025] なお、圧電体層 4、第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 のうち少なくとも 1 つが、第 1 の方向 w_1 と平行に延びていればよい。もっとも、圧電体層 4 が第 1 の方向 w_1 と平行に延びていることが好ましい。この場合には、上記のように、圧電体層 4 における膨張または収縮において、偏りを効果的に生じ難くすることができる。他方、圧電体層 4 が第 1 の方向 w_1 と平行に延びていなくとも、第 1 の電極 5 または第 2 の電極 6 が第 1 の方向 w_1 と平行に延びている場合には、圧電体層 4 の熱分布を第 1 の方向 w_1 に延びる軸に対して線対称にし易い。よって、圧電体層 4 の膨張または収縮に偏りが生じ難い。本実施形態のように、圧電体層 4、第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 が第 1 の方向 w_1 と平行に延びていることがより好ましい。それによって、圧電体層 4 の膨張または収縮に、より一層偏りが生じ難い。

[0026] 弾性波装置 1 においては、圧電体層 4、第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 は、第 1 の方向 w_1 に延びる軸に対して線対称であり、かつ第 2 の方向 w_2 に延びる軸に対して線対称である。それによって、圧電体層 4 の膨張または収縮にさらにより一層偏りが生じ難く、圧電体層 4 の反りをさらにより一層抑制することができる。もっとも、圧電体層 4、第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 のうち少なくとも 1 つが、第 1 の方向 w_1 に延びる軸に対して線対称であり、かつ第 2 の方向 w_2 に延びる軸に対して線対称であってもよい。

[0027] 図 4 は、第 1 の実施形態の第 1 の変形例に係る弾性波装置の正面断面図である。

[0028] 本変形例においては、第 2 の電極 6 を覆うように誘電体膜 8 が設けられている。これにより、第 2 の電極 6 が破損し難い。なお、図 17 に示すように、圧電体層 4 の第 1 の主面 4 a に、第 1 の電極 5 を覆うように誘電体膜 8 が設けられていてもよい。この場合には、第 1 の電極 5 が破損し難い。あるいは、図 18 に示すように、第 1 の主面 4 a に、第 1 の電極 5 を覆うように誘電体膜 8 A が設けられており、かつ第 2 の主面 4 b に、第 2 の電極 6 を覆うように誘電体膜 8 B が設けられていてもよい。図 19 に示すように、誘電体

膜 8 C が、第 2 の主面 4 b に設けられており、第 2 の電極 6 を覆っておらず、かつ第 2 の電極 6 以外を覆っていてもよい。この場合、例えば、誘電体膜 8 C は、第 2 の電極 6 に接続された配線電極 9 を覆っていてもよい。誘電体膜 8 C は、例えば、枠状の形状を有していてもよい。なお、配線電極 9 などは、図 1 9 以外の図面では省略されている。

[0029] 第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 の配置は、第 1 の実施形態及び本変形例の配置には限定されない。第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 が、空洞部 2 b において対向し合っていればよい。

[0030] 本変形例の構成を有する場合にも、第 1 の実施形態と同様に、圧電体層 4 の反りを抑制することができる。誘電体膜 8 の線膨張係数は、圧電体層 4 の第 1 の方向 w 1 の線膨張係数及び第 2 の方向 w 2 の線膨張係数のうち小さい方の線膨張係数よりも小さいことが好ましい。それによって、圧電体層 4 の反りを効果的に抑制することができる。

[0031] ところで、図 2 に示す本実施形態の第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 は、圧電体層 4 上に直接的に設けられている。第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 の線膨張係数は、圧電体層 4 の第 1 の方向 w 1 の線膨張係数及び第 2 の方向 w 2 の線膨張係数のうち小さい方の線膨張係数よりも小さい。上記のように、圧電体層 4 において、第 1 の方向 w 1 における線膨張係数は第 2 の方向 w 2 における線膨張係数よりも小さい。さらに、圧電体層 4、第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 において、第 1 の方向 w 1 と平行な方向に沿う寸法が第 2 の方向 w 2 と平行な方向に沿う寸法よりも大きい。第 1 の変形例においても同様である。なお、第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 のうち少なくとも一方の線膨張係数が、圧電体層 4 の第 1 の方向 w 1 の線膨張係数及び第 2 の方向 w 2 の線膨張係数のうち小さい方の線膨張係数よりも小さく、かつ該電極が圧電体層 4 上に直接的に設けられていてもよい。

[0032] 第 1 の実施形態及びその第 1 の変形例においては、上記構成を有することにより、圧電体層 4 の反りを効果的に抑制することができる。この詳細を以下において示す。

[0033] 図4に示す積層構造において、温度を高くした場合のシミュレーションを行った。シミュレーションは、支持基板の支持部と圧電体層とが接合されていない状態において行った。シミュレーションの条件は以下の1)及び2)の条件とした。なお、1)及び2)の双方においては、第1の電極、第2の電極及び誘電体膜の線膨張係数は、圧電体層の第1の方向w1の線膨張係数及び第2の方向w2の線膨張係数のうち小さい方の線膨張係数よりも小さい。さらに、圧電体層、第1の電極及び第2の電極において、第1の方向と平行な方向に沿う寸法は第2の方向と平行な方向に沿う寸法よりも大きい。

[0034] 1) 第1の実施形態と同様に、圧電体層において、第1の方向における線膨張係数が第2の方向における線膨張係数よりも小さい。2) 圧電体層において、第1の方向における線膨張係数が第2の方向における線膨張係数よりも大きい。1)及び2)の双方において、25℃から100℃まで昇温した場合のシミュレーションを行った。

[0035] 図5は、線膨張係数が小さい電極及び誘電体膜が形成されているときのシミュレーションの結果を示す図である。なお、図5は、1)の条件の構成におけるシミュレーションの結果を示す。図5中の一点鎖線は、温度変化前の圧電体層及び第2の電極の積層体の状態を示す。なお、図5に示す結果は、圧電体層の第2の主面全面に第2の電極が設けられた場合の結果である。図5に示す結果における反りは、圧電体層の両端を結んだ線と、圧電体層の中央との距離をいう。

[0036] 図5に示すように、上記1)の構成においては、圧電体層の反りの方向は、第1の主面側が凸となる方向である。図示しないが、2)の構成においても反りの方向は同様である。1)の構成においては、反りは34nmであった。他方、2)の構成においては反りは54nmであった。このように、1)の構成においては反りを抑制できることがわかる。

[0037] 上記1)及び2)においては、第1の電極、第2の電極及び誘電体膜の線膨張係数が圧電体層の第1の方向の線膨張係数及び第2の方向の線膨張係数のうち小さい方の線膨張係数よりも小さい。この場合には、圧電体層、第1

の電極、第2の電極及び誘電体膜の積層体の反りに対して、圧電体層の線膨張係数が支配的になる。ここで、1)では、圧電体層において、第1の方向における線膨張係数が第2の方向における線膨張係数よりも小さい。そのため、圧電体層、第1の電極、第2の電極及び誘電体膜における、第1の方向と平行な方向に沿う寸法が、第2の方向と平行な方向に沿う寸法よりも大きい場合において、反りを小さくすることができる。従って、上記のように、1)の構成において反りを抑制することができる。

[0038] 図1に示す本実施形態においては、第1の電極5及び第2の電極6の線膨張係数が圧電体層4の第1の方向 w_1 の線膨張係数及び第2の方向 w_2 の線膨張係数のうち小さい方の線膨張係数よりも小さい。加えて、圧電体層4、第1の電極5及び第2の電極6における、第1の方向 w_1 と平行な方向に沿う寸法が、第2の方向 w_2 と平行な方向に沿う寸法よりも大きい。よって、1)の場合と同様に、反りを抑制することができる。なお、圧電体層4、第1の電極5及び第2の電極6のうち少なくとも1つにおいて、第1の方向 w_1 と平行な方向に沿う寸法が、第2の方向 w_2 と平行な方向に沿う寸法よりも大きければよい。

[0039] ところで、本実施形態においては、第1の電極5及び第2の電極6は単層の金属膜からなる。もっとも、第1の電極5及び第2の電極6は積層金属膜からなっているてもよい。この場合、本明細書においては、第1の電極5及び第2の電極6の線膨張係数と圧電体層4の線膨張係数とを比較する場合、以下のような基準に基づくものとする。

[0040] 第1の電極5が複数の層を有する場合において、任意の層の厚みを d_n 、線膨張係数を α_n 、第1の電極5の全体の厚みを N としたときに、第1の電極5の基準の線膨張係数を、全ての層の $\alpha_n \times d_n / N$ の合計とする。なお、 n は任意の自然数(1, 2, 3, ...)である。本明細書においては、第1の電極5の基準の線膨張係数が圧電体層4の第1の方向 w_1 の線膨張係数及び第2の方向 w_2 の線膨張係数のうち大きい方の線膨張係数よりも大きい場合には、第1の電極5の線膨張係数が圧電体層4の上記大きい方の線膨張係

数よりも大きいものとする。第1の電極5の基準の線膨張係数が圧電体層4の第1の方向w1の線膨張係数及び第2の方向w2の線膨張係数のうち小さい方の線膨張係数よりも小さい場合には、第1の電極5の線膨張係数が圧電体層4の上記小さい方の線膨張係数よりも小さいものとする。

[0041] 第2の電極6の線膨張係数と圧電体層4の線膨張係数との比較も同様とする。より具体的には、第2の電極6が複数の層を有する場合において、任意の層の厚みを d_m 、線膨張係数を α_m 、第2の電極6の全体の厚みを M としたときに、第2の電極6の基準の線膨張係数を、全ての層の $\alpha_m \times d_m / M$ の合計とする。なお、 m は任意の自然数（1, 2, 3, ...）である。本明細書では、第2の電極6の基準の線膨張係数が圧電体層4の第1の方向w1の線膨張係数及び第2の方向w2の線膨張係数のうち大きい方の線膨張係数よりも大きい場合、第2の電極6の線膨張係数が圧電体層4の上記大きい方の線膨張係数よりも大きいものとする。第2の電極6の基準の線膨張係数が圧電体層4の第1の方向w1の線膨張係数及び第2の方向w2の線膨張係数のうち小さい方の線膨張係数よりも小さい場合、第2の電極6の線膨張係数が圧電体層4の上記小さい方の線膨張係数よりも小さいものとする。

[0042] 本実施形態の構成は、以下の第1～第3の特徴を備える構成と等価である。第1に、第1の電極5及び第2の電極6の線膨張係数が、圧電体層4の第1の方向w1の線膨張係数及び第2の方向w2の線膨張係数のうち小さい方の線膨張係数よりも小さいこと。第2に、圧電体層4において、第2の方向w2における線膨張係数が第1の方向w1における線膨張係数よりも小さいこと。第3に、圧電体層4、第1の電極5及び第2の電極6の少なくとも1つにおいて、第2の方向w2に沿う寸法が第1の方向w1に沿う寸法よりも大きいこと。

[0043] 本実施形態においては、第1の電極及び第2の電極は、圧電体層4上に直接的に設けられている。もっとも、第1の電極または第2の電極は、圧電体層4上に間接的に設けられていてもよい。以下において、中間膜が設けられている点のみが第1の実施形態と異なる、第1の実施形態の第2の変形例及

び第3の変形例を示す。第2の変形例及び第3の変形例においても、第1の実施形態と同様に、圧電体層4の反りを抑制することができる。

[0044] 図6に示す第2の変形例においては、圧電体層4と第1の電極5との間に中間膜17が設けられている。第1の電極5は、圧電体層4上に中間膜17を介して間接的に設けられている。中間膜17の線膨張係数は、圧電体層4の最大の線膨張係数よりも小さいことが好ましい。このような中間膜17には、例えば、W、Mo、PtまたはTiなどの金属、あるいは、SiO₂またはアルミナなどの誘電体などを用いることができる。

[0045] 中間膜17が金属である場合には圧電体層4の反りを小さくできると共に、第1の電極5側の抵抗を低くすることもできる。中間膜17がSiO₂からなる場合には、圧電体層4の反りを小さくできると共に、周波数温度係数(TCF)の絶対値を小さくすることができ、周波数温度特性を改善することもできる。

[0046] 他方、第2の電極6は圧電体層4上に直接的に設けられている。なお、圧電体層4と第2の電極6との間に中間膜17が設けられていてもよい。この場合において、第1の電極5が圧電体層4上に直接的に設けられていてもよい。

[0047] 図7に示す第3の変形例においては、圧電体層4と第1の電極5との間に第1の中間膜17Aが設けられている。圧電体層4と第2の電極6との間に第2の中間膜17Bが設けられている。第1の電極5は、圧電体層4上に第1の中間膜17Aを介して間接的に設けられている。第2の電極6は、圧電体層4上に第2の中間膜17Bを介して間接的に設けられている。第1の中間膜17A及び第2の中間膜17Bの線膨張係数は、圧電体層4の最大の線膨張係数よりも小さい。第1の中間膜17A及び第2の中間膜17Bには、第2の変形例における中間膜17と同様の材料を用いることができる。この場合においても、圧電体層4、第1の電極5及び第2の電極6のうち少なくとも1つにおいて、第1の方向w1と平行な方向に沿う寸法が、第2の方向w2と平行な方向に沿う寸法よりも大きければよい。もっとも、圧電体層4

において、第1の方向 w_1 に沿う寸法が、第2の方向 w_2 に沿う寸法よりも大きいことが好ましい。

[0048] 第1の実施形態においては、圧電体層4、第1の電極5及び第2の電極6の平面視における形状は矩形である。以下において、圧電体層、第1の電極及び第2の電極の平面視における形状のみが第1の実施形態と異なる、第1の実施形態の第4の変形例及び第5の変形例を示す。第4の変形例及び第5の変形例においても、第1の実施形態と同様に、圧電体層の反りを抑制することができる。

[0049] 図8に示す第4の変形例においては、圧電体層14A、第1の電極15A及び第2の電極16Aの平面視における形状は菱形である。圧電体層14A、第1の電極15A及び第2の電極16Aの長軸（対向する頂点または辺同士を結んだ直線のうち最も長さが長い直線）が、第1の方向 w_1 と平行に延びている。圧電体層14A、第1の電極15A及び第2の電極16Aの短軸（対向する頂点または辺同士を結んだ直線のうち最も長さが短い直線）が、第2の方向 w_2 と平行に延びている。

[0050] なお、圧電体層、第1の電極及び第2の電極の平面視における形状は、四角形以外の多角形であってもよい。この場合には、頂点が偶数個であることが好ましい。それによって、上記各形状を、第1の方向 w_1 と平行に延びる軸及び第2の方向 w_2 と平行に延びる軸の双方に対して線対称な形状とすることができる。なお、上記各形状においては、多角形における頂点に相当する部分がR形状とされていてもよい。なお、本明細書においてR形状であるとは、コーナー部が曲線状であることをいう。

[0051] 図9に示す第5の変形例においては、圧電体層14B、第1の電極15B及び第2の電極16Bの平面視における形状は楕円形である。圧電体層14B、第1の電極15B及び第2の電極16Bの長軸が、第1の方向 w_1 と平行に延びている。圧電体層14B、第1の電極15B及び第2の電極16Bの短軸が、第2の方向 w_2 と平行に延びている。

[0052] 図10は、第2の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。

[0053] 図10に示すように、本実施形態は、圧電体層24において、第1の方向w1における線膨張係数が第2の方向w2における線膨張係数よりも大きい点で、第1の実施形態と異なる。さらに、本実施形態は、第1の電極25及び第2の電極26の線膨張係数が、圧電体層24の第1の方向w1の線膨張係数及び第2の方向w2の線膨張係数のうち大きい方の線膨張係数よりも大きい点において、第1の実施形態と異なる。上記の点以外においては、本実施形態の弾性波装置21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。

[0054] 本実施形態においても、圧電体層24、第1の電極25及び第2の電極26は、第1の方向w1と平行に延びる軸に対して線対称の形状を有する。それによって、圧電体層24が線膨張係数において異方性を有する場合においても、圧電体層24における膨張または収縮に偏りが生じ難い。従って、圧電体層24の反りを抑制することができる。

[0055] 本実施形態においては、第1の電極25及び第2の電極26は、圧電体層24上に直接的に設けられている。上記のように、第1の電極25及び第2の電極26の線膨張係数は、圧電体層24の第1の方向w1の線膨張係数及び第2の方向w2の線膨張係数のうち大きい方の線膨張係数よりも大きい。さらに、圧電体層24において、第1の方向w1における線膨張係数は第2の方向w2における線膨張係数よりも大きい。圧電体層24、第1の電極25及び第2の電極26において、第1の方向w1と平行な方向に沿う寸法が第2の方向w2と平行な方向に沿う寸法よりも大きい。

[0056] なお、第1の電極25及び第2の電極26のうち少なくとも一方の線膨張係数が、圧電体層4の第1の方向w1の線膨張係数及び第2の方向w2の線膨張係数のうち大きい方の線膨張係数よりも大きく、かつ該電極が圧電体層24上に直接的に設けられていてもよい。

[0057] ところで、本実施形態のような線膨張係数及び寸法の場合においても、第1の実施形態の第1の変形例と同様の積層構造としてもよい。この場合においても、圧電体層24の反りを抑制することができる。

[0058] 図4と同様の積層構造において、温度を高くした場合のシミュレーションを行った。シミュレーションは、支持基板の支持部と圧電体層とが接合されていない状態において行った。シミュレーションの条件は以下の3)及び4)の条件とした。なお、3)及び4)の双方において、第2の電極の線膨張係数は、圧電体層の第1の方向の線膨張係数及び第2の方向の線膨張係数のうち大きい方の線膨張係数よりも大きい。他方、第1の電極及び誘電体膜の線膨張係数は、圧電体層の第1の方向の線膨張係数及び第2の方向の線膨張係数のうち小さい方の線膨張係数よりも小さい。圧電体層、第1の電極及び第2の電極において、第1の方向と平行な方向に沿う寸法は第2の方向と平行な方向に沿う寸法よりも大きい。

[0059] 3) 本実施形態と同様に、圧電体層において、第1の方向における線膨張係数が第2の方向における線膨張係数よりも大きい。4) 圧電体層において、第1の方向における線膨張係数が第2の方向における線膨張係数よりも小さい。図11においては、3)の場合のシミュレーションの結果を示す。3)及び4)の双方において、25℃から100℃まで昇温した場合のシミュレーションを行った。

[0060] 図11は、線膨張係数が大きい電極及び誘電体膜が形成されているときのシミュレーションの結果を示す図である。なお、図11は、3)の条件の構成におけるシミュレーションの結果を示す。図11中の一点鎖線は、温度変化前の圧電体層及び第2の電極の積層体の状態を示す。図11に示す結果における反りは、圧電体層における両端を結んだ線と、圧電体層の中央との距離をいう。

[0061] 図11に示すように、上記3)の構成においては、圧電体層の反りの方向は第2の主面側が凸となる方向である。図示しないが、4)の構成においても反りの方向は同様である。3)の構成においては、反りは19nmであった。他方、4)の構成においては反りは73nmである。このように、3)の構成においては反りを抑制できることがわかる。

[0062] 上記3)及び4)においては、第2の電極の線膨張係数が圧電体層の最大

の線膨張係数よりも大きい。この場合には、圧電体層、第1の電極、第2の電極及び誘電体膜の積層体の反りに対して、第2の電極の反りを無視することができない。ここで、4)では、圧電体層において、第1の方向における線膨張係数が第2の方向における線膨張係数よりも小さい。そのため、第1の方向と平行な方向においては、第2の電極と圧電体層との線膨張係数の差が大きい。さらに、圧電体層及び第2の電極の第1の方向と平行な方向に沿う寸法が、第2の方向に沿う寸法よりも大きい。よって、第2の電極による反りの影響が大きくなる。この結果、4)の構成においては、圧電体層、第1の電極、第2の電極及び誘電体膜の積層体の反りを抑制し難い。

[0063] これに対して、3)では、圧電体層において、第1の方向における線膨張係数は第2の方向における線膨張係数よりも大きい。そのため、第1の方向と平行な方向においては、第2の電極と圧電体層との線膨張係数の差が小さい。さらに、圧電体層及び第2の電極の第1の方向と平行な方向に沿う寸法が、第2の方向に沿う寸法よりも大きい。よって、第2の電極による反りを圧電体層による反りによって効果的に相殺することができる。従って、上記のように、3)の構成において反りを抑制することができる。

[0064] 本実施形態においては、第1の電極25及び第2の電極26の線膨張係数が圧電体層24の第1の方向w1の線膨張係数及び第2の方向w2の線膨張係数のうち大きい方の線膨張係数よりも大きい。加えて、圧電体層24、第1の電極25及び第2の電極26における、第1の方向w1と平行な方向に沿う寸法が、第2の方向w2と平行な方向に沿う寸法よりも大きい。よって、3)の場合と同様に、反りを抑制することができる。なお、圧電体層24、第1の電極25及び第2の電極26のうち少なくとも1つにおいて、第1の方向w1と平行な方向に沿う寸法が、第2の方向w2と平行な方向に沿う寸法よりも大きければよい。また、圧電体層24がニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムであった場合、圧電体層24の最大の線膨張係数より線膨張係数が大きい第1、第2の電極25、26としては、Al、Ag、MgまたはSnなどを用いることが好ましい。

[0065] 本実施形態の構成は、以下の第1～第3の特徴を備える構成と等価である。第1に、第1の電極25及び第2の電極26の線膨張係数が、圧電体層24の第1の方向w1の線膨張係数及び第2の方向w2の線膨張係数のうち大きい方の線膨張係数よりも大きいこと。第2に、圧電体層24において、第2の方向w2における線膨張係数が第1の方向w1における線膨張係数よりも大きいこと。第3に、圧電体層24、第1の電極25及び第2の電極26の少なくとも1つにおいて、第2の方向w2に沿う寸法が第1の方向w1に沿う寸法よりも大きいこと。

[0066] 第1の実施形態の第2の変形例と同様に、第1の電極25及び第2の電極26のうち少なくとも一方と、圧電体層24との間に、中間膜が設けられていてもよい。中間膜の線膨張係数は、圧電体層24の最大の線膨張係数よりも大きいことが好ましい。このような中間膜には、例えば、Al、Ag、MgまたはSnなどの金属、あるいは、樹脂などを用いることができる。

[0067] 第1の実施形態の第3の変形例と同様に、圧電体層24と第1の電極25との間に第1の中間膜が設けられており、かつ圧電体層24と第2の電極26との間に第2の中間膜が設けられていてもよい。第1の中間膜及び第2の中間膜の線膨張係数は、圧電体層24の最大の線膨張係数よりも大きい。この場合においても、圧電体層24、第1の電極25及び第2の電極26のうち少なくとも1つにおいて、第1の方向w1と平行な方向に沿う寸法が、第2の方向w2と平行な方向に沿う寸法よりも大きければよい。もっとも、圧電体層24において、第1の方向w1に沿う寸法が、第2の方向w2に沿う寸法よりも大きいことが好ましい。

[0068] 上記に示した各実施形態においては、エネルギー閉じ込め部は、支持基板2に設けられた空洞部2bであった。もっとも、エネルギー閉じ込め部はこれに限定されるものではない。以下において、エネルギー閉じ込め部が第1の実施形態と異なる各実施形態を示す。なお、以下の実施形態においては、第1の実施形態と同様に、圧電体層において、第1の方向における線膨張係数が第2の方向における線膨張係数よりも小さく、かつ第1の電極及び第2

の電極の線膨張係数が、圧電体層の第 1 の方向 w_1 の線膨張係数及び第 2 の方向 w_2 の線膨張係数のうち小さい方の線膨張係数よりも小さい。もっとも、第 2 の実施形態と同様に、圧電体層において、第 1 の方向における線膨張係数が第 2 の方向における線膨張係数よりも大きく、かつ第 1 の電極及び第 2 の電極の線膨張係数が、圧電体層の第 1 の方向の線膨張係数よりも大きくともよい。

[0069] 図 1 2 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。

[0070] 本実施形態においては、圧電体層 3 4 が屈曲部 3 4 c 及び屈曲部 3 4 d を有する。これにより、支持基板 3 2 と圧電体層 3 4 との間に空洞部 3 0 が設けられている。この空洞部 3 0 が、本実施形態におけるエネルギー閉じ込め部である。他方、支持基板 3 2 は凹部及び貫通孔を有しない。平面視したときに空洞部 3 0 と重なる部分において、第 1 の電極 3 5 及び第 2 の電極 3 6 が対向し合っている。本実施形態においても、第 1 の実施形態と同様に、圧電体層 3 4 の反りを抑制することができる。

[0071] 図 1 3 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。

[0072] 本実施形態においては、支持基板 3 2 と圧電体層 4 との間に音響反射膜 4 3 が設けられている。この音響反射膜 4 3 が、本実施形態におけるエネルギー閉じ込め部である。支持基板 3 2 は凹部及び貫通孔を有しない。なお、支持基板 3 2 には凹部が設けられていてもよい。支持基板 3 2 の凹部内に音響反射膜 4 3 が設けられていてもよい。

[0073] 音響反射膜 4 3 は複数の音響インピーダンス層の積層体である。より具体的には、音響反射膜 4 3 は、複数の低音響インピーダンス層と、複数の高音響インピーダンス層とを有する。低音響インピーダンス層は、相対的に音響インピーダンスが低い層である。音響反射膜 4 3 の複数の低音響インピーダンス層は、低音響インピーダンス層 4 9 a 及び低音響インピーダンス層 4 9 b である。一方で、高音響インピーダンス層は、相対的に音響インピーダンスが高い層である。音響反射膜 4 3 の複数の高音響インピーダンス層は、高音響インピーダンス層 4 8 a 及び高音響インピーダンス層 4 8 b である。低

音響インピーダンス層及び高音響インピーダンス層は交互に積層されている。なお、低音響インピーダンス層49aが、音響反射膜43において最も圧電体層4側に位置する層である。

[0074] 音響反射膜43は、低音響インピーダンス層及び高音響インピーダンス層をそれぞれ2層ずつ有する。もっとも、音響反射膜43は、低音響インピーダンス層及び高音響インピーダンス層をそれぞれ少なくとも1層ずつ有していればよい。

[0075] 低音響インピーダンス層の材料としては、例えば、酸化ケイ素またはアルミニウムなどを用いることができる。高音響インピーダンス層の材料としては、例えば、白金またはタングステンなどの金属や、窒化アルミニウムまたは窒化ケイ素などの誘電体を用いることができる。本実施形態においても、第1の実施形態と同様に、圧電体層4の反りを抑制することができる。

[0076] 図14は、第5の実施形態に係るフィルタ装置の回路図である。

[0077] フィルタ装置50は、本発明に係る弾性波装置を含むラダー型フィルタである。フィルタ装置50は、複数の直列腕共振子及び複数の並列腕共振子を有する。より具体的には、直列腕共振子S1、直列腕共振子S2、直列腕共振子S3及び直列腕共振子S4が互いに直列に接続されている。直列腕共振子S1及び直列腕共振子S2の間の接続点とグラウンド電位との間に、並列腕共振子P1が接続されている。直列腕共振子S2及び直列腕共振子S3の間の接続点とグラウンド電位との間に、並列腕共振子P2が接続されている。直列腕共振子S3及び直列腕共振子S4の間の接続点とグラウンド電位との間に、並列腕共振子P3が接続されている。

[0078] 本実施形態においては、全ての直列腕共振子及び並列腕共振子が、本発明の弾性波装置である。もっとも、フィルタ装置50における少なくとも1つの直列腕共振子または少なくとも1つの並列腕共振子が、本発明の弾性波装置であればよい。

[0079] 図15は、第5の実施形態に係るフィルタ装置の一部を示す模式的平面図である。

[0080] フィルタ装置 50 の複数の直列腕共振子及び複数の並列腕共振子は、第 1 の実施形態と同様の圧電体層 4 を共有している。圧電体層 4 においては、第 1 の方向 w_1 における線膨張係数は第 2 の方向 w_2 における線膨張係数よりも小さい。本実施形態においては、全ての直列腕共振子及び全ての並列腕共振子は、第 1 の実施形態と同様の第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 を有する。第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 の線膨張係数は、圧電体層 4 の第 1 の方向 w_1 の線膨張係数及び第 2 の方向 w_2 の線膨張係数のうち小さい方の線膨張係数よりも小さい。全ての直列腕共振子及び全ての並列腕共振子の第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 の第 1 の方向 w_1 に沿う寸法は、第 2 の方向 w_2 に沿う寸法よりも大きい。これにより、全ての直列腕共振子及び全ての並列腕共振子において、圧電体層 4 の反りを抑制することができる。

[0081] なお、全ての直列腕共振子及び全ての並列腕共振子において、第 1 の電極及び第 2 の電極の構成は同じではなくともよい。例えば、図 16 に示す第 5 の実施形態の変形例においては、直列腕共振子及び並列腕共振子において、第 1 の電極及び第 2 の電極の構成が異なる。より具体的には、全ての直列腕共振子は、第 1 の実施形態と同様の第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 を有する。他方、全ての並列腕共振子、すなわち並列腕共振子 P 51、並列腕共振子 P 52 及び並列腕共振子 P 53 は、第 2 の実施形態と同様の第 1 の電極 25 及び第 2 の電極 26 を有する。

[0082] 各直列腕共振子における第 1 の電極 5 及び第 2 の電極 6 は、第 1 の実施形態及び第 5 の実施形態と同様に構成されている。他方、各並列腕共振子における第 1 の電極 25 及び第 2 の電極 26 は、第 2 の実施形態と等価な構成を有する。より具体的には、各並列腕共振子における第 1 の電極 25 及び第 2 の電極 26 の線膨張係数は、圧電体層 4 の第 1 の方向 w_1 の線膨張係数及び第 2 の方向 w_2 の線膨張係数のうち大きい方の線膨張係数よりも大きい。圧電体層 4 においては、第 2 の方向 w_2 における線膨張係数が第 1 の方向 w_1 における線膨張係数よりも大きい。各並列腕共振子の第 1 の電極 25 及び第 2 の電極 26 の第 2 の方向 w_2 に沿う寸法は、第 1 の方向 w_1 に沿う寸法よ

りも大きい。本変形例においても、全ての直列腕共振子及び全ての並列腕共振子において、圧電体層4の反りを抑制することができる。

符号の説明

- [0083] 1…弾性波装置
- 2…支持基板
- 2 a…支持部
- 2 b…空洞部
- 4…圧電体層
- 4 a, 4 b…第1, 第2の主面
- 5, 6…第1, 第2の電極
- 8, 8 A, 8 B…誘電体膜
- 9…配線電極
- 1 4 A, 1 4 B…圧電体層
- 1 5 A, 1 5 B…第1の電極
- 1 6 A, 1 6 B…第2の電極
- 1 7…中間膜
- 1 7 A, 1 7 B…第1, 第2の中間膜
- 2 1…弾性波装置
- 2 4…圧電体層
- 2 5, 2 6…第1, 第2の電極
- 3 0…空洞部
- 3 2…支持基板
- 3 4…圧電体層
- 3 4 c, 3 4 d…屈曲部
- 3 5, 3 6…第1, 第2の電極
- 4 3…音響反射膜
- 4 8 a, 4 8 b…高音響インピーダンス層
- 4 9 a, 4 9 b…低音響インピーダンス層

5 0 …フィルタ装置

1 0 1 …弾性波装置

1 0 4 …圧電体層

P 1 ～ P 3 , P 5 1 ～ P 5 3 …並列腕共振子

S 1 ～ S 4 …直列腕共振子

請求の範囲

[請求項1]

支持基板と、
支持基板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体層と、
前記圧電体層の前記第1の主面上に設けられている第1の電極と、
前記圧電体層の前記第2の主面上に設けられており、前記第1の電極と対向している第2の電極と、
を備え、
前記支持基板と前記圧電体層との間にエネルギー閉じ込め部が設けられており、
前記圧電体層が第1の方向と、前記第1の方向と直交する第2の方向と、を有し、
前記圧電体層が、線膨張係数において異方性を有し、前記第1の方向における前記圧電体層の線膨張係数と、前記第2の方向における前記圧電体層の線膨張係数とが異なり、
前記圧電体層、前記第1の電極及び前記第2の電極のうち少なくとも1つが、前記第1の方向と平行に延びている、弾性波装置。

[請求項2]

前記第1の電極及び前記第2の電極のうち少なくとも一方の電極の線膨張係数が、前記圧電体層の前記第1の方向の線膨張係数及び前記第2の方向の線膨張係数のうち小さい方の線膨張係数よりも小さく、
かつ該電極が前記圧電体層上に直接的に設けられており、
前記第1の方向における前記圧電体層の線膨張係数が前記第2の方向における前記圧電体層の線膨張係数よりも小さく、
前記圧電体層、前記第1の電極及び前記第2の電極のうち少なくとも1つにおいて、前記第1の方向と平行な方向に沿う寸法が前記第2の方向と平行な方向に沿う寸法よりも大きい、請求項1に記載の弾性波装置。

[請求項3]

前記第1の電極及び前記第2の電極のうち少なくとも一方の電極の

線膨張係数が、前記圧電体層の前記第 1 の方向の線膨張係数及び前記第 2 の方向の線膨張係数のうち大きい方の線膨張係数よりも大きく、かつ該電極が前記圧電体層上に直接的に設けられており、

前記第 1 の方向における前記圧電体層の線膨張係数が前記第 2 の方向における前記圧電体層の線膨張係数よりも大きく、

前記圧電体層、前記第 1 の電極及び前記第 2 の電極のうち少なくとも 1 つにおいて、前記第 1 の方向と平行な方向に沿う寸法が前記第 2 の方向と平行な方向に沿う寸法よりも大きい、請求項 1 に記載の弾性波装置。

[請求項4] 前記第 1 の電極、前記第 2 の電極、前記圧電層及び前記エネルギー閉じ込め部が平面視において重なっている、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項5] 前記圧電体層が、ニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムからなる、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] 前記エネルギー閉じ込め部が、前記支持基板と前記圧電体層との間に設けられている空洞部である、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項7] 前記エネルギー閉じ込め部が、前記支持基板と前記圧電体層との間に設けられている音響反射膜であり、

前記音響反射膜が、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、

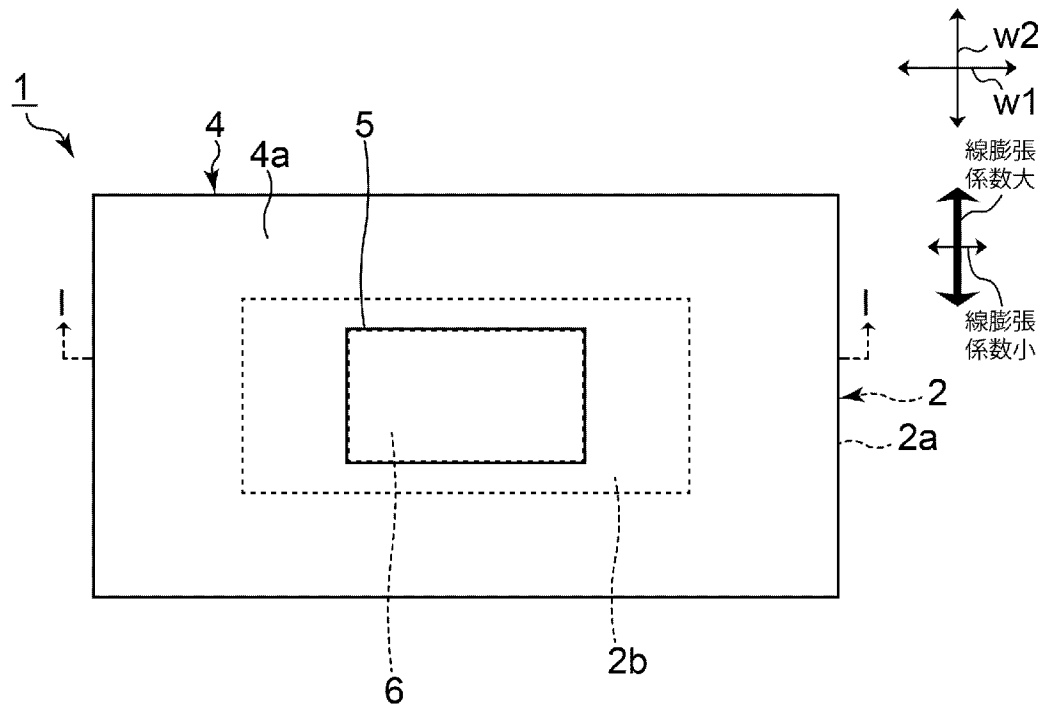
前記高音響インピーダンス層と前記低音響インピーダンス層とが交互に積層されている、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項8] 前記第 1 の電極及び前記第 2 の電極のうち少なくとも一方と前記圧電体層との間に設けられた中間膜をさらに備える、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] 少なくとも1つの直列腕共振子または少なくとも1つの並列腕共振子として、請求項1～8のいずれか1項に記載の弾性波装置を含む、フィルタ装置。

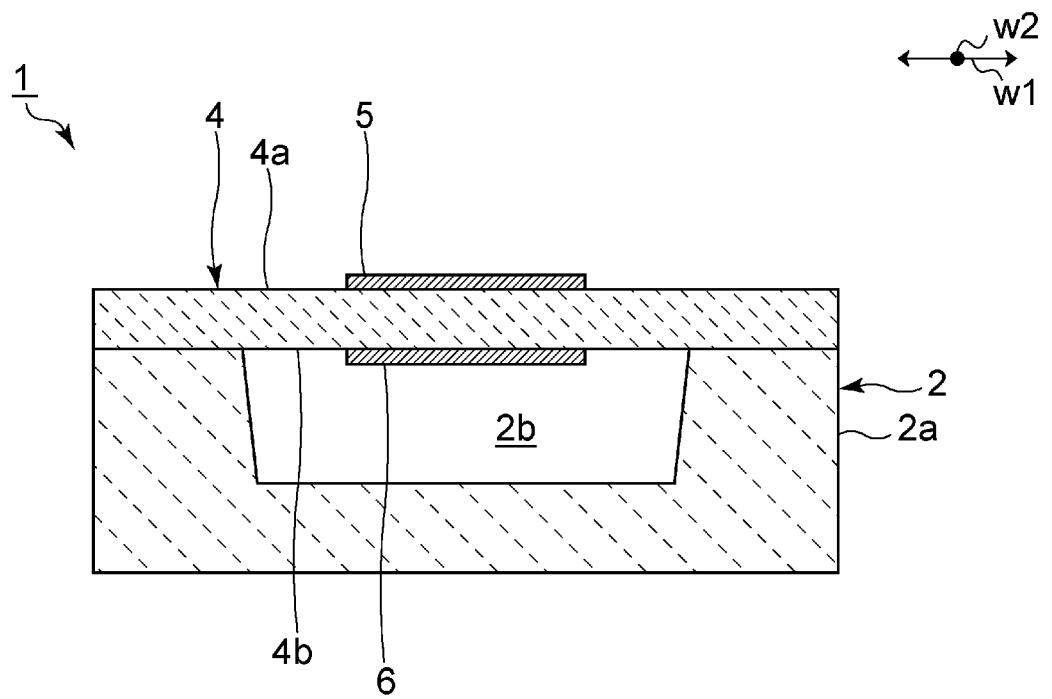
[図1]

図1



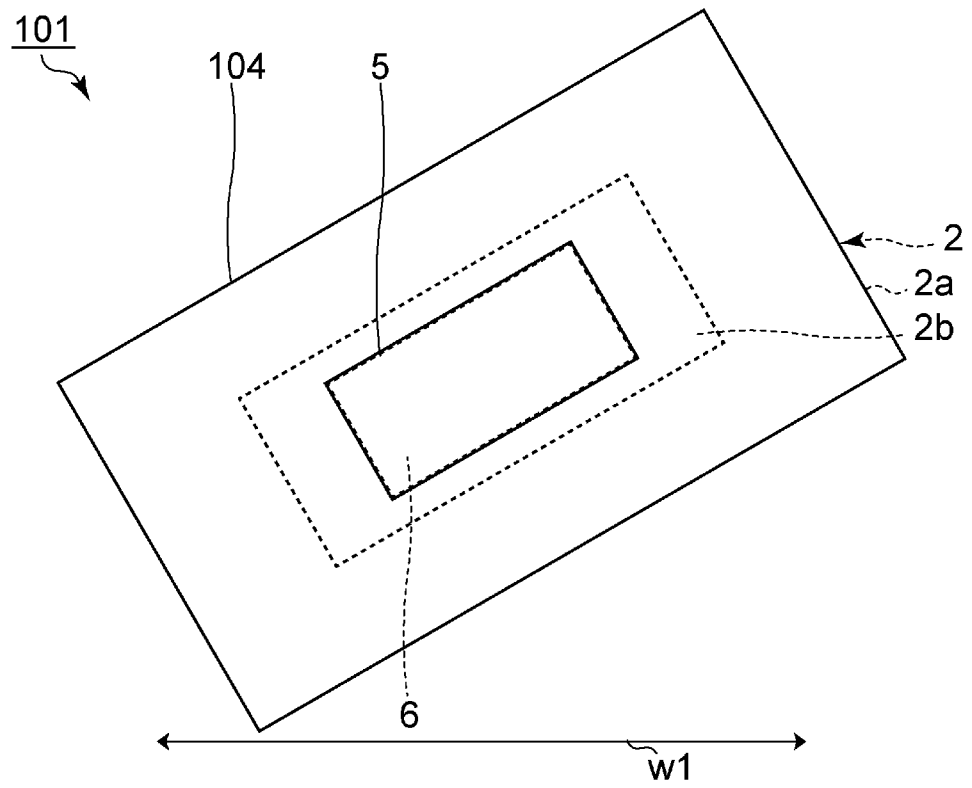
[図2]

図2



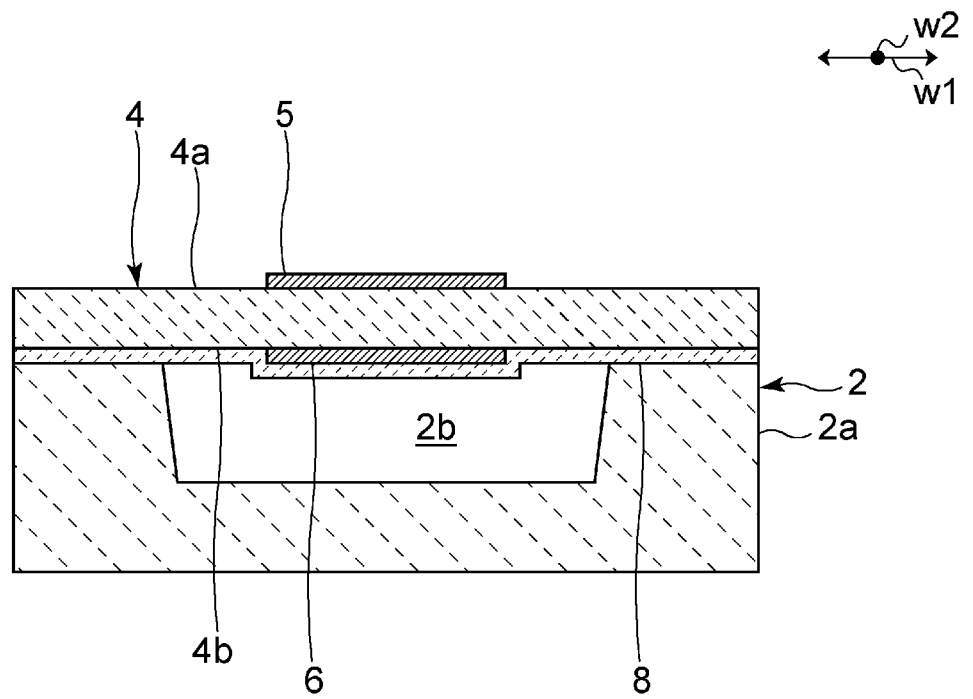
[図3]

図3



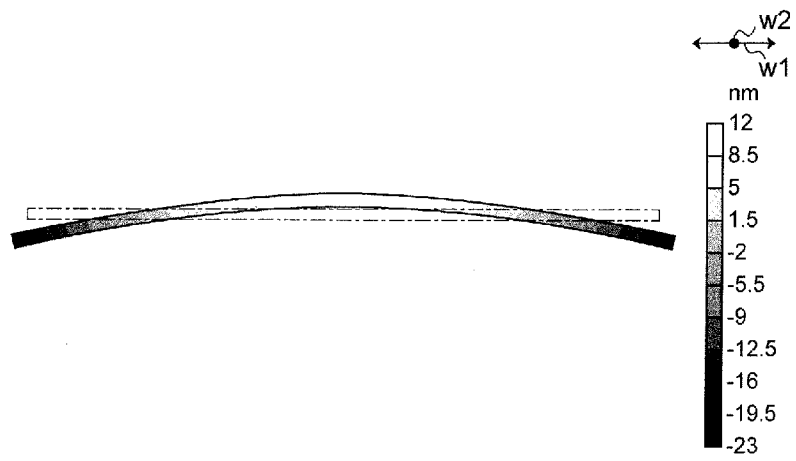
[図4]

図4



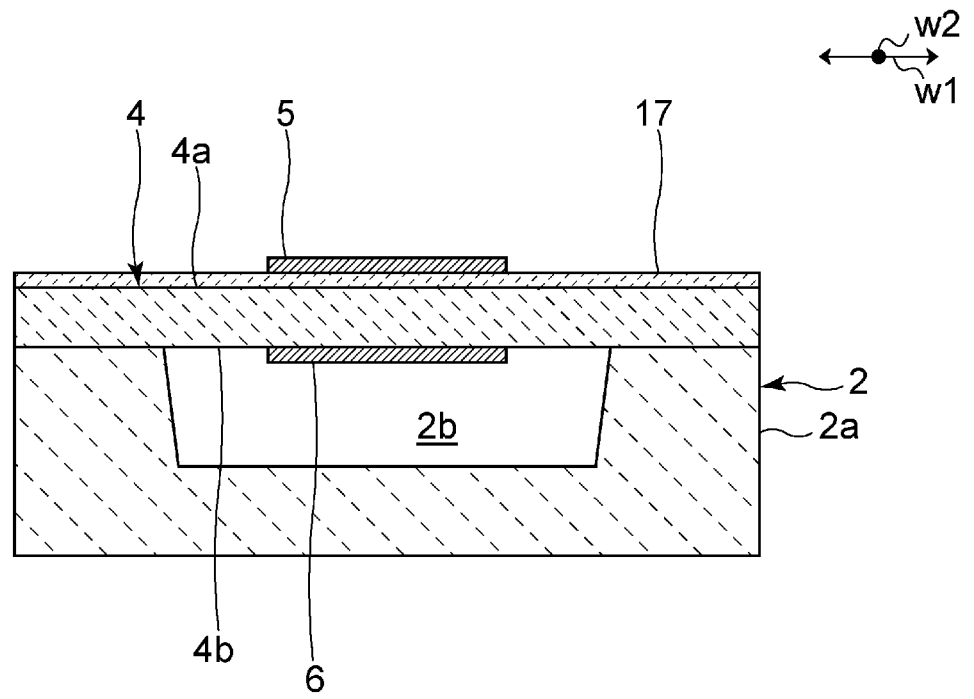
[図5]

図5



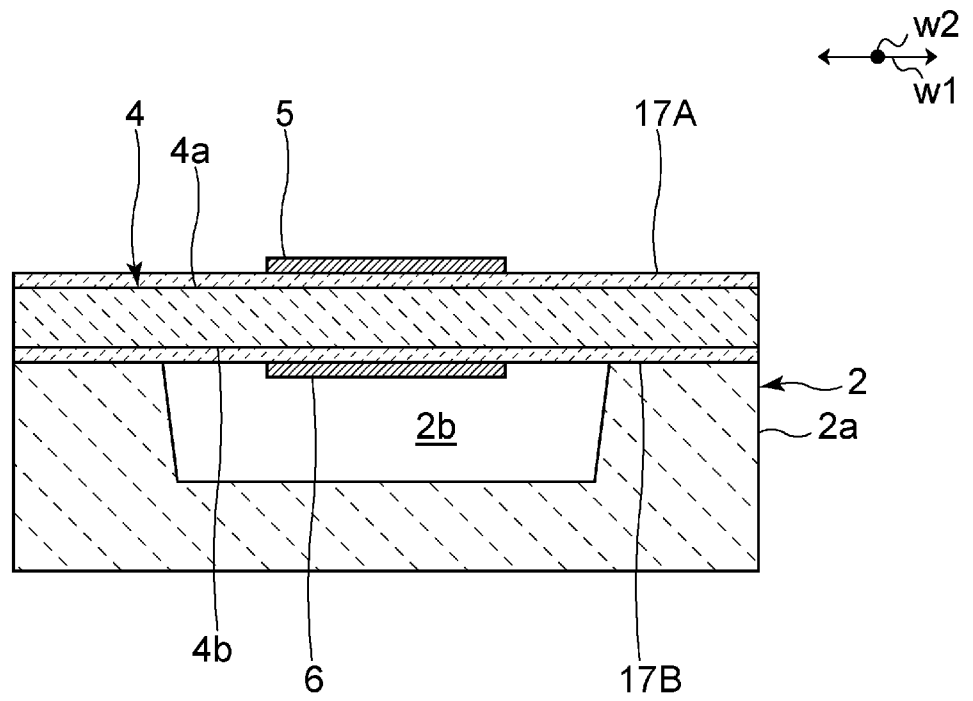
[図6]

図6



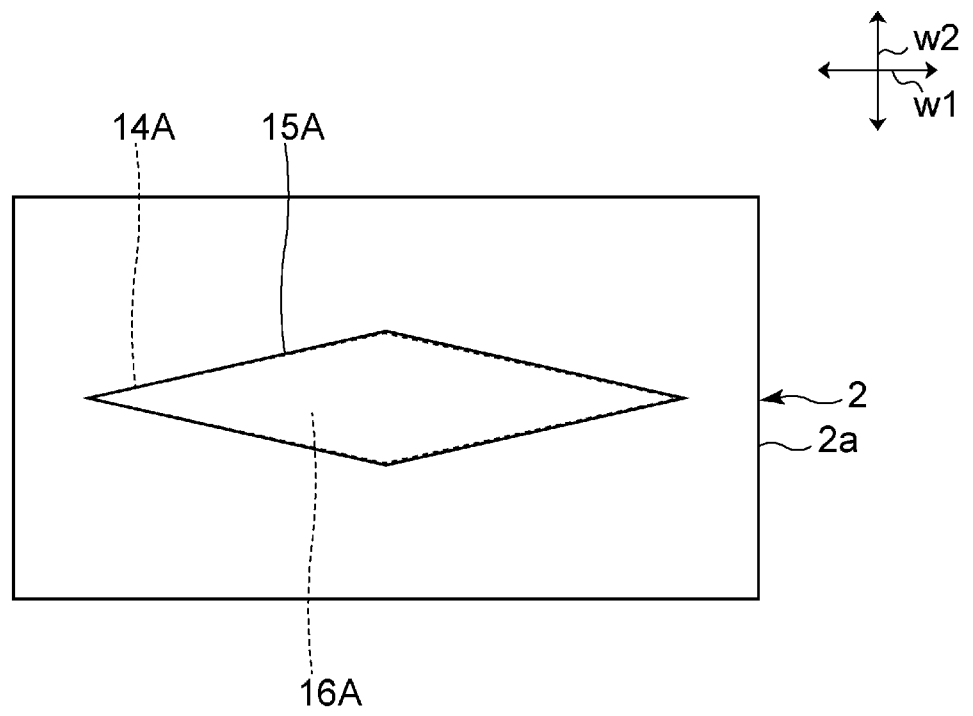
[図7]

図7



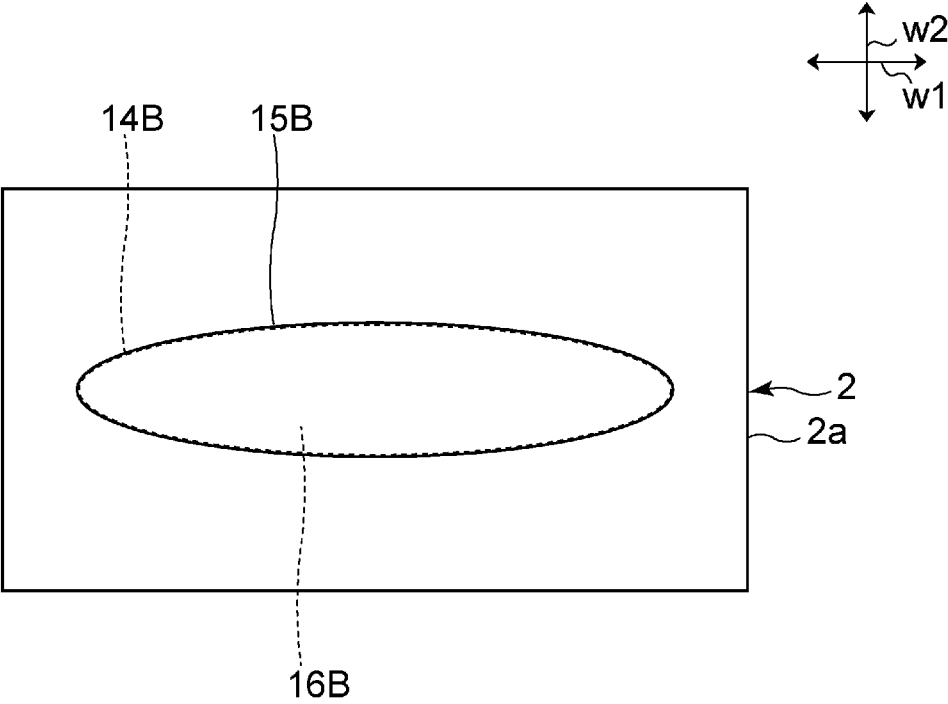
[図8]

図8



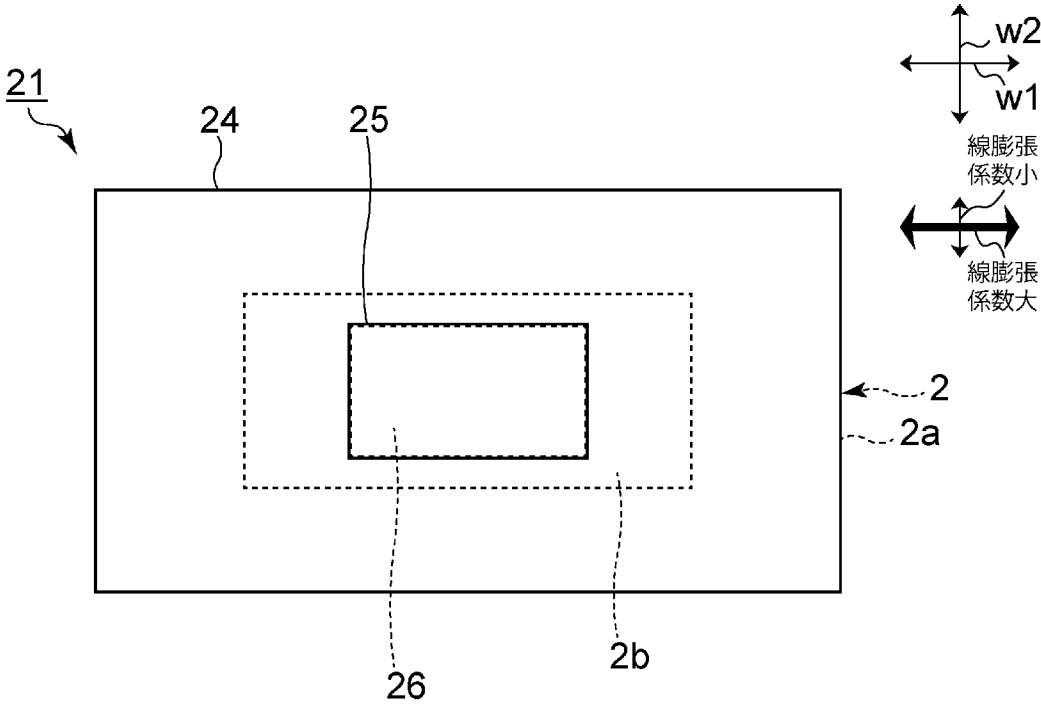
[図9]

図9



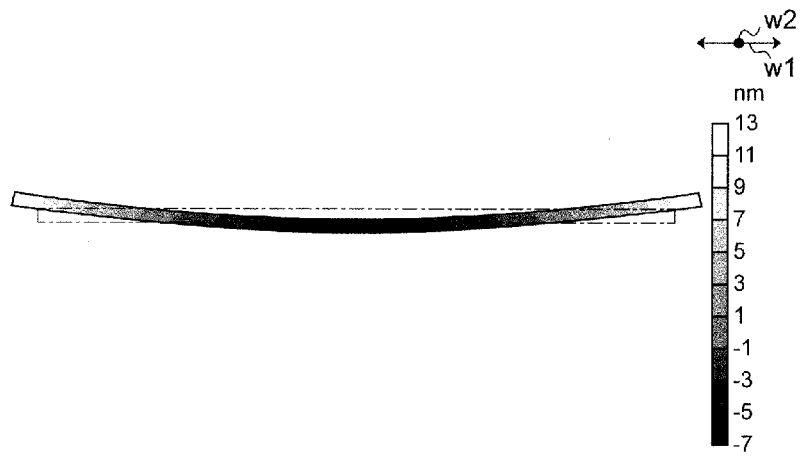
[図10]

図10



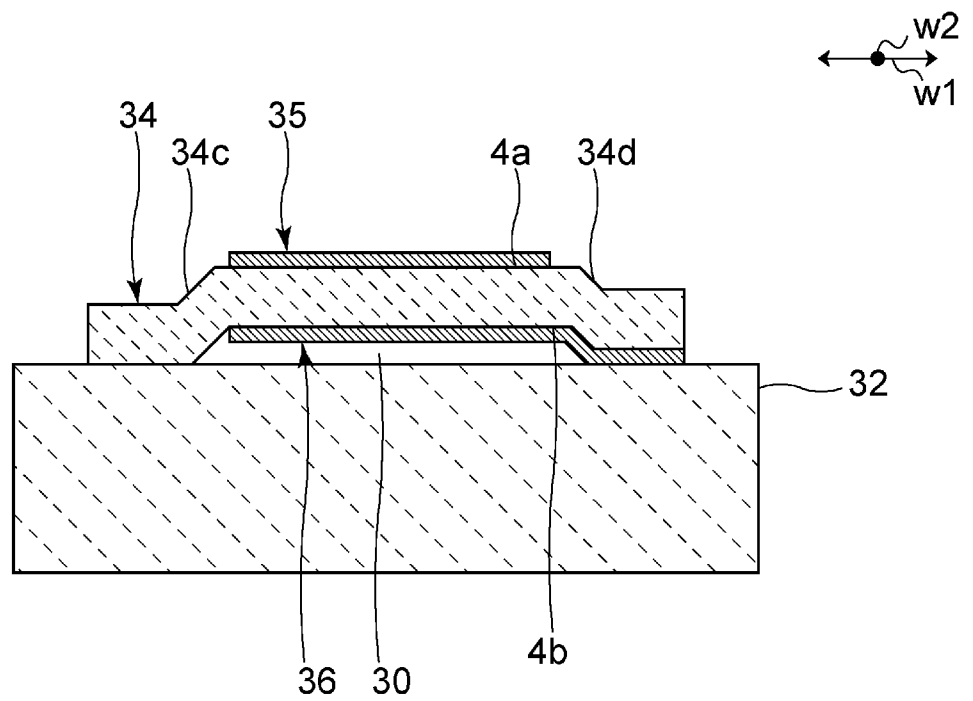
[図11]

図11



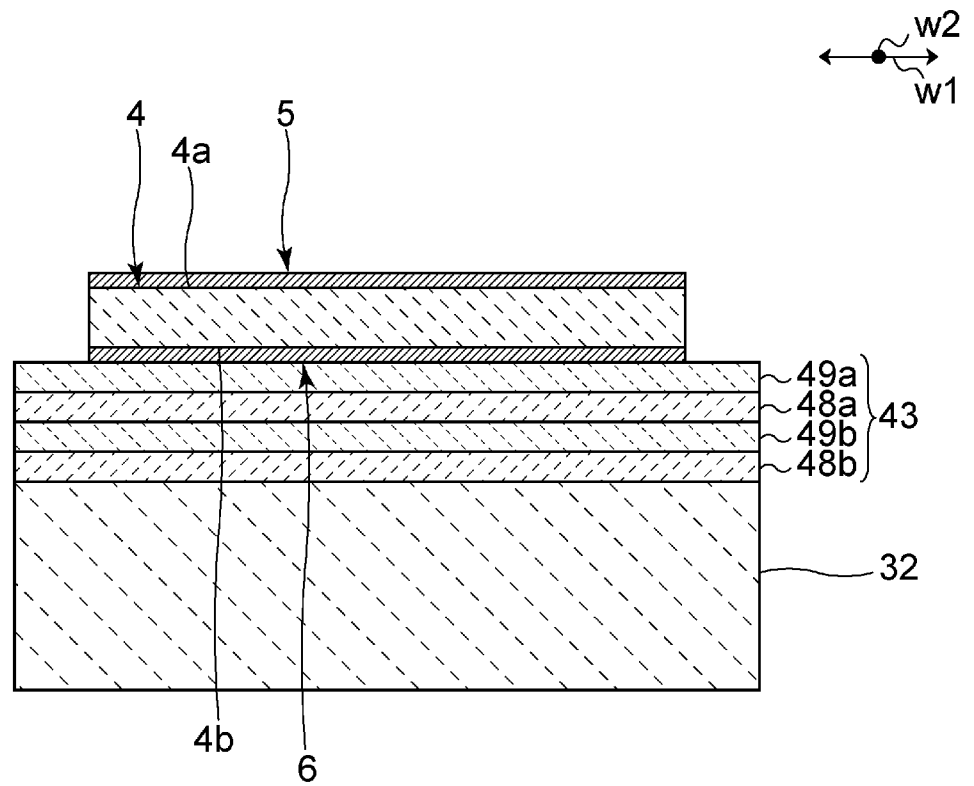
[図12]

図12



[図13]

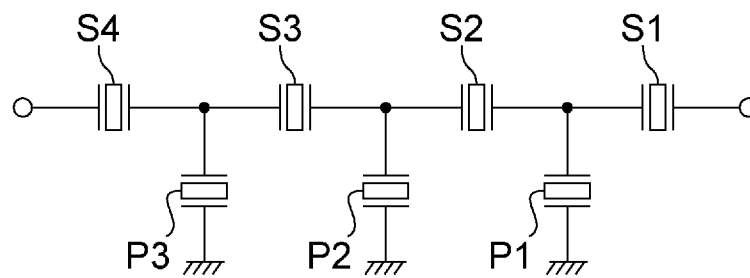
図13



[図14]

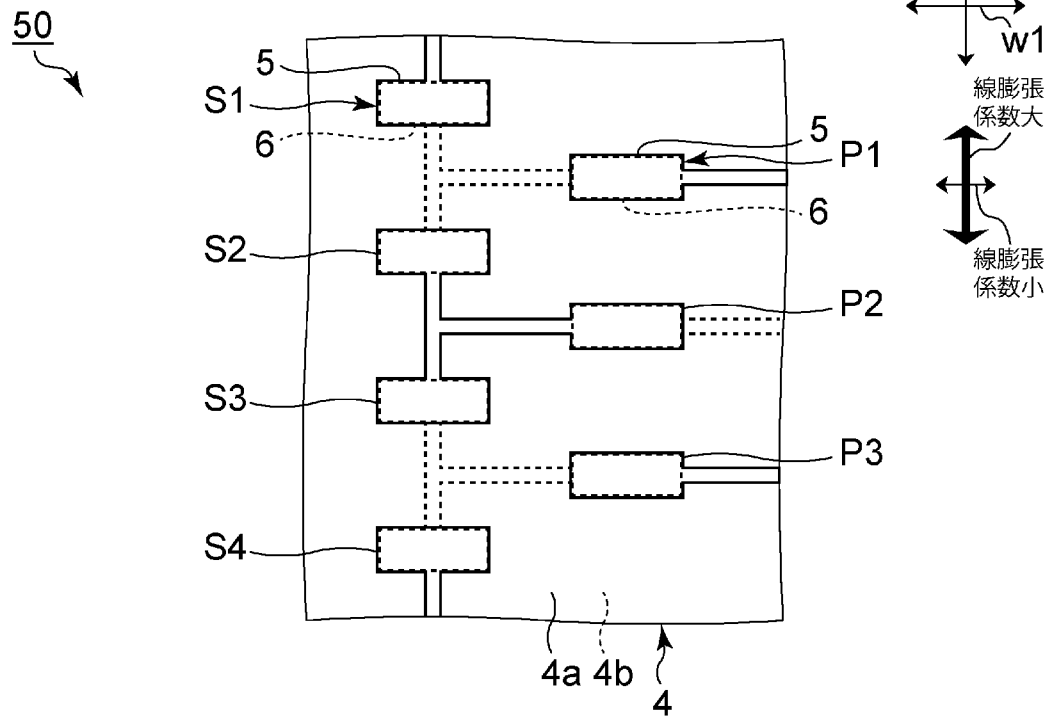
図14

50



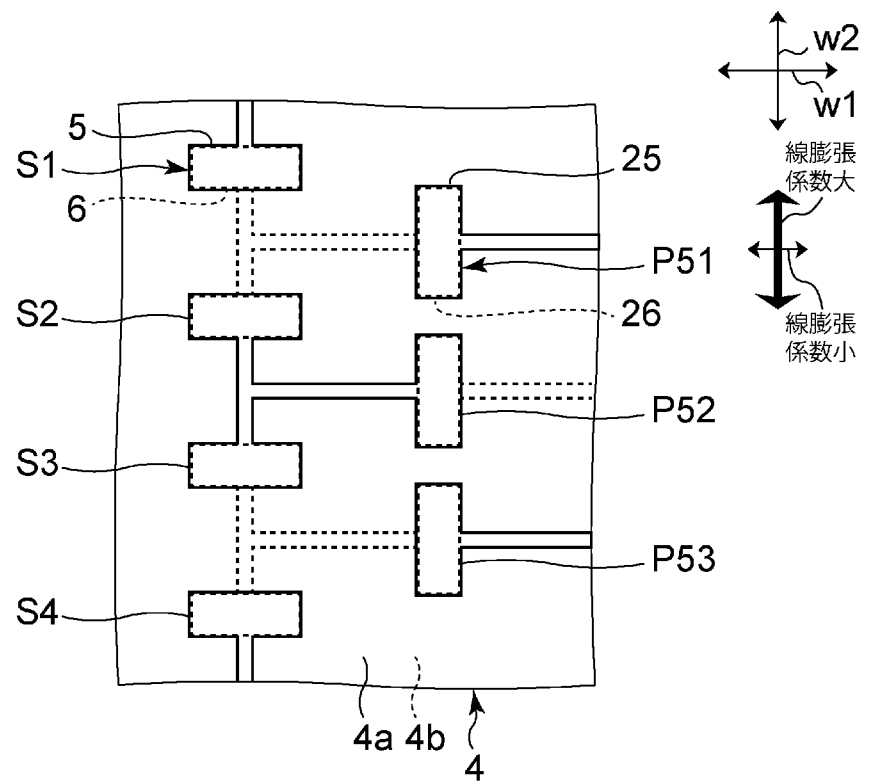
[図15]

図15



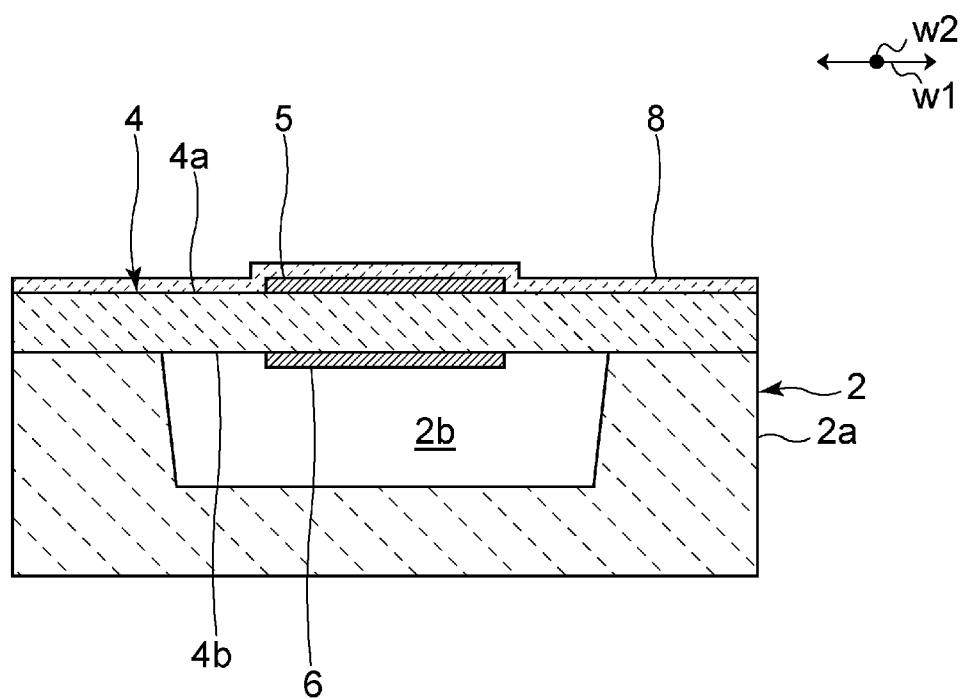
[図16]

図16



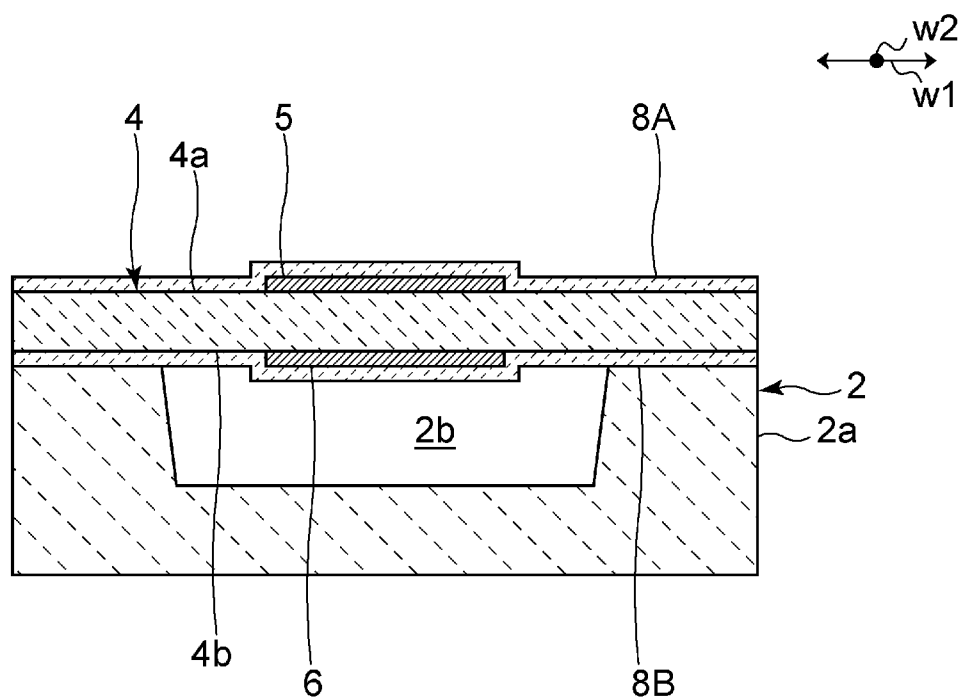
[図17]

図17



[図18]

図18



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/038079

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H03H 9/17**(2006.01)i

FI: H03H9/17 F

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)

H03H9/17

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.
Y	WO 2020/209152 A1 (MURATA MANUFACTURING CO) 15 October 2020 (2020-10-15) paragraphs [0011]-[0026], [0036]-[0044]	1, 4-9
A	paragraphs [0011]-[0026], [0036]-[0044]	2, 3
Y	WO 2018/216632 A1 (KYOCERA CORP) 29 November 2018 (2018-11-29) paragraphs [0009]-[0015], [0023]-[0038], [0053]-[0076]	1, 4-9
A	paragraphs [0009]-[0015], [0023]-[0038], [0053]-[0076]	2, 3
Y	JP 2005-176332 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 30 June 2005 (2005-06-30) paragraphs [0065], [0156]	8, 9
A	paragraphs [0065], [0156]	2, 3
Y	JP 2005-318562 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 10 November 2005 (2005-11-10) paragraphs [0029], [0045]	8, 9
A	paragraphs [0029], [0045]	2, 3



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

09 December 2021

Date of mailing of the international search report

21 December 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/JP2021/038079

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2020/209152	A1	15 October 2020	(Family: none)	
WO	2018/216632	A1	29 November 2018	(Family: none)	
JP	2005-176332	A	30 June 2005	US 2005/0110369 A1	
				paragraphs [0127], [0214]	
				EP 1533896 A2	
				CN 1645640 A	
JP	2005-318562	A	10 November 2005	US 2005/0218753 A1	
				paragraphs [0058], [0078]	
				CN 1677842 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H03H 9/17(2006.01)i FI: H03H9/17 F														
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）） H03H9/17 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>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021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	1971-2021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				
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													
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 2020/209152 A1（株式会社村田製作所）15.10.2020（2020-10-15） [0011] - [0026], [0036] - [0044]	1, 4-9												
A	[0011] - [0026], [0036] - [0044]	2, 3												
Y	WO 2018/216632 A1（京セラ株式会社）29.11.2018（2018-11-29） [0009] - [0015], [0023] - [0038], [0053] - [0076]	1, 4-9												
A	[0009] - [0015], [0023] - [0038], [0053] - [0076]	2, 3												
Y	JP 2005-176332 A（松下電器産業株式会社）30.06.2005（2005-06-30） 段落 [0065], [0156]	8, 9												
A	段落 [0065], [0156]	2, 3												
Y	JP 2005-318562 A（松下電器産業株式会社）10.11.2005（2005-11-10） 段落 [0029], [0045]	8, 9												
A	段落 [0029], [0045]	2, 3												
☐ 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 09.12.2021		国際調査報告の発送日 21.12.2021												
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） 小林 正明 5W 4241 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/JP2021/038079

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2020/209152	A1	15.10.2020	(ファミリーなし)	
WO	2018/216632	A1	29.11.2018	(ファミリーなし)	
JP	2005-176332	A	30.06.2005	US 2005/0110369 A1	
				[0127],[0214]	
				EP 1533896 A2	
				CN 1645640 A	
JP	2005-318562	A	10.11.2005	US 2005/0218753 A1	
				[0058],[0078]	
				CN 1677842 A	