

(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7月28日(28.07.2022)



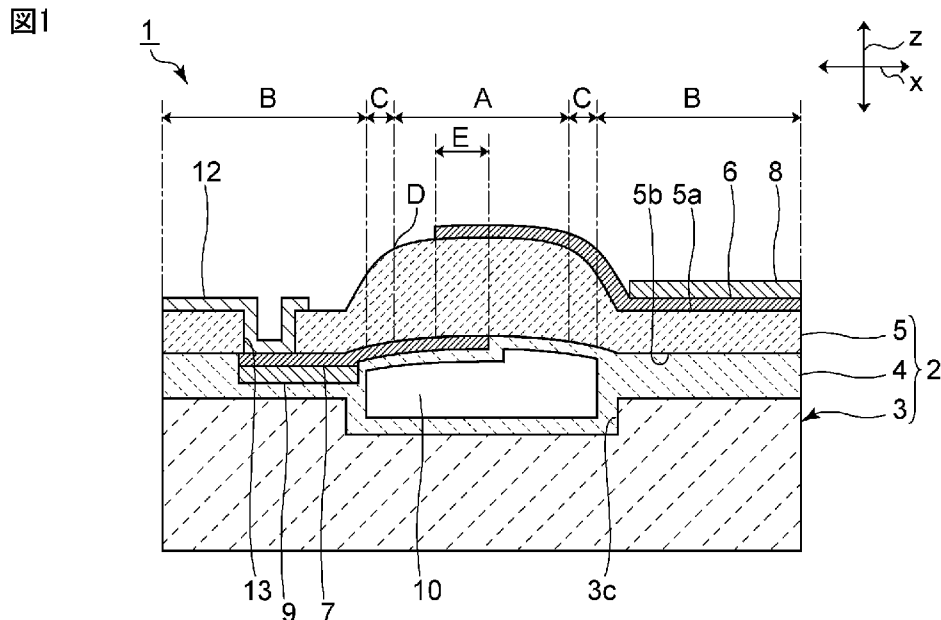
(10) 国際公開番号

WO 2022/158249 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 3/02 (2006.01) H03H 9/54 (2006.01)
H03H 9/17 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/048094
- (22) 国際出願日: 2021年12月24日(24.12.2021)
- (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 2021-006431 2021年1月19日(19.01.2021) 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: 岸本 諭卓 (KISHIMOTO, Yutaka);
〒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).
大村 正志(OMURA, Masashi); 〒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). 久保 新太郎
(KUBO, Shintaro); 〒6178555 京都府長岡京市
東神足 1 丁目 10 番 1 号 株式会社村田製作
所内 Kyoto (JP). 山田 一(YAMADA, Hajime);
〒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

(54) Title: ELASTIC WAVE DEVICE, FILTER DEVICE, AND METHOD FOR MANUFACTURING ELASTIC WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波装置、フィルタ装置及び弾性波装置の製造方法



(57) Abstract: Provided is an elastic wave device which is unsusceptible to leaking elastic waves in a direction that is perpendicular to a lamination direction of a piezoelectric substrate. This elastic wave device 1 comprises: a piezoelectric substrate 2 having a piezoelectric layer 5 and provided with a hollow portion 10; and first and second electrodes 6, 7. In a plan view, the piezoelectric layer 5 has a first region A overlapping with the first and second electrodes 6, 7 and the hollow portion 10, a second region B not overlapping with the hollow portion 10 and surrounding the first region A, and a third region C overlapping with the hollow portion 10 and positioned between the first and second regions A, B.

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, 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))

The cross-sectional shape of the piezoelectric substrate 2 along the lamination direction has a curved shaped at a portion including a boundary D of the first and third regions A, C. When the maximum value of the thickness of the piezoelectric layer 5 in the first region A is defined as t_{1M} , and the thickness in the second region B is defined as t_2 , the relationship between t_2 and t_{1M} at a portion positioned in the second region B at least at a boundary with the third region C is $t_{1M} > t_2$.

(57) 要約: 圧電性基板の積層方向と垂直な方向において弾性波が漏洩し難い、弾性波装置を提供する。弾性波装置1は、圧電体層5を有し、中空部10が設けられている圧電性基板2と、第1、第2の電極6、7とを備える。圧電体層5が、平面視において、第1、第2の電極6、7及び中空部10と重なっている第1の領域Aと、中空部10と重なっておらず、かつ第1の領域Aを囲んでいる第2の領域Bと、中空部10と重なっており、かつ第1、第2の領域A、Bの間に位置する第3の領域Cとを有する。圧電性基板2の積層方向に沿う断面形状が、第1、第3の領域A、Cの境界Dを含む部分において、曲面状の形状を含む。圧電体層5の第1の領域Aにおける厚みの最大値を t_{1M} とし、第2の領域Bにおける厚みを t_2 としたときに、第2の領域Bにおける、少なくとも第3の領域Cとの境界に位置する部分の t_2 と、 t_{1M} との関係が $t_{1M} > t_2$ である。

明 細 書

発明の名称：

弾性波装置、フィルタ装置及び弾性波装置の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、弾性波装置、フィルタ装置及び弾性波装置の製造方法に関する。

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、弾性波装置としての、圧電薄膜共振器の一例が記載されている。この弾性波装置においては、基板上に下部電極が設けられており、下部電極上に圧電膜が設けられており、圧電膜上に上部電極が設けられている。圧電膜における上部電極及び下部電極に挟まれている領域は、メンブレン領域である。下部電極と基板との間には、空隙が設けられている。空隙の基板の面上への投影領域は、メンブレン領域を含んでいる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第4707533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の弾性波装置においては、上部電極及び下部電極に交流電圧を印加することにより弾性波が励振される。しかしながら、該弾性波装置においては、基板及び圧電膜の積層方向と垂直な方向、すなわち基板の面と平行な方向において、弾性波が漏洩することを十分に抑制することは困難である。

[0005] 本発明の目的は、圧電性基板の積層方向と垂直な方向において弾性波が漏洩し難い、弾性波装置、フィルタ装置及び弾性波装置の製造方法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、前記支持基板上に設けられている圧電体層とを有し、中空部が設けられている圧電性基板と、前記圧電体層上に設けられている励振電極とを備え、前記圧電体層が、平面視において、前記励振電極及び前記中空部と重なっている第1の領域と、平面視において、前記中空部と重なっておらず、かつ前記第1の領域を囲んでいる第2の領域と、平面視において、前記中空部と重なっており、かつ前記第1の領域及び前記第2の領域の間に位置する第3の領域とを有し、前記圧電性基板の積層方向に沿う断面形状が、前記第1の領域及び前記第3の領域の境界を含む部分において、曲面状の形状を含み、前記圧電体層の前記第1の領域における厚みの最大値を t_{1M} とし、前記圧電体層の前記第2の領域における厚みを t_2 としたときに、前記第2の領域における、少なくとも前記第3の領域との境界に位置する部分の前記 t_2 と、前記 t_{1M} との関係が $t_{1M} > t_2$ である。
- [0007] 本発明に係るフィルタ装置は、第1の弾性波共振子及び第2の弾性波共振子を含む複数の弾性波共振子を備え、前記第1の弾性波共振子及び前記第2の弾性波共振子が、本発明に従い構成されている弾性波装置であり、前記第1の弾性波共振子及び前記第2の弾性波共振子が、前記圧電体層を共有しており、前記圧電性基板の積層方向に沿う前記中空部の寸法を、前記中空部の高さとし、前記第1の弾性波共振子における前記中空部の高さの最大値を H_{1M} とし、前記第2の弾性波共振子における前記中空部の高さの最大値を H_{2M} とし、前記圧電体層において、前記第1の弾性波共振子が構成されている部分の前記第1の領域における厚みの最大値を T_{1M} とし、前記第2の弾性波共振子が構成されている部分の前記第1の領域における厚みの最大値を T_{2M} としたときに、前記 T_{1M} 及び前記 T_{2M} が異なり、かつ前記 H_{1M} 及び前記 H_{2M} が異なる。
- [0008] 本発明に係る弾性波装置の製造方法は、本発明に従い構成されている弾性波装置を製造する方法であって、前記圧電性基板に前記中空部を形成する中

空部形成工程と、前記中空部形成工程の後に前記圧電体層の厚みを調整する厚み調整工程と、前記圧電体層上に前記励振電極を設ける工程とを備え、前記圧電性基板の前記中空部に面する内壁が、前記圧電性基板の積層方向において対向し合う部分のうち前記支持基板側に位置する底部を含み、前記厚み調整工程において、前記圧電体層の薄板化加工を行い、該薄板化加工において、前記圧電体層に前記中空部側に向かい圧力を印加することにより、前記圧電体層を変形状態とし、前記変形状態において、前記圧電性基板の前記内壁の前記底部における外周縁及び前記圧電体層の間の距離よりも、前記底部における中央及び前記圧電体層の間の距離が短くなるようにし、前記圧電体層を前記変形状態とした後に、前記圧電体層に印加した圧力を解除することにより、前記変形状態よりも前記圧電体層及び前記底部の間の距離が長くなるように、前記圧電体層をさらに変形させることによって、 $t_1 M > t_2$ とする。

発明の効果

[0009] 本発明に係る弾性波装置、フィルタ装置及び弾性波装置の製造方法によれば、圧電性基板の積層方向と垂直な方向において弾性波が漏洩し難い。

図面の簡単な説明

[0010] [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模式的正面断面図である。

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

[図3]図3(a)及び図3(b)は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の製造方法の一例における、圧電体層を用意する工程などを説明するための模式的正面断面図である。

[図4]図4(a)及び図4(b)は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の製造方法の一例における、支持基板を用意する工程などを説明するための模式的正面断面図である。

[図5]図5(a)～図5(e)は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置

の製造方法の一例における、圧電体層と支持基板とを接合させる工程以降を説明するための模式的正面断面図である。

[図6]図6 (a)～図6 (c)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製造方法の一例における、圧電体層を用意する工程などを説明するための模式的正面断面図である。

[図7]図7 (a)～図7 (c)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製造方法の一例における、支持基板を用意する工程以降を説明するための模式的正面断面図である。

[図8]図8は、本発明の第2の実施形態に係る弾性波装置の模式的正面断面図である。

[図9]図9は、本発明の第2の実施形態におけるIDT電極及び反射器の電極構造を示す平面図である。

[図10]図10は、本発明の第3の実施形態に係るフィルタ装置の模式的正面断面図である。

[図11]図11は、本発明の第4の実施形態に係るフィルタ装置の回路図である。

発明を実施するための形態

[0011] 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。

[0012] 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。

[0013] 図1は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の模式的正面断面図である。

[0014] 弾性波装置1は圧電性基板2を有する。本実施形態においては、圧電性基板2は、支持基板3と、中間層4と、圧電体層5とを有する。より具体的には、支持基板3と圧電体層5との間に中間層4が設けられている。もっとも、圧電性基板2は、中間層4を有していなくともよい。

- [0015] 支持基板 3 の材料としては、例えば、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、コージライト、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もできる。なお、支持基板 3 の材料としては、シリコン、サファイア、ガラスまたは水晶を用いることが好ましい。
- [0016] 中間層 4 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。なお、中間層 4 の材料としては酸化ケイ素を用いることが好ましい。
- [0017] 圧電体層 5 は第 1 の主面 5 a 及び第 2 の主面 5 b を有する。第 1 の主面 5 a 及び第 2 の主面 5 b は対向し合っている。第 1 の主面 5 a 及び第 2 の主面 5 b のうち第 2 の主面 5 b が支持基板 3 側の主面である。圧電体層 5 の材料としては、例えば、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、酸化亜鉛、窒化アルミニウム、水晶、または P Z T（チタン酸ジルコン酸鉛）などを用いることができる。なお、圧電体層 5 の材料としては、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウムまたは水晶の単結晶材料を用いることが好ましい。圧電体層 5 の厚みは $1\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。
- [0018] 圧電体層 5 上には励振電極が設けられている。より具体的には、本実施形態の励振電極は 1 対の第 1 の電極 6 及び第 2 の電極 7 である。第 1 の電極 6 は、圧電体層 5 の第 1 の主面 5 a に設けられている。第 2 の電極 7 は、第 2 の主面 5 b に設けられている。第 1 の電極 6 及び第 2 の電極 7 は圧電体層 5 を挟んで対向し合っている。圧電体層 5 における、第 1 の電極 6 及び第 2 の電極 7 に挟まれた領域は、励振領域 E である。第 1 の電極 6 及び第 2 の電極 7 の間に交流電圧を印加することにより、励振領域 E において弾性波が励振される。具体的には、本実施形態においてはバルク波が励振される。このように、弾性波装置 1 はバルク波共振子である。
- [0019] 励振電極は、例えば、A l、P t、C u、W 及び M o からなる群より選ば

れた少なくとも１種の金属からなる。もっとも、励振電極は適宜の金属からなっていればよい。励振電極は、単層の金属膜からなっているとしてもよく、積層金属膜からなっているとしてもよい。

[0020] 図１に示すように、圧電性基板２には中空部１０が設けられている。中空部１０は、中間層４により囲まれている。本実施形態では、中空部１０は、中間層４及び支持基板３にわたり設けられている。より具体的には、支持基板３には凹部３ｃが設けられている。中間層４は支持基板３の凹部３ｃにも設けられており、中空部１０が凹部３ｃ内に至っている。中空部１０が設けられていることにより、バルク波が効率的に励振される。

[0021] 圧電体層５は、第１の領域Ａと、第２の領域Ｂと、第３の領域Ｃとを有する。第１の領域Ａは、平面視において、励振電極としての第１の電極６及び第２の電極７、並びに中空部１０と重なっている。より具体的には、第１の領域Ａは、平面視において、第１の電極６及び第２の電極７の一部、並びに中空部１０の一部と重なっている。第１の領域Ａは励振領域Ｅを含む。第２の領域Ｂは、平面視において、中空部１０と重なっておらず、かつ第１の領域Ａを囲んでいる。第３の領域Ｃは、平面視において、中空部１０と重なっており、かつ第１の領域Ａ及び第２の領域Ｂの間に位置する。なお、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。

[0022] 図１に示すように、圧電体層５の、平面視において中空部１０と重なっている部分は、支持基板３から離れる側に凸状の形状を有する。この凸状の部分に、第１の領域Ａ及び第３の領域Ｃが位置している。他方、第２の領域Ｂは、圧電体層５における平坦な部分を含む領域である。

[0023] 励振領域Ｅも、圧電体層５の凸状となっている部分に含まれる。よって、第１の電極６及び第２の電極７は、圧電体層５に沿って湾曲している部分を有する。第１の電極６の平坦な形状の部分には、電極層８が設けられている。第２の電極７の平坦な形状の部分には、電極層９が設けられている。それによって、電気抵抗を低くすることができる。もっとも、電極層８及び電極層９は、平坦な形状でない部分にも延伸して形成されていてもよい。

[0024] 圧電体層 5 には、貫通孔 1 3 が設けられている。貫通孔 1 3 は、第 2 の電極 7 に至っている。一方で、圧電体層 5 の第 2 の領域 B において、第 1 の主面 5 a に配線電極 1 2 が設けられている。配線電極 1 2 は貫通孔 1 3 を通り、第 2 の電極 7 に接続されている。第 2 の電極 7 は、配線電極 1 2 を介して外部に電氣的に接続される。

[0025] ここで、圧電性基板 2 の積層方向を第 1 の方向 z とし、第 1 の方向 z と垂直な方向を第 2 の方向 x とする。本実施形態の特徴は、下記の 1) 及び 2) の構成を有することにある。1) 圧電体層 5 の第 1 の方向 z に沿う断面形状が、第 1 の領域 A 及び第 3 の領域 C の境界 D を含む部分において、曲面状の形状を含むこと。2) 圧電体層 5 の第 1 の領域 A における厚みの最大値を $t_1 M$ とし、第 2 の領域 B における厚みを t_2 としたときに、 $t_1 M > t_2$ であること。上記のように、第 1 の領域 A は励振領域 E を含む。この第 1 の領域 A における $t_1 M$ よりも、周囲の第 2 の領域 B における t_2 が小さい。それによって、圧電性基板 2 の第 2 の方向 x における、弾性波としてのバルク波の漏洩を抑制することができる。さらに、圧電体層 5 が、第 1 の領域 A 及び第 3 の領域 C の境界 D を含む部分において曲面状の形状を含むため、応力の集中を分散することができ、圧電体層 5 の破損を抑制することができる。

[0026] 第 2 の領域 B における、少なくとも第 3 の領域 C との境界に位置する部分の t_2 が第 1 の領域 A における $t_1 M$ よりも小さければよい。これにより、第 2 の方向 x における弾性波の漏洩を抑制することができる。

[0027] ここで、第 1 の領域 A における厚みを t_1 とし、第 3 の領域 C における厚みを t_3 とする。本実施形態においては、 $t_1 > t_3 > t_2$ である。ここで、 t_1 、 t_2 及び t_3 はそれぞれ、いずれの部分の厚みであるかの記載がない場合には、第 1 の領域 A、第 2 の領域 B 及び第 3 の領域 C における任意の部分の厚みをいう。よって、例えば、 $t_1 > t_3$ である場合には、第 1 の領域 A のいずれの部分の厚みもが、第 3 の領域 C のいずれの部分の厚みよりも厚い。なお、隣接する領域の厚みの比較においては、隣接する領域同士の境界の部分の厚みは含まない。第 3 の領域 C は、第 1 の領域 A に隣接しており

、かつ第3の領域Cにおける t_3 が第1の領域Aにおける t_1 よりも小さい。それによって、第2の方向xにおける弾性波の漏洩を効果的に抑制することができる。もっとも、上記の厚みの関係に限定されず、 $t_1 M > t_2$ であればよい。

[0028] 図1に示すように、圧電体層5の、平面視において中空部10と重なっている部分が、支持基板3から離れる側に凸状の形状を有することが好ましい。この場合には、より確実に $t_1 > t_3 > t_2$ の関係とすることができる。

[0029] 本実施形態では、第1の領域Aの中央から、第2の方向xにおける外側に向かうほど、圧電体層5の厚みは薄くなっている。ここで、圧電体層5の2点間の第2の方向xにおける距離を L_x とし、該2点間の圧電体層5の厚みの差を Δt としたときに、圧電体層5の厚みの変化の傾きは $\Delta t / L_x$ である。第3の領域Cにおける厚みの変化の傾き $\Delta t / L_x$ は、第1の領域Aにおける厚みの変化の傾き $\Delta t / L_x$ よりも大きい。図1に示すように、圧電体層5の厚みの変化の傾き $\Delta t / L_x$ は、第1の領域Aと第3の領域Cとの境界Dにおいて、大きく変化している。なお、圧電体層5の第1の主面5aの第1の方向zに沿う断面形状において、第1の領域A及び第3の領域Cの境界Dにおける曲率は、第1の領域Aにおける他の部分の曲率及び第3の領域Cにおける他の部分の曲率よりも大きい。これにより、上記のように、該境界Dにおいて圧電体層5の厚みの変化の傾き $\Delta t / L_x$ が大きく変化している。この場合には、励振領域Eを含む第1の領域Aの外側において、圧電体層5の厚みの変化を急峻にすることができるため、弾性波の漏洩をより一層抑制することができる。

[0030] 励振領域Eと、第1の領域A及び第3の領域Cの境界Dとの距離は、 $0 \mu\text{m}$ 以上、 $2 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。この場合には、励振領域Eを好適に広げることができる、励振効率を高めることができる。

[0031] 電極層8及び電極層9は、第1の電極6及び第2の電極7における平坦な部分に設けられていることが好ましい。この場合には、製造に際し、圧電体層5における凸状の形状とする部分において、電極の合計の厚みが薄い。こ

れにより、圧電体層 5 を容易に凸状の形状とすることができる。なお、電極層 8 及び電極層 9 は、第 1 の電極 6 及び第 2 の電極 7 における湾曲している部分にも設けられていてもよい。あるいは、電極層 8 及び電極層 9 は設けられていなくともよい。

[0032] 本実施形態においては、中空部 10 は、中間層 4 及び支持基板 3 にわたり設けられている。圧電体層 5 及び中間層 4 の厚みと比較して、支持基板 3 の厚みは厚い。そのため、凹部 3c を容易に深くすることができる。よって、中空部 10 の高さを容易に高くすることができる。これにより、外力や熱応力などによる中空部 10 の潰れが生じ難く、中空部 10 内の壁面同士の貼り付きが生じ難い。なお、本明細書において中空部 10 の高さとは、第 1 の方向 z に沿う中空部 10 の寸法である。中空部 10 の高さの調整は、支持基板 3 の凹部 3c の深さを調整することにより行うことができる。従って、圧電体層 5 及び中間層 4 の厚みに影響を与えずして、中空部 10 の高さを容易に調整することができる。

[0033] なお、圧電性基板 2 における中空部 10 の配置は上記に限定されない。中空部 10 の少なくとも一部が中間層 4 に設けられていてもよい。中空部 10 の少なくとも一部が支持基板 3 に設けられていてもよい。あるいは、中空部 10 の少なくとも一部が圧電体層 5 に設けられていてもよい。中空部 10 が支持基板 3 のみ、中間層 4 のみ、または圧電体層 5 のみに設けられていてもよい。

[0034] 図 2 は、第 1 の実施形態の変形例に係る弾性波装置の模式的正面断面図である。

[0035] 本変形例においては、中空部 10 は、圧電体層 25 及び中間層 4 にわたり設けられている。より具体的には、圧電体層 25 の第 2 の主面 5b には凹部 25c が設けられている。圧電体層 25 においては、凹部 25c が設けられていることにより、段差部が設けられている。中間層 4 は圧電体層 25 の凹部 25c にも設けられており、中空部 10 が凹部 25c 内に至っている。それによって、中空部 10 の高さを容易に高くすることができる。これにより

、外力や熱応力などによる中空部 10 が潰れが生じ難く、中空部 10 内の壁面同士の張り付きが生じ難い。本変形例においても、第 1 の実施形態と同様に、 $t_1 > t_3 > t_2$ であるため、第 2 の方向 x における弾性波の漏洩を効果的に抑制することができる。

[0036] 本変形例においては、第 1 の電極 6 及び第 2 の電極 7 に電極層 8 及び電極層 9 は積層されていない。もっとも、第 1 の実施形態と同様に電極層 8 及び電極層 9 が設けられていてもよい。

[0037] 本実施形態またはその変形例のように、中空部 10 は、中間層 4 及び支持基板 3 または中間層 4 及び圧電体層 5 にわたり設けられていることが好ましい。それによって、上述したように、中空部 10 の高さを容易に高くすることができる。

[0038] ところで、圧電体層 5 において、第 1 の領域 A の周囲の一部にスリットが設けられていてもよい。例えば、平面視において、第 1 の領域 A が矩形の形状を有する場合、第 1 の領域 A の周囲の 4 辺のうち少なくとも 1 辺にスリットが設けられていてもよい。この場合においても、第 2 の領域 B は、第 1 の領域 A を囲んでいる。そして、第 1 の実施形態と同様に、第 2 の方向 x における弾性波の漏洩を効果的に抑制することができる。

[0039] 以下において、第 1 の実施形態及びその変形例に係る弾性波装置の製造方法を説明する。もっとも、本発明に係る弾性波装置の製造方法は、以下の方法に限定されるものではない。

[0040] 図 3 (a) 及び図 3 (b) は、第 1 の実施形態に係る弾性波装置の製造方法の一例における、圧電体層を用意する工程などを説明するための模式的正面断面図である。図 4 (a) 及び図 4 (b) は、第 1 の実施形態に係る弾性波装置の製造方法の一例における、支持基板を用意する工程などを説明するための模式的正面断面図である。図 5 (a) ~ 図 5 (e) は、第 1 の実施形態に係る弾性波装置の製造方法の一例における、圧電体層と支持基板とを接合させる工程以降を説明するための模式的正面断面図である。

[0041] 図 3 (a) に示すように、圧電体層 5 X を用意する。圧電体層 5 X は圧電

基板である。次に、圧電体層 5 X の一方主面に第 2 の電極 7 を設ける。次に、第 2 の電極 7 上に、電極層 9 を設ける。第 2 の電極 7 及び電極層 9 は、例えば、フォトリソグラフィ法を用いた蒸着リフトオフ法などにより形成することができる。

[0042] 次に、図 3 (b) に示すように、圧電体層 5 X の一方主面に、第 2 の電極 7 を覆うように、中間層 4 X を形成する。中間層 4 X は、例えば、スパッタリング法または真空蒸着法などにより形成することができる。

[0043] 一方で、図 4 (a) に示すように、支持基板 3 の一方主面に凹部 3 c を設ける。凹部 3 c は、例えば、RIE (Reactive Ion Etching) 法などにより形成することができる。

[0044] 次に、図 4 (b) に示すように、支持基板 3 の一方主面に、凹部 3 c 内に至るように、中間層 4 Y を形成する。中間層 4 Y は、例えば、スパッタリング法または真空蒸着法などにより形成することができる。

[0045] 次に、図 5 (a) に示すように、圧電体層 5 X と支持基板 3 とを接合することにより、圧電性基板 2 X を得る。より具体的には、本実施形態においては、圧電体層 5 X 上の中間層 4 X と、支持基板 3 上の中間層 4 Y とを接合する。これにより、中間層 4 及び中空部 10 が形成される。中間層 4 X 及び中間層 4 Y の接合は、直接接合、プラズマ活性化接合または原子拡散接合などにより行うことができる。

[0046] 圧電性基板 2 X の中空部 10 に面する内壁は、上面部及び底部を含む。上面部及び底部は、第 1 の方向 z において対向し合っている。上面部は圧電体層 5 X 側に位置する。底部は支持基板 3 側に位置する。

[0047] 中空部形成工程の後に、図 5 (b) に示すように、圧電体層 5 X の厚みを調整する。より具体的には、この厚み調整工程においては、圧電体層 5 X に薄板化加工を行う。圧電体層 5 X の薄板化は、例えば、グラインドまたはCMP (Chemical Mechanical Polishing) 法などを用いて、圧電体層 5 X を研削及び研磨することにより行うことができる。このとき、圧電体層 5 X の研削及び研磨に際し、圧電体層 5 X に、中空

部 10 側に向かい圧力を印加することにより、圧電体層 5 X を変形状態とする。圧電体層 5 X が変形状態とされる際には、圧電体層 5 X の厚みは十分に薄くなっている。そのため、変形状態においては、圧電体層 5 X の一部において、一方主面及び他方主面が双方共に、中空部 10 側に凸状の形状となっている。なお、圧電体層 5 X に中空部 10 側に向かい圧力が印加されているときには、圧電体層 5 X を介して中間層 4 にも圧力が印加されている。よって、変形状態においては、中間層 4 の一部も凸状の形状となっている。

[0048] 上記変形状態において、圧電性基板 2 X の内壁の底部における外周縁 2 e 及び圧電体層 5 X の間の距離よりも、底部における中央 2 d 及び圧電体層 5 X の間の距離が短くなるようにする。これらの距離の調整は、圧電体層 5 X に印加する加工圧または中空部 10 の内圧を制御することにより行う。中空部 10 の内圧は、圧電体層 5 X と支持基板 3 とを接合する際の雰囲気圧力を調整することにより制御することができる。図 5 (b) に示す場合においては、圧電性基板 2 X の内壁における上面部の一部と底部とが接触している。もっとも、上面部と底部とを、必ずしも接触させなくともよい。

[0049] 次に、圧電体層 5 X に印加した圧力を解除することにより、図 5 (c) に示すように、上記変形状態よりも圧電体層 5 と底部との距離が長くなるように、圧電体層 5 をさらに変形させる。これにより、図 1 に示す、圧電体層 5 の第 1 の領域 A、第 2 の領域 B 及び第 3 の領域 C を形成することができる。それによって、 $t_{1M} > t_2$ とする。

[0050] 次に、図 5 (d) に示すように、圧電体層 5 の第 1 の主面 5 a 上に第 1 の電極 6 を形成する。次に、第 1 の電極 6 上に、電極層 8 を設ける。第 1 の電極 6 及び電極層 8 は、例えば、フォトリソグラフィ法を用いた蒸着リフトオフ法などにより形成することができる。

[0051] 次に、圧電体層 5 に、第 2 の電極 7 に至るように、貫通孔 13 を形成する。貫通孔 13 は、例えば、RIE 法などにより形成することができる。次に、図 5 (e) に示すように、配線電極 12 を形成する。配線電極 12 は、例えば、フォトリソグラフィ法を用いた蒸着リフトオフ法などにより形成する

ことができる。以上により、弾性波装置 1 を得る。

[0052] 図 5 (b) に示す工程においては、圧電性基板 2 X の内壁の上面部と底部とを接触させることが好ましい。これにより、第 1 の領域 A において、平坦な部分をより確実に形成することができる。この場合には、弾性波装置 1 の電気的特性を安定させ易い。ここで、上面部における底部と接触している部分を接触部とする。圧電体層 5 X における、平面視において接触部の外周縁と重なっている部分付近が、図 1 に示す第 1 の領域 A 及び第 3 の領域 C の境界 D となる。このように、該境界 D における曲率を容易に大きくすることができ、第 2 の方向 x における弾性波の漏洩を容易に、かつ効果的に抑制することができる。

[0053] 支持基板 3 の凹部 3 c の深さは数 100 nm 以下であることが好ましい。それによって、図 5 (b) に示す工程において、圧電性基板 2 X の内壁の上面部と底部とを接触させ易い。従って、第 1 の領域 A において、平坦な部分をより一層確実に形成することができる。

[0054] 図 6 (a) ~ 図 6 (c) は、第 1 の実施形態の変形例に係る弾性波装置の製造方法の一例における、圧電体層を用意する工程などを説明するための模式的正面断面図である。図 7 (a) ~ 図 7 (c) は、第 1 の実施形態の変形例に係る弾性波装置の製造方法の一例における、支持基板を用意する工程以降を説明するための模式的正面断面図である。

[0055] 図 6 (a) に示すように、圧電体層 5 X を用意する。次に、圧電体層 5 X の一方主面に第 2 の電極 7 を設ける。次に、図 6 (b) に示すように、圧電体層 5 X の一方主面に、第 2 の電極 7 を覆うように、中間層 4 X を形成する。第 2 の電極 7 及び中間層 4 X は、第 1 の実施形態の場合と同様にして形成することができる。

[0056] 次に、中間層 4 X の一方主面に凹部を設ける。これにより、図 6 (c) に示すように、中間層 2 4 X を得る。中間層 2 4 X の凹部 2 4 c は、平面視において、第 2 の電極 7 と重なるように設ける。凹部 2 4 c は、例えば、R I E 法などにより設けることができる。凹部 2 4 c の深さは数 100 nm 以下

であることが好ましい。

[0057] 一方で、図 7 (a) に示すように、支持基板 23 を用意する。次に、図 7 (b) に示すように、支持基板 23 の一方主面に中間層 4 Y を形成する。中間層 4 Y は、例えば、スパッタリング法または真空蒸着法などにより形成することができる。

[0058] 次に、図 7 (c) に示すように、圧電体層 5 X と支持基板 23 とを接合する。より具体的には、本変形例の弾性波装置の製造に際しては、圧電体層 5 X 上の中間層 24 X と、支持基板 3 上の中間層 4 Y とを接合する。これにより、中間層 4 及び中空部 10 が形成される。中間層 24 X 及び中間層 4 Y の接合は、直接接合、プラズマ活性化接合または原子拡散接合などにより行うことができる。この後の工程としては、上記に示した、第 1 の実施形態の弾性波装置 1 を得る方法と同様に行えばよい。それによって、本変形例の弾性波装置を得ることができる。

[0059] 図 8 は、第 2 の実施形態に係る弾性波装置の模式的正面断面図である。

[0060] 本実施形態は、励振電極が I D T 電極 35 である点、及び 1 対の反射器 33 及び反射器 34 が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、本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。

[0061] I D T 電極 35 は、圧電体層 5 の第 1 の主面 5 a に設けられている。第 1 の主面 5 a における、I D T 電極 35 の弾性波伝搬方向両側に、反射器 33 及び反射器 34 が設けられている。本実施形態においては、弾性波装置 31 は弾性表面波共振子である。

[0062] I D T 電極 35、反射器 33 及び反射器 34 は、第 1 の領域 A において、第 1 の主面 5 a の平坦な部分に設けられていることが好ましい。それによって、弾性波装置 31 の電気的特性を安定させ易い。ここで、圧電体層 5 の第 1 の主面 5 a は、第 1 の領域 A においては、第 3 の領域 C に近づくほど、第 1 の方向 z における傾斜が大きくなっている。本実施形態においては、I D T 電極 35 は、第 1 の領域 A の弾性波伝搬方向における中央を含む部分に設

けられている。それによって、ＩＤＴ電極３５をより確実に圧電体層５における平坦な部分に位置させることができる。

[0063] 図９は、第２の実施形態におけるＩＤＴ電極及び反射器の電極構造を示す平面図である。

[0064] ＩＤＴ電極３５は、第１のバスバー３６及び第２のバスバー３７と、複数の第１の電極指３８及び複数の第２の電極指３９とを有する。第１のバスバー３６及び第２のバスバー３７は対向し合っている。複数の第１の電極指３８の一端は、それぞれ第１のバスバー３６に接続されている。複数の第２の電極指３９の一端は、それぞれ第２のバスバー３７に接続されている。複数の第１の電極指３８及び複数の第２の電極指３９は互いに間挿し合っている。本実施形態においては、励振領域Ｅは、弾性波伝搬方向から見て、隣り合う第１の電極指３８及び第２の電極指３９が重なり合う領域である。

[0065] 本実施形態においても、 $t_1 M > t_2$ である。それによって、第２の方向 x における弾性波の漏洩を抑制することができる。

[0066] 図１０は、本発明の第３の実施形態に係るフィルタ装置の模式的正面断面図である。

[0067] フィルタ装置４０は複数の弾性波共振子を有する。より具体的には、複数の弾性波共振子は、第１の弾性波共振子４１Ａ及び第２の弾性波共振子４１Ｂである。第１の弾性波共振子４１Ａ及び第２の弾性波共振子４１Ｂは、いずれも第１の実施形態の変形例と同様の構成を有する。もっとも、フィルタ装置４０の複数の弾性波共振子は、本発明に係る弾性波装置の構成を有していればよい。フィルタ装置４０の弾性波共振子の個数は特に限定されない。

[0068] ここで、本実施形態においては、フィルタ装置４０は、複数の弾性波共振子にそれぞれ対応する、複数の励振電極及び複数の中空部を有する。第１の弾性波共振子４１Ａの励振電極は、１対の第１の電極６Ａ及び第２の電極７Ａである。第１の弾性波共振子４１Ａの中空部は中空部１０Ａである。第２の弾性波共振子４１Ｂの励振電極は、１対の第１の電極６Ｂ及び第２の電極７Ｂである。第２の弾性波共振子４１Ｂの中空部は中空部１０Ｂである。

- [0069] 第1の弾性波共振子41A及び第2の弾性波共振子41Bは、圧電体層5を共有している。よって、圧電体層5は、第1の弾性波共振子41Aが構成されている部分及び第2の弾性波共振子41Bが構成されている部分において、それぞれ第1の領域Aと、第2の領域Bと、第3の領域Cとを有する。
- [0070] 上記のように、フィルタ装置40は、第1の実施形態の変形例の構成の弾性波共振子を有する。よって、該変形例と同様にして、第2の方向xにおける弾性波の漏洩を抑制することができる。
- [0071] ここで、本実施形態では、中空部10Aの高さの最大値を $H1M$ とし、中空部10Bの高さの最大値を $H2M$ としたときに、 $H2M > H1M$ である。圧電体層5において、第1の弾性波共振子41Aが構成されている部分の第1の領域Aにおける厚みの最大値を $T1M$ とし、第2の弾性波共振子41Bが構成されている部分の第1の領域Aにおける厚みの最大値を $T2M$ としたときに、 $T2M > T1M$ である。もっとも、上記に限定されず、 $H1M$ と $H2M$ とが異なっていればよく、 $T1M$ と $T2M$ とが異なっていればよい。
- [0072] 本実施形態のように、 $T2M > T1M$ であり、かつ $H2M > H1M$ である場合には、励振効率をより確実に高めることができる。より詳細には、弾性波の励振に際し、圧電体層5の変位は、圧電体層5の厚みが厚いほど大きい。一方で、中空部の高さが高いほど、内壁における上面部及び底部が接触し難く、励振の阻害が生じ難い。よって、 $T2M > T1M$ 及び $H2M > H1M$ の双方を満たすことにより、励振の阻害をより確実に抑制することができ、励振効率をより確実に高めることができる。
- [0073] 他方、 $T2M > T1M$ であり、かつ $H1M > H2M$ であってもよい。この場合には、中空部における内壁同士の張り付きを抑制することができる。より詳細には、温度が変化した際の圧電体層5の変形は、圧電体層5の厚みが厚いほど大きい。一方で、中空部の高さが高いほど、内壁における上面部及び底部が接触し難い。よって、 $T2M > T1M$ 及び $H1M > H2M$ の双方を満たすことにより、温度変化による中空部の内壁同士の張り付きを抑制することができる。

[0074] 図 1 1 は、第 4 の実施形態に係るフィルタ装置の回路図である。

[0075] 本実施形態のフィルタ装置 5 0 はラダー型フィルタである。フィルタ装置 5 0 は、第 1 の信号端 5 2 及び第 2 の信号端 5 3 と、複数の直列腕共振子と、複数の並列腕共振子とを有する。より具体的には、フィルタ装置 5 0 の複数の直列腕共振子は、直列腕共振子 S 1、直列腕共振子 S 2、直列腕共振子 S 3 及び直列腕共振子 S 4 である。複数の並列腕共振子は、並列腕共振子 P 1、並列腕共振子 P 2 及び並列腕共振子 P 3 である。第 1 の信号端 5 2 はアンテナ端である。すなわち、第 1 の信号端 5 2 はアンテナに接続される。第 1 の信号端 5 2 及び第 2 の信号端 5 3 は、電極パッドとして構成されていてもよく、配線として構成されていてもよい。

[0076] 直列腕共振子 S 1、直列腕共振子 S 2、直列腕共振子 S 3 及び直列腕共振子 S 4 は、第 1 の信号端 5 2 及び第 2 の信号端 5 3 の間に、互いに直列に接続されている。直列腕共振子 S 1 及び直列腕共振子 S 2 の間の接続点と、グラウンド電位との間に並列腕共振子 P 1 が接続されている。直列腕共振子 S 2 及び直列腕共振子 S 3 の間の接続点と、グラウンド電位との間に並列腕共振子 P 2 が接続されている。直列腕共振子 S 3 及び直列腕共振子 S 4 の間の接続点と、グラウンド電位との間に並列腕共振子 P 3 が接続されている。

[0077] なお、フィルタ装置 5 0 の回路構成は上記に限定されない。フィルタ装置 5 0 は、少なくとも 1 つの直列腕共振子と、少なくとも 1 つの並列腕共振子とを有していればよい。本実施形態では、フィルタ装置 5 0 の各直列腕共振子及び各並列腕共振子は、本発明に係る弾性波装置である。よって、第 2 の方向 x における弾性波の漏洩を抑制することができる。もっとも、フィルタ装置 5 0 の少なくとも 1 つの直列腕共振子及び少なくとも 1 つの並列腕共振子が本発明の弾性波装置であればよい。

[0078] 本実施形態においては、直列腕共振子 S 1 は、第 3 の実施形態における第 1 の弾性波共振子 4 1 A である。他方、並列腕共振子 P 1 は、第 3 の実施形態における第 2 の弾性波共振子 4 1 B である。上記のように、 $T 2 M > T 1 M$ である。そのため、圧電体層 5 において、直列腕共振子 S 1 の励振領域 E

を含む第1の領域Aの最大の厚みが、並列腕共振子P1の励振領域Eを含む第1の領域Aの最大の厚みよりも薄い。それによって、直列腕共振子S1の共振周波数を容易に高くすることができる。同様に、並列腕共振子P1の共振周波数を容易に低くすることができる。

符号の説明

- [0079] 1…弾性波装置
- 2, 2X…圧電性基板
- 2d…中央
- 2e…外周縁
- 3…支持基板
- 3c…凹部
- 4, 4X, 4Y…中間層
- 5, 5X…圧電体層
- 5a, 5b…第1, 第2の主面
- 6, 6A, 6B…第1の電極
- 7, 7A, 7B…第2の電極
- 8, 9…電極層
- 10, 10A, 10B…中空部
- 12…配線電極
- 13…貫通孔
- 23…支持基板
- 24X…中間層
- 24c…凹部
- 25…圧電体層
- 25c…凹部
- 31…弾性波装置
- 33, 34…反射器
- 35…IDT電極

36, 37…第1, 第2のバスバー

38, 39…第1, 第2の電極指

40…フィルタ装置

41A, 41B…第1, 第2の弾性波共振子

50…フィルタ装置

52, 53…第1, 第2の信号端

A～C…第1～第3の領域

D…境界

E…励振領域

P1～P3…並列腕共振子

S1～S4…直列腕共振子

請求の範囲

- [請求項1] 支持基板と、前記支持基板上に設けられている圧電体層と、を有し、
中空部が設けられている圧電性基板と、
前記圧電体層上に設けられている励振電極と、
を備え、
前記圧電体層が、平面視において、前記励振電極及び前記中空部と重なっている第1の領域と、平面視において、前記中空部と重なっておらず、かつ前記第1の領域を囲んでいる第2の領域と、平面視において、前記中空部と重なっており、かつ前記第1の領域及び前記第2の領域の間に位置する第3の領域と、を有し、
前記圧電性基板の積層方向に沿う断面形状が、前記第1の領域及び前記第3の領域の境界を含む部分において、曲面状の形状を含み、
前記圧電体層の前記第1の領域における厚みの最大値を t_1 Mとし、
前記圧電体層の前記第2の領域における厚みを t_2 としたときに、
前記第2の領域における、少なくとも前記第3の領域との境界に位置する部分の前記 t_2 と、前記 t_1 Mとの関係が $t_1 M > t_2$ である、
弾性波装置。
- [請求項2] 前記圧電体層の前記第1の領域における厚みを t_1 とし、前記第3の領域における厚みを t_3 としたときに、 $t_1 > t_3 > t_2$ である、
請求項1に記載の弾性波装置。
- [請求項3] 前記圧電体層の、平面視において前記中空部と重なっている部分が、前記支持基板から離れる側に凸状の形状を有する、請求項1または2に記載の弾性波装置。
- [請求項4] 前記圧電体層が、対向し合う第1の主面及び第2の主面を有し、前記第1の主面及び前記第2の主面のうち前記第2の主面が前記支持基板側の主面であり、
前記圧電体層の前記第1の主面の、前記圧電性基板の積層方向に沿う断面形状において、前記第1の領域及び前記第3の領域の境界にお

ける曲率が、前記第 1 の領域の他の部分の曲率及び前記第 3 の領域の他の部分の曲率よりも大きい、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] 前記中空部の少なくとも一部が、前記圧電体層に設けられている、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項6] 前記圧電性基板が、前記支持基板と前記圧電体層との間に設けられている中間層を有し、

前記中空部の少なくとも一部が、前記中間層に設けられている、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項7] 前記中空部の少なくとも一部が、前記支持基板に設けられている、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項8] 前記励振電極が I D T 電極である、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] 前記圧電体層が、対向し合う第 1 の主面及び第 2 の主面を有し、
前記励振電極が、1 対の第 1 の電極及び第 2 の電極を含み、前記圧電体層の前記第 1 の主面に前記第 1 の電極が設けられており、前記第 2 の主面に前記第 2 の電極が設けられており、

前記第 1 の電極及び前記第 2 の電極が、前記圧電体層を挟んで対向し合っており、前記圧電体層における前記第 1 の電極及び前記第 2 の電極に挟まれている領域が、前記第 1 の領域に含まれている、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項10] 第 1 の弾性波共振子及び第 2 の弾性波共振子を含む複数の弾性波共振子を備え、

前記第 1 の弾性波共振子及び前記第 2 の弾性波共振子が、請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置であり、

前記第 1 の弾性波共振子及び前記第 2 の弾性波共振子が、前記圧電体層を共有しており、

前記圧電性基板の積層方向に沿う前記中空部の寸法を、前記中空部

の高さとし、前記第 1 の弾性波共振子における前記中空部の高さの最大値を $H1M$ とし、前記第 2 の弾性波共振子における前記中空部の高さの最大値を $H2M$ とし、前記圧電体層において、前記第 1 の弾性波共振子が構成されている部分の前記第 1 の領域における厚みの最大値を $T1M$ とし、前記第 2 の弾性波共振子が構成されている部分の前記第 1 の領域における厚みの最大値を $T2M$ としたときに、前記 $T1M$ 及び前記 $T2M$ が異なり、かつ前記 $H1M$ 及び前記 $H2M$ が異なる、フィルタ装置。

[請求項11] $T2M > T1M$ であり、かつ $H2M > H1M$ である、請求項 10 に記載のフィルタ装置。

[請求項12] $T2M > T1M$ であり、かつ $H1M > H2M$ である、請求項 10 に記載のフィルタ装置。

[請求項13] 少なくとも 1 つの直列腕共振子及び少なくとも 1 つの並列腕共振子を有するラダー型フィルタであって、

前記少なくとも 1 つの直列腕共振子が前記第 1 の弾性波共振子を含み、

前記少なくとも 1 つの並列腕共振子が前記第 2 の弾性波共振子を含む、請求項 10～12 のいずれか 1 項に記載のフィルタ装置。

[請求項14] 請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置を製造する方法であって、

前記圧電性基板に前記中空部を形成する中空部形成工程と、

前記中空部形成工程の後に前記圧電体層の厚みを調整する厚み調整工程と、

前記圧電体層上に前記励振電極を設ける工程と、
を備え、

前記圧電性基板の前記中空部に面する内壁が、前記圧電性基板の積層方向において対向し合う部分のうち前記支持基板側に位置する底部を含み、

前記厚み調整工程において、前記圧電体層の薄板化加工を行い、該薄板化加工において、前記圧電体層に前記中空部側に向かい圧力を印加することにより、前記圧電体層を変形状態とし、前記変形状態において、前記圧電性基板の前記内壁の前記底部における外周縁及び前記圧電体層の間の距離よりも、前記底部における中央及び前記圧電体層の間の距離が短くなるようにし、

前記圧電体層を前記変形状態とした後に、前記圧電体層に印加した圧力を解除することにより、前記変形状態よりも前記圧電体層及び前記底部の間の距離が長くなるように、前記圧電体層をさらに変形させることによって、 $t_{1M} > t_2$ とする、弾性波装置の製造方法。

[請求項15]

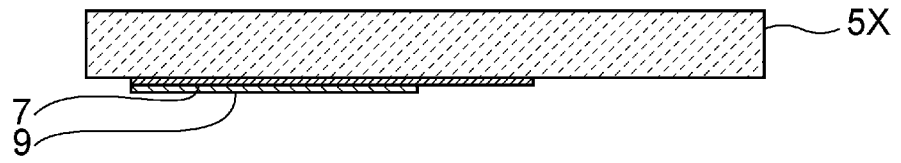
前記中空部形成工程の前において、前記圧電体層と前記支持基板との間に、中間層を形成する工程をさらに備え、

前記中空部形成工程において、前記中間層に前記中空部を形成する、請求項14に記載の弾性波装置の製造方法。

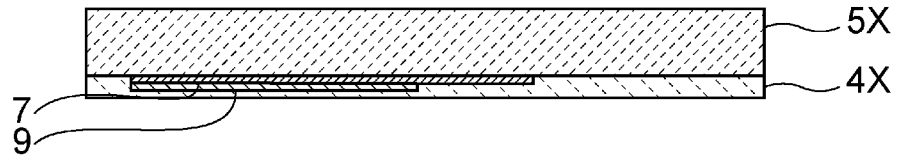
[図3]

図3

(a)



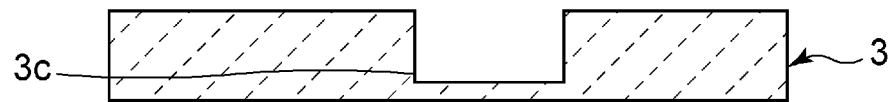
(b)



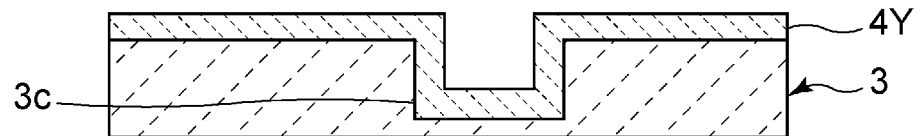
[図4]

図4

(a)



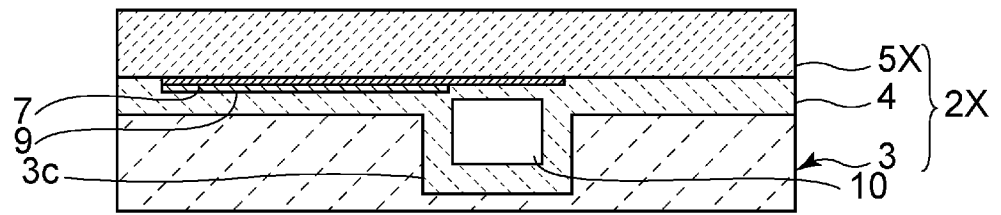
(b)



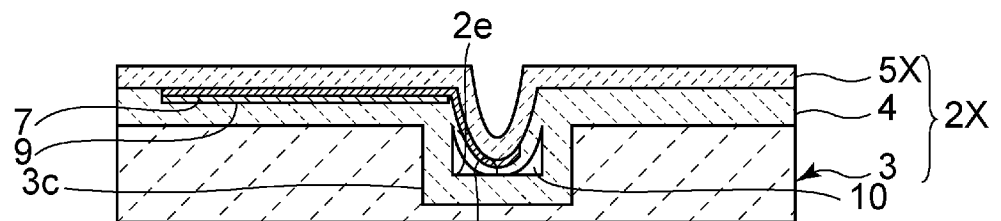
[図5]

図5

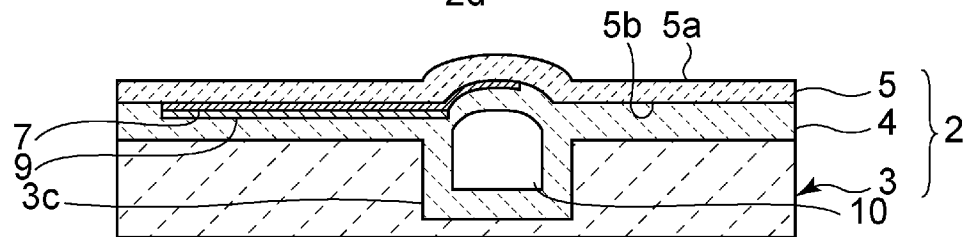
(a)



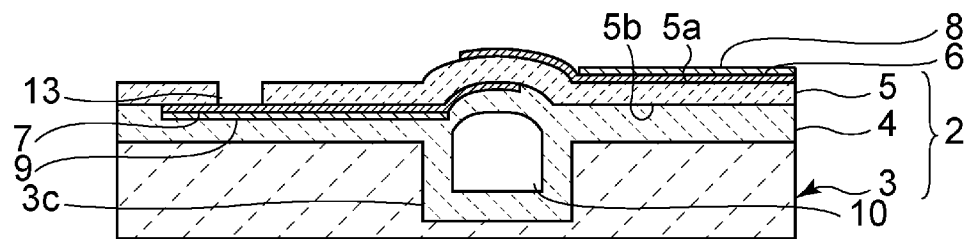
(b)



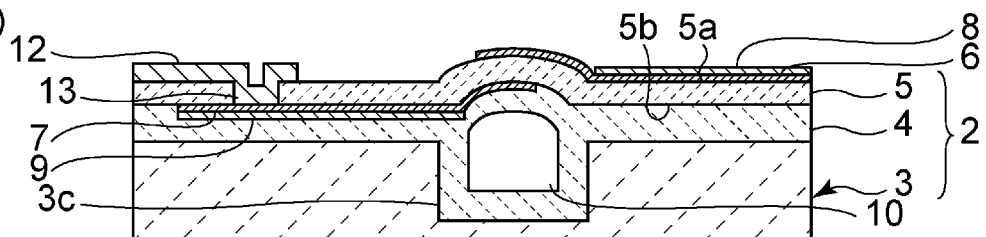
(c)



(d)



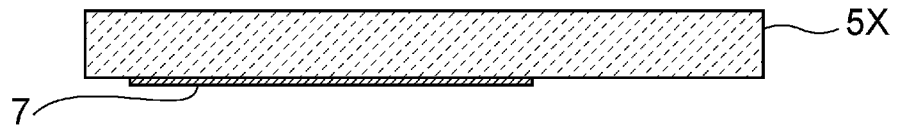
(e)



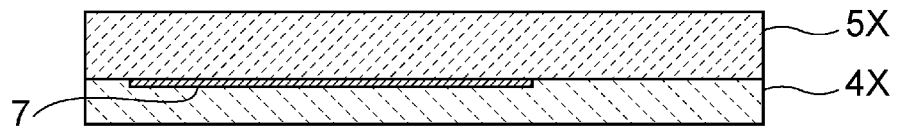
[図6]

図6

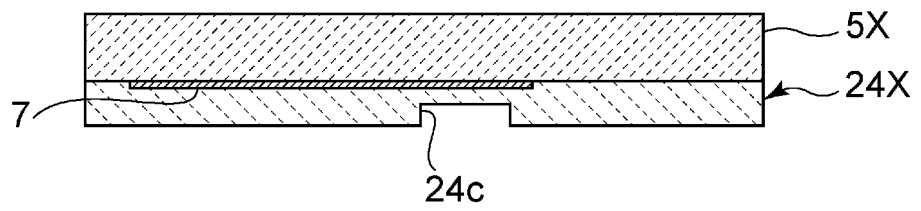
(a)



(b)



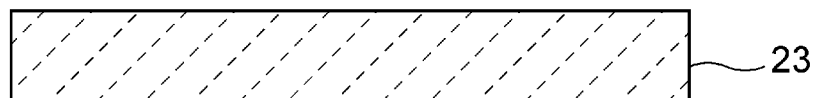
(c)



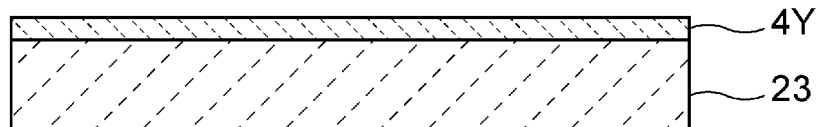
[図7]

図7

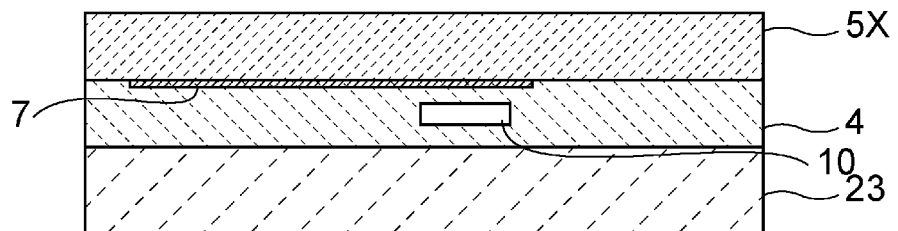
(a)



(b)

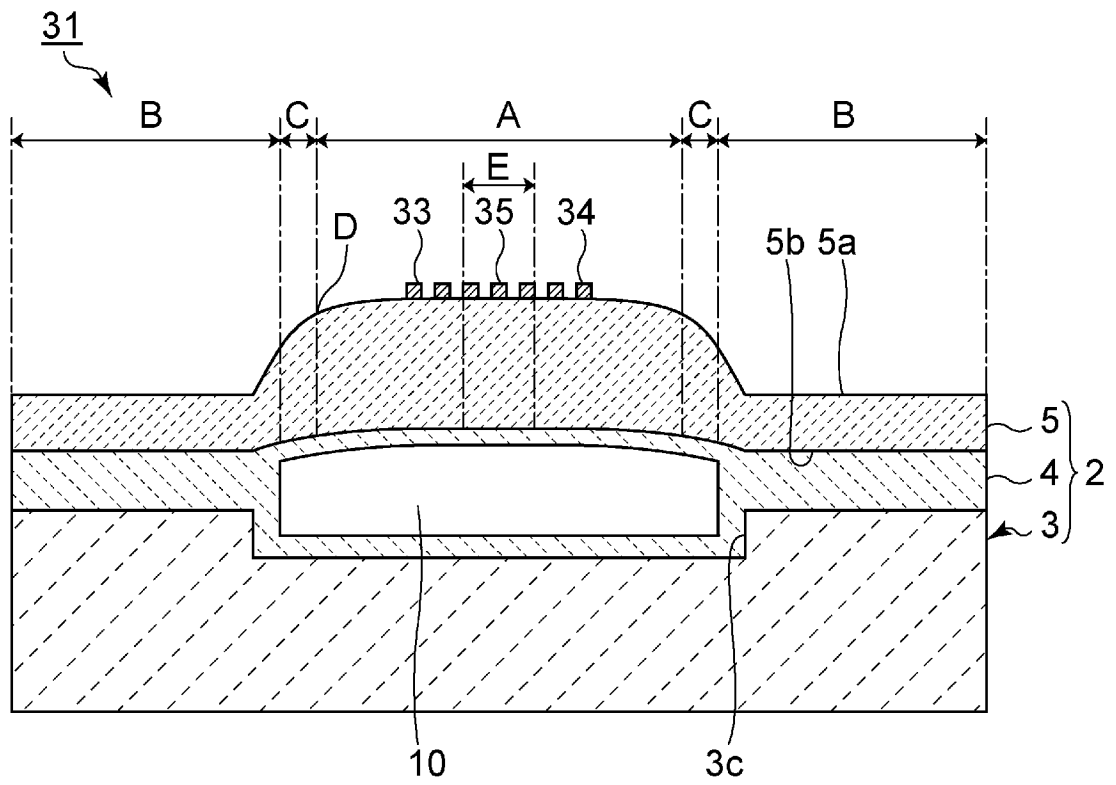


(c)



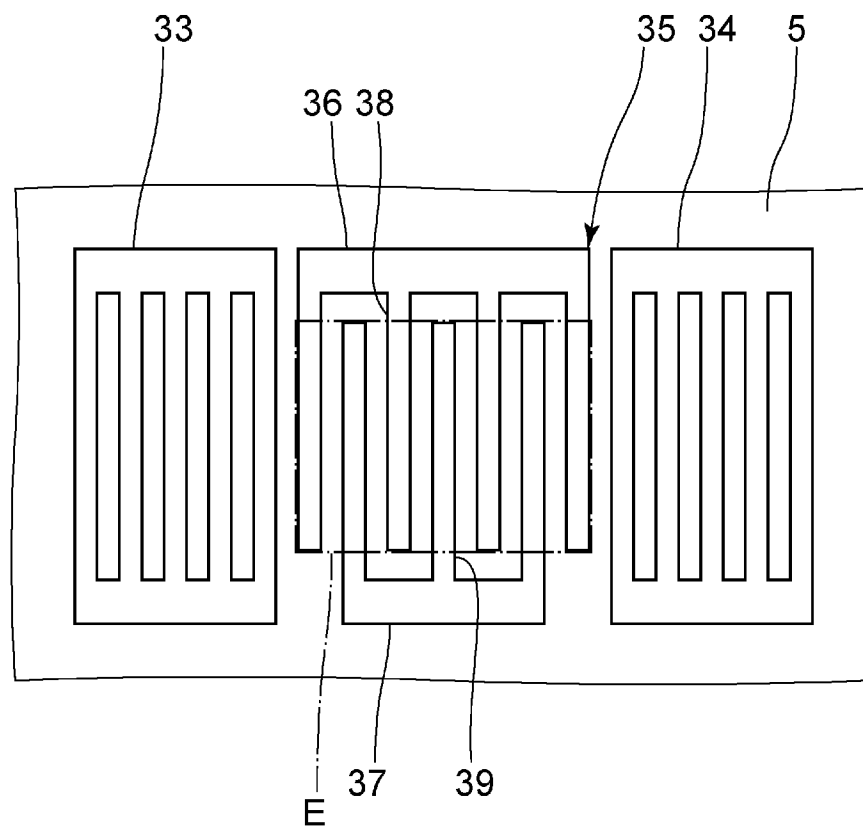
[図8]

图8



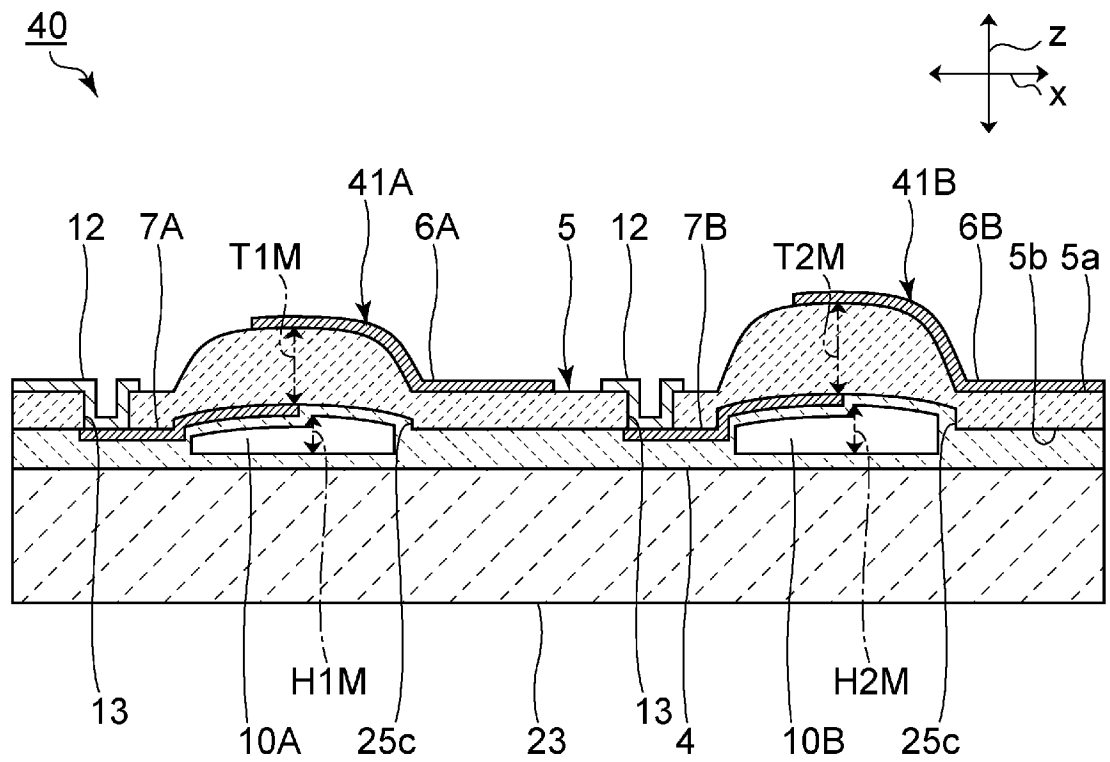
[図9]

图9



[図10]

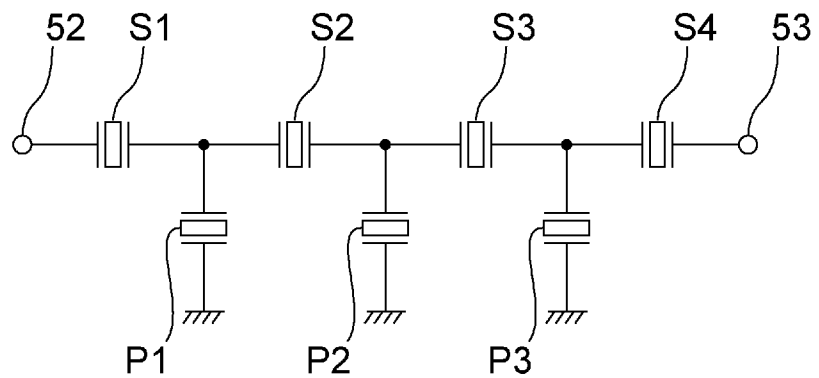
図10



[図11]

図11

50



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/048094

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H03H 3/02**(2006.01)i; **H03H 9/17**(2006.01)i; **H03H 9/54**(2006.01)i

FI: H03H9/17 F; H03H9/54 Z; H03H3/02 B

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)

H03H3/02; H03H9/17; H03H9/54

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	JP 2008-306280 A (NGK INSULATORS, LTD.) 18 December 2008 (2008-12-18)	1-3, 5-6, 9
A	paragraphs [0016]-[0039], [0103]-[0106], fig. 3, 24	4, 10-15
X	WO 2017/163729 A1 (NGK INSULATORS, LTD.) 28 September 2017 (2017-09-28)	1, 7-8
A	paragraphs [0024]-[0031], [0045], fig. 4(c)	4, 10-15



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

08 February 2022

Date of mailing of the international search report

22 February 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/JP2021/048094

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2008-306280	A	18 December 2008	(Family: none)	
WO	2017/163729	A1	28 September 2017	US 2019/0036509 A1 paragraphs [0036]-[0045], [0062], fig. 4(c) KR 10-2018-0102615 A CN 109075758 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H03H 3/02(2006.01)i; H03H 9/17(2006.01)i; H03H 9/54(2006.01)i FI: H03H9/17 F; H03H9/54 Z; H03H3/02 B														
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）） H03H3/02; H03H9/17; H03H9/54														
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2022年	日本国実用新案登録公報	1996-2022年	日本国登録実用新案公報	1994-2022年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2022年													
日本国実用新案登録公報	1996-2022年													
日本国登録実用新案公報	1994-2022年													
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	JP 2008-306280 A（日本碍子株式会社）18.12.2008（2008-12-18） 段落[0016]-[0039], [0103]-[0106], 図3, 24	1-3, 5-6, 9												
A		4, 10-15												
X	WO 2017/163729 A1（日本碍子株式会社）28.09.2017（2017-09-28） 段落[0024]-[0031], [0045], 図4(c)	1, 7-8												
A		4, 10-15												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 08.02.2022	国際調査報告の発送日 22.02.2022													
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 亨 5W 8388 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/JP2021/048094

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2008-306280	A	18.12.2008	(ファミリーなし)	
WO	2017/163729	A1	28.09.2017	US 2019/0036509 A1	
				段落[0036]-[0045],	
				[0062], 図4(c)	
				KR 10-2018-0102615 A	
				CN 109075758 A	