

(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 2022/014494 A1

(51) 国際特許分類:
H03H 9/25 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/025976

(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:
63/052,144 2020年7月15日(15.07.2020) US

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

(72) 発明者: 山根 毅(YAMANE, Takashi); 〒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). 石井 優太(ISHII,
Yuta); 〒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).

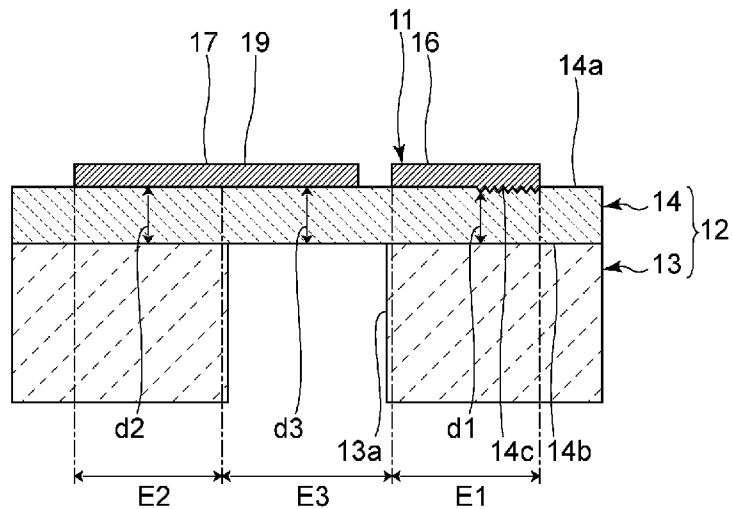
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: ELASTIC WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波装置

図2

10



(57) Abstract: Provided is an elastic wave device capable of suppressing ripples in frequency characteristics. An elastic wave device 10 according to the present invention is provided with: a support substrate; a piezoelectric layer 14 provided on the support substrate; functional electrodes (first and second electrode fingers 18, 19) provided on the piezoelectric layer 14; and a first electrode film (first busbar 16) and a second electrode film (second busbar 17) which are provided on the piezoelectric layer 14, face each other, and are different from each other in potential. The thickness of the piezoelectric layer 14 in at least a portion of a region (first region E1) overlapping the first electrode film in a plan view is different from that of the piezoelectric layer 14 in at least a portion of regions (second and third regions E2, E3) not overlapping the first electrode film in the plan view.

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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 周波数特性におけるリップル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 10 は、支持基板と、支持基板上に設けられている圧電層 14 と、圧電層 14 上に設けられている機能電極 (第 1, 第 2 の電極指 18, 19) と、圧電層 14 上にそれぞれ設けられており、互いに対向し合っており、かつ互いに異なる電位である第 1 の電極膜 (第 1 のバスバー 16) 及び第 2 の電極膜 (第 2 のバスバー 17) とを備える。平面視において、第 1 の電極膜と重なる領域 (第 1 の領域 E1) の少なくとも一部における圧電層 14 の厚みは、平面視において第 1 の電極膜とは重ならない領域 (第 2, 第 3 の領域 E2, E3) の少なくとも一部における圧電層 14 の厚みと異なる。

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、 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。この弾性波装置においては、支持体上に圧電基板が設けられている。圧電基板は LiNbO_3 または LiTaO_3 からなる。圧電基板の上面にIDT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。

[0003] 下記の特許文献2には、ラダー型フィルタの例が開示されている。このラダー型フィルタにおいては、複数の弾性波装置が複数の配線により接続されている。複数の配線は、ホット電位に接続される配線及びグラウンド電位に接続される配線を含む。ホット電位に接続される配線及びグラウンド電位に接続される配線が対向し合っている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2012-257019号公報

特許文献2：特開2011-182096号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に記載のような弾性波共振子においては、不要なバルク波が励振されることがある。このバルク波は、圧電基板の厚み方向に伝搬する。そ

のため、支持体において反射されることがある。特許文献2のように、異なる電位に接続される配線が対向し合っている場合には、一方の配線により、不要なバルク波の信号が取り出されることがある。あるいは、不要なバルク波の信号は、対向し合うバスバーのうち一方により取り出されることもある。これらの場合、弾性波装置の周波数特性においてリップルが生じるおそれがある。

[0006] 本発明の目的は、周波数特性におけるリップル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

[0007] 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層と、前記圧電層上に設けられている機能電極と、前記圧電層上にそれぞれ設けられており、互いに対向し合っており、かつ互いに異なる電位である第1の電極膜及び第2の電極膜とを備え、平面視において、前記第1の電極膜と重なる領域の少なくとも一部における前記圧電層の厚みは、平面視において前記第1の電極膜とは重ならない領域の少なくとも一部における前記圧電層の厚みと異なる。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、周波数特性におけるリップルを抑制することができる、弾性波装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[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、図1中のII-II線に沿う断面図である。

[図4]図4は、本発明の第1の実施形態及び比較例の反射特性を示す図である。

[図5]図5は、較例において、不要バルク波が伝搬する例を示す断面図である。

[図6]図6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、

図 3 に示した断面に相当する部分を示す断面図である。

[図7]図 7 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、図 3 に示した断面に相当する部分を示す断面図である。

[図8]図 8 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、図 3 に示した断面に相当する部分を示す断面図である。

[図9]図 9 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、図 3 に示した断面に相当する部分を示す断面図である。

[図10]図 10 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、図 3 に示した断面に相当する部分を示す断面図である。

[図11]図 11 は、本発明の第 1 の実施形態の第 6 の変形例に係る弾性波装置の平面図である。

[図12]図 12 は、本発明の第 2 の実施形態に係る弾性波装置の、図 2 に示した断面に相当する部分を示す断面図である。

[図13]図 13 は、本発明の第 2 の実施形態の第 1 の変形例に係る弾性波装置の、図 3 に示した断面に相当する部分を示す断面図である。

[図14]図 14 は、本発明の第 2 の実施形態の第 2 の変形例に係る弾性波装置の、図 3 に示した断面に相当する部分を示す断面図である。

[図15]図 15 は、本発明の第 3 の実施形態に係る弾性波装置の略図的平面図である。

[図16]図 16 は、図 15 中の I-I 線に沿う断面図である。

[図17]図 17 は、本発明の第 3 の実施形態に係る弾性波装置の回路図である。

[図18]図 18 は、本発明の第 4 の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。

[図19]図 19 は、図 18 中の V-V 線に沿う断面図である。

[図20]図 20 (a) は、厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波装置の外観を示す略図的斜視図であり、図 20 (b) は、圧電層上の電極構造を示す平面図である。

[図21]図21は、図20(a)中のA-A線に沿う部分の断面図である。

[図22]図22(a)は、弾性波装置の圧電膜を伝搬するラム波を説明するための模式的正面断面図であり、図22(b)は、弾性波装置における、圧電膜を伝搬する厚み滑りモードのバルク波を説明するための模式的正面断面図である。

[図23]図23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24]図24は、厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波装置の共振特性を示す図である。

[図25]図25は、隣り合う電極の中心間距離を p 、圧電層の厚みを d とした場合の $d/2p$ と共振子としての比帯域との関係を示す図である。

[図26]図26は、厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波装置の平面図である。

[図27]図27は、ラム波を利用する弾性波装置を説明するための部分切り欠き斜視図である。

発明を実施するための形態

[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平面図である。図2は、図1中のI-I線に沿う断面図である。図3は、図1中のII-II線に沿う断面図である。

[0013] 図1に示すように、弾性波装置10は、圧電性基板12と、IDT電極11とを有する。図2に示すように、圧電性基板12は、支持部材13と、圧電層14とを有する。本実施形態では、支持部材13は支持基板のみからなる。もっとも、支持部材13は、例えば、支持基板及び絶縁層を含む積層体であってもよい。

- [0014] 支持部材 1 3 には空洞部としての、貫通孔 1 3 a が設けられている。支持部材 1 3 の貫通孔 1 3 a を覆うように、圧電層 1 4 が設けられている。
- [0015] 圧電層 1 4 は、本実施形態では、ニオブ酸リチウム層である。より具体的には、圧電層 1 4 は LiNbO_3 層である。もっとも、圧電層 1 4 は、例えば LiTaO_3 層などの、タンタル酸リチウム層であってもよい。
- [0016] 支持基板は、本実施形態ではシリコン基板である。もっとも、支持基板の材料は上記に限定されない。
- [0017] 図 1 に戻り、圧電層 1 4 上に IDT 電極 1 1 が設けられている。IDT 電極 1 1 は、第 1 のバスバー 1 6 及び第 2 のバスバー 1 7 と、複数の第 1 の電極指 1 8 及び複数の第 2 の電極指 1 9 とを有する。第 1 のバスバー 1 6 は、本発明における第 1 の電極膜である。第 2 のバスバー 1 7 は、本発明における第 2 の電極膜である。図 3 に示すように、第 1 のバスバー 1 6 及び第 2 のバスバー 1 7 は対向し合っている。
- [0018] 本実施形態では、圧電層 1 4 における、第 1 のバスバー 1 6 が設けられている部分の一部に凹凸部 1 4 c が設けられている。より具体的には、圧電層 1 4 の第 1 の主面 1 4 a における、第 1 のバスバー 1 6 が設けられている部分の一部が粗面とされている。凹凸部 1 4 c の凹部の部分における圧電層 1 4 の厚みは、凹凸部 1 4 c が設けられていない部分における圧電層 1 4 の厚みよりも薄い。
- [0019] 第 1 のバスバー 1 6 及び第 2 のバスバー 1 7 は、互いに異なる電位に接続される。本実施形態では、第 1 のバスバー 1 6 はグラウンド電位に接続され、第 2 のバスバー 1 7 はホット電位に接続される。もっとも、第 1 のバスバー 1 6 及び第 2 のバスバー 1 7 が接続される電位は上記に限定されない。例えば、第 1 のバスバー 1 6 がホット電位に接続され、第 2 のバスバー 1 7 がグラウンド電位に接続されてもよい。
- [0020] 一方で、図 1 に示す複数の第 1 の電極指 1 8 及び複数の第 2 の電極指 1 9 は、本発明における少なくとも 1 対の電極である。少なくとも 1 対の電極は互いに対向し合っている。より具体的には、第 1 の電極指 1 8 は本発明にお

ける第1電極である。複数の第1の電極指18は周期的に配置されている。複数の第1の電極指18の一端はそれぞれ、第1のバスバー16に接続されている。第2の電極指19は本発明における第2電極である。複数の第2の電極指19は周期的に配置されている。複数の第2の電極指19の一端はそれぞれ、第2のバスバー17に接続されている。複数の第1の電極指18及び複数の第2の電極指19は互いに間挿し合っている。なお、以下においては、第1の電極指18及び第2の電極指19を単に電極指と記載することもある。IDT電極11は、単層の金属膜からなっているとしてもよく、あるいは積層金属膜からなっているともよい。

[0021] 弾性波装置10においては、少なくとも1対の電極としての複数の電極指が、本発明における機能電極である。IDT電極11における機能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。本実施形態では、弾性波装置10は、厚み滑りモードのバルク波を利用している。より具体的には、弾性波装置10は、主要波として厚み滑り1次モードのバルク波を利用している。なお、弾性波装置10は、主要波としてラム波などの板波を利用する弾性波装置であってもよい。他方、本実施形態では、不要バルク波として、SH波が励振される。

[0022] ここで、平面視において、第1の電極指18及び第2の電極指19が対向する方向を電極指対向方向とする。平面視とは、図2または図3などにおける上方から見る方向である。電極指対向方向から見たときに、隣り合う電極指同士が重なり合う領域が交叉領域Dである。交叉領域Dは、IDT電極11の、電極指対向方向における一方端の電極指から他方端の電極指までを含む領域である。より具体的には、交叉領域Dは、上記一方端の電極指の、電極指対向方向における外側の端縁部から、上記他方端の電極指の、電極指対向方向における外側の端縁部までを含む。

[0023] さらに、弾性波装置10は、複数の励振領域Cを有する。励振領域Cも、電極指対向方向から見たときに、隣り合う電極指同士が重なり合う領域である。なお、各励振領域Cはそれぞれ、1対の電極指間の領域である。より詳

細には、励振領域Cは、一方の電極指の電極指対向方向における中心から、他方の電極指の電極指対向方向における中心までの領域である。よって、交叉領域Dは、複数の励振領域Cを含む。厚み滑りモードのバルク波は、各励振領域Cにおいて励振される。他方、弾性波装置10が板波を利用する場合には、交叉領域Dが励振領域である。

[0024] 圧電層14は、第1の領域E1、第2の領域E2及び第3の領域E3を有する。第1の領域E1は、平面視において、第1の電極膜と重なる領域である。第2の領域E2は、平面視において、第2の電極膜と重なる領域である。第3の領域E3は、平面視において、第1の電極膜及び第2の電極膜とは重ならない領域である。第1の領域E1における圧電層14の厚みを d_1 、第2の領域E2における圧電層14の厚みを d_2 、第3の領域E3における圧電層14の厚みを d_3 とする。図2に示すように、厚み d_2 及び厚み d_3 は同じである。

[0025] 本実施形態の特徴は、第1の領域E1の少なくとも一部における厚み d_1 が、第1の領域E1以外の領域の少なくとも一部における圧電層14の厚みと異なることにある。より具体的には、本実施形態では、第1の領域E1の一部における厚み d_1 が、第2の領域E2における厚み d_2 及び第3の領域E3における厚み d_3 と異なる。第1の領域E1の一部における厚み d_1 は、厚み d_2 及び厚み d_3 よりも薄い。それによって、弾性波装置10において、不要バルク波による周波数特性に対する影響を抑制することができ、周波数特性におけるリップルを抑制することができる。これを、本実施形態及び比較例を比較することにより、以下において示す。

[0026] 比較例は、第1の領域、第2の領域及び第3の領域における圧電層の厚みが同じである点において、第1の実施形態と異なる。第1の実施形態において、第1のバスバー及び第2のバスバーの間の、上記周波数特性としての反射特性を測定した。同様に、比較例において、第1のバスバー及び第2のバスバーの間の反射特性を測定した。

[0027] 図4は、第1の実施形態及び比較例の反射特性を示す図である。図4に示

す反射特性は、 S_{11} と周波数との関係である。図5は、比較例において、不要バルク波が伝搬する例を示す断面図である。図5中の矢印Bは、不要バルク波の一部を示す。

[0028] 図4に示すように、比較例の反射特性では、図4に示す周波数帯域の全域においてリップルが生じていることがわかる。図5に示すように、比較例においては、例えば、第1のバスバー16から伝搬した不要バルク波が、支持基板において反射する。不要バルク波の信号は、第2のバスバー17により取り出される。そのため、図4に示すリップルが生じている。一方で、第1の実施形態の反射特性では、リップルが抑制されていることがわかる。

[0029] 例えば、第1の電極膜としての第1のバスバー16から第2の電極膜としての第2のバスバー17に不要バルク波が伝搬する場合、一部のバルク波は第1の領域E1を通る。他の一部のバルク波は第1の領域E1及び第3の領域E3を通る。そして、不要バルク波は第2の領域E2も通る。第1の実施形態では、圧電層14の第1の領域E1における一部に凹凸部14cが設けられている。他方、第2の領域E2及び第3の領域E3には、凹凸部14cは設けられていない。そのため、凹凸部14cの凹部の部分における圧電層14の厚みが、第2の領域E2における圧電層14の厚み及び第3の領域E3における圧電層14の厚みと異なる。これにより、第1の領域E1と、第2の領域E2及び第3の領域E3とにおいて、不要バルク波の伝搬の態様を互いに異ならせることができる。よって、不要バルク波が、第1の電極膜及び第2の電極膜の間において一様に伝搬することを抑制できる。従って、不要バルク波による反射特性に対する影響を抑制することができ、反射特性におけるリップルを抑制することができる。

[0030] 圧電層14の凹凸部14cにおける表面粗さは、0.2nm以上であることが好ましい。この場合には、不要バルク波による、周波数特性としての反射特性に対する影響を効果的に抑制することができる。なお、本明細書における表面粗さは、JIS B 0601:2001における算術平均粗さ R_a に準拠する。

[0031] 図3に示すように、第1の領域E1の少なくとも一部における圧電層14の厚み d_1 は、第3の領域E3における、第1の電極膜及び第2の電極膜の間の部分における圧電層14の厚み d_3 の少なくとも一部と異なることが好ましい。同様に、第1の領域E1の少なくとも一部における圧電層14の厚み d_1 は、第2の領域E2における圧電層14の厚み d_2 の少なくとも一部と異なることが好ましい。すなわち、本発明の弾性波装置は以下の構成を有することが好ましい。第1の領域E1の少なくとも一部における圧電層14の厚み d_1 が、平面視において第1の電極膜及び第2の電極膜の間と重なる領域から、第2の領域E2までにおいての少なくとも一部における圧電層14の厚みと異なること。それによって、不要バルク波による周波数特性に対する影響をより確実に抑制することができ、周波数特性におけるリップルをより確実に抑制することができる。

[0032] 図1に戻り、第1の実施形態では、支持部材13は支持基板のみからなる。もっとも、支持部材13は、支持基板及び絶縁層の積層体であってもよい。この場合、絶縁層上に圧電層14が設けられている。絶縁層の材料としては、例えば、酸化ケイ素層、窒化ケイ素または酸化タンタルなどを用いることができる。

[0033] 空洞部は貫通孔に限られるものではない。空洞部は、例えば中空部であってもよい。中空部は、例えば、支持部材に設けられた凹部により構成される。より具体的には、該凹部が圧電層14などにより封止されることによって、中空部が構成される。あるいは、圧電層14に、支持部材13側に開口する凹部が設けられていてもよい。これにより、空洞部が構成されていてもよい。この場合、支持部材13には、凹部または貫通孔は設けられていなくともよい。

[0034] 上記のように、第1の領域E1の少なくとも一部における厚み d_1 、及び第2の領域E2の少なくとも一部における厚み d_2 のうち少なくとも一方が、第3の領域E3における厚み d_3 と異なっていればよい。以下において、凹凸部14cが設けられている部分のみが第1の実施形態と異なる、第1の

実施形態の第1の変形例及び第2の変形例を示す。第1の変形例及び第2の変形例においても、周波数特性におけるリップルを抑制することができる。

[0035] 図6に示す第1の変形例においては、圧電層24Aの、第1の領域E1における全体に凹凸部14cが設けられている。なお、第1の領域E1は複数の領域を含んでいてもよい。該複数の領域では、凹凸部14cの表面粗さが互いに異なってもよい。

[0036] 図7に示す第2の変形例においては、圧電層24Bの、第1の領域E1及び第2の領域E2における全体に凹凸部が設けられている。なお、第1の領域E1における凹凸部は第1の凹凸部24cである。第2の領域E2における凹凸部は第2の凹凸部24dである。よって、第1の領域E1の一部における厚みd1、及び第2の領域E2の一部における厚みd2の双方が、第3の領域E3における厚みd3と異なる。

[0037] 第1の凹凸部24c及び第2の凹凸部24dにおける表面粗さは互いに異なってもよい。あるいは、第1の変形例の場合と同様に、第1の領域E1は複数の領域を含んでいてもよい。この場合、第2の凹凸部24dにおける表面粗さは、第1の領域E1の上記複数の領域のうち少なくとも1つの領域の第1の凹凸部24cにおける表面粗さと異なってもよい。

[0038] なお、圧電層と、第1の電極膜及び第2の電極膜のうち少なくとも一方との間に、誘電体膜が設けられていてもよい。以下において、該誘電体膜が設けられている点、及び凹凸部の配置のみにおいて第1の実施形態と異なる、第1の実施形態の第3～第5の変形例を示す。

[0039] 図8に示す第3の変形例においては、第1の変形例と同様に、圧電層24Aの、第1の領域E1における全体に凹凸部14cが設けられている。さらに、圧電層24Aと、第1の電極膜としての第1のバスバー16との間に、誘電体膜25が設けられている。他方、圧電層24Aと、第2の電極膜としての第2のバスバー17との間には、誘電体膜25は設けられていない。さらに、圧電層14と、IDT電極11における、第1のバスバー16及び第2のバスバー17の間の部分にも、誘電体膜25は設けられていない。誘電

体膜 2 5 が設けられていることにより、誘電体膜 2 5 が設けられていない場合と比較して、電気機械結合係数が変化する。本変形例では、第 1 の領域 E 1 において、誘電体膜 2 5 が設けられていることにより、電気機械結合係数が変化する。それによって、第 1 の領域 E 1 及び第 3 の領域 E 3 において、不要バルク波の伝搬の態様を互いに異ならせることができる。従って、周波数特性におけるリップルをより一層抑制することができる。

[0040] 誘電体膜 2 5 の材料としては、例えば、酸化ケイ素、窒化ケイ素または樹脂などを用いることができる。

[0041] 図 9 に示す第 4 の変形例においては、第 2 の変形例と同様に、圧電層 2 4 B の、第 1 の領域 E 1 における全体に第 1 の凹凸部 2 4 c が設けられている。加えて、第 2 の領域 E 2 における全体に第 2 の凹凸部 2 4 d が設けられている。さらに、圧電層 2 4 B と、第 2 のバスバー 1 7 との間に、誘電体膜 2 5 が設けられている。他方、圧電層 2 4 B と、第 1 のバスバー 1 6 との間には、誘電体膜 2 5 は設けられていない。

[0042] 図 1 0 に示す第 5 の変形例においては、第 1 の変形例と同様に、圧電層 2 4 A の、第 1 の領域 E 1 における全体に凹凸部 1 4 c が設けられている。さらに、圧電層 2 4 A と、第 1 のバスバー 1 6 及び第 2 のバスバー 1 7 の双方との間に、誘電体膜 2 5 が設けられている。

[0043] 図 1 1 には、第 1 の実施形態の第 6 の変形例として、弾性波装置が板波を利用する場合の例を示す。図 1 1 に示すように、平面視において、圧電層 1 4 上における I D T 電極 1 1 の電極指対向方向両側に、1 対の反射器 2 2 A 及び反射器 2 2 B が設けられている。それによって、板波を利用する場合において、共振特性を好適に高めることができる。本変形例においても、圧電層 1 4 並びに第 1 の電極膜としての第 1 のバスバー 1 6 及び第 2 の電極膜としての第 2 のバスバー 1 7 は、第 1 の実施形態と同様に構成されている。よって、周波数特性におけるリップルを抑制することができる。

[0044] 図 1 2 は、第 2 の実施形態に係る弾性波装置の、図 2 に示した断面に相当する部分を示す断面図である。

[0045] 本実施形態は、圧電層 3 4 に凹凸部が設けられていない点において第 1 の実施形態と異なる。さらに、本実施形態は、第 1 の領域 E 1 の全体における圧電層 3 4 の厚み d_1 が、第 3 の領域 E 3 における圧電層 3 4 の厚み d_3 と異なる点において、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は第 1 の実施形態の弾性波装置 1 0 と同様の構成を有する。

[0046] より具体的には、第 1 の領域 E 1 の全体における圧電層 3 4 の厚み d_1 は、第 3 の領域 E 3 における圧電層 3 4 の厚み d_3 よりも薄い。さらに、厚み d_1 は、第 2 の領域 E 2 における圧電層 3 4 の厚み d_2 よりも薄い。他方、厚み d_2 及び厚み d_3 は同じである。本実施形態においても、第 1 の実施形態と同様に、第 1 の領域 E 1 及び第 3 の領域 E 3 において、不要バルク波の伝搬の態様を互いに異ならせることができる。従って、不要バルク波による周波数特性に対する影響を抑制することができ、周波数特性におけるリップルを抑制することができる。

[0047] 本実施形態のように、第 1 の領域 E 1 の全体における厚み d_1 と、第 2 の領域 E 2 の全体における厚み d_2 とが互いに異なることが好ましい。それによって、第 1 の領域 E 1 及び第 2 の領域 E 2 において、バルク波の伝搬の態様を互いに異ならせることができる。従って、不要バルク波による周波数特性に対する影響をより一層抑制することができ、周波数特性におけるリップルをより一層抑制することができる。

[0048] 以下において、第 2 の実施形態の第 1 の変形例及び第 2 の変形例を示す。第 1 の変形例及び第 2 の変形例においても、第 2 の実施形態と同様に、周波数特性におけるリップルを抑制することができる。

[0049] 図 1 3 に示す第 1 の変形例においては、第 2 の領域 E 2 の全体における圧電層 4 4 A の厚み d_2 は、第 3 の領域 E 3 における圧電層 4 4 A の厚み d_3 よりも薄い。他方、第 1 の領域 E 1 における圧電層 4 4 A の厚み d_1 及び厚み d_3 は同じである。さらに、圧電層 4 4 A と第 2 のバスバー 1 7 との間に、誘電体膜 2 5 が設けられている。他方、圧電層 4 4 A と第 1 のバスバー 1

6との間には、誘電体膜25は設けられていない。なお、誘電体膜25は、圧電層44Aと、第1の電極膜としての第1のバスバー16、及び第2の電極膜としての第2のバスバー17のうち少なくとも一方との間に設けられていてもよい。

[0050] 図14に示す第2の変形例においては、第1の領域E1の全体における圧電層44Bの厚みd1は、第3の領域E3における圧電層44Bの厚みd3よりも厚い。加えて、第1の領域E1の全体に凹凸部14cが設けられている。一方で、第2の領域E2における圧電層44Bの厚みd2及び厚みd3は同じである。なお、凹凸部14cは、圧電層44Bの第1の領域E1及び第2の領域E2のうち少なくとも一方に設けられていてもよい。さらに、圧電層44Bと第2のバスバー17との間に、誘電体膜25が設けられている。他方、圧電層44Bと第1のバスバー16との間には、誘電体膜25は設けられていない。

[0051] 第1の実施形態では、1対のバスバーのうち一方から伝搬した不要バルク波の信号が、他方のバスバーにより取り出される場合において、該信号の影響を抑制できる例を示した。なお、フィルタ装置における配線電極膜間においても、不要バルク波の信号の伝搬及び取り出しが生じることもある。以下の第3の実施形態においては、弾性波装置がフィルタ装置である例を示す。

[0052] 図15は、第3の実施形態に係る弾性波装置の略図的平面図である。図15においては、弾性波共振子を、多角形に2本の対角線を加えた略図により示す。

[0053] 弾性波装置50は、弾性波共振子を含む複数の共振子を有する。弾性波装置50はフィルタ装置である。より具体的には、弾性波装置50は帯域通過型フィルタである。もっとも、弾性波装置50は帯域阻止フィルタであってもよい。本実施形態においては、複数の共振子はいずれも弾性波共振子である。弾性波装置50の各弾性波共振子はそれぞれIDT電極を有する。各IDT電極は、1対のバスバーと、機能電極としての複数の電極指とを含む。本実施形態においては、第1の電極膜58及び第2の電極膜59は配線電極

膜である。第１の領域Ｅ１は、平面視において、第１の電極膜５８と重なる領域である。第２の領域Ｅ２は、平面視において、第２の電極膜５９と重なる領域である。第３の領域Ｅ３は、平面視において、第１の電極膜５８及び第２の電極膜５９とは重ならない領域である。

[0054] 第１の電極膜５８及び第２の電極膜５９は圧電層１４上に設けられており、かつ該圧電層１４上において複数の弾性波共振子が構成されている。第１の電極膜５８としての配線電極膜及び第２の電極膜５９としての配線電極膜は、それぞれ、異なる弾性波共振子から引き出されている。すなわち、第１の電極膜５８及び第２の電極膜５９はそれぞれ、機能電極としての複数の電極指に、バスバーを介して接続されている。第１の電極膜５８はホット電位に接続され、第２の電極膜５９はグラウンド電位に接続される。

[0055] 図１６は、図１５中のⅠⅠⅠ－ⅠⅠⅠ線に沿う断面図である。

[0056] 第１の電極膜５８及び第２の電極膜５９は対向し合っている。第１の実施形態と同様に、第１の領域Ｅ１の一部に凹凸部１４ｃが設けられている。他方、第２の領域Ｅ２及び第３の領域Ｅ３には、凹凸部１４ｃは設けられていない。第１の領域Ｅ１の一部における圧電層１４の厚みｄ１が、第３の領域Ｅ３における圧電層１４の厚みｄ３と異なる。よって、第１の実施形態と同様に、第１の領域Ｅ１及び第３の領域Ｅ３において、バルク波の伝搬の態様を互いに異ならせることができる。従って、周波数特性におけるリップルを抑制することができる。なお、以下において、本実施形態における回路構成を示す。

[0057] 図１７は、第３の実施形態に係る弾性波装置の回路図である。

[0058] 弾性波装置５０はラダー型フィルタである。本実施形態の複数の弾性波共振子は、直列腕共振子Ｓ１、直列腕共振子Ｓ２、直列腕共振子Ｓ３、直列腕共振子Ｓ４、直列腕共振子Ｓ５及び直列腕共振子Ｓ６、並びに並列腕共振子Ｐ１、並列腕共振子Ｐ２及び並列腕共振子Ｐ３である。さらに、弾性波装置５０は、第１の信号端子５５及び第２の信号端子５６を有する。

[0059] 第１の信号端子５５及び第２の信号端子５６の間に、直列腕共振子Ｓ１、

直列腕共振子 S 2、直列腕共振子 S 3、直列腕共振子 S 4、直列腕共振子 S 5 及び直列腕共振子 S 6 が、この順序において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 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 2 が接続されている。直列腕共振子 S 5 及び直列腕共振子 S 6 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。なお、図 15 に示すように、弾性波装置 50 は複数のグラウンド端子 57 を有する。各並列腕共振子はそれぞれ、いずれかのグラウンド端子 57 を介してグラウンド電位に接続される。なお、上記の回路構成は一例であって、弾性波装置 50 の回路構成は特に限定されない。

[0060] 弾性波装置 50 においては、第 1 の電極膜 58 は、直列腕共振子 S 1 及び並列腕共振子 P 1 を接続している配線電極膜である。第 2 の電極膜 59 は、並列腕共振子 P 2 及びグラウンド端子 57 を接続している配線電極膜である。第 1 の電極膜 58 及び第 2 の電極膜 59 の間の距離 L は、第 1 の電極膜 58 及び第 2 の電極膜 59 が接続された各弾性波共振子とは別の弾性波共振子の開口長 M とは異なる長さである。弾性波共振子の開口長とは、該弾性波共振子の 1 対のバスバー間の距離をいう。図 15 に示すように、例えば、直列腕共振子 S 3 の開口長は M3 であり、直列腕共振子 S 6 の開口長は M6 である。距離 L は、例えば、上記別の弾性波共振子の開口長 M のうち最も短い開口長より長くてもよく、短くてもよい。直列腕共振子 S 6 のように開口長 M6 が一定でない場合には、距離 L は例えば、開口長 M6 のうち最も短い開口長より長くてもよく、短くてもよい。

[0061] 直列腕共振子 S 1 及び並列腕共振子 P 1 の I D T 電極はそれぞれ、第 1 の電極膜 58 及び第 2 の電極膜 59 のうち第 1 の電極膜 58 に接続されている。一方で、並列腕共振子 P 2 の I D T 電極は第 2 の電極膜 59 に接続されている。なお、第 1 の電極膜 58 及び第 2 の電極膜 59 の双方に接続された I D T 電極が設けられていてもよい。

[0062] 図18は、第4の実施形態に係る弾性波装置の平面図である。図19は、図18中のI-V-I'V線に沿う断面図である。

[0063] 図18及び図19に示すように、本実施形態においては、機能電極が上部電極61A及び下部電極61Bを有する。上部電極61Aは圧電層14の第1の主面14aに設けられている。下部電極61Bは圧電層14の第2の主面14bに設けられている。上部電極61A及び下部電極61Bは圧電層14を挟み対向し合っている。上部電極61A及び下部電極61Bは互いに異なる電位に接続される。上部電極61A及び下部電極61Bが対向し合っている領域が励振領域である。

[0064] 図18に示すように、圧電層14の第1の主面14aには、第1の電極膜58及び第2の電極膜59が設けられている。本実施形態では、第1の電極膜58及び第2の電極膜59は配線電極膜である。第1の電極膜58は上部電極61Aに接続されている。他方、圧電層14の第2の主面14bには、接続電極62が設けられている。接続電極62は下部電極61Bに接続されている。圧電層14には貫通孔が設けられている。接続電極62は、貫通孔を通り、第2の電極膜59に接続されている。よって、第2の電極膜59は、接続電極62を介して下部電極61Bに接続されている。

[0065] 第1の電極膜58及び第2の電極膜59は対向し合っている。本実施形態においては、図16に示す第3の実施形態の構成と同様に、圧電層14における第1の領域E1、第2の領域E2及び第3の領域が構成されている。すなわち、第1の領域E1の一部に、凹凸部14cが設けられている。他方、第2の領域E2及び第3の領域E3には、凹凸部14cは設けられていない。第1の領域E1の一部における圧電層14の厚みd1が、第3の領域E3における圧電層14の厚みd3と異なる。よって、第1の電極膜58及び第2の電極膜59において、バルク波の伝搬の態様を互いに異ならせることができる。従って、周波数特性におけるリップルを抑制することができる。

[0066] 本実施形態の弾性波装置のようなBAW (Bulk Acoustic Wave) を、図15に示したようなフィルタ装置に適用してもよい。この

場合、第3の実施形態と同様に、第1の電極膜及び第2の電極膜は、異なる弾性波共振子に接続された配線電極膜であってもよい。

[0067] 以下において、厚み滑りモード及び板波の詳細を説明する。以下の例における支持部材は、本発明における支持基板に相当する。

[0068] 図20(a)は、厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波装置の外観を示す略図的斜視図であり、図20(b)は、圧電層上の電極構造を示す平面図であり、図21は、図20(a)中のA-A線に沿う部分の断面図である。

[0069] 弾性波装置1は、 LiNbO_3 からなる圧電層2を有する。圧電層2は、 LiTaO_3 からなるものであってもよい。 LiNbO_3 や LiTaO_3 のカット角は、Zカットであるが、回転YカットやXカットであってもよい。圧電層2の厚みは、特に限定されないが、厚み滑りモードを効果的に励振するには、40nm以上、1000nm以下であることが好ましく、50nm以上、600nm以下であることがより好ましい。圧電層2は、対向し合う第1、第2の主面2a、2bを有する。第1の主面2a上に、電極3及び電極4が設けられている。ここで電極3が「第1電極」の一例であり、電極4が「第2電極」の一例である。図20(a)及び図20(b)では、複数の電極3が、第1のバスバー5に接続されている。複数の電極4は、第2のバスバー6に接続されている。複数の電極3及び複数の電極4は、互いに間挿し合っている。電極3及び電極4は、矩形形状を有し、長さ方向を有する。この長さ方向と直交する方向において、電極3と、隣りの電極4とが対向している。電極3、4の長さ方向、及び、電極3、4の長さ方向と直交する方向はいずれも、圧電層2の厚み方向に交叉する方向である。このため、電極3と、隣りの電極4とは、圧電層2の厚み方向に交叉する方向において対向しているともいえる。また、電極3、4の長さ方向が図20(a)及び図20(b)に示す電極3、4の長さ方向に直交する方向と入れ替わってもよい。すなわち、図20(a)及び図20(b)において、第1のバスバー5及び第2のバスバー6が延びている方向に電極3、4を延ばしてもよい。その場合、

第1のバスバー5及び第2のバスバー6は、図20(a)及び図20(b)において電極3, 4が延びている方向に延びることとなる。そして、一方電位に接続される電極3と、他方電位に接続される電極4とが隣り合う1対の構造が、上記電極3, 4の長さ方向と直交する方向に、複数対設けられている。ここで電極3と電極4とが隣り合うとは、電極3と電極4とが直接接触するように配置されている場合ではなく、電極3と電極4とが間隔を介して配置されている場合を指す。また、電極3と電極4とが隣り合う場合、電極3と電極4との間には、他の電極3, 4を含む、ホット電極やグラウンド電極に接続される電極は配置されない。この対数は、整数対である必要はなく、1.5対や2.5対などであってもよい。電極3, 4間の中心間距離すなわちピッチは、 $1\mu\text{m}$ 以上、 $10\mu\text{m}$ 以下の範囲が好ましい。また、電極3, 4の幅、すなわち電極3, 4の対向方向の寸法は、 50nm 以上、 1000nm 以下の範囲であることが好ましく、 150nm 以上、 1000nm 以下の範囲であることがより好ましい。なお、電極3, 4間の中心間距離とは、電極3の長さ方向と直交する方向における電極3の寸法（幅寸法）の中心と、電極4の長さ方向と直交する方向における電極4の寸法（幅寸法）の中心とを結んだ距離となる。

[0070] また、弾性波装置1では、Zカットの圧電層を用いているため、電極3, 4の長さ方向と直交する方向は、圧電層2の分極方向に直交する方向となる。圧電層2として他のカット角の圧電体を用いた場合には、この限りでない。ここにおいて、「直交」とは、厳密に直交する場合のみに限定されず、略直交（電極3, 4の長さ方向と直交する方向と分極方向とのなす角度が例えば $90^\circ \pm 10^\circ$ の範囲内）でもよい。

[0071] 圧電層2の第2の主面2b側には、絶縁層7を介して支持部材8が積層されている。絶縁層7及び支持部材8は、枠状の形状を有し、図21に示すように、貫通孔7a, 8aを有する。それによって、空洞部9が形成されている。空洞部9は、圧電層2の励振領域Cの振動を妨げないために設けられている。従って、上記支持部材8は、少なくとも1対の電極3, 4が設けられ

ている部分と重ならない位置において、第2の主面2bに絶縁層7を介して積層されている。なお、絶縁層7は設けられずともよい。従って、支持部材8は、圧電層2の第2の主面2bに直接または間接に積層され得る。

[0072] 絶縁層7は、酸化ケイ素からなる。もっとも、酸化ケイ素の他、酸窒化ケイ素、アルミナなどの適宜の絶縁性材料を用いることができる。支持部材8は、Siからなる。Siの圧電層2側の面における面方位は(100)であってもよく、(110)であってもよく、(111)であってもよい。支持部材8を構成するSiは、抵抗率 $2\text{ k}\Omega$ 以上の高抵抗であることが好ましく、抵抗率 $4\text{ k}\Omega$ 以上の高抵抗であることがより好ましい。もっとも、支持部材8についても適宜の絶縁性材料や半導体材料を用いて構成することができる。

[0073] 上記複数の電極3、4及び第1、第2のバスバー5、6は、Al、AlCu合金などの適宜の金属もしくは合金からなる。本実施形態では、電極3、4及び第1、第2のバスバー5、6は、Ti膜上にAl膜を積層した構造を有する。なお、Ti膜以外の密着層を用いてもよい。

[0074] 駆動に際しては、複数の電極3と、複数の電極4との間に交流電圧を印加する。より具体的には、第1のバスバー5と第2のバスバー6との間に交流電圧を印加する。それによって、圧電層2において励振される厚み滑りモードのバルク波を利用した、共振特性を得ることが可能とされている。また、弾性波装置1では、圧電層2の厚みを d 、複数対の電極3、4のうちいずれかの隣り合う電極3、4の中心間距離を p とした場合、 d/p は0.5以下とされている。そのため、上記厚み滑りモードのバルク波が効果的に励振され、良好な共振特性を得ることができる。より好ましくは、 d/p は0.24以下であり、その場合には、より一層良好な共振特性を得ることができる。

[0075] 弾性波装置1では、上記構成を備えるため、小型化を図ろうとして、電極3、4の対数を小さくしたとしても、Q値の低下が生じ難い。これは、両側の反射器における電極指の本数を少なくしても、伝搬ロスが少ないためであ

る。また、上記電極指の本数を少なくできるのは、厚み滑りモードのバルク波を利用していることによる。弾性波装置で利用したラム波と、上記厚み滑りモードのバルク波の相違を、図22(a)及び図22(b)を参照して説明する。

[0076] 図22(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201aと、第2の主面201bとが対向しており、第1の主面201aと第2の主面201bとを結ぶ厚み方向がZ方向である。X方向は、IDT電極の電極指が並んでいる方向である。図22(a)に示すように、ラム波では、波が図示のように、X方向に伝搬していく。板波であるため、圧電膜201が全体として振動するものの、波はX方向に伝搬するため、両側に反射器を配置して、共振特性を得ている。そのため、波の伝搬ロスが生じ、小型化を図った場合、すなわち電極指の対数を少なくした場合、Q値が低下する。

[0077] これに対して、図22(b)に示すように、弾性波装置1では、振動変位は厚み滑り方向であるから、波は、圧電層2の第1の主面2aと第2の主面2bとを結ぶ方向、すなわちZ方向にほぼ伝搬し、共振する。すなわち、波のX方向成分がZ方向成分に比べて著しく小さい。そして、このZ方向の波の伝搬により共振特性が得られるため、反射器の電極指の本数を少なくしても、伝搬損失は生じ難い。さらに、小型化を進めようとして、電極3, 4からなる電極対の対数を減らしたとしても、Q値の低下が生じ難い。

[0078] なお、厚み滑りモードのバルク波の振幅方向は、図23に示すように、圧電層2の励振領域Cに含まれる第1領域451と、励振領域に含まれる第2領域452とで逆になる。図23では、電極3と電極4との間に、電極4が電極3よりも高電位となる電圧が印加された場合のバルク波を模式的に示してある。第1領域451は、励振領域のうち、圧電層2の厚み方向に直交し圧電層2を2分する仮想平面VP1と、第1の主面2aとの間の領域である

。第2領域452は、励振領域のうち、仮想平面VP1と、第2の主面2bとの間の領域である。

[0079] 上記のように、弾性波装置1では、電極3と電極4とからなる少なくとも1対の電極が配置されているが、X方向に波を伝搬させるものではないため、この電極3、4からなる電極対の対数は複数対ある必要はない。すなわち、少なくとも1対の電極が設けられてさえおればよい。

[0080] 例えば、上記電極3がホット電位に接続される電極であり、電極4がグラウンド電位に接続される電極である。もっとも、電極3がグラウンド電位に、電極4がホット電位に接続されてもよい。本実施形態では、少なくとも1対の電極は、上記のように、ホット電位に接続される電極またはグラウンド電位に接続される電極であり、浮き電極は設けられていない。

[0081] 図24は、図21に示す弾性波装置の共振特性を示す図である。なお、この共振特性を得た弾性波装置1の設計パラメータは以下の通りである。

[0082] 圧電層2：オイラー角（ 0° ， 0° ， 90° ）の LiNbO_3 、厚み＝400nm。

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

絶縁層7：1 μm の厚みの酸化ケイ素膜。

支持部材8：Si。

[0083] なお、励振領域Cの長さとは、励振領域Cの電極3、4の長さ方向に沿う寸法である。

[0084] 本実施形態では、電極3、4からなる電極対の電極間距離は、複数対において全て等しくした。すなわち、電極3と電極4とを等ピッチで配置した。

[0085] 図24から明らかなように、反射器を有しないにも関わらず、比帯域が12.5%である良好な共振特性が得られている。

[0086] ところで、上記圧電層2の厚みをd、電極3と電極4との電極の中心間距

離を p とした場合、前述したように、本実施形態では、 d/p は 0.5 以下、より好ましくは 0.24 以下である。これを、図 25 を参照して説明する。

[0087] 図 24 に示した共振特性を得た弾性波装置と同様に、但し $d/2p$ を変化させ、複数の弾性波装置を得た。図 25 は、この $d/2p$ 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。

[0088] 図 25 から明らかなように、 $d/2p$ が 0.25 を超えると、すなわち $d/p > 0.5$ では、 d/p を調整しても、比帯域は 5% 未満である。これに対して、 $d/2p \leq 0.25$ 、すなわち $d/p \leq 0.5$ の場合には、その範囲内で d/p を変化させれば、比帯域を 5% 以上とすることができ、すなわち高い結合係数を有する共振子を構成することができる。また、 $d/2p$ が 0.12 以下の場合、すなわち d/p が 0.24 以下の場合には、比帯域を 7% 以上と高めることができる。加えて、 d/p をこの範囲内で調整すれば、より一層比帯域の広い共振子を得ることができ、より一層高い結合係数を有する共振子を実現することができる。従って、本願の第 2 の発明のように、 d/p を 0.5 以下とすることにより、上記厚み滑りモードのバルク波を利用した、高い結合係数を有する共振子を構成し得ることがわかる。

[0089] なお、前述したように、少なくとも 1 対の電極の対数は、1 対でもよい。

[0090] なお、例えば、圧電層 2 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。

[0091] 図 26 は、厚み滑りモードのバルク波を利用する弾性波装置の平面図である。弾性波装置 80 では、圧電層 2 の第 1 の主面 2a 上において、電極 3 と電極 4 とを有する 1 対の電極が設けられている。なお、図 26 中の K が交叉幅となる。前述したように、本発明の弾性波装置では、電極の対数は 1 対であってもよい。この場合においても、上記 d/p が 0.5 以下であれば、厚み滑りモードのバルク波を効果的に励振することができる。

[0092] 図 27 は、ラム波を利用する弾性波装置を説明するための部分切り欠き斜視図である。なお、図 27 中の破線は、圧電層 83 側から見た空洞部 9 の位

置を示す。

[0093] 弾性波装置 8 1 は、支持基板 8 2 を有する。支持基板 8 2 には、上面に開いた凹部が設けられている。支持基板 8 2 上に圧電層 8 3 が積層されている。それによって、空洞部 9 が構成されている。この空洞部 9 の上方において圧電層 8 3 上に、ＩＤＴ電極 8 4 が設けられている。ＩＤＴ電極 8 4 の弾性波伝搬方向両側に、反射器 8 5, 8 6 が設けられている。図 2 7 において、空洞部 9 の外周縁を破線で示す。ここでは、ＩＤＴ電極 8 4 は、第 1, 第 2 のバスバー 8 4 a, 8 4 b と、複数本の第 1 の電極指としての電極 8 4 c 及び複数本の第 2 の電極指としての電極 8 4 d とを有する。複数本の電極 8 4 c は、第 1 のバスバー 8 4 a に接続されている。複数本の電極 8 4 d は、第 2 のバスバー 8 4 b に接続されている。複数本の電極 8 4 c と、複数本の電極 8 4 d とは間挿し合っている。

[0094] 弾性波装置 8 1 では、上記空洞部 9 上のＩＤＴ電極 8 4 に、交流電界を印加することにより、板波としてのラム波が励振される。そして、反射器 8 5, 8 6 が両側に設けられているため、上記ラム波による共振特性を得ることができる。

符号の説明

- [0095] 1 …弾性波装置
2 …圧電層
2 a …第 1 の主面
2 b …第 2 の主面
3, 4 …第 1, 第 2 電極
5, 6 …第 1, 第 2 のバスバー
7 …絶縁層
7 a …貫通孔
8 …支持部材
8 a …貫通孔
9 …空洞部

1 0 …弾性波装置
1 1 … I D T 電極
1 2 …圧電性基板
1 3 …支持部材
1 3 a …貫通孔
1 4 …圧電層
1 4 a, 1 4 b …第 1, 第 2 の主面
1 4 c …凹凸部
1 6, 1 7 …第 1, 第 2 のバスバー
1 8, 1 9 …第 1, 第 2 の電極指
2 2 A, 2 2 B …反射器
2 4 A, 2 4 B …圧電層
2 4 c, 2 4 d …第 1, 第 2 の凹凸部
2 5 …誘電体膜
3 4, 4 4 A, 4 4 B …圧電層
5 0 …弾性波装置
5 5, 5 6 …第 1, 第 2 の信号端子
5 7 …グラウンド端子
5 8, 5 9 …第 1, 第 2 の電極膜
6 1 A …上部電極
6 1 B …下部電極
6 2 …接続電極
8 0 …弾性波装置
8 1 …弾性波装置
8 2 …支持基板
8 3 …圧電層
8 4 … I D T 電極
8 4 a, 8 4 b …第 1, 第 2 のバスバー

8 4 c , 8 4 d …電極

8 5 , 8 6 …反射器

2 0 1 …圧電膜

2 0 1 a , 2 0 1 b …第 1 , 第 2 の主面

4 5 1 , 4 5 2 …第 1 , 第 2 領域

C …励振領域

D …交叉領域

P 1 ～ P 3 …並列腕共振子

S 1 ～ S 6 …直列腕共振子

V P 1 …仮想平面

請求の範囲

- [請求項1] 支持基板と、
前記支持基板上に設けられている圧電層と、
前記圧電層上に設けられている機能電極と、
前記圧電層上にそれぞれ設けられており、互いに対向し合っており、かつ互いに異なる電位である第1の電極膜及び第2の電極膜と、
を備え、
平面視において、前記第1の電極膜と重なる領域の少なくとも一部における前記圧電層の厚みは、平面視において前記第1の電極膜とは重ならない領域の少なくとも一部における前記圧電層の厚みと異なる、弾性波装置。
- [請求項2] 平面視において、前記第1の電極膜と重なる領域の少なくとも一部における前記圧電層の厚みが、平面視において、前記第1の電極膜及び前記第2の電極膜の間と重なる領域から、前記第2の電極膜と重なる領域までにおいての少なくとも一部における前記圧電層の厚みと異なる、請求項1に記載の弾性波装置。
- [請求項3] 平面視において、前記第1の電極膜と重なる領域の少なくとも一部において、前記圧電層に凹凸部が設けられており、前記凹凸部が、前記第2の電極膜と重なる領域の少なくとも一部における前記圧電層の厚みとが異なる部分を含む、請求項1または2に記載の弾性波装置。
- [請求項4] 前記凹凸部が第1の凹凸部であり、
平面視において、前記第2の電極膜と重なる領域の少なくとも一部において、前記圧電層に第2の凹凸部が設けられており、
前記第1の凹凸部における表面粗さと、前記第2の凹凸部における表面粗さとが異なる、請求項3に記載の弾性波装置。
- [請求項5] 平面視において、前記第1の電極膜と重なる領域の全体における前記圧電層の厚みと、平面視において、前記第2の電極膜と重なる領域の全体における前記圧電層の厚みとが異なる、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] 前記第1の電極膜と前記圧電層との間、及び前記第2の電極膜と前記圧電層との間のうち少なくとも一方に、誘電体膜が設けられている、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] S H波が励振される、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] 前記圧電層が、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1～7のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項9] 前記機能電極が、互いに対向し合う少なくとも1対の電極であり、厚み滑りモードのバルク波を利用可能に構成されている、請求項8に記載の弾性波装置。

[請求項10] 前記機能電極が、互いに対向し合う少なくとも1対の電極であり、前記圧電層の厚みを d 、隣り合う前記電極の中心間距離を p とした場合、 $d/p \leq 0.5$ である、請求項8に記載の弾性波装置。

[請求項11] 前記圧電層上に、前記機能電極と、1対のバスバーと、を含むIDT電極が設けられており、

前記機能電極である前記少なくとも1対の電極が前記IDT電極の複数の電極指であり、前記複数の電極指のうち一部の電極指が一方の前記バスバーに接続されており、前記複数の電極指のうち他の一部の電極指が他方の前記バスバーに接続されており、

一方の前記バスバーが前記第1の電極膜であり、他方の前記バスバーが前記第2の電極膜である、請求項9または10に記載の弾性波装置。

[請求項12] 前記圧電層上に、前記機能電極と、1対のバスバーと、を含むIDT電極が設けられており、

前記機能電極である前記少なくとも1対の電極が前記IDT電極の複数の電極指であり、前記複数の電極指のうち一部の電極指が一方の前記バスバーに接続されており、前記複数の電極指のうち他の一部の

電極指が他方の前記バスバーに接続されており、

一方の前記バスバーが前記第 1 の電極膜であり、他方の前記バスバーが前記第 2 の電極膜であり、

板波を利用可能に構成されている、請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項13] 前記圧電層が、互いに対向し合う第 1 の主面及び第 2 の主面を有し、

前記第 1 の主面に前記第 1 の電極膜及び前記第 2 の電極膜が設けられており、

前記機能電極が、前記第 1 の主面に設けられている上部電極と、前記第 2 の主面に設けられている下部電極とを有し、

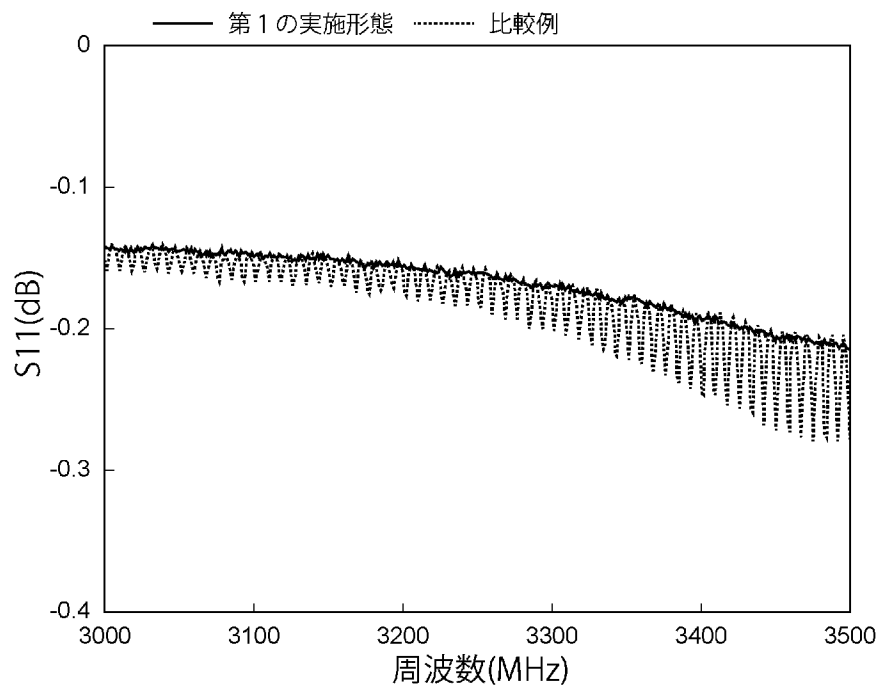
前記上部電極及び前記下部電極が対向し合っている、請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

[請求項14] 複数の弾性波共振子を有する帯域通過型フィルタまたは帯域阻止フィルタであって、

前記複数の弾性波共振子がそれぞれ前記機能電極を有する、請求項 1 ～ 13 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

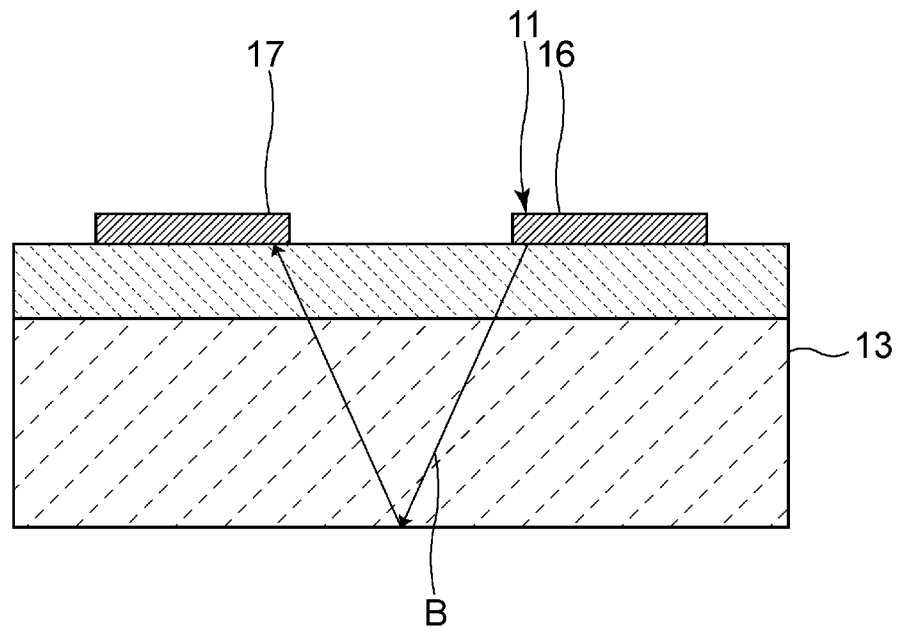
图3

10



[図5]

図5



[図6]

図6

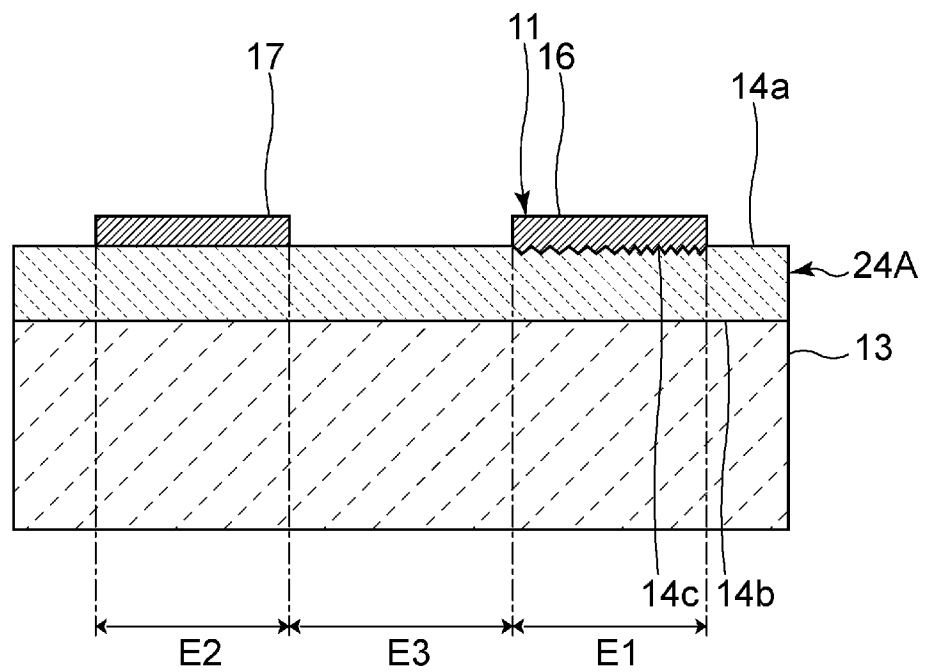


图7

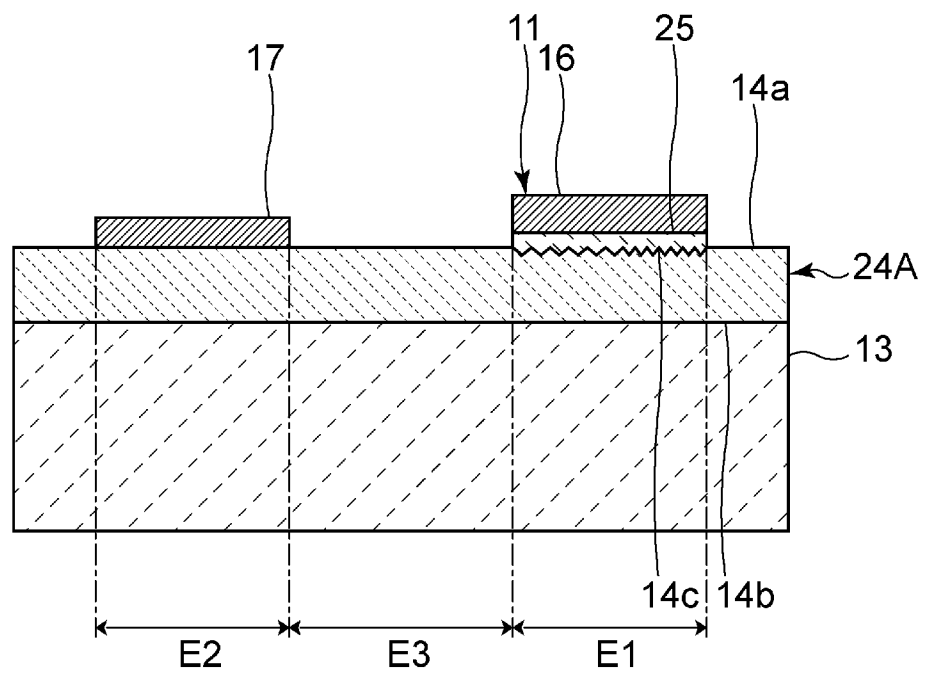
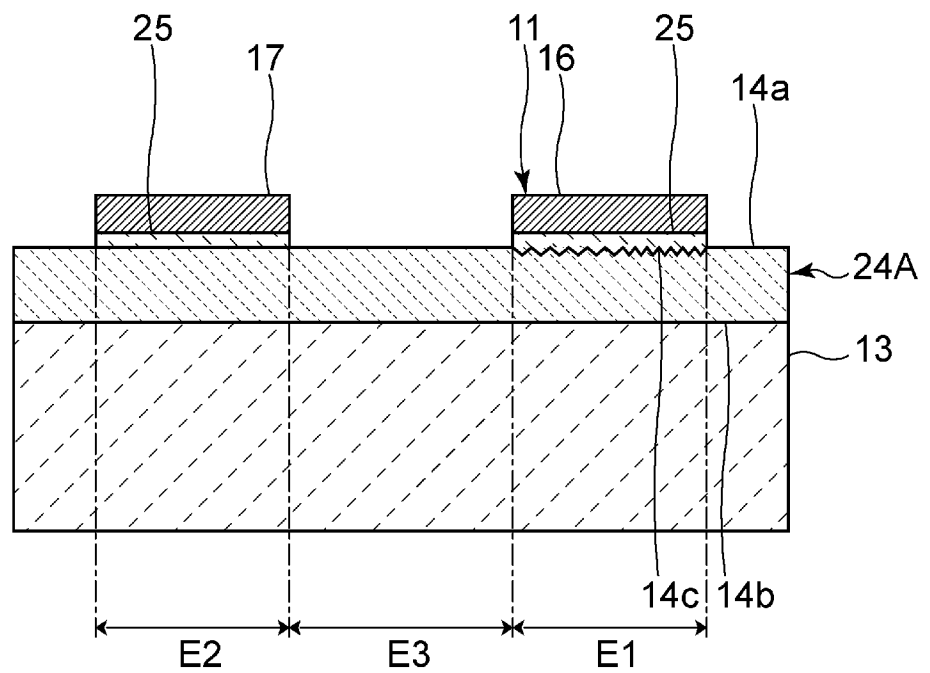
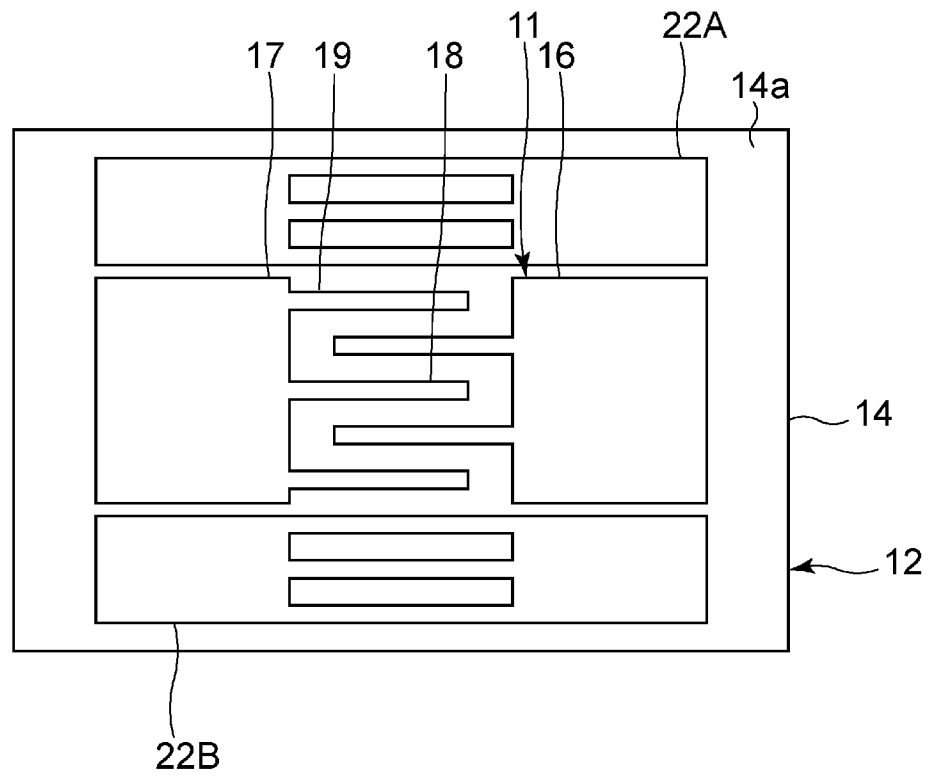


图9



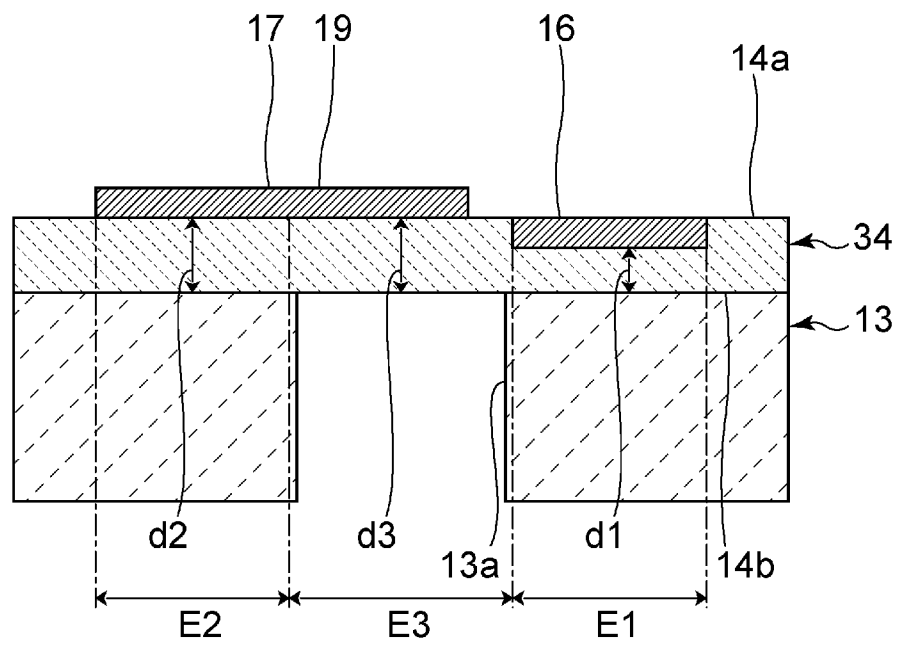
[図11]

図11



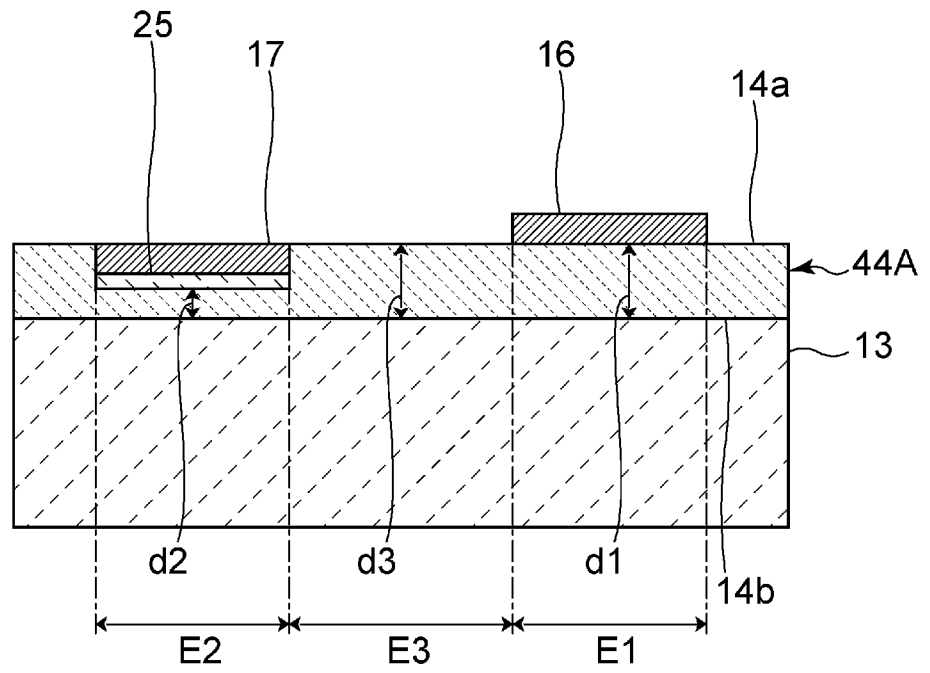
[図12]

図12



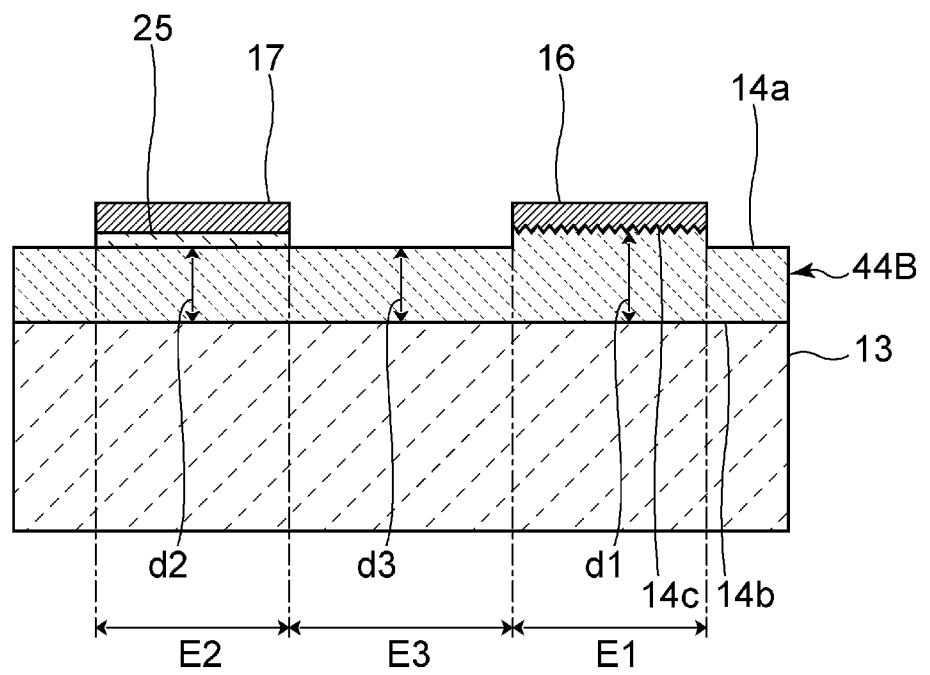
[図13]

図13



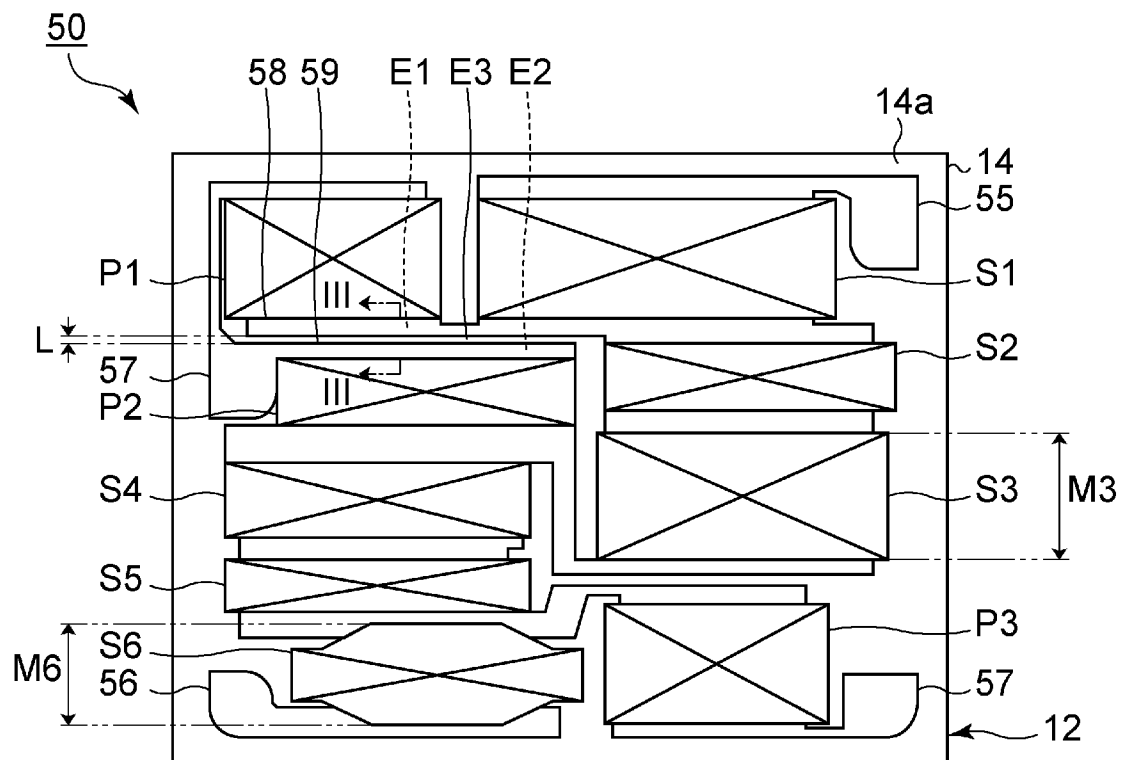
[図14]

図14



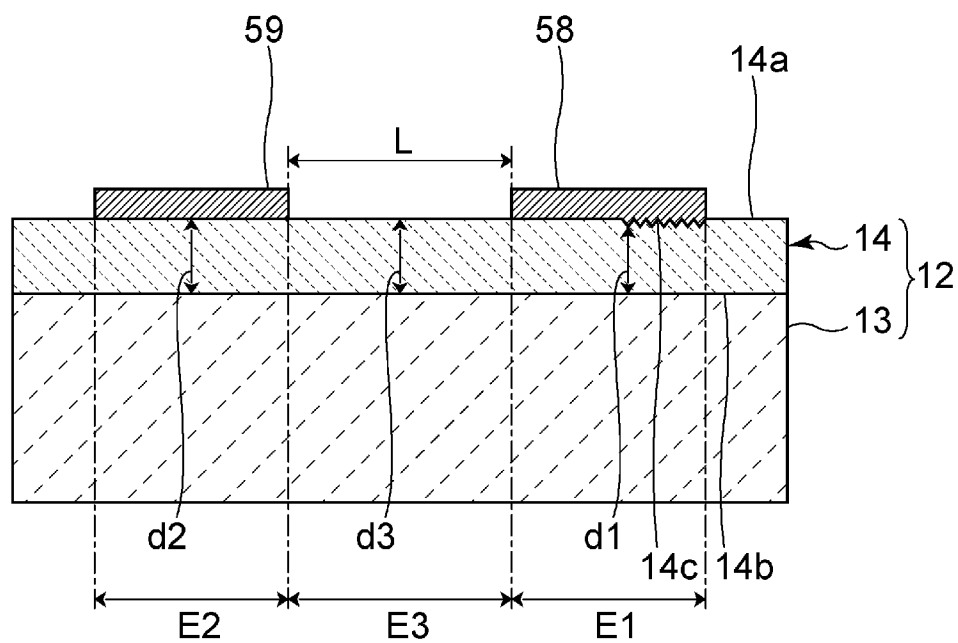
[図15]

図15



[図16]

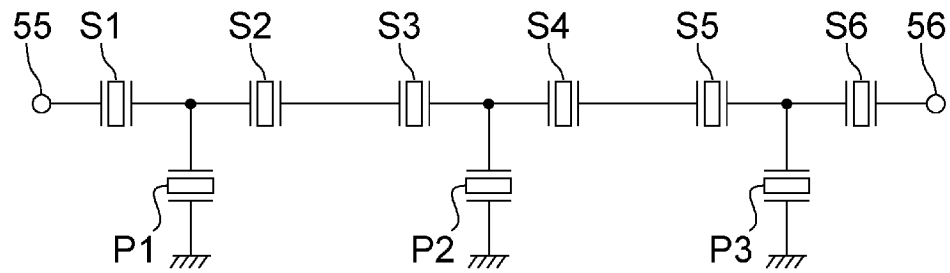
図16



[図17]

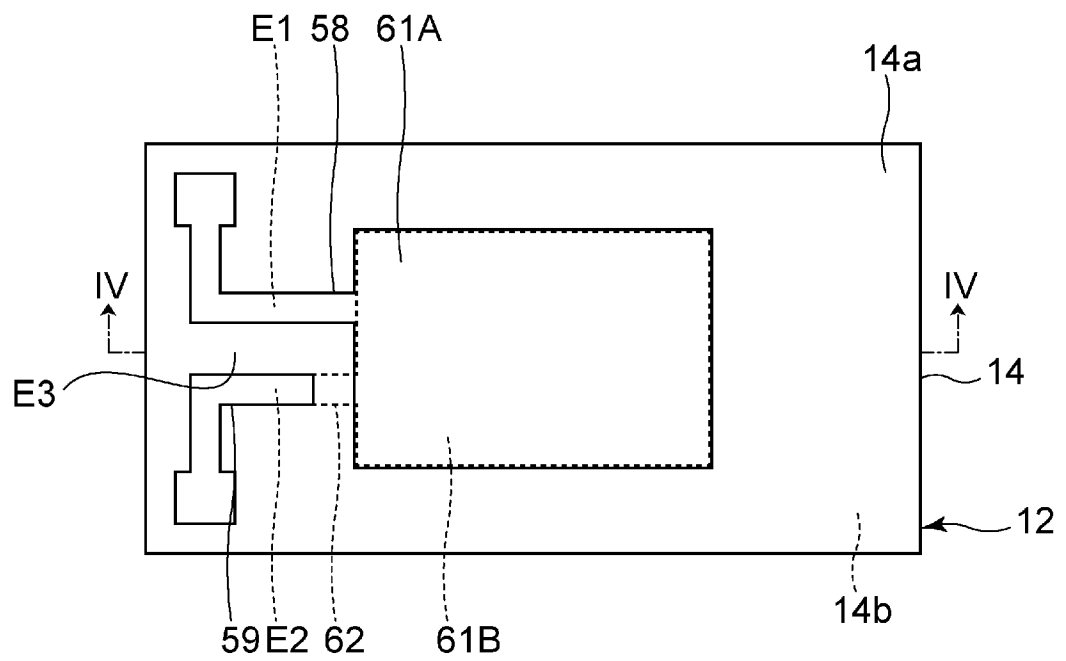
図17

50



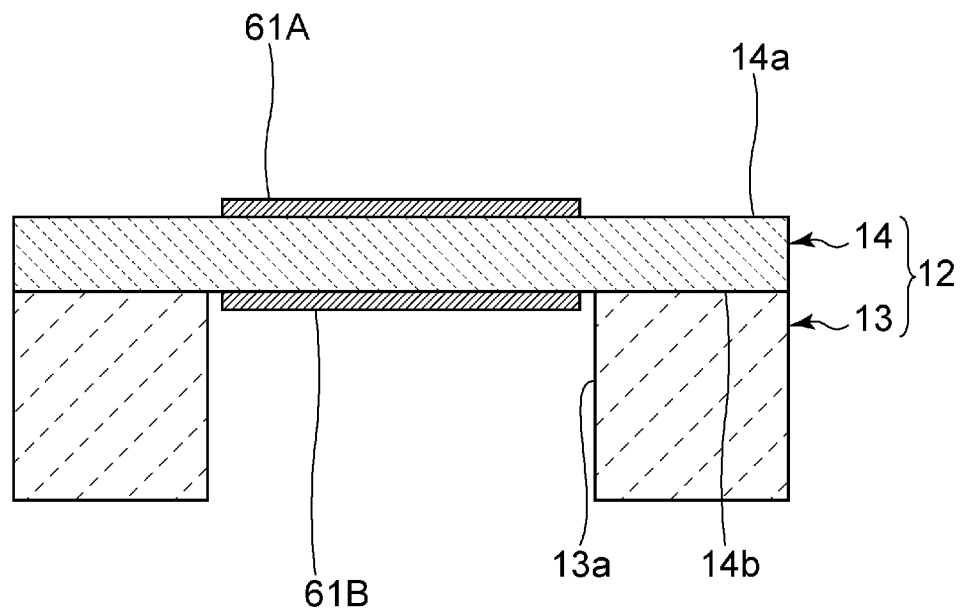
[図18]

図18



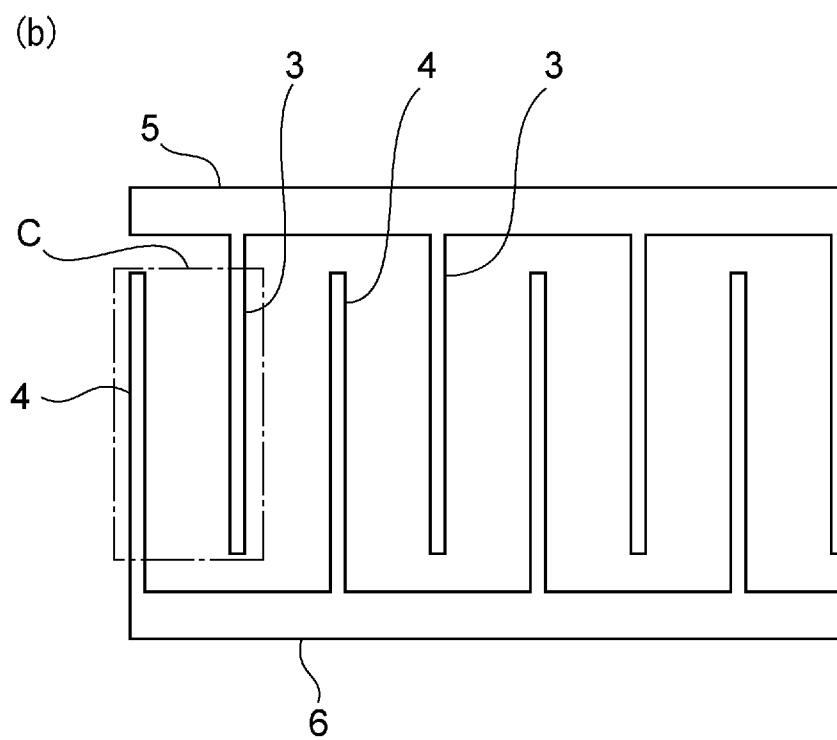
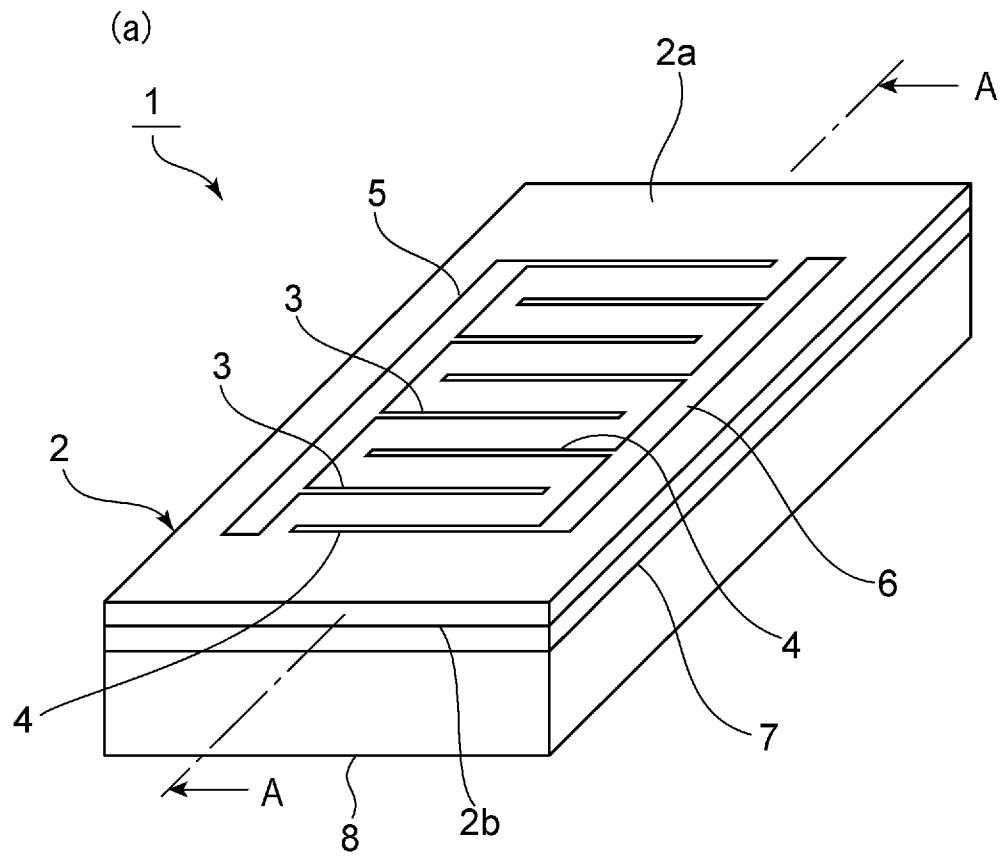
[図19]

図19



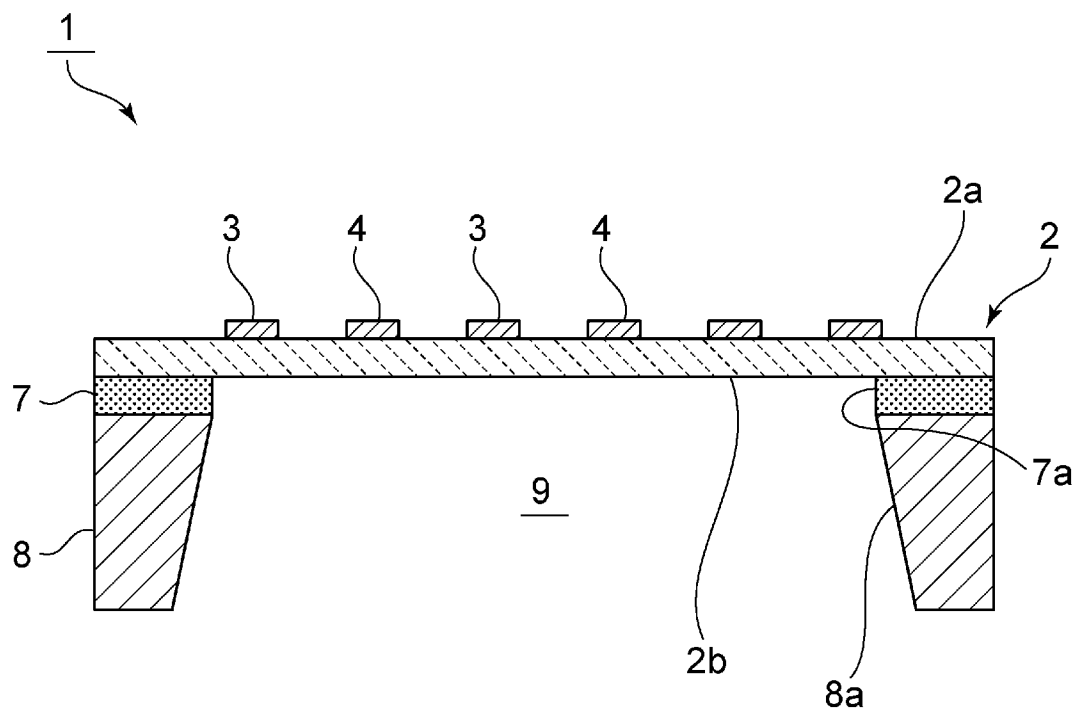
[図20]

図20



[図21]

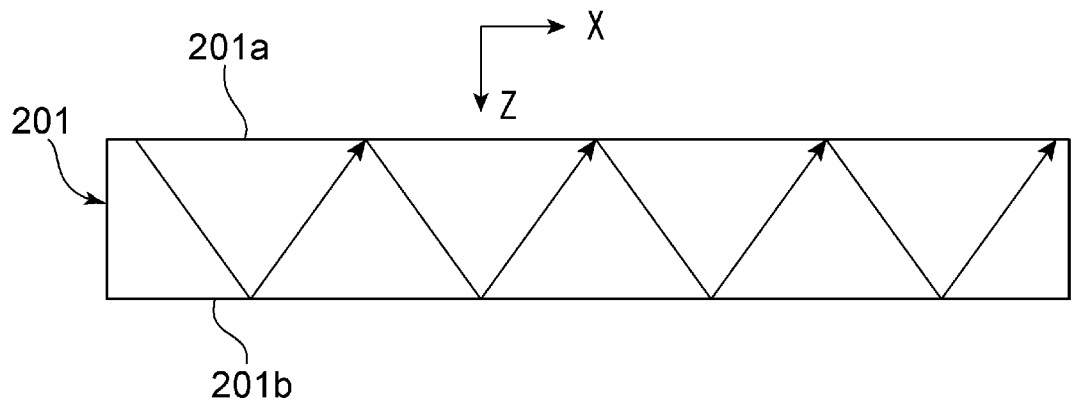
図21



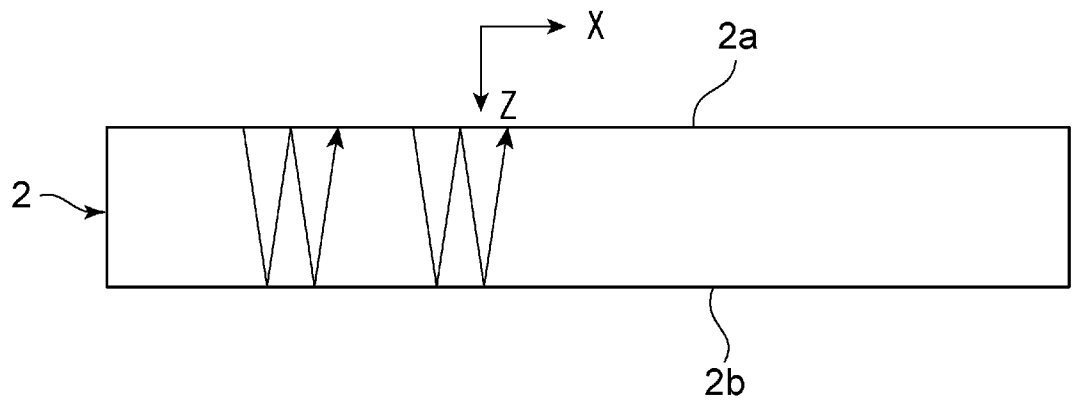
[図22]

図22

(a)

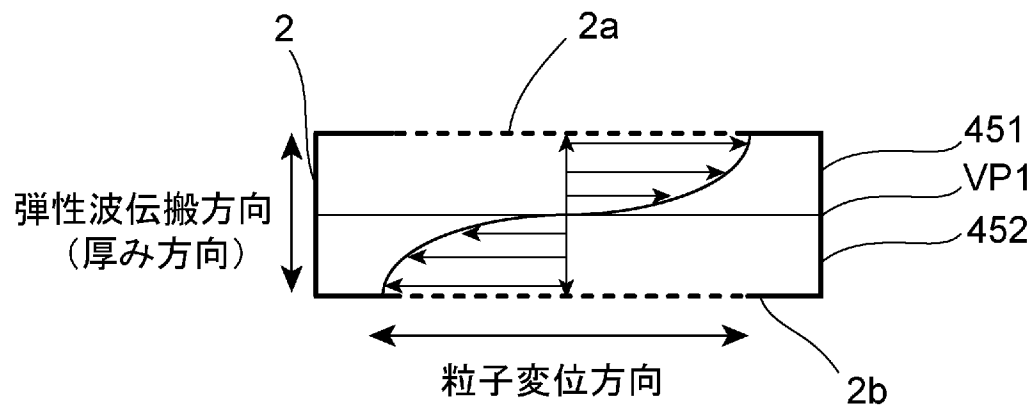


(b)



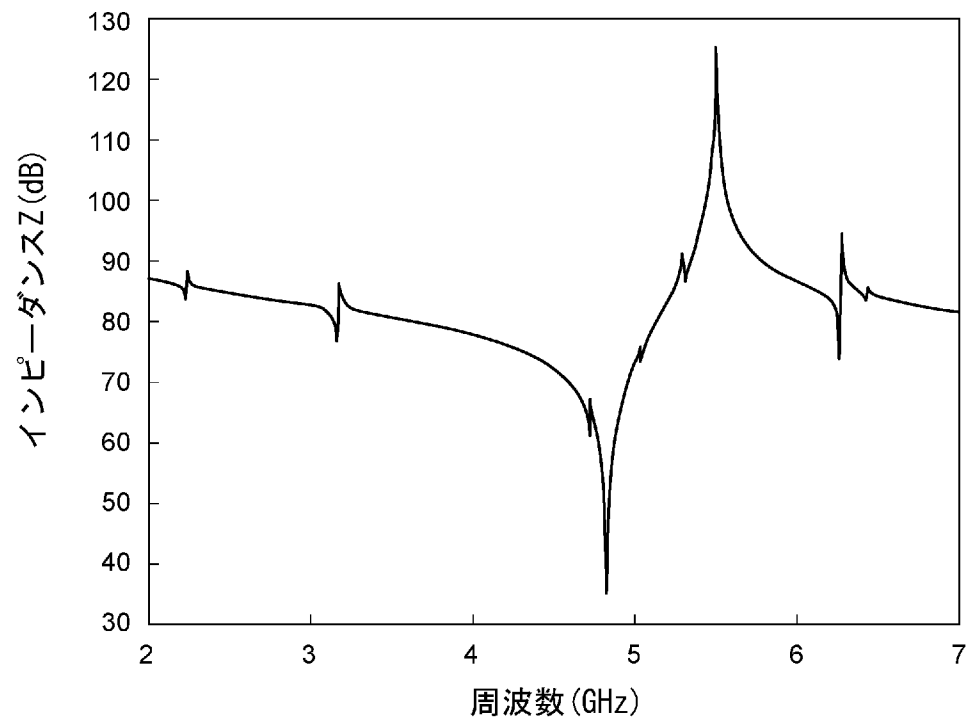
[図23]

図23



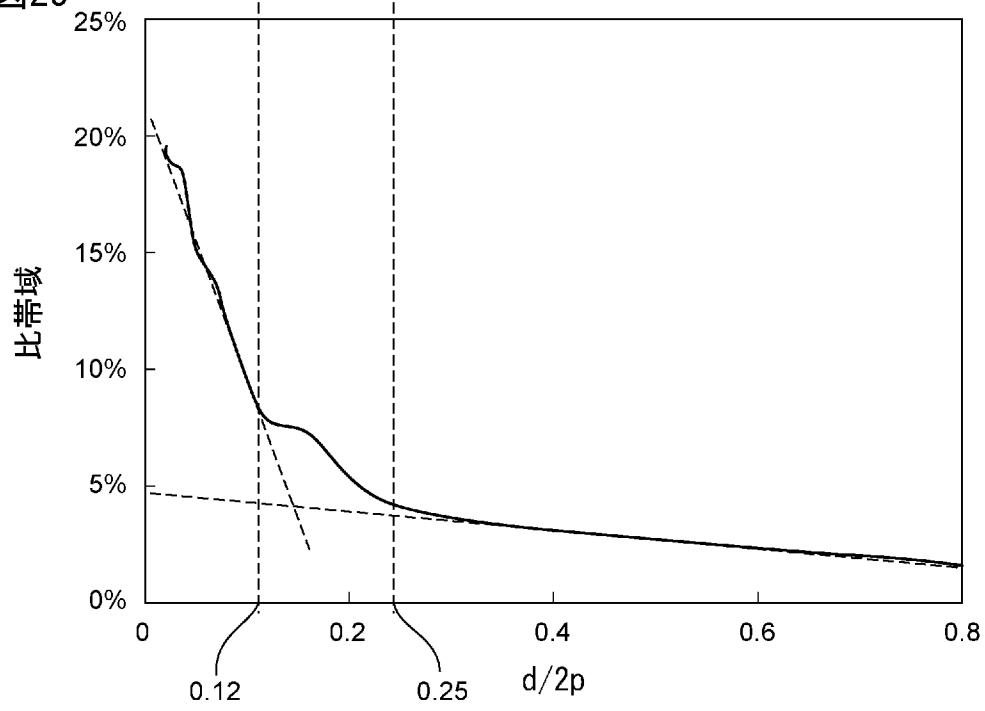
[図24]

図24



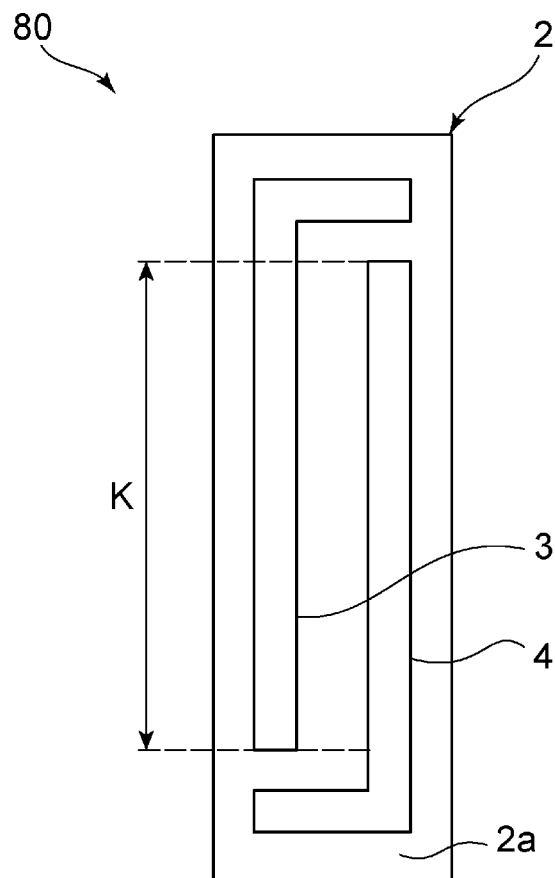
[図25]

図25



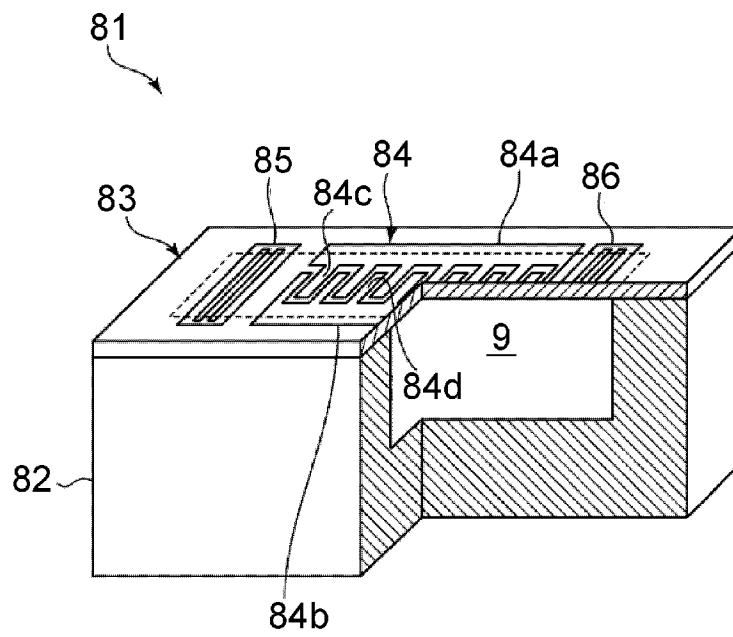
[図26]

図26



[図27]

図27



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/025976

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H03H9/25 (2006.01) i

FI: H03H9/25Z

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)

Int.Cl. 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 Y A	JP 2019-186655 A (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 24 October 2019 (2019-10-24), paragraphs [0021], [0028]-[0036], fig. 5-7	1-2, 5, 7-8, 14 6, 10-12 4
X A	JP 2019-121880 A (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 22 July 2019 (2019-07-22), paragraphs [0021], [0023], [0036], fig. 1, 4	1, 3, 7-8 4
X A	JP 2007-228341 A (NGK INSULATORS LTD.) 06 September 2007 (2007-09-06), paragraphs [0015], [0024], [0037]-[0040], fig. 6	1, 8-9 4
X A	WO 2017/208866 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 07 December 2017 (2017-12-07), paragraphs [0013]-[0026], fig. 2, 4	1, 13 4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
04 August 2021

Date of mailing of the international search report
31 August 2021

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/025976

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2019/138810 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 18 July 2019 (2019-07-18), paragraphs [0126]- [0128], fig. 28	6 4
Y A	WO 2020/100949 A1 (KYOCERA CORPORATION) 22 May 2020 (2020-05-22), paragraphs [0020], [0023]	10-12 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/025976

JP 2019-186655 A	24 October 2019	(Family: none)
JP 2019-121880 A	22 July 2019	US 2019/0207583 A1 paragraphs [0041], [0043], [0056], fig. 1, 4 CN 110022134 A
JP 2007-228341 A	06 September 2007	US 2007/0200459 A1 paragraphs [0029], [0038], [0051]-[0054], fig. 6 DE 102007000100 A1 KR 10-2007-0088397 A CN 101026367 A
WO 2017/208866 A1	07 December 2017	(Family: none)
WO 2019/138810 A1	18 July 2019	(Family: none)
WO 2020/100949 A1	22 May 2020	(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 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 Y A	JP 2019-186655 A（太陽誘電株式会社）24.10.2019（2019-10-24） 段落[0021], [0028]-[0036], 図5-7	1-2, 5, 7-8, 14 6, 10-12 4
X A	JP 2019-121880 A（太陽誘電株式会社）22.07.2019（2019-07-22） 段落[0021], [0023], [0036], 図1, 4	1, 3, 7-8 4
X A	JP 2007-228341 A（日本碍子株式会社）06.09.2007（2007-09-06） 段落[0015], [0024], [0037]-[0040], 図6	1, 8-9 4
X A	WO 2017/208866 A1（株式会社村田製作所）07.12.2017（2017-12-07） 段落[0013]-[0026], 図2, 4	1, 13 4
☒ 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 04.08.2021		国際調査報告の発送日 31.08.2021
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） 竹内 亨 5W 8388 電話番号 03-3581-1101 内線 3576

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 2019/138810 A1 (株式会社村田製作所) 18.07.2019 (2019 - 07 - 18)	6
A	段落[0126]-[0128], 図28	4
Y	WO 2020/100949 A1 (京セラ株式会社) 22.05.2020 (2020 - 05 - 22)	10-12
A	段落[0020], [0023]	4

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/JP2021/025976

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-186655	A	24.10.2019	(ファミリーなし)	
JP	2019-121880	A	22.07.2019	US 2019/0207583 A1	
				段落[0041], [0043], [0056], 図1, 4	
				CN 110022134 A	
JP	2007-228341	A	06.09.2007	US 2007/0200459 A1	
				段落[0029], [0038], [0051]-[0054], 図6	
				DE 102007000100 A1	
				KR 10-2007-0088397 A	
				CN 101026367 A	
WO	2017/208866	A1	07.12.2017	(ファミリーなし)	
WO	2019/138810	A1	18.07.2019	(ファミリーなし)	
WO	2020/100949	A1	22.05.2020	(ファミリーなし)	