

(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  
2020年1月9日(09.01.2020)



(10) 国際公開番号

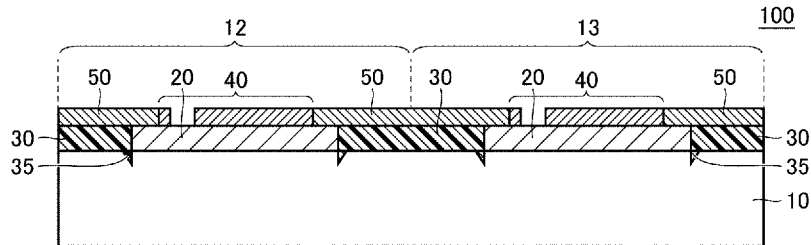
WO 2020/009121 A1

- (51) 国際特許分類:  
*H03H 9/25* (2006.01)      *H03H 9/64* (2006.01)  
*H03H 9/145* (2006.01)
- (21) 国際出願番号:                      PCT/JP2019/026346
- (22) 国際出願日:                      2019年7月2日(02.07.2019)
- (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 2018-127006    2018年7月3日(03.07.2018)    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: 大門 克也 (DAIMON, Katsuya);  
〒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).  
奥永 洋夢 (OKUNAGA, Hiromu); 〒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). 小柳 卓  
哉 (KOYANAGI, Takuya); 〒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: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI  
PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大  
阪市北区中之島三丁目 2 番 4 号 中之島フェス  
ティバルタワー・ウエスト 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,

(54) Title: ELASTIC WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波装置

FIG.2



(57) Abstract: This elastic wave device (100) comprises a support substrate (10), and resonance units (12, 13) formed adjacently on the support substrate (10). Each of the resonance units (12, 13) includes a piezoelectric thin film (20), an IDT electrode (40) disposed on the piezoelectric thin film (20), and a support layer (30) disposed so as to surround the periphery of the piezoelectric thin film (20) when the elastic wave device (100) is seen in plan view. The support layer (30) has a linear expansion coefficient different from that of the piezoelectric thin film (20). The piezoelectric thin film of the resonance unit (12) and the piezoelectric thin film of the resonance unit (13) are divided by the support layer (30) between the resonance unit (12) and the resonance unit (13). Using such a configuration makes it possible to improve TCF characteristics in an elastic wave device in which a plurality of elastic wave resonators are formed on a common support substrate.

(57) 要約: 弾性波装置 (100) は、支持基板 (10) と、当該支持基板 (10) 上に隣接して形成された共振部 (12, 13) とを備える。共振部 (12, 13) の各々は、圧電薄膜 (20) と、圧電薄膜 (20) 上に配置された IDT 電極 (40) と、弾性波装置 (100) を平面視した場合に圧電薄膜 (20) の周囲を囲むように配置された支持層 (30) とを含む。支持層 (30) は、圧電薄膜 (20) とは異なる線膨張係数を有する。共振部 (12) の圧電薄膜と、共振部 (13) の圧電薄膜とは、共振部 (12) と共振部 (13) との間にある支持層 (30) によって分割されている。このような構成により、共通の支持基板上に複数の弾性波共振子が形成された弾性波装置における TCF 特性を向上することができる。

WO 2020/009121 A1

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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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))

## 明 細 書

**発明の名称**：弾性波装置

**技術分野**

[0001] 本開示は弾性波装置に関し、より特定的には、弾性波装置の温度特性を改善するための技術に関する。

**背景技術**

[0002] 近年、携帯電話あるいはスマートフォンなどの通信機器においては、複数の周波数帯域の電波を用いて通信を行なうマルチバンド通信が進められている。これに伴い、このような通信機器においては、受信した電波を各周波数帯域の信号に分割するために、複数のフィルタを有するマルチプレクサが一般的に用いられる。

[0003] マルチプレクサに用いられるフィルタとして、たとえば弾性表面波 (Surface Acoustic Wave : SAW) フィルタあるいはバルク弾性波 (Bulk Acoustic Wave : BAW) フィルタなどを用いることができる。携帯端末においては、機器の小型化のために、これらのフィルタを同一基板上に形成したワンチップ構造のマルチプレクサが採用される場合がある。

[0004] 特開2018-7239号公報 (特許文献1) には、同一の支持基板内において、複数の弾性波共振子が形成された弾性波装置が開示されている。特開2018-7239号公報 (特許文献1) の弾性波装置においては、共通の圧電薄膜上に複数の弾性波共振子が形成され、当該圧電薄膜の外周に別材料で形成された支持層が配置されている。

**先行技術文献**

**特許文献**

[0005] 特許文献1：特開2018-7239号公報

**発明の概要**

**発明が解決しようとする課題**

[0006] 圧電薄膜上に弾性波共振子が形成された弾性波装置においては、弾性波共

振子に電流が流れると、それに伴って弾性波共振子および圧電薄膜の温度が上昇する。特開2018-7239号公報（特許文献1）の弾性波装置のように、複数の弾性波共振子が形成される場合、使用する周波数帯域の偏りなどによって各弾性波共振子の使用頻度が異なると、共通の圧電薄膜に温度分布が生じて圧電薄膜が局部的に変形し、これにより周波数温度係数（Temperature Coefficients of Frequency：TCF）特性が悪化する可能性がある。

[0007] 本開示は、このような課題を解決するためになされたものであって、その目的は、共通の支持基板上に複数の弾性波共振子が形成された弾性波装置におけるTCF特性を向上させることである。

### 課題を解決するための手段

[0008] 本開示に従う弾性波装置は、支持基板と、当該支持基板上に隣接して形成された第1共振部および第2共振部とを備える。第1共振部および第2共振部の各々は、圧電薄膜と、圧電薄膜上に配置されたIDT電極と、弾性波装置を平面視した場合に圧電薄膜の周囲を囲むように配置された支持層とを含む。支持層は、圧電薄膜とは異なる線膨張係数を有する。第1共振部の圧電薄膜と、第2共振部の圧電薄膜とは、第1共振部と第2共振部との間にある支持層によって分割されている。

### 発明の効果

[0009] 本開示による弾性波装置においては、圧電薄膜が共振部毎に分割され、圧電薄膜とは異なる線膨張係数を有する支持層によって各圧電薄膜の周囲が囲まれる構成となっている。これにより、圧電薄膜の温度が上昇しても、線膨張係数の異なる支持層によって圧電薄膜の変形が抑制され、隣接する共振部への影響も抑制できる。したがって、弾性波装置のTCF特性を改善することができる。

### 図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施の形態1に従う弾性波装置の平面図である。

[図2]図1の弾性波装置のI-I'-I-I'面の断面図である。

[図3]実施の形態2に従う弾性波装置の断面図である。

[図4]実施の形態3に従う弾性波装置の断面図である。

[図5]支持層の第1の変形例を説明するための図である。

[図6]支持層の第2の変形例を説明するための図である。

[図7]支持層の第3の変形例を説明するための図である。

[図8]図4の弾性波装置の製造プロセスの第1の例を説明するための図である

。

[図9]図4の弾性波装置の製造プロセスの第2の例を説明するための図である

。

[図10]実施の形態4に従う弾性波装置の断面図である。

[図11]圧電薄膜と支持層との境界部分における配線部の形状の一例を示す図である。

[図12]実施の形態5に従う弾性波装置の断面図である。

[図13]実施の形態6に従う弾性波装置を示す図である。

[図14]実施の形態6の変形例に従う弾性波装置の断面図である。

[図15]実施の形態7に従うラダー型フィルタの一例を示す回路図である。

[図16]図15の弾性波装置の平面模式図である。

[図17]図16における領域RG1の部分の断面図である。

[図18]実施の形態8に従うラダー型フィルタの一例を示す回路図である。

[図19]図18における橋絡容量部の断面図である。

[図20]図18の領域RG4の部分の平面模式図である。

[図21]実施の形態9に従うラダー型フィルタの平面模式図である。

[図22]図21における直列腕共振子S1, S2の部分の平面図である。

### 発明を実施するための形態

[0011] 以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

[0012] [実施の形態1]

図1は、実施の形態1に従う弾性波装置100の平面図である。また、図2は、図1の弾性波装置100のI-I面における断面図である。

[0013] 図1および図2を参照して、弾性波装置100は、支持基板10と、当該支持基板10上に互いに隣接して形成された共振部12、13とを備える。なお、実施の形態1においては、弾性波装置に2つの共振部が備えられる場合を例として説明するが、共振部は3つ以上であってもよい。また、以降の説明においては、共振部にSAWフィルタが形成される場合を例として説明するが、共振部がBAWフィルタで形成されていてもよい。

[0014] 支持基板10は、たとえば、タンタル酸リチウム ( $\text{LiTaO}_3$ )、ニオブ酸リチウム ( $\text{LiNbO}_3$ )、水晶等の圧電体、アルミナ ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、マグネシア、窒化ケイ素 ( $\text{SiN}$ )、窒化アルミニウム ( $\text{AlN}$ )、炭化ケイ素 ( $\text{SiC}$ )、ジルコニア ( $\text{ZrO}_2$ )、コーズライト、ムライト、ステアタイト、フォルステライト等の各種セラミック、ガラス等の誘電体またはシリコン ( $\text{Si}$ )、サファイア、窒化ガリウム ( $\text{GaN}$ ) 等の半導体及び樹脂基板等を用いることができる。

[0015] 共振部12、13の各々は、圧電薄膜20と、圧電薄膜20上に形成された櫛歯状電極 (IDT: Interdigital Transducer) 40からなる弾性波共振子とを含む。圧電薄膜20とIDT電極40とによって弾性表面波共振子 (SAWフィルタ) が形成される。

[0016] 圧電薄膜20は、たとえば、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、酸化亜鉛 ( $\text{ZnO}$ )、窒化アルミニウム、またはチタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) などの圧電単結晶材料、あるいはそれらの圧電積層材料によって形成される。また、IDT電極40は、アルミニウム ( $\text{Al}$ )、銅 ( $\text{Cu}$ )、銀 ( $\text{Ag}$ )、金 ( $\text{Au}$ )、チタン ( $\text{Ti}$ )、タングステン ( $\text{W}$ )、白金 ( $\text{Pt}$ )、クロム ( $\text{Cr}$ )、ニッケル ( $\text{Ni}$ )、モリブデン ( $\text{Mo}$ ) のうちの少なくとも一種からなる単体金属、またはこれらを主成分とする合金などの金属材料を用いて形成することができる。また、IDT電極40は、これらの金属もしくは合金からなる複数の金属膜を積層した構造を有していてもよい。

- [0017] 図1の平面図に示されるように、弾性波装置100を平面視した場合に、共振部12、13の圧電薄膜20の周囲は支持層30で囲まれている。図2の断面図に示されるように、共振部12の圧電薄膜20と共振部13の圧電薄膜20は、支持層30によって分割されている。言い換えると、各共振部12、13の圧電薄膜20は、共通の支持基板10上に互いに独立して配置されている。
- [0018] 支持層30は、圧電薄膜20よりも小さい線膨張係数を有する材料で形成されており、たとえば二酸化ケイ素(SiO<sub>2</sub>)あるいはポリイミド(Pi)などが用いられる。支持層30の表面には、必要に応じて、隣接する共振部12、13を電氣的に接続するための配線部50が形成される。なお、図には示されていないが、圧電薄膜20上のIDT電極40の両側(図1のY軸方向)に、反射器が配置されていてもよい。
- [0019] また、図2の断面図に示されるように、支持層30の支持基板10側の面(下面)の縁部には、共振部12、13から支持基板10に向かう方向に突出した凸部35が形成されている。この凸部35は、図8および図9で後述するように、弾性波装置100の製造プロセスにおいて支持基板10に形成される凹部に支持層30の材料が充填されて形成されたものである。このような凸部35を設けることによって、支持層30が支持基板10に固定されて熱負荷の変動による支持層30の収縮が抑制されるため、支持層30と圧電薄膜20との間の熱応力を低減することができる。また、支持層30としてポリイミドを用いる場合、当該凸部35によって、製造過程においてポリイミドが硬化する際に生じる収縮を抑制することができ、圧電薄膜20と支持層30との間にクラックが発生することを防止できる。
- [0020] 本実施の形態1においては、図2に示されるように、隣接する共振部12、13の圧電薄膜20が、圧電薄膜20より小さい線膨張係数を有する支持層30によって分割されている。そのため、2つの共振部12、13の圧電薄膜20に温度差が生じた場合であっても、周囲を囲む支持層30によって一方の圧電薄膜の変形が他方の圧電薄膜に影響することを抑制することがで

きる。これによって、TCF特性の悪化を抑制することができる。

[0021] [実施の形態2]

実施の形態1においては、支持基板10上に各共振部の圧電薄膜20が直接配置される構成であったが、圧電薄膜20が分割されていれば、圧電薄膜20と支持基板10との間に他の層が設けられていてもよい。

[0022] 図3は、実施の形態2に従う弾性波装置100Aの断面図である。弾性波装置100Aにおいては、圧電薄膜20および支持層30と支持基板10との間に中間層60が設けられている点が、実施の形態1の弾性波装置100と異なっている。なお、支持層30における凸部35は、中間層60内に位置している。

[0023] 中間層60は、圧電薄膜20に伝搬する弾性波の速度よりも高速の弾性バルク波を伝搬する高音速層62を少なくとも含む。高音速層62としては、たとえばDLC (Diamond-like Carbon) 膜、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素、シリコン、サファイア、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、水晶等の圧電体、アルミナ、ジルコニア、コージライト、ムライト、ステアタイト、フォルステライト等の各種セラミック、マグネシアダイヤモンド、または、上記各材料を主成分とする材料、上記各材料の混合物を主成分とする材料のいずれかを用いることができる。この高音速層62によって、IDT電極40から圧電薄膜20に励振された弾性波のエネルギーを圧電薄膜20内に効果的に閉じ込めることができる。

[0024] なお、中間層60は、高音速層62に加えて、高音速層62上に積層された、圧電薄膜20に伝搬する弾性波の速度よりも低速の弾性バルク波を伝搬する低音速層61をさらに備える構成であってもよい。低音速層61は、たとえば、酸化ケイ素、ガラス、酸窒化ケイ素、酸化タンタル、酸化ケイ素にフッ素または炭素またはホウ素を加えた化合物、または、上記各材料を主成分とする材料のいずれかを用いることができる。図3の中間層60においては、低音速層61と高音速層62とが交互に積層された積層体として形成された例が示されている。

- [0025] このような構成とすることによって、低音速層61と高音速層62との界面、あるいは圧電薄膜20と高音速層62との界面において弾性波が反射されるので、IDT電極40によって励振された弾性波のエネルギーを圧電薄膜20および低音速層61内に効果的に閉じ込めることが可能となる。
- [0026] 圧電薄膜20の厚みが厚いと、圧電薄膜20の材料（たとえば、タンタル酸リチウム）の影響の割合が大きくなることで、基板の厚さ方向に弾性波が漏洩しやすくない、また、圧電薄膜20の厚みが厚くなると、圧電薄膜20の線膨張係数の影響が大きくなる。そのため、圧電薄膜20の厚みが厚くなるとTCF特性が悪化し得る。さらに、伝熱性の高い支持基板10（たとえば、シリコン）の恩恵を受けにくくなるため、TCF特性が劣化し得る。
- [0027] 圧電薄膜20の厚みは、IDT電極40の電極周期から定まる弾性波の波長を $\lambda$ としたときには $3.5\lambda$ 以下であることが好ましく、このようにすることでQ値を高くすることができる。また、圧電薄膜20の厚みを $2.5\lambda$ 以下とすることによってTCF特性を良くすることができ、さらに $1.5\lambda$ 以下とすることで音速の調整が容易になる。
- [0028] 低音速層61の厚みについては、 $2.0\lambda$ 以下とすることによって膜応力を低減することができ、これにより基板の反りを低減することができる。その結果、弾性波装置の良品率が向上するとともに特性の安定化を実現できる。
- [0029] 高音速層62の厚みが薄く、支持基板10の音速が遅い場合には、弾性表面波が支持基板10に漏洩しやすくなる。そうすると、このバルク放射の影響によってデバイスの特性が劣化する場合が生じ得る。上述のように高音速層62によって弾性波のエネルギーを圧電薄膜20および低音速層61内に閉じ込める機能が発揮されるため、高音速層62の厚みはできるだけ厚くすることが好ましい。
- [0030] なお、図3の構成においては、中間層60に高音速層を設ける構成としたが、支持基板10自体を高音速層の材料で形成し、中間層60を低音速層の材料で形成してもよい。あるいは、高音速層の材料で形成された支持基板1

0と圧電薄膜20との間に高音速層と低音速層とを積層した中間層60を設ける構成としてもよい。

[0031] (変形例)

上記の実施の形態2においては、中間層60は、各層に伝搬する弾性バルク波の速度と圧電薄膜20に伝搬する弾性波の速度との相対的な速度差によって定まる高音速層と低音速層とによって構成される例について説明したが、弾性波のエネルギーを閉じ込める構成として他の構成を採用することも可能である。

[0032] 変形例においては、中間層60として、相対的に音響インピーダンスの異なる層を交互に積層した構成とすることもできる。すなわち、図3における低音速層61の部分が相対的に音響インピーダンスが低い低インピーダンス層（第1層）とされ、高音速層62の部分が相対的に音響インピーダンスが高い高インピーダンス層（第2層）とされる。このような構成とすることで、低インピーダンス層と高インピーダンス層との界面で弾性波が反射されるので、IDT電極40によって励振された弾性波のエネルギーを圧電薄膜20内に効果的に閉じ込めることが可能となる。

[0033] [実施の形態3]

実施の形態2においては、共通の中間層60上に2つの共振部12, 13が配置される構成について説明したが、中間層60は、必ずしも複数の共振部に対して共通に設けられる構成でなくてもよい。

[0034] 実施の形態3においては、圧電薄膜と同様に、中間層についても支持層によって分割される構成について説明する。

[0035] 図4は、実施の形態3に従う弾性波装置100Bの断面図である。図4を参照して、弾性波装置100Bにおいては、各共振部において圧電薄膜20の周囲に配置された支持層30Bが支持基板10まで延在し、支持層30Bによって中間層60が分割された状態となっている。すなわち、中間層60における、第1共振部12Bの圧電薄膜20と支持基板10との間の部分と、第2共振部13Bの圧電薄膜20と支持基板10との間の部分とは、第1

共振部 1 2 B と第 2 共振部 1 3 B との間にある支持層 3 0 B によって分割されている。このとき、支持層 3 0 B の下面の縁部に設けられた凸部 3 5 は、支持基板 1 0 内に位置している。なお、中間層 6 0 の構成については、実施の形態 2 と同様であり、高音速層と低音速層との組み合わせであってもよいし、あるいは、高インピーダンス層と低インピーダンス層との組み合わせであってもよい。

[0036] このように、中間層 6 0 が各共振部ごとに分割された構成においても、中間層 6 0 によって、I D T 電極 4 0 によって励振された弾性波のエネルギーを圧電薄膜 2 0 内に効果的に閉じ込めることができる。

[0037] なお、中間層 6 0 を分割する支持層 3 0 B の下面の位置については、必ずしも図 4 のように支持基板 1 0 と中間層 6 0 との境界と一致していなくてもよい。たとえば、図 5 の弾性波装置 1 0 0 C のように、支持層 3 0 C の下面が支持基板 1 0 と中間層 6 0 との境界よりも中間層 6 0 側に位置するようにしてもよい。この場合、凸部 3 5 が支持基板 1 0 内としないようにすることで、支持基板 1 0 へのダメージを低減することができる。

[0038] あるいは、図 6 の弾性波装置 1 0 0 D のように、支持層 3 0 D の下面が支持基板 1 0 と中間層 6 0 との境界よりも支持基板 1 0 側の方向（第 1 方向）に位置するようにしてもよい。特に、図 7 の弾性波装置 1 0 0 E のように、支持基板 1 0 としてシリコンを採用し、低音速層 6 1 として二酸化ケイ素を採用するような場合には、支持基板 1 0 と高音速層 6 2 との界面に電荷が生じる層（電荷発生層 1 5）が形成されることが知られている。この場合に、支持層 3 0 E としてポリイミドを採用し、その下面が支持基板 1 0 と中間層 6 0 との境界よりも支持基板 1 0 側となるように配置することで、電荷発生層 1 5 に蓄積された電荷が隣接する共振部に移動することを効果的に抑制することができる。

[0039] （弾性波装置の製造プロセス）

次に、図 8 および図 9 を用いて、図 4 で示した弾性波装置 1 0 0 B の製造プロセスについて説明する。図 8 は、支持層 3 0 B を形成する前に I D T 電

極40を形成する製造プロセスの例であり、図9は、支持層30Bを形成後にIDT電極40を形成する製造プロセスの例である。

[0040] (第1プロセス例)

図8(a)を参照して、まず支持基板10、中間層60、および圧電薄膜20を準備し、中間層60を介して支持基板10と圧電薄膜20とを貼りあわせて、弾性波装置の基本構造となる基板を形成する。このとき、中間層60として高音速層と低音速層との積層体がいられる場合には、図8(a)のプロセスに先立って、高音速層と低音速層とから中間層60を形成するプロセスが追加される。

[0041] 次に、図8(a)で形成された基板における圧電薄膜20の表面に、IDT電極40を形成する(図8(b))。なお、IDT電極40以外の他の機能素子(たとえばキャパシタ、反射器など)が圧電薄膜20上に設けられる場合には、この図8(b)の工程において形成される。

[0042] 圧電薄膜20上にIDT電極40などの機能素子が形成されると、基板表面において圧電薄膜20および中間層60を残す部分にマスクを施した上でドライエッチングを行ない、図8(c)のように、支持層30Bを形成する部分の圧電薄膜20および中間層60を除去する。これによって形成された開口部70と中間層60との境界部分については、凹部75を形成する部分以外をレジストで覆った状態でドライエッチングすることで支持基板10に凹部75が形成される。なお、図8(c)におけるエッチングの実行度合いによって、図3~図7のように、支持層の下面の位置が調整される。

[0043] その後、図8(d)のように、エッチングにより形成された開口部70に、たとえばポリイミドを充填することによって支持層30Bを形成する。なお、支持層30Bとして二酸化ケイ素( $\text{SiO}_2$ )がいられる場合には、支持層30Bは成膜処理によって形成される。このとき、図8(c)で形成された凹部75に支持層30Bの材料が充填されて、支持層30Bの凸部35が形成される(図8(d))。

[0044] その後、基板表面のマスクが除去され、支持層30B上に配線部50を形

成することによって弾性波装置100Bが形成される(図8(e))。

[0045] (第2プロセス例)

図9の製造プロセスの例では、図9(a)において支持基板10、中間層60および圧電薄膜20を貼りあわせて基板が形成されると、IDT電極40などの機能素子を形成する部分にマスクを施してドライエッチングを行ない、支持層30Bが形成される部分の圧電薄膜20および中間層60を除去する(図9(b))。このとき、図8で説明したように、ドライエッチングの度合いによって、支持層の下面の位置が調整される。

[0046] その後、圧電薄膜20および中間層60を除去されることによって形成された開口部70に、支持層の材料を充填して支持層30Bを形成するとともに(図9(c))、圧電薄膜20上にIDT電極40などの機能素子が形成される(図9(d))。

[0047] そして、支持層30B上に配線部50を形成することによって弾性波装置100Bが形成される(図9(e))。

[0048] [実施の形態4]

図10は、実施の形態4に従う、WLP(Wafer Level Package)構造に形成された弾性波装置100Fの断面図である。図10においては、支持基板10上に3つの共振部が形成されており、各共振部の圧電薄膜20および中間層60が、支持層30Fによって分割されている。

[0049] 弾性波装置100Fにおける支持層30Fは、支持基板10側とは反対の表面の高さが圧電薄膜20よりも高くなっており、さらに圧電薄膜20の表面にその一部が重なった構造となっている。支持層30Fとしてポリイミドなどの樹脂が使用される場合には、樹脂が冷却されて硬化する際に圧電薄膜20との線膨張係数の違いにより熱収縮が生じ、支持層30Fと中間層60および圧電薄膜20との間に空隙が生じる場合がある。しかしながら、支持層30Fの一部が圧電薄膜20の表面に重なった構造とすることで、当該空隙が生じることを防止できる。その結果、支持層30Fの上面に形成される配線部50Fの断線を防止することができる。

- [0050] 弾性波装置100Fにおいては、WLP構造とするために、最外周の支持層30Fの部分には、上部のカバー部90を支えるための支持部材80が形成されている。支持部材80には、ポリイミドなどの樹脂が用いられており、内部に設けられる複数の共振部の全体を囲むように配置されている。カバー部90は、たとえばエポキシなどの樹脂、あるいは絶縁性セラミックなどの材料により形成されており、支持部材80とカバー部90とによって、ITD電極40を含む共振部が振動できる内部空間が形成される。
- [0051] また、共振部を分割する支持層30Fには、カバー部90を支持するための支持部材82が設けられる。この支持部材82により、カバー部90の変形によって内部空間がつぶれてしまうことが抑制される。
- [0052] 支持部材80およびカバー部90には、最外周の支持層30Fの上面に形成された配線部50Fまで至る貫通孔が形成されており、この貫通孔内にアンダーバンプメタル95が充填されている。アンダーバンプメタル95として、たとえば、Au, Ag, Cu, Niなどの導電体が用いられる。アンダーバンプメタル95には、はんだバンプ96が接続されており、アンダーバンプメタル95およびはんだバンプ96を介して、共振部と外部機器とが電気的に接続される。
- [0053] このような弾性波装置100Fは、外部基板等を実装された後に装置全体が樹脂等によりモールドされる場合がある。そのような場合には、カバー部90に対して外部から圧力がかかるため、カバー部90が変形しやすくなる。上述のように、共振部を分割する支持層30Fに支持部材82を設けることにより、カバー部90の変形を抑制しているが、当該支持部材82が設けられる支持層30Fの厚み(図10中のHB)を最外周の支持層30Fの厚み(図10中のHA)よりも厚くし( $HA < HB$ )、弾性波装置100Fの中央部付近のカバー部90の高さを外周部分のカバー部90の高さよりも高くする(すなわち、カバー部90を凸形状とする)ことで、外部からの圧力に対する耐久力をさらに高めることができる。
- [0054] なお、支持部材82が設けられる支持層30Fの厚みを最外周の支持層3

OFの厚みよりも厚くすることは必須ではなく、たとえば外部からの圧力がそれほど大きくない場合には、互いの厚みを同じ厚みとしてもよいし、逆に最外周の支持層3OFの厚みのほうを厚くしてもよい。

[0055] また、上述の弾性波装置10OFにおいては、配線部5OFの断線を防止するために支持層3OFの一部が圧電薄膜20の表面に重なる形状としているが、配線部の形状を工夫することで、さらに配線部に加わる応力を低減することができる。

[0056] 図11に示される弾性波装置10OGにおいて、配線部5OGには、支持層3OGと圧電薄膜20との境界部に位置する部分に突出部55が形成されている。配線部5OGにこのような突出部55を設けることにより、支持層3OGと圧電薄膜20との間の線膨張係数の違いによって生じる応力を受ける面積が大きくなるため、配線部5OGが断線することをより効果的に抑制することができる。突出部55の形状は、矩形よりも図11のように湾曲した形状とすることがより好ましい。湾曲した形状とすることで、支持層3OGと圧電薄膜20との境界部と、突出部55が重なる部分とにかかる応力を緩和することができる。

[0057] なお、図11に示した配線部5OGの形状については、実施の形態1～3においても適用可能である。

[0058] [実施の形態5]

弾性波を反射させるための中間層として、音響インピーダンスが相対的に高い高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インピーダンス層とを交互に積層して構成する場合、高インピーダンス層を形成する材料として、タングステン(W)、タンタル(Ta)、ニオブ(Nb)、あるいは白金(Pt)が用いられる場合がある。タングステン、タンタル、ニオブおよび白金は、水分あるいは外気によってマイグレーションが生じ得る材料である。マイグレーションが発生すると、高インピーダンス層の一部に欠損が生じて弾性波が適切に反射できなくなってしまう、弾性波装置の特性が変化する可能性がある。

[0059] そのため、実施の形態5においては、弾性波装置に保護層を配置することによって、中間層における高インピーダンス層のマイグレーションを抑制する構成について説明する。

[0060] 図12は、実施の形態5に従う弾性波装置100Hの断面図である。図12(a)～(d)は、保護層の配置のバリエーションを示している。保護層として、たとえば、酸化ケイ素あるいは窒化ケイ素などの材料が用いられる。

[0061] (第1例)

図12(a)の弾性波装置100H1においては、保護層76は、支持基板10、中間層60および圧電薄膜20の積層体の側面、ならびにIDT電極40が形成された圧電薄膜20の表面を覆うように形成されている。このような構成は、図8で説明した製造プロセスにおいて、支持層30Bを形成する工程の前(図8(c)と図8(d)の間)に保護層76を積層することによって実現される。

[0062] 弾性波装置100H1のような構成とすることにより、支持層30および中間層60が保護層76によって離隔されるとともに、また、圧電薄膜20の表面が外気から遮断される。したがって、保護層76によって、支持層30あるいは圧電薄膜20を透過した水分等が高インピーダンス層62まで到達することを防止できる。これによって、高インピーダンス層62を形成する材料にマイグレーションが生じることを抑制することができる。

[0063] (第2例)

図12(b)の弾性波装置100H2においては、支持層30および圧電薄膜20の表面を覆うように保護層76が形成されている。そして、保護層76の上面(保護層76における圧電薄膜20側と反対の面)に配線部50が形成される。配線部50は、保護層76に形成された開口部によって、圧電薄膜20に配置されているIDT電極40に接続されている。

[0064] このような構成は、図8(d)または図9(d)の工程の後に保護層76を積層することによって実現される。

[0065] 弾性波装置100H2のような構成とすることにより、支持層30および圧電薄膜20が外気に露出することが防止され、支持層30および圧電薄膜20に水分が透過することを防止できる。したがって、高インピーダンス層62を形成する材料にマイグレーションが生じることを抑制することができる。

[0066] (第3例)

図12(c)の弾性波装置100H3においては、支持層30および圧電薄膜20の表面に加えて、配線部50についても保護層76によって覆われている。このような構成は、図8(e)または図9(e)の工程の後に保護層76を積層することによって実現される。

[0067] 弾性波装置100H3のような構成とすることにより、配線部50も保護層76によって覆われるので、弾性波装置100H1, 100H2のように、配線部50を通過させるために保護層76に開口部を形成する必要がない。そのため、当該開口部を通して高インピーダンス層62に水分が到達することをさらに抑制することができる。これによって、高インピーダンス層62を形成する材料にマイグレーションが生じることを抑制することができる。

[0068] (第4例)

図12(d)においては、中間層60における高インピーダンス層62(第2層)と支持層30との境界部分にのみ保護層77が形成されている。保護層77は、上記の第1例~第3例のように、酸化ケイ素あるいは窒化ケイ素などの材料を、高インピーダンス層62の端部に成膜することにより形成してもよい。あるいは、高インピーダンス層62を形成する材料としてタングステンが用いられる場合には、タングステンの端部を酸化あるいは窒化させることにより形成してもよい。

[0069] このように高インピーダンス層62と支持層30との境界部分に保護層77を形成することによって、高インピーダンス層62を形成する材料にマイグレーションが生じることを抑制することができる。

[0070] [実施の形態6]

上述の各実施の形態においては、隣接した一对の共振部が配線部により接続された弾性波装置の構成について説明した。

[0071] 実施の形態6においては、二対の共振部が交差するように配置された弾性波装置の構成における配線部の配置について説明する。

[0072] 図13は、実施の形態6に従う弾性波装置100J1を示す図である。図13においては、上段（図13（a））には弾性波装置100J1の平面図が示されており、下段（図13（b））には、平面図におけるX111-X111面における断面図が示されている。

[0073] 図13を参照して、弾性波装置100J1は、圧電薄膜20上に配置された4つのIDT電極41～44を含み、各IDT電極について共振部が形成されている。各共振部においては、図3等と同様に、支持基板10上に中間層60を介して圧電薄膜20が配置されており、当該圧電薄膜20上にIDT電極が形成されている。

[0074] 弾性波装置100J1においては、4つの共振部が、共通の支持層30Gを介して互いに隣接している。より具体的には、IDT電極41とIDT電極42とが、支持層30Gを介してX軸方向に隣接しており、IDT電極43とIDT電極44とが、支持層30Gを介してY軸方向に隣接している。

[0075] このような共振部の配置において、IDT電極41とIDT電極42とが接続され、IDT電極43とIDT電極44とが接続される構成とする場合、各IDT電極を接続するための配線部が互いに交差することになる。この場合、2つの配線部を同一平面に配置すると、配線部同士が短絡してしまうため、一方の配線部を大きく迂回することが必要となる。そうすると、弾性波装置全体の面積が大きくなり、弾性波装置により形成される機器の小型化を阻害する要因になり得る。

[0076] そこで、弾性波装置100J1においては、2つの配線部が交差する場合に、当該交差領域において2つの配線部を異なる層に形成して立体的に配置する構成とし、弾性波装置のサイズの増加を抑制しつつ、配線部同士の絶縁を確保する。

[0077] 具体的には、弾性波装置100J1においては、図13(b)に示されるように、支持層30Gの内部に金属層85を形成し、支持層30Gの表面に形成された配線部51、52と金属層85とによって、IDT電極41とIDT電極42とが接続されている。一方で、IDT電極43およびIDT電極44については、支持層30Gの表面における配線部51と配線部52との間の領域に形成された配線部53によって接続される。すなわち、IDT電極41とIDT電極42とを接続する経路と、IDT電極43とIDT電極44とを接続する経路とが、弾性波装置100J1を平面視したときに交差する領域において、支持層30Gを形成する絶縁材料で絶縁されている。

[0078] このような構成とすることによって、弾性波装置の大型化を抑制しつつ、配線部同士の絶縁を確保することができる。

[0079] なお、図13においては、IDT電極間を接続する2つの配線が交差する場合を例として説明したが、上記の構成はIDT電極間を接続する配線には限られず、弾性波装置内で2つの配線が交差する他の部分にも適用可能である。たとえば、IDT電極から回路終端の端子に延伸する配線が他の配線と交差する場合であってもよいし、1つのIDT電極から延伸する2つの配線が交差する場合であってもよい。

[0080] (変形例)

図14は、実施の形態6の変形例に従う弾性波装置100J2の断面図である。上述の弾性波装置100J1においては、金属層85が支持層30Gの内部に形成される構成であったが、変形例の弾性波装置100J2においては、共振部と同様に中間層60上に形成された圧電薄膜20上に金属層85が形成された構成となっている。

[0081] 金属層85が形成される中間層60の周囲には、支持層30Hが配置されており、各IDT電極は支持層30Hを介して隣接している。IDT電極41とIDT電極42とは、弾性波装置100J1と同様に、支持層30Hの表面に形成された配線部51、52と金属層85とによって接続されている。また、金属層85の上方には支持層30Jが配置されており、当該支持層

30Jの表面に、IDT電極43とIDT電極44とを接続するための配線部53が形成されている。

[0082] このような構成とすることによって、弾性波装置100J1と同様に、配線部の交差領域を立体的に配置することができるので、弾性波装置の大型化を抑制しつつ、配線部同士の絶縁を確保することができる。

[0083] さらに、弾性波装置100J2のような構成においては、金属層85をIDT電極と同じ材料で形成することによって、共振部の製造工程において、金属層85を含む交差領域を同時に形成することができる。これによって、交差領域の形成のための追加的な工程を削減することができる。

[0084] [実施の形態7]

中間層の高インピーダンス層として、金属膜が用いられる場合がある。このとき、当該金属膜が配線部と対向して配置されると、配線部と金属膜との間にキャパシタが形成されることになる。高インピーダンス層と低インピーダンス層が交互に配置されたSMR (Solidly Mounted Resonator) 型の共振子の場合、中間層において弾性波を反射させるために、IDT電極に対向した位置には金属膜が形成される。そのため、配線部に対向して配置される金属層とIDT電極に対向して配置される金属層とが電氣的に接続されると、SAW共振子に並列にキャパシタが接続された状態となり得る。

[0085] 弾性波装置が、直列腕回路および並列腕回路を有するラダー型フィルタである場合、キャパシタが並列接続される共振子によっては、フィルタ特性に影響を与える場合がある。

[0086] 実施の形態7においては、ラダー型フィルタとして形成される弾性波装置において、高インピーダンス層に金属膜が用いられる場合に、フィルタ特性への影響を低減する構成について説明する。

[0087] 図15は、実施の形態7に従うラダー型フィルタ200（以下、単に「フィルタ200」とも称する。）の一例を示す回路図である。また、図16は、図15の弾性波装置（フィルタ）の平面模式図である。

[0088] 図15および図16を参照して、フィルタ200は、入力端子INと出力

端子OUTとの間に接続された直列腕回路201と、直列腕回路201と接地電位との間に接続された並列腕回路202とを含む。

[0089] 直列腕回路201は、入力端子INと出力端子OUTとの間に直列接続された直列腕共振子S1～S3を含む。並列腕回路202は、並列腕共振子P1, P2を含む。並列腕共振子P1は、直列腕共振子S1と直列腕共振子S2との間の接続ノードと、接地電位との間に接続される。並列腕共振子P2は、直列腕共振子S2と直列腕共振子S3との間の接続ノードと、接地電位との間に接続される。なお、フィルタ200における直列腕回路201および並列腕回路202の構成は図15に示した構成に限られず、他の構成であってもよい。なお、フィルタ200においては、直列腕共振子および並列腕共振子が、上述の実施の形態における共振部に対応する。

[0090] このようなラダー型フィルタ200においては、直列腕共振子の共振周波数 $F_{rs}$ および並列腕共振子の反共振周波数 $F_{ap}$ を、目標とする通過帯域の中心周波数付近に設定することで、並列腕共振子の共振周波数 $F_{rp}$ から直列腕共振子の反共振周波数 $F_{ap}$ の間の周波数帯域を通過帯域とするバンドパスフィルタが形成される。

[0091] このとき、各共振子における共振周波数 $F_r$ と反共振周波数 $F_a$ との差（すなわち、比帯域 $= (F_a - F_r) / F_r$ ）を大きくすることで、通過帯域を拡大することができる。一方で、通過帯域の高域側においては、S/N比を大きくするために通過帯域と減衰域との間の減衰特性の急峻性が求められる場合がある。この急峻性の改善には、一般的には、比帯域を小さくすることが有効であることが知られている。

[0092] 上述のように、通過帯域の高域側の減衰極は直列腕共振子によって定められる。そのため、通過帯域の広帯域化と高域側の減衰特性の急峻性を実現するためには、直列腕共振子については比帯域を小さくし、並列腕共振子については比帯域を大きくすることが有効となる。

[0093] 各共振子（共振部）において、中間層60の高インピーダンス層62に金属膜65が設けられると、共振子に並列にキャパシタが接続された状態とな

る（たとえば、図15のC1，C2）。共振子にキャパシタが並列接続されると、反共振周波数が低周波側に移動するため、一般的には比帯域は小さくなる。そのため、比帯域を大きくすることが望まれる並列腕共振子については、金属膜の影響を低減することが好ましい。

[0094] 図17は、実施の形態7に従う弾性波装置100Kにおける、図16の直列腕共振子S2および並列腕共振子P1を含む領域RG1の部分の断面図である。図17を参照して、弾性波装置100Kは、図3で示したような、中間層60上に圧電薄膜20と支持層30が形成された構成において、中間層60における最上層の高インピーダンス層62に金属膜65が含まれている。なお、中間層60において金属膜65が含まれる位置は最上層の高インピーダンス層62には限定されない。金属膜65は、中間層60を構成する層のうちのいずれかの層、もしくは、隣接した2つの層の界面に配置されていてもよい。

[0095] 図17において、左側の共振部が直列腕共振子S2に対応し、右側の共振部が並列腕共振子P1に対応している。そして、直列腕共振子S2においては、中間層60Aにおいて、圧電薄膜20および支持層30にわたって金属膜65が形成されている。一方、並列腕共振子P1においては、IDT電極40に対向する部分には金属膜65が形成されているが、配線部50に対向する部分には金属膜65は形成されていない。すなわち、弾性波装置100Kを平面視した場合に、並列腕共振子P1においては、配線部50と金属膜65とは重なっていない。図17の例のように、並列腕共振子P1の配線部50と支持基板10との間に中間層60Aを設けずに、配線部50から支持基板10まで支持層30が延在する態様であってもよい。

[0096] なお、並列腕共振子P1の比帯域をさらに大きくしたい場合には、直列腕共振子S2における並列腕共振子P1側の配線部50の下方に金属膜65を含まない方が望ましい。また、並列腕共振子P1において、配線部50に対向するすべての部分に金属膜65が形成されない場合には限られず、配線部50に対向する一部の部分に金属膜65が形成されていてもよい。

[0097] 直列腕共振子S2における支持層30の部分（領域RG2）においては、配線部50と金属膜65とが絶縁材料の支持層30を介して対向しており、この部分でキャパシタが形成される。そうすると、直列腕共振子S2の入力側のIDT電極から金属膜65を通して出力側のIDT電極に至る経路（図17中の矢印AR1）が形成され、直列腕共振子S2のIDT電極40にキャパシタが並列接続された構成となる。

[0098] 一方、並列腕共振子P1においては、配線部50と対向する部分（領域RG3）には配線部50とが形成されていないので、直列腕共振子S2のような配線部50と配線部50との間の結合が生じない。したがって、並列腕共振子P1のIDT電極40に並列接続されるキャパシタが形成されない。

[0099] このように、中間層の高インピーダンス層として金属膜が用いられるラダー型フィルタの弾性波装置において、弾性波装置を平面視したときに、並列腕共振子に接続される配線部と金属膜とが重ならない構成とすることで、フィルタ特性への影響を低減することができる。

[0100] [実施の形態8]

実施の形態7で述べたように、ラダー型フィルタにおいては、直列腕共振子にキャパシタを並列接続することによって直列腕共振子の比帯域を小さくすることで、バンドパスフィルタの帯域幅の高域側における減衰特性の急峻性を高めることができる。

[0101] 実施の形態8においては、ラダー型フィルタにおいて、減衰特性の急峻性を高めるために、直列腕共振子に並列接続されるキャパシタ（橋絡容量）を配置する構成について説明する。

[0102] 図18は、実施の形態8に従うラダー型フィルタ200Aの一例を示す回路図である。フィルタ200Aは、実施の形態7のフィルタ200の構成に加えて、橋絡容量部C10が直列腕共振子S1に並列接続された構成となっている。フィルタ200Aの橋絡容量部C10は、直列腕回路201および並列腕回路202に含まれる各共振子（共振部）と同様の構成を有している。具体的には、図19の断面図に示されるように、橋絡容量部C10は、中

間層60Aに積層された圧電薄膜20上にIDT電極40Aが形成された構成を有している。

[0103] ただし、図18における領域RG4の平面模式図(図20)に示されるように、橋絡容量部C10のIDT電極40Aの電極指は、弾性表面波の伝搬方向に平行となるように配置されている。そのため、IDT電極40Aは弾性表面波によって励振せず、キャパシタとして機能する。

[0104] フィルタ200Aにおいては、橋絡容量部C10の中間層60Aにおける最上層の高インピーダンス層62に、圧電薄膜20および支持層30に対向して金属膜65が配置されている。これにより、図20の破線で示されるように、橋絡容量部C10を形成するIDT電極40AにキャパシタC0が並列接続された構成となる。

[0105] キャパシタが並列接続されると容量が増加するため、中間層60Aの金属膜65によるキャパシタC0を利用することによって、橋絡容量部C10の容量を低減することができる。橋絡容量部C10の容量はIDT電極40Aのサイズによって定まるため、結果として橋絡容量部C10の小型化が可能となる。

[0106] なお、図18においては、直列腕共振子S1に対して橋絡容量部を配置する構成の例について説明したが、これに代えてあるいは加えて、直列腕共振子S2および/または直列腕共振子S3に橋絡容量部を設けてもよい。

[0107] [実施の形態9]

実施の形態7および実施の形態8で説明したように、ラダー型フィルタにおいて中間層の高インピーダンス層に金属膜を設ける構成では、配線部と金属膜とを対向させることによって、共振子に並列接続されるキャパシタを形成することができる。

[0108] 上述のように、直列腕共振子に並列接続されるキャパシタを設けることによって、当該直列腕共振子の比帯域を調整することができる。そこで、実施の形態9においては、配線部と金属膜とが重なる面積を直列腕共振子ごとに調整することで、各直列腕共振子について、並列接続されるキャパシタの容

量を調整可能な構成について説明する。

- [0109] 図21は、実施の形態9に従うラダー型フィルタ200Bの平面模式図である。フィルタ200Bは、基本的には実施の形態7の図15で示される回路図と同様の回路を有しており、直列腕共振子S1～S3と並列腕共振子P1、P2とによって構成されている。
- [0110] 図22は、フィルタ200Bにおける直列腕共振子S1および直列腕共振子S2の部分に対応する弾性波装置100Lの平面図である。
- [0111] フィルタ200Bにおいては、各直列腕共振子の入力側および出力側の配線部に対向するように、中間層の高インピーダンス層に金属膜65が配置されている(図22)。これにより、直列腕共振子S1においては、入力側の配線部56と出力側の配線部57との間でキャパシタC11が形成される。直列腕共振子S2においては、入力側の配線部57と出力側の配線部58との間でキャパシタC12が形成される。直列腕共振子S3においては、入力側の配線部58と出力側の配線部59との間でキャパシタC13が形成される。
- [0112] 各配線部と金属膜65とによって形成されるキャパシタの容量は、当該キャパシタを形成する入力側および出力側の配線部と金属膜65とが重なる面積を変更することによって調整することができる。言い換えれば、図22に示されているように、各配線部の線幅を調整することによってキャパシタの容量を変更することができる。あるいは、配線部の線幅を固定しておいて、各配線部に対向する金属膜65の幅を個別に変更するようにしてもよい。なお、入力側の配線部とは、各共振子においてIDT電極の入力側のバスバに接続される配線部を示し、出力側の配線部とは、各共振子においてIDT電極の出力側のバスバに接続される配線部を示す。
- [0113] このように、各直列腕共振子に並列接続されるキャパシタの容量を、配線部と金属膜との重なり度合いを変更することによって調整することにより、直列腕共振子ごとに比帯域を調整することができるので、ラダー型フィルタの設計自由度を広げることができる。

[0114] 今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本開示の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

### 符号の説明

[0115] 10 支持基板、12, 12B, 13, 13B 共振部、15 電荷発生層、20 圧電薄膜、30, 30B~30H, 30J 支持層、35 凸部、40~44, 40A IDT電極、50, 50F, 50G, 51~53, 56~59 配線部、55 突出部、60, 60A 中間層、61 低音速層、62 高音速層、65 金属膜、70 開口部、75 凹部、80, 82 支持部材、85 金属層、90 カバー部、95 アンダーバンプメタル、96 はんだバンプ、100, 100A~100L 弾性波装置、200, 200A, 200B フィルタ、201 直列腕回路、202 並列腕回路、C0, C11~C13 キャパシタ、C10 橋絡容量部、IN, OUT 端子、P1, P2 並列腕共振子、S1~S3 直列腕共振子。

## 請求の範囲

- [請求項1] 弾性波装置であって、  
支持基板と、  
前記支持基板上に互いに隣接して形成された第1共振部および第2共振部とを備え、  
前記第1共振部および前記第2共振部の各々は、  
圧電薄膜と、  
前記圧電薄膜上に配置されたIDT (Interdigital Transducer) 電極と、  
前記弾性波装置を平面視した場合に前記圧電薄膜の周囲を囲むように配置され、前記圧電薄膜とは異なる線膨張係数を有する支持層とを含み、  
前記第1共振部の圧電薄膜と、前記第2共振部の圧電薄膜とは、前記第1共振部と前記第2共振部との間にある支持層によって分割されている、弾性波装置。
- [請求項2] 前記第1共振部および前記第2共振部と、前記支持基板との間に配置された中間層をさらに備える、請求項1に記載の弾性波装置。
- [請求項3] 前記中間層における、前記第1共振部の圧電薄膜と前記支持基板との間の部分と、前記第2共振部の圧電薄膜と前記支持基板との間の部分とは、前記第1共振部と前記第2共振部との間にある支持層によって分割されている、請求項2に記載の弾性波装置。
- [請求項4] 前記中間層は、前記圧電薄膜に伝搬する弾性波の速度よりも速い速度の弾性バルク波を伝搬する高音速層を含む、請求項2または3に記載の弾性波装置。
- [請求項5] 前記中間層は、第1音響インピーダンスを有する第1層と、前記第1音響インピーダンスよりも高い第2音響インピーダンスを有する第2層とが交互に積層された積層体として形成される、請求項2または3に記載の弾性波装置。

- [請求項6] 前記支持層における前記支持基板側の面の縁部に、前記第1共振部および前記第2共振部から前記支持基板に向かう第1方向に突出した凸部が形成されている、請求項1～5のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項7] 前記凸部は、前記支持基板内に位置している、請求項6に記載の弾性波装置。
- [請求項8] 前記支持層における前記支持基板側の面の縁部に、前記第1共振部および前記第2共振部から前記支持基板に向かう第1方向に突出した凸部が形成されており、  
前記凸部は、前記中間層内に位置している、請求項2～5のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項9] 前記支持基板は、シリコン（Si）基板であり、  
前記支持層は、ポリイミドで形成されており、  
前記中間層における前記支持基板と接する層は二酸化ケイ素（SiO<sub>2</sub>）で形成されており、  
前記支持基板における前記中間層との界面には電荷発生層が形成され、  
前記支持層の下面は、前記支持基板と前記中間層との境界よりも、前記第1共振部および前記第2共振部から前記支持基板に向かう第1方向側に位置している、請求項2～5のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項10] 前記支持層の一部は、前記第1共振部および前記第2共振部の圧電薄膜の表面上に位置している、請求項1～9のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項11] 前記弾性波装置の外周以外に位置する支持層の厚みは、前記弾性波装置の外周に位置する支持層の厚みよりも厚い、請求項1～10のいずれか1項に記載の弾性波装置。
- [請求項12] 前記中間層における前記第2層と前記支持層との境界部分に形成さ

れた保護層をさらに備える、請求項5に記載の弾性波装置。

[請求項13] 前記保護層は、前記第2層を酸化または窒化することにより形成される、請求項12に記載の弾性波装置。

[請求項14] 前記中間層と前記支持層との間に形成された保護層をさらに備える、請求項2～5のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項15] 前記圧電薄膜および前記支持層を覆うように形成された保護層をさらに備える、請求項2～5のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項16] 前記弾性波装置は、前記第1共振部を含む直列腕回路および前記第2共振部を含む並列腕回路により構成されたラダー型フィルタであり、

前記中間層の少なくとも一部には、金属膜が形成されており、

前記弾性波装置は、前記支持層上に形成され、前記第2共振部に接続される配線部をさらに備え、

前記弾性波装置を平面視した場合に、前記配線部の少なくとも一部と前記金属膜とは重なっていない、請求項2～5のいずれか1項に記載の弾性波装置。

[請求項17] 前記弾性波装置は、前記第1共振部を含む直列腕回路および前記第2共振部を含む並列腕回路により構成されたラダー型フィルタであり、

前記弾性波装置は、前記第1共振部に並列に接続される橋絡容量部をさらに備え、

前記橋絡容量部は、圧電薄膜および前記圧電薄膜上に配置されたIDT電極により形成されており、

前記中間層は、前記橋絡容量部と前記支持基板との間にも配置されており、

前記中間層の少なくとも一部には、金属膜が形成されており、

前記弾性波装置を平面視した場合に、前記橋絡容量部と前記金属膜とが重なっている、請求項2～5のいずれか1項に記載の弾性波装置

○  
[請求項18]

前記弾性波装置は、直列腕回路および並列腕回路により構成されたラダー型フィルタであり、

前記直列腕回路は、前記第1共振部および前記第2共振部を含み、前記中間層の少なくとも一部には、金属膜が形成されており、

前記弾性波装置は、前記支持層上に形成された第1～第4配線部をさらに備え、

前記第1配線部は、前記第1共振部のIDT電極の入力側のバスバに接続され、

前記第2配線部は、前記第1共振部のIDT電極の出力側のバスバに接続され、

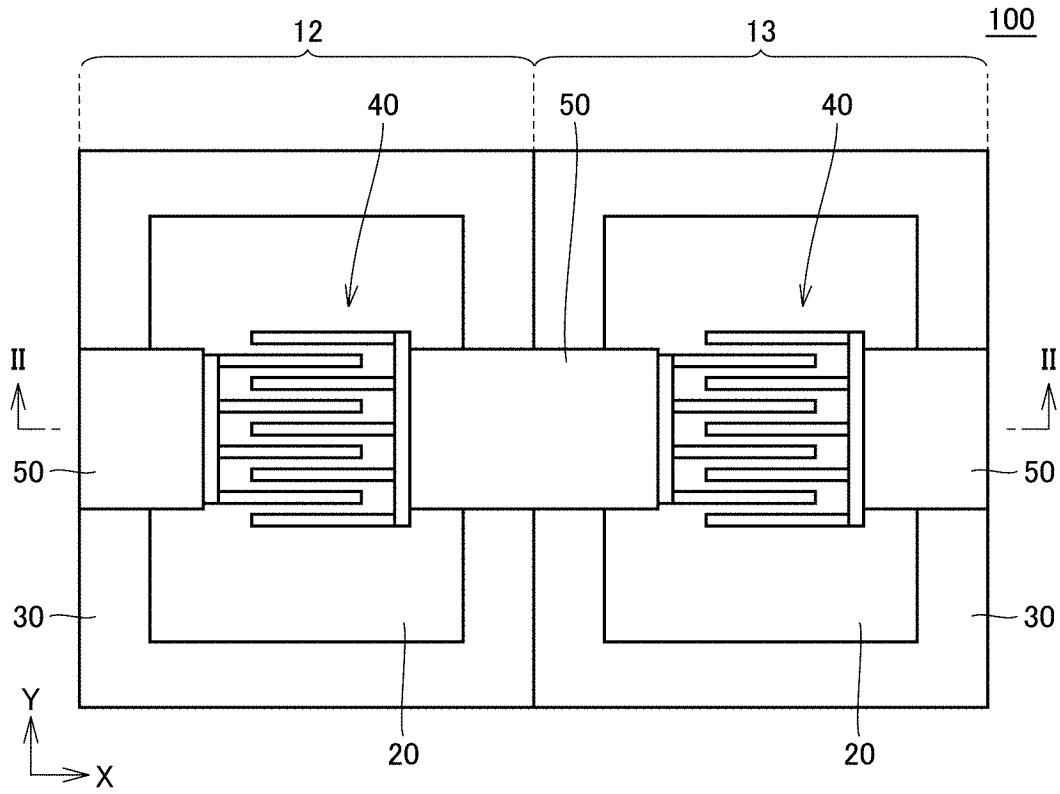
前記第3配線部は、前記第2共振部のIDT電極の入力側のバスバに接続され、

前記第4配線部は、前記第2共振部のIDT電極の出力側のバスバに接続され、

前記弾性波装置を平面視した場合に、前記第1配線部および前記第2配線部と前記金属膜が重なる面積は、前記第3配線部および前記第4配線部と前記金属膜が重なる面積と異なる、請求項2～5のいずれか1項に記載の弾性波装置。

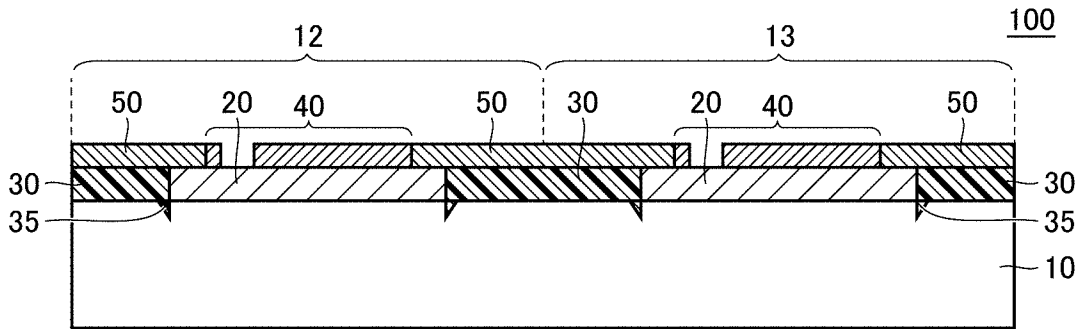
[図1]

FIG.1



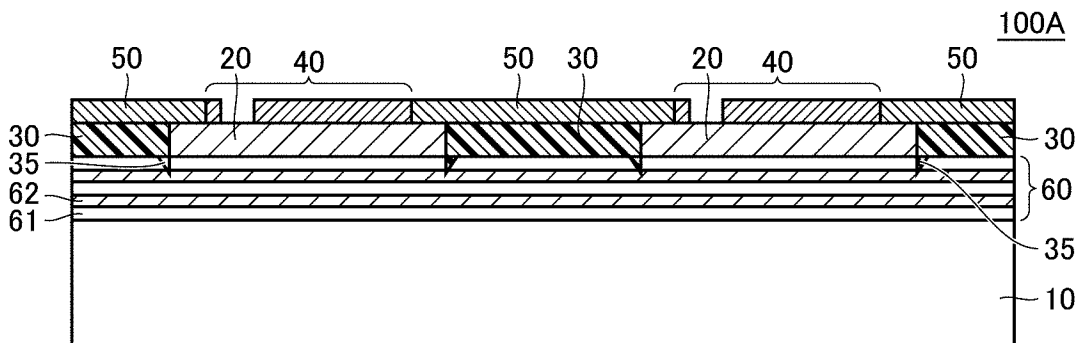
[図2]

FIG.2



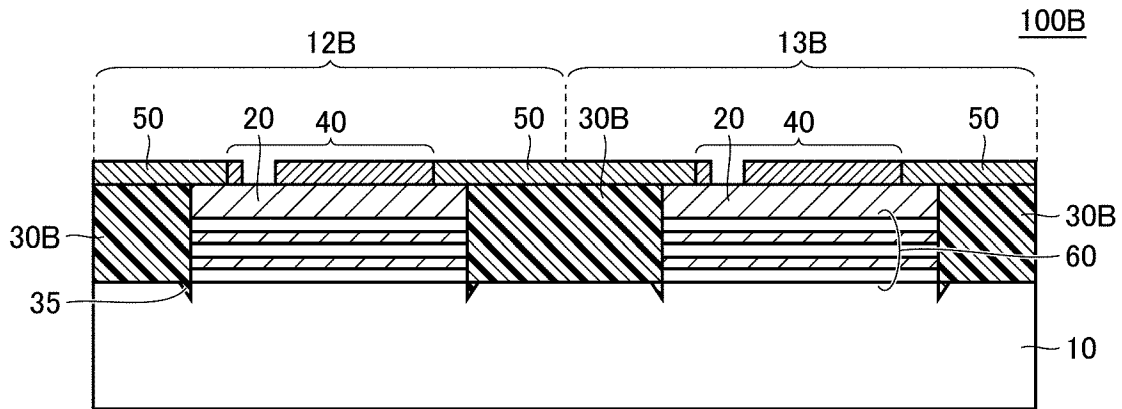
[図3]

FIG.3



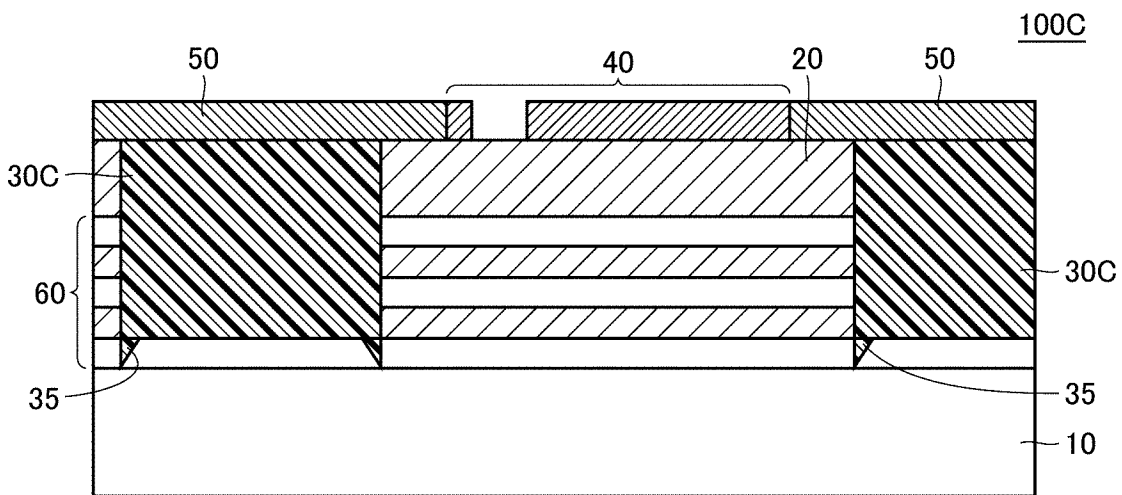
[図4]

FIG.4



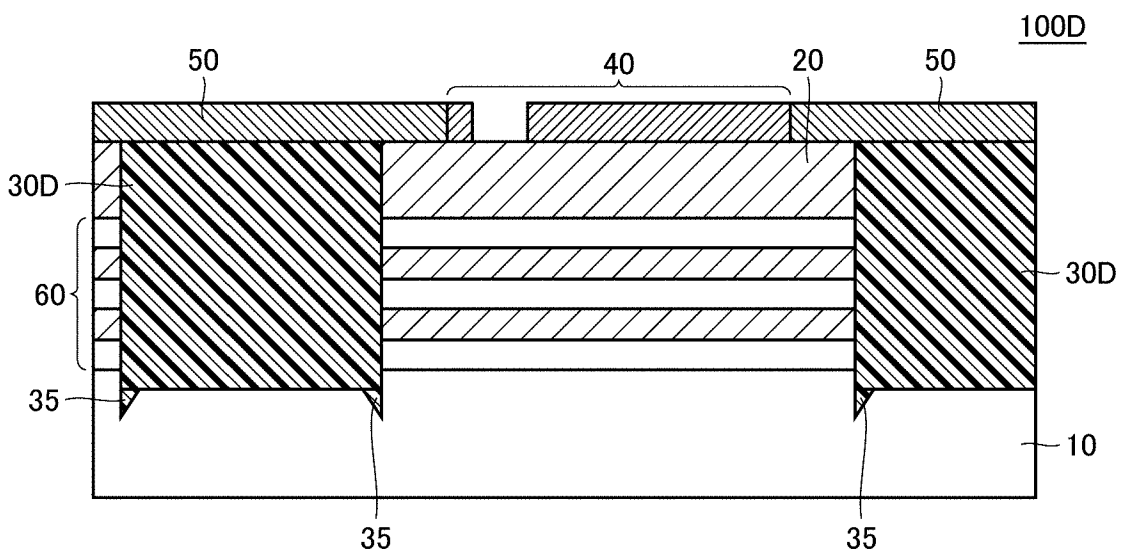
[図5]

FIG.5



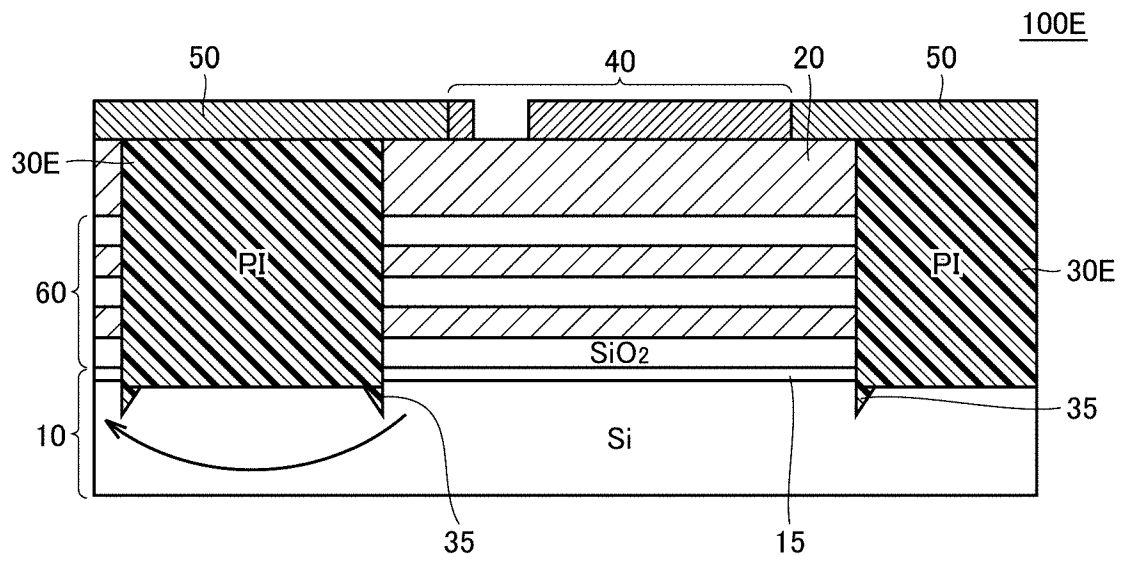
[図6]

FIG.6



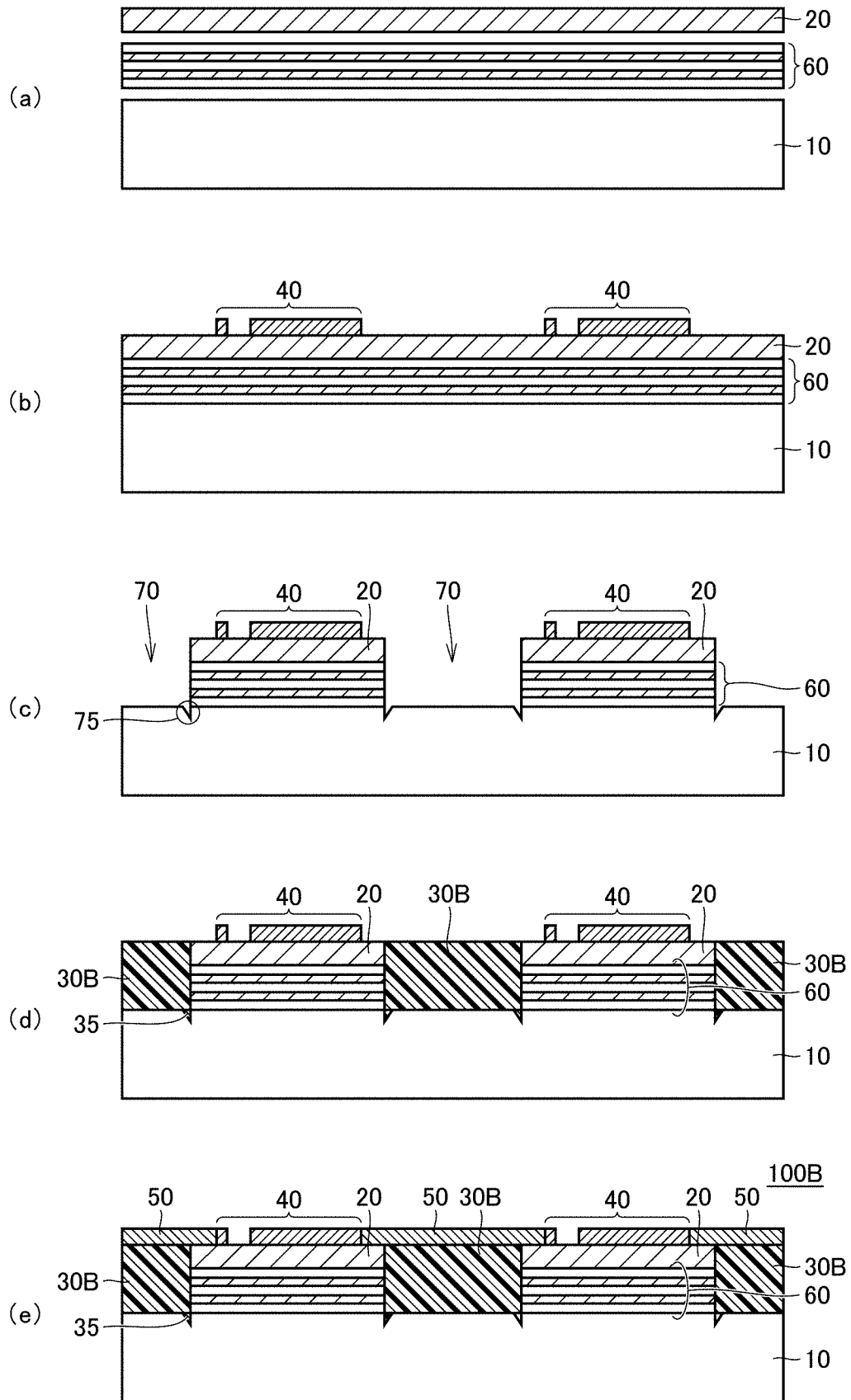
[図7]

FIG.7



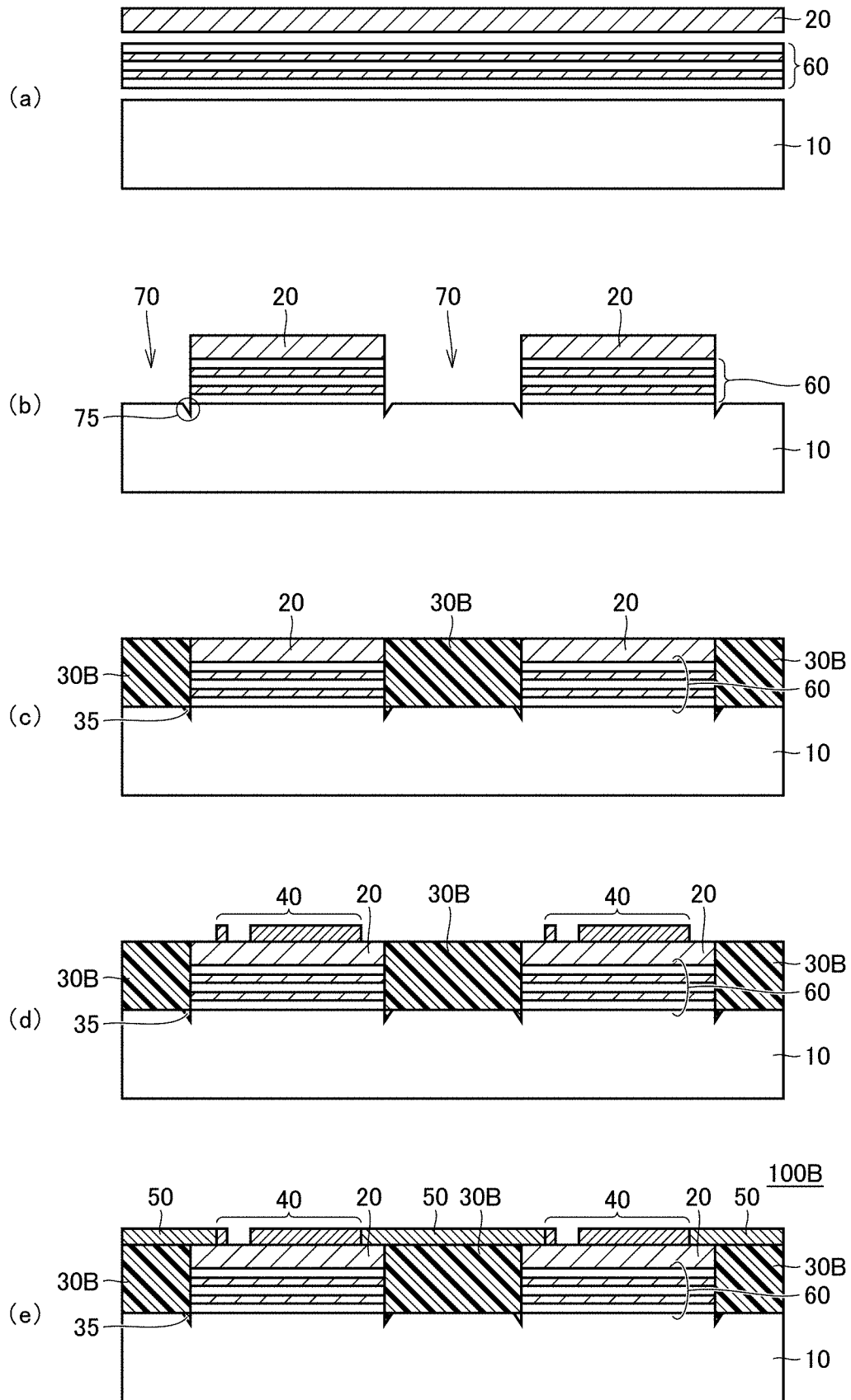
[図8]

FIG.8



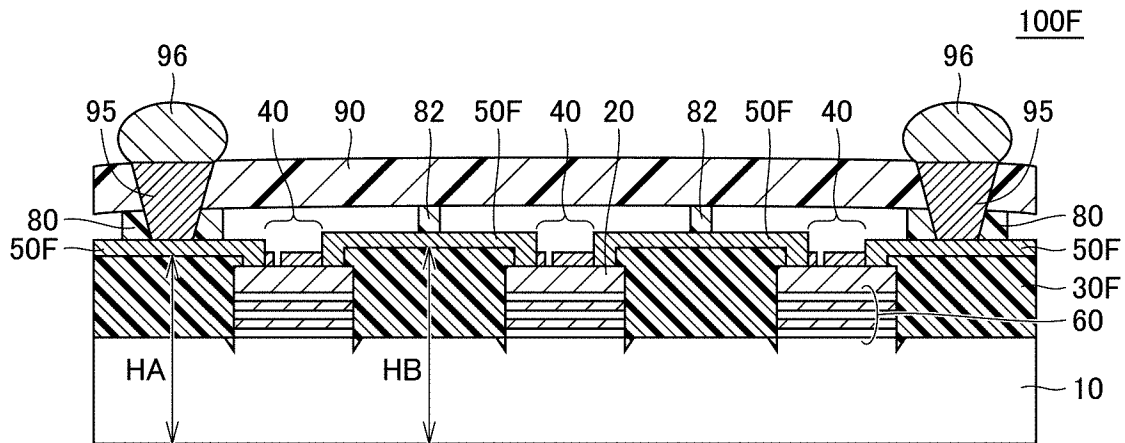
[図9]

FIG.9



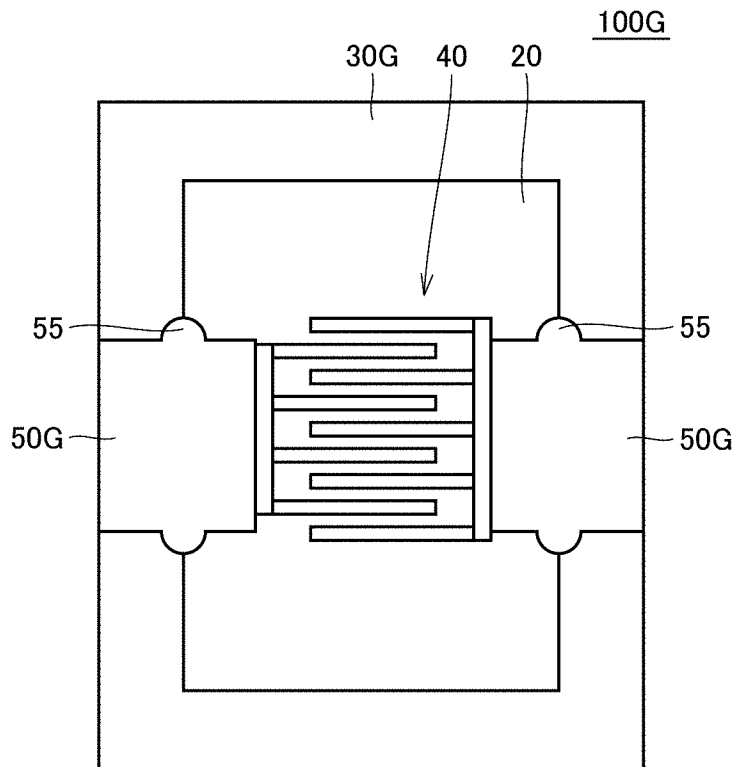
[図10]

FIG.10



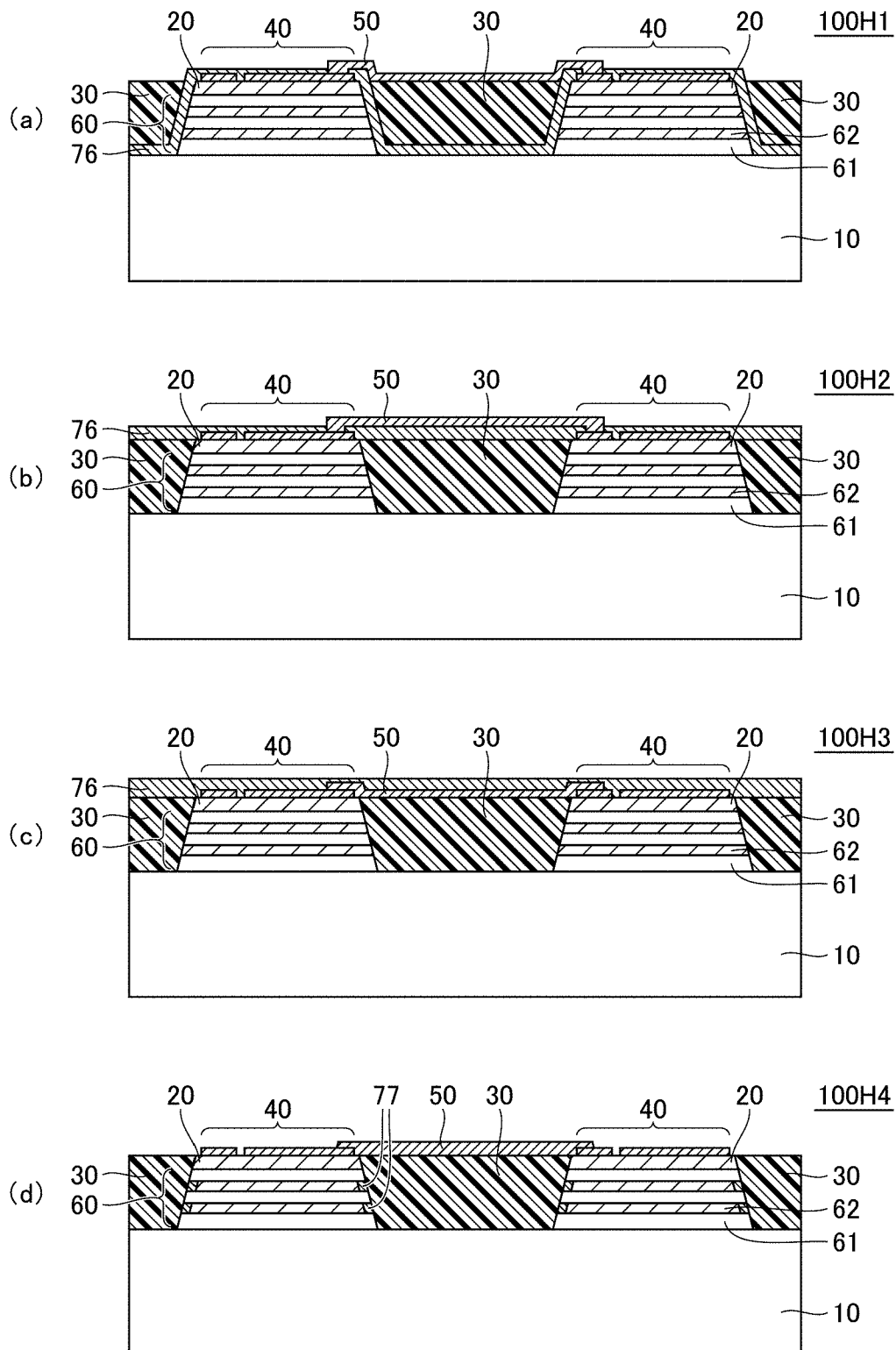
[図11]

FIG.11



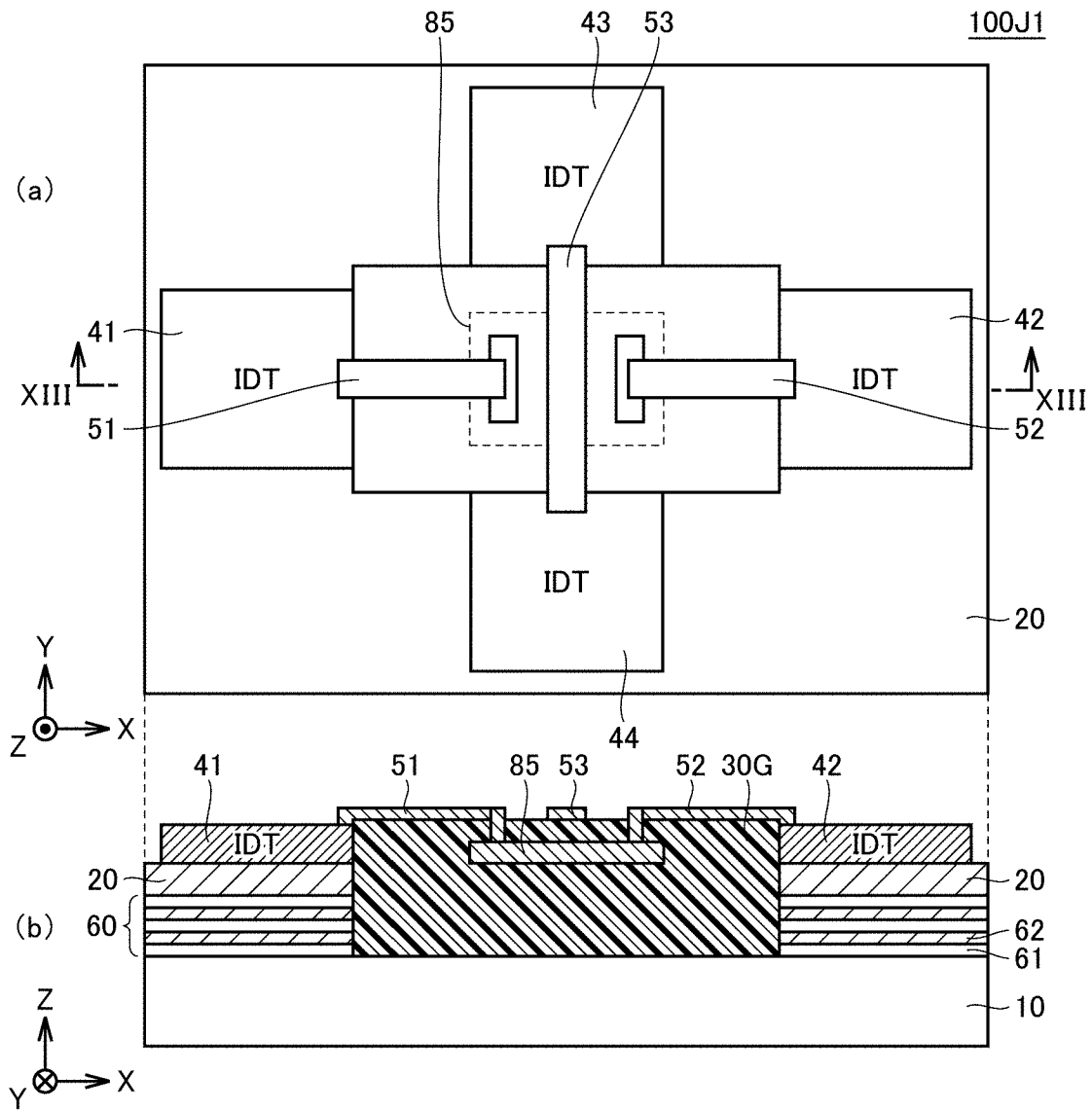
[図12]

FIG.12



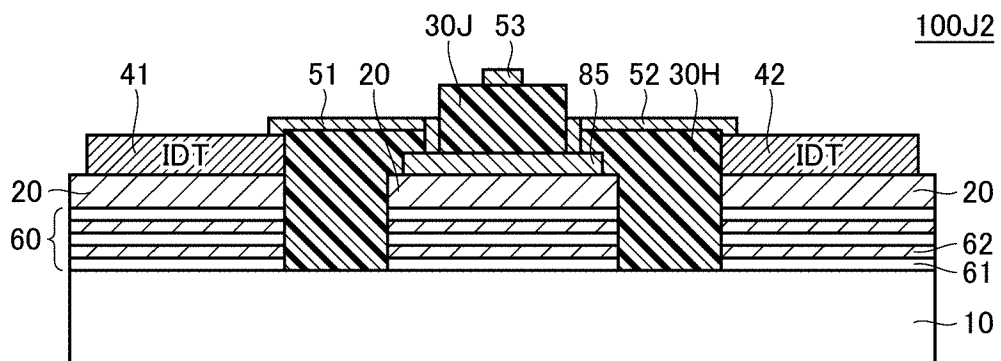
[図13]

FIG.13



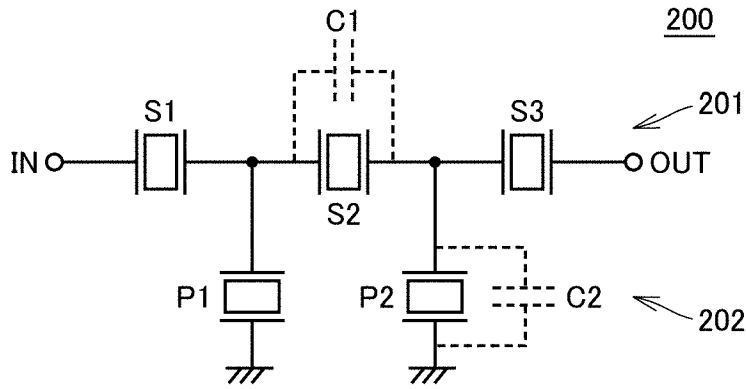
[図14]

FIG.14



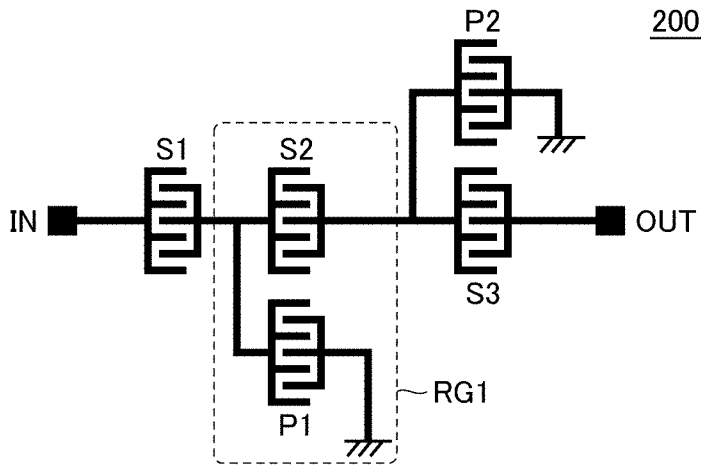
[図15]

FIG.15



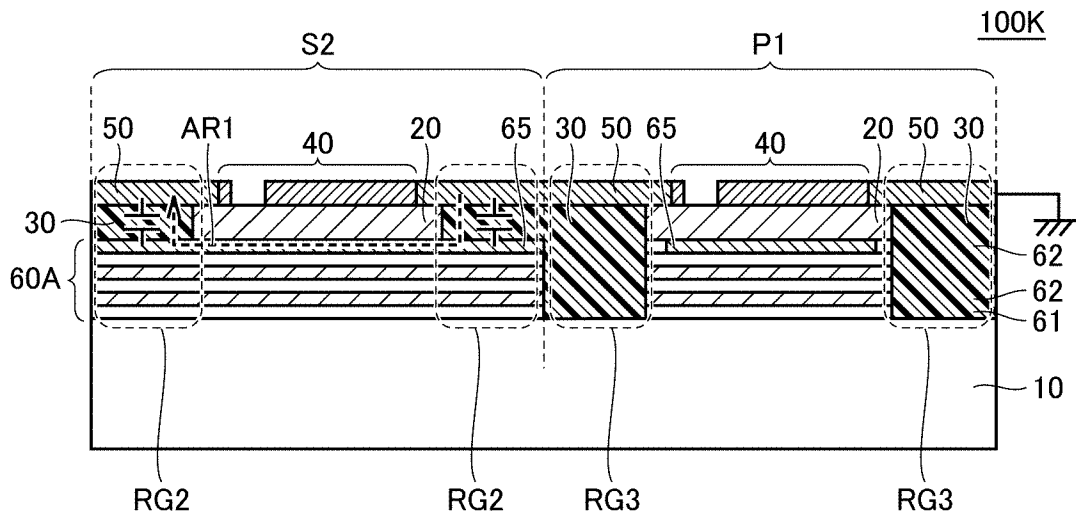
[図16]

FIG.16



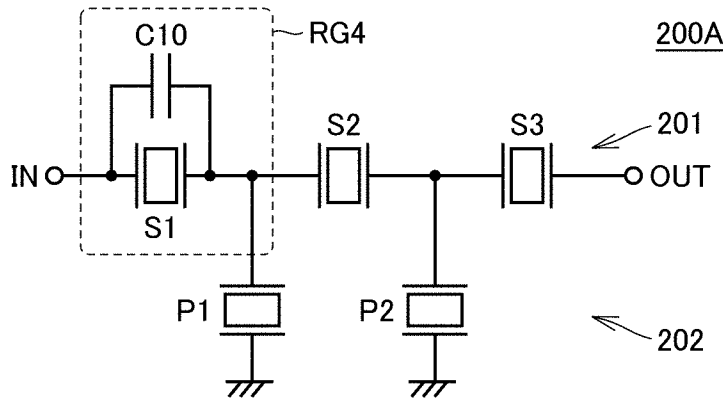
[図17]

FIG.17



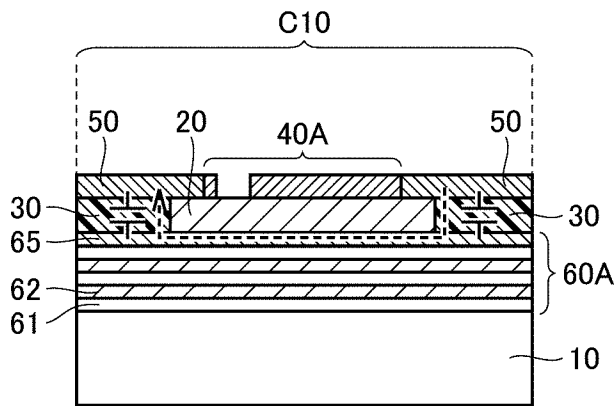
[図18]

FIG.18



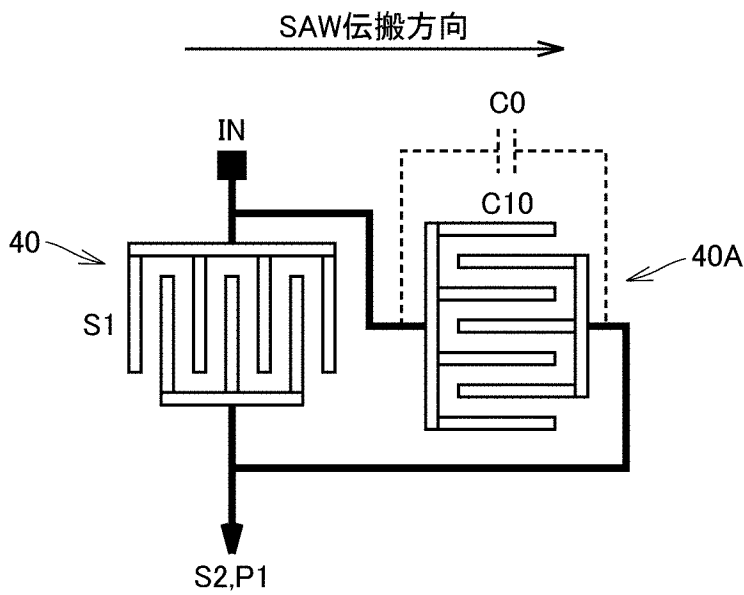
[図19]

FIG.19



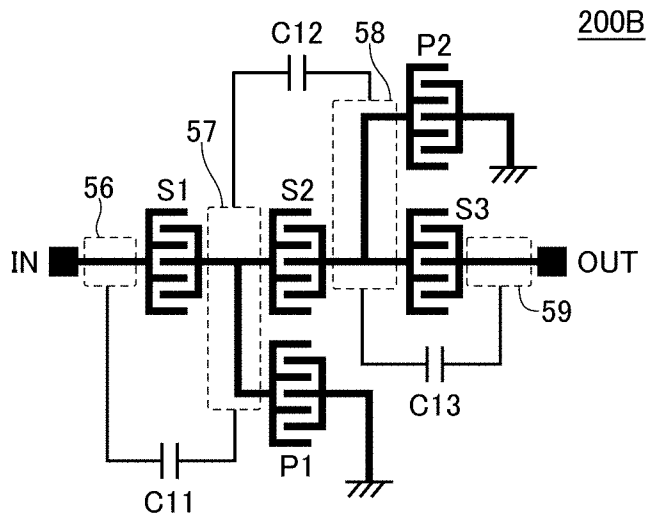
[図20]

FIG.20



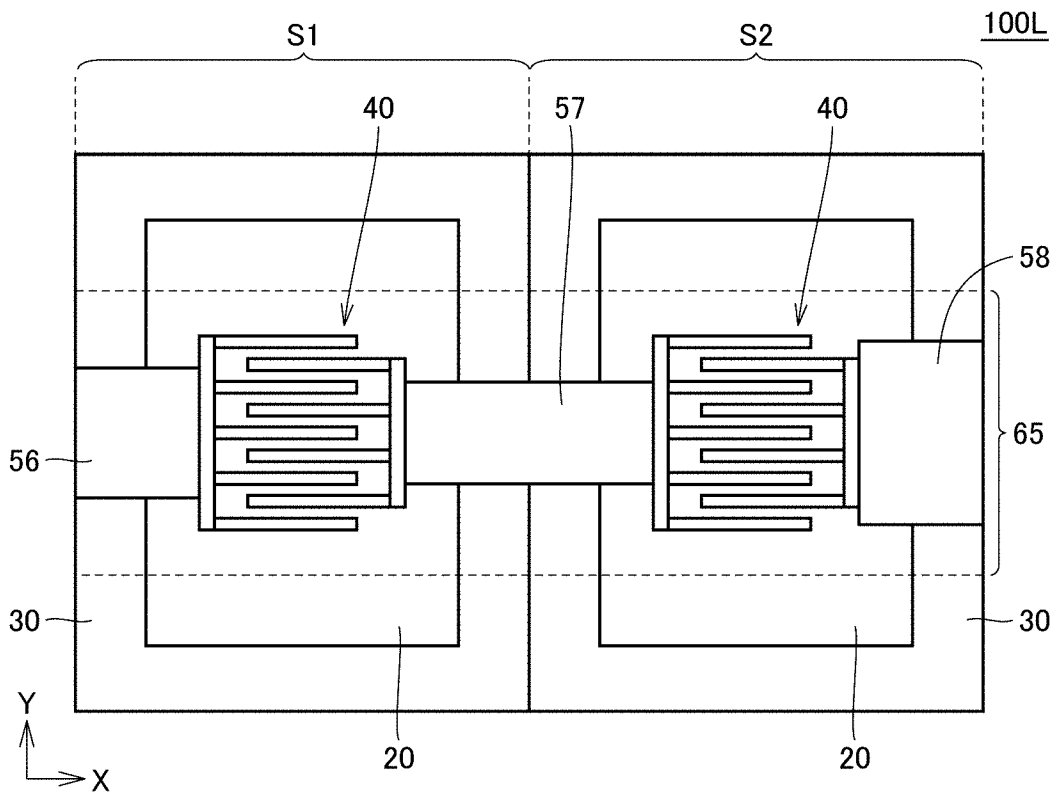
[図21]

FIG.21



[図22]

FIG.22



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/026346

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 Int.Cl. H03H9/25(2006.01) i, H03H9/145(2006.01) i, H03H9/64(2006.01) i  
 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, H03H9/145, H03H9/64

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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	WO 2015/098678 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 02 July 2015, paragraphs [0041]-[0050], [0080]-[0100], fig. 12-14 & US 2016/0277003 A1, paragraphs [0061]-[0070], [0100]-[0120], fig. 12-14 & CN 105794108 A	1-4, 9-11 5-8, 12-16, 18 17

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“I” 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 21 August 2019 (21.08.2019)	Date of mailing of the international search report 03 September 2019 (03.09.2019)
--	--

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/JP2019/026346

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	WO 2016/208426 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 29 December 2016, paragraphs [0027]-[0038], [0042], [0059]-[0065], [0075], [0092], fig. 2, 4, 6 & US 2018/0102757 A1, paragraphs [0036]-[0047], [0051], [0068]-[0074], [0084], [0101], fig. 2, 4, 6A-6B & KR 10-2017-0136600 A & CN 107615658 A	1-5, 9-11 5-8, 12-16, 18 17
Y A	WO 2018/061436 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 05 April 2018, paragraphs [0031], [0036]-[0038], [0041], fig. 1 & US 2019/0181829 A1, paragraphs [0037], [0042]-[0044], [0047], fig. 1	6-8 17
Y A	JP 2017-152870 A (TAIYO YUDEN CO., LTD.) 31 August 2017, paragraphs [0036]-[0038], fig. 5 (Family: none)	12-14 17
Y A	WO 2018/003283 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 04 January 2018, paragraphs [0027]-[0033], fig. 1 & US 2019/0081610 A1, paragraphs [0039]-[0045], fig. 1 & CN 109417374 A	12-14 17
Y A	WO 2009/157587 A1 (KYOCERA CORP.) 30 December 2009, paragraph [0018], fig. 2 & US 2011/0115339 A1, paragraph [0033], fig. 2	15 17
Y A	JP 2010-98385 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 30 April 2010, paragraph [0054], fig. 4 (Family: none)	15 17
Y A	JP 2002-198777 A (NOKIA MOBILE PHONES LTD.) 12 July 2002, paragraphs [0015], [0018] & US 2002/0093394 A1, paragraphs [0021], [0024] & EP 1209807 A2	16, 18 17
Y A	JP 2004-343735 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 02 December 2004, paragraphs [0164]- [0168] & US 2004/0251987 A1, paragraphs [0257]- [0262] & CN 1551406 A	16, 18 17

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/026346

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-152317 A (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 31 May 1994, paragraph [0021], fig. 1 (Family: none)	1-18
A	JP 2013-9173 A (DENSO CORP.) 10 January 2013, paragraphs [0043]-[0050], [0069]-[0071], fig. 3, 6 (Family: none)	1-18
A	JP 2008-211394 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 11 September 2008, paragraphs [0032]-[0035], fig. 1 (Family: none)	1-18
A	WO 2018/096783 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 31 May 2018, paragraphs [0093]-[0098], fig. 6 & KR 10-2019-0039773 A	1-18

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. H03H9/25(2006.01)i, H03H9/145(2006.01)i, H03H9/64(2006.01)i

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））  
 Int.Cl. H03H9/25, H03H9/145, H03H9/64

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2015/098678 A1（株式会社村田製作所）	1-4, 9-11
Y	2015.07.02, [0041]-[0050], [0080]-[0100], 図12-図14	5-8, 12-16, 18
A	& US 2016/0277003 A1, [0061]-[0070], [0100]-[0120], 図12-図14 & CN 105794108 A	17

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日  
 21.08.2019

国際調査報告の発送日  
 03.09.2019

国際調査機関の名称及びあて先  
 日本国特許庁（ISA/J P）  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）	5W	4877
▲高▼橋 徳浩		
電話番号 03-3581-1101 内線 3576		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2016/208426 A1 (株式会社村田製作所)	1-5, 9-11
Y	2016. 12. 29, [0027]-[0038], [0042], [0059]-[0065], [0075], [0092],	5-8, 12-16, 18
A	図 2, 図 4, 図 6 & US 2018/0102757 A1, [0036]-[0047], [0051], [0068]-[0074], [0084], [0101], 図 2, 図 4, 図 6A-図 6B & KR 10-2017-0136600 A & CN 107615658 A	17
Y	WO 2018/061436 A1 (株式会社村田製作所)	6-8
A	2018. 04. 05, [0031], [0036]-[0038], [0041], 図 1 & US 2019/0181829 A1, [0037], [0042]-[0044], [0047], 図 1	17
Y	JP 2017-152870 A (太陽誘電株式会社)	12-14
A	2017. 08. 31, [0036]-[0038], 図 5 (ファミリーなし)	17
Y	WO 2018/003283 A1 (株式会社村田製作所)	12-14
A	2018. 01. 04, [0027]-[0033], 図 1 & US 2019/0081610 A1, [0039]-[0045], 図 1 & CN 109417374 A	17
Y	WO 2009/157587 A1 (京セラ株式会社)	15
A	2009. 12. 30, [0018], 図 2 & US 2011/0115339 A1, [0033], 図 2	17
Y	JP 2010-98385 A (株式会社村田製作所)	15
A	2010. 04. 30, [0054], 図 4 (ファミリーなし)	17
Y	JP 2002-198777 A (ノキア モービル フォーンズ リミテッド)	16, 18
A	2002. 07. 12, [0015], [0018] & US 2002/0093394 A1, [0021], [0024] & EP 1209807 A2	17
Y	JP 2004-343735 A (松下電器産業株式会社)	16, 18
A	2004. 12. 02, [0164]-[0168] & US 2004/0251987 A1, [0257]-[0262] & CN 1551406 A	17

C (続き) . 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
A	JP 6-152317 A (株式会社村田製作所) 1994. 05. 31, [0021], 図 1 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 2013-9173 A (株式会社デンソー) 2013. 01. 10, [0043]-[0050], [0069]-[0071], 図 3, 図 6 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 2008-211394 A (松下電工株式会社) 2008. 09. 11, [0032]-[0035], 図 1 (ファミリーなし)	1-18
A	WO 2018/096783 A1 (株式会社村田製作所) 2018. 05. 31, [0093]-[0098], 図 6 & KR 10-2019-0039773 A	1-18