

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)）

27, when θ_1 , θ_2 represent the angle of the corners formed by the side surface and the first surface, and W_1 , W_2 represent a width of the first and second electrode films 26, 27, $\theta_1 \neq \theta_2$, and $W_1 > W_2$.

(57) 要約：素子容量を大きくすることができ、かつスプリアス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、対向し合う第 1 の主面 12 a 及び第 2 の主面 12 b を有し、かつニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムからなる圧電層 16 と、圧電層 16 の第 1 の主面 12 a に設けられており、複数の電極指（第 1, 第 2 の電極指 24, 25）を有する IDT 電極 11 とを備える。圧電層 16 の厚みを d 、隣り合う電極指の中心間距離を p とした場合、 d/p が 0.5 以下である。電極指は、第 1, 第 2 電極膜 26, 27 を有する。第 1, 第 2 電極膜 26, 27 は、それぞれ、厚み方向において対向し合う第 1, 第 2 の面と、側面とを有する。第 1, 第 2 電極膜 26, 27 のそれぞれにおいて、側面及び第 1 の面がなす角の角度を θ_1 , θ_2 とし、第 1, 第 2 電極膜 26, 27 の幅を W_1 , W_2 としたときに、 $\theta_1 \neq \theta_2$ であり、かつ $W_1 > W_2$ である。

明 細 書

発明の名称：弾性波装置

技術分野

[0001] 本発明は、弾性波装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、弾性波装置は携帯電話機のフィルタなどに広く用いられている。近年においては、下記の特許文献1に記載のような、厚み滑りモードのバルク波を用いた弾性波装置が提案されている。この弾性波装置においては、圧電層上に、対となる電極が設けられている。対となる電極は圧電層上において対向し合っており、かつ異なる電位に接続される。上記電極間に交流電圧を印加することにより、厚み滑りモードのバルク波を励振させている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許第10491192号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 厚み滑りモードのバルク波を利用する場合には、電極のピッチが大きくなり易く、かつデューティ比が小さくなりがちである。そのため、素子容量を大きくすることが困難である。一方で、デューティ比を大きくすると、スプリアスが生じることがあった。

[0005] 本発明の目的は、素子容量を大きくすることができ、かつスプリアスを抑制することができる、弾性波装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係る弾性波装置は、対向し合う第1の主面及び第2の主面を有し、かつニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムからなる圧電層と、前記圧電層の前記第1の主面に設けられており、複数の電極指を有するIDT電極とを備え、前記圧電層の厚みを d 、隣り合う前記電極指の中心間距離を p

とした場合、 d/p が0.5以下であり、前記電極指が、第1電極膜と、前記第1電極膜上に設けられている第2電極膜とを有し、前記第1電極膜及び前記第2電極膜が、それぞれ、厚み方向において対向し合う第1の面及び第2の面と、前記第1の面及び前記第2の面に接続されている側面とを有し、前記第1電極膜における前記側面及び前記第1の面がなす角の角度を θ_1 、前記第2電極膜における前記側面及び前記第1の面がなす角の角度を θ_2 とし、前記第1電極膜の幅を W_1 、前記第2電極膜の幅を W_2 としたときに、 $\theta_1 \neq \theta_2$ であり、かつ $W_1 > W_2$ である。

[0007] 本発明に係るフィルタ装置のある広い局面では、複数の弾性波共振子を備え、前記複数の弾性波共振子がそれぞれ、本発明に従い構成されている弾性波装置であり、少なくとも2つの前記弾性波共振子の間において、前記角度 θ_2 が異なる。

[0008] 本発明に係るフィルタ装置の他の広い局面では、複数の弾性波共振子を備え、前記複数の弾性波共振子がそれぞれ、本発明に従い構成されている弾性波装置であり、少なくとも2つの前記弾性波共振子の間において、前記第1電極膜の幅 W_1 及び前記第2電極膜の幅 W_2 の比率 W_1/W_2 が異なる。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、素子容量を大きくすることができ、かつスプリアス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

[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平面図である。

[図2]図2は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[図3]図3は、本発明の第1の実施形態における1対の電極指付近を示す正面断面図である。

[図4]図4は、図3の拡大図である。

[図5]図5は、本発明の第1の実施形態における第2電極膜の角度 θ_2 が 90° である例を示す正面断面図である。

[図6]図6は、本発明の第1の実施形態における第2電極膜の角度 θ_2 が第1電極膜の角度 θ_1 よりも小さい例を示す正面断面図である。

[図7]図7は、本発明の第1の実施形態及び第1の比較例の弾性波装置の、インピーダンス周波数特性を示す図である。

[図8]図8は、本発明の第1の実施形態及び第2の比較例の弾性波装置の、インピーダンス周波数特性を示す図である。

[図9]図9は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の、角度 θ_2 が 60° である場合のインピーダンス周波数特性、及び第1の比較例のインピーダンス周波数特性を示す図である。

[図10]図10は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の、角度 θ_2 が 70° である場合のインピーダンス周波数特性、及び第1の比較例のインピーダンス周波数特性を示す図である。

[図11]図11は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の、角度 θ_2 が 80° である場合のインピーダンス周波数特性、及び第1の比較例のインピーダンス周波数特性を示す図である。

[図12]図12は、本発明の第1の実施形態に係る弾性波装置の、角度 θ_2 が 90° である場合のインピーダンス周波数特性、及び第1の比較例のインピーダンス周波数特性を示す図である。

[図13]図13は、本発明の第1の実施形態における、第1電極膜及び第2電極膜の位置関係を説明するための、第1の電極指付近を示す正面断面図である。

[図14]図14は、本発明の第1の実施形態の変形例における第1の電極指付近を示す正面断面図である。

[図15]図15は、本発明の第2の実施形態における第1の電極指付近を示す正面断面図である。

[図16]図16は、本発明の第3の実施形態における1対の電極指付近を示す正面断面図である。

[図17]図17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。

[図18]図18(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18(b)は、圧電層上の電極構造を示す平面図である。

[図19]図19は、図18(a)中のA-A線に沿う部分の断面図である。

[図20]図20(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20(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21]図21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22]図22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23]図23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平面図である。

[図25]図25は、音響多層膜を有する弾性波装置の正面断面図である。

[図26]図26は、 d/p を限りなく0に近づけた場合の LiNbO_3 のオイラー角(0° , θ , ϕ)に対する比帯域のマップを示す図である。

発明を実施するための形態

[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平面図である。図2は、第1の実施形態に係る弾性波装置の正面断面図である。

[0014] 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1

1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16とを有する。本実施形態では、支持部材13は、支持基板14と、絶縁層15とを有する。圧電性基板12においては、支持基板14上に絶縁層15が設けられている。絶縁層15上に圧電層16が設けられている。

[0015] 圧電層16は、第1の主面16a及び第2の主面16bを有する。第1の主面16a及び第2の主面16bは互いに対向している。第1の主面16a及び第2の主面16bのうち第2の主面16bが支持部材13側の主面である。圧電層16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16は LiNbO_3 層である。もっとも、圧電層16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] 図1に示すように、圧電層16の第1の主面16aにIDT電極11が設けられている。IDT電極11は、第1のバスバー22及び第2のバスバー23と、複数の第1の電極指24及び複数の第2の電極指25とを有する。第1のバスバー22及び第2のバスバー23は互いに対向している。第1の電極指24は本発明における第1電極である。複数の第1の電極指24は周期的に配置されている。複数の第1の電極指24の一端はそれぞれ、第1のバスバー22に接続されている。第2の電極指25は本発明における第2電極である。複数の第2の電極指25は周期的に配置されている。複数の第2の電極指25の一端はそれぞれ、第2のバスバー23に接続されている。複数の第1の電極指24及び複数の第2の電極指25は互いに間挿し合っている。

[0017] 以下においては、第1の電極指24及び第2の電極指25を単に電極指と記載することがある。本明細書においては、複数の電極指が延びる方向を電極指延伸方向とする。各電極指において、電極指延伸方向と直交する方向を幅方向とする。電極指の中心に近づく方向が幅方向における内側の方向であり、中心から遠ざかる方向が幅方向における外側の方向である。

[0018] 弾性波装置10においては、IDT電極11に交流電圧を印加することにより、弾性波が励振される。弾性波装置10は、厚み滑りモードを利用可能

なように構成されている。より具体的には、本実施形態では、厚み滑り 1 次モードを利用可能なように構成されている。

[0019] 図 3 は、第 1 の実施形態における 1 対の電極指付近を示す正面断面図である。図 4 は、図 3 の拡大図である。

[0020] 図 3 に示すように、第 1 の電極指 2 4 は、第 1 電極膜 2 6 及び第 2 電極膜 2 7 を有する。第 1 の電極指 2 4 は、第 1 電極膜 2 6 及び第 2 電極膜 2 7 の積層膜からなる。より具体的には、圧電層 1 6 上に第 1 電極膜 2 6 が設けられている。第 1 電極膜 2 6 上に第 2 電極膜 2 7 が設けられている。なお、第 2 の電極指 2 5 も、第 1 の電極指 2 4 と同様の、第 1 電極膜 2 6 及び第 2 電極膜 2 7 の積層膜からなる。

[0021] 図 4 に示すように、第 1 電極膜 2 6 は、第 1 の面 2 6 a 及び第 2 の面 2 6 b と、第 1 の側面 2 6 c 及び第 2 の側面 2 6 d とを有する。第 1 の面 2 6 a 及び第 2 の面 2 6 b は、厚み方向において互いに対向している。第 1 の面 2 6 a 及び第 2 の面 2 6 b のうち第 1 の面 2 6 a が圧電層 1 6 側の面である。第 1 の面 2 6 a 及び第 2 の面 2 6 b に、第 1 の側面 2 6 c 及び第 2 の側面 2 6 d が接続されている。第 1 の側面 2 6 c 及び第 2 の側面 2 6 d は、幅方向において互いに対向している。第 1 の側面 2 6 c 及び第 2 の側面 2 6 d は、電極指の厚み方向に対して傾斜して延びている。本実施形態の図 4 に示す例では、第 1 の側面 2 6 c 及び第 1 の面 2 6 a がなす角の角度を $\theta 1$ としたときに、 $\theta 1 < 90^\circ$ である。なお、第 2 の側面 2 6 d 及び第 1 の面 2 6 a がなす角の角度を $\theta 1$ としてもよい。本実施形態では、第 1 の側面 2 6 c 及び第 1 の面 2 6 a がなす角の角度と、第 2 の側面 2 6 d 及び第 1 の面 2 6 a がなす角の角度とは同じである。

[0022] 第 2 電極膜 2 7 は、第 1 の面 2 7 a 及び第 2 の面 2 7 b と、第 1 の側面 2 7 c 及び第 2 の側面 2 7 d とを有する。第 1 の面 2 7 a 及び第 2 の面 2 7 b は、厚み方向において互いに対向している。第 1 の面 2 7 a 及び第 2 の面 2 7 b のうち第 1 の面 2 7 a が圧電層 1 6 側の面である。第 1 の面 2 7 a 及び第 2 の面 2 7 b に、第 1 の側面 2 7 c 及び第 2 の側面 2 7 d が接続されてい

る。第1の側面27c及び第2の側面27dは、幅方向において互いに対向している。第1の側面27c及び第2の側面27dは、電極指の厚み方向に対して傾斜して延びている。本実施形態の図4に示す例では、第1の側面27c及び第1の面27aがなす角の角度を $\theta 2$ としたときに、 $\theta 2 < 90^\circ$ である。なお、第2の側面27d及び第1の面27aがなす角の角度を $\theta 2$ としてもよい。本実施形態では、第1の側面27c及び第1の面27aがなす角の角度と、第2の側面27d及び第1の面27aがなす角の角度とは同じである。

[0023] 上記のように、 $\theta 1 \neq 90^\circ$ であり、 $\theta 2 \neq 90^\circ$ である。そのため、第1電極膜26及び第2電極膜27の幅はそれぞれ、厚み方向において一様ではない。そこで以下においては、特に断りのない場合には、電極指における各電極膜の幅を、各電極膜における最も広い幅とする。すなわち、第1電極膜26の幅を、第1電極膜26の第1の面26aの幅とする。第2電極膜27の幅を、第2電極膜27の第1の面27aの幅とする。

[0024] なお、図5に示す例のように、 $\theta 2 = 90^\circ$ であってもよい。図4に示す例では、 $\theta 1 < \theta 2$ であるが、図6に示す例のように、 $\theta 1 > \theta 2$ であってもよい。

[0025] 本実施形態の特徴は、 $\theta 1 \neq \theta 2$ であり、かつ第1電極膜26の幅を $W 1$ 、第2電極膜27の幅を $W 2$ としたときに、 $W 1 > W 2$ であることにある。それによって、弾性波装置10において、素子容量を大きくすることができ、かつスプリアスを抑制することができる。この詳細を、本実施形態と、第1の比較例及び第2の比較例とを比較することにより、以下において示す。

[0026] 第1の比較例及び第2の比較例は、 $\theta 1 = \theta 2$ であり、第1電極膜の第2の面における幅と、第2電極膜の第1の面における幅とが同じである点において、第1の実施形態と異なる。第1の比較例及び第2の比較例の間においては、電極指の幅が異ならされている。具体的には、第2の比較例における電極指の幅が、第1の比較例における電極指の幅よりも広い。なお、第2の比較例における第1電極膜の幅は、第1の実施形態における第1電極膜の幅

と同じとされている。

[0027] 第1の実施形態と、第1の比較例及び第2の比較例とにおいて、シミュレーションにより、インピーダンス周波数特性を比較した。第1の実施形態の弾性波装置の設計パラメータは以下の通りである。なお、以下に示す電極指ピッチとは、隣り合う電極指同士の間隔をいう。

[0028] 圧電層；材料…Z-Cu t-L i N b O₃、厚み…0.4 μm

第1電極膜；材料…T i、厚み…0.01 μm、幅…1.6 μm、角度θ₁…50°

第2電極膜；材料…A l、厚み…0.49 μm、幅…0.9 μm、角度θ₂…80°

電極指ピッチ；3.775 μm

[0029] 第1の比較例の弾性波装置の設計パラメータは以下の通りである。

[0030] 圧電層；材料…Z-Cu t-L i N b O₃、厚み…0.4 μm

第1電極膜；材料…T i、厚み…0.01 μm、幅…1.4 μm、角度θ₁…80°

第2電極膜；材料…A l、厚み…0.49 μm、角度θ₂…80°

電極指ピッチ；3.775 μm

[0031] 第2の比較例の設計パラメータは、第1電極膜の幅が1.6 μmである点以外においては、第1の比較例の設計パラメータと同じである。

[0032] 図7は、第1の実施形態及び第1の比較例の弾性波装置の、インピーダンス周波数特性を示す図である。図8は、第1の実施形態及び第2の比較例の弾性波装置の、インピーダンス周波数特性を示す図である。なお、インピーダンスが低いほど、素子容量が大きい。図7中及び図8中の破線で囲んだ帯域Bは、インピーダンスを比較する帯域の例である。

[0033] 図7に示すように、第1の比較例においては、スプリアスが生じている。これに対して、第1の実施形態においては、スプリアスを抑制することができている。さらに、第1の実施形態においては、第1の比較例よりもインピーダンスが低い。すなわち、第1の実施形態においては、第1の比較例より

も素子容量を大きくすることができる。

[0034] 第1の実施形態においては、各電極指は、第1電極膜26及び第2電極膜27の積層体からなる。そして、第1電極膜26の幅 W_1 が広いことにより、素子容量を大きくすることができる。さらに、第2電極膜27の幅 W_2 が狭いことにより、スプリアスを抑制することができる。

[0035] 第1の実施形態における第1電極膜26の幅 W_1 は、第1の比較例における電極指の幅よりも広い。それによって、第1の実施形態における素子容量は、第1の比較例における素子容量よりも大きい。なお、第1の比較例においても、素子容量を大きくするために、電極指の幅は十分に広くされている。これに起因してスプリアスが生じている。一方で、第1の実施形態においては、上記のように、スプリアスを抑制することができる。

[0036] さらに、図8に示すように、第1の実施形態においては、第2の比較例よりもスプリアスを抑制できていることがわかる。そして、第1の実施形態におけるインピーダンスは、第2の比較例におけるインピーダンスと同等である。すなわち、第1の実施形態における素子容量は、第2の比較例の素子容量と同等に大きい。

[0037] 第2の比較例における電極指の幅は、第1の比較例における電極指の幅よりも広い。これに起因して、第2の比較例においては、第1の比較例よりも多くのスプリアスが生じている。一方で、第1の実施形態における第1電極膜26の幅 W_1 は、第2の比較例における第1電極膜の幅と同じであるが、図4に示すように、第1の実施形態では $W_1 > W_2$ である。それによって、第1の実施形態においては、素子容量を第2の比較例と同等に大きくすることができるにも関わらず、スプリアスを抑制することができる。

[0038] 本発明者の検討の結果、上記の設計パラメータにおいて、第1電極膜26の角度 θ_1 を変化させても、弾性波装置10の電気的特性に対する影響が小さいことがわかった。他方、第2電極膜27における角度 θ_2 を変化させた場合には、インピーダンス周波数特性が変化することが明らかとなった。そこで、角度 θ_2 を変化させた場合のインピーダンス周波数特性を、図9～図

12により示す。具体的には、角度 $\theta 2$ を、 60° 以上、 90° 以下において 10° 刻みで変化させた。上記のいずれの場合においても、 $\theta 1 \neq \theta 2$ としている。図9～図12においては、第1の比較例の結果も併せて示す。

[0039] 図9は、第1の実施形態に係る弾性波装置の、角度 $\theta 2$ が 60° である場合のインピーダンス周波数特性、及び第1の比較例のインピーダンス周波数特性を示す図である。図10は、第1の実施形態に係る弾性波装置の、角度 $\theta 2$ が 70° である場合のインピーダンス周波数特性、及び第1の比較例のインピーダンス周波数特性を示す図である。図11は、第1の実施形態に係る弾性波装置の、角度 $\theta 2$ が 80° である場合のインピーダンス周波数特性、及び第1の比較例のインピーダンス周波数特性を示す図である。図12は、第1の実施形態に係る弾性波装置の、角度 $\theta 2$ が 90° である場合のインピーダンス周波数特性、及び第1の比較例のインピーダンス周波数特性を示す図である。

[0040] 図9に示すように、角度 $\theta 2$ が 60° である場合には、第1の実施形態においてもスプリアスが生じている。もっとも、第1の実施形態では、第1の比較例よりもスプリアスは抑制されている。さらに、第1の実施形態においては、インピーダンスが低く、素子容量が大きいことがわかる。図10、図11及び図12に示すように、角度 $\theta 2$ が 70° である場合、 80° である場合及び 90° である場合にも、素子容量を大きくすることができ、かつスプリアスを抑制することができる。これらのように、上記に示した、角度 $\theta 2$ が 50° である場合以外においても、同様の結果が得られることがわかる。第2電極膜27において、 $50^\circ \leq \theta 2 \leq 90^\circ$ であることが好ましい。この場合には、素子容量をより確実に大きくすることができ、かつスプリアスをより確実に抑制することができる。

[0041] 以下において、第1の実施形態の構成のさらなる詳細、及び好ましい構成を説明する。

[0042] 図2に示すように、圧電性基板12は、支持部材13及び圧電層16の積層体である。支持部材13における支持基板14は、凹部14aと支持部1

4 bとを有する。支持部14 bは凹部14 aを囲んでいる。支持部14 b上に絶縁層15が設けられている。絶縁層15は枠状の形状を有する。絶縁層15は貫通孔15 aを有する。支持基板14の凹部14 a及び絶縁層15の貫通孔15 aにより、支持部材13の凹部13 aが構成されている。さらに、支持部材13の凹部13 aを覆うように、圧電層16が設けられている。言い換えれば、支持部材13の凹部13 aを塞ぐように、圧電層16が設けられている。これにより、空洞部が構成されている。空洞部は、支持部材13の凹部13 a及び圧電層16により囲まれている。なお、支持部材13に凹部が設けられずに空洞部が構成されていてもよい。例えば、圧電層16に支持部材13側に開口する凹部を設けることにより、空洞部が設けられていてもよい。圧電層16が、支持部材13上に直接的に設けられている部分、及び空洞部を介して支持部材13上に設けられている部分を有していればよい。

[0043] 絶縁層15は、本実施形態では、酸化ケイ素層である。より具体的には、絶縁層15は SiO_2 層である。もっとも、絶縁層15の材料は上記に限定されず、例えば、窒化ケイ素または酸化タンタルなどを用いることもできる。なお、絶縁層15は必ずしも設けられていなくともよい。支持部材13は、支持基板14のみからなってもよい。この場合、支持部材13の凹部13 aは、支持基板14のみに設けられた凹部である。また、絶縁層15が設けられている場合、凹部13 aは、絶縁層15に設けられた凹部または貫通孔のみからなってもよく、支持基板14に凹部が設けられていなくともよい。

[0044] 支持基板14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14の材料は上記に限定されず、例えば、酸化アルミニウム、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、水晶などの圧電体、アルミナ、サファイア、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、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。

[0045] なお、支持基板 1 4 には貫通孔が設けられていてもよい。支持部材 1 3 の空洞部は、該貫通孔を含んでいてもよい。

[0046] 図 1 3 は、第 1 の実施形態における、第 1 電極膜及び第 2 電極膜の位置関係を説明するための、第 1 の電極指付近を示す正面断面図である。

[0047] 第 1 電極膜 2 6 の第 1 の側面 2 6 c は、第 1 の端縁部 2 6 e 及び第 2 の端縁部 2 6 f を有する。第 1 の端縁部 2 6 e 及び第 2 の端縁部 2 6 f のうち第 1 の端縁部 2 6 e が圧電層 1 6 側の端縁部である。同様に、第 2 の側面 2 6 d も、第 1 の端縁部 2 6 g 及び第 2 の端縁部 2 6 h を有する。第 2 電極膜 2 7 の第 1 の側面 2 7 c は、第 1 の端縁部 2 7 e 及び第 2 の端縁部 2 7 f を有する。第 1 の端縁部 2 7 e 及び第 2 の端縁部 2 7 f のうち第 1 の端縁部 2 7 e が圧電層 1 6 側の端縁部である。同様に、第 2 の側面 2 7 d も、第 1 の端縁部 2 7 g 及び第 2 の端縁部 2 7 h を有する。

[0048] 第 2 電極膜 2 7 の第 1 の側面 2 7 c の延長線 D が第 1 電極膜 2 6 の第 1 の面 2 6 a と交わる位置を位置 E とする。第 2 電極膜 2 7 の第 2 の側面 2 7 d の延長線 F が第 1 電極膜 2 6 の第 1 の面 2 6 a と交わる位置を位置 G とする。第 1 電極膜 2 6 における各側面の各第 1 の端縁部が、位置 E 及び位置 G よりも、幅方向において外側に位置することが好ましい。より具体的には、第 1 の側面 2 6 c の第 1 の端縁部 2 6 e が、位置 E よりも、幅方向において外側に位置することが好ましい。第 2 の側面 2 6 d の第 1 の端縁部 2 6 g が、位置 G よりも、幅方向において外側に位置することが好ましい。この場合には、素子容量をより確実に大きくすることができる。

[0049] 第 1 電極膜 2 6 の厚みは、第 2 電極膜 2 7 の厚みよりも薄いことが好ましい。それによって、スプリアスをより確実に抑制することができる。

[0050] 第 1 電極膜 2 6 は、Ti、Ni 及び Cr のうち少なくとも 1 種を含むことが好ましい。この場合には、各電極指及び圧電層 1 6 の間の接合力を高めることができる。他方、第 2 電極膜 2 7 が、Al を含むことが好ましい。この場合には、IDT 電極 1 1 の電気抵抗を低くすることができる。

[0051] ところで、第1の実施形態においては、第1電極膜26の第2の面26bの幅は、第2電極膜27の第1の面27aの幅よりも広い。もっとも、これに限られるものではない。図14に示す第1の実施形態の変形例においては、第1電極膜36の第2の面36bの幅、及び第2電極膜27の第1の面27aの幅は同じである。なお、第1電極膜36における第1の側面36cの第2の端縁部36fと、第2電極膜27における第1の側面27cの第1の端縁部27eとが接触している。同様に、第1電極膜36における第2の側面36dの第2の端縁部36hと、第2電極膜27における第2の側面27dの第1の端縁部27gとが接触している。そして、第1の実施形態と同様に、第1電極膜36の第1の面36aの幅は、第2電極膜27の第1の面27aの幅よりも広い。この場合においても、素子容量を大きくすることができ、かつスプリアスを抑制することができる。

[0052] 第1の実施形態においては、第1電極膜26上に直接的に第2電極膜27が設けられている。もっとも、第1電極膜26上に、他の電極膜を介して間接的に第2電極膜が設けられていてもよい。この例を以下において示す。

[0053] 図15は、第2の実施形態における第1の電極指付近を示す正面断面図である。

[0054] 本実施形態は、複数の第1の電極指44及び複数の第2の電極指がそれぞれ、第3電極膜48を含む点において、第1の実施形態と異なる。第1電極膜26及び第2電極膜27の間に第3電極膜48が設けられている。上記の点以外においては、第2の実施形態の弾性波装置は第1の実施形態の弾性波装置10と同様の構成を有する。

[0055] 第3電極膜48の幅は、第1電極膜26の幅W1よりも狭く、第2電極膜27の幅W2よりも広い。そして、本実施形態においても、 $\theta 1 \neq \theta 2$ であり、かつ $W1 > W2$ である。それによって、第1の実施形態と同様に、素子容量を大きくすることができ、かつスプリアスを抑制することができる。なお、第1電極膜26及び第2電極膜27の間に、複数の電極膜が設けられていてもよい。

[0056] 図 16 は、第 3 の実施形態における 1 対の電極指付近を示す正面断面図である。

[0057] 本実施形態は、IDT 電極 11 及び圧電層 16 の間に誘電体膜 53 が設けられている点において、第 1 の実施形態と異なる。具体的には、第 1 の電極膜 26 と圧電層 16 との間に誘電体膜 53 が設けられている。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 10 と同様の構成を有する。

[0058] IDT 電極 11 及び圧電層 16 の間に誘電体膜 53 が設けられていることにより、比帯域を容易に調整することができる。誘電体膜 53 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。さらに、本実施形態においても、第 1 の実施形態と同様に、 $\theta 1 \neq \theta 2$ であり、かつ $W 1 > W 2$ である。それによって、素子容量を大きくすることができ、かつスプリアスを抑制することができる。

[0059] 本発明の弾性波装置はフィルタ装置に用いられてもよい。この例を以下において示す。

[0060] 図 17 は、第 4 の実施形態に係るフィルタ装置の回路図である。

[0061] フィルタ装置 60 はラダー型フィルタである。フィルタ装置 60 は、複数の弾性波装置としての、直列腕共振子 S1、直列腕共振子 S2、直列腕共振子 S3、並列腕共振子 P1 及び並列腕共振子 P2 を有する。さらに、フィルタ装置 60 は、第 1 の信号端子 62 及び第 2 の信号端子 63 を有する。第 1 の信号端子 62 は、例えば、アンテナ端子であってもよい。アンテナ端子はアンテナに接続される。第 1 の信号端子 62 及び第 2 の信号端子 63 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。

[0062] 第 1 の信号端子 62 及び第 2 の信号端子 63 の間に、直列腕共振子 S1、直列腕共振子 S2 及び直列腕共振子 S3 が互いに直列に接続されている。直列腕共振子 S1 及び直列腕共振子 S2 の間の接続点とグラウンド電位との間に、並列腕共振子 P1 が接続されている。直列腕共振子 S2 及び直列腕共振子 S3 の間の接続点とグラウンド電位との間に、並列腕共振子 P2 が接続さ

れている。もっとも、フィルタ装置 60 の回路構成は上記に限定されない。例えば、フィルタ装置 60 は、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していればよい。あるいは、フィルタ装置 60 はラダー型フィルタではなくともよい。

[0063] 本実施形態においては、複数の弾性波共振子はいずれも本発明に係る弾性波装置である。それによって、フィルタ装置 60 における各弾性波共振子の素子容量を大きくすることができ、かつスプリアスを抑制することができる。

[0064] フィルタ装置 60 における少なくとも 2 つの弾性波共振子の間において、第 2 電極膜における角度 θ_2 が異なることが好ましい。それによって、各弾性波共振子において生じるリップルの周波数を調整することができる。これにより、フィルタ装置 60 をデュプレクサやマルチプレクサなどに用いる場合において、フィルタ装置 60 におけるリップルが生じる周波数を、他のフィルタ装置の通過帯域外に配置することができる。従って、デュプレクサやマルチプレクサなどのフィルタ特性の劣化を抑制することができる。

[0065] フィルタ装置 60 における少なくとも 2 つの弾性波共振子の間において、第 1 電極膜の幅 W_1 及び第 2 電極膜の幅 W_2 の比率 W_1 / W_2 が異なることが好ましい。それによって、各弾性波共振子の素子容量を容易に調整することができる。

[0066] 以下において、厚み滑りモードの詳細を説明する。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。

[0067] 図 18 (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 18 (b) は、圧電層上の電極構造を示す平面図であり、図 19 は、図 18 (a) 中の A-A 線に沿う部分の断面図である。

[0068] 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、1000nm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18(a)及び図18(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18(a)及び図18(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18(a)及び図18(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18(a)及び図18(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 μ m以上、10 μ 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。

[0069] 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。

[0070] 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19に示すように、貫通孔7a, 8aを有する。それによって、空洞部、すなわちエアギャップ9が形成されている。エアギャップ9は、平面視において、電極3, 4と重なる位置に設けられている。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。なお、支持部材8には、貫通孔8aの代わりに凹部が設けられていてもよい。圧電層2はエアギャップ9に面している。エアギャップ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。

[0071] 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)や(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S i は、抵抗率4 k Ω 以上の高抵抗であることが望ましい。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。

[0072] 支持部材8の材料としては、例えば、酸化アルミニウム、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、水晶などの圧電体、アルミナ、マグネシア、サファイア、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、炭化ケイ素、ジルコニア、コーズライト、ムライト、ステアタイト、フォルステライトなどの各種セラミック、ダイヤモンド、ガラスなどの誘電体、窒化ガリウムなどの半導体などを用いることができる。

[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

リモードのバルク波の相違を、図20(a)及び図20(b)を参照して説明する。

[0076] 図20(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20(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20(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21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Cに含まれる第2領域452とで逆になる。図21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C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C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 22 は、図 19 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 = 400 nm 。

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 = $40\text{ }\mu\text{ m}$ 、電極 3、4 からなる電極の対数 = 21 対、電極間中心距離 = $3\text{ }\mu\text{ m}$ 、電極 3、4 の幅 = 500 nm 、 $d/p = 0.133$ 。

絶縁層 7： $1\text{ }\mu\text{ m}$ 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 22 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 23 を参照して説明する

。

[0087] 図 2 2 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 2 3 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 2 3 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、 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] 図 2 4 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 2 4 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。

[0090] 図 2 5 は、音響多層膜を有する弾性波装置の正面断面図である。弾性波装置 81 では、圧電層 2 の第 2 の主面 2b に音響多層膜 82 が積層されている。音響多層膜 82 は、音響インピーダンスが相対的に低い低音響インピーダンス層 82a, 82c, 82e と、音響インピーダンスが相対的に高い高音響インピーダンス層 82b, 82d との積層構造を有する。音響多層膜 82 を用いた場合、弾性波装置 1 におけるエアギャップ 9 を用いずとも、厚み滑りモードのバルク波を圧電層 2 内に閉じ込めることができる。弾性波装置 8

1においても、上記 d/p を 0.5 以下とすることにより、厚み滑りモードのバルク波に基づく共振特性を得ることができる。なお、音響多層膜 82 においては、その低音響インピーダンス層 82 a, 82 c, 82 e 及び高音響インピーダンス層 82 b, 82 d の積層数は特に限定されない。低音響インピーダンス層 82 a, 82 c, 82 e よりも、少なくとも 1 層の高音響インピーダンス層 82 b, 82 d が圧電層 2 から遠い側に配置されておりさえすればよい。

[0091] 上記低音響インピーダンス層 82 a, 82 c, 82 e 及び高音響インピーダンス層 82 b, 82 d は、上記音響インピーダンスの関係を満たす限り、適宜の材料で構成することができる。例えば、低音響インピーダンス層 82 a, 82 c, 82 e の材料としては、酸化ケイ素またはポリマー、またはアルミニウムなどの軽い金属などを挙げることができる。また、高音響インピーダンス層 82 b, 82 d の材料としては、アルミナ、窒化ケイ素、酸化タンタル、またはタングステンなどの重い金属などを挙げることができる。もっとも、IDT 電極を用いた本デバイスの場合には、寄生容量をもたらさない点で、誘電体膜のみからなる音響多層膜を用いることが好ましい。

[0092] 図 26 は、 d/p を限りなく 0 に近づけた場合の LiNbO_3 のオイラー角 (0° , θ , ϕ) に対する比帯域のマップを示す図である。図 26 のハッチングを付して示した部分が、少なくとも 5% 以上の比帯域が得られる領域であり、当該領域の範囲を近似すると、下記の式 (1)、式 (2) 及び式 (3) で表される範囲となる。

[0093] $(0^\circ \pm 10^\circ, 0^\circ \sim 20^\circ, \text{任意の } \phi)$ …式 (1)

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

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

[0094] 従って、上記式 (1)、式 (2) または式 (3) のオイラー角範囲の場合

、比帯域を十分に広くすることができ、好ましい。圧電層 2 がタンタル酸リチウム層である場合も同様である。

[0095] 本発明に係る弾性波装置は、図 25 に示した音響多層膜 82 を有していてもよい。例えば、図 2 に示す第 1 の実施形態などにおいては、支持部材 13 及び圧電層 16 の間に、音響多層膜 82 が設けられていてもよい。

符号の説明

[0096] 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 …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 …エアギャップ
10 …弾性波装置
11 …IDT 電極
12 …圧電性基板
13 …支持部材
13 a …凹部
14 …支持基板
14 a …凹部
14 b …支持部
15 …絶縁層
15 a …貫通孔
16 …圧電層

1 6 a, 1 6 b…第 1, 第 2 の主面
2 2, 2 3…第 1, 第 2 のバスバー
2 4, 2 5…第 1, 第 2 の電極指
2 6…第 1 電極膜
2 6 a, 2 6 b…第 1, 第 2 の面
2 6 c, 2 6 d…第 1, 第 2 の側面
2 6 e, 2 6 f…第 1, 第 2 の端縁部
2 6 g, 2 6 h…第 1, 第 2 の端縁部
2 7…第 2 電極膜
2 7 a, 2 7 b…第 1, 第 2 の面
2 7 c, 2 7 d…第 1, 第 2 の側面
2 7 e, 2 7 f…第 1, 第 2 の端縁部
2 7 g, 2 7 h…第 1, 第 2 の端縁部
3 6…第 1 電極膜
3 6 a, 3 6 b…第 1, 第 2 の面
3 6 c, 3 6 d…第 1, 第 2 の側面
3 6 f, 3 6 h…第 2 の端縁部
4 4…第 1 の電極指
4 8…第 3 電極膜
5 3…誘電体膜
6 0…フィルタ装置
6 2, 6 3…第 1, 第 2 の信号端子
8 0, 8 1…弾性波装置
8 2…音響多層膜
8 2 a, 8 2 c, 8 2 e…低音響インピーダンス層
8 2 b, 8 2 d…高音響インピーダンス層
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

P 1, P 2 …並列腕共振子

S 1 ~ S 3 …直列腕共振子

V P 1 …仮想平面

請求の範囲

- [請求項1] 対向し合う第1の主面及び第2の主面を有し、かつニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムからなる圧電層と、
- 前記圧電層の前記第1の主面に設けられており、複数の電極指を有するIDT電極と、
- を備え、
- 前記圧電層の厚みを d 、隣り合う前記電極指の中心間距離を p とした場合、 d/p が0.5以下であり、
- 前記電極指が、第1電極膜と、前記第1電極膜上に設けられている第2電極膜と、を有し、
- 前記第1電極膜及び前記第2電極膜が、それぞれ、厚み方向において対向し合う第1の面及び第2の面と、前記第1の面及び前記第2の面に接続されている側面と、を有し、
- 前記第1電極膜における前記側面及び前記第1の面がなす角の角度を θ_1 、前記第2電極膜における前記側面及び前記第1の面がなす角の角度を θ_2 とし、前記第1電極膜の幅を W_1 、前記第2電極膜の幅を W_2 としたときに、 $\theta_1 \neq \theta_2$ であり、かつ $W_1 > W_2$ である、弾性波装置。
- [請求項2] 前記第1電極膜の厚みが前記第2電極膜の厚みよりも薄い、請求項1に記載の弾性波装置。
- [請求項3] $50^\circ \leq \theta_2 \leq 90^\circ$ である、請求項1または2に記載の弾性波装置。
- [請求項4] 前記第1電極膜が、Ti、Ni及びCrのうち少なくとも1種を含む、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] 前記第2電極膜が、Alを含む、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電極膜と前記圧電層との間に設けられている、誘電体膜をさらに備える、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] 前記圧電層を構成しているニオブ酸リチウムまたはタンタル酸リチウムのオイラー角 (ϕ , θ , ψ) が、以下の式 (1)、式 (2) または式 (3) の範囲にある、請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の弾性波装置。

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

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

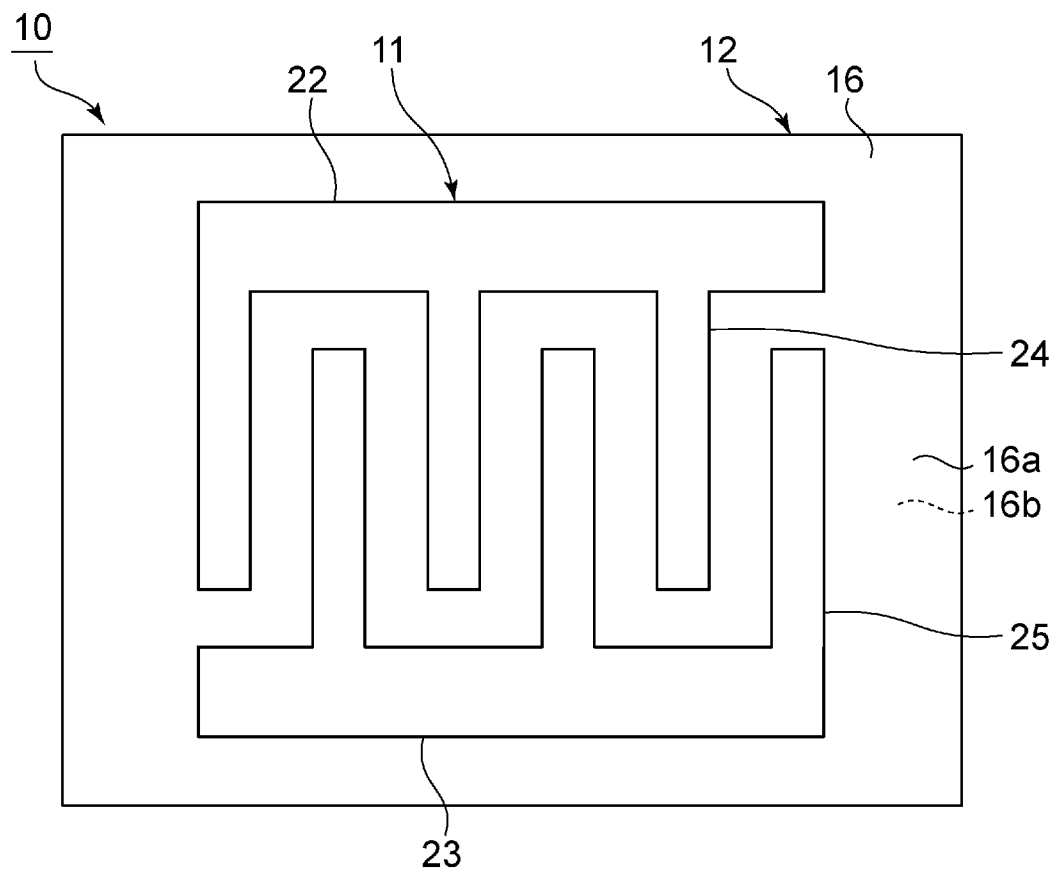
$$(0^\circ \pm 10^\circ, [180^\circ - 30^\circ (1 - (\psi - 90)^\circ)^2 / 8100]^{1/2}) \sim 180^\circ, \text{任意の } \phi) \quad \dots \text{式 (3)}$$

[請求項8] 複数の弾性波共振子を備え、
前記複数の弾性波共振子がそれぞれ、請求項 1～7 のいずれか 1 項の弾性波装置であり、
少なくとも 2 つの前記弾性波共振子の間において、前記角度 θ が異なる、フィルタ装置。

[請求項9] 複数の弾性波共振子を備え、
前記複数の弾性波共振子がそれぞれ、請求項 1～7 のいずれか 1 項の弾性波装置であり、
少なくとも 2 つの前記弾性波共振子の間において、前記第 1 電極膜の幅 W_1 及び前記第 2 電極膜の幅 W_2 の比率 W_1 / W_2 が異なる、フィルタ装置。

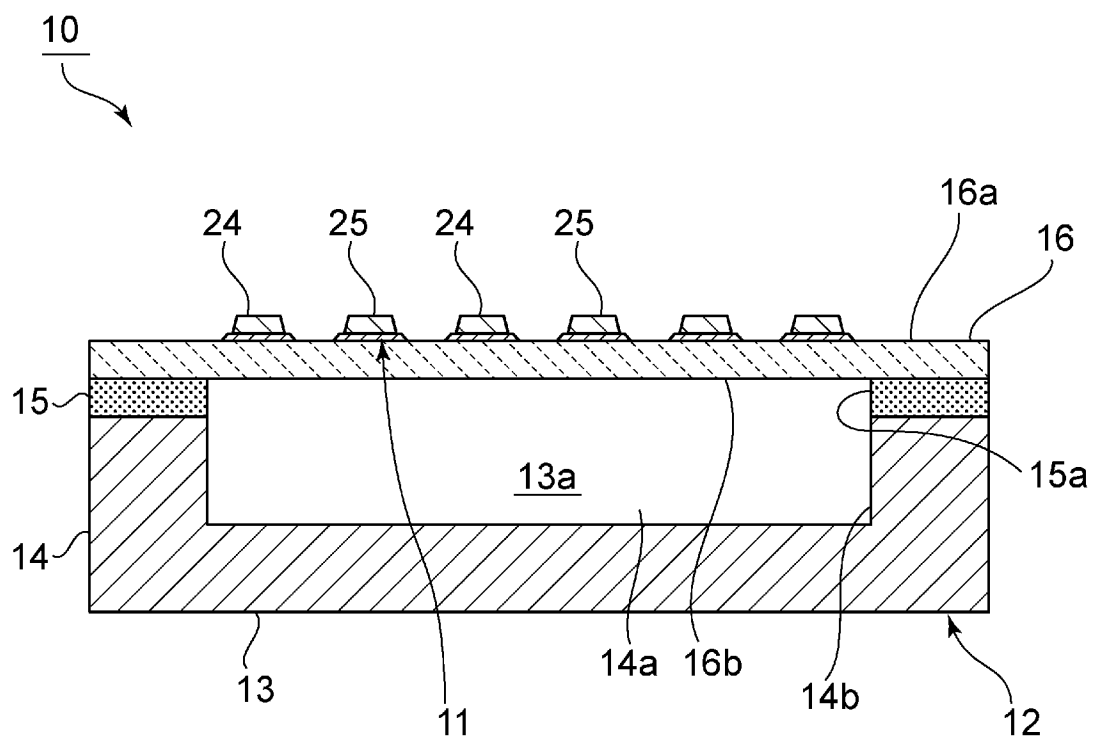
[図1]

図1



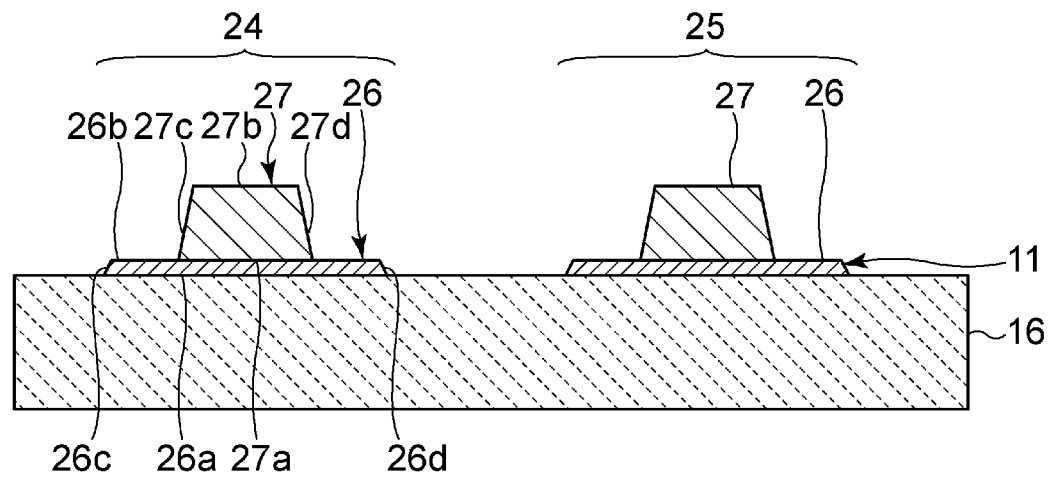
[図2]

図2



[図3]

図3



[図4]

図4

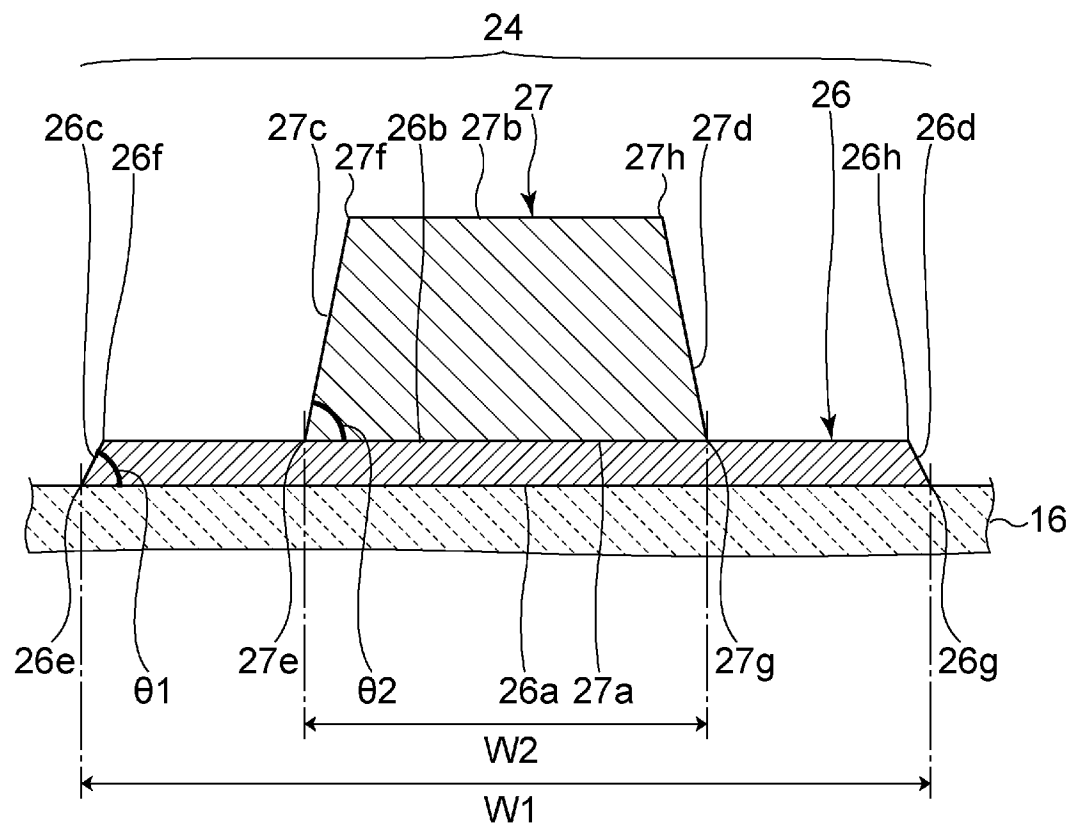
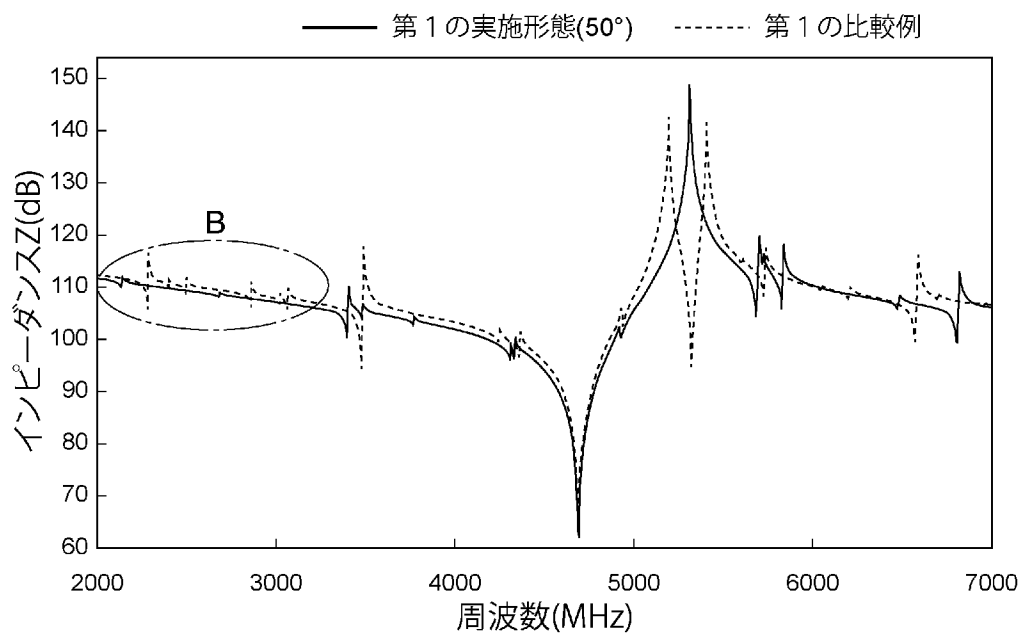
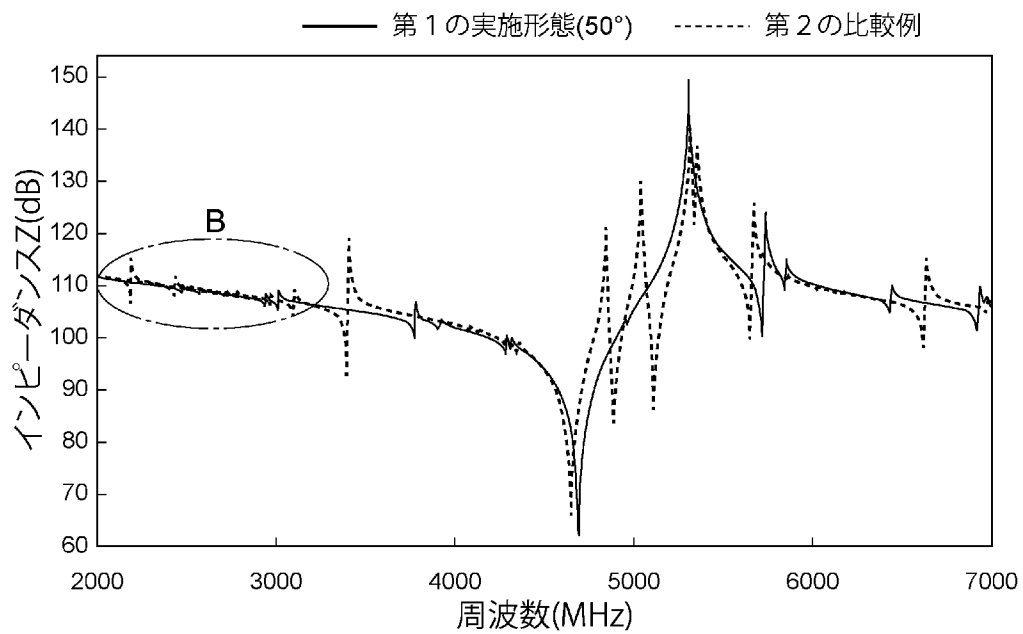


図5



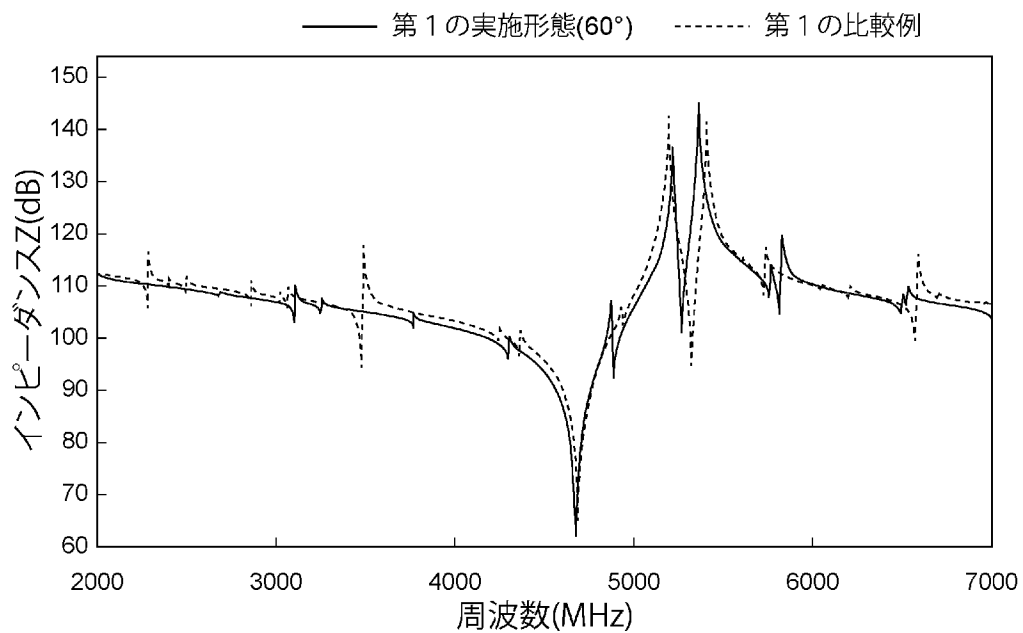
[図8]

図8



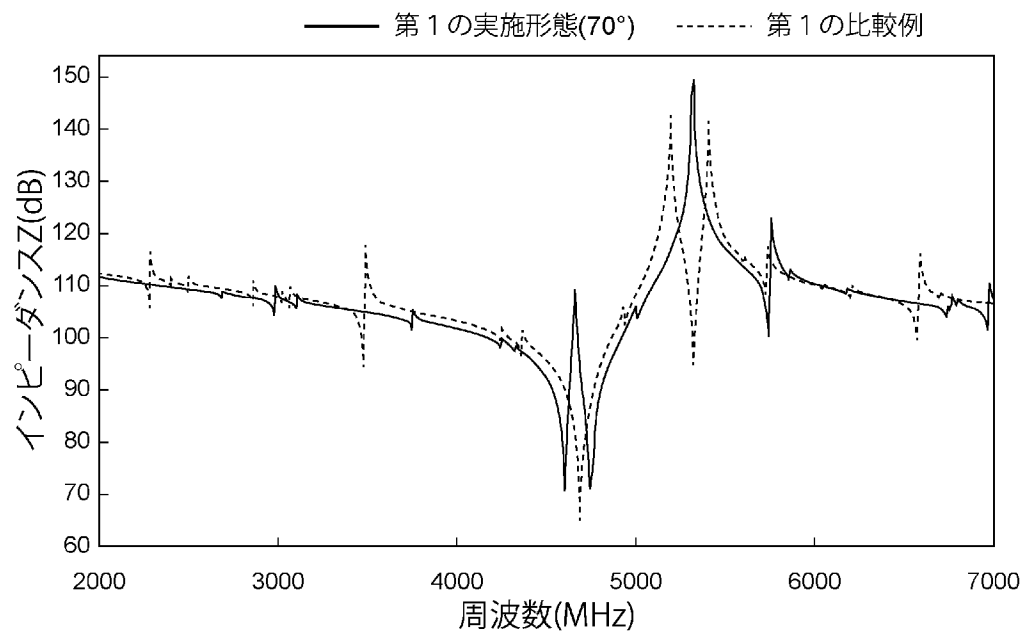
[図9]

図9



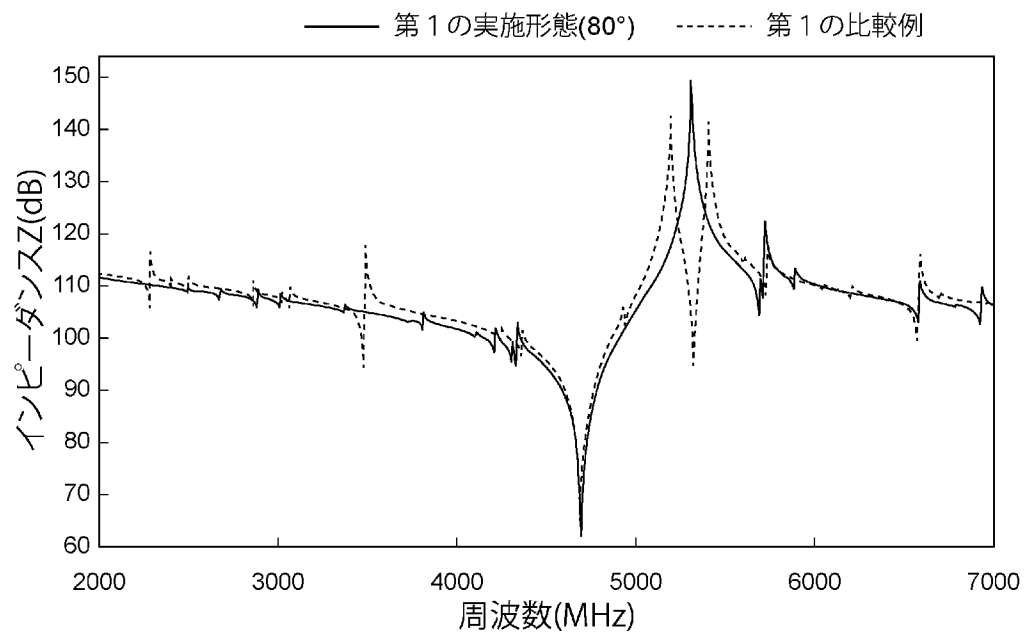
[図10]

図10



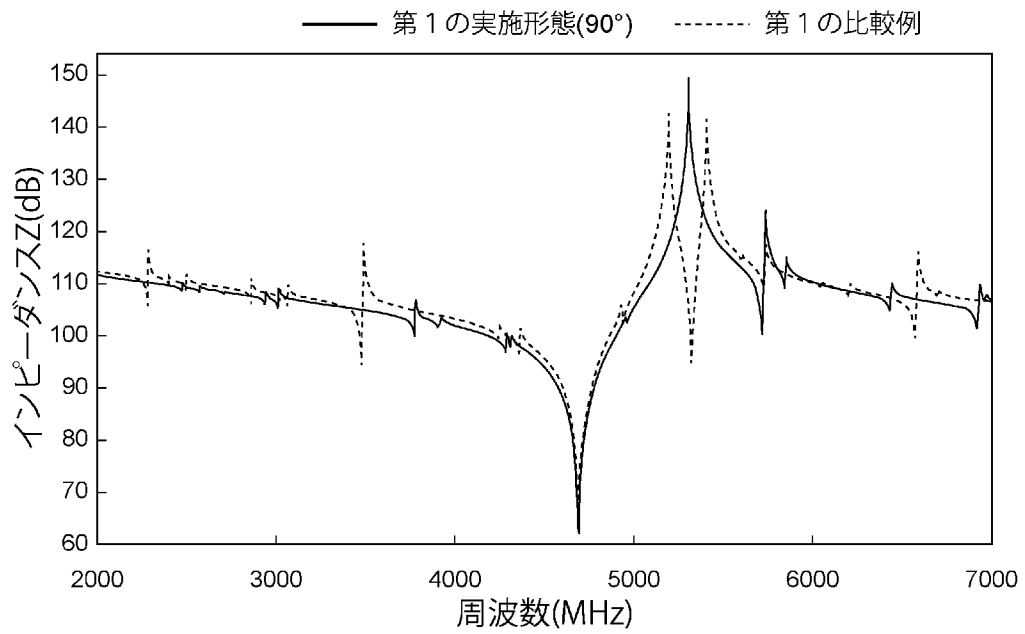
[図11]

図11



[図12]

図12



[図13]

図13

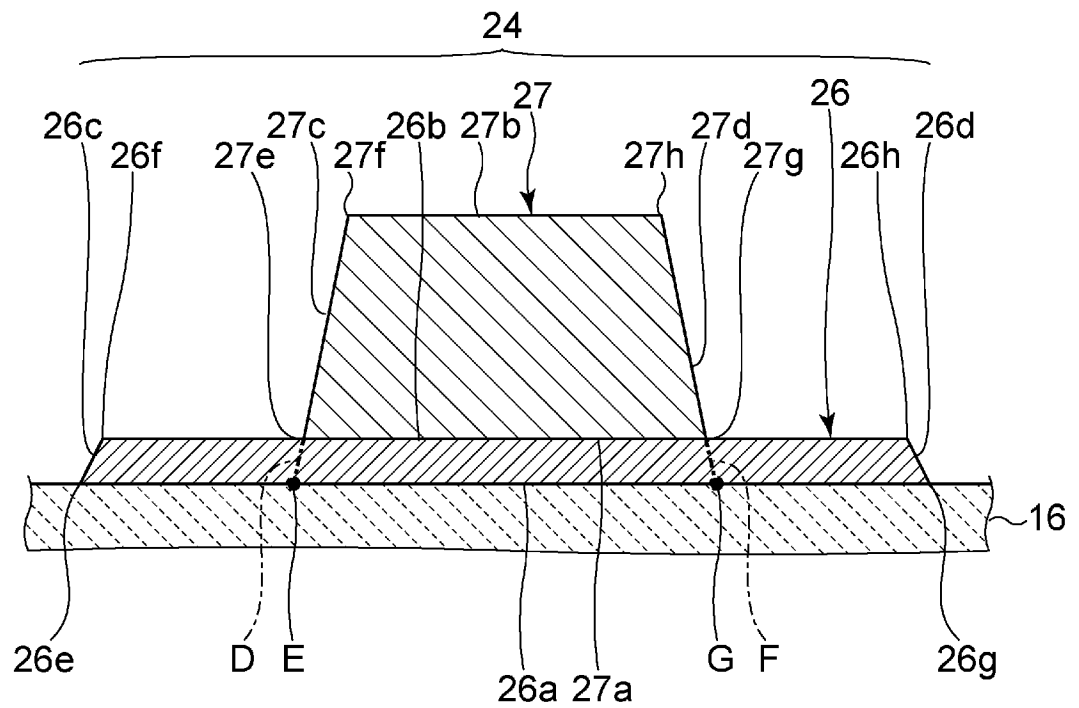
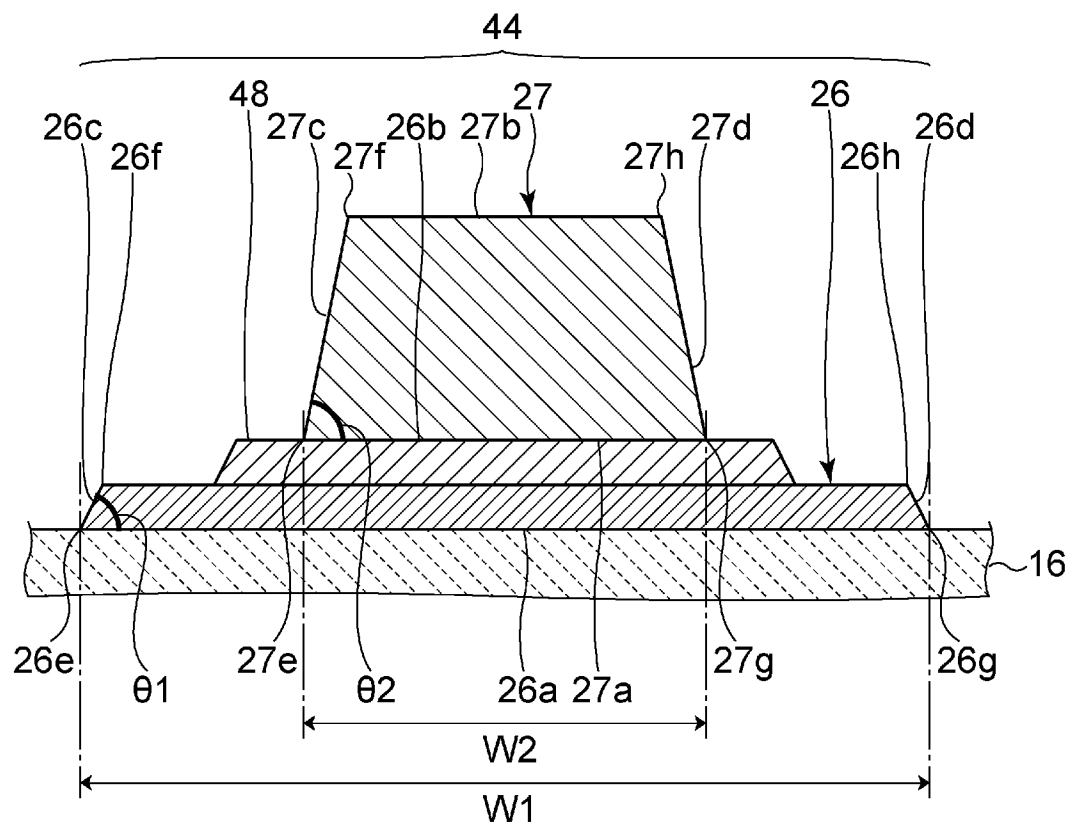
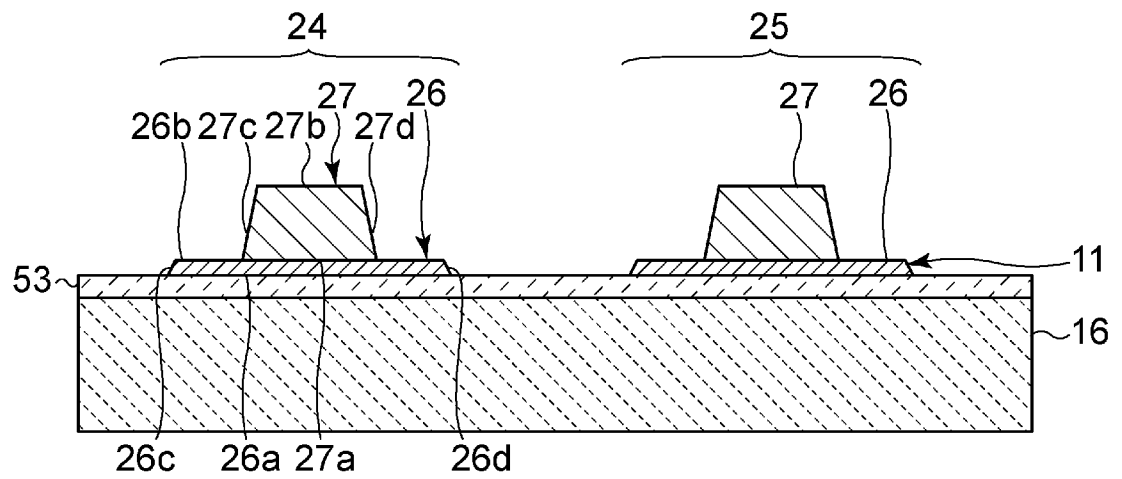


図14



[図16]

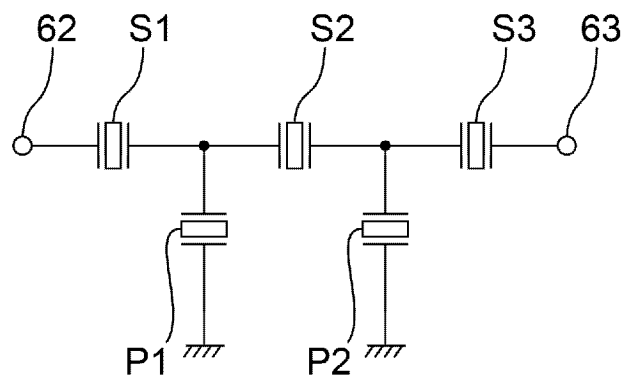
図16



[図17]

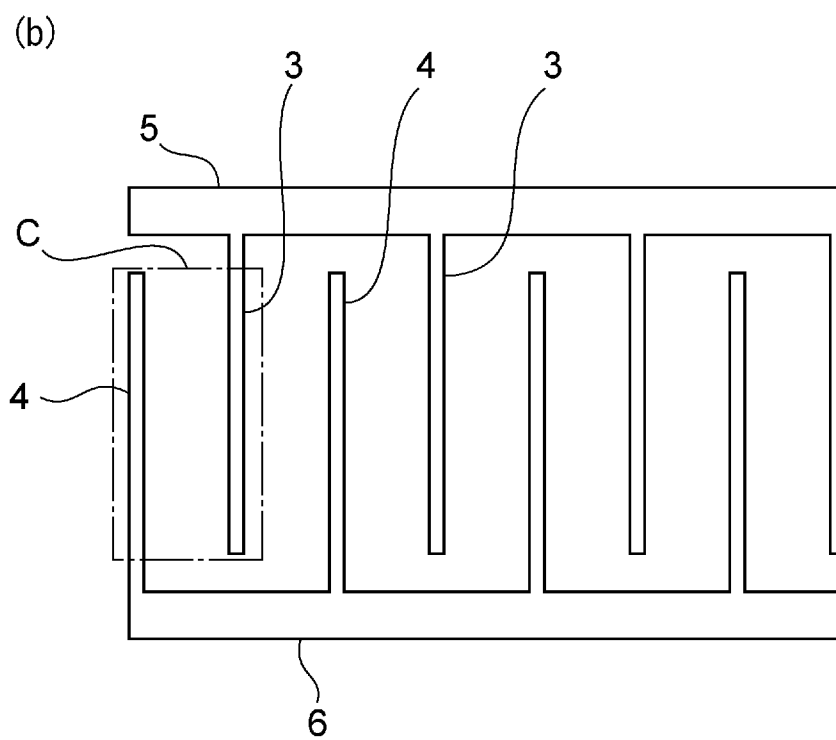
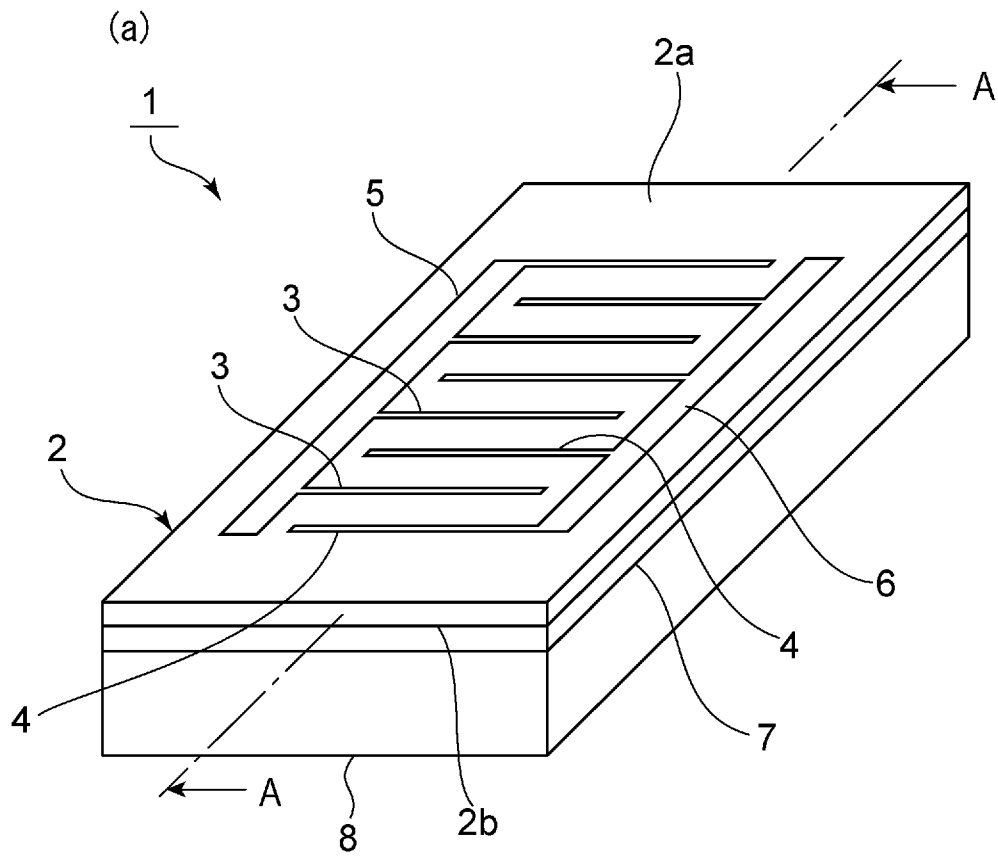
図17

60



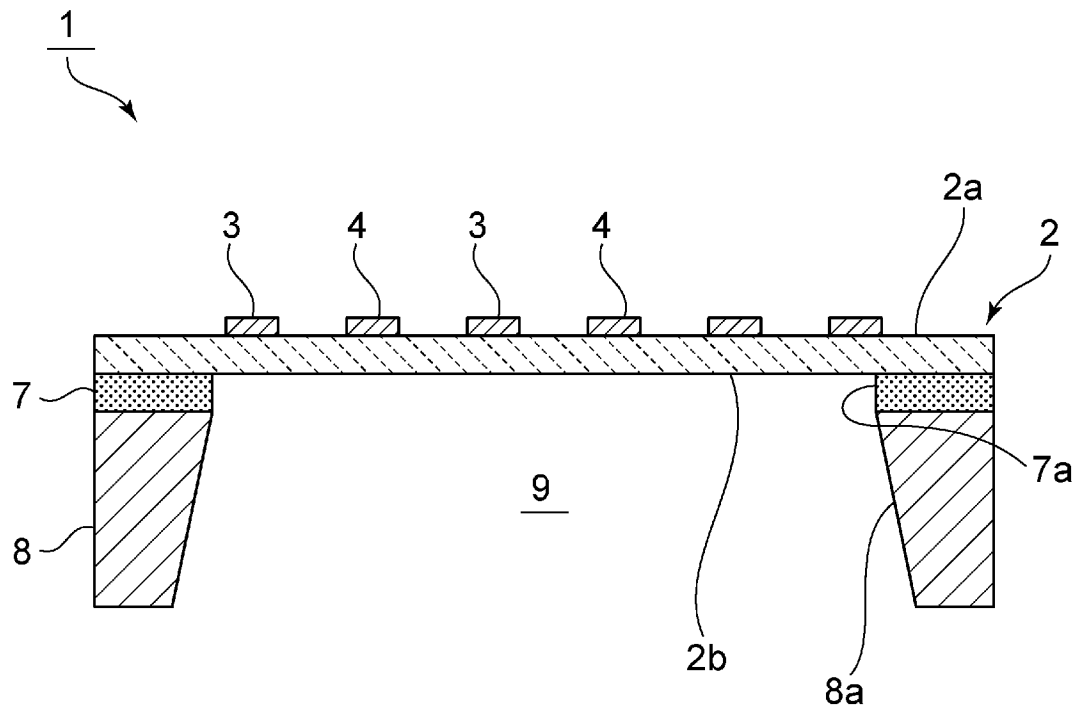
[図18]

図18



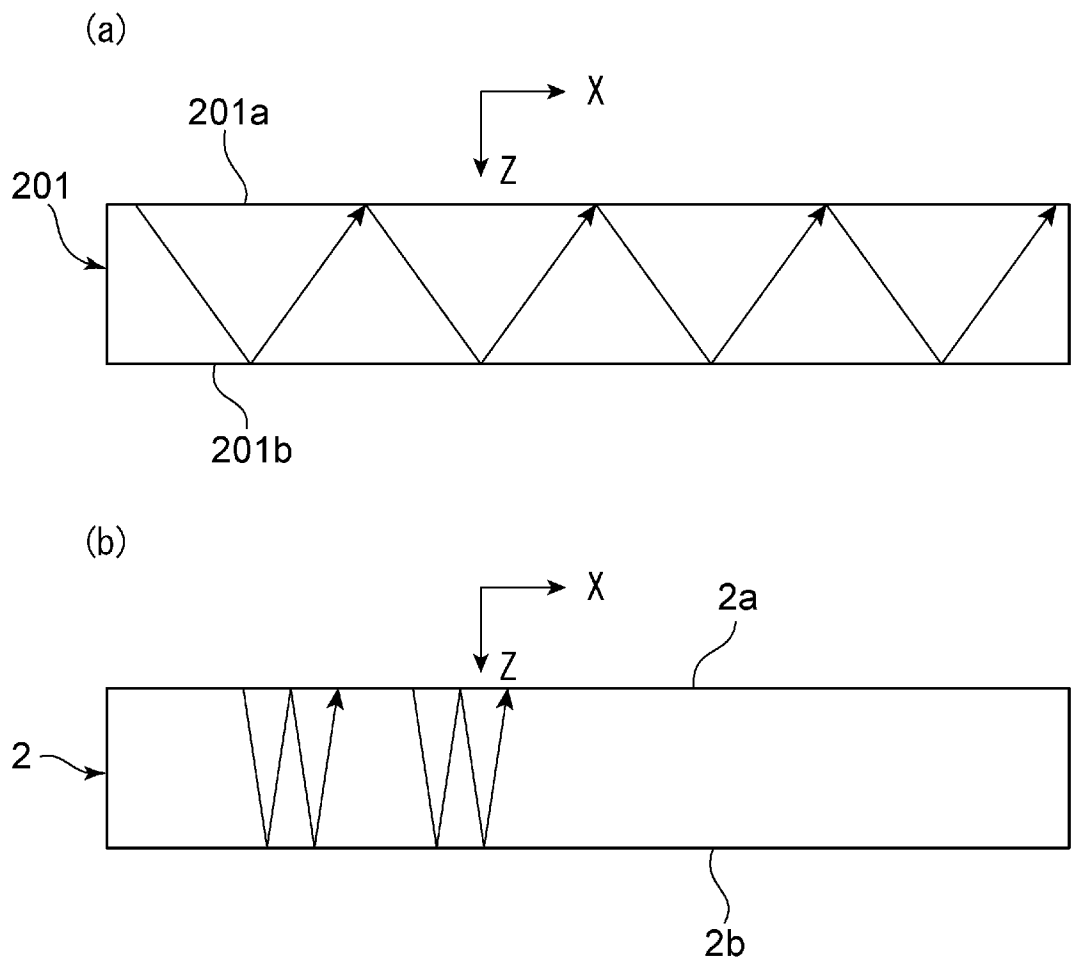
[図19]

図19



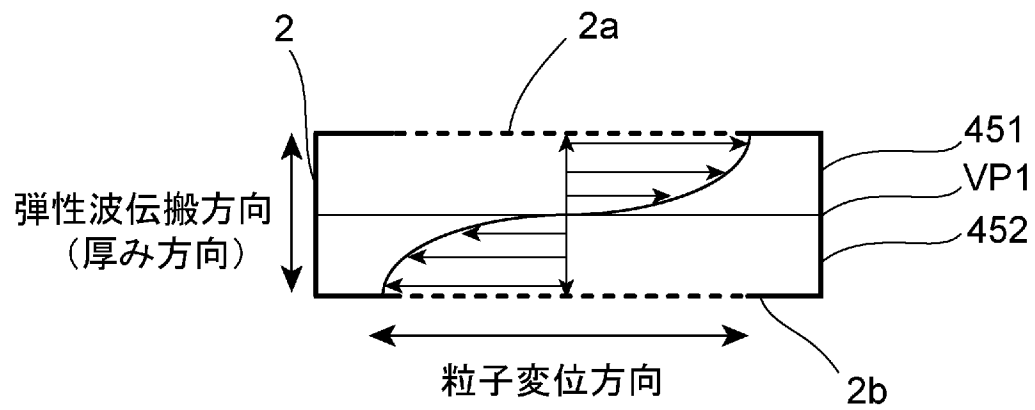
[図20]

図20



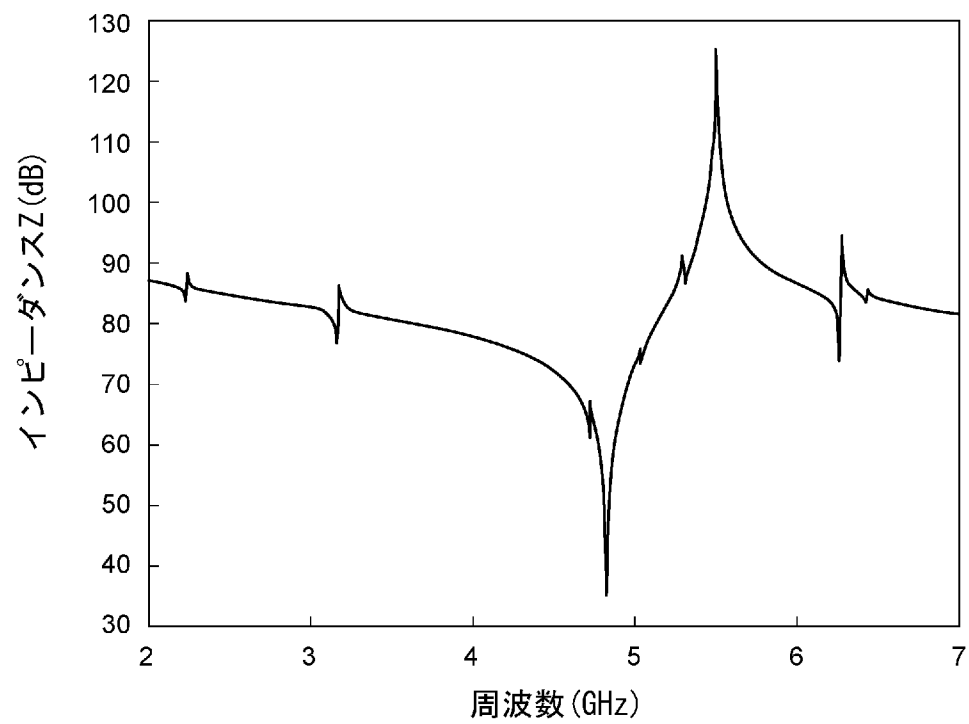
[図21]

図21



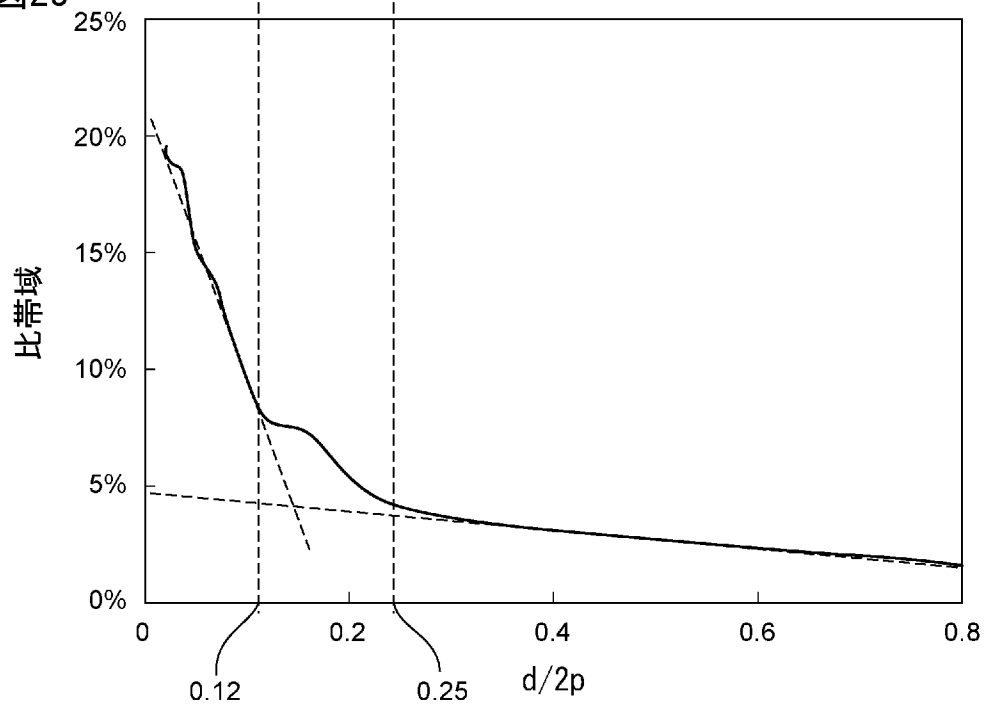
[図22]

図22



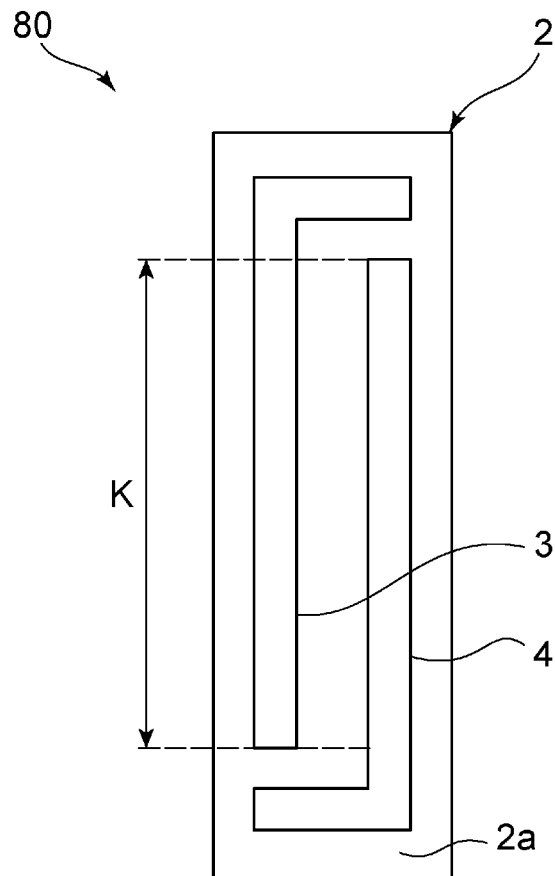
[図23]

図23



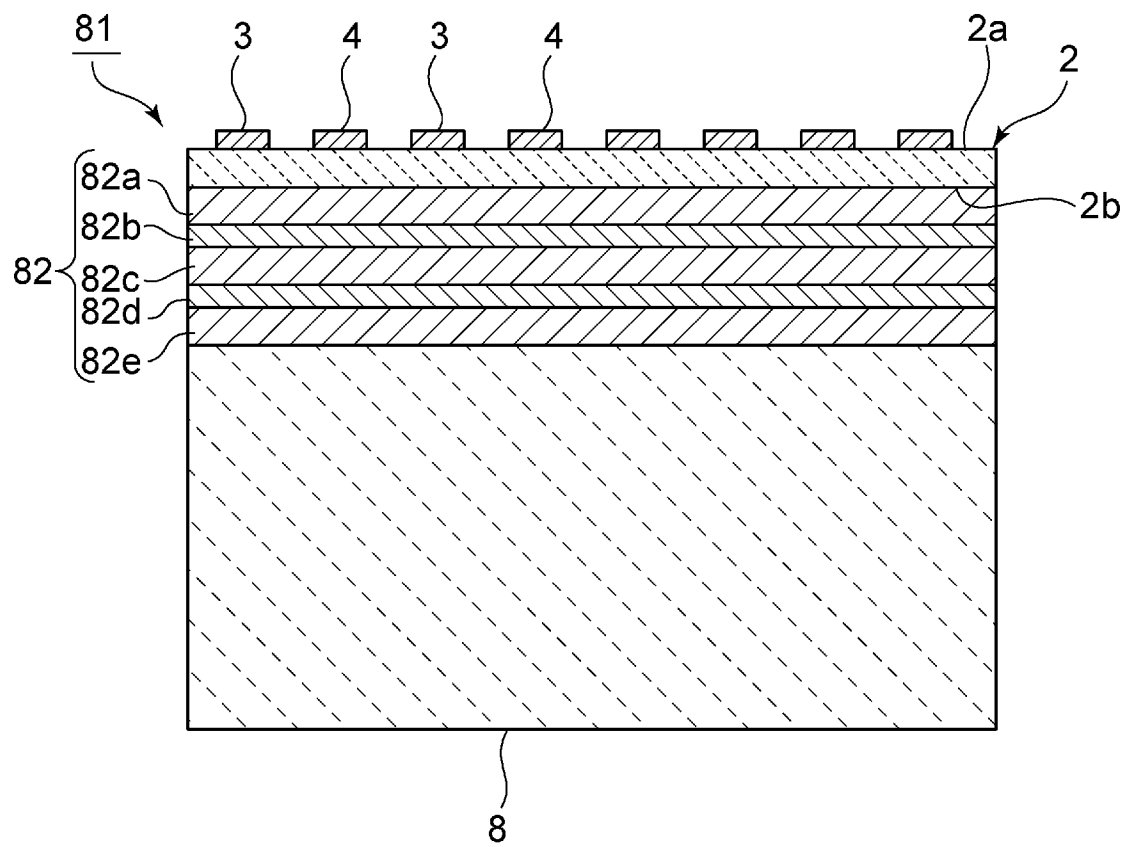
[図24]

図24



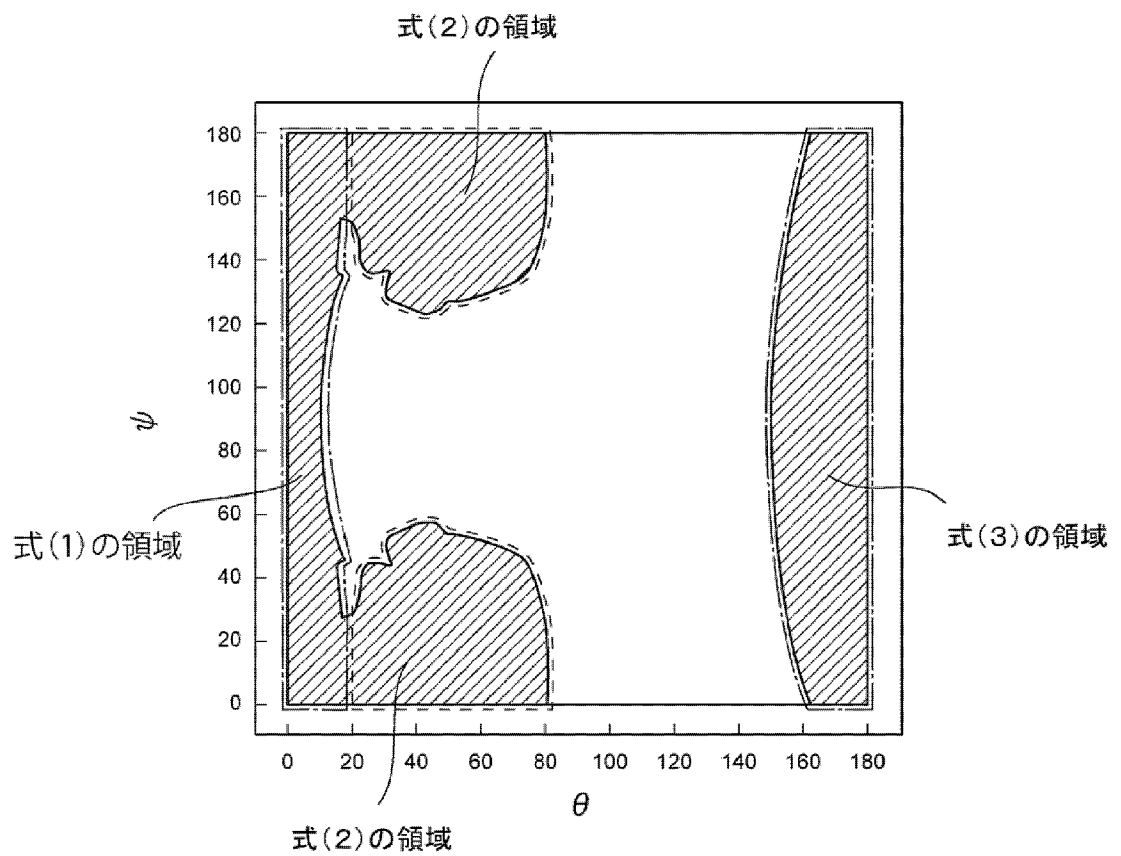
[図25]

図25



[図26]

図26



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/029920

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H03H 9/145**(2006.01)i

FI: H03H9/145 C

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H03H9/145

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2020/100949 A1 (KYOCERA CORPORATION) 22 May 2020 (2020-05-22) paragraphs [0020]-[0025], fig. 1, 2	1-7
A		8-9
Y	WO 2017/013945 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 26 January 2017 (2017-01-26) paragraphs [0022]-[0034], fig. 1-3	1-7
Y	WO 2018/155305 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 30 August 2018 (2018-08-30) paragraph [0028]	6-7
A	JP 2013-528996 A (TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT) 11 July 2013 (2013-07-11) entire text, all drawings	1-9

☐ 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

21 October 2021

Date of mailing of the international search report

02 November 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/029920

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2020/100949	A1	22 May 2020	(Family: none)	
WO	2017/013945	A1	26 January 2017	US 2018/0097501 A1 paragraphs [0030]-[0042], fig. 1-3	
				CN 107534429 A	
				KR 10-2017-0134669 A	
WO	2018/155305	A1	30 August 2018	US 2019/0372551 A1 paragraph [0034]	
				KR 10-2019-0096425 A	
				CN 110313130 A	
JP	2013-528996	A	11 July 2013	US 2013/0057360 A1 entire text, all drawings	
				WO 2011/131844 A1	
				CN 102870325 A	
				KR 10-2013-0091658 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H03H 9/145(2006.01)i FI: H03H9/145 C														
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）） H03H9/145 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年													
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
Y	WO 2020/100949 A1（京セラ株式会社）22.05.2020（2020 - 05 - 22） [0020]-[0025], 図1-2	1-7												
A		8-9												
Y	WO 2017/013945 A1（株式会社村田製作所）26.01.2017（2017 - 01 - 26） [0022]-[0034], 図1-3	1-7												
Y	WO 2018/155305 A1（株式会社村田製作所）30.08.2018（2018 - 08 - 30） [0028]	6-7												
A	JP 2013-528996 A（テクノロジーオン テュトキムスケスクス ヴェーテーテー） 11.07.2013（2013 - 07 - 11） 全文, 全図	1-9												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 21.10.2021	国際調査報告の発送日 02.11.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 橋本 和志 5W 4183 電話番号 03-3581-1101 内線 3576													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/029920

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2020/100949	A1	22.05.2020	(ファミリーなし)	
WO	2017/013945	A1	26.01.2017	US 2018/0097501	A1
				[0030]-[0042], 図1-3	
				CN 107534429	A
				KR 10-2017-0134669	A
WO	2018/155305	A1	30.08.2018	US 2019/0372551	A1
				[0034]	
				KR 10-2019-0096425	A
				CN 110313130	A
JP	2013-528996	A	11.07.2013	US 2013/0057360	A1
				全文, 全図	
				WO 2011/131844	A1
				CN 102870325	A
				KR 10-2013-0091658	A