(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
2010 年 11 月 4 日(04.11.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/125940 A1

(51) 国際特許分類:
H03H 9/17 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/056944

(22) 国際出願日: 2010 年 4 月 19 日(19.04.2010)

(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 2009-110757 2009 年 4 月 30 日(30.04.2009) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小上　貴史(**OGAMI, Takashi**) [JP/JP]; 〒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). 門田　道雄(**KADOTA, Michio**) [JP/JP]; 〒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: 宮▲崎▼　主税, 外 (**MIYAZAKI, Chikara** et al.); 〒5400012 大阪府大阪市中央区谷町１丁目５番４号　大同生命ビル６階 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

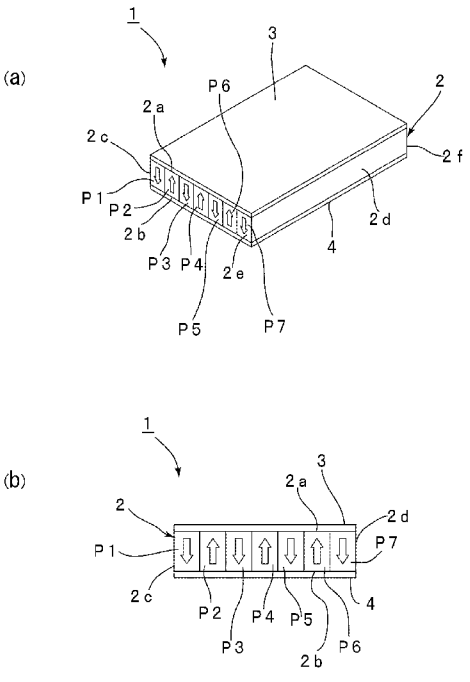
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

[続葉有]

(54) **Title**: ELASTIC WAVE DEVICE

(54) 発明の名称 : 弾性波装置

[図1]



(57) **Abstract**: Disclosed is an elastic wave device which has a cyclic polarization inverted structure and not only facilitates electrode formation but also provides excellent resonance characteristics. In the end surface reflection type elastic wave device (1), a first electrode (3) is formed on the first main surface (2a) of a rectangular-board-like piezoelectric body (2), and a second electrode (4) is formed on the second main surface (2b) of the piezoelectric body. The first and second electrodes (3, 4) extend from an end formed by a first end surface (2c) and the first main surface (2a) or the second main surface (2b) to an end formed by a second end surface (2d) and the first main surface (2a) or the second main surface (2b). In the piezoelectric body (2), a plurality of piezoelectric regions (P1-P7) are formed between the first end surface (2c) and the second end surface (2d), the polarization axis directions of the piezoelectric regions (P1-P7) cyclically invert, and the elastic waves excited by the first and the second end surfaces (2c, 2d) are reflected.

(57) 要約:　周期分極反転構造を有し、電極形成が容易であるだけでなく、良好な共振特性を得ることを可能とする弾性波装置を提供する。　矩形板状の圧電体２の第１の主面２ａ上に第１の電極３が、第２の主面２ｂ上に第２の電極４が形成されており、第１,第２の電極３,４が、それぞれ、第１の端面２ｃと、第１の主面２ａまたは第２の主面２ｂとのなす端縁から第２の端面２ｄと、第１の主面２ａまたは第２の主面２ｂとのなす端縁に至っており、圧電体２において、第１の端面２ｃと第２の端面２ｄとの間に複数の圧電体領域Ｐ１～Ｐ７が形成されており、複数の圧電体領域Ｐ１～Ｐ７の分極軸方向が、周期的に反転されており、第１,第２の端面２ｃ,２ｄで励振された弾性波が反射される端面反射型の弾性波装置１。

WO 2010/125940 A1

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 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] 本発明は、共振子や帯域フィルタなどに用いられる弾性波装置に関し、より詳細には、周期分極反転構造を有する圧電体を用いた弾性波装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、共振子や帯域フィルタとして様々な弾性表面波装置が用いられている。弾性表面波装置では、一様に分極された圧電基板の上面に、一対のくし形電極からなるＩＤＴ電極が形成されている。このＩＤＴ電極に交番電界を印加することにより、隣り合う電極指間に電界が印加され、弾性表面波が励振される。

[0003] 他方、下記の非特許文献１には、ＩＤＴ電極を用いない弾性表面波装置が開示されている。図１２は、非特許文献１に記載の弾性表面波装置を模式的に示す模式的正面断面図である。弾性表面波装置１０１では、圧電体１０２が周期分極反転構造を有する。

[0004] 周期分極反転構造とは、圧電体の複数の圧電体領域の分極軸方向が周期的に反転されている構造である。例えば、圧電体１０２では、複数の圧電体領域１０２ａ～１０２ｉの分極軸方向は、図示の矢印で示す通りである。この分極軸方向は、隣り合う圧電体領域で異なっている。例えば、圧電体領域１０２ａの圧電体領域の分極軸方向と、圧電体領域１０２ｂの圧電体領域の分極軸方向とは逆方向となっており、圧電体領域１０２ｂの分極軸方向と、隣りの圧電体領域１０２ｃの分極軸方向とが逆方向となっている。

[0005] そして、圧電体領域１０２ｂ～１０２ｈの上面に、第１の電極１０３が形成されており、下面に第２の電極１０４が形成されている。第１，第２の電極１０３，１０４は、圧電体領域１０２ｂ～１０２ｈが設けられている領域において、第１，第２の主面を覆うように形成されている。従って、非常に

細い電極指を有するくし形電極を形成する必要がないので、第１，第２の電極１０３，１０４を容易にかつ安価に形成することができる。

[0006] また、ＩＤＴ電極を用いた弾性表面波装置では、電極指間の短絡を防止するためにパッシベーション膜を形成しなければならなかったりするのに対し、弾性表面波装置１０１では、パッシベーション膜を省略することもできる。

[0007] 下記の非特許文献２には、ＩＤＴ電極を用いた端面反射型の圧電表面滑り波共振子が開示されている。図１３は、非特許文献２に開示されている圧電表面滑り波共振子１１１を示す模式的正面断面図である。

[0008] 圧電表面滑り波共振子１１１では、分極軸方向が一様である圧電基板１１２上に、一対のくし形電極からなるＩＤＴ電極１１３が形成されている。ＩＤＴ電極１１３は、互いに間挿し合う複数本の電極指１１３ａを有する。ここでは、圧電基板１１２の対向し合う第１，第２の端面１１２ａ，１１２ｂで、圧電表面滑り波を反射させることにより、端面反射型の共振子が構成されている。すなわち、反射器を設けることなく、第１，第２の端面１１２ａ，１１２ｂで圧電表面滑り波を反射させている。この場合、第１，第２の端面１１２ａ，１１２ｂは、端面に沿うように設けられる電極指１１３ａの幅方向中央に位置するように、最外側の電極指１１３ａ１，１１３ａ２の幅が残りの電極指１１３ａの１／２とされている。それによって、リップルのない良好な共振特性が得られると記載されている。

先行技術文献

非特許文献

[0009] 非特許文献1：「Lamb wavetransducers built on periodically poled Z-cut LiNbO3 wafers」 JOUNAL OF APPLIED PHYSICS 102, 114107 (2007)

非特許文献2：「自由端面の反射を利用した圧電表面すべり波共振子」 日本音響学会講演論文集 p.351 (1976)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 非特許文献１では、前述した周期分極反転構造を有する弾性表面波装置１０１が開示されているが、ここでは、周期分極反転構造を有するトランスデューサの原理が示されているだけである。従って、励振された弾性波のエネルギーを閉じ込めるための反射器については記載されていない。従って、第１，第２の電極１０３，１０４が対向しているトランスデューサ部分の側方に、圧電体領域１０２ａ，１０２ｉが設けられている構成が示されているにすぎなかった。

[0011] 他方、非特許文献２に記載の圧電表面滑り波共振子１１１は、上記の通り、従来のＩＤＴ電極１１３を設けた弾性波共振子の一例を開示しているに留まるものであった。

[0012] 本発明の目的は、上述した従来技術の現状に鑑み、電極構造の簡略化及び低コスト化を果たすことができ、パッシベーション膜等を省略することができる周期分極反転構造を有する弾性波装置であって、励振された弾性波を一対の反射部分間に閉じ込めて良好な共振特性を得ることを可能とする、しかも小型化を進めることが可能である、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

[0013] 本発明によれば、対向し合う第１，第２の主面と、第１，第２の主面を結んでおり、かつ対向し合う第１，第２の端面と、第１，第２の主面を結んでおり、かつ対向し合う第１，第２の側面とを有する矩形板状の圧電体と、前記圧電体の前記第１の主面上に形成されており、前記第１の端面と前記第１の主面とのなす端縁から前記第２の端面と前記第１の主面とのなす端縁に至っている第１の電極と、前記圧電体の前記第２の主面上に形成されており、前記第１の端面と前記第２の主面とのなす端縁から前記第２の端面と前記第２の主面とのなす端縁に至っている第２の電極とを備え、前記圧電体において、前記第１の端面と前記第２の端面との間に位置している複数の圧電体領域の分極軸方向が、第１の主面から第２の主面に向かう第１の方向または第１の方向とは逆方向である第２の方向とされており、前記複数の圧電体領域

の分極軸方向が第１の端面から第２の端面に向かう方向において周期的に反転されており、前記第１，第２の電極間に電圧を印加して励振された弾性波が前記第１，第２の端面で反射され、端面反射型弾性波共振子として機能する、弾性波装置が提供される。

[0014] 本発明に係る弾性波装置のある特定の局面では、前記複数の圧電体領域において、隣り合う圧電体領域の分極軸方向が逆方向とされている。

[0015] 本発明に係る弾性波装置の他の特定の局面では、上記圧電体が$LiTaO_3$または$LiNbO_3$からなる。

[0016] 本発明に係る弾性波装置のさらに他の特定の局面では、前記圧電体が$LiTaO_3$からなり、前記第１，第２の電極がＡｌまたはＡｌを主体としており、前記第１の端面から第２の端面に向かう方向において、オイラー角が（０°，０°，０°）の圧電体領域と、オイラー角が（０°，１８０°，０°）の圧電体領域とが交互に配置されており、前記第１，第２の端面が、圧電体領域の外側の境界に位置している。

[0017] 本発明に係る弾性波装置のさらに別の特定の局面によれば、前記複数の圧電体領域における圧電体領域の対数と、$LiTaO_3$からなる圧電体の膜厚と、第１，第２の電極の膜厚とが、下記の表１に示すいずれかの範囲にある。

[0018]

[表1]

	対数、Al電極膜厚、$LiTaO_3$厚の条件
1	10対 かつ 0.0001≦h/λ<0.005 かつ 0.69≦d/λ≦0.716
2	10対 かつ 0.005≦h/λ<0.01 かつ 0.688≦d/λ≦0.712
3	10対 かつ 0.01≦h/λ<0.015 かつ 0.688≦d/λ≦0.708
4	10対 かつ 0.015≦h/λ<0.02 かつ 0.688≦d/λ≦0.704
5	10対 かつ 0.02≦h/λ<0.025 かつ 0.686≦d/λ≦0.7
6	10対 かつ 0.025≦h/λ<0.03 かつ 0.686≦d/λ≦0.696
7	10対 かつ 0.03≦h/λ<0.035 かつ 0.684≦d/λ≦0.69
8	10対 かつ 0.035≦h/λ<0.04 かつ 0.682≦d/λ≦0.686
9	10対 かつ 0.04≦h/λ≦0.045 かつ 0.68≦d/λ≦0.682
10	18対 かつ 0.0001≦h/λ<0.005 かつ 0.674≦d/λ≦0.722
11	18対 かつ 0.005≦h/λ<0.01 かつ 0.672≦d/λ≦0.718
12	18対 かつ 0.01≦h/λ<0.015 かつ 0.67≦d/λ≦0.714
13	18対 かつ 0.015≦h/λ<0.02 かつ 0.666≦d/λ≦0.71
14	18対 かつ 0.02≦h/λ<0.03 かつ 0.666≦d/λ≦0.702
15	18対 かつ 0.03≦h/λ<0.04 かつ 0.666≦d/λ≦0.692
16	18対 かつ 0.04≦h/λ<0.05 かつ 0.668≦d/λ≦0.682
17	18対 かつ 0.05≦h/λ≦0.06 かつ 0.67≦d/λ≦0.672

発明の効果

[0019] 本発明によれば、圧電体が、周期分極反転構造を構成している上記複数の圧電体領域を有しているので、第１，第２の電極の形成が容易でありかつ第１，第２の電極形成コストを低減することができる。しかも、励振された弾性波が第１，第２の端面で反射されて第１，第２の端面間に閉じ込められるので、良好な共振特性を得ることができる。さらに、反射器を必要としないため、小型化を図ることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]図１（ａ）及び（ｂ）は、本発明の一実施形態に係る端面反射型の弾性波装置の斜視図及び正面図である。

[図2]図２（ａ）及び（ｂ）は、本発明の一実施形態に係る端面反射型の弾性波装置のインピーダンス特性及び位相特性を示す図である。

[図3]図３（ａ）は、本発明の一実施形態に係る弾性波装置のインピーダンス特性及び位相特性であり、反射端面が圧電体領域の外側の境界に位置してい

る場合の結果を示し、（ｂ）は、反射端面を圧電体領域の中央に位置させた場合のインピーダンス特性及び位相特性を示す図である。

[図4]図４は、ＬｉＴａＯ$_3$の厚みｄ／λを０．６５とした場合の端面反射型の弾性波装置のインピーダンス特性及び位相特性を示す図である。

[図5]図５は、ＬｉＴａＯ$_3$の厚みｄ／λを０．６９とした場合の端面反射型の弾性波装置のインピーダンス特性及び位相特性を示す図である。

[図6]図６は、ＬｉＴａＯ$_3$の厚みｄ／λを０．７３とした場合の端面反射型の弾性波装置のインピーダンス特性及び位相特性を示す図である。

[図7]図７は、（ａ）は、本発明の一実施形態の弾性波装置におけるメインの応答と、スプリアスの応答の電気機械結合係数ｋ^{2}と、ＬｉＴａＯ$_3$の厚みｄ／λとの関係を示す図であり、（ｂ）は、メインの応答の電気機械結合係数に対するスプリアスの応答の電気機械結合係数の比であるスプリアスレベル（k_{sp}^2/k_{main}^2）と、ＬｉＴａＯ$_3$の厚みｄ／λとの関係を示す図である。

[図8]図８（ａ）は、本発明の一実施形態の弾性波装置におけるメインの応答と、スプリアスの応答の電気機械結合係数ｋ^{2}と、ＡｌからなるＩＤＴ電極の厚みｈ／λとの関係を示す図であり、（ｂ）は、メインの応答の電気機械結合係数に対するスプリアスの応答の電気機械結合係数の比であるスプリアスレベル（k_{sp}^2/k_{main}^2）と、ＡｌからなるＩＤＴ電極の厚みｈ／λとの関係を示す図である。

[図9]図９（ａ）及び（ｂ）は、本発明の一実施形態に係る弾性波装置において、スプリアスレベルが小さい範囲と、ＩＤＴ電極の厚みｈ／λと、ＬｉＴａＯ$_3$の厚みｄ／λとの関係を示す各図である。

[図10]図１０（ａ）及び（ｂ）は、本発明の一実施形態に係る弾性波装置において、電極指の対数を１８対とした場合のスプリアスレベルが小さい範囲と、ＩＤＴ電極の厚みｈ／λと、ＬｉＴａＯ$_3$の厚みｄ／λとの関係を示す各図である。

[図11]図１１（ａ）は、本発明の一実施形態の弾性波装置におけるメインの

応答と、スプリアスの応答の電気機械結合係数k^2と、複数の圧電体領域の対数との関係を示す図であり、（ｂ）は、メインの応答の電気機械結合係数に対するスプリアスの応答の電気機械結合係数の比であるスプリアスレベル（k_{sp}^2 / k_{main}^2）と、複数の圧電体領域の対数との関係を示す図である。

[図12]図１２は、従来の周期分極反転構造を有する圧電体を用いた弾性波装置を示す模式的正面断面図である。

[図13]図１３は、従来の端面反射型のＢＧＳ波を利用した圧電表面滑り波共振子を説明するための模式的正面断面図である。

発明を実施するための形態

[0021] 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。

[0022] 図１（ａ）及び（ｂ）は、本発明の一実施形態に係る弾性波装置の斜視図及び模式的正面図である。

[0023] 弾性波装置１は、矩形板状の圧電体２を有する。圧電体２は、本実施形態では、$LiTaO_3$からなる。圧電体２は、対向し合う第１，第２の主面２ａ，２ｂと、第１，第２の主面２ａ，２ｂを結んでおりかつ対向し合う第１，第２の端面２ｃ，２ｄと、第１，第２の主面２ａ，２ｂを結んでおりかつ対向し合う第１，第２の側面２ｅ，２ｆとを有する。

[0024] 圧電体２の第１，第２の主面２ａ，２ｂの全面を覆うように、第１，第２の電極３，４がそれぞれ形成されている。従って、第１の電極３は、圧電体２の第１の端面２ｃと第１の主面２ａとのなす端縁から、第２の端面２ｄと第１の主面２ａとのなす端縁に至るように形成されている。同様に、第２の電極４は、第１の端面２ｃと第２の主面２ｂとのなす端縁から、第２の端面２ｄと第２の主面２ｂのなす端縁に至るように形成されている。

[0025] 本実施形態では、第１，第２の電極３，４は圧電体２の第１，第２の主面２ａ，２ｂ上にＡｌを蒸着により成膜することにより形成されている。

[0026] 弾性波装置１では、圧電体２が周期分極反転構造を有する。すなわち、圧電体２は、第１の端面２ｃから第２の端面２ｄに向かう方向において、複数

の圧電体領域Ｐ１～Ｐ７を有する。ここでは、複数の圧電体領域Ｐ１～Ｐ７は、第１の側面２ｅから第２の側面２ｆに向かって延ばされており、第１の主面２ａ側からみた場合、細長い矩形ストリップ状の平面形状を有する。また、各圧電体領域Ｐ１～Ｐ７の幅は等しくされている。ここで幅とは、圧電体領域Ｐ１～Ｐ７において、上記第１の端面２ｃと第２の端面２ｄとを結ぶ方向の寸法をいうものとする。また、圧電体領域Ｐ１～Ｐ７の長さは、圧電体２の長さすなわち第１の側面２ｅと第２の側面２ｆとを結ぶ寸法とされている。

[0027] なお、本実施形態では、第１の端面２ｃと第２の端面２ｄとを結ぶ方向の寸法が、第１の側面２ｅと第２の側面２ｆとを結ぶ方向の寸法よりも短くされていたため、上記のように幅及び長さを定義した。しかしながら、本発明においては、第１の端面２ｃと第２の端面２ｄとを結ぶ方向の寸法は、第１の側面２ｅと第２の側面２ｆとを結ぶ方向の寸法よりも長くてもよい。

[0028] 上記複数の圧電体領域Ｐ１～Ｐ７は、分極軸が厚み方向とされているものの、隣り合う圧電体領域の分極方向が逆方向とされている。より具体的には、圧電体領域Ｐ１，Ｐ３，Ｐ５，Ｐ７が、図示の矢印で示す方向に分極軸方向を有する。この方向は、第１の主面２ａから第２の主面２ｂに向かう方向であり、この方向を第１の方向とする。

[0029] 圧電体領域Ｐ２，Ｐ４，Ｐ６は、第１の方向とは逆の第２の方向に分極軸方向を有する。

[0030] 従って、複数の圧電体領域Ｐ１～Ｐ７は、第１の端面２ｃから第２の端面２ｄに向かう方向において、交互に第１の方向または第２の方向に分極されている。本発明における周期分極反転構造とは、このように、分極方向が周期的に反転する構造をいうものとする。

[0031] 本実施形態では、第１，第２の端面２ｃ，２ｄにおいて、厚み方向に交互に複数の圧電体領域Ｐ１～Ｐ７が分極反転されていたが、必ずしも交互に分極反転される必要はなく、周期的に分極方向が反転されている構造は全て周期分極反転構造に含まれるものとする。もっとも、好ましくは、第１の方向

が分極軸方向であるｎ個の圧電体領域（ｎは１以上の整数）と、第１の方向とは反対方向である第２の方向に分極軸方向が揃っているｎ個の圧電体領域（ｎは１以上の整数）とが交互に配置されることが望ましい。なお、第２の方向に分極軸方向が揃っている圧電体領域の数は、第１の方向に分極軸方向が揃っている圧電体領域の数より１個多くてもよい。あるいは１個少なくてもよい。すなわち、ｎ＋１個、あるいはｎ－１個でもよい。

[0032] 上記周期分極反転構造は、本実施形態では、圧電体領域Ｐ１，Ｐ３，Ｐ５，Ｐ７において、$LiTaO_3$のオイラー角が（０°，０°，０°）であり、圧電体領域Ｐ２，Ｐ４，Ｐ６において、$LiTaO_3$のオイラー角を（０°，１８０°，０°）とすることにより実現されている。

[0033] そして、第１，第２の端面２ｃ，２ｄは、圧電体領域Ｐ１及びＰ７の外側の境界面により構成されている。言い換えれば、圧電体領域Ｐ１，Ｐ３，Ｐ５，Ｐ７を構成している上記オイラー角が（０°，０°，０°）のドメインと、オイラー角が（０°，１８０°，０°）であるドメインとが交互に配置されており、端面２ｃ，２ｄはドメインの外側の境界面に位置している。

[0034] なお、第１，第２の電極３，４は、第１，第２の主面２ａ，２ｂの全面を覆うように形成されていたが、必ずしも第１，第２の主面２ａ，２ｂの全面をそれぞれ覆わなくともよい。例えば、第１の電極３は、第１の端面２ｃと第１の主面２ａとのなす端縁から、第２の端面２ｄと第１の主面２ａとのなす端縁に至るように形成されておりさえすればよい。すなわち、第１の電極３は、第１，第２の側面と第１の主面２ａとのなす各端縁にまで至らずともよい。第２の電極４についても同様であり、第１，第２の側面２ｅ，２ｆと第２の主面２ｂとのなす各端縁には必ずしも至らずともよい。

[0035] 次に、弾性波装置１の動作につき説明する。

[0036] 圧電体２が上記周期分極反転構造を有するため、第１，第２の電極３，４から交番電界を印加すると、隣り合う圧電体領域が厚み方向において逆方向に変位する。すなわち、例えば第１の電極３が相対的に高い電位にあり、第２の電極４が相対的に低い電位にある場合、第１の圧電体領域Ｐ１は厚み方

向に延び、第２の圧電体領域Ｐ２は厚み方向において縮むこととなる。従って、交番電界を第１，第２の電極３，４間に印加することにより、圧電体２が振動し、弾性波が励振される。この弾性波は、上記複数の圧電体領域Ｐ１～Ｐ７の幅方向である第１の端面２ｃと第２の端面２ｄとを結ぶ方向に伝搬することとなる。

[0037] また、上記第１，第２の端面２ｃ，２ｄにおいて、伝搬してきた弾性波が効率よく反射される。従って、励振された弾性波は、第１，第２の端面２ｃ，２ｄ間に閉じ込められ、それによって共振特性を得ることができる。

[0038] 本実施形態の弾性波装置１では、圧電体２が周期分極反転構造を有するため、励振用の第１，第２の電極３，４を圧電体２の第１，第２の主面２ａ，２ｂを覆うように形成すればよい。従って、電極形成に微細加工を必要としないため、電極形成を容易にかつ安価に行なうことができる。

[0039] また、前述した非特許文献１に記載の弾性表面波装置１０１では、周期分極反転構造が圧電体１０２に設けられていたものの、反射器が設けられていなかった。そのため、圧電体１０２において励振された弾性波を閉じ込めて共振特性を得ることは困難であった。

[0040] これに対して、本実施形態によれば、上記第１，第２の端面２ｃ，２ｄにより弾性波が反射され、第１，第２の端面２ｃ，２ｄ間に弾性波が閉じ込められて、共振特性をとり出すことができる。

[0041] 特に、第１，第２の端面２ｃ，２ｄが、本実施形態では、上記第１，第７の圧電体領域Ｐ１，Ｐ７の外側の境界面すなわちドメインの外側の境界面に位置しているため、伝搬してきた弾性波を有効に反射することができる。そのため、良好な共振特性を得ることができる。これを、以下において、具体的に説明する。

[0042] 図２（ａ）は、上記実施形態に従って用意した弾性波装置１のインピーダンス特性及び位相特性を示す図である。

[0043] もっとも、周期分極反転構造における圧電体領域の対数は１０対とした。すなわち、図１（ａ）及び（ｂ）では、７つの圧電体領域Ｐ１～Ｐ７が設け

られていたが、対数Ｎ＝１０であるため、２０個の圧電体領域を第１の端面２ｃから第２の端面２ｄに向かって配置した構造を用いた。また、ＡｌからなるＩＤＴ第１，第２の電極３，４の膜厚ｈは２００ｎｍとし、圧電体２の厚みｄは０．３５ｍｍとし、周期分極反転構造におけるピッチλは０．５ｍｍとした。このλは、隣り合う圧電体領域の上記幅方向中心間距離の２倍の長さをいう。電極３，４の厚みｈ／λは０．０００４、圧電体２の厚みｄ／λは０．７である。

[0044] ここで、対数Ｎは、圧電体領域の総数／２である。圧電体領域の総数が偶数である２０の場合、対数Ｎは１０対となる。圧電体領域の総数が奇数である２１の場合、対数Ｎは１０．５対となる。

[0045] また、図２（ｂ）は、上記実施形態とは端面の位置が異なる変形例のインピーダンス特性及び位相特性を示す。この変形例では、第１，第７の圧電体領域Ｐ１，Ｐ７の上記幅方向中央において圧電体２を切断したことを除いては上記実施形態と同様に構成されている。従って、第１，第２の端面２ｃ，２ｄがドメインの境界ではなく、第１，第２の端面２ｃ，２ｄは、圧電体領域Ｐ１，Ｐ７の幅方向中央に位置している。

[0046] 図２（ｂ）と図２（ａ）とを比較すれば明らかなように、第１，第２の端面２ｃ，２ｄの位置が圧電体領域Ｐ１，Ｐ７の幅方向中央に位置している変形例に比べ、上記実施形態によれば、８ＭＨｚ付近に大きな山谷比の応答の得られることがわかる。従って、端面２ｃ，２ｄにおいて、伝搬してきた弾性波を効果的に反射し、閉じ込めることが可能とされていることがわかる。

[0047] 上記実験とは別に、有限要素法によるシミュレーションによっても、インピーダンス特性及び位相特性を求めた。図３（ａ）は、上記実施形態の構造についての結果を示し、図３（ｂ）は、上記変形例についての結果を示す。

[0048] なお、$LiTaO_3$及びＡｌの機械的品質係数Ｑｍは、いずれも１０００とし、Ａｌからなる第１，第２の電極３，４の厚みｈ／λは０．０００４とした。圧電体２の厚みｄ／λは０．７λとした。

[0049] 図３（ｂ）では、すなわち端面２ｃ，２ｄの位置が圧電体領域の幅方向中

央すなわちドメインの幅方向中央に位置している場合、複数の劣化した応答が現れるだけでなく、矢印Ａで示すリップルが現れていた。

[0050] これに対して、第１，第２の端面２ｃ，２ｄの位置がドメインの境界にある図３（ａ）では、図２（ａ）に示した実測値と同様に良好な共振特性を得ることができ、しかも上記のようなリップルを抑制し得ることがわかる。

[0051] 図４～図６は、上記実施形態において、ＬｉＴａＯ$_3$からなる圧電体２の厚みを、それぞれ、ｄ／λ＝０．６５、０．６９または０．７３としたことを除いては、図３（ａ）と同様にして有限要素法によるシミュレーションで求めたインピーダンス特性及び位相特性を示す。

[0052] 図４及び図６では、矢印Ｂ，Ｃで示すリップルが現れているのに対し、図５では、このようなリップルが非常に小さくなっており、ほぼ抑圧されていることがわかる。

[0053] 共振特性におけるメインの応答の電気機械結合係数をk_{main}^2、メインの応答近傍に現れるスプリアスの電気機械結合係数をk_{sp}^2とし、スプリアスレベルの指標としてk_{sp}^2/k_{main}^2を用い、スプリアスレベルを評価した。k_{sp}^2/k_{main}^2が０．０１以下であれば、スプリアスが十分に小さく実質上無視してよいと考えられる。

[0054] 図７（ａ）及び（ｂ）は、それぞれ、圧電体２の規格化厚みｄ／λを変化させた場合のk_{main}^2及びk_{sp}^2の変化と、上記スプリアスレベルk_{sp}^2/k_{main}^2の変化とを示す各図である。

[0055] 図７（ａ）及び（ｂ）から明らかなように、ｄ／λが０．６９～０．７２の範囲では、k_{sp}^2/k_{main}^2が０．０１以下となることがわかる。すなわち、ｄ／λは、好ましくは、０．６９～０．７２の範囲が望ましく、それによって、上記スプリアスを無視し得るほど小さくすることができる。

[0056] 次に、上記弾性波装置１において、第１，第２の電極３，４の厚みを検討した。図８（ａ），（ｂ）は、第１，第２の電極３，４のλで規格化してなる膜厚ｈ／λを０．０００１～０．０３５の範囲で変化させ、上記k_{main}^2及びk_{sp}^2の変化と、上記スプリアスレベルk_{sp}^2/k_{main}^2の変化とを求めた

結果を示す各図である。

[0057] 図８（ａ）及び（ｂ）から明らかなように、電極膜厚ｈ／λが０．０２以下の場合には、スプリアスレベルk_{sp}^2/k_{main}^2は０．００８以下とほぼ一定である。これに対して、ｈ／λが０．０２５を超えると、スプリアスレベルが０．０１を超えることがわかる。従って、好ましくは、上記電極膜厚ｈ／λは、スプリアスレベルk_{sp}^2/k_{main}^2を０．０１以下とするには、電極膜厚ｈ／λは０．０２５以下、より好ましくは０．０２以下とすることが望ましいことがわかる。

[0058] 図７（ａ），（ｂ）及び図８（ａ），（ｂ）の結果を総合し、上記スプリアスレベルk_{sp}^2/k_{main}^2を０．０１以下とする範囲を求めた。結果を図９（ａ）及び（ｂ）に示す。図９（ａ）の□は、上記スプリアスレベルが０．０１以下であるｄ／λの上限を示し、●は下限を示す。従って、図９（ｂ）において斜線のハッチングを付して示す領域内であれば、スプリアスレベルk_{sp}^2/k_{main}^2を０．０１以下に抑制し得ることがわかる。

[0059] また、ＩＤＴ電極の電極指の対数を１０対から１８対に変更したことを除いては、上記と同様にして、スプリアスレベルk_{sp}^2/k_{main}^2を０．０１以下とする範囲を求めた。結果を図１０（ａ）及び（ｂ）に示す。図１０（ａ）の□は、スプリアスレベルが０．０１以下であるｄ／λの上限を示し、●は下限を示す。従って、図１０（ｂ）において斜線のハッチングを付して示す領域内であればスプリアスレベルk_{sp}^2/k_{main}^2を０．０１以下に抑制することができる。

[0060] この図９（ｂ）及び図１０（ｂ）に示す範囲を数値化すると下記の表２に示す範囲となる。

[0061]

[表2]

	対数、Al電極膜厚、$LiTaO_3$厚の条件
1	10対 かつ 0.0001≦h/λ<0.005 かつ 0.69≦d/λ≦0.716
2	10対 かつ 0.005≦h/λ<0.01 かつ 0.688≦d/λ≦0.712
3	10対 かつ 0.01≦h/λ<0.015 かつ 0.688≦d/λ≦0.708
4	10対 かつ 0.015≦h/λ<0.02 かつ 0.688≦d/λ≦0.704
5	10対 かつ 0.02≦h/λ<0.025 かつ 0.686≦d/λ≦0.7
6	10対 かつ 0.025≦h/λ<0.03 かつ 0.686≦d/λ≦0.696
7	10対 かつ 0.03≦h/λ<0.035 かつ 0.684≦d/λ≦0.69
8	10対 かつ 0.035≦h/λ<0.04 かつ 0.682≦d/λ≦0.686
9	10対 かつ 0.04≦h/λ≦0.045 かつ 0.68≦d/λ≦0.682
10	18対 かつ 0.0001≦h/λ<0.005 かつ 0.674≦d/λ≦0.722
11	18対 かつ 0.005≦h/λ<0.01 かつ 0.672≦d/λ≦0.718
12	18対 かつ 0.01≦h/λ<0.015 かつ 0.67≦d/λ≦0.714
13	18対 かつ 0.015≦h/λ<0.02 かつ 0.666≦d/λ≦0.71
14	18対 かつ 0.02≦h/λ<0.03 かつ 0.666≦d/λ≦0.702
15	18対 かつ 0.03≦h/λ<0.04 かつ 0.666≦d/λ≦0.692
16	18対 かつ 0.04≦h/λ<0.05 かつ 0.668≦d/λ≦0.682
17	18対 かつ 0.05≦h/λ≦0.06 かつ 0.67≦d/λ≦0.672

[0062] 従って、好ましくは、表２に示すいずれかの範囲となるように、複数の圧電体領域の対数、第１，第２の電極の膜厚範囲、及びＬｉＴａＯ$_3$の膜厚範囲を選択することが望ましい。それによって、メインの応答の近くに現れるスプリアスを効果的に抑圧することができる。

[0063] 次に、複数の圧電体領域の対数を３～３０対の範囲で変化させ、同じく有限要素法によるシミュレーションにより電極指の対数の変化によるスプリアスレベルの変化を求めた。より具体的には、ＬｉＴａＯ$_3$からなる圧電体２の規格化厚みはｄ／λ＝０．７とし、第１，第２の電極３，４の規格化厚みｈ／λは０．０２とし、圧電体及びＡｌの機械的品質係数はＱｍ＝１０００とし、圧電体領域の対数が３～３０対の範囲で変化させた。結果を図１１（ａ）及び（ｂ）に示す。

[0064] 図１１（ａ）及び（ｂ）から明らかなように、周期的にスプリアスが大きくなり、スプリアスレベルが大きくなることがわかる。この場合、上記スプリアスレベルk_{sp}^2/k_{main}^2を小さくし得るのは、対数が１０対、１８対及び２６対の場合であることがわかる。従って、スプリアスレベルを小さくす

るには、対数は、１０対、１８対及び２６対、すなわち一般化すると８ｍ＋２（ｍ＝１，２，３）であることが望ましい。

[0065] なお、上記実施形態では、ＬｉＴａＯ$_3$の第１の主面２ａに第１の電極３が、第２の主面２ｂに第２の電極４が形成されていたが、ガラス基板などの他の支持体上に、第２の電極、圧電体及び第１の電極を順に形成し、かつ圧電体に上記周期分極構造を導入することにより、支持体付き弾性波装置を構成してもよい。

[0066] なお、上記実施形態では、圧電体はＬｉＴａＯ$_3$により形成されていたが、ＬｉＴａＯ$_3$以外の圧電単結晶、例えばＬｉＮｂＯ$_3$により形成されていてもよく、またＰＺＴなどの圧電セラミックスにより形成されていてもよい。また、ＺｎＯやＡｌＮのような圧電薄膜により形成されていてもよい。好ましくは、ＬｉＴａＯ$_3$またはＬｉＮｂＯ$_3$が、容易に良好な周期分極構造を形成できるため望ましい。

[0067] また、上記実施形態では、第１，第２の電極３、４は、Ａｌを成膜することにより形成されていたが、Ａｌを主体とする合金を用いて形成されてもよい。また、第１，第２の電極３，４が、Ａｌ以外の金属を用いて形成されてもよい。さらに、第１，第２の電極３，４は複数の金属層を積層した積層金属膜により形成されてもよい。積層金属膜の場合、好ましくは、主たる金属層がＡｌまたはＡｌを主体とする合金であることが好ましい。

符号の説明

[0068] １…弾性波装置

２…圧電体

２ａ…第１の主面

２ｂ…第２の主面

２ｃ…第１の端面

２ｄ…第２の端面

２ｅ…第１の側面

２ｆ…第２の側面

３，４…第１，２の電極

Ｐ１～Ｐ７…圧電体領域

請求の範囲

[請求項1] 対向し合う第１，第２の主面と、第１，第２の主面を結んでおり、かつ対向し合う第１，第２の端面と、第１，第２の主面を結んでおり、かつ対向し合う第１，第２の側面とを有する矩形板状の圧電体と、

前記圧電体の前記第１の主面上に形成されており、前記第１の端面と前記第１の主面とのなす端縁から前記第２の端面と前記第１の主面とのなす端縁に至っている第１の電極と、

前記圧電体の前記第２の主面上に形成されており、前記第１の端面と前記第２の主面とのなす端縁から前記第２の端面と前記第２の主面とのなす端縁に至っている第２の電極とを備え、

前記圧電体において、前記第１の端面と前記第２の端面との間に位置している複数の圧電体領域の分極軸方向が、第１の主面から第２の主面に向かう第１の方向または第１の方向とは逆方向である第２の方向とされており、前記複数の圧電体領域の分極軸方向が第１の端面から第２の端面に向かう方向において周期的に反転されており、

前記第１，第２の電極間に電圧を印加して励振された弾性波が前記第１，第２の端面で反射され、端面反射型弾性波共振子として機能する、弾性波装置。

[請求項2] 前記複数の圧電体領域において、隣り合う圧電体領域の分極軸方向が逆方向とされている、請求項１に記載の弾性波装置。

[請求項3] 前記圧電体が$LiTaO_3$または$LiNbO_3$からなる、請求項１または２に記載の弾性波装置。

[請求項4] 前記圧電体が$LiTaO_3$からなり、前記第１，第２の電極がＡｌまたはＡｌを主体としており、前記第１の端面から第２の端面に向かう方向において、オイラー角が（０°，０°，０°）の圧電体領域と、オイラー角が（０°，１８０°，０°）の圧電体領域とが交互に配置されており、前記第１，第２の端面が、圧電体領域の外側の境界に位置している、請求項３に記載の弾性波装置。

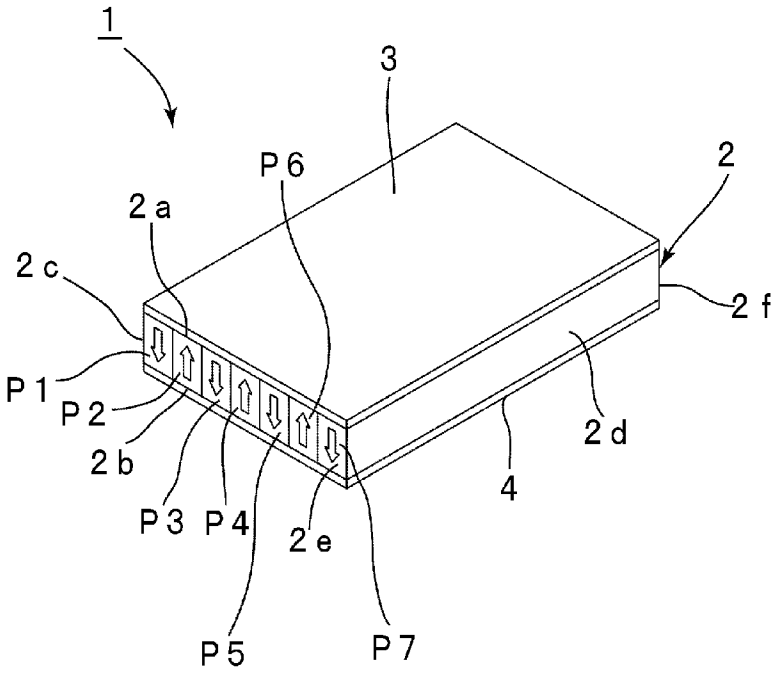
[請求項5] 前記複数の圧電体領域における圧電体領域の対数と、$LiTaO_3$からなる圧電体の膜厚と、第１，第２の電極の膜厚とが、下記の表１に示すいずれかの範囲にある、請求項４に記載の弾性波装置。

[表1]

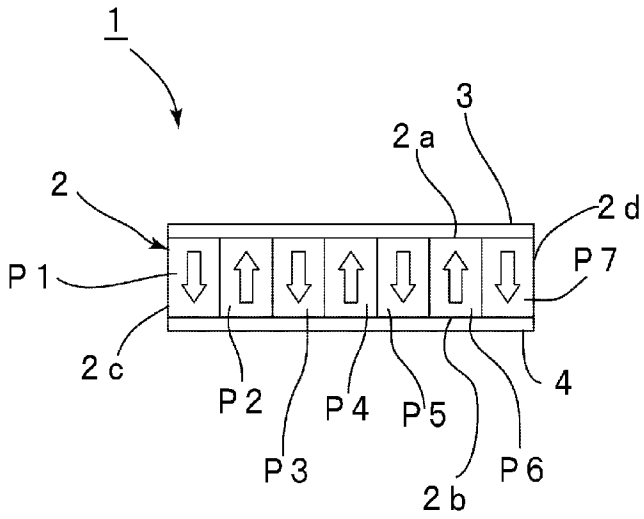
	対数、Al電極膜厚、$LiTaO_3$厚の条件
1	10対 かつ 0.0001≦h/λ＜0.005 かつ 0.69≦d/λ≦0.716
2	10対 かつ 0.005≦h/λ＜0.01 かつ 0.688≦d/λ≦0.712
3	10対 かつ 0.01≦h/λ＜0.015 かつ 0.688≦d/λ≦0.708
4	10対 かつ 0.015≦h/λ＜0.02 かつ 0.688≦d/λ≦0.704
5	10対 かつ 0.02≦h/λ＜0.025 かつ 0.686≦d/λ≦0.7
6	10対 かつ 0.025≦h/λ＜0.03 かつ 0.686≦d/λ≦0.696
7	10対 かつ 0.03≦h/λ＜0.035 かつ 0.684≦d/λ≦0.69
8	10対 かつ 0.035≦h/λ＜0.04 かつ 0.682≦d/λ≦0.686
9	10対 かつ 0.04≦h/λ≦0.045 かつ 0.68≦d/λ≦0.682
10	18対 かつ 0.0001≦h/λ＜0.005 かつ 0.674≦d/λ≦0.722
11	18対 かつ 0.005≦h/λ＜0.01 かつ 0.672≦d/λ≦0.718
12	18対 かつ 0.01≦h/λ＜0.015 かつ 0.67≦d/λ≦0.714
13	18対 かつ 0.015≦h/λ＜0.02 かつ 0.666≦d/λ≦0.71
14	18対 かつ 0.02≦h/λ＜0.03 かつ 0.666≦d/λ≦0.702
15	18対 かつ 0.03≦h/λ＜0.04 かつ 0.666≦d/λ≦0.692
16	18対 かつ 0.04≦h/λ＜0.05 かつ 0.668≦d/λ≦0.682
17	18対 かつ 0.05≦h/λ≦0.06 かつ 0.67≦d/λ≦0.672

[図1]

(a)

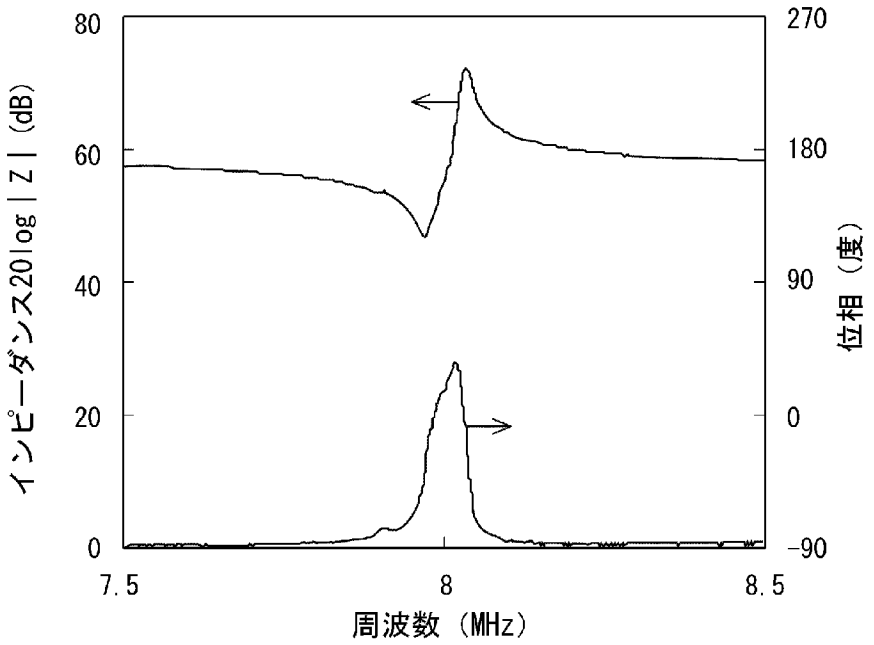

1
3
2
P6
2a
2c
2f
P1
P2
2b
2d
4
P3
P4
2e
P5
P7

(b)

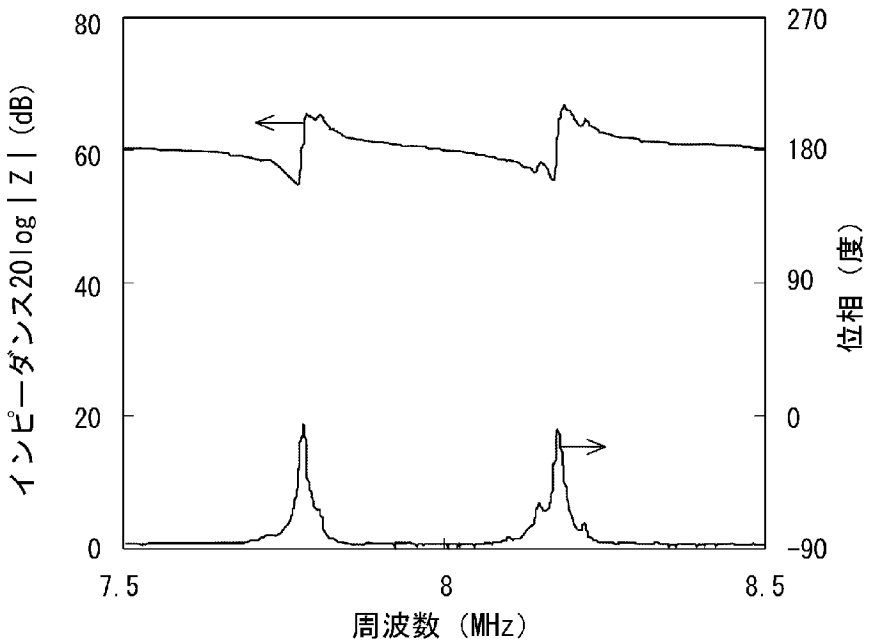

1
3
2a
2
2d
P1
P7
2c
P2
P4
P5
4
P3
P6
2b

[図2]

(a)

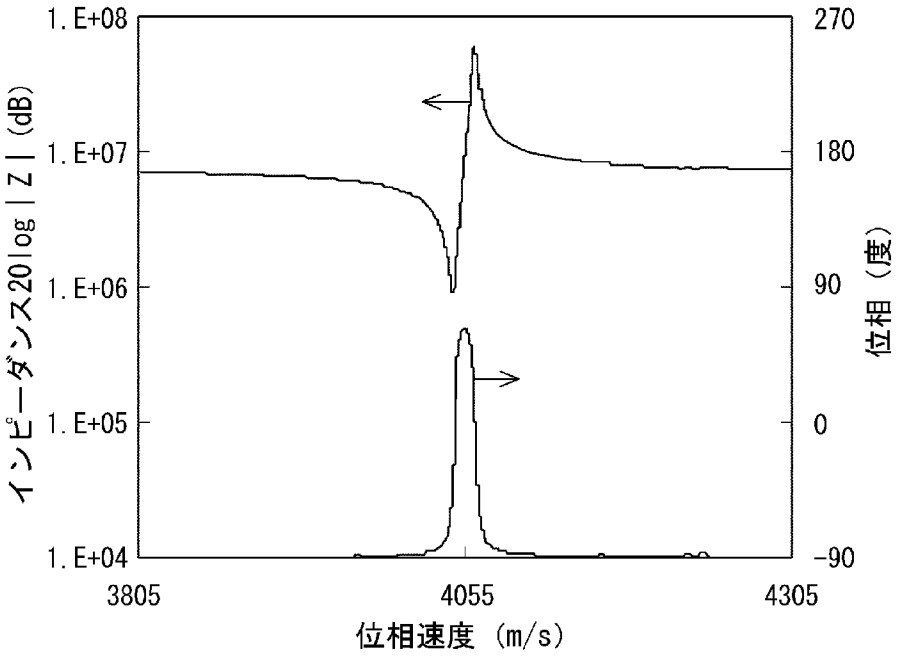

80
60
40
20
0
270
180
90
0
-90
7.5
8
8.5
インピーダンス20log|Z|(dB)
位相（度）
周波数（MHz）

(b)

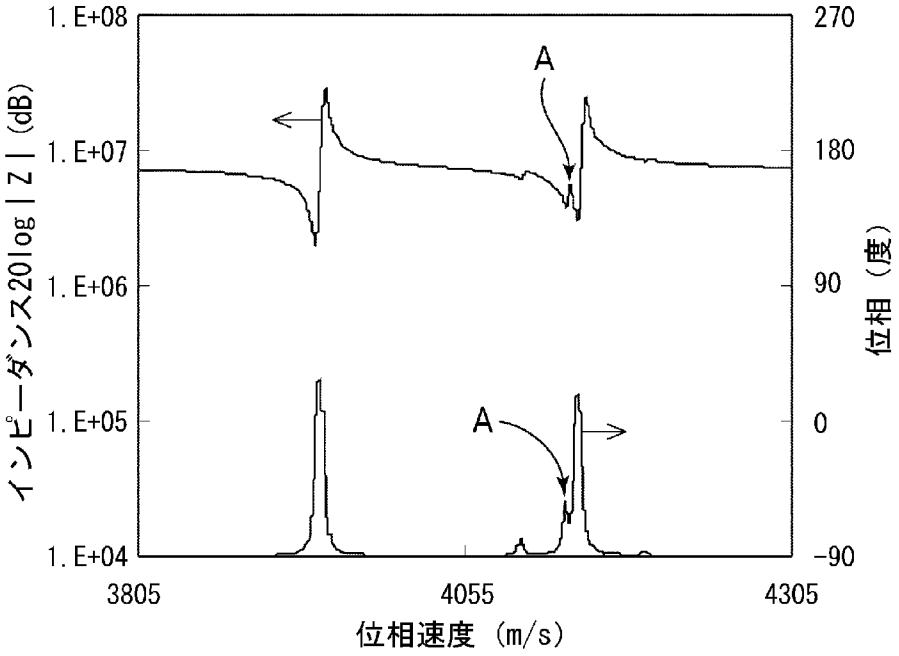

80
60
40
20
0
270
180
90
0
-90
7.5
8
8.5
インピーダンス20log|Z|(dB)
位相（度）
周波数（MHz）

[図3]

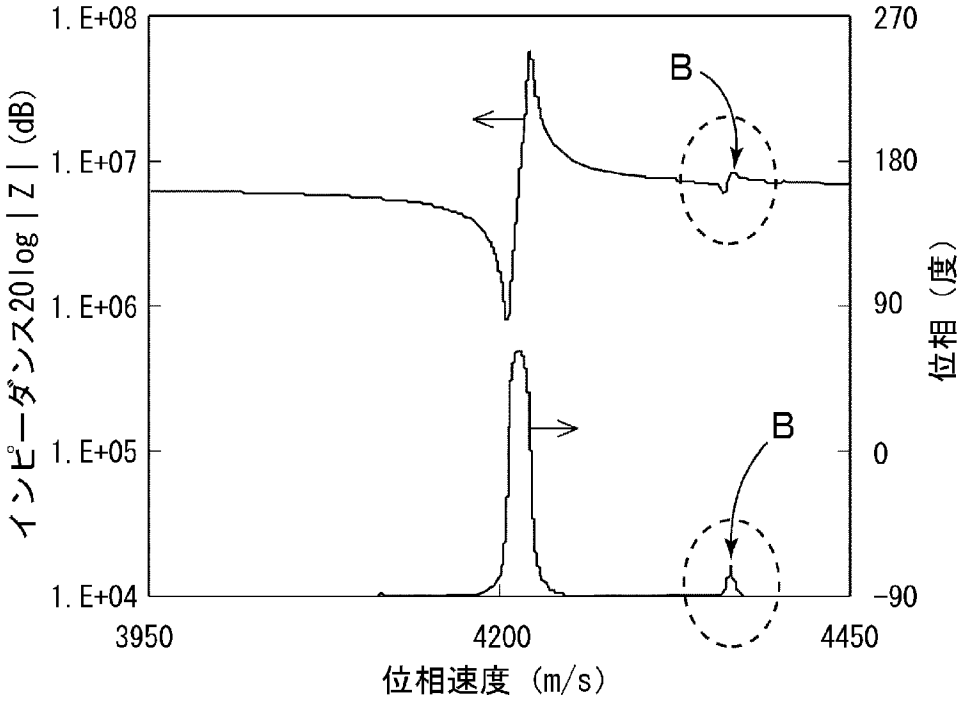
(a)


1.E+08
1.E+07
1.E+06
1.E+05
1.E+04
インピーダンス20log|Z|(dB)
270
180
90
0
-90
位相(度)
3805
4055
4305
位相速度(m/s)

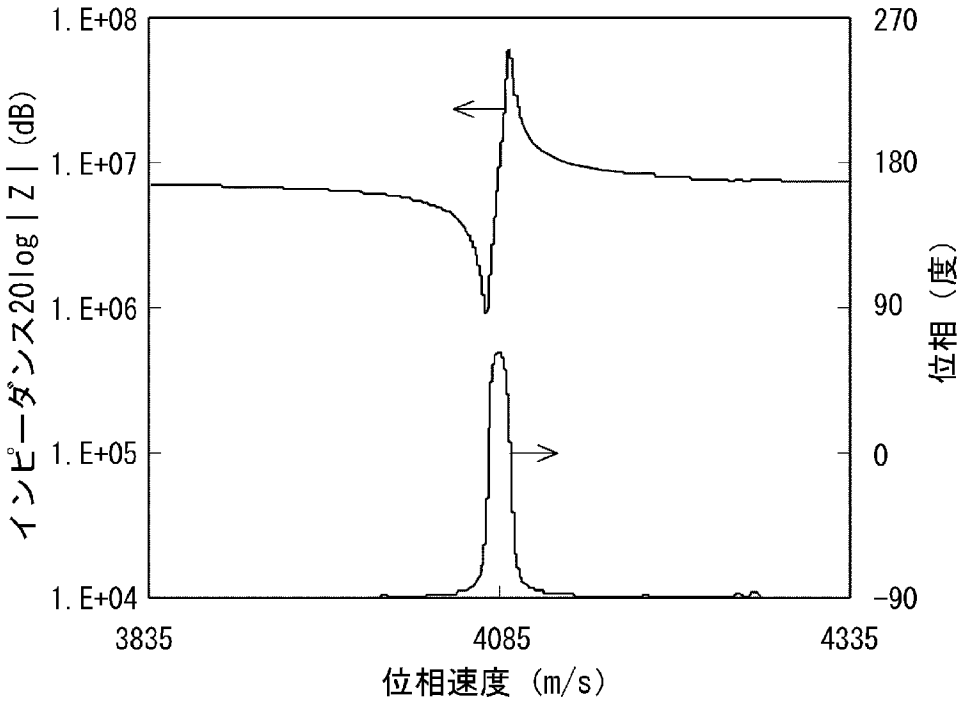
(b)


1.E+08
1.E+07
1.E+06
1.E+05
1.E+04
インピーダンス20log|Z|(dB)
A
A
270
180
90
0
-90
位相(度)
3805
4055
4305
位相速度(m/s)

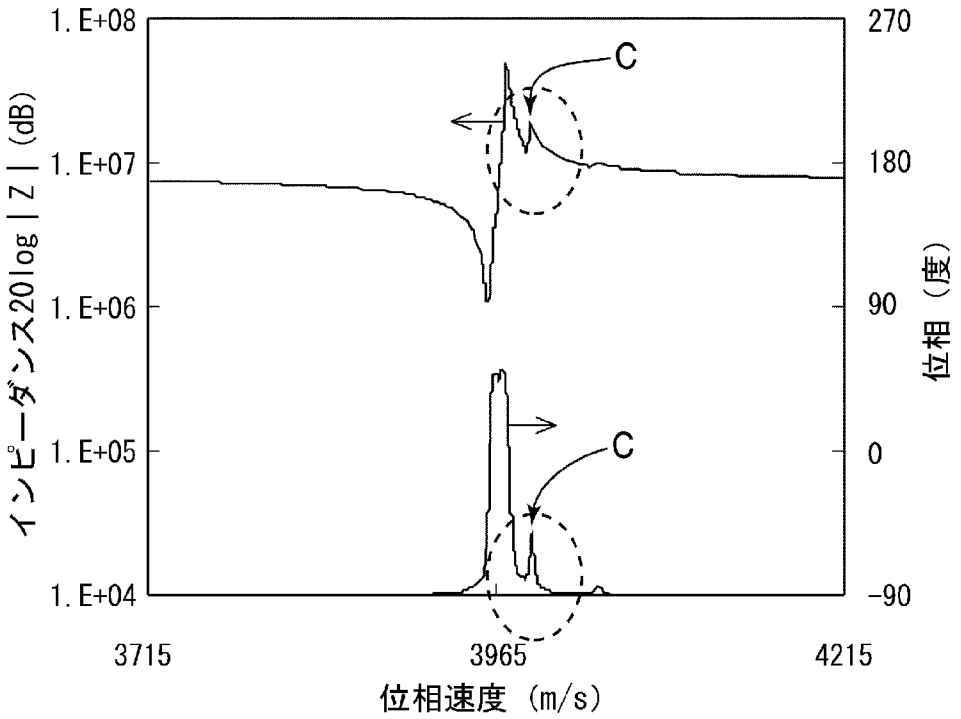
[図4]


1.E+08
1.E+07
1.E+06
1.E+05
1.E+04
インピーダンス20log|Z|(dB)
270
180
90
0
-90
位相（度）
B
B
3950
4200
4450
位相速度（m/s）

[図5]

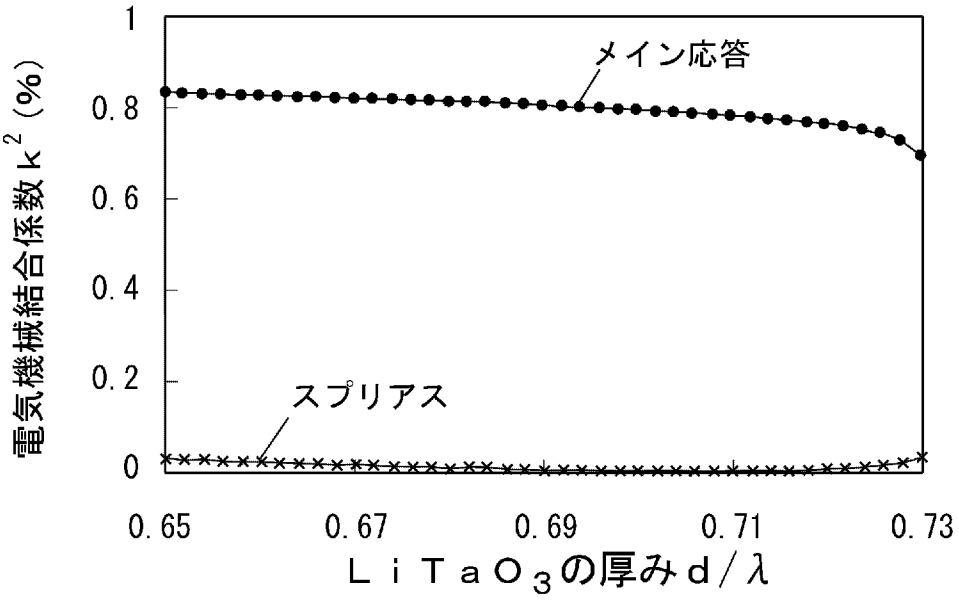

1.E+08
1.E+07
1.E+06
1.E+05
1.E+04
インピーダンス20log|Z|(dB)
270
180
90
0
-90
位相（度）
3835
4085
4335
位相速度（m/s）

[図6]

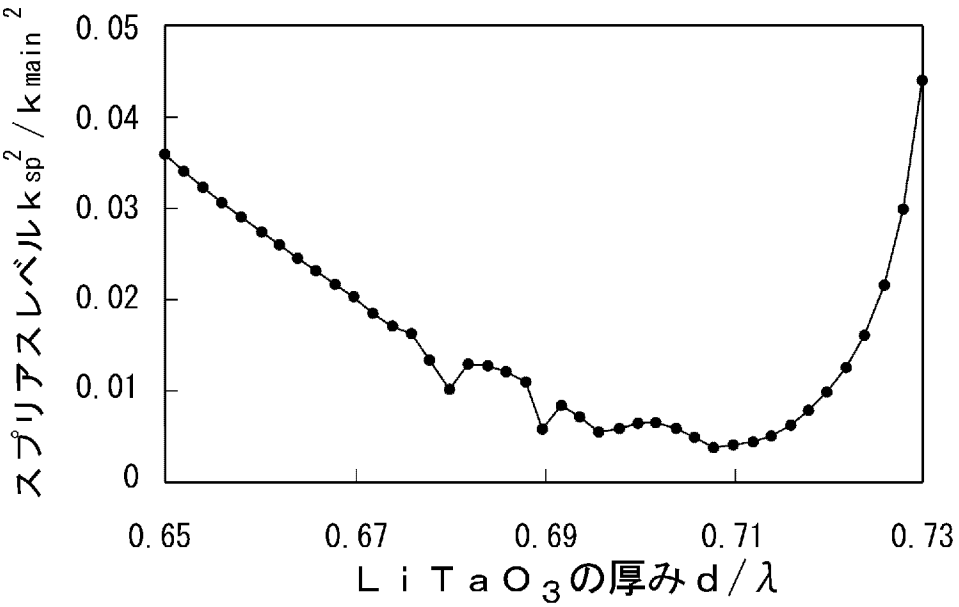

1.E+08
1.E+07
1.E+06
1.E+05
1.E+04
インピーダンス20log|Z|(dB)
270
180
90
0
-90
位相（度）
C
C
3715
3965
4215
位相速度（m/s）

[図7]

(a)

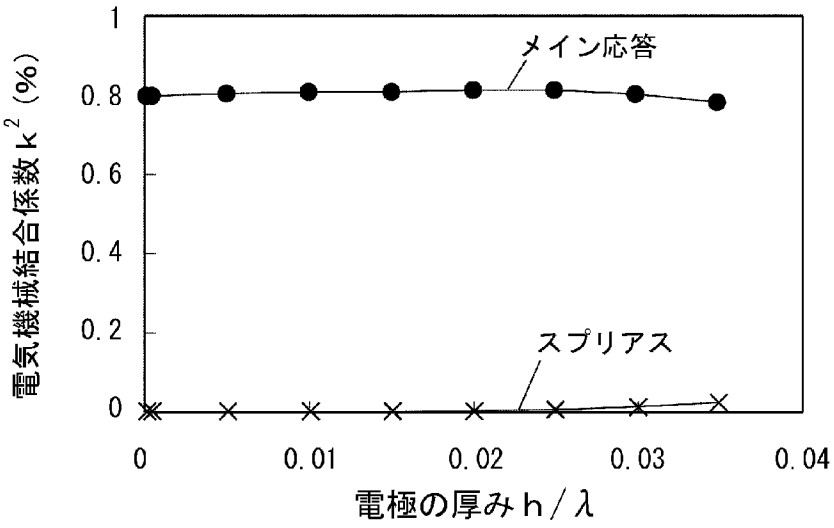

1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
メイン応答
スプリアス
電気機械結合係数 k2 (%)
0.65
0.67
0.69
0.71
0.73
LiTaO3の厚み d/λ

(b)

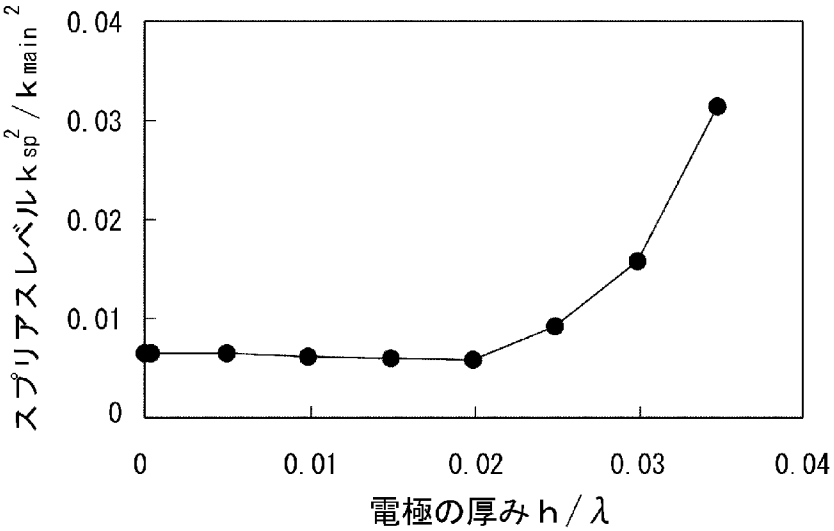

0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
スプリアスレベル ksp2 / kmain2
0.65
0.67
0.69
0.71
0.73
LiTaO3の厚み d/λ

[図8]

(a)

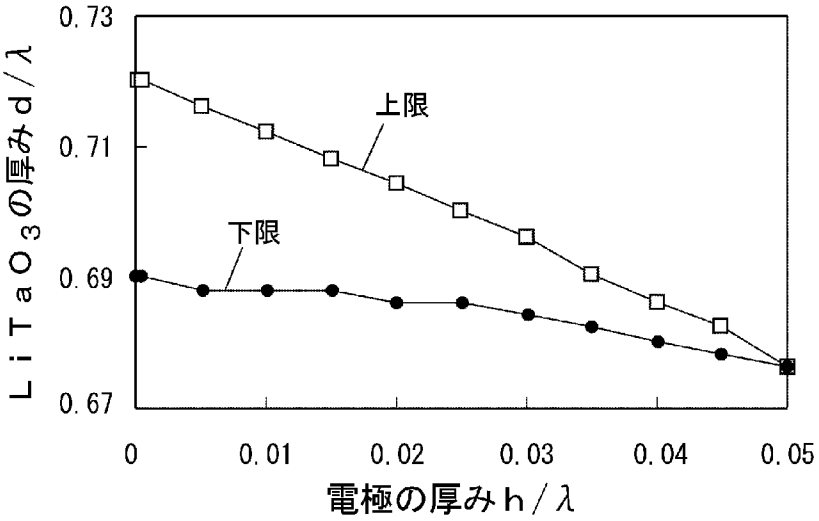

1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
メイン応答
スプリアス
電気機械結合係数 k2 (%)
0
0.01
0.02
0.03
0.04
電極の厚み h / λ

(b)

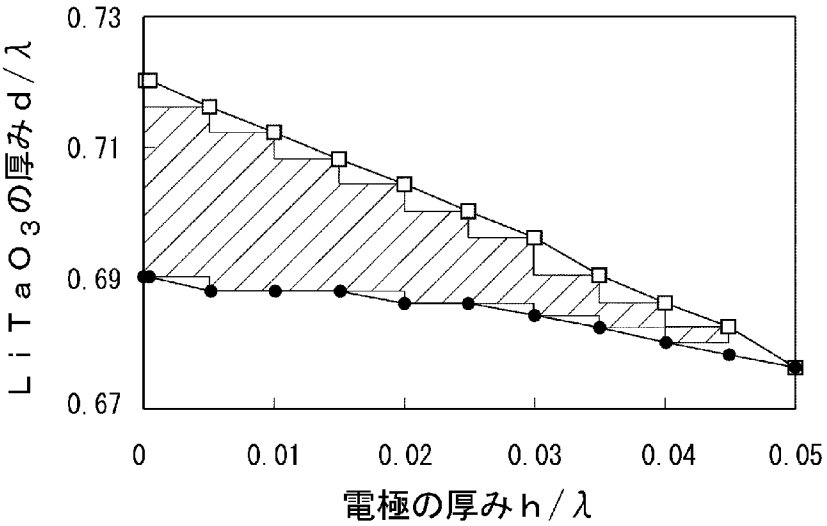

0.04
0.03
0.02
0.01
0
スプリアスレベル ksp2 / kmain2
0
0.01
0.02
0.03
0.04
電極の厚み h / λ

[図9]

(a)

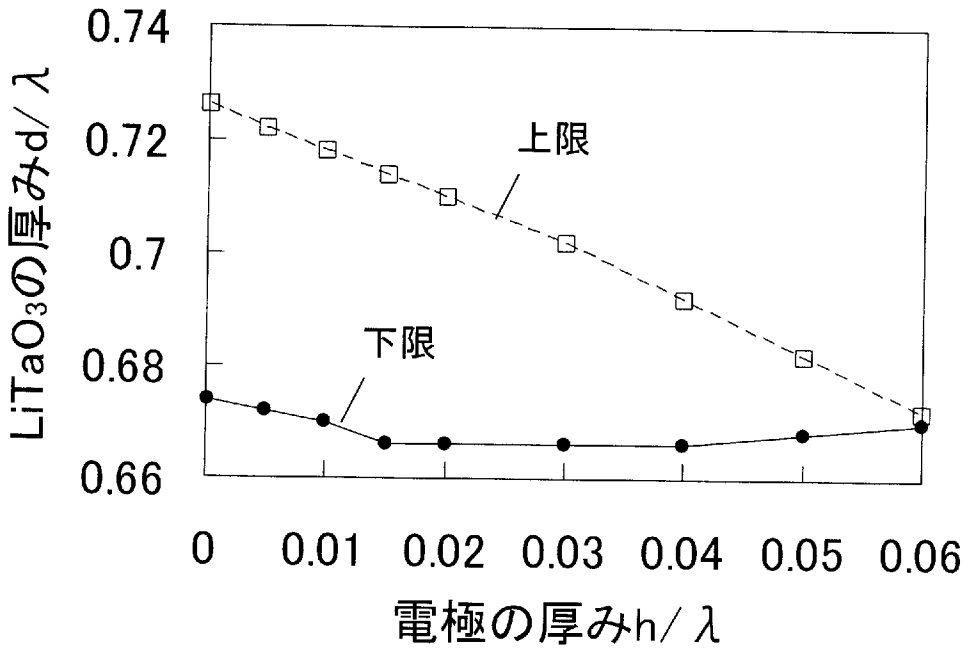

0.73
0.71
0.69
0.67
LiTaO3の厚みd/λ
上限
下限
0
0.01
0.02
0.03
0.04
0.05
電極の厚みh/λ

(b)

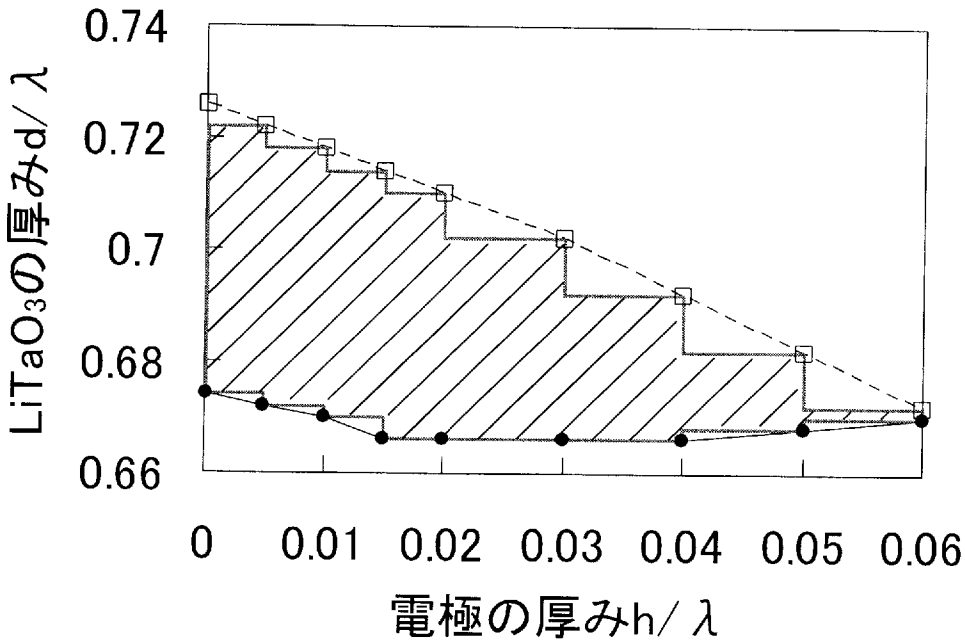

0.73
0.71
0.69
0.67
LiTaO3の厚みd/λ
0
0.01
0.02
0.03
0.04
0.05
電極の厚みh/λ

[図10]

(a)

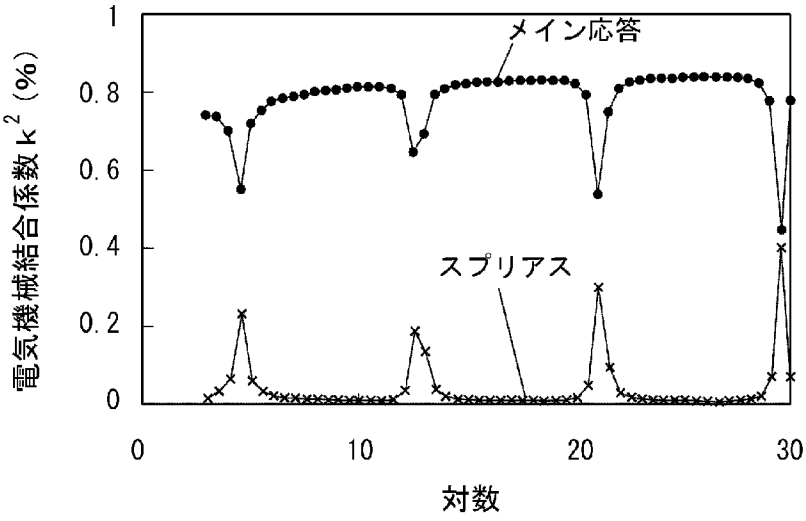

0.74
0.72
0.7
0.68
0.66
LiTaO3の厚みd/λ
上限
下限
0
0.01
0.02
0.03
0.04
0.05
0.06
電極の厚みh/λ

(b)

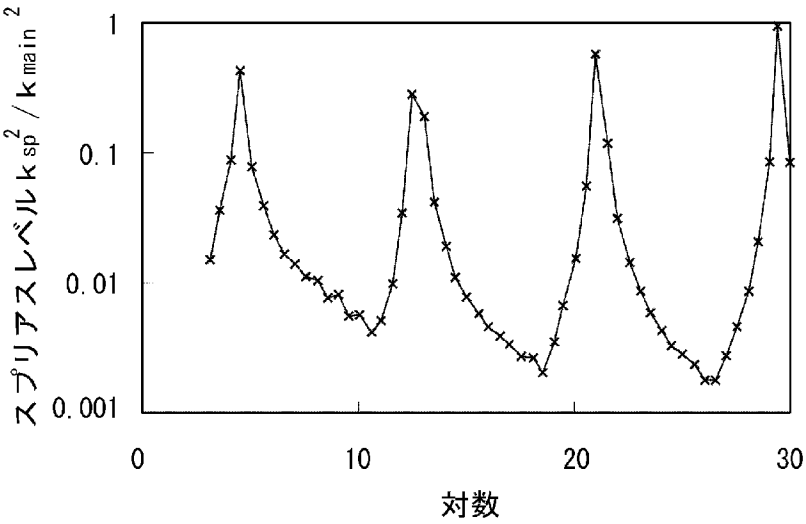

0.74
0.72
0.7
0.68
0.66
LiTaO3の厚みd/λ
0
0.01
0.02
0.03
0.04
0.05
0.06
電極の厚みh/λ

[図11]

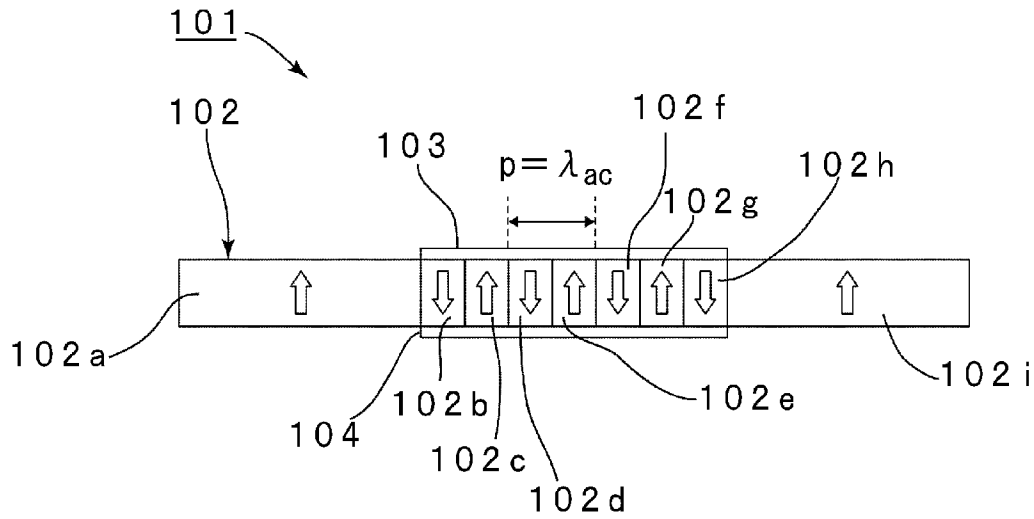
(a)


1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
電気機械結合係数k²(%)
メイン応答
スプリアス
0
10
20
30
対数

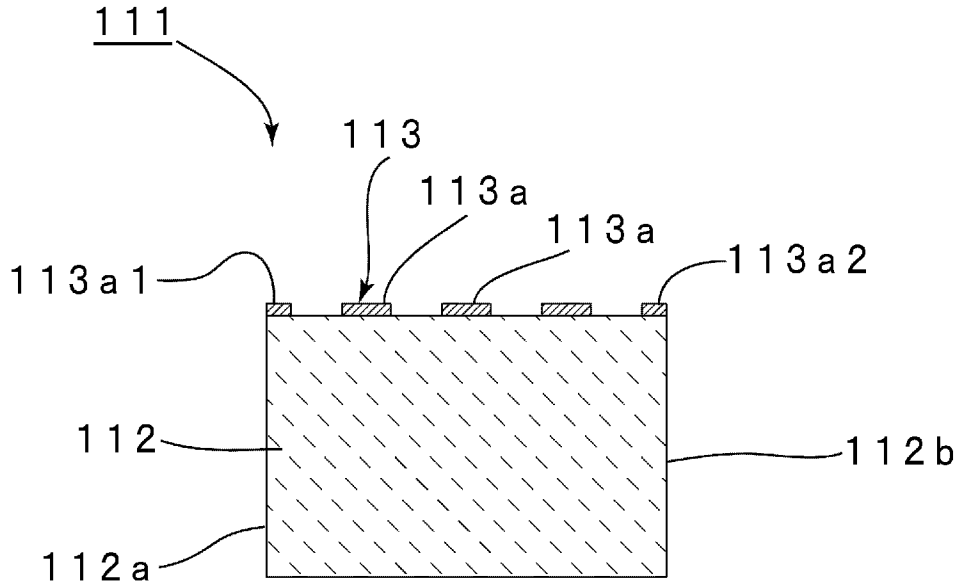
(b)


1
0.1
0.01
0.001
スプリアスレベルksp²/kmain²
0
10
20
30
対数

[図12]


101
102
103
p=λac
102f
102g
102h
102a
102i
104
102b
102c
102d
102e

[図13]


111
113
113a
113a
113a1
113a2
112
112b
112a

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/056944

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H03H9/17(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)
H03H9/17

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
A	JP 2004-504749 A (Thales), 12 February 2004 (12.02.2004), entire text; all drawings & US 2002/0135270 A1 & EP 1299945 A & WO 2002/007310 A1 & FR 2811828 A & FR 2811828 A1 & AU 7757101 A & CA 2384275 A & CN 1386321 A	1-5
A	JP 2003-174351 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 20 June 2003 (20.06.2003), paragraphs [0003], [0004]; fig. 1 & US 2003/0071540 A1 & GB 2381975 A & DE 10244723 A & KR 10-2003-0027794 A & CN 1411170 A	1-5

☐ 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	Date of mailing of the international search report
03 June, 2010 (03.06.10)	15 June, 2010 (15.06.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０５６９４４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H03H9/17(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.　H03H9/17

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１０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
Ａ	ＪＰ　２００４－５０４７４９　Ａ（タレス） ２００４．０２．１２，全文，全図 & US 2002/0135270 A1 & EP 1299945 A & WO 2002/007310 A1 & FR 2811828 A & FR 2811828 A1 & AU 7757101 A & CA 2384275 A & CN 1386321 A	1-5

☑　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
「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 ０３．０６．２０１０	国際調査報告の発送日 １５．０６．２０１０
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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　３９８５ 関　知子 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
Ａ	ＪＰ　２００３－１７４３５１　Ａ（株式会社村田製作所） ２００３．０６．２０，【０００３】，【０００４】，図１ & US 2003/0071540 A1 & GB 2381975 A & DE 10244723 A & KR 10-2003-0027794 A & CN 1411170 A	1-5