

(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
2011 年 1 月 20 日(20.01.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/007690 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 9/145 (2006.01) H03H 9/25 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/061390
- (22) 国際出願日: 2010 年 7 月 5 日(05.07.2010)
- (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 2009-169165 2009 年 7 月 17 日(17.07.2009) 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 1 〇 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): 西山 健次(NISHIYAMA, Kenji) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 中尾 武志(NAKAO, Takeshi) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 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 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

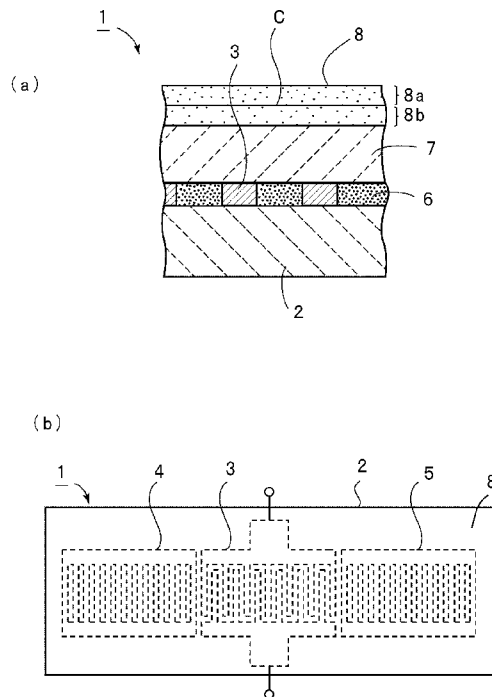
- (74) 代理人: 宮 ▲ 崎 ▼ 主税, 外(MIYAZAKI, Chikara et al.); 〒5400012 大阪府大阪市中央区谷町 1 丁目 5 番 4 号 大同生命ビル 6 階 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, 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 (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,

[続葉有]

(54) Title: SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性表面波装置

[図1]



(57) Abstract: Provided is a surface acoustic wave device for which, even if high-frequency waves are used, reduction of yield or decrease in reliability of anti-surge voltage is less likely to occur, and which furthermore allows favorable frequency characteristics to be obtained. In the surface acoustic wave device (1), an IDT electrode (3) is formed on a piezoelectric substrate (2); on the IDT electrode (3), a first insulating film (7) and at least one layer of a second insulating film (8) are stacked; a higher order mode of an SH wave is used; and compared to the sound velocity of a surface acoustic wave of the second insulating film (8) positioned on the outermost surface, the sound velocity of a surface acoustic wave of the first insulating film (7) that is positioned more toward a side of the IDT electrode (3) than the insulating film (8) of the outermost surface is made to be faster.

(57) 要約: 高周波化を図ったとしても、歩留りの悪化や耐サージ電圧などの信頼性の劣化が生じ難く、しかも良好な周波数特性を得ることができる弾性表面波装置を提供する。圧電基板 2 上に IDT 電極 3 が形成されており、IDT 電極 3 上に、第 1 の絶縁膜 7 と、少なくとも一層の第 2 の絶縁膜 8 とが積層されており、SH 波の高次モードを利用しており、かつ最表面に位置している第 2 の絶縁膜 8 の弾性表面波の音速よりも、最表面の絶縁膜 8 よりも IDT 電極 3 側に位置している第 1 の絶縁膜 7 の弾性表面波の音速が速くされている、弾性表面波装置 1

NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, 添付公開書類:
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称： 弾性表面波装置

技術分野

[0001] 本発明は、共振子やフィルタなどに用いられる弾性表面波装置に関し、より詳細には、IDT電極上に複数の絶縁膜が積層されている弾性表面波装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、共振子や帯域フィルタなどに弾性表面波装置が広く用いられている。

[0003] 例えば下記の特許文献1には、図14に示す弾性表面波共振子フィルタが開示されている。この弾性表面波共振子フィルタ1001は、XカットLiTaO₃基板1002を有する。XカットLiTaO₃基板1002上に、IDT電極1003、1004及び反射器1005、1006からなる電極構造が形成されている。この電極構造を覆うように、SiO₂膜1007が積層されている。

[0004] ここでは、弾性表面波の基本モードによる応答が用いられており、弾性表面波の波長を λ としたときに、SiO₂膜1007の膜厚Hが、 $5\% < H/\lambda < 15\%$ の範囲とされている。それによって、周波数温度特性の改善及び電気機械結合係数の増大を図ることができるとされている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平07-254835号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 近年、電子機器においては、より一層の高周波化が進んでいる。弾性表面波共振子フィルタ1001において、高周波化を図るには、IDT電極1003、1004において、電極指ピッチを狭くする必要がある。しかしなが

ら、電極指ピッチを狭くすると、IDT1003及び1004の加工が困難となり、歩留りが低下する恐れがあった。また、耐サージ電圧が低くなり、信頼性が低下するという問題があった。

[0007] 本発明の目的は、上述した従来技術の現状に鑑み、高周波化を図った場合でも、歩留りを高めることができ、かつ耐サージ電圧などの信頼性が低下し難い、弾性表面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

[0008] 本発明によれば、圧電基板と、前記圧電基板上に形成されたIDT電極と、前記圧電基板上において、前記IDT電極の上面を覆うように形成された第1の絶縁膜と、前記第1の絶縁膜上に形成された少なくとも一層の第2の絶縁膜とを備え、SH波の高次モードを利用しており、前記少なくとも一層の第2の絶縁膜のうち最表面に位置する絶縁膜中を伝搬する弾性表面波の音速よりも、該最表面の絶縁膜よりもIDT電極に近い側に位置している少なくとも一層の絶縁膜の弾性表面波の音速が速くされている、弾性表面波装置が提供される。

[0009] 本発明に係る弾性表面波装置のある特定の局面では、前記最表面に位置する第2の絶縁膜が酸化珪素からなり、その膜厚が前記弾性表面波の波長の45%以上、85%以下であり、最表面の絶縁膜以外の絶縁膜が、窒化珪素、酸化アルミニウム及び炭化珪素からなる群から選択された一種の絶縁材料からなり、膜厚が弾性表面波の波長の5%以上、21%以下である。この場合には、歩留り及び信頼性の低下が生じ難いだけでなく、利用するSH波の高次モードによる応答をより一層大きくすることができ、かつスプリアスとなる基本モードをより一層効果的に抑制することができる。

[0010] 本発明に係る弾性表面波装置の他の特定の局面では、前記少なくとも一層の第2の絶縁膜が、一層の第2の絶縁膜からなり、該第2の絶縁膜が酸化珪素からなり、第1の絶縁膜が窒化珪素、酸化アルミニウム及び炭化珪素からなる群から選択された一種の絶縁材料からなる。この場合には、一層の第2の絶縁膜のみを有するため、絶縁膜積層構造の簡略化を果たすことができる。

。

- [0011] 本発明に係る弾性表面波装置の別の特定の局面では、前記圧電基板が LiNbO_3 基板からなり、該 LiNbO_3 基板のオイラー角が、 $(0^\circ, 62^\circ \sim 165^\circ, 0^\circ)$ の範囲とされる。この場合には、高次モードの電気機械結合係数をより一層高めることができ、かつ基本モードの応答をより一層小さくすることができる。より好ましくは、 LiNbO_3 基板のオイラー角は $(0^\circ, 99^\circ \sim 164^\circ, 0^\circ)$ の範囲とされ、その場合には、高次モードのQ値をさらに高めることができる。

発明の効果

- [0012] 本発明に係る弾性表面波装置は、SH波の高次モードを利用しているため、基本モードを利用した場合に比べ、高周波化を進めることができる。しかも、少なくとも一層の第2の絶縁膜のうち最表面に位置する絶縁膜中を伝搬する弾性表面波の音速よりも、最表面の絶縁膜よりもIDT電極に近い側の絶縁膜の弾性表面波の音速が速くされているので、利用する高次モードによる応答を十分な大きさとすることができ、かつスプリアスとなる基本モードの応答を抑圧することができる。
- [0013] 従って、IDT電極の電極指ピッチをさほど狭くせずに高周波化を図ることができ、しかも、該高次モードによる良好な特性を得ることができる。よって、高周波化を進めた場合であっても、歩留りの低下が生じ難く、かつ信頼性の低下も生じ難い。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]図1(a)及び(b)は、本発明の一実施形態に係る弾性表面波装置の要部を示す模式的部分正面断面図及び平面図である。
- [図2]図2は、本発明の実施形態の変形例に係る弾性表面波装置の要部を説明するための模式的部分正面断面図である。
- [図3]図3は、比較のために用意した従来の弾性表面波装置の一般的な構造を説明するための模式的部分正面断面図である。
- [図4]図4は、従来の一般的な弾性表面波共振子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、従来の一般的な弾性表面波における基本モード及び高次モードのエネルギーの変位分布を模式的に示す図である。

[図6] 図6は、第1の絶縁膜としてのSiNの膜厚を、それぞれ、波長 λ の0%（SiN膜が形成されていない場合）、10%及び20%とした場合の弾性表面波共振子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、本発明の一実施形態の弾性表面波装置において、第2の絶縁膜としてのSiO₂膜の膜厚と、基本モード及び高次モードの電気機械結合係数との関係を示す図である。

[図8] 図8は、SiO₂膜の膜厚（%）と高次モードの弾性表面波の音速との関係を示す図である。

[図9] 図9は、本発明の一実施形態において、第1の絶縁膜としてのSiN膜の膜厚と、基本モード及び高次モードの電気機械結合係数との関係を示す図である。

[図10] 図10は、SiN膜の膜厚と高次モードの伝搬損失との関係を示す図である。

[図11] 図11は、本発明の実施形態の弾性表面波装置において、LiNbO₃基板のオイラー角（0°， θ ，0°）の θ と、基本モード及び高次モードの電気機械結合係数との関係を示す図である。

[図12] 図12は、本発明の実施形態の弾性表面波装置において、LiNbO₃基板のオイラー角（0°， θ ，0°）の θ と、基本モード及び高次モードの伝搬喪失との関係を示す図である。

[図13] 図13は、本発明の実施形態において、LiNbO₃基板のオイラー角を、それぞれ、（0°，86°，0°）、（0°，131°，0°）及び（0°，155°，0°）とした場合の弾性表面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14] 図14は、従来の弾性表面波装置を説明するための正面断面図である。

発明を実施するための形態

- [0015] 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。
- [0016] 図 1 (a) 及び (b) は、本発明の一実施形態に係る弾性表面波装置を示す模式的部分正面断面図及び平面図である。
- [0017] 弾性表面波装置 1 は、圧電基板 2 を有する。本実施形態では、圧電基板 2 は、 LiNbO_3 基板からなる。
- [0018] 圧電基板 2 上に、IDT 電極 3 及び反射器 4, 5 が設けられている。IDT 電極 3 の弾性表面波伝搬方向両側に反射器 4, 5 が設けられて、一ポート型の弾性表面波共振子が構成されている。
- [0019] IDT 電極 3 の電極指間を埋めるように、IDT 電極 3 と同じ厚みの酸化珪素膜 6 が形成されている。同様に、反射器 4, 5 の電極指間を埋めるように、反射器 4, 5 と同じ膜厚となるように上記酸化珪素膜 6 が形成されている。
- [0020] 他方、IDT 電極 3 の上面を覆うように窒化珪素膜からなる第 1 の絶縁膜 7 が形成されている。また、第 1 の絶縁膜 7 上に、酸化珪素からなる第 2 の絶縁膜 8 が形成されている。
- [0021] 本実施形態の弾性表面波装置 1 は、SH 波の高次モードの応答を利用している。従って、基本モードによる応答を利用した場合に比べて、高次モードは基本モードよりも音速が速いため、高周波化を図ることができる。言い換えれば、IDT 電極 3 の電極指ピッチをさほど狭くすることなく高周波化を図ることができる。よって、高周波化を図った場合であっても、電極加工精度をさほど高めずともよいから、歩留りを高めることができる。また、耐サージ電圧も低下し難いため、信頼性も低下し難い。
- [0022] 加えて、本実施形態の弾性表面波装置 1 では、最表面に位置している第 2 の絶縁膜 8 における弾性表面波の音速よりも、IDT 電極 3 側に位置している第 1 の絶縁膜 7 の弾性表面波の音速が速くされている。このため、後述するように、高次モードによる応答を十分大きくすることができ、かつスプリ

アスとなる基本モードの応答を抑制することができる。従って、高次モードを利用した良好な共振特性を得ることができる。これを、以下においてより具体的に説明する。

[0023] 図3は、従来の一般的な弾性表面波装置の要部を示す模式的部分正面断面図である。弾性表面波装置1101では、圧電基板1102上にIDT電極1103が形成されており、IDT電極1103を覆うように酸化珪素膜1104が形成されている。このような圧電基板／IDT電極／酸化珪素膜の積層構造を有する弾性表面波装置1101のインピーダンス特性及び位相特性の一例を図4に示す。

[0024] 図5は、図3に示した従来の一般的な弾性表面波装置1101における基本モード及び高次モードの変位分布を示す模式図である。図5から明らかなように、基本モードでは、変位が最大となるのは、IDT電極1103が形成されている部分である。これに対して、高次モードによる変位が最も大きくなるのは、変位が-1.0付近である酸化珪素膜1104の最表面であることがわかる。

[0025] この高次モードは、レイリー波でいうところのセザワ波に相当する。ただし、本発明で取り上げている高次モードはSH波（基板と平行方向の変位を持つ横波）であり、P波（波の伝搬方向に変位を持つ縦波）とSV波（基板の深さ方向に変位を持つ横波）が結合しているセザワ波とは波のモードが異なる。

[0026] 図4から明らかなように、弾性表面波装置1101では、矢印Aで示す基本モードだけでなく、矢印Bで示す高次モードによる応答が現れている。しかしながら、基本モードによる応答Aに比べ、高次モードによる応答Bが小さいため、高次モードを利用して良好な共振特性を得ることはできない。

[0027] これに対して、本実施形態の弾性表面波装置1では、高次モードによる応答を大きくでき、基本モードによる応答を抑制することが可能とされている。図6を参照してこれを説明する。

[0028] 上記実施形態の弾性表面波装置1を以下の要領で作成した。圧電基板2と

してカット角が -4° の $Y-XLiNbO_3$ 基板すなわちオイラー角が $(0^\circ, 86^\circ, 0^\circ)$ の $LiNbO_3$ 基板を用い、IDT電極3及び反射器4, 5をCu膜により形成した。Cu膜の膜厚は、弾性表面波の波長 λ の5%とした。酸化珪素膜6としての SiO_2 膜の厚みは、IDT電極3と同様に波長の5%とした。また、第1の絶縁膜7としての SiN 膜の膜厚は、波長 λ の0%と、10%または20%とし、第2の絶縁膜8としての SiO_2 膜の膜厚は波長 λ の50%とした。このようにして得た三種の弾性表面波装置のインピーダンス特性及び位相特性を図6に示す。

[0029] 図6から明らかなように、 SiN 膜の膜厚が0%すなわち第1の絶縁膜7が存在しない場合に比べ、 SiN 膜の膜厚を10%及び20%と厚くしていくことにより、基本モードの応答をより小さくし得ることがわかる。特に SiN 膜の膜厚を20%とした場合には、基本モードの応答の山谷比に比べ、高次モードの応答の山谷比を非常に大きくすることができ、高次モードによる応答をより一層大きくすることができ、他方、基本モードによる応答をかなり小さくすることができる。

[0030] これは、 SiO_2 膜からなる第2の絶縁膜8とIDT電極3との間に SiN 膜からなる第1の絶縁膜7を介在させることにより、弾性表面波の音速が基本モードの音速よりも速い高次モードを高い強度で励振することができることによる。すなわち、最表面に位置している第2の絶縁膜8における弾性表面波の音速よりも、IDT電極3側に近い第1の絶縁膜7における弾性表面波の音速が速いため、基本モードに比べて弾性表面波の音速が速い高次モードが十分に励振され、他方、相対的に弾性表面波の音速が遅い基本モードの励振が抑制されるためと考えられる。

[0031] 従って、上記実施形態のように、弾性表面波の音速が相対的に遅い第2の絶縁膜8に比べ、弾性表面波の音速が相対的に速い第1の絶縁膜7を最表面に位置する第2の絶縁膜8よりも内側に配置することにより、高次モードの応答を十分大きくすることができ、かつ基本モードの応答を抑制することができる。

- [0032] なお、本発明において、ＩＤＴ電極３を覆う第１の絶縁膜７とは、図１（ｂ）に示したようにＩＤＴ電極３の上面を覆う絶縁膜をいうものとする。従って、酸化珪素膜６は、第１の絶縁膜には相当しない。
- [0033] 図１（ｂ）に示す構造では、ＩＤＴ電極３の電極指間を埋めるように、酸化珪素膜６が形成されていたが、図２に示す変形例のように、絶縁膜６を省略し、第１の絶縁膜７が電極指間の隙間を埋めるように形成されていてもよい。もっとも、図１（ｂ）に示す構造によれば、酸化珪素膜６の上面とＩＤＴ電極３の上面が面一とされているため、堆積法により上面が平坦な第１の絶縁膜７を容易に形成することができる。また、図２に示す変形例では、電極指間に酸化珪素膜６を形成する工程を省略することができる。従って、生産性を高めることができる。
- [0034] また、上記実施形態では、第１の絶縁膜７上に一層の第２の絶縁膜８が積層されていたが、図１（ｂ）に仮想線としての一点鎖線Ｃで示すように第２の絶縁膜８が複数の絶縁膜８ａ、８ｂからなる積層構造を有していてもよい。
- [0035] すなわち、第２の絶縁膜８が第２の絶縁膜８ａ及び第２の絶縁膜８ｂを積層した構造を有すると仮定すると、この場合には、最表面に位置する第２の絶縁膜８ａに比べて、ＩＤＴ電極３側に位置している絶縁膜すなわち第１の絶縁膜７及び第２の絶縁膜８ｂのうち少なくとも一層の絶縁膜の弾性表面波の音速が、最表面の第２の絶縁膜８ａの弾性表面波の音速よりも速ければよい。
- [0036] また、上記実施形態では、最表面の絶縁膜である第２の絶縁膜８が酸化珪素により形成されており、内側に位置している第１の絶縁膜７が窒化珪素膜により形成されていたが、絶縁膜を構成する材料の組み合わせはこれに限定されるものではない。例えば、最表面に位置する絶縁膜は、酸化珪素だけでなく、窒化珪素、酸化アルミニウムまたは炭化珪素により形成されていてもよい。
- [0037] また、最表面の絶縁膜８よりも内側に位置している少なくとも一層の絶縁

膜は、最表面の絶縁膜よりも弾性表面波の音速が速い限り、窒化珪素、酸化アルミニウム、炭化珪素などの適宜の絶縁性材料により形成することができる。

[0038] 好ましくは、最表面の絶縁膜 8 が、上記実施形態のように酸化珪素からなり、IDT 電極 3 側に位置している第 1 の絶縁膜 7 が窒化珪素、酸化アルミニウム及び炭化珪素からなる群から選択された一種の絶縁性材料からなる。この場合には、第 1 の絶縁膜 7 の音速の第 2 の絶縁膜 8 に対する音速比が $1.1 \sim 1.5$ 倍程度と十分速くされる。そのため、高次モードを効果的に励振することができ、基本モードを抑制することができ、さらに高次モードの最表面の第 2 の絶縁膜 8 側への漏洩を抑制することができる。

[0039] また、圧電基板 2 としては、 LiNbO_3 基板に限らず、 LiTaO_3 基板や水晶基板を用いることもできる。

[0040] 圧電基板 2 が LiNbO_3 基板や LiTaO_3 基板のように、負の周波数温度係数を有する場合、第 1 の、第 2 の絶縁膜 7、8 のうち少なくとも 1 つの絶縁膜が、正の周波数温度係数を有する酸化珪素膜からなることが好ましい。それによって、弾性表面波装置 1 の温度変化による周波数特性の変化を抑制することができ、従って、温度特性を改善することができる。

[0041] なお、IDT 電極 3 及び反射器 4、5 を構成する電極材料については、Cu に限定されず、Au、Pt、Ta、W などの金属あるいはこれらの金属を主体とする合金を用いることができる。また、複数の金属膜を積層してなる積層金属膜により IDT 電極 3 及び反射器 4、5 が形成されていてもよい。好ましくは、IDT 電極 3 は、その密度が Al よりも大きく、IDT 電極 3 の密度が第 2 の絶縁膜 8 の 1.5 倍以上であることが好ましい。それによって、反射係数を十分大きくすることができる。仮に 1.5 倍未満であれば、反射が足りず、共振子を形成した際、反共振点付近に大きなリップルが生じてしまう。

[0042] 図 7 は、図 6 に示した SiN 膜の膜厚が弾性表面波の波長の 20% である弾性表面波装置において、第 2 の絶縁膜 8 としての SiO_2 膜の膜厚を変化さ

せた場合の基本モード及び高次モードの電気機械結合の変化を示す図である。一般に、十分大きな応答を得るには、電気機械結合係数 K_{saw}^2 は7.5%以上であることが望ましい。図7から明らかなように、SiO₂膜の膜厚を波長 λ の45%以上とすれば、高次モードの電気機械結合係数 K_{saw}^2 を7.5%以上とすることができる。従って、SiO₂膜の膜厚は波長 λ の45%以上とすることが望ましい。なお、SiO₂膜の膜厚が厚くなるにつれ、基本モードの電気機械結合係数 K_{saw}^2 は小さくなっていくことがわかる。従って、SiO₂膜の膜厚は、波長 λ の45%以上であれば、大きいほど好ましいが、大きすぎると図8に示すように、音速が低下し、高周波化できなくなるおそれがある。従って、高次モードの大きな特徴である高音速性を活かすには、高次モードの弾性表面波の音速が4000m/秒以上、すなわち基本波の1.1倍以上となる条件が好ましく、よってSiO₂膜の膜厚が λ の85%以下とすることが望ましい。よって、好ましくはSiO₂膜の膜厚は波長 λ の45%以上、85%以下とすることが望ましい。

[0043] 他方、図9は、SiN膜の膜厚を、図6に示した0、10または20%だけでなく、かなり細かく変化させた場合の基本モード及び高次モードの電気機械結合係数の変化を示す図である。

[0044] 図9から明らかなように、SiN膜からなる第1の絶縁膜7の厚みを波長 λ の5%以上とすれば、基本モードの電気機械結合係数 K_{saw}^2 を7.5%以下と小さくすることができることがわかる。従って、基本モードによる応答を抑圧するには、SiN膜の膜厚は、波長 λ の5%以上とすることが望ましいことがわかる。

[0045] なお、SiN膜からなる第1の絶縁膜7の厚みが波長 λ の20%以下の範囲では、高次モードによる応答は7.5%以上とされていることがわかる。従って、SiN膜からなる第1の絶縁膜7の厚みは、波長 λ の0%以上かつ20%以下の範囲であれば、電気機械結合係数 K_{saw}^2 を7.5%以上とすることができるので、SiN膜の膜厚は、高次モードによる応答を十分な大きさとする上では特に限定されるものではない。もっとも、図10に示すよう

に、S i N膜の膜厚が厚くなりすぎると、漏洩成分が大きくなる。図10は、S i N膜の膜厚と高次モードの伝搬損失との関係を示す図であり、伝搬損失を $0.25\text{ dB}/\lambda$ 以下とすることがこの種の弾性表面波装置において望ましいとされているので、S i N膜の膜厚は波長 λ の21%以下とすることが望ましい。よって、S i N膜の膜厚の上限は21%以下とすることが望ましい。

[0046] 上記実施形態の弾性表面波装置1において、第1の絶縁膜7としてのS i N膜の膜厚を波長の10%、第2の絶縁膜8としてのS i O₂膜の膜厚を60%としたこと、並びにL i N b O₃基板のオイラー角を除いては、図6に示した実験における弾性表面波装置と同様にして、さらにL i N b O₃基板のオイラー角の θ を変化させた場合の基本モード及び高次モードの電気機械結合係数 K_{saw}^2 の変化を求めた。図11に、結果を示す。

[0047] 図11から明らかなように、オイラー角(0° , θ , 0°)の θ が $62^\circ \sim 165^\circ$ の範囲内であれば、高次モードの電気機械結合係数 K_{saw}^2 を7.5%以上とすることができる。他方、基本モードによる応答の電気機械結合係数 K_{saw}^2 は、この範囲内において、4%以下と低いことがわかる。

[0048] 次に、図11に示した場合と同様にして、オイラー角の θ を異ならせた場合の高次モードの伝搬損失の変化を求めた。結果を図12に示す。

[0049] この種の弾性表面波装置では、伝搬損失は $0.25\text{ dB}/\lambda$ 以下にすることが望ましいと言われている。図12から明らかなように、オイラー角の θ を、 $99^\circ \sim 164^\circ$ の範囲内とすれば、伝搬損失が $0.25\text{ dB}/\lambda$ 以下となり、伝搬損失を十分に小さくすることができ、それによって高次モードのQ値をさらに高め得ることがわかる。

[0050] 図6～図12を参照して結果を確認するために、以下の条件で一ポート型弾性表面波共振子としての上記弾性表面波装置1を作成し、インピーダンス特性及び位相特性を評価した。

[0051] 圧電基板：オイラー角が(0° , 86° , 0°)、(0° , 131° , 0°)または(0° , 155° , 0°)の3種類のL i N b O₃基板を用意した

- 。
- [0052] IDT電極3：Cu膜、厚みは波長の5%
第1の絶縁膜：SiN膜、厚みは波長の10%
第2の絶縁膜：SiO₂酸化珪素膜、厚みは波長の60%
結果を図13に示す。
- [0053] 図13から明らかなように、オイラー角の θ が86°、131°及び155°のいずれのLiNbO₃基板を用いた場合においても、本発明に従って、高次モードの応答を十分に大きくすることができ、これに対して基本モードの応答が十分に抑制されていることが確かめられた。特に、 θ が86°の場合に比べ、131°及び155°の場合には、高次モードによる応答をより大きくすることができ、他方基本モードによる応答をより一層小さくし、高次モードのQ値を高め得ることがわかる。
- [0054] なお、上述した実施形態では、一ポート型弾性表面波共振子につき説明したが、本発明は、一ポート型弾性表面波共振子に限らず、圧電基板上に第1、第2の絶縁膜が積層されている構造を有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタなどの様々な弾性表面波装置に適用することができる。その場合においても、高次モードを利用して高周波化を図ることができ、従って電極形成精度をさほど高めずともよいため、歩留りを高めることができる。また、耐サージ電圧などの信頼性の低下も生じ難い。加えて、上記の通り、高次モードによる応答を十分大きくすることができ、基本モードによる応答を抑制することができるので、良好なフィルタ特性などを得ることができる。

符号の説明

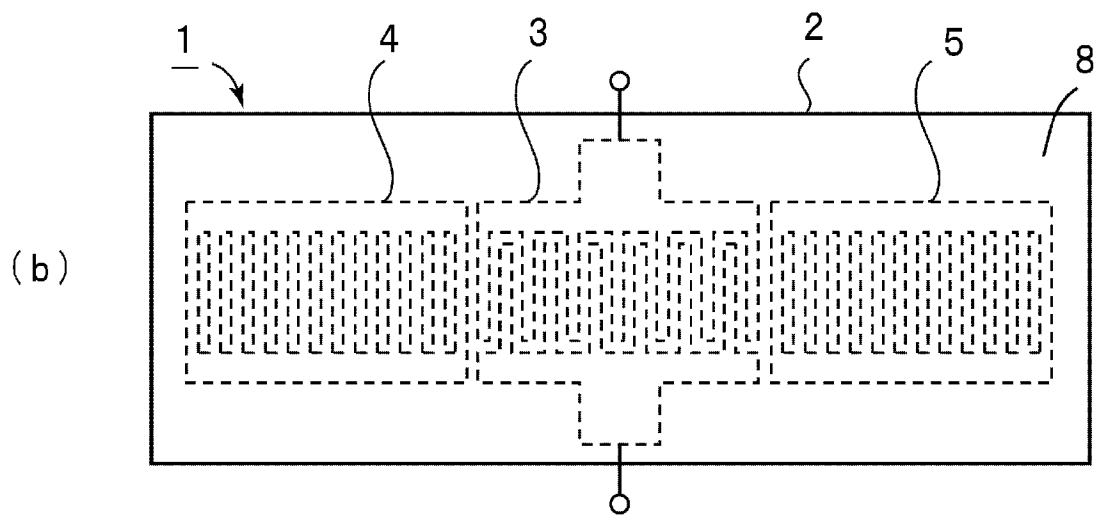
- [0055] 1…弾性表面波装置
2…圧電基板
3…IDT電極
4, 5…反射器
6…酸化珪素膜
7, 8…第1, 第2の絶縁膜

8 a, 8 b…第2の絶縁膜

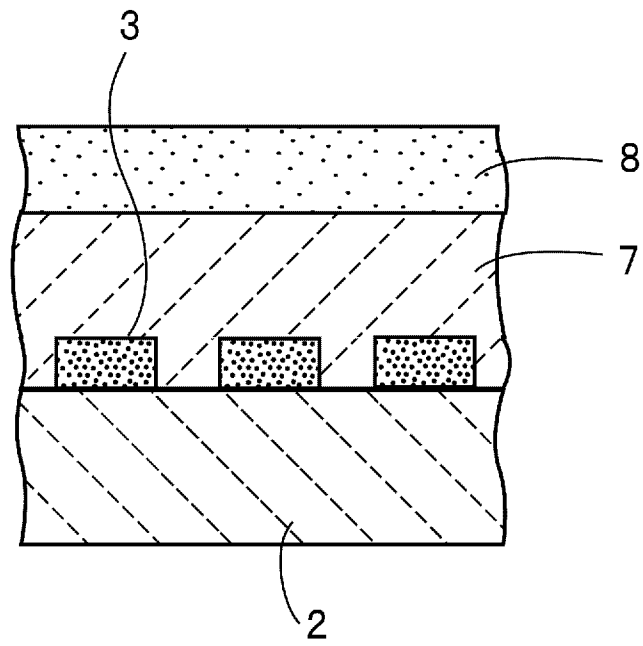
請求の範囲

- [請求項1] 圧電基板と、
 前記圧電基板上に形成された I D T 電極と、
 前記圧電基板上において、前記 I D T 電極の上面を覆うように形成された第 1 の絶縁膜と、
 前記第 1 の絶縁膜上に形成された少なくとも一層の第 2 の絶縁膜とを備え、
 S H 波の高次モードを利用しており、
 前記少なくとも一層の第 2 の絶縁膜のうち最表面に位置する絶縁膜中を伝搬する弾性表面波の音速よりも、該最表面の絶縁膜よりも I D T 電極に近い側に位置している少なくとも一層の絶縁膜の弾性表面波の音速が速くされている、弾性表面波装置。
- [請求項2] 前記最表面に位置する絶縁膜が酸化珪素からなり、その膜厚が前記弾性表面波の波長の 4 5 % 以上、8 5 % 以下であり、最表面の絶縁膜以外の絶縁膜が、窒化珪素、酸化アルミニウム及び炭化珪素からなる群から選択された一種の絶縁材料からなり、膜厚が弾性表面波の波長の 5 % 以上、2 1 % 以下である、請求項 1 に記載の弾性表面波装置。
- [請求項3] 前記少なくとも一層の第 2 の絶縁膜が、一層の第 2 の絶縁膜からなり、該第 2 の絶縁膜が酸化珪素からなり、第 1 の絶縁膜が窒化珪素、酸化アルミニウム及び炭化珪素からなる群から選択された一種の絶縁材料からなる、請求項 1 または 2 に記載の弾性表面波装置。
- [請求項4] 前記圧電基板が L i N b O₃ 基板からなり、該 L i N b O₃ 基板のオイラー角が、(0° , 6 2° ~ 1 6 5° , 0°) である、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の弾性表面波装置。
- [請求項5] 前記 L i N b O₃ 基板のオイラー角が (0° , 9 9° ~ 1 6 4° , 0°) である、請求項 4 に記載の弾性表面波装置。

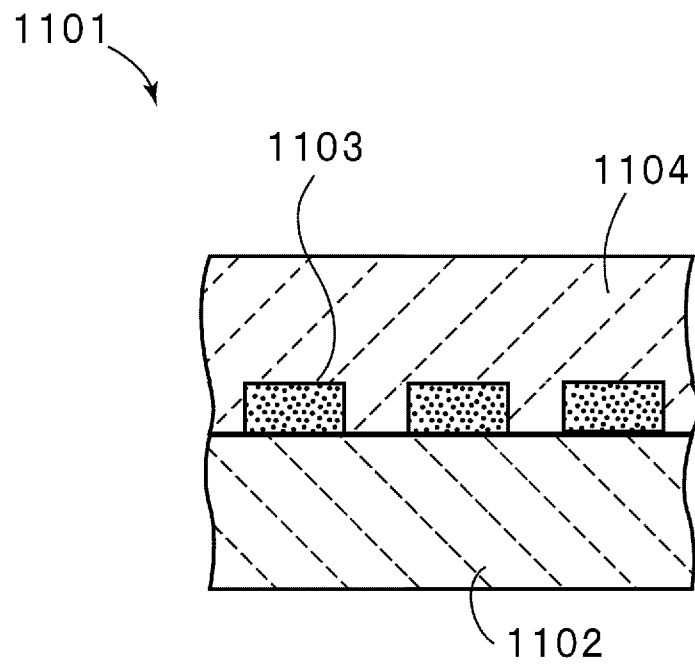
(a)



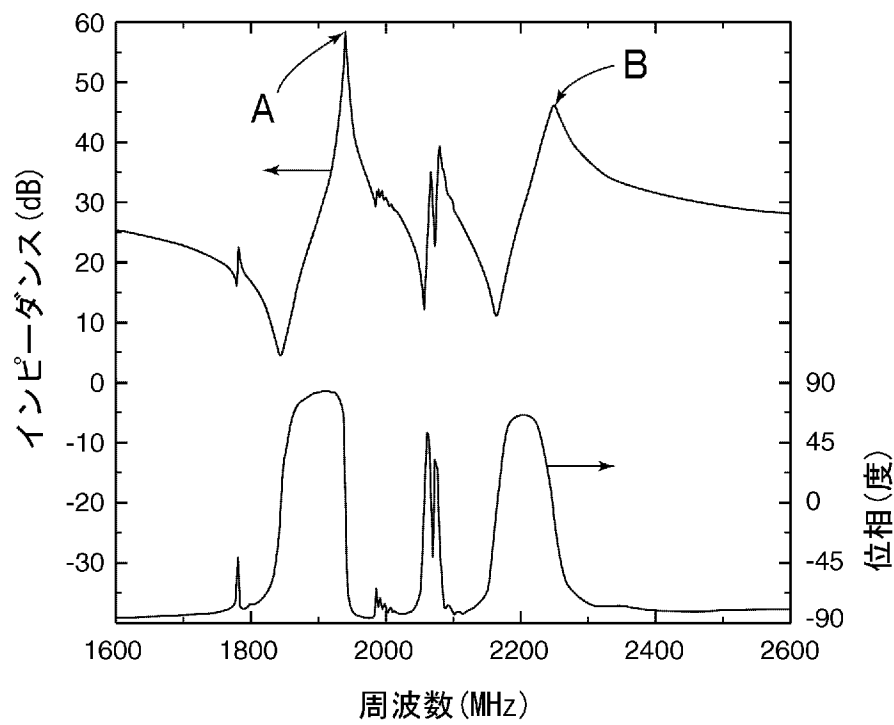
[図2]



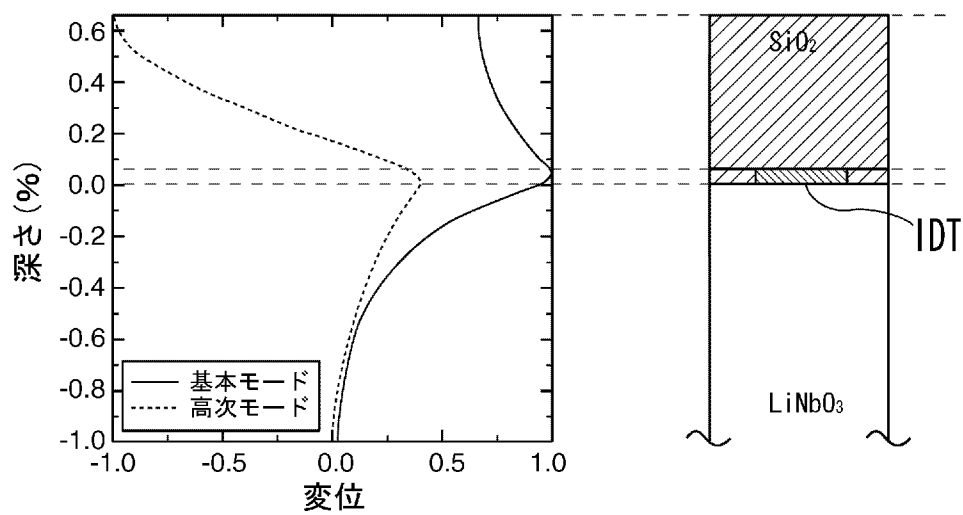
[図3]



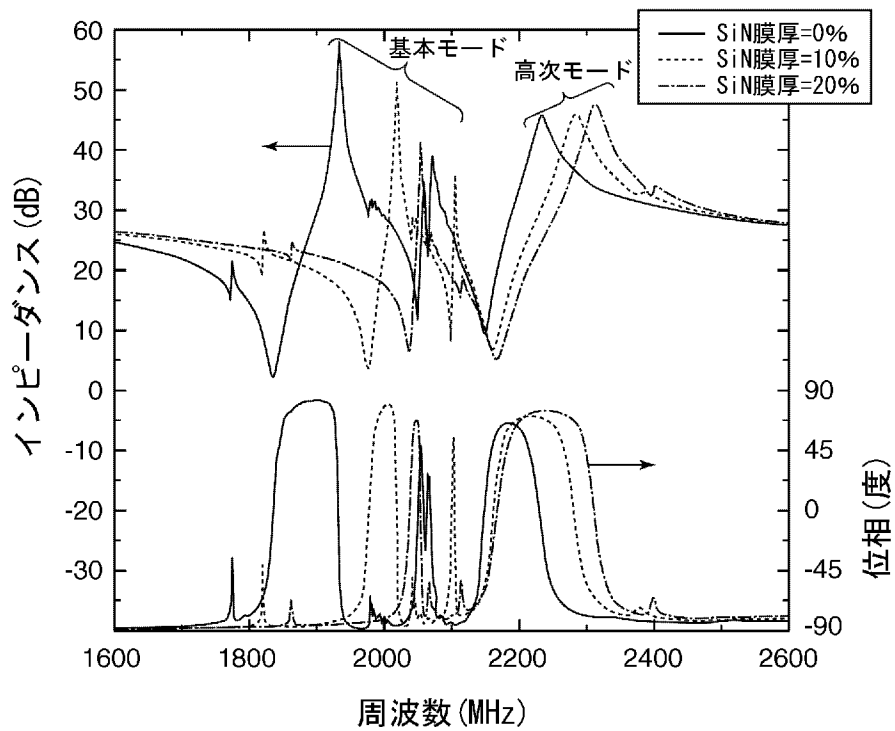
[図4]



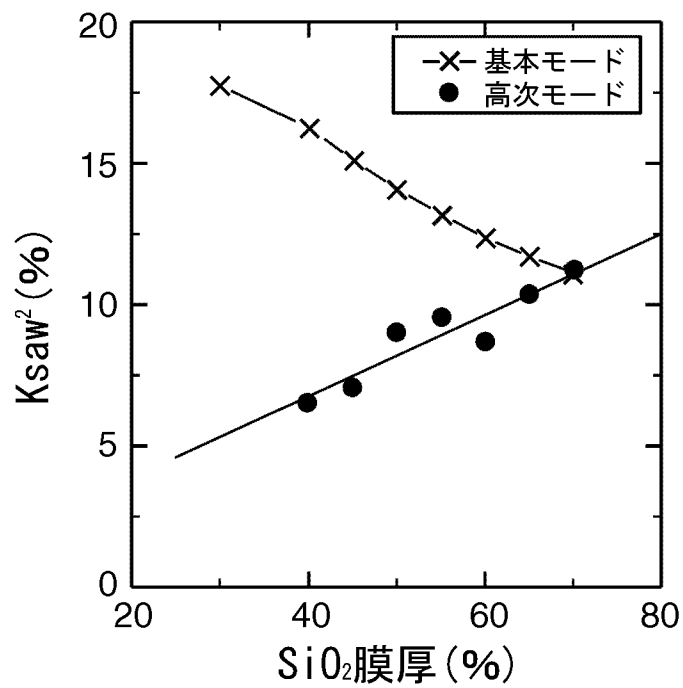
[図5]



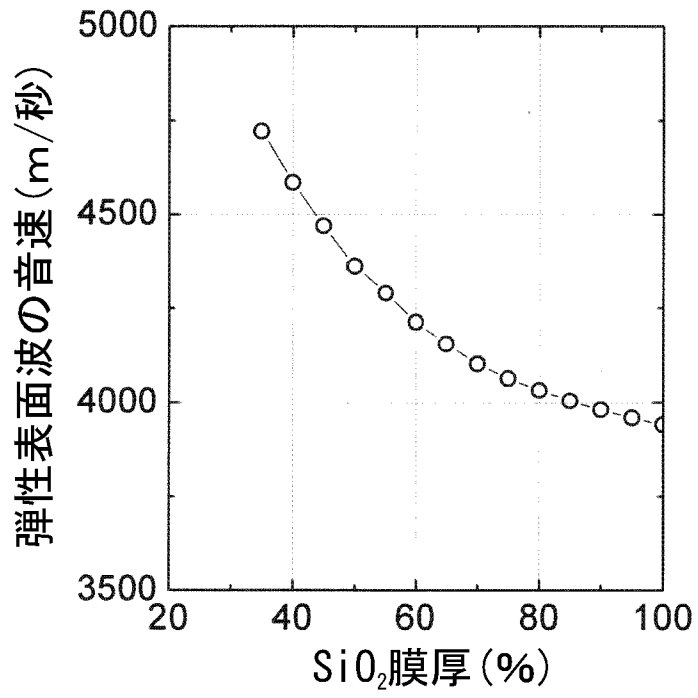
[図6]



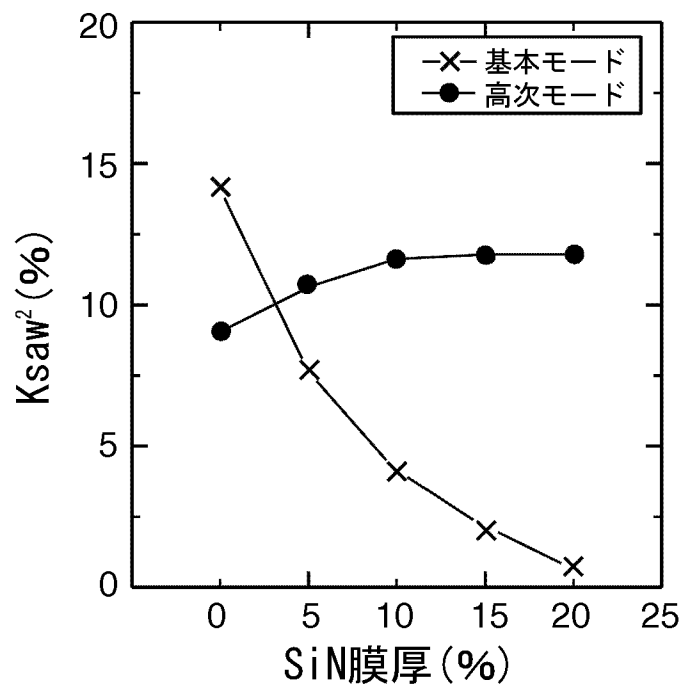
[図7]



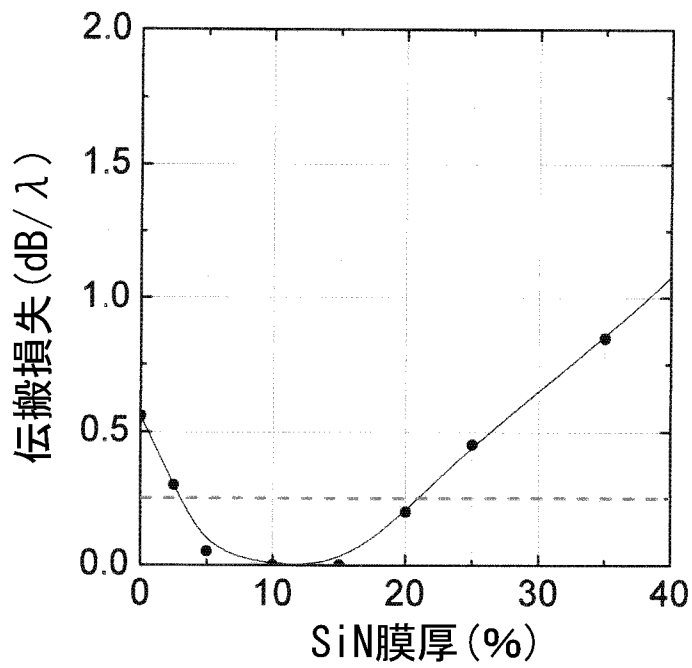
[図8]



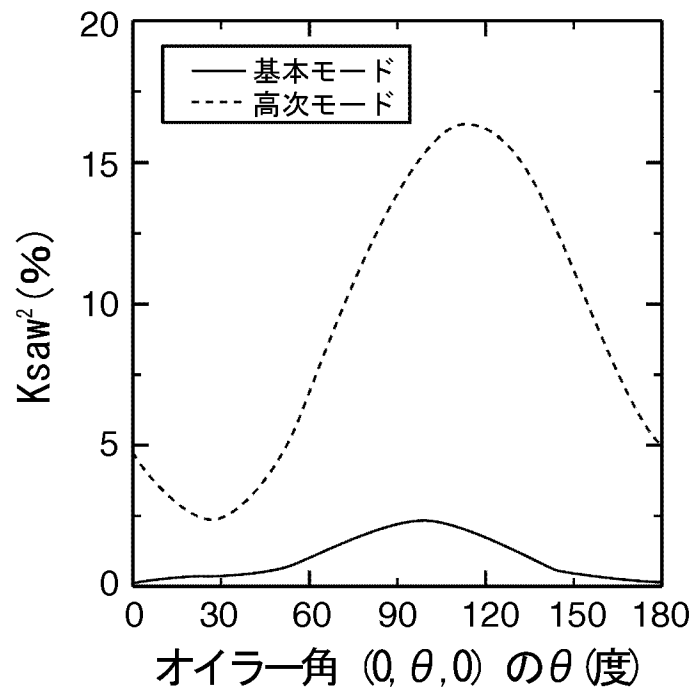
[図9]



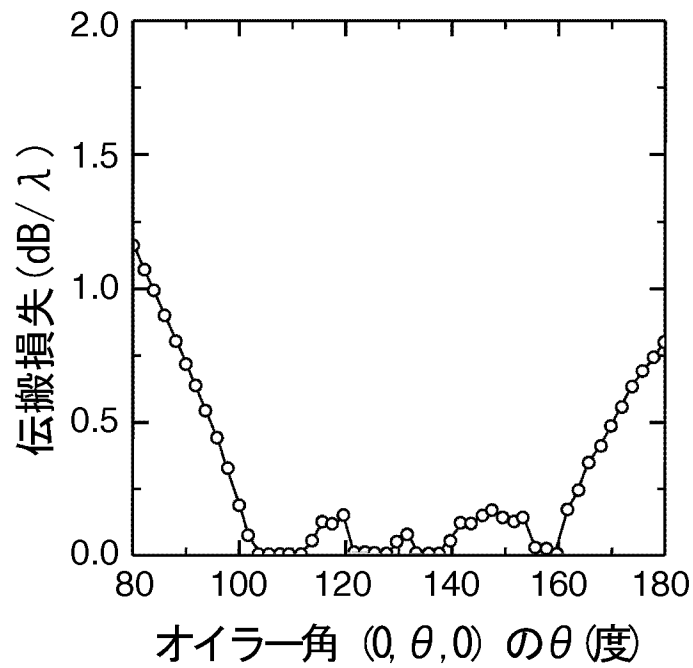
[図10]



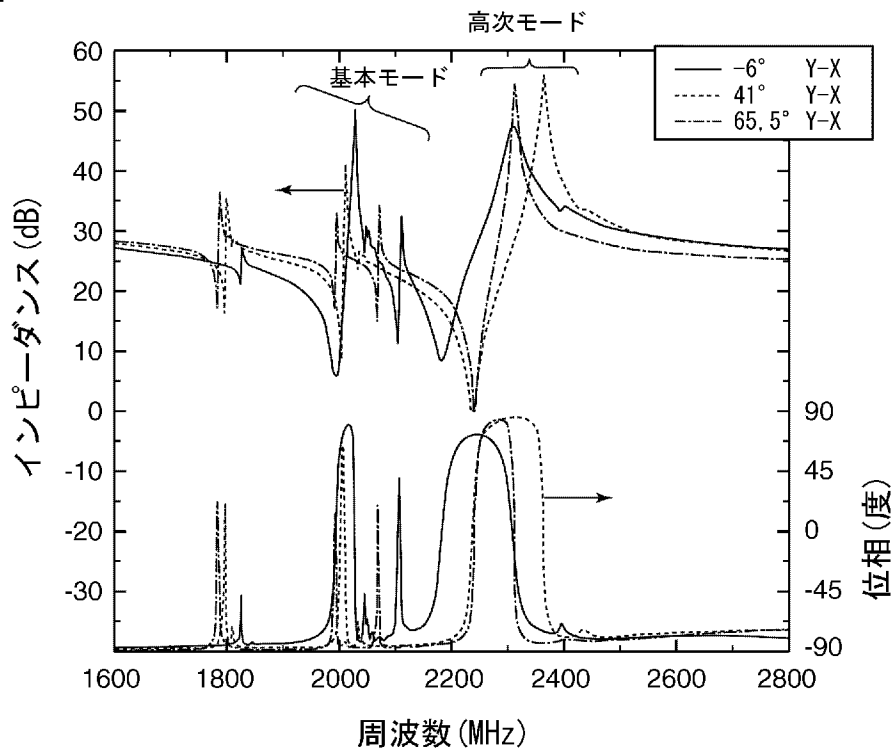
[図11]



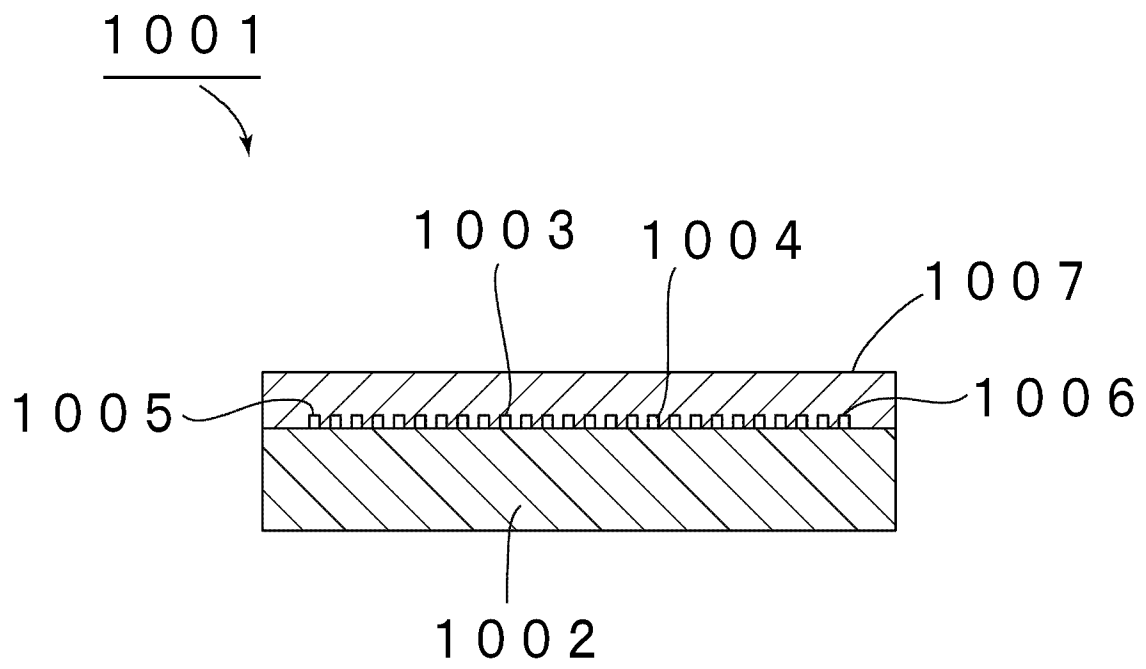
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061390

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H9/145(2006.01) i, H03H9/25(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)

H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-H03H9/76

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	WO 2005/083881 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 09 September 2005 (09.09.2005), paragraphs [0112] to [0137]; fig. 14 & US 2006/0290233 A1	1-5
A	JP 11-220378 A (Koji TODA), 10 August 1999 (10.08.1999), page 20, column 38 (Family: none)	1-5
A	JP 8-222990 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 30 August 1996 (30.08.1996), paragraph [0017] & EP 726649 A1	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
21 September, 2010 (21.09.10)Date of mailing of the international search report
05 October, 2010 (05.10.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061390

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 9-331229 A (Yasutaka SHIMIZU) , 22 December 1997 (22.12.1997) , paragraphs [0012], [0024] & US 5854527 A & EP 886375 A1 & WO 1997/033368 A1	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H03H9/145 (2006.01)i, H03H9/25 (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 (I P C))

Int.Cl. H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-H03H9/76

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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	WO 2005/083881 A1 (株式会社村田製作所) 2005.09.09, [0112]-[0137], 図 14 & US 2006/0290233 A1	1-5
A	JP 11-220378 A (戸田耕司) 1999.08.10, 第 20 頁第 38 欄 (ファミリーなし)	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

2 1 . 0 9 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 5 . 1 0 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

崎間 伸洋

5 W

3 5 7 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 7 6

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 8-222990 A (住友電気工業株式会社) 1996.08.30, [0017] & EP 726649 A1	1-5
A	JP 9-331229 A (清水康敬) 1997.12.22, [0012], [0024] & US 5854527 A & EP 886375 A1 & WO 1997/033368 A1	1-5