

(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10月28日(28.10.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/122993 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 9/145 (2006.01) H03H 3/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/056983
- (22) 国際出願日: 2010年4月20日(20.04.2010)
- (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 2009-103774 2009年4月22日(22.04.2009) 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): 野竹 直弘 (NODAKE, Naohiro) [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). 高橋 秀明(TAKAHASHI, Hideaki) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東

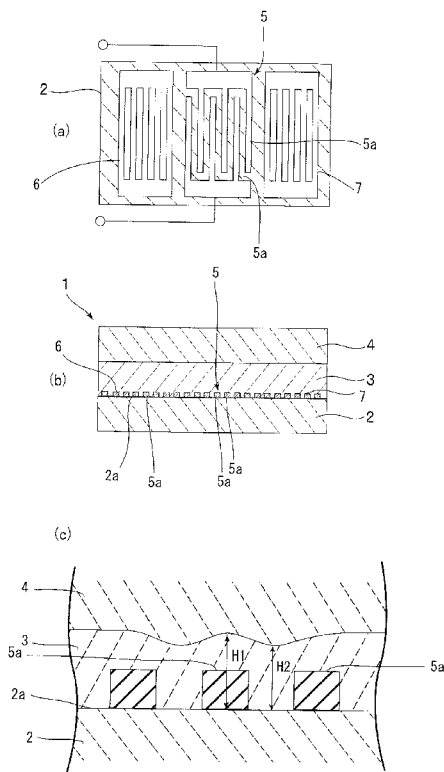
- 足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 西條 慎(SAIJO, Shin) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 宮▲崎▼ 主税, 外(MIYAZAKI, Chikara et al.); 〒5400012 大阪府大阪市中央区谷町1丁目5番4号 大同生命ビル6階 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, 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.

[続葉有]

(54) Title: ELASTIC BOUNDARY WAVE DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 弾性境界波装置及びその製造方法

[図1]



(57) Abstract: Provided is an elastic boundary wave device (1) having a three-medium structure, wherein gaps do not easily form in a first dielectric layer, and the frequency tolerance is low even when using thick IDT electrodes. IDT electrodes (5), a first dielectric layer (3), and a second dielectric layer (4) are formed on top of a piezoelectric substrate (2). The first dielectric layer (3) comprises a deposited film. The thickness of the IDT electrodes is at least 10% of λ . The unevenness of the upper surface of the first dielectric layer (3) is no larger than 5% of λ , said unevenness referring to the difference between: the height, from the upper surface of the piezoelectric substrate, of the first dielectric layer (3) over the center of an electrode finger of the IDT electrode (5); and the height, from the upper surface of the piezoelectric substrate, of the first dielectric layer (3) over the center of an adjacent inter-electrode-finger gap.

(57) 要約: 第1の誘電体層に空隙が生じ難く、かつIDT電極の厚みを厚くした場合であっても、周波数公差が小さい三媒質構造の弾性境界波装置を得る。圧電基板2上にIDT電極5、第1の誘電体層3及び第2の誘電体層4が形成されており、第1の誘電体層3が堆積膜からなり、IDT電極の厚みが λ の10%以上であり、IDT電極5の電極指中心上方の第1の誘電体層3の前記圧電基板上面からの高さ、隣り合う電極指間のギャップの中心の上方の第1の誘電体層3の前記圧電基板上面からの高さとの差である第1の誘電体層3の上面の凹凸の大きさが λ の5%以下とされている、弾性境界波装置1。

WO 2010/122993 A1



(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,

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： 弾性境界波装置及びその製造方法

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境界波装置及びその製造方法に関し、より詳細には、圧電基板上に第1、第2の誘電体層が積層されている、いわゆる三媒質構造の弾性境界波装置及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、携帯電話などの通信システムにおいて、共振子や帯域フィルタとして弾性表面波装置が広く用いられている。また、空洞を有するパッケージ構造を必要としないため、弾性表面波装置に代わり弾性境界波装置が注目されている。そこで、種々の構造の弾性境界波装置が提案されている。

[0003] 下記の特許文献1には、図9に断面図で示す弾性境界波装置101が開示されている。弾性境界波装置101は、三媒質構造の弾性境界波装置である。ここでは、圧電基板102上に、第1、第2の誘電体層103、104が積層されている。圧電基板102と第1の誘電体層103との界面にIDT電極105を含む電極構造が形成されている。

[0004] 製造に際しては、まず圧電基板102を用意する。次に、IDT電極105を含む電極構造を圧電基板102上に形成する。次に、マグネトロンスパッタ法により第1の誘電体層103を形成する。この段階で、第1の誘電体層103の膜厚を調整することにより、周波数や弾性境界波の音速等が調整される。調整後に、第2の誘電体層104を形成する。

[0005] 第1の誘電体層103の形成に際し、マグネトロンスパッタ法ではなく、別途用意された誘電体ウエハを貼り合わせる方法も考えられる。しかしながら、誘電体ウエハを均一に貼り合わせる事が困難であった。また、マザーの積層体を切断する際に、第1の誘電体層103が剥離するおそれがあった。これに対して、特許文献1に記載の製造方法では、マグネトロンスパッタ

リングを用いているため、第1の誘電体層103を容易にかつ確実に形成することができる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：WO2005/093949

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献1に記載の製造方法では、第2の誘電体層104の形成に先立ち周波数や弾性境界波の音速を調整したとしても、その後第2の誘電体層104を形成することにより、得られた弾性境界波装置101において共振周波数や中心周波数などの周波数特性がばらつきがちであった。

[0008] 本発明の目的は、上述した従来技術の問題点を解消し、第1の誘電体層を容易にかつ確実に形成することができるだけでなく、最終的に得られた弾性境界波装置の周波数特性のばらつきを十分に小さくすることが可能とされている、弾性境界波装置及びその製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明に係る弾性境界波装置は、圧電基板と、前記圧電基板上に形成されたIDT電極と、前記IDT電極を覆うように設けられており、かつ堆積膜からなる第1の誘電体層と、前記第1の誘電体層上に設けられた第2の誘電体層とを備える。さらに、弾性境界波の波長を λ としたときに、前記IDT電極の規格化膜厚が λ の10%以上であり、かつ前記IDT電極の電極指中心上方の第1の誘電体層の前記圧電基板上面からの高さ、隣り合う電極指間のギャップの中心の上方の第1の誘電体層の前記圧電基板上面からの高さとの差が波長 λ の5%以下である。

[0010] 本発明に係る弾性境界波装置のある特定の局面では、上記第1の誘電体層はバイアススパッタ法により成膜された堆積膜である。この場合には、第1

の誘電体層の上面の平坦性を高めることができる。

- [0011] 本発明に係る弾性境界波装置の他の特定の局面では、前記第1の誘電体層の上面が平坦化されている。この場合には、第1の誘電体層上に形成される第2の誘電体層の表面をより平坦なものとすることができる。
- [0012] 本発明に係る弾性境界波装置の別の特定の局面では、前記圧電基板がLiNbO₃またはLiTaO₃からなり、前記第1の誘電体層が酸化珪素からなる。この場合には、弾性境界波装置の周波数温度係数TCFの絶対値を小さくすることができる。
- [0013] 本発明に係る弾性境界波装置のさらに他の特定の局面では、前記第2の誘電体層が、窒化珪素、酸窒化珪素、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム及び珪素からなる群から選択された少なくとも1種の誘電体材料からなる。この場合には、第2の誘電体層の音速が酸化珪素の音速よりも速いため、導波路効果により損失を低減することができる。
- [0014] 本発明に係る弾性境界波装置の別の特定の局面では、前記IDT電極が、Au、Ag、Cu、Pt、Ta、W、Ni、Fe、Cr、Mo、Ti及びこれらの金属の1種を主体とする合金からなる群から選択された少なくとも1種の金属からなる電極層を主体とする。この場合には、前記第1の誘電体と比較して相対的に密度の高い金属をIDT電極に使用することで導波路効果を高め、より損失を低減することができる。
- [0015] 本発明に係る弾性境界波装置の製造方法は、本発明に従って構成された弾性境界波装置の製造方法であって、圧電基板上にIDT電極を形成する工程と、前記圧電基板上において、前記IDT電極を覆うように堆積法により誘電体材料を堆積させて第1の誘電体層を形成する工程と、前記第1の誘電体層上に第2の誘電体層を形成する工程とを備える。
- [0016] 本発明に係る弾性境界波装置の製造方法のある特定の局面では、前記堆積法がバイアスパッタ法である。この場合には、第1の誘電体層の上面の平坦性を高めることができる。
- [0017] 本発明に係る弾性境界波装置の製造方法のさらに他の特定の局面では、前

記第 1 の誘電体層を堆積法で形成した後に、第 1 の誘電体層の表面を平坦化する工程がさらに備えられている。この場合には、第 1 の誘電体層の表面をより一層平坦とすることができるので、第 2 の誘電体層表面の凹凸を小さくすることができる。

[0018] 本発明に係る弾性境界波装置の製造方法のさらに別の特定の局面では、前記第 1 の誘電体層の上面を平坦化する工程が、第 1 の誘電体層表面をミリング、ドライエッチング、CMP 及びエッチバック法からなる群から選択された少なくとも 1 種の方法により行われる。この場合には、第 1 の誘電体層の上面をより確実にかつ容易に平坦化することができる。

発明の効果

[0019] 本発明に係る弾性境界波装置及びその製造方法によれば、IDT 電極の膜厚が弾性境界波の波長 λ の 10% 以上と厚くされているが、IDT 電極の電極指中心の上方の第 1 の誘電体層の高さと、隣り合う電極指間ギャップの中心の上方の第 1 の誘電体層の高さとの差が λ の 5% 以下とされているため、弾性境界波装置の周波数特性のばらつきを著しく小さくすることができる。よって、中心周波数や共振周波数などの周波数特性のばらつきの小さい弾性境界波共振子や弾性境界波フィルタなどを提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1] 図 1 (a) は本発明の一実施形態の弾性境界波装置の電極構造を示す模式的平面図であり、(b) は該弾性境界波装置の正面断面図であり、(c) は該弾性境界波装置の要部を拡大して示す部分切欠正面断面図である。

[図2] 図 2 は、RF マグネトロンスパッタにより SiO_2 膜を成膜した場合に生じる空隙を説明するための電子顕微鏡写真である。

[図3] 図 3 は、 SiO_2 膜をバイアスパッタ法及び通常の RF マグネトロンスパッタ法により形成した場合の IDT 電極の膜厚と共振子のインピーダンス比との関係を示す図である。

[図4] 図 4 (a) ~ (c) はバイアス電圧が V_1 、 V_2 及び V_3 の場合のバイアスパッタ法により成膜された SiO_2 膜と SiN 膜との界面の状態を示す

模式的断面図である。

[図5] 図5は、IDT電極上に形成される SiO_2 膜の上面の凹凸の大きさを説明するための模式的正面断面図である。

[図6] 図6は、バイアスパッタ法に際してのバイアス電圧の大きさと、 SiO_2 膜の上面に生じる凹凸の大きさとの関係を示す図である。

[図7] 図7は、 SiO_2 膜の上面の凹凸の大きさと、 SiO_2 膜形成後及び SiN 膜形成後の共振周波数の変化を示す図である。

[図8] 図8は、 SiO_2 膜の上面の凹凸の大きさと最終的に得られた弾性境界波装置の周波数変化量との関係を示す図である。

[図9] 図9は、従来の弾性境界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

[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)は本発明の一実施形態の弾性境界波装置の電極構造を示す模式的平面断面図であり、(b)は該弾性境界波装置の正面断面図であり、(c)は該弾性境界波装置の要部を拡大して示す部分切欠正面断面図である。

[0023] 弾性境界波装置1は、圧電基板2を有する。圧電基板2上に、第1、第2の誘電体層3、4がこの順序で積層されている。従って、弾性境界波装置1は、いわゆる三媒質構造の弾性境界波装置である。

[0024] 本実施形態では、圧電基板2として、 25° Yカット LiNbO_3 単結晶基板が用いられている。また、第1の誘電体層3は SiO_2 からなる。また、第2の誘電体層4は SiN からなる。

[0025] 後述するように、第1の誘電体層3はバイアスパッタ法により形成されている。また、 SiN からなる第2の誘電体層4はRFマグネトロンスパッタ法により形成されている。すなわち、堆積法により第1、第2の誘電体層3、4が形成されている。

[0026] 圧電基板2の上面には、IDT電極5と、IDT電極5の両側に設けられた反射器6、7とを有する電極構造が形成されている。IDT電極5は複数

本の電極指5aを有する。IDT電極5及び反射器6, 7は、複数の金属膜を積層することにより形成されている。本実施形態では、上から順にTi膜/Pt膜/Ti膜/AlCu膜/Ti膜/Pt膜/Ti膜がこの順序で積層されている。

[0027] なお、AlCu膜とPt膜間のTi膜は、両側の金属膜間の金属原子の相互拡散を防止するためのバリア層として、また両側の金属膜に対する密着性を高める密着層として設けられている。第1の誘電体層および圧電基板とPt膜間のTi膜は、密着層として設けられている。

[0028] 従って、上記密着層やバリア層として機能するTi膜の膜厚は、Pt膜及びAlCu膜に比べて薄くされている。IDT電極5は、従って、Pt膜及びAlCu膜を主たる電極層として含む。

[0029] 図1(b)では、第1の誘電体層3の上面は平坦であるかのように模式的に図示されている。しかしながら、バイアスパッタ法などの堆積法により第1の誘電体層3を形成した場合、第1の誘電体層3の上面には、凹凸が生じるのが普通である。

[0030] 本実施形態の弾性境界波装置1は、上記IDT電極5及び反射器6, 7を有する1ポート型の弾性境界波共振子である。

[0031] 弾性境界波装置1では、第1の誘電体層3に比べて第2の誘電体層4の音速が速いため、導波路効果により、弾性境界波が第2の誘電体層4よりも内側に閉じ込められる。そのため、損失を低減することができる。

[0032] スパッタ法を含む堆積法で第1の誘電体層3を形成した場合、第1の誘電体層3を形成する材料が圧電基板2上において均一に堆積される。そのため、第1の誘電体層3の膜厚は全領域においてほぼ均一となる。従って、IDT電極5や反射器6, 7が存在する部分において、第1の誘電体層3の上面の高さが高くなり、第1の誘電体層3の上面に凹凸が生じる。

[0033] しかしながら、図1(c)に示すように、本実施形態では、IDT電極5の電極指の中心の上方における第1の誘電体層3の高さH1と、電極指間のギャップの中心の上方の第1の誘電体層3の高さH2との差がλの5%以下

とされている。すなわち、IDT電極5の厚みが λ の10%以上と厚くされた場合であっても、第1の誘電体層3の上面の凹凸が小さくされている。ここで、高さH1及び高さH2は、それぞれ、圧電基板2の上面2aからの高さ方向寸法をいうものとする。なお、 λ は弾性境界波の波長である。

[0034] 弾性境界波装置1では、高さH1と高さH2との差が λ の5%以下とされているため、弾性境界波装置1では、周波数特性のばらつき、すなわち周波数公差を小さくすることができる。これを、以下においてより詳細に説明する。

[0035] 従来、弾性境界波装置においては、損失を低減するために、IDT電極の導体抵抗を低めることが試みられている。そのため、IDT電極の膜厚を大きくしたり、Pt膜に導体抵抗が低いAl膜を積層した電極が用いられたりしている。しかしながら、このような積層金属膜を用いると、IDT電極の全体の膜厚が大きくなる。その結果、堆積法によりIDT電極を覆うように誘電体層を形成した場合、誘電体層の上面において、下方にIDT電極5が存在する部分と存在しない部分との間で段差が生じがちであった。

[0036] 本願発明者は、三媒質構造の弾性境界波装置における周波数公差が大きくなるという前述した問題が、上記第1の誘電体層3の表面の凹凸の大きさに起因することを初めて見出した。本発明では、上記のように、第1の誘電体層3の上面における凹凸、すなわち、第1の誘電体層の最も高い部分と最も低い部分との間の差が λ の5%以下と小さくされているため、周波数公差を著しく小さくすることが可能とされている。特に、IDT電極5の低抵抗化を図るために、IDT電極5の厚みを厚くしたり、または、積層金属膜を用いてIDT電極5を形成したりすることにより、IDT電極の厚みが波長 λ の10%以上と厚くされた場合であっても、周波数公差を著しく小さくすることができる。

[0037] これを、具体的な実験例に基づき説明する。

[0038] 以下の要領で、上記実施形態の弾性境界波装置1を作製した。25° YカットのLiNbO₃からなる圧電基板2を用意した。圧電基板の上面に、電子

ビーム蒸着法により、IDT電極5及び反射器6, 7を形成した。

- [0039] なお、本実験例では、上記IDT電極5及び反射器6, 7の形成に先立ち、圧電基板の上面に、 Ta_2O_5 膜を下地膜として形成した。この下地膜は必ずしも設けられずともよい。下地膜の形成により、IDT電極5などの圧電基板2への密着性を高めることができる。
- [0040] IDT電極5及び反射器6, 7は、前述した積層金属膜により形成した。各金属膜の厚みは以下の通りとした。
- [0041] IDT電極5における波長 λ は $1.9\mu m$ 、デューティは0.50、電極指の対数は60対、開口長さすなわち対向するバスバー間の間隔は 30λ とした。反射器6, 7における電極指の本数は51本とした。
- [0042] Ti膜： $10nm$ 、波長 λ の0.5%。
- [0043] 各Pt膜の厚み： $31nm$ 、すなわち波長 λ の1.6%。
- [0044] AlCu膜：Cu濃度が1重量%のAlを主体とする合金であり、膜厚は $300nm$ 、波長比で16%とした。
- [0045] 従って、IDT電極5の全厚みは、波長 λ の $0.5\% \times 4 + 1.6\% \times 2 + 16\% = 21.2\%$ である。
- [0046] また、 Ta_2O_5 膜の厚み： $12nm$ 、波長 λ の0.6%。
- [0047] 次に、第1の誘電体層3を、 SiO_2 膜をバイアスパッタにより成膜した。 SiO_2 膜の厚みは $712nm$ 、 λ の38%とした。
- [0048] 次に、RFマグネトロンスパッタにより、第2の誘電体層4として、 $2000nm$ の厚み、波長比で105%の厚みのSiN膜を成膜した。
- [0049] また、従来の製造方法に従って、三媒質構造の弾性境界波装置を上記と同様にして作製した場合の問題点を説明する。
- [0050] 前述したように、導体抵抗を低めるためにIDT電極の厚みを増加させた場合、第1の誘電体層としての SiO_2 などをRFマグネトロンスパッタなどの堆積法により成膜すると、 SiO_2 膜の表面の凹凸が増大する。加えて、図2に電子顕微鏡写真で示すように、IDT電極の電極指間ギャップの中央の上方において、 SiO_2 中に空隙が生じることがあった。これは、隣り合う電

極指を覆うように堆積していった SiO_2 同士が、ギャップ中心の上方において空隙を形成しつつ接触し、一体化することによると考えられる。その結果、弾性境界波共振子におけるインピーダンス比、すなわち反共振周波数におけるインピーダンスの共振周波数におけるインピーダンスに対する比が小さくなり、劣化することがわかった。これを、図3に示す。

[0051] 図3の◇印は、RFマグネトロンスパッタ法により第1の誘電体層3として SiO_2 を形成し、その膜厚を増大させていった場合のインピーダンス比の変化を示す。図3から明らかなように、IDT電極の膜厚が波長比で10%を超えると、インピーダンス比が60dB付近から50dB付近に急激に低下していることがわかる。

[0052] 他方、図3の○印は、バイアスパッタ法により第1の誘電体層3が成膜されている本実施形態においてIDT電極の膜厚を変化させた場合の結果を示す。IDT電極の膜厚が10%を超え、25%付近まで厚くされたとしても、インピーダンス比が低下していないことがわかる。従って、IDT電極において、Al膜などの導体抵抗の低い金属膜を積層し、全体の膜厚が大きくなった場合であっても、インピーダンス比の劣化が生じ難いことがわかる。

[0053] ところで、三媒質構造の弾性境界波装置では、第1の誘電体層3の膜厚により、周波数が変化する。そのため、第1の誘電体層3の膜厚を調整することにより、周波数調整を行なうことができる。このような周波数調整に際しては、ミリング等による膜厚調整方法が挙げられる。本実施形態では、ミリング等による膜厚調整に先立ち、第1の誘電体層3をバイアスパッタ法により形成するため、第1の誘電体層3の上面の凹凸が小さくされる。

[0054] バイアスパッタ法とは、スパッタリングに際し、基板にバイアス電圧を印加し、バイアス電圧が印加された状態で基板上にスパッタリングにより成膜を行なう方法である。そして、本願発明者は、上記バイアス電圧を変化させることにより、第1の誘電体層3の表面の凹凸を小さくし得ることを見出した。図4(a)～(c)は、第1、第2の誘電体層3、4の界面の状態を

模式的に示す各断面図である。図4(a)、(b)及び(c)は、バイアス電圧が V_1 、 V_2 及び V_3 の場合の結果をそれぞれ示す。ここで、バイアス電圧 $V_1 < V_2 < V_3$ である。

- [0055] 図4(a)～(c)から明らかなように、バイアス電圧が高くなるほど第1の誘電体層3の上面の凹凸が小さくなっていることがわかる。
- [0056] なお、図4(a)～(c)における上記凹凸は、図5に模式的に示したように、下方にIDT電極5の電極指5aが存在する部分と、電極指5a、5a間のギャップが存在する部分とにおいて、 SiO_2 からなる第1の誘電体層3の高さが異なることによるものである。
- [0057] そこで、上記第1の誘電体層3の形成に際し、バイアス電圧を変化させ、得られる SiO_2 膜の上面の凹凸の変化を観察した。結果を図6に示す。なお、図6の縦軸は、凹凸の大きさを示す。凹凸の大きさとは、図5に示すように、電極指5aの中心の上方の第1の誘電体層の高さと、電極指間ギャップの中心の上方の第1の誘電体層の高さとの差 H_0 、すなわち凹部と凸部の高さの差の λ に対する割合を示す。
- [0058] 図6から明らかなように、バイアス電圧が大きいほど、図4(a)～(c)に示した通り、凹凸の大きさが小さくなっていることがわかる。また、図6の結果から、上記凹凸の大きさは、バイアス電圧の変化に対して二次関数的に変化し、バイアス電圧を高くするほど、凹凸の大きさを小さくし得るだけでなく、バイアス電圧の変化による凹凸の変化量が小さくなることもわかる。
- [0059] 従って、単に凹凸の大きさを小さくし得るだけでなく、凹凸の大きさの変化が小さいバイアス電圧範囲を用いることが望ましい。このようなバイアス電圧範囲としては、使用する材料等によっても異なるが、バイアス電圧を印加しない場合の成膜速度に対して、レートが10%以上低下する電圧範囲を用いることが望ましい。
- [0060] なお、バイアス電圧が高すぎると、成膜速度が低くなり、高コストとなる。従って、バイアス電圧を印加しない場合の成膜速度に対して、レートが5

0%以下に低下しない電圧範囲を用いることが望ましい。上記のように、バイアスパッタにより第1の誘電体層3を形成した後に、さらに、本実施形態では、ミリング法により平坦化加工が行われる。なお、平坦化加工は、ミリング法に限らず、ドライエッチング、CMPまたはエッチバック法などの様々な方法により行い得る。本実施形態では、バイアスパッタにより第1の誘電体層3が形成され、上面の凹凸が予め小さくされているので、上記平坦化工程は行なわずともよい。もっとも、平坦化工程を行なうことにより、第1の誘電体層3の上面の凹凸をより小さくすることができ、より平坦化することができる。

- [0061] また、バイアスパッタに代えて、他の堆積法を用いてもよく、その場合には、上記平坦化工程を実施することにより、上記凹凸の大きさを5%以下とすればよい。
- [0062] 平坦化工程においては、第1の誘電体層3を形成した後に、共振周波数及び得られているSiO₂膜の膜厚とを測定し、必要なSiO₂の除去量を求めればよい。
- [0063] 図7は、上記実施形態において、上記第1の誘電体層3上の凹凸の大きさと、第1の誘電体層3を形成した後及び第2の誘電体層4を形成した後の共振周波数との関係を示す図である。図7において◇の記号が第1の誘電体層形成後の共振周波数を示し、□の記号は第2の誘電体層4を形成した後の共振周波数を示す。
- [0064] 図7から明らかなように、上記第1の誘電体層3の上面の凹凸の大きさが大きくなるに従って、第1の誘電体層3形成後の共振周波数が低くなっていくことがわかる。具体的には、凹凸の大きさが0%、すなわち平坦な場合に比べ、凹凸の大きさが5.0%を超えると、共振周波数が約10MHz以上下がることがわかる。また、5.0%を越えて、凹凸の大きさが大きくなっていくにつれ、さらに共振周波数が低くなっていくことがわかり、9.8%付近では、40MHzも低下していることがわかる。
- [0065] また、第2の誘電体層4形成後の、第1の誘電体層3の表面の凹凸による

周波数変化が少ないにもかかわらず、第1の誘電体層3の形成後には、上記凹凸の大きさによる影響が大きくなっている。すなわち、第1の誘電体層3の表面の凹凸が第2の誘電体層4の形成前後の周波数変化量に大きな影響を与えていることがわかる。

[0066] 他方、図8は、上記凹凸の大きさと、第2の誘電体層を形成した後の周波数公差の関係を示す図である。ここで周波数公差とは、弾性境界波装置1の周波数ばらつきの大きさをいう。図8は、凹凸の大きさが各値にある多数の弾性境界波装置を作製し、設計周波数に対する周波数ばらつき、すなわち周波数公差を求め、その結果をプロットしたものである。図8から明らかなように、凹凸の大きさが大きくなるにつれて、最終的に第2の誘電体層を形成した後の周波数公差量が大きくなっていくことがわかる。

[0067] 現在、高周波域において主として用いられている0.5GHz~3GHz帯の帯域フィルタやアンテナ共用器では、周波数公差として0.5MHz~数MHzの精度が求められている。

[0068] 上記実施形態では、波長 $1.9\mu\text{m}$ 、すなわち周波数が2GHz帯の弾性境界波共振子が構成されているが、この場合、周波数公差を $\pm 1\text{MHz}$ とするには、図8から明らかなように、凹凸の大きさを波長比で5.0%以下とすることが必要である。

[0069] 従って、本発明では、IDT電極の厚みが λ の10%以上と厚い場合であっても、上記凹凸の大きさに相当する $H_0 = H_1 - H_2$ を λ の5.0%以下とすれば、周波数公差を著しく小さくすることができる。IDT電極の膜厚が λ の10%未満の場合には、IDT電極の形成による第1の誘電体層表面の凹凸はさほど大きくなりえないのに対し、10%以上の場合には、前述したように、第1の誘電体層表面の凹凸が大きくなりがちである。本発明は、低抵抗化を図るためにIDT電極の膜厚が λ の10%以上とされている三媒質構造の弾性境界波装置において、特に効果的であり、従って、上記IDT電極の膜厚が10%以上である条件は本発明の効果が得られる範囲と得られない範囲とを区別する境界としての数値限定ではないことを指摘しておく。

- [0070] 本発明では、IDT電極の膜厚を λ の10%以上とした場合であっても、上記のように、三媒質構造において周波数公差を著しく低減したことに特徴を有し、ここで、IDT電極の膜厚が λ の10%以上である内容は、本発明が適用される弾性境界波装置の前提条件を示しているにすぎない。
- [0071] 上記バイアス電圧が増加すると、前述した通り、成膜速度が遅くなる。そのため、第1の誘電体層3を形成するに際しては、第1の誘電体層3の形成後に上面の凹凸の大きさを5%以上となるように、かつ上記空隙がSiO₂内に形成しないように、バイアス電圧を調整し、第1の誘電体層3を形成した後に、上記平坦化工法により、凹凸の高さを5%以下としてもよい。その場合には、成膜速度をさほど低めることなく、本発明に従って、周波数公差の十分に小さい弾性境界波装置を提供することができる。
- [0072] 上記実施形態で、第1の誘電体層3は、バイアススパッタ法により形成されたが、本発明の弾性境界波装置においては、第1の誘電体層はバイアススパッタ法以外の堆積法により形成された堆積膜であってもよい。
- [0073] 上記実施形態では、IDT電極5や反射器6、7は、電子ビーム蒸着により形成したが、スパッタリングなどの他の薄膜形成法により形成してもよい。
- [0074] 上記実施形態では、Pt及びAlCuを主体とする積層金属膜によりIDT電極5が形成されていた。もっとも、本発明においては、IDT電極は適宜の金属により形成することができ、単一の金属膜により形成してもよい。
- [0075] また、積層金属膜により形成する場合、Pt、Au、Cu、Ag、AlもしくはWまたはこれらを主体とする合金からなる金属膜を主体とすることが望ましい。それによって、導波路効果の向上や抵抗の低減が可能となり、より損失を低減することができる。
- [0076] また、上記密着層やバリア層として、Ti膜の他、NiCr膜などを用いてもよい。
- [0077] さらに、第1の誘電体層3はSiO₂により形成されていたが、これに限定されるものではない。すなわち、第1の誘電体層3は、酸化珪素、酸窒化珪

素、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボンなどの様々な誘電体材料により形成することができる。

[0078] また、第2の誘電体層4についても、第1の誘電体層3よりも音速が速い適宜の誘電体により形成することができる。このような誘電体としても、窒化珪素、酸窒化珪素、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボンなどを例示することができる。

[0079] また、上記実施形態では、IDT電極5の下地に Ta_2O_5 膜を形成したが、この下地膜は形成されずともよい。また、 Ta_2O_5 に代えて、 TiO_2 、 Nb_2O_5 、 ZrO_2 または HfO_2 などの誘電率が10以上の材料により下地膜を形成してもよい。

符号の説明

- [0080]
- 1…弾性境界波装置
 - 2…圧電基板
 - 2a…上面
 - 3…第1の誘電体層
 - 4…第2の誘電体層
 - 5…IDT電極
 - 5a…電極指
 - 6, 7…反射器

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 I D T 電極を覆うように設けられており、かつ堆積膜からなる第 1 の誘電体層と、
前記第 1 の誘電体層上に設けられた第 2 の誘電体層とを備え、
弾性境界波の波長を λ としたときに、前記 I D T 電極の規格化膜厚が λ の 10% 以上であり、かつ前記 I D T 電極の電極指中心上方の第 1 の誘電体層の前記圧電基板上面からの高さ、隣り合う電極指間のギャップの中心の上方の第 1 の誘電体層の前記圧電基板上面からの高さとの差が波長 λ の 5% 以下である、弾性境界波装置。
- [請求項2] 前記第 1 の誘電体層が、バイアスパッタ法により成膜された堆積膜である、請求項 1 に記載の弾性境界波装置。
- [請求項3] 前記第 1 の誘電体層の上面が平坦化されている、請求項 1 または 2 に記載の弾性境界波装置。
- [請求項4] 前記圧電基板が LiNbO_3 または LiTaO_3 からなり、前記第 1 の誘電体層が酸化珪素からなる、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の弾性境界波装置。
- [請求項5] 前記第 2 の誘電体層が、窒化珪素、酸窒化珪素、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム及び珪素からなる群から選択された少なくとも 1 種の誘電体材料からなる、請求項 4 に記載の弾性境界波装置。
- [請求項6] 前記 I D T 電極が、Au、Ag、Cu、Pt、Ta、W、Ni、Fe、Cr、Mo、Ti 及びこれらの金属の 1 種を主体とする合金からなる群から選択された少なくとも 1 種の金属からなる電極層を主体とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の弾性境界波装置。
- [請求項7] 請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の弾性境界波装置の製造方法であって、
圧電基板上に I D T 電極を形成する工程と、

前記圧電基板上において、前記 I D T 電極を覆うように堆積法により誘電体材料を堆積させて第 1 の誘電体層を形成する工程と、

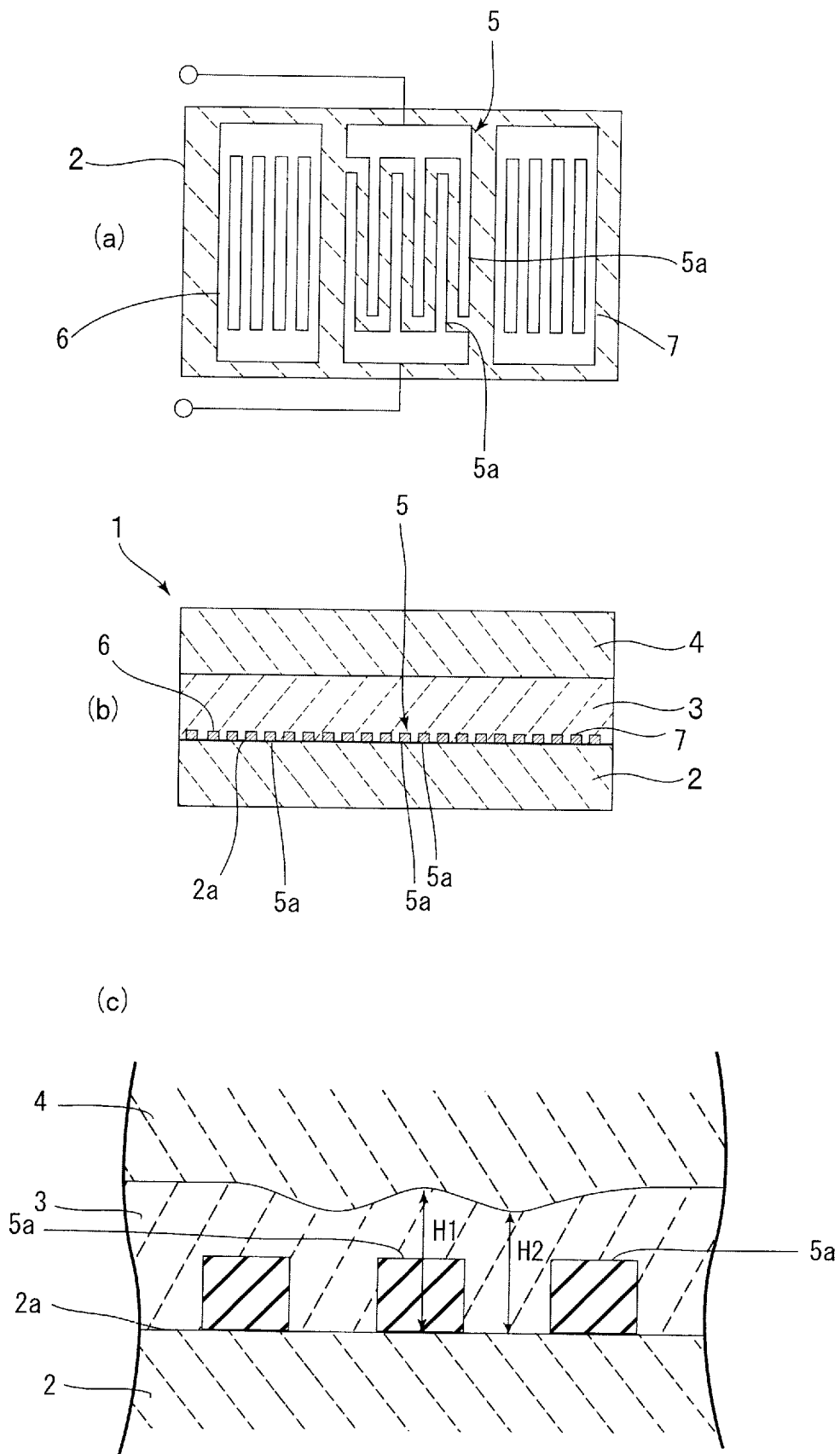
前記第 1 の誘電体層上に第 2 の誘電体層を形成する工程とを備える、弾性境界波装置の製造方法。

[請求項 8] 前記堆積法がバイアスパッタ法である、請求項 7 に記載の弾性境界波装置の製造方法。

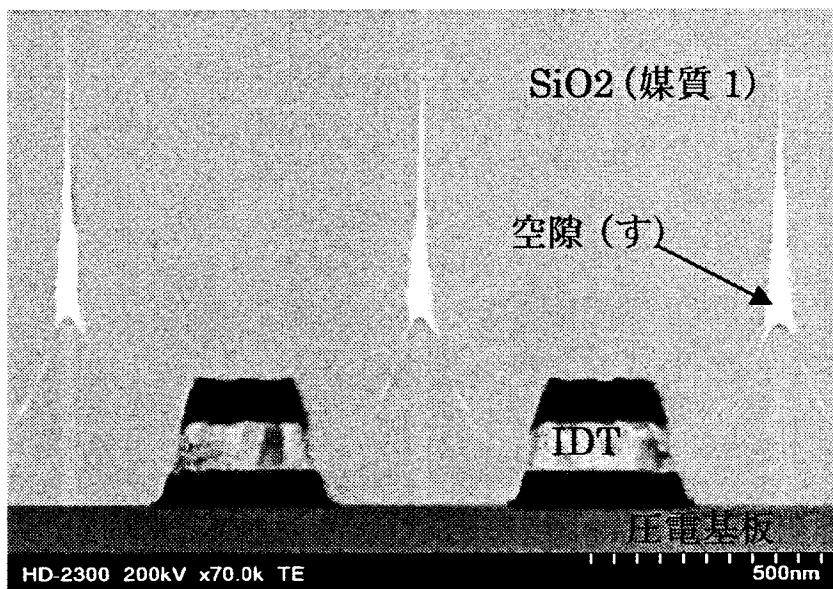
[請求項 9] 前記第 1 の誘電体層を堆積法で形成した後に、第 1 の誘電体層の表面を平坦化する工程をさらに備える、請求項 7 または 8 に記載の弾性境界波装置の製造方法。

[請求項 10] 前記第 1 の誘電体層の上面を平坦化する工程が、第 1 の誘電体層表面をミリング、ドライエッチング、CMP 及びエッチバック法からなる群から選択された少なくとも 1 種の方法により行われる、請求項 7 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の弾性境界波装置の製造方法。

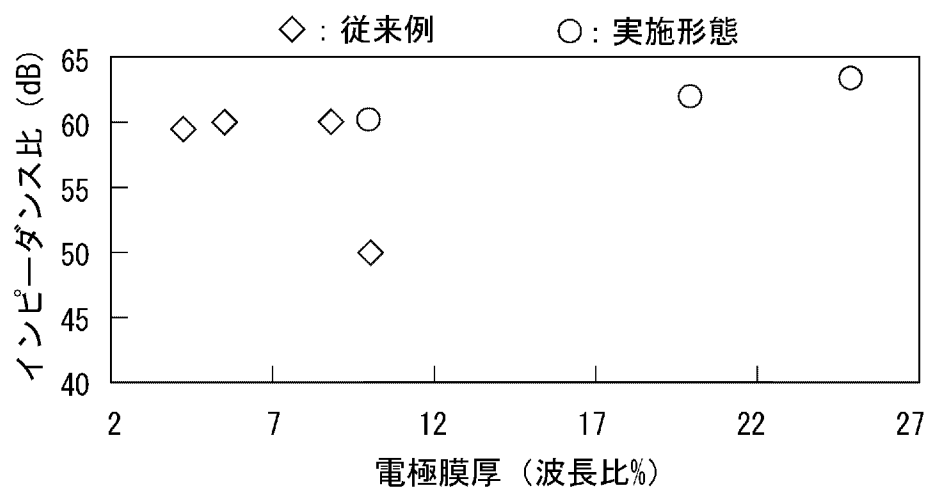
[図1]



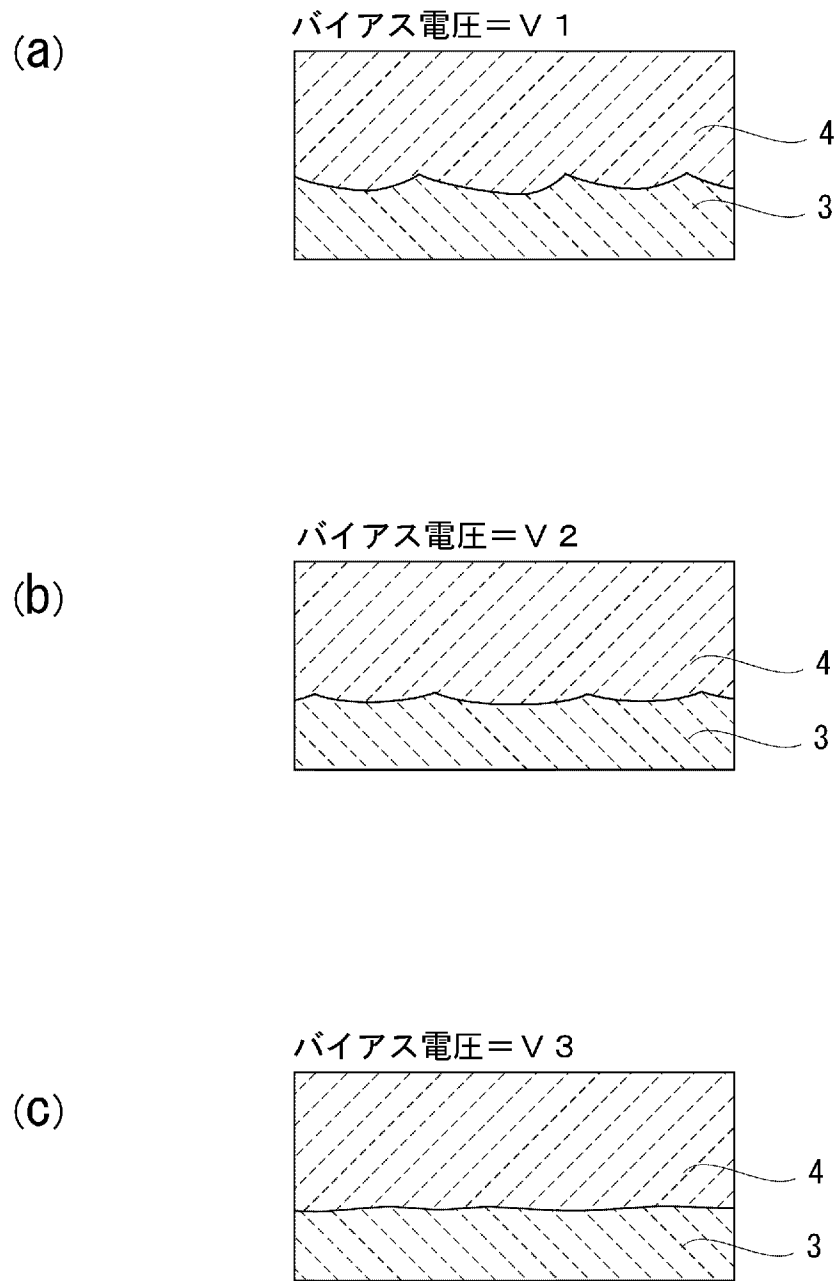
[図2]



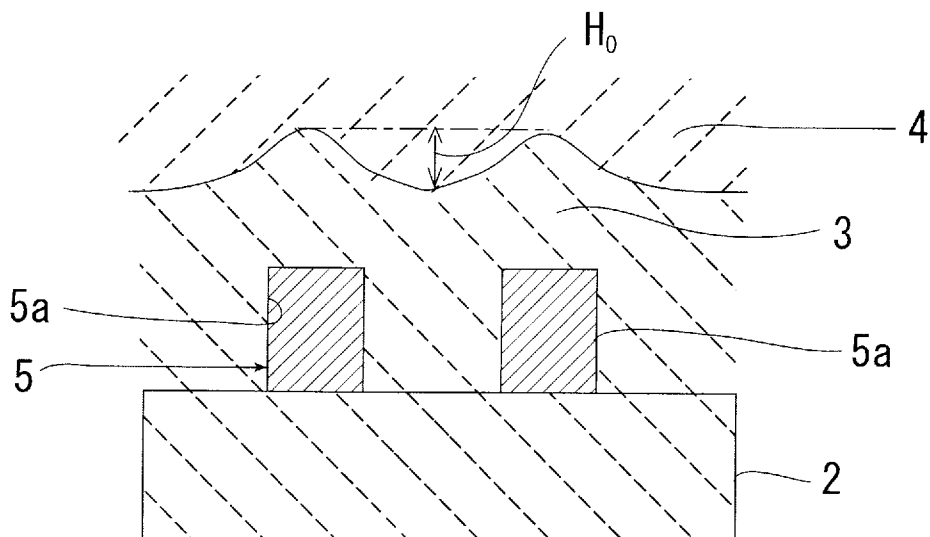
[図3]



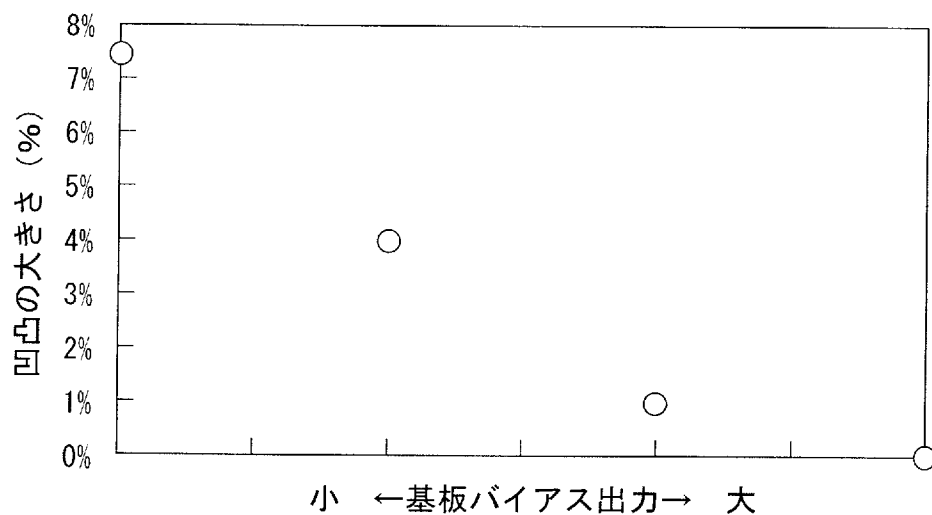
[図4]



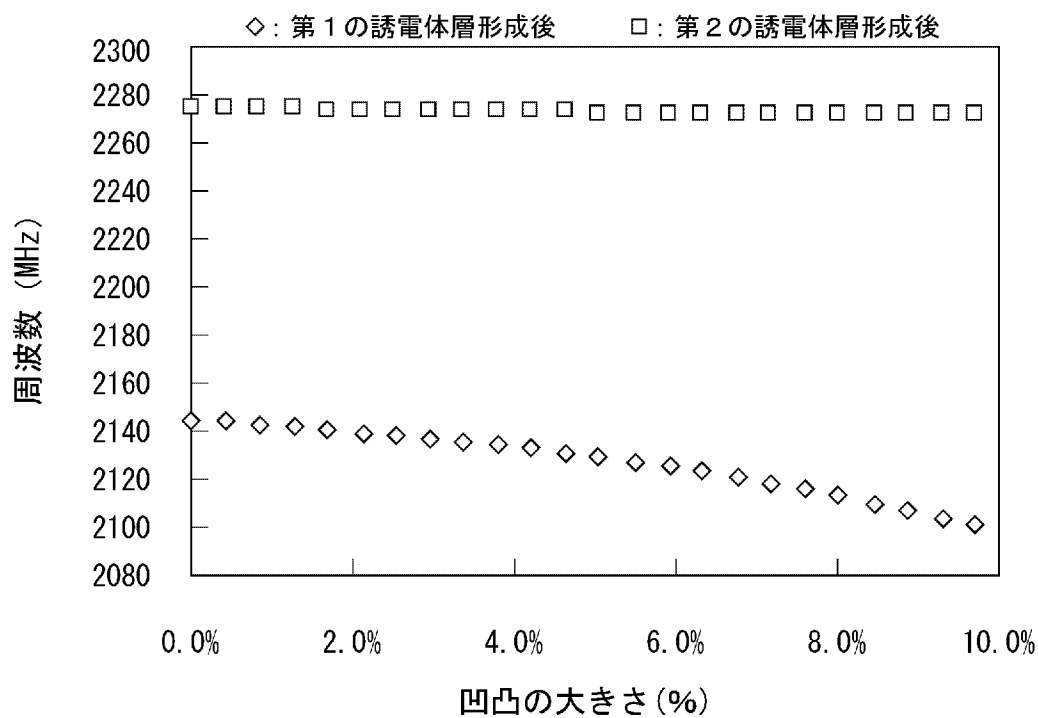
[図5]



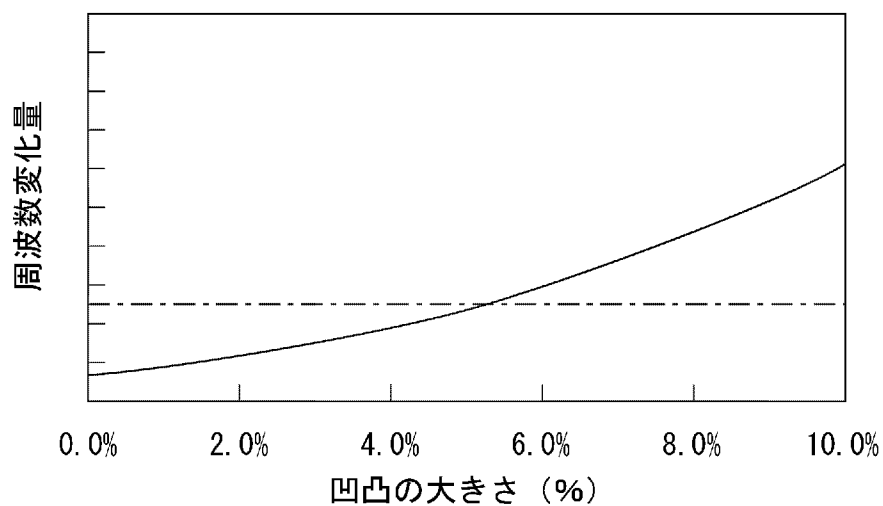
[図6]



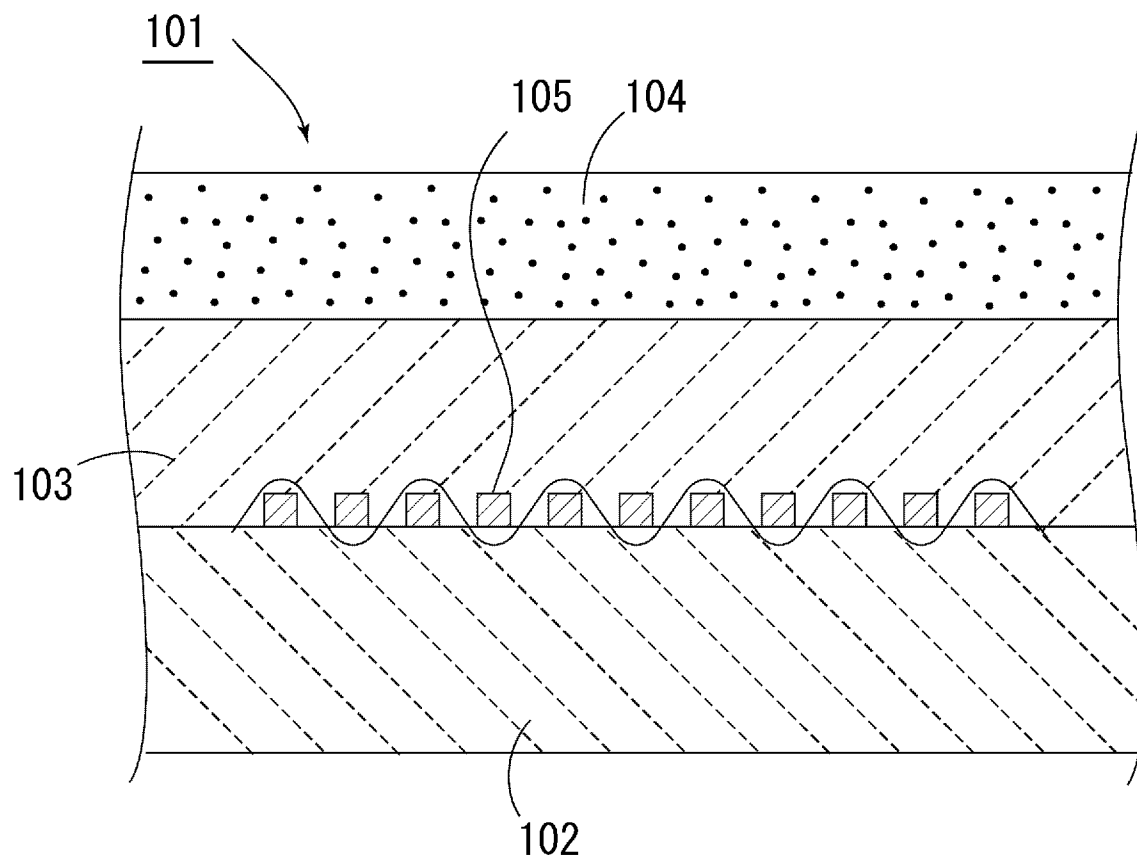
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/056983

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H9/145(2006.01) i, H03H3/08(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)

H03H9/145, H03H3/08

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.
Y	JP 2006-279609 A (Fujitsu Media Devices Ltd.), 12 October 2006 (12.10.2006), entire text; all drawings & US 2006/0220494 A1	1-10
Y	JP 2009-010927 A (Kazuhiko YAMANOUCHI), 15 January 2009 (15.01.2009), entire text; all drawings & WO 2008/146489 A1	1-10
Y	WO 2006/003933 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 12 January 2006 (12.01.2006), entire text; all drawings & JP 2009-201168 A & US 2007/0241840 A1 & EP 1768255 A1 & KR 10-2007-0029832 A & CN 1977451 A	1-10

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
23 July, 2010 (23.07.10)

Date of mailing of the international search report
03 August, 2010 (03.08.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/056983

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-176152 A (Alps Electric Co., Ltd.), 30 June 2005 (30.06.2005), paragraphs [0080] to [0084] & US 2005/0127794 A1 & EP 1544998 A2	3-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H03H9/145(2006.01)i, H03H3/08(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. H03H9/145, H03H3/08

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
Y	JP 2006-279609 A (富士通メディアデバイス株式会社) 2006.10.12, 全文、全図 & US 2006/0220494 A1	1-10
Y	JP 2009-010927 A (山之内和彦) 2009.01.15, 全文、全図 & WO 2008/146489 A1	1-10
Y	WO 2006/003933 A1 (松下電器産業株式会社) 2006.01.12, 全文、全図 & JP 2009-201168 A & US 2007/0241840 A1 & EP 1768255 A1 & KR 10-2007-0029832 A & CN 1977451 A	1-10

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、一般的な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
23.07.2010

国際調査報告の発送日
03.08.2010

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)
 畑中 博幸
 5W 9180
 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
Y	JP 2005-176152 A (アルプス電気株式会社) 2005.06.30, 段落【0080】 - 【0084】 & US 2005/0127794 A1 & EP 1544998 A2	3-10