

(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



(10) 国際公開番号

WO 2010/150587 A1

PCT

(43) 国際公開日

2010 年 12 月 29 日(29.12.2010)

- (51) 国際特許分類:
G01N 29/02 (2006.01) G01N 29/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/056370
- (22) 国際出願日: 2010 年 4 月 8 日(08.04.2010)
- (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 2009-150419 2009 年 6 月 25 日(25.06.2009) 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). 鈴木 雄介 (SUZUKI Yusuke) [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). 伊藤 重夫 (ITO Shigeo) [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).

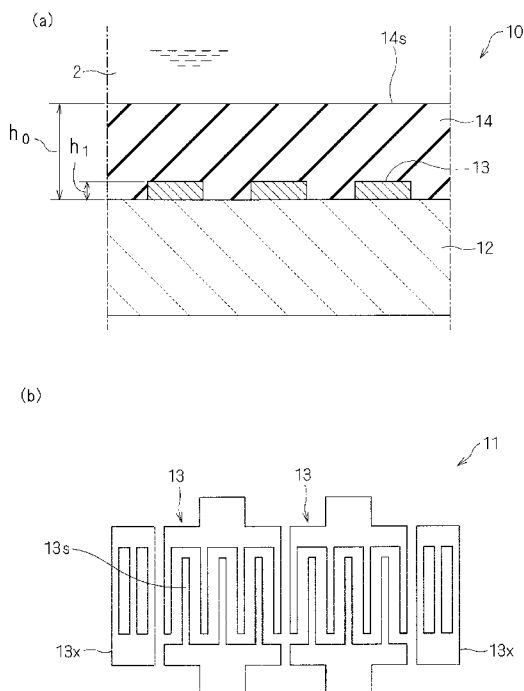
- (74) 代理人: 山本 俊則 (YAMAMOTO Toshinori); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満 4 丁目 4 番 1 2 号 近藤ビル 8 1 〇 新技術特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, 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,

[続葉有]

(54) Title: ELASTIC SURFACE WAVE SENSOR

(54) 発明の名称: 弾性表面波センサー

[図1]



(57) Abstract: Provided is an elastic surface wave sensor capable of improving the detection sensitivity. An elastic surface wave sensor (10) is equipped with (a) a piezoelectric substrate (12), (b) IDT electrodes (13) formed on the piezoelectric substrate (12), and (c) a protective film (14) formed on the piezoelectric substrate (12) in such a way as to cover the IDT electrodes (13). The elastic surface wave sensor (10) is configured such that due to the IDT electrodes (13), the plane-wise displacement of a surface (14s) of the protective film (14) is opposite to the plane-wise displacement of the vicinity of the boundary between the piezoelectric substrate (12) and the protective film (14), and that excitation is caused in a higher SH wave mode where the plane-wise displacement amount becomes the largest on the surface (14s) of the protective film (14).

(57) 要約: 検出感度を向上させることができる弾性表面波センサーを提供する。弾性表面波センサー 10 は、(a) 圧電基板 12 と、(b) 圧電基板 12 上に形成された IDT 電極 13 と、(c) 圧電基板 12 上に、IDT 電極 13 を覆うように形成された保護膜 14 とを備える。弾性表面波センサー 10 は、IDT 電極 13 により、保護膜 14 の表面 14s の面方向の変位が圧電基板 12 と保護膜 14 との境界付近の面方向の変位とは逆向きになり、かつ保護膜 14 の表面 14s において面方向の変位量が最大となる SH 波の高次モードで励振されるように構成されている。



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： 弾性表面波センサー

技術分野

[0001] 本発明は弾性表面波センサーに関し、詳しくは、弾性表面波素子の周波数特性が変化することを利用した弾性表面波センサーに関する。

背景技術

[0002] 従来、弾性表面波素子の励振部表面の質量負荷の変化に伴い、弾性表面波素子の周波数特性が変化することを利用した弾性表面波センサーが種々提案されている。

[0003] 例えば、特許文献１には、図１０に示す弾性表面波センサー１０１が開示されている。この弾性表面波センサー１０１は、図１０（ａ）及び（ｃ）の断面図に示すように、圧電基板１０２上に、弾性表面波素子を形成するためのすだれ状電極であるＩＤＴ（inter-digital transducer）電極１０３と反応膜１０４とが形成され、ＩＤＴ電極１０３は反応膜１０４で覆われている。

[0004] 図１０（ａ）に示すように反応膜１０４上に液体１０５が接すると、ＩＤＴ電極１０３を含む弾性表面波素子により検出される周波数特性が変化する。例えば、図１０（ｂ）の波形図において符号Ａで示す周波数特性から符号Ｂで示す周波数特性に変化する。

[0005] 一方、図１０（ｃ）に示すように反応膜１０４上に接する液体１０５中に、反応膜１０４と結合する物質１０６が存在すると、反応膜１０４に物質１０６が結合することによりＩＤＴ電極１０３への質量負荷が、液体１０５中に物質１０６が無い場合よりも、増加する。そのため、ＩＤＴ電極１０３を含む弾性表面波素子により検出される周波数特性は、図１０（ｄ）の波形図において符号Ａで示す周波数特性から符号Ｃで示す周波数特性に変化する。

[0006] このように反応膜１０４と結合する物質１０６の有無によって周波数特性Ｂ、Ｃが異なることに基づいて、物質１０６を検出することができる。

[0007] また、特許文献2には、図11に示す弾性表面波センサーが開示されている。図11(a)は模式平面図である。図11(b)は、図11(a)のA-A線に沿って切断された模式断面図である。図11(b)に示すように、基板210上に、回路層211、絶縁層212、圧電薄膜213が順に形成され、圧電基板210の裏面には薄肉部214、215が形成されている。図11(a)に示すように、基板210の薄肉部214、215に対応する圧電薄膜213の上には、それぞれ、第1の弾性表面波素子220のIDT電極222、223と、第2の弾性表面波素子221のIDT電極224、225とが形成されている。

[0008] この弾性表面波センサーは、圧力や温度の変化による基板210の薄肉部214、215に歪が生じると、発振周波数が変化することを利用して、圧力や温度の変化を検出するものである。弾性表面波素子220、221を別々の回路を用いて異なる周波数で励振することで、周囲の温度変化の影響を受けないようにすることができ、精度の良い圧力、温度センサーを実現することができる。弾性表面波素子220、221の励振モードとしては、レイリー波、セザワ波、セザワ波2ndを選択して組み合わせことや、高次の励振モードを選択して組み合わせ実施することも可能であるとされている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：国際公開第2005/003752号

特許文献2：特開2007-577287号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 特許文献1の弾性表面波センサーはSH波を用いているが、微量検出対象物に対して十分な感度が得られないことがあり、検出感度の向上が望まれている。

[0011] 特許文献2では、センサーとしての感度については言及がない。また、液

体の濃度センサーやバイオセンサーに特許文献2の構成を適用する場合、面垂直方向に変位するSV成分を持つレイリー波やセザワ波で励振すると、励振部に液体や粘性の高い物質が負荷された際に振動エネルギーが試料側に伝搬して大きな特性劣化を起こしてしまい、センサーとして機能しなくなる。

[0012] 本発明は、かかる実情に鑑み、検出感度を向上させることができる弾性表面波センサーを提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明は、上記課題を解決するために、以下のように構成した弾性表面波センサーを提供する。

[0014] 弾性表面波センサーは、(a) 圧電基板と、(b) 前記圧電基板上に形成されたIDT電極と、(c) 前記圧電基板上に、前記IDT電極を覆うように形成された保護膜とを備える。弾性表面波センサーは、前記IDT電極により、前記保護膜の表面の面方向の変位が前記圧電基板と前記保護膜との境界付近の面方向の変位とは逆向きになり、かつ前記保護膜の前記表面において面方向の変位量が最大となるSH波の高次モードで励振されるように構成されている。

[0015] 上記構成のように、センサーとして使用される弾性表面波のモードがSH波の高次モードであると、一般的に用いられる基本モードに比べ、センシング部である保護膜表面の変位量を大きくすることができる。そのため、保護膜表面への質量負荷に対する検出感度は、基本モードを用いた場合よりも大きくすることができる。

[0016] 上記構成のようにSH波の高次モードを使用すると、液体センサーやバイオセンサーのように励振部であるIDT電極の上の保護膜表面に液体や粘性の大きい検出対象物質が付加されても、面方向の振動が伝搬されるのは保護膜表面の近傍領域に限られ、特性劣化が小さいため、センサーとして十分に機能させることが可能となる。これに対し、面に垂直方向に変位するSV波を使用する場合には、振動エネルギーが試料全体に伝搬して特性劣化が大きい場合、液体センサーやバイオセンサーにはSV波を使用することができな

い。

[0017] 具体的には、以下のように種々の態様で構成することができる。

[0018] 好ましい一態様において、前記圧電基板は、 LiNbO_3 基板である。前記SH波の前記高次モードの波の音速は、前記 LiNbO_3 基板上に前記IDT電極のみを備えた弾性表面波素子によってSH波の基本モードで励振される弾性表面波の音速に対して1.1～1.5倍である。

[0019] 好ましい他の態様において、前記保護膜は、 SiO_2 膜である。前記 SiO_2 膜の膜厚が、前記圧電基板上に前記IDT電極のみを備えた弾性表面波素子によってSH波の基本モードで励振される弾性表面波の波長に対して28%以上である。

[0020] この場合、SH波の高次モードが励振されたときに、電気機械結合係数 K^2 が5%以上になるようにすることが、容易である。

[0021] 好ましいさらに別の態様において、前記圧電基板が LiNbO_3 基板である。前記 LiNbO_3 基板の基板方位が、オイラー角で($0 \pm 5^\circ$, $60 \sim 170^\circ$, $0 \pm 5^\circ$)である。

[0022] この場合、SH波の高次モードが励振されたときに、電気機械結合係数 K^2 が5%以上になるようにすることが、容易である。

[0023] 好ましいさらに別の態様において、前記IDT電極はAuである。前記IDT電極の膜厚が、前記圧電基板上に前記IDT電極のみを備えた弾性表面波素子によってSH波の基本モードで励振される弾性表面波の波長に対して2%以上である。

[0024] この場合、基本モードを用いる場合よりも高感度化することができる。

発明の効果

[0025] 本発明の弾性表面波センサーは、高次のSH波を用いることにより、検出感度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1] (a) 弾性表面波センサーの構成を模式的に示す要部断面図、(b) 弾性表面波素子の構成を模式的に示す平面図である。(実施例1)

[図2]周波数特性を示すグラフである。（実施例 1）

[図3]インピーダンス特性を示すグラフである。（実施例 1）

[図4]深さ方向の変位分布を示すグラフである。（実施例 1）

[図5]周波数の変化を示すグラフである。（実施例 1）

[図6]電気機械結合係数と、（a）保護膜の膜厚、（b）基板方位との関係を示すグラフである。（実施例 1）

[図7]保護膜の膜厚と共振点の音速との関係を示すグラフである。（実施例 1）

[図8]高次モードを用いた時の感度の解析結果を示すグラフである。（実施例 2）

[図9]変位量と感度の関係を示すグラフである。（実施例 3）

[図10]弾性表面波センサーの説明図である。（従来例 1）

[図11]弾性表面波センサーの（a）模式平面図、（b）模式断面図である。（従来例 2）

発明を実施するための形態

[0027] 以下、本発明の実施の形態について、図 1～図 9 を参照しながら説明する。

[0028] <実施例 1> 実施例 1 の弾性表面波センサー 10 の構成について、図 1～図 7 を参照しながら説明する。

[0029] 図 1（a）は、弾性表面波センサー 10 の構成を模式的に示す要部断面図である。図 1（b）は、弾性表面波素子 11 の構成を模式的に示す平面図である。

[0030] 図 1（a）に示すように、弾性表面波センサー 10 は、圧電基板 12 上に IDT 電極 13 を含む弾性表面波素子 11（図 1（b）参照）が形成され、IDT 電極 13 を覆うように保護膜 14 が形成されている。最上層の保護膜 14 の表面 14s は露出しており、試料 2 が供給されると試料 2 に接する。試料 2 中に DNA、タンパク質等の質量負荷物質があると、最上層の保護膜 14 の表面 14s に質量負荷物質が堆積する。

- [0031] 図 1 (b) に模式的に示すように、弾性表面波素子 11 は、弾性表面波の振動伝搬方向（図において左右方向）に配置された 2 つの I D T 電極 13 と、その振動伝搬方向両側に配置された反射器 13x とを有する。I D T 電極 13 は、それぞれ互いに間挿し合う複数本の電極指 13s を有する一対の櫛形電極により構成されている。一方の I D T 電極 13 の一対の櫛型電極の間に電圧を印加して弾性表面波を励振し、他方の I D T 電極 13 の一対の櫛型電極間の電圧変化によって弾性表面波を検出する。弾性表面波は、反射器 13x の間に閉じ込められる。保護膜 14（図 1 (a) 参照）は、I D T 電極 13 及び反射器 13x を覆うように形成されている。
- [0032] 弾性表面波センサー 10 は、試料 2 に含まれている質量負荷物質が最上層の保護膜 14 の表面 14s に堆積して質量負荷が変化すると、弾性表面波素子 11 の周波数特性（例えば共振周波数）が変化することによって、質量負荷物質を検出することができる。
- [0033] 以下において、 LiNbO_3 の圧電基板 12 上に、Au 膜により I D T 電極 13 が形成され、その上に、絶縁膜 14 として SiO_2 膜が形成される場合について説明する。
- [0034] この場合、詳しくは後述するが、絶縁膜 14 の SiO_2 膜の膜厚 h_0 を波長 λ で規格化した膜厚 h_0/λ が 0.2 以上、好ましくは 0.28 以上となるように形成する。また、I D T 電極 13 の膜厚 h_1 を波長 λ で規格化した膜厚 h_1/λ が 0.02 以上になるように形成することが好ましい。ここで、規格化に用いた波長 λ は、圧電基板 12 上に I D T 電極 13 のみを備え、保護膜 14 を備えていない場合において、I D T 電極 13 の電極指のピッチに応じて S H 波の基本モードで励振される弾性表面波の波長である。
- [0035] このように構成することで、図 2 及び図 3 に示すように、基本モードの周波数の 1.1 ~ 1.5 倍の周波数の高次モードと呼ばれるモードが生じるようにすることができる。
- [0036] すなわち、図 2 は周波数特性を示すグラフである。横軸は周波数、縦軸は挿入損失及び位相である。図 3 は、インピーダンス特性を示すグラフである。

。横軸は周波数、縦軸はインピーダンス及び位相である。横軸の周波数は、基本モードの周波数で規格化されている。符号 8 2 は基本モードの波形部分を示し、符号 8 4 は高次モードの波形部分を示す。

[0037] 基本モードと高次モードとにおいて、いずれも S H 波の面方向の変位が生じるが、図 4 に示すように、深さ方向の変位分布は異なる。

[0038] すなわち、図 4 は、基本モードと高次モードにおける深さ方向の変位分布を解析した結果を示す。横軸は面方向の変位の大きさ、縦軸は膜厚方向の深さを示す。破線は、I D T 電極 1 3 の膜厚 h_1 が波長 λ の 2 %、すなわち $h_1/\lambda = 0.02$ の場合を示す。鎖線は、I D T 電極 1 3 の膜厚 h_1 が波長 λ の 3 %、すなわち $h_1/\lambda = 0.03$ の場合を示す。実線は、I D T 電極 1 3 の膜厚 h_1 が波長 λ の 4 %、すなわち $h_1/\lambda = 0.04$ の場合を示す。

[0039] 図 4 の左側に示すように、基本モードでは、I D T 電極 1 3 の膜厚 h_1 が波長 λ の 3 % 以上のとき、圧電基板 1 2 と I D T 電極 1 3 との境界付近において変位が最大となる。

[0040] 一方、図 4 の右側に示すように、高次モードでは、圧電基板 1 2 と I D T 電極 1 3 との境界に一節入り、保護膜 1 4 の表面 1 4 s の変位は圧電基板 1 2 と I D T 電極 1 3 との境界付近の変位とは逆方向になる。そして、保護膜 1 4 の表面 1 4 s において変位が最大となる。

[0041] そのため、図 5 に示すように、高次モードを用いると、同じ質量負荷に対して基本モードを用いる場合より大きな感度（周波数変化）を得ることができる。

[0042] すなわち、図 5 は、基本モードを用いる場合と、高次モードを用いる場合とについて、弾性表面波センサーに同じ試料を供給したときの共振周波数の変化を示すグラフである。横軸は経過時間である。試料は 10 分経過後に供給した。縦軸は共振周波数 f の変化率であり、初期共振周波数 f_0 に対する共振周波数の偏差 $(f - f_0)$ の割合、すなわち $(f - f_0)/f_0$ を ppm（百万分の 1）単位で表している。基本モードと高次モードのそれぞれについて、複数のサンプルのデータを示している。

[0043] 次に、高次モードを用いたときの電気機械結合係数 K^2 の解析結果を説明する。

[0044] 図6(a)は、 SiO_2 の保護膜14の波長 λ に対する膜厚 h_0/λ と、電気機械結合係数 K^2 との関係を示すグラフである。図6(a)に示すように、高次モードは、 SiO_2 の保護膜12の膜厚 h_0/λ が20%以上で励振され、膜厚 h_0/λ が28%以上で電気機械結合係数 K^2 が5%以上の比較的大きな値が得られる。

[0045] 図6(b)は、 LiNbO_3 の圧電基板12の基板方位と電気機械係数 K^2 との関係を示すグラフである。図6(b)に示すように、Y方向回転角 θ が 60° 以上になると電気機械結合係数 K^2 が5%以上となる。このことから、 LiNbO_3 の圧電基板12の基板方位としては、オイラー角表示で($0 \pm 5^\circ$ 、 $60 \sim 170^\circ$ 、 $0 \pm 5^\circ$)であれば、電気機械結合係数 K^2 が5%以上の比較的大きな値が得られるものと期待でき、好ましい。

[0046] 図7は、高次モードと基本モードについて、 SiO_2 の保護膜14の膜厚と、弾性表面波の共振点における音速の関係を示す。横軸は、 SiO_2 の保護膜14の波長 λ に対する膜厚 h_0/λ である。縦軸は共振点における音速である。○記号80aは、基本モードを示す。●記号81は、高次モードを示す。
・記号80bは、基本モードの1.1倍の音速を示す。

[0047] 図8から、共振点の音速は、保護膜14の膜厚に依存することが分かる。また、高次モードでは、基本モードの音速の1.1倍以上の音速となることが分かる。

[0048] 前述した図6から、 SiO_2 の保護膜14の波長 λ に対する膜厚 h_0/λ が20%で高次モードが現れる。この膜厚 h_0/λ が20%であるときの高次モードの共振点の音速は、図7から、基本モードの共振点の音速の1.5倍と予測される。また、図8から、 SiO_2 の保護膜14の膜厚が大きくなると、高次モードの共振点の音速は、基本モードの共振点の音速の1.1倍に近づく。したがって、高次モードの共振点の音速は、基本モードの共振点の音速の1.1~1.5倍となる。

- [0049] <実施例2> 実施例1の図1の構造において、2次元FEMを用いて、質量負荷に対する感度計算を行なった。
- [0050] 図8に、 LiNbO_3 の圧電基板12上に形成されるAuのIDT電極13の膜厚と SiO_2 の保護膜14の膜厚を変え、高次モードを用いたときの感度の解析結果を示す。横軸は、AuのIDT電極13の波長 λ に対する膜厚 h_1/λ である。縦軸は、 SiO_2 の保護膜14の波長 λ に対する膜厚 h_1/λ である。
- [0051] 同じ条件で、基本モードを用いた時の感度を解析すると、約300ppmであった。このことから、2倍以上の感度(600ppm以上)が得られる条件としては、図6において符号60を付した実線より右側の範囲となる。
- [0052] 図8から分かるように、AuのIDT電極13の波長 λ に対する膜厚 h_1/λ が2%以上であれば、基本モードの約1.5倍(450ppm)以上の感度が得られ、好ましい。
- [0053] AuのIDT電極13の波長 λ に対する膜厚 h_1/λ が3%以上であれば、基本モードの2倍以上の感度(600ppm以上)が得られるため、より好ましい。この場合、図8の縦軸及び横軸の膜厚範囲においては、基本モードの2~5倍の感度になる。
- [0054] なお、図4の左側に示したように、AuのIDT電極13の波長 λ に対する膜厚 h_1/λ が3%以上であれば、基本モードにおいて保護膜表面の変位が最大とならないため、保護膜表面の変位が最大となる高次モードを用いる効果が大きくなる。このことから、AuのIDT電極13の波長 λ に対する膜厚 h_1/λ が3%以上であれば、より好ましい。
- [0055] <実施例3> 実施例1、2に示した2次元FEMを用いての質量負荷に対する感度解析結果等について、質点負荷箇所である保護膜表面の変位量と感度の関係をまとめたグラフを図9に示す。
- [0056] 図9において、横軸の変位量は、同じ条件(LiNbO_3 の圧電基板、AuのIDT電極、 SiO_2 の絶縁膜)で基本モードを用いた場合のある特定の変位量で規格化されている。図9において、規格化された変位量が1以下のと

きの感度は、基本モードを用いる場合の感度である。規格化された変位量が 1 を越えるときの感度は、高次モードの用いる場合の感度である。

[0057] 図 9 に示すように変位量と感度には相関があることから、高次モードを用いて質量負荷箇所の変位を大きくすることで、感度を向上させることができる。

[0058] ただし、変位量と感度の相関は構造や材料に依存しており、構造や材料を大きく変化させた場合には、図 9 の近似直線に沿うとは限らないことに注意が必要である。

[0059] <まとめ> 以上に説明したように、保護膜と圧電基板の境界と、保護膜表面とで変位方向が逆になる S H 波の高次モードが発生するように構成すると、センシング部分である保護膜表面で最も変位量が大きくなるようにする、すなわちセンシング部分に振動エネルギーを集中させることができる。これによって、センサーとしての感度が、基本モードを用いた場合よりも大きくすることができる。

[0060] また、S H 波であるため、液体センサーやバイオセンサーのように励振部の上に液体や粘性の大きな検出対象物質が負荷されても、特性劣化が小さく、センサーとして機能させることが可能である。すなわち、S H 波は、S V 波と比べると、振動エネルギーが試料側に伝達されにくく、エネルギー損失が小さいため、検出対象物質による負荷変動に対して、感度が大きく、センサーとして機能させることが可能である。

[0061] なお、本発明は、上記実施の形態に限定されるものではなく、種々変更を加えて実施することが可能である。

[0062] 例えば、圧電基板、保護膜、I D T 電極の材料は、例示したもの以外を用いても構わない。保護膜は、図 10 のような反応膜であっても構わない。

[0063] また、本発明は、試料が液体である場合に限らず、試料が気体である場合にも適用可能である。

符号の説明

[0064] 2 試料

4 質量負荷物質

1 0, 1 0 a 弾性表面波センサー

1 1 弾性表面波素子

1 2 圧電基板

1 3 I D T 電極

1 3 x 反射器

1 4 保護膜

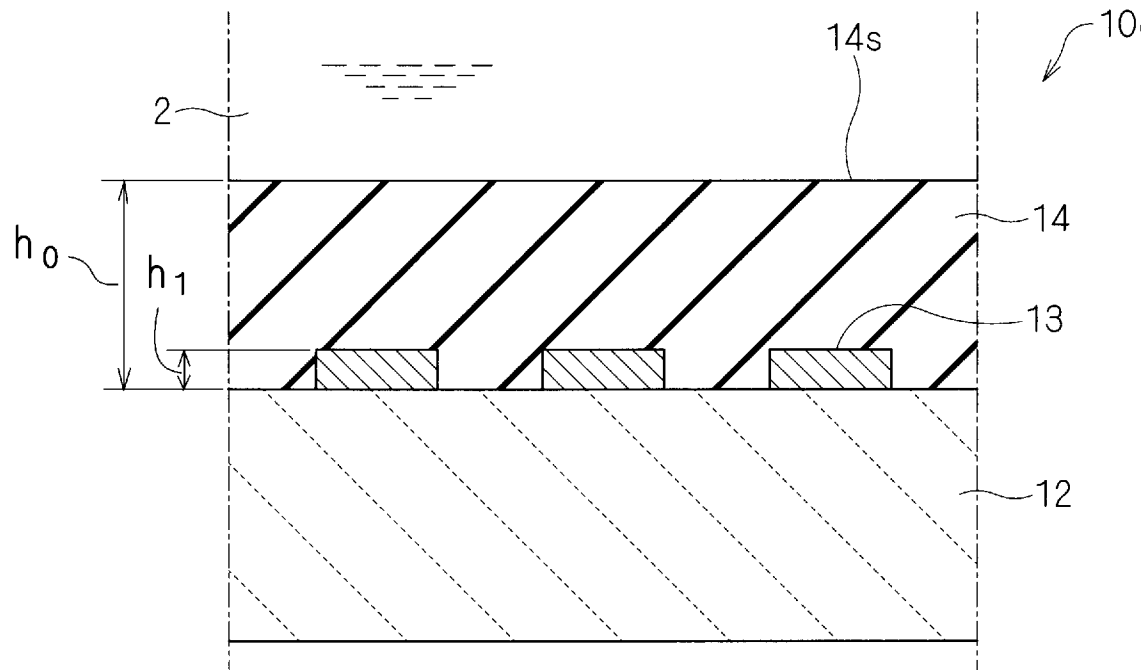
請求の範囲

- [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、前記 I D T 電極を覆うように形成された保護膜と、
 と、
 を備える弾性表面波センサーであって、
 前記 I D T 電極により、前記保護膜の表面の面方向の変位が前記圧電基板と前記保護膜との境界付近の面方向の変位とは逆向きになり、かつ前記保護膜の前記表面において面方向の変位量が最大となる S H 波の高次モードで励振されるように構成されたことを特徴とする、弾性表面波センサー。
- [請求項2] 前記圧電基板は、L i N b O₃基板であり、
 前記 S H 波の前記高次モードの波の音速は、前記 L i N b O₃基板上に前記 I D T 電極のみを備えた弾性表面波素子によって S H 波の基本モードで励振される弾性表面波の音速に対して 1.1 ~ 1.5 倍であることを特徴とする、請求項 1 に記載の弾性表面波センサー。
- [請求項3] 前記保護膜は、S i O₂膜であり、
 前記 S i O₂膜の膜厚が、前記圧電基板上に前記 I D T 電極のみを備えた弾性表面波素子によって S H 波の基本モードで励振される弾性表面波の波長に対して 28 % 以上であることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の弾性表面波センサー。
- [請求項4] 前記圧電基板が L i N b O₃基板であり、
 前記 L i N b O₃基板の基板方位が、オイラー角で ($0 \pm 5^\circ$, $60 \sim 170^\circ$, $0 \pm 5^\circ$) であることを特徴とする、請求項 1、2 又は 3 に記載の弾性表面波センサー。
- [請求項5] 前記 I D T 電極は A u であり、
 前記 I D T 電極の膜厚が、前記圧電基板上に前記 I D T 電極のみを備えた弾性表面波素子によって S H 波の基本モードで励振される弾性

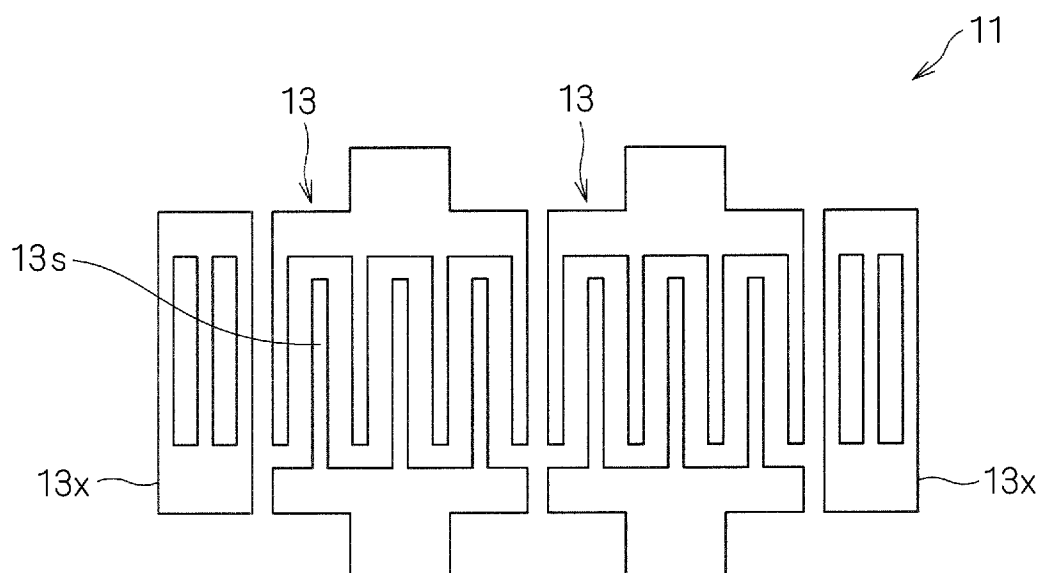
表面波の波長に対して２％以上であることを特徴とする、請求項１乃至４のいずれか一つに記載の弾性表面波センサー。

[図1]

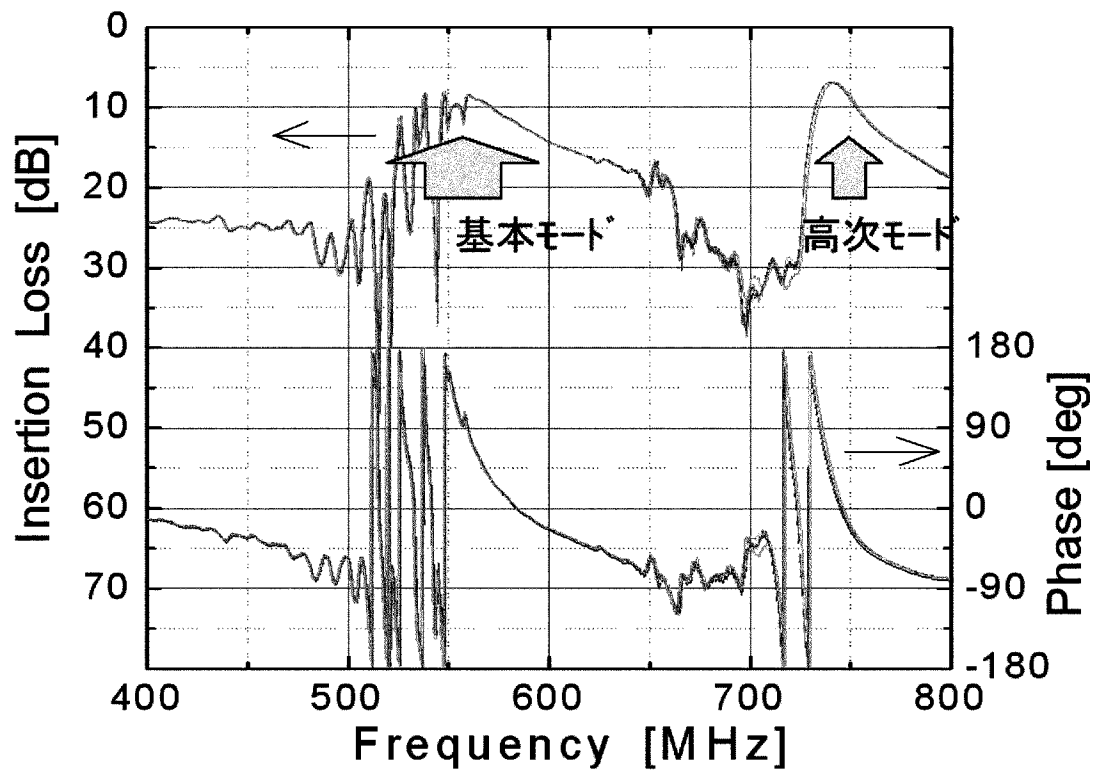
(a)



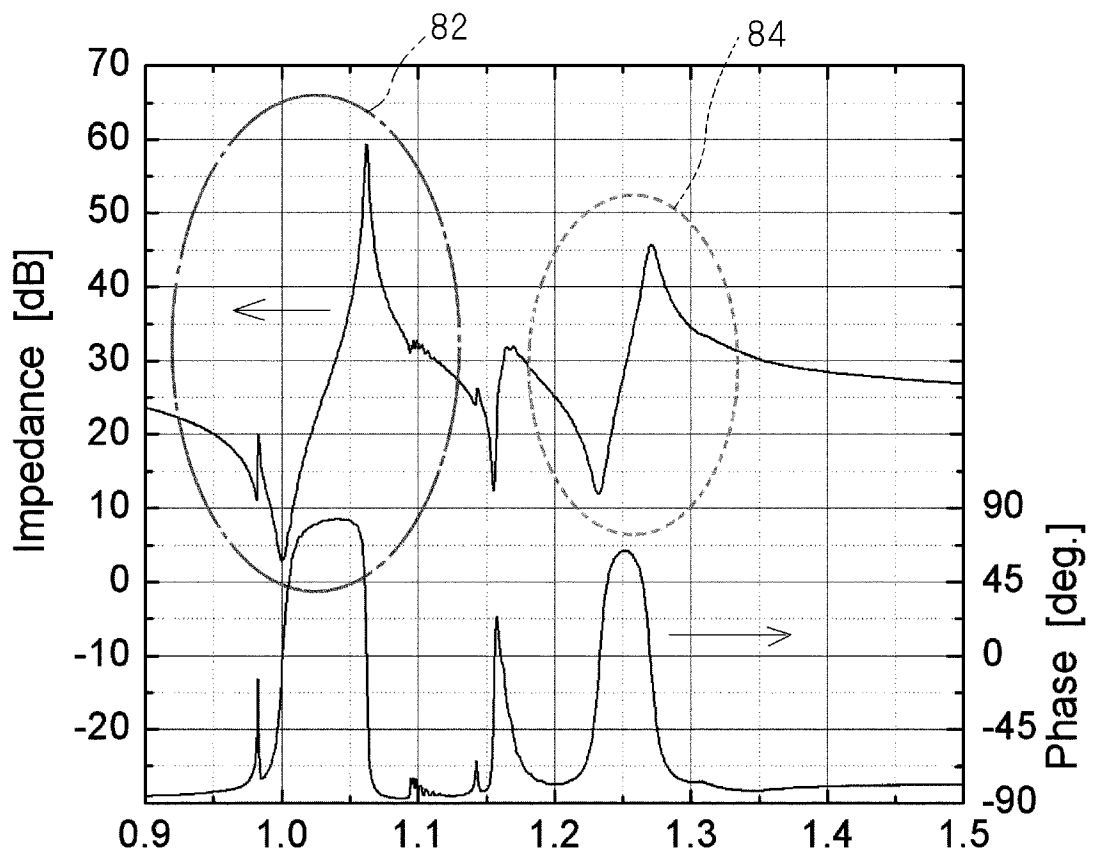
(b)



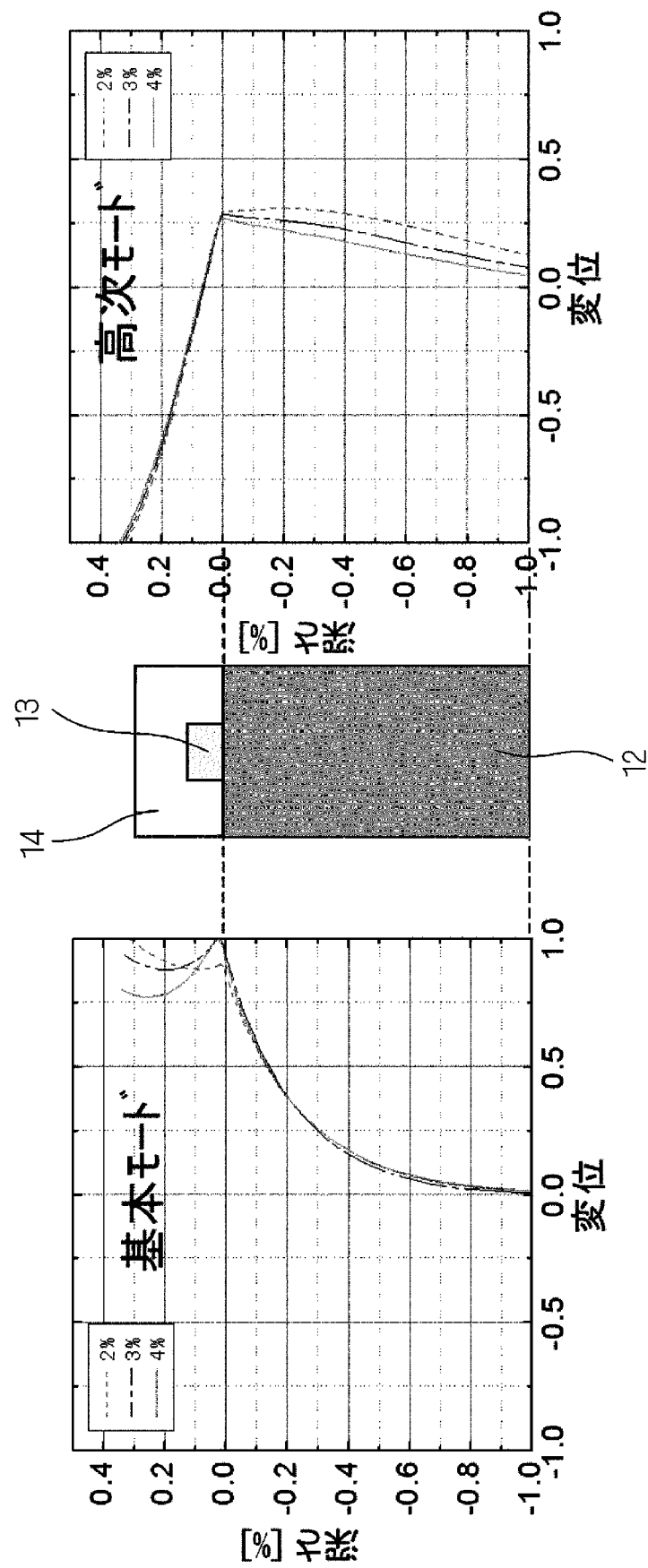
[図2]



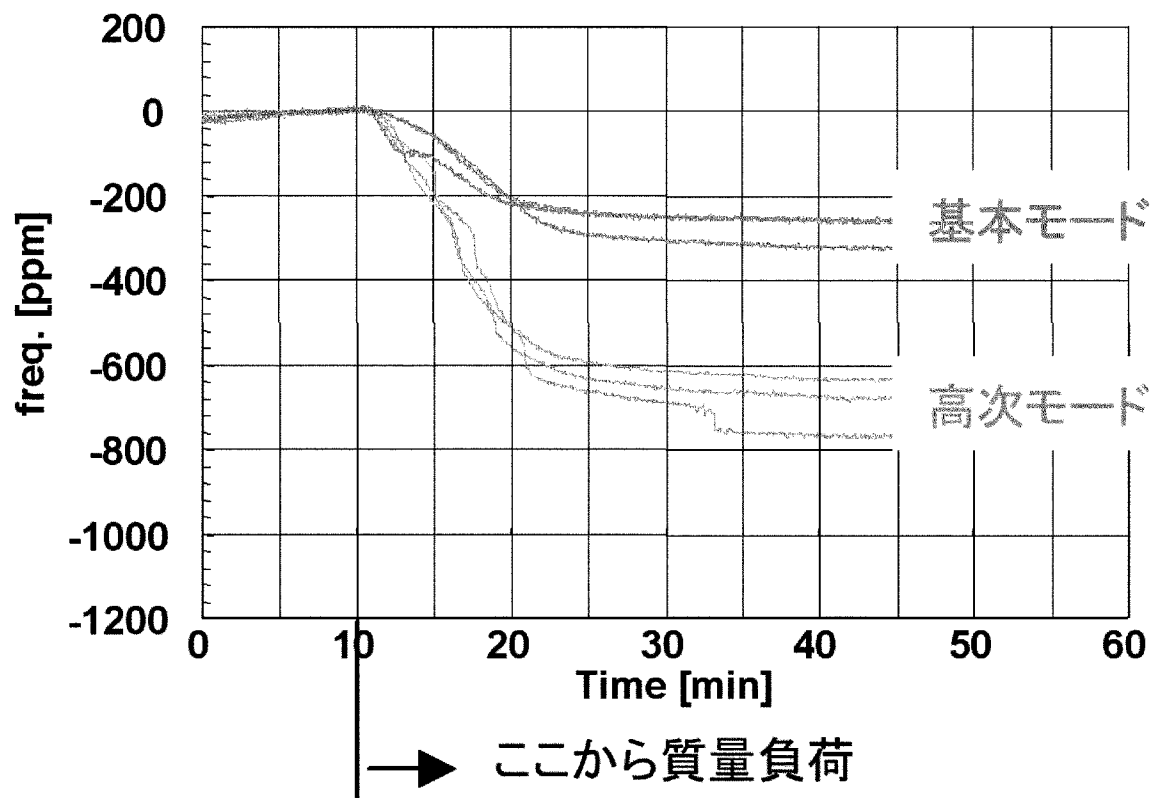
[図3]



[図4]

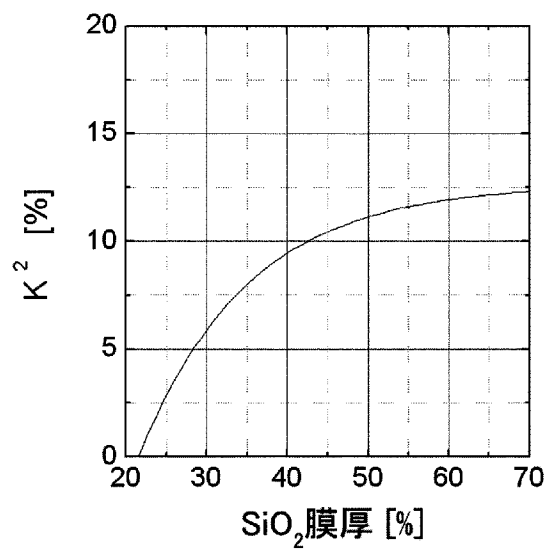


[図5]

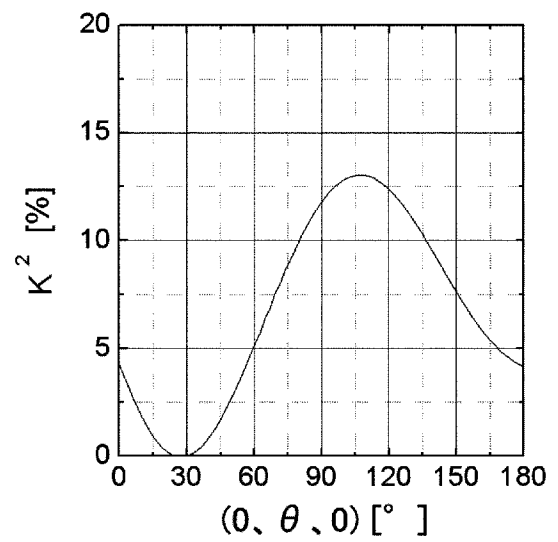


[図6]

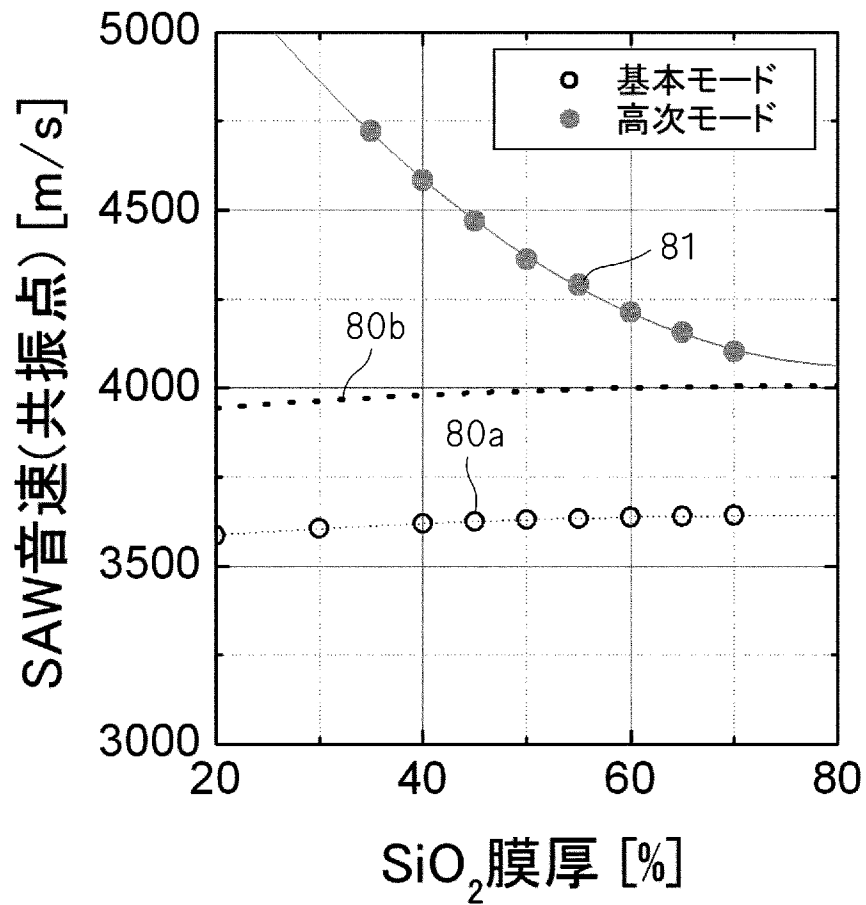
(a)



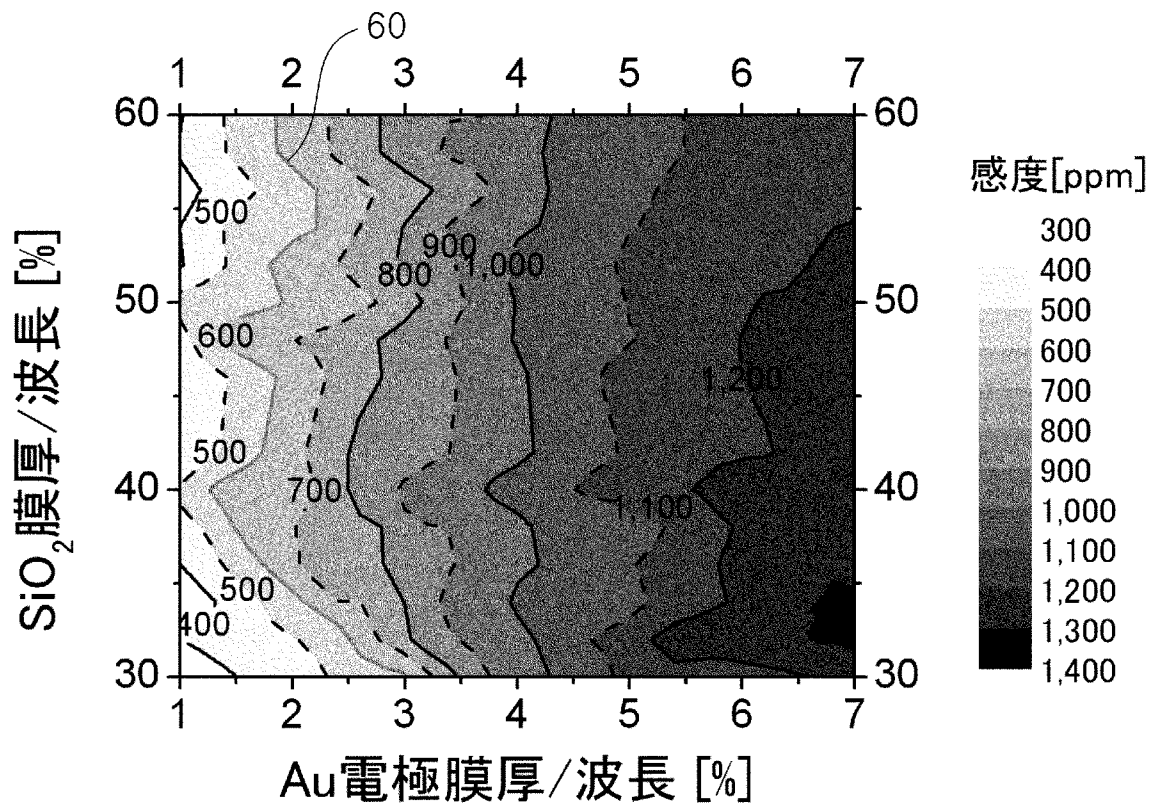
(b)



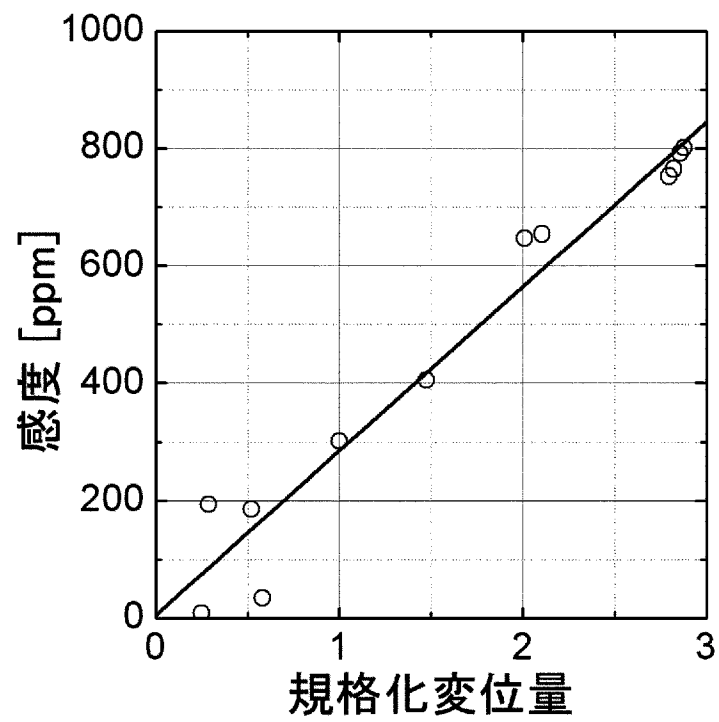
[図7]



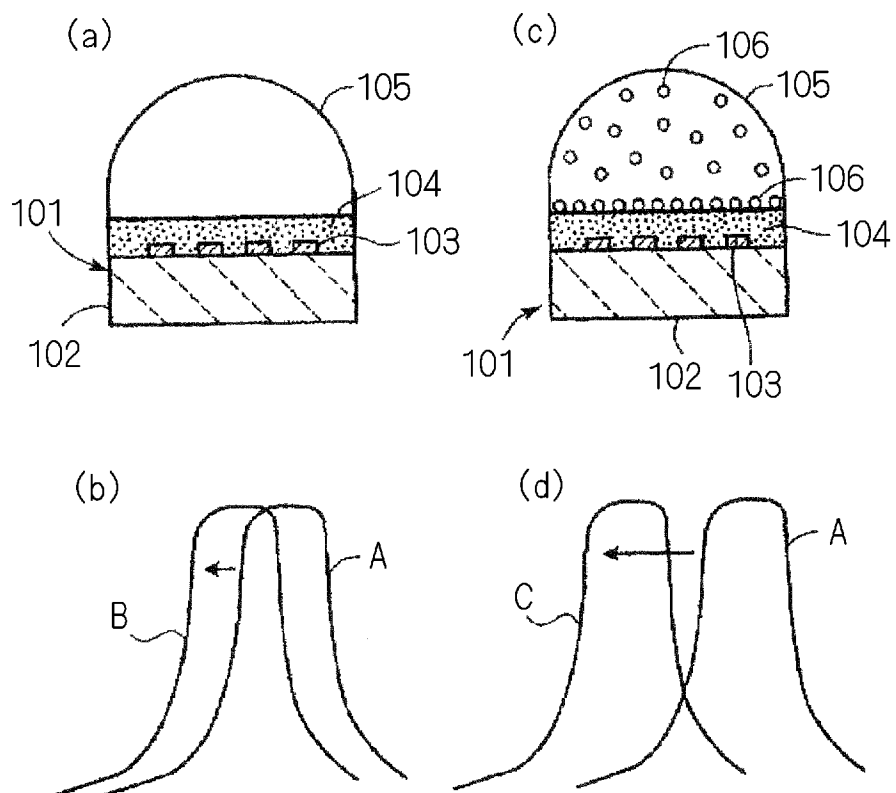
[図8]



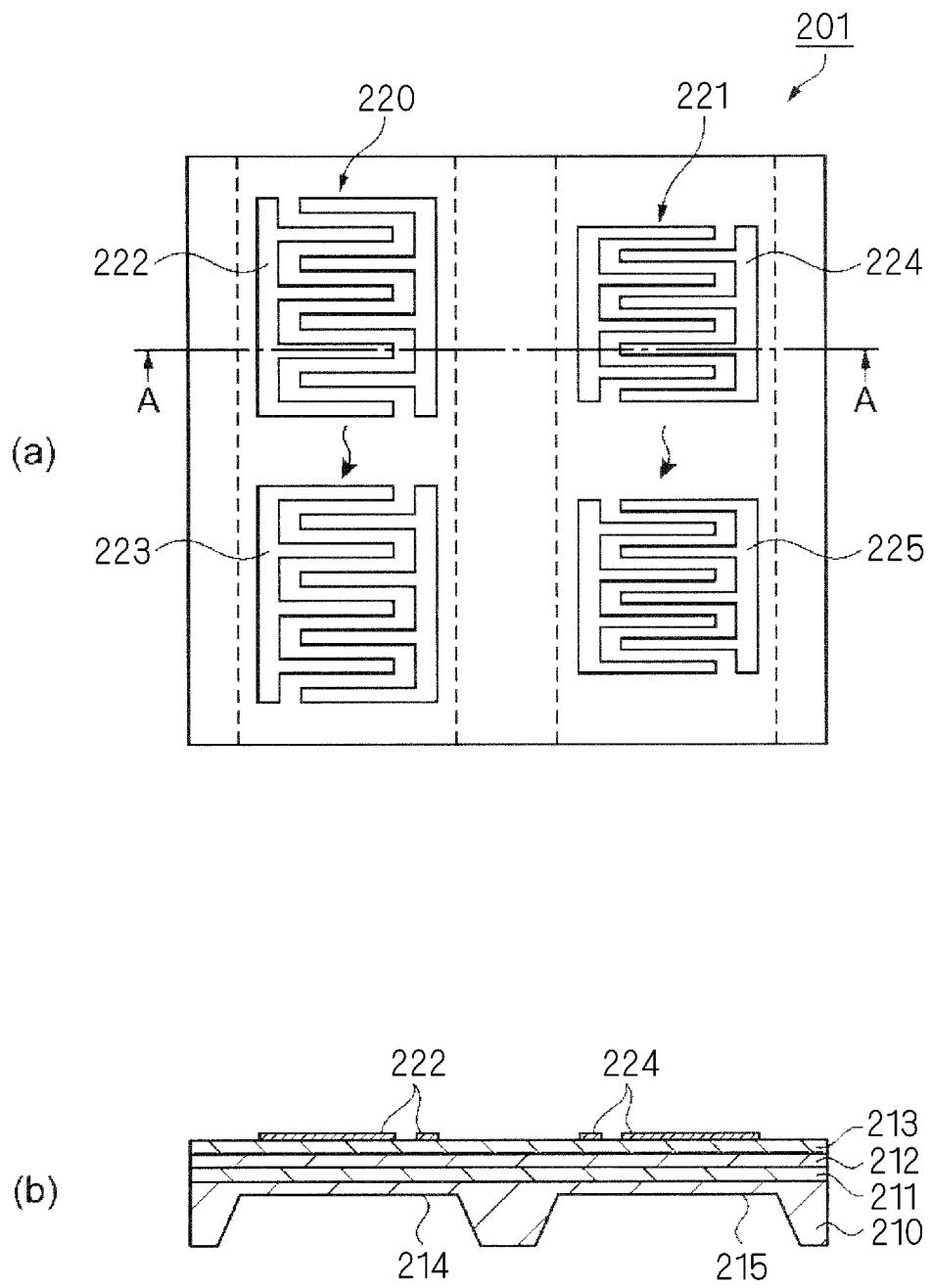
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/056370

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N29/02 (2006.01) i, G01N29/24 (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)

G01N29/02, G01N29/24

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 2005/003752 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 13 January 2005 (13.01.2005), entire text; all drawings & US 2007/0107516 A1	1-5
A	JP 5-240762 A (Hewlett-Packard Co.), 17 September 1993 (17.09.1993), entire text; all drawings & EP 361729 A2	1-5
A	JP 2-238357 A (Medical & Biological Laboratories Co., Ltd.), 20 September 1990 (20.09.1990), entire text; all drawings (Family: none)	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
22 April, 2010 (22.04.10)

Date of mailing of the international search report
11 May, 2010 (11.05.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/056370

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 2009-109261 A (Tama-TLO Ltd.), 21 May 2009 (21.05.2009), entire text; all drawings (Family: none)	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. G01N29/02 (2006.01)i, G01N29/24 (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. G01N29/02, G01N29/24

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 2005/003752 A1（株式会社村田製作所）2005.01.13, 全文全図 & US 2007/0107516 A1	1-5
A	JP 5-240762 A（ヒューレット・パカード・カンパニー）1993.09.17, 全文全図 & EP 361729 A2	1-5
A	JP 2-238357 A（株式会社医学生物学研究所）1990.09.20, 全文全図（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 2 . 0 4 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 1 . 0 5 . 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）

森口 正治

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2

2W

9 4 0 3

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 2009-109261 A (タマティーエルオー株式会社) 2009.05.21, 全文全図 (ファミリーなし)	1-5