

(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 9 月 22 日(22.09.2011)

(10) 国際公開番号
WO 2011/114684 A1

PCT

- (51) 国際特許分類:
G01N 11/16 (2006.01) G01N 19/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/001456
- (22) 国際出願日: 2011 年 3 月 14 日(14.03.2011)
- (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 2010-059283 2010 年 3 月 16 日(16.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 アルバック (ULVAC, Inc.) [JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 市橋 素子 (ICHIHASHI, Motoko) [JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP). 鈴木 友紀子 (SUZUKI, Yukiko) [JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP). 伊藤 敦 (ITO, Atsushi) [JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2 5 0 0 番地 株式会社アルバック内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 清水 善廣 (SHIMIZU, Yoshihiro); 〒1690075 東京都新宿区高田馬場一丁目 4 番 1 5 号三井生命高田馬場ビル 7 階 Tokyo (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, NL, NO, PL, PT, RO, RS, 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))

(54) Title: METHOD FOR MEASURING VISCOELASTICITY AND DEVICE FOR MEASURING VISCOELASTICITY

(54) 発明の名称: 粘弾性の測定方法及び粘弾性の測定装置

(57) Abstract: Provided are a measurement method and a measurement device with which the viscoelasticity of a substance can be measured even if the amount thereof is very small. The method involves: placing a solution-form or semisolid-form substance to be measured in contact with the electrode(s) of a sensor which is made up of a quartz-crystal oscillator; measuring the amount of change (ΔF_s) in the resonance frequency (F_s) of the quartz-crystal oscillator, and the amount of change (ΔF_w) in the half-value half frequency ($(F_1-F_2)/2$) found from a first frequency (F_1) and a second frequency (F_2) that give the half conductance ($1/2G_{max}$), which is half the conductance (G_{max}) at the resonance frequency (F_s); and finding the storage modulus (G') of said substance on the basis of the difference between the square of the amount of change (ΔF_s) in the resonance frequency and the square of the amount of change (ΔF_w) in the half-value half frequency, and/or finding the loss modulus (G'') of said substance on the basis of the product of the amount of change (ΔF_s) in the resonance frequency and the amount of change (ΔF_w) in the half-value half frequency.

(57) 要約: 【課題】 測定物質が微量であっても、その粘弾性を測定できる測定方法及び測定装置を提供する。【解決手段】 水晶振動子から構成されたセンサーの電極上に、溶液状又は半固体状の測定物質を接触させ、前記水晶振動子の共振周波数 F_s の変化量 ΔF_s と、共振周波数 F_s のコンダクタンス G_{max} の半値であるコンダクタンス $1/2G_{max}$ となる第 1 の周波数 F_1 及び第 2 の周波数 F_2 の半値半周波数 $(F_1-F_2)/2$ の変化量 ΔF_w を測定し、前記共振周波数の変化量 ΔF_s 及び半値半周波数の変化量 ΔF_w のそれぞれの 2 乗の差に基づいて前記測定物質の貯蔵弾性率 G' と、前記共振周波数の変化量 ΔF_s 及び半値半周波数の変化量 ΔF_w の積に基づいて前記測定物質の損失弾性率 G'' との少なくとも何れかを求めることを特徴とする。

WO 2011/114684 A1

明 細 書

発明の名称：粘弾性の測定方法及び粘弾性の測定装置

技術分野

[0001] 本発明は、化学、材料、生化学及び物理分野において使用される、溶液状又は半固体状の測定物質の粘弾性を測定する方法及び粘弾性の測定装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、QCM（水晶振動子マイクロバランス）を利用した測定装置としては、例えば、特許文献1に開示されている。

一方、従来における粘弾性の測定方法としては、大きく分けると、定常流測定や等速昇降法等の静的粘弾性を測定する方法と、周波数関数の変形を与える動的粘弾性を測定する方法との2つがある。特に、動的粘弾性の測定方法は、測定試料が、構造的に破壊を生じない範囲の微小な変形状態において、粘度や粘弾性の情報を取得することができることから広く使われている。

しかしながら、一般的な粘弾性の測定装置を使用して測定する場合には、少量でも0.5mL～50mLの測定試料が必要となっており、例えば、人体から微量に採取された物質や作動中の機械に実際に使用されているグリース等で多量に採取できないような物質の粘弾性の測定に適した測定方法は存在していなかった。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2009-36644号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] そこで、本発明は、測定物質が微量であっても、その粘弾性を測定できる測定方法及び測定装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の粘弾性の測定方法は、請求項 1 に記載される通り、水晶振動子から構成されたセンサーの電極上に、溶液状又は半固体状の測定物質を接触させ、前記水晶振動子の共振周波数 F_s の変化量 ΔF_s と、共振周波数 F_s のコンダクタンス $G_{\max}$ の半値であるコンダクタンス $1/2G_{\max}$ となる第 1 の周波数 F_1 及び第 2 の周波数 F_2 の半値半周波数 $(F_1-F_2)/2$ の変化量 ΔF_w を測定し、前記共振周波数の変化量 ΔF_s 及び半値半周波数の変化量 ΔF_w のそれぞれの 2 乗の差に基づいて前記測定物質の貯蔵弾性率 G' と、前記共振周波数の変化量 ΔF_s 及び半値半周波数の変化量 ΔF_w の積に基づいて前記測定物質の損失弾性率 G'' との少なくとも何れかを求めることを特徴とする。

また、請求項 2 記載の発明は、上記測定方法において、前記貯蔵弾性率 G' は、下記数 1 で表され、

[数1]

$$G' = \frac{(\Delta F_w^2 - \Delta F_s^2)}{\rho_v} \cdot \left(\frac{F_0}{\pi Z_q} \right)^2$$

前記損失弾性率 G'' は、下記数 2 で表され、

[数2]

$$G'' = \frac{2 \cdot \Delta F_s \cdot \Delta F_w}{\rho_v} \cdot \left(\frac{F_0}{\pi Z_q} \right)^2$$

上記式中、 Z_q は前記水晶振動子のせん断応力であり、 ρ_v は前記測定物質の密度、 F_0 は基本振動周波数、とすることを特徴とする。

また、請求項 3 記載の本発明は、上記測定方法において、測定周波数を前記水晶振動子の基本波又はオーバートーン（3倍波、5倍波、7倍波・・・）とすることを特徴とする。

また、請求項 4 記載の本発明は、上記測定方法において、前記測定物質は、前記電極のみに接触させることを特徴とする。

また、請求項 5 記載の本発明は、上記測定方法において、前記測定物質を 100 μ L 以下とすることを特徴とする。

次に、本発明の粘弾性の測定装置は、請求項 6 に記載の通り、水晶振動子

から構成されたセンサーと、前記水晶振動子の共振周波数 F_s の変化量 ΔF_s 及び共振周波数 F_s のコンダクタンス $G_{\max}$ の半値であるコンダクタンス $1/2G_{\max}$ となる第1の周波数 F_1 及び第2の周波数 F_2 の半値半周波数 $(F_1-F_2)/2$ の変化量 ΔF_w を測定するための測定手段と、前記共振周波数の変化量 ΔF_s 及び半値半周波数の変化量 ΔF_w のそれぞれの2乗差、及び、前記共振周波数の変化量 ΔF_s 及び半値半周波数の変化量 ΔF_w の積を演算により求めるための演算手段とを備えたことを特徴とする。

発明の効果

- [0006] 本発明によれば、溶液状又は半固体状の測定物質の量が、例えば、 $100\mu\text{L}$ 以下の微量の場合にも、その物質の粘弾性率の測定が可能となる。また、微量測定のために攪拌が実施できない場合に生じる定在波（特開2005-098866号公報参照）の低減には、オーバートーンを使用することが有効であり、精度の高い測定が可能となる。また、測定物質をセンサーの電極にのみ接触させて測定するようにすればより微量のサンプル量での測定が可能となる。

図面の簡単な説明

- [0007] [図1] 共振周波数 F_s 及び第1及び第2の周波数 F_1, F_2 の説明図
[図2] 本発明の測定方法における測定物質の態様を示す説明図（（a）平面図，（b）断面図）
[図3] 本発明の測定方法における測定物質の他の態様を示す説明図（（a）平面図，（b）断面図）
[図4] 本発明の測定装置の一実施の形態の説明図
[図5] 本発明の測定装置に使用した水晶振動子の説明図（（a）平面図，（b）断面図）
[図6] 本発明の一実施例の測定方法による測定結果を示すグラフ

発明を実施するための形態

- [0008] 上記した本発明における粘弾性とは、固体的な弾性成分と液体的な粘性成分とを同時に持つ性状をいうものとする。

粘弾性は、一般的には、複素弾性率 G^* で表され下記数3の通り、 G' （貯蔵弾

性率)と G'' (損失弾性率)との複素数で表される。

[0009] [数3]

$$G^* = G' + jG''$$

[0010] 貯蔵弾性率 (G') は、歪みのエネルギーが応力として物質の内部に蓄えられる成分でその物質の弾性成分を表し、損失弾性率 (G'') は物質に与えられたエネルギーが熱等の他のエネルギーに変換されて損失してしまう成分でその物質の粘性成分を表す。

この粘弾性を有する物質で、本発明における測定の対象となる物質としては、高分子溶液、コロイド溶液、ゲルやゴム等を挙げるができる。

[0011] 本発明では、QCMを利用した測定装置で、水晶振動子に測定物質を接触させて基本波により振動させた場合の共振周波数 F_s の変化量 ΔF_s と、共振周波数 F_s のコンダクタンス波形における半値半幅 ($F_1 - F_2$) / 2 の変化量 ΔF_w とを利用して測定物質の粘弾性率を測定する。

F_1 及び F_2 は、図1に示すように、水晶振動子を直列状態に置く共振周波数 F_s と、前記水晶振動子が共振状態にあるときのコンダクタンス $G_{\max}$ の半分の大きさ $G_{\max}/2$ の半値コンダクタンスを与える第一の周波数 F_1 及び第二の周波数 F_2 ($F_1 < F_2$) をいうものとする。

上記値を使用して、溶液又は半固体の粘弾性率 G' 、 G'' は下記の数4及び数5で表される。

[0012] [数4]

$$\Delta F_s = -\frac{F_0}{\pi Z_q} \sqrt{\frac{\rho_v (|G^*| - G')}{2}}$$

[0013] [数5]

$$\Delta \frac{(F_1 - F_2)}{2} = \Delta F_w = -\frac{F_0}{\pi Z_q} \sqrt{\frac{\rho_v (|G^*| + G')}{2}}$$

[0014] 上式において、 Z_q は水晶振動子のせん断応力 (gm/sec/cm²)、 ρ_v は測定物質の密度 (g/cm³)、 F_0 は基本振動周波数を表すものとする。

上記 ΔF_s と $\Delta (F_1 - F_2) / 2$ の周波数変化を測定し、溶液又は半固体の密度を代入することにより、下記の通り、粘弾性率 G' 、 G'' を求めることができる。

[0015] [数6]

$$G' = \frac{(\Delta F_w^2 - \Delta F_s^2)}{\rho_v} \cdot \left(\frac{F_0}{\pi Z_q} \right)^2$$

[0016] [数7]

$$G'' = \frac{2 \cdot \Delta F_s \cdot \Delta F_w}{\rho_v} \cdot \left(\frac{F_0}{\pi Z_q} \right)^2$$

[0017] 上記のように、二乗差 ($\Delta F_w^2 - \Delta F_s^2$) 及び積 ($\Delta F_s \cdot \Delta F_s$) のそれぞれから、 G' (貯蔵弾性率) 及び G'' (損失弾性率) を求めることができる。

[0018] 上記測定においては、基本波による共振周波数を測定するようにしてもよいが、攪拌が実施できない微量な試料に対して測定を行う場合には、オーバートーン (N倍波、 $N=3, 5, 7, \dots$) を使用することが好ましい。測定の際に生じる定在波の低減が可能となり、精度の高い測定が可能となるからである。尚、共振周波数には、共振周波数の近傍の周波数も含まれ、例えば、 $\pm 500\text{kHz}$ 程度の範囲をスキャンすることまで含まれる。

[0019] また、本発明の測定方法に関しては、測定物質の量については特に制限はなく、図2に示すように、水晶振動子1を容器2の底面に設けた構造としたものに測定物質3を注入したり、或いは、図3に示すように、水晶振動子1を構成する電極4上にも測定物質5を接触させるようにしてもよい。

但し、水晶振動子1は中心の電極4の部分にのみ感度が集中しているため、図3に示すように、電極4のみに測定物質を接触させることが好ましく、この場合の測定物質3の量は電極4の直径の大きさにもよるが、直径2.5mmの場合は10 μL の極微量液量での測定が可能である。

また、純水中における厚みすべり振動の侵入深度は27MHzの水晶振動子で約0.1 μm 、5MHzの水晶振動子で約0.2 μm であることから、水晶振動子の電極を覆う液量は100 μL の測定物質の量で十分であり、且つ、ゲルやグリース等の半固体の物質は電極上に数mm程度塗布することでも十分であることがわか

る。

[0020] 次に、本発明の測定方法について、より具体的に説明する。

図4に示す測定装置は、水晶振動子を備えたセンサー部6及びネットワークアナライザー7から構成される測定手段と、センサー部6の温度調整を行うためにセンサー部6の下方に設けられたペルチェ素子8及びペルチェコントローラ9から構成される温調手段とから構成され、各系をするための制御手段、測定結果等の表示手段、測定結果に基づいて上述した数6及び数7の演算を行うために中央演算処理装置等から構成される演算手段、及び、RAM・ROM等から構成される記憶手段を備えたコンピュータ10に接続される。

[0021] センサー部2の水晶振動子1は、図5(a)、(b)にその平面図と断面図とをそれぞれ示すように、円形状に形成された石英製の結晶板11の表面側と裏面側とにそれぞれ第一の金電極12と第二の金電極13と備えている。尚、図示される金電極12、13は、円形状に構成され、それぞれにリード線12a、13aが接続されている。裏面側の第二の金電極13は、図示しないが樹脂カバーにより被覆されており、水晶振動子1を溶液中に入れた状態でも、裏面側の第二の金電極13が溶液に曝されず、振動できるように構成されている。

ネットワークアナライザー7は、信号供給回路と測定回路とを備え、信号供給回路は、周波数を変化させながら交流の入力信号を出力することができるように構成され、測定回路は、水晶振動子1の出力信号や、信号供給回路から出力される入力信号に基づいて、水晶振動子1の共振周波数や位相等の電気的特性を測定して、コンピュータ10に出力することができるように構成されている。

[0022] 上記構成により、水晶振動子に測定対象物が接触した際の ΔF_s 及び ΔF_w を測定し、上記数6及び数7により、 G' 及び G'' の少なくとも何れかを求めることができる。

実施例

[0023] 以下に、本発明の一実施例について説明する。

図4で示した装置構成において、直径2.5mmの金電極12を備えた27MHzの水晶振動子1を使用した測定例を説明する。

洗浄した金電極12上に、牛血清アルブミン（BSA）溶液（濃度50mg/mL, 75mg/mL, 100mg/mL, 150mg/mL, 200mg/mL）を10 μ L載置して ΔF_s と ΔF_w の変化量を測定した結果を表1に示す。

[0024] [表1]

BSA濃度 (mg/mL)	ΔF_s (Hz)	ΔF_w (Hz)
0	-9040	-9005
50	-10525	-10300
75	-10990	-11003
100	-11740	-11898
150	-13493	-14083
200	-15035	-16513

[0025] この周波数変化量と牛血清アルブミン（BSA）溶液の密度（ほとんどが純水なのでほぼ1と仮定）を用いて、 G' 、 G'' を求めた結果を以下の図6に示す。

図6から、本発明の測定方法によれば、10 μ Lの測定物質（スポイト一滴分）でもその粘弾性の G' 及び G'' を正確に測定できることがわかる。

産業上の利用可能性

[0026] 本発明は、化学、材料、生化学及び物理分野をはじめとして、溶液又は半固体の粘弾性を測定する際に広く利用することができる。

符号の説明

[0027] 1 水晶振動子
 2 容器
 3, 5 溶液
 4, 12 (第一)電極
 6 センサー部
 7 ネットワークアナライザー
 8 ペルチェ素子
 9 ペルチェコントローラ

10 コンピュータ

12 a, 13 a リード部

13 (第二)電極

請求の範囲

[請求項1] 水晶振動子から構成されたセンサーの電極上に、溶液状又は半固体状の測定物質を接触させ、前記水晶振動子の共振周波数 F_s の変化量 ΔF_s と、共振周波数 F_s のコンダクタンス $G_{\max}$ の半値であるコンダクタンス $1/2G_{\max}$ となる第1の周波数 F_1 及び第2の周波数 F_2 の半値半周波数 $(F_1 - F_2)/2$ の変化量 ΔF_w を測定し、前記共振周波数の変化量 ΔF_s 及び半値半周波数の変化量 ΔF_w のそれぞれの2乗の差に基づいて前記測定物質の貯蔵弾性率 G' と、前記共振周波数の変化量 ΔF_s 及び半値半周波数の変化量 ΔF_w の積に基づいて前記測定物質の損失弾性率 G'' との少なくとも何れかを求めることを特徴とする粘弾性の測定方法。

[請求項2] 前記貯蔵弾性率 G' は、下記数1で表され、

[数1]

$$G' = \frac{(\Delta F_w^2 - \Delta F_s^2)}{\rho_v} \cdot \left(\frac{F_0}{\pi Z_q} \right)^2$$

前記損失弾性率 G'' は、下記数2で表され、

[数2]

$$G'' = \frac{2 \cdot \Delta F_s \cdot \Delta F_w}{\rho_v} \cdot \left(\frac{F_0}{\pi Z_q} \right)^2$$

上記式中、 F_0 は基本振動周波数、 Z_q は前記水晶振動子のせん断応力であり、 ρ_v は前記測定物質の密度であることを特徴とする請求項1に記載の粘弾性の測定方法。

[請求項3] 測定周波数を前記水晶振動子の基本波又はオーバートーン（3倍波、5倍波、7倍波・・・）とすることを特徴とする請求項1に記載の粘弾性の測定方法。

[請求項4] 前記測定物質は、前記電極のみに接触させることを特徴とする請求項1に記載の粘弾性の測定方法。

[請求項5] 前記測定物質を100 μ L以下とすることを特徴とする請求項1に記載の粘弾性の測定方法。

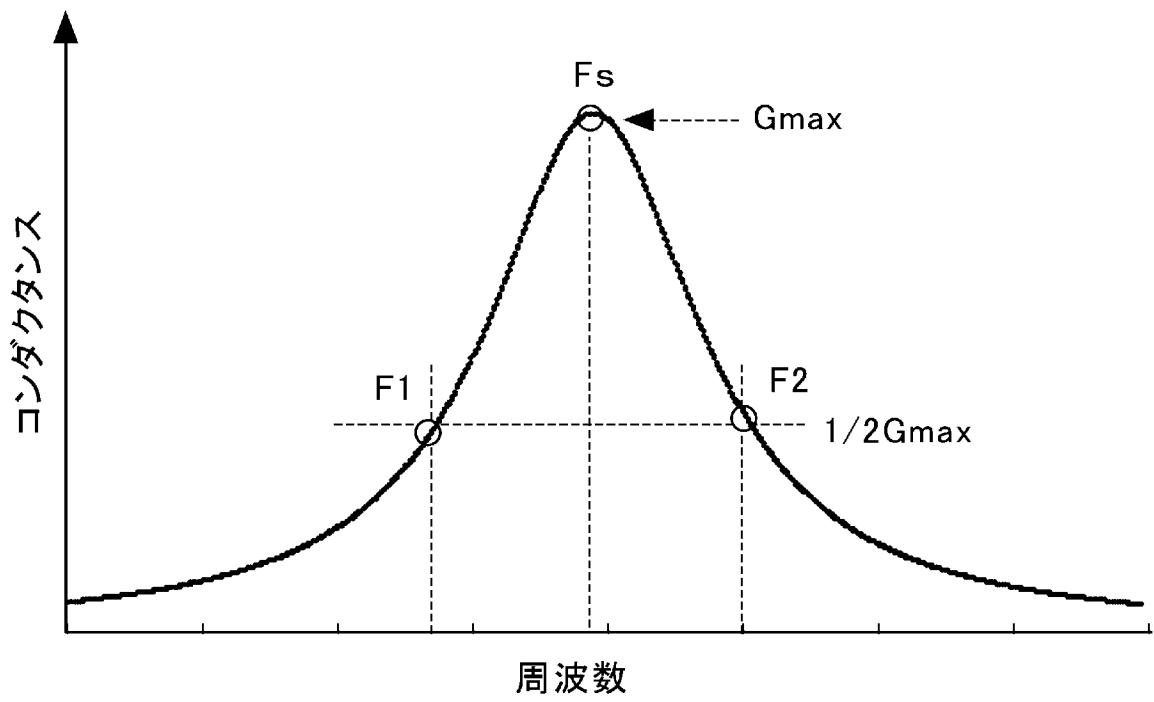
[請求項6]

水晶振動子から構成されたセンサーと、

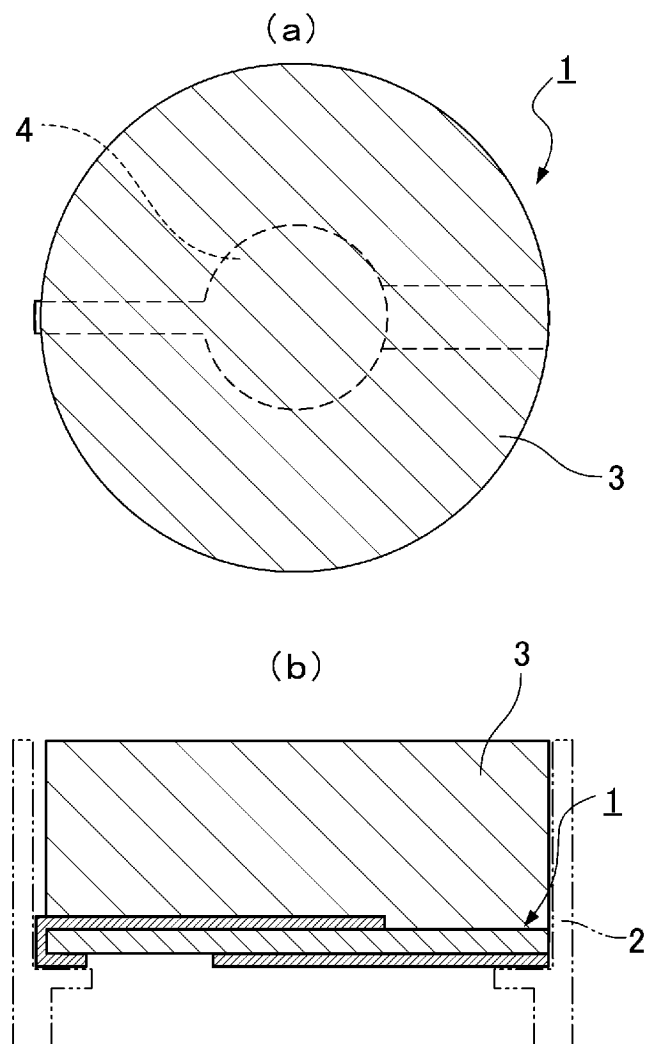
前記水晶振動子の共振周波数 F_s の変化量 ΔF_s 及び共振周波数 F_s のコンダクタンス $G_{\max}$ の半値であるコンダクタンス $1/2G_{\max}$ となる第1の周波数 F_1 及び第2の周波数 F_2 の半値半周波数 $(F_1-F_2)/2$ の変化量 ΔF_w を測定するための測定手段と、

前記共振周波数の変化量 ΔF_s 及び半値半周波数の変化量 ΔF_w のそれぞれの2乗差、及び、前記共振周波数の変化量 ΔF_s 及び半値半周波数の変化量 ΔF_w の積を演算により求めるための演算手段とを備えたことを特徴とする粘弾性の測定装置。

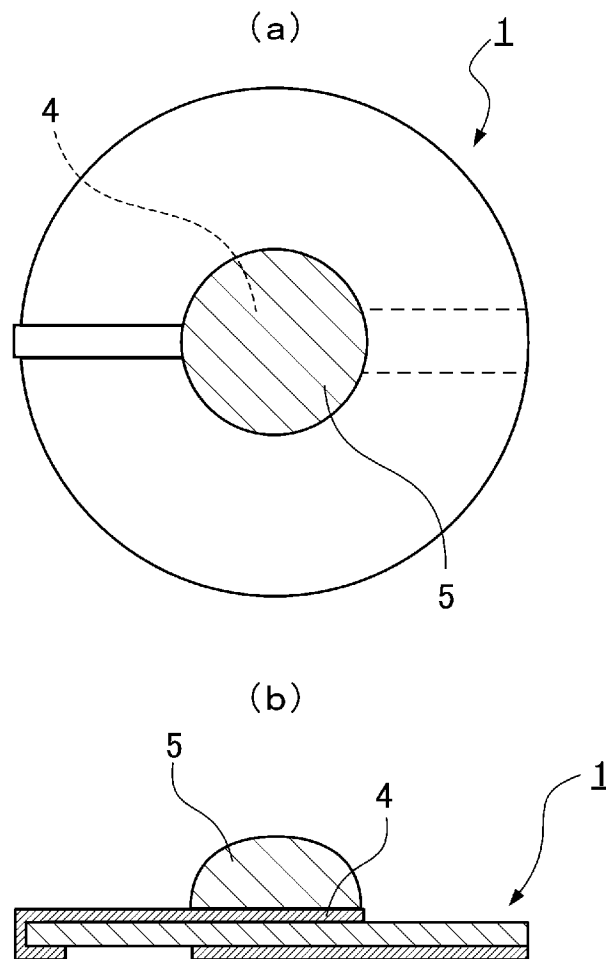
[図1]



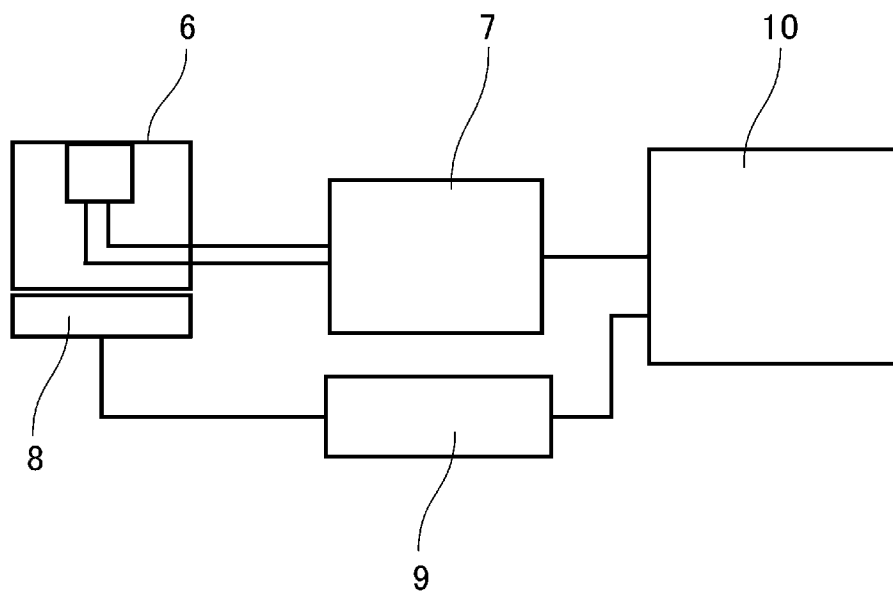
[図2]



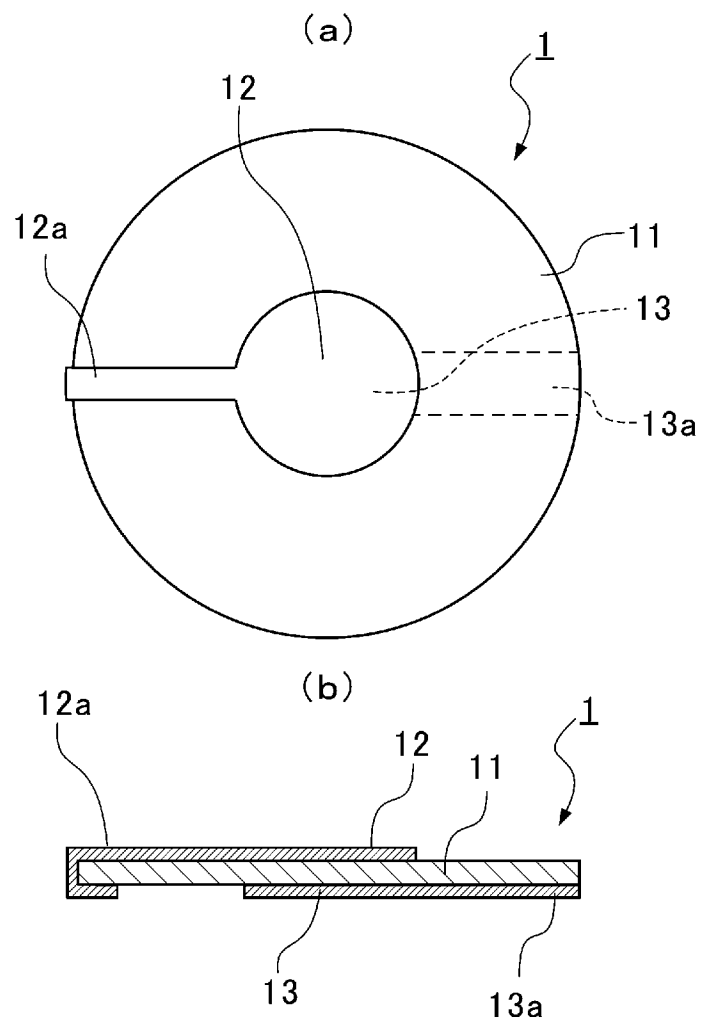
[図3]



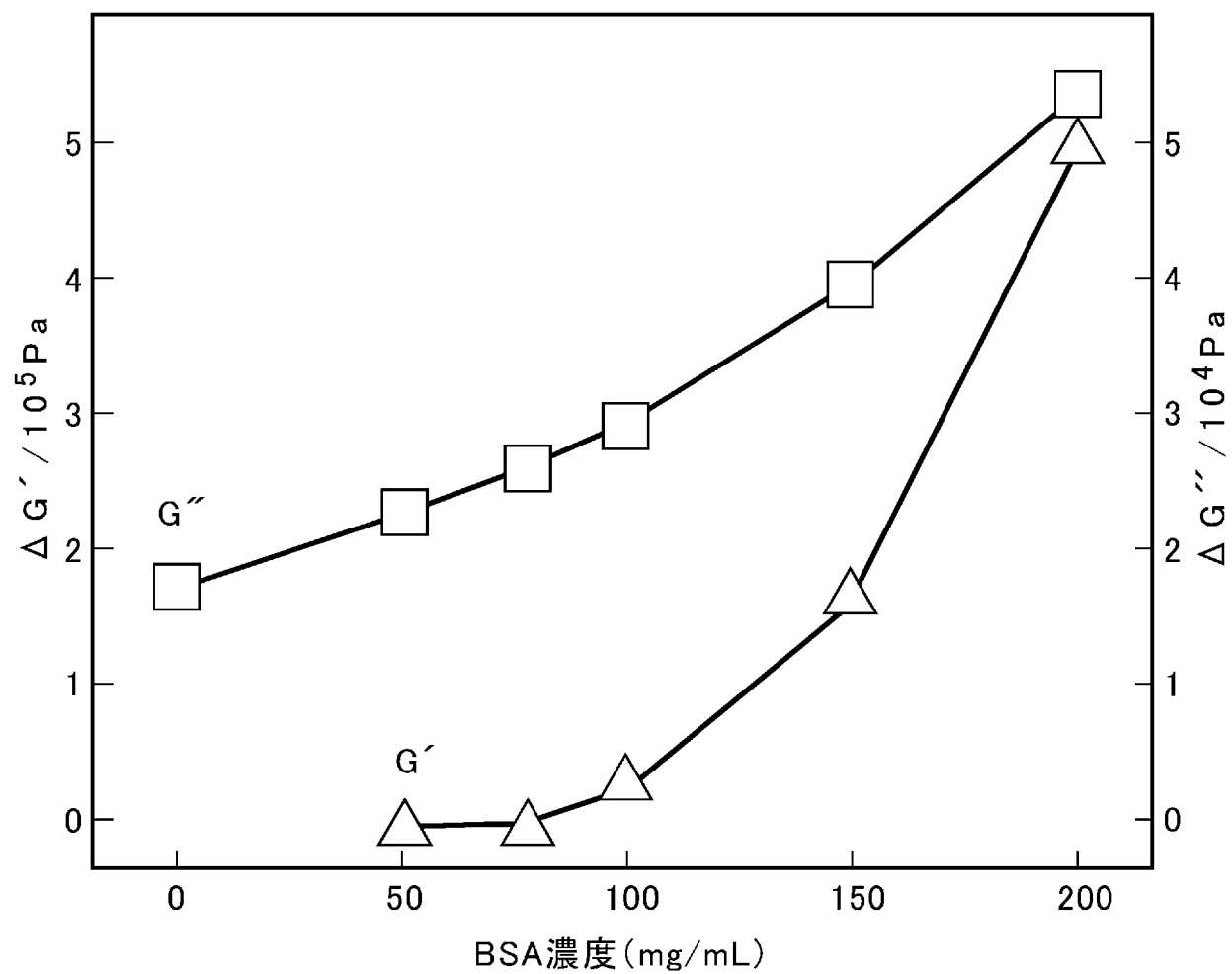
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/001456

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N11/16(2006.01) i, G01N19/00(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)

G01N11/16, G01N19/00

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 2004-325257 A (Ulvac, Inc.), 18 November 2004 (18.11.2004), entire text; all drawings & US 2004/0150428 A1 & US 2006/0272396 A1 & EP 1434047 A2	1-6
A	WO 2007/004376 A1 (Ulvac, Inc.), 11 January 2007 (11.01.2007), entire text; all drawings & JP 2007-10519 A & US 2009/0038859 A1 & EP 1898203 A1	1-6

☐ 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
14 April, 2011 (14.04.11)

Date of mailing of the international search report
26 April, 2011 (26.04.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. G01N11/16(2006.01)i, G01N19/00(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. G01N11/16, G01N19/00

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 2004-325257 A（株式会社アルバック）2004.11.18, 全文, 全図 & US 2004/0150428 A1 & US 2006/0272396 A1 & EP 1434047 A2	1 - 6
A	WO 2007/004376 A1（株式会社アルバック）2007.01.11, 全文, 全図 & JP 2007-10519 A & US 2009/0038859 A1 & EP 1898203 A1	1 - 6

☐ 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

1 4 . 0 4 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 4 . 2 0 1 1

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）

2 J

9 1 1 6

▲高▼見 重雄

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