

(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
2009年10月29日(29.10.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/131185 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 11/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/058089
- (22) 国際出願日: 2009年4月23日(23.04.2009)
- (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 2008-116359 2008年4月25日(25.04.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人東京大学(The University of Tokyo) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 酒井 啓司 (SAKAI, Keiji) [JP/JP]; 〒1138654 東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA, Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, 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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, 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, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

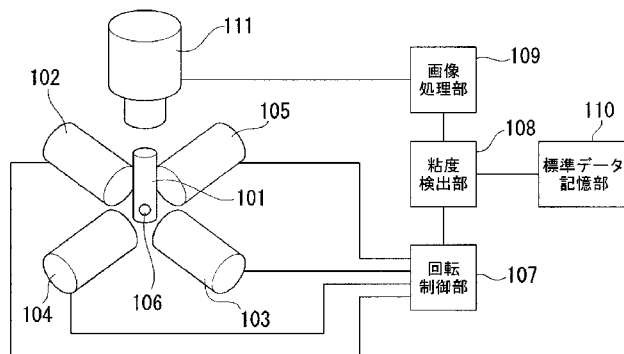
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: DEVICE FOR MEASURING VISCOSITY/ELASTICITY AND METHOD FOR MEASURING VISCOSITY/ELASTICITY

(54) 発明の名称: 粘性・弾性測定装置および粘性・弾性測定方法

[図1]



109 IMAGE PROCESSING SECTION
108 VISCOSITY DETECTION SECTION
110 STANDARD DATA STORAGE SECTION
107 ROTATION CONTROL SECTION

(57) Abstract: A device for measuring viscosity/elasticity is characterized in that the device comprises a conductive rotor, a container containing an object sample for detecting viscosity in which the rotor is arranged, magnets arranged around the container and applying a magnetic field to the rotor, a rotation control section for applying a rotating magnetic field to the rotor by driving the magnets to induce an induction current in the rotor, and rotating the rotor by applying a rotary torque thereto through Lorentz interaction of the induction current and the magnetic field applied to the rotor, a rotation detection section for detecting the number of revolutions of the rotor, and a dynamical characteristics detection section for detecting the viscosity and/or elasticity of the sample touching the rotor from the number of revolutions.

(57) 要約: 導電性の回転子と、粘性を検出する対象の試料が入れられ、該試料内に前記回転子が配置された容器と、該容器の周りに配置され、前記回転子に対して磁場を印加する磁石と、該磁石を駆動して前記回転子に回転磁界を与え、前記回転子内に誘導電流を誘起し、該誘導電流と該回転子に印加される磁場とのローレンツ相互作用により、該回転子に回転トルクを与えて回転させる回転制御部と、前記回転子の回転

数を検出する回転検出部と、前記回転数により、前記回転子に接する試料の粘性及び/または弾性を検出する力学特性検出部とを有することを特徴とする粘性・弾性測定装置。

WO 2009/131185 A1

明 細 書

発明の名称： 粘性・弾性測定装置および粘性・弾性測定方法 技術分野

[0001] 本発明は、物質の力学物性である粘性及び弾性を測定するための粘性・弾性測定装置及び粘性・弾性の測定方法に関する。

本願は、２００８年４月２５日に、日本に出願された特願２００８－１１６３５９号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 物質の粘性・弾性測定は、医薬品、食品、塗料、インク、化粧品、化学製品、紙、粘着剤、繊維、プラスチック、飲料（例えばビール）、洗剤、コンクリート混和剤、シリコン等の製造過程で、品質管理、性能評価、原料管理、研究開発に必要不可欠な測定技術である。そのため従来より、対象とする物質の力学物性を検出するため、粘性や弾性の測定が行われている（例えば、特許文献１参照）。

[0003] 従来知られている粘性測定法には以下に示すような方法がある。

（１）粘度管法では、流体が細管中を流下する速度から、前記流体の粘度が測定される。

（２）試料に振動子を接触させ、振幅の変化により、粘性を測定する方法。

（３）表面弾性波の伝搬特性より、粘性を測定する方法。

（４）試料中で回転子を回転させ、粘性抵抗により発生するトルクを直接測定して、粘性を測定する方法。

（５）流体試料中を落下する剛体球の落下時間より粘性を測定する方法。

（６）動的光散乱法では、ブラウン運動する粒子にレーザ光を照射して動的散乱の測定より求められる拡散係数から、粘性が求められる。

（７）Zimm型粘度測定法では、試料に浮遊させた探触子を回転させ、その回転トルクから粘性を測定する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-69872号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上述した粘性測定方法の内、(1)～(5)に記載した方法に関しては、数cc以上の多量の試料が粘性の測定に必要となるという欠点があった。

また、(2)～(5)に記載した方法では、粘性の計測を精度よく行うためには、試料が少なくとも10cP以上の粘性を有する必要がある。そのため、これらの方法では、低粘度の材料の粘度を測定できないという欠点があった。

さらに(6)の方法について測定装置が大掛かりになるという欠点、また透明試料以外には適用できないという困難がある。

[0006] また、(7)に記載した方法に関しては、表面に浮力によって浮いた探触子を回転させるため、試料表面にさざなみを起こし、このためのエネルギー損失が無視できなくなるという欠点があった。また試料表面に分子吸着膜が形成される場合には、その膜の有する表面粘弾性によって測定誤差が生じるという欠点があった。探触子の回転が、流体試料中に没している部分の長さに依存するため、試料物質の密度が既知である必要があるという制約があった。

また、(1)～(7)記載のいずれの方法においても、試料容器が高価であり、容器を再利用する必要がある。そのため、測定後の試料容器の洗浄が必要であり、先の測定試料が完全に除去されなければ、その影響が残り、高精度の測定が行えないという制約があった。

[0007] すなわち、これまで一般的に用いられている粘弾性の測定方法では、一定の測定精度を得るためにはある程度以上の量の試料が必要であるという欠点があった。

また、粘性が100cPより小さい物質に対しては測定精度が悪くなると

いう欠点があった。また回転型の粘度計や光散乱による計測では装置が大掛かりになり、簡便な計測が出来ないという制約があった。

以上の理由により、従来の原理に基づく手法では、液体や他のソフトマテリアルについて普遍的な物理量である粘性・弾性に関して、少量の試料で簡便に測定することが困難であった。また低粘度の試料について高精度で粘性・弾性を測定することが困難であった。さらに測定容器の洗浄を必要とするなど、測定効率上の制約もあった。

[0008] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、従来の測定法に比べ、比較的少量の試料で粘性・弾性を測定でき、小型で簡易な測定装置であり、検出対象の物質を入れる容器を安価なものとして使い捨てを可能とした粘性・弾性測定装置及び粘性・弾性の測定方法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

[0009] 本発明の粘性・弾性測定装置（力学特性測定装置）は、導電性の回転子と、試料（粘性および/または弾性を検出する検出対象物質）および前記回転子を収納し、該試料内に前記回転子が配置される容器と、該容器の周りに配置され、前記回転子に対して磁場を印加する磁石と、該磁石を駆動して前記回転子に回転磁界を与え、前記回転子内に誘導電流を誘起し、該誘導電流と該回転子に印加される磁場とのローレンツ相互作用により、該回転子に回転トルクを与えて回転させる回転制御部と、前記回転子の回転運動を検出する回転検出部と、前記回転トルクと前記回転運動に基づき、前記回転子に接する試料の粘性・弾性を検出する力学特性検出部（粘性・弾性検出部）とを有することを特徴とする粘性・弾性測定装置である。

上記装置において検出される粘性は、試料の粘性係数で示されるものであってもよい。

上記装置において検出される弾性は、弾性率で示されるものであってもよい。

[0010] 上記粘性・弾性測定装置は、前記回転検出部が前記回転子の回転数を検出し、前記回転子の回転トルクと回転数に基づき、前記力学特性検出部が前記

試料の粘性を検出する、粘性・弾性測定装置であってもよい。

上記粘性・弾性測定装置は、前記回転検出部が、前記回転トルクが付与される前の初期静止位置から前記回転トルクと前記試料の弾性抵抗のつりあいにより前記回転子が静止する平衡静止位置までの回転角度を検出し、前記回転子の回転トルクと回転角度に基づき、前記力学特性検出部が前記試料の弾性を検出する、粘性・弾性測定装置であってもよい。

[0011] 上記粘性・弾性測定装置は、既知の粘性を有する複数の物質（標準試料）中における前記回転子の回転トルクと、回転数との関係を予め測定した標準データを記憶する記憶部を更に有し、前記力学特性検出部が測定した試料中での前記回転子の回転トルクと回転数との関係と、前記標準データとを比較することにより、前記試料の粘性を検出する粘性・弾性測定装置であってもよい。

上記粘性・弾性測定装置は、既知の弾性を有する複数の物質中における前記回転子の回転トルクと、回転角度との関係を予め測定した標準データを記憶する記憶部を更に有し、前記力学特性検出部が測定した試料中での前記回転子の回転トルクと回転角度との関係と、前記標準データとを比較することにより、前記試料の弾性を検出する粘性・弾性測定装置であってもよい。

[0012] 上記粘性・弾性測定装置は、前記回転子にマークが付加されており、前記回転検出部が前記マークの回転を検出することにより、回転子の回転運動を検出する粘性・弾性測定装置であってもよい。

上記粘性・弾性測定装置は、前記回転子の底部の少なくとも一部が、前記容器内面の底部と接し、前記回転子と接する前記容器内面の底部が滑らかな平面、あるいは滑らかな凹面状の曲面であり、前記回転子の底部が滑らかな凸面状の曲面であることを特徴とする粘性・弾性測定装置であってもよい。

[0013] 上記粘性・弾性測定装置は、前記回転子の半径が以下の式により決定されることを特徴とする粘性・弾性測定装置であってもよい。

[数1]

$$R < \frac{3}{2} \frac{\omega \eta \beta}{\alpha \Delta \rho \mu g}$$

ここで、Rは回転子の半径、gは重力加速度、 ω は角速度、 η は粘性係数、 $\Delta \rho$ は回転子と試料の密度差、 μ は回転子下部と容器底部の摩擦係数、 α 及び β は係数である。

ここで、粘性係数 η には、試料に類似して既知の粘性を有する物質（例えば、試料と実質的に同じ化学組成を有する物質）の粘性係数をあてはめ、Rの条件をもとめてもよい。あるいは、試料に類似して既知の粘性を有する物質の粘性係数より、やや高い値（110～150%程度）を設定して仮の粘性係数とし、上記式にあてはめて、Rをもとめてもよい。

[0014] 上記粘性・弾性測定装置は、前記回転子が、前記試料内に、一部分あるいは全部分が没していることを特徴とする粘性・弾性測定装置であってもよい。

上記粘性・弾性測定装置は、前記試料が、液体またはソフトマテリアルである粘性・弾性測定装置であってもよい。

[0015] 本発明の粘性・弾性検出方法は、容器に粘性・弾性を検出する対象の試料（検出対象物質）を充填し、該試料内に導電性の回転子を配置する過程と、該容器の周りに配置された磁石により、前記回転子に対して磁場を印加する過程と、該磁場を時間的に変動させ、前記回転子内に誘導電流を誘起し、該誘導電流と該回転子に印加される磁場とのローレンツ相互作用により、該回転子に回転トルクを与えて回転させる回転制御過程と、前記回転子の回転運動を検出する回転検出過程と、前記回転トルクと回転運動に基づき、前記回転子に接する試料の粘性・弾性を検出する力学特性検出過程とを有することを特徴とする粘性・弾性測定方法である。

上記方法において検出される粘性は、試料の粘性係数で示されるものであってもよい。

上記方法において検出される弾性は、弾性率で示されるものであってもよい。

い。

[0016] 上記粘性・弾性測定方法は、前記回転制御過程において、前記回転子を回転させ、前記回転子の回転数を前記回転検出過程で検出し、前記回転トルクと前記回転数に基づき、前記試料の粘性を検出する、粘性・弾性測定方法であってもよい。

上記粘性・弾性測定方法は、前記回転制御過程において、前記回転トルクにより、前記トルクを付与される前の初期静止位置から、弾性抵抗と前記トルクのつりあいにより、前記回転子が静止する平衡静止位置まで前記回転子を回転させ、前記初期静止位置から前記平衡静止位置までの回転角度を前記回転検出過程で検出し、前記力学特性検出過程において、前記回転トルクと回転角度に基づき、前記回転子に接する試料の弾性を検出する粘性・弾性測定方法であってもよい。

[0017] 上記粘性・弾性測定方法は、既知の粘度を有する複数の物質（標準試料）中における前記回転子の回転トルクと、回転数との関係を予め測定して標準データを作製する過程をさらに有し、前記試料中での前記回転子の回転トルクと回転数との関係を、前記標準データとを比較することにより、前記試料の粘性を検出する粘性・弾性測定方法であってもよい。

上記粘性・弾性測定方法は、既知の弾性を有する複数の物質（標準試料）中における前記回転子の回転トルクと、回転角度との関係を予め測定して標準データを作製する過程をさらに有し、前記試料中での前記回転子の回転トルクと回転角度との関係を、前記標準データとを比較することにより、前記試料の弾性を検出する粘性・弾性測定方法であってもよい。

上記粘性・弾性測定方法の前記回転制御過程において、前記磁場を該磁場の水平方向の向き（磁場の向きの水平成分）が経時的に回転する回転磁場とするように制御してもよい。

上記粘性・弾性測定方法において、前記回転子は、前記試料の比重より大きな比重を有する材料からなるものであってもよい。

発明の効果

[0018] 以上説明したように、本発明によれば、試料と接して回転する回転子に印加する回転トルクと、回転子の回転運動の関係から粘性及び/または弾性を測定するため、少量の検出対象物の試料で、低粘度から高粘度にいたる広い領域にわたる粘性を測定することができる。また回転子に回転磁界を与えることにより回転子を回転させ、この回転子の回転数を測定し、回転トルクと回転子の回転数との関係から試料の粘性を検出し、回転トルクと回転子の回転角度との関係から試料の弾性を検出するため、従来に比較して簡便な装置により粘性・弾性を測定することが出来る。さらに、試料を入れる容器に通常の試験管などを利用し、使い捨てとすることができる。そのため、容器を洗浄する手間を省略し、直前の測定物質の影響を完全に排除して、高精度な測定を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の実施形態による粘性・弾性検出装置の構成例を示すブロック図である。

[図2]検出対象物質が水の場合における回転磁場の回転速度及び回転子（球）の回転速度の差と、回転子の回転速度（回転数）との関係を表すグラフである。

[図3]検出対象物質がショ糖の場合における回転磁場の回転速度及び回転子（球）の回転速度の差と、回転子の回転速度（回転数）との関係を表すグラフである。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の一実施形態による粘性・弾性測定装置を図面を参照して説明する。図1は同実施形態による粘性・弾性測定装置の構成例を示すブロック図である。

この図において、容器101は、例えば小型の試験管などである。容器101には、力学的物性としての粘性（すなわち、粘性係数）を測定する対象の検出対象物が収納される。容器101の内径は下記に説明する回転子106の直径よりわずかに大きければよい。また測定時に容器101に収納され

る試料（検出対象物）の深さは回転子 106 が没する程度でよい。このため、きわめて微量の試料で計測が可能になる。例えば回転子 106 として 1 mm の導体球を用いる場合、必要な試料の量は 100 μ リットルあれば十分である。ここで、回転子 106 は、検出対象物質である試料内に、一部分あるいは全部分が没していてもよい。

[0021] 回転子 106 は、導体（例えば、アルミニウムなどの金属）で構成されており、容器 101 に接する下部が滑らかな凸状の曲面を有する形状を有する。例えば、回転子 106 は、球状、あるいは半球状（すなわち、上記容器 101 の内底部（容器内面の底部）と接する部分が、球面の一部の形状を有する形状）であってもよい。また回転子 106 は、回転楕円体状の形状を有してもよい。回転子 106 は、上記容器 101 内において、検出対象物内に接するように配置される。すなわち、回転子 106 は、一部または全部が、この検出対象物に没するように配置される。回転子 106 の下部が接する容器 101 の内底部も滑らかな平面でもよいし、凹状の滑らかな曲面を有していてもよい。

回転子 106 としては市販の金属球を用いることが出来る。そのため、容器 101 の市販の試験管とあわせて使用することにより、試料に接する部分をディスプレイザブルな構成とすることが出来る。このため、生体材料など、廃棄に特段の注意を要する物質を測定対象とする場合でも、焼却・滅菌などの後処理が容易に行えるという利点がある。

本発明によれば、小さな回転子を用い、微量の試料の粘性・弾性の測定を行うことができる。例えば、回転子は直径 1 cm 以下、または直径 2 mm 以下程度の金属球であってもよい。本発明によれば、容積 100 ~ 500 μ リットル程度の試料でも、粘性・弾性の測定を行うことができる。

[0022] 容器の回りには、電磁石 102、103、104、105 が配置されている。

電磁石 102 及び電磁石 103 の組 A は、容器 101 の長尺方向に直交する平面内において、上記容器 101 を間に配置して、直列に置かれている。

電磁石 104 及び電磁石 105 の組 B は、組 B と同一の平面内において、組 A の配置方向と直交する方向に、上記容器 101 を間に配置して、直列に置かれている。

すなわち、容器 101 の長尺方向を直交座標系の z 軸に沿って配置した場合、組 A を x 軸に沿って配置し、組 B を y 軸に沿って配置することができる。

例えば、容器 106 の張尺方向を鉛直方向に沿って配置し、電磁石の組 A および組 B を、水平面内に配置してもよい。

[0023] 電磁石 102、103、104、105 は、回転制御部 107 に接続されている。回転制御部 107 は、交互に組 A、組 B の電磁石を駆動し、互いに直交する 2 方向 (x 軸方向、 y 軸方向) の磁場を時間的に交互に生成して変動させる。

例えば、回転制御部 107 で、組 A の電磁石 102 及び電磁石 103 を駆動している際 (すなわち、電磁石 102 および電磁石 103 のコイルに電流が流されている際) は、組 B の電磁石 104 及び電磁石 105 は駆動しない。組 B の電磁石 104 及び電磁石 105 が駆動される際は、組 A の電磁石 102 及び電磁石 103 は駆動されない。

回転制御部 107 は、上記の電磁石制御により、回転子 106 に対して回転磁界を与え、回転子 106 内に誘導電流を誘起する。そして、この誘導電流と、回転子 106 に印加される磁場とのローレンツ相互作用により、回転子 106 に対して回転トルクを与えて回転させる。

この交互に駆動させる時間周期は、力学特性検出部 108 が回転制御部 107 に対して指示する。

[0024] 上述した構成においては、電磁石を用い、電磁石のコイルに対して順次電流を流して駆動することにより、回転子 106 に対して回転磁界を与えている。これに替えて、一組の永久磁石を容器 101 を介して直列に配置し、この永久磁石をモータなどにより容器 101 の周りを回転させて、回転子 106 に対して、回転磁界を印加することにより、回転子 106 に回転トルクを

与えるように構成してもよい。この際、永久磁石の組の回転数は、力学特性検出部 108 の指示に対応して回転制御部 107 が制御する。

[0025] 画像処理部 109 は、例えば、顕微鏡を有する撮像素子（CCD）から構成されている。画像処理部 109 は、上記容器 101 の開口部上部に配置される。画像処理部 109 は、回転子 106 に付加されているマークの回転を検出することにより、回転子 106 の回転数を測定する。そのため、画像処理部 109 は、撮像方向が回転子 106 の上部面に付加されたマークを検出できる位置となるように、容器 101 の上方に配置されている。

[0026] 標準データ記憶部 110 には、粘度の異なる複数の標準試料について、回転子 106 に印加される回転トルクと、回転子 106 の回転数の関係を示す標準データが記憶されている。

標準データは、あらかじめ各標準試料を容器 101 に入れ、回転子 106 を回転させて、回転子 106 に印加した回転トルクと、回転子 106 の回転数を記録することにより、得ることができる。

この各標準試料の測定においては、回転子 106 回転数を変化させ、それぞれの回転数における回転トルクを算出し、後述される（8）式により近似される一次曲線の傾きを求めたものが標準データの一部として設定される。

[0027] 力学特性検出部 108 は、画像処理部 109 および標準データ記憶部に接続されている。力学特性検出部 108 は、画像処理部 109 の出力する回転子 106 の回転数と、その回転数に対応する回転トルクとのデータを取得する。次いで、後述する（8）式で示される一次曲線の傾きを、検出対象物質に対して求め、標準データ記憶部 110 から読み出した標準データの傾きとの比を求める。すなわち検出対象物質の一次曲線の傾きにより、標準データの一次曲線の傾きを除算し、この傾きの比を標準データの粘度に乗算することにより、検出対象物質の粘度 η を算出する。

このとき、力学特性検出部 108 は、複数の標準データに基づいて、検出対象物質の粘度を決定することもできる。例えば、力学特性検出部 108 は、標準データ記憶部 110 に記憶されている複数の異なる標準試料における

一次曲線の傾きを読み出してもよい。この場合、各標準データ毎に、標準データの一次曲線の傾きを検出対象物質の一次曲線の傾きにより除算し、傾きの比を対応する標準データの粘度に乗算して粘度値を求め、複数の標準データに基づいて求められた粘度値を平均して、検出対象物質の粘度としても良い。

[0028] 以下に、回転子 106 に与える回転トルクと、回転子 106 の回転数とにより、粘度を測定する理論について説明する。

ここでは、直交座標系に基づいて説明するため、容器の長尺方向を z 軸に平行な方向、組 A の配置を x 軸に平行な方向、組 B の配置を y 軸に平行な方向としている。

例えば、容器 101 周辺には、組 A の電磁石 102 及び 103 により、 x 軸に平行な磁場を $B = (B_0 \cos \omega t, 0, 0)$ で示されるように生じ、組 B の電磁石 104 及び 105 により y 軸に平行な磁場が $B = (0, B_0 \sin \omega t, 0)$ で示されるように生じてもよい。ここで、 B_0 は、磁場強度の最大値、 ω は角速度、 t は時間である。

導体である回転子 106 内部には、時間的に変化する磁場 B (回転磁場) により、

$$\text{rot } E = - (d B / d t)$$

を満たす電界が生じる。

この電界は、以下の (1) 式のように計算される。

[0029] [数2]

$$E = \frac{\omega B_0}{2} (-z \cos \omega t, -z \sin \omega t, x \cos \omega t + y \sin \omega t) \quad \dots (1)$$

[0030] これにより、回転子 106 内部には、導体の電気伝導度を σ として、

$$I = \sigma E$$

の電流が流れる。この電流 I と磁場 B とのローレンツ相互作用により、回転子 106 には、以下の (2) 式にて示される力 F (ローレンツ力) が働く。

。

[0031] [数3]

$$F = \frac{\omega B_0^2 \sigma}{2} (-(x \cos \omega t + y \sin \omega t) \sin \omega t, (x \cos \omega t + y \sin \omega t) \cos \omega t, 0) \quad \dots (2)$$

[0032] 上記Fにおいて、回転面に対して鉛直な回転子106の中心軸の周りの、動径方向の成分は、時間変化の一周期にわたって積分することにより、以下の(3)式により計算できる。

[0033] [数4]

$$F_\theta = \frac{\pi \omega \sigma B_0^2}{2} r, \quad r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad \dots (3)$$

[0034] 上記(3)式により表される力 F_θ は、回転子106を球の鉛直な中心軸の周りに回転させる力となる。そのトルクTは、以下の(4)式により表される。

[0035] [数5]

$$T = \int_{\text{球内部}} dV F_\theta r, \quad r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad \dots (4)$$

[0036] 上記トルクTにより回転子106は回転する。しかしながら、その回転速度を決定する要因には次の二つがある。

一つは回転子106と容器101の底部との間の摩擦であり、もう一つは回転子106が接する検出対象物質の粘性抵抗である。

回転子106の回転から、この回転子106に接する検出対象物質の粘性を精度よく求めるためには、容器101の底部における摩擦力による抵抗が、検出対象物質の粘性抵抗に比べ、実質的に同程度（すなわち同様の数値）か、あるいは小さい必要がある。

[0037] ここで、式を簡略化するため、回転子106の回転面に対して垂直な半径をRとし、回転子106の下部が容器101の底部に接触している、回転子106の下部面積における有効接触面の半径を αR ($\alpha < 1$) とする。

この有効接触半径内においては、回転子106にかかる重力による応力は一定であるとする。

また、回転子 106 の下部と、容器 101 の底部との間の摩擦係数を μ 、回転子 106 と検出対象物質との密度差を $\Delta\rho$ 、重力加速度を g とすると、摩擦に打ち勝って球を回転させるために必要なトルク T_f は、以下の (5) 式により計算できる。

[0038] [数6]

$$T_f = \frac{8\pi}{9} \alpha \mu \Delta\rho g R^4 \quad \dots (5)$$

[0039] また、検出対象物質により満たされた無限の空間内において、回転子 106 が角速度 ω で回転するのに要するトルク T_r は、粘性係数を η として、以下の (6) 式にて示される程度である。

[0040] [数7]

$$T_r = \frac{4}{3} \pi R^3 \omega \eta \quad \dots (6)$$

[0041] 回転子 106 の下部が容器 101 の平面状ないし曲面状の底部と接している場合、さらに要するトルク T_f は大きくなる。この係数を β とすると β は 1 のオーダーであり、1 より大きい。この β には、回転子 106 の回転により、検出対象物質が回転する際の、回転子 106 と、容器 101 の側壁との間接的な相互作用の係数も含まれている。(6) 式までは $\beta = 1$ としている。

以上より、摩擦力より粘性抵抗が強く働くための条件は $T_r > T_f$ であることがわかる。トルク T_f は R の 4 乗に比例し、トルク T_r は R の 3 乗に比例する。そのため、十分に小さい R を選べばこの条件を満たすことが出来る。

すなわち、粘性係数（粘度） η の液体の粘性を測定するための条件は、以下の (7) 式により決定される。

[0042] [数8]

$$R < \frac{3}{2} \frac{\omega \eta \beta}{\alpha \Delta\rho \mu g} \quad \dots (7)$$

[0043] 多くの場合、粘性の測定対象となる試料は、既知の物質の特性を変化させてものである。したがって、試料に類似する既知の物質（たとえば、類似す

る化学組成を有する物質)の粘性係数、またはその110～150%程度の数値を仮粘性係数として上式の η にあてはめ、Rに関する条件をもとめることができる。

- [0044] 例えば、対象物質を水と想定して $\eta = 10^{-3} \text{ Pas}$ とし、回転子106としてアルミニウム球を想定して $\Delta \rho \sim 2000 \text{ kg/m}^3$ とし、また $\alpha \sim 1/100$ の程度であるとし、 $\beta \sim 1$ の程度とし、 $\mu \sim 0.1$ の程度であるとする、毎秒一回転程度の角速度 $\omega \sim 10 \text{ rad/s}$ では $R < 1 \text{ mm}$ が条件となる。

アルミニウム球にかかるトルク T_r は、磁場の回転速度(組Aと組Bとを順次駆動して、磁場をx軸方向またはy軸方向として変化させる速度)と、実際にアルミニウム球の回転する回転速度の差に比例する。

- [0045] このため磁場の回転速度をあらかじめ決定し、球の回転速度を計測すれば球にかかる回転トルク T を推定することができる。

この回転トルク T の計算には、(4)式を用いてもよいし、あるいは粘度が既知の標準試料を用いて得られる校正曲線(標準データ記憶部110に記憶されている標準データの傾き)を用いてもよい。

このようにして得られたトルク T は、以下に示す(8)式にて表される。

- [0046] [数9]

$$T = \frac{4}{3} \pi \beta R^3 \omega \eta + \frac{8\pi}{9} \alpha \mu \Delta \rho g R^4 \quad \dots (8)$$

- [0047] これより印加されたトルク T と角速度 ω の関係は、切片を通る一次曲線となる。すなわち、角速度 ω を横軸に、トルク T を縦軸にとって図示すると、(8)式の第2項を切片として、縦軸上の一点を通る曲線として図示することができる。その切片((8)式の第2項)から摩擦によるトルクが、また傾きから粘性 η ((8)式の第1項)が求められる。なお、角速度 ω は、測定された回転数から求めることができる。

標準データ記憶部110には、粘性が既知の標準試料について、この粘性・弾性検出装置にて測定した回転トルクに比例する量と、回転子106の回転数との関係により表される式(8)の一次曲線の傾き、すなわち回転数に

対する回転トルクの変化の割合が、記憶されている。これらのデータは、粘度の異なる複数の標準試料について、それぞれ、粘度の数値とともに記憶されている。

[0048] 回転子 106 の回転運動の観察には、図 1 における顕微鏡のついた撮像素子 111 を用い、回転子 106 に付加されたマークの回転運動を検出して、回転子 106 の回転数を測定する。

回転数の測定は、他の方法を用いて行ってもよい。例えば、回転子 106 に対し、レーザー光を照射して回転による反射・干渉パターンの変化を光学的に計測する方法に替えてもよい。あるいは回転子 106 の一部を誘電体で置き換え、電極間にこの回転子が挟まれる構成となるコンデンサを構成して、回転子 106 の回転に伴う、このコンデンサの誘電率の周期的変化から、回転子 106 の回転数を計測する方法に替えてもよい。

[0049] また、撮像素子 111 による観察は、容器 101 を透明な素材とし、底部から倒立型顕微鏡により観察を行う方法に替えてもよい。この場合、観察は容器 101 の底部と、回転子 106 の下部との間のごく薄い検出対象物質の層を通して行うことができる。そのため、仮に検出対象物質が光をほとんど透過しないインク材料のような物質であっても、測定を行うことができる。このとき、回転数を検出するためのマークは回転子 106 の下部に付加することになる。

上述した回転制御部 107 が回転子 106 に対し、印加する磁場の周期および向きは、任意に変化させてもよい。

例えば、磁場の向きと回転速度を周期的に掃引することにより、回転子 106 に対して、周期的な回転トルクを印加することができる。

[0050] また、粘性に加えてゲルやゴムなどのように弾性を有する物質、あるいは粘性の緩和により弾性が生じる高分子溶液のような物質に対し、一定トルクを与えたときの静止位置から、粘性率に加えて弾性率をも同時に決定することが可能である。

ここで、弾性率はバネ定数と同様、回転変形に比例した復元力を及ぼす。

したがって、試料に粘性に加えて弾性がある場合、弾性率による復元力は、歪に比例して大きくなる。そのため、回転子 106 はある程度回転したところで弾性力（弾性抵抗）と磁場によるトルクが釣り合って静止する。

[0051] すなわち、電磁石 102～105 が生成する回転磁場の大きさを変化させるとともに、回転速度を変化させて回転子 106 に印加する回転トルクの大きさを変化させ、回転子 106 の平衡静止位置を計測することにより、回転トルクを印加しない初期状態からこの静止位置までの回転角度が検出される。この回転角度は印加された回転トルクに比例し、その比例係数は弾性率に逆比例する。これより弾性率を求めることが出来る。この際、粘度の測定と同様に、弾性率の分かっている標準試料が用いられる。回転トルクと回転角度との関係から、標準試料について比例係数を求める。そして、検出対象物質（測定試料）について求められた比例係数と、標準試料から得られた比例係数の比より、検出対象物質の弾性率を求めることができる。

[0052] 回転子 106 に加える回転トルクを時間的に変化させることにより、弾性率と粘性率とを同時に決定することも可能である。

例えば、回転子 106 に一定の回転トルクを印加後、瞬時に印加磁場を消去し、その後の回転子 106 の運動を観察すると、回転子 106 は試料の弾性により振動し、かつ粘性率によってその振動の振幅は減衰してゆく。この検出対象物における回転子 106 の振動の振幅、周期及び持続時間から、弾性率と粘性率とを決定することも可能である。たとえば、標準試料における回転子 106 の振動の振幅、周期及び持続時間を、検出対象物における回転子 106 の振動の振幅、周期及び持続時間を比較して、検出対象物質の弾性率を求めることができる。

[0053] 磁場の向きと回転速度とを周期的に掃引することにより、回転子 106 には周期的な回転トルクを印加することができる。

この周期を変化させながら、回転子 106 の回転振動の振幅と位相とを観察することによっても、粘性率と弾性率とを独自に決定することが可能である。

この観察は、上記の磁場を消去した後の減衰振動を、周波数スペクトルとして捉えるものであり、両者は原理的には同じ測定である。

[0054] <応用例>

以下、本実施形態による、具体的応用例についてさらに詳しく説明する。ただし、本発明は、以下に示す応用例に何ら限定されるものではない。

図 1 に示す粘性・弾性測定装置（力学物性測定装置）を用いて以下の粘性検出の処理を行った。

容器 101 として内径 7 mm、高さ 30 mm のガラス製試験管を用い、このガラス製試験管に測定対象試料（検出対象物質）として 20℃ の純水を 0.4 cc 挿入した。

この純水の粘性は 1.0 cP であり、この純水に回転子 106 として直径 2 mm のアルミニウム球を沈めた。

[0055] ついで、2 個の永久磁石を試料容器の周りで回転させることにより、回転磁場を生じさせた。

この回転磁場により生じる回転トルクを受け、上記アルミニウム球が回転する様子を撮像素子 110 にて捉え、この画像をビデオテープに録画した。その後、コンピュータによる画像処理（画像処理部 109）により、アルミニウム球の回転数を求めた。すなわち、回転磁場の回転速度を変化させながら、そのときのアルミニウム球の回転速度を計測した。

[0056] 図 2 はこのときの回転磁場の回転速度と回転子 106 の回転速度の差（回転トルクに比例するパラメータ）と、アルミニウム球の回転数との関係を表すグラフである。

磁場及び回転物体のそれぞれの回転速度の差は、上述したように、アルミニウム球に生じる回転トルクに比例する。

したがって、このグラフの縦軸はトルクに比例する量を表している。この関係は（8）式で表される一次関数の形をしており、第 1 項における傾きから粘性が、また第 2 項の示す切片（縦軸に対する）から摩擦力が求められることがわかる。

[0057] さらに、図1に示す力学物性測定装置を用いて以下の操作を行った。すなわち、試料容器として内径7 mm、高さ30 mmのガラス製試験管を用い、これに測定対象試料として重量比30%のショ糖の水溶液を0.4 cc挿入した。この水溶液の粘性は3.2 cPである。

これに回転子106として、直径2 mmのアルミニウム球を、上記水溶液に沈め、ついで2個の永久磁石を容器101の周りで回転させることにより、回転する回転磁場を生じさせた。

この回転磁場により生じる回転トルクを受け、アルミニウム球が回転する様子を撮像素子111にて捉え、この画像をビデオテープに録画し、その後にコンピュータによる画像処理（画像処理部109）により、回転数を求めた。すなわち、回転磁場の回転速度を変化させながら、そのときのアルミニウム球の回転速度を計測した。

[0058] 図3はこのときの回転磁場の回転速度及び回転子106の回転速度の差と、回転物体の回転数との関係を表すグラフである。

図2の純水に比べ、ショ糖水溶液の粘性が大きいため、グラフの傾きが大きくなっていることがわかる。

この切片における回転磁場の回転数は、約0.4回転/秒であり、粘性を3 cP、回転物体の直径を2 mmとしたときの摩擦力に相当する回転数を与える（7）式から導かれる値である1回転/秒とオーダーがほぼ一致している。このことから、本発明の原理が有効であることがわかる。

[0059] また、図2と図3の傾きの比は、3.26であり、実際の粘度の比3.2と極めてよく一致していることから、1 cP程度の粘性が精度よく測定できることがわかる。

また、この結果から、検出対象物質と標準試料との回転トルクと回転数との傾きの比を求めることにより、この比を標準試料の粘度に乗じて、検出対象物質の粘度を推定することが可能であることが分かる。

産業上の利用可能性

[0060] 本発明によれば、微量の試料について、高精度で粘性及び/または弾性の測

定を行うことができる。その際、試料に接触する容器、回転子には市販の安価な物品を用い、使い捨てとすることが可能である。そのため、装置に要するコストを低減できるとともに、他の試料のコンタミネーションによる影響を完全に排除することができる。また、試料の廃棄にかかる後処理も簡便かつ確実に行うことが可能となる。

請求の範囲

[請求項1]

導電性の回転子と、

試料および前記回転子を収納し、該試料内に前記回転子が配置される容器と、

該容器の周りに配置され、前記回転子に対して磁場を印加する磁石と、

該磁石を駆動して前記回転子に回転磁界を与え、前記回転子内に誘導電流を誘起し、該誘導電流と該回転子に印加される磁場とのローレンツ相互作用により、該回転子に回転トルクを与えて回転させる回転制御部と、

前記回転子の回転運動を検出する回転検出部と、

前記回転トルクと前記回転運動に基づき、前記回転子に接する試料の粘性・弾性を検出する力学特性検出部と

を有することを特徴とする粘性・弾性測定装置。

[請求項2]

前記回転検出部が前記回転子の回転数を検出し、前記回転子の回転トルクと回転数に基づき、前記力学特性検出部が前記試料の粘性を検出することを特徴とする、請求項1に記載の粘性・弾性測定装置。

[請求項3]

前記回転検出部が、前記トルクが付与される前の初期静止位置から前記回転トルクと前記検出対象物質の弾性抵抗のつりあいにより前記回転子が静止する平衡静止位置までの回転角度を検出し、前記回転子の回転トルクと回転角度に基づき、前記力学特性検出部が前記試料の弾性を検出することを特徴とする、請求項1に記載の粘性・弾性測定装置。

[請求項4]

既知の粘性を有する複数の物質中における前記回転子の回転トルクと、回転数との関係を予め測定した標準データを記憶する記憶部を更に有し、

前記力学特性検出部が測定した試料中での前記回転子の回転トルクと回転数との関係と、前記標準データとを比較することにより、前記

試料の粘性を検出することを特徴とする請求項 2 に記載の粘性・弾性測定装置。

[請求項 5] 既知の弾性を有する複数の物質中における前記回転子の回転トルクと、回転角度との関係を予め測定した標準データを記憶する記憶部を更に有し、

前記力学特性検出部が測定した試料中での前記回転子の回転トルクと回転角度との関係と、前記標準データとを比較することにより、前記試料の弾性を検出することを特徴とする請求項 3 に記載の粘性・弾性測定装置。

[請求項 6] 前記回転子にマークが付加されており、
前記回転検出部が前記マークの回転を検出することにより、回転子の回転運動を検出することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 いずれか一項に記載の粘性・弾性測定装置。

[請求項 7] 前記回転子の底部の少なくとも一部が、前記容器内面の底部と接し、
前記回転子と接する前記容器内面の底部が滑らかな平面、あるいは滑らかな凹面状の曲面であり、
前記回転子の底部が滑らかな凸面状の曲面であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 いずれか一項に記載の粘性・弾性測定装置。

[請求項 8] 前記回転子の半径が以下の式により決定されることを特徴とする請求項 1 乃至 5 いずれか一項に記載の粘性・弾性測定装置。

[数 1]

$$R < \frac{3}{2} \frac{\omega \eta \beta}{\alpha \Delta \rho \mu g}$$

ここで、R は回転子の半径、g は重力加速度、 ω は角速度、 η は粘性係数、 $\Delta \rho$ は回転子と試料の密度差、 μ は回転子下部と容器底部の摩擦係数、 α 及び β は係数である。

- [請求項9] 前記回転子が、前記試料内に、一部分あるいは全部分が没していることを特徴とする請求項1乃至請求項5いずれか一項に記載の粘性・弾性測定装置。
- [請求項10] 前記試料が、液体またはソフトマテリアルであることを特徴とする請求項1乃至請求項5いずれか1項に記載の粘性・弾性測定装置。
- [請求項11] 容器に粘性・弾性を検出する対象の試料を充填し、該試料内に導電性の回転子を配置する過程と、
該容器の周りに配置された磁石により、前記回転子に対して磁場を印加する過程と、
該磁場を時間的に変動させ、前記回転子内に誘導電流を誘起し、該誘導電流と該回転子に印加される磁場とのローレンツ相互作用により、該回転子に回転トルクを与えて回転させる回転制御過程と、
前記回転子の回転運動を検出する回転検出過程と、
前記回転トルクと回転運動に基づき、前記回転子に接する試料の粘性・弾性を検出する力学特性検出過程と
を有することを特徴とする粘性・弾性測定方法。
- [請求項12] 前記回転制御過程において、前記回転子を回転させ、
前記回転子の回転数を前記回転検出過程で検出し、
前記力学特性検出過程において、前記回転トルクと前記回転数に基づき、前記試料の粘性を検出することを特徴とする請求項11に記載の粘性・弾性測定方法。
- [請求項13] 前記回転制御過程において、前記回転トルクにより、前記トルクを付与される前の初期静止位置から、弾性抵抗と前記トルクのつりあいにより、前記回転子が静止する平衡静止位置まで前記回転子を回転させ、
前記初期静止位置から前記平衡静止位置までの回転角度を前記回転検出過程で検出し、
前記力学特性検出過程において、前記回転トルクと回転角度に基づ

き、前記回試料の弾性を検出することを特徴とする請求項 1 1 に記載の粘性・弾性測定方法。

[請求項14] 既知の粘度を有する複数の物質中における前記回転子の回転トルクと、回転数との関係を予め測定して標準データを作製する過程をさらに有し、

前記試料中での前記回転子の回転トルクと回転数との関係を、前記標準データとを比較することにより、前記試料の粘性を検出することを特徴とする請求項 1 2 に記載の粘性・弾性測定方法。

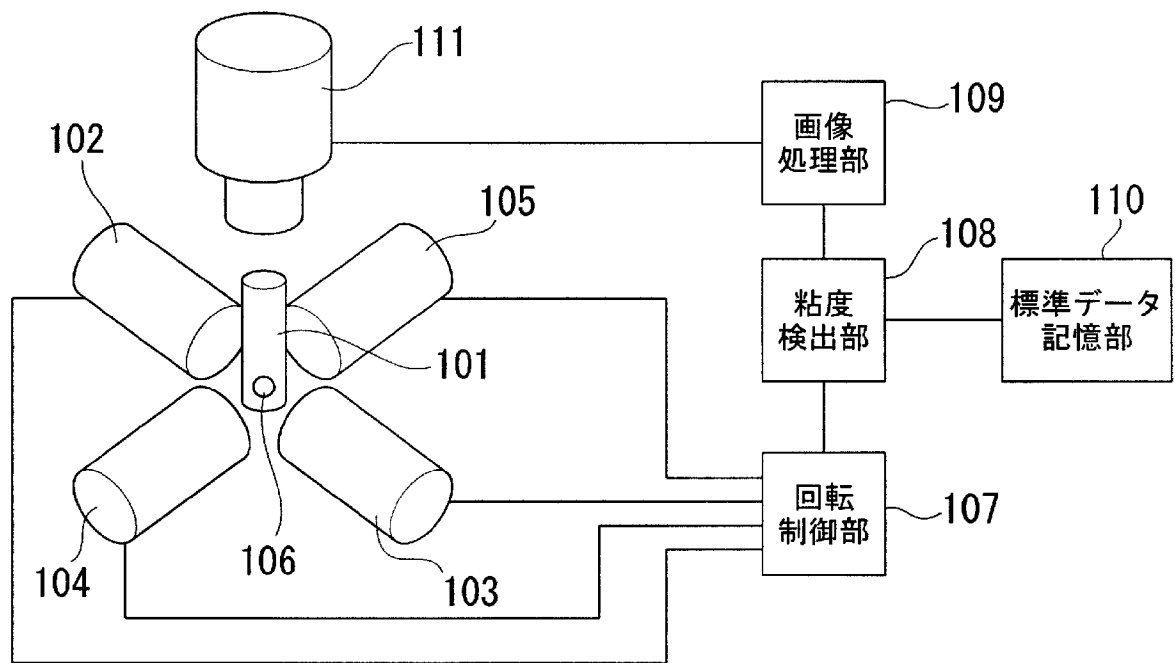
[請求項15] 既知の弾性を有する複数の物質中における前記回転子の回転トルクと、回転角度との関係を予め測定して標準データを作製する過程をさらに有し、

前記試料中での前記回転子の回転トルクと回転角度との関係を、前記標準データとを比較することにより、前記試料の弾性を検出することを特徴とする請求項 1 4 に記載の粘性・弾性測定方法。

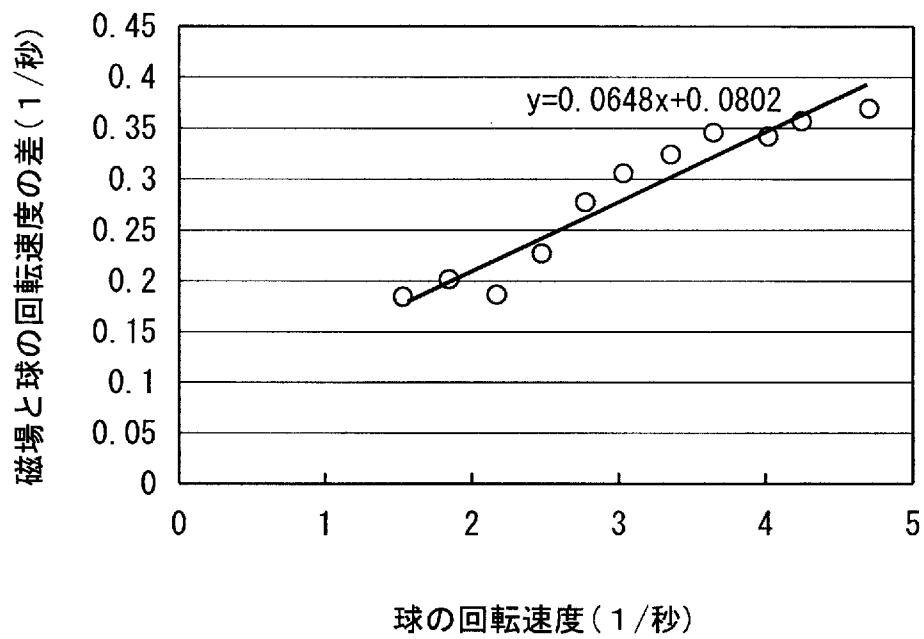
[請求項16] 前記回転制御過程において、前記磁場を該磁場の水平方向の向きが経時的に回転する回転磁場とするように制御することを特徴とする、請求項 1 1 乃至請求項 1 5 いずれか 1 項記載の粘性・弾性測定方法。

[請求項17] 前記回転子は、前記試料の比重より大きな比重を有する材料からなることを特徴とする、請求項 1 1 乃至請求項 1 5 いずれか 1 項記載の粘性・弾性測定方法。

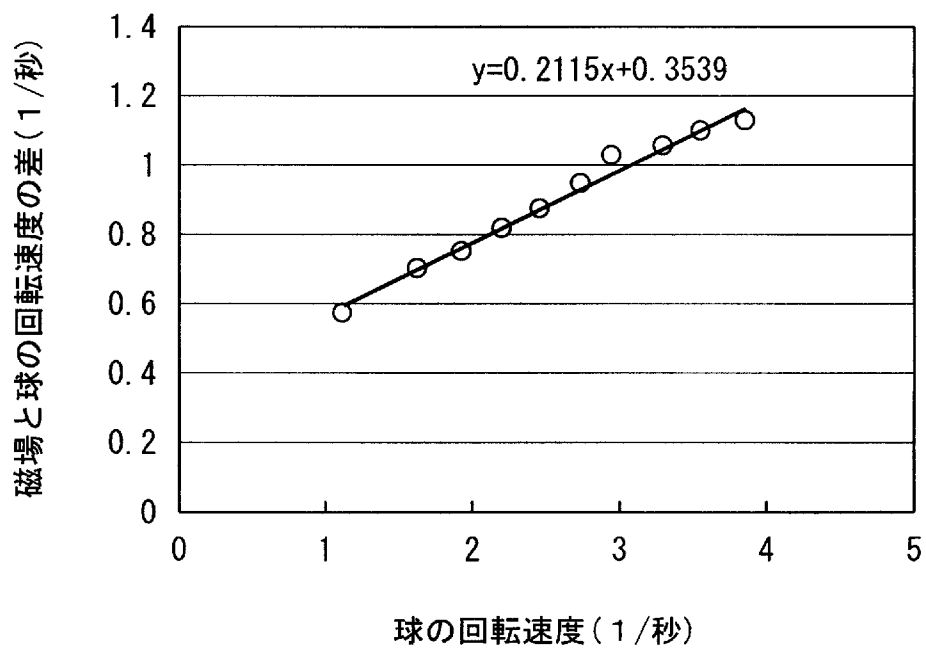
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/058089

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N11/14 (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)

G01N11/14

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 1996-2009

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009

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	Mikulas Bano, Igor Strharsky, Igor Hrmo, A viscosity and density meter with a magnetically suspended rotor, REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS, 2003.11, Vol. 74, No. 11, PP.4788-4793	1-17
Y	JP 63-12936 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 20 January, 1988 (20.01.88), Full text; all drawings (Family: none)	1-17
Y	JP 1-263533 A (Tokyo Keiki Co., Ltd.), 20 October, 1989 (20.10.89), Full text; all drawings (Family: none)	1-17

☒ 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
16 July, 2009 (16.07.09)Date of mailing of the international search report
28 July, 2009 (28.07.09)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/058089

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 2001-343316 A (Isowa Corp.), 14 December, 2001 (14.12.01), Claim 9; Par. Nos. [0013], [0015], [0086] to [0087]; Fig. 17 & JP 2004-130788 A & US 6546866 B1 & US 2004/0194651 A1 & EP 1138487 A2	1-17
A	JP 2008-80888 A (Japan Aerospace Exploration Agency), 10 April, 2008 (10.04.08), Full text; all drawings (Family: none)	1-17

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01N11/14(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. G01N11/14

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	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009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	Mikulas Bano, Igor Strharsky, Igor Hrmo, A viscosity and density meter with a magnetically suspended rotor, REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS, 2003.11, Vol. 74, No. 11, PP.4788-4793	1-17
Y	JP 63-12936 A (三菱重工業株式会社) 1988.01.20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-17
Y	JP 1-263533 A (株式会社東京計器) 1989.10.20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-17

☒ 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

16.07.2009

国際調査報告の発送日

28.07.2009

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)

2 J

9116

▲高▼見 重雄

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

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 2001-343316 A (株式会社イソフ) 2001. 12. 14, 【請求項 9】, 【0 0 1 3】, 【0 0 1 5】, 【0 0 8 6】－【0 0 8 7】, 図 1 7 & JP 2004-130788 A & US 6546866 B1 & US 2004/0194651 A1 & EP 1138487 A2	1－17
A	JP 2008-80888 A (独立行政法人 宇宙航空研究開発機構) 2008. 04. 10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1－17