

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-8491

(P2020-8491A)

(43) 公開日 令和2年1月16日(2020.1.16)

(51) Int.Cl.
G01N 11/14 (2006.01)

F I
G O I N 11/14

テーマコード (参考)

E

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2018-131568 (P2018-131568)
(22) 出願日 平成30年7月11日 (2018.7.11)

(71) 出願人 390013239
株式会社アタゴ
東京都港区芝公園二丁目6番3号 芝公園
フロントタワー23階
(74) 代理人 100083806
弁理士 三好 秀和
(74) 代理人 100101247
弁理士 高橋 俊一
(74) 代理人 100095500
弁理士 伊藤 正和
(74) 代理人 100098327
弁理士 高松 俊雄
(72) 発明者 雨宮 秀行
東京都港区芝公園2-6-3 芝公園フロ
ントタワー23階 株式会社アタゴ内
最終頁に続く

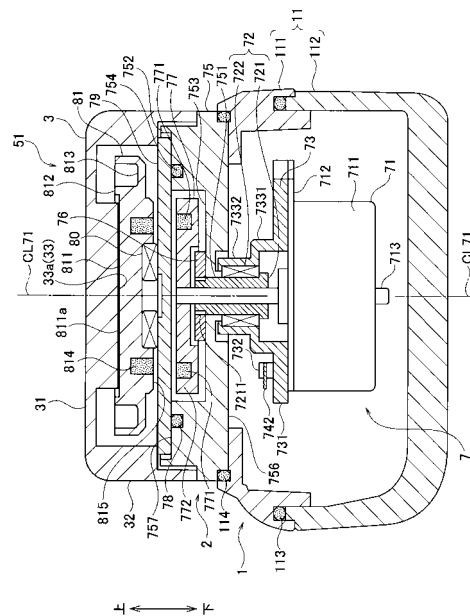
(54) 【発明の名称】 粘度測定ユニット及び粘度計

(57) 【要約】

【課題】短時間で高精度に粘度を測定できる粘度計を提供する。

【解決手段】第1の面(33a)を有する第1のステージ部(33)と、第2の面(811a)を有しその第2の面(811a)を第1の面(33a)に近接対向して回転させる第2のステージ部(81)と、モータ本体(711)とモータ本体(711)の出力軸(713)とを有するモータ(71)と、シャフト(713)を回転可能に支持すると共にモータ本体(711)をシャフト(713)を介して回転可能に支持する固定側部材(75)と、固定側部材(75)に固定されモータ本体(711)が固定側部材(75)に対し第1の方向に回転した際に当接付勢される歪ゲージユニット(74)と、を備えた粘度測定ユニット(7)と、モータ(71)の動作を制御し歪ゲージユニット(74)からの出力電圧(V)に基づき粘度(P)を求める制御部(17)と、を備えた。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の面を有する第 1 のステージ部と、
 第 2 の面を有し、前記第 2 の面を前記第 1 の面に近接対向して回転させる第 2 のステージ部と、
 モータ本体と、前記モータ本体の出力軸であって前記第 2 のステージ部と同期回転するシャフトと、を有するモータと、
 前記シャフトを回転可能に支持すると共に前記モータ本体を前記シャフトを介して回転可能に支持する固定側部材と、
 前記固定側部材に固定され、前記モータ本体が前記固定側部材に対し第 1 の方向に回転した際に当接付勢される歪ゲージユニットと、
 を備えた粘度測定ユニット。

10

【請求項 2】

第 1 の面を有する第 1 のステージ部と、
 第 2 の面を有し、前記第 2 の面を前記第 1 の面に近接対向して回転させる第 2 のステージ部と、
 モータ本体と、前記モータ本体の出力軸であって前記第 2 のステージ部に直接又は間接的に連結して前記第 2 のステージ部と同期回転するシャフトと、を有するモータと、
 前記シャフトを回転可能に支持すると共に前記モータ本体を前記シャフトを介して回転可能に支持する固定側部材と、
 前記固定側部材に固定され、前記モータ本体が前記固定側部材に対し第 1 の方向に回転した際に当接付勢される歪ゲージユニットと、
 を備えた粘度測定ユニットと、
 前記モータの動作を制御すると共に前記歪ゲージユニットからの出力電圧に基づいて粘度を求める制御部と、
 を備えた粘度計。

20

【請求項 3】

前記固定側部材を支持すると共に前記制御部を内部に收容する筐体と、
 前記固定側部材に着脱可能とされ、装着状態で前記第 2 の面を覆い、非装着状態で前記第 2 の面を露出するキャップと、を有することを特徴とする請求項 2 記載の粘度計。

30

【請求項 4】

前記筐体は把持可能であることを特徴とする請求項 3 記載の粘度計。

【請求項 5】

前記出力電圧と粘度との対応関係が記憶された記憶部を有し、
 前記粘度を測定する試料を前記第 1 の面と前記第 2 の面との間に保持した状態で外部から起動指令が入力された際に、
 前記制御部は、
 前記モータを前記第 1 の方向とは反対の第 2 の方向に回転起動し、前記試料の粘性による反作用トルクで前記モータ本体が前記第 1 の方向に回転して前記歪ゲージユニットを当接付勢した状態で得られる前記歪ゲージユニットの出力電圧を検出し、検出した前記出力電圧に対応する粘度を前記対応関係に基づいて求めることを特徴とする請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の粘度計。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、粘度測定ユニット及び粘度計に関する。

【背景技術】

【0002】

液体などの試料の粘度を、試料中で回転させたロータに生じる反作用トルクとロータ軸に一端を固定したばねの捻れ反力との釣り合い位置に基づいて測定する回転粘度計が知ら

50

れている。特許文献 1 にその回転粘度計が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 9 - 126981 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の回転粘度計は、ロータの回転開始から釣り合い位置が安定して測定が可能になるまで、数十秒から 1 分程度かかるのが一般的であった。そのため、回転するロータと試料との間の摩擦によって試料の温度上昇が生じていた。

そのため、従来の回転粘度計によって温度依存性の大きい粘度を高精度で測定することは容易でなく、改善が望まれていた。

また、多数の試料の粘度を短時間で測定することが求められる試料の製造現場などでは、効率向上のため、測定の高精度化と測定時間の短縮化が望まれている。

【0005】

そこで、本発明が解決しようとする課題は、短時間で高精度に粘度を測定できる粘度測定ユニット及び粘度計を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の課題を解決するために、本発明は次の 1) ~ 5) の構成を有する。

1) 第 1 の面を有する第 1 のステージ部と、

第 2 の面を有し、前記第 2 の面を前記第 1 の面に近接対向して回転させる第 2 のステージ部と、

モータ本体と、前記モータ本体の出力軸であって前記第 2 のステージ部と同期回転するシャフトと、を有するモータと、

前記シャフトを回転可能に支持すると共に前記モータ本体を前記シャフトを介して回転可能に支持する固定側部材と、

前記固定側部材に固定され、前記モータ本体が前記固定側部材に対し第 1 の方向に回転した際に当接付勢される歪ゲージユニットと、

を備えた粘度測定ユニットである。

2) 第 1 の面を有する第 1 のステージ部と、

第 2 の面を有し、前記第 2 の面を前記第 1 の面に近接対向して回転させる第 2 のステージ部と、

モータ本体と、前記モータ本体の出力軸であって前記第 2 のステージ部に直接又は間接的に連結して前記第 2 のステージ部と同期回転するシャフトと、を有するモータと、

前記シャフトを回転可能に支持すると共に前記モータ本体を前記シャフトを介して回転可能に支持する固定側部材と、

前記固定側部材に固定され、前記モータ本体が前記固定側部材に対し第 1 の方向に回転した際に当接付勢される歪ゲージユニットと、

を備えた粘度測定ユニットと、

前記モータの動作を制御すると共に前記歪ゲージユニットからの出力電圧に基づいて粘度を求める制御部と、

を備えた粘度計である。

3) 前記固定側部材を支持すると共に前記制御部を内部に収容する筐体と、

前記固定側部材に着脱可能とされ、装着状態で前記第 2 の面を覆い、非装着状態で前記第 2 の面を露出するキャップと、を有することを特徴とする 2) に記載の粘度計である。

4) 前記筐体は把持可能であることを特徴とする 3) に記載の粘度計である。

5) 前記出力電圧と粘度との対応関係が記憶された記憶部を有し、

前記粘度を測定する試料を前記第 1 の面と前記第 2 の面との間に保持した状態で外部か

10

20

30

40

50

ら起動指令が入力された際に、

前記制御部は、

前記モータを前記第 1 の方向とは反対の第 2 の方向に回転起動し、前記試料の粘性による反作用トルクで前記モータ本体が前記第 1 の方向に回転して前記歪ゲージユニットを当接付勢した状態で得られる前記歪ゲージユニットの出力電圧を検出し、検出した前記出力電圧に対応する粘度を前記対応関係に基づいて求めることを特徴とする 2) ~ 4) のいずれか一つに記載の粘度計である。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、短時間に高精度で粘度を測定できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】図 1 は、本発明の実施の形態に係る粘度計の実施例である粘度計 5 1 の外観斜視図である。

【図 2】図 2 は、図 1 に示される粘度計 5 1 から測定キャップ 3 を取り外した状態を示す外観斜視図である。

【図 3】図 3 は、粘度計 5 1 の機能的構成を示すブロック図である。

【図 4】図 4 は、図 1 における S 4 - S 4 位置での断面図である。

【図 5】図 5 は、粘度計 5 1 が備える粘度測定ユニット 7 の組立図である。

【図 6】図 6 は、粘度測定ユニット 7 が備えるベース 7 5 の斜視図である。

20

【図 7】図 7 は、粘度測定ユニット 7 が備える歪ゲージユニット 7 4 の斜視図である。

【図 8】図 8 は、歪ゲージユニット 7 4 の配置を説明するための前面図である。

【図 9】図 9 は、図 8 における上面図である。

【図 10】図 10 は、キャップステージ部 3 3 と試料載置部 8 1 1 との隙間である試料充填空間 V a を説明するための一部破断した部分断面図である。

【図 11】図 11 は、粘度計 5 1 の測定動作において歪ゲージユニット 7 4 から出力される電圧の時間推移特性 V T を説明するためのグラフである。

【図 12】図 12 は、粘度計 5 1 の測定動作で用いられる起動条件テーブル T B a を例示する図である。

【図 13】図 13 は、本発明の実施の形態に係る粘度測定システムの実施例である粘度測定システム 5 2 を示す構成図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の実施の形態に係る粘度計を、実施例の粘度計 5 1 により説明する。

まず、図 1 及び図 2 を主に参照して外観上の構成を説明する。説明の便宜上、上下左右前後の各方向を、図 1 及び図 2 に矢印で示した方向で規定する。

図 1 は、粘度計 5 1 の保管時及び測定時に装着する測定キャップ 3 の装着状態を示す斜視図であり、図 2 は、図 1 に示される装着状態から測定キャップ 3 を取り外した非装着状態を示す斜視図である。

【0010】

40

粘度計 5 1 は、外観上、上下方向に薄く前後方向に長い把持可能な本体部 1 を有する。また、本体部 1 は、前部において上方に向け概ね円柱状に突出したステージ部 2 を有する。

ステージ部 2 には、測定キャップ 3 が着脱自在に取り付けられる。取り付け構造は、例えばパヨネット構造とされる。

【0011】

測定キャップ 3 は、円形の平底部 3 1 と、平底部 3 1 の周囲から立ち上がる周壁部 3 2 と、を有する平底鍋状に形成されている。

また、平底部 3 1 には、周壁部 3 2 と同じ方向に円柱状に突出したキャップステージ部 3 3 (図 4 参照) が形成されている。

50

【 0 0 1 2 】

図 2 に示されるように、ステージ部 2 には、測定キャップ 3 の周壁部 3 2 の内面に設けられた不図示の爪と係合するキャップ係合部 7 5 5 が示されている。測定キャップ 3 のステージ部 2 への取り付けは、図 2 の矢印 D R a で示されるように、測定キャップ 3 を、爪とキャップ係合部 7 5 5 との周方向位置を合わせて下方に押し込んだあと、周方向に回転させることで取り付けられる。

【 0 0 1 3 】

測定キャップ 3 は、図 1 に示される装着状態において測定ステージ 8 1 を覆っている。また、測定状態から測定キャップ 3 を外すと、図 2 に示されるように、円盤状の測定ステージ 8 1 が露出する。

測定ステージ 8 1 の試料載置部 8 1 1 は、本体部 1 の下側面を水平面上に置いた状態で水平となる試料載置面 8 1 1 a を有する。

【 0 0 1 4 】

本体部 1 は、上側の上ケース 1 1 1 と下側の下ケース 1 1 2 とが上下に組み合わされた筐体 1 1 を有する。

図 2 において、本体部 1 の上面 1 a には、表示部 1 2 , 操作部 1 3 , 及び温度検出部 1 4 が設けられている。筐体 1 1 の内部には、基板 1 6 が収められている。

【 0 0 1 5 】

図 3 は、粘度計 5 1 の機能的構成を示すブロック図であり、以下、図 3 も参照して説明する。

表示部 1 2 は、基板 1 6 に実装された表示素子 1 2 a を含む。表示素子 1 2 a は、粘度計 5 1 の動作状態及び測定した粘度の値などを使用者が視認可能に表示する。

操作部 1 3 は、基板 1 6 に実装された、使用者が電源 O N / O F F や測定開始の操作を行うための複数の押しボタンを含む。図 2 には、電源ボタン 1 3 a 及び測定開始ボタン 1 3 b が示されている。

温度検出部 1 4 は、上ケース 1 1 1 に形成された孔 1 4 a と、その孔 1 4 a に対応して基板 1 6 に実装された温度センサ 1 4 b と、を有する。温度センサ 1 4 b は、本体部 1 の周囲の雰囲気温度を測定する。

本体部 1 の内部には乾電池などのバッテリー B T を収納する電池収納部 1 5 が設けられている。下ケース 1 1 2 の後面には、電池収納部 1 5 を開閉しバッテリー B T の交換を可能とする蓋 1 5 a が設けられている。

基板 1 6 には、中央処理装置 (C P U) 1 7 1 及び記憶部 1 7 2 を含む制御部 1 7 が実装されている。

【 0 0 1 6 】

粘度計 5 1 を使用する測定者は、概略、試料の粘度を次の操作で測定できる。

測定者は、まず、測定キャップ 3 を外し本体部 1 の下面を下向きにして机上などの水平面上に置く。次いで、電源ボタン 1 3 a を押して電源を入れる。

露出している測定ステージ 8 1 における試料載置部 8 1 1 の試料載置面 8 1 1 a に試料を適量載せる。適量は、例えば 0 . 3 m l 程度である。

次いで、測定キャップ 3 をステージ部 2 に取り付けて測定開始ボタン 1 3 b を押す。この測定開始ボタン 1 3 b の押圧操作によって粘度計 5 1 は測定を開始する。

粘度計 5 1 の制御部 1 7 は、予め定められた方法 (後述) で試料の粘度を求め、表示部 1 2 に粘度の数値を表示する。測定開始ボタン 1 3 b の押圧から粘度の数値表示まで、測定に要する時間は約 1 秒である。

【 0 0 1 7 】

この短時間の粘度測定を実現する具体的な構造例を、図 4 及び図 5 を主に参照して詳述する。

図 4 は、図 1 における S 4 - S 4 位置での断面図である。すなわち、図 4 はステージ部 2 の横断面図である。ただし、モータ 7 1 は側面図として示されている。また、図 5 は、図 4 に示される粘度測定ユニット 7 の組立図である。

10

20

30

40

50

【0018】

まず、筐体11に支持されている粘度測定ユニット7の構成を図4及び図5を参照して説明する。以下、粘度測定ユニット7を単に測定ユニット7とも称する。

測定ユニット7は、図5における下方側から、モータ71、ベアリングユニット72、モータマウント73、ベース75、歪ゲージユニット74を有する。

また、測定ユニット7は、ベース75よりも上方側に、連結ナット76、回転プレート77、リング78、防水プレート79、スラストベアリング80、測定ステージ81、及び測定キャップ3を有する。

【0019】

モータ71は、ステップモータであり、モータ本体711、出力軸となるシャフト713、及びモータ本体711の上方側の蓋となるモータプレート712と、を有する。

ベアリングユニット72は、スリーブ721及びラジアルベアリング722を有する。スリーブ721は筒状であって、その外面にラジアルベアリング722の内輪（不図示）が嵌着されている。

【0020】

スリーブ721は、上部に、雄ねじが形成された雄ねじ部7211を有する。

モータマウント73は、平板状のマウントベース731と、マウントベース731の中央部において2段に縮径して突出した突出部733と、マウントベース731に圧入されて上方に突出するマウントピン732と、を有する。

突出部733は、根本側突出部7331と、それより小径の先端側突出部7332とを有する。

【0021】

ベース75については、その斜視図である図6も参照して説明する。

ベース75は、上下に延びる軸線CL75を中心とする貫通孔751を有して円盤状に形成されている。

ベース75は、基準面757、周縁リブ752、凹部753、及び周溝754を有する。

基準面757はベース75における軸線CL75方向の基準となる面である。周縁リブ752は、基準面757の周縁に上方に突出して形成されている。凹部753は、基準面757の中央部において円形に凹んだ部分として形成されている。周溝754は、基準面757に形成されている。

また、ベース75は、周壁の外周面における周方向に180°離隔した位置に、既述のキャップ係合部755を有する。

【0022】

歪ゲージユニット74については、斜視図である図7も参照して説明する。

図7に示されるように、歪ゲージユニット74は、ゲージ部741、カンチレバー742、及びホルダ743を含んでユニット化されている。

【0023】

ゲージ部741は、ビーム型ロードセルと称される市販品を用いている。

ゲージ部741は、図7におけるA-B方向を長手とする概ね直方体を呈し、側面741aにはひずみゲージ741bが貼られている。

歪ゲージユニット74は、ひずみゲージ741bによって、A端側に対するB端側の矢印DRb方向のまげ変形量に応じた電圧を出力する。

ゲージ部741のA端側は、ホルダ743に対しねじ745によって固定されている。

ゲージ部741のB端側には、ゲージ部741の長手方向に直交する方向に延びる薄板状のカンチレバー742が、ねじ744によって固定されている。

ゲージ部741の出力電圧は、アンプ746（図2参照）により増幅される。アンプ746で増幅された電圧は制御部17によって監視され、必要に応じて記憶される。

【0024】

以上説明した複数の部材の組み付け状態について、図4及び図5を主に参照して説明す

10

20

30

40

50

る。

モータ71のモータプレート712は、モータマウント73にねじ734, 735により固定されている。

ベアリングユニット72のスリーブ721には、モータ71のシャフト713が回転自在に挿通されている。

一方、ベアリングユニット72におけるラジアルベアリング722の外輪(不図示)は、モータマウント73の突出部733における先端側突出部7332の内面に圧入固定されている。

ベアリングユニット72のスリーブ721は、ベース75の貫通孔751に対し、下方側から、雄ねじ部7211が上方に突出するように挿通される。

この上方に突出した雄ねじ部7211に連結ナット76が締め付けられて、ベアリングユニット72はベース75に対し固定されている。

【0025】

これにより、モータ71は、モータマウント73に対しラジアルベアリング722を介して軸線CL71まわりに回転自在に支持されている。

また、モータ71のシャフト713も、モータマウント73に対して回転自在となっている。

【0026】

ベース75の下面756には、歪ゲージユニット74のホルダ743が不図示のねじによって所定の姿勢で固定されている。

図8及び図9は、歪ゲージユニット74のモータ71などに対する配置位置を説明するための図である。

詳しくは、図8は、モータ71, ベアリングユニット72, モータマウント73, 及び歪ゲージユニット74の組み付け状態を示す上面図である。図8における(S4)-(S4)位置が図4の断面位置に対応している。

図9は、図8の前面図であり、歪ゲージユニット74のホルダ743が固定されているベース75の下面756の一部も断面で記載してある。

【0027】

図8に示されるように、ベース75に対し軸線CL71まわりに回転自在に支持されたモータ71は、ベース75に固定された歪ゲージユニット74によって、正逆方向の回動がそれぞれ規制される。

【0028】

まず、図8における時計回り方向の回動(矢印DRc)は、モータマウント73のマウントベース731が、歪ゲージユニット74のホルダ743に位置E1において当接することで規制される。

これは、図9に示されるように、ホルダ743が、モータ71の軸線CL71方向において、ベース75側から下方側に、モータマウント73に対応した位置を超えて延びているためである。

【0029】

また、図8における反時計回り方向の回動(矢印DRd)は、モータマウント73のマウントピン732が歪ゲージユニット74のカンチレバー742の先端部7421に当接することで規制される。これは、図9に示されるように、カンチレバー742が、軸線CL71方向において、モータマウント73に対し上方側に離隔し、かつマウントピン732にのみ当接するよう配置されていることによる。

【0030】

モータマウント73の時計回り方向の回動でのホルダ743に対する当接では、ホルダ743が実質的に変形することなくモータ71の回動が停止する。

一方、モータマウント73の反時計回り方向の回動におけるマウントピン732のカンチレバー742への当接では、マウントピン732がカンチレバー742を押す。これにより、ゲージ部741は、A側端部を固定端としてB側端部が矢印DRb方向に曲げ変形

10

20

30

40

50

する。ゲージ部 741 は、その変形に基づく歪み量に対応した電圧を出力する。

すなわち、測定ユニット 7 は、モータ 71 の反時計回り方向（矢印 DRd）の回転付勢力を、歪ゲージユニット 74 の出力電圧に基づいて求めることができる。

【0031】

ここまで、測定ユニット 7 のベース 75 より下側の構成について説明した。次に、測定ユニット 7 のベース 75 から上側の構成を、図 4 及び図 5 を参照して説明する。

【0032】

スリーブ 721 から上方に突出したシャフト 713 の先端部には、円盤状の回転プレート 77 が同軸で固定されている。

回転プレート 77 は、周縁部に、複数の磁石であるプレートマグネット 771 が、上方側をすべて同極として同じ径方向位置及び等角度間隔で嵌め込まれている。ここでは、上方側が N 極となる姿勢で嵌め込まれているものとする。

【0033】

回転プレート 77 は、ベース 75 の凹部 753 内に收容され、回転プレート 77 の上面 772 は、ベース 75 の基準面 757 よりも下方に位置している。

ベース 75 の基準面 757 には、防水プレート 79 が、周溝 754 に嵌め込まれた O リング 78 を押圧した状態で不図示のねじにより固定されている。

詳しくは、周溝 754 に、O リング 78 が上方に僅かに突出するように収められ、防水プレート 79 は、O リング 78 を下方に圧縮し基準面 757 に密着するように取り付けられている。

ベース 75 の凹部 753 の内部空間は、O リング 78 の押圧を伴う防水プレート 79 の基準面 757 への密着とスリーブ 721 の連結ナット 76 の螺合とによって、外部に対し水密状態で維持される。

【0034】

防水プレート 79 の上面には、スラストベアリング 80 を介して測定ステージ 81 が載置される。

測定ステージ 81 は、円盤状を呈し、下面 815 の中央部には、同軸でスラストベアリング 80 が取り付けられている。

また、測定ステージ 81 の下面 815 には、スラストベアリング 80 を取り囲むように、複数のステージマグネット 814 が嵌め込まれている。

【0035】

ここで、複数のステージマグネット 814 は、ある回転位置において、それぞれが回転プレート 77 の複数のプレートマグネット 771 のいずれかと概ね対向するように配置されている。

また、複数のステージマグネット 814 は、プレートマグネット 771 と対向する側（下方）の磁極が、プレートマグネット 771 と引き合うよう異極となる姿勢で測定ステージ 81 に嵌め込まれている。

プレートマグネット 771 が、既述のように上方側が N 極となる姿勢で配置されている場合、ステージマグネット 814 は、下方側が S 極となる姿勢で配置されている。

【0036】

このように、複数のステージマグネット 814 それぞれが複数のプレートマグネット 771 のいずれかと対向し、互いに磁氣的に引き合うようになっている。そのため、測定ステージ 81 は、防水プレート 79 上に、磁気吸引によって軸線 CL71 を軸として自動調芯され、位置決めされる。

【0037】

測定ステージ 81 は、回転プレート 77 に対し直接連結されてはいないものの、ラジアル方向には磁気バランスが取れるように自動的に同軸で位置出しされている。また、測定ステージ 81 は、スラスト方向には回転プレート 77 に磁氣的に吸引されてスラストベアリング 80 を介して位置決めされ、回転方向にはスラストベアリング 80 によって摩擦抵抗が実質的に無視できる状態になっている。

10

20

30

40

50

これにより、測定ステージ 8 1 は、回転プレート 7 7 の回転に伴い実質一体的に同期回転する。

【 0 0 3 8 】

測定ステージ 8 1 の上面には、わずかに窪んだ円形の平坦面である試料載置面 8 1 1 a を有する既述の試料載置部 8 1 1 が形成されている。

試料載置部 8 1 1 の径方向外側には、全周に亘り深く抉られた溝である周溝部 8 1 3 が形成されている。

これにより、試料載置部 8 1 1 と周溝部 8 1 3 との間の部分は、相対的に、全周に亘って上方に突出した土手部 8 1 2 となっている。

【 0 0 3 9 】

試料載置面 8 1 1 a は、ステージ部 2 に測定キャップ 3 が取り付けられた状態で、測定キャップ 3 のキャップステージ部 3 3 の対向面 3 3 a と僅かな隙間をもって平行に対向する。すなわち、試料載置面 8 1 1 a と対向面 3 3 a とは近接対向する。僅かな隙間は、例えば、0.1 ~ 0.2 mm 程度である。

測定ユニット 7 における、シャフト 7 1 3 , 回転プレート 7 7 , 及び測定ステージ 8 1 を含む系を、モータ本体 7 1 1 に対して相対的に回転する回転系 R a と称する。

【 0 0 4 0 】

以上詳述した測定ユニット 7 は、図 4 に示されるように、ベース 7 5 が上ケース 1 1 1 に対してリング 1 1 4 を挟んで不図示のねじにより固定されることで筐体 1 1 に取り付けられる。

筐体 1 1 は、上ケース 1 1 1 が下ケース 1 1 2 に対しリング 1 1 3 を挟んで不図示のねじにより固定されることで形成される。これにより、筐体 1 1 の内部は、外部空間に対し水密状態で維持される。

測定ユニット 7 は、筐体 1 1 に対し、ベース 7 5 のみが連結されると共にベース 7 5 以外の部材が筐体 1 1 側の固定部材に接触しない状態で、支持されている。

【 0 0 4 1 】

次に、粘度計 5 1 の粘度測定動作について詳述する。粘度 P を測定する試料を試料 S m とする。

まず、既述のように、粘度計 5 1 を、測定キャップ 3 を外した状態で試料載置部 8 1 1 の試料載置面 8 1 1 a が上方を向いて水平となるようにする。

試料載置面 8 1 1 a 上に、試料 S m を例えば 0.3 ml 程度載せ、測定キャップ 3 をベース 7 5 に取り付ける。

また、制御部 1 7 は、温度センサ 1 4 b が測定した本体部 1 の周囲の雰囲気温度を表示部 1 2 に表示させる。制御部 1 7 は、測定した雰囲気温度に基づき、周知の方法による温度補償をして粘度 P を求めてもよい。

【 0 0 4 2 】

図 1 0 は、試料 S m を試料載置面 8 1 1 a に載せ、測定キャップ 3 をベース 7 5 に取り付けた状態での、キャップステージ部 3 3 の対向面 3 3 a と試料載置部 8 1 1 の試料載置面 8 1 1 a との隙間を含む部分の一部破断した拡大断面図である。

測定キャップ 3 を取り付けることで、試料載置面 8 1 1 a 上の試料は、試料載置面 8 1 1 a とキャップステージ部 3 3 の対向面 3 3 a とが対向する円形部分の隙間に広がって保持される。

この隙間は、直径 D a で高さ t a の薄い円盤状の空間である。直径 D a は、キャップステージ部 3 3 の直径であり例えば 25 mm、高さ t a はキャップステージ部 3 3 の対向面 3 3 a と試料載置部 8 1 1 の試料載置面 8 1 1 a との隙間の軸線 C L 7 1 方向の距離であり、例えば 0.1 ~ 0.2 mm である。この試料が全体に又は一部に充填され保持される薄い円盤状の空間を試料充填空間 V a と称する。

【 0 0 4 3 】

試料載置面 8 1 1 a に対し、試料 S m の量のある程度多く載置した場合、一部の試料 S m が土手部 8 1 2 を乗り越えても周溝部 8 1 3 に溜まり、測定ステージ 8 1 の外に溢れ出

10

20

30

40

50

ることではない。

すなわち、試料載置面 8 1 1 a に試料 S m を過剰な量で載置しない限り、試料 S m は、測定ステージ 8 1 の周縁から防水プレート 7 9 上に落下しないので敏感な測定ステージ 8 1 の回転に影響を与える虞はほとんどない。

【 0 0 4 4 】

適量の試料 S m を試料載置部 8 1 1 に載せ、測定キャップ 3 をベース 7 5 に取り付けた後、使用者が測定開始ボタン 1 3 b を押すと、CPU 1 7 1 は、モータ 7 1 を起動させる。詳しくは、CPU 1 7 1 は、予め設定された起動条件 P t で、モータ本体 7 1 1 に対しシャフト 7 1 3 を含む回転系 R a を起動する。起動条件 P t は、回転系 R a を、起動開始から約 1 秒未満（例えば約 0 . 8 秒後）に運転パルス速度 5 0 0 0 H z で定常回転させる条件として設定しておく。

10

モータ本体 7 1 1 に対するシャフト 7 1 3 の回転方向は、上面図である図 8 において時計回り方向（矢印 D R c ）である。

【 0 0 4 5 】

起動条件 P t は、試料 S m の種類毎に予め設定し、記憶部 1 7 2 に試料 S m に紐付けして記憶させておく。

【 0 0 4 6 】

試料充填空間 V a に試料 S m が不在非測定状態では、回転系 R a の起動特性に影響を与える外部要因はなく、高精度に安定した起動特性が得られる。ここで起動特性は、回転系 R a の回転数の時間推移として示される。

20

一方、試料充填空間 V a に試料 S m が存在する測定状態では、試料充填空間 V a に充填された試料 S m の粘性応力による抵抗が生じるため、回転系 R a は、付与されるトルクがその抵抗に抗する起動トルクに達するまでは回転しない。

そのため、モータ本体 7 1 1 は、回転系 R a が試料 S m の粘性抵抗のために回転しないことで生じる反作用のトルクによって、図 8 に示される反時計回り方向に回転する。

モータ本体 7 1 1 が反時計回り方向に回転すると、マウントピン 7 3 2 がカンチレバー 7 4 2 を押して歪ゲージが変形し、その変形抵抗によって回転系 R a に付与される回転方向のトルクが上昇する。

この回転方向のトルクが起動トルクに達すると、回転系 R a が回転を開始し、それ以降は試料 S m の粘性に応じた反作用トルク T q a と歪ゲージの変形抵抗との平衡状態で回転が継続する。

30

【 0 0 4 7 】

回転指令時刻から回転方向のトルクが起動トルクに達して回転を開始するまでに要する時間（起動時間）経過後は、回転系 R a には、回転を妨げる方向の一定の反作用トルク T q a が付与された平衡状態となって一定の回転数で回転する。

【 0 0 4 8 】

すなわち、CPU 1 7 1 の起動指令によって、シャフト 7 1 3 は、モータ本体 7 1 1 に対し図 8 における時計回り方向（矢印 D R c ）方向に回転しようとする。これに連動してシャフト 7 1 3 の先端に固定されている回転プレート 7 7 も回転しようとし、回転プレート 7 7 に対し機械的に連結されていないものの磁氣的に連動して測定ステージ 8 1 も回転しようとする。

40

しかしながら、試料充填空間 V a に試料 S m が充填されていることから、上述のように、モータ本体 7 1 1 の押圧による歪ゲージの変形抵抗による回転方向のトルクが試料 S m の粘性に応じた起動トルクに達して回転系 R a が回転する。

【 0 0 4 9 】

回転系 R a の回転開始後は、回転を妨げる方向の反作用トルク T q a が回転系 R a に作用する。

既述のように、測定ユニット 7 は、モータ本体 7 1 1 がベース 7 5 及び回転系 R a に対して回転可能になっていることから、モータ本体 7 1 1 は、反作用トルク T q a によって図 8 における反時計回り方向（矢印 D R d ）に回転し、反作用トルク T q a の大きさに対

50

応した力でカンチレバー 742 を図 8 の下方に押す。

これにより、ゲージ部 741 は、固定端となる A 端に対して B 端側が下方（矢印 D R b）に変形し、その変形量に応じた電圧を出力する。

【0050】

図 11 は、回転系 R a の起動動作におけるゲージ部 741 からの出力電圧 V の時間推移特性 V T を示したグラフである。

グラフの縦軸は出力電圧 V である。時間推移特性 V T は、ゲージ部 741 に歪みがない自然状態で電圧 V 1 を示し、起動後の反作用トルク T q a が付与されて歪が生じつつ平衡状態となっている定常回転時に電圧 V 2 を示す。

グラフの横軸は時間 t である。時刻 t 1 が起動指令時、時刻 t 2 が、回転方向のトルクが起動トルクに達した回転開始時、である。

時刻 t 3 及び時刻 t 4 は、それぞれ測定開始時刻及び測定終了時刻である。CPU 171 は、時刻 t 3 から時刻 t 4 までの間の出力電圧 V を平均し、平均値を試料 S m の粘度 P を求めるための基準測定電圧 V 2 a として採用する。

【0051】

具体的数値例は、電圧 V 1 は 0.610 V であり、電圧 V 2 は 1.630 V である。また、時刻 t 1 を 0（ゼロ）秒とすると、時刻 t 2 は 0.824 秒、時刻 t 3 は 1.00 秒、時刻 t 4 は 1.30 秒である。

【0052】

制御部 17 の記憶部 172 には、試料 S m の種類と試料 S m の種類毎に対応させた起動条件 P t とを予め紐付けして記憶させておく。

起動条件は、例えば、試料として、粘度 P が異なる複数の粘度計校正用標準液を用い、それぞれの粘度で図 11 における時間推移特性 V T の起動時間（時刻 t 2 - 時刻 t 1）が 1 秒未満となるように、起動パルス速度及び運転パルス速度を決めて設定する。

【0053】

そして、複数の粘度 P と、複数の粘度 P それぞれに対応させた起動条件 P t と、実際に粘度 P の異なる複数の粘度計校正標準液を試料として起動させてそれぞれに得た基準測定電圧 V 2 a と、を紐付けした起動条件テーブル T B a を作成する。作成した起動条件テーブル T B a は、記憶部 172 に記憶させておく。

【0054】

起動条件テーブル T B a は、試料の種類毎に作成されることが望ましい。

試料の種類分類例は、例えば、潤滑油、調理油、食用ソース、塗料などである。

起動条件テーブル T B a を、試料の種類毎に作成し、それぞれで粘度 P と基準測定電圧 V 2 a との関係を得ておくと、より高精度に粘度 P の推定ができ、試料がニュートン流体か非ニュートン流体かに応じて、粘度 P を推定する最適な処理方法を選択できる。

【0055】

起動条件テーブル T B a の一例を図 12 に示す。

図 12 に示された起動条件テーブル T B a は、試料の種類が「潤滑油 A（ニュートン流体）」として作成されたテーブル例である。

異なる n（n は 2 以上の整数）種の昇順に並べた粘度 P 1 ~ P n の試料を測定する際の起動条件として、それぞれに起動条件 P t 1 ~ P t m（m は 2 以上かつ n 以下の整数）のいずれかを対応させる。粘度 P の値が近い試料は、同じ起動条件で測定できるので、図 12 の起動条件テーブル T B a では、粘度 P 1 ~ P 3 の試料は同じ起動条件 P t 1 を対応させ、粘度 P 4 以降について起動条件 P t 2 を対応させる、などの設定をしている。

粘度 P が大きい試料ほど、起動パルス速度及び運転パルス速度の少なくとも一方を大きくして、起動時間が所定の時間未満（例えば 1 秒未満）となるように調整している。

【0056】

また、図 12 に示される起動条件テーブル T B a は、試料の種類毎に、粘度 P 1 ~ P n のそれぞれの試料について、対応づけた起動条件でモータ 71 を起動し、得られた基準測定電圧 V 2 a をそれぞれ基準測定電圧 V 2 a 1 ~ V 2 a n として紐付けしてある。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 7 】

起動条件テーブル T B a によれば、複数の粘度 P それぞれに対応する起動条件 P t 及び基準測定電圧 V 2 a が把握される。また、逆に、複数の起動条件 P t それぞれにおいて、基準測定電圧 V 2 a と粘度 P との対応関係が把握される。

すなわち、粘度 P の詳細が不明の試料について、ある起動条件 P t を用いて基準測定電圧 V 2 a を求め、得られた結果からその試料の粘度 P を推定することができる。

【 0 0 5 8 】

試料がニュートン流体の場合は、粘度 P と基準測定電圧 V 2 a とが実質的に比例関係となるので、予め測定したデータ数が少なくても高い精度で粘度 P を推定できる。そのため起動条件テーブル T B a 毎に、粘度 P と基準測定電圧 V 2 a との比例関係を示す関係式 Q a を記憶部 1 7 2 に記憶させておくとよい。

非ニュートン流体の場合は、複数のデータから近似曲線を推定し、その近似曲線の関係式 Q b を紐付けして記憶部 1 7 2 に記憶させておくとよい。

【 0 0 5 9 】

一般に、液体の試料は、容器に入れ攪拌したときの抵抗などから粘度 P の概略値がある程度推測される。その試料の正確な粘度 P を粘度計 5 1 で測定する手順例を次に説明する。

ここで測定する試料は、推測される粘度 P が、図 1 2 に示される粘度 P 4 に近い試料 S m 1 とする。

【 0 0 6 0 】

まず、測定者は、試料 S m 1 の種類と、試料 S m 1 で推測された概略の粘度に近い粘度 P 4 の数値を、粘度計 5 1 の操作部 1 3 から入力する。

C P U 1 7 1 は、記憶部 1 7 2 に記憶された複数の起動条件テーブルから、入力された種類である「潤滑油 A (ニュートン流体)」に該当する起動条件テーブル T B a (ここでは図 1 2 とする)を参照する。

C P U 1 7 1 は、起動条件テーブル T B a から、粘度 P 4 に対応した起動条件 P t 2 を取得し、その起動条件 P t 2 を、これから行う測定における起動条件として設定し記憶部 1 7 2 に記憶させる。

【 0 0 6 1 】

測定者は、粘度計 5 1 の下面を水平面上に置く。次いで、測定者は、試料 S m 1 の所定量を試料載置部 8 1 1 に載置し、測定キャップ 3 をベース 7 5 に取り付け、測定開始ボタン 1 3 b を押す。

C P U 1 7 1 は、測定開始ボタン 1 3 b の押圧により、設定した起動条件 P t 2 で回転系 R a を起動し、得られた基準測定電圧 V 2 a を基準測定電圧 V 2 a y として記憶部 1 7 2 に記憶する。

【 0 0 6 2 】

C P U 1 7 1 は、得られた基準測定電圧 V 2 a y と、起動条件テーブル T B a から取得した粘度 P 4 における基準測定電圧 V 2 a 4 と、を比較し、その差分を関係式 Q a に代入して試料 S m 1 の粘度を求め、記憶部 1 7 2 に記憶させると共に表示部 1 2 に表示する。

C P U 1 7 1 が基準測定電圧 V 2 a 1 を得てから試料 S m 1 の粘度を求めて表示部 1 2 に表示するまでの時間は極めて短く、測定開始ボタン 1 3 b の押圧からとしても 1 秒程度である。

【 0 0 6 3 】

以上のように、粘度計 5 1 は、第 1 の円形平面 (対向面 3 3 a) を有する固定側部材である第 1 のステージ部 (キャップステージ部 3 3) を備えている。また、粘度計 5 1 は、第 1 の円形平面 (対向面 3 3 a) に対し微小隙間をもって平行に対向配置された第 2 の円形平面 (試料載置面 8 1 1 a) を有する回転部材である第 2 のステージ部 (測定ステージ 8 1) を備えている。ここで、微小空間は試料充填空間 V a である。

また、粘度計 5 1 は、測定ステージ 8 1 に直接的又は間接的に連結して同期回転するシャフト 7 1 3 と固定側部材であるベース 7 5 に対し回転自在に支持されたモータ本体 7 1

10

20

30

40

50

1とを有するモータ71を備えている。また、粘度計51は、モータ本体711の第1の方向(矢印DRd)の回転によって付勢されるカンチレバー742を有する歪ゲージユニット74を備えている。

さらに、粘度計51は、起動条件テーブルTBaを記憶した記憶部172及びモータ71の動作を制御するCPU171を含む制御部17を備えている。

制御部17は、カンチレバー742が付勢されて生じる歪ゲージユニット74の変形量に基づき出力される基準測定電圧V2aを把握し、起動条件テーブルTBaを参照して基準測定電圧V2aに対応した粘度Pを求める。

【0064】

これにより、試料充填空間Vaに試料が充填された状態で、制御部17がシャフト713及び測定ステージ81を含む回転系Raを第1の方向とは反対の第2の方向に起動させると、試料の粘性応力による抵抗でモータ本体711が第1の方向に回転する。そして、回転系Raが定常回転に達した後も粘性抵抗に応じた反作用トルクTqaでカンチレバー742を当接付勢する。

制御部17は、回転系Raが定常回転に達した直後の基準測定電圧V2aに基づいて試料の粘度Pを求める。

回転系Raが定常回転に達するでの起動時間は、例えば1秒未満の短時間に設定できるので、粘度計51は短時間で粘度Pを測定できる。また、測定時間が短いため、試料の温度上昇は無視できる程度に抑制されるため、高精度で粘度Pを測定できる。

【0065】

粘度計51は、わずかな量の試料で粘度測定ができるため、測定場所が限定されにくい。また、対向面33a及び試料載置面811aが平坦であり、比較的面積が小さいので、測定後の洗浄が容易である。

このように、粘度計51は、取り扱いが容易である。

【0066】

実施例は、上述した構成及び手順に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において変形してよい。

【0067】

粘度計51として、本体部1が把持可能ないわゆるハンディタイプを説明したが、粘度計51は、本体部1を机や棚の上に置いて測定するいわゆる据え置きタイプであってもよい。

すなわち、測定ユニット7を取り付ける筐体11の態様は限定されない。

【0068】

粘度計51の態様がハンディタイプ及び据え置きタイプのいずれにおいても、図13に示されるように、測定ユニット7と制御部17とを独立分離し、それぞれに通信部を備えて両者間を無線又は有線で通信するシステムとして構成してもよい。

【0069】

図13は、例えば、試料を製造するk(kは2以上の整数)本のラインそれぞれに配置された粘度測定ユニット7A1~7Akと、それぞれの粘度測定ユニット7A1~7Akと無線又は有線で通信する集中制御装置17Tを備えた粘度測定システム52の構成例を示した図である。

粘度測定ユニット7A1~7Akは、それぞれ粘度測定ユニット7及び測定側通信部91を有する。集中制御装置17Tは、制御側通信部92及び集中制御部17Sを有する。

集中制御部17Sは、粘度計51の制御部17による一つの粘度測定ユニット7に対する制御と同様の制御を、複数の粘度測定ユニット7A1~7Akに対し同時に実行できるものである。集中制御部17Sは、粘度測定ユニット7A1~7Akに関する情報を、集中表示部121に表示させる。

【0070】

粘度測定ユニット7A1~7Akは、それぞれ、測定キャップ3の取り付け及び取り外し、試料載置部811への試料の載置、測定後の測定キャップ3及び試料載置部811の

10

20

30

40

50

洗浄を含む粘度測定、を自動実行できるようにするとよい。それにより、短時間で高精度の粘度が測定できる粘度計 5 1 の機能を生かし、高効率で粘度のばらつきの少ない高品質の試料製造が可能となる。

【 0 0 7 1 】

モータ 7 1 は、ステップモータに限定されるものではなく D C モータや A C モータを用いてもよい。複数の起動条件 P t それぞれでの起動を、繰り返し精度よく安定実行できるという観点において、ステップモータを用いることは好ましい。

【 0 0 7 2 】

試料充填空間 V a を形成する対向面の組は、上述の対向面 3 3 a 及び試料載置面 8 1 1 a の組のように、互いに平行な平面であることに限定されない。例えば、対向する凸円錐面及び凹円錐面や、対向する凸曲面及び凹曲面などであってもよい。

10

【 0 0 7 3 】

モータ 7 1 のシャフト 7 1 3 と回転プレート 7 7 とを連結する構成は、上述のように磁気吸引力などにより間接的に連結して同期回転するものに限らず、直接的に連結して同期回転するものであってもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 4 】

- 1 本体部
 - 1 a 上面
 - 1 1 筐体
 - 1 1 1 上ケース、 1 1 2 下ケース、 1 1 3 , 1 1 4 オリング
 - 1 2 表示部
 - 1 2 a 表示素子、 1 2 1 集中表示部
 - 1 3 操作部
 - 1 3 a 電源ボタン、 1 3 b 測定開始ボタン
 - 1 4 温度検出部、 1 4 a 孔、 1 4 b 温度センサ
 - 1 5 電池収納部、 1 5 a 蓋
 - 1 6 基板
 - 1 7 制御部、 1 7 S 集中制御部、 1 7 T 集中制御装置
 - 1 7 1 中央処理装置 (C P U)、 1 7 2 記憶部
- 2 ステージ部
- 3 測定キャップ
 - 3 1 平底部、 3 2 周壁部、 3 3 キャップステージ部
 - 3 3 a 対向面
- 5 1 粘度計、 5 2 粘度測定システム
- 7 , 7 A 1 ~ 7 A k 測定ユニット (粘度測定ユニット)
 - 7 1 モータ
 - 7 1 1 モータ本体、 7 1 2 モータプレート、 7 1 3 シャフト
 - 7 2 ベアリングユニット
 - 7 2 1 スリーブ、 7 2 1 1 雄ねじ部
 - 7 2 2 ラジアルベアリング
 - 7 3 モータマウント
 - 7 3 1 マウントベース、 7 3 2 マウントピン、 7 3 3 突出部
 - 7 3 3 1 根本側突出部、 7 3 3 2 先端側突出部
 - 7 3 4 , 7 3 5 ねじ
 - 7 4 歪ゲージユニット
 - 7 4 1 ゲージ部、 7 4 1 a 側面、 7 4 1 b ひずみゲージ
 - 7 4 2 カンチレバー、 7 4 2 1 先端部、 7 4 3 ホルダ
 - 7 4 4 , 7 4 5 ねじ、 7 4 6 アンプ
 - 7 5 ベース

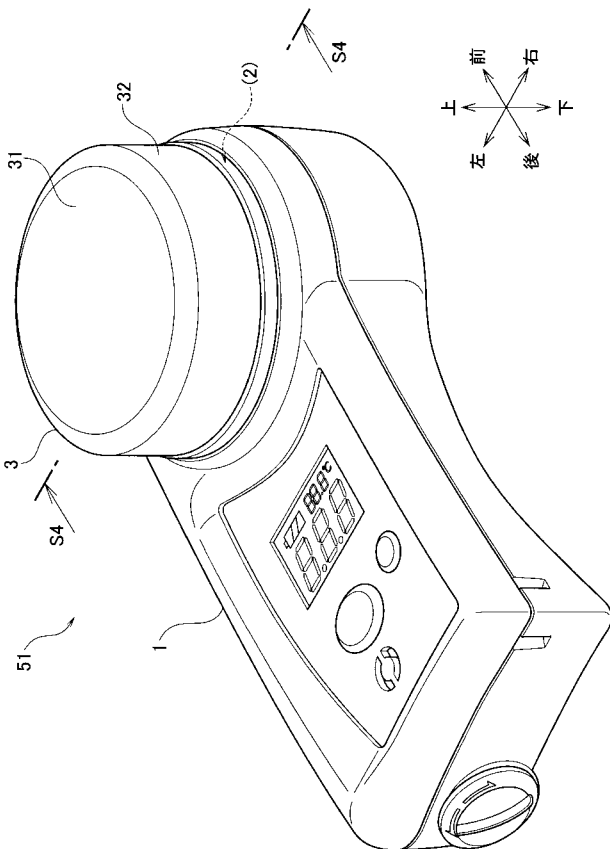
30

40

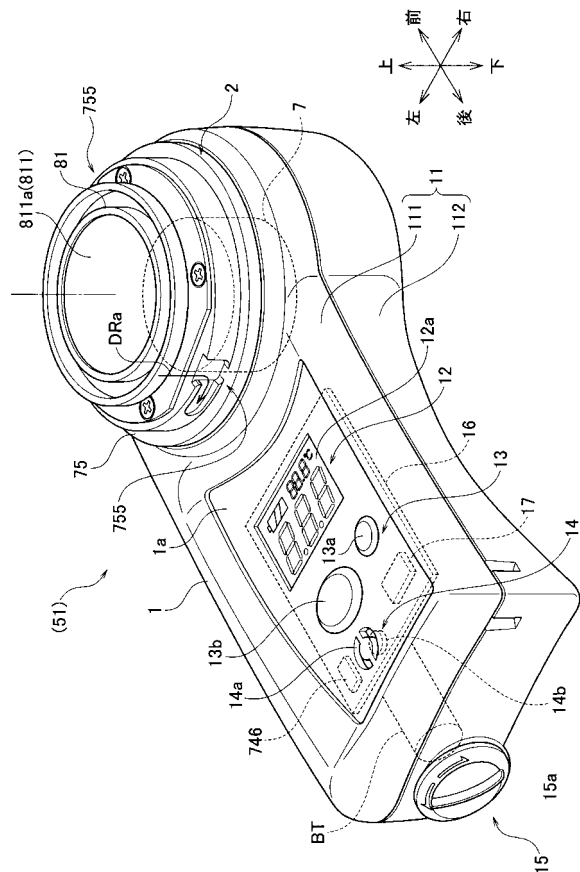
50

- 751 貫通孔、 752 周縁リブ、 753 凹部
- 754 周溝、 755 キャップ係合部、 756 下面
- 757 基準面
- 76 連結ナット
- 77 回転プレート
- 771 プレートマグネット、 772 上面
- 78 Oリング、 79 防水プレート、 80 スラストベアリング
- 81 測定ステージ
- 811 試料載置部、 811a 試料載置面、 812 土手部
- 813 周溝部、 814 ステージマグネット、 815 下面
- 91 測定側通信部、 92 制御側通信部
- BT バッテリ、 CL71, CL75 軸線、 Da 直径 E1 位置
- Pt, Pt1 ~ Ptm 起動条件、 P, P1 ~ Pn 粘度
- Qa, Qb 関係式、 Ra 回転系、 Sm, Sm1 試料
- TBa 起動条件テーブル、 ta 高さ、 Tqa 反作用トルク
- t1 ~ t4 時刻、 Va 試料充填空間、 VT 時間推移特性
- V 出力電圧、 V1, V2 電圧
- V2a, V2a1 ~ V2an, V2ay 基準測定電圧

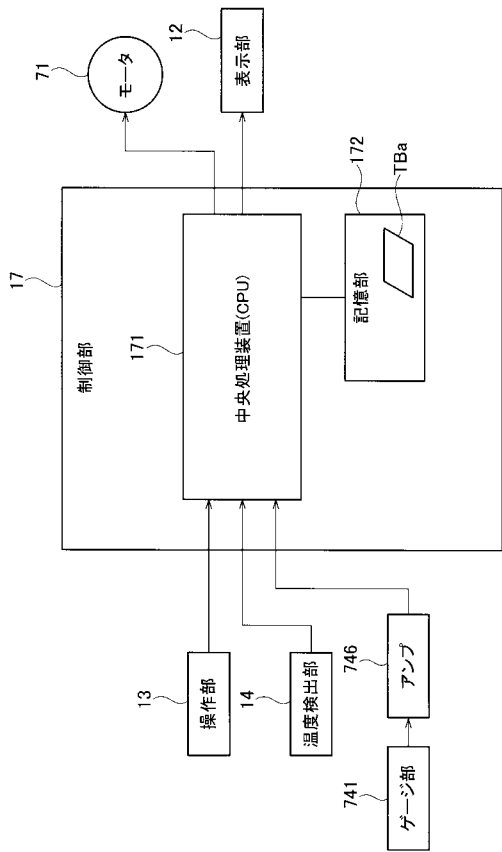
【図1】



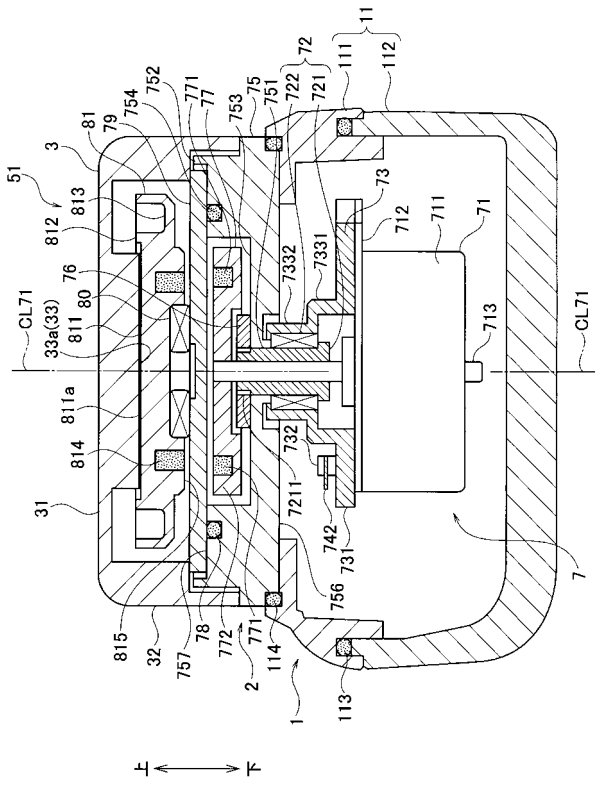
【図2】



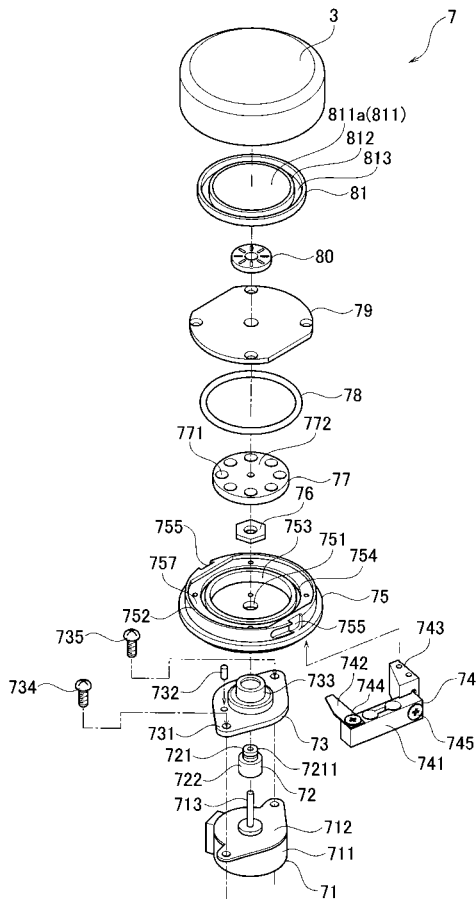
【図3】



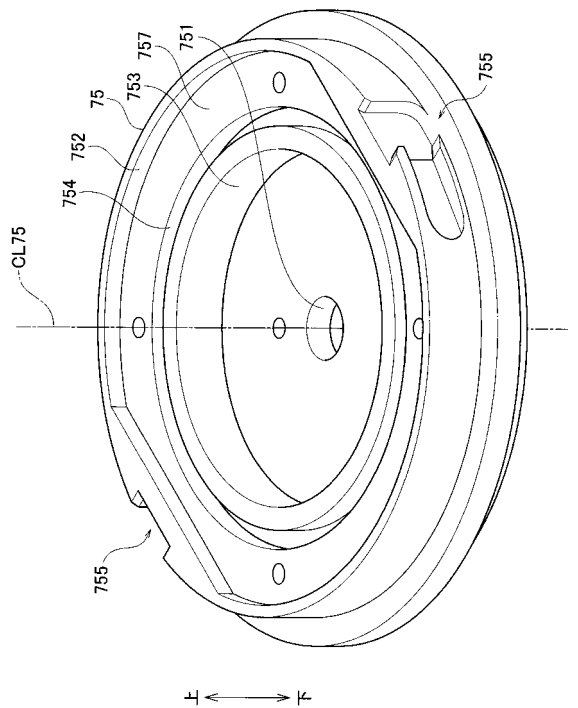
【図4】



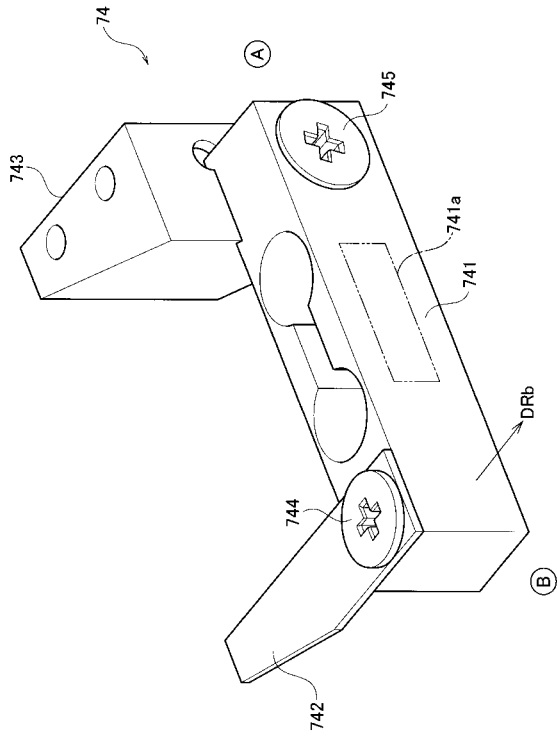
【図5】



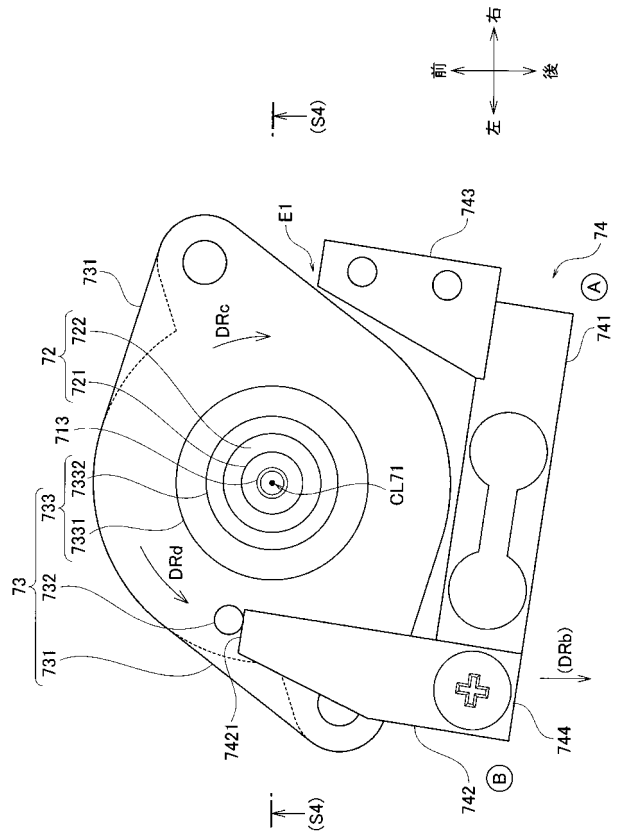
【図6】



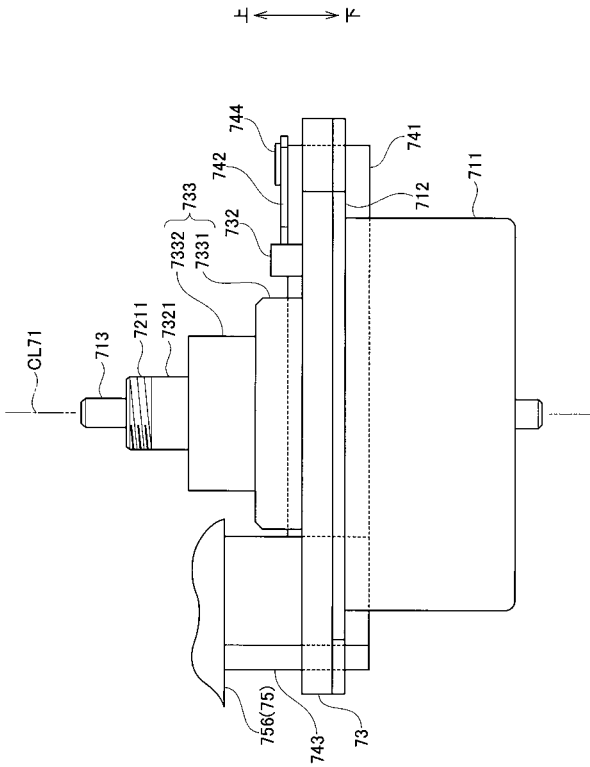
【 図 7 】



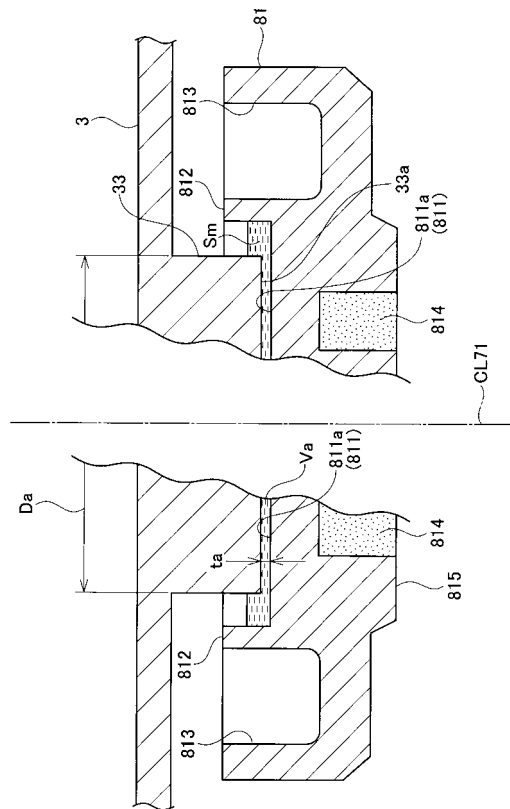
【 図 8 】



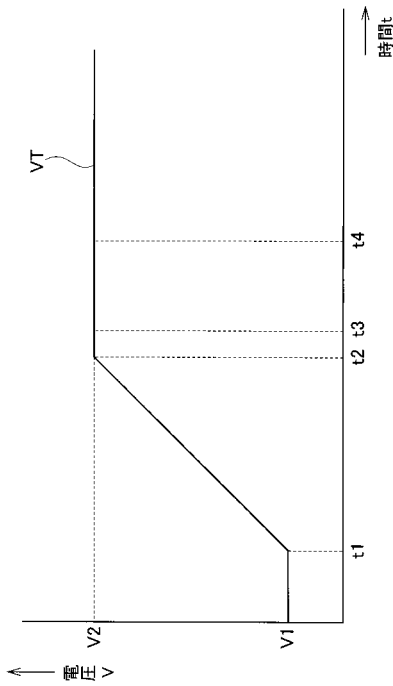
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】

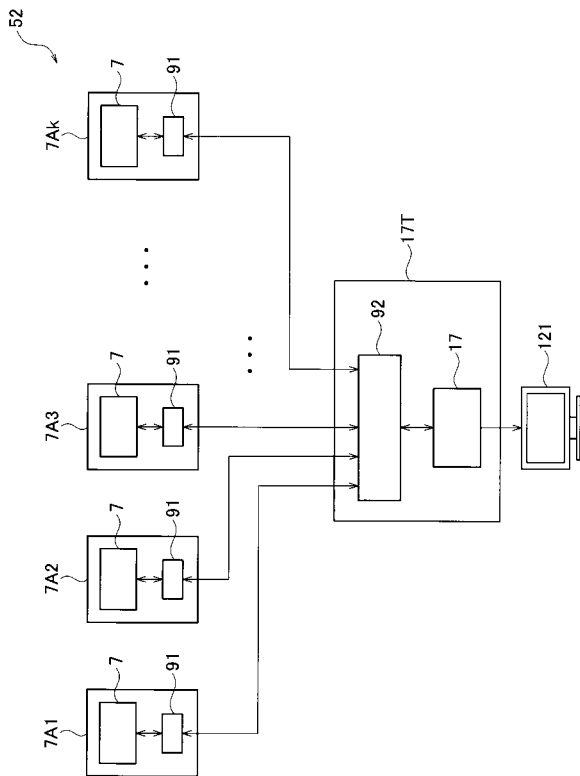


【 図 1 2 】

〈起動条件テーブルTBa〉

試料の種類 潤滑油A(ニュートン流体)		
粘度P	起動条件Pt	基準測定電圧(V2a)
P1	Pt1	V2a1
P2	Pt1	V2a2
P3	Pt1	V2a3
P4	Pt2	V2a4
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮
P _{n-2}	Pt _(m-1)	V2a _(n-2)
P _{n-1}	Pt _m	V2a _(n-1)
P _n	Pt _m	V2a _n

【 図 1 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 中島 吉則
東京都港区芝公園 2 - 6 - 3 芝公園フロントタワー 2 3 階 株式会社アタゴ内
- (72)発明者 川田 啓司
東京都港区芝公園 2 - 6 - 3 芝公園フロントタワー 2 3 階 株式会社アタゴ内
- (72)発明者 笠井 敏夫
東京都港区芝公園 2 - 6 - 3 芝公園フロントタワー 2 3 階 株式会社アタゴ内