

(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2015-190829

(P2015-190829A)

(43) 公開日 平成27年11月2日(2015.11.2)

(51) Int.Cl.
G01N 11/16 (2006.01)

F I
G O 1 N 11/16

テーマコード (参考)

Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2014-67681 (P2014-67681)
(22) 出願日 平成26年3月28日 (2014. 3. 28)

(71) 出願人 000127570
株式会社エー・アンド・ダイ
東京都豊島区東池袋3丁目23番14号
(74) 代理人 100087826
弁理士 八木 秀人
(74) 代理人 100168088
弁理士 太田 悠
(72) 発明者 深見 雄二
埼玉県北本市朝日1丁目243番地 株式会社エー・アンド・ダイ開発・技術センター内

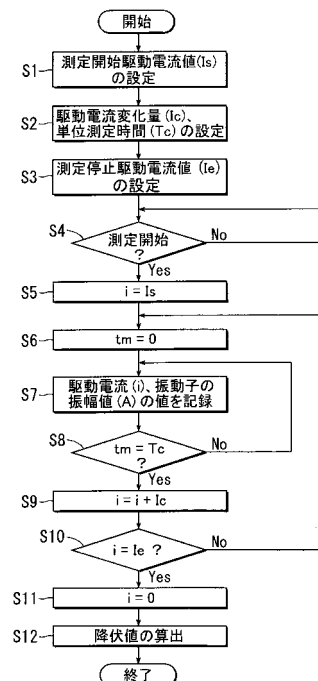
(54) 【発明の名称】 流動体の降伏値を求める方法、そのプログラム及び装置

(57) 【要約】

【課題】音叉振動式粘度計を利用して、精度の高い降伏値を得ることを提案する。

【解決手段】音叉振動式粘度計1で、流動体4に挿入される一対の振動子3, 3と、振動子3の振幅値を検出する変位センサ11と、電磁コイル10bを備えた電磁駆動部10と、電磁コイル10bに流す駆動電流を零から設置値まで増大又は設定値から零まで減少させる駆動電流制御手段35と、駆動電流値 i 及びこれに対応する振幅値 A を記録する記憶手段39と、振幅値 A の変局点を判断し、そのときの駆動電流値 i を降伏値とする降伏値測定手段35と、を備える。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

流動体に挿入される一対の振動子と、
前記振動子の振幅値を検出する変位センサと、
前記振動子に電磁振動を加振する、電磁コイルを備えた電磁駆動部と、
前記電磁コイルに流す駆動電流を、零から設置値まで増大又は設定値から零まで減少させる駆動電流制御手段と、
前記駆動電流の値及びこれに対応する前記振幅値を記録する記憶手段と、
前記振幅値の変局点を判断し、そのときの前記駆動電流値を降伏値とする降伏値測定手段と、
を備えることを特徴とする音叉振動式粘度計。

10

【請求項 2】

流動体に挿入される一対の振動子と、
前記振動子の振幅値を検出する変位センサと、
前記振動子に電磁振動を加振する、電磁コイルを備えた電磁駆動部と、
前記電磁コイルに流す駆動電流を、零から設置値まで増大又は設定値から零まで減少させる駆動電流制御手段と、を備える音叉振動式粘度計を用いた降伏値の測定方法であって、
前記電磁コイルに流す測定開始駆動電流値を決定する開始値設定ステップと、
前記電磁コイルに流す測定停止駆動電流値を決定する停止値設定ステップと、
前記駆動電流を変更させる駆動電流制御ステップと、
振動子の振動開始から停止まで、前記駆動電流の値及び前記振幅値を記録する記録ステップと、
前記振幅値の変局点を判断し、そのときの前記駆動電流値を降伏値として算出する降伏値測定ステップと、
を備えることを特徴とする降伏値の測定方法。

20

【請求項 3】

前記降伏値測定手段で、前記降伏値は、前記振幅値の変局点と対応する駆動電流値である降伏駆動電流値と、前記電磁コイルの磁束密度と、前記電磁コイルのコイル長と、の積を、前記振動子のでこ比で除して得られる、振動子にかかるトルクである降伏駆動力に換算されることを特徴とする、請求項 1 に記載の音叉振動式粘度計。

30

【請求項 4】

前記降伏値測定ステップは、前記降伏値は、前記振幅値の変局点と対応する駆動電流値である降伏駆動電流値と、前記電磁コイルの磁束密度と、前記電磁コイルのコイル長と、の積を、前記振動子のでこ比で除して得られる、振動子にかかるトルクである降伏駆動力に換算することを特徴とする、請求項 2 に記載の降伏値の測定方法。

【請求項 5】

前記請求項 2 又は 4 に記載の降伏値の測定方法を、コンピュータプログラムで記載し、それを実行可能にしたことを特徴とする、降伏値計算プログラム。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】**【0001】**

本発明は、流動体の物性評価に関する降伏値を求める方法、そのプログラム及び装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

流動体のうち、マヨネーズやケチャップ、クリーム等のように、静的な状態では固体（形を保つ）だが、外力が加わると液体（流動する）となる、塑性（ビンガム性）という性質を備えるものが知られている。このような塑性流体では、流動しはじめるときの応力、すなわち降伏値とよばれる値が、物性を評価するときの重要な要素となるため、降伏値を

50

正確に知りたいというニーズがある。

【0003】

一般的には、図4に示すように、流動体にかかるずり速度とずり応力の二軸を取り、ずり速度を変化させたときのずり応力をプロットして流動曲線を描いたとき、ずり応力がはじめて零から立ち上がる応力が、降伏値とされている。これに対し、流動体の物性を測定する装置としては、振動式粘度計、回転式粘度計等が利用されている。振動式粘度計には、回転振動式粘度計と、音叉振動式粘度計がある。

【0004】

回転振動式粘度計は、測定する流動体の試料に単一の振動子を挿入し、回転子を回転方向に共振させ、共振時の回転子の振幅の減衰を測定し、粘度に換算する(特許文献1)。

10

【0005】

音叉振動式粘度計は、試料に一对の振動子を挿入し、一对の振動子を逆位相で振動させ、振動子の振幅が一定となるように振動子の駆動電流を制御して、この駆動電流を粘度に換算する(特許文献2)。

【0006】

回転式粘度計は、試料に回転子を挿入し、回転子の回転数を停止状態から上げ、回転数に対応するトルクを測定する(特許文献3)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

20

【特許文献1】特開2010-19694号公報

【特許文献2】特開平5-149861号公報

【特許文献3】特開2006-53074号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、降伏値は、流動体が動きはじめる応力の限界値であるので、これを測定するには、流動体の組成を壊すことなく、微小な組成の変化を検知するよう外力を変化させなければならない。

【0009】

30

これに対し、回転振動式粘度計は、駆動部に圧電素子が利用されているため、振動子に与える振動周波数が高く(約1kHz)、試料に加わるストレスが大きいため、流動体の組成が乱されているおそれがある。また、その測定原理からも、試料に与える応力を直接制御することはできないため、降伏値を測定することは難しい。

【0010】

音叉振動式粘度計は、駆動周波数が低い(約30Hz)ことが特徴の一つであり、試料に加わるストレスが小さく、試料の組成を壊しがたいと言える。しかし、その測定原理は、振動子の振幅(ずり速度)が一定という条件下で駆動電流(ずり応力)を測定するのであって、試料に与える応力を制御することはできないため、降伏値を測定することは出来ない。

40

【0011】

回転式粘度計は、回転子の回転数がずり速度に比例するとの考え方から、回転数(ずり速度)に対するトルク(ずり応力)を測定するので、トルクの測定点の回帰直線を求め、その切片を降伏値として測定するものもある(特に、特許文献3の段落0019)。しかし、回転式粘度計は、測定対象が低粘度や低ずり速度であると、回転子のトルクが試料に伝わりにくく、精度が悪いことが知られており、低ずり速度域にあらわれる降伏値も、正確な値が得られているか確かではない。

【0012】

このように、従来粘度計では、正確な降伏値は測定できないという問題があった。本発明は、従来技術の問題を解決するために、音叉振動式粘度計を利用して、精度の高い降

50

伏値を得ることを提案することで、より実態に近い流動体の物性解明に貢献しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

前記目的を達成するために、本発明に係る音叉振動式粘度計では、流動体に挿入される一对の振動子と、前記振動子の振幅値を検出する変位センサと、前記振動子に電磁振動を加振する、電磁コイルを備えた電磁駆動部と、前記電磁コイルに流す駆動電流を、零から設置値まで増大又は設定値から零まで減少させる駆動電流制御手段と、前記駆動電流の値及びこれに対応する前記振幅値を記録する記憶手段と、前記振幅値の変局点を判断し、そのときの前記駆動電流値を降伏値とする降伏値測定手段と、を備えることを特徴とする。

10

【0014】

また、本発明に係る降伏値の測定方法では、流動体に挿入される一对の振動子と、前記振動子の振幅値を検出する変位センサと、前記振動子に電磁振動を加振する、電磁コイルを備えた電磁駆動部と、前記電磁コイルに流す駆動電流を、零から設置値まで増大又は設定値から零まで減少させる駆動電流制御手段と、を備える音叉振動式粘度計を用いた降伏値の測定方法であって、前記電磁コイルに流す測定開始駆動電流値を決定する開始値設定ステップと、前記電磁コイルに流す測定停止駆動電流値を決定する停止値設定ステップと、前記駆動電流を変更させる駆動電流制御ステップと、振動子の振動開始から停止まで、前記駆動電流の値及び前記振幅値を記録する記録ステップと、前記振幅値の変局点を判断し、そのときの前記駆動電流値を降伏値として算出する降伏値測定ステップと、を備えることを特徴とする。

20

【0015】

好ましくは、本発明に係る音叉振動式粘度計では、前記降伏値測定手段で、前記降伏値は、前記振幅値の変局点と対応する駆動電流値である降伏駆動電流値と、前記電磁コイルの磁束密度と、前記電磁コイルのコイル長と、の積を、前記振動子のでこ比で除して得られる、振動子にかかるトルクである降伏駆動力に換算する。

【0016】

好ましくは、本発明に係る降伏値の測定方法では、前記降伏値測定ステップは、前記降伏値は、前記振幅値の変局点と対応する駆動電流値である降伏駆動電流値と、前記電磁コイルの磁束密度と、前記電磁コイルのコイル長と、の積を、前記振動子のでこ比で除して得られる、振動子にかかるトルクである降伏駆動力に換算する。

30

【0017】

好ましくは、本発明に係る降伏値の測定方法は、コンピュータプログラムで記載され実行される。

【発明の効果】

【0018】

本発明の音叉振動式粘度計によれば、一对の振動子を共振振動させる駆動電流を、零から設置値まで増大又は設定値から零まで減少させるように制御し、この駆動電流の変更に対する振動子の振幅の変化を検出し、振幅値の変局点に対応する駆動電流値を降伏値とするので、精度の高い降伏値を得ることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明に係る音叉振動式粘度計の構成図

【図2】同音叉振動式粘度計の制御駆動系のブロック図

【図3】本発明に係る降伏値測定のフローチャート

【図4】降伏値の概念図

【発明を実施するための形態】

【0020】

次に、本発明の好適な実施の形態について説明する。

【0021】

50

図 1 は、本発明に係る音叉振動式粘度計 1 の駆動機構部 2 の構成概略図である。音叉振動式粘度計 1 の本体及び駆動機構部 2 の構成は、従来構成と同様であるため、適宜説明を簡略する。

【 0 0 2 2 】

駆動機構部 2 の、符号 3 , 3 は、測定用容器 (図示せず) に入れられた試料 4 中に挿入される一対の振動子であり、セラミック部材や金属部材等の薄肉平板状の板材から形成され、先端に円形状の拡大部が設けられている。この拡大部が、試料 4 との接液部 3 a となる。

【 0 0 2 3 】

符号 5 , 5 は、一対の板バネであり、板バネ 5 , 5 に対し、振動子 3 , 3 の基端部が、接続部材 6 , 6 を介して固定されている。板バネ 5 の振動子接続側端部と反対の端部は、逆凸形状のフレーム 7 の左右凸部に固定されている。板バネ 5 の長手方向中央部には、薄肉部が形成されている。フレーム 7 は、図示しない粘度計 1 本体のスタンドにより支持されており、本体に設置のハンドル操作により、昇降及び前後移動可能に構成されている。これにより、一対の振動子 3 , 3 は、一定の深さでもって試料 4 に挿入され、厚み方向の中心軸が試料 4 中で同一平面上に位置するように配置される。フレーム 7 の下方凸部には、試料用温度センサ 8 、駆動機構部温度センサ 9 が設けられている。

10

【 0 0 2 4 】

符号 1 0 は電磁駆動部であり、振動子 3 と接続する接続部材 6 の中央部に固定されたフェライト磁石 1 0 a の一端部が、フレーム 7 の下方凸部側面に固定された電磁コイル 1 0 b の内側に挿入された、ムービングマグネット方式として構成されている。この電磁駆動部 1 0 により、板バネ 5 , 5 を一定の振動数で逆位相に強制的に共振振動させることで、振動子 3 , 3 が同様の振動をする。符号 1 1 は渦電流損検出非接触型の変位センサである。変位センサ 1 1 は、振動子 3 の振幅は振動子 3 と一体となっている板バネ 5 の振幅と同等であるとして、フレーム 7 に、板バネ 5 の振動子接続側端部と近接する位置に固定され、板バネ 5 の振幅値を検出する。

20

【 0 0 2 5 】

次に、図 2 は、本発明に係る音叉振動式粘度計の制御駆動系のブロック図である。

【 0 0 2 6 】

符号 3 0 a 、 3 0 b 、 3 0 c はアンプ、符号 3 1 は正弦波発生回路、符号 3 2 は V / I 変換回路、符号 3 3 は整流器、符号 3 4 , 4 1 は A / D 変換器、符号 3 5 は、CPU、ROM、RAM 等を内蔵するマイコン、符号 3 6 は電圧変換回路、符号 3 7 は表示部、符号 3 8 はキースイッチ部、符号 3 9 はメモリ、符号 4 1 は入力選択部、である。後述で明らかとなるように、マイコン 3 5 が、駆動電流制御手段及び降伏値測定手段、メモリ 3 9 が記憶手段である。なお、A / D 変換器 3 4 , 4 1 、電圧変換回路 3 6 等が適宜マイコン 3 5 に内蔵される構成も当然に想定される。

30

【 0 0 2 7 】

降伏値の測定を開始すると、例えば水晶振動子 (図示せず) 等の発振器で生成された 3 0 H z の基準駆動信号が、アンプ 3 0 a で増幅され、正弦波発生回路 3 1 、V / I 変換回路 3 2 を経て正弦波信号に変調されて、駆動電流が電磁コイル 1 0 b に流れる。これにより、電磁駆動部 1 0 で磁力が発生し、振動子 3 , 3 が逆位相の共振振動を開始する。これを受けた振動子 3 の振幅が変位センサ 1 1 により検出される。検出された振幅値 A の信号は、アンプ 3 0 c で増幅され、整流器 3 3 で整流され、A / D 変換器 3 4 でデジタル信号となって、マイコン 3 5 に入力される。

40

【 0 0 2 8 】

マイコン 3 5 は、PWM 変調回路を有しており、電磁コイル 1 0 b に入力される駆動電流を後述の手順で制御するための PWM 信号を、電圧変換回路 3 6 に出力する。

【 0 0 2 9 】

マイコン 3 5 から電圧変換回路 3 6 を経て出力された信号は、アンプ 3 0 b で増幅され、正弦波発生回路 3 1 で基準駆動信号と合成される。合成によって変調された駆動信号が

50

、V / I 変換回路 3 2 を経て、駆動電流として電磁コイル 1 0 b に流れる。この PWM 変調後の駆動電流値 i は、予め ROM 等に記憶されているマイコン 3 5 から出力される PWM 信号との対応値として得られる。駆動電流値 i と振幅値 A の測定値は、メモリ 3 9 に記録される。この手順が、降伏値測定終了まで繰り返される。

【 0 0 3 0 】

また、試料用温度センサ 8、駆動機構部温度センサ 9 からの信号は、マイコンからの入力選択信号にもとづいて、入力選択部 4 0 によって一定のタイミングで切換られ、A / D 変換器 4 1 でデジタル信号となって、マイコン 3 5 に入力され、マイコンの入力選択信号によって、メモリ 3 9 の別の領域に記録される。試料用温度センサ 8 からの信号により算出された試料温度は、操作者の要求に応じて適宜表示部 3 7 等に出力される。また、駆動機構部温度センサ 9 からの信号により算出された駆動機構部の温度は、必要に応じ測定値の補正に使用される。

10

【 0 0 3 1 】

すなわち、従来の音叉振動式粘度計は、振動子 3 の振幅が一定となるように駆動電流を増減させ、駆動電流値 i から粘度を算出するような制御系であったのに対し、本音叉振動式粘度計 1 は、駆動電流値 i を設定に基づいて可変し、この駆動電流値 i の変更による振動子 3 の振幅の変化を連続的に測定する制御系として構成されている。

【 0 0 3 2 】

以下、駆動電流値 i の制御手順及び降伏値の測定方法について、図 3 のフローチャートに基づき説明する。図 3 は本発明に係る降伏値測定のプロフローチャートである。

20

【 0 0 3 3 】

まず、ステップ S 1 で、振動子 3 を振動させるための駆動電流値 i の初期状態、測定開始駆動電流値 I_s を設定する。駆動電流値 i を増加させていく場合、駆動電流値 i の初期状態はゼロ ($I_s = 0$) を設定する。駆動電流値 i を減少させていく場合、駆動電流値 i の所定の設定値 (最大値) を設定する。ステップ S 1 が、開始値設定ステップである。

【 0 0 3 4 】

次に、ステップ S 2 で、駆動電流値 i を一定時間毎に変化させていくための変化の割合、駆動電流変化量 I_c 、単位測定時間 T_c を設定する。これにより単位測定時間 T_c 経過毎に、駆動電流値 i が駆動電流変化量 I_c 分、変化することになる。駆動電流値 i を増加させていく場合、 I_c は正となる。駆動電流値 i を減少させていく場合、 I_c は負となる。

30

【 0 0 3 5 】

駆動電流変化量 I_c に従って、一定時間毎に駆動電流値 i を変化させていき、所定の駆動電流に達すると測定を停止するが、ステップ S 3 で、測定を停止するときの駆動電流値、測定停止駆動電流値 I_e を設定する。ステップ S 3 が、停止値設定ステップである。

【 0 0 3 6 】

ステップ S 1 ~ S 3 の設定は、基本的に操作者によってキースイッチ部 3 8 等を介して任意に行われる。但し、測定開始駆動電流値 I_s 、駆動電流変化量 I_c 、単位測定時間 T_c 、測定停止駆動電流値 I_e は、好適なパターンを予めマイコン 3 5 内の ROM やメモリ 3 9 に格納しておいてもよい。この場合、操作者が駆動電流値 i を増大させるか減少させるかのみ選択することで、開始値設定ステップおよび停止値設定ステップが行われる。

40

【 0 0 3 7 】

次に、ステップ S 4 で、操作者による測定開始の指示に従い、降伏値の測定を開始する。測定が開始されれば、ステップ S 5 に進める。開始されない場合はステップ S 4 に戻る。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 5 に進むと、マイコン 3 5 により基準駆動信号を変調し、駆動電流値 i を測定開始駆動電流値 I_s にする。

【 0 0 3 9 】

次に、ステップ S 6 で、測定タイマ t_m をリセットする。測定タイマ i は、マイコン 3 5 に内蔵されるカウンタ等で、駆動電流値 i を変化させるタイミングを検出するために用

50

いられるもので、一定時間毎に増加し更新されるものである。

【0040】

次に、ステップS7で、変位センサ11で、駆動電流値*i*に対応した振動子3の振幅を測定し、そのときの駆動電流値*i*、測定した振幅値Aを、刻々連続的に、メモリ39に記録する。この駆動電流値*i*及び振幅値Aは、パーソナルコンピュータなどの外部機器に出力しても良い。ステップS7が、記録ステップである。

【0041】

次に、ステップS8で、タイマ t_m が単位測定時間 T_c に達するか否かを判定する。単位測定時間 T_c に達する場合はステップS9に進める。達していない場合は、ステップS7に戻り振幅値Aの測定を継続する。

10

【0042】

ステップS9に進むと、ステップS1~S3の設定に基づき、設定された駆動電流変化量 I_c に従い、駆動電流値*i*が($i = i + I_c$)となるよう、マイコン35からPWM信号が出力され、駆動電流値*i*が変更される。ステップS9が、駆動電流制御ステップである。

【0043】

次に、ステップS10で、駆動電流値*i*が測定停止駆動電流値 I_e に達したか否かを判定する。駆動電流値*i*が測定停止駆動電流値 I_e に達した場合はステップS11に進める。達していない場合は、ステップS6に戻り測定を継続する。

【0044】

ステップS11に進むと、駆動電流値*i*が測定停止駆動電流値 I_e に達しているので、測定を停止し、駆動電流値*i*をゼロにして、振動子3の振動を停止する。

20

【0045】

次に、ステップS12で、刻々と連続的に記録された駆動電流値*i*と振幅値Aの関係で、マイコン35に内蔵されるCPUによって、振幅値Aの変局する点を判断し、そのときの駆動電流値*i*を降伏値(I_y :降伏駆動電流値)として求める。すなわち、ステップS12が、降伏値測定ステップである。なお、駆動電流は正弦波となるため、駆動電流値*i*の測定値は実効値とする。

【0046】

なお、振幅値Aの変局点の判断は、駆動電流を増加させていく場合は、振動子が振幅を開始した点、または一定以上の振幅となった点、駆動電流を減少させていく場合は、振動子が振動を停止した点、または一定以下の振幅となった点等とする。更に詳しく判断するためには、駆動電流(即ち、流動体に与える応力[]に相関)と、振動子の振幅(即ち、ずり速度[D_s]に相関)の比率(/ D_s)から、粘度に相当する物理量(塑性粘度とする)を刻々と算出し、更に塑性粘度の変化の微分を行い、微分値の絶対値が最大となる点などから、変局点を判断するのが好ましい。

30

【0047】

なお、降伏値は、低ずり応力で確認されることを考慮すれば、降伏値を算出するステップS12は、測定終了を待って算出する必要はなく、ステップS7で、所定時間経過後(例えば10秒~1分程度経過後)に、データの記録と同時平行して降伏値を算出してもよい。

40

【0048】

また、上記降伏値は、降伏駆動電流値 I_y [mA]として算出されるが、ステップS12(或いはステップS7)で、振動子3にかかるトルクに換算した降伏駆動力 F_y に換算しても良い。

【0049】

音叉振動式粘度計1では、振動子3が試料4中でサイン波での往復運動を行うため、試料4中で振動子3を動かすために必要な力(トルク)が働く。よって、振動子3の接液部3aの中心3oにおける駆動力Fを考えると、電磁駆動部10で発生する力 F_1 を、振動子3の支点となる板パネ5の最薄肉部5aを基準とし、電磁駆動部10の上下方向中心ま

50

での距離 d_1 と振動子接液部中心 3 o までの距離 d_2 の比 (てこ比) で除すことで求められる。電磁駆動部 1 0 で発生する力 F_1 は、電磁コイル 1 0 b の磁束密度 B 、電磁コイル 1 0 b に流れる駆動電流 i 及び電磁コイル 1 0 b のコイル長 L の積から求められる。てこ比、磁束密度 B 、コイル長 L は、装置構成から既知の値となる。ここで、駆動電流 i に、降伏駆動電流値 I_y を用いれば、式 $F_y = B I_y L /$ で、トルクに換算した降伏駆動力 F_y [N] が得られる。さらに、振動子の接液面積 (接液部 3 a の面積) で除して、単位系を [Pa] としてもよい。

【 0 0 5 0 】

本実施例によれば、本音叉振動式粘度計 1 は、一对の振動子 3 を共振振動させる駆動電流を、零から設置値まで増大又は設定値から零まで減少させるように制御し、この駆動電流値 i の変更に対する振動子 3 の振幅値 A の変化を検出し、振幅値の変局点に対応する駆動電流値 i を降伏値とするので、精度の高い降伏値を得ることができる。

10

【 0 0 5 1 】

すなわち、本音叉振動式粘度計 1 は、振動子 3 , 3 の共振を利用して、振動子 3 を微小な駆動力 (駆動電流) で駆動かつ駆動電流を微小範囲で可変させることができるので、試料 4 に与えるストレスが小さく、試料 4 の組成変化が生じ難いから、特に低エネルギー下で確認される降伏値を、他の粘度計の測定値よりも信頼性高く正確に捉えることができる。

【 0 0 5 2 】

また、音叉振動式粘度計 1 は、駆動力 (駆動電流) を直接制御し、駆動電流値 i の変更に対する振幅値 A の変化を連続的な状態変化として測定することができるため、降伏値だけでなく、同測定中に流動体のレオロジー性 (ニュートン、非ニュートン性等) も容易に求められる。

20

【 符号の説明 】

【 0 0 5 3 】

1 ... 音叉振動式粘度計、 2 ... 駆動機構部、 3 ... 振動子、 4 ... 試料、 5 ... 板バネ、
1 0 ... 電磁駆動部、 1 0 a ... フェライト磁石、 1 0 b ... 電磁コイル、 1 1 ... 変位センサ、
3 0 a、 3 0 b、 3 0 c ... アンプ、 3 1 ... 正弦波発生回路、 3 2 ... V / I 変換器、
3 3 ... 整流器、 3 4 ... A / D 変換器

3 5 ... マイコン、 3 6 ... 電圧変換器、 3 7 ... 表示部、 3 8 ... キースイッチ部、 3
9 ... メモリ、 4 0 ... 入力選択部、 4 1 ... A / D 変換器

30

