

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5314761号
(P5314761)

(45) 発行日 平成25年10月16日(2013.10.16)

(24) 登録日 平成25年7月12日(2013.7.12)

(51) Int.Cl.

GO1N 11/14 (2006.01)
GO1N 19/00 (2006.01)

F 1

GO1N 11/14
GO1N 19/00Z
B

請求項の数 9 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2011-520603 (P2011-520603)
 (86) (22) 出願日 平成21年7月31日 (2009.7.31)
 (65) 公表番号 特表2011-530063 (P2011-530063A)
 (43) 公表日 平成23年12月15日 (2011.12.15)
 (86) 國際出願番号 PCT/GB2009/050962
 (87) 國際公開番号 WO2010/013066
 (87) 國際公開日 平成22年2月4日 (2010.2.4)
 審査請求日 平成24年7月24日 (2012.7.24)
 (31) 優先権主張番号 61/137,670
 (32) 優先日 平成20年8月1日 (2008.8.1)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 505307747
 マルバーン インストゥルメンツ リミテッド
 イギリス、ウースターシャー ダブリュアール14 1エックスゼット、マルバーン、グローブウッド ロード、エニグマ ビジネス パーク (番地なし)
 (74) 代理人 110000578
 名古屋國際特許業務法人
 (72) 発明者 ウィルキンソン ジョン ポール
 イギリス国 グロスター シー エル 3 3エスエヌ グロスター バード ロード 5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】レオメータ制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

サンプルの特性を測定するためのレオメータであって、
 前記サンプルと接触するための接触面を有する可動部と、
 前記サンプルと接触するための接触面を有する固定部と、
 前記可動部と前記固定部との間ににおいて、相対的な垂直運動を提供するための垂直アクチュエータと、
 前記可動部と前記固定部との間ににおいて、相対的な回転運動を提供するための回転アクチュエータと、

前記垂直アクチュエータに提供された継続的な制御信号の使用を介して前記可動部及び前記固定部によって前記サンプルに及ぼされる力を制御するために機能するコントローラと、

を備え、

前記コントローラは、前記垂直アクチュエータを制御するために、及びコンプライアンス制御ロジックに基き該レオメータにおけるコンプライアンス誤差を補正するために機能する

ことを特徴とする、レオメータ。

【請求項2】

請求項1に記載のレオメータであって、

前記コントローラは、サンプルに及ぼされる力を検出するための歪みゲージにおけるコ

10

20

ンプライアンス誤差を補正するために機能することを特徴とする、レオメータ。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のレオメータであって、
前記コントローラは、前記サンプルの少なくとも 1 つの特性に生じる変化に対して、適応制御ロジックに基き制御を適応させるために機能する、
ことを特徴とする、レオメータ。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のレオメータであって、
前記コントローラは、前記サンプルの係数に基づいて制御を適応させるために機能することを特徴とする、レオメータ。 10

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のレオメータであって、
前記コントローラは、カスタマイズ可能な位置速度プロファイルを含むプログラマブルアンチワインドアップロジックに基づき、前記可動部と前記固定部との間における最大相対速度を制限するために機能する、
ことを特徴とする、レオメータ。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のレオメータであって、
前記コントローラは、線形プロファイルを生成するために機能することを特徴とする、レオメータ。 20

【請求項 7】

請求項 5 または 6 に記載のレオメータであって、
前記コントローラは、指數関数プロファイルを生成するために機能することを特徴とする、レオメータ。

【請求項 8】

請求項 5 から 7 のいずれか 1 項に記載のレオメータであって、
前記コントローラは、サブプロファイルをより大きなプロファイルへ統合するために機能することを特徴とする、レオメータ。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載のレオメータであって、
前記コントローラは、慣性補償ロジックに基き、前記可動部の速度が変動する間の慣性効果に対する力の値を補正するために機能する、
ことを特徴とする、レオメータ。 30

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【0001】

[関連出願の相互参照]

本発明は、参照により本明細書に組み込まれる、2008年8月1日に出願された米国仮特許出願第 61 / 137,670 号の利益を主張するものである。

[発明の分野]

本発明は、レオメータ及びレオメータを制御する方法に関する。 40

[発明の背景]

レオメータは、材料の流動と変形を測定するために用いられる。回転型レオメータは、一般的には、固定されたベースプレートと回転式上方プレートとの間でサンプルを把持する。ベース部と回転式上方プレート部との間にあるギャップを一定に保って測定するタイプもあれば、サンプルに作用する法線力を一定に保って測定するタイプもある。

【0002】

法線力の制御は、一般的には、シンプルなオンオフ変調によるアプローチを用いて実施される。上方の帯域 (pass band) 及び下方の帯域 (pass band) は、所望の法線力のループ周辺に設定される。シンプルなステップサイズ及び更新速度が設定

され、力が帯域(pass band)内となるまでシステムが稼働して測定を実施する。そして、力が帯域(pass band)の外へ移動したと認められてはじめて、制御がオフに切り換えられる。

[発明の概要]

1つの一般的な局面において、本発明は、サンプルの特性を測定するためのレオメータを特徴とし、該レオメータは、サンプルと接触するための接触面を有する可動部と、サンプルと接触するための接触面を有する固定部とを備える。また、レオメータは、可動部と固定部との間において相対的な垂直運動を提供するための垂直アクチュエータと、可動部と固定部との間において相対的な回転運動を提供するための回転アクチュエータとを備える。継続的にサンプリングされる力のコントローラは、垂直アクチュエータに提供された継続的な制御信号の使用を介して可動部及び固定部によってサンプルに及ぼされる力を制御するために機能する。好適な実施例では、コントローラはサンプリングされるデータのデジタルコントローラである。10

【0003】

また別の一般的な局面においては、本発明は、サンプルの特性を測定するためのレオメータを特徴とし、該レオメータは、サンプルと接触するための接触面を有する可動部と、サンプルと接触するための接触面を有する固定部とを備える。また、レオメータは、可動部と固定部との間において相対的な垂直運動を提供するための垂直アクチュエータと、可動部と固定部との間において相対的な回転運動を提供するための回転アクチュエータとを備える。垂直コントローラは、垂直アクチュエータを制御するために機能し、レオメータにおけるコンプライアンス誤差を補正するために機能するコンプライアンス制御ロジックを有する。好適な実施例では、歪みゲージにおけるコンプライアンス誤差を補正するために機能し得る。20

【0004】

さらなる一般的な局面では、本発明は、サンプルの特性を測定するためのレオメータを特徴とし、該レオメータは、サンプルと接触するための接触面を有する可動部と、サンプルと接触するための接触面を有する固定部とを備える。また、レオメータは、可動部と固定部との間において相対的な垂直運動を提供するための垂直アクチュエータと、可動部と固定部との間において相対的な回転運動を提供するための回転アクチュエータとを備える。垂直コントローラは、垂直アクチュエータを制御するために機能し、サンプルの少なくとも1つの特性に生じる変化に対して、制御を適応させるために機能する、適応制御ロジックを有する。好適な実施例では、コントローラはサンプルの係数に基づいて制御を適応させるために機能し得る。30

【0005】

さらに別の一般的な局面では、本発明は、サンプルの特性を測定するためのレオメータを特徴とし、該レオメータは、サンプルと接触するための接触面を有する可動部と、サンプルと接触するための接触面を有する固定部とを備える。また、レオメータは、可動部と固定部との間において相対的な垂直運動を提供するための垂直アクチュエータと、可動部と固定部との間において相対的な回転運動を提供するための回転アクチュエータとを備える。垂直コントローラは、垂直アクチュエータを制御するために機能し、カスタマイズ可能な位置速度プロファイルに基づき、可動部と固定部との間における最大相対速度を制限するために機能するプログラマブルアンチワインドアップロジックを有する。40

【0006】

好適な実施例では、アンチワインドアップロジックは、線形プロファイルを生成するために機能し得る。アンチワインドアップロジックは、指數関数プロファイルを生成するために機能し得る。アンチワインドアップロジックは、サブプロファイルをより大きなプロファイルへ統合するために機能し得る。

【0007】

またさらなる一般的な局面においては、本発明は、サンプルの特性を測定するためのレオメータを特徴とし、該レオメータは、サンプルと接触するための接触面を有する可動部50

と、サンプルと接触するための接触面を有する固定部とを備える。また、レオメータは、可動部と固定部との間において相対的な垂直運動を提供するための垂直アクチュエータと、可動部と固定部との間において相対的な回転運動を提供するための回転アクチュエータとを備える。垂直コントローラは、垂直アクチュエータを制御するために機能し、可動部の速度が変動する間の慣性効果に対する力の値を補正するために機能する慣性補償ロジックを有する。

【0008】

本発明によるシステムによれば、より正確にレオメータを制御することが可能となり、また、さらに改良されたレオロジーの測定が可能となるので有利である。

【図面の簡単な説明】

10

【0009】

【図1】ギャップ及び法線力制御のための、回転型レオメータの構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示されるレオメータの制御システムを示すブロック図である。

【図3】図1及び図2に示されるレオメータのための、コンプライアンス及び他の補正手段を用いた適応法線力制御を示すブロック図である。

【図4】図1及び図2に示されるレオメータのための、コンプライアンス及び他の補正手段を用いたギャップ制御を示すブロック図である。

【0010】

20

【例示的実施例の詳細な説明】

図1を参照すると、本発明によるレオメータは回転アクチュエータを有しており、この回転アクチュエータは、例えば上部プレートのような移動可能な上部に対して動作可能のように接続されている。この上部プレートと下部プレートとは、サンプルを試験するためのギャップによって隔てられている。垂直アクチュエータは、動作可能のように回転アクチュエータに接続され、上部プレートを伴って回転アクチュエータを上昇または下降させることができ、ギャップ、あるいはギャップにあるサンプルに作用する力を制御する。

【0011】

図2を参照すると、レオメータの垂直アクチュエータは、垂直コントローラによって制御される。このコントローラとしては、例えばアナログコントローラまたはファジィ論理コントローラといった種々の周知のコントローラを用いることも可能ではあるが、好ましくはサンプリングされるデータのデジタルコントローラである。

30

【0012】

垂直コントローラは、使用者が指定し得る目標ギャップ信号を受け取る。また、垂直コントローラは、垂直アクチュエータおよび／または上部に取り付けられた歪みゲージからの信号も受け取る。これらの信号に基づいて、垂直コントローラは、垂直アクチュエータ駆動信号を生成する。また、垂直コントローラは、データ出力部を有し、該データ出力部は、例えば中間状態データのような付加データを表示あるいはさらなる計算のために提供することができる。

【0013】

40

垂直コントローラは、好ましくは歪みゲージ信号を連続的にサンプリングし、このことは、その垂直コントローラに比例制御法を適用して特定の制御された法線力を得ることを可能にする。これは、従来のオンオフ制御方法に対しての顕著な改善を意味する。従来のレオメータにおけるオンオフ制御は2つの影響を有し得る。1つ目は、測定された力が典型的なこぎり波効果を示し、とりわけ一定ではないことである。急激な移動は実施中の回転試験に悪影響を及ぼす可能性があるため、測定において感度が良好なポイントの範囲ではオフに切り換えられることが多い。2つ目の問題は、2つのプレートが極めて接近していないかぎり、使用者が手動で、上部システムを移動させて従来のギャップ制御を用いて接近させなければならないかもしれません、そして、法線力制御がサンプルを「発見」する間（不確定のかなり長い時間）、待機しなければならないことである。このことは、サンプルの寿命が限られている場合や、サンプルの特性が数秒でも著しく変化してしまう場合

50

に、特に問題となる可能性がある。また、高精度の測定が実行されるべきである場合、試料に対する迅速なアプローチが重要とされる発泡フォームの試験のような短時間の試験においても問題となる可能性がある。

【0014】

その制御方法論を実施して、垂直コントローラは、サンプルの状態の情報、アンチワインドアッププロファイル、コンプライアンスパラメータの情報、および／または、慣性パラメータの情報を受け取る。これらのそれぞれが、垂直コントローラがその制御方法論を改善することを可能にする。

【0015】

サンプルの状態の情報は、レオメータを適応制御するために用いられ得る。要請された法線力（N F）及び測定された力は、比例積分微分（P I D）ループに基づき、適応バージョンのコントローラに入力される。法線力を制御することで、移動ジオメトリがサンプル内に無いかもしれない事実が分かり、そして衝撃と共に力が急激に変化する可能性がある。これは、制御されたギャップアルゴリズムを用い、力におけるステップ変化を検知してその力を制御することによって決定される。しかしながら、これは、制御ループをプレチャージ（pre-charging）することに加えて力の増加に反応することによって衝撃の検出ができないという問題を有する可能性があり、有用性を低下させる。

10

【0016】

より良い方法は、コントローラを常時稼働させて、サンプルの効果的な状態の変化に対してコントローラを適応させることである。この方法は、より円滑かつ連続的であって、サンプルの特性における変化にも適応するであろうことを意味する。この方法に関する問題の1つは、ローディング（loading）工程中の出力要求速度が、制御されずに増大する可能性があることである。この問題は実際の作動状態によって制限されなければならない。この問題の解決策は、最大速度をコントローラに入力して積分器を制限すること、つまりアンチワインドアップとして知られる処理である。

20

【0017】

該レオメータによって、プログラム可能なワインドアッププロファイルが提供され得る。これらのプロファイルによれば、プレートが下方向に進むのにつれて最大速度の変化を所定の範囲内に制限することが可能である。例示的なプロファイルには、線形プロファイル及び指數関数プロファイルが含まれる。システムは、それらのプロファイルを、全体プロファイルの開始時および終了時に組み合わせ得る。そのため、使用者は、線形プロファイルを指定して速度を最大化することができ、ジオメトリがサンプルに近づいた場合に指數関数プロファイルを指定することもでき、またはその逆も同様である。例えば、線状／線状または指數関数／指數関数といった、他の組み合わせを指定することも可能である。

30

【0018】

システムの制御は本質的には圧縮あるいは引張負荷試験である。ゆえに、制御パラメータは材料の係数である。材料の係数は、気体（無負荷状態において係数がゼロ）から固体の材料までいかなるものであってよく、そのため適応させることが必要である。高い係数を有する材料の場合、機器のコンプライアンスが関わってくるかもしれない。確実に、制御されたギャップ或いは（力制御の場合における）通知されたギャップを常に正しくさせるために、コントローラをシステムのコンプライアンスに適応させる必要がある。

40

【0019】

システムのコンプライアンスが繰り返し現れる場合には、制御方法論の部分として補正され得る。システムのコンプライアンスは、必要に応じて、シンプルなゲイン、及び、オフセット補正または高次補正を用いて補正され得る。典型的なシステムコンプライアンスはおよそ数十ミクロンのオーダーである。それゆえ、ギャップが1 mmより著しく小さい場合でなければ、測定誤差は1 %未満である。

【0020】

コンプライアンス補正は反復法で実施されてもよいが、ギャップに対する開ループが適用されることができる。ループは、ギャップ制御モードの場合に所望のギャップに補正さ

50

れるように閉じられることができる。法線力はギャップではなく制御されたパラメータであるので、コンプライアンス補正は法線力制御モードにおいては開ループである。適応法線力制御方法の図が図3に示される。ギャップ制御の図が図4に示される。

【0021】

ギャッププロファイルによって、サンプルに対するより制御されたアプローチが可能であり、また、システムがモータの実質的な動作限度の範囲内に留まり得る。これは、システムを制御された速度でサンプルに接近させ、これによりその後のサンプルの性能に影響し得る過剰な衝動力が生じることを抑制する効果がもたらされる。これは、材料の圧縮性能または引張応力性能を測定するためであっても良く、あるいは、単に、他のプロセスを実行する前にサンプルを投入するためであっても良い。

10

【0022】

圧縮下における典型的なサンプルでは、ギャップを減少させるにつれて力が指數関数的に上昇する。制御された圧縮負荷試験では、法線力を制御することによって、サンプル領域は増大し、そのため負荷が対数的に減少してギャップの変化の速度(*rate*)を遅くさせる。このことは、真に制御された法線力実験においては、前述のようなオンオフ制御がうまく動作しないであろうことを意味する。適応フィードバック制御を用いることで、ギャップの変化の速度における経時的な変動が継続的に制御され、それによって(システムのノイズフロアによる制約の範囲内となるまで)円滑で安定的な法線力と、経時により円滑に継続して指數関数的に減衰するギャップとがもたらされる。

【0023】

これについての他の実用的な適用は、引張試験の間である。この場合は、材料の引張係数は線形領域にある間は高い数値を示し、延性収縮性を伴う塑性破壊が現れることもある。後者をモデル化するためには、材料の変化の影響を高速制御する段階が適切に求められる。

20

【0024】

システムが加速されると、法線力によって、載荷システムの大きさに比例した力誤差が生じる。空気ペアリング及びトルクロータ、および、ジオメトリのすべては、システムの重さの一部分を占める。システムが加速されると、力は、荷重の大きさ及び加速度に比例して歪みゲージで測定される。これによって、低力において、力制御システムにおける誤差が生じる可能性があるため、制御方法論から除かれることが有益である。システムには特徴的な時定数があり、この時定数は、制御アルゴリズムにおいてモデル化され補正されることが可能である。

30

【0025】

測定されたギャップの直接的な補正として、コンプライアンス補正が適用される。ギャップ誤差を補正するために、内部要求に対して追加の補正がなされることが可能である。これは、アクティブコンプライアンス補正と呼ばれ、垂直駆動するアクチュエータの要求位置に適用される。この補正にはループ時定数がある。制御に著しい振動が生じた場合に、制御アルゴリズムにおいて遅れ補償器を用いて、ループ時間定数を補正することが可能である。

【0026】

40

本実施例では、垂直制御システムは、C++言語で書かれた特別の目的のソフトウェアを用いて実行され、レオメータ装置の筐体内にある汎用の制御プロセッサ上で動作する。特にカスタマイズされたハードウェアに少なくとも部分的に基いた実行を成すことも可能であるし、あるいは、その実行において垂直制御システムが標準的な外部のワークステーションから動作するように成すことも可能である。

【0027】

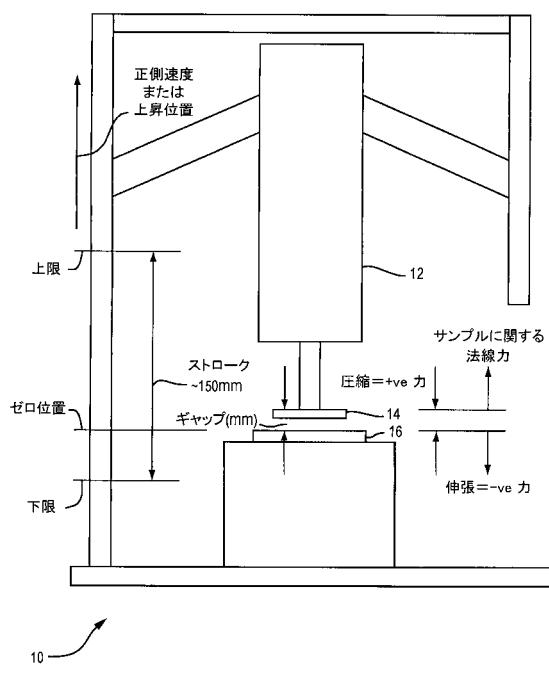
本出願の教示は、本出願と同日に出願され、参照によって本明細書に組み込まれている、同一出願人による2つの仮出願「モジュールによる環境制御システムを有するレオメータ」及び「エキスパートシステムに基づくレオロジー」における発明の主題との関連で有用である。

50

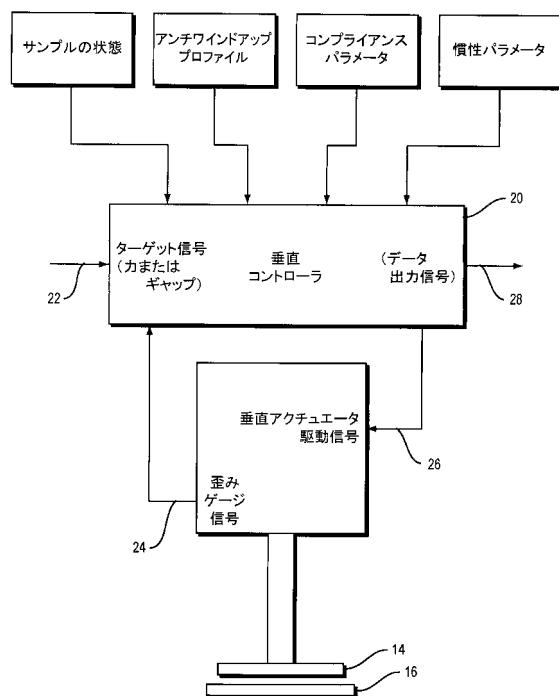
【0028】

本発明は、複数の具体的な実施例に関連して説明されてきた。しかしながら、多くの変形例が本発明の範囲内に属するように実施されることは当業者に明らかであろう。それゆえ、本発明の範囲は本明細書に添付のクレームに記載の範囲のみに限定されることを意図している。また、クレームが表される順序は、クレームのいかなる具体的な用語の範囲を限定するものとして考えられるべきではない。

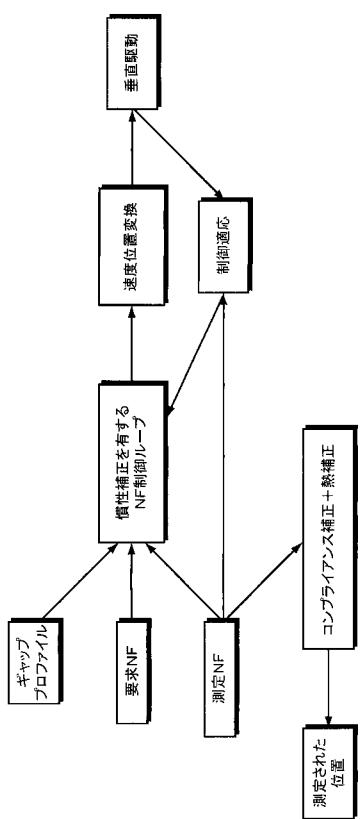
【図1】



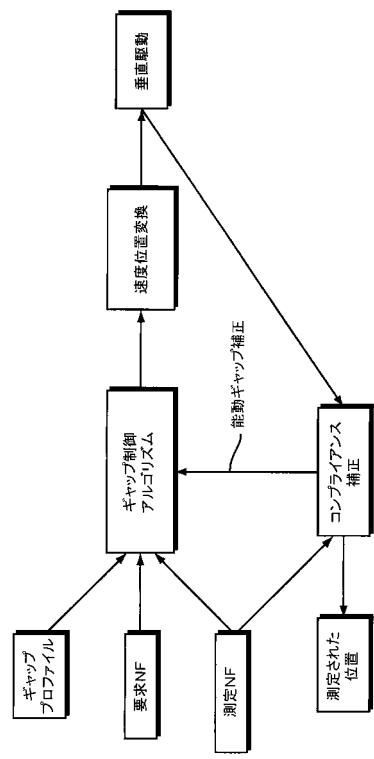
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 ピアソン イアン

イギリス国 カンブリア シーエー10 3エスエー ペンリス オートン ブラインドベック
ハウス

審査官 高 見 重雄

(56)参考文献 特開2008-058152(JP,A)

特開平08-338802(JP,A)

特開平10-309684(JP,A)

特開平06-074886(JP,A)

特表2000-507354(JP,A)

特表2005-512046(JP,A)

米国特許出願公開第2002/0138215(US,A1)

特開2001-141529(JP,A)

米国特許第5610325(US,A)

米国特許出願公開第2004/0123650(US,A1)

特表2000-509502(JP,A)

特開2008-003094(JP,A)

米国特許第5321974(US,A)

特開昭60-024437(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 11/00 - 11/16

G01N 19/00

G01N 3/00 - 3/62

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)