

(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2010-25923

(P2010-25923A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.

G 0 1 N 19/00 (2006.01)

F I

G 0 1 N 19/00

B

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2009-131935 (P2009-131935)	(71) 出願人	591267855
(22) 出願日	平成21年6月1日 (2009.6.1)		埼玉県
(31) 優先権主張番号	特願2008-160696 (P2008-160696)		埼玉県さいたま市浦和区高砂三丁目15番1号
(32) 優先日	平成20年6月19日 (2008.6.19)	(74) 代理人	100072604
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 有我 軍一郎
		(74) 代理人	100140501
			弁理士 有我 栄一郎
		(74) 代理人	100107294
			弁理士 妻鹿 恒雄
		(72) 発明者	山田 岳大
			埼玉県川口市上青木3-12-18 埼玉県産業技術総合センター内
		(72) 発明者	関根 正裕
			埼玉県川口市上青木3-12-18 埼玉県産業技術総合センター内

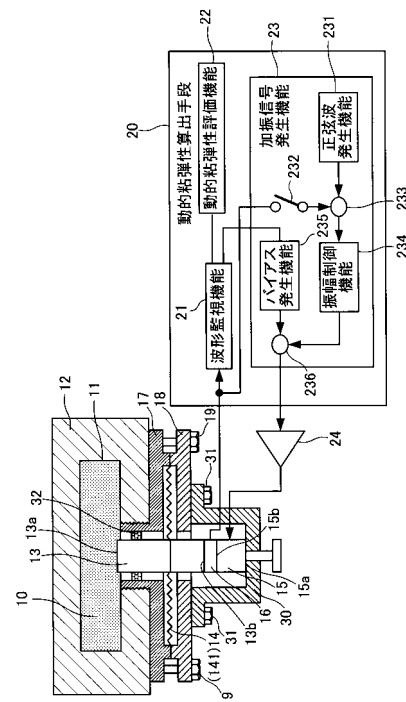
(54) 【発明の名称】 動的粘弾性測定装置

(57) 【要約】

【課題】高温高压の粘弾性流体の動的粘弾性を測定できる動的粘弾性測定装置を提供する。

【解決手段】高温高压の粘弾性流体10を収容する閉空間11を有する筐体12に取り付けられた基台30と、一端13aが閉空間11に面し、筐体12を貫通して配置される加振棒13と、加振棒13の一端13aまたは加振棒13の中間部に配置され、加振棒13と基台30との隙間から漏洩する粘弾性流体もしくは粘弾性流体が放出する気体をシールする弾性シール部材14と、固定端15aが基台30に固定され、自由端15bが加振棒13を介して粘弾性流体10を加振するアクチュエータ15と、粘弾性流体10の歪および応力の少なくとも一方を測定するセンサ16であって、アクチュエータ15の自由端15bと加振棒13の他端13bの間に配置されるセンサ16と、を備える。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

高温高圧の粘弾性流体を収容する閉空間を有する筐体と、
前記筐体に取り付けられる基台と、
一端が前記閉空間に面し、前記筐体を貫通して配置される加振棒と、
前記加振棒の一端側または中間部に配置され、前記加振棒と前記筐体との隙間から漏洩する前記粘弾性流体もしくは前記粘弾性流体が放出する気体をシールする弾性シール部材と、
固定端が前記基台に固定され、自由端が前記加振棒を介して前記粘弾性流体を加振するアクチュエータと、
前記粘弾性流体の歪および応力の少なくとも一方を測定するセンサであって、前記アクチュエータの自由端と前記加振棒の他端との間に配置されるセンサと、を備える動的粘弾性測定装置。

10

【請求項 2】

前記アクチュエータが、駆動電圧もしくは駆動電流に応じた振幅を発生するものであり、
前記センサが、前記粘弾性流体の発生する応力を検出するものである請求項 1 に記載の動的粘弾性測定装置。

【請求項 3】

前記アクチュエータが、前記アクチュエータの振動振幅を一定に制御したときの駆動電圧もしくは駆動電流が前記粘弾性流体の発生する応力に応じた値となるものであり、
前記センサが、前記粘弾性流体の歪を検出するものである請求項 1 に記載の動的粘弾性測定装置。

20

【請求項 4】

前記センサの検出値、前記アクチュエータに印加する加振信号の振幅および周波数、ならびに前記弾性シール部材の特性に基づいて前記粘弾性流体の動的粘弾性を算出する動的粘弾性算出手段を備える請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の動的粘弾性測定装置。

【請求項 5】

動的粘弾性算出手段が、加振信号に直流バイアスを重畳することが可能な加振信号発生機能を備える請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の動的粘弾性測定装置。

30

【請求項 6】

前記アクチュエータの固定端と前記基台との間に配置され、前記加振棒と前記粘弾性流体との間の距離を変更可能な静的歪追従機構と、
前記加振棒の一端が前記粘弾性流体と接触するように前記静的歪追従機構を駆動する静的歪監視機構を備える請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の動的粘弾性測定装置。

【請求項 7】

前記静的歪監視機構が、前記アクチュエータに正弦波を印加したときに、応力信号に欠けが生じた場合には前記静的歪追従機構に対して前記加振棒と前記粘弾性流体との間の距離を小さくする駆動信号を出力し、応力信号のボトムレベルにずれが生じた場合には前記静的歪追従機構に対して前記加振棒と前記粘弾性流体との間の距離を大きくする駆動信号を出力するものである請求項 6 に記載の動的粘弾性測定装置。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は動的粘弾性測定装置に係り、特に、高温高圧の粘弾性流体の動的粘弾性を測定することのできる動的粘弾性測定装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

樹脂を発泡させて所望の形状に成形する射出成形の技術分野にあっては、成形性を向上

50

させるために樹脂の動的粘弾性の变化を時系列的に知ることが必要となる。

【0003】

このため、発泡剤を含有する樹脂の動的粘弾性を測定する動的粘弾性測定装置が既に提案されている（例えば、特許文献1、特許文献2および特許文献3を参照）。

【0004】

特許文献1に開示されている動的粘弾性測定装置は、発泡体成形容器と、この容器の内部に配置され、互いに一定の距離を隔てて対向する一对のプレートと、この一对のプレートの一方に、当該プレートと直交する方向に沿って微小変動を与える加振機と、その他方のプレートの上記直交方向における応力を検出する検出器と、上記発泡体成形容器の内壁面に作用する圧力を検出する圧力センサを備えており、発泡体の発泡硬化過程における動的粘弾性および発泡圧を測定可能な構成となっている。

10

【0005】

特許文献2に開示されている動的粘弾性測定装置は、加硫特性と発泡特性を同時に測定可能な装置であって、樹脂を密閉する密閉金型に加硫特性測定部と発泡特性測定部を設け、発泡特性測定部は歪ゲージ式圧力変換器の受圧面を密閉金型内面に露出させて密着固定した構成を有し、発泡圧力を経時的に測定可能な構成となっている。

【0006】

特許文献3に開示された動的粘弾性測定装置は、樹脂の動的粘弾性を時間、温度、周波数の関数として測定可能な装置であって、樹脂に生じる静的歪を調節する静的歪調節手段と、樹脂に生じる静的応力を調節する静的応力調節手段とを備え、測定中の樹脂の硬化に伴って発生する静的歪を補償して動的歪を精度良く測定可能な構成となっている。

20

【0007】

また、本出願人は中間体を介して直列配置した2個の積層型ピエゾ素子を備えるセンサ機能付きアクチュエータを動的粘弾性測定装置に適用することを、既に提案している（特開2008-29111号公報）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開平7-333130号公報（[0010]、図1）

【特許文献2】特開昭50-117487号公報（第2頁左上欄20行目～左下欄14行目、第1図）

30

【特許文献3】特開2001-99778号公報（[0011]、図1）

【特許文献4】特開2008-29111号公報（[0013]、[0014]、図1）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

近年射出成形の分野において、成形性を一層向上させるために、発泡剤として圧力が30メガパスカル（MPa）程度の高圧流体を使用することが検討されている。

【0010】

40

そして、射出直後の樹脂の温度は摂氏200～300度であるため、発泡剤として高圧流体を使用する射出成形樹脂の動的粘弾性を測定するためには高温高圧の流体の漏洩を確実に防止する必要がある。

【0011】

しかし、特許文献1に開示された装置ではプレートと筒体との間はPETフィルムでシールされているに過ぎず、試料格納容器の密閉は不十分であり、高温高圧ガスが装置外に漏洩することを回避できない。

【0012】

また、特許文献2および特許文献4に開示された装置では金型とセンサおよびアクチュエータとの間のシールに関しての開示・示唆はなく、特許文献3に開示された装置は板状

50

の樹脂を対象としており、粘弾性流体を測定対象とすることは不可能である。

【 0 0 1 3 】

さらに、高圧流体を含浸させた樹脂の発泡特性を知るためには、動的粘弾性を経時的に測定できるだけでなく、動的粘弾性の空間的な分布を把握するために、樹脂を収容する閉空間の複数個所において樹脂の動的粘弾性を同時に測定することも必要となる。

【 0 0 1 4 】

しかし、特許文献 1 ないし 3 に開示された装置は、動的粘弾性を経時的に測定することはできるものの、樹脂を収容する閉空間の複数個所において動的粘弾性を同時に測定できるものではない。

【 0 0 1 5 】

本発明は上記課題に鑑みなされたものであって、高温高圧の粘弾性流体の動的粘弾性を測定できる動的粘弾性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】

【 0 0 1 6 】

本発明に係る動的粘弾性測定装置は、高温高圧の粘弾性流体を収容する閉空間を有する筐体と、前記筐体に取り付けられる基台と、一端が前記閉空間に面し、前記筐体を貫通して配置される加振棒と、前記加振棒の一端側または中間部に配置され前記加振棒と前記筐体との隙間から漏洩する前記粘弾性流体もしくは前記粘弾性流体が放出する気体をシールする弾性シール部材と、固定端が前記基台に固定され、自由端が前記加振棒を介して前記粘弾性流体を加振するアクチュエータと、前記粘弾性流体の歪および応力の少なくとも一方を測定するセンサであって前記アクチュエータの自由端と前記加振棒の他端との間に配置されるセンサと、を備える構成を有している。

【 0 0 1 7 】

この構成により、高温高圧の粘弾性流体の動的粘弾性を測定できることとなる。

【 0 0 1 8 】

本発明に係る動的粘弾性測定装置は、前記アクチュエータが駆動電圧もしくは駆動電流に応じた振幅を発生するものであり、前記センサが、前記粘弾性流体の発生する応力を検出する構成を有している。

【 0 0 1 9 】

この構成により、センサでは粘弾性流体が発生する応力を検出すれば足りることとなる。

【 0 0 2 0 】

本発明に係る動的粘弾性測定装置は、前記アクチュエータが前記アクチュエータの振動振幅を一定に制御したときの駆動電圧もしくは駆動電流が前記粘弾性流体の発生する応力に応じた値となるものであり、前記センサが前記粘弾性流体の歪を検出する構成を有している。

【 0 0 2 1 】

この構成により、センサでは粘弾性流体の歪を検出すれば足りることとなる。

【 0 0 2 2 】

本発明に係る動的粘弾性測定装置は、前記センサの検出値、前記アクチュエータに印加する加振信号の振幅および周波数ならびに前記弾性シール部材の特性に基づいて前記粘弾性流体の動的粘弾性を算出する動的粘弾性算出手段を備える構成を有している。

【 0 0 2 3 】

この構成により、粘弾性流体の動的粘弾性を自動的に算出できることとなる。

【 0 0 2 4 】

本発明に係る動的粘弾性測定装置は、動的粘弾性算出手段が加振信号に直流バイアスを重畳することが可能な加振信号発生機能を備える構成を有している。

【 0 0 2 5 】

この構成により、粘弾性流体の静的歪を補正して、動的粘弾性を正確に算出できることとなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

本発明に係る動的粘弾性測定装置は、前記アクチュエータの固定端と前記基台との間に配置され前記加振棒と前記粘弾性流体との間の距離を変更可能な静的歪追従機構と、前記加振棒の一端が前記粘弾性流体と接触するように前記静的歪追従機構を駆動する静的歪監視機構を備える。

【 0 0 2 7 】

この構成により、粘弾性流体が閉空間の一部に充填された場合であっても、動的粘弾性を正確に算出できることとなる。

【 0 0 2 8 】

本発明に係る動的粘弾性測定装置は、前記静的歪監視機構が、前記アクチュエータに正弦波を印加したときに、応力信号に欠けが生じた場合には前記静的歪追従機構に対して前記加振棒と前記粘弾性流体との間の距離を小さくする駆動信号を出力し、応力信号のボトムレベルにずれが生じた場合には前記静的歪追従機構に対して前記加振棒と前記粘弾性流体との間の距離を大きくする駆動信号を出力するものである。

【 0 0 2 9 】

この構成により、応力信号波形に基づいて、粘弾性流体の静的歪に追従することが可能となる。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 0 】

本発明に係る動的粘弾性測定装置によれば、高温高圧の粘弾性流体の動的粘弾性を経時的に測定することができるだけでなく、粘弾性流体の動的粘弾性を金型の複数個所で同時に測定することも可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 1 】

【 図 1 】 本発明に係る動的粘弾性測定装置の第 1 の実施形態の構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 本発明に係る動的粘弾性測定装置の第 2 の実施形態の構成を示すブロック図である。

【 図 3 】 粘弾性流体のマックスウエルモデルのブロック図である。

【 図 4 】 動的粘弾性評価値プログラムのフローチャートである。

【 図 5 】 本発明に係る動的粘弾性測定装置の第 3 の実施形態の構成を示すブロック図である。

【 図 6 】 閉空間の一部だけに弾性流体を充填した場合の状況説明図である。

【 図 7 】 静的歪監視プログラムのフローチャートである。

【 図 8 】 本発明に係る動的粘弾性測定装置 2 つで粘弾性流体の動的粘弾性を測定する場合のブロック図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 2 】

以下図面を参照しつつ、本発明に係る動的粘弾性測定装置の実施形態について説明する。

【 0 0 3 3 】

本発明に係る動的粘弾性測定装置は、高温高圧の粘弾性流体 10 を収容する閉空間 11 を有する筐体 12 と、筐体 12 に取り付けられる基台 30 と、一端 13 a が閉空間 11 に面し、筐体 12 を貫通して配置される加振棒 13 と、加振棒 13 の一端 13 a 側または中間部に配置され、加振棒 13 と筐体 12 との隙間から漏洩する粘弾性流体もしくは粘弾性流体が放出する気体をシールする弾性シール部材 14 と、固定端 15 a が基台 30 に固定され、自由端 15 b が加振棒 13 を介して粘弾性流体 10 を加振するアクチュエータ 15 と、粘弾性流体 10 の歪および応力の少なくとも一方を測定するセンサ 16 であって、アクチュエータ 15 の自由端 15 b と加振棒 13 の他端 13 b の間に配置されるセンサ 16 と、を備える。

【 0 0 3 4 】

即ち、図 1 に示す第 1 の実施形態にあっては、例えば金型である筐体 1 2 には閉空間 1 1 に連通する少なくとも一ヶ所のネジ孔が穿たれ、ネジ孔には第 1 のフランジ 1 7 がねじ込まれている。

【 0 0 3 5 】

第 2 のフランジ 1 8 は、第 1 のフランジ 1 7 に複数本のボルト 1 9 により固定される。

【 0 0 3 6 】

加振棒 1 3 は、筐体 1 2、即ち第 1 のフランジ 1 7 および第 2 のフランジ 1 8 を貫通し、加振棒 1 3 の一端 1 3 a は筐体 1 2 の内部の閉空間 1 1 に充填された粘弾性流体 1 0 に接している。

10

【 0 0 3 7 】

加振棒 1 3 の他端 1 3 b 側には、センサ 1 6 およびアクチュエータ 1 5 が設置されている。

【 0 0 3 8 】

アクチュエータ 1 5 の固定端 1 5 a は基台 3 0 およびボルト 3 1 により第 2 のフランジ 1 8 に固定されており、アクチュエータ 1 5 の自由端 1 5 b はセンサ 1 6 を介して加振棒 1 3 の他端 1 3 b に接している。

【 0 0 3 9 】

また、加振棒 1 3 の中間部には、弾性シール部材 1 4 であるダイヤフラム 1 4 1 が設けられ、第 1 のフランジ 1 7 の貫通孔と加振棒 1 3 との間の隙間から粘弾性流体 1 0 あるいは粘弾性流体 1 0 が放出する高温高压の気体の流出を防止しているが、シールをより確実にするために、加振棒 1 3 と第 1 のフランジ 1 7 との間の隙間にパッキン 3 2 を設置してもよい。

20

【 0 0 4 0 】

なお、ダイヤフラム 1 4 1 の外辺は第 1 のフランジ 1 7 および第 2 のフランジ 1 8 に設けられた凸部（リングワッシャ等）に挟持されている。

【 0 0 4 1 】

アクチュエータ 1 5 およびセンサ 1 6 は、高温高压の雰囲気曝されることによる電気端子におけるエレクトロマイグレーションの発生を防ぐために、弾性シール部材 1 4 より外側に配置することが望ましい。

30

【 0 0 4 2 】

図 1 の実施形態では、センサ 1 6 は加振棒 1 3 とアクチュエータ 1 5 の間に配置されているが、センサ 1 6 を加振棒 1 3 の中間部に配置する、即ち、アクチュエータ 1 5、加振棒 1 3、センサ 1 6、加振棒 1 3 の配置をとることも可能である。

【 0 0 4 3 】

図 2 は、本発明に係る動的粘弾性測定装置の第 2 の実施形態の断面図であって、弾性シール部材 1 4 としてダイヤフラム 1 4 1 に代えてベローズ 1 4 2 を使用している。

【 0 0 4 4 】

この場合は、弾性シール部材 1 4 であるベローズ 1 4 2 は加振棒 1 3 の閉空間 1 1 側端を覆い、蛇腹は加振棒 1 3 に沿って外側に延伸し、ベローズの端部は第 1 のフランジ 1 7 と第 2 のフランジ 1 8 に設けられた凸部に挟持されている。この場合もベローズ 1 4 2 に覆われた加振棒 1 3 と第 1 のフランジ 1 7 との間の隙間にパッキン 3 2 を設置してもよい。

40

【 0 0 4 5 】

粘弾性流体 1 0 の粘弾性は、粘弾性流体 1 0 を加振したときの粘弾性流体 1 0 の歪および応力に基づいて測定されるので、センサ 1 6 は応力および歪の双方が測定可能であることが必要となる。

【 0 0 4 6 】

しかし、粘弾性流体 1 0 を加振するアクチュエータ 1 5 の形式を適切に選定することによって、センサ 1 6 は応力あるいは歪の一方を測定し、粘弾性を求めることも可能である

50

。

【 0 0 4 7 】

即ち、本発明に係る動的粘弾性測定装置に適用可能なアクチュエータ 1 5 としては、以下を挙げることができる。

- 1 . 動電型振動アクチュエータ
- 2 . 超磁歪素子
- 3 . ピエゾ素子

動電型振動アクチュエータは、永久磁石の磁場内に配置したコイルに交流電流を印加するとコイルが直線的に振動する一種のリニアモータであり、駆動力はボイスコイルを流れる電流値に応じた値となる。

10

【 0 0 4 8 】

超磁歪素子は、超磁歪素子を円筒コイルの中心部に設置した構成を有し、円筒コイルの発生する磁界に応じて超磁歪素子の変形するものであるが、変形量は円筒コイルを流れる電流値に応じた量となる。

【 0 0 4 9 】

piezo素子は、電極の間にチタン酸、ジルコン酸等の結晶を挟んだ構成を有し、電極に印加する電圧に応じて結晶が変形するものであるが、変形量は電極に印加する電圧に応じた量となる。

【 0 0 5 0 】

すなわち、アクチュエータ 1 5 として動電型信号アクチュエータを使用し、加振棒 1 3 の振幅をフィードバック制御する閉ループモードで動的粘弾性の測定を行う場合は、粘弾性流体に加わる応力はアクチュエータ 1 5 に印加する電流に応じた値となるので、センサ 1 6 では粘弾性流体 1 0 の歪だけを測定すればよい。

20

【 0 0 5 1 】

一方、アクチュエータ 1 5 として超磁歪素子またはpiezo素子を使用し、加振棒 1 3 の振幅をフィードバック制御しない開ループモードで動的粘弾性の測定を行う場合は、粘弾性流体 1 0 の歪はアクチュエータ 1 5 に印加する電流または電圧に応じた値となるので、センサ 1 6 では粘弾性流体 1 0 の応力だけを測定すればよい。

【 0 0 5 2 】

実際には、センサ 1 6 で歪および応力の双方を計測し、アクチュエータ 1 5 の振動振幅が予め定めた振幅となるようにアクチュエータ 1 5 に印加する電流または電圧を制御する閉ループモードにより粘弾性を測定することが望ましいので、以下の実施例においてはセンサ 1 6 で歪および応力を計測するものとする。

30

【 0 0 5 3 】

なお、応力センサの形式は特に限定されないが、電気抵抗式、圧電式、磁歪式等を使用することができる。

【 0 0 5 4 】

また、歪センサの形式も特に限定されないが、電気抵抗式、渦電流式、静電容量式、レーザ式等を使用することができる。

【 0 0 5 5 】

また、本発明に係る動的粘弾性検出装置は、センサ 1 6 の検出値、アクチュエータ 1 5 への印加電圧値もしくは電流値、および弾性シール部材 1 4 の特性に基づいて粘弾性流体 1 0 の動的粘弾性を算出する動的粘弾性算出手段 2 0 を備えていてもよい。

40

【 0 0 5 6 】

動的粘弾性算出手段 2 0 は、ハードウェアとしてはパーソナル・コンピュータ（以下 P C と記す）を使用し、動的粘弾性算出プログラムをインストールすることにより構成することが望ましい。

【 0 0 5 7 】

なお、動的粘弾性算出手段 2 0 は、図 1 に示すように、センサ 1 6 によって測定される歪波形および応力波形を監視する波形監視機能 2 1、歪波形および応力波形に基づいて粘

50

弾性流体 10 の粘弾性を評価する動的粘弾性評価機能 22、ならびにアクチュエータ 15 に印加する加振信号を発生する加振信号発生機能 23 を備える。なお、加振信号は正弦波信号とすることが望ましい。

【0058】

そして、加振信号発生機能 23 は、正弦波を発生する正弦波発生機能 231、粘弾性測定モードを閉ループモードと開ループモードの間で切り替えるモード切り替え機能 232、正弦波発生機能 231 が発生する正弦波の振幅とセンサ 16 により測定される歪波形の振幅の偏差を算出する偏差算出機能 233、偏差算出機能 233 で算出された振幅偏差に基づいてアクチュエータ 15 の振幅を制御する振幅制御機能 234、粘弾性流体の静的歪に追従するバイアスを発生するバイアス発生機能 235、および振幅制御機能 234 の出力にバイアスを重畳して加振信号とするバイアス重畳機能 236 を備える。

10

【0059】

なお、アクチュエータ 15 を駆動するためには、バイアス重畳機能 236 が出力する加振信号を電力増幅する電力増幅器 24 が必要である。

【0060】

次に本発明に係る動的粘弾性測定装置による動的粘弾性の測定方法について説明する。

【0061】

まず図示しない噴出孔から熔融状態の樹脂および発泡剤を筐体 12 の内部の閉空間 11 に充填する。

【0062】

20

次にアクチュエータ 15 に加振信号を印加し、発泡剤を含浸した樹脂に振動を与え、同時にセンサ 16 により応力および歪を測定し、測定値を動的粘弾性算出手段 20 である PC に伝送する。

【0063】

PC は動的粘弾性算出プログラムにより閉空間 11 に充填された樹脂の動的粘弾性の評価値（弾性係数および粘性係数）をマックスウエル（Maxwell）モデルを使用して算出する。

【0064】

マックスウエルモデルは樹脂をバネおよびダンパの直列接続系としてモデル化するものであるが、本発明に係る動的粘弾性測定装置にあってはシール部材であるダイヤフラムの弾性を考慮する必要があるため、図 3 に示す 3 要素モデルを使用している。

30

【0065】

この 3 要素モデルの運動方程式は [数 1] によって表される。

【0066】

【数 1】

$$\sigma + \frac{\eta}{E} \frac{d\sigma}{dt} = K \gamma_1 + (K + E) \frac{\eta}{E} \frac{d\gamma_1}{dt}$$

ただし、 σ = 試料の応力

40

γ_1 = 試料の歪

K = 弾性シール部材の弾性係数

E = 試料の弾性係数

η = 試料の粘性係数

【0067】

この系を正弦波（ $P \cdot \sin \omega t$ ）で加振したときの、歪および応力に基づいて樹脂の弾性係数および粘性係数を算出する。

【0068】

50

図 4 は動的粘弾性評価値プログラムのフローチャートであって、最初にセンサ 16 によって検出される歪 γ および応力 σ を予め定められた時間読み込む (ステップ S 0 1)。

【 0 0 6 9 】

次に、読み込んだ歪 γ および応力 σ の波形を処理して、歪 γ の振幅 γ_0 、応力 σ の振幅 σ_0 、歪 γ ならびに応力 σ の振動周波数 f 、歪 γ と応力 σ の間の位相差 α 、および歪 γ の偏倚量を算出する (ステップ S 0 2)。

【 0 0 7 0 】

以上、ステップ S 0 1 およびステップ S 0 2 は波形監視機能に相当する。

【 0 0 7 1 】

次に、[数 2] に基づいて樹脂の損失正接 $\tan \delta_1$ を算出する (ステップ S 0 3)。

10

【 0 0 7 2 】

【 数 2 】

$$\tan \delta_1 = \frac{\sigma_0 \sin \alpha}{(KP + \sigma_0 \cos \alpha)}$$

ただし、 P = 加振信号の振幅

σ_0 = 応力振幅

α = 系全体の位相差

20

【 0 0 7 3 】

さらに、[数 3] に基づいて、樹脂の貯蔵弾性率 E' を算出する (ステップ S 0 4)。

【 0 0 7 4 】

【 数 3 】

$$E' = \frac{\sigma_0 (\sigma_0 + KP \cos \alpha)}{P (\sigma_0 \cos \alpha + KP)} - K$$

【 0 0 7 5 】

30

最後に、[数 4] に基づいて、樹脂の損失弾性係数 E'' を算出して (ステップ S 0 5)、このプログラムを終了する。

【 0 0 7 6 】

【 数 4 】

$$E'' = 2 \pi f \cdot \eta = E' \cdot \tan \delta_1$$

【 0 0 7 7 】

なお、[数 4] に基づいて粘性係数 η が算出できることはいうまでもない。

【 0 0 7 8 】

40

以上ステップ S 0 3 からステップ S 0 5 は動的粘弾性評価機能 2 2 に相当する。

【 0 0 7 9 】

なお、粘弾性流体の動的粘弾性を測定する際に粘弾性流体の熱膨張、収縮等に起因する静的歪が発生する場合があるが、静的歪は動的粘弾性の測定精度に影響を及ぼす。

【 0 0 8 0 】

そこで、本発明に係る動的粘弾性測定装置の動的粘弾性算出手段 2 0 では、波形監視機能 2 1 で応力信号のボトムレベルのずれ量を算出し、バイアス発生機能 2 3 5 で応力信号のずれを補正する補正信号を生成する。バイアス重畳機能 2 3 6 において正弦波信号に補正信号を重畳してアクチュエータ 1 5 に印加する加振信号としている。

【 0 0 8 1 】

50

しかし、このような構成においては、正弦波信号に補正信号を重畳した加振信号がアクチュエータ 15 のダイナミックレンジ内でなければならないため、補正可能な静的歪には限界がある。

【0082】

特に、アクチュエータ 15 として超磁歪素子または圧電素子を使用する場合は、超磁歪素子または圧電素子は電流または電圧の印加によりアクチュエータ 15 は延伸するだけであり収縮することはないので、全延伸量の半分を予め延伸させておくために直流バイアスを印加することが必要となり、補正範囲は一層小さくなる。

【0083】

このため、粘弾性流体 10 を閉空間 11 の一部だけに充填した場合、または粘弾性流体 10 の膨潤量もしくは収縮量が大きい場合には、上記構成では静的歪を補正しきれなくなる場合がある。

【0084】

本発明に係る動的粘弾性測定装置の第 3 の実施形態は、粘弾性流体の静的歪が大きい場合にも安定して動的粘弾性を計測することを可能とすることを目的とする。

【0085】

図 5 は、本発明に係る動的粘弾性測定装置の第 3 の実施形態の断面図であって、第 2 の実施形態の動的粘弾性測定装置に静的歪監視機能 25 および静的歪追従機構 26 が追設される。

【0086】

第 1 の実施形態の動的粘弾性測定装置に静的歪監視機能 25 および静的歪追従機構 26 を追設することも可能であるが、大きい静的歪を補正するためには弾性シール部材として大きい変位に対応できるペローズ 142 を適用することが望ましい。

【0087】

図 6 は閉空間の一部だけに弾性流体を充填した場合の説明図であって、
(イ)：加振棒 13 が振動中に粘弾性流体 10 から離れる状態
(ロ)：加振棒 13 が振動中常時粘弾性流体 10 の表面に接触している状態
(ハ)：加振棒 13 が振動中常時粘弾性流体 10 の中に食い込んでいる状態
を示している。

【0088】

上段は各状態においてセンサ 16 で検出される応力の時間的な変化を示す。

【0089】

下段は加振棒 13 と粘弾性流体 10 との位置関係を応力が極大となった状態（左側）および極小となった状態（右側）について示す。

(イ)では加振棒が粘弾性流体に接触している間（左側）波形はほぼ正弦波となるが、加振棒が粘弾性流体から離れている間（右側）波形に欠けが生じる。

(ロ)では波形がほぼ正弦波となる。

(ハ)では波形はほぼ正弦波となるものの波形のボトムレベルにずれが生じる。

【0090】

従って、センサ 16 で検出される応力波形を静的歪監視機能 25 で監視し、常に（ロ）の状態を維持するように静的歪追従機構 26 を操作すればよい。

【0091】

静的歪監視機能 25 は PC である動的粘弾性算出手段 20 の中にソフトウェア的に構成され、静的歪追従機構 26 はアクチュエータ 15 の固定端 15a と基台 30 の間に配置される。

【0092】

静的歪追従機構 26 は、アクチュエータ 15、センサ 16 および加振棒 13 を所定の範囲で直線移動可能な機構であれば特に制限されないが、サーボモータにより駆動されるボールネジ、圧電素子、超磁歪素子等を使用することができる。

【0093】

10

20

30

40

50

図 7 は動的粘弾性算出手段 20 の中に組み込まれる静的歪監視プログラムのフローチャートであって、まず、センサ 16 で検出される応力信号 σ を予め定められた時間読み込む (ステップ S 11)。

【0094】

次に、センサ 16 から出力される応力信号の欠けを評価する (ステップ S 12)。

【0095】

応力信号の欠けの評価方法は特に規定されないが、例えば、センサ 16 で検出される応力信号と標準正弦波信号との単純類似度 S を使用し、単純類似度が所定の閾値以下のときに応力信号に欠けが発生していると判定することができる。

【0096】

10

単純類似度 S は -1.0 以上 $+1.0$ 以下の値をとり、 $+1.0$ のときセンサ 16 で検出される応力信号は標準正弦波と同一となり、単純類似度 S が小さくなるほど欠けが大きいことを示す。

【0097】

単純類似度 S で応力信号の欠けを判定する場合は、単純類似度 S を次式により算出する (ステップ S 12)。

【0098】

【数 5】

$$S = \frac{\sum_{i=1}^I \{X_E(i) * X_R(i)\}}{\left\{ \sum_{i=1}^I X_E(i)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} * \left\{ \sum_{i=1}^I X_R(i)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}}$$

20

ただし、 X_E = センサ 16 の出力信号

X_R = 標準正弦波信号

【0099】

次に、単純類似度 S が予め定められた閾値 (例えば -0.5) 以下であるか否かを判定することにより、応力信号に欠けが発生しているか否かを判定する (ステップ S 13)。

30

【0100】

応力信号に欠けが発生していると判定したときには、静的歪追従機構 26 に対して加振棒 13 と粘弾性流体 10 との間の距離を小さくする駆動信号を出力して (ステップ S 14)、このプログラムを終了する。

【0101】

応力信号に欠けが発生していないと判定したときには、応力信号のボトムレベルのずれ量 D を算出する (ステップ S 15)。

【0102】

応力信号のボトムレベルのずれ量 D が予め定められた閾値以上であるか否かを判定することにより、応力信号のボトムレベルにずれが生じているか否かを判定する (ステップ S 16)。

40

【0103】

応力信号のボトムレベルにずれが生じていると判定したときには、静的歪追従機構 26 に対して加振棒 13 と粘弾性流体 10 との間の距離を大きくする駆動信号を出力して (ステップ S 17)、このプログラムを終了する。

【0104】

応力信号のボトムレベルにずれが生じていないと判定したときには、加振棒 13 は粘弾性流体 10 の表面に接触している状態にあるものとして、このプログラムを終了する。

【0105】

50

応力信号のボトムレベルのずれ量Dは、センサ16で検出される応力信号の極小値と基準値（または区間）Bとの差として算出できる。

【0106】

なお、基準値（または区間）Bは、加振棒13が粘弾性流体10の表面に接触したときにセンサ16が出力する応力信号として粘弾性流体10を正弦波で加振する前に測定しておくことが望ましい。

【0107】

本実施の形態においては、樹脂をスプリングとダッシュポッドを直列に接続したマックスウエルモデルでモデル化しているが、スプリングとダッシュポッドを並列に接続したフォクトモデル、または、マックスウエルモデルもしくはフォクトモデルにスプリング、ダッシュポッドを追加した多要素モデルでモデル化してもよい。

10

【0108】

以上は、閉空間11に動的粘弾性測定装置を1つ設置した場合について説明したが、図8に示すように、閉空間11に2以上の動的粘弾性測定装置を設置すれば、閉空間11内の樹脂の粘弾性係数を2次元あるいは3次的に測定することが可能となる。

【0109】

閉空間11に2以上の動的粘弾性測定装置を設置した場合にも、静的歪追従機構26を追加可能であることはいうまでもない。

【産業上の利用可能性】

【0110】

20

本発明に係る動的粘弾性測定装置によれば、高温高圧の粘弾性流体の粘弾性を経時的に測定すること、粘弾性流体の複数個所の粘弾性を同時に測定することが可能となり、粘弾性流体の動的粘弾性測定装置として有用である。

【符号の説明】

【0111】

10：粘弾性流体

11：閉空間

12：筐体

13：加振棒

14：弾性シール部材

15：アクチュエータ

16：センサ

20：動的粘弾性算出手段

21：波形監視機能

22：動的粘弾性評価機能

23：加振信号発生機能

24：電力増幅器

25：静的歪監視機能

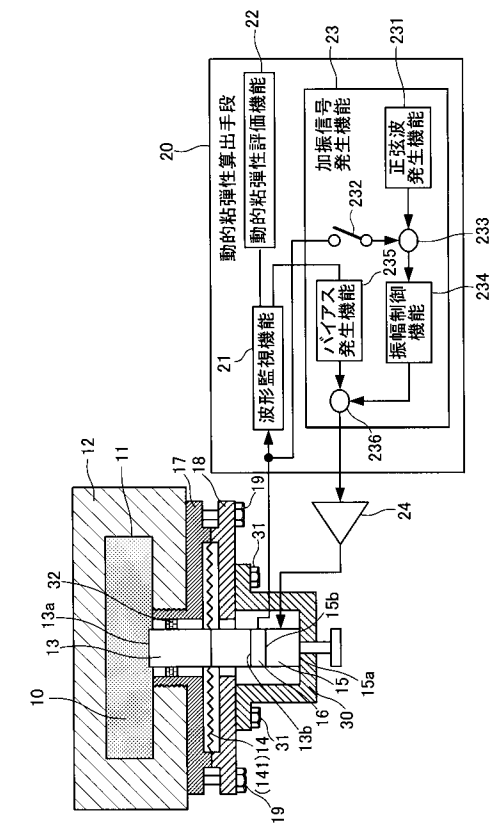
26：静的歪追従機構

30：基台

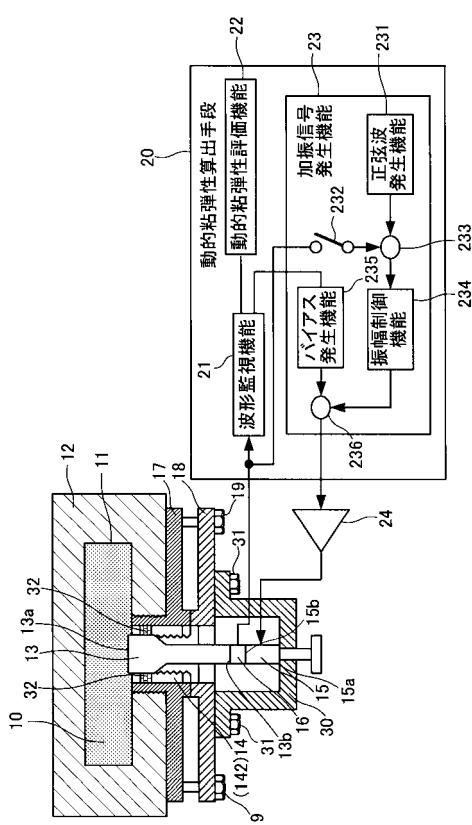
30

40

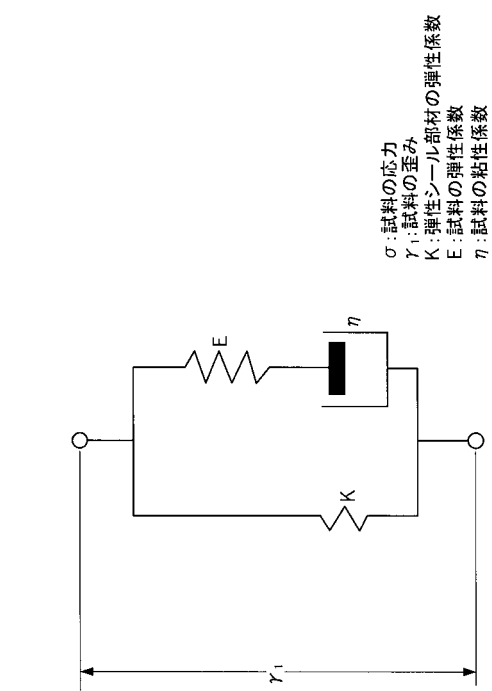
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

