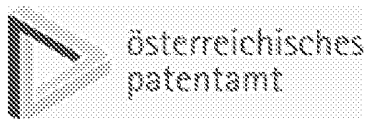


(19)



(10)

AT 513661 B1 2015-02-15

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1247/2012
(22) Anmeldetag: 27.11.2012
(45) Veröffentlicht am: 15.02.2015

(51) Int. Cl.: **G01N 11/00** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 10058399 A1
DE 10350554 A1
US 2010071443 A1
DE 10147200 A1
DE 102004050751 A1

(73) Patentinhaber:
ANTON PAAR GMBH
8054 GRAZ (AT)

(74) Vertreter:
Köpping Gabriele
8054 Graz (AT)

(54) Rheometerkammer

(57) Klimakammer für ein Rheometer mit zumindest einer Öffnung zur Durchführung der Messwelle des Rheometers und Kontrolle der in der Kammer herrschenden Temperatur und Feuchte über ein durch die Kammer fließendes Klimamedium mit Mitteln zur Temperierung und Feuchtebeaufschlagung.

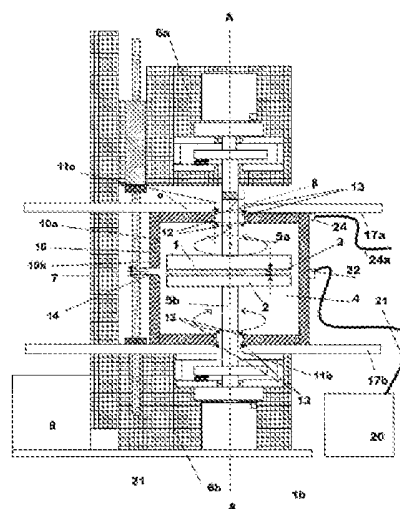


FIG 1

AT 513661 B1 2015-02-15

Beschreibung

KLIMAKAMMER FÜR EIN RHEOMETER MIT FEUCHTEREGELUNG UND KONVEKTIONS-TEMPERIERSYSTEM MIT WÄRMEPUMPEN

[0001] Die Erfindung betrifft eine Klimakammer zur Steuerung und Überwachung der Umgebungsbedingungen (Temperatur und Feuchtigkeit) in einem Rheometer, insbesondere ein Rotations- und/oder Dehnrheometer, bestehend aus einem oberen Messteil und einem unteren Messteil, die relativ zueinander beweglich sind, und einem zwischen diesen beiden Messteilen gebildeten Messspalt, in den die Materialproben zur Untersuchung ihrer rheologischen Eigenschaften eingebracht werden, wobei die Klimakammer die Messteile und den Messspalt in einem Abstand umgibt und diese Klimakammer rheologische Messungen an Materialproben über einen weiten Temperatur- und Feuchtebereich zulässt.

[0002] Rotationsrheometer sind präzise Instrumente zur Bestimmung der rheologischen Eigenschaften von viskoelastischen Proben. Im Rotationsrheometer werden die Proben (flüssig oder fest) im Messraum zwischen zwei Messteilen (die unterschiedliche Geometrien haben können) an Messachsen durch Drehung oder Oszillation der beiden Messteile relativ zueinander einer Scherbelastung unterzogen und das durch die Probe der Scherung entgegengesetzte Drehmoment bzw. die auftretenden Kräfte werden gemessen und in einer Auswerteeinheit die rheologischen Kenngrößen der Probe bestimmt.

[0003] Je nach Versuchsdurchführung werden aus den alternativ vorgegebenen bzw. gemessenen Rohdaten (Drehzahl und Drehmoment) die rheologischen Messgrößen (Scherrate und Schubspannung) in einer Auswerteeinheit ermittelt. Ein derartiges Rotationsrheometer ist beispielsweise in AT404 192 B beschrieben.

[0004] Für höchste Messgenauigkeit im Rheometer sind die genaue Bestimmung der Drehzahl des Antriebes und des durch die Scherbelastung hervorgerufenen Drehmoments bei nahezu reibungsfreier Lagerung der Antriebs- und/oder Messwellen und eine genaue Bestimmung des Abstandes s zwischen den beiden Messteilen (die Stabilität der Umgebungsbedingungen) von großer Bedeutung. Die Ausformung der Messteile nimmt jeweils auf die zu untersuchende Probe und den zu untersuchenden Messbereich Rücksicht, im Stand der Technik sind Zylindermesssysteme, Kegel-Platte- oder Platte-Platte-Anordnungen oder auch spezielle anwendungsspezifische Messteilkombinationen bekannt. Beispiele dafür sind beispielsweise die Anordnung gemäß US 6,578,413, die dehnreologische Messungen an Fasern und Folien mittels gegenläufig rotierenden Trommeln an der Messteilposition ermöglichen oder die Anordnung zur Dynamisch-Mechanischen Thermoanalyse (DMTA) der Anmelderin, die die Materialcharakterisierung in Torsion und Dehnung von stabförmigen Festkörperproben durch Einspannen in zwei gegenüberliegenden Messbacken erlaubt, oder auch spezielle Zellen, die tribologische Messungen zulassen, wie beispielsweise die in AT505938 (B1) gezeigte Anordnung der Anmelderin.

[0005] Daneben sind aber auch z.B. spezielle Dehnrheometer bekannt, wie beispielsweise das in US 6,711,941 gezeigte Dehnrheometer zur Bestimmung der rheologischen Eigenschaften einer Probe durch Dehnversuche mittels axialer Spalterweiterung. Die Messteile werden relativ zueinander in axialer Richtung verschoben. Dabei wird zumeist das obere Messteil mit einer Motor- oder Kolbenanordnung axial ausgelenkt und die Reaktion der Probe durch Messung des Zugverhaltens, Dehnraten und/oder optische Beobachtung des Deformationsverhaltens bestimmt.

[0006] Allgemein befindet sich im Rheometer die zu untersuchende Probe in einem definierten Messraum bzw. Messspalt zwischen den beiden Messteilen, die beiden Messteile sind gegeneinander verstellbar und zumindest eines der beiden Messteile ist mit einem Antriebsmotor und/oder Messmotor über eine Messwelle verbunden. Die Rheometer-Anordnung befindet sich an einem Stativ, das die Messteile in definierter Position zueinander hält.

[0007] Da die zu untersuchenden viskoelastischen Proben im allgemeinen stark temperaturab-

hängiges Verhalten zeigen, spielt bei diesen Messungen die Proben­temperatur eine zentrale Rolle, Scherversuche bei konstanter Temperatur finden neben definierten Heiz- und/oder Kühlraten Anwendung. Die Minimierung einer Temperaturdrift während des Messvorganges, das Verhindern von Temperaturschwankungen und damit auch Schwankungen der Messspalthöhe etc. sind für die Genauigkeit der Messung von großer Relevanz. Die zu untersuchenden Proben werden daher temperiert, beispielsweise mittels Heizelementen in den Messteilen direkt. Um die durch Wärmeabstrahlung entstehende Temperaturdrift zu minimieren, wird der Messraum durch ein isoliertes Gehäuse gegen die Umgebung abgeschlossen. Der Messraum bzw. Messspalt und die Messteile von Präzisionsrheometern im Stand der Technik sind daher im Allgemeinen von einer geschlossenen Klimakammer umgeben, die eine Temperierung über weite Temperaturbereiche erlaubt.

[0008] Die seit dem Jahr 2000 unter dem Namen CTD 600 auf dem Markt befindliche Probenkammer / Temperierkammer der Anmelderin ermöglicht beispielsweise, die Probenkammer mit elektrischer Heizung in der Kammerwand zu temperieren und gleichzeitig mit einem geeigneten Inertgas zu durchströmen, um die Probe, die Messteile und den Probenraum durch die Kombination von Konvektion und Wärmestrahlung zu temperieren. Temperaturen unter der herrschenden Umgebungstemperatur werden erreicht, indem man die Probenkammer mittels geeigneter Kühlmittel (Flüssiggase, beispielsweise Flüssigstickstoff) durchströmt und in Kombination mit der elektrischen Heizung in der Messkammerwand auf die gewünschte Temperatur einstellt. Dieses Vorgehen hat allerdings den Nachteil, dass aufwändige und teure Flüssiggaskühlung nötig ist. Für viele Standardmessungen beispielsweise an Polymeren ist der Weite damit abdeckbare Temperaturbereich nicht sinnvoll. Daher existieren neben elektrischen Heizanordnungen auch Kammern mit Peltiertemperierung. Eine derartige Probenkammer ist beispielsweise in der AT 409 422 B beschrieben.

[0009] Besonders bei der Untersuchung der rheologischen Eigenschaften von Polymeren spielt auch der Feuchtegehalt der Proben eine große Rolle. Untersuchungen an Proben unterschiedlichen Feuchtegehalts sind wünschenswert, um die Zusammenhänge zwischen Feuchte und rheologischen Eigenschaften zu untersuchen. Im Regelfall werden die Proben dazu in einem Klimaschrank vorbereitet und anschließend im Rheometer vermessen. Kontrollierte Umgebungsbedingungen um den Messspalt sind nötig, um einerseits während der Messung Probleme durch das Austrocknen der Proben zu verhindern, andererseits ist es auch wünschenswert die Änderung der rheologischen Eigenschaften an einer Probe direkt zu bestimmen (in situ) und den Feuchtegehalt der Proben zu variieren. Gegebenenfalls soll die Versuchsanordnung auch optisch z.B. mittels Kamera überwacht werden.

[0010] Das in US 6,711,941 vorgestellte Dehnrheometer besitzt gemäß Beschreibung eine geschlossene Kammer, in der neben der Temperierung der Probe mittels Zufuhr von temperiertem Gas und Temperaturkontrollsystem auch die Erzielung einer bestimmten relativen Feuchtigkeit mittels Zufuhr von feuchtem Gas in die Probenkammer oder durch Verdampfen von Flüssigkeit in der Kammer möglich ist.

[0011] Die gezeigte einfache Zufuhr und Temperierung des Systems behindert aber die für die Messungen in präzisen Rotationsrheometern unumgängliche Konstanz der Proben­temperatur, ohne Temperaturdrift an Probe und Messteilen sowie die optimale optische Überwachung der Versuche durch Bildung von Kondensaten an den Kammerfenstern.

[0012] Die Erfindung betrifft also eine Klimakammer zur kostengünstigen Temperierung von Materialproben in einem Rheometer im Temperaturbereich von etwa - 20° C bis zu 200° C um den im Stand der Technik bekannten Problemen Kondensation und Temperaturdrift zu begegnen.

[0013] Dabei soll das System in diesem Temperaturbereich mittels einer Wärmepumpe / Peltier-Elementen beheizt und/oder gekühlt werden und ohne Zufuhr von teurem Flüssiggas/Kältemittel und der Notwendigkeit einer zweiten Temperiertvorrichtung für das Kühlgas für Messungen auch unter der Raumtemperatur zur Verfügung stehen.

[0014] Die Messgenauigkeit des Rotations- und/oder Dehnrheometers wird durch weitgehende Vermeidung von Temperaturdrift in der Probe und den Messteilen erhöht.

[0015] Weiters soll aufgrund der Temperierung der die Messkammer umgebenden Messkammerwand und eines optional in dieser enthaltenen Sichtfensters die Kondensation an den Fenstern verhindert werden.

[0016] Die Proben können dabei optisch überwacht werden und optische Messungen durch Fenster in der Kammerwand ohne Behinderungen durch Kondensation der zugeführten Feuchtigkeit an den Optischen Messgeräten durchgeführt werden.

[0017] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Ausführungsbeispiele gemäß den Zeichnungen näher erläutert.

[0018] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführung der Klimakammer 10 an einem Doppelmotorrheometer. Die beiden Rheometermessteile 1,2 (hier in Platte- Platte-Geometrie obere Platte 1 und untere Platte 2) bilden den Messspalt bzw. Messraum S, in dem sich die zu vermessende Probe 3 befindet. Die Messwellen (5) am oberen (5a) und unteren (5b) Messteil führen entweder zu Messmotoren oder zum Antriebsmotor des Drehrheometers, dies kann einerseits ein Doppelmotorsystem gemäß AT 508.706 oder ein Drehrheometer mit getrenntem Antriebs - und Messmotor sein. Gegebenenfalls kann diese Welle einen Motor zur Linearbewegung eines Messteils parallel zur Richtung Messwelle verwendet werden, um ein lineares Dehnrheometer zu realisieren. (angedeutet durch Bewegungspfeile) Der Ausdruck Messwelle wird im Folgenden sinngemäß umfassend für Mess- und Antriebswellen von Rheometern verwendet.

[0019] Das Rheometer besteht im allgemeinen aus zwei miteinander verbundenen Einheiten. Im Rheometerkopf 6a und Rheometerfuß 6b befinden sich die jeweiligen Motoren und oder Messsysteme des Rheometers, hier nicht näher beschrieben. Die Verbindung der beiden Rheometereinheiten beispielsweise über ein Stativ 7 bietet die Möglichkeit, den Abstand zwischen den Messteilen in axialer Richtung zu verstellen. Die gesamte Versuchsdurchführung wird mit der Auswerte- und Anzeigeeinheit 8 softwareunterstützt geregelt und die unterschiedlichen Messmethoden durchgeführt.

[0020] Die Klimakammer 10 wird in den Raum zwischen dem Rheometerfuß 6b und dem Messkopf des Rheometers 6a am Stativ 7 eingebaut. Der Innenraum 4 der Klimakammer 10 umgibt die Messteile 1 und 2, den Messspalt mit der Probe 3 und die inneren Teile der Messwellen 5 und 5a. Das Gehäuse ist durch geeignetes Isolationsmaterial (beispielsweise geeignete Materialien wie Styropor, Dämmschaum o.ä. oder Anordnungen mit isolierenden Luftkammern, Vakuum etc.) gegen die Außenwelt isoliert, besitzt jedoch zusätzliche Öffnungen 11a und 11b, um hier die Messwellen der Messteile durchführen zu können. Damit können die Messwellen 5a, 5b eines Rotations- und/oder Dehnrheometers ohne zusätzliche Reibungsverluste die durch die Probe unter Belastung wirkenden Kräfte aufnehmen.

[0021] Die Klimakammer kann zusätzliche Öffnungen nebst geeigneter optisch transparenter Abdeckungen enthalten, um in situ optische Beobachtungen der Probe unter Verformung/Scher und/oder Dehnbelastung zu ermöglichen. Dabei ist für eine gute thermische Anbindung der transparenten Anteile an die Klimakammer zu sorgen.

[0022] Dabei ist die Klimakammer so dimensioniert, dass verschiedene Messteilgeometrien und unterschiedliche Messraumausführungen verwendet werden können. (Bechersysteme, Kegel-Platte und Platte-Plattensysteme mit verschiedenen Durchmesser, Dehnanordnungen mit entsprechenden Halterungen etc.)

[0023] Um den Wechsel von Messteilen und den Eintrag von Proben zu erleichtern, ist das Gehäuse einfach zu öffnen bzw. mehrteilig und verschiebbar angeordnet.

[0024] Bevorzugt wird das Gehäuse zweiteilig auf einem Schienensystem 17a und/oder 17b montiert, um das Gehäuse radial oder axial auseinander zu schieben und zu öffnen und beim Schließen wieder in die gewünschte Position zu schieben/arretieren.

[0025] Alternativ können auch Haltebügel verwendet werden und die Messkammerteile schwenkbar aus ihrer Versuchsposition ausgeschwenkt werden. Alternativ kann die Klimakammer abnehmbar ausgeführt werden.

[0026] Die Gehäusewand ist in geschichtetem Aufbau ausgeführt und gegebenenfalls mittels Passelementen wie beispielsweise Stiften und/oder arretierenden Schnellverschlüssen und/oder Steckverbindungen zusammensetzbar.

[0027] In den Wänden der Klimakammer 10, die den Innenraum 4 der Klimakammer begrenzenden sind zumindest teilweise Wärmepumpen untergebracht, um die wärmeleitende Innenwand der Kammer zu temperieren. Dabei wird zweckmäßigerweise die Innenwand der Kammer ganz oder teilweise als Wärmetauscher ausgeführt.

[0028] Als Klimamedium wird mittels eines Feuchtegenerators 20 ein gegebenenfalls vortemperiertes Trägergas (Luft oder anderes zur Versuchsführung geeignetes gasförmiges Medium, beispielsweise Inertgas) mit der entsprechenden Feuchte beaufschlagt und in den oder die Einlässe 22 der Klimakammer geführt. Der Feuchtegenerator ist über ein Schlauchsystem 21 oder direkt an die Klimakammer angebunden. Der Klimamedientransport erfolgt bevorzugt über einen flexiblen geheizten Schlauch. Das Klimamedium wird über einen Anschluss 22 in die Klimakammer geführt. Dabei wird das Klimamedium in der Klimakammer und/oder Klimakammerwand an die Öffnungen 11a und 11b geleitet. Der Transport erfolgt bevorzugt durch die Wärmetauscher der Klimakammerwände, um das Klimamedium auf die Temperatur der Kammerwand zu bringen. Damit ist eine weitere Temperierung des Klimamediums nicht zwingend nötig.

[0029] An den Öffnungen 11a und 11b für die Durchführung der Messwellen sind Auslässe 12 für das Klimamedium angebracht, das Klimamedium umspült die Messwellen senkrecht oder in die Klimakammer gerichtet in einem Winkel $\alpha = 0$ bis 90 Grad, insbesondere unter einem Winkel von 20 bis 70 Grad, bevorzugt 45 Grad.

[0030] Das Klimamedium umströmt die Messwelle im Bereich der Klimakammer, die Messteile und den Messspalt- bzw. Messraum und wird durch die zumindest eine Ausströmöffnung 14 in der Klimakammerwand aus der Klimakammer geleitet. Bevorzugt befindet sich die gesamte Klimakammer unter leichtem Überdruck gegenüber dem Umgebungsdruck. Bevorzugt befindet sich der Auslass auf Höhe der Messteile. Alternative Anordnungen mit beispielsweise eine Anordnung mit Führungskanälen in der Kammerwand oder Öffnungen im Boden der Klimakammer sind möglich.

[0031] Durch diesen Überdruck strömt im Bereich der berührungslosen Durchführung der Messwellen Klimamedium aus der Klimakammer aus und kann damit an den Messwellen Kondensation verursachen. Das Kondensat kann einerseits in die sensiblen Rheometerköpfe gelangen oder auch in die Klimakammer zurückfließen. Auch eine Temperierung der Messwellen und damit verstärkte Temperaturleitung der Messwellen in das Rheometer kann erfolgen. Daher wird zusätzlich zur beschriebenen Führung des Klimamediums ein zweites, bevorzugt trockenes gasförmiges Medium oder Umgebungsluft zur thermischen Isolation und Feuchteentkopplung der Rheometerbauteile verwendet. Über Zuleitung 24a und einen Einlass 24 in der Klimakammerwandung wird dieses Gas zu den Öffnungen 11a und 11b geleitet und über die gegen die Messwelle gerichteten Auslässe 13 gegen die Messwelle geleitet.

[0032] Zumindest eine der Messwellen wird dabei senkrecht und/oder aus der Klimakammer auswärts gerichtet umströmt. Der Ausströmwinkel β kann dabei in einem Bereich von 0 bis 90 Grad, insbesondere 20 bis 70 Grad, bevorzugt 45 Grad in Richtung auf die Messteile liegen.

[0033] Mit einer derartigen Anordnung können in der Klimakammer Temperaturbereiche von etwa -20°C bis zu 180°C (trockene Luft) und/oder bei variablen Luftfeuchtigkeiten bis zu 95% relative Luftfeuchtigkeit bei 80°C erreicht werden ohne die Messungen im Präzisionsrheometer zu beeinflussen.

[0034] Fig.2 zeigt eine Prinzipskizze der erfindungsgemäßen Messkammer an einem Präzisi-

onsrheometer mit Stativ mit ihren Steuer- und Regelkreisen und Zu - und Ableitungen.

[0035] Gegebenenfalls können die verwendeten Peltierblöcke auch mit Gegenkühlung ausgestattet werden. Dazu werden Kühlflächen mit angeschlossener Wasserkühlung zur Temperierung der Blöcke verwendet.

[0036] Die Klimakammer 10 ist um die Messwellen 5a und 5b herum offen zwischen dem Rheometerkopf 6a und Rheometerfuß 6b angeordnet und umschließt die Messteile und Probe. Die Steuer- und Auswerteeinheit des Rheometers oder auch eine separate Steuer- und Regeleinheit für die Klimakammer 8 ist mit dem Feuchtegenerator 20 und dem Regler für den Kühlkreislauf 27 verbunden. Der Kühlkreislauf ist über Zu- und Ableitung 27a und Einlass bzw. Auslass 27b mit der Klimakammer verbunden. Die Temperatursteuerung der Peltierelemente in den Klimakammerwänden erfolgt über die Anschlussleitung 28

[0037] Im Bereich des Klimamedienauslasses 14 ist ein Feuchtemesselement 15 angebracht, dass gemeinsam mit einem Temperaturmesselement 18 an der Klimakammerwand die Regelparameter für die Temperatur - und Feuchteerzeugung liefert.

[0038] Zusätzlich ist ein Anschluß 24 für die Zuleitung von Trockengas vorgesehen. Hier ist beispielhaft eine Gasflasche 24b mit Stickstoff über Anschlußleitung 24a in die Kanäle der Klimakammer verbunden, die Zuleitung kann aber auch über die Gasanschlüsse im Labor (Trockenluft o.ä.) erfolgen. Die Temperatur dieses Spülgases liegt bevorzugt bei der Umgebungstemperatur. Mit dieser Gasführung werden die Motoren und Mess- und Regelemente des Rheometers von der Atmosphäre der Klimakammer abgeschirmt. Die Erwärmung der Motoren durch Wärmeleitung über die Messwellen und Kondensation von Feuchtigkeit aus dem Klimamedium an den Messwellen wird verhindert.

[0039] Im Allgemeinen sind solche Klimakammern mit einer Tür ausgestattet, um den Klimakammerinneraum zugänglich zu machen und Probe und Messteile wechseln zu können.

[0040] Um das Messsystem in unterschiedlichsten Versuchsanordnungen verwendbar zu machen und die Modularität der Rheometeranordnung zu gewährleisten (ein Meßsystem von einfachen Platte/Platte-Versuchen bis hin zu Dehnversuchen (bspw. SER) und Tribologiemessungen), wird die Messkammerwandung bevorzugt zweigeteilt ausgeführt und kann mittels Halterung auf einem Schienensystem 28 zum Messteil - und Probenwechsel geöffnet bzw. auseinandergeschwenkt werden.

[0041] Figur 3 zeigt detailliert den Aufbau der Schichtaufbau Klimakammerwandung. Die Innenseite der Wand 10a wird aus der Oberfläche eines Wärmetauschers 31 gebildet. In der bevorzugten Ausführungsform bildet der Wärmetauscher die gesamte Innenwand der Messkammer. Das für den Wärmetauscher verwendete Material ist von guter Wärmeleitfähigkeit und chemisch beständig gegen die im Rheometer untersuchten Proben und Gase. Gegebenenfalls kann bei der Vermessung von chemisch aggressiven Proben die Messkammerinnenwand mit einem inerten Material beschichtet werden. Der Wärmetauscher ist von zumindest einem, bevorzugt mehreren miteinander verbundenen Kanälen 32 durchzogen. Diese Kanäle befinden sich im Volumen des Wärmetauschers, sie können mehrfach in geeigneter Form (bspw. in Mäander- oder Spiralförmigkeit) im Material des Wärmetauschers geführt werden. Durch eine möglichst große Oberfläche wird erreicht, dass keine zusätzliche Temperiereinrichtung für das zugeführte Gas benötigt wird, das zugeleitete Klimamedium wird über eine möglichst weite Fläche durch den Wärmetauscher geführt und so auf die Temperatur des Wärmetauschers bzw. der Probenkammerinnenwand temperiert.

[0042] Der Wärmetauscher ist an der vom Kammerinneraum 4 abgewandten Seite mit zumindest einer, bevorzugt aber mehreren Wärmepumpen 33 verbunden. Diese Wärmepumpen können in den die Messteile umgebenden Wänden und/oder im Boden und/oder im oberen Teil der Klimakammer mit den Durchführungen für die Messwelle angebracht werden. Mit diesen Wärmepumpe(n), bevorzugt Peltierblöcken, wird die Temperatur des Wärmetauschers und damit die Wärmestrahlung in der Messkammer geregelt. Gleichzeitig kann damit das in die Messkammer strömende Gas temperiert werden.

[0043] An der Außenseite der vom Innenraum 4 der Klimakammer abgewandten Seite der Peltierelemente ist gegebenenfalls eine Gegenkühlung mit Wärmetauschern 35, durchflossen vom fluiden Kühlmedium (Luft, Wasser oder ein spezielles Kühlfluid) über Anschluss 36 und Abfluss 37 dargestellt.

[0044] Der Wärmetauscher kann beliebig, wie im Stand der Technik bekannt, blockförmig, ggf. mit Durchlässen oder mit Kühlrippen ausgeführt sein.

[0045] Die gesamte Anordnung ist gegen die Umgebung mittels geeigneter Isoliermaterialien 38 abgeschlossen. An der Außenseite der Kammer befinden sich in diesem Material die Zuführungen für das Trockengas, das die Messwellen 5a und/oder 5b auswärts gerichtet umspült.

[0046] Dadurch ergibt sich eine gleichmäßige und kostengünstige Temperiermöglichkeit (sowohl Erwärmung als auch Kühlung) der Messkammer durch die Peltierelemente.

[0047] In der Messkammer 4 entstehen gleichmäßige Strömungsbilder, wie durch die Pfeile 9 angedeutet, die die Temperaturdrift in der Probe 3 minimieren.

[0048] Die Kammer enthält Sichtfenster in den Halbschalen, um beispielsweise optische Messungen an den Proben unter Scherbelastung durchführen zu können oder eine CCD-Kamera beispielsweise für dehnrheologische Untersuchungen an der Messkammer außen montieren zu können.

[0049] Die Sichtfenster können für optische Messungen in beiden Halbschalen gegenüberliegend angebracht sein oder zur Verwendung einer CCD-Kamera auch als ein größeres Fenster mit Sicht auf die Probe angebracht sein. Praktischerweise werden die Dimensionen der Fensterabschnitte so gewählt, dass unterschiedlichste Messungen mit ein und derselben Kammer möglich sind.

[0050] Fig. 4 zeigt eine alternative Ausführungsform an einem Rheometer mit einem kombinierten Mess- und Antriebsmotor, der ein Messteil (1) sowohl antreibt als auch die wirkenden Drehmomente misst. Hier ist das Messteil (2) ohne Messwelle einfach am Rheometerfuß 6b befestigt. Gegebenenfalls kann dieses Messteil (2) durch Anordnungen im Rheometerfuß 6b separat temperiert werden. Die Klimakammer wird als Haube auf den Rheometerfuß aufgesetzt und besitzt hier nur eine Durchlassöffnung 11 für die Messwelle (5). Die Umspülung der Messwelle mit Klimamedium über Einlässe 12 und trockenem Spülgas mit Auslässen 13 erfolgt analog zur Ausführung mit 2 Messwellen. Anschluss 22 für das Klimamedium und Einlass 24 für das trockene Gas führen in die Klimakammer, die Ausströmöffnung 14 befindet sich bevorzugt in der Höhe der Messteile. Das Öffnen der gesamten Klimakammer kann hier beispielsweise über eine Halte- und Verschiebevorrichtung 17c in vertikaler Richtung erfolgen. Die Kammer kann aber auch eine Tür besitzen, um den Messkammerinnenraum zugänglich zu machen.

Patentansprüche

1. Klimakammer für ein Rheometer, insbesondere Rotations- und/oder Dehnrheometer, bestehend aus zwei Messteilen (1,2), die eine zu untersuchende Materialprobe durch eine Bewegung der Messteile relativ zueinander mit einer definierten Scher- und/oder Dehnbelastung beaufschlagen und aus der Messung des resultierenden Fließ- und/oder Deformationsverhaltens der Probe in einer angeschlossenen Auswerteeinheit deren rheologische Kenngrößen ermittelt, wobei die Messkammer den Messraum allseitig umfasst und durch eine Kombination aus Konvektion und Wärmestrahlung temperiert, die Wand der den Probenraum umgebenden Klimakammer zumindest eine Öffnung enthält, die zur berührungslosen Durchführung der ersten und/oder zweiten Messwelle- durch die Wände der Klimakammer geeignet ist und der Probenraum von einem temperierten fluiden Klimamedium, vorzugsweise Luft, voreingestellter Temperatur und Feuchtigkeit durchströmt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass zusätzliche Ausströmöffnungen für ein weiteres gasförmiges, bevorzugt trockenes Medium an der zumindest einen Durchführung der Messwelle für das obere und/oder untere Messteil angebracht sind und die Messwellen gleichmäßig mit dem gasförmigen Medium senkrecht oder aus der Klimakammer auswärts gerichtet umströmt werden.
2. Klimakammer gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einleitung des Klimamediums über Einlässe 12 im Bereich der Durchführung 11, 11a, 11b des zumindest einen Messteils durch die Klimakammerwand liegt und die zumindest eine Messwelle senkrecht oder in die Klimakammer gerichtet umspült, wobei der Einströmwinkel α in einem Bereich von 0 bis 90 Grad, insbesondere 20 bis 70 Grad, bevorzugt 45 Grad in Richtung auf die Messteile beträgt.
3. Klimakammer nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Innenwände der Klimakammer aus wärmeleitfähigem Material aufgebaut sind, das durch Heizelemente und/oder eine Wärmepumpe temperiert wird
4. Klimakammer nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kammer im wärmeleitfähigen Material mit Durchflusskanälen ausgestattet ist, mit denen das einströmende Gas vor dem Eintritt in die Klimakammer beim Durchströmen dieser Durchflusskanäle temperiert wird wobei deren Temperaturbetrag kleiner oder gleich des Temperaturbetrags der Innenwände der Kammer und/oder des Wärmetauschers ist.
5. Klimakammer nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmepumpe aus zumindest einem Peltierelement mit zusätzlicher Gegenkühlung besteht und damit das eingeleitete Klimakammermedium auf Temperaturen zwischen - 40 ° C und 200° Celsius temperiert wird.
6. Klimakammer nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das weitere gasförmige, bevorzugt trockene Medium an der zumindest einen Durchführung der Messwelle unter einem Ausströmwinkel β zwischen 0 und 90 Grad gegen die Messwelle gerichtet ist, insbesondere liegt der Winkel β zwischen 20 und 70 Grad, bevorzugt bei 45 Grad.
7. Klimakammer nach einem der vorgehenden Ansprüche, **gekennzeichnet dadurch**, dass an ihrer Innenwand und /oder dem Innenraum der Klimakammer und/oder der Abströmöffnung für das Klimamedium zumindest ein Messelement zur Messung der Feuchte und / oder der Temperatur des durch die Kammer strömenden Klimamediums angebracht ist und der Steuer- und Auswerteeinheit des Rheometers und/oder der Klimakammer zur Steuerung der Zufuhr und/oder Temperierung des Klimamediums zur Verfügung stellt.
8. Klimakammer nach einem der vorgehenden Ansprüche, weiters umfassend einen Feuchtegenerator, der das Klimamedium mit vorwählbarer Feuchte erzeugt.

9. Klimakammer nach Anspruch 7, **gekennzeichnet dadurch**, dass die Steuereinheit die Temperatur der Wärmepumpen und gegebenenfalls der Gegenkühlung mittels der Werte der gemessenen Feuchte und/oder Temperatur des Klimamediums regelt.
10. Verfahren zur Ermittlung der rheologischen Eigenschaften viskoelastischer Proben in der Klimakammer eines Rheometers, wobei die Klimakammer während der Messung von einem Klimamedium definierter Feuchte und Temperatur durchströmt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messwellen der Messteile während der Messung von einem weiteren gasförmigen, bevorzugt trockenen Medium umströmt werden.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messwellen gleichmäßig mit dem gasförmigen Medium senkrecht oder aus der Klimakammer auswärts gerichtet unter einem Ausströmwinkel β zwischen 0 und 90 Grad umströmt werden.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

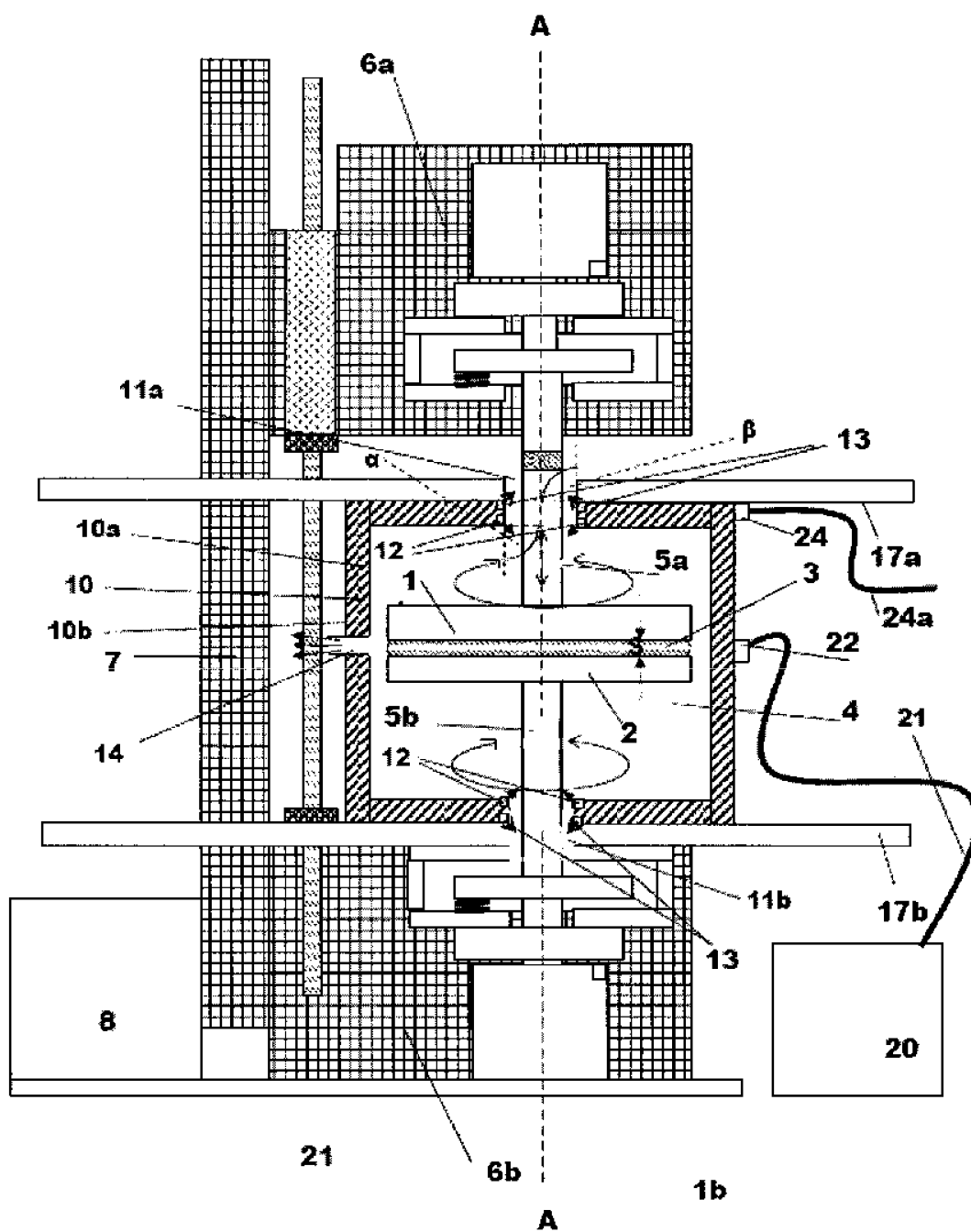


FIG 1

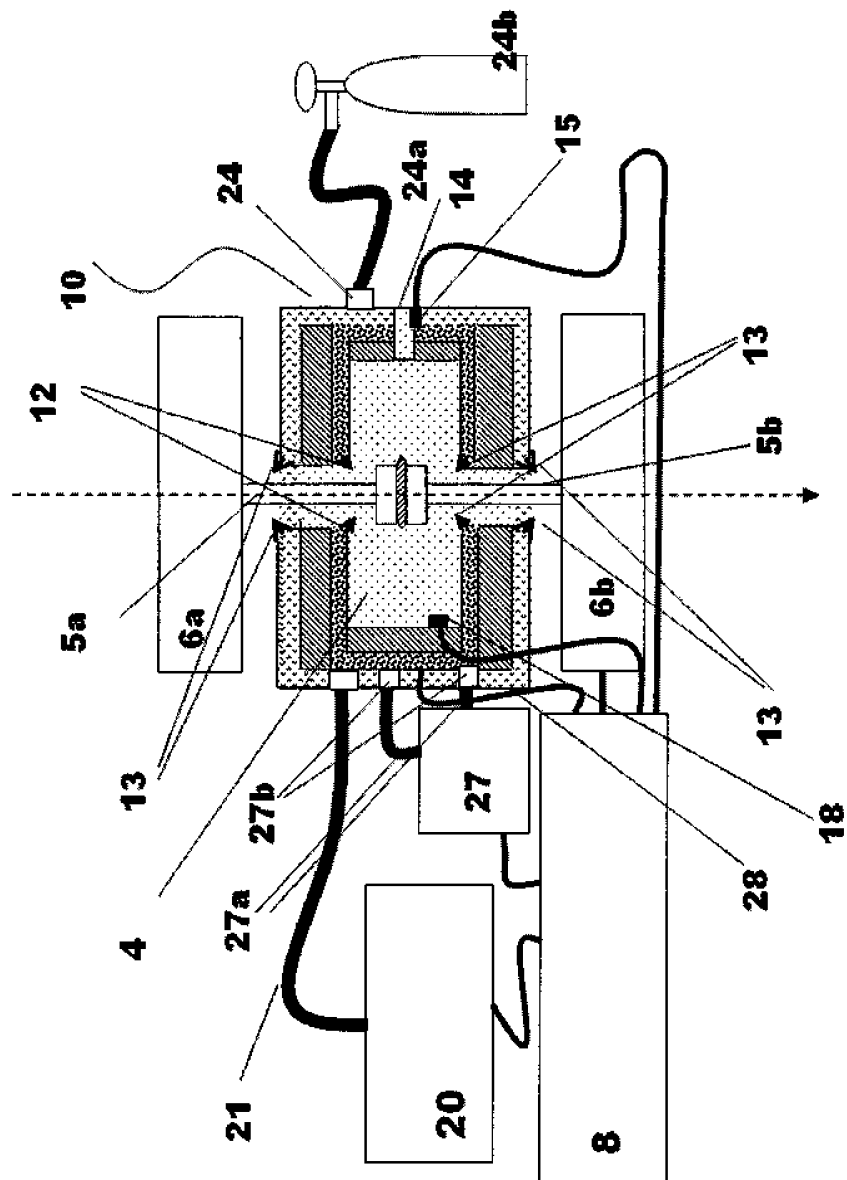


Fig 2

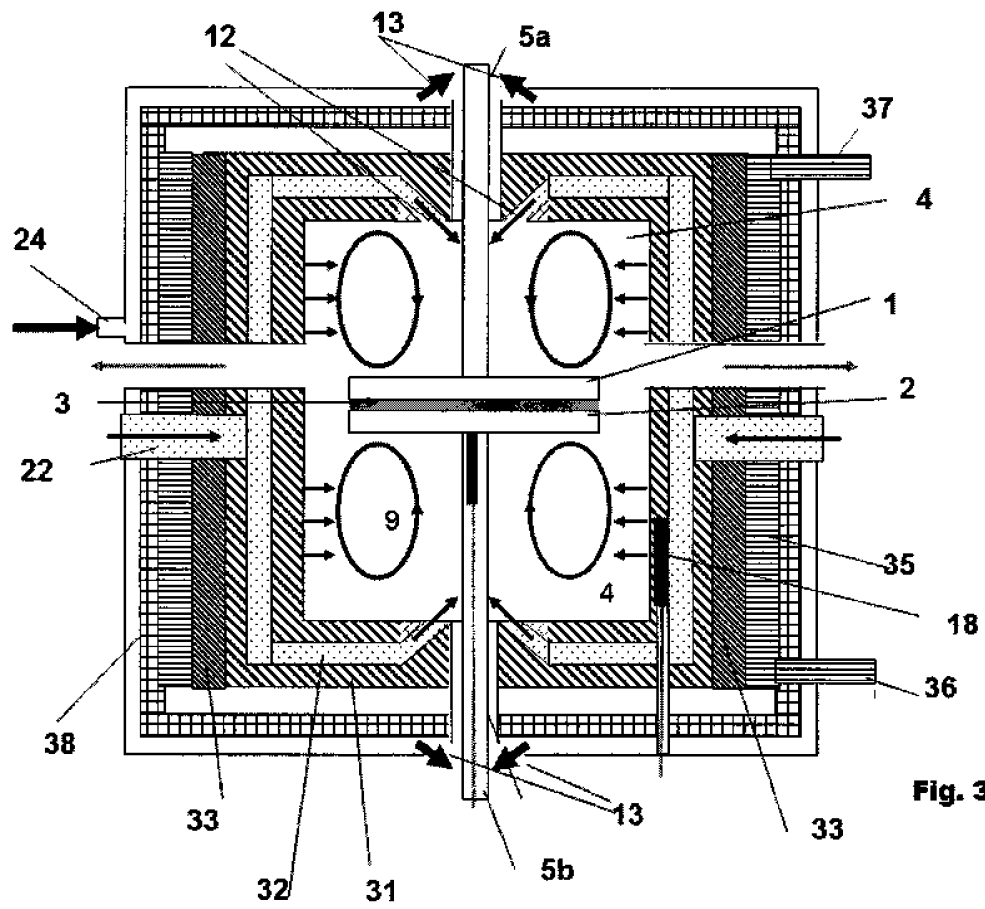


Fig. 3

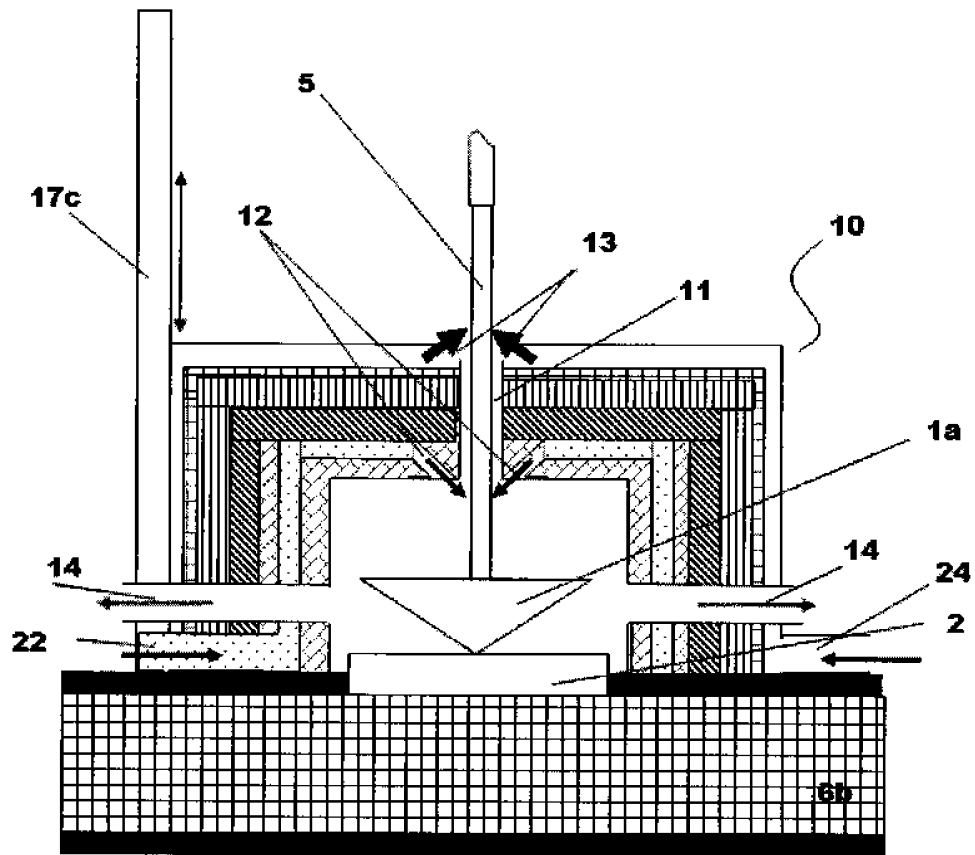


Fig. 4