

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1307/2006

(51) Int. Cl.⁸: **G01N 11/14** (2006.01)
G01N 11/10 (2006.01)

(22) Anmeldetag: 2006-08-03

(43) Veröffentlicht am: 2008-05-15

(73) Patentanmelder:
LABOR FÜR MESSTECHNIK DR. H.
STABINGER GMBH
A-8010 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:
STABINGER HANS DR.
GRAZ (AT)
HEIMEL HELMUT DR.
GRAZ (AT)

(54) VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BESTIMMEN DER VISKOSITÄT EINER FLÜSSIGKEIT

(57) Bei einer Vorrichtung zum Bestimmen der Viskosität einer Flüssigkeit, umfassend einen rotierend angetriebenen Körper (2) und einen koaxial und frei drehbar gelagerten, passiven Körper (1), wobei zwischen dem angetriebenen Körper (2) und dem passiven Körper (1) ein Abstand zum Einbringen der Flüssigkeit vorgesehen ist, weiterhin umfassend Mittel zum Erfassen der Drehgeschwindigkeitsdifferenz zwischen dem passiven Körper (1) und dem angetriebenen Körper (2), sowie Mittel (3, 4) zum Bremsen des passiven Körpers (1), wobei die Mittel zum Bremsen (3, 4) ein drehfest mit dem passiven Körper (1) verbundenes erstes Bremsmittel (4) und ein nicht drehfest mit dem passiven Körper (1) verbundenes zweites Bremsmittel (3) umfassen, wird, um die Viskosität sowohl von niedrigviskosen als auch von hochviskosen Flüssigkeiten exakt bestimmen zu können und um alle Messgrößen mit hoher Genauigkeit bestimmen oder vorgeben zu können, vorgeschlagen, dass das nicht drehfest mit dem passiven Körper (1) verbundene zweite Bremsmittel (3) koaxial rotierend antreibbar ausgebildet ist.

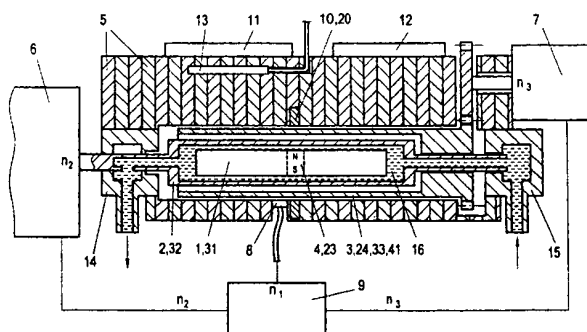


Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Bestimmen der Viskosität einer Flüssigkeit. Derartige Vorrichtungen umfassen einen rotierend angetriebenen Körper und einen coaxial und frei drehbar gelagerten, passiven Körper. Dabei ist zwischen dem angetriebenen Körper und dem passiven Körper ein Abstand zum Einbringen der Flüssigkeit vorgesehen. Da sowohl passiver als auch angetriebener Körper mit der eingebrachten Flüssigkeit in Kontakt stehen, wird bei einer Drehung des angetriebenen Körpers durch die Viskosität der Flüssigkeit der passive Körper mitgenommen. Dabei erreicht der passive Körper erst mit zeitlicher Verzögerung die Drehgeschwindigkeit des angetriebenen Körpers.

Weiterhin umfassen solche Vorrichtungen Mittel zum Erfassen der Drehgeschwindigkeitsdifferenz zwischen dem passiven Körper und dem angetriebenen Körper. Damit kann festgestellt werden, um wie viel sich der passive Körper langsamer dreht als der angetriebene Körper. Darüber hinaus sind Mittel zum Bremsen des passiven Körpers vorgesehen. Dabei umfassen die Mittel zum Bremsen ein drehfest mit dem passiven Körper verbundenes erstes Bremsmittel und ein nicht drehfest mit dem passiven Körper verbundenes zweites Bremsmittel.

Eine derartige Vorrichtung ist beispielsweise aus der AT 406 425 B bekannt geworden. Bei diesem Viskosimeter zur Bestimmung der dynamischen Viskosität besteht der rotierend angetriebene Körper aus einem Hohlzylinder, welcher an seinen Enden drehbar gelagert ist. An einem Ende kann er über einen Motor angetrieben werden. Im Inneren des Hohlzylinders befindet sich ein zylindrischer Körper, dessen Außendurchmesser kleiner als der Innendurchmesser des Hohlzylinders ist. In den so entstandenen Zwischenraum wird die Flüssigkeit, deren Viskosität zu bestimmen ist, eingebracht. Daraufhin wird der Hohlzylinder in Rotation versetzt. Abhängig von der Viskosität der Flüssigkeit wird der innere Zylinder mehr oder weniger stark von der Bewegung des Hohlzylinders mitgenommen. Der innere Zylinder ist zudem spezifisch leichter als die Messflüssigkeit, so dass er sich bei Drehung des Außenzylinders infolge der Zentrifugalkräfte in der Messflüssigkeit in der Achse zentriert und somit einen gleichförmigen Messspalt zwischen innerem Zylinder und Hohlzylinder erzeugt. Zur Viskositätsmessung ist es erforderlich, den passiven Körper, in der AT 406 425 B also den inneren Zylinder definiert zu bremsen, um aus dem resultierenden Drehzahlunterschied die Viskosität zu berechnen.

Die Mittel zum Bremsen bestehen in der AT 406 425 B aus einem drehfest mit dem passiven Körper verbundenen ersten Bremsmittel in Form eines Wirbelstromelements, konkret in Form eines Metallrings im Inneren des inneren Zylinders, sowie aus einem nicht drehfest mit dem passiven Körper verbundenen zweiten Bremsmittel in Form von mehreren Magnelementen, die ortsfest außerhalb des Hohlzylinders angeordnet sind. Die Magnelemente erzeugen dabei ein Magnetfeld quer zur Achse der Zylinder, in welchem der Wirbelstromkörper rotiert. Bei Rotation des inneren Zylinders mit seinem Wirbelstromelement wirkt so auf den inneren Zylinder ein Bremsmoment, das direkt von der Drehgeschwindigkeit des inneren Zylinders abhängig ist. Dadurch bildet sich eine Drehgeschwindigkeitsdifferenz zwischen innerem Zylinder und angetriebenem Hohlzylinder aus, welche ein Maß für die Viskosität der eingebrachten Flüssigkeit darstellt.

Nachteilig an dieser Ausführung ist jedoch, dass sich bei unterschiedlichen Viskositäten stark unterschiedliche Differenzgeschwindigkeiten ergeben. Insbesondere ergeben sich bei niedrigviskosen Flüssigkeiten sehr hohe und bei hochviskosen Flüssigkeiten sehr geringe Differenzgeschwindigkeiten. Dadurch treten bei diesen Flüssigkeiten Messungenauigkeiten auf.

Die AT 411 715 B schlägt daher vor als Mittel zum Bremsen des inneren Zylinders einerseits im inneren Zylinder ein Magnelement anzuordnen, andererseits außerhalb des Hohlzylinders ein Spulenpaar in Form einer Helmholtz-Spule vorzusehen. Dadurch wird ein steuerbares feststehendes Magnetfeld erzeugt, welches auf das im inneren Zylinder befindliche Magnelement wirkt. Je nach Phasenlage und Stärke des Stromes, welcher durch das Spulenpaar geschickt wird, ergibt sich ein antreibendes oder bremsendes Moment auf den inneren Zylinder. Bei geeigneter Regelung kann daher das auf den inneren Zylinder wirkende Bremsmoment in seiner

Größe willkürlich geregelt oder gesteuert werden. Damit kann beispielsweise mit unterschiedlichen Scherraten gemessen werden.

In der Praxis hat sich jedoch gezeigt, dass die genaue Regelung von Strom und Phasenlage, welche auf die Drehgeschwindigkeit und Lage des inneren Zylinders abgestimmt sein muss, nur schwer die geforderte Genauigkeit zu erfüllen vermag. Es ist dabei notwendig, das Magnetfeld exakt amplituden- und phasenrichtig anzusteuern. Da diese Ansteuerung höchste Genauigkeitsansprüche nur schwer zu erfüllen vermag, kann so ein schwer zu bestimmender Einfluss dieser Abweichungen auf das sich einstellende Bremsmoment auftreten. Dadurch können auch hier wiederum Ungenauigkeiten bei der Messung der Viskosität auftreten.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zum Bestimmen der Viskosität einer Flüssigkeit zu schaffen, die die Viskosität sowohl von niedrigviskosen als auch von hochviskosen Flüssigkeiten exakt bestimmen kann und bei der alle Messgrößen mit hoher Genauigkeit bestimmbar oder vorgebar sind.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass das nicht drehfest mit dem passiven Körper verbundene zweite Bremsmittel koaxial rotierend antreibbar ausgebildet ist.

Dadurch kann bei sich einstellender Drehgeschwindigkeit des passiven Körpers die Relativgeschwindigkeit zwischen dem drehfest mit dem passiven Körper verbundenen ersten Bremsmittel und dem nicht drehfest mit dem passiven Körper verbundenen zweiten Bremsmittel geändert werden. Die gegenständliche Erfindung behebt daher die Nachteile des Standes der Technik, indem eine variable Bremswirkung mit Mitteln erzeugt wird, die auf einen digital leicht erfassbaren Wert zurückgeführt werden können.

Werden als Mittel zum Bremsen solche gewählt, deren Bremsmoment von der Relativgeschwindigkeit abhängig ist, so kann durch die gezielte Änderung dieser Relativgeschwindigkeit direkt auf das sich einstellende Bremsmoment Einfluss genommen werden.

Daher kann bei niedrigviskosen Flüssigkeiten, bei welchen sich ohne Antreiben des zweiten Bremsmittels eine für eine genaue Messung zu hohe Drehgeschwindigkeitsdifferenz ergeben würde, das zweite Bremsmittel ebenfalls in Drehrichtung des passiven Körpers angetrieben werden. Dadurch verringert sich die Relativgeschwindigkeit zwischen erstem und zweitem Bremsmittel. Infolge dessen verringert sich auch das auf den passiven Körper wirkende Bremsmoment, wodurch wiederum der passive Körper sich schneller zu drehen beginnt. Dabei bildet sich sodann eine geringere Drehgeschwindigkeitsdifferenz zwischen angetriebenem Körper und passivem Körper aus.

Bei hochviskosen Flüssigkeiten, bei welchen sich ohne Antreiben des zweiten Bremsmittels eine für eine genaue Messung zu geringe Drehgeschwindigkeitsdifferenz ergeben würde, kann das zweite Bremsmittel entgegen der Drehrichtung des passiven Körpers angetrieben werden. Dadurch vergrößert sich die Relativgeschwindigkeit zwischen erstem und zweitem Bremsmittel. Infolge dessen vergrößert sich auch das auf den passiven Körper wirkende Bremsmoment, wodurch wiederum der passive Körper sich langsamer zu drehen beginnt. Dabei bildet sich sodann eine größere Drehgeschwindigkeitsdifferenz zwischen angetriebenem Körper und passivem Körper aus.

In beiden Fällen kann allein durch Änderung der Drehgeschwindigkeit des zweiten Bremsmittels direkt Einfluss auf das Bremsmoment genommen werden. Die Drehgeschwindigkeit des zweiten Bremsmittels ist sehr genau vorgebar und somit keinem Messfehler unterworfen. Das sich einstellende Bremsmoment kann daher sehr genau und ohne nennenswerte weitere Einflüsse rechnerisch bestimmt werden.

Durch die Möglichkeit der Veränderung der Relativdrehzahl kann wahlweise auch die Scherrate

bei der Viskositätsmessung kontinuierlich verändert werden. Dies ist bei der Messung von nicht Newton'schen Flüssigkeiten von großem Vorteil.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass die Mittel zum Bremsen zumindest einen Magneten und zumindest ein Wirbelstromelement umfassen. Damit kann ein berührungsloses Bremsen des passiven Körpers durchgeführt werden, wodurch insbesondere keine Störgrößen wie beispielsweise Reibung einen Einfluss haben können.

In diesem Zusammenhang kann das drehfest mit dem passiven Körper verbundene erste Bremsmittel einen Magneten umfassen, und das nicht drehfest mit dem passiven Körper verbundene zweite Bremsmittel einen metallischen Rotationskörper, insbesondere Ring oder Zylinder, umfassen. Dies ermöglicht einen einfachen Aufbau der Mittel zum Bremsen des passiven Körpers. Insbesondere sind die einzelnen Teile selbst besonders einfach aufgebaut. Als Magnet kann im einfachsten Fall ein Permanent-magnetelement Einsatz finden. Der metallische Rotationskörper ist ebenfalls besonders leicht herzustellen.

Dabei kann der Magnet im oder am passiven Körper angeordnet sein. Im einfachsten Fall kann der Magnet bereits in dem passiven Körper eingearbeitet, beispielsweise eingegossen sein. Er könnte aber auch auf andere Weise mit dem passiven Körper verbunden sein. Um ein drehzahlabhängiges Bremsmoment zu gewährleisten, muss er dabei drehfest mit dem passiven Körper verbunden sein.

Es kann vorgesehen sein, dass der metallische Rotationskörper außerhalb vom und im Wesentlichen konzentrisch zum rotierend angetriebenen Körper angeordnet ist. Dabei kann der Rotationskörper selbst als Ring oder auch als Hohlzylinder ausgebildet sein. In letzterem Fall kann der Rotationskörper so ausgebildet sein, dass er den angetriebenen und den passiven Körper im Wesentlichen zur Gänze abdeckt.

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass das drehfest mit dem passiven Körper verbundene erste Bremsmittel einen metallischen Rotationskörper, insbesondere Ring oder Zylinder, umfasst, und das nicht drehfest mit dem passiven Körper verbundene zweite Bremsmittel einen Magneten umfasst. Dabei kann insbesondere der passive Körper sehr einfach gestaltet sein.

In diesem Zusammenhang kann vorgesehen sein, dass der metallische Rotationskörper im oder am passiven Körper angeordnet ist.

Dabei kann darüber hinaus vorgesehen sein, dass der passive Körper selbst den metallischen Rotationskörper bildet. Passiver Körper und metallischer Rotationskörper können somit ein und derselbe Körper sein.

Es kann vorgesehen sein, dass der Magnet außerhalb vom und entlang des Umfangs des rotierend angetriebenen Körpers angeordnet ist. Somit kann über die Bewegung des Magneten das wirkende Bremsmoment eingestellt werden.

Vorteilhafterweise kann eine Messvorrichtung zur Bestimmung der Drehzahl des passiven Körpers vorgesehen sein. Da die Drehzahl des angetriebenen Körpers ebenfalls bekannt ist, kann daher die Drehgeschwindigkeitsdifferenz zwischen angetriebenen und passiven Körper berechnet werden.

In diesem Zusammenhang kann die Messvorrichtung eine Hallsonde umfassen. Diese ermöglicht eine einfache und zuverlässige Bestimmung der Drehzahlbestimmung des passiven Körpers.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann ein Positionierungsmittel zur Festlegung der

axialen Lage des passiven Körpers vorgesehen sein. Somit kann gewährleistet werden, dass der passive Körper an seinen axialen Enden frei drehbar ist und insbesondere keiner Reibung unterliegt. Die radiale Positionierung kann auf bekannte Weise dadurch geschehen, dass der passive Körper eine andere Dichte als die zu messende Flüssigkeit aufweist. Befindet sich der

5 passive Körper innerhalb der Flüssigkeit, so soll er spezifisch leichter als diese ausgebildet werden, damit er aufgrund der bei einer Rotation wirkenden Zentrifugalkräfte eine zentrale, das heißt mittige Position einnimmt. Befindet sich jedoch die Flüssigkeit innerhalb des passiven Körpers, so braucht diese Bedingung nicht erfüllt werden und es kann somit auch ein spezifisch schwererer passiver Körper verwendet werden.

10 In oben genanntem Zusammenhang kann das Positionierungsmittel einen weichmagnetischen Ring umfassen. Damit kann es auf einfachste Weise in Wechselwirkung mit einem gegebenenfalls in dem passiven Körper angeordneten Magnelement treten. Das Magnelement und damit der passive Körper werden bei geeigneter Anordnung gleichsam von dem weichmagnetischen Ring in zentraler Lage gehalten.

15

Gemäß einer vorteilhaften Ausbildung der Erfindung kann ein erster Motor zum Antreiben des rotierend angetriebenen Körpers vorgesehen sein. Somit ist eine der für die Messung entscheidenden Größen, nämlich die Drehzahl des angetriebenen Körpers vorgebar und somit bekannt.

20

In besonders bevorzugter Ausgestaltung kann ein zweiter Motor zum Antreiben des nicht drehfest mit dem passiven Körper verbundenen zweiten Bremsmittels vorgesehen sein. Damit kann die Drehzahl des zweiten Bremsmittels vorgegeben werden und ist somit ebenfalls bekannt.

25

Dabei kann in einer Weiterbildung der Erfindung der erste Motor beziehungsweise der zweite Motor ein, vorzugsweise quartzgesteuerter, Synchronmotor sein. Dadurch kann die Drehzahl besonders exakt vorgegeben werden und so die Genauigkeit des Messergebnisses auf ein sehr hohes Maß angehoben werden.

30

Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung kann eine Steuervorrichtung zur Vorgabe der Drehzahl des ersten Motors und der Drehzahl des zweiten Motors vorgesehen sein. Die Änderung oder Festlegung der für eine genaue Messung wichtigen Parameter wie insbesondere die Drehzahlen können somit automatisiert werden. Die Messung kann daher wiederholbar ohne Einflussnahme des Benutzers durchgeführt werden. Auch kann damit gewährleistet werden, dass unabhängig vom jeweiligen Benutzer für eine gegebene Flüssigkeit stets das gleiche Messergebnis mit der gleich hohen Messgenauigkeit erzielt wird.

35

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Steuervorrichtung eine Berechnungseinrichtung der Viskosität der Flüssigkeit aus den Drehzahlen des passiven Körpers, des ersten Motors und des zweiten Motors umfasst. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann allein aus diesen Drehzahlen die Viskosität der Flüssigkeit bestimmt werden. Dies kann daher automatisch und ohne Eingriff des Benutzers vorgenommen werden.

40

45 Gemäß einer vorteilhaften Ausbildung der Erfindung kann der rotierend angetriebene Körper ein mit der Flüssigkeit befüllbarer Hohlzylinder sein.

Dabei kann der passive Körper ein Zylinder sein, dessen Außendurchmesser kleiner als der Innendurchmesser des Hohlzylinders ist. Somit kann der passive Körper innerhalb des angetriebenen Körpers angeordnet werden. Ist der Zylinder spezifisch leichter als die zu messende Flüssigkeit, so wird er sich aufgrund der bei einer Rotation wirkenden Zentrifugalkräfte automatisch zentral, das heißt mittig ausrichten. Er braucht dazu nicht gesondert gelagert werden, womit insbesondere Reibungsverluste vermieden werden können. Dadurch kann die Messung besonders genau erfolgen.

50

Gemäß einer alternativen Ausführung kann der rotierend angetriebene Körper ein Zylinder sein.

Dabei kann der passive Körper ein Hohlzylinder sein, dessen Innendurchmesser größer als der Außendurchmesser des Zylinders ist. Bei dieser Ausführung wird somit der weiter außen angeordnete Hohlzylinder von der Flüssigkeit mitgenommen. Es muss bei dieser Ausgestaltung keine Rücksicht auf die Dichte der Flüssigkeit und des passiven Körpers genommen werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung kann zur Thermostatisierung der Vorrichtung diese in einem Gehäuse vorgesehen sein. Dadurch kann eine für eine genaue und wiederholbare Messung erforderliche konstant bleibende Temperatur vorgegeben werden.

In diesem Zusammenhang kann vorgesehen sein, dass das Gehäuse zur Vermeidung von Wirbelströmen Metalllamellen, vorzugsweise gegeneinander isolierte Metalllamellen, umfasst. Auf diese Art und Weise können Wirbelströme im Gehäuse, die das Messergebnis negativ beeinflussen könnten, wirkungsvoll und sicher vermieden werden.

Die vorliegende Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Bestimmen der Viskosität einer Flüssigkeit, umfassend die folgenden Schritte: Vorsehen eines frei drehbaren, passiven Körpers, Anordnen eines angetriebenen Körpers coaxial zum passiven Körper, rotierendes Antreiben des angetriebenen Körpers, Einbringen der zu messenden Flüssigkeit zwischen die beiden Körper, Messen der Drehgeschwindigkeitsdifferenz zwischen passivem Körper und angetriebenem Körper, Bremsen des passiven Körpers mit einem nicht drehfest mit dem passiven Körper verbundenen Bremsmittel.

Vor dem Hintergrund des bekannt gewordenen Standes der Technik ist es daher auch die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren anzugeben, mit dem die Viskosität sowohl von niedrigviskosen als auch von hochviskosen Flüssigkeiten exakt bestimmt werden kann und bei der alle Messgrößen mit hoher Genauigkeit bestimmt oder vorgegeben werden können.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass das auf den passiven Körper ausgeübte Bremsmoment in Abhängigkeit der Drehgeschwindigkeitsdifferenz zwischen passivem Körper und angetriebenem Körper durch gleich- oder gegensinniges Antreiben des Bremsmittels verändert wird.

Dadurch kann bei sich einstellender Drehgeschwindigkeit des passiven Körpers die Relativgeschwindigkeit zwischen dem passiven Körper und dem Bremsmittel geändert werden. Durch die gesteuerte Bremsung des Messrotors kann die Messung um einen Freiheitsgrad erweitert werden. Werden als Mittel zum Bremsen solche gewählt, deren Bremsmoment von der Relativgeschwindigkeit abhängig ist, so kann durch die gezielte Änderung dieser Relativgeschwindigkeit direkt auf das sich einstellende Bremsmoment Einfluss genommen werden.

Daher kann bei niedrigviskosen Flüssigkeiten, bei welchen sich ohne Antreiben des Bremsmittels eine für eine genaue Messung zu hohe Drehgeschwindigkeitsdifferenz ergeben würde, das Bremsmittel ebenfalls in Drehrichtung des passiven Körpers angetrieben werden. Dadurch verringert sich die Relativgeschwindigkeit zwischen dem passiven Körper und dem Bremsmittel. Infolge dessen verringert sich auch das auf den passiven Körper wirkende Bremsmoment, wodurch wiederum der passive Körper sich schneller zu drehen beginnt. Dabei bildet sich so dann eine geringere Drehgeschwindigkeitsdifferenz zwischen angetriebenem Körper und passivem Körper aus. Bei einer zu großen Drehzahldifferenz kann diese daher automatisch verringert und so ein genaues Messergebnis gewährleistet werden. Dies wird insbesondere bei niedrigviskosen, das heißt, sehr dünnflüssigen Flüssigkeiten der Fall sein.

Bei hochviskosen Flüssigkeiten, bei welchen sich ohne Antreiben des zweiten Bremsmittels eine für eine genaue Messung zu geringe Drehgeschwindigkeitsdifferenz ergeben würde, kann das Bremsmittel entgegen der Drehrichtung des passiven Körpers angetrieben werden. Dadurch vergrößert sich die Relativgeschwindigkeit zwischen dem passiven Körper und dem

Bremsmittel. Infolge dessen vergrößert sich auch das auf den passiven Körper wirkende Bremsmoment, wodurch wiederum der passive Körper sich langsamer zu drehen beginnt. Dabei bildet sich sodann eine größere Drehgeschwindigkeitsdifferenz zwischen angetriebenem Körper und passivem Körper aus. Bei einer zu geringen Drehzahldifferenz kann diese daher
5 automatisch vergrößert und so auch in diesem Fall ein genaues Messergebnis gewährleistet werden. Dies wird insbesondere bei hochviskosen, das heißt, sehr dickflüssigen Flüssigkeiten der Fall sein.

10 In beiden Fällen kann allein durch Änderung der Drehgeschwindigkeit des Bremsmittels direkt Einfluss auf das Bremsmoment genommen werden. Die Drehgeschwindigkeit des Bremsmittels ist sehr genau vorgebar und somit keinem Messfehler unterworfen. Das sich einstellende Bremsmoment kann daher sehr genau und ohne nennenswerte weitere Einflüsse rechnerisch bestimmt werden.

15 Das Verfahren kann darüber hinaus den Schritt enthalten, dass die Drehzahl des passiven Körpers bestimmt wird. Da die Drehzahl des angetriebenen Körpers ebenfalls bekannt ist, kann daher die Drehgeschwindigkeitsdifferenz zwischen angetriebenen und passiven Körper berechnet werden.

20 Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die axiale Lage des passiven Körpers festgelegt wird. Somit kann gewährleistet werden, dass der passive Körper an seinen axialen Enden frei drehbar ist und insbesondere keiner Reibung unterliegt. Die radiale Positionierung kann auf bekannte Weise dadurch geschehen, dass der passive Körper eine andere Dichte als die zu messende Flüssigkeit aufweist. Befindet sich der passive Körper innerhalb der Flüssigkeit, so soll er spezi-
25 fisch leichter als diese ausgebildet werden, damit er aufgrund der bei einer Rotation wirkenden Zentrifugalkräfte eine zentrale, das heißt mittige Position einnimmt. Befindet sich jedoch die Flüssigkeit innerhalb des passiven Körpers, so braucht diese Bedingung nicht erfüllt werden und es kann somit auch ein spezifisch schwererer passiver Körper verwendet werden.

30 Besonders bevorzugt ist es, wenn die Drehzahl des angetriebenen Körpers und die Drehzahl des Bremsmittels vorgegeben werden. Die Änderung oder Festlegung der für eine genaue Messung wichtigen Parameter wie insbesondere die Drehzahlen können insbesondere automatisiert ablaufen. Wird dabei eine Steuereinrichtung verwendet, so kann die Messung wiederholbar ohne Einflussnahme des Benutzers durchgeführt werden. Auch kann damit gewährleistet
35 werden, dass unabhängig vom jeweiligen Benutzer für eine gegebene Flüssigkeit stets das gleiche Messergebnis mit der gleich hohen Messgenauigkeit erzielt wird.

Insbesondere kann in diesem Zusammenhang bei Überschreiten eines ersten Schwellwertes der Drehzahldifferenz zwischen angetriebenem Körper und passivem Körper das Bremsmittel in
40 eine Rotationsbewegung im selben Drehsinn wie jenem des angetriebenen Körpers versetzt werden, gegebenenfalls diese gleichsinnige Drehzahl des Bremsmittels erhöht werden, und so die Bremswirkung verringert werden. Bei einer zu großen Drehzahldifferenz kann diese daher automatisch verringert und so ein genaues Messergebnis gewährleistet werden. Dies wird insbesondere bei niedrigviskosen, das heißt sehr dünnflüssigen Flüssigkeiten der Fall sein.

45 Darüber hinaus kann bei Unterschreiten eines zweiten Schwellwertes der Drehzahldifferenz zwischen angetriebenem Körper und passivem Körper das Bremsmittel in eine Rotationsbewegung im entgegengesetzten Drehsinn wie jenem des angetriebenen Körpers versetzt werden, gegebenenfalls diese entgegengesetzte Drehzahl des Bremsmittels erhöht werden, und so die
50 Bremswirkung erhöht werden. Bei einer zu geringen Drehzahldifferenz kann diese daher automatisch vergrößert und so auch in diesem Fall ein genaues Messergebnis gewährleistet werden. Dies wird insbesondere bei hochviskosen, das heißt sehr dickflüssigen Flüssigkeiten der Fall sein.

55 Dabei kann in einer vorteilhaften Verfahrensführung aus den Drehzahlen des passiven Körpers,

des angetriebenen Körpers und des Bremsmittels die Viskosität der Flüssigkeit bestimmt werden. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann somit allein aus diesen Drehzahlen die Viskosität der Flüssigkeit bestimmt werden. Dies kann daher automatisch und ohne Eingriff des Benutzers geschehen.

Die Erfindung wird unter Bezugnahme auf die beigeschlossenen Zeichnungen, in welchen Ausführungsformen beispielhaft dargestellt sind, näher beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung,
Fig. 2 einen Querschnitt durch diese erste Ausführungsform,
Fig. 3 einen Längsschnitt durch eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung,
Fig. 4 einen Querschnitt durch diese zweite Ausführungsform,
Fig. 5a einen Längsschnitt durch eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung,
Fig. 5b eine alternative Gestaltung des passiven Körpers für die Ausführungsform der Figur 5a,
Fig. 6 einen Querschnitt durch diese dritte Ausführungsform.

Die Figuren 1 und 2 zeigen eine erste Ausführungsform einer Vorrichtung zum Bestimmen der Viskosität einer Flüssigkeit. Innerhalb eines Gehäuses 5 wird ein Körper, hier in Form eines Hohlzylinders 32, rotierend angetrieben. Dazu ist in diesem Ausführungsbeispiel ein Motor 6 vorgesehen, welcher bevorzugt als Synchronmotor ausgeführt ist. In dem Hohlzylinder 32 ist koaxial und frei drehbar ein passiver Körper 1, hier in Form eines Zylinders 31, gelagert. Der Außendurchmesser des Zylinders 31 ist kleiner als der Innendurchmesser des Hohlzylinders 32, so dass dazwischen ein Abstand ausgebildet ist. In diesem Abstand kann die Flüssigkeit, deren Viskosität zu bestimmen ist, eine Schicht ausbilden. Der Abstand muss nicht notwendigerweise überall gleich groß ausgebildet sein. Vielmehr wäre auch ein gestufter oder wechselnder Verlauf denkbar. Auch könnten sich der Oberflächenverlauf des Zylinders 31 und der Oberflächenverlauf an der Innenseite des Hohlzylinders 32 komplementär derart ergänzen, dass bereichsweise der Außendurchmesser des Zylinders 31 sogar größer als der kleinste Innendurchmesser des Hohlzylinders 32 ist. Der Begriff „Abstand“ soll daher so verstanden werden, dass damit eine berührungsfreie Zone gemeint ist, innerhalb derer sich ein Flüssigkeitsvolumen ausbilden kann.

Weiterhin sind Mittel zum Erfassen der Drehgeschwindigkeitsdifferenz zwischen dem Zylinder 31 und dem angetriebenen Hohlzylinder 32 vorgesehen. Dabei ist in diesem Ausführungsbeispiel in dem Zylinder 31 ein Magnelement 23, hier ein Permanentmagnet vorgesehen. Zusammen mit einer Messvorrichtung 8 zur Bestimmung der Drehzahl, hier einem Hallsensor, kann so die Lage und daraus die Drehgeschwindigkeit des passiven Zylinders 31 bestimmt werden. Alternativ wären aber auch andere Mittel zum Erfassen der Drehgeschwindigkeit des Zylinders 31 beziehungsweise der Drehgeschwindigkeitsdifferenz zwischen Zylinder 31 und Hohlzylinder 32 denkbar. Bevorzugt sind allerdings solche, die selbst keine Reibung verursachen und so das Messergebnis nicht verfälschen. Diese können zum Beispiel nach einem optischem, magnetischem oder induktivem Prinzip arbeiten.

Außerdem sind Mittel zum Bremsen 3,4 des Zylinders 31 vorgesehen. Diese umfassen ein drehfest mit dem Zylinder 31 verbundenes erstes Bremsmittel 4, welches hier als Magnelement 23 ausgebildet ist. Nicht drehfest mit dem Zylinder 31, sondern von diesem losgelöst, ist ein zweites Bremsmittel 3 vorgesehen, welches hier als elektrisch leitfähiger, vorzugsweise metallischer, Rotationskörper 41 ausgeführt ist. Es funktioniert somit als Wirbelstromelement 24, so dass bei einer Relativbewegung zwischen Zylinder 31 und Rotationskörper 41 ein Bremsmoment entsteht. Dieser elektrisch leitfähige Rotationskörper 41 weist in diesem Ausführungsbeispiel wiederum die Form eines Hohlzylinders 33 auf. Alternativ könnte aber auch eine andere Form gewählt werden, beispielsweise tonnenförmig oder kugelförmig. Am platzspa-

rendsten ist es freilich, wenn die Form des zweiten Bremsmittels 3 jener der inneren Körper entspricht. Im gezeigten Ausführungsbeispiel sind daher für alle Körper im Wesentlichen zylindrische Formen mit geradlinigen Erzeugenden gewählt. Dadurch ergibt sich auch ein kleiner Abstand zwischen dem ersten Bremsmittel 4, das ist hier das Magnelement 23, und dem
 5 zweiten Bremsmittel 3, das ist hier der Hohlzylinder 33. So kann ein Wirbelstromsystem gebildet werden, welches aus dem Magnelement 23 und dem Hohlzylinder 33 besteht und eine gute und verlässliche Bremswirkung gewährleistet.

Der Hohlzylinder 33, also das zweite Bremsmittel 3, ist koaxial rotierend antreibbar ausgebildet.
 10 Dies geschieht in dem gezeigten Ausführungsbeispiel durch einen Motor 7, welcher wiederum bevorzugt ein Synchronmotor ist.

Zur Festlegung der axialen Lage des Zylinders 31 ist ein Positionierungsmittel 10 vorgesehen. Dieses ist hier als weichmagnetischer Ring 20 ausgeführt, welcher im Gehäuse 5 rings um den
 15 Zylinder 31, den Hohlzylinder 32 und den Hohlzylinder 33 angeordnet ist. Das Gehäuse 5 selbst besteht aus einem anderen Material als der weichmagnetische Ring 20, beispielsweise aus Kupfer. Zur Vermeidung von Wirbelströmen kann das Gehäuse 5 lamelliert sein. Die axiale Position des weichmagnetischen Rings 20 ist so gewählt, dass dieser in Arbeitsstellung des Zylinders 31 in einer Ebene mit dem Magnelement 4 liegt, wobei diese Ebene normal zur
 20 Längsachse der Zylinder 31 und Hohlzylinder 32, 33 liegt. Durch die magnetischen Anziehungskräfte wird der Zylinder 31 somit in einer Lage gehalten, in welcher er auch in axialer Richtung vom ihn umgebenden Hohlzylinder 32 beabstandet ist. Der Abstand in radialer Richtung ergibt sich durch die bereits beschriebene Zentrifugalkraft, welche auf die Flüssigkeit wirkt und den Zylinder 31, welcher eine geringere Dichte beziehungsweise ein geringeres spezifisches Gewicht als die Flüssigkeit aufweist, in eine zentrale, das heißt mittige Lage zwingt.
 25

Die Drehzahl n_2 des Synchronmotors 6 zum Antrieb des Hohlzylinders 32 und die Drehzahl n_3 des Synchronmotors 7 zum Antrieb des zweiten Bremsmittels 3, das heißt des Hohlzylinders 33 ist jeweils genau vorgebar und somit bekannt. Die Drehzahl n_1 des Zylinders 31, der ja nur
 30 über die Flüssigkeit mitgeschleppt wird, muss hingegen bestimmt werden. Durch Messung mit dem Hallsensor ist jedoch auch diese Drehzahl n_1 des Zylinders 31 genau bekannt.

Die Bremswirkung ist direkt proportional der Drehzahldifferenz zwischen dem passiven Zylinder 31 und dem Hohlzylinder 33. Da die Drehzahlen mit fast beliebiger Genauigkeit erfassbar sind,
 35 in keine Genauigkeitseinbuße zu erwarten, durch Änderung der Drehzahl und Drehrichtung des Hohlzylinders 33 kann die Bremswirkung und damit die Scherrate in einem weiten Bereich bei höchster Genauigkeit verändert werden. Zur Thermostatisierung kann ein Wasserbad oder ein zur Vermeidung von Wirbelströmen vorzugsweise lamelliertes Kupfergehäuse 5 verwendet werden. Zur Berechnung der Viskosität können das über die Viskosität der Flüssigkeit im Messspalt den Zylinder 31 antreibende Moment und das bremsende Moment gleichgesetzt werden,
 40 da infolge des freien Schwimmens des Zylinders 31 keine Lagerreibung auftritt.

$$\begin{aligned}
 &\text{Antreibendes Moment} & M_d &= \eta \cdot k_1 \cdot (n_2 - n_1) \\
 &\text{Bremsendes Moment} & M_r &= k_2 \cdot (n_1 \pm n_3) \pm \dots \text{durch Drehrichtung bestimmt} \\
 &M_d = M_r \\
 &\eta \cdot k_1 \cdot (n_2 - n_1) = k_2 \cdot (n_1 \pm n_3) \\
 &\eta = (k_2 / k_1) \cdot (n_1 \pm n_3) / (n_2 - n_1) \\
 &(k_2 / k_1) = k \text{ (Apparatekonstante)} \\
 &\eta = k \cdot (n_1 \pm n_3) / (n_2 - n_1)
 \end{aligned}$$

Die Apparatekonstante k wird mittels einer Messung an einem Präparat bekannter Viskosität ermittelt. Die Drehzahlen n_2 und n_3 werden vorteilhafterweise über quartzgesteuerte Synchronmotoren 6 und 7 vorgegeben. Die Drehzahl des Zylinders 31 wird über die Hallsonde erfasst
 55 und dem elektronischen Rechenwerk zugeführt. Aus den Drehzahlen n_1 , n_2 und n_3 wird der

Viskositätswert berechnet.

Der weichmagnetische Ring 20 bestimmt über die Wechselwirkung mit dem Magneten 23 die axiale Lage des Zylinders 31. Die Thermostatisierung erfolgt vorteilhafterweise über Peltierelemente 11, 12 in Verbindung mit einem Temperaturfühler 13. Die zu messende Flüssigkeit 16 wird über die Drehdurchführungen 14, 15 in den Messraum eingefüllt.

Das elektronische Rechenwerk kann auch als Steuer- 9 oder Regeleinrichtung ausgebildet sein. Insbesondere kann diese auf zu hohe oder zu geringe Drehzahldifferenzen selbständig reagieren und so automatisch die gewünschte Messgenauigkeit gewährleisten. So kann die Steuereinrichtung 9 so ausgebildet sein, dass sie bei einer für eine genaue Messung zu großen Drehzahldifferenz zwischen Hohlzylinder 32 und Zylinder 31 den Hohlzylinder 33 in eine Rotationsbewegung im selben Drehsinn wie jenem des Hohlzylinders 32 versetzt und so die Bremswirkung verringert. Sollte die Bremswirkung immer noch zu groß sein, kann die Steuereinrichtung 9 gegebenenfalls diese gleichsinnige Drehzahl des Hohlzylinders 33 weiter erhöhen.

Umgekehrt kann die Steuereinrichtung 9 so ausgebildet sein, dass sie bei einer für eine genaue Messung zu geringen Drehzahldifferenz zwischen Hohlzylinder 32 und Zylinder 31 den Hohlzylinder 33 in eine Rotationsbewegung im entgegengesetzten Drehsinn wie jenem des Hohlzylinders 32 versetzt und so die Bremswirkung erhöht. Sollte die Bremswirkung immer noch zu klein sein, kann die Steuereinrichtung 9 gegebenenfalls diese entgegengesetzte Drehzahl des zweiten Hohlzylinders 33 weiter erhöhen.

Die genannten Funktionen der Steuereinrichtung 9 können dabei unabhängig voneinander nur einzeln oder auch gleichzeitig vorhanden sein.

Die Figuren 3 und 4 zeigen eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Dabei werden im Folgenden nur noch Merkmale beschrieben, welche sich von dem ersten Ausführungsbeispiel unterscheiden. Die übrigen Merkmale entsprechen in ihrem Aufbau und in ihrer Funktion im Wesentlichen dem ersten, oben ausführlich beschriebenen Ausführungsbeispiel.

In der Variante nach Figuren 3 und 4 besteht der rotierend angetriebene Körper 2 aus einem inneren Zylinder 22. Der koaxial frei drehbar gelagerte, passive Körper 1 wird durch einen Hohlzylinder 21 gebildet. Bei dieser Variante muss der passive Körper 1 gesondert gelagert werden. Es muss jedoch keine Rücksicht auf die Dichte beziehungsweise auf das spezifische Gewicht von Flüssigkeit und den Bauteilen genommen werden. Darüber hinaus wird in diesem Beispiel das drehfest mit dem passiven Körper 1 verbundene erste Bremsmittel 4 durch den Hohlzylinder 21 selbst gebildet, welcher somit als Wirbelstromelement 24 fungiert. Alternativ wäre es natürlich auch denkbar, ein leitfähiges Wirbelstromelement 24, beispielsweise in Form eines Rings, insbesondere Metallrings, in oder an dem Hohlzylinder 21 anzuordnen. Das nicht drehfest mit dem passiven Körper 1 verbundene, zweite Bremsmittel 3 ist hier durch die Magnetelemente 23 gebildet. Diese Magnetelemente 23 sind drehbar an einem Ring 25 angebracht, welcher wiederum von einem Motor 7 angetrieben werden kann.

Auf diese Art ist auch hier gewährleistet, dass die Relativgeschwindigkeit zwischen Hohlzylinder 21 und Magnetelement 23 variiert werden kann. Da damit die Drehzahldifferenz zwischen erstem und zweitem Bremsmittel 4, 3 verändert werden kann, ist es auch hier möglich, das auf den passiven Körper 1, das heißt den Hohlzylinder 21 wirkende Bremsmoment zu variieren.

Die Figuren 5a, 5b und 6 zeigen wiederum eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Ähnlich wie in der ersten Ausführungsform gemäß Figuren 1 und 2 wird hier der passive Körper 1 durch einen inneren Zylinder 31 gebildet. Der angetriebene Körper 2 wird durch einen Hohlzylinder 32 geformt. Das drehfest mit dem passiven Körper 1 verbundene Bremsmittel 4 ist hier der innere Zylinder 31 selbst. Dieser ist daher als Hohlzylinder aus einem elektrisch leitfähigen Material ausgeführt und bildet so ein Wirbelstromelement 24. Als nicht

drehfest mit dem passiven Körper 1 verbundenes zweites Bremsmittel 3 sind analog dem in den Figuren 3 und 4 gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel wiederum Magnetelemente 23 vorgesehen. Diese Magnetelemente 23 sind ebenfalls drehbar an einem Ring 25 angebracht, welcher wiederum von einem Motor 7 angetrieben werden kann.

In Figur 5b ist gezeigt, dass der passive Körper 1, anstelle selbst den Wirbelstromkörper zu bilden, auch mit einem Wirbelstromelement 24 versehen sein kann. In diesem Fall braucht der den passiven Körper 1 bildende Zylinder 31 selbst nicht elektrisch leitfähig zu sein. Das darin oder darauf angeordnete Wirbelstromelement 24 ist hier als vorzugsweise metallischer Ring ausgeführt.

Es sind auch noch weitere erfindungsgemäße Ausführungsformen denkbar. Diese können auch lediglich einen Teil der hier nur in Kombination beschriebenen Merkmale aufweisen. Dabei können auch andere Merkmalskombination, insbesondere auch von verschiedenen beschriebenen Ausführungsformen, vorgesehen sein. Insbesondere sind die verschiedenen Paarungen von angetriebenem und passivem Körper sowie erstem und zweitem Bremsmittel jeweils frei untereinander mit den Merkmalen der anderen Ausführungsformen kombinierbar.

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zum Bestimmen der Viskosität einer Flüssigkeit, umfassend einen rotierend angetriebenen Körper (2) und einen koaxial und frei drehbar gelagerten, passiven Körper (1), wobei zwischen dem angetriebenen Körper (2) und dem passiven Körper (1) ein Abstand zum Einbringen der Flüssigkeit vorgesehen ist, weiterhin umfassend Mittel zum Erfassen der Drehgeschwindigkeitsdifferenz zwischen dem passiven Körper (1) und dem angetriebenen Körper (2), sowie Mittel (3, 4) zum Bremsen des passiven Körpers (1), wobei die Mittel zum Bremsen (3, 4) ein drehfest mit dem passiven Körper (1) verbundenes erstes Bremsmittel (4) und ein nicht drehfest mit dem passiven Körper (1) verbundenes zweites Bremsmittel (3) umfassen, *dadurch gekennzeichnet*, dass das nicht drehfest mit dem passiven Körper (1) verbundene zweite Bremsmittel (3) koaxial rotierend antreibbar ausgebildet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Mittel zum Bremsen (3, 4) zumindest einen Magneten (23) und zumindest ein Wirbelstromelement (24) umfassen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass das drehfest mit dem passiven Körper (1) verbundene erste Bremsmittel einen Magneten (23) umfasst, und das nicht drehfest mit dem passiven Körper (1) verbundene zweite Bremsmittel einen elektrisch leitfähigen, vorzugsweise metallischen, Rotationskörper (41), insbesondere Ring oder Zylinder, umfasst.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Magnet (23) im oder am passiven Körper (1) angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, *dadurch gekennzeichnet*, dass der elektrisch leitfähige Rotationskörper (41) außerhalb vom und im Wesentlichen konzentrisch zum rotierend angetriebenen Körper (2) angeordnet ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 2, *dadurch gekennzeichnet*, dass das drehfest mit dem passiven Körper (1) verbundene erste Bremsmittel einen elektrisch leitfähigen, vorzugsweise metallischen, Rotationskörper (41), insbesondere Ring oder Zylinder, umfasst, und das nicht drehfest mit dem passiven Körper (1) verbundene zweite Bremsmittel einen Magneten (23) umfasst.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass der elektrisch leitfähige Rotationskörper (41) im oder am passiven Körper (1) angeordnet ist.
- 5 8. Vorrichtung nach Anspruch 6, *dadurch gekennzeichnet*, dass der passive Körper (1) selbst den elektrisch leitfähigen Rotationskörper (41) bildet.
9. Vorrichtung nach Anspruch 6, 7 oder 8, *dadurch gekennzeichnet*, dass der Magnet (23) außerhalb vom und entlang des Umfangs des rotierend angetriebenen Körpers (2) angeordnet ist.
- 10 10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass eine Messvorrichtung (8) zur Bestimmung der Drehzahl (n_1) des passiven Körpers (1) vorgesehen ist.
- 15 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Messvorrichtung (8) eine Hallsonde umfasst.
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass ein Positionierungsmittel (10) zur Festlegung der Lage des passiven Körpers (1) vorgesehen ist.
- 20 13. Vorrichtung nach Anspruch 12, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Positionierungsmittel einen weichmagnetischen Ring (20) umfasst.
- 25 14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass ein erster Motor (6) zum Antreiben des rotierend angetriebenen Körpers (2) vorgesehen ist.
15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass ein zweiter Motor (7) zum Antreiben des nicht drehfest mit dem passiven Körper (1) verbundenen zweiten Bremsmittels (3) vorgesehen ist.
- 30 16. Vorrichtung nach Anspruch 14 und/oder 15, *dadurch gekennzeichnet*, dass der erste Motor (6) beziehungsweise der zweite Motor (7) ein, vorzugsweise quarzgesteuerter, Synchronmotor ist.
- 35 17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass eine Steuervorrichtung (9) zur Vorgabe der Drehzahl (n_2) des ersten Motors (6) und der Drehzahl (n_3) des zweiten Motors (7) vorgesehen ist.
- 40 18. Vorrichtung nach Anspruch 17, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Steuervorrichtung (9) eine Berechnungseinrichtung der Viskosität der Flüssigkeit aus den Drehzahlen (n_1 , n_2 , n_3) des passiven Körpers (1), des ersten Motors (6) und des zweiten Motors (7) umfasst.
- 45 19. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass der rotierend angetriebene Körper (2) ein mit der Flüssigkeit befüllbarer Hohlzylinder (32) ist.
20. Vorrichtung nach Anspruch 19, *dadurch gekennzeichnet*, dass der passive Körper (1) ein Zylinder (31) ist, dessen Außendurchmesser kleiner als der Innendurchmesser des Hohlzylinders (32) ist.
- 50 21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, *dadurch gekennzeichnet*, dass der rotierend angetriebene Körper (2) ein Zylinder (22) ist.
- 55 22. Vorrichtung nach Anspruch 21, *dadurch gekennzeichnet*, dass der passive Körper (1) ein

Hohlzylinder (21) ist, dessen Innendurchmesser größer als der Außendurchmesser des Zylinders (22) ist.

23. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, *dadurch gekennzeichnet*, dass zur Thermostatisierung der Vorrichtung diese in einem Gehäuse (5) angeordnet ist.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, *dadurch gekennzeichnet*, dass das Gehäuse (5) zur Vermeidung von Wirbelströmen Metalllamellen, vorzugsweise gegeneinander isolierte Metalllamellen, umfasst.

25. Verfahren zum Bestimmen der Viskosität einer Flüssigkeit, umfassend die folgenden Schritte:

- Vorsehen eines frei drehbaren, passiven Körpers (1),
- Anordnen eines angetriebenen Körpers (2) coaxial zum passiven Körper (1),
- rotierendes Antreiben des angetriebenen Körpers (2),
- Einbringen der zu messenden Flüssigkeit zwischen die beiden Körper (1, 2),
- Messen der Drehgeschwindigkeitsdifferenz zwischen passivem Körper (1) und angetriebenem Körper (2),
- Bremsen des passiven Körpers (1) mit einem nicht drehfest mit dem passiven Körper (1) verbundenen Bremsmittel (3),

dadurch gekennzeichnet, dass das auf den passiven Körper (1) ausgeübte Bremsmoment in Abhängigkeit der Drehgeschwindigkeitsdifferenz zwischen passivem Körper (1) und angetriebenem Körper (2) durch gleich- oder gegensinniges Antreiben des Bremsmittels (3) verändert wird.

26. Verfahren nach Anspruch 25, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Drehzahl (n_1) des passiven Körpers (1) bestimmt wird.

27. Verfahren nach Anspruch 25 oder 26, *dadurch gekennzeichnet*, dass die axiale Lage des passiven Körpers (1) festgelegt wird.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 27, *dadurch gekennzeichnet*, dass die Drehzahl des angetriebenen Körpers (2) und die Drehzahl des Bremsmittels (3) vorgegeben werden.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 28, *dadurch gekennzeichnet*, dass bei Überschreiten eines ersten Schwellwertes der Drehzahldifferenz zwischen angetriebenem Körper (2) und passivem Körper (1) das Bremsmittel (3) in eine Rotationsbewegung im selben Drehsinn wie jenem des angetriebenen Körpers (2) versetzt wird, gegebenenfalls diese gleichsinnige Drehzahl des Bremsmittels (3) erhöht wird, und so die Bremswirkung verringert wird.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 29, *dadurch gekennzeichnet*, dass bei Unterschreiten eines zweiten Schwellwertes der Drehzahldifferenz zwischen angetriebenem Körper (2) und passivem Körper (1) das Bremsmittel (3) in eine Rotationsbewegung im entgegengesetzten Drehsinn wie jenem des angetriebenen Körpers (2) versetzt wird, gegebenenfalls diese entgegengesetzte Drehzahl des Bremsmittels (3) erhöht wird, und so die Bremswirkung erhöht wird.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 30, *dadurch gekennzeichnet*, dass aus den Drehzahlen des passiven Körpers (1), des angetriebenen Körpers (2) und des Bremsmittels (3) die Viskosität der Flüssigkeit bestimmt wird.

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen



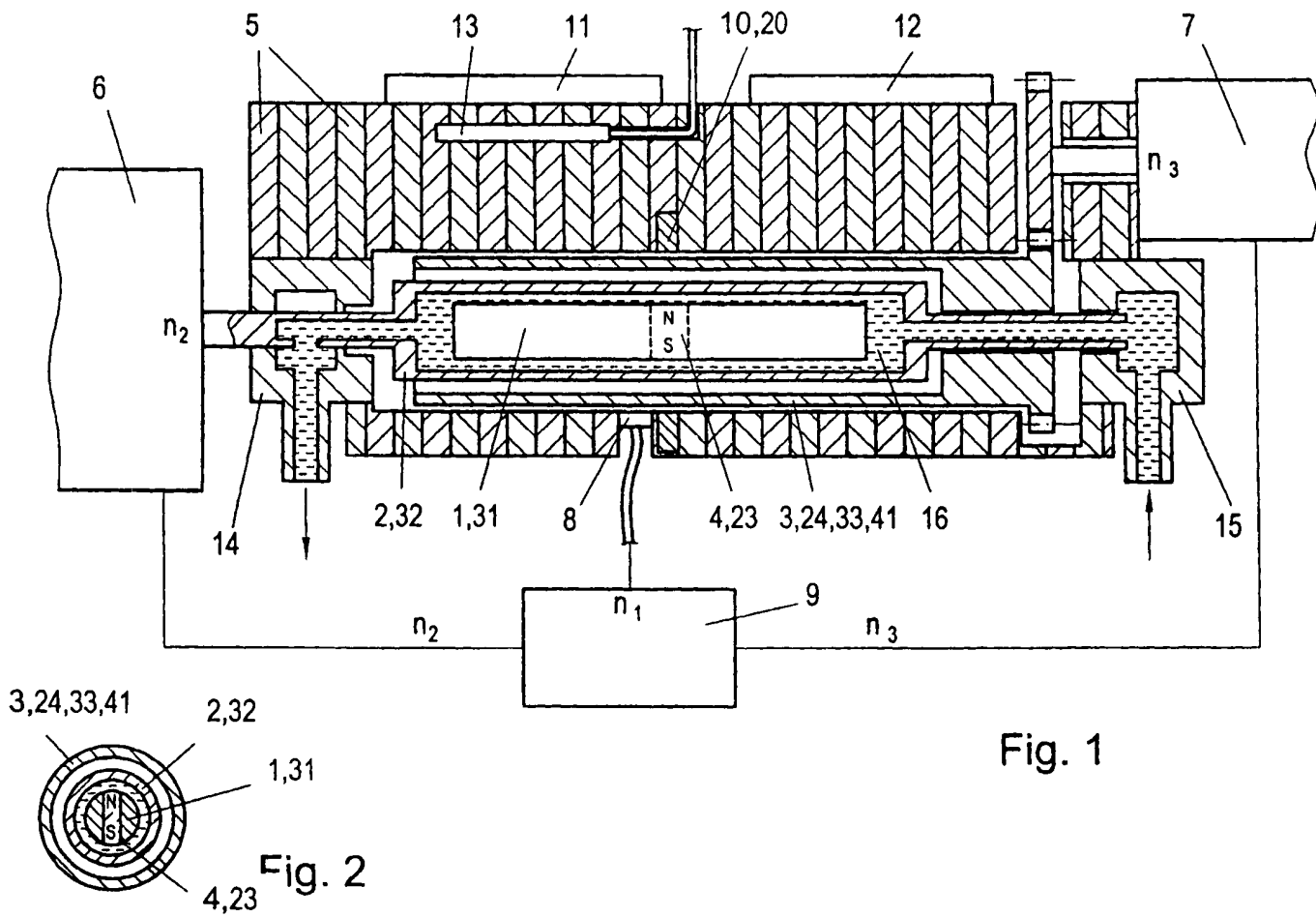
österreichisches
patentamt

Blatt: 1

AT 503 994 B1 2008-05-15

Int. Cl.⁸:

G01N 11/14 (2006.01)
G01N 11/10 (2006.01)



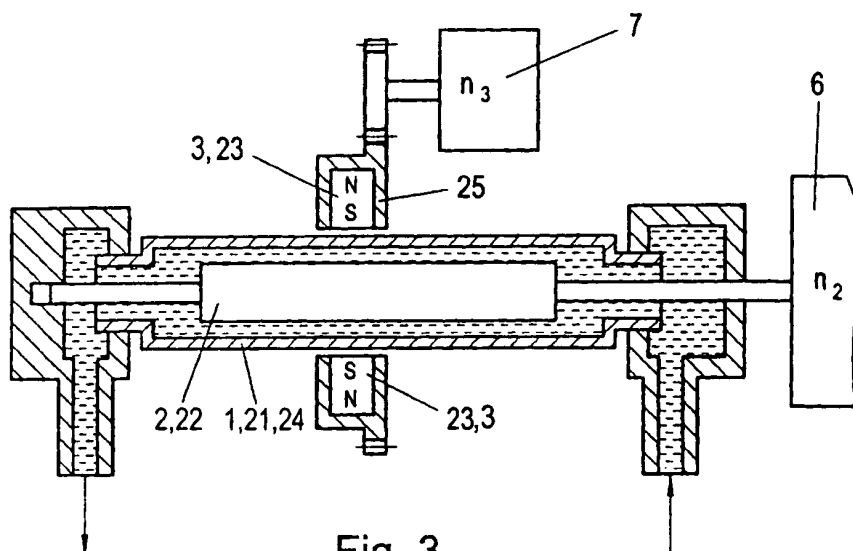


Fig. 3

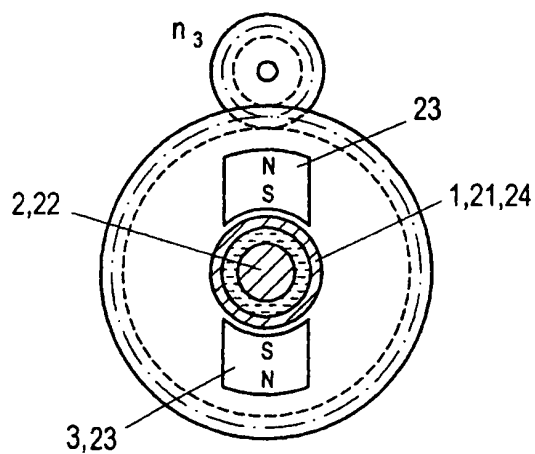


Fig. 4

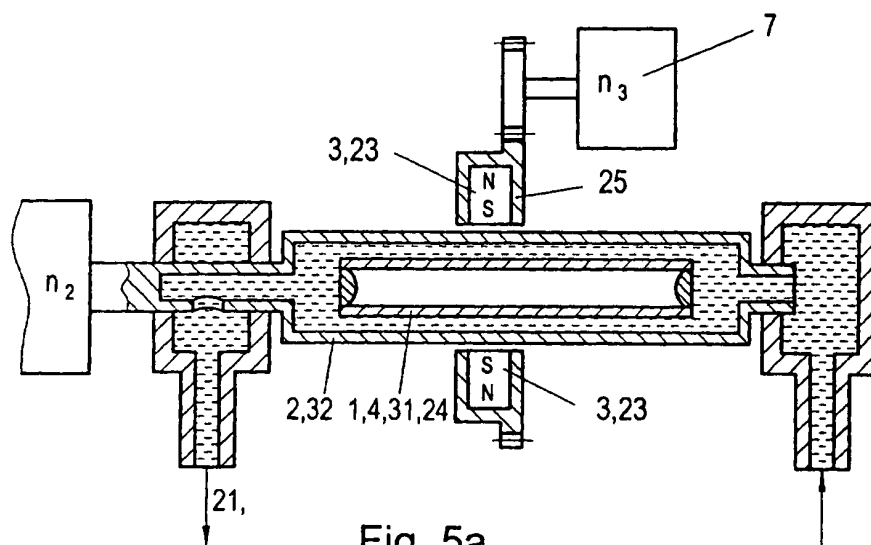


Fig. 5a

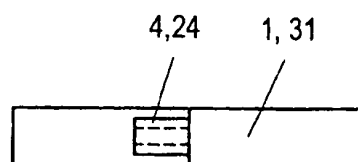


Fig. 5b

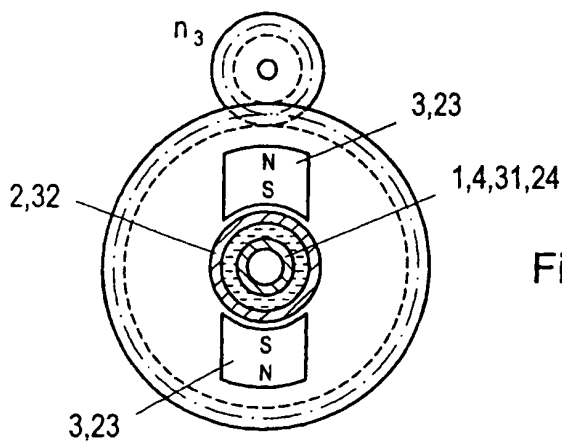


Fig. 6