

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 8008/97

(51) Int.Cl.⁶ : **G01L 3/20**

(22) Anmeldetag: 26. 7.1996

(42) Beginn der Patentdauer: 15.11.1997

(45) Ausgabetag: 27. 7.1998

(56) Entgegenhaltungen:

US 5396811A

(73) Patentinhaber:

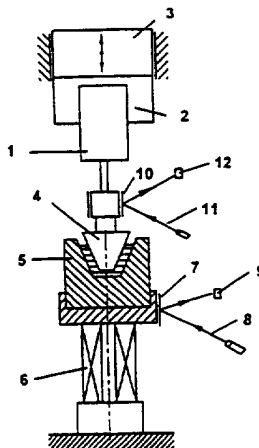
FRANEK FRIEDRICH DR.
A-3100 ST. PÖLTEN, NIEDERÖSTERREICH (AT).
ABRAHAM GERHARD DR.
A-1090 WIEN (AT).
CERNY ANTON
A-2441 MITTERNDORF, NIEDERÖSTERREICH (AT).
HERZA CLAUS DIPL.ING.
A-2380 PERCHTOLDSDORF, NIEDERÖSTERREICH (AT).
MATZNER ANDREAS DR.
A-1110 WIEN (AT).

(54) VORRICHTUNG ZUR ERFASSUNG DES BETRIEBSVERHALTENS VON MINIATUR- UND MIKROMOTOREN

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung des Betriebsverhaltens von Miniatur- und Mikromotoren, deren Leistungen in Bereichen von einigen Watt bis weit unter Mikrowatt liegen.

Diese Motoren können keine große mechanische Leistung abgeben. Daher ist es wesentlich, daß eine Prüfvorrichtung das Verhalten des zu prüfenden Motors möglichst wenig beeinträchtigt. So dürfen z.B. nur geringe rotierende Massen auf die Motorwelle aufgebracht werden, da sonst bereits im Leerlauf eine unzulässige Abbremsung des Motors erfolgen würde.

Bei der beschriebenen Anordnung wird ein Bremskörper (4) mit geringer Masse auf die Welle des zu prüfenden Motors (1) aufgebracht. Durch Eintauchen des Bremskörpers (4) in ein mit einem Medium mit definierter Viskosität gefülltes Gefäß (5) wird der Motor (1) abgebremst. Das Bremsgefäß (5) ist auf einem biegesteifen torsionsweichen Element (6) befestigt und erfährt durch das abgegebene Drehmoment des Motors (1) eine Torsion, welche ebenso wie die Drehzahl des Motors (1) meßtechnisch erfaßt wird, vorzugsweise mittels Lasertriangulation.



Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung des Betriebsverhaltens von Miniatur- und Mikromotoren, deren Leistungen in Bereichen von einigen Watt bis weit unter Mikrowatt liegen, mit einem mit der Motorwelle des zu prüfenden Motors verbundenen Bremskörper, welcher durch Eintauchen in ein mit einem viskosen Medium gefülltes Gefäß auf die Motorwelle ein Bremsmoment ausübt.

5 Für die Charakterisierung des Betriebsverhaltens von Motoren wird üblicherweise die Drehzahl und das Drehmoment des Motors erfaßt, wobei z.B. die Betriebsspannung des Motors konstant gehalten wird und eine geeignete Bremsvorrichtung ein Bremsmoment auf die Motorwelle überträgt.

Durch Variation des Bremsmomentes kann das Betriebsverhalten über den gesamten Einsatzbereich des Motors zwischen Leerlaufdrehzahl ohne Last und maximal möglichem Drehmoment untersucht werden.
10 Bei der Untersuchung sehr kleiner Motoren können übliche Verfahren sowohl zur Aufbringung des Bremsmomentes als auch zur Messung von Drehzahl und Drehmoment wegen der geringen Baugröße der zu untersuchenden Motoren und der sehr geringen Drehmomente bei teilweise sehr hohen Drehzahlen nicht eingesetzt werden.

Für das definierte Abbremsen von Motoren sind unterschiedliche Verfahren bekannt:

- 15 • Verfahren zum Messen von Drehmomenten bei großen Motoren (Industriemotoren mit Leistungen größer 0,5 kW) nach der Methode des Prony'schen Zauns.
- Messung der Stromaufnahme bei großen und mittleren Elektro-Motoren als indirekte Erfassung des Drehmoments. Bei kleinen Motoren führt diese Methode wegen der Reibungsverluste in den Lagerungen zu großen Meßfehlern.
- 20 • Vorrichtung mit Bremsmotor: Bei dieser Lösung gibt es Probleme mit der Zentrierung der Prüf- und Bremsmotorwelle. Durch die Unwuchtsmasse der Kupplung kann man diese Meßanordnung nur für Bereiche niedriger Drehzahlen einsetzen. Die Leerlaufdrehzahl des Prüfmotors wird durch die Reibungsverluste des Bremsmotors nicht erreicht.
- Vorrichtung mit Schwungscheiben: Bei dieser Methode ist die Schwungscheibe direkt auf der Motorwelle befestigt. Ihr Trägheitsmoment wird so groß gewählt, daß man aus dem Verhältnis von größtem Drehmoment zu Trägheitsmoment die gewünschte Winkelbeschleunigung erhält. Hier gibt es Probleme mit Resonanzschwingungen, die durch Unwuchtskräfte hervorgerufen werden. Dadurch ist diese Vorrichtung nur für kleine Drehzahlen zu verwenden. Außerdem entsteht eine zusätzliche Belastung der Motorlagerung in axialer Richtung durch die Schwungscheibe.
- 25 • Vorrichtung mit Wirbelstrombremse: Mit Bremsanordnungen nach dem Wirbelstromprinzip können keine vollständigen Hochlaufkennlinien aufgenommen werden, da die Wirbelstrombremsen bei kleinen Drehzahlen unwirksam sind und bei starken Sattelmomenten ein großer Drehzahlbereich übersprungen wird.
- Vorrichtung mit Bremse aus "Hysteresematerial": Nachteil ist hier die Wärmeentwicklung im Hysteresematerial. Sie ist proportional dem Moment und kann nur über die Luft bzw. den zu prüfenden Motor abgeführt werden. Auch die Adaption von Hysterese und Magnetgestell auf verschiedene Wellendurchmesser bringt Schwierigkeiten mit sich.
- 30 • Vorrichtung für hochtourige Turbinen mit Bremsbacken: Die höchsttourigen Turbinen (Drehzahl bis 500 000 U/min) werden für zahnärztliche Zwecke verwendet. Die Turbinen haben eine maximale Leistung von rd. 10 W und ein maximales Moment von 0,3 cNm. Nachteil dieser Methode ist die radiale Belastung der Turbinenlager durch die Bremsbacken.
- Vorrichtung für Kleinmotoren nach der Unifilarmethode. Der geprüfte Motor wird auf die gewünschte Drehzahl gebracht und langsam mittels Bremsbacken gebremst. Mit dieser Meßvorrichtung kann man störungsfrei Kennlinien von Motoren mit Leistungen im Bereich von 10 Watt bis rd. 500 Watt bestimmen.
- 45 • Eine Einrichtung der eingangs genannten Art ist aus der US 5,396.811 A bekannt. Bei dieser Einrichtung ist das mit einem viskosen Medium gefüllte Gefäß feststehend und es wird die Drehzahl und das Drehmoment des zu prüfenden Motors gemessen, der von einem im viskosen Medium rotierenden Bremskörper abgebremst wird.

50 Alle genannten Methoden sind für Mikromotoren nicht geeignet.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es eine Vorrichtung zu schaffen, die zur Erfassung des Betriebsverhaltens von Miniatur- und Mikromotoren geeignet ist. Dies wird bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art dadurch erreicht, daß das mit einem viskosen Medium gefüllte Gefäß auf einem biegesteifen torsionsweichen Element befestigt ist, welches durch das auftretende Moment eine Torsion erfährt, und daß
55 Meßwertaufnehmer vorgesehen sind, um die Torsion meßtechnisch zu erfassen.

Damit ist es möglich; sowohl Drehzahl-Drehmoment-Kennlinien von Miniatur- und Mikromotoren aufzuzeichnen, als auch Momentenänderungen in der Zeit bei konstanter Drehzahl, sowie Drehzahländerungen in der Zeit bei konstantem Belastungsmoment.

Weitere Ausgestaltungen und vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus der folgenden Beschreibung der erfindungsgemäßen Vorrichtung. Es zeigen Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung, teilweise im Schnitt, Fig. 2 eine Einrichtung zur Erfassung der Torsion des Bremsgefäßes unter Verwendung eines Lasers und Fig. 3 eine Einrichtung zur Erfassung der Drehzahl des zu prüfenden Motors, ebenfalls unter Verwendung eines Lasers.

Der zu prüfende Motor (1) wird in einer passenden Motoraufnahme (2) mechanisch eingespannt. Die Motoraufnahme kann mit dem Motor mit einer Verschiebevorrichtung (3) in Axialrichtung des Motors, vorzugsweise motorisch verschoben werden.

Das Abbremsen der Motorwelle wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß ein mit der Motorwelle verbundener Bremskörper (4) durch Eintauchen in ein mit einem Medium mit bestimmter Viskosität gefülltes Gefäß (5) auf die Motorwelle ein Bremsmoment ausübt und das Gefäß auf einem biegesteifen torsionsweichen Element (6) befestigt ist, welches durch das auftretende Moment eine bestimmte von der Größe des Moments abhängige Torsion erfährt, die meßtechnisch, vorzugsweise berührungslos erfaßt wird.

Dieses sogenannte Torsionselement ist vorzugsweise gemäß Patent Nr. AT 393167 B vom 13.1.1989 ausgeführt.

Diese Erfindung bezieht sich auf ein aus Blattfederelementen bestehendes Torsionselement, das einerseits empfindlich auf Torsionskräfte reagiert und andererseits gleichzeitig die Einleitung hoher Radialkräfte praktisch ohne Störung der Messung der Torsionskräfte ermöglicht.

Durch die spezielle Ausbildung des Torsionselementes ist gewährleistet, daß es biegesteif ist und daher trotz hoher Empfindlichkeit auf das zu übertragende Bremsmoment eine stabile Führung des Bremsgefäßes in Radialrichtung sicherstellt.

Eine besonders zweckmäßige Ausbildung des Torsionselementes ergibt sich, wenn das Torsionselement zwei einander im rechten Winkel kreuzende Stege aufweist.

Weiters kann auch vorgesehen sein, daß das Torsionselement einen im wesentlichen H-förmigen Querschnitt (bzw. Stern-, Dreieckquerschnitt u.v.a.) dessen Quersteg gegebenenfalls von einem Zwischensteg gekreuzt ist, aufweist.

In allen Fällen ergibt sich die geforderte biegesteife Ausbildung des Torsionselementes, wobei sich aber eine im Hinblick auf die Torsionssteifigkeit eher weiche Konstruktion ergibt, sodaß es auch bei kleineren Torsionskräften zu meßbaren gegenseitigen Verdrehungen der beiden Endstücke des Torsionselementes kommt.

Diese Ausbildung des Torsionselementes ermöglicht einen einfachen Aufbau der Meßanordnung, die auch eine einfache Durchführung der Messungen ermöglicht.

Für sehr kleine Drehmomente kann das beschriebene Torsionselement auch durch eine Spiralfeder ersetzt werden, wobei das Bremsgefäß allerdings zusätzlich gelagert werden muß, da die Spiralfeder keine Biegesteifigkeit aufweist. Die Lagerung muß dabei möglichst reibungsfrei, z.B. als Luftlager ausgeführt werden.

Bei der beschriebenen Vorrichtung wird die Verdrehung des Bremsgefäßes (5) dadurch erfaßt, daß auf der Seitenwand gem. Fig. 1 und 2 mindestens eine reflektierende Fläche (z.B. Spiegel) (7) angebracht ist, welche einen Laserstrahl (8) auf einen positionsempfindlichen Sensor (9) (z.B. PSD - Position-Sensitive-Device) reflektiert. Der Auftreffpunkt des Strahls auf den Sensor hängt vom Verdrehwinkel des Bremsgefäßes ab und wird meßtechnisch erfaßt.

Alternativ kann die Verdrehung auch mittels DMS (Dehnungsmeßstreifen), welche auf das Torsionselement aufgebracht werden, erfaßt werden.

Für die Drehzahlmessung müssen bei kleinen Motoren mit kleinen Drehmomenten berührungslose Meßverfahren eingesetzt werden. Bekannte Methoden sind optische, induktive, kapazitive Abtastung von auf der Motorwelle befestigten mitrotierenden Elementen wie z.B. Lochscheiben, Zahnscheiben usw. Für sehr kleine Motoren stellen solche Elemente ein Problem dar, da die Masse i.a. zu groß ist und den Motor unzulässig hoch belastet. Zusätzlich können radiale Unwuchtskräfte auftreten. Das rotierende Element für die Drehzahlmessung muß in gegenständlichem Anwendungsfall möglichst massearm sein und ein geringes Volumen bzw. Durchmesser aufweisen.

Bei der beschriebenen Vorrichtung wird das Problem gemäß Fig. 1 und 3 dadurch gelöst, daß der Bremskörper in jenem Teil, der nicht in dem Bremsstopf eintaucht, mit reflektierenden Flächen (10) z.B. in Prismenanordnung gem. Fig. 3 (4) versehen ist, wobei einer oder mehrere auf den Bremskörper gerichteten Laserstrahlen (11) auf eine Anordnung von lichtempfindlichen Elementen, z.B. Fotodioden (12) reflektiert werden. Während der Drehung des Bremskörpers (4) werden nacheinander alle lichtempfindlichen Elemente beleuchtet und dadurch sowohl eine Drehzahlmessung als auch die Erfassung von Drehzahlschwankungen während einer Umdrehung des Motors, wie sie z.B. bei Schrittverlusten von Schrittmotoren auftreten, möglich wird. Es ist somit kein zusätzliches rotierendes Element für die Drehzahlmessung erforderlich.

Sollte ein solcher Bremskörper trotzdem eine zu große Masse aufweisen, können eine oder mehrere für die Drehzahlmessung nach oben beschriebenen Prinzip verwendbare reflektierende Flächen direkt auf die Welle, z.B. durch Schleifen oder Beschichtung aufgebracht werden.

Die Automatisierung des Meßvorgangs wird dadurch erreicht, daß der Bremskörper durch schrittweise programmgesteuerte Verschiebung des Motors, z.B. mit Schrittmotorantrieb in das Bremsgefäß eingetaucht, und dabei zunehmend abgebremst, und anschließend wieder herausgezogen wird, sodaß eine automatische Erfassung einer Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie erfolgen kann. Bei geeigneter Dimensionierung des Bremskörpers können dadurch alle möglichen Arbeitspunkte des zu prüfenden Motors erfaßt werden.

10 Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erfassung des Betriebsverhaltens von Miniatur- und Mikromotoren, mit einem mit der Motorwelle des zu prüfenden Motors (1) verbundenen Bremskörper, welcher durch Eintauchen in ein mit einem viskosen Medium gefülltes Gefäß (5) auf die Motorwelle ein Bremsmoment ausübt, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Gefäß (5) auf einem biegesteifen torsionsweichen Element (6) befestigt ist, welches durch das auftretende Moment eine Torsion erfährt, und daß Meßwertaufnehmer vorgesehen sind, um die Torsion meßtechnisch zu erfassen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Torsionselement (6) als Anordnung von Blattfedern ausgeführt ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Torsionselement (6) als Spiralfeder ausgeführt ist und das Bremsgefäß reibungsarm gelagert ist, z.B. mit einem Luftlager.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der in das viskose Medium eintauchende Teil des Bremskörpers (4) und das Bremsgefäß (5) zylindrisch ausgebildet sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der in das viskose Medium eintauchende Teil des Bremskörpers (4) und das Bremsgefäß (5) kegelig bzw. konisch ausgeführt sind.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der in das viskose Medium eintauchende Teil des Bremskörpers (4) als Prisma ausgeführt ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Bremskörper (4) einen nicht in das viskose Medium eintauchenden Teil aufweist, welcher mit spiegelnden Flächen (10) versehen ist, durch welche ein oder mehrere Laserstrahlen (11) auf eine Anordnung von lichtempfindlichen Elementen, z.B. Fotodioden (12) reflektierbar sind.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß für die Drehzahlmessung direkt auf der Motorwelle eine oder mehrere reflektierende Flächen vorgesehen sind.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß an der Seitenwand des Bremsgefäßes (5) mindestens eine ebene reflektierende Fläche (7) z.B. ein Spiegel angebracht ist, mittels welchem ein Laserstrahl (8) auf einen positionsempfindlichen Sensor (9) (z.B. PSD - Position Sensitive Device) reflektierbar ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1, 2, 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf das Torsionselement (6) aufgebrachte Dehnungsmeßstreifen vorgesehen sind, mit denen die Verdrehung des Bremsgefäßes (5) erfaßbar ist.

Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

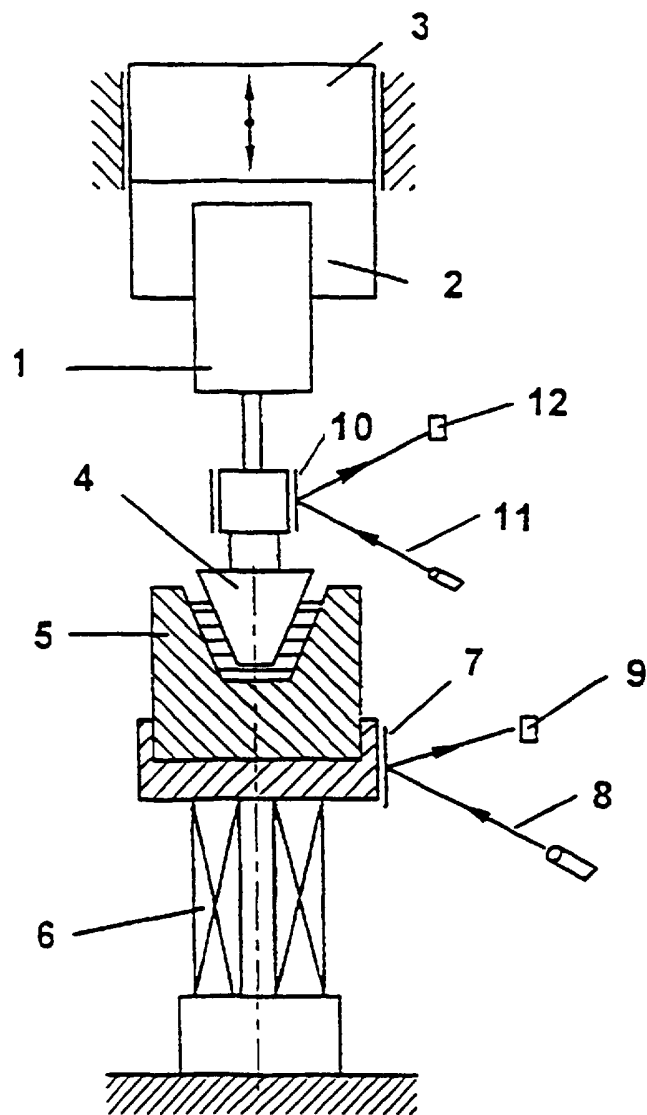


Fig. 1

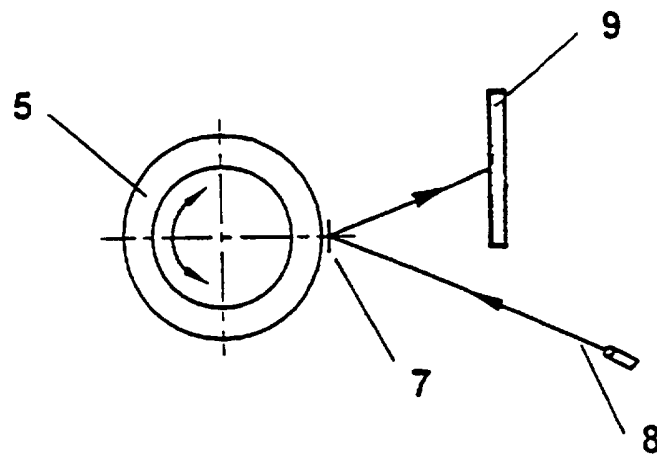


Fig. 2

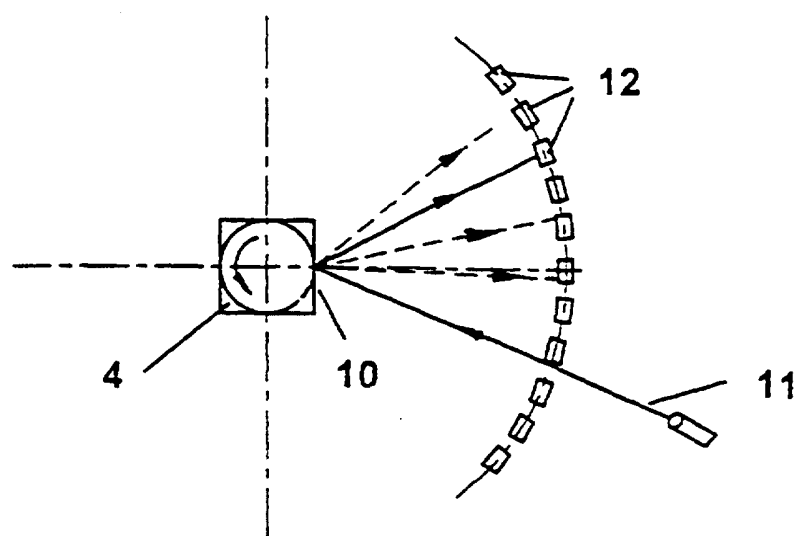


Fig. 3