



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**05.03.2003 Patentblatt 2003/10**

(51) Int Cl.7: **F01L 9/04**

(21) Anmeldenummer: **02015277.3**

(22) Anmeldetag: **09.07.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(71) Anmelder: **Bayerische Motoren Werke  
Aktiengesellschaft  
80809 München (DE)**

(72) Erfinder: **Gutzer, Ulrich, Dr.  
80796 München (DE)**

(30) Priorität: **28.08.2001 DE 10141945**

(54) **Elektromagnetischer Aktor zur Betätigung eines Brennkraftmaschinen-Hubventils**

(57) Elektromagnetischer Aktor zur Betätigung eines Brennkraftmaschinen-Hubventils mit einem zwischen zwei Elektromagnetspulen (2a, 2b) gegen die Kraft einer Rückstellfeder (5a, 5b) oszillierend bewegten und dabei auf den Schaft des Hubventils einwirkenden elastisch verformbaren Anker (1), wobei der Anker (1) derart elastisch verformbar ausgebildet ist, dass er

in seiner im Wesentlichen vollflächig an den Elektromagnetspulen (2a, 2b) anliegenden Position aufgrund seiner daraus resultierenden Verformung als ein dann gespanntes Federelement wirkt, wobei der im Wesentlichen scheibenförmige Anker (1) in seinem Randbereich (6) eine kleinere in Bewegungsrichtung gemessene Dicke aufweist als in seinem Mittenbereich.

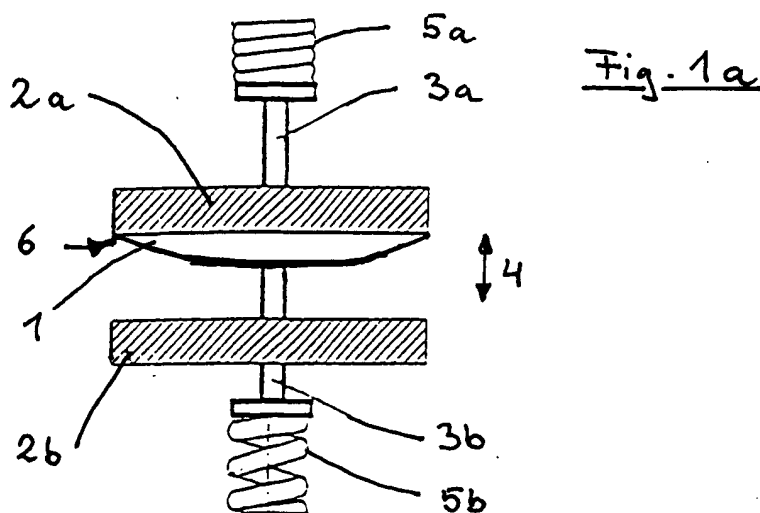


Fig. 1b

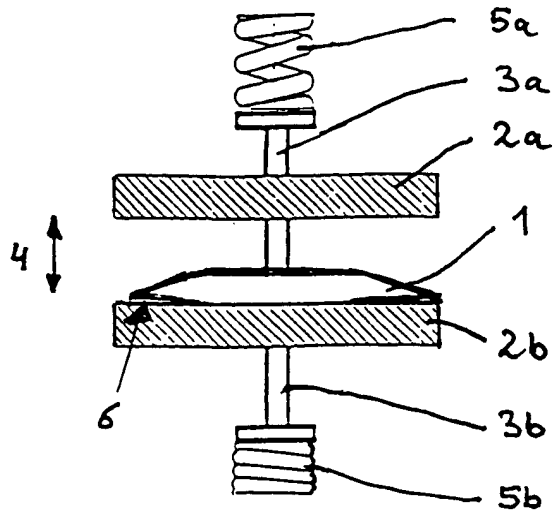
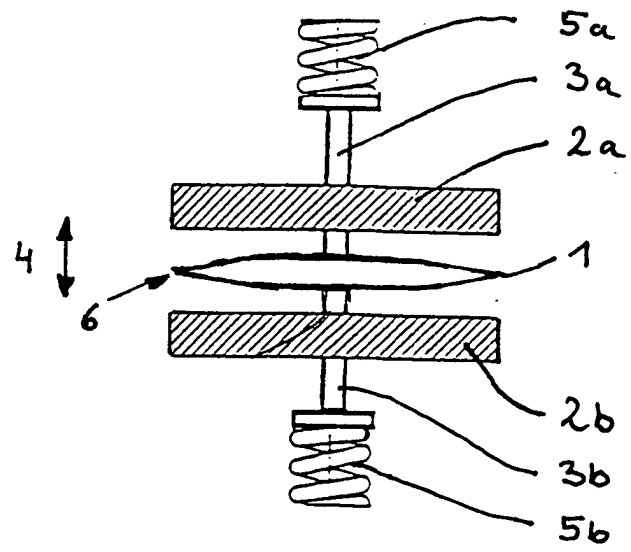


Fig. 1c

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen elektromagnetischen Aktor zur Betätigung eines Brennkraftmaschinen-Hubventils gemäß der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten Merkmale.

**[0002]** Die Erfindung geht von der DE 199 38 988 A1 aus. In dieser ist ein elektromagnetischer Aktor zur Betätigung eines Brennkraftmaschinen-Hubventils mit einem zwischen zwei Magnetspulen jeweils gegen die Kraft einer Rückstellfeder oszillierend bewegten und dabei auf den Schaft des Hubventils einwirkenden Anker beschrieben. Dieser Anker ist elastisch verformbar und wirkt dadurch als ein die Rückstellfedern in ihrer Funktion unterstützendes Federelement. Der im wesentlichen scheibenförmige Anker weist in seinem Randbereich eine kleinere in Bewegungsrichtung gemessene Dicke als in seinem Mittenbereich auf.

**[0003]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die mechanische Lebensdauer des Ankers zu verbessern.

**[0004]** Diese Aufgabe wird von dem Merkmal im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 gelöst.

Die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Ankers verringert die Entstehung eines Drehmoments, welches bei kleinster Schiefstellung des Ankers auftritt, wenn der Anker im äußeren Randbereich in Bewegungsrichtung dicker ist als im Innenbereich. Das unerwünschte Drehmoment, entsprechend dem Produkt aus der Anpresskraft des Ankers mit dem Abstand des Berührungspunktes von der Ankerstangenachse, welches den Anker drehbeschleunigt und die Ankerstange biegebelastet, wird deutlich kleiner. Eine deutlich längere mechanische Lebensdauer ist somit für Anker und Ankerstange zu erwarten.

Zusätzlich wird ein Kleben zwischen Anker und Magnetspule beim Lösevorgang, der durch einen Saugeffekt, ähnlich er wie bei zwei planen auf einander liegenden Platten auftritt, hervorgerufen wird wesentlich verringert. Das Umgebungsfluid kann bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung leichter in den sich von außen her kontinuierlich öffnenden Spalt eindringen.

Als weiterer wesentlicher Vorteil ist das verringerte Trägheitsmoment aufgrund der reduzierten Masse des Ankers zu nennen. Der für den Betrieb des elektromagnetischen Aktors benötigte Strombedarf wird somit wesentlich verringert, sowie die akustischen Eigenschaften deutlich verbessert.

Weiter ändert sich die Position des Hubventil-Schaftes in der Bewegungsrichtung nicht, wenn der Anker unterschiedlich stark deformiert wird. Dies bedeutet, dass im Anker gerade so viel Energie gespeichert werden kann, dass der Anker entsprechend den momentanen, durch die Betriebsbedingungen (z. B. Temperatur, Ölviskosität, Kräfte auf Ventil usw.) definierten Widerstand, am gegenüberliegenden Magneten mit sehr geringer Geschwindigkeit auftrifft. Damit kann der notwendige Fangstrom für den Anker auf ein Minimum reduziert werden. Dies bedeutet wiederum erhebliche Stromer-

sparnis, da das Biegen des Ankers bei sehr kleinem Luftspalt, das Fangen jedoch über größere Entfernung erfolgt und die Magnetkraft proportional zum Strom geteilt durch den Luftspalt im Quadrat ist.

**[0005]** Für die Ansprüche 2 und 3 ergeben sich die gleichen Vorteile wie für Anspruch 1.

**[0006]** Im Folgenden ist die Erfindung anhand von zwei bevorzugten Ausführungsbeispielen, die in Form von sechs Teilfiguren zu zwei Figuren zusammengefasst, in sehr stark vereinfachter Form dargestellt sind, näher erläutert.

**[0007]** Die Figuren 1a bis 1c zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel, bei dem ein scheibenförmiger Anker in seinem radialen Randbereich in Bewegungsrichtung dünner ausgeformt ist als sein Mittenbereich, während zwei Elektromagnetspulen in Richtung des Ankers eben gestaltet sind.

**[0008]** Die Figuren 2a bis 2c zeigen ein zweites Ausführungsbeispiel, bei dem zwei Elektromagnetspulen in Richtung eines scheibenförmigen Ankers konvex ausgebildet sind, während der Anker planparallel ausgestaltet ist.

**[0009]** In sämtlichen Figuren (Teilfiguren) gelten für gleiche Elemente die gleichen Bezugsziffern. So ist ein zwischen zwei Elektromagnetspulen 2a und 2b oszillierend bewegbarer Anker mit der Bezugsziffer 1 bezeichnet. Eine oszillierende Bewegung ist durch eine Pfeilrichtung 4 gekennzeichnet. Der Anker 1 wird von einer oberen Ankerstange 3a sowie von einer unteren Ankerstange 3b, deren freies unteres Ende (nicht dargestellt) auf ein zu betätigendes und dabei ebenfalls gemäß Pfeilrichtung 4 zu bewegendes Hubventil einer Hubkolben-Brennkraftmaschine einwirkt, gehalten. Figürlich dargestellt sind ferner noch eine obere Rückstellfeder 5a, die komprimiert ist, wenn sich der Anker 1 in seiner oberen Endlage (an der oberen Elektromagnetspule 2a anliegend) befindet, sowie eine untere Rückstellfeder 5b, die komprimiert ist, wenn sich der Anker 1 in seiner unteren Ruhelage (an der unteren Elektromagnetspule 2b anliegend) befindet. Die beiden Ankerstangen 3a, 3b durchdringen die jeweils zugehörige Magnetspule 2a bzw. 2b vor oder hinter der Zeichenebene. Die obere Endlage des Ankers ist in den Fig. 1a und 2a dargestellt, während in den Fig. 1c und 2c die untere Ruhelage des Ankers 1 dargestellt ist. In Fig. 1b und 2b ist der Anker 1 in Bewegung und befindet sich gerade zwischen den Elektromagnetspulen 2a, 2b.

**[0010]** Der Anker 1 wirkt wie eine elastisch verformbare Blattfeder, so dass er hierdurch die Rückstellfedern 5a, 5b in ihrer Funktion unterstützen kann. In der Flugphase gemäß Fig. 1b und Fig. 2b ist die, durch den erfindungsgemäßen Anker 1 gebildete Blattfeder entspannt. Mit einer Annäherung des Ankers 1 (beispielsweise) an die obere Elektromagnetspule 2a wird die obere Rückstellfeder 5a komprimiert. Kommt dann der Anker 1 (beispielsweise) an der oberen Elektromagnetspule 2a zum Anliegen, so wie dies in den Fig. 1a und 2a dargestellt ist, so setzt der Anker 1 zuerst mit seinem

Mittenbereich auf der Elektromagnetspule 2a, 2b auf. Erst danach wird der Anker 1 unter Einfluss der von dieser Elektromagnetspule 2a, 2b ausgesandten Magnetkräfte derart elastisch verformt, dass er maximal vollflächig und somit auch in seinem Randbereich 6 anliegt, so wie dies auch die Fig. 1a und 2a und 1c und 2c zeigen. Je größer die Anlagefläche ist, desto größer ist erzielte die Federwirkung des Ankers 1. 5

**[0011]** In den Figuren 1a, 2a und 1c, 2c ist die Formgebung des Ankers 1 bzw. der Elektromagnetspulen 2a und 2b in den Randbereichen stark übertrieben dargestellt. 10

## Patentansprüche

15

1. Elektromagnetischer Aktor zur Betätigung eines Brennkraftmaschinen-Hubventils mit einem zwischen zwei Elektromagnetspulen gegen die Kraft einer Rückstellfeder oszillierend bewegten und dabei auf den Schaft des Hubventils einwirkenden elastisch verformbaren Anker, wobei der Anker derart elastisch verformbar ausgebildet ist, dass er in seiner im wesentlichen vollflächig an den Elektromagnetspulen anliegenden Position aufgrund seiner daraus resultierenden Verformung als ein dann gespanntes Federelement wirkt, 20 25

**dadurch gekennzeichnet, dass** der im wesentlichen scheibenförmige Anker (1) in seinem Randbereich (6) eine kleinere in Bewegungsrichtung gemessene Dicke aufweist als in seinem Mittenbereich. 30

2. Elektromagnetischer Aktor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektromagnetspule (2a, 2b) auf der dem Anker zugewandten Seite derart konvex oder konkav ausgebildet ist, dass der Spalt zwischen Anker (1) und Elektromagnetspule (2a, 2b) im Randbereich (6) größer als im Mittenbereich ist. 35 40

45

50

55

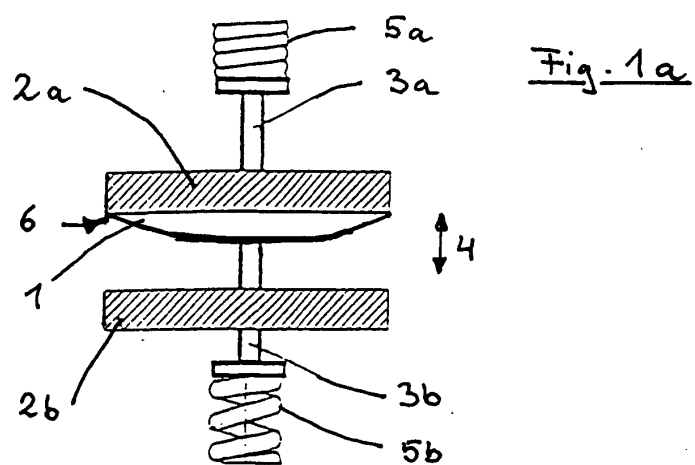
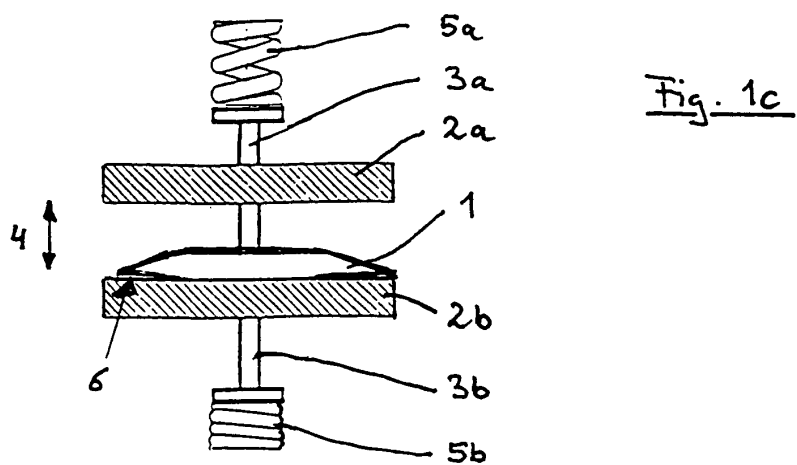
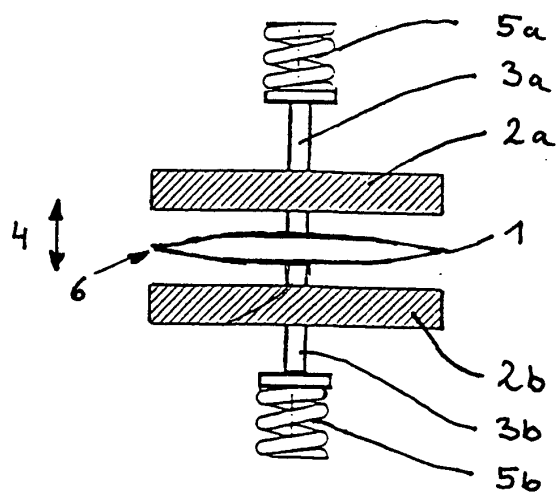


Fig. 1b



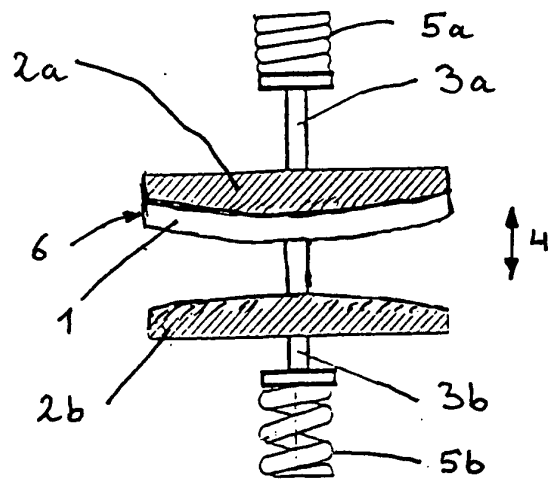


Fig. 2a

Fig. 2b

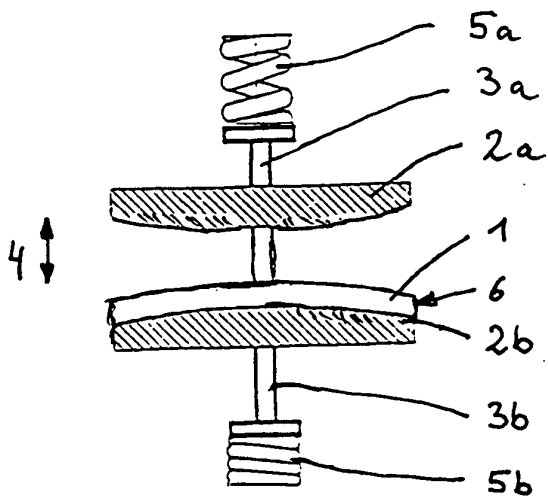
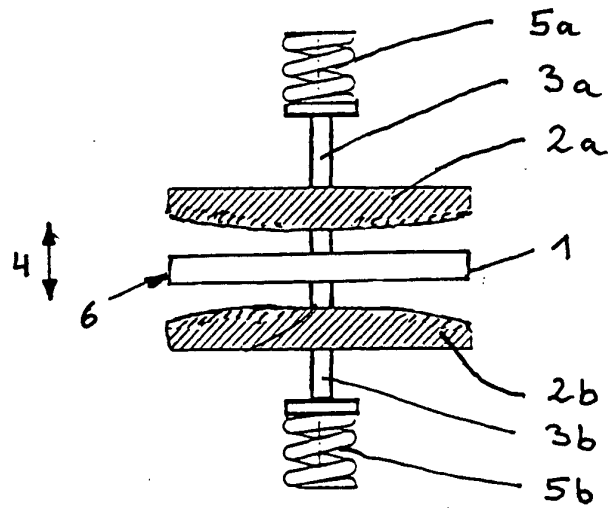


Fig. 2c



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 02 01 5277

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 198 22 906 A (FEV MOTORENTECH GMBH & CO KG) 28. Januar 1999 (1999-01-28) * das ganze Dokument *	1	F01L9/04
A	* Anspruch 3 *	2	
A	DE 100 05 590 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 16. August 2001 (2001-08-16) * das ganze Dokument *	1,2	
A	DE 198 39 180 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 25. März 1999 (1999-03-25) * das ganze Dokument *	1	
D,A	DE 199 38 988 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG ; SIEMENS AG (DE)) 30. November 2000 (2000-11-30) * das ganze Dokument *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F01L H01F
Recherchenort <b>MÜNCHEN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>30. September 2002</b>	Prüfer <b>C1ot, P</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 02 01 5277

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

30-09-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19822906 A	28-01-1999	DE 29713167 U1	19-11-1998
		DE 19822906 A1	28-01-1999
		JP 11111521 A	23-04-1999
		US 6169342 B1	02-01-2001
DE 10005590 A	16-08-2001	DE 10005590 A1	16-08-2001
DE 19839180 A	25-03-1999	DE 19839180 A1	25-03-1999
DE 19938988 A	30-11-2000	DE 19938988 A1	30-11-2000

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82