



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 870 906 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**12.06.2002 Patentblatt 2002/24**

(51) Int Cl.7: **F01L 9/04**, F01L 1/16

(21) Anmeldenummer: **98104486.0**

(22) Anmeldetag: **12.03.1998**

(54) **Elektromagnetischer Aktuator zur Steuerung eines Gaswechsel-Hubventils einer Brennkraftmaschine**

Electromagnetic actuator for the control of a gas exchange valve of an internal combustion engine

Vérin électromagnétique pour la commande d'une soupape de distribution des gaz d'un moteur à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

(30) Priorität: **08.04.1997 DE 19714502**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**14.10.1998 Patentblatt 1998/42**

(73) Patentinhaber: **Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft**  
**80788 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Bergmann, Dieter, Dr.**  
**81827 München (DE)**  
• **Flierl, Rudolf, Dr.**  
**81669 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 281 192**                      **EP-A- 0 354 417**  
**EP-A- 0 722 039**                      **GB-A- 2 137 420**  
**US-A- 4 779 582**

**EP 0 870 906 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 auf einen elektromagnetischen Aktuator zur Steuerung eines Gaswechsel-Hubventils einer Brennkraftmaschine, wobei ein mit dem Hubventil in Antriebsverbindung stehender Anker zwischen hubbeabstandet angeordneten Elektromagneten gegen diametral wirkende Federn gesteuert oszillierend angeordnet ist und wobei der in beiden Elektromagneten geführte Anker mit einer topfartigen Endanschlag-Dämpfungseinrichtung zusammenwirkt.

**[0002]** Ein Aktuator der vorbeschriebenen Bauart ist beispielsweise aus der EP-B 0 354 417 bekannt. Bei diesem bekannten Aktuator ist der Anker jeweils mittig sowohl schließ- als auch öffnungsseitig mit einem kolbenartigen Fortsatz zur Führung mit engem Spiel im jeweiligen Topfmagneten ausgebildet, wobei jeder der Fortsätze als eine Endanschlag-Dämpfungseinrichtung dient. Weiter ist dem plattenartig gestalteten Anker zwischen den hubbeabstandeten Elektromagneten jeweils eine schließ- und öffnungsseitige Dämpfungskammer zugeordnet, die mittels einer den Anker-Hubraum umschließenden Hülse gebildet ist, mit der der Anker über seinen Außenumfang reibungsbehaftet dicht zusammenwirkt.

**[0003]** Der vorbeschriebene Anker weist aufgrund der kolbenartigen Fortsätze eine relativ große Masse auf, so daß zur wesentlichen Reduzierung eines Anschlageräusches des auf den jeweiligen Elektromagneten aufsetzenden Ankers eine wirksame Endanschlag-Dämpfungseinrichtung erforderlich ist, die bei diesem Aktuator vor allem über eine mit Reibung behaftete Abdichtung zwischen der Hülse und dem Umfang der Ankerplatte erreicht ist. Die Steuerung dieses Aktuators ist schwierig und energieaufwendig.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen gattungsgemäßen Aktuator in seinem mechanischen Aufbau derart weiterzubilden, daß mit wesentlich reduzierten bewegten Massen und dem Fortfall einer mit mechanischer Reibung behafteten Dämpfung eine einfachere Steuerung bei geringerem Energie-Niveau erzielt ist.

**[0005]** Diese Aufgabe ist mit dem Patentanspruch 1 gelöst und zwar in der Weise, daß ein zwischen Stirnflächen diametraler Spulenkern der Elektromagnete mittels einer im Durchmesser im wesentlichen dem Schaft des Hubventils angepaßten Führungstange geführter Anker einen schließseitig offenen Topf und einen öffnungsseitig offenen Topf umfaßt, und beide an der gemeinsamen Ankerplatte von geringer Dicke angeordnete Töpfe mit jeweils einer in Hubrichtung vorspringender Umfangswandung von relativ geringer Dicke in eine im jeweiligen Spulenkern entsprechend angepaßte Ausnehmung eintauchend angeordnet sind, wobei jeder eingetauchte Topf mit dem jeweiligen Spulenkern eine Dämpfungskammer bildet.

**[0006]** Mit einem erfindungsgemäß aus zwei Töpfen

gebildeten Anker ist zum einen eine wesentliche Massenreduzierung erzielt, wobei über die Topfhöhen und die jeweilige Nähe jedes freien Topfrandes zum jeweiligen Magneten der Fangstrom zur ausreichenden Magnetisierung des schwingenden Ankers vorteilhaft derart einflußbar ist, daß ein weiches Auftreffen des Ankers auf dem Spulenkern des jeweiligen Magneten erreicht ist.

**[0007]** Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch erreicht, daß die Umfangswandungen jedes Anker-Topfes bzw. des Doppeltopf-Ankers mit innerhalb der Spulen spulennah im jeweiligen Spulenkern angeordneten Ausnehmungen zusammenwirken und ferner die hubabhängig in die entsprechenden Ausnehmungen der Spulenkern eintauchenden Umfangswandungen der Anker-Töpfe mit den in den Spulenkernen zugeordneten Ausnehmungen jeweils erste Drosselstellen der Dämpfungskammern bilden.

**[0008]** Die Kombination der vorgenannten Merkmale ergibt zum einen in vorteilhafter Weise jeweils einen großen Querschnitt der jeweiligen Dämpfungskammer jedes Anker-Topfes, wobei in weiterer vorteilhafter Weise durch eine entsprechende Bemessung der in den Spulenkernen vorgesehenen Ausnehmungen relativ zu den Dicken der Umfangswandungen Freigangspiele erzielt sind, die für das aus dem jeweiligen Anker-Topf hubabhängig verdrängte Medium als eine erste Drosselstelle wirken. Zusätzlich können zur Feinabstimmung der durch Mediums-Verdrängung erzielten Dämpfung sowohl in den Umfangswandungen der Anker-Töpfe als auch in der gemeinsamen Ankerplatte jeweils Drosselöffnungen als zweite Drosselstellen der Dämpfungskammern vorgesehen sein. Mit der erfindungsgemäß mechanisch reibungsfrei gestalteten Endanschlag-Dämpfungseinrichtung ist somit eine den Betriebsverhältnissen des Aktuators vorteilhaft leicht anpaßbare pneumatische Dämpfung erzielt.

**[0009]** Schließlich kann der erfindungsgemäße Doppeltopf-Anker zur schnelleren Magnetisierung außenumfänglich auf Höhe der Ankerplatte einen Ankerring aufweisen.

**[0010]** Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Aktuators beschrieben.

**[0011]** Die einzige Zeichnung zeigt einen elektromagnetischen Aktuator 1 zur Steuerung eines Gaswechsel-Hubventils 2 einer nicht näher dargestellten Brennkraftmaschine 3, wobei ein mit dem Schaft 4 des Hubventils 2 in Antriebsverbindung stehender Anker 5 zwischen hubbeabstandet angeordneten Magneten 6 und 7 gegen diametral wirkende Federn 8 und 9 gesteuert oszillierend angeordnet ist und wobei der in beiden Magneten 6 und 7 geführte Anker 5 mit einer topfartigen Endanschlag-Dämpfungseinrichtung 10 zusammenwirkt.

**[0012]** Zur Erzielung eines im Aufbau einfachen Ankers 5 mit geringen, bewegten Massen und dem Fortfall einer mit mechanischer Reibung behafteten Dämpfung wird vorgeschlagen, daß der zwischen Stirnflächen 11,

12 diametraler Spulenkerne 6', 7' der Elektromagnete 6 und 7 mittels einer im Durchmesser im wesentlichen dem Schaft 4 des Hubventils 2 angepaßten Führungsstange 5' geführte Anker 5 einen schließseitig offenen Topf 13 und einen öffnungsseitigen offenen Topf 14 umfaßt, und beide an der gemeinsamen Ankerplatte 15 von relativ geringer Dicke angeordnete Töpfe 13, 14 mit jeweils einer in Hubrichtung vorspringenden Umfangswandung 16, 17 von relativ geringer Dicke in eine im jeweiligen Spulenkern 6', 7' entsprechend angepaßte Ausnehmung 18, 19 eintauchend angeordnet sind, wobei jeder eingetauchte Topf 13, 14 mit dem jeweiligen Spulenkern 6', 7' eine Dämpfungskammer 10', 10" bildet.

**[0013]** Zur Erzielung größtmöglicher Querschnitte der Dämpfungskammern 10', 10" wirken die Umfangswandungen 16, 17 jedes Anker-Topfes 13, 14 bzw. des Doppeltopf-Ankers 5 mit innerhalb von Spulen 20, 21 spulennah im jeweiligen Spulenkern 6', 7' angeordneten Ausnehmungen 18 und 19 zusammen. In Kombination mit größtmöglichen Dämpfungskammern 10', 10" zur Erzielung einer ersten Dämpfung durch eine Mediumsverdrängung sind ferner die hubabhängig in die entsprechenden Ausnehmungen 18, 19 der Spulenkern 6', 7' eintauchenden Umfangswandungen 16, 17 der Anker-Töpfe 13, 14 mit den in den Spulenkernen 6', 7' zugeordneten Ausnehmungen 18, 19 jeweils als erste Drosselstellen gestaltet.

**[0014]** Erfindungsgemäß kann die Höhe der Anker-Töpfe 13, 14 derart gewählt sein, daß deren Umfangswandungen 16, 17 bei Mittenstellung des Ankers 5 im unbestromten Zustand der Magnete 6, 7 unter der Wirkung der diametral wirkenden Federn 8, 9 bereits in die Ausnehmungen 18 und 19 eintauchen. Bevorzugt ist eine aus der Zeichnung ersichtliche Topfhöhe derart, daß die Anker-Töpfe 13, 14 bzw. der Doppeltopf-Anker 5 mit den jeweiligen Umfangswandungen 16, 17 hubabhängig in die entsprechenden Ausnehmungen 18, 19 in den Spulenkernen 6', 7' eintauchen und somit die vorbeschriebene erste Dämpfungswirkung erzielt ist. Diese ist in vorteilhaft einfacher Weise unter anderem dadurch bestimmt, daß die Umfangswandungen 16, 17 und die ihnen zugeordneten Ausnehmungen 18, 19 maßlich aufeinander für als Drosselstellen wirkende Freigangsspiele abgestellt sind. Auch können die Umfangswandungen 16, 17 zusätzlich mit nicht gezeigten Drosselöffnungen versehen sein. Vorzugsweise sind jedoch in der Ankerplatte 15 des Ankers 5 Drosselöffnungen 22 angeordnet.

**[0015]** Zur schnelleren Magnetisierung des Doppeltopf-Ankers 5' kann dieser außenumfänglich auf Höhe der Ankerplatte 15 einen Ankerring 23 aufweisen.

**[0016]** Mit der Erfindung ist in vorteilhafter Weise eine leichtbauende Anker-Gestaltung von geringer Masse aufgezeigt, wobei deren den Fangstrom reduzierende, topfförmige Gestaltung der vorteilhaft einfachen Ausbildung von ausschließlich pneumatisch wirkenden Dämpfungskammern dient.

## Patentansprüche

### 1. Elektromagnetischer Aktuator zur Steuerung eines Gaswechsel-Hubventils einer Brennkraftmaschine

- wobei ein mit dem Hubventil (2) in Antriebsverbindung stehender Anker (5) zwischen hubbeabstandet angeordneten Elektromagneten (6, 7) gegen diametral wirkende Federn (8, 9), gesteuert oszillierend angeordnet ist, und wobei
- der in beiden Elektromagneten (6, 7) geführte Anker (5) mit einer topfartigen Endanschlag-Dämpfungseinrichtung (10) zusammenwirkt,

#### dadurch gekennzeichnet,

- daß ein zwischen Stirnflächen (11, 12) diametraler Spulenkerne (6', 7') der Elektromagnete (6, 7) mittels einer im Durchmesser im wesentlichen dem Schaft (4) des Hubventils (2) angepaßten Führungsstange (5') geführter Anker (5) einen schließseitig offenen Topf (13) und einen öffnungsseitig offenen Topf (14) umfaßt, und
- beide an der gemeinsamen Ankerplatte (15) von relativ geringer Dicke angeordneten Töpfe (13, 14) mit jeweils in einer Hubrichtung vorspringenden Umfangswandung (16, 17) von relativ geringer Dicke in eine im jeweiligen Spulenkern (6', 7') entsprechend angepaßte Ausnehmung (18, 19) eintauchend angeordnet sind, wobei
- jeder eingetauchte Topf (13, 14) mit dem jeweiligen Spulenkern (6', 7') eine Dämpfungskammer (10', 10") bildet.

### 2. Aktuator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- daß die Umfangswandungen (16, 17) jedes Anker-Topfes (13, 14) bzw. des Doppeltopf-Ankers (5) mit innerhalb von Spulen (20, 21) der Elektromagnete (6, 7) spulennah im jeweiligen Spulenkern (6', 7') angeordneten Ausnehmungen (18, 19) zusammenwirken und ferner
- die hubabhängig in die entsprechenden Ausnehmungen (18, 19) der Spulenkern (6', 7') eintauchenden Umfangswandungen (16, 17) der Anker-Töpfe (13, 14) mit den in den Spulenkernen (6', 7') zugeordneten Ausnehmungen (18, 19) jeweils erste Drosselstellen der Dämpfungskammern (10', 10") bilden.

### 3. Aktuator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Umfangswandungen (16, 17) der Anker-Töpfe (13, 14) und/oder die gemeinsame Ankerplatte (15) jeweils Drosselöffnungen (22) als zweite Drosselstellen der Dämpfungskammern

(10', 10") aufweisen.

4. Aktuator nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Doppelpot-Anker (5) außenumfänglich auf Höhe der Ankerplatte (15) einen Ankerring (23) aufweist.

#### Claims

1. An electromagnetic actuator for the control of a gas exchange lifting valve of an internal combustion engine
- whereby an armature (5) in a fixed driving connection to the lifting valve (2) is arranged in controlled oscillation between lift-separated electromagnets (6, 7) against diametrically opposed springs (8, 9) and whereby
  - the armature (5), guided in both electromagnets (6, 7), interoperates with a pot-like end stop damping device (10),

#### characterised in that

- an armature (5), guided between the end surfaces (11, 12) of the diametrically opposed coil cores (6', 7') of the electromagnets (6, 7) by means of a guide rod (5') essentially matched to the shaft (4) of the lifting valve (2) includes an open pot (13) on the closed side and an open pot (14) on the open side, and
  - both the pots (13, 14) are arranged on the common armature plate (15), which is of small thickness, with in each case a circumferential wall (16, 17) of relatively small thickness extending in a lifting direction, arranged to sink into corresponding cut-outs (18, 19) in the individual coil cores (6', 7'), whereby
  - each inserted pot (13, 14) forms a damping chamber (10', 10") with the associated coil core (6', 7').
2. An actuator according to Claim 1, **characterised in that,**
- the circumferential walls (16, 17) of each armature pot (13, 14) or the double pot armature (5) act together with cut-outs (18, 19) arranged within the coils (20, 21) of the electromagnets (6, 7) close to the coils in each of the coil cores (6', 7') and further
  - the circumferential walls (16, 17) of the armature pots (13, 14) sinking in dependency on the lift into the associated cut-outs (18, 19) of the coil cores (6', 7') each form first throttle positions of the damping chambers (10', 10').

3. An actuator according to Claim 2, **characterised in that** the circumferential walls (16, 17) of the armature pots (13, 14) and/or the common armature plate (15) each have throttle openings (22) as second throttle positions of the damping chambers (10', 10").

4. An actuator according to one or more of the Claims 1 to 3, **characterised in that** the double pot armature (5) has an armature ring (23) at the height of the armature plate (15) on the outside around the periphery.

#### Revendications

1. Actionneur électromagnétique pour commander une soupape de distribution de gaz d'un moteur à combustion interne dans lequel :

- un induit (5) entraînant la soupape (2) est commandé de manière oscillante entre des électro-aimants (6, 7) écartés de la distance de la course et contre deux ressorts (8, 9) à action diamétrale, et
- l'induit (5) guidé dans les deux électro-aimants (6, 7) coopère avec une installation d'amortissement de butée de fin de course (10) en forme de pot,

#### caractérisé en ce qu'

- l'induit (5) guidé entre les surfaces frontales (11, 12) de noyaux de bobine (6', 7'), diamétraux, des électro-aimants (6, 7), par une tige de guidage (5') dont le diamètre est adapté à la tige (4) de la soupape (2), comporte un pot ouvert (13) du côté de la fermeture et un pot ouvert (14) du côté de l'ouverture,
- les deux pots (13, 14) de la plaque d'induit (15), commune, d'épaisseur relativement faible, comportent une paroi périphérique (16, 17) en saillie dans la direction de déplacement, cette paroi ayant une épaisseur relativement faible pour plonger dans une cavité (18, 19) adaptée, dans chaque noyau de bobine (6', 7'), et
- chaque pot (13, 14), plongeant formant une chambre d'amortissement (10', 10") avec le noyau de bobine respectif (6', 7').

2. Actionneur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**

- les parois périphériques (16, 17) de chaque pot d'induit (13, 14) ou de l'induit à double pot (5) coopèrent avec des cavités (18, 19) prévues dans les bobines (20, 21) des électro-aimants (6, 7) à proximité des bobines dans chaque

- noyau de bobine (6', 7'), et
- les parois périphériques (16, 17) des pots (13, 14) de l'induit, qui plongent dans les cavités correspondantes (18, 19) des noyaux de bobine (6', 7'), forment avec les cavités (18, 19) associées aux noyaux de bobine (6', 7'), chaque fois un premier point d'étranglement pour les chambres d'amortissement (10', 10").
- 5
3. Actionneur selon la revendication 2,
- 10
- caractérisé en ce que**
- les parois périphériques (16, 17) des pots (13, 14) de l'induit et/ou le plateau commun (15) de l'induit comportent des orifices d'étranglement (22) constituant des seconds points d'étranglement pour les chambres d'amortissement (10', 10").
- 15
4. Actionneur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3,
- 20
- caractérisé en ce que**
- l'induit à double pot (5) comporte à sa périphérie un anneau d'induit (23) situé au niveau de la plaque d'induit (15).

25

30

35

40

45

50

55

