

(19)



(11)

**EP 2 050 107 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**21.07.2010 Patentblatt 2010/29**

(51) Int Cl.:  
**H01F 7/16 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **07786506.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2007/006827**

(22) Anmeldetag: **02.08.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2008/014995 (07.02.2008 Gazette 2008/06)**

(54) **ELEKTROMAGNETISCHE STELVORRICHTUNG**

ELECTROMAGNETIC ACTUATING APPARATUS

DISPOSITIF DE RÉGLAGE ÉLECTROMAGNÉTIQUE

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

- **RIEDLE, Achim**  
**78256 Steisslingen (DE)**
- **WAGNER, Uwe**  
**8604 Volketswil/ZH (CH)**

(30) Priorität: **03.08.2006 DE 202006011905 U**

(74) Vertreter: **Behrmann, Niels et al**  
**Hiebsch Behrmann Wagner**  
**Patentanwälte**  
**Hegau-Tower**  
**Maggistrasse 5 (10. OG)**  
**78224 Singen (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**22.04.2009 Patentblatt 2009/17**

(73) Patentinhaber: **ETO MAGNETIC GMBH**  
**78333 Stockach (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 1 384 886 DE-A1- 2 059 971**  
**DE-A1- 4 414 168 DE-A1- 19 601 019**  
**DE-A1- 19 650 710 DE-U1- 20 114 466**

(72) Erfinder:  
• **GOLZ, Thomas**  
**88605 Messkirch (DE)**

**EP 2 050 107 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine elektromagnetische Stellvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

**[0002]** Derartige Vorrichtungen sind beispielsweise als Stellvorrichtungen mit Elektrohaftmagneten hinlänglich bekannt und werden für eine Vielzahl von Einsatzzwecken genutzt. Das Grundprinzip besteht darin, dass ein als Kolben ausgebildetes Stellelement, welches endseitig einen Eingriffsbereich für die vorgesehene Stellaufgabe aufweist, in einem Gehäuse als Anker zwischen einem stationären Kernbereich und einem als Joch wirkenden Lagerelement geführt ist und mittels eines etwa im Kernbereich vorgesehenen Elektromagneten betätigt werden kann. Üblicherweise ist das Gehäuse den magnetischen Fluss leitend ausgebildet, um den magnetischen Kreis zusammen mit dem als Joch wirkenden Lagerelement zu schließen.

**[0003]** In der DE 102 40 774 A1 der Anmelderin ist eine elektromagnetische Stellvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 beschrieben. Bei der bekannten Stellvorrichtung ist das Stellelement einstückig aus einem weichmagnetischen Werkstoff ausgebildet. Durch das weichmagnetische Material werden die magnetischen Feldlinien gebündelt, wodurch das magnetische Feld im Bereich des Stellelementes verstärkt wird, wodurch wiederum schnellere Schaltzeiten realisiert werden können. Nachteilig bei der bekannten Stellvorrichtung ist jedoch, dass die unvermeidlich auf den ebenfalls aus dem weichmagnetischen Werkstoff ausgebildeten Eingriffsbereich des Stellelementes mit geringer Festigkeit wirkenden mechanischen Belastungen während der Ausführung von Verstellaufgaben zu einem erhöhten Verschleiß des Stellelementes im Eingriffsbereich führen.

**[0004]** Aus der DE 102 40 774 A1 der Anmelderin ist als Stand der Technik weiterhin eine nicht gattungsgemäße elektromagnetische Stellvorrichtung bekannt, die anstelle von Permanentmagnetmitteln eine Rückstellfeder aufweist. Bei dieser Vorrichtung ist das Stellelement dreistückig ausgebildet. Die dreistückige Ausbildung ist bei der bekannten Vorrichtung notwendig, um ein Widerlager für die Rückstellfeder zu bilden. Als Widerlager dient das mittlere Teilstück der bekannten Stellvorrichtung.

**[0005]** Aus der DE 196 01 019 A1 ist ein Einspritzventil bekannt, das zur Öffnung eine elektromagnetische Betätigungseinrichtung aufweist, die bei Erregung die Ventlnadel gegen die Kraft der Schließfeder in ihre Offenstellung bewegt. Um einen magnetischen Kurzschluss zwischen dem Anker und dem Auslassteil auszuschließen, ist ein rohrförmiges Verlängerungsteil aus unmagnetischem (austenitischem) Material hergestellt.

**[0006]** Aus der DE 20 59 971 A1 ist eine Vorrichtung mit zur Vermeidung eines magnetischen Kurzschlusses örtlich begrenzten Zonen verringerten oder unterbrochenen magnetischen Widerstands bekannt. Das aus ma-

gnetisierbarem Eisenwerkstoff bestehende Bauelement wird durch örtliche Erwärmung aus dem ferritischen Gefügestand in den austenitischen Zustand umgewandelt und durch rasche Abkühlung in diesem nicht magnetisierbaren Gefügestand stabilisiert.

**[0007]** Die DE 196 50 710 A1 beschreibt einen aus einem einzigen Material hergestellten Magnetkörper mit einem ferromagnetischen Abschnitt von hohem Weichmagnetismus und einem nicht magnetischem oder ähnlichem Abschnitt, wodurch das Verbinden verschiedener Materialien durch Löten oder Schweißen vermieden wird.

**[0008]** Die DE 44 14 168 A1 betrifft ein Verfahren zum Verbinden von zwei Werkstücken, mit dem ein Verbundbauteil, etwa ein Kolben für Verbrennungsmotoren, hergestellt wird. Der Kolben besteht aus einem Kolbenkopf, einem Kolbenschaft und einem als Umgussring gefertigten Ringträger, wobei der Kolbenkopf z.B. aus Keramik, aus austenitischem Grauguss oder einer hochfesten Al-Legierung hergestellt ist, der Kolbenschaft aus einer Aluminium-Kolbenlegierung.

**[0009]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße elektromagnetische Stellvorrichtung unter Beibehaltung kurzer Schaltzeiten robuster auszubilden.

**[0010]** Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

**[0011]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0012]** Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, das Stellelement in zwei Abschnitte aufzuteilen und den ersten Abschnitt im Bereich der Permanentmagnetmittel, vorzugsweise radial innerhalb der Permanentmagnetmittel, hinsichtlich der magnetischen Leitfähigkeit zu optimieren, also diesen Abschnitt derart auszubilden, dass die magnetischen Feldlinien möglichst hohe Beschleunigungen des Stellelementes und damit stark gebündelt werden, um das auf das Stellelement von der Spuleneinrichtung wirkende Magnetfeld zu verstärken und dadurch möglichst hohe Beschleunigungen des Stellelementes und damit kurze Schaltzeiten zu realisieren. Der zweite Abschnitt des Stellelementes umfasst gemäß der Erfindung den endseitigen Eingriffsbereich des Stellelementes. Dieser ist nicht hinsichtlich der magnetischen Leitfähigkeit, sondern hinsichtlich seiner Festigkeit optimiert, um den auf ihn wirkenden mechanischen Belastungen möglichst lange, ohne Beschädigungen stand zu halten. Aufgrund der erfindungsgemäßen Unterteilung des Stellelementes in die genannten zwei Abschnitte, von denen der spuleneinrichtungsseitige erste Abschnitt hinsichtlich der magnetischen Leitfähigkeit und der den Eingriffsbereich umfassende Abschnitt hinsichtlich seines Verschleißverhaltens optimiert ist, wird eine elektromagnetische Stellvorrichtung erhalten, die einerseits kurze Schaltzeiten und andererseits eine lange Lebensdauer garantiert. Diese Eigenschaften sind insbesondere für den Einsatz der erfindungsgemäßen elektromagnetischen Stellvorrichtung in Kraftfahrzeugen,

beispielsweise als Nockenwellen-Hubumschaltung oder als Ventilstellvorrichtung von entscheidendem Vorteil.

**[0013]** In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass sich der zweite Abschnitt, also der hinsichtlich seines Verschleißverhaltens optimierte Abschnitt, bis in das als Joch wirkende Lagerelement hinein erstreckt. Gemäß der bevorzugten Weiterbildung ist somit nicht nur der Eingriffsbereich, sondern auch der Lagerabschnitt des Stellelementes verschleißoptimiert und kann die während einer translatorischen Verstellbewegung auf ihn wirkenden Reibkräfte ohne Schädigung aufnehmen.

**[0014]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die beiden Abschnitte des Stellelementes durch vorzugsweise miteinander verbundene Stellelementteile aus unterschiedlichen Materialien realisiert. Gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform ist das Stellelement nicht einstückig, sondern bevorzugt zweistückig ausgebildet, wobei das erste, spuleneinrichtungsseitige Stellelementteil, insbesondere durch seine Materialwahl, hinsichtlich der magnetischen Leitfähigkeit optimiert ist und das eingriffsbereichsseitige Stellelementteil verschleißoptimiert ist. Die Wahl unterschiedlicher Materialien zur Optimierung der entsprechenden Eigenschaften der beiden Stellelementteile ist von Vorteil, da in der Regel die Forderungen nach hoher magnetischer Leitfähigkeit und hoher mechanischer Festigkeit diametral gegenüberliegen. Bevorzugt liegen die beiden Stellelementteile nicht nur, beispielsweise federkraftunterstützt aneinander an, sondern sind miteinander drehfest verbunden, um eine synchrone Bewegung des aus den beiden Stellelementteilen zusammengesetzten Stellelementes sicher zu stellen.

**[0015]** In Ausgestaltung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass das erste Stellelementteil aus weichmagnetischem Material ausgebildet ist, um eine extreme Bündelung der magnetischen Feldlinien zu erreichen. Weichmagnetische Werkstoffe zeichnen sich durch eine leichte Magnetisierbarkeit aus. Grundsätzlich können sowohl metallische als auch keramische weichmagnetische Werkstoffe zur Ausbildung des ersten Stellelementteiles verwendet werden. Bevorzugt eignen sich ferromagnetische Metalle wie Eisen, Kobalt und Nickel. Jedoch können auch Ferrite auf Basis von Metalloxiden eingesetzt werden. Zur Realisierung einer guten mechanischen Festigkeit des zweiten Stellelementteiles ist in Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass dieses beispielsweise aus austenitischem Material ausgebildet ist. Austenit besitzt eine kubisch-flächenzentrierte Struktur, wobei die Härte von Austenit insbesondere durch Kaltverformung enorm gesteigert werden kann. Austenit ist nicht ferromagnetisch und eignet sich daher nicht zur Ausbildung des ersten Stellelementteiles.

**[0016]** In Weiterbildung der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass die beiden Stellelementteile in axialer Richtung benachbart zueinander angeordnet sind. Bevorzugt liegen die beiden Stellelementteile unmittelbar aneinander an. Eine derartige Ausgestaltungsform ist

fertigungstechnisch von Vorteil, da die beiden Stellelementteile lediglich stirnseitig miteinander verbunden werden müssen.

**[0017]** Gemäß einer alternativen, besonders stabilen Ausgestaltungsform der Erfindung ist mit Vorteil vorgesehen, dass die beiden Stellelementteile nicht axial, sondern radial benachbart zueinander angeordnet sind. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass das zweite, also das eingriffsbereichsseitige Stellelementteil als das erste Stellelementteil abschnittsweise umgreifende, beispielsweise aufgeschrunpfte oder aufgepresste, Hülse ausgebildet ist. Dabei kann in Weiterbildung der Erfindung vorgesehen sein, dass die Hülse stirnseitig geschlossen ist, um auch die freie Stirnseite des Stellelementes vor einer Beschädigung zu schützen. Wird dagegen das zweite Stellelementteil lediglich als beidseitig offene Hülse ausgebildet, so wird der Eingriffsbereich des Stellelementes von der Mantelfläche, insbesondere von radialen Vertiefungen in der Mantelfläche, gebildet.

**[0018]** Zur Herstellung einer festen, langlebigen Verbindung zwischen den beiden Stellelementteilen ist in Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass diese miteinander verklebt oder verschweißt sind.

**[0019]** Zusätzlich oder alternativ können die beiden Stellelementteile formschlüssig miteinander verbunden werden, insbesondere um eine drehfeste Verbindung sicherzustellen.

**[0020]** Gemäß einer alternativen Ausgestaltungsform der Erfindung besteht das Stellelement bevorzugt aus weichmagnetischem Material, wobei der zweite, verschleißoptimierte Abschnitt von einem, insbesondere durch Wärmebehandlung, gehärteten Abschnitt des Stellelementes gebildet ist.

**[0021]** Zur Verschleißoptimierung des als Joch wirkenden Lagerelementes, ist in Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass die Permanentmagnetmittel nicht auf der gesamten Stirnseite des Lagerelementes aufliegen, sondern dass auf der den Permanentmitteln zugewandten Stirnseite des Lagerelementes ein, vorzugsweise geschlossener Ringwulst vorgesehen ist, wobei der Ringwulst als Anschlag bzw. Widerlager für die Permanentmagnetmittel in der ausgefahrenen Position des Stellelementes dient. Bevorzugt ist die den Ringwulst aufweisende Stirnseite von einem radial äußeren coaxialen Umfangsabschnitt des Lagerelementes umgeben, welcher auf der den Permanentmagnetmitteln abgewandten Seite gegenüber einem Träger, insbesondere einem Motorblock, abgedichtet ist. Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen; diese zeigen in:

Fig. 1: eine seitlichem teilgeschnittene Ansicht der elektromagnetischen Stellvorrichtung gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2: eine vergrößerte Detailansicht des Ausschnitt-

tes A gemäß Fig. 1;

- Fig. 3: eine mögliche Ausführungsform eines zweiteiligen Stellelementes, wobei die beiden Stellelemente axial benachbart und miteinander verschweißt sind;
- Fig. 4: eine weitere mögliche Ausführungsform eines Stellelementes, bei dem das Stellelement ebenfalls zweiteilig ausgebildet, das zweite Stellelementteil mit erhöhter Festigkeit als Hülse ausgebildet ist;
- Fig. 5: ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Stellelementteils, wobei dieses einstückig mit zwei Abschnitten ausgebildet ist und der zweite Abschnitt mit höherer mechanischer Festigkeit als gehärteter Bereich ausgebildet ist und
- Fig. 6: ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Stellelementes, welches zweistückig ausgebildet ist, wobei die beiden Stellelemente formschlüssig miteinander verbunden sowie miteinander verklebt oder verschweißt sind.

**[0022]** In den Figuren sind gleiche Bauteile und Bauteile mit gleicher Funktion mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0023]** In Fig. 1 ist eine elektromagnetische Verstellvorrichtung 1 gezeigt, die mit einem nicht gezeigten Stellpartner, insbesondere einer Nockenwellen-Hubumschaltung betätigend zusammenwirkt. Die elektromagnetische Verstellvorrichtung 1 umfasst ein hohlzylindrisches, magnetisch leitendes Büchselement 2, innerhalb dessen ein langgestrecktes kolbenförmiges Stellelement 3 angeordnet ist. Das Stellelement 3 durchsetzt eine drehfest auf diesem angeordnete Permanentmagnetenanordnung 4, die aus einer mittleren, zylinderförmigen Weicheisenscheibe 5 sowie beidseitig dieser angeordneter Permanentmagneten 6a, 6b mit einem größeren Durchmesser, jedoch geringerer Dicke, besteht. Das Stellelement 3 ist bewegbar zwischen einem stationären Kernbereich 7 sowie einem hülsenförmig ausgebildeten, als Joch wirkendes Lagerelement 8 geführt, wobei das Lagerelement 8 dichtend in einer entsprechend gemessenen hohlzylindrischen Ausnehmung 9 eines Trägers 10, beispielsweise eines Motorblockabschnittes, geführt ist.

**[0024]** Der Kernbereich 7 ist Teil einer nicht gezeigten Spuleneinrichtung, die in der linken Zeichnungshälfte innerhalb des Büchselementes 2 angeordnet ist und die bei Bestromung durch Erzeugung eines Magnetfeldes verstellend auf das Stellelement 3, insbesondere von dem Kernbereich 7 weg, einwirkt.

**[0025]** Wie sich aus Fig. 1 ergibt, ist das kolbenförmige, innerhalb des Lagerelementes 8 geführte, Stellelement 3 zweiteilig ausgeführt. Es umfasst ein erstes Stellelementteil 3a, welches im Bereich der Permanentma-

gnetenanordnung 4 angeordnet ist und ein axial benachbartes zweites Stellelementteil 3b, welches innerhalb des Lagerelementes 8 geführt ist. Das zweite Stellelementteil 3b umfasst endseitig einen auch im eingezogenen Zustand des Stellelementes 3 aus dem Lagerelement 8 hervorstehenden Eingriffsbereich 11, welcher stellend auf den nicht dargestellten Stellpartner einwirkt. Die beiden Stellelementteile 3a, 3b sind formschlüssig, drehfest miteinander verbunden sowie an ihren Stirnseiten miteinander laserverschweißt. Die formschlüssige Verbindung ist mit axial ineinandergreifenden Verbindungsabschnitten 12a, 12b realisiert, über die auch ein Drehmoment in Umfangsrichtung zwischen den beiden Stellelementteilen 3a, 3b in Umfangsrichtung übertragbar ist. Die Verbindungsabschnitte 12a, 12b der Stellelementteile 3a, 3b sind alternierend in Umfangsrichtung angeordnet.

**[0026]** Das in der Zeichnungsebene linke, erste Stellelementteil 3a ist aus Weicheisen und das in der Zeichnungsebene rechte, den Eingriffsbereich 11 umfassende zweite Stellelementteil 3b ist aus kaltverformtem Austenit ausgebildet und weist daher eine hohe mechanische Festigkeit auf.

**[0027]** In Fig. 2 ist das Detail A aus Fig. 1 vergrößert dargestellt. Zu erkennen ist ein Ausschnitt des Lagerelementes 8, wobei an der der Permanentmagnetenanordnung 4 zugewandten Stirnseite 13 ein umfangsgeschlossener Ringwulst 14 mit einer abgerundeten Stirnseite vorgesehen ist, wobei der Ringwulst 14 coaxial mit radialem Abstand zu dem Stellelement 3 bzw. zu dem zweiten Stellelementteil 3b angeordnet ist. Die Erstreckung des Ringwulstes 14 in axialer Richtung beträgt etwa 3,0 mm. Der Ringwulst 14 bildet einen Anschlag bzw. ein Widerlager für den Permanentmagneten 6b der Permanentmagnetenanordnung 4. Der Ringwulst 14 ist radial innerhalb einer äußeren Umfangswand 15 des Lagerelementes 8 angeordnet und überragt dieses um etwa 0,3 mm. Der Innendurchmesser der Umfangswand 15 ist größer als der maximale Außendurchmesser der Permanentmagnetenanordnung 4.

**[0028]** In Fig. 3 ist ein mögliches weiteres Ausführungsbeispiel eines Stellelementes 3 gezeigt. Das gezeigte Stellelement 3 besteht aus zwei etwa gleich langen Stellelementteilen 3a, 3b, die stirnseitig aneinander liegen und miteinander verschweißt sind. Im gezeigten Ausführungsbeispiel weist die Anlagefläche 16 der beiden Stellelementteile 3a, 3b eine größere Fläche auf, als der jeweils axial unmittelbar benachbarte Abschnitt der Stellelementteile 3a, 3b. Die beiden Stellelementteile 3a, 3b sind miteinander verschweißt, beispielsweise reibverschweißt, kondensatorentladungsverschweißt oder laserverschweißt. Das in der Zeichnungsebene linke Stellelementteil 3a ist hinsichtlich seiner magnetischen Leitfähigkeit optimiert und aus weichmagnetischem Material ausgebildet, wobei das erste Stellelementteil 3a die zylindrische Permanentmagnetenanordnung 4 durchsetzend ausgebildet ist. Das zweite Stellelementteil 3b ist dagegen aus mechanisch festem, harten Material aus-

gebildet, so dass es hinsichtlich seiner Verschleißeigenschaften optimiert ist. Auf die magnetischen Eigenschaften des zweiten Stellelementteils 3b kommt es aufgrund des großen Abstandes zu dem Kernbereich 7 nicht an.

[0029] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 erstreckt sich das erste Stellelementteil 3a aus weichmagnetischem Material über die gesamte Axialerstreckung des Stellelementes 3. Im in der Zeichnungsebene rechten, den Eingriffsbereich 11 umfassenden, Bereich des Stellelementes 3 ist ein zweites hülsenförmiges Stellelementteil 3b mit höherer mechanischer Festigkeit vorgesehen, wobei das zweite Stellelementteil 3b den Eingriffsbereich 11 bildet. Das hülsenförmige Stellelementteil 3b ist beispielsweise auf das erste Stellelementteil 3a aufgeschumpft oder aufgepresst. Ein Verkleben ist auch denkbar. Alternativ zu dem gezeigten Ausführungsbeispiel kann die Hülse auch endseitig geschlossen ausgebildet sein, um die Stirnseite 17 des Stellelementes 3 ebenfalls vor mechanischen Belastungen zu schützen.

[0030] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 ist die Permanentmagnetanordnung 4 in axialer Richtung formschlüssig in einer Umfangsnut 18 des Stellelementes 3 aufgenommen. Im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen ist das Stellelement 3 einstückig ausgebildet, wobei das Stellelement 3 durchgehend aus weichmagnetischem Material besteht. Das Stellelement 3 ist unterteilt in einen ersten permanentmagnetseitigen ungehärteten Abschnitt 19 und einen den Lagerbereich sowie den Eingriffsbereich 11 umfassenden zweiten gehärteten Abschnitt 20. Durch die Härtung des zweiten Abschnittes 20 des Stellelementes 3 ist das Stellelement 3 im Bereich innerhalb des Lagerelementes 8 sowie im Eingriffsbereich 11 verschleißoptimiert.

[0031] Bei dem in Fig. 6 gezeigten Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine vergrößerte Darstellung des Stellelementes 3 gemäß Fig. 1. Bezüglich der Details wird auf die Beschreibung zu Fig. 1 verwiesen.

## Patentansprüche

1. Elektromagnetische Stellvorrichtung mit einem endseitig einen Eingriffsbereich (11) ausbildenden und durch Kraft einer stationär vorgesehenen Spuleneinrichtung bewegbaren langgestreckten Stellelement (3),  
das abschnittsweise Permanentmagnetmittel (4) aufweist, die zum Zusammenwirken mit einem stationären Kernbereich (7) ausgebildet sind,  
wobei dem Kernbereich (7) axial gegenüberliegend ein als Joch wirkendes stationäres Lagerelement (8) für das zumindest abschnittsweise kolbenförmig ausgebildete Stellelement (3) vorgesehen ist,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Stellelement (3) zwei Abschnitte (10, 20; 3a, 3b) aufweist, wobei ein erster, im Bereich der Permanentmagnetmittel (4) angeordneter Abschnitt (19,

3a) so ausgebildet ist, dass die magnetischen Feldlinien gebündelt werden und so hinsichtlich der magnetischen Leitfähigkeit optimiert ist und ein zweiter, im Eingriffsbereich angeordneter Abschnitt (20, 3b) aus mechanisch festem, hartem Material ausgebildet und so verschleißoptimiert ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der zweite Abschnitt (20, 3b) bis in das Lagerelement (8) hinein erstreckt und als Lagerabschnitt dient.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Abschnitt (19, 3a) von einem ersten Stellelementteil (3a) und der zweite Abschnitt (20, 3b) von einem zweiten Stellelementteil (3b) gebildet ist, und dass die beiden Stellelementteile drehfest miteinander verbunden sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Stellelementteil (3a) aus weichmagnetischem Material ausgebildet ist und/oder dass das zweite Stellelementteil (3b) aus austenitischem Material ausgebildet ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Stellelementteile (3a, 3b) axial benachbart zueinander angeordnet sind.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Stellelementteil (3b) als das erste Stellelementteil (3a) abschnittsweise umgreifende, vorzugsweise aufgeschumpfte oder aufgepresste, Hülse ausgebildet ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stellelementteile (3a, 3b) miteinander verklebt, oder verschweißt, insbesondere reibverschweißt, oder kondensatorentladungverschweißt oder laserverschweißt sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stellelementteile (3a, 3b) formschlüssig miteinander verbunden sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellelement (3) einstückig ausgebildet ist, und dass der zweite Abschnitt (20) ein, insbesondere durch Wärmebehandlung, gehärteter Abschnitt des Stellelementes (3) ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Abschnitte, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der den Permanentmagnetmitteln (4) zugewandten Stirnseite (13) des Lagerelementes (8) ein, vorzugs-

weise umfangsgeschlossener, Ringwulst (14) vorgesehen ist, der einen Anschlag und/oder Widerlager für die Permanentmagnetmittel (4) bildet.

11. Vorrichtung nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stellelement (3) zur Nockenwellen-Hubumschaltung eines Verbrennungsmotors ansteuerbar ausgebildet ist.

## Claims

1. Electromagnetic displacement device comprising:

an elongate displacement member (3), which forms an engagement region (11) at one end and can be moved by the force of a coil device, which is provided in such a way as to be stationary, said displacement member having, in portions, permanent magnet means (4) which are configured to cooperate with a stationary core region (7),

a stationary bearing member (8), which acts as a yoke, for the displacement member (3), which is of a piston shape at least in portions, being provided axially opposite the core region (7), **characterised in that**

the displacement member (3) comprises two portions (10, 20; 3a, 3b), a first portion (19, 3a), which is arranged in the region of the permanent magnet means (4), being formed in such a way that the magnetic field lines are concentrated and thus being optimised in terms of magnetic permeability, and a second portion (20, 3b), which is arranged in the engagement region, being formed from tough, mechanically stable material and thus being optimised in terms of wear.

2. Device according to claim 1, **characterised in that** the second portion (20, 3b) extends into the bearing member (8) and acts as a bearing portion.

3. Device according to either claim 1 or claim 2, **characterised in that** the first portion (19, 3a) is formed by a first displacement member part (3a) and the second portion (20, 3b) is formed by a second displacement member part (3b), and **in that** the two displacement member parts are mutually rotationally engaged.

4. Device according to claim 3, **characterised in that** the first displacement member part (3a) is formed from magnetically soft material and/or **in that** the second displacement member part (3b) is formed from austenitic material.

5. Device according to either claim 3 or claim 4, **char-**

**acterised in that** the two displacement member parts (3a, 3b) are arranged axially adjacent to one another.

6. Device according to either claim 3 or claim 4, **characterised in that** the second displacement member part (3b) is formed as a preferably shrink-fitted or pressed-on sleeve which encompasses the first displacement member part (3a) in portions.

7. Device according to any one of claims 3 to 6, **characterised in that** the displacement member parts (3a, 3b) are glued, or welded, in particular friction welded, or capacitor discharge welded or laser welded to one another.

8. Device according to any one of claims 3 to 7, **characterised in that** the displacement member parts (3a, 3b) are interconnected with a positive fit.

9. Device according to either claim 1 or claim 2, **characterised in that** the displacement member (3) is formed in one piece, and **in that** the second portion (20) is a cured portion, in particular cured by heat treatment, of the displacement member (3).

10. Device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a preferably circumferentially closed annular bead (14), which forms a stop and/or counter bearing for the permanent magnet means (4), is provided on the end face (13), facing the permanent magnet means (4), of the bearing member (8).

11. Device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the displacement member (3) is formed in such a way that it can be actuated for camshaft stroke switching in an internal combustion engine.

## Revendications

1. Actionneur électromagnétique comprenant un élément d'actionneur (3) allongé formant à une de ses extrémités une zone d'engagement (11) et pouvant être mis en mouvement par la force d'un dispositif à bobine prévu stationnaire, qui présente par sections des moyens magnétiques permanents (4), qui sont réalisés pour la coopération avec une zone stationnaire de noyau (7), dans lequel est prévu un élément de palier (8) stationnaire faisant axialement face à la portion noyau formant une culasse pour l'élément d'actionneur (3) réalisé, au moins par sections, sous la forme d'un piston, **caractérisé en ce que** l'élément d'actionneur (3) comporte deux sections

- (10, 20; 3a, 3b), parmi lesquelles une première section (19, 3a) agencée dans la zone des moyens magnétiques permanents est ainsi réalisée que les lignes de champs magnétique sont focalisées, et est ainsi optimisée en termes de conductivité magnétique, et une seconde section (20, 3b), située dans la zone d'engagement, formée de matériau mécaniquement résistant, dur, étant ainsi optimisée en termes d'usure.
- 5
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la seconde section (20, 3b) se prolonge jusque dans l'élément de palier (8) et sert de section de palier.
- 10
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la première section (19, 3a) est composée d'une première pièce d'élément d'actionneur (3a) et la seconde section (20, 3b) est composé d'une deuxième pièce d'élément d'actionneur (3b), et **en ce que** les deux pièces d'élément d'actionneur sont reliées entre elles de manière solidaire en rotation.
- 15
4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la première pièce d'élément d'actionneur (3a) est réalisée en matériau magnétique doux et/ou que la seconde pièce d'élément d'actionneur (3b) est réalisée en matériau austénitique.
- 20
5. Dispositif selon l'une des revendications 3 ou 4, **caractérisé en ce que** les deux pièces d'élément d'actionneur (3a, 3b) sont disposées axialement voisines
- 25
6. Dispositif selon l'une des revendications 3 ou 4, **caractérisé en ce que** la deuxième pièce d'élément d'actionneur (3b) est formée d'une cosse entourant par sections la première pièce d'élément d'actionneur (3a), de préférence par frettage ou par serrage.
- 30
7. Dispositif selon l'une des revendications 3 à 6, **caractérisé en ce que** les pièces d'élément d'actionneur (3a, 3b), sont collées, ou soudées, en particulier soudées par friction, ou par décharge de condensateur, ou au laser.
- 35
8. Dispositif selon l'une des revendications 3 à 7, **caractérisé en ce que** les pièces d'élément d'actionneur (3a, 3b) sont reliées entre elles par coopération de forme.
- 40
9. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'élément d'actionneur (3) est réalisé d'une seule pièce, et **en ce que** la deuxième section (20) est une section durcie, en particulier par traitement thermique, de l'élément d'actionneur (3).
- 45
10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** sur la face frontale (13)
- 50
- faisant face aux moyens magnétiques permanents (4) est prévu un bourrelet annulaire (14), de préférence de contour fermé, qui forme une butée et/ou une culée pour les moyens magnétiques permanents (4).
- 55
11. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément d'actionneur (3) est réalisé pilotable pour le contrôle de la distribution d'un arbre à came d'un moteur à explosion.

Fig. 1

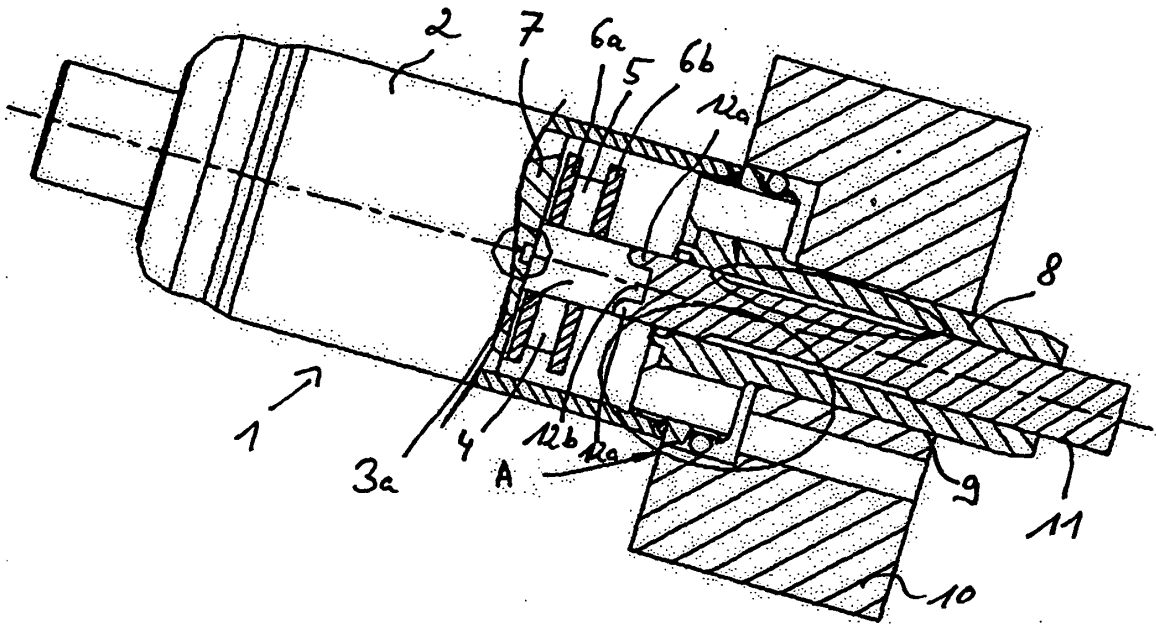


Fig. 2

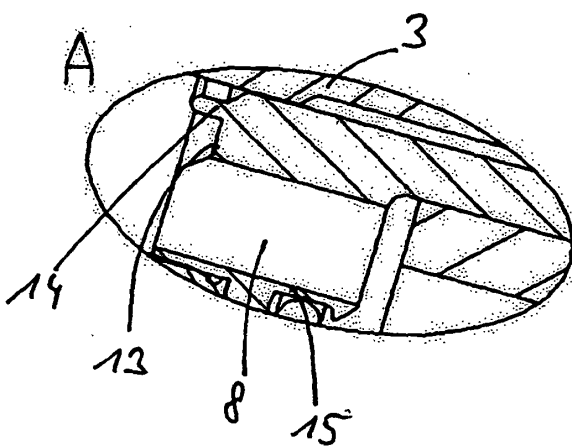


Fig. 3

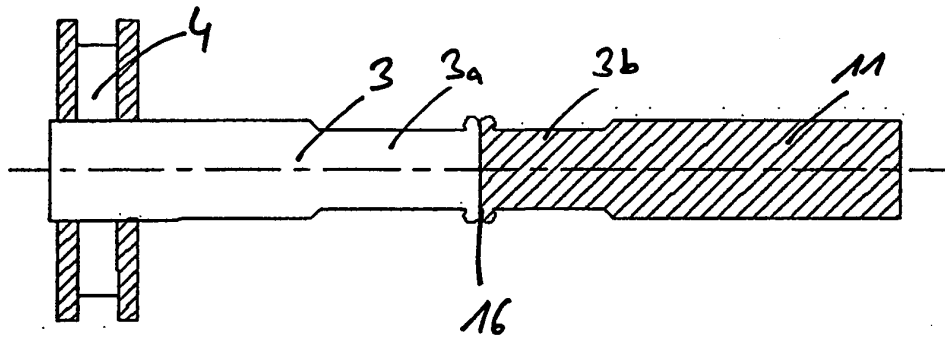


Fig. 4

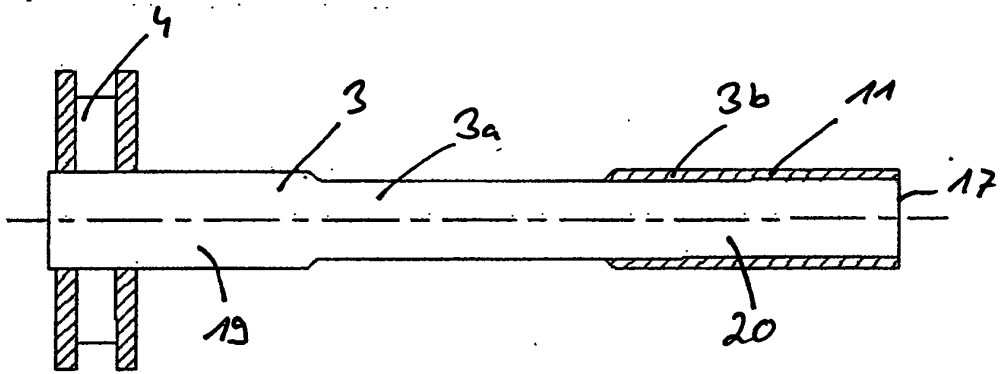


Fig. 5

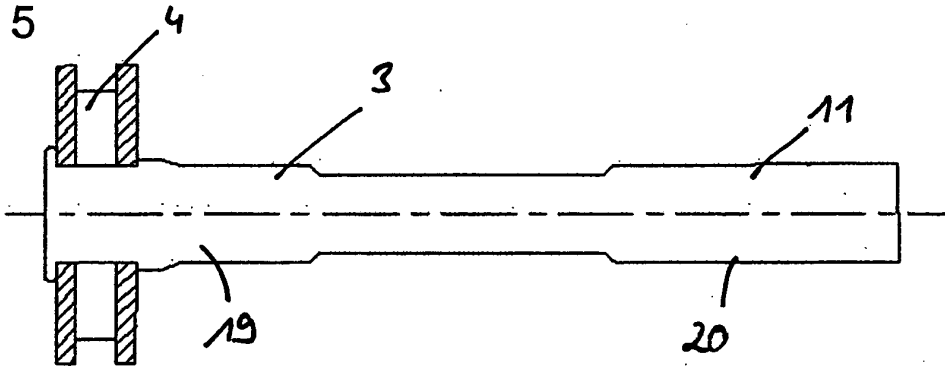
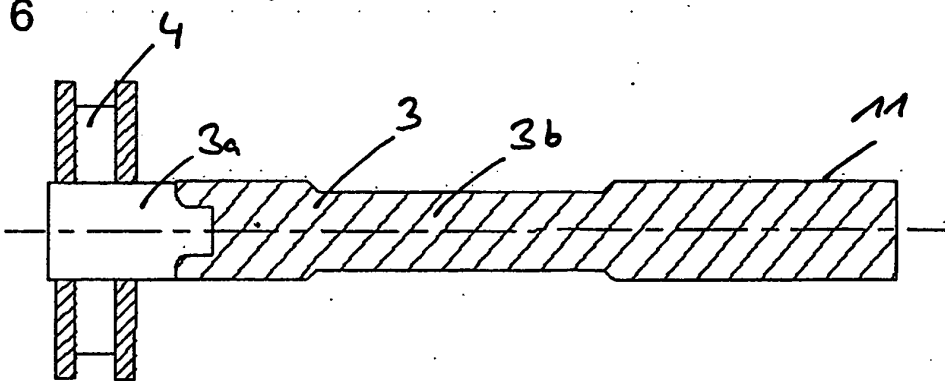


Fig. 6



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10240774 A1 [0003] [0004]
- DE 19601019 A1 [0005]
- DE 2059971 A1 [0006]
- DE 19650710 A1 [0007]
- DE 4414168 A1 [0008]