

(19)



(11)

**EP 1 859 462 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**01.05.2013 Patentblatt 2013/18**

(51) Int Cl.:  
**H01H 33/66 (2006.01) H01F 7/16 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **06725030.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2006/060672**

(22) Anmeldetag: **14.03.2006**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2006/097452 (21.09.2006 Gazette 2006/38)**

(54) **MAGNETISCHE BETÄTIGUNGSVORRICHTUNG**

MAGNETIC ACTUATING DEVICE

DISPOSITIF D'ACTIONNEMENT MAGNETIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB IT LI SE**

(30) Priorität: **16.03.2005 DE 102005013197**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**28.11.2007 Patentblatt 2007/48**

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft  
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:

- **HAGEN, Jörg  
10243 Berlin (DE)**
- **PROTZE, Carsten  
01307 Dresden (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A- 0 867 903 EP-A- 1 416 503**  
**DE-U- 1 954 096 US-A1- 2004 164 828**

**EP 1 859 462 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 magnetische Betätigungsverrichtung mit einem Bezugselement, einem zwischen einer ersten Endstellung und einer zweiten Endstellung relativ zum Bezugselement beweglich angeordneten Stellglied, wobei das Bezugselement und/oder das Stellglied magnetisierbares Material aufweist, einer Antriebsspule zum Erzeugen eines das Stellglied von der ersten Endstellung in die zweite Endstellung bewegenden Magnetfeldes, einer mechanischen Spannvorrichtung zum Vorhalten von mechanischer Energie, mit der das Stellglied von der zweiten Endstellung in die erste Endstellung zu bringen ist, und einer einen Permanentmagneten aufweisenden Fixiereinrichtung zum Erzeugen einer das Stellglied relativ zum Bezugselement in der zweiten Endstellung fixierenden Haltekraft, wobei die Fixiereinrichtung eine den Permanentmagneten enthaltende, vom Stellglied getrennte Fixiereinheit umfasst.

**[0002]** Eine derartige magnetische Betätigungsverrichtung wird vorzugsweise zur Betätigung eines Hochspannungs- bzw. Leistungsschalters eingesetzt. Aus der EP 0 867 903 B1 ist eine solche Betätigungsverrichtung bekannt. Diese ist darauf ausgelegt, einen Vakuumschalter zur Unterbrechung eines Hochspannungsstromkreises zu betätigen. Bei dieser Betätigungsverrichtung wird das Stellglied gegen eine Rückstellkraft von Schraubenfedern mittels eines Elektromagneten von einer Ausschaltstellung in eine Einschaltstellung bewegt. In der Einschaltstellung ist dann der Vakuumschalter geschlossen, d.h. ein bewegliches Kontaktteil des Vakuumschalters kontaktiert ein festes Kontaktteil des Schalters. Am Stellglied befindet sich weiterhin ein Permanentmagnet, dessen Magnetfeld in Bewegungsrichtung des Stellgliedes wirkt. In der Einschaltstellung hält diese permanentmagnetische Kraft das Stellglied gegen die Rückstellwirkung der Schraubenfedern fest. Die vom Permanentmagneten aufzubringende Kraft ist daher sehr groß, wodurch ein entsprechend groß dimensionierter Permanentmagnet an dem Stellglied angebracht werden muss.

**[0003]** Die DE 103 09 697 offenbart einen magnetischen Linearantrieb, die einen Eisenkern sowie eine Spule aufweist. Einem bewegbaren Anker ist ein Joch sowie ein Permanentmagnet zugeordnet. In einer ersten Endposition des Ankers wird dieser aufgrund von von dem Permanentmagneten erzeugten magnetischen Haltekraften und einem einen Spalt in dem Eisenkern überbrückenden Joch gehalten.

**[0004]** Bei einer weiteren im Stand der Technik bekannten magnetischen Betätigungsverrichtung wird das Stellglied mittels mechanischer Verklüftung in den Endstellungen festgehalten. D.h. die mechanische Verklüftung sorgt für eine Haltekraft in Bewegungsrichtung des Stellgliedes. Eine derartige mechanische Verklüftung ist allerdings in der Praxis nicht immer verlässlich und zudem verschleißanfällig, wodurch erhebliche Kosten entstehen.

**[0005]** Aus der Veröffentlichungsschrift US 2004/0164828 A1 ist eine magnetische Betätigungsverrichtung bekannt, welche eine Fixiereinrichtung mit einem Permanentmagneten aufweist. Der Permanentmagnet ist dabei an dem Bezugselement angeordnet. Die von dem Permanentmagneten ausgehende Magnetkraft wird genutzt, um das dortige Stellglied in einer Endlage zu halten. Aufgrund der vorgeschlagenen Konstruktion ist zur Bewirkung einer verlässlichen Fixierung des Stellgliedes in einer Endstellung eine hohe Magnetkraft nötig. Zu einer Herauslösung des Stellgliedes aus der fixierten Endlage ist eine Antriebsspule zu bestromen. Eine hohe Magnetkraft zum fixieren des Stellgliedes erfordert eine starke Bestromung der Antriebsspule, um die Fixierung aufzuheben. Ein hoher Energiebedarf zur Lösung des Stellgliedes aus der fixierten Endlage ist jedoch unerwünscht.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine magnetische Schaltvorrichtung mit einer kompakt gestalteten magnetischen Betätigungsverrichtung bereitzustellen, bei der eine Fixierung des Stellgliedes in der zweiten Endstellung verlässlich realisierbar ist und trotz verlässlicher Fixierung eine Aufhebung der Fixierung mit geringem Energiebedarf möglich ist.

**[0007]** Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß mit einer gattungsgemäßen Betätigungsverrichtung dadurch gelöst, dass das Bezugselement mit dem Stellglied über eine Hebelanordnung gekoppelt ist, welche zum Umwandeln einer vom Stellglied auf die Hebelanordnung in Bewegungsrichtung des Stellgliedes ausgeübten Kraft in eine quer dazu wirkende Kraft kleineren Betrags gestaltet ist.

**[0008]** Durch das Vorsehen einer vom Stellglied getrennten Fixiereinheit mit dem Permanentmagneten, muss am Stellglied kein Permanentmagnet mehr angebracht werden, wodurch das Stellglied wesentlich kompakter ausgeführt sein kann. Das Bezugselement, das in der Regel das Stellglied umgibt, kann damit dementsprechend in seiner Dimensionierung verringert werden. Damit kann die magnetische Betätigungsverrichtung insgesamt kompakter ausgeführt werden, gleichzeitig ist aber eine Fixierung des Stellgliedes in der zweiten Endstellung verlässlich realisierbar.

**[0009]** In vorteilhafter Ausführungsform ist die Fixiereinheit vom Bezugselement getrennt angeordnet. Dies ermöglicht eine besonders kompakte Ausführung der vom Bezugselement und dem Stellelement gebildeten Baueinheit der magnetischen Betätigungsverrichtung.

**[0010]** In zweckmäßiger Ausführungsform weist sowohl das Bezugselement als auch das Stellglied magnetisierbares Material, insbesondere ferromagnetisches Material auf. Damit kann das von der Antriebsspule erzeugte Magnetfeld sowohl an dem Bezugselement als auch an dem Stellglied zum Bewegen des Stellgliedes von der ersten Endstellung in die zweite Endstellung angreifen.

**[0011]** Vorteilhafterweise wirkt die von der Fixiereinrichtung erzeugte magnetische Haltekraft quer zur Bewegungsrichtung des Stellgliedes. Damit ist eine technisch besonders vorteilhafte Fixierung des Stellgliedes möglich. Bei Ver-

wendung einer geeigneten Kraftübertragungseinrichtung ist dann nämlich die zur Festlegung des Stellglieds benötigte Haltekraft klein gegenüber einer das Stellglied aus der Feststellposition drängenden Kraft in Bewegungsrichtung des Stellgliedes. Aufgrund des relativ geringen Betrags der zum Halten des Stellgliedes benötigten Kraft lässt sich die Fixierung verlässlich realisieren. Auch ist zur Lösung des Stellgliedes aus der Fixierung nur ein entsprechend kleiner Kraftaufwand nötig. Weiterhin entstehen durch das Aufrechterhalten der Feststellung keine großen Kosten, da nur eine vergleichsweise geringe Haltekraft aufgebracht werden muss. Auch bedingt die geringe Haltekraft kaum Verschleiß der mit ihr beaufschlagten Bauteile, wodurch auch die Wartungskosten verringert werden.

**[0012]** Es ist besonders wichtig, eine verlässliche Feststellung des Leistungsschalters in der Stromflussstellung sicherzustellen, um unnötige Stromunterbrechungen zu vermeiden. Daher ist es zweckmäßig, wenn in der zweiten Endstellung des Stellgliedes ein vom Stellglied betätigter Schalter eine leitende Verbindung herstellt. In dieser zweiten Endstellung befindet sich damit der Schalter in einer so genannten "Ein-Stellung". Neben der "Ein-Stellung" ist lediglich eine "Aus-Stellung" des Schalters zulässig. In der "Aus-Stellung" des Schalters befindet sich das Stellglied in der von der mechanischen Spannvorrichtung verbrachten ersten Endstellung.

**[0013]** Weiterhin ist das Bezugsselement mit dem Stellglied über eine Hebelanordnung gekoppelt welche zum Umwandeln einer vom Stellglied auf die Hebelanordnung in Bewegungsrichtung des Stellgliedes ausgeübten Kraft in eine quer dazu wirkende Kraft kleineren Betrags gestaltet ist. Damit kann das Stellglied auf technisch besonders einfache und verlässliche Weise unter Inanspruchnahme einer im Vergleich zu einer am Stellglied anliegenden Rückstellkraft kleineren Haltekraft in der zweiten Endstellung gehalten werden. Dadurch lassen sich die Bereitstellungskosten für die Haltekraft verringern, sowie ein Verschleiß der Bauteile, an denen die Haltekraft angreift, weitgehend vermeiden.

**[0014]** In einer weiterhin bevorzugten Ausführungsform weist die Hebelanordnung einen drehbar an dem Bezugsselement befestigbaren ersten Hebel sowie einen drehbar an dem Stellglied befestigbaren zweiten Hebel auf, wobei insbesondere der erste Hebel und der zweite Hebel über ein Drehgelenk miteinander verbunden sind. Mit einer solchen Hebelanordnung wird eine technisch besonders einfache und verlässliche Realisierung einer Kraftübertragungsvorrichtung einer in Bewegungsrichtung des Stellgliedes wirkenden Kraft in eine Kraft geringeren Betrags quer zur Bewegungsrichtung erreicht. Eine derartige Hebelanordnung stellt ein Hebelgetriebe dar, mit welchem eine Kraftübersetzung von z.B. einem Faktor 10 realisiert werden kann. Das heißt, die zum Festhalten des Stellgliedes in der vorgesehenen Feststellstellung benötigte Haltekraft kann z.B. um den Faktor 10 kleiner sein als eine an dem Stellglied anliegende Rückstellkraft einer Rückstellfeder.

**[0015]** Damit das Stellglied auf besonders einfache Weise in der vorgesehenen Feststellstellung gehalten werden kann, ist vorzugsweise das Drehgelenk zur Verbindung der Hebel mit einem ein magnetisierbares Material aufweisenden Halteelement gekoppelt. Dieses magnetisierbare Material kann insbesondere ferromagnetisches Material sein. Ein zur Fixierung des Halteelements vorgesehenes Magnetfeld magnetisiert ein solches Halteelement und übt eine entsprechende magnetische Haltekraft darauf aus.

**[0016]** Zweckmäßigerweise dient das vom Permanentmagneten der Fixiereinrichtung ausgehende Magnetfeld dazu, das Halteelement an der Fixiereinrichtung, welche insbesondere relativ zum Bezugsselement feststeht, festzulegen. Damit lässt sich auf technisch besonders einfache und verlässliche Weise die Feststellung des Stellgliedes in der vorgesehenen Stellung realisieren.

**[0017]** Um eine besonders verlässliche und stabile Fixierung des Halteelements an der Fixiereinrichtung sicherzustellen, ist es vorteilhaft, wenn die Fixiereinrichtung und das Halteelement in der Stellung, in der das Halteelement an der Fixiereinrichtung festgelegt ist, Teile eines geschlossenen Eisenkreises bilden. D.h., das Halteelement schließt eine offene Stelle eines magnetischen Eisenkreises. Damit ergeben sich eine oder zwei Halteflächen zwischen der Fixiereinrichtung und dem Halteelement. Letzteres erhöht die Stabilität bzw. Haltekraft der Fixierung. Vorzugsweise ist auch ein zweites Halteelement vorgesehen. In diesem Fall können die beiden Halteelemente durch beidseitiges Anlegen an zwei voneinander beabstandet angeordneten Eisenteile einen Eisenkreis vervollständigen, wobei eines der Eisenteile ein Magnetfeld erzeugendes Element, wie etwa einen Permanentmagneten enthält. In dem Fall von zwei Halteelementen ergeben sich damit vier Halteflächen für die Halteelemente an der von den Eisenteilen gebildeten Fixiereinrichtung, was eine besonders stabile Fixierung ermöglicht.

**[0018]** In einer darüber hinaus zweckmäßigen Ausführungsform umfasst die mechanische Spanneinrichtung eine Rückstellfeder. Damit kann in einem Fall, in dem eine Stromabschaltung des Hochspannungsstromkreises notwendig wird, der Leistungsschalter auf verlässliche Weise getrennt werden, nachdem das Halteelement aus der Feststellposition gelöst wurde.

**[0019]** Um eine Lösung des Stellgliedes aus der Feststellstellung mit minimalem Energieaufwand bewerkstelligen zu können, ist es zweckmäßig, wenn die Fixiereinrichtung weiterhin eine magnetische Trennspule aufweist, mittels welcher ein Gegenmagnetfeld erzeugbar ist, welches der vom Permanentmagneten erzeugten Haltekraft entgegenwirkt. Wird nun das Gegenmagnetfeld mittels der magnetischen Trennspule erzeugt, so verringert sich die Haltekraft in einem solchen Maße, dass die Kraft etwa einer Rückstellfeder die Haltekraft übersteigt. Als Folge davon bewegt sich das Halteelement von der Fixiereinrichtung weg. Da die Stärke des Haltemagnetfelds mit größer werdendem Abstand des Halteelementes von der Fixiereinrichtung stark abnimmt, kann die magnetische Trennspule schnell wieder abgeschaltet

werden, sobald das Halteelement einen geeigneten Abstand von der Fixiereinrichtung aufweist. Daraufhin bewegt sich das Stellglied selbst bei abgeschalteter Trennspule durch die Kraft der Rückstellfeder automatisch in die entgegengesetzte Endstellung, insbesondere in die Ausschaltstellung zurück. Da die Trennspule zum Ausschalten des Schalters nur kurzzeitig betrieben werden muss, ist dafür auch nur ein geringer Energieaufwand notwendig, der gegebenenfalls

5

von einem entsprechend ausgelegten Kondensator bereitgestellt werden kann.  
**[0020]** Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung anhand der beigefügten schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

10

Fig. 1 eine teilweise Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung mit einem in einer Ausschaltstellung befindlichen Stellglied,

Fig. 2 eine teilweise Schnittdarstellung der erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung gemäß Fig. 1, bei der das Stellglied sich in einer Einschaltstellung befindet,

15

Fig. 3 eine Schnittansicht der in Fig. 1 gezeigten Betätigungsvorrichtung mit einer gegenüber der Schnittebene der Fig. 1 um 90° gedrehten Schnittebene,

20

Fig. 4 eine Schnittansicht der in Fig. 2 gezeigten Betätigungsvorrichtung mit einer gegenüber der Schnittebene der Fig. 2 um 90° gedrehten Schnittebene, sowie

Fig. 5 eine schematische Veranschaulichung der an einer Hebelanordnung der erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung anliegenden Kräfte.

25

**[0021]** In den Figuren 1 und 2 ist eine erfindungsgemäße magnetische Betätigungsvorrichtung zur Betätigung eines Hochspannungsschalters in einer ersten Schnittansicht dargestellt. Darin ist ein elektromagnetischer Tauchankertrieb zu sehen, welcher ein als Stator ausgebildetes Bezugsэлеment 1 aus ferromagnetischem Material, eine als Einschaltspule dienende magnetische Antriebsspule 2 sowie ein als Anker ausgebildetes Stellglied 3 aus ferromagnetischem Material aufweist. Dabei ist das bezüglich einer durch einen Stellstab 3a verlaufenden Achse rotationssymmetrische Stellglied 3 innerhalb einer an die Gestalt des Stellgliedes 3 angepassten Ausnehmung des Bezugsэлеmentes zwischen einer in

30

der Zeichnung tiefer gelegenen Ausschaltstellung und einer höher gelegenen Einschaltstellung hin und her bewegbar.  
**[0022]** Das Bezugsэлеment 1 und das Stellglied 3 weisen einander entsprechende schräge, vom magnetischen Fluss der Antriebsspule 2 durchsetzte Anker- und Statorflächen auf. Diese Geometrie ermöglicht es, die von der magnetischen Antriebsspule 2 erzeugte Magnetkraft optimal zu nutzen, insbesondere bei großem Abstand der Stator- und Ankerflächen zueinander.

35

**[0023]** Figur 1 zeigt das Stellglied 3 in der Ausschaltstellung. In dieser Stellung sind Kontaktelemente des über den Stellstab 3a betätigten Hochspannungsschalters getrennt. Das Stellglied 3 besteht aus ferromagnetischem Material und kann mittels der als Einschaltspule dienenden magnetischen Antriebsspule 2 in die in Figur 2 dargestellte Einschaltstellung verschoben werden. In dieser Stellung bleibt ein kleiner Spalt zwischen den schrägen Flächen des Bezugsэлеments 1 und des Stellglieds 3 bestehen, um eine mechanische Verschweißung der beiden Elemente zu verhindern.

40

**[0024]** Beim Einschaltvorgang werden zwei jeweils zwischen dem Stellglied 3 und dem Bezugsэлеment 1 angeordnete Rückstellfedern 4 bzw. 4' komprimiert und damit unter Spannung gesetzt. Die Rückstellfedern 4 und 4' erfüllen die Funktion von Ausschaltfedern, da die von ihnen in der Einschaltstellung auf das Stellglied 3 ausgeübte Rückstellkraft das Stellglied 3 wieder in die Ausschaltstellung zurückdrängt. Dabei sind die Rückstellfedern 4 und 4' so dimensioniert, dass die in Abhängigkeit des vom Hochspannungsschalter auszuschaltenden Stroms wirkenden Gasgegenkräfte überwunden werden können. Da die Ausschaltkraft nur vom Weg abhängig ist, ist sie unabhängig von der Dauer der Gegenkräfte. Vorzugsweise werden die Rückstellfedern 4, 4' nach der Ausschaltbewegung bei maximalen Gegenkräften ausgelegt.

45

**[0025]** In der Einschaltstellung liegt das vom Stellstab 3a betätigte Kontaktelement des Hochspannungsschalters an dem feststehenden Kontaktelement desselben an, wodurch der Hochspannungsschalter geschlossen ist. Das in den Figuren 1 und 2 unterbrochen dargestellte Rechteck ist eine schematische Andeutung einer in den Figuren 3 und 4 in bezüglich der Schnittebene der Figuren 1 und 2 um 90° gedrehter Schnittebene dargestellten Fixiereinrichtung 16.

50

**[0026]** Die in den Figuren 3 und 4 dargestellte Fixiereinrichtung 16 besteht aus einem offenen Eisenkreis 5, einem Permanentmagneten 6 sowie einer magnetischen Trennspule 15. Der offene Eisenkreis besteht aus drei vorzugsweise feststehenden einzelnen Eisenteilen 5a, 5b und 5c. Das erste Eisenteil 5a und das zweite Eisenteil 5b sind miteinander über den Permanentmagneten 6 verbunden, während ein drittes Eisenteil 5c bezüglich der ersten beiden Eisenteile 5a und 5b nach oben versetzt angeordnet ist. Dieses dritte Eisenteil 5c ist von der magnetischen Trennspule umgeben.

55

**[0027]** Werden nun zwei aus ferromagnetischem Material bzw. Eisen gebildete Halteelemente 7, 7', wie in Figur 4 dargestellt, an die seitlichen Anlageflächen des offenen Eisenkreises 5 angelegt, bildet sich aus dem offenen Eisenkreis

5 und den Halteelementen 7 bzw. 7' ein geschlossener Eisenkreis aus. Die durch den Permanentmagneten 6 erzeugten magnetischen Feldlinien verlaufen nun im geschlossenen Eisenkreis und bilden damit einen geschlossenen Magnetfeldkreis. In dem vorliegenden magnetischen Eisenkreis werden die Halteelemente 7 und 7' an jeweils zwei Stellen, nämlich ihren jeweiligen Kontaktflächen mit den beiden Eisenteilen 5b und 5c an der Fixiereinrichtung 16 festgehalten. Durch die Aufteilung der vom permanentmagnetischen Fluss hervorgerufenen permanentmagnetischen Haltekraft auf vier in Reihe geschaltete Halteflächen im geschlossenen Eisenkreis erfolgt eine mehrfache Ausnutzung des magnetischen Flusses, wodurch das benötigte Magnetvolumen reduziert werden kann.

**[0028]** Die beiden Halteelemente 7 und 7' sind jeweils an einer als Hebelgetriebe ausgebildeten Hebelanordnung 8 bzw. 8' angeordnet. Die beiden Hebelanordnungen 8 bzw. 8' weisen jeweils einen ersten Hebel 9 bzw. 9' sowie einen damit über ein Hebelverbindungs-gelenk 13 bzw. 13' verbundenen zweiten Hebel 10 bzw. 10' auf. Die ersten Hebel 9 bzw. 9' sind jeweils mit dem Bezugs-element 1 über ein erstes Drehgelenk 11 bzw. 11' verbunden. Die zweiten Hebel 10 bzw. 10' sind jeweils über ein zweites Drehgelenk 12 bzw. 12' mit dem Stellglied 3 verbunden. Dabei befindet sich die erste Hebelanordnung 8 in der in den Figuren 3 und 4 gezeigten Schnittansicht links bezüglich der Fixiereinrichtung 16 und die zweite Hebelanordnung 8' rechts davon. Die Halteelemente 7 bzw. 7' sind jeweils an dem zugehörigen Hebelverbindungs-gelenk 13 bzw. 13' befestigt.

**[0029]** Wird nun das Stellglied 3 von der in Figur 3 gezeigten Ausschaltstellung mittels der magnetischen Antriebss-pule 2 in die in Fig. 4 gezeigte Einschaltstellung bewegt, so bewegen sich die Halteelemente 7 bzw. 7' auf die Fixiereinrichtung 16 zu. In der Einschaltstellung liegen die Halteelemente 7 bzw. 7' an den jeweiligen Anlageflächen des offenen Eisenkreises 5 an und werden durch die vom Permanentmagneten 6 erzeugte Magnetkraft daran festgehalten. Diese magnetische Haltekraft 14 bzw. 14' reicht aus, um das Stellglied 3 gegen die Rückstellkraft der Rückstellfedern 4 bzw. 4' in der Einschaltstellung zu halten. Dabei ist zu beachten, dass dazu aufgrund der Kraftübersetzung durch die Hebelanordnung 8 bzw. 8' eine im Vergleich zur Kraft der Rückstellfedern 4 bzw. 4' kleinere Haltekraft 14 bzw. 14' ausreicht. Bei der erfindungsgemäßen Betätigungs-vorrichtung kann die Haltekraft 14 bzw. 14' z.B. um einen Faktor 10 kleiner sein als die Rückstellkraft der Rückstellfedern 4 bzw. 4'.

**[0030]** Figur 5 zeigt die Kraftübersetzung durch die Hebelanordnung 8' in der in Figur 4 dargestellten Einschaltstellung. Dabei verhält sich eine am ersten Drehgelenk 12' der Hebelanordnung in Bewegungsrichtung des Stellgliedes 3 anliegende Kraft F2 zu einer am Hebelverbindungs-gelenk 13' senkrecht zur Kraft F2 wirkenden Kraft F1 wie folgt:

$$\frac{F1}{F2} = \tan \alpha_1 + \tan \alpha_2 \quad (1)$$

wobei  $\alpha_1$  der Außenwinkel zwischen der Richtung der Kraft F2 und der Richtung des ersten Hebels 9' ist sowie  $\alpha_2$  der Außenwinkel zwischen der Richtung der Kraft F2 und der Richtung des zweiten Hebels 10' ist.

**[0031]** Soll nun das Stellglied 3 von der in Figur 4 gezeigten Einschaltstellung in die in Figur 3 gezeigte Ausschaltstellung verschoben werden, so wird mittels der magnetischen Trennspule 15 ein Magnetfeld erzeugt, das entgegengesetzt zu dem im geschlossenen Eisenkreis vom Permanentmagnet 6 erzeugten Magnetfeld gerichtet ist. Damit wird die magnetische Haltekraft 14 bzw. 14' derart reduziert, dass die von den Rückstellfedern 4 und 4' auf das Stellglied ausgeübte Rückstellkraft ausreicht, um das Stellglied 3 in die Ausschaltstellung zurückzuführen. Aufgrund des zunehmenden Abstandes zwischen den Halteelementen 7, 7' und der Fixiereinrichtung 16 überwiegt die Rückstellkraft im weiteren Verlauf des Ausschaltvorgangs auch ohne bestromte Trennspule 15 die Haltekraft, so dass der Ausschaltvorgang dann alleine von den Rückstellfedern 4, 4' getrieben wird. Durch einen nicht dargestellten äußeren Anschlag und einen Dämpfer wird die Ausschaltbewegung begrenzt und gedämpft.

**[0032]** Die beschriebene Betätigungs-vorrichtung stellt einen elektromagnetischen Antrieb mit großem Hub dar, bei der die Ausschaltenergie in der Rückstellfeder vorgehalten wird. Diese Ausgestaltung ermöglicht für eine so genannte OCO-Schaltfolge eine reduzierte Vorhaltung von elektrischer Energie. Wie dargestellt, erfolgt in der Einschaltstellung eine permanentmagnetische Lagefixierung, wohingegen in der Ausschaltstellung eine mechanische Lagefixierung aufgrund der Vorspannung der Rückstellfedern erfolgt. Die Einschaltstellung und die Ausschaltstellung sind die beiden einzigen stabilen Stellungen der Betätigungs-vorrichtung.

**[0033]** Vor der OCO-Schaltfolge befindet sich die Betätigungs-vorrichtung in der Einschaltstellung, wodurch die Energie für die erste Ausschaltung bereits in den Rückstellfedern gespeichert ist. Die Energie für die zweite Ausschaltung wird dem System während der Einschaltung zugeführt (Rückstellfedern werden gespannt). Für eine OCO-Schaltfolge muss daher nur die Energie für eine Einschaltung vorgehalten werden (z.B. in Kondensatoren), wobei diese Energie dem Energiebedarf des Systems für eine Ein- und Ausschaltung entspricht, da die Rückstellfedern während der Einschaltung gespannt werden. Im Vergleich zu elektromagnetischen Antrieben ohne mechanische Energiespeicher, wie etwa Federn, wird bei der erfindungsgemäßen Betätigungs-vorrichtung das Vorhalten der Energie für die erste Ausschaltung eingespart.

Bezugszeichenliste

[0034]

5	1	Bezugselement
	2	magnetische Antriebsspule
	3	Stellglied
	3a	Stellstab
	4	erste Rückstellfeder
10	4'	zweite Rückstellfeder
	5	offener Eisenkreis
	5a	erstes Eisenteil
	5b	zweites Eisenteil
	5c	drittes Eisenteil
15	6	Permanentmagnet
	7	erstes Haltelement
	7'	zweites Haltelement
	8	erste Hebelanordnung
	8'	zweite Hebelanordnung
20	9	erster Hebel der ersten Hebelanordnung
	9'	erster Hebel der zweiten Hebelanordnung
	10	zweiter Hebel der ersten Hebelanordnung
	10'	zweiter Hebel der zweiten Hebelanordnung
	11	erstes Drehgelenk der ersten Hebelanordnung
25	11'	erstes Drehgelenk der zweiten Hebelanordnung
	12	zweites Drehgelenk der ersten Hebelanordnung
	12'	zweites Drehgelenk der zweiten Hebelanordnung
	13	Hebelverbindungsgelenk der ersten Hebelanordnung
	13'	Hebelverbindungsgelenk der zweiten Hebelanordnung
30	14	Haltekraft am ersten Halteelement
	14'	Haltekraft am zweiten Halteelement
	15	magnetische Trennspule
	16	Fixiereinrichtung

35

**Patentansprüche**

**1. Magnetische Betätigungsvorrichtung mit**

- 40
- einem Bezugselement (1)
  - einem zwischen einer ersten Endstellung und einer zweiten Endstellung relativ zum Bezugselement (1) beweglich angeordneten Stellglied (3), wobei das Bezugselement (1) und/oder das Stellglied (3) magnetisierbares Material aufweist,
  - einer Antriebsspule (2) zum Erzeugen eines das Stellglied (3) von der ersten Endstellung in die zweite Endstellung bewegenden Magnetfeldes,
  - 45 - einer mechanischen Spannvorrichtung (4, 4') zum Vorhalten von mechanischer Energie, mit der das Stellglied (3) von der zweiten Endstellung in die erste Endstellung zu bringen ist, und
  - einer einen Permanentmagneten (6) aufweisenden Fixiereinrichtung (16) zum Erzeugen einer das Stellglied (3) relativ zum Bezugselement (1) in der zweiten Endstellung fixierenden Haltekraft, wobei

50

die Fixiereinrichtung (16) eine den Permanentmagneten (6) enthaltende, vom Stellglied (3) getrennte Fixiereinheit (5) umfasst,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

55

das Bezugselement (1) mit dem Stellglied (3) über eine Hebelanordnung (8, 8') gekoppelt ist, welche zum Umwandeln einer vom Stellglied (3) auf die Hebelanordnung (8, 8') in Bewegungsrichtung des Stellgliedes (3) ausgeübten Kraft (F2) in eine quer dazu wirkende Kraft (F1) kleineren Betrags gestaltet ist.

**2. Magnetische Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 1,**

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Fixiereinrichtung (5) vom Bezugselement (1) getrennt angeordnet ist.

- 5       **3.** Magnetische Belägungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnete, dass**  
sowohl das Bezugselement (1) als auch das Stellglied (3) magnetisierbares Material, insbesondere ferromagnetisches Material aufweist.
- 10       **4.** Magnetische Betätigungsvorrichtung nach einem der vorausgehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die von der Fixiereinrichtung (16) erzeugte magnetische Haltekraft quer zur Bewegungsrichtung des Stellgliedes (3) wirkt.
- 15       **5.** Magnetische Betätigungsvorrichtung nach einem der vorausgehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
in der zweiten Endstellung des Stellgliedes (3) ein vom Stellglied (3) betätigter Schalter eine leitende Verbindung herstellt.
- 20       **6.** Magnetische Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Hebelanordnung einen drehbar an dem Bezugselement (1) befestigbaren ersten Hebel (9, 9') sowie einen drehbar an dem Stellglied (3) befestigbaren zweiten Hebel (10, 10') aufweist, wobei insbesondere der erste Hebel (9, 9') und der zweite Hebel (10, 10') über ein Drehgelenk (13, 13') miteinander verbunden sind.
- 25       **7.** Magnetische Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Drehgelenk (13, 13') zur Verbindung der beiden Hebel (9, 9', 10, 10') mit einem ein magnetisierbares Material aufweisenden Halteelement (7, 7') gekoppelt ist.
- 30       **8.** Magnetische Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das vom Permanentmagneten (6) der Fixiereinrichtung (16) ausgehende Magnetfeld dazu dient das Halteelement (7, 7') an der Fixiereinrichtung (16), welche insbesondere relativ zum Bezugselement (1) feststeht, festzulegen.
- 35       **9.** Magnetische Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 7 oder 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Fixiereinrichtung (16) und das Halteelement (7, 7') in der Stellung, in der das Halteelement (7, 7') an der Fixiereinrichtung (16) festgelegt ist, Teile eines geschlossenen Eisenkreises bilden.
- 40       **10.** Magnetische Betätigungsvorrichtung nach einem der vorausgehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die mechanische Spanneinrichtung (4, 4') eine Rückstellfeder umfasst.
- 45       **11.** Magnetische Betätigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Fixiereinrichtung (16) weiterhin eine magnetische Trennspule (15) aufweist, mittels welcher ein Gegenmagnetfeld erzeugbar ist, welches der vom Permanentmagneten erzeugten Haltekraft entgegenwirkt.

50       **Claims**

1. Magnetic actuating device having
- 55       - a reference element (1)  
- an actuating element (3) which is arranged such that it can move relative to the reference element (1) between a first limit position and a second limit position, with the reference element (1) and/or the actuating element (3) being composed of magnetic material,  
- a drive coil (2) for production of a magnetic field which moves the actuating element (3) from the first limit

position to the second limit position,

- a mechanical tensioning apparatus (4, 4') for storage of mechanical energy by means of which the actuating element (3) can be moved from the second limit position to the first limit position, and

- a fixing device (16), which has a permanent magnet (6) for production of a holding force which fixes the actuating element (3) in the second limit position relative to the reference element (1),

the fixing device (16) comprising a fixing unit (5), which contains the permanent magnet (6) and is separate from the actuating element (3),

**characterized in that**

the reference element (1) is coupled to the actuating element (3) via a lever arrangement (8, 8') which is designed to convert a force (F2) which is exerted by the actuating element (3) on the lever arrangement (8, 8') in the movement direction of the actuating element (3) to a force (F1) which acts transversely with respect to this and whose magnitude is less.

2. Magnetic actuating device according to Claim 1,

**characterized in that**

the fixing unit (5) is arranged separately from the reference element (1).

3. Magnetic actuating device according to Claim 1 or 2,

**characterized in that**

both the reference element (1) and the actuating element (3) are composed of magnetic material, in particular ferromagnetic material.

4. Magnetic actuating device according to one of the preceding claims,

**characterized in that**

the magnetic holding force produced by the fixing device (16) acts transversely with respect to the movement direction of the actuating element (3).

5. Magnetic actuating device according to one of the preceding claims,

**characterized in that,**

when the actuating element (3) is in the second limit position, a switch which is operated by the actuating element (3) produces a conductive connection.

6. Magnetic actuating device according to Claim 1,

**characterized in that**

the lever arrangement has a first lever (9, 9'), which can be attached to the reference element (1) such that it can rotate, as well as a second lever (10, 10'), which can be attached to the actuating element (3) such that it can rotate, in particular with the first lever (9, 9') and the second lever (10, 10') being connected to one another via a rotating joint (13, 13').

7. Magnetic actuating device according to Claim 6,

**characterized in that**

the rotating joint (13, 13') is coupled to a holding element (7, 7'), which is composed of a magnetic material, in order to connect the two levers (9, 9', 10, 10').

8. Magnetic actuating device according to Claim 7,

**characterized in that**

the magnetic field which originates from the permanent magnet (6) of the fixing device (16) is used to fix the holding element (7, 7') on the fixing device (16) which, in particular, is fixed relative to the reference element (1).

9. Magnetic actuating device according to Claim 7 or 8,

**characterized in that**

the fixing device (16) and the holding element (7, 7') form parts of a closed iron circuit in the position in which the holding element (7, 7') is fixed on the fixing device (16).

10. Magnetic actuating device according to one of the preceding claims,

**characterized in that**

the mechanical tensioning device (4, 4') has a reset spring.



11. Magnetic actuating device according to one of Claims 6 to 9,  
**characterized in that**  
the fixing device (16) also has a magnetic disconnection coil (15), by means of which an opposing magnetic field  
can be produced, which counteracts the holding force produced by the permanent magnet.

5

## Revendications

1. Dispositif d'actionnement mécanique comprenant :
- un élément (1) de référence,
  - un actionneur (3) monté mobile par rapport à l'élément (1) de référence entre une première position d'extrémité et une deuxième position d'extrémité, l'élément (1) de référence et/ou l'actionneur (3) comportant du matériau magnétisable,
  - une bobine (2) d'entraînement pour la production d'un champ magnétique déplaçant l'actionneur (3) de la première position d'extrémité à la deuxième position d'extrémité,
  - un dispositif (4, 4') mécanique de tension pour fournir de l'énergie mécanique, par lequel on peut faire passer l'actionneur (3) de la deuxième position d'extrémité à la première position d'extrémité, et
  - un dispositif (16) d'immobilisation ayant un aimant (6) permanent et destiné à produire une force de maintien immobilisant, dans la deuxième position d'extrémité, l'actionneur (3) par rapport à l'élément (1) de référence, dans lequel  
le dispositif (16) d'immobilisation comprend une unité (5) d'immobilisation comportant l'aimant (6) permanent et distincte de l'actionneur (3),  
**caractérisé en ce que**  
l'élément (1) de référence est couplé à l'actionneur (3) par un agencement (8, 8') à levier, qui est conformé pour la transformation d'une force (F2) appliquée par l'actionneur (3) à l'agencement (8, 8') de levier dans la direction de déplacement de l'actionneur (3) en une force (F1) agissant transversalement à celle-ci et de valeur absolue plus petite.
2. Dispositif d'actionnement mécanique suivant la revendication 1,  
**caractérisé en ce que**  
l'unité (5) d'immobilisation est montée séparément de l'élément (1) de référence.
3. Dispositif d'actionnement mécanique suivant la revendication 1 ou 2,  
**caractérisé en ce que**  
à la fois l'élément (1) de référence et l'actionneur (3) comportent du matériau magnétisable, notamment du matériau ferromagnétique.
4. Dispositif d'actionnement mécanique suivant l'une des revendications précédentes,  
**caractérisé en ce que**  
la force magnétique de maintien produite par le dispositif (16) d'immobilisation agit transversalement à la direction de déplacement de l'actionneur (3).
5. Dispositif d'actionnement mécanique suivant l'une des revendications précédentes,  
**caractérisé en ce que**  
dans la deuxième position d'extrémité de l'actionneur (3), un commutateur actionné par l'actionneur (3) ménage une liaison conductrice.
6. Dispositif d'actionnement mécanique suivant la revendication 1,  
**caractérisé en ce que**  
l'agencement de levier a un premier levier (9, 9') tournant et pouvant être fixé à l'élément (1) de référence ainsi qu'un deuxième levier (10, 10') tournant et pouvant être fixé à l'actionneur (3), notamment le premier levier (9, 9') et le deuxième leviers (10, 10') étant reliés entre eux par une articulation (13, 13') tournante.
7. Dispositif d'actionnement mécanique suivant la revendication 6,  
**caractérisé en ce que**  
l'articulation (13, 13') tournante est, pour la liaison des deux leviers (9, 9', 10, 10'), couplée à un élément (7, 7') de maintien ayant du matériau magnétisable.

## EP 1 859 462 B1

8. Dispositif d'actionnement mécanique suivant la revendication 7,  
**caractérisé en ce que**  
le champ magnétique issu de l'aimant (6) permanent du dispositif (16) d'immobilisation sert à fixer l'élément (7, 7')  
de maintien au dispositif (16) d'immobilisation, lequel est fixé, notamment par rapport à l'élément (1) de référence.

5

9. Dispositif d'actionnement mécanique suivant la revendication 7 ou 8,  
**caractérisé en ce que**  
le dispositif (16) d'immobilisation et l'élément (7, 7') de maintien forment, dans la position dans laquelle l'élément  
(7, 7') de maintien est fixé au dispositif (16) d'immobilisation, des parties d'un circuit de fer fermé.

10

10. Dispositif d'actionnement mécanique suivant l'une des revendications précédentes,  
**caractérisé en ce que**  
le dispositif (4, 4') de tension mécanique comprend un ressort de rappel.

15

11. Dispositif d'actionnement mécanique suivant l'une des revendications 6 à 9,  
**caractérisé en ce que**  
le dispositif (16) d'immobilisation a, en outre, une bobine (15) de séparation magnétique, au moyen de laquelle peut  
être produit un champ magnétique antagoniste, qui s'oppose à la force de maintien produite par l'aimant permanent.

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 2

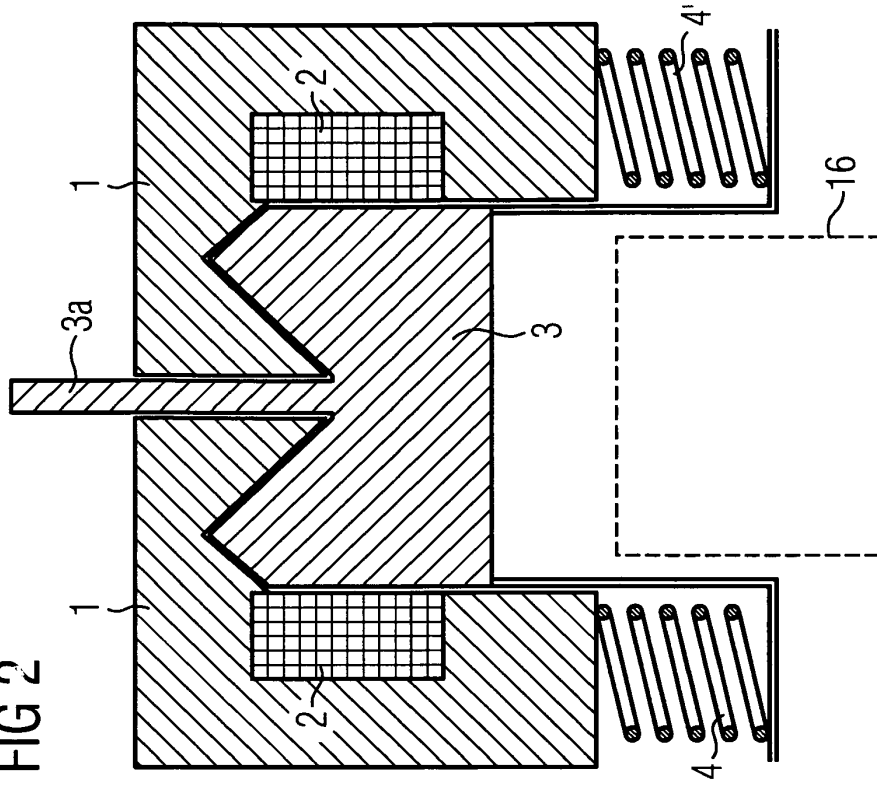


FIG 1

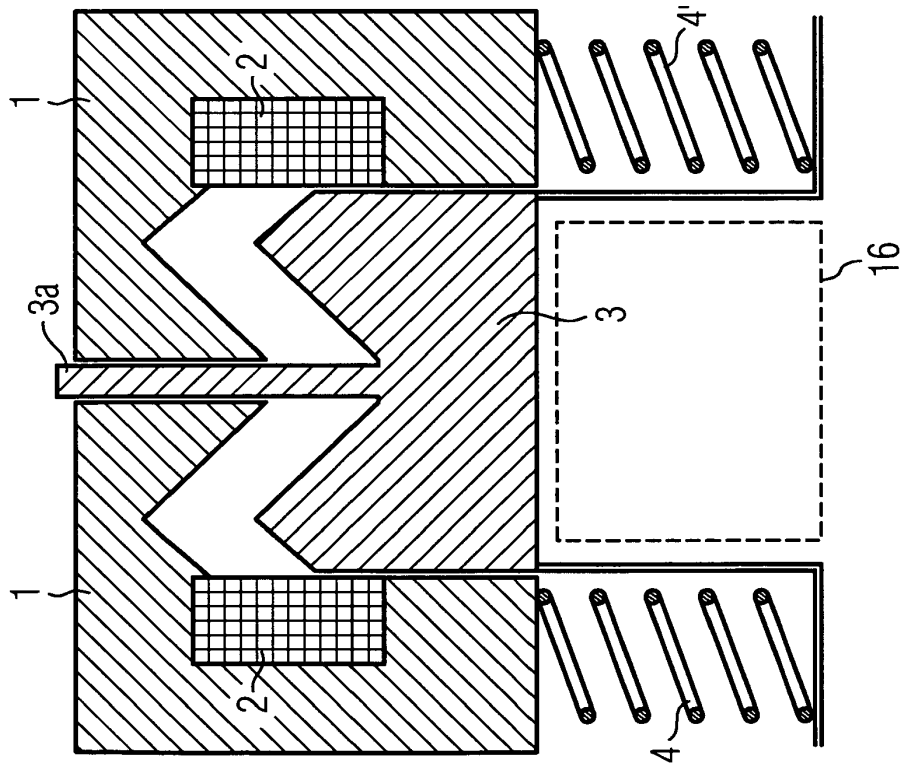


FIG 3

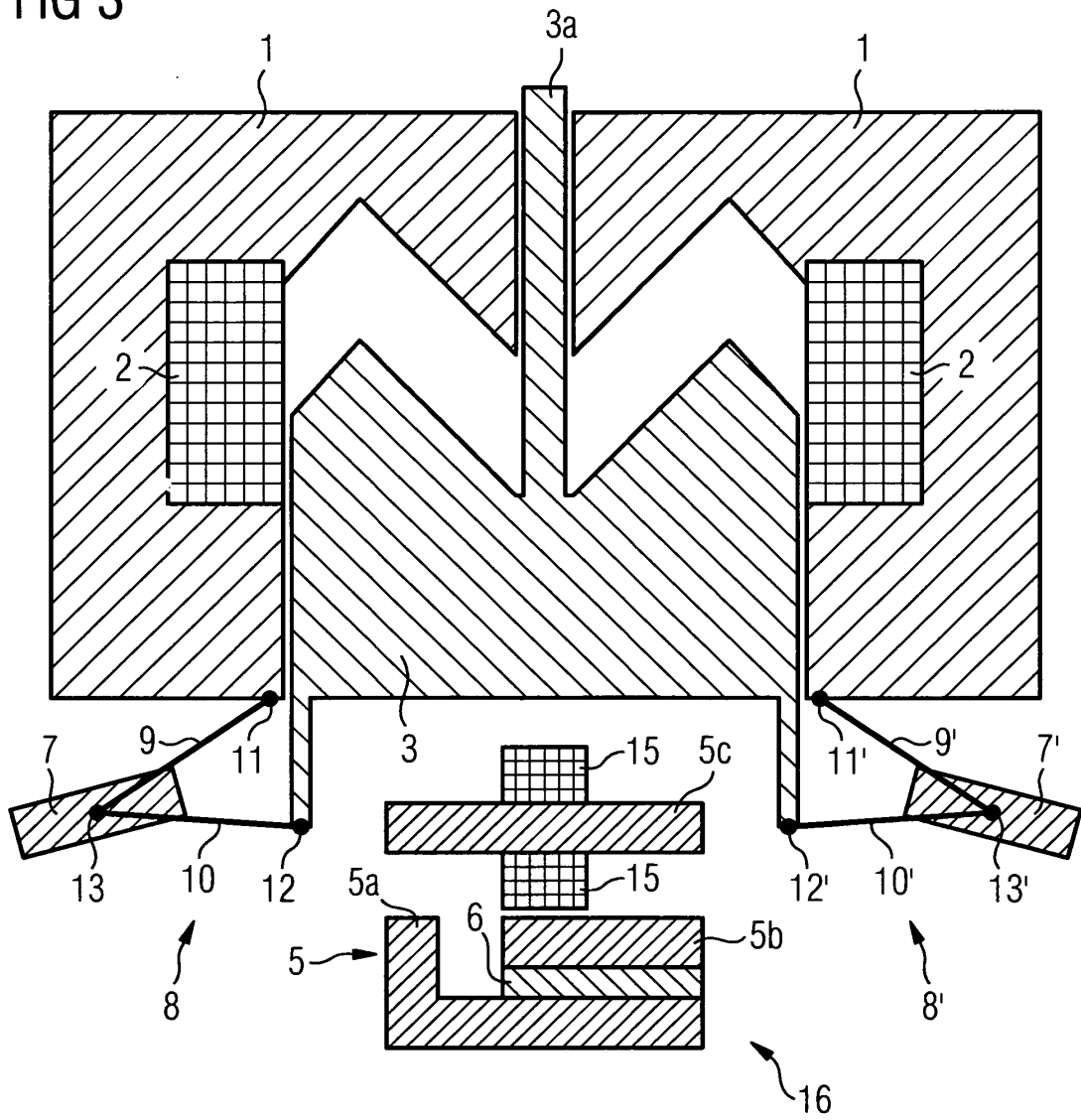


FIG 4

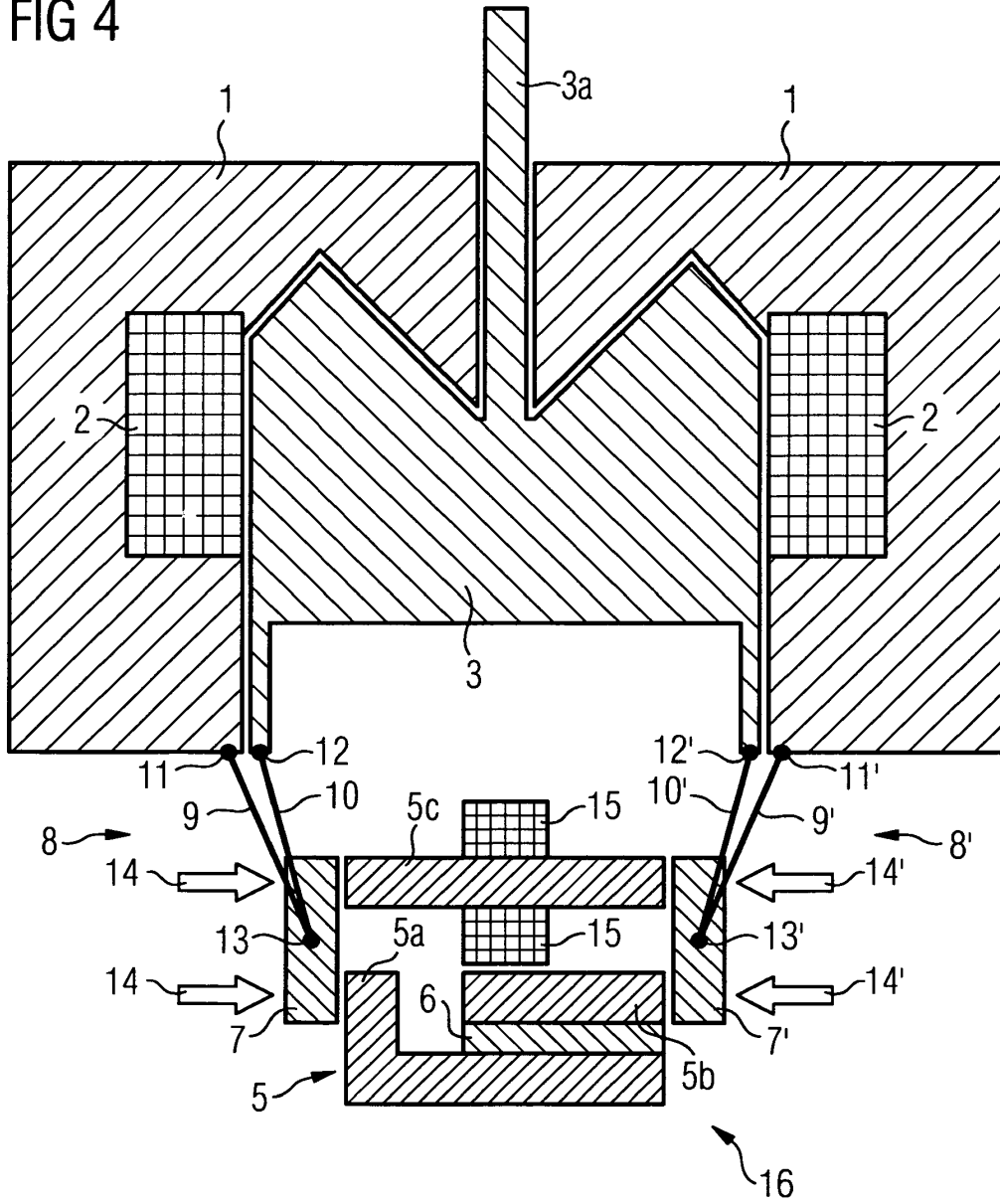
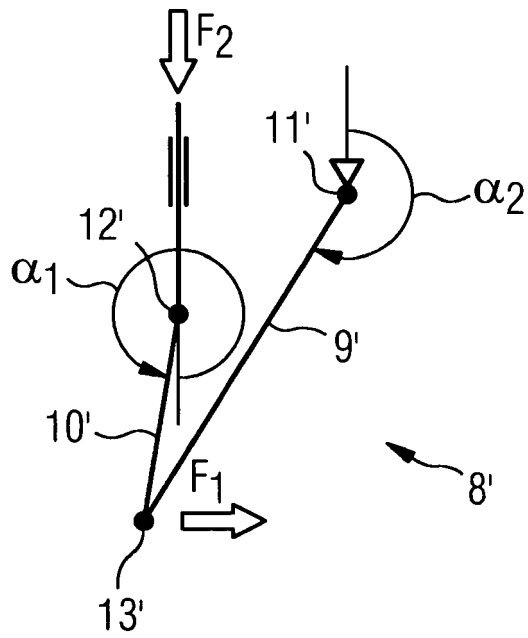


FIG 5



**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**

- EP 0867903 B1 [0002]
- DE 10309697 [0003]
- US 20040164828 A1 [0005]