



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 39 214 B4** 2009.03.26

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 39 214.9**
(22) Anmeldetag: **26.08.2003**
(43) Offenlegungstag: **25.03.2004**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **26.03.2009**

(51) Int Cl.⁸: **H01H 51/22** (2006.01)
H01H 3/28 (2006.01)
H01F 7/16 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2002-246335 27.08.2002 JP
2003-043838 21.02.2003 JP

(73) Patentinhaber:
Mitsubishi Denki K.K., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München

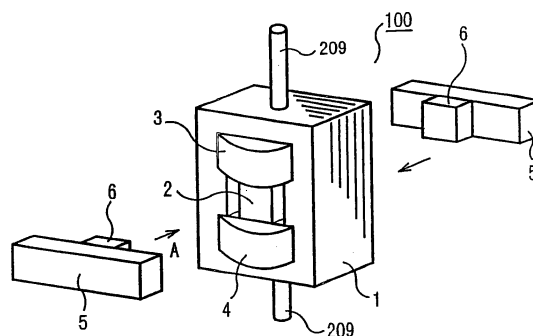
(72) Erfinder:
Nakagawa, Takafumi, Tokio/Tokyo, JP; Tsukima, Mitsuru, Tokio/Tokyo, JP; Takeuchi, Toshie, Tokio/Tokyo, JP; Koyama, Kenichi, Tokio/Tokyo, JP; Matsuda, Tetsuya, Tokio/Tokyo, JP; Tohya, Nobumoto, Tokio/Tokyo, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 43 04 921 C1
US 48 29 947 A
EP 07 21 650 B1

(54) Bezeichnung: **Magnetischer Betätiger**

(57) Hauptanspruch: Magnetischer Betätiger (100), der folgendes aufweist:

- ein erstes Joch (1), das eine Anordnung von laminierten Metallblechen aufweist;
 - ein zweites Joch (5), das an dem ersten Joch (1) angebracht ist;
 - einen Permanentmagneten (6);
 - einen Anker (2), der im Inneren des ersten Jochs (1) vorgesehen ist und in einer hin- und hergehenden Bewegung über eine bestimmte Hubstrecke zwischen einer ersten Position (8) und einer zweiten Position (9) entlang einer ersten Richtung beweglich ist; und
 - mindestens eine Spule (3a);
- wobei der von der mindestens einen Spule (3a) erzeugte Magnetfluß durch einen ersten Magnetkreis verläuft, der den Anker (2) und das erste Joch (1) enthält, um den Anker (2) entweder in die erste Position (8) oder in die zweite Position (9) zu bewegen, und
- wobei der von dem Permanentmagneten (6) erzeugte Magnetfluß durch einen zweiten Magnetkreis verläuft, der den Permanentmagneten (6), das...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen magnetischen Betätigen, der beispielsweise zum Ansteuern eines Leistungsschalters geeignet ist, der in einem elektrischen Kraftübertragungs- und Verteilungssystem verwendet wird, insbesondere einen magnetischen Betätigen, der mit Permanentmagneten und elektromagnetischen Spulen versehen ist.

[0002] [Fig. 19](#) zeigt eine schematische Darstellung zur allgemeinen Erläuterung einer Konstruktion eines herkömmlichen elektrischen Leistungsschaltersystems **500**, von dem ein Beispiel in der europäischen Patentveröffentlichung mit der Nr. EP 0 721 650 B1 dargestellt ist.

[0003] Wie unter Bezugnahme auf die Zeichnung ersichtlich ist, beinhaltet das Leistungsschaltersystem **500** einen magnetischen Betätigen **100**, einen Leistungsschalter **200**, der zum Öffnen und Schließen von Schalterkontakten **210** mit dem magnetischen Betätigen **100** verbunden ist, sowie Federn **300** und **301**, die jeweils an der Oberseite und der Unterseite des magnetischen Betätigers **100** vorgesehen sind. Diese Federn **300**, **301** unterstützen die Arbeit des Leistungsschalters **200**, wenn der magnetische Betätigen **100** den Leistungsschalter **200** zum Öffnen und Schließen seiner Kontakte **210** veranlaßt.

[0004] [Fig. 18](#) zeigt die Hauptkomponenten des magnetischen Betätigers **100** gemäß [Fig. 19](#). Wie in der Zeichnung dargestellt ist, beinhaltet der magnetische Betätiger **100** ein Joch **250**, das aus ferromagnetischen Laminierungen aufgebaut ist, von denen jede durch Ausstanzen von magnetischem Stahlblech zur Bildung eines linken Jochbereichs **201**, eines rechten Jochbereichs **202**, eines oberen Jochbereichs **203** sowie eines unteren Jochbereichs **204** gebildet ist.

[0005] Der magnetische Betätiger **100** beinhaltet ferner Permanentmagneten **205**, einen Anker **206**, der innerhalb des Jochs **250** über eine bestimmte Hubstrecke bzw. Bewegungsstrecke beweglich ausgebildet ist, sowie eine erste und eine zweite Spule **207**, **208**. Die Permanentmagneten **205** sind an massiven inneren Jochen **201b** und **202b** angebracht, die an Polbereichen **201a** und **202a** vorgesehen sind, die von dem linken Jochbereich **201** bzw. dem rechten Jochbereich **202** nach innen ragen. Die bei dem magnetischen Betätiger **100** verwendete erste und zweite Spule **207**, **208** üben die gleiche magnetomotorische Kraft (MMK) (AT) aus.

[0006] Der Anker **206** ist mit einer Betätigungsstange **209** verbunden, die sich durch den oberen und den unteren Jochbereich **203**, **204** hindurch erstreckt und mit dem Leistungsschalter **200** verbunden ist.

Zwischen dem Anker **206** und den Permanentmagneten **205** sind Luftspalte **g** vorhanden. Es ist zu erkennen, daß [Fig. 18](#) ein Beispiel darstellt, bei dem der Leistungsschalter **200** im Gegensatz zu dem in [Fig. 19](#) gezeigten Beispiel oberhalb von dem magnetischen Betätiger **100** vorgesehen ist.

[0007] Es sei nun angenommen, daß der Anker **206** zur Zeit in einer ersten Position **203a** angrenzend an den oberen Jochbereich **203** gehalten ist, und zwar durch ein von den Permanentmagneten **205** erzeugtes Magnetfeld. Wenn die zweite Spule **208** in einer derartigen Weise erregt bzw. aktiviert wird, daß sie ein Magnetfeld mit der gleichen Polarität wie das von den Permanentmagneten **205** erzeugte Magnetfeld erzeugt, wird eine von den Permanentmagneten **205** auf den Anker **206** ausgeübte Haltekraft aufgehoben, und infolgedessen bewegt sich der Anker **206** um den Betrag, der der vorstehend genannten bestimmten Hubstrecke entspricht, nach unten zu dem unteren Jochbereich **204**.

[0008] Wenn dann die zweite Spule **208** deaktiviert wird, so wird der Anker **206** durch das von den Permanentmagneten **205** erzeugte Magnetfeld nun in einer zweiten Position **204a** angrenzend an den unteren Jochbereich **204** gehalten. Hierbei handelt es sich bei der genannten bestimmten Hubstrecke des Ankers **206** um einen Betrag, der zum Beispiel zum Unterbrechen der Kontakte **210** des Leistungsschalters **200** erforderlich ist.

[0009] In dem in [Fig. 18](#) dargestellten Beispiel ist der Anker **206** in der zweiten Position **204a** angrenzend an den unteren Jochbereich **204** gehalten, so daß ein Luftspalt **g** zwischen dem Anker **206** und dem oberen Jochbereich **203** gebildet wird. Die in [Fig. 19](#) dargestellte Feder **301** unterstützt das Öffnen der Kontakte **210** des Leistungsschalters **200** über die Betätigungsstange **203**, wenn sich der Anker **206** als Ergebnis der Erregung der zweiten Spule **208** zu bewegen beginnt. Andererseits unterstützt die Feder **300** das Schließen der Kontakte **210** des Leistungsschalters **200**, wenn sich die Kontakte **210** aus einer geöffneten Position, wie sie in [Fig. 19](#) dargestellt ist, schließen.

[0010] Bei Aktivierung der ersten Spule **207** bewegt sich der Anker **206** in Richtung auf den oberen Jochbereich **203** und veranlaßt die Kontakte **210** zum Schließen, und er wird in der ersten Position **203a** angrenzend an den oberen Jochbereich **203** gehalten.

[0011] Das Arbeitsprinzip des Ankers **206** wird nun unter Bezugnahme auf die [Fig. 17A](#) bis [Fig. 17C](#) erläutert. Diese Figuren zeigen ebenfalls ein Beispiel, in dem der Leistungsschalter **200** im Gegensatz zu dem in [Fig. 19](#) dargestellten Beispiel über dem magnetischen Betätiger **100** vorgesehen ist.

(1) Die Kontakte **210** des Leistungsschalters **200**

befinden sich in [Fig. 17A](#) in einer geschlossenen Position, in der der Anker **206** in der ersten Position **203a** angrenzend an den oberen Jochbereich **203** gehalten ist und weder die erste Spule **207** noch die zweite Spule **208** aktiviert ist. Die Buchstaben "N" in der Zeichnung bezeichnen Nordpole, die durch die Permanentmagneten **205** auf Oberflächen des Ankers **206** gebildet werden, und die Buchstaben "S" bezeichnen Südpole, die von den Permanentmagneten **205** auf Oberflächen der in [Fig. 18](#) gezeigten Polbereiche **201a**, **202a** gebildet werden.

Unter diesen Bedingungen erzeugen die Permanentmagneten **205** Magnetflüsse Φ_{PM1} und Φ_{PM2} , die durch Magnetkreise L1 bzw. L2 fließen. Da der Magnetkreis L1 einen niedrigeren magnetischen Widerstand als der Magnetkreis L2 aufweist, ist der Magnetfluß Φ_{PM1} viel größer als der Magnetfluß Φ_{PM2} ($\Phi_{PM1} \gg \Phi_{PM2}$), so daß eine magnetische Anziehungskraft zwischen dem Anker **206** und dem oberen Jochbereich **203** auftritt. Diese magnetische Anziehungskraft wird ausgedrückt als $F = \Phi^2 / S / \mu_0 = Bg^2 S / \mu_0$, wobei Bg die Flußdichte in dem Luftspalt G ist und S die einander zugewandt gegenüberliegende Fläche des oberen Jochbereichs **203** und des Ankers **206** ist.

(2) Wenn die zweite Spule **208** in diesem Zustand aktiviert wird, werden Magnetflüsse $\Phi_{Spule2-1}$ und $\Phi_{Spule2-2}$ erzeugt, wie dies in [Fig. 17B](#) gezeigt ist. Diese Magnetflüsse $\Phi_{Spule2-1}$, $\Phi_{Spule2-2}$ werden mit den von den Permanentmagneten **205** erzeugten Magnetflüssen Φ_{PM1} , Φ_{PM2} kombiniert. Wenn eine Beziehung erfüllt wird, die ausgedrückt wird als $\Phi_{PM2} + \Phi_{Spule2-1} > \Phi_{PM1} - \Phi_{Spule2-2}$, tritt eine Kraft auf, die den Anker **206** in Richtung auf den unteren Jochbereich **204** zieht.

(3) Wenn sich der Anker **206** von dem oberen Jochbereich **203** weg bewegt, wird die Summe der Magnetflüsse $\Phi_{PM2} + \Phi_{Spule2-1}$ viel größer als die Summe der Magnetflüsse $\Phi_{PM1} - \Phi_{Spule2-2}$ ($\Phi_{PM2} + \Phi_{Spule2-1} \gg \Phi_{PM1} - \Phi_{Spule2-2}$), so daß der Anker **206** dazu veranlaßt wird, sich um den Betrag der vorstehend genannten bestimmten Hubstrecke zu bewegen und somit die zweite Position **204a** angrenzend an den unteren Jochbereich **204** erreicht, wie dies in [Fig. 17C](#) dargestellt ist.

(4) Wenn die zweite Spule **208** an diesem Punkt deaktiviert wird, wird der Magnetfluß Φ_{PM1} viel geringer als der Magnetfluß Φ_{PM2} ($\Phi_{PM1} \ll \Phi_{PM2}$), so daß der Anker **206** in der zweiten Position **204a** angrenzend an den unteren Jochbereich **204** gehalten wird, wie dies in [Fig. 17C](#) gezeigt ist.

[0012] Wenn sich der Anker **206** um den Betrag der vorstehend genannten bestimmten Hubstrecke innerhalb des Jochs **250** bewegt, wie dies vorstehend erläutert ist, wird ein in einem elektrischen Kraftübertragungs- und Verteilungssystem fließender Strom durch das Öffnen der Kontakte **210** des Leistungsschalters **200** unterbrochen, der mit der Betätigungs-

stange **209** gekoppelt ist, die direkt mit dem Anker **206** verbunden ist.

[0013] Zum Zurückbringen der Kontakte **210** aus der in [Fig. 17C](#) gezeigten offenen Position in die in [Fig. 17A](#) gezeigte geschlossene Position wird die erste Spule **207** aktiviert, so daß sich der Anker **206** nach oben in die ersten Position **203a** angrenzend an den oberen Jochbereich **203** bewegt, und zwar nach dem gleichen Arbeitsprinzip, wie dieses vorstehend beschrieben worden ist. Die erste Spule **207** wird an diesem Punkt deaktiviert, und der Anker **206** wird durch den von den Permanentmagneten **205** erzeugten Magnetfluß Φ_{PM1} in der ersten Position **203a** gehalten, so daß die Kontakte **210** des Leistungsschalters **200** geschlossen werden und ein Strom in normaler Weise fließt.

[0014] Bei dem magnetischen Betätiger **100**, der in dem vorstehend beschriebenen herkömmlichen Leistungsschaltersystem **500** verwendet wird, sind die Permanentmagneten **205** zum Halten des Ankers **206** in der ersten oder in der zweiten Position **203a**, **204a** an den Polbereichen **201a** und **202a** über die massiven inneren Joche **201b** bzw. **202b** angebracht. Bei dieser Konstruktion sind die Permanentmagneten **205** in den Magnetkreisen L1 und L2 vorhanden, die von der ersten und der zweiten Spule **207**, **208** zum Betätigen des Ankers **206** gebildet werden, und aus diesem Grund treten Wirbelströme in den Permanentmagneten **205** und den inneren Jochen **201b**, **202b** auf, wenn eine aktivierende Stromversorgung (nicht gezeigt) eingeschaltet und ausgeschaltet wird.

[0015] Diese Wirbelströme führen zu einem derartigen Problem, daß sie nicht nur eine Beeinträchtigung der Ansprecheigenschaften des magnetischen Betätigers **100** verursachen, sondern auch zu einer Erhöhung der Größe und Kostensteigerung der vorstehend genannten aktivierenden Stromversorgung führen.

[0016] Aus der DE 43 04 921 C1 ist ein bistabiler magnetischer Antrieb für einen elektrischen Schalter bekannt, der mit einem Anker über mindestens ein mechanisches Glied auf einen Schalter einwirkt. Der Anker besteht dabei aus lamellierten Weicheisenblechen und ist in einem von einem rechteckigen Joch aus lamellierten Weicheisenblechen umgebenen Raum zwischen zwei, mit gleichen Polen dem Anker zugewandten Dauermagneten axial verschiebbar angeordnet. Die Dauermagnete sind jeweils zwischen dem Anker und einem Polschuh stationär angebracht, der in das Joch übergeht. Beiderseits der Polschuhe ist jeweils eine Spule innerhalb des Joches angeordnet.

[0017] Aus der US 4 829 947 A ist eine magnetische Betätigungseinrichtung für ein Ventil einer Brenn-

kraftmaschine bekannt. Das Ventil ist mit einer Feder in eine neutrale, zentrale Position vorgespannt, wird jedoch mit Permanentmagneten mit zugeordneten Spulen entweder in einer vollständig geöffneten oder einer geschlossenen Position gehalten. Die Bewegung des Ventils zwischen den geöffneten und geschlossenen Stellungen erfolgt durch die Betätigung einer Spule, um das Feld eines zugeordneten Magneten zu beseitigen, so daß die Feder das Ventil in die jeweils andere Position bewegt. Soweit ersichtlich ist die Beseitigung von störenden Wirbelströmen in diesen Veröffentlichungen nicht angesprochen.

[0018] In Anbetracht der vorstehenden Ausführungen besteht die Aufgabe der Erfindung in der Angabe eines magnetischen Betätigers, bei dem das Auftreten von Wirbelströmen durch das Vorsehen von Permanentmagneten in anderen Magnetkreisen als den Magnetkreisen zum Ansteuern des Ankers minimiert werden kann.

[0019] Zur Lösung dieser Aufgabe wird gemäß der Erfindung ein magnetischer Betätiger angegeben, der folgendes aufweist:

Ein erstes Joch, das eine Anordnung von laminierten Metallblechen aufweist; ein zweites Joch, das an dem ersten Joch angebracht ist;
einen Permanentmagneten;
einen Anker, der im Inneren des ersten Jochs vorgesehen ist und in einer hin- und hergehenden Bewegung über eine bestimmte Hubstrecke zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position entlang einer ersten Richtung beweglich ist; und
mindestens eine Spule;
wobei der von der mindestens einen Spule erzeugte Magnetfluß durch einen ersten Magnetkreis verläuft, der den Anker und das erste Joch enthält, um den Anker entweder in die erste Position oder in die zweite Position zu bewegen, und wobei der von dem Permanentmagneten erzeugte Magnetfluß durch einen zweiten Magnetkreis verläuft, der den Permanentmagneten, das erste Joch, das zweite Joch und den Anker enthält, um den Anker in der ersten Position oder der zweiten Position zu halten.

[0020] Vorteilhafte Weiterbildungen des magnetischen Betätigers gemäß der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0021] Mit dem erfindungsgemäßen Betätiger wird die Aufgabe in zufriedenstellender Weise gelöst. Auf diese Weise steht ein magnetischer Betätiger mit verbesserten Ansprecheigenschaften zur Verfügung.

[0022] In speziellen Ausführungsformen des magnetischen Betätigers, die im einzelnen in den Unteransprüchen definiert sind, können Luftspalte zwischen dem Anker und dem jeweiligen Joch in der ersten Position und der zweiten Position des Ankers gleich groß oder unterschiedlich sein, und zwar in Ab-

hängigkeit von den erforderlichen Kräften, um den Anker in einer geöffneten Kontaktposition oder einer geschlossenen Kontaktposition zu halten.

[0023] Spezielle Ausführungsformen des erfindungsgemäßen magnetischen Betätigers ermöglichen es weiterhin, kompakte Bauformen zu realisieren, Gewichtseinsparungen vorzunehmen und auf diese Weise Herstellungskosten zu verringern. Derartige Ausführungsformen sind nachstehend im einzelnen erläutert.

[0024] Die Erfindung und Weiterbildungen der Erfindung werden im folgenden anhand der zeichnerischen Darstellungen von verschiedenen Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

[0025] [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) teilweise auseinandergezogene Perspektivansichten eines magnetischen Betätigers gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0026] [Fig. 2](#) eine Perspektivansicht des magnetischen Betätigers des ersten Ausführungsbeispiels;

[0027] [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) schematische Schnittansichten zur allgemeinen Erläuterung einer Joch- und Ankeranordnung des magnetischen Betätigers des ersten Ausführungsbeispiels;

[0028] [Fig. 4](#) eine Perspektivansicht eines Ankers des magnetischen Betätigers des ersten Ausführungsbeispiels;

[0029] [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) schematische Darstellungen zur Erläuterung eines magnetischen Betätigers gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei ein magnetischer Betätiger zum Einsatz kommt, der auch in einer Variation des ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung verwendet wird;

[0030] [Fig. 6A](#) bis [Fig. 6C](#) schematische Darstellungen zur Erläuterung der Konstruktion des Ankers gemäß der Variation des ersten Ausführungsbeispiels der [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#);

[0031] [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) schematische Schnittdarstellungen zur Erläuterung eines magnetischen Betätigers gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0032] [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8C](#) schematische Darstellungen zur Erläuterung des Arbeitsprinzips der magnetischen Betätiger gemäß den verschiedenen Ausführungsbeispielen der Erfindung;

[0033] [Fig. 9](#) eine teilweise auseinandergezogene Perspektivansicht des magnetischen Betätigers gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0034] [Fig. 10A](#) bis [Fig. 10F](#) Perspektivansichten von zweiten Jochen, die bei dem magnetischen Betätiger des dritten Ausführungsbeispiels verwendbar sind;

[0035] [Fig. 11](#) eine teilweise auseinandergezogene Perspektivansicht des magnetischen Betätigers gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0036] [Fig. 12](#) eine Perspektivansicht des magnetischen Betätigers des vierten Ausführungsbeispiels;

[0037] [Fig. 13](#) eine Perspektivansicht des magnetischen Betätigers gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0038] [Fig. 14](#) eine Perspektivansicht des magnetischen Betätigers gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0039] [Fig. 15](#) eine schematische Schnittdarstellung zur Erläuterung einer Joch- und Ankeranordnung des magnetischen Betätigers des sechsten Ausführungsbeispiels;

[0040] [Fig. 16A](#) bis [Fig. 16C](#) schematische Darstellungen zur Erläuterung des Arbeitsprinzips des magnetischen Betätigers des sechsten Ausführungsbeispiels;

[0041] [Fig. 17A](#) bis [Fig. 17C](#) schematische Darstellungen zur Erläuterung des Arbeitsprinzips eines herkömmlichen magnetischen Betätigers;

[0042] [Fig. 18](#) eine schematische Darstellung zur Erläuterung von Hauptkomponenten des herkömmlichen magnetischen Betätigers; und

[0043] [Fig. 19](#) eine schematische Darstellung zur allgemeinen Erläuterung der Konstruktion eines herkömmlichen Leistungsschaltersystems.

[0044] Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung ausführlich beschrieben.

Erstes Ausführungsbeispiel

[0045] Ein magnetischer Betätiger **100** gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) bis [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) sowie [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8C](#) beschrieben.

[0046] Die [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) zeigen eine teilweise auseinandergezogene Perspektivansicht des magnetischen Betätigers **100**, [Fig. 2](#) zeigt eine Perspektivansicht des magnetischen Betätigers **100**, und die [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) zeigen Schnittdarstellungen zur allgemeinen Erläuterung einer Joch- und Ankeran-

ordnung.

[0047] Unter Bezugnahme auf diese Zeichnungen beinhaltet der magnetische Betätiger **100** ein erstes Joch **1**, das gebildet ist aus einem oberen Jochbereich **1a**, einem unteren Jochbereich **1b** sowie seitlichen Jochbereichen **1c**, einen Anker **2**, eine erste Spule **3**, eine zweite Spule **4**, ein Paar zweite Joche **5**, ein Paar Permanentmagneten **6** sowie einen linken und einen rechten Pol **7**.

[0048] Die Bezugszeichen **8** und **9** bezeichnen eine erste bzw. eine zweite Position des Ankers **2**. Das Bezugszeichen **209** bezeichnet eine Stange, die sich durch den oberen und den unteren Jochbereich **1a**, **1b** hindurch erstreckt und unten mit dem Anker **2** verbunden ist und oben mit einem der Kontakte **210** eines Leistungsschalters **200** verbunden ist.

[0049] Das erste Joch **1** ist aus ferromagnetischen Laminierungen aufgebaut, die jeweils durch Ausstanzen von dünnem magnetischem Stahlblech derart gebildet sind, daß der obere Jochbereich **1a**, der untere Jochbereich **1b**, die seitlichen Jochbereiche **1c** sowie die Pole in Form einer einstöckigen Konstruktion ausgebildet sind.

[0050] Die erste Position **8** des Ankers **2** befindet sich an der unteren Oberfläche des oberen Jochbereichs **1a**, mit der der Anker **2** in direktem Kontakt gehalten ist, während sich die zweite Position **9** des Ankers **2** geringfügig oberhalb der oberen Oberfläche des unteren Jochbereichs **1b** befindet.

[0051] Der Anker **2** ist im Inneren des ersten Jochs **1** derart vorgesehen, daß sich der Anker **2** über eine bestimmte Hubstrecke entlang einer ersten Richtung bzw. der vertikalen Richtung in bezug auf [Fig. 1A](#) nach oben und unten bewegen kann. Die erste und die zweite Spule **3**, **4** sind ebenfalls im Inneren des ersten Jochs **1** vorgesehen. Die beiden zweiten Joche **5** sind entlang einer zu der ersten Richtung rechtwinkligen, zweiten Richtung angebracht, wobei sich die seitlichen Jochbereiche **1c** zwischen diesen befinden.

[0052] Der Anker **2** ist aus Laminierungen aus dünnem magnetischem Stahl oder dünnen Stahlblechen aufgebaut und ist mit der Betätigungsstange **209** verbunden, die mit dem Leistungsschalter **200** gekoppelt ist. Zwischen dem Anker **2** und den Polen **7** sind Luftspalte **g** ausgebildet. Die beiden zweiten Joche **5** sind aus massiven Stahlplatten mit rechteckiger Formgebung in der Seitenansicht gebildet und mittels Bolzen oder anderen nicht dargestellten Befestigungseinrichtungen an den seitlichen Jochbereichen **1c** angebracht.

[0053] Die Permanentmagneten **6** sind an den jeweiligen zweiten Jochen in der Mitte von deren Länge

angebracht. In dem in dem magnetischen Betätiger **100** eingebauten Zustand sind die einzelnen Permanentmagneten **6** dem Anker **2** über die gleichen Luftspalte **g** hinweg, wie diese vorstehend erwähnt wurden, einander zugewandt gegenüberliegend angeordnet.

[0054] [Fig. 3A](#) zeigt einen Zustand, in dem der Anker **2** durch die an den zweiten Jochen **5** angebrachten Permanentmagneten **6** in der ersten Position **8** angrenzend an den oberen Jochbereich **1a** gehalten ist. In diesem Zustand sind die Kontakte **210** des Leistungsschalters **200** geschlossen. [Fig. 3B](#) dagegen zeigt einen Zustand, in dem der Anker **2** in der zweiten Position **9** angrenzend an den unteren Jochbereich **1b** gehalten ist und die Kontakte **210** des Leistungsschalters **200** geöffnet sind. Es ist ein erster Luftspalt **G1** zwischen der oberen Oberfläche des Ankers **2** und dem oberen Jochbereich **1a** (der ersten Position **8**) in [Fig. 3B](#) gebildet, während ein zweiter Luftspalt **G2** zwischen der unteren Oberfläche des Ankers **2** und dem unteren Jochbereich **1b** in [Fig. 3A](#) gebildet ist.

[0055] Im folgenden wird beschrieben, wie das erste Joch **1** und die zweiten Joche **5** Magnetkreise bilden. Wenn die erste Spule **3** oder die zweite Spule **4** durch eine nicht gezeigte aktivierende Stromversorgung aktiviert wird, erzeugen sie Magnetflüsse, die durch erste Magnetkreise hindurchgehen, die durch das Innere des ersten Jochs **1** und den Anker **2** hindurch gebildet sind. Diese Magnetflüsse entsprechen den Magnetflüssen $\Phi_{\text{Spule2-1}}$, $\Phi_{\text{Spule2-2}}$ der [Fig. 17B](#), wie dies in der vorausgehenden Beschreibung des einschlägigen Standes der Technik beschrieben worden ist.

[0056] Die durch die ersten Magnetkreise hindurch fließenden Magnetflüsse veranlassen den Anker **2** zur Ausführung einer nach oben und unten gehenden Bewegung entlang der genannten ersten (vertikalen) Richtung des ersten Jochs **1**. Beim Umschalten des Leistungsschalters **2** von einer geschlossenen Position der Kontakte **210**, wie dies in [Fig. 3A](#) dargestellt ist, in eine geöffnete Position der Kontakte **210**, wie dies in [Fig. 3B](#) dargestellt ist, wird die zweite Spule **4** zum Erzeugen von Magnetflüssen $\Phi_{\text{Spule2-1}}$, $\Phi_{\text{Spule2-2}}$ aktiviert, wie dies in [Fig. 8B](#) gezeigt ist.

[0057] Infolgedessen wird der Anker **2** zur Ausführung einer Bewegung von der ersten Position **8** angrenzend an den oberen Jochbereich **1a** nach unten in die zweite Position **9** angrenzend an den unteren Jochbereich **1b** um den Betrag der genannten bestimmten Hubstrecke veranlaßt, der gleich $G2 - t$ entspricht, wie dies in [Fig. 3A](#) dargestellt ist.

[0058] Beim Umschalten des Leistungsschalters **200** von der in [Fig. 3B](#) gezeigten geöffneten Position der Kontakte **210** in die in [Fig. 3A](#) gezeigte geschlos-

sene Position der Kontakte **210** dagegen wird die erste Spule **3** aktiviert, um den Anker **2** nach oben zu bewegen. Das erste Joch **1** bildet Bestandteil von magnetischen Wegen, durch die die von der jeweils aktivierten ersten Spule **3** oder zweiten Spule **4** erzeugten Magnetflüsse in der vorstehend erläuterten Weise fließen. Das erste Joch **1** ist daher aus Laminierungen aus dünnen magnetischen Stahlblechen gebildet, um Wirbelströme zu vermindern, die in dem ersten Joch **1** als Ergebnis der Aktivierung bzw. Erregung der ersten oder zweiten Spule **3**, **4** auftreten könnten.

[0059] Der Anker **2**, der ebenfalls Bestandteil der magnetischen Wege bildet, ist aus dem gleichen Grund aus Laminierungen aus dünnen magnetischen Stahlblechen gebildet. Diese dünnen magnetischen Stahlbleche sind durch Befestigungsbolzen **11** fest zusammengebunden, wobei Stahl-Endplatten **10** an beiden Enden der Laminierungen platziert sind, wie dies in [Fig. 4](#) gezeigt ist.

[0060] Bei jeder ersten und der zweiten Spule **3**, **4** kann es sich um eine Spulenordnung handeln, die aus einem Satz von mehreren Spulen gebildet ist, oder die erste und die zweite Spule **3**, **4** können zusammen durch einen Satz von mehreren Spulen gebildet sein, die zum Betätigen des Ankers **2** erforderlich sind und zur Erzeugung der gewünschten Steuereigenschaften des magnetischen Betätigers **100** ausgebildet sind. Zum Beispiel kann eine dritte Spule, die die Funktion der ersten Spule **3** erfüllt, an einer Stelle vorgesehen sein, an der die zweite Spule **4** vorgesehen ist.

[0061] Die zweiten Joche **5** sind entlang der zweiten Richtung rechtwinklig zu der ersten Richtung orientiert, wie dies in [Fig. 1A](#) dargestellt ist. Durch die Permanentmagneten **6** erzeugte Magnetflüsse fließen durch zweite Magnetkreise, die aus dem jeweiligen zweiten Joch **5** gebildet sind, durch den seitlichen Jochbereich **1c**, den oberen oder den unteren Jochbereich **1a**, **1b**, den Anker **2**, den Permanentmagneten **6** sowie zurück zu dem zweiten Joch **5**.

[0062] Somit bilden die zweiten Joche **5** des ersten Ausführungsbeispiels ebenso wie die der nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiele **2** bis **6** Bestandteile der zweiten Magnetkreise, durch die die von den Permanentmagneten **6** erzeugten Magnetflüsse fließen. Die zweiten Joche **5** bilden jedoch nicht Bestandteile der ersten Magnetkreise, durch die die von der ersten oder der zweiten Spule **3**, **4** erzeugten Magnetflüsse fließen. Der Grund hierfür besteht darin, daß sich die Permanentmagneten **6** in den zweiten Magnetkreisen befinden, die durch das erste Joch **1**, die zweiten Joche **5** und den Anker **2** gebildet sind, sich jedoch nicht in den ersten Magnetkreisen befinden, wie dies in den [Fig. 1A](#), [Fig. 9](#) und [10](#) dargestellt ist.

[0063] Obwohl die zweiten Joche **5** in der vorstehend genannten Weise aus massiven Stahlplatten gebildet sind, sind diese somit nicht notwendigerweise auf diese Konstruktion begrenzt, sondern sie können in der in [Fig. 1B](#) dargestellten Weise unter Berücksichtigung des Herstellungsverfahrens und der Herstellungskosten aus Laminierungen aus dünnem magnetischem Stahl oder dünnen Stahlblechen gebildet sein.

[0064] Obwohl das erste Joch **1** und der Anker **2** bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel aus Laminierungen aus dünnen magnetischen Stahlblechen aufgebaut sind, können sie ferner auch aus Laminierungen von dünnen Stahlblechen gebildet sein. Obwohl ein Paar zweiter Joche **5** bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel vorhanden ist, ist die Anzahl der zweiten Joche **5** nicht notwendigerweise auf zwei begrenzt, sondern es kann auch nur ein einziges zweites Joch **5** auf einer Seite des ersten Jochs **1** vorgesehen sein.

[0065] Im folgenden wird die Konstruktion des Ankers **2** ausführlich erläutert. Wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist, sind die beiden Endbereiche **2b** des Ankers **2**, die in der vorstehend genannten ersten Richtung angeordnet sind, oder die Endflächen des Ankers **2**, die in der ersten Position **8** und der zweiten Position **9** durch das erste Joch **1** begrenzt sind, in der Seitenansicht in Form einer trapezförmigen Gestalt ausgebildet.

[0066] Dies bedeutet, daß die Querschnittsfläche des Ankers **2** rechtwinklig zu der ersten Richtung an den Endbereichen **2b**, durch die die Magnetflüsse hindurchfließen, kleiner ist als der andere (mittlere) Bereich **2a** des Ankers **2**. Diese Konstruktion ermöglicht eine Optimierung der von der ersten und der zweiten Spule **3**, **4** auf den Anker **2** ausgeübten magnetischen Anziehungskräfte zwischen der ersten und der zweiten Position **8**, **9**, so daß eine Verbesserung der Steuereigenschaften des magnetischen Betätigers **100** ermöglicht wird.

[0067] Es ist darauf hinzuweisen, daß die Endbereiche **2b** des in [Fig. 4](#) gezeigten Ankers **2** zwar trapezförmig ausgebildet sind, die Endbereiche **2b** jedoch nicht auf diese Formgebung begrenzt sind, sondern zum Beispiel auch eine vertiefte oder vorstehende Querschnittsgestalt aufweisen können. Wesentlich für die Formgebung der Endfläche **2b** des Ankers **2** ist, daß die Querschnittsfläche der Endbereiche **2b**, durch die die Magnetflüsse fließen, kleiner sein sollte als der mittlere Bereich **2a** des Ankers **2**.

[0068] Obwohl die Stahl-Endplatten **10** an beiden Enden des Ankers **2** bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel in der in [Fig. 4](#) dargestellten Weise vorgesehen sind, können auch drei solcher Stahlplatten an den beiden Enden sowie in der Mitte des Ankers **2** vorgesehen sein.

[0069] Im folgenden wird ein Anker **2c** gemäß einer Variation des ersten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) sowie [Fig. 6A](#) bis [Fig. 6C](#) beschrieben.

[0070] Es ist eine Öffnung **10b** in jeder Endplatte **10a** durch Ausstanzen eines bestimmten Teils ihrer Gesamtfläche gebildet, wie dies in [Fig. 5A](#) gezeigt ist. Ein magnetischer Betätiger **100** gemäß dieser Variation des ersten Ausführungsbeispiels, der den Anker **2c** der [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) verwendet, wird im folgenden unter Bezugnahme auf das zweite Ausführungsbeispiel beschrieben. Ein Grund für die Ausbildung derartiger Öffnungen **10b** in den Endplatten **10a** ist folgender.

[0071] Wenn der Anker **2c** in der zweiten Position **9** gehalten wird (offene Kontaktposition), ist eine geringe Haltekraft erforderlich. Die zwischen dem Permanentmagneten **6** und dem Anker **2c** gebildeten Spalte, wenn dieser in der zweiten Position **9** gehalten ist, sind somit vergrößert, so daß die von dem Permanentmagneten **6** gebildeten Magnetflüsse zu dem Anker **2c** vermindert sind und dadurch die Steuereigenschaften des magnetischen Betätigers **100** verbessert sind.

[0072] Die Öffnung **10b** ist daher dort ausgebildet, wo sie sich am nächsten bei den Permanentmagneten **6** befindet, wenn der Anker **2c** in der zweiten Position **9** gehalten ist, und die Größe der Öffnung **10b** ist im allgemeinen gleich der gegenüberliegenden Oberfläche jedes Permanentmagneten **6**.

[0073] Die Konstruktion des Ankers **2c** wird nun unter Bezugnahme auf die [Fig. 6A](#) bis [Fig. 6C](#) ausführlich beschrieben.

[0074] [Fig. 6A](#) zeigt eine Schnittdarstellung des Ankers **2c**, [Fig. 6B](#) zeigt eine Schnittdarstellung entlang der Linie A-A der [Fig. 6A](#), und [Fig. 6C](#) zeigt eine schematische Darstellung zur Erläuterung, wie noch zu beschreibende Laminierungen **2d** des Ankers **2c**, die Vertiefungen **2e** aufweisen, zusammengestapelt werden.

[0075] Der Anker **2c** beinhaltet einen quaderförmigen Kern **16**, der feststehend auf die Betätigungsstange **209** geschraubt ist, einen laminierten Block **2f**, der aus den vorstehend genannten Laminierungen **2d** aufgebaut ist, die jeweils aus einem Paar allgemein C-förmiger Bleche gebildet sind, die an dem Kern **16** angebracht sind, sowie die vorstehend genannten Endplatten **10a** zum Zusammenbinden des laminierten Blocks **2f**.

[0076] Die Vertiefung **2e** ist in jedem Blech der Laminierungen **2d** gebildet, und beim Zusammenstapeln der Laminierungen **2d** werden die Vertiefungen **2e** ineinandergepaßt, um die einzelnen Laminierungen

gen **2d** mit hoher Genauigkeit auszufluchten und eine Verlagerung der Laminierungen **2d** zu verhindern, wenn irgendeine externe Kraft auf den laminierten Block **2f** aufgebracht wird.

[0077] Wie in [Fig. 6B](#) dargestellt ist, sind Randflächen **10c** jeder Endplatte **10a** geringfügig innerhalb von Endflächen **2g** des laminierten Blocks **2f** angeordnet. Die auf diese Weise angeordneten Randflächen **10c** der Endplatten **10a** dienen zum Vermindern von Spannungen, die an den Rändern der Laminierungen **2d** auftreten könnten.

[0078] Das Arbeitsprinzip des magnetischen Bettigers **100** wird nun unter Bezugnahme auf die [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8C](#) erläutert, obwohl es sich dabei im wesentlichen um das gleiche handelt, wie dies vorstehend in Verbindung mit der Technologie des Standes der Technik erläutert worden ist.

(1) Die Kontakte **210** des Leistungsschalters **200** befinden sich in [Fig. 8A](#) in einer geschlossenen Position, in der der Anker **2** in der ersten Position **8** angrenzend an den oberen Jochbereich **1a** des ersten Jochs **1** gehalten ist und weder die erste Spule **3** noch die zweite Spule **4** aktiviert ist. Unter diesen Bedingungen erzeugen die Permanentmagneten **6** Magnetflüsse Φ_{PM1} und Φ_{PM2} , die durch die Magnetkreise L1 bzw. L2 hindurchfließen.

Da der zweite Magnetspalt G2 in dem Magnetkreis L2 vorhanden ist, wie dies in [Fig. 3A](#) gezeigt ist, ist der Magnetfluß Φ_{PM1} durch den Magnetkreis L1 mit geringerem magnetischem Widerstand viel größer als der Magnetfluß Φ_{PM2} durch den Magnetkreis L2 mit einem größeren magnetischen Widerstand ($\Phi_{PM1} \gg \Phi_{PM2}$). Infolgedessen tritt zwischen dem Anker **2** und dem ersten Joch **1** eine Anziehungskraft auf. Diese magnetische Anziehungskraft läßt sich durch die gleiche Gleichung ausdrücken, wie diese in der Beschreibung des einschlägigen Standes der Technik angegeben ist.

(2) Wenn die zweite Spule **4** derart erregt wird, daß sie ein Magnetfeld mit der gleichen Polarität wie das von den Permanentmagneten **6** erzeugte Magnetfeld erzeugt, werden Magnetflüsse $\Phi_{Spule2-1}$ und $\Phi_{Spule2-2}$ erzeugt, wie dies in [Fig. 8B](#) dargestellt ist. Diese Magnetflüsse $\Phi_{Spule2-1}$, $\Phi_{Spule2-2}$ werden mit den von den Permanentmagneten **6** erzeugten Magnetflüssen Φ_{PM1} , Φ_{PM2} kombiniert. Wenn eine Beziehung erfüllt wird, die ausgedrückt wird durch $\Phi_{PM2} + \Phi_{Spule2-1} > \Phi_{PM1} - \Phi_{Spule2-2}$, tritt eine Kraft auf, die den Anker **2** in Richtung in die zweite Position **9** angrenzend an den unteren Jochbereich **1b** des ersten Jochs **1** zieht.

(3) Wenn sich der Anker **2** von der ersten Position **8** angrenzend an den oberen Jochbereich **1a** des ersten Jochs **1** weg bewegt, wird die Summe der Magnetflüsse $\Phi_{PM2} + \Phi_{Spule2-1}$ viel größer als die Summe der Magnetflüsse $\Phi_{PM1} - \Phi_{Spule2-2}$ ($\Phi_{PM2} + \Phi_{Spule2-1} \gg \Phi_{PM1} - \Phi_{Spule2-2}$), so daß der Anker **2** zur

Ausführung einer Bewegung um den Betrag der vorstehend genannten bestimmten Hubstrecke veranlaßt wird und die zweite Position **9** angrenzend an den unteren Jochbereich **1b** des ersten Jochs **1** erreicht, wie dies in [Fig. 8B](#) dargestellt ist.

(4) Wenn die zweite Spule **4** an diesem Punkt deaktiviert wird, wird der Anker **2** in der zweiten Position **9** angrenzend an den unteren Jochbereich **1b** des ersten Jochs **1** gehalten, wie dies in [Fig. 8C](#) dargestellt ist.

(5) Zum Zurückbringen des Ankers **2** aus der in [Fig. 8C](#) gezeigten Position in die in [Fig. 8A](#) gezeigten Position wird die erste Spule **3** aktiviert, um den Anker **2** zur Ausführung einer Bewegung um den Betrag entsprechend der bestimmten Hubstrecke zu veranlassen.

[0079] Die Kontakte **210** des Leistungsschalters **200**, der mit dem Anker **2** verbunden ist, werden bei der Bewegung des Ankers **2** nach oben und nach unten innerhalb des ersten Jochs **1** in der vorstehend genannten Weise geöffnet und geschlossen, so daß ein Strom in einem elektrischen Stromübertragungs- und Verteilungssystem unterbrochen wird und zum Fließen gebracht wird.

[0080] Im folgenden werden der erste und der zweite Spalt G1, G2, die bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel zwischen dem ersten Joch **1** und dem Anker **2** gebildet werden, ausführlicher beschrieben.

[0081] Bei dem ersten Luftspalt G1 handelt es sich um die Distanz zwischen dem Anker **2** und dem oberen Jochbereich **1a** des ersten Jochs **1**, wie dies in [Fig. 3B](#) gezeigt ist, und bei dem zweiten Luftspalt G2 handelt es sich um die Distanz zwischen dem Anker **2** und dem unteren Jochbereich **1b** des ersten Jochs **1**, wie dies in [Fig. 3A](#) gezeigt ist. Ein in [Fig. 3A](#) dargestellter Luftspalt G2-t ist die Distanz zwischen dem Anker **2** und einem Abstandshalter **13** zum Beispiel aus Aluminium, nicht rostendem Stahl oder Kupfer, der an dem unteren Jochbereich **1b** vorgesehen ist.

[0082] Zum Zweck der Erläuterung werden in der vorliegenden Beschreibung der erste und der zweite Spalt G1, G2 als Magnetspalte bezeichnet, und der Luftspalt G2-t wird als mechanischer Luftspalt bezeichnet. Der zweite Luftspalt G2 ist größer als der erste Luftspalt G1 ($G2 > G1$) und $G2 = G1 + t$. Die vorstehend genannte spezielle Hubstrecke des Ankers **2** nimmt den Wert $G2 - t$ an, der gleich G1 beträgt.

[0083] Wie im folgenden unter Bezugnahme auf die [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) erläutert wird, kann G1 gleich G2 gemacht werden ($G1 = G2$), wenn eine Kraft zum Halten des Leistungsschalters **200** in seiner offenen Kontaktposition reduziert werden kann, indem man die Magnetflüsse über andere Wege austreten läßt als eine Kontaktfläche des Ankers **2** (**2c**) oder wenn die Kraft zum Halten des Leistungsschalters **200** in

seiner geöffneten Kontaktposition reduziert werden kann, indem die vertikale Dicke W1 des oberen Jochbereichs **1a** größer ausgebildet wird als die vertikale Dicke W2 des unteren Jochbereichs **1b**.

[0084] Der erste Luftspalt G1 ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ungleich zu dem zweiten Luftspalt G2 ausgebildet, da die vorstehend genannte Kraft zum Halten des Ankers **2 (2c)** in seiner geöffneten Kontaktposition bemerkenswert niedriger sein kann als eine Kraft zum Halten des Ankers **2 (2c)** in seiner geschlossenen Kontaktposition, und somit ist die Kraft zum Halten des Ankers **2 (2c)** in der oberen, ersten Position zum Halten der Kontakte **210** in ihrem geschlossenen Zustand verschieden von der Kraft zum Halten des Ankers **2 (2c)** in der unteren zweiten Position **9** zum Halten der Kontakte **210** in ihrem geöffneten Zustand.

[0085] Da es lediglich notwendig ist, ein unbeabsichtigtes Kippen des Ankers **2 (2c)** in die geschlossene Kontaktposition beispielsweise im Fall von Erdbeben zu verhindern, kann die Kraft zum Halten des Ankers **2 (2c)** in der geöffneten Kontaktposition ausreichend geringer sein als die Kraft zum Halten des Ankers **2 (2c)** in der geschlossenen Kontaktposition.

[0086] Es ist möglich, die Ankerhaltekräfte zu optimieren und dadurch eine Verbesserung der Steuereigenschaften des magnetischen Betätigers **200** zu erzielen, indem der Betrag des ersten oder des zweiten Spalts G1, G2 geeignet festgelegt wird, so daß die Permanentmagneten **6** Magnetflüsse erzeugen, die zum Halten des Ankers **2 (2c)** in der Position gemäß dem geöffneten und dem geschlossenen Zustand der Kontakte **210** des magnetischen Betätigers **100** geeignet sind.

[0087] Obwohl bei dem ersten Ausführungsbeispiel $G2 > G1$ gilt, ist die Erfindung nicht darauf begrenzt. In Abhängigkeit von der positionsmäßigen Beziehung zwischen dem magnetischen Betätiger **100** und dem Leistungsschalter **200** kann ein Abstandshalter **13** aus einem nicht-magnetischen Material an dem oberen Jochbereich **1a** vorgesehen sein.

[0088] Auch kann die Dicke W1 des oberen Jochbereichs **1a** gleich der Dicke W2 des unteren Jochbereichs **1b** ausgebildet sein ($W1 = W2$), wenn die Kraft zum Halten des Leistungsschalters **200** in seiner geöffneten Kontaktposition reduziert werden kann, indem die Magnetflüsse über andere Wege austreten können als die Kontaktfläche des Ankers **2 (2c)**, oder wenn die Kraft zum Halten des Leistungsschalters **200** in seiner geöffneten Kontaktposition reduziert werden kann, indem der erste Luftspalt G1 größer ausgebildet wird als der zweite Luftspalt G2, wie dies im folgenden unter Bezugnahme auf die [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) noch erläutert wird.

Zweites Ausführungsbeispiel

[0089] Ein magnetischer Betätiger **100** gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unter Bezugnahme auf die [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) sowie [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) erläutert.

[0090] [Fig. 5A](#) zeigt eine im Schnitt dargestellte Frontansicht des magnetischen Betätigers **100**, und [Fig. 5B](#) zeigt eine Seitenansicht von diesem. Die zweiten Joche **5** sind in [Fig. 5A](#) teilweise weggeschnitten.

[0091] Unter Bezugnahme auf die [Fig. 5A](#) beinhaltet der magnetische Betätiger **100** ein erstes Joch **1**, das gebildet ist aus einem oberen Jochbereich **1a**, einem unteren Jochbereich **1b** und seitlichen Jochbereichen **1c**, einen Anker **2c**, eine erste Spule **3a**, eine zweite Spule **4a**, ein Paar Endplatten **10a**, in denen Öffnungen **10b** ausgebildet sind, eine Feder **12**, die zwischen dem oberen Jochbereich **1a** und dem Anker **2c** vorgesehen ist, sowie eine Stellschraube **15**, die in einem der zweiten Joche **5** vorgesehen ist. Wie bereits unter Bezugnahme auf das erste Ausführungsbeispiel erwähnt worden ist, bezeichnet W1 die vertikale Dicke des oberen Jochbereichs **1a**, und W2 bezeichnet die vertikale Dicke des unteren Jochbereichs **1b**.

[0092] Wie vorstehend erwähnt worden ist, kann die zum Halten der Kontakte **210** des Leistungsschalters **200** in der geöffneten Position erforderliche Kraft ausreichend niedriger sein als die zum Halten derselben in der geschlossenen Position erforderliche Kraft. Somit kann die Flußdichte eines durch den unteren Jochbereich **1b** erzeugten Magnetfeldes geringer sein, wenn der Anker **2c** in der zweiten Position **9** angrenzend an den unteren Jochbereich **1b** gehalten ist, als wenn der Anker **2c** in der ersten Position **8** angrenzend an den oberen Jochbereich **1a** gehalten ist. Dies bedeutet, daß die Dicke W2 des unteren Jochbereichs **1b** des ersten Jochs, gemessen in der vorstehend genannten ersten Richtung, kleiner ausgeführt sein kann als die Dicke W1 des oberen Jochbereichs **1a**.

[0093] Gemäß der Erfindung können die Ankerhaltekräfte durch Reduzieren der Dicke W2 des unteren Jochbereichs **1b** in dieser Weise eingestellt werden, so daß eine Reduzierung des Gewichts des magnetischen Betätigers **100** ermöglicht wird.

[0094] Da die zwischen dem oberen Jochbereich **1a** und dem Anker **2c** vorgesehene Feder **12** den Anker **2c** bei seiner Bewegung von der ersten Position **8** in die zweite Position **9** unterstützt, kann die von der zweiten Spule **4a** erzeugte magnetomotorische Kraft (AT) kleiner gemacht werden als die von der ersten Spule **3a** erzeugte. Es ist daher möglich, die Querschnittsfläche und Größe der zweiten Spule **4a**, die

Gesamtgröße und das Gewicht des magnetischen Betätigers **100** sowie die Kapazität einer nicht geeigneten Stromversorgung zu reduzieren.

[0095] Bei einer alternativen Ausführungsform können Aussparungen **1d** in dem oberen Jochbereich **1a** und dem unteren Jochbereich **1b** des ersten Jochs **1** ausgebildet sein, wie dies in [Fig. 7A](#) gezeigt ist, um Oberflächenbereiche des oberen Jochbereichs **1a** und des unteren Jochbereichs **1b**, die in direkten Kontakt mit dem Anker **2c** gelangen, durch dazwischen teilweise erzeugte Luftspalte einzustellen.

[0096] Diese Aussparungen **1d** in dem oberen Jochbereich **1a** und dem unteren Jochbereich **1b** des ersten Jochs **1** dienen zum Regulieren der Ankerhaltekräfte. Bei einer weiteren Alternative können Vorsprünge **1d** an dem oberen Jochbereich **1a** und dem unteren Jochbereich **1b** des ersten Jochs **1** ausgebildet sein, wie dies in [Fig. 7B](#) gezeigt ist, um die Ankerhaltekräfte in ähnlicher Weise zu regulieren.

[0097] Ferner kann ein zusätzlicher Spalt zwischen dem ersten Joch **1** und einem der zweiten Joche **5** gebildet werden, indem die in dem einen zweiten Joch **5** vorgesehene Stellschraube **15** betätigt wird, wie dies in [Fig. 5B](#) dargestellt ist. Dies vergrößert den Luftspalt zwischen dem Anker **2c** und dem an dem zweiten Joch **5** angebrachten Permanentmagneten **6**, so daß es möglich wird, zusätzlichen dünnen magnetischen Stahl oder zusätzliche dünne Stahlbleche (nicht gezeigt) in den auf diese Weise gebildeten zusätzlichen Spalt einzufügen. Diese Anordnung macht den Luftspalt zwischen dem Anker **2c** und dem Permanentmagneten **6** Variabel, so daß eine Einstellung der Ankerhaltekräfte ermöglicht ist.

Drittes Ausführungsbeispiel

[0098] Obwohl jedes der zweiten Joche **5** bei dem vorstehend beschriebenen ersten und zweiten Ausführungsbeispiel in Form eines länglichen Quaders ausgebildet ist, verwendet ein magnetischer Betätiger **100** gemäß dem nachfolgend erläuterten dritten Ausführungsbeispiel E-förmige zweite Joche **5a** mit jeweils drei nach innen ragenden Bereichen, wie dies in [Fig. 9](#) gezeigt ist.

[0099] Ein Permanentmagnet **6a** ist an dem zentralen vorstehenden Bereich jedes zweiten Jochs **5a** in der dargestellten Weise angebracht. Beim Einbau in den magnetischen Betätiger **100** sind die Permanentmagneten **6a** an den einzelnen zweiten Jochen **5a** dem Anker **2** flächig gegenüberliegend angeordnet, wobei dazwischen Luftspalte **g** gebildet sind.

[0100] Die beiden zweiten Joche **5a** sind an den seitlichen Jochbereichen **1c** des ersten Jochs **1** durch Bolzen oder andere Befestigungseinrichtungen angebracht, wobei diese nicht dargestellt sind.

Die zweiten Joche **5a** können aus massiven Stahlplatten oder Laminierungen aus dünnem magnetischem Stahl oder dünnen Stahlblechen gebildet sein.

[0101] Alternativ hierzu können zwei Permanentmagneten **6a** an den äußeren Enden der äußeren vorstehenden Bereiche jedes zweiten Jochs **5a** angebracht sein, wie dies in [Fig. 10a](#) dargestellt ist, oder sie können, obwohl dies nicht dargestellt ist, an Bereichen von Innenflächen des ersten Jochs **1** angebracht sein, die äußersten Enden der beiden vorstehenden Bereiche jedes zweiten Jochs **5a** zugewandt gegenüberliegen.

[0102] In weiterer alternativer Weise können zwei Permanentmagneten **6a** an den Basen der äußeren vorstehenden Bereiche jedes zweiten Jochs **5a** platziert werden, wie dies in [Fig. 10B](#) dargestellt ist, oder an der Basis des zentralen vorstehenden Bereichs jedes zweiten Jochs **5a** platziert werden, wie dies in [Fig. 10C](#) gezeigt ist.

[0103] In noch weiter alternativer Weise können zwei Permanentmagneten **6a** in der in [Fig. 10D](#) oder [Fig. 10F](#) dargestellten Weise positioniert werden, oder ein einzelner Permanentmagnet **6c** kann in der in [Fig. 10E](#) dargestellten Weise platziert werden.

[0104] Bei den in den [Fig. 9](#) und [Fig. 10A](#) bis [Fig. 10F](#) dargestellten Konstruktionen sind ein oder zwei Permanentmagnete **6a** an Endflächen von Elementen positioniert, die Bestandteil von zweiten Magnetkreisen sind, die durch jedes zweite Joch **5a** hindurch gehen, oder sind durch derartige Elemente sandwichartig eingeschlossen.

[0105] Bei diesem Ausführungsbeispiel sollten die Permanentmagneten **6a** in den zweiten Magnetkreisen liegen, die durch die zweiten Joche **5a** und den Anker **2** gebildet werden, und nicht in den ersten Magnetkreisen, die durch das erste Joch **1** und den Anker **2** gebildet werden, indem die erste oder der zweite Spule **3, 4** aktiviert werden.

Viertes Ausführungsbeispiel

[0106] Während bei den magnetischen Betätigern **100** des ersten bis dritten Ausführungsbeispiels die beiden zweiten Joche **5 (5a)** entlang der genannten zweiten Richtung orientiert sind, sind bei einem magnetischen Betätiger **100** gemäß dem nachfolgend beschriebenen vierten Ausführungsbeispiel E-förmige zweite Joche **5b** entlang der genannten ersten (vertikalen) Richtung positioniert und mittels Bolzen oder anderen Befestigungseinrichtungen (nicht gezeigt) an einem oberen Jochbereich **1a** und einem unteren Jochbereich **1b** eines ersten Jochs **1** festgelegt.

[0107] [Fig. 11](#) zeigt eine teilweise auseinanderge-

zogene Perspektivansicht des magnetischen Betätigers **100** des vierten Ausführungsbeispiels, und [Fig. 12](#) zeigt eine Perspektivansicht des magnetischen Betätigers **100**.

[0108] Ein Permanentmagnet **6b** ist an einem zentralen vorstehenden Bereich jedes zweiten Jochs **5b** angebracht. Wenn die zweiten Joche **5b** an dem ersten Joch **1** angebracht sind, sind ihre Permanentmagnete **6b** einem Anker **2** über Luftspalte **g** hinweg zugewandt gegenüberliegend angeordnet. Es ist darauf hinzuweisen, daß die zweiten Joche **5b** nicht unbedingt auf die in [Fig. 11](#) dargestellte Konstruktion begrenzt sind, sondern auch so konfiguriert sein können, wie dies in den [Fig. 10A](#) bis [Fig. 10F](#) gezeigt ist.

[0109] Die zweiten Joche **5b** können aus massiven Stahlplatten oder Laminierungen aus dünnem magnetischem Stahl oder dünnen Stahlblechen gebildet sein. Obwohl bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Paar von zweiten Jochen **5b** vorgesehen ist, ist die Anzahl der zweiten Joche **5b** nicht notwendigerweise auf zwei begrenzt, sondern es kann auch nur ein einziges zweites Joch **5b** auf einer Seite des ersten Jochs **1** vorgesehen sein.

Fünftes Ausführungsbeispiel

[0110] [Fig. 13](#) zeigt eine Perspektivansicht eines magnetischen Betätigers gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem zweite Joche **5c** C-förmig ausgebildet sind und entlang der genannten ersten (vertikalen) Richtung eines ersten Jochs **1** orientiert sind.

[0111] Die zweiten Joche **5c** sind derart positioniert, daß sie eine erste Spule **3** innerhalb ihrer C-Form halten, wie dies in [Fig. 13](#) gezeigt ist, wobei ein oberer vorstehender Teil jedes zweiten Jochs **5c** an einem oberen Jochbereich **1a** des ersten Jochs **1** angebracht ist.

[0112] Ein Permanentmagnet **6c** ist an einem unteren vorstehenden Teil jedes zweiten Jochs **5c** angebracht und derart positioniert, daß er einem Anker **2** in der dargestellten Weise flächig gegenüberliegt. Alternativ hierzu kann der Permanentmagnet **6c** in der in [Fig. 10E](#) dargestellten Weise plziert sein.

[0113] Wie bei den vorausgehenden Ausführungsbeispielen können die zweiten Joche **5c** aus massiven Stahlplatten oder Laminierungen aus dünnem magnetischem Stahl oder dünnen Stahlblechen gebildet sein. Während bei dem in [Fig. 13](#) gezeigten Beispiel die zweiten Joche **5c** an dem oberen Jochbereich **1a** angebracht sind, können sie auch an einem unteren Jochbereich **1b** des ersten Jochs **1** angebracht sein.

[0114] Obwohl bei dem vorliegenden Ausführungs-

beispiel ein Paar von zweiten Jochen **5c** vorhanden ist, ist die Anzahl der zweiten Joche **5c** nicht notwendigerweise auf zwei begrenzt, sondern es kann auch nur ein einzelnes zweites Joch **5c** auf einer Seite des ersten Jochs **1** vorgesehen sein.

Sechstes Ausführungsbeispiel

[0115] [Fig. 14](#) zeigt eine Perspektivansicht eines magnetischen Betätigers **100** gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung, der nur mit einer einzelnen Erregerspule **3a** in einem ersten Joch **1** ausgestattet ist. Wie in [Fig. 15](#) gezeigt ist, ist eine Feder **12** in einer ersten Position **8** zwischen einem oberen Jochbereich **1a** des ersten Jochs **1** und einem Anker **2** vorgesehen.

[0116] Die Arbeitsweise des magnetischen Betätigers **100** wird nun unter Bezugnahme auf die [Fig. 14](#), [Fig. 15](#) und [Fig. 16A](#) bis [Fig. 16C](#) beschrieben. [Fig. 15](#) zeigt einen der [Fig. 16C](#) entsprechenden Zustand, in dem sich die Kontakte **210** eines Leistungsschalters **200** in einer geöffneten Position befinden. In diesem Zustand ist der Anker **2** durch von den in [Fig. 14](#) gezeigten Permanentmagneten **6c** erzeugte Magnetflüsse Φ_{PM2} in einer zweiten Position **9** angrenzend an einen unteren Jochbereich **1b** des ersten Jochs **1** gehalten.

[0117] Zum Umschalten des Leistungsschalters **200** von der geöffneten Position der Kontakte **210** in eine geschlossene Kontaktposition wird die Spule **3a** in umgekehrter Richtung erregt, so daß Magnetfelder erzeugt werden, die in Richtungen entgegengesetzt zu in [Fig. 16B](#) dargestellten Pfeilen orientiert sind. Somit vermindert sich die Summe der magnetischen Anziehungskräfte, die durch von der Spule **3a** erzeugte Magnetflüsse $\Phi_{Spule2-1}$ sowie durch von den Permanentmagneten **6c** erzeugte Magnetflüsse Φ_{PM2} ausgeübt werden, und der Anker **2** wird dazu veranlaßt, sich über eine bestimmte Hubstrecke von der zweiten Position **9** in die erste Position **8** zu bewegen.

[0118] Beim Umschalten des Leistungsschalters **200** von der geschlossenen Kontaktposition in [Fig. 16A](#) in die geöffnete Kontaktposition der [Fig. 16C](#) durch Bewegen des Ankers **2** nach unten wird die Erregerspule **3a** zum Erzeugen von Magnetflüssen $\Phi_{Spule1-1}$ aktiviert. Die Magnetflüsse $\Phi_{Spule1-1}$ sollten gerade ausreichend groß sein, um die von den Permanentmagneten **6c** erzeugten Magnetflüsse Φ_{PM1} zum Halten des Ankers **2** in der ersten Position **8** angrenzend an den oberen Jochbereich **1a** aufzuheben.

[0119] Wenn die durch die Magnetflüsse Φ_{PM1} ausgeübte Anziehungskraft in dieser Weise aufgehoben wird, veranlaßt die zwischen dem oberen Jochbereich **1a** und dem Anker **2** vorgesehene Feder **12** den Anker **2** zur Ausführung einer Bewegung nach unten

in Richtung auf die zweite Position **9** angrenzend an den unteren Jochbereich **1b**.

[0120] Die vorstehende Konstruktion des vorliegenden Ausführungsbeispiels ermöglicht eine Verminderung der magnetomotorischen Kraft zum Erregen der Spule **3a**, so daß sich der magnetische Betätiger **100** kompakt ausbilden läßt und sich die Kapazität einer Spulenerregungs-Stromversorgung reduzieren läßt.

[0121] Während bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel zweite Joche **5c** an dem oberen Jochbereich **1a** in der in [Fig. 14](#) dargestellten Weise angebracht sind, können diese in einer Variation auch an dem unteren Jochbereich **1b** angebracht sein. Obwohl die Feder **12** bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel zwischen dem oberen Jochbereich **1a** und dem Anker **2** vorgesehen ist, kann die Feder **12** auch zwischen dem unteren Jochbereich **1b** und dem Anker **2** vorgesehen sein, und zwar in Abhängigkeit von dem Kräftegleichgewicht zwischen Unterstützungsfedern **300** und **301** eines Leistungsschaltersystems **500** (vgl. [Fig. 19](#)).

[0122] Ferner braucht die Feder **12** nicht unbedingt zwischen dem oberen Jochbereich **1a** oder dem unteren Jochbereich **1b** und dem Anker **2** vorgesehen zu sein, sondern sie kann außerhalb des ersten Jochs **1** vorgesehen sein, wenn sie dazu ausgebildet ist, eine Kraft zum Bewegen des Ankers **2** in der genannten ersten Richtung auszuüben.

[0123] Alternativ hierzu kann anstelle der Feder **12** ein pneumatisch betätigter Mechanismus oder ein elastisches Element beispielsweise aus Gummi verwendet werden. Obwohl bei dem sechsten Ausführungsbeispiel die zweiten Joche **5c** C-förmig ausgebildet sind und entlang der ersten (vertikalen) Richtung des ersten Jochs **1** orientiert sind, können diese auch quaderförmig oder E-förmig ausgebildet sein und entlang der genannten zweiten (horizontalen) Richtung orientiert sein.

[0124] Obwohl der magnetische Betätiger **100** des vorliegenden Ausführungsbeispiels mit der einzelnen Erregerspule **3a** versehen ist, können auch eine erste und eine zweite Spule **3, 4** vorgesehen sein, wie dies bei dem ersten Ausführungsbeispiel der Fall ist, oder es können mehr als zwei Erregerspulen vorgesehen sein.

[0125] Während die magnetischen Betätiger **100** gemäß der vorliegenden Erfindung bisher in bezug auf spezielle Beispiele beschrieben worden sind, die zum Betätigen des Leistungsschalters **200** des Leistungsschaltersystems **500** zum Schließen und Öffnen eines elektrischen Stromkreises verwendet werden, ist die Erfindung nicht auf diese Anwendung beschränkt.

[0126] Die magnetischen Betätiger **100** der vorliegenden Erfindung können bei verschiedenen Arten von Gerätschaften verwendet werden, bei denen hin- und hergehende Bewegungen stattfinden, wie zum Beispiel Vorrichtungen zum Öffnen und Schließen von Ventilen in einer Flüssigkeits- oder Gastransportleitung oder zum Öffnen und Schließen von Türen. Gemäß der Erfindung ist es nicht absolut notwendig, die Federn **300** und **301** vorzusehen, die bei der in [Fig. 19](#) gezeigten herkömmlichen Anordnung verwendet werden, so daß sich das Leistungsschaltersystem **500** kompakt ausbilden läßt.

Patentansprüche

1. Magnetischer Betätiger (**100**), der folgendes aufweist:

- ein erstes Joch (**1**), das eine Anordnung von laminierten Metallblechen aufweist;
 - ein zweites Joch (**5**), das an dem ersten Joch (**1**) angebracht ist;
 - einen Permanentmagneten (**6**);
 - einen Anker (**2**), der im Inneren des ersten Jochs (**1**) vorgesehen ist und in einer hin- und hergehenden Bewegung über eine bestimmte Hubstrecke zwischen einer ersten Position (**8**) und einer zweiten Position (**9**) entlang einer ersten Richtung beweglich ist; und
 - mindestens eine Spule (**3a**);
- wobei der von der mindestens einen Spule (**3a**) erzeugte Magnetfluß durch einen ersten Magnetkreis verläuft, der den Anker (**2**) und das erste Joch (**1**) enthält, um den Anker (**2**) entweder in die erste Position (**8**) oder in die zweite Position (**9**) zu bewegen, und wobei der von dem Permanentmagneten (**6**) erzeugte Magnetfluß durch einen zweiten Magnetkreis verläuft, der den Permanentmagneten (**6**), das erste Joch (**1**), das zweite Joch (**5**) und den Anker (**2**) enthält, um den Anker (**2**) in der ersten Position (**8**) oder der zweiten Position (**9**) zu halten.

2. Magnetischer Betätiger (**100**) nach Anspruch 1, wobei der Permanentmagnet (**6**) zwischen dem ersten Joch (**1**) und dem zweiten Joch (**5**) angeordnet ist und sich an einer Endoberfläche des zweiten Jochs (**5**) befindet, die dem Anker (**2**) gegenüberliegt.

3. Magnetischer Betätiger (**100**) nach Anspruch 1 oder 2, der folgendes aufweist:

- einen zweiten Luftspalt (G2) zwischen der zweiten Position (**9**) und einer Endoberfläche (**2b**) des Ankers (**2**), die der zweiten Position (**9**) gegenüberliegt, wenn der Anker (**2**) in der ersten Position (**8**) gehalten ist, und
- einen ersten Luftspalt (G1), der sich von dem zweiten Luftspalt (G2) unterscheidet und zwischen der ersten Position (**8**) und einer Endoberfläche (**2b**) des Ankers (**2**) vorgesehen ist, die der ersten Position (**8**) gegenüberliegt, wenn der Anker (**2**) in der zweiten Position (**9**) gehalten ist.

4. Magnetischer Betätiger (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das zweite Joch (5a, 5b, 5c) längs der ersten Richtung ausgerichtet ist.

5. Magnetischer Betätiger (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das zweite Joch (5a, 5b, 5c) längs einer zweiten Richtung ausgerichtet ist, die senkrecht zu der ersten Richtung verläuft.

6. Magnetischer Betätiger (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das zweite Joch (5a, 5b, 5c) eine Anordnung von laminierten Metallblechen aufweist.

7. Magnetischer Betätiger (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei ein erster Jochbereich (1b) des ersten Jochs (1) in der zweiten Position (9) des Ankers (2) eine kleinere Querschnittsfläche besitzt als ein zweiter Jochbereich (1a) des ersten Jochs (1) in der ersten Position (8) des Ankers (2).

8. Magnetischer Betätiger (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das erste Joch (1) stufenförmig ausgebildete Oberflächen (1d, 1e) besitzt, die einen Teilluftspalt zwischen dem ersten Joch (1) und dem Anker (2) erzeugen, wenn der Anker (2) in der ersten Position (8) oder der zweiten Position (9) gehalten ist.

9. Magnetischer Betätiger (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, der ferner eine Stellschraube (15) aufweist, die in das zweite Joch (5) eingepaßt ist, wobei der Permanentmagnet (6) an dem zweiten Joch (5) angebracht ist und ein Luftspalt zwischen dem Anker (2) und dem Permanentmagneten (6) durch Betätigen der Stellschraube (15) variiert werden kann, so daß ein Metallblech zwischen dem zweiten Joch (5) und dem ersten Joch (1) eingesetzt werden kann.

10. Magnetischer Betätiger (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, der eine erste Spule (3) und eine zweite Spule (4) aufweist, die an dem ersten Joch (1) angebracht ist.

11. Magnetischer Betätiger (100) nach Anspruch 10, wobei eine magnetomotorische Kraft von der ersten Spule (3) erzeugt wird, die sich von der magnetomotorischen Kraft unterscheidet, die von der zweiten Spule (4) erzeugt wird.

12. Magnetischer Betätiger (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die mindestens eine Spule (3, 3a, 4) einen Mehrfach-Spulensatz aufweist.

13. Magnetischer Betätiger (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei ein Endbereich (2b) des Ankers (2), durch den der Magnetfluß hindurchgeht und der dem ersten Joch (1) gegenüberliegt, eine

kleinere Querschnittsfläche besitzt als die anderen Bereiche (2a) des Ankers (2), durch welche der Magnetfluß hindurchgeht.

14. Magnetischer Betätiger (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei der Anker (2) eine Anordnung von laminierten Metallblechen aufweist.

15. Magnetischer Betätiger (100) nach Anspruch 14, wobei die laminierten Metallbleche (2d) mit massiven Endplatten (10) an beiden Enden der Anordnung von laminierten Metallblechen zusammengebunden sind.

16. Magnetischer Betätiger (100) nach Anspruch 15, wobei die Umfangsflächen (10c) von jeder der Endplatten (10a) im Inneren der Endoberflächen (2g) der Anordnung von laminierten Metallblechen (2f) angeordnet sind.

17. Magnetischer Betätiger (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei der Permanentmagnet (6) sich innerhalb des ersten Jochs (1) und des zweiten Jochs (5) sowie zwischen Elementen des zweiten Jochs (5) befindet.

18. Magnetischer Betätiger (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, der ferner einen Betätigungsmechanismus (12) aufweist, der den Anker (2) längs der ersten Richtung bewegt.

Es folgen 17 Blatt Zeichnungen

FIG. 1A

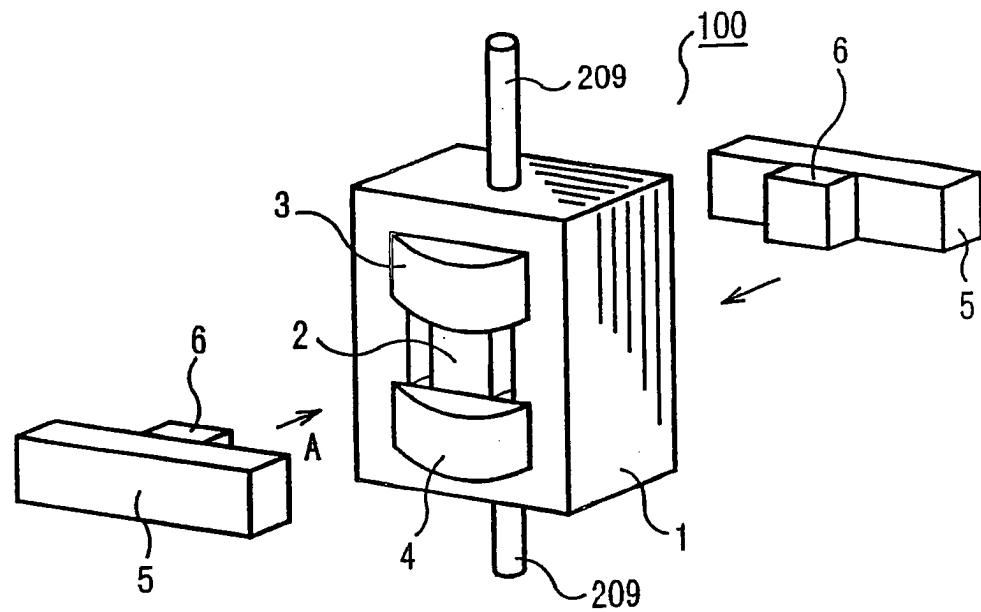


FIG. 1B

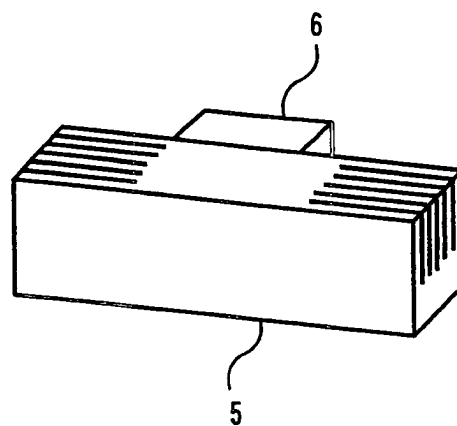


FIG. 2

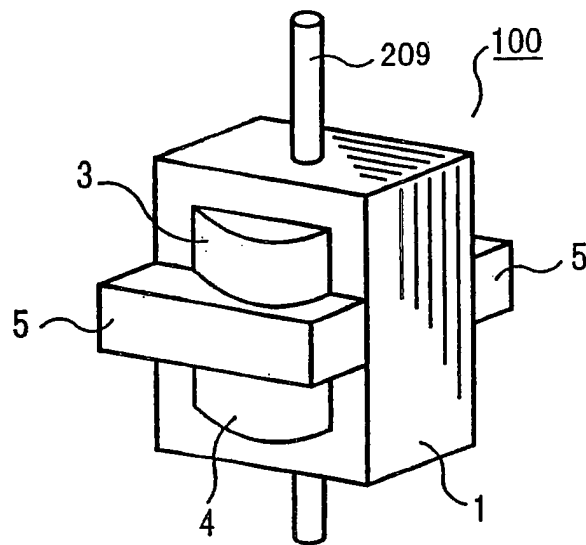


FIG. 3A

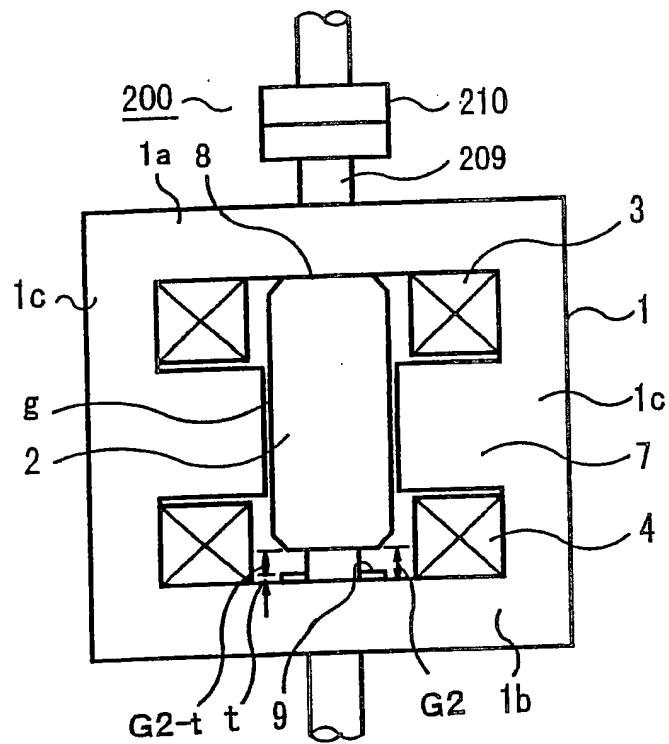


FIG. 3B

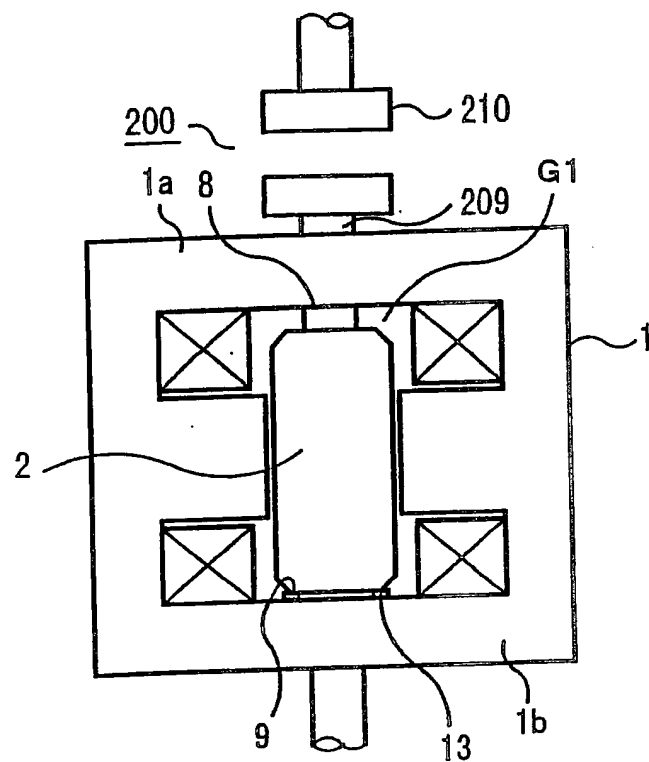


FIG. 4

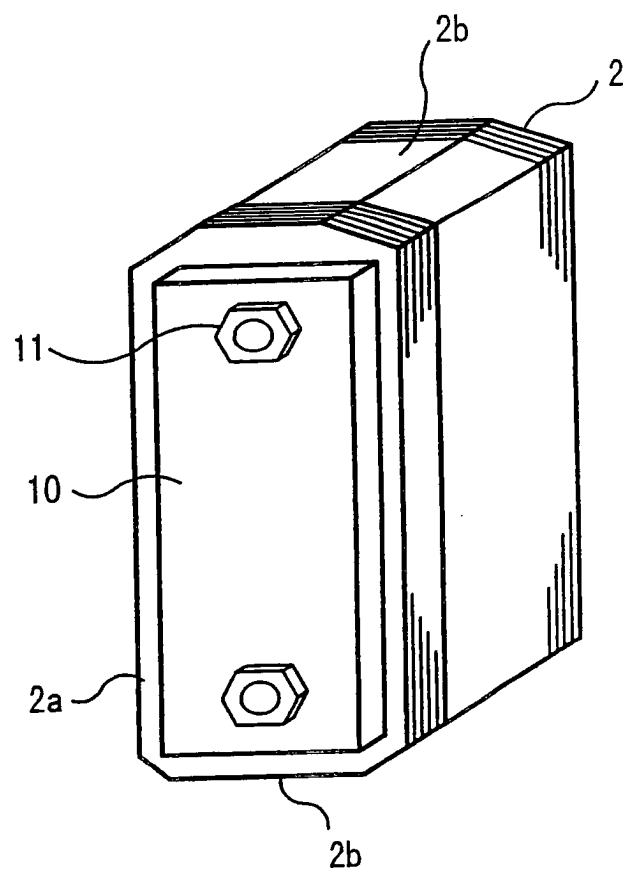


FIG. 5A

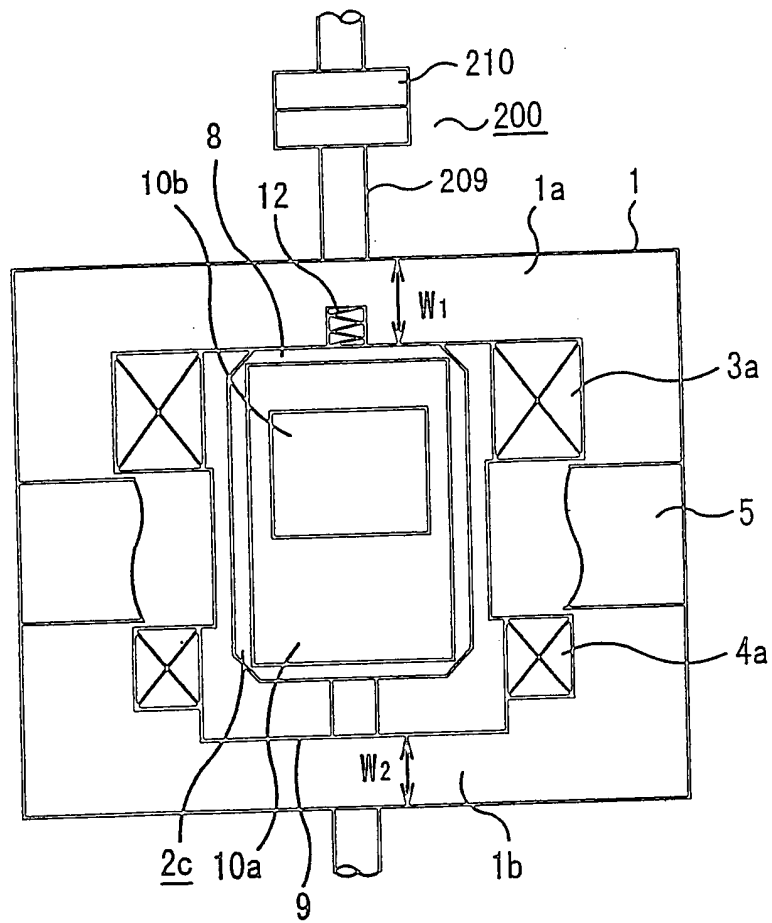


FIG. 5B

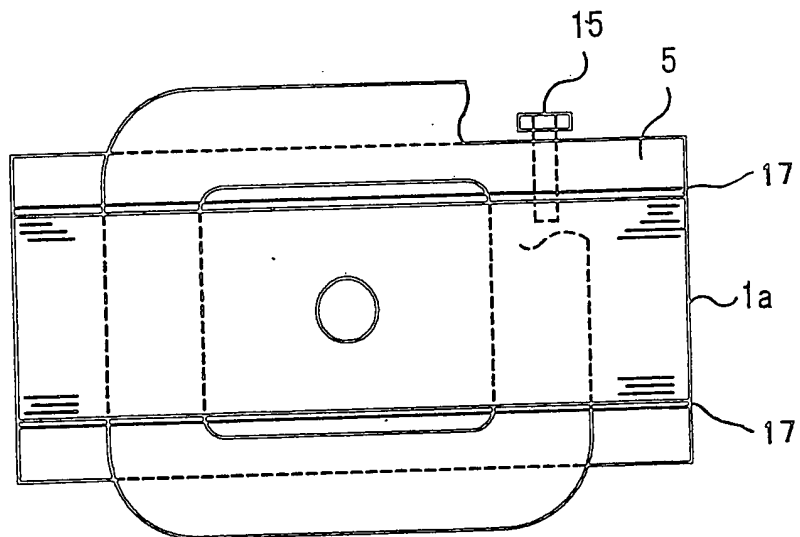


FIG. 6A

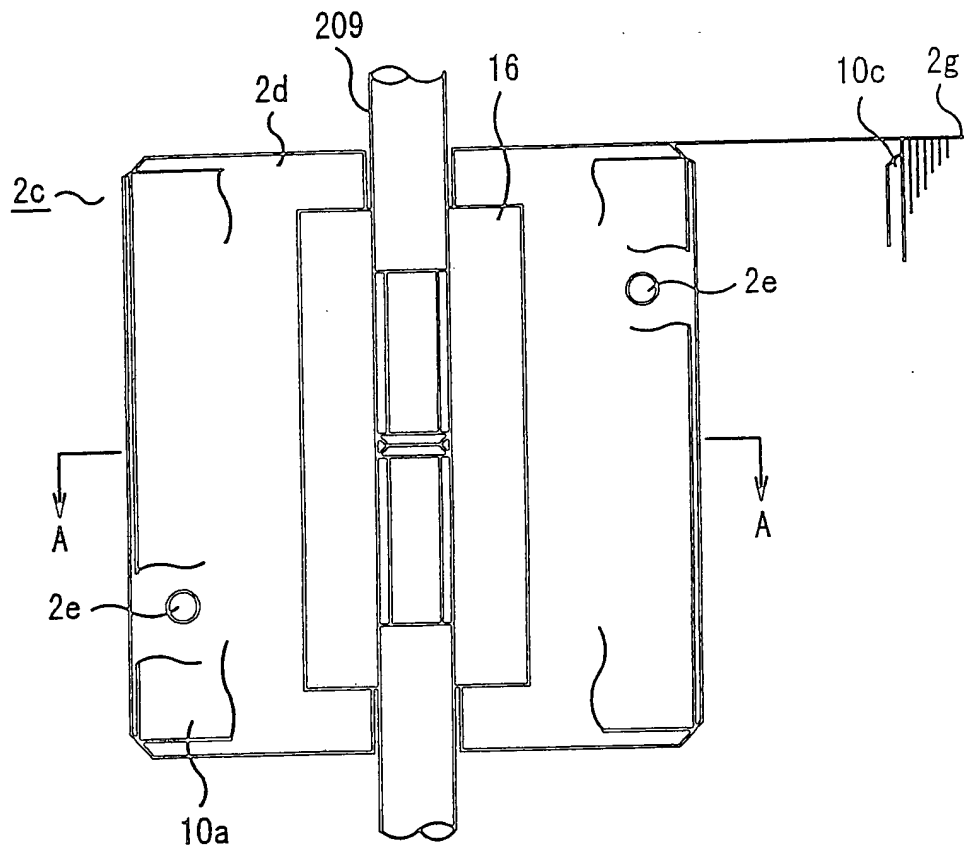


FIG. 6B

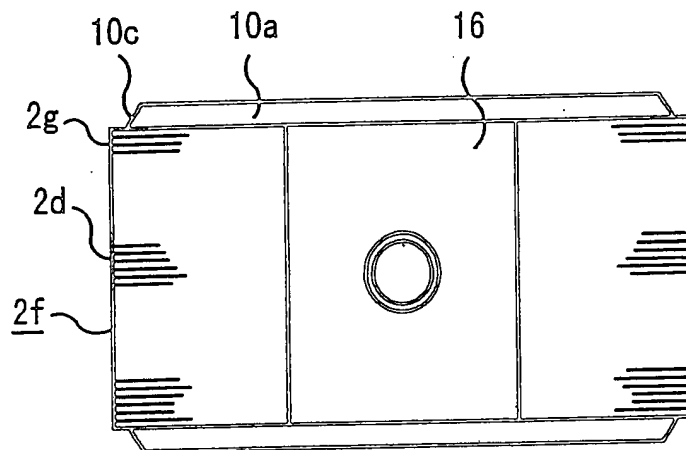


FIG. 6C

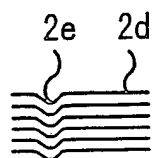


FIG. 7A

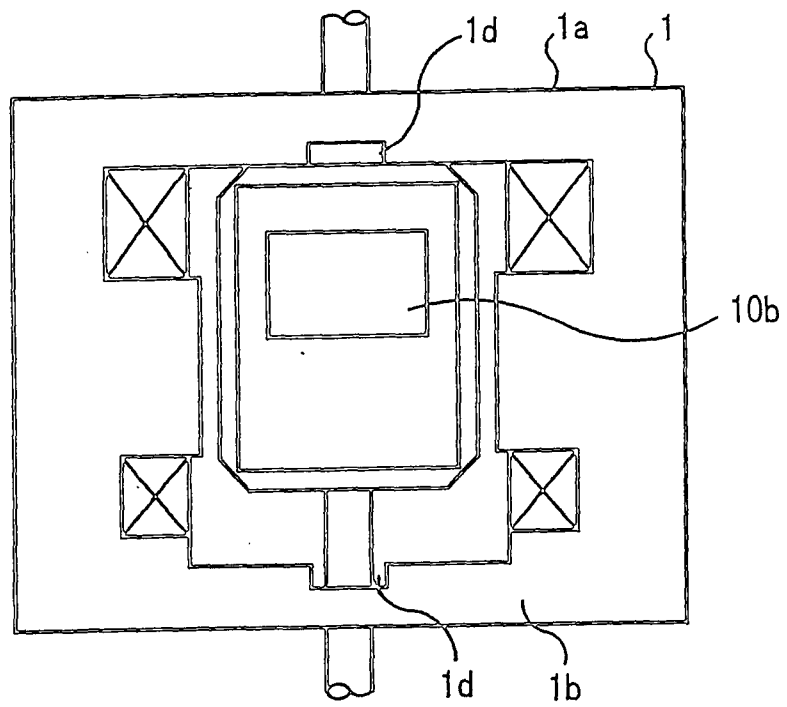


FIG. 7B

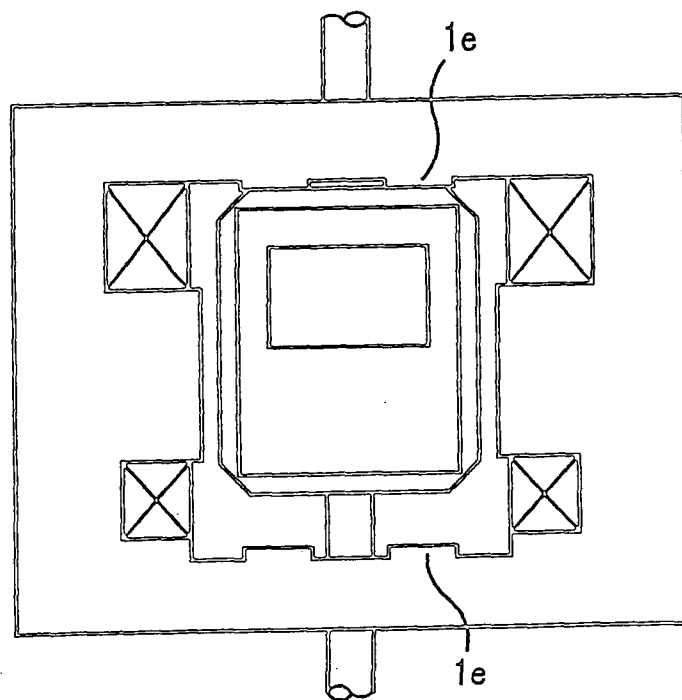
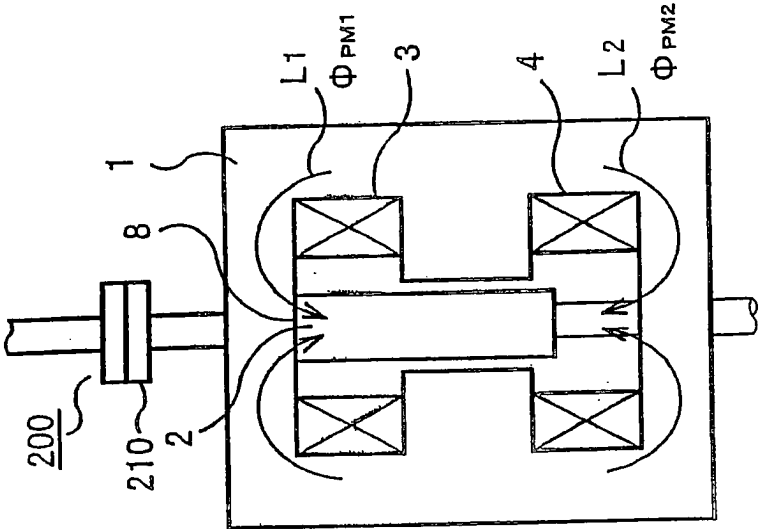
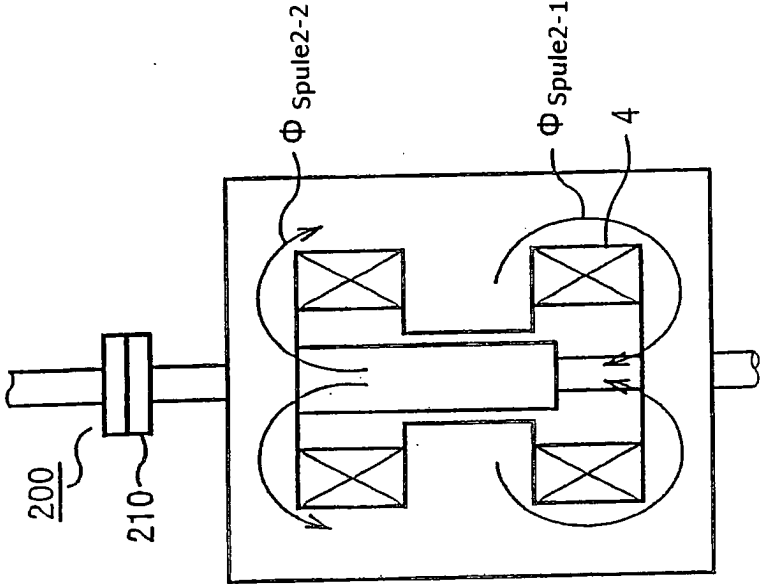


FIG. 8A



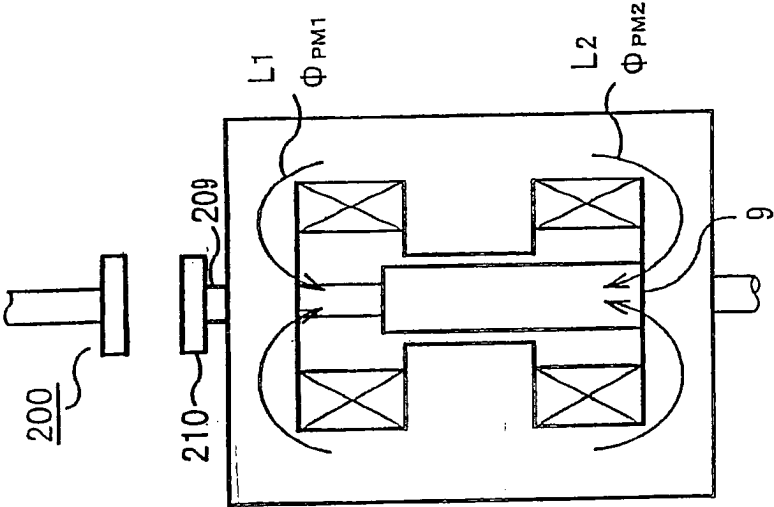
Kontakte geschlossen
(Spulen deaktiviert)

FIG. 8B



Anker wird bewegt
(zweite Spule wird aktiviert)

FIG. 8C



Kontakte geöffnet
(Spulen deaktiviert)

FIG. 9

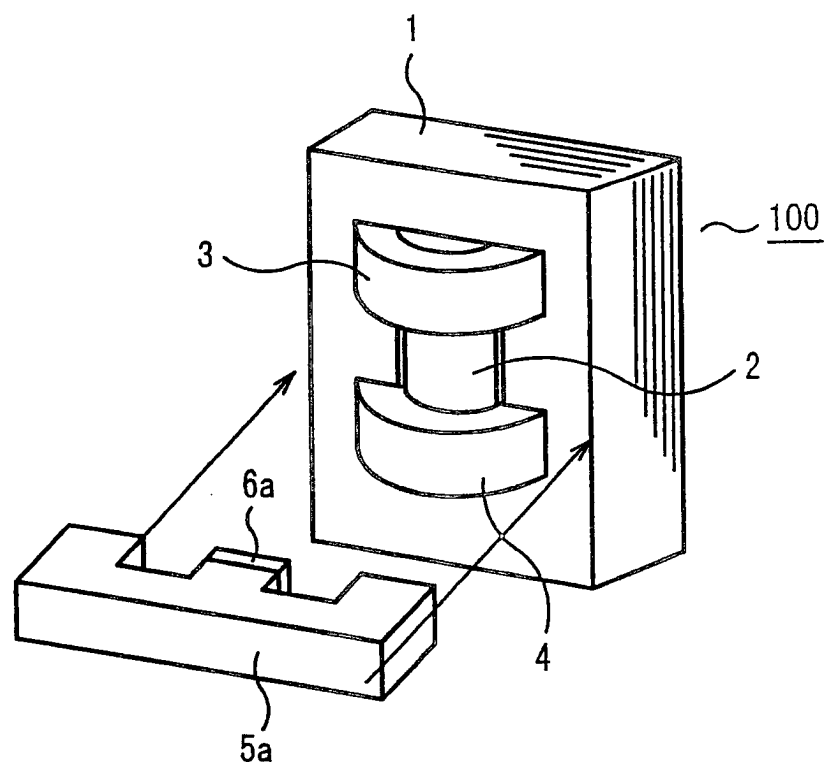


FIG. 10A

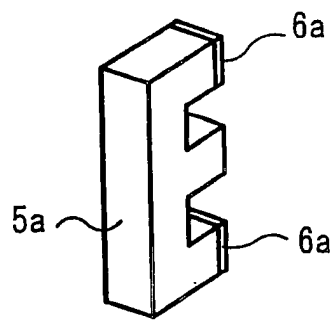


FIG. 10B

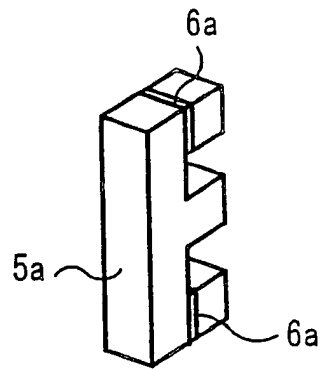


FIG. 10C

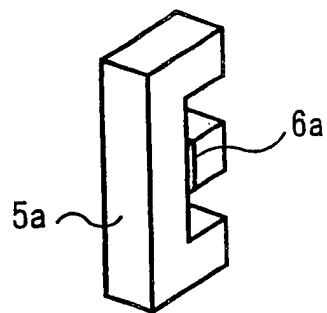


FIG. 10D

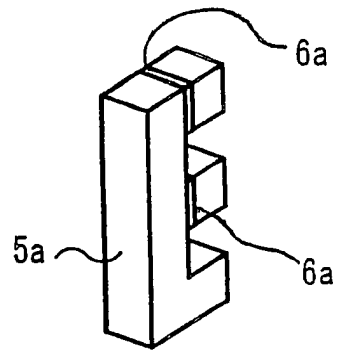


FIG. 10E

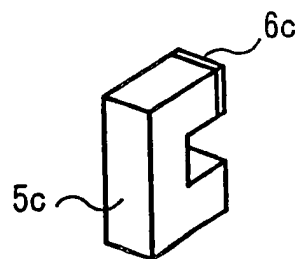


FIG. 10F

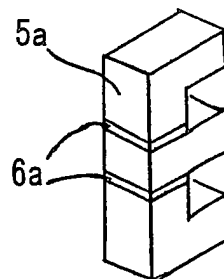


FIG. 11

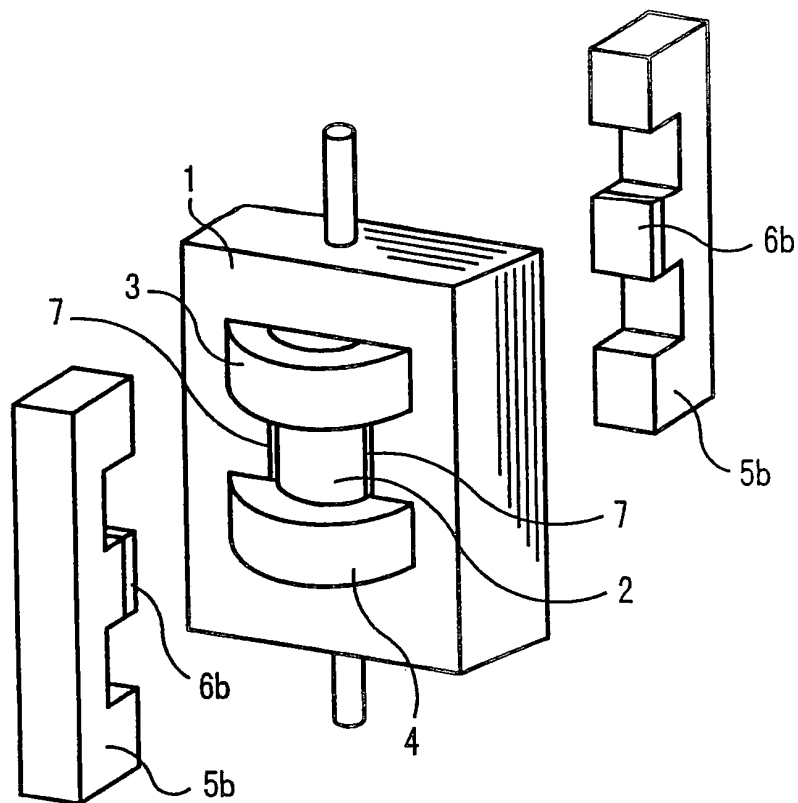


FIG. 12

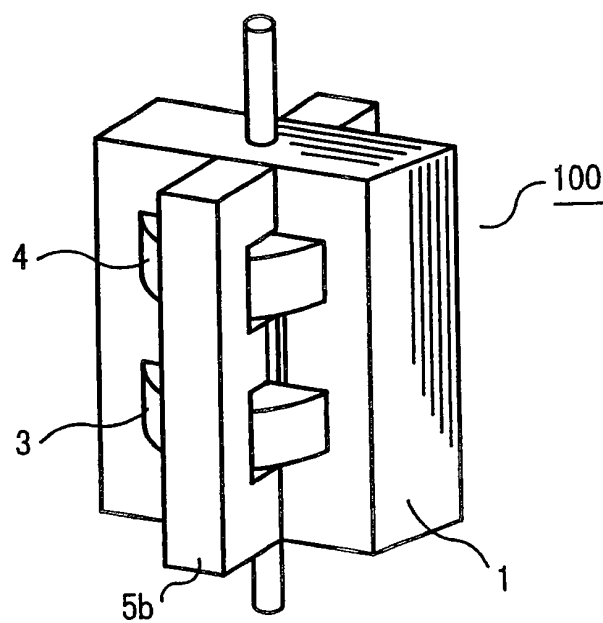


FIG. 13

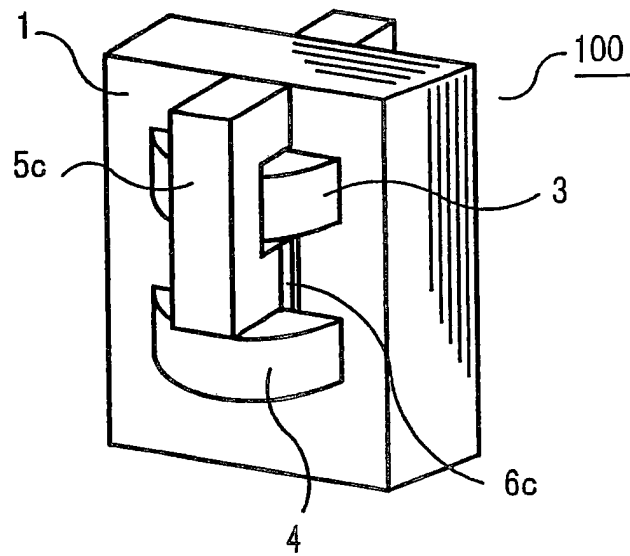


FIG. 14

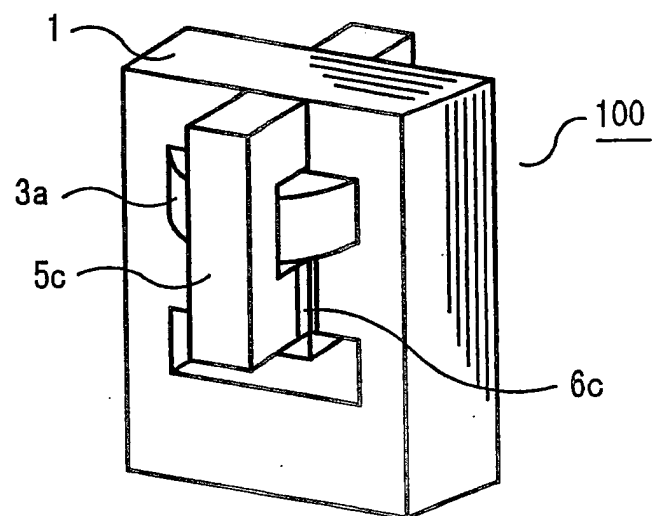


FIG. 15

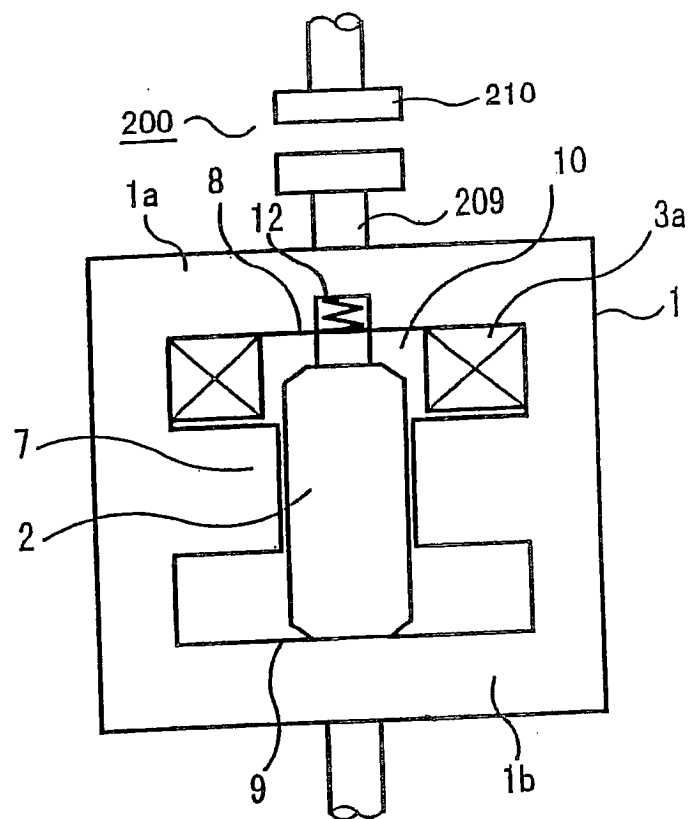
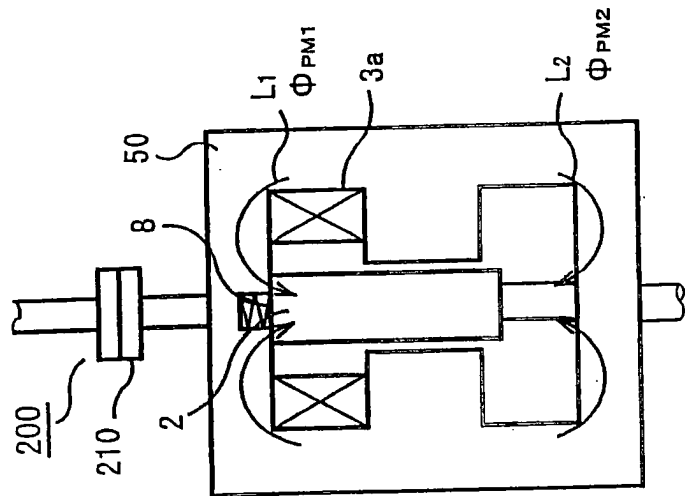
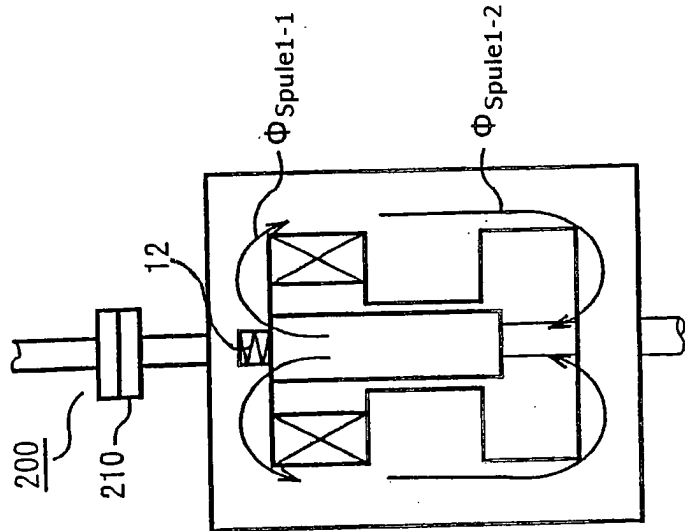


FIG. 16A



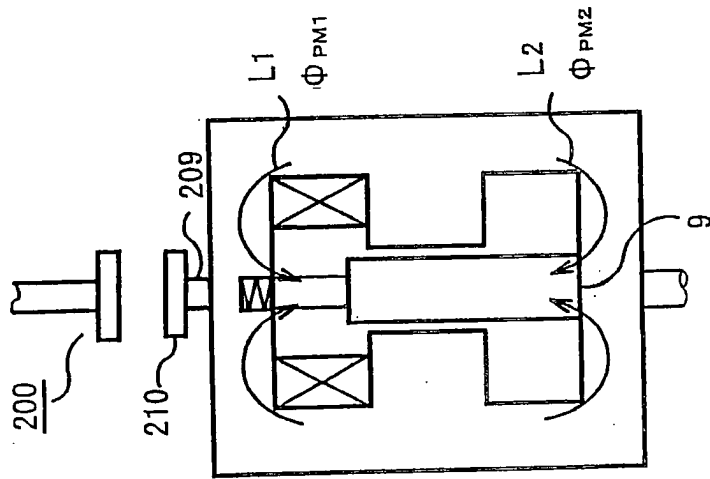
Kontakte geschlossen
(Spulen deaktiviert)

FIG. 16B



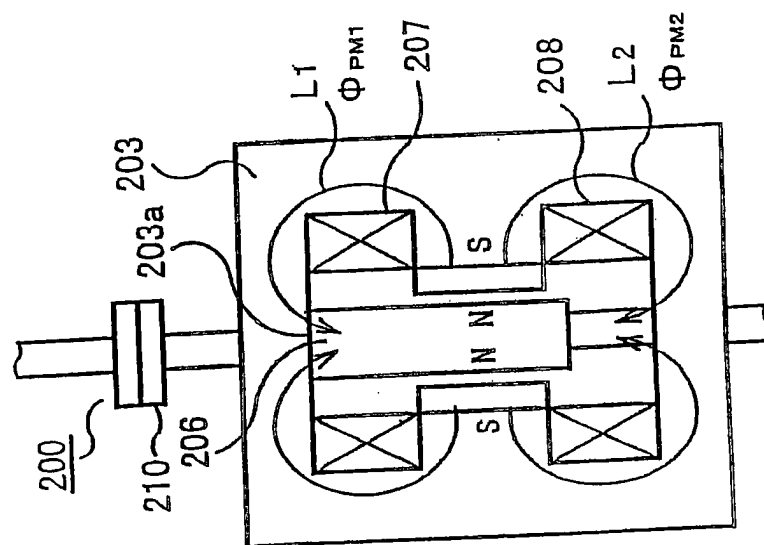
Anker wird bewegt
(zweite Spule wird aktiviert)

FIG. 16C



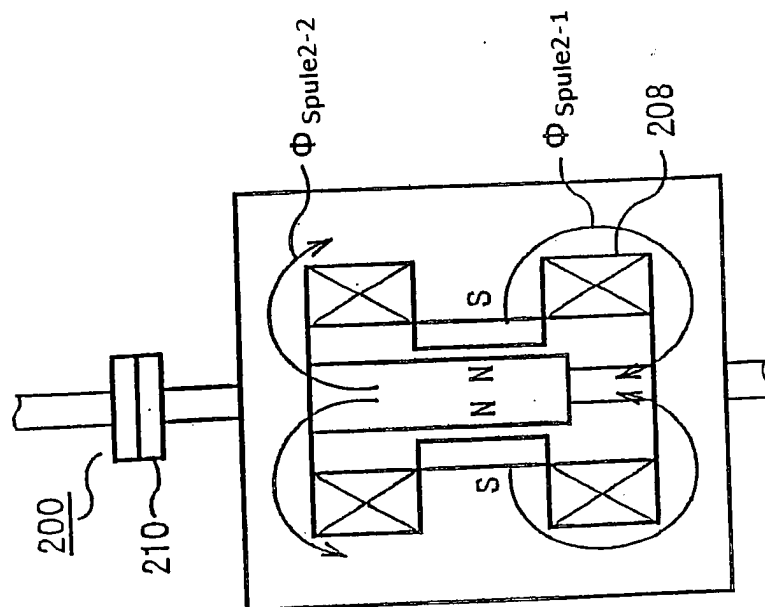
Kontakte geöffnet
(Spulen deaktiviert)

FIG. 17A



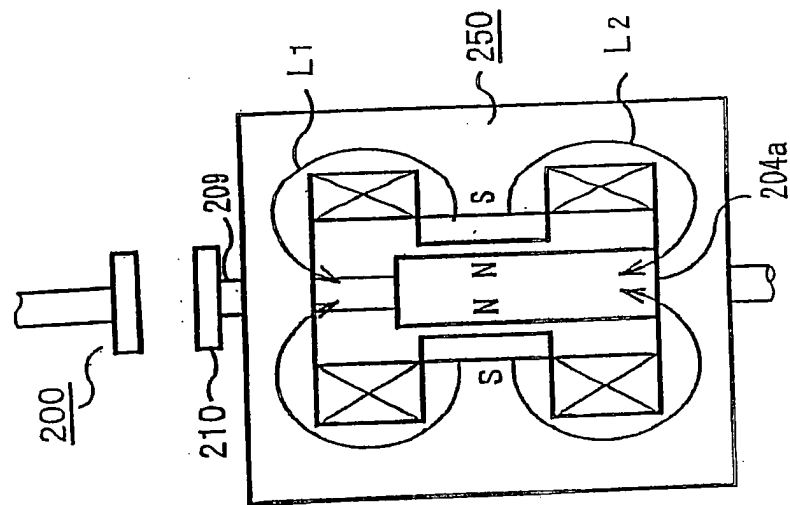
Kontakte geschlossen
(Spulen deaktiviert)

FIG. 17B



Anker wird bewegt
(zweite Spule wird aktiviert)

FIG. 17C



Kontakte geöffnet
(Spulen deaktiviert)

FIG. 18

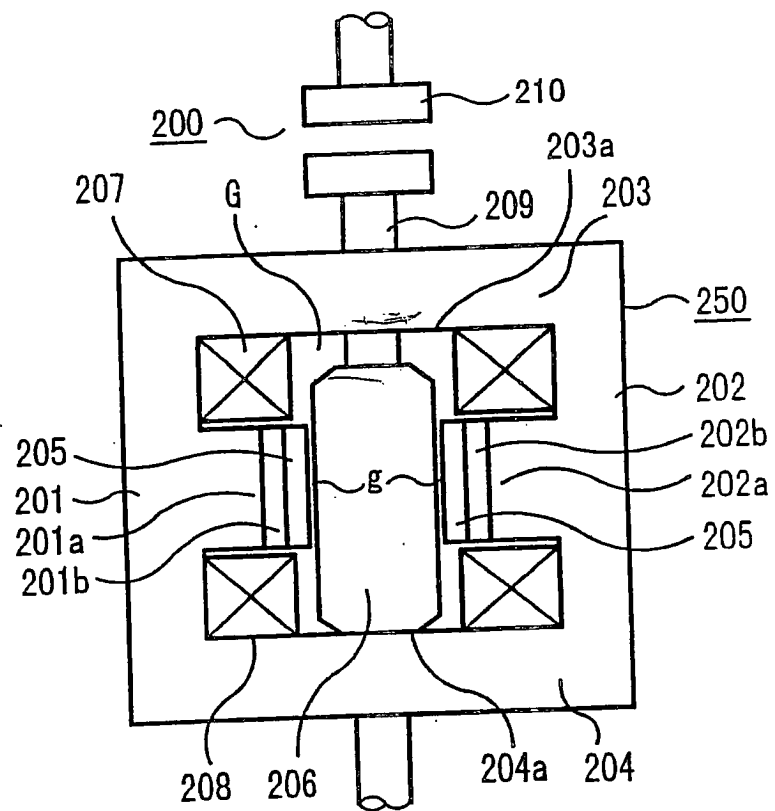


FIG. 19

