(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 474 009 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.01.2018 Patentblatt 2018/04

(21) Anmeldenummer: **10743039.9**

(22) Anmeldetag: **11.08.2010**

(51) Int Cl.:
H01F 7/16 *(2006.01)* ***H01F 7/122*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/004890

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/026553 (10.03.2011 Gazette 2011/10)

(54) **BISTABILE ELEKTROMAGNETISCHE STELLVORRICHTUNG**

BISTABLE ELECTROMAGNETIC ACTUATING DEVICE

DISPOSITIF D'ACTIONNEMENT ÉLECTROMAGNÉTIQUE BISTABLE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **01.09.2009 DE 102009039562**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.07.2012 Patentblatt 2012/28

(73) Patentinhaber: **Eto Magnetic GmbH**
78333 Stockach (DE)

(72) Erfinder:
- **GOLZ, Thomas**
  88605 Messkirch (DE)
- **SCHIEPP, Thomas**
  78606 Seitingen-Oberflacht (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Behrmann Wagner PartGmbB**
Maggistraße 5
Hegau-Tower (10. OG)
78224 Singen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 10 202 628
DE-A1- 10 310 448
DE-U1-202008 008 142
GB-A- 1 308 145
JP-A- 2 074 011
JP-A- S6 010 707
JP-A- 57 132 305

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).

EP 2 474 009 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine bistabile elektromagnetische Stellvorrichtung nach dem Oberbegriff des Hauptanspruchs. Eine derartige Vorrichtung ist aus dem Stand der Technik gemäß DE 103 10 448 A1 bekannt.

[0002] Elektromagnetische Stellvorrichtungen in Form von Akuatoren werden für verschiedenste Stellzwecke benutzt, so etwa für das Verstellen einer Nockenwelle zwischen verschiedenen Eingriffspositionen bei Kraftfahrzeugen. Dabei verfügen konventionelle Aktuatoren, welche typischerweise mit einem Einzugsanker realisiert sind, über eine einzelne stabile Lage (Stellposition), in welcher der Anker üblicherweise von einer Feder gehalten ist. Um eine zweite Stellposition zu erreichen, erfolgt eine Spannungsbeaufschlagung der Spuleneinheit, mit der Wirkung, dass die Federkraft der Feder überwunden wird und der Anker in die zweite Stellposition verbracht wird. Bei derartigen (monostabilen) Stellvorrichtungen muss die Spuleneinheit permanent mit Spannung beaufschlagt werden, um den Anker dauerhaft in der zweiten Stellposition zu halten, so dass sich monostabile Lösungen aufgrund des Energieverbrauchs nicht oder nur begrenzt für Anwendungsfälle eignen, bei welchen der Aktuator häufig in der zweiten Stellposition steht.

[0003] Aus dem Stand der Technik sind daher auch sogenannte bistabile Aktuatoren bekannt, bei welchen die zweite Stellposition durch eine zeitlich begrenzte (typischerweise impulsförmige) Bestromung der Spuleneinheit erreicht werden kann und dann der Anker in dieser Position stromlos (bezogen auf die Spulenbestromung) stabil verbleibt. Ein Beispiel für eine derartige bekannte Vorrichtung zeigt die DE 201 14 466 U1.

[0004] Allerdings ist bei diesem Stand der Technik das Zurückstellen, d.h. das Bewegen des Ankers von der zweiten Stellposition zurück in die erste (Ausgangs-)Stellposition, problematisch und wird durch den externen Stellpartner (das zu stellende Aggregat) bewirkt; dies ist jedoch nicht immer möglich oder praktikabel.

[0005] Darüber hinaus besteht im Hinblick auf den Energieverbrauch im Schaltvorgang sowie wirksame Schaltzeiten Verbesserungsbedarf.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine elektromagnetische Stellvorrichtung zu schaffen, welche energetisch günstig und mit kurzen Schaltzeiten das Bewegen der Ankereinheit zwischen den zwei Stellpositionen ermöglicht, wobei sowohl das Bewegen der Ankereinheit von der ersten in die zweite Stellposition, als auch das Bewegen von der zweiten Stellposition in die erste Stellposition schnell, ohne externen mechanischen Einfluss auf die Ankereinheit (durch einen Stellpartner) und unter Minimierung von Schaltzeiten und Energieaufwand ermöglicht werden soll, und wobei eine zusätzliche Stellposition ermöglicht werden soll.

[0007] Die Aufgabe wird durch die bistabile elektromagnetische Stellvorrichtung mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst; vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0008] In vorteilhafter Weise sind der (stationären) Spuleneinheit in axialer (Bewegungs-)Richtung beidseits Permanentmagnetmittel am Anker zugeordnet, die so wirken und gepolt sind, dass als Reaktion auf ein (impulsförmiges, also zeitlich insbesondere auf den Bewegungsvorgang beschränktes) Gleichspannungssignal die Ankerbewegung in der Art eines Schaltvorgangs erfolgt. Dabei wird gemäß bevorzugter Weiterbildung ein erster Permanentmagnet der Permanentmagnetmittel am Anker von der Spuleneinheit (gemäß bevorzugter Ausführungsform: einer axial einen Mittenbereich des Ankers umgebenden, magnetisch wirksamen Kombination aus Spuleneinheit und stationärem Kernbereich) angezogen, während gleichzeitig, gegenüberliegend bezogen auf die Spuleneinheit, die elektromagnetische Abstoßung eines zweiten Permanentmagneten am Anker erfolgt. Entsprechend ist in sehr wirksamer Weise ein bistabiles, im Hinblick auf das Schalt- und Bewegungsverhalten symmetrisches Antreiben des Ankers bei optimierten Schaltzeiten ermöglicht.

[0009] Energetisch ist die Spuleneinheit so zu bestromen, dass die Abstoßungswirkung auf den am Kernbereich haftenden Permanentmagneten die permanentmagnetische Haftkraft übersteigt; zusätzlich wirksam ist die permanentmagnetische Anziehung durch den (axial gegenüberliegenden) weiteren Permanentmagneten.

[0010] In konstruktiv besonders geeigneter Weise ist zur Realisierung dieser prinzipiellen Funktionalität die Ankereinheit langgestreckt und weist einen mittigen Schaftabschnitt auf, welcher gemäß der Erfindung sich durch die Spuleneinheit bzw. den stationären Kernbereich erstreckt und beidends einen Permanentmagneten, jeweils weiter bevorzugt in Scheibenform, realisiert und ggf. mit weiteren magnetisch leitenden Elementen zur Flussführung versehen ist.

[0011] Besonders bevorzugt ist es, eine solche Anordnung radialsymmetrisch auszubilden, so dass dann innerhalb eines zylindrischen Bauraums die Stellvorrichtung ausgebildet werden kann, wobei, bezogen auf einen im Durchmesser verringerten mittigen Schaftabschnitt, die jeweils endseitig ansitzenden Permanentmagneten im Durchmesser vergrößert sind.

[0012] Je nach konkreten Erfordernissen kann eine solche Vorrichtung axial mittig oder exzentrisch im Hinblick auf die Ankerführung ausgestaltet sein, denkbar sind auch andere, schräg geneigte Konfigurationen.

[0013] Gemäß bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung bietet die Ankereinheit zur Realisierung der Eingriffsmittel stirnseitig (ein- oder beidends) eine bevorzugt plane Fläche (Ankerstirnfläche) an, auf welcher dann eine Stößeleinheit sitzt und mit der Ankereinheit bewegt wird; diese Stößeleinheit ist dann zum Zusammenwirken mit einem Stellpartner (Aggregat), z.B. einer Nockenwelle zu deren Verstellung, ausgebildet.

[0014] Besonders günstig und weiterbildungsgemäß bevorzugt ist es in diesem Zusammenhang, eine derartige eingriffseitige Stößeleinheit nicht fest mit der Ankereinheit zu verbinden, sondern eine lösbare Verbindung zu bewirken.

Die vorliegende Erfindung ermöglicht durch das Vorsehen der Permanentmagnetmittel, dass etwa mittels der permanentmagnetischen Haftkraft der Permanentmagnetmittel eine solche metallische Stößeleinheit magnetisch haftend auf einer Ankerstirnfläche aufsitzt, insoweit eine lösbare Verbindung ermöglicht. Auch ist es weiterbildungsgemäß möglich und vorgesehen, eine Mehrzahl derartiger Stößel auszubilden.

[0015] Im Hinblick auf die konkrete konstruktive Realisierung und das Zusammenwirken einer solchen Stößeleinheit mit einem unterliegenden Permanentmagneten gilt die Offenbarung des deutschen Gebrauchsmusters 20 2008 008 142 der Anmelderin als zur Erfindung gehörig in die vorliegende Anmeldung einbezogen.

[0016] Entsprechend weiterbildungsgemäß ist vorgesehen, die Stößeleinheit nicht ausschließlich aus magnetischem bzw. magnetisch leitendem Material zu bilden; vielmehr ist es für Anwendungsfälle, bei welchen einerseits die beschriebene lösbare Haftwirkung zwischen Ankereinheit und Stößeleinheit erreicht werden soll, andererseits jedoch das unerwünschte Anhaften von metallischem Abrieb im Stellbereich an der Stößeleinheit vermieden werden soll, sinnvoll, den der Ankereinheit entgegengesetzten Eingriffsbereich der Stößeleinheit aus einem nicht-magnetischen Material zu realisieren, welches zudem weiterbildungsgemäß im Hinblick auf seine Härte, Zähigkeit od.dgl. zum Zusammenwirken mit dem Eingriffspartner (z.B. der Nockenwelle) durch geeignete Materialbehandlung optimiert werden kann. Im Rahmen weiterer bevorzugter Ausführungsbeispiele liegt es hier, beide Abschnitte (magnetisch einerseits zum Haften auf bzw. an der Ankerstirnfläche, nicht-magnetisch für einen Aggregateingriff andererseits) als unlösbar verbundene Einheit zu realisieren, wobei sie hier insbesondere Verbindungsverfahren wie Sintern, Reibschweißen od.dgl. anbieten.

[0017] Im Rahmen bevorzugter Weiterbildungen der Erfindung liegt es ferner, die Bewegung der Ankereinheit (in eine oder beide Richtungen der Bewegungslängsachse) durch eine Federwirkung zu unterstützen. Dabei bietet es sich bevorzugt an, eine derartige Feder (z.B. Druckfeder) an der Ankerstirnfläche einends oder beidends abzustützen, wobei ein solches Abstützen sowohl nach innen (d.h. in den Bewegungsraum zwischen Kernbereich und Permanentmagnet), als auch nach außen (etwa eine Stößeleinheit umgebend) erfolgen kann.

[0018] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform sieht für die bistabile Stellvorrichtung ein Gehäuse vor, welches, bestehend aus magnetisch leitendem Material, Aufgaben der Flussleitung des magnetischen Flusses übernimmt und insoweit sich parallel zur Bewegungslängssachse bevorzugt zwischen den Stellpositionen der beidends an der Ankereinheit vorgesehenen Permanentmagnete erstreckt.

[0019] Aufgrund der günstigen magnetischen Eigenschaften der vorliegenden Erfindung, zur einfachen Montage (und damit Verbesserung der Großserientauglichkeit) sowie zum Erreichen eines kompakten Bauraums ist es dabei bevorzugt, das Gehäuse mittels mindestens eines bügelförmigen Gehäuseelementes zu realisieren, wobei sich vorteilhaft das Gehäuse nicht gesamt-umfänglich um die Permanentmagnetmittel erstreckt, vielmehr hier lediglich Schenkel eines weiter bevorzugt U- (alternativ L-)förmigen Elementes vorgesehen sind. Wird dann ein Paar derartiger Bügel, axial ausgerichtet entlang jeweiliger Durchbrüche zur Führung des Ankers (genauer: des Schaftabschnittes zwischen den Permanentmagneten), gegeneinander verschachtelt, entsteht eine leicht zu montierende, mechanisch stabile und magnetisch wirksame Gehäusekonstruktion.

[0020] Im Rahmen der Erfindung ist es vorgesehen die erfindungsgemäße elektromagnetische Stellvorrichtung als tristabile elektromagnetische Stellvorrichtung auszubilden, wobei im Rahmen der Erfindung der Begriff "tristabil" als speziellere Ausbildung unter dem generellen Begriff "bistabil" fallen soll. Konkret ist es von der Erfindung gemäß einer bevorzugten Weiterbildung umfasst, nicht (nur) zwei stabile Zustände mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung zu realisieren, sondern einen dritten stabilen Zustand zusätzlich zu ermöglichen. Weiterbildungsgemäß im Rahmen der Erfindung geschieht dies dadurch, dass eine dritte (bevorzugt stabile) Mittenposition entlang der Bewegungslängsachse der Ankereinheit durch die Vorrichtung stabil eingenommen werden kann, weiter bevorzugt dadurch, dass auch hier stromlos (d.h. ohne Bestromung der Spuleneinheit) der Anker in dieser Position verbleibt.

[0021] In bevorzugter Realisierung wird diese die tristabilität bewirkende Position dadurch erreicht, dass die vorteilhaft beidends endseitig vorgesehenen Permanentmagnetmittel der Ankereinheit jeweils so mit einem (mittleren) stationären Kernbereich zusammenwirken, dass durch einander entgegengesetzte Anziehungskräfte keine der Permanentmagneteinheiten an der Kerneinheit haftet, vielmehr beide in einem (bevorzugt gleichen) Abstand von der Kerneinheit stehen, mit der Folge, dass die Ankereinheit die stabile dritte Stellposition in der Mitte zwischen den endseitigen Stellpositionen einnimmt.

[0022] Bevorzugt und im Rahmen der Erfindung kann die Ankereinheit in diese dritte Stellposition durch (einmal-)impulsförmige Bestromung verbracht werden, wobei ein weiterer (Einmal-)impuls, in die eine oder andere Richtung, durch Bestromungsimpulse entsprechender Polarität ausgelöst werden. Alternativ und in der Praxis hat es sich als günstig herausgestellt, die stabile Endposition entweder stromlos oder mittels eines Wechselstromsignals für die Spuleneinheit zu halten (bzw. auch überhaupt erst zu erreichen).

[0023] Die vorteilhafte Tristabilität ermöglicht dann völlig neue Einsatzgebiete und Stellaufgaben, insbesondere solche, bei welchen dann gezielt eine Ankereinheit entlang einer Bewegungslängsachse in eine von drei voneinander abgegrenzten, jeweils stabilen Positionen verbracht werden kann, wobei vorteilhaft und weiterbildungsgemäß zumindest zwei von diesen, weiter bevorzugt alle drei, jeweils stromlos stabil sind.

[0024] Im Ergebnis ermöglicht es damit die Erfindung, auf konstruktiv einfache und damit großserientaugliche Weise

eine tristabile Stellvorrichtung zu realisieren, welche kurze Stellzeiten mit hoher Energieeffizienz im Betrieb kombiniert.

[0025] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen; diese zeigen in:

Fig. 1: eine schematische Seitenansicht einer bistabilen elektromagnetischen Stellvorrichtung, wobei sich der Anker in einer ersten Stellposition links befindet;

Fig. 2: eine Darstellung analog Fig. 1 mit ausgefahrenem Anker in die zweite Stellposition (rechts);

Fig. 3: einen schematischen Längsschnitt durch die Vorrichtungen der Fig. 1, 2 in unbestromtem Zustand der Spuleneinheit sowie in der ersten Stellposition links;

Fig. 4: eine Darstellung analog Fig. 3 zu Beginn der Bestromung der Spuleneinheit und vor einer Bewegung in die zweite Stellposition;

Fig. 5: eine Perspektivansicht einer bügelförmigen Gehäuseeinheit mit einem Paar von Schenkeln;

Fig. 6: eine Anordnung aus zwei ineinander verschachtelten Gehäusebügeln (Fig. 5) mit darin geführter Ankereinheit sowie montierter Spuleneinheit;

Fig. 7 bis Fig. 9: verschiedene Ansichten der Ankerstirnfläche(n) der Vorrichtung gemäß Fig. 6 zum Verdeutlichen des Zusammenwirkens mit einer oder mehreren Stößeleinheiten;

Fig. 10: eine Darstellung analog Fig. 2 mit einem Paar von beidseits axial von außen auf die Ankerstirnflächen greifenden Federn;

Fig. 11: eine Variante eines Federeinsatzes zwischen Kernbereich und Permanentmagnet-Ankerscheibe;

Fig. 12: ein Längsschnitt durch eine bistabile elektromagnetische Stellvorrichtung gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform, wobei in dieser Ausführungsform, zum Beschreiben einer tristabilen Funktionalität sowie einer Möglichkeit für die Ankereinheit zum Erreichen einer stabilen mittleren Stellposition, geeignete magnetische Flusspfeile eingezeichnet sind, um insoweit den stromlos stabilen Zustand (samt zugehöriger permanentmagnetischer Kraftpfeile) zu verdeutlichen, und

Fig. 13: eine Ansicht analog der Fig. 12, jedoch mit einer zusätzlichen Bestromung der Spuleneinheit, durch welche dann das (Mitten-)gleichgewicht der Fig. 12 aufgelöst und die Ankereinheit in eine Endposition gebracht werden kann.

[0026] Die Figuren 1 bis 4 verdeutlichen die wesentlichen Funktionskomponenten zum Realisieren der bistabilen elektromagnetischen Stellvorrichtung gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform samt skizzierten Feldverläufen: Eine Ankereinheit, bestehend aus einem Ankerschaft 10, daran beidends ansitzenden Permanentmagnetscheiben 12 bzw. 14, die Permanentmagnetscheiben jeweils axial auswärts abschließenden Ankerscheiben 16, 18 sowie die Permanentmagnetscheiben 12, 14 axial einwärts begrenzenden inneren Scheiben 20, 22 ist in einer stationären Kernanordnung 24 axial verschieblich geführt. Die Kerneinheit 24 wirkt zusammen mit einer Spuleneinheit 26, welche (vgl. insbesondere die Schnittansichten der Figuren 3, 4) den Schaftbereich 10 umgebend angeordnet ist. Radial mantelseitig ist die Anordnung umschlossen von einer stationären Gehäuseschale 30.

[0027] Die Bistabilität dieser Anordnung wird dadurch erreicht, dass in einem jeweiligen Endzustand (Stellposition) in axialer Richtung einer der Permanentmagneten 12, 14 (über die zwischenliegenden Scheiben 20 bzw. 22) am magnetischen Kern 24 haftet; so haftet in der Stellposition der Figur 1 der rechts gelegene Permanentmagnet 14 an der Kerneinheit 24, während der Permanentmagnet 12 axial ausgefahren ist. Die Figur 2 verdeutlicht den umgekehrten, axial verschobenen Zustand des Ankers (zweite Stellposition).

[0028] Die Figuren 3 und 4 verdeutlichen in diesem Zusammenhang die Wirkung der Permanentmagneten bzw. eines Bestromungsimpulses der Spule: Die Figur 3, entsprechend der Position der Figur 1, verdeutlicht das Permanentmagnetfeld der scheibenförmigen Permanentmagneten 12, 14 (in der gezeigten Weise axial magnetisiert), wobei der magnetische Kreis über die Scheiben 16, 20 bzw. 18, 22 und das umschließende Gehäuse bzw. den Schaft 10 geschlossen ist.

[0029] Bei Bestromung der Spuleneinheit 26 mit einem (impulsförmigen) Gleichspannungssignal einer ersten Polarität entsteht ein zusätzlicher magnetischer Fluss, verdeutlicht durch die Pfeilschaar 32. Diese, entgegengesetzt gerichtet dem Permanentmagnetfeld des rechtsseitigen Permanentmagneten 14, erzeugt unter Aufhebung der permanentmag-

netischen Anziehung an den Kern 24 eine abstoßende Kraft auf die Ankereinheit, welche die Ankereinheit (in der Figur rechts) dann in die zweite Stellposition der Figur 2 treibt. Unterstützt wird dieser Effekt durch eine anziehende Wirkung zwischen dem Magnetfeld der Spuleneinheit und dem Permanentmagnetfeld des linksseitigen Permanentmagneten 12, welcher (vgl. die Darstellung der Figuren 3, 4), bezogen auf den gegenüberliegenden Permanentmagneten, in axialer Richtung entgegengesetzt gepolt ist.

[0030] Die Figuren 5, 6 verdeutlichen, wie das Gehäuse 30 in eleganter Weise aus bügelförmigen Elementen platz- und aufwandssparend hergestellt werden kann; genauer gesagt ist ein in der Fig. 5 gezeigtes U-förmiges Bügelelement 34 gebildet aus einem Paar von Schenkeln 36 (diese erstrecken sich, vgl. die Darstellung der Figur 6, parallel zur axialen Bewegungsrichtung) sowie einem Mittenabschnitt 38, welcher beide Schenkel 36 verbindet. Der Mittenabschnitt 38 weist einen zentralen Durchbruch 39 auf, durch welchen sich der Schaftabschnitt 10 des Ankers bewegen kann.

[0031] Die Figur 6 verdeutlicht, wie in ineinander geschachtelter Weise ein Paar von Gehäuseelementen 34 das Gehäuse für die Stellvorrichtung ausbilden und innen den Kern- bzw. Spulenbereich 24, 26 umschließen, während, endseitig am Schaft 10 sitzend, die jeweiligen scheibenförmigen Permanentmagneten mit zugehörigen inneren bzw. Ankerscheiben, zwischen den jeweiligen Paaren von Schenkeln 36, nach auswärts geführt werden können.

[0032] Anhand der Figuren 7 bis 9 wird verdeutlicht, dass eine stirnseitige Außenfläche der Ankerscheiben 17 bzw. 18 verschiedene Möglichkeiten anbietet, um damit aufsitzende Stößelelemente (Stößeleinheiten) 40 anzutreiben. Gemäß bevorzugten Ausführungsformen ist mindestens ein Stößelelement 40 (alternativ auch zwei oder mehrere, vgl. die Figuren 8, 9, wobei die Figur 9 auch in die entgegengesetzte Richtung ein Stößelelement trägt) mittels magnetischer Haftkraft aufgesetzt, dadurch, dass das Stößelelement 40 aus magnetischem Material vom Permanentmagneten 12 bzw. 14 auf der jeweiligen flachen Stirnfläche gehalten ist (dies kann achsparallel, zentrisch, alternativ auch windschief geschehen, je nach Konfiguration). Zur näheren Offenbarung wird diesbezüglich verwiesen auf die Patentoffenlegung 10 2007 028 600 bzw. die Gebrauchsmusterveröffentlichung 20 2008 008 142 der Anmelderin, welche verschiedene Wege offenbaren, wie eine Stößeleinheit (lösbar) mit einer eine Permanentmagnetscheibe aufweisenden Ankereinheit zusammenwirken kann.

[0033] Zusätzlich weiterbildungsgemäß ist vorgesehen, dass die langgestrecktzylindrisch gezeigte Stößeleinheit gebildet ist aus mehreren axial aneinandergrenzenden Abschnitten; bevorzugt ist dabei ein auf die Außenfläche der Ankerscheibe greifender Abschnitt magnetisch, um insoweit die vorteilhafte lösbare Haftwirkung zu erzielen. Dagegen ist es bevorzugt, ein entgegengesetztes freies Ende, welches in ansonsten bekannter, jedoch in den Figuren nicht gezeigter Weise mit einem Stellpartner (Aggregat), etwa einer Nockenwelle, zusammenwirkt, aus nicht-magnetischem Material auszugestalten. Dies hat andererseits den Vorteil, dass im praktischen Betrieb dann kein magnetischer Abrieb anhaften kann. Auch gibt es die Möglichkeit, einen solchen Bereich geeignet zu härten bzw. für seinen Eingriffszweck geeignet verschleißfest auszubilden. Die beschriebenen Abschnitte können dann in geeigneter Weise, z.B. über Sintern, Reibschweißen od.dgl., dauerhaft und unlösbar zusammengefügt werden.

[0034] Die Figuren 10 und 11 verdeutlichen Möglichkeiten, wie, aufbauend auf der Konfiguration der Figuren 1 bzw. 2, eine oder zwei Druckfedern 50, 52 (von außen) bzw. 54 (zwischen Kern und innerer Scheibe 20, 22) kraftverstärkend, dämpfend oder auf andere, ansonsten bekannte Weise eingesetzt werden können.

[0035] Die Figuren 12 und 13 verdeutlichen eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei gleiche Bezugszeichen mit dem ersten Ausführungsbeispiel insoweit identische bzw. äquivalente Funktionskomponenten bezeichnen.

[0036] Die Längsschnittansicht der Fig. 12 verdeutlicht den leicht abweichenden konstruktiven Aufbau der Ankereinheit, wobei hier der mittlere Schaftbereich 10 zusätzlich um permanentmagnetisch flussleitende Abschnitte 60 ergänzt wurde, welche gleichermaßen kernseitig als Scheiben 62 eine Flussleitwirkung über das umgebende Gehäuse 30 ermöglichen. Insoweit verdeutlichen die geschlossenen dünnen Pfeilscharen 66 einen permanentmagnetischen Fluss, in der in Fig. 12 gezeigten Weise symmetrisch, der das Halten der Ankereinheit in einer Mittelposition zwischen beiden Endpositionen, wie im Zusammenhang mit dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben, ermöglicht. Genauer gesagt verdeutlichen zwei in Fig. 12 als dicke Pfeile 68 gezeigte permanentmagnetische Kraftpfeile, wie durch permanentmagnetische Anziehungskraft der Scheiben 12, 14 und ohne Bestromung der Spule ein stabiler Mittenzustand erreicht wird, da, bei annähernd gleicher permanentmagnetischer Anziehungskraft und symmetrischer Geometrie, insoweit die aufeinandergerichteten Kräfte 68 sich neutralisieren. Erreicht werden kann dieser Zwischenzustand durch ein impulsförmigbefristetes Bestromen der Spuleneinheit, um insoweit die Ankereinheit in diesen Zustand zu bringen, wobei das Bestromen beendet wird, bevor ein Anschlag am gegenüberliegenden Ende erfolgt.

[0037] Aufbauend auf der Geometrie der Fig. 12 verdeutlicht die nunmehr mögliche Bestromung, wie durch einen Impuls und gemäß Pfeilschar 70, eine abstoßende Wirkung im linksseitigen Bereich in der Figur erzeugt wird (insoweit der linksseitige Pfeil gegenüber dem rechten vergrößert ist), mit der Wirkung, dass sich als Reaktion auf den Strominpuls der Anker in die rechte Endposition aus der stabilen Mittelposition bewegt.

[0038] Ergänzend vorteilhaft hat sich im Rahmen der Realisierung des beschriebenen Ausführungsbeispiels herausgestellt, dass ein Verbringen bzw. Halten in einer Mittenposition gemäß Fig. 12 auch möglich ist durch eine Bestromung der Spuleneinheit mit einem Wechselsignal; bei geeigneter Frequenzeinstellung führt dies dazu, dass, durch permanentes Umpolen, die Mittelposition zuverlässig erreicht und gehalten werden kann.

[0039] Die vorliegende Erfindung eignet sich in besonders günstiger Weise zur Ausbildung einer Nockenwellenverstellung, so dass die Verwendung für den Zweck der Nockenwellenverstellung eines Verbrennungsmotors als zur vorliegenden Erfindung gehörig beansprucht wird. Die vorliegende Erfindung ist jedoch darauf nicht beschränkt. Vielmehr eignet sich die vorliegende Erfindung für jeglichen Stellzweck, welcher ein bistabiles elektromagnetisches Stellen ermöglicht oder einsetzt.

Patentansprüche

1. Bistabile elektromagnetische Stellvorrichtung mit
einer relativ zu einer stationären Spuleneinheit (26) und als Reaktion auf eine Bestromung derselben entlang einer Bewegungslängsachse zwischen mindestens zwei Stellpositionen bewegbaren Ankereinheit (10, 12,10 14, 16, 18, 20, 22),
die ein- oder beidends Eingriffsmittel (40) zum Zusammenwirken mit einem nachgeschalteten, zu stellenden Aggregat aufweist, wobei
die Ankereinheit in der Richtung der Bewegungslängsachse beidseits der Spuleneinheit Permanentmagnetmittel (12, 14) aufweist, die zum Zusammenwirken mit einem der Spuleneinheit zugeordneten stationären Kernbereich (24) so ausgebildet sind, dass als Reaktion auf die Bestromung der Spuleneinheit mit einem Gleichspannungssignal einer ersten Polarität die Ankereinheit in eine erste, bevorzugt endseitige und stromlos stabile der Stellpositionen verbracht wird
und als Reaktion auf die Bestromung der Spuleneinheit mit einem Gleichspannungssignal einer zweiten Polarität die Ankereinheit in eine der ersten Stellposition axial entgegengesetzten zweite, bevorzugt endseitige und stromlos stabile der Stellpositionen verbracht wird,
wobei die Ankereinheit langgestreckt ausgebildet ist und einen mittig vorgesehenen Schaftabschnitt (10) aufweist, der sich durch die Spuleneinheit und/oder den Kernbereich hindurch erstreckt, wobei die Stellvorrichtung in einem Gehäuse (30) aus einem magnetisch leitenden Material aufgenommen ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Schaftabschnitt (10) zusätzlich getrennte, beidseitig an das jeweilige Permanentmagnetmittel anschließende, permanentmagnetisch flussleitende Abschnitte (60) aufweist,
wobei gleichermaßen der Kernbereich an beiden Enden permanentmagnetisch flussleitende Scheiben (62) aufweist, so dass die Ankereinheit in eine dritte der Stellpositionen verbracht werden kann, an welcher durch einander entgegensetzte Anziehungskräfte der Permanentmagnetmittel keines der Permanentmagnetmittel am Kernbereich haftet, indem in der dritten Stellposition durch den jeweiligen flussleitenden Abschnitt (60) und die zugeordnete flussleitende Scheibe (62) für jedes Permanentmagnetmittel ein über das umgebende Gehäuse geschlossener permanentmagnetischer Fluss (66) ermöglicht wird,
wobei die dritte Stellposition entlang der Richtung der Bewegungslängsachse zwischen der ersten endseitigen Stellposition und der zweiten endseitigen Stellposition liegt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kernbereich sowie die Permanentmagnetmittel so ausgebildet sind, dass in der ersten und/oder der zweiten Stellposition die Permanentmagnetmittel am Kernbereich magnetisch haften.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spuleneinheit und der Kernbereich so mit den Permanentmagnetmitteln zusammenwirken, dass die bevorzugt einmalimpulsförmige Bestromung ein magnetisches Abstoßen eines ersten Permanentmagneten der Permanentmagnetmittel sowie ein magnetisches Anziehen eines axial bezogen auf die Spuleneinheit gegenüberliegenden zweiten Permanentmagneten der Permanentmagnetmittel für einen Stellvorgang von der ersten zur zweiten Stellposition bewirkt.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** dritte Stellposition stromlos stabil ist und/oder mittig zwischen der ersten endseitigen Stellposition und der zweiten endseitigen Stellposition liegt.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ankereinheit axial mittig oder exzentrisch durch die Spuleneinheit (26) bzw. den Kernbereich (24) hindurchreicht.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Permanentmagnetmittel axial beidends der Spuleneinheit und/oder des Kernbereichs vorgesehene, bevorzugt scheibenförmige Permanentmagneten (12, 14) aufweisen.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eingriffsmittel als scheibenförmige Ankerstirnfläche (16, 18) ausgebildet sind, die eine mit der Ankerstirnfläche zusammenwirkende Stößeleinheit (40) bewegt.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stößeleinheit (40) lösbar und durch permanentmagnetische Haftwirkung der Permanentmagnetmittel auf der Ankerstirnfläche gehalten ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stößeleinheit in axialer Richtung mehrere Abschnitte aufweist, wobei ein erster, auf die Ankerstirnfläche gerichteter Abschnitt aus magnetischem Material gebildet ist und ein axial anschließender zweiter, mit dem Aggregat zusammenwirkender Abschnitt nicht-magnetisch ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der
erste und der zweite Abschnitt, insbesondere durch Sintern oder Reibschweißen, unlösbar miteinander verbunden sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der zweite Abschnitt zumindest an einem Eingriffsende für das Zusammenwirken mit dem Aggregat gehärtet und/oder verschleißfest ausgestaltet ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ankereinheit ein- oder beidends mit Federmitteln (50, 52, 54) zusammenwirkt, wobei die Federmittel sich bevorzugt von einer axialen Ankerstirnfläche (16, 18) der Ankereinheit abstützen.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse mittels eines bügelförmigen und/oder längsschnittlich U- oder L-förmigen Gehäuseelements realisiert ist, dessen mindestens ein Schenkel (36) sich parallel zur Bewegungslängsachse erstreckt, wobei das Gehäuseelement einen Durchbruch (39) zum Hindurchführen eines Mittel- und/oder Verbindungsabschnitts (10) zwischen Permanentmagneten der Ankereinheit aufweist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse ein Paar von ineinander und/oder gegeneinander verschachtelt vorgesehenen, bügelförmigen und mit jeweiligen axial ausgerichteten Durchbrüchen versehenen Gehäuseelementen aufweist.

Claims

1. A bistable electromagnetic positioning device with
an armature unit (10, 12, 10, 14, 16, 18, 20, 22) that can be moved along a longitudinal axis of movement between at least two actuated positions relative to a stationary coil unit (26) and in response to an energisation of the same, which has engagement means (40) at one or both ends for purposes of operating in conjunction with a downstream unit that is to be positioned, wherein
the armature unit has permanent magnetic means (12, 14) on both sides of the coil unit in the direction of the longitudinal axis of movement, which are designed for purposes of operation in conjunction with a stationary core region (24) assigned to the coil unit such that, in response to the energisation of the coil unit with a DC voltage signal of a first polarity, the armature unit is moved into a first of the actuated positions, which is preferably at one end and stable when no power is applied,
and in response to the energisation of the coil unit with a DC voltage signal of a second polarity, the armature unit is moved into a second of the actuated positions, axially opposed to the first actuated position, preferably at the other end and stable when no power is applied, wherein
the armature unit is of an elongated design and has a shaft section (10) provided centrally, which extends through the coil unit and/or the core region, wherein the positioning device is accommodated in a housing (30) of a magnetically conducting material,
characterised in that,
in addition the shaft section (10) has separate, permanent magnetic flux-conducting sections (60) adjoining the respective permanent magnetic means on both sides, wherein
the core region likewise has permanent magnetic flux-conducting disks (62) at both ends,
such that the armature unit can be moved to a third of the actuated positions, at which mutually opposed forces of

attraction of the permanent magnetic means do not cause any of the permanent magnetic means to adhere to the core region, **in that** in the third actuated position a closed permanent magnetic flux (66) over the surrounding housing is enabled by the respective flux-conducting section (60) and the associated flux-conducting disc (62) for each permanent magnetic means, wherein
the third actuated position lies along the direction of the longitudinal axis of movement between the first actuated position at one end and the second actuated position at the other end.

2. The device in accordance with claim 1,
characterised in that,
the core region and the permanent magnetic means are designed such that in the first and/or the second actuated position, the permanent magnetic means adhere magnetically to the core region.

3. The device in accordance with claim 1 or 2,
characterised in that,
the coil unit and the core region operate in conjunction with the permanent magnetic means such that the energisation, preferably single pulse, causes a magnetic repulsion of a first permanent magnet of the permanent magnetic means, as well as a magnetic attraction of a second permanent magnet of the permanent magnetic means, located axially opposite the coil unit, for a positioning procedure from the first to the second actuated position.

4. The device in accordance with one of the claims 1 to 3,
characterised in that,
the third actuated position is stable when no power is applied and/or is located centrally between the first actuated position at one end and the second actuated position at the other end.

5. The device in accordance with one of the claims 1 to 4,
characterised in that,
the armature unit extends axially centrally or eccentrically through the coil unit (26), that is to say, the core region (24).

6. The device in accordance with one of the claims 1 to 5,
characterised in that,
the permanent magnetic means have permanent magnets (12, 14), preferably in the form of discs, provided axially at both ends of the coil unit and/or the core region.

7. The device in accordance with one of the claims 1 to 6,
characterised in that,
the engagement means are designed as a disc-shaped armature end face (16, 18), which moves a plunger unit (40) operating in conjunction with the armature end face.

8. The device in accordance with claim 7,
characterised in that,
the plunger unit (40) is releasably held on the armature end face by the permanent magnetic adhesive action of the permanent magnetic means.

9. The device in accordance with claim 6 or 7,
characterised in that,
the plunger unit has a plurality of sections in the axial direction, wherein
a first section facing the armature end face is formed from a magnetic material, and an axially adjacent second section operating in conjunction with the unit is non-magnetic.

10. The device in accordance with claim 9,

characterised in that,
the first and second sections are permanently bonded with each other, in particular by sintering or friction welding.

11. The device in accordance with claim 9 or 10,
characterised in that,
the second section is hardened and/or wear-resistant at at least one engagement end for operation in conjunction with the unit.

12. The device in accordance with one of the claims 1 to 11,
characterised in that,
the armature unit operates at one or both ends in conjunction with spring means (50, 52, 54), wherein the spring means are preferably supported on an axial armature end face (16, 18) of the armature unit.

13. The device in accordance with one of the claims 1 to 12,
characterised in that,
the housing is implemented in terms of a bow-shaped housing element and/or one that is U- or L-shaped in longitudinal section, of which at least one leg (36) extends parallel to the longitudinal axis of movement, wherein the housing element has an opening (39) for purposes of passing a central and/or connecting section (10) through between permanent magnets of the armature unit.

14. The device in accordance with claim 13,
characterised in that,
the housing has a pair of housing elements, interleaved with one another and/or against one another, bow-shaped and provided with respective axially aligned apertures.

Revendications

1. Dispositif de réglage électromagnétique bistable, comprenant
une unité d'induit (10, 12, 10 14, 16, 18, 20, 22) qui peut se déplacer par rapport à une unité de bobine (26) fixe et en réaction à une alimentation électrique de celle-ci le long d'un axe longitudinal de déplacement entre au moins deux positions de réglage,
laquelle possède des moyens de mise en prise (40) à une ou aux deux extrémités pour coopérer avec un groupe à régler monté en aval,
l'unité d'induit possédant, dans la direction de l'axe longitudinal de déplacement des deux côtés de l'unité de bobine, des moyens d'aimant permanent (12, 14) qui, en vue de la coopération avec une zone de noyau (24) fixe associée à l'unité de bobine, sont configurés de telle sorte qu'en tant que réaction à l'alimentation électrique de l'unité de bobine avec un signal de tension continue ayant une première polarité, l'unité d'induit est amenée dans une première des positions de réglage, de préférence du côté de l'extrémité et stable à l'état hors tension,
et en tant que réaction à l'alimentation électrique de l'unité de bobine avec un signal de tension continue ayant une deuxième polarité, l'unité d'induit est amenée dans une deuxième des positions de réglage, opposée dans le sens axial à la première position de réglage, de préférence du côté de l'extrémité et stable à l'état hors tension,
l'unité d'induit étant de configuration allongée et possédant une portion de tige (10) présente au centre, laquelle s'étend à travers l'unité de bobine et/ou la zone de noyau,
le dispositif de réglage étant logé dans un boîtier (30) constitué d'un matériau magnétiquement conducteur, **caractérisé en ce que**
la portion de tige (10) possède en plus des portions (60) conductrices de flux à magnétisation permanente séparées, rattachées des deux côtés au moyen d'aimant permanent respectif,
la zone de noyau possédant également aux deux extrémités des disques (62) conducteurs de flux à magnétisation permanente,
de sorte que l'unité d'induit peut être amenée dans une troisième des positions de réglage à laquelle, du fait des forces d'attraction mutuellement opposées des moyens d'aimant permanent, aucun des moyens d'aimant permanent n'adhère à la zone de noyau, **en ce que** dans la troisième position de réglage, la portion conductrice de flux (60) respective et le disque (62) conducteur de flux associé rendent possible, pour chaque moyen d'aimant permanent, un flux magnétique permanent (66) fermé par le boîtier environnant,
la troisième position de réglage se trouvant le long de la direction de l'axe de mouvement entre la première position de réglage du côté de l'extrémité et la deuxième position de réglage du côté de l'extrémité.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la zone de noyau ainsi que les moyens d'aimant permanent sont configurés de telle sorte que dans la première et/ou la deuxième position de réglage, les moyens d'aimant permanent adhèrent à la zone de noyau.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'unité de bobine et la zone de noyau coopèrent avec les moyens d'aimant permanent de telle sorte que l'alimentation électrique, de préférence en forme d'impulsion unique, provoque une répulsion magnétique d'un premier aimant permanent des moyens d'aimant permanent ainsi qu'une attraction magnétique d'un deuxième aimant permanent des moyens d'aimant permanent, opposé axialement

par rapport à l'unité de bobine, pour une opération de réglage de la première à la deuxième position de réglage.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la troisième position de réglage et stable à l'état hors tension et/ou se trouve au centre entre la première position de réglage du côté de l'extrémité et la deuxième position de réglage du côté de l'extrémité.

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'unité d'induit passe à travers l'unité de bobine (26) ou la zone de noyau (24) au centre ou de manière excentrée dans le sens axial.

6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les moyens d'aimant permanent possèdent des aimants permanents (12, 14), de préférence en forme de disque, présents dans le sens axial des deux côtés de l'unité de bobine et/ou de la zone de noyau.

7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les moyens de mise en prise sont réalisés sous la forme d'une surface frontale d'induit (16, 18) en forme de disque qui déplace une unité à poussoir (40) qui coopère avec la surface frontale d'induit.

8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'unité à poussoir (40) est amovible et maintenue sur la surface frontale d'induit par l'effet d'adhérence magnétique permanent des moyens d'aimant permanent.

9. Dispositif selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** l'unité à poussoir possède plusieurs portions dans le sens axial, une première portion orientée sur la surface frontale d'induit étant constituée de matériau magnétique et une deuxième portion adjointe dans le sens axial, qui coopère avec le groupe, est non magnétique.

10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la première et la deuxième portion sont reliées ensemble de manière inamovible, notamment par frittage ou par soudage par friction.

11. Dispositif selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** la deuxième portion est de configuration trempée et/ou résistante à l'usure au moins à une extrémité de mise en prise pour la coopération avec le groupe.

12. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'unité d'induit coopère à une ou aux deux extrémités avec des moyens ressorts (50, 52, 54), les moyens ressorts s'appuyant de préférence depuis une surface frontale d'induit (16, 18) axiale de l'unité d'induit.

13. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** le boîtier est réalisé au moyen d'un élément de boîtier en forme d'étrier et/ou en forme de U ou de L en coupe longitudinale, dont l'au moins une branche (36) s'étend parallèlement à l'axe longitudinal de déplacement, l'élément de boîtier possédant une percée (39) destinée au passage d'une portion centrale et/ou de liaison (10) entre les aimants permanents de l'unité d'induit.

14. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** le boîtier possède une paire d'éléments de boîtier conçus emboîtés l'un dans l'autre et/ou l'un contre l'autre, en forme d'étrier et pourvus de percées respectivement orientées dans le sens axial.

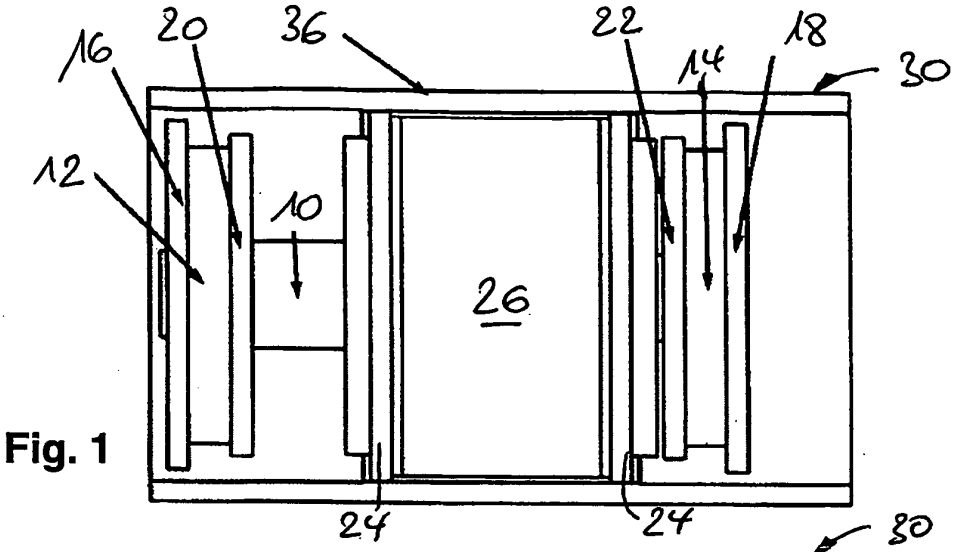


Fig. 1

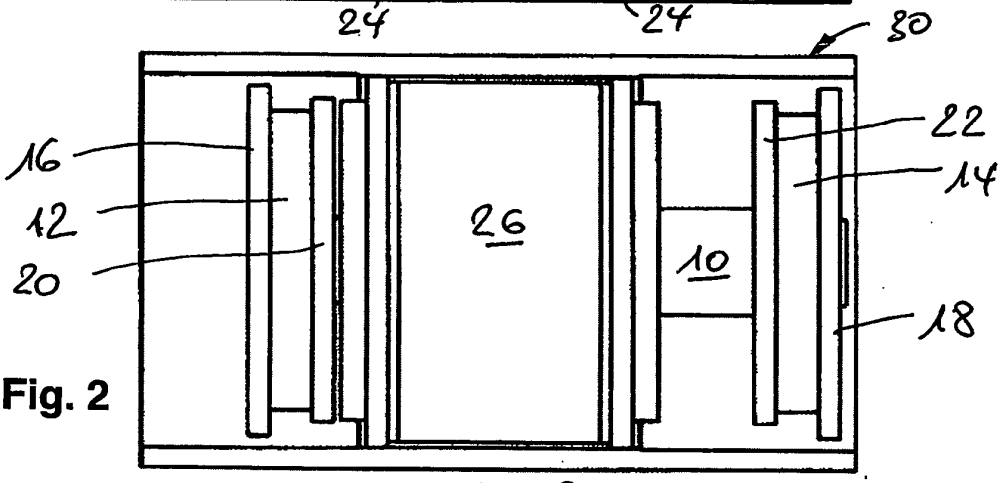


Fig. 2

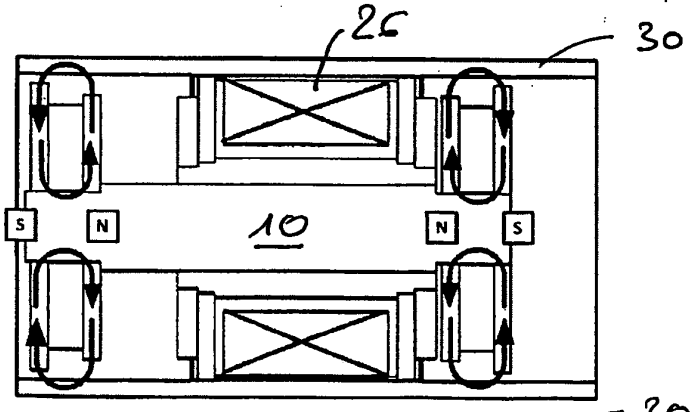


Fig. 3

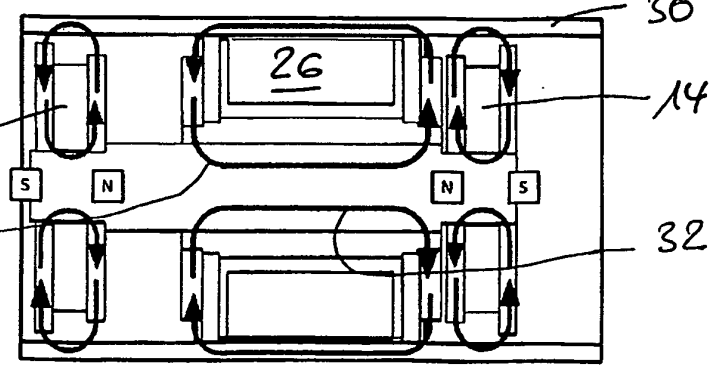


Fig. 4

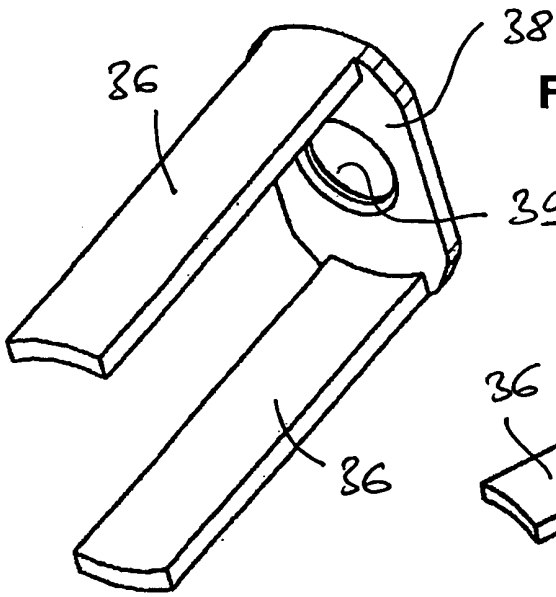


Fig. 5

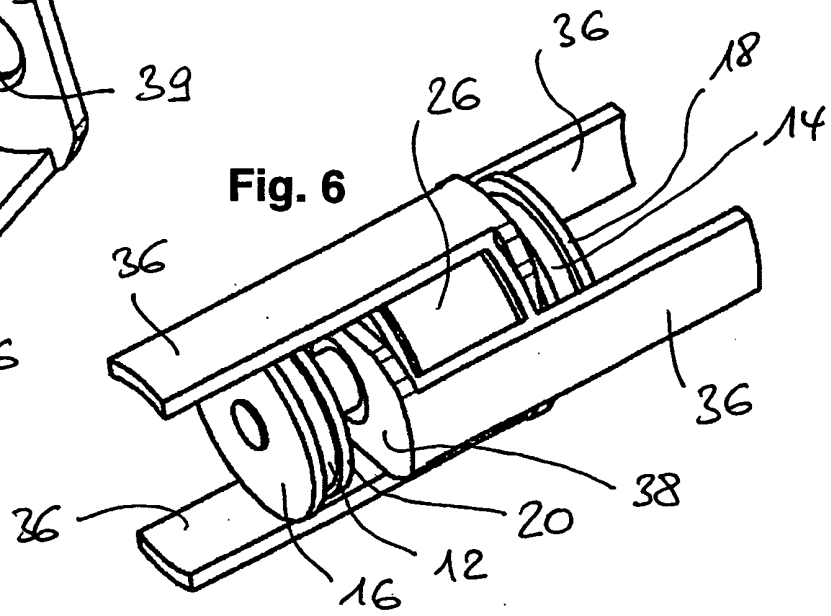


Fig. 6

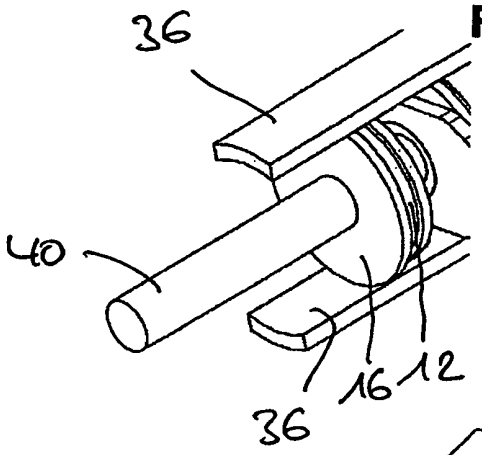


Fig. 7

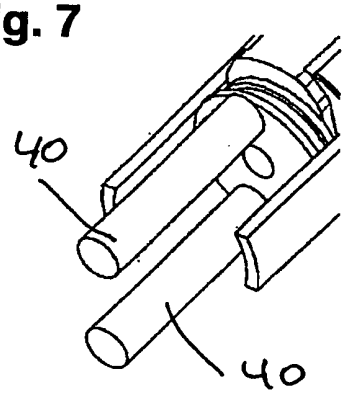


Fig. 8

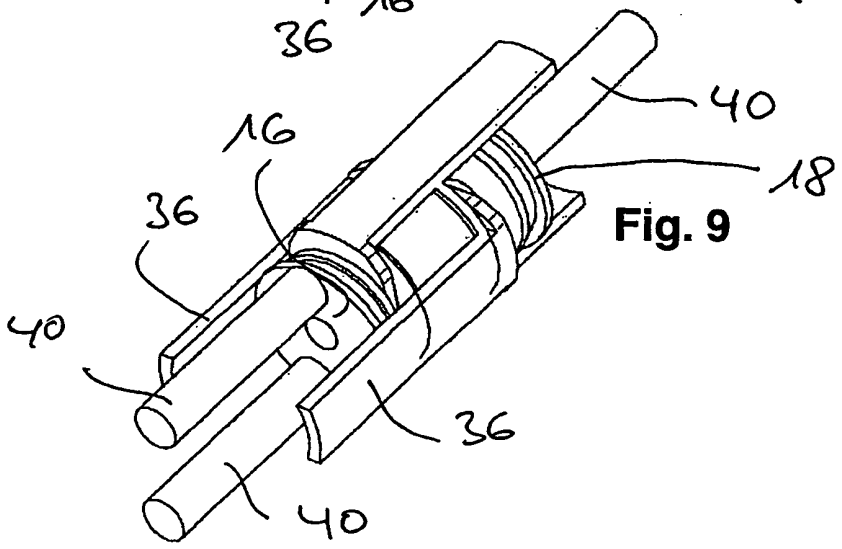


Fig. 9

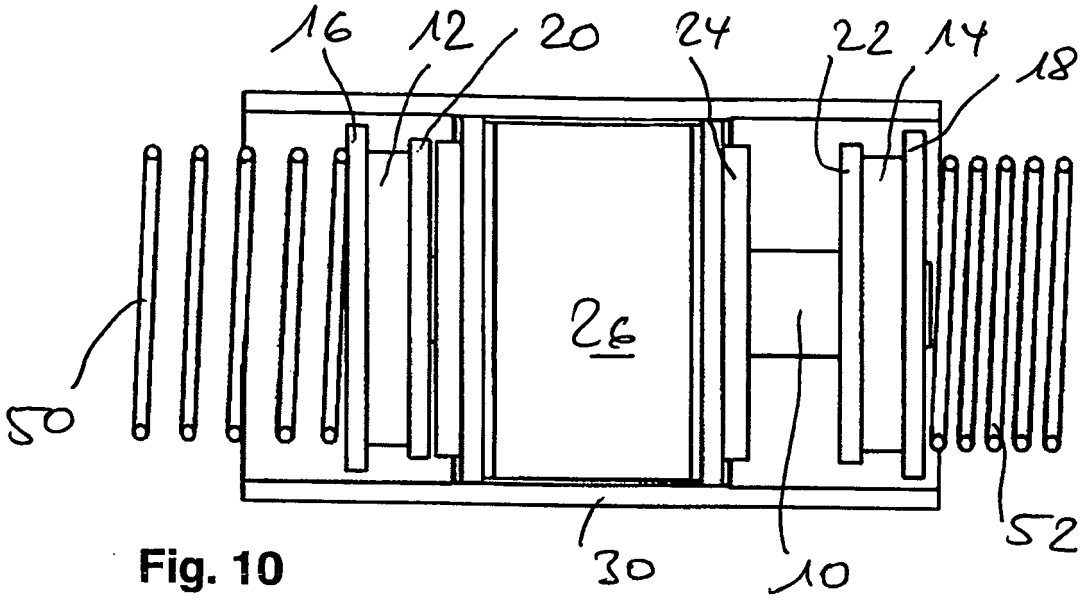
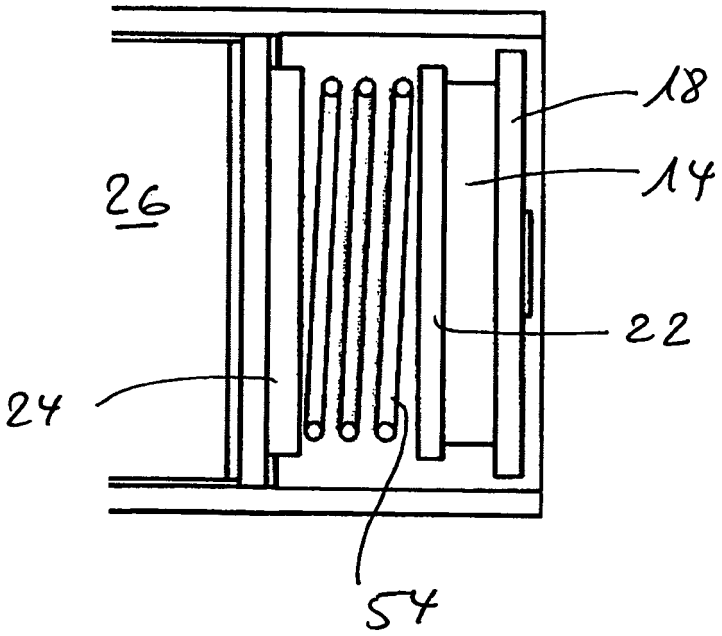


Fig. 10

Fig. 11



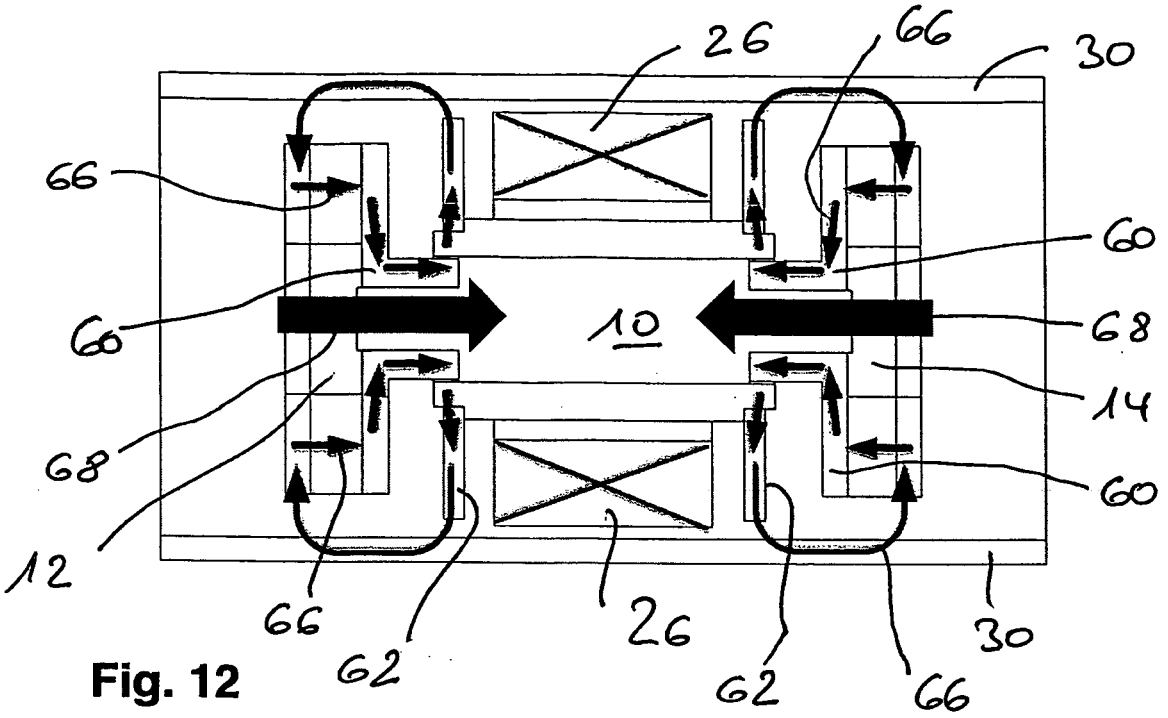
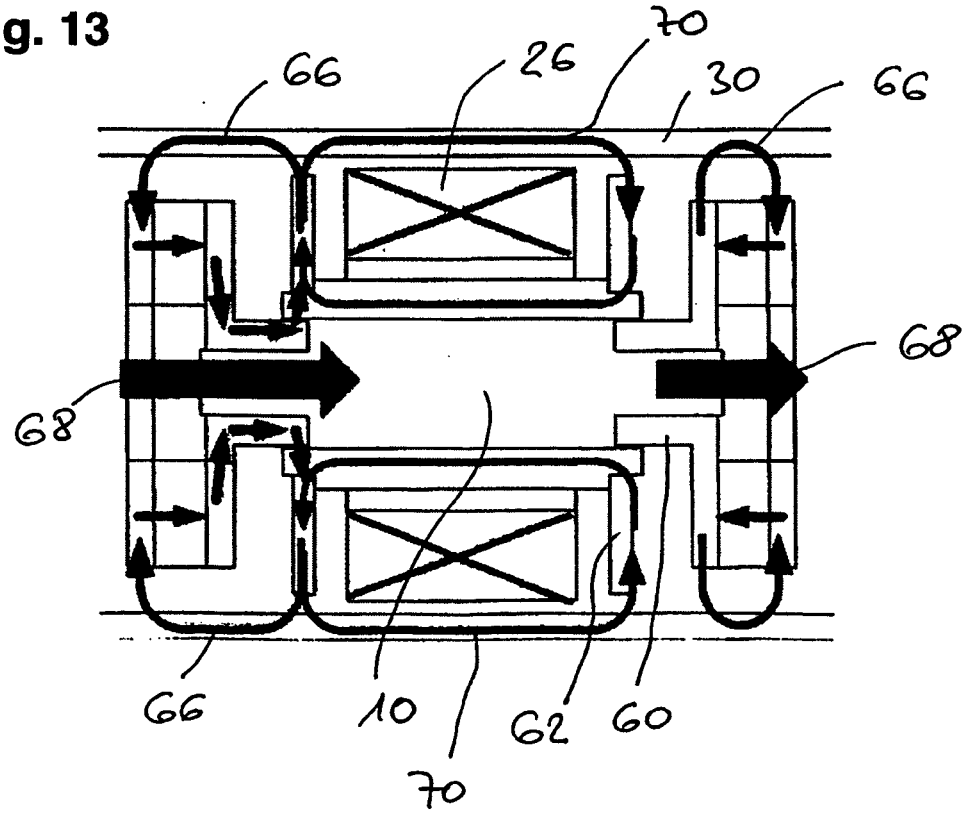

26
66
30
66
60
66
10
68
14
68
60
12
66
62
26
62
30
66

Fig. 12

Fig. 13


70
66
26
30
66
68
68
66
10
62
60
70

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10310448 A1 **[0001]**
- DE 20114466 U1 **[0003]**