

(19)



(11)

EP 3 185 256 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.06.2017 Patentblatt 2017/26

(51) Int Cl.:
H01F 7/16 (2006.01) **H01F 7/122** (2006.01)
H01F 7/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16204151.1**

(22) Anmeldetag: **14.12.2016**

(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 RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **SVM Schultz Verwaltungs-GmbH & Co.
KG**
87700 Memmingen (DE)

(72) Erfinder: **Abler, Wolfgang**
87752 Holzgünz (DE)

(74) Vertreter: **Pfister & Pfister**
Patent- und Rechtsanwälte
Hallhof 6-7
87700 Memmingen (DE)

(30) Priorität: **14.12.2015 DE 102015121739**

(54) **ELEKTROMAGNET**

(57) Die Erfindung betrifft einen Elektromagneten, insbesondere einen Umkehrhubmagneten, welcher dazu ausgebildet ist, einen Anker des Elektromagneten in seinen Endstellungen stromlos zu halten.

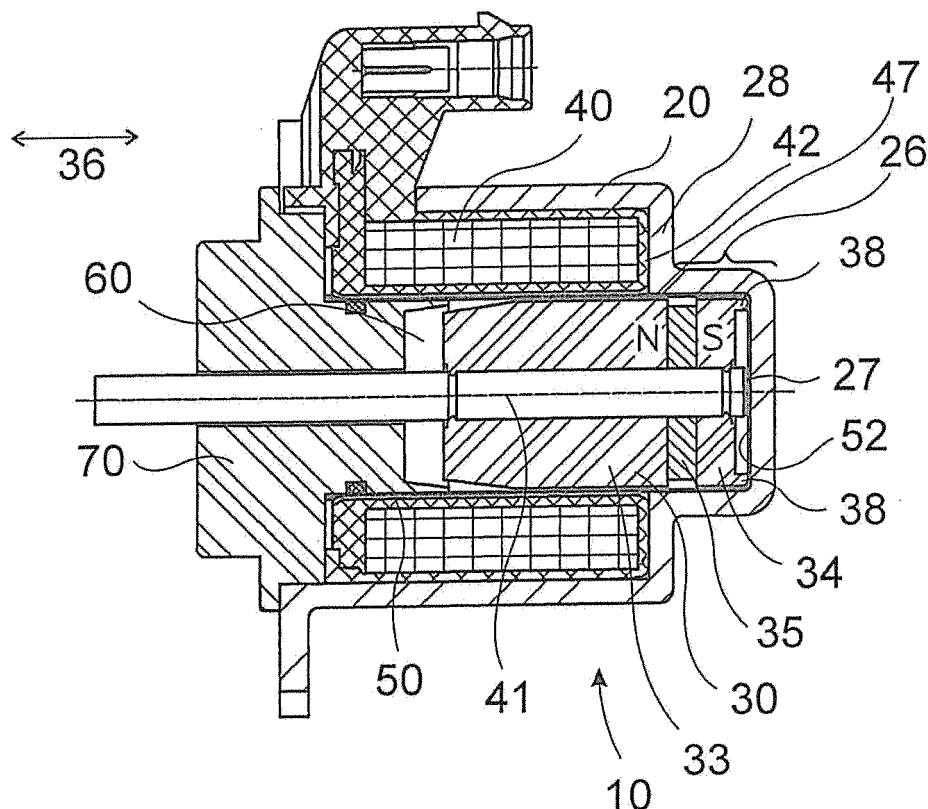


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Elektromagneten, insbesondere einen Umkehrhubmagneten.

[0002] Elektromagnete werden häufig eingesetzt um Apparaturen anzutreiben. Derartige Elektromagnete sind für gewisse Einsatzzwecke so ausgeführt, dass ein jeweiliger Anker in jeweiligen Endstellungen gehalten wird, so dass eine Kraft bis zu einer gewissen Höhe den Anker nicht aus der jeweiligen Endstellung herausbewegt. Hierfür können beispielsweise Federn vorgesehen sein. Diese können jedoch typischerweise nur in einer Richtung wirken und bergen außerdem die Gefahr, dass sie im Laufe einer längeren Benutzung aufgrund von Verschleiß oder Bruch ausfallen. Eine Alternative hierzu ist es, zumindest eine Spule des Elektromagneten bestromt zu lassen, um den Anker zu halten. Dies verbraucht jedoch erhebliche Mengen an Energie.

[0003] Es ist deshalb eine Aufgabe der Erfindung, einen Elektromagneten vorzusehen, welcher dazu ausgebildet ist, den Anker auf alternative Art in einer Endstellung zu halten.

[0004] Dies wird erfindungsgemäß durch einen Elektromagneten gemäß Anspruch 1 erreicht. Vorteilhafte Ausgestaltungen können beispielsweise den Unteransprüchen entnommen werden.

[0005] Die Erfindung betrifft einen Elektromagneten, insbesondere einen elektromagnetischen Umkehrhubmagneten, welcher ein Joch und einen Anker aufweist. Der Anker ist in einem Ankerraum entlang einer Ankerbewegungsrichtung zwischen einer ersten Endstellung und einer zweiten Endstellung beweglich. Das Joch umgibt den Ankerraum zumindest teilweise.

[0006] Der Elektromagnet weist eine Spule mit stromführenden Windungen auf, die den Ankerraum zumindest teilweise umgibt.

[0007] Die Spule ist in einer ersten Betriebsstellung so mit Strom in einer ersten Stromrichtung beaufschlagbar, dass der Anker in die erste Endstellung bewegt wird. Die Spule ist in einer zweiten Betriebsstellung mit einem, zur ersten Stromrichtung entgegengesetzten zweiten Stromrichtung fließenden Strom beaufschlagbar und der Anker wird in die zweite Endstellung bewegt.

[0008] Der Anker weist einen Permanentmagneten auf. Des Weiteren ist der Anker in der jeweiligen Endstellung stromlos gehalten.

[0009] Mittels des erfindungsgemäßen Elektromagneten ist es möglich, den Anker in beiden Endstellungen zu halten, ohne dass hierfür Strom aufgewendet zu werden braucht oder das Vorsehen verschleißanfälliger Mechanismen wie beispielsweise Federn erforderlich ist. Bis zu einer gewissen auf den Anker einwirkenden Kraft verbleibt der Anker vielmehr selbsttätig in seiner jeweiligen Endstellung. Hierfür dient insbesondere der Permanentmagnet, welcher einen Magnetschluss durch andere Teile des Elektromagneten erzeugt und somit die erforderliche Haltekraft aufbringt.

[0010] Gemäß einer bevorzugten Ausführung ist der

Anker zwischen dem Permanentmagneten und einem in Richtung der ersten Endstellung weisenden axialen Ende des Ankers aus nicht permanentmagnetischem Material ausgebildet.

[0011] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführung ist der Anker zwischen dem Permanentmagneten und einem in Richtung der zweiten Endstellung weisenden axialen Ende des Ankers aus nicht permanentmagnetischem Material ausgebildet.

[0012] Durch die nicht permanentmagnetischen Materialien können insbesondere Magnetfeldlinien des Permanentmagneten verlaufen, um einen Magnetschluss zu bilden.

[0013] Bevorzugt generiert der Permanentmagnet in jeder Endstellung einen Magnetschluss, welcher jeweils eine haltende Kraft auf den Anker erzeugt. Dies erlaubt die Nutzung der vorteilhaften Wirkung des Permanentmagneten zur Erzeugung einer Haltekraft.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Ausführung ist vorgesehen, dass sich das Joch und der Ankerraum in axialer Richtung der Spulenachse gesehen, über das Ende der Spule erstrecken und das Joch einen Jochtopf bildet, und in der ersten Endstellung der Magnetschluss des Permanentmagneten über den Jochtopf erfolgt. Dies hat sich für typische Verwendungen als vorteilhaft erwiesen.

[0015] Geschickter Weise weist das Joch einen sich bezogen auf die Spulenachse radial erstreckenden Jochbund auf und der Ankerraum ist auf dem, dem Jochtopf abgewandten Ende durch einen Magnetkern begrenzt. Der Magnetschluss des Permanentmagneten in der zweiten Endstellung erfolgt vorzugsweise über den Jochbund, das Joch und den Magnetkern. Dabei kann der Magnetschluss insbesondere auch um die Spule herum erfolgen. Durch eine solche Ausführung wird eine sinnvolle Leitung von Magnetfeldlinien erreicht, welche zu einer magnetischen Kraft führt, die den Anker vorteilhaft in einer Endstellung hält.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausführung weist das Joch die Spule auf und/oder nimmt sie auf und die Spule liegt im Inneren des Jochs am Jochbund an. Dies führt zu einem vorteilhaften Magnetschluss.

[0017] Der Permanentmagnet befindet sich bevorzugt in der ersten Endstellung zwischen dem Jochbund und dem Jochboden des Jochtopfes. Dies erlaubt einen Magnetschluss benachbart zur Spule und somit besonders direkt.

[0018] Der Permanentmagnet befindet sich bevorzugt in der zweiten Endstellung im Bereich einer zwischen Spulenrand und Jochbund beschriebenen Anlagefläche. Dies begünstigt die Ausbildung des oben beschriebenen Magnetschlusses über den Jochbund und den Magnetkern.

[0019] Bevorzugt weist der Elektromagnet nur eine Spule auf. Dies erlaubt die Einsparung von Komponenten und eine kompaktere Bauform.

[0020] Der Permanentmagnet kann insbesondere scheibenförmig ausgebildet sein. Dies erlaubt vorteilhaft die weiter oben erwähnte Ausbildung von Magnetschlüs-

sen.

[0021] Der Permanentmagnet erstreckt sich bevorzugt über weniger als 50 %, weniger als 30 %, weniger als 20 %, weniger als 10 % oder weniger als 5 % der axialen Erstreckung des Ankers. Derartige Werte haben sich in der Praxis als vorteilhaft erwiesen.

[0022] Der Permanentmagnet ist bevorzugt parallel zur Ankerbewegungsrichtung axial magnetisiert. Dies erlaubt vorteilhaft die Ausbildung der weiter oben erwähnten Magnetschlüsse.

[0023] Der Permanentmagnet ist bevorzugt radial kleiner als der restliche Teil des Ankers. Das eingesetzte Permanentmagnetmaterial ist ausreichend stark, weshalb durch die Reduzierung des Durchmessers des Permanentmagneten Masse gespart und die Haltekraft eingestellt werden kann.

[0024] Geschickter Weise wird der Anker mittels eines in dem Joch befindlichen Ankerrohrs geführt, dessen vom Anker in der ersten Endstellung berührter Boden klebeverhindernd und/oder aus nicht magnetisierbarem Material ausgebildet ist. Dies erleichtert das gewollte Ablösen des Ankers von dem Boden, da die Haltekraft reduziert wird. Natürlich kann durch die Wahl des Materials bzw. der Dicke des Materials die notwendige Kraft zum Bewegen des Ankers aus der Endstellung eingestellt werden.

[0025] Das Joch, insbesondere der Jochbund, ist vorzugsweise aus einem Material ausgebildet, dessen Dicke kleiner ist als der Hub des Ankers zwischen dessen beiden Endstellungen. Durch eine solche Ausgestaltung wird grundsätzlich erreicht, dass bei einem Umschaltvorgang, also einem Wechsel der Ankerlage von einer ersten zu einer zweiten Endstellung (und zurück), der Permanentmagnet von der einen auf die andere Seite des Jochbundes gelangen kann.

[0026] Bevorzugt ist an einem in Richtung der ersten Endstellung weisenden axialen Ende des Ankers ein außen umlaufender, axial absteherender Bund ausgebildet. Dies verhindert bzw. verringert eine etwaige Haftung des Ankers an anderen Komponenten, insbesondere am Boden des Ankerrohrs, da die Kontaktfläche verringert wird. Auch hierüber ist die notwendige Kraft zum Bewegen des Ankers aus der Endstellung einstellbar.

[0027] Das Joch ist bevorzugt aus weichmagnetischem Stahl ausgebildet. Dies verbessert die Magnetfeldführung und hat sich für die Ausbildung der erwähnten Magnetschlüsse als vorteilhaft erwiesen.

[0028] Gemäß einer bevorzugten Ausführung weisen das Joch und der Anker quer zur Ankerbewegungsrichtung einen jeweiligen Außenquerschnitt auf, wobei eine Fläche des Außenquerschnitts des Ankers zwischen 10 % und 50 %, insbesondere zwischen 15 % und 35 %, insbesondere bevorzugt 20 % \pm 5 % der Fläche des Außenquerschnitts des Jochs ausmacht.

[0029] Für den Parameter Außenquerschnitt des Ankers zu Außenquerschnitt des Jochs wird ein Intervall angegeben, das durch eine obere und untere Grenze beschrieben ist. Als Obergrenze sind zum Beispiel dabei

folgende Werte vorgesehen: 60 %, 55 %, 50 %, 45 %, 40 %, 35 %, 30 %, 25 %, 20 %.

[0030] Als Untergrenze gelten zum Beispiel folgende Werte: 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %. Die Offenbarung dieser Anmeldung umfasst die Menge von allen Intervallen, die durch alle möglichen, widerspruchsfreien Kombinationen der vorgenannten Ober- und Untergrenzen bestehen.

[0031] Der Permanentmagnet weist bevorzugt eine axiale Ausdehnung auf, welche kleiner ist als oder gleich ist der Dicke des Jochmaterials im Bereich des Jochbundes. Im Zusammenspiel mit dem Hub des Elektromagneten wird erreicht, dass je nach Endstellung des Permanentmagneten dieser entweder auf der einen oder anderen Seite des Jochbundes ist und dementsprechend optimiert in der jeweiligen Endstellung den Magnetschluss herstellt.

[0032] Der Elektromagnet kann insbesondere ein bistabiler Umkehrhubmagnet sein. Dieser ist dazu ausgebildet, dass der Anker in beiden Endstellungen stromlos gehalten wird.

[0033] Der Anker ist bevorzugt über einen Hub bewegbar, welcher zwischen 3 mm und 5 mm, insbesondere 4 mm, beträgt.

[0034] Das Joch ist bevorzugt aus einem Material mit einer Dicke zwischen 2 mm und 4 mm, insbesondere 3 mm, ausgebildet.

[0035] Das Joch kann insbesondere aus VA-Stahl ausgebildet sein. Es kann vorteilhaft einen runden Außenquerschnitt aufweisen.

[0036] Der Permanentmagnet weist bevorzugt eine axiale Ausdehnung zwischen 2 mm und 4 mm, insbesondere 3 mm, auf.

[0037] Derartige Werte bzw. Ausführungen haben sich in der Praxis als vorteilhaft erwiesen.

[0038] In der Zeichnung ist die Erfindung insbesondere in einem Ausführungsbeispiel schematisch dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 einen Elektromagneten gemäß der Erfindung mit Anker in einer ersten Endstellung, und

Fig. 2 den Elektromagneten gemäß der Erfindung mit Anker in einer zweiten Endstellung.

[0039] In den Figuren sind gleiche oder einander entsprechende Elemente jeweils mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet und werden daher, sofern nicht zweckmäßig, nicht erneut beschrieben. Die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sind sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragbar. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen. Weiterhin können auch Einzelmerkmale oder Merkmalskombinationen aus den gezeigten und be-

schriebenen unterschiedlichen Ausführungsbeispielen für sich eigenständige, erfinderische oder erfindungsge-
mäßige Lösungen darstellen.

[0040] Figur 1 zeigt einen Elektromagneten 10.

[0041] Der Elektromagnet 10 weist ein Joch 20 auf, welches einen Teil des Elektromagneten 10 außenseitig begrenzt.

[0042] Im Inneren des Elektromagneten 10 ist ein Anker 30 angeordnet, welcher entlang einer Ankerbewegungsrichtung 36 begrenzt bewegbar ist. Innerhalb des Ankers 30 ist ein Permanentmagnet 35 angeordnet, welcher nur einen Bruchteil der Erstreckung des Ankers 30 entlang der Ankerbewegungsrichtung 36 einnimmt. Linksseitig von dem Permanentmagneten 35 ist ein erstes nicht permanentmagnetisches Material 33 angeordnet. Rechtsseitig von dem Permanentmagneten 35 ist ein zweites nicht permanentmagnetisches Material 34 angeordnet. Auf die Bedeutung des Permanentmagneten 36 und der nicht permanentmagnetischen Materialien 33, 34 wird weiter unten näher eingegangen werden.

[0043] Rechtsseitig weist der Anker 30 einen umlaufenden Vorsprung 38 auf, welcher radial außenliegend angeordnet ist. Dies führt dazu, dass der Anker 30 rechtsseitig keine ebene Anlagefläche hat, sondern nur der Vorsprung 38 an einer entsprechenden Fläche anliegen kann.

[0044] Um den Anker 30 herum ist eine Spule 40 angeordnet, welche von einem Spulenstrom durchflossen werden kann und dadurch ein Magnetfeld erzeugt. Dieses Magnetfeld kann den Anker 30 entlang der Ankerbewegungsrichtung 36 antreiben. Der Elektromagnet 10 mit seiner Spule 40 ist dabei insbesondere so ausgebildet, dass durch die Spule 40 Spulenströme in beiden Richtungen fließen können, wobei abhängig von der Richtung des Spulenstroms der Anker 30 in entgegengesetzte Richtungen bewegt wird. Der Elektromagnet 10 ist anders ausgedrückt so ausgebildet, dass er lediglich mit einer Spule 40 auskommt und auf das Vorsehen einer weiteren Spule, welches im Stand der Technik gängig ist, verzichtet werden kann.

[0045] Der Permanentmagnet 35 ist im Vergleich zum umgebenden Teil des Ankers 30 mit einem etwas geringeren Durchmesser ausgebildet.

[0046] Die Spule 40 ist symmetrisch um eine Spulenachse 41 ausgebildet. Diese Spulenachse 41 ist parallel zur Ankerbewegungsrichtung 36 ausgerichtet. Rechtsseitig weist die Spule 40 einen Spulenrand 42 auf. Außerdem weist sie zum Anker 30 hin eine Anlagefläche 47 auf.

[0047] Den Anker 30 umgibt ein Ankerrohr 50, welches sich entlang der Ankerbewegungsrichtung 36 erstreckt. Das Ankerrohr 50 weist einen Boden 52 auf, welcher in dem in Figur 1 dargestellten Zustand vom Anker 30 berührt wird. Das Ankerrohr 50 befindet sich teilweise innerhalb der Spule 40, und schaut des Weiteren nach rechts über die Spule 40 hinaus. Geringfügig schaut das Ankerrohr 50 auch nach links über die Spule 40 hinaus. Das Ankerrohr 50 dient insbesondere zur exakteren Füh-

rung des Ankers 30.

[0048] Der Anker 30 bewegt sich entlang der Ankerbewegungsrichtung 36 in einem Ankerraum 60, welcher im Inneren des Elektromagneten 10 ausgebildet ist. Der Ankerraum 60 wird linksseitig von einem Magnetkern 70 begrenzt.

[0049] In dem Joch 20 ist ein Jochtopf 26 ausgebildet, welcher einen Jochboden 27 aufweist. Angrenzend an den Jochtopf 26 ist in dem Joch 20 ein Jochbund 28 ausgebildet, welcher an die Spule 40 angrenzt.

[0050] In dem in Figur 1 dargestellten Zustand befindet sich der Anker 30 in einer ersten Endstellung, wobei er soweit möglich nach rechts verschoben wurde. Somit grenzt der Vorsprung 38 des Ankers 30 unmittelbar an dem Boden 52 des Ankerrohrs 50 an.

[0051] Der Permanentmagnet 35 befindet sich außerhalb der Spule 40 benachbart zum Jochbund 28. Dies erlaubt einen Magnetschluss, welcher über das zweite nicht permanentmagnetische Material 34, den Jochboden 27, den Jochtopf 26, den Jochbund 28 und das erste nicht permanentmagnetische Material 33 verläuft. Der Permanentmagnet 35 ist zur Unterstützung der Ausbildung eines solchen Magnetschlusses axial parallel zur Ankerbewegungsrichtung 36 magnetisiert.

[0052] Der eben beschriebene Magnetschluss sorgt dafür, dass der Anker 30 in der in Figur 1 gezeigten Stellung gehalten wird, und zwar insbesondere auch dann, wenn der durch die Spule 40 fließende Spulenstrom abgeschaltet wird. Es kann also eine gewisse Kraft auf den Anker 30 ausgeübt werden, ohne dass dieser sich bewegt. Es sei darauf hingewiesen, dass dieser Effekt insbesondere dadurch unterstützt wird, dass der Magnetschluss rechtsseitig von der Spule 40 ausgebildet werden kann.

[0053] Figur 2 zeigt den Elektromagneten 10 von Figur 1 in einem anderen Zustand, wobei sich der Anker 30 in einer zweiten Endstellung befindet. Diese zweite Endstellung ist unmittelbar gegenüberliegend zur ersten Endstellung, dies bedeutet insbesondere dass sich der Anker 30 so weit links befindet, wie dies bauartbedingt möglich ist.

[0054] In diesem Fall bildet sich ein Magnetschluss aus, welcher durch das zweite nicht permanentmagnetische Material 34, den Jochbund 28, das Joch 20, den Magnetkern 70 und das erste nicht permanentmagnetische Material 33 verläuft. Der Magnetschluss geht also in diesem Fall um die Spule 40 herum. Auch dieser Magnetschluss führt dazu, dass der Anker 30 in seiner zweiten Endstellung, welche in Figur 2 dargestellt ist, gehalten wird, so dass eine Kraft bis zu einer gewissen Höhe den Anker 30 nicht bewegt.

[0055] Durch eine Bestromung der Spule 40 in geeigneter Richtung kann eine Kraft auf den Anker 30 ausgeübt werden, welche dazu ausreichend ist, um den Anker 30 aus der jeweiligen Endstellung heraus in Richtung auf die andere Endstellung zu bewegen. Wenn der Anker 30 jedoch in seiner Endstellung verbleiben soll kann der Spulenstrom typischerweise abgeschaltet werden, so

dass Energie eingespart wird. Auf das Vorsehen von anderen gängigen Maßnahmen, welche einen Anker 30 in einer Endstellung halten, beispielsweise eine Feder, kann verzichtet werden.

[0056] Es sei noch erwähnt, dass der Boden 52 des Ankerrohrs 50 derart beschichtet bzw. ausgebildet ist, dass eine Haftung des Ankers 30 an dem Boden 52 verhindert wird. Hierzu ist er insbesondere aus nichtmagnetischem Material ausgebildet. Dies erleichtert den Betrieb des Elektromagneten 10.

[0057] Nachfolgend werden mögliche Merkmale des Vorschlages strukturiert wiedergegeben. Die nachfolgenden strukturiert wiedergegebenen Merkmale können beliebig untereinander kombiniert werden und können in beliebiger Kombination in die Ansprüche der Anmeldung aufgenommen werden. Dem Fachmann ist klar, dass sich die Erfindung bereits aus dem Gegenstand mit den wenigsten Merkmalen ergibt. Insbesondere sind nachfolgend vorteilhafte oder mögliche Ausgestaltungen, nicht jedoch die einzig möglichen Ausgestaltungen der Erfindung wiedergegeben.

[0058] Die Erfindung umfasst:

Ein Elektromagnet, insbesondere elektromagnetischer Umkehrhubmagnet, welcher ein Joch (20) und einen Anker (30) aufweist, der Anker (30) in einem Ankerraum (60) entlang einer Ankerbewegungsrichtung (36) zwischen einer ersten Endstellung und einer zweiten Endstellung beweglich ist, das Joch (20) den Ankerraum (60) zumindest teilweise umgibt und der Elektromagnet (10) eine Spule (40) mit stromführenden Windungen aufweist, die den Ankerraum (60) zumindest teilweise umgibt und die Spule (40) in einer ersten Betriebsstellung so mit Strom in einer ersten Stromrichtung beaufschlagbar ist, dass der Anker (30) in die erste Endstellung bewegt wird und die Spule (40) in einer zweiten Betriebsstellung mit einem, zur ersten Stromrichtung entgegengesetzten zweiten Stromrichtung fließenden Strom beaufschlagbar ist und der Anker (30) in die zweite Endstellung bewegt wird, der Anker (30) einen Permanentmagneten (35) aufweist und der Anker (30) in der jeweiligen Endstellung stromlos gehalten ist.

[0059] Der vorstehend genannte Elektromagnet, wobei der Anker (30) zwischen dem Permanentmagneten (35) und einem in Richtung der ersten Endstellung weisenden axialen Ende des Ankers (30) aus nicht permanentmagnetischem Material (34) ausgebildet ist.

[0060] Der vorstehend genannte Elektromagnet, wobei der Anker (30) zwischen dem Permanentmagneten (35) und einem in Richtung der zweiten Endstellung weisenden axialen Ende des Ankers (30) aus nicht permanentmagnetischem Material (33) ausgebildet ist.

[0061] Der vorstehend genannte Elektromagnet, wobei der Permanentmagnet (35) in jeder Endstellung einen Magnetschluss generiert, welcher jeweils eine haltende Kraft auf den Anker (30) erzeugt.

[0062] Der vorstehend genannte Elektromagnet, wobei sich das Joch (20) und der Ankerraum (60) in axialer Richtung der Spulenchse (41) gesehen, über das Ende der Spule (40) erstrecken und das Joch (20) einen Jochtopf (26) bildet, und in der ersten Endstellung der Magnetschluss des Permanentmagneten (35) über den Jochtopf (26) erfolgt.

[0063] Der vorstehend genannte Elektromagnet, wobei das Joch (20) einen sich, bezogen auf die Spulenchse (41) radial erstreckenden Jochbund (28) aufweist und der Ankerraum (60) auf der, dem Jochtopf (26) abgewandten Ende durch einen Magnetkern (70) begrenzt ist und der Magnetschluss des Permanentmagneten (35) in der zweiten Endstellung über den Jochbund (28), das Joch (20) und den Magnetkern (70) erfolgt.

[0064] Der vorstehend genannte Elektromagnet, wobei das Joch (20) die Spule (40) aufweist/aufnimmt und die Spule (40) im Inneren des Jochs (20) am Jochbund (28) anliegt.

[0065] Der vorstehend genannte Elektromagnet, wobei sich der Permanentmagnet (35) in der ersten Endstellung zwischen dem Jochbund (28) und dem Jochboden (27) des Jochtopfes (26) befindet.

[0066] Der vorstehend genannte Elektromagnet, wobei sich der Permanentmagnet (35) in der zweiten Endstellung im Bereich der, zwischen Spulenanfang (42) und Jochbund (28) beschriebenen Anlagefläche (47) befindet.

[0067] Der vorstehend genannte Elektromagnet, wobei der Elektromagnet (10) nur eine Spule (40) aufweist.

[0068] Der vorstehend genannte Elektromagnet, wobei der Permanentmagnet (35) scheibenförmig ausgebildet ist.

[0069] Der vorstehend genannte Elektromagnet, wobei der Permanentmagnet (35) sich über weniger als 50 %, weniger als 30 %, weniger als 20 %, weniger als 10 % oder weniger als 5 % der axialen Erstreckung des Ankers (30) erstreckt.

[0070] Der vorstehend genannte Elektromagnet, wobei der Permanentmagnet (35) parallel zur Ankerbewegungsrichtung (36) axial magnetisiert ist.

[0071] Der vorstehend genannte Elektromagnet, wobei der Permanentmagnet (35) radial kleiner ist als der restliche Teil des Ankers (30).

[0072] Der vorstehend genannte Elektromagnet, wobei der Anker (30) mittels eines in dem Joch (20) befindlichen Ankerrohrs (50) geführt wird, dessen vom Anker (30) in der ersten Endstellung berührter Boden (52) klebverhindernd und/oder aus nicht magnetisierbarem Material ausgebildet ist.

[0073] Der vorstehend genannte Elektromagnet, wobei das Joch (20), insbesondere der Jochbund (28) aus einem Material ausgebildet ist, dessen Dicke kleiner ist als der Hub des Ankers (30) zwischen dessen beiden Endstellungen.

[0074] Der vorstehend genannte Elektromagnet, wobei an einem in Richtung der ersten Endstellung weisenden axialen Ende des Ankers (30) ein außen umlaufendes

der, axial abstehender Bund (38) ausgebildet ist.

[0075] Der vorstehend genannte Elektromagnet, wobei das Joch (20) aus weichmagnetischem Stahl ausgebildet ist.

[0076] Der vorstehend genannte Elektromagnet, wobei das Joch (20) und der Anker (30) quer zur Ankerbewegungsrichtung (36) einen jeweiligen Außenquerschnitt aufweisen, wobei eine Fläche des Außenquerschnitts des Ankers (30) zwischen 15 % und 25 %, insbesondere 20 %, der Fläche des Außenquerschnitts des Jochs (20) ausmacht.

[0077] Der vorstehend genannte Elektromagnet, wobei der Permanentmagnet (35) eine axiale Ausdehnung aufweist, welche kleiner ist als oder gleich ist der Dicke des Jochmaterials im Bereich des Jochbundes (28).

[0078] Die jetzt mit der Anmeldung und später eingereichten Ansprüche sind ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Schutzes.

[0079] Sollte sich hier bei näherer Prüfung, insbesondere auch des einschlägigen Standes der Technik, ergeben, dass das eine oder andere Merkmal für das Ziel der Erfindung zwar günstig, nicht aber entscheidend wichtig ist, so wird selbstverständlich schon jetzt eine Formulierung angestrebt, die ein solches Merkmal, insbesondere im Hauptanspruch, nicht mehr aufweist. Auch eine solche Unterkombination ist von der Offenbarung dieser Anmeldung abgedeckt.

[0080] Es ist weiter zu beachten, dass die in den verschiedenen Ausführungsformen beschriebenen und in den Figuren gezeigten Ausgestaltungen und Varianten der Erfindung beliebig untereinander kombinierbar sind. Dabei sind einzelne oder mehrere Merkmale beliebig gegeneinander austauschbar. Diese Merkmalskombinationen sind ebenso mit offenbart.

[0081] Die in den abhängigen Ansprüchen angeführten Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin. Jedoch sind diese nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmale der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

[0082] Merkmale, die nur in der Beschreibung offenbart wurden oder auch Einzelmerkmale aus Ansprüchen, die eine Mehrzahl von Merkmalen umfassen, können jederzeit als von erfindungswesentlicher Bedeutung zur Abgrenzung vom Stande der Technik in den oder die unabhängigen Anspruch/Ansprüche übernommen werden, und zwar auch dann, wenn solche Merkmale im Zusammenhang mit anderen Merkmalen erwähnt wurden beziehungsweise im Zusammenhang mit anderen Merkmalen besonders günstige Ergebnisse erreichen.

Patentansprüche

1. Elektromagnet, insbesondere elektromagnetischer Umkehrhubmagnet, welcher ein Joch (20) und einen Anker (30) aufweist, der Anker (30) in einem Anker-

raum (60) entlang einer Ankerbewegungsrichtung (36) zwischen einer ersten Endstellung und einer zweiten Endstellung beweglich ist, das Joch (20) den Ankerraum (60) zumindest teilweise umgibt und der Elektromagnet (10) eine Spule (40) mit stromführenden Windungen aufweist, die den Ankerraum (60) zumindest teilweise umgibt und die Spule (40) in einer ersten Betriebsstellung so mit Strom in einer ersten Stromrichtung beaufschlagbar ist, dass der Anker (30) in die erste Endstellung bewegt wird und die Spule (40) in einer zweiten Betriebsstellung mit einem, zur ersten Stromrichtung entgegengesetzten zweiten Stromrichtung fließenden Strom beaufschlagbar ist und der Anker (30) in die zweite Endstellung bewegt wird, der Anker (30) einen Permanentmagneten (35) aufweist und der Anker (30) in der jeweiligen Endstellung stromlos gehalten ist.

2. Elektromagnet nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anker (30) zwischen dem Permanentmagneten (35) und einem in Richtung der ersten Endstellung weisenden axialen Ende des Ankers (30) aus nicht permanentmagnetischem Material (34) ausgebildet ist und/oder der Anker (30) zwischen dem Permanentmagneten (35) und einem in Richtung der zweiten Endstellung weisenden axialen Ende des Ankers (30) aus nicht permanentmagnetischem Material (33) ausgebildet ist.

3. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Permanentmagnet (35) in jeder Endstellung einen Magnetschluss generiert, welcher jeweils eine haltende Kraft auf den Anker (30) erzeugt.

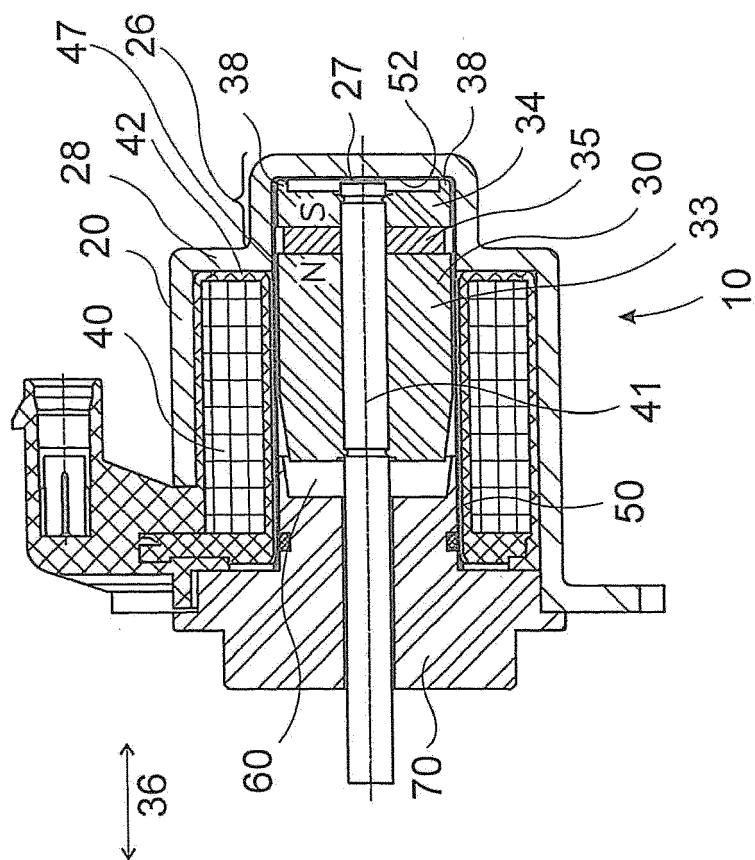
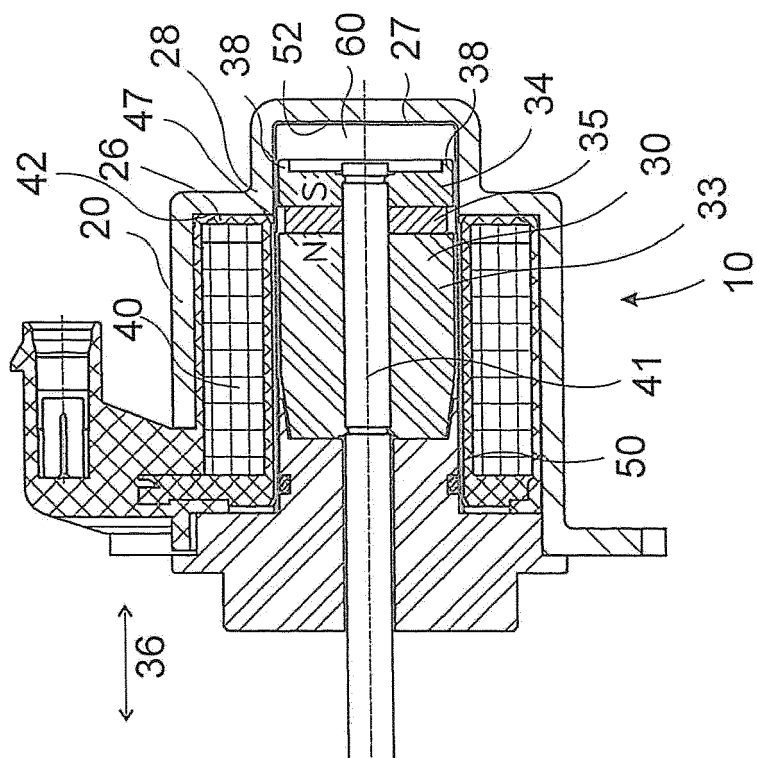
4. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Joch (20) und der Ankerraum (60) in axialer Richtung der Spulenachse (41) gesehen, über das Ende der Spule (40) erstrecken und das Joch (20) einen Jochtopf (26) bildet, und in der ersten Endstellung der Magnetschluss des Permanentmagneten (35) über den Jochtopf (26) erfolgt und/oder das Joch (20) einen sich, bezogen auf die Spulenachse (41) radial erstreckenden Jochbund (28) aufweist und der Ankerraum (60) auf der, dem Jochtopf (26) abgewandten Ende durch einen Magnetkern (70) begrenzt ist und der Magnetschluss des Permanentmagneten (35) in der zweiten Endstellung über den Jochbund (28), das Joch (20) und den Magnetkern (70) erfolgt.

5. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Joch (20) die Spule (40) aufweist/aufnimmt und die Spule (40) im Inneren des Jochs (20) am Jochbund (28) anliegt.

6. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden An-

- sprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Permanentmagnet (35) in der ersten Endstellung zwischen dem Jochbund (28) und dem Jochboden (27) des Jochtopfes (26) befindet und/oder sich der Permanentmagnet (35) in der zweiten Endstellung im Bereich der, zwischen Spulenrand (42) und Jochbund (28) beschriebenen Anlagefläche (47) befindet. 5
7. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektromagnet (10) nur eine Spule (40) aufweist. 10
8. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Permanentmagnet (35) scheibenförmig ausgebildet ist und/oder der Permanentmagnet (35) sich über weniger als 50 %, weniger als 30 %, weniger als 20 %, weniger als 10 % oder weniger als 5 % der axialen Erstreckung des Ankers (30) erstreckt. 15 20
9. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Permanentmagnet (35) parallel zur Ankerbewegungsrichtung (36) axial magnetisiert ist. 25
10. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Permanentmagnet (35) radial kleiner ist als der restliche Teil des Ankers (30). 30
11. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anker (30) mittels eines in dem Joch (20) befindlichen Ankerrohrs (50) geführt wird, dessen vom Anker (30) in der ersten Endstellung berührter Boden (52) klebeverhindernd und/oder aus einem nicht magnetisierbaren Material ausgebildet ist. 35
12. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Joch (20), insbesondere der Jochbund (28) aus einem Material ausgebildet ist, dessen Dicke kleiner ist als der Hub des Ankers (30) zwischen dessen beiden Endstellungen. 40 45
13. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einem in Richtung der ersten Endstellung weisenden axialen Ende des Ankers (30) ein außen umlaufender, axial abstehender Bund (38) ausgebildet ist. 50
14. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Joch (20) aus weichmagnetischem Stahl ausgebildet ist. 55
15. Elektromagnet nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Joch

(20) und der Anker (30) quer zur Ankerbewegungsrichtung (36) einen jeweiligen Außenquerschnitt aufweisen, wobei eine Fläche des Außenquerschnitts des Ankers (30) zwischen 15 % und 25 %, insbesondere 20 %, der Fläche des Außenquerschnitts des Jochs (20) ausmacht und/oder der Permanentmagnet (35) eine axiale Ausdehnung aufweist, welche kleiner ist als oder gleich ist der Dicke des Jochmaterials im Bereich des Jochbundes (28).





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 20 4151

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2002/158727 A1 (NAMEN FREDERIK T VAN [US]) 31. Oktober 2002 (2002-10-31)	1-7, 9-12, 14, 15	INV. H01F7/16 H01F7/122 H01F7/08
A	* Seite 1, Absatz 3-11 * * Seite 2, Absatz 18 - Seite 5, Absatz 72 * * Abbildungen 1A, 1B, 2A-D *	13	
X	DE 10 2007 016787 A1 (SCHULTZ WOLFGANG E [DE]) 9. Oktober 2008 (2008-10-09) * Seite 2, Absatz 2 * * Seite 4, Absatz 26 - Seite 5, Absatz 38 * * Seite 10, Absatz 97-100 * * Abbildungen 6, 10 *	1-3, 7-9, 14	
X	EP 0 794 540 A1 (HARTING KGAA [DE]) 10. September 1997 (1997-09-10) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 54 - Spalte 5, Zeile 21 * * Abbildungen 1-7 *	1-3, 7-9, 14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. Mai 2017	Prüfer Kardinal, Ingrid
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 20 4151

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-05-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2002158727 A1	31-10-2002	KEINE	

15	DE 102007016787 A1	09-10-2008	KEINE	

	EP 0794540 A1	10-09-1997	AT 179546 T	15-05-1999
			DE 19608953 A1	11-09-1997
			EP 0794540 A1	10-09-1997
20	-----			
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82