



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.03.2011 Patentblatt 2011/12

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

(21) Anmeldenummer: **10009441.6**

(22) Anmeldetag: **10.09.2010**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

(72) Erfinder:
• **Scherer, Georg**
87757 Kirchheim (DE)
• **Mang, Helmut**
87700 Memmingen (DE)

(30) Priorität: **16.09.2009 DE 102009041446**

(74) Vertreter: **Schulz, Manfred et al**
Hallhof 6-7
87700 Memmingen (DE)

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

(54) **Elektromagnet**

(57) Die Erfindung betrifft einen Elektromagneten. Dieser umfasst zumindest einen in einem Ankerraum gelagerten Anker. Der Ankerraum ist von einer Spule umgeben, die eine Vielzahl von mit elektrischem Strom beaufschlagbaren Wicklungen trägt. Das dabei entstehende Magnetfeld bewegt den Anker gegen den Kern. Der Anker wirkt auf einen Stift. Der Anker besitzt an seiner in Bewegungsrichtung gesehenen Stirnseite eine Ausnehmung, in der ein Formteil eingesetzt ist. Der Stift stützt sich an dem Formteil ab.

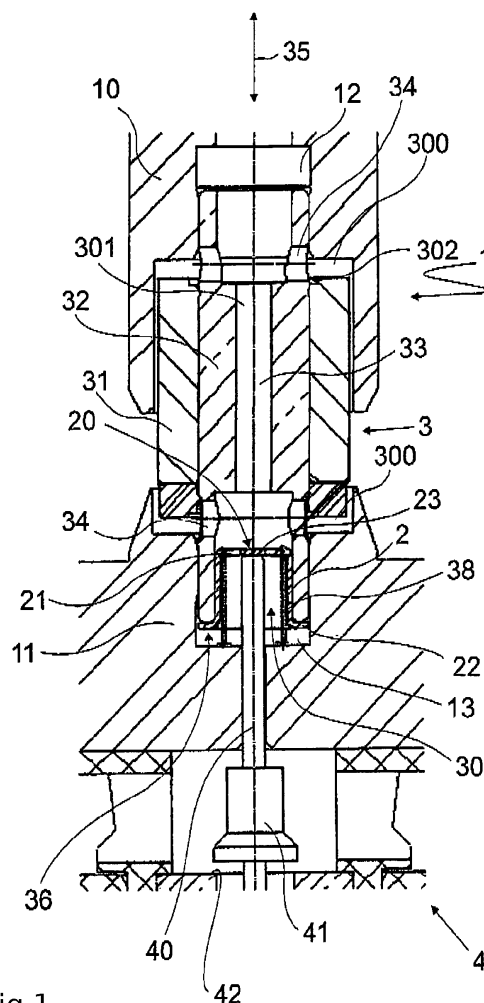


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Elektromagneten, welcher zumindest einen in einen Ankerraum gelagerten Anker umfasst, wobei der Ankerraum von einer Spule umgeben ist, die eine Vielzahl von elektrischen beaufschlagbaren Wicklungen trägt und das bei bei Strombeaufschlagung entstehende Magnetfeld den Anker gegen einen Kern bewegt, wobei der Anker auf einen Stift wirkt und der Anker an seiner in Bewegungsrichtung gesehenen Stirnseite eine Ausnehmung aufweist.

[0002] Ein typischer Einsatzbereich für Elektromagneten sind Druckventile, insbesondere Druckregelventile. Hierbei wirkt der von dem Magnetfeld des Elektromagneten bewegte Anker auf einen Stift, der Teil eines Regелеlementes ist, das in geeigneter Weise im Ventilblock ein Regelstück gegen einen Ventilsatz anstellt und so den Druck regelt.

[0003] Für eine Führung des Stiftes ist in dem Anker an seiner in Bewegungsrichtung gesehenen Stirnseite eine Ausnehmung vorgesehen. Diese bevorzugt sacklochartige Ausnehmungen nimmt ein Ende des Stiftes auf. Dabei definiert sich die Stirnseite des Ankers durch die Bewegungsrichtung des Ankers bei Beaufschlagung mit Strom (Hubbewegung). Dabei ist die Stirnseite des Ankers auch dem Kern und dem Ventilblock zugewandt beziehungsweise taucht in diesen ein. Insbesondere bestimmt die Stirnseite die vordere Seite des Ankers bei der Hubbewegung. Dabei stützt sich der Stift in der Ausnehmung derart ab, dass die Hubbewegung des Ankers, die in der Regel eine lineare Bewegung in Achsrichtung von Anker (und Stift) ist, auf den Stift übertragen wird.

[0004] Bei Druckregelventilen mit gattungsgemäßen Elektromagneten ist zur Vermeidung von Eigenschwingungen des Regeldrucks der Ankerraum vollständig mit Öl befüllt, um eine hydraulische Dämpfung der Ankerbewegung zu erreichen. Hierzu ist der Anker mit Längs- und Querbohrungen ausgeführt, die bei der Ankerbewegung einen definierten Ölaustausch zwischen den verschiedenen Ölräumen ermöglicht. Im Stand der Technik ist es bekannt, diese Bohrung zerspanend herzustellen, wobei insbesondere im Bereich der Ausnehmung eine entsprechende Sacklochbohrung vorzusehen ist, um eine Abstützung des Stiftes im Anker zu ergeben.

[0005] Diese zerspanende Herstellung stellt einen erheblichen Aufwand in Bezug auf Gradvermeidung, Gradientenfernung und Sauberkeit dar, was zu entsprechendem Herstellungsaufwand führt.

[0006] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Elektromagneten vorzuschlagen, der einfacher und daher kostengünstiger herzustellen ist.

[0007] Zur Lösung dieser Aufgabe geht die Erfindung aus von einem Elektromagneten, wie eingangs beschrieben, und schlägt vor, dass ein Formteil in die Ausnehmung eingesetzt ist und sich der Stift in dem Formteil abstützt.

[0008] Durch den erfindungsgemäßen Vorschlag ent-

fällt die zerspanende Herstellung der Sacklochbohrung und die damit verbundenen Probleme. Oftmals bleibt es dann bei nur einer axial den Anker durchsetzenden Bohrung, die deutlich geringeren Nachbearbeitungsaufwand aufweist. Anstelle des Absatzes wird nun erfindungsgemäß der Einsatz eines, zum Beispiel durch ein Stanz-Biege-Vorgang hergestellten Formteils eingesetzt, das sehr viel günstiger produzierbar ist als die zerspanende Realisierung an dem Anker. Alternativ ist erfindungsgemäß vorgesehen, das Formteil auch als Tiefzieh- oder Drehteil herzustellen.

[0009] In einer bevorzugten Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass sich der nach außen umgebördelter Rand des Formteils auf dem Anker abstützt. Oftmals ist der Anker bezüglich seiner Längsachse rotationssymmetrisch aufgebaut und trägt möglichst konzentrisch angeordnet das Formteil. Die Ausnehmung ist ebenfalls konzentrisch in den Anker eingearbeitet und der in einem Stanz-, Gesenk- beziehungsweise Tiefziehschritt hergestellte Formteil ist im wesentlichen hutartig ausgebildet, wobei dessen seitlich absteigende umgebördelter Rand auf der ringartigen, die Ausnehmung begrenzenden Abschlussfläche der Stirnseite aufliegt. Bei einer solchen Ausgestaltung wird eine sehr einfache Montage erreicht, wobei das Formteil zum Beispiel durch eine gewisse konische Ausgestaltung einfach in die Ausnehmung eingesteckt werden kann, die ganze Anordnung aber mit einem gewissen Sitz oder Passform ausgestattet ist, um ein sicheres Verbinden des Formteils in der Ausnehmung zu gewährleisten.

[0010] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Anker gebildet ist von einem Ankerkörper, der eine Ankerstange aufnimmt und das Formteil in der Ankerstange angeordnet ist. Insbesondere für die Ausgestaltung des Ankers gibt es im Stand der Technik mehrere Varianten. Die erfindungsgemäße Lösung umfasst dabei alle möglichen Lösungsvarianten, nämlich jene, bei welchen der Anker ein- oder auch mehrteilig ausgebildet ist. So ist es möglich, dass der Anker nur einen Ankerkörper umfasst, der mit den entsprechenden Bohrungen ausgestattet ist und eine Ausnehmung aufweist zur Aufnahme des Formteils. In einer anderen Variante wird eine Ankerstange mit dem Ankerkörper verbunden, wobei die Ankerstange bezogen auf die Bewegungsrichtung des Ankers länger ist als der Ankerkörper, insbesondere ein- oder beidseitig über diesen hervorsteht. Dabei übernimmt die Ankerstange zusätzliche Führungsaufgaben, da diese zum Beispiel in entsprechenden Taschen des Kernes des Elektromagneten geführt ist. Auch ist es möglich durch die mehrteilige Ausgestaltung durch die Wahl des Materials des Ankerkörpers und der Ankerstange das Schaltverhalten des Ankers entsprechend zu beeinflussen. Natürlich ist diese Mehrteiligkeit auch günstig in Bezug auf die Herstellungskosten, da beide Elemente für sich genommen entsprechend optimiert werden können.

[0011] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Anker beziehungsweise

die Ankerstange eine axiale Durchdringungsöffnung gegebenenfalls auch mit unterschiedlichen Durchmessern aufweist. Die axiale Durchdringungsöffnung ist dabei parallel oder im wesentlichen parallel zur Bewegungsrichtung des Ankers und beinhaltet auch die Ausnehmung.

[0012] Durch die axiale Durchdringungsöffnung wird das Innere des Ankers dafür genutzt, dass diese mit der zu steuernden Flüssigkeit, zum Beispiel Öl, befüllt wird und somit eine hydraulische Dämpfung der Ankerbewegung erreicht wird.

[0013] Zu diesem Zweck dient auch eine andere erfindungsgemäße Ausgestaltung nach welcher an dem Anker beziehungsweise im Ankerkörper oder der Ankerstange mindestens eine Querbohrung angeordnet ist, die im wesentlichen Quer zur Bewegungsrichtung des Ankers orientiert ist. Die Querbohrung ist dabei auch bevorzugt rechtwinklig, zumindest aber quer (spitzwinklig) zur axialen Durchdringungsöffnung angeordnet. Bevorzugterweise mündet die Querbohrung in die Durchdringungsöffnung. Neben der Möglichkeit einen definierten Ölaustausch zwischen den verschiedenen Ölräumen zu ermöglichen und somit auch eine Bewegung des Ankers zu dämpfen, erreicht diese Ausgestaltung auch eine entsprechende Massenreduzierung des Ankers und daher auch ein schnelles Ansprech-, Schalt- beziehungsweise Steuerverhalten bei gleichen sonstigen Parametern.

[0014] Eine erhebliche Kostenreduktion wird insbesondere durch die erfindungsgemäße Variante erreicht, bei welcher der Anker, der Ankerkörper oder die Ankerstange als Abschnitt eines Rohrprofils ausgebildet ist. Charakteristische Eigenschaft des Rohrprofils ist, dass dieses ohne zerspanende bearbeitet werden zu müssen, eine axiale Durchdringungsöffnung aufweist. Dabei besitzt ein entsprechendes Rohrprofil eine ausreichende Genauigkeit an ihrer Mantelfläche, da die Mantelfläche entsprechende Führungs- und Lagerungsaufgaben ausführt. Durch den Einsatz eines Rohrprofils wird ein erheblicher Produktionsvorteil erreicht, da die aufwendige zerspanende Bearbeitung zur Herstellung der Durchdringungsöffnung eingespart wird.

[0015] Eine aus einem Rohrprofil bestehende Ankerstange wird auch als Ankerrohr bezeichnet.

[0016] Die Durchdringungsöffnung einerseits aber auch die Querbohrung andererseits stellt eine Verbindung her zwischen dem Ankerinneren und dem Ankerraum beziehungsweise von der Hydraulikflüssigkeit durchfluteten Ventilblock.

[0017] In der bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist nicht nur an der Stirnseite, also an der Seite, die dem Ventilblock zugewandt ist, eine Ausnehmung vorgesehen, sondern auch an der der Stirnseite gegenüberliegenden Rückseite des Ankers, ist ebenfalls eine Ausnehmung angeordnet, die ein Formteil aufnimmt. Durch die Anordnung eines Formteiles auch auf der Rückseite des Ankers wird erreicht, dass auch auf der Rückseite entsprechende Elemente im Anker gelagert und abgestützt sind. Die Ausgestaltung ist dabei in gleicher Weise

gewählt wie an der Stirnseite, das Formteil ist gegebenenfalls zumindest abschnittsweise konisch ausgebildet, um ein leichteres Einsetzen in die Ausnehmung an der Rückseite zu erreichen, das Formteil weist auch einen nach Außen umgebördelten Rand auf, um sich auf der Rohrrückseite aufzustützen und aufzuliegen.

[0018] Um eine Rückstellung des Ankers im nichtbestromten Zustand zu erreichen, ist eine Rückstellfeder vorgesehen, die sich in dem Formteil an der Stirnseite absitzt. Bei der Strombeaufschlagung der Wicklung der Spule wird ein Magnetfeld erzeugt, das den Anker nach vorne bewegt und den gewünschten Hub ausführen lässt. Dabei wird der Anker in Richtung des Kerns beziehungsweise Ventilblockes bewegt und in gleicher Weise auch der in der Ausnehmung gelagerte Stift versetzt. Diese Bewegung erfolgt gegen die Rückstellfeder, die entsprechend gestaucht oder komprimiert wird. Wird nun der Strom abgeschaltet oder reduziert, dann entspannt sich die Rückstellfeder und versetzt den Anker entgegen der Anzugsrichtung beziehungsweise Hubrichtung zurück, die Stirnseite entfernt sich wieder von dem Kern.

[0019] In einer Variante der Erfindung ist das Formteil topf- oder hutartig ausgebildet. Durch den nach Außen gebördelten Rand des Formteiles wird eine Anlagefläche des Formteiles an der ringartigen Ankerendfläche erreicht. Eine solche Ausgestaltung des Formteiles ist zum Beispiel in einem formgebenden Bearbeitungsschritt (zum Beispiel Tiefziehen, Senken oder Prägen) kostengünstig herstellbar.

[0020] Geschickterweise wird ein dünnwandiges Formteil vorgesehen, die Verwendung eines dünnwandigen Formteiles spart Gewicht und ist günstig für die Ankerdynamik. Ein verhältnismäßig dünnwandiges Formteil lässt sich auch leicht bearbeiten.

[0021] Vorteilhafterweise ist dabei die Materialstärke des Formteiles kleiner als 20 % des Ankerdurchmessers beziehungsweise der Ankerstange, bevorzugt kleiner als 10 % des Durchmessers des Ankers beziehungsweise der Ankerstange, insbesondere weniger als 8 % des Durchmessers des Ankers beziehungsweise der Ankerstange.

[0022] In einer bevorzugten Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass am Boden des Formteiles Dämpfungsöffnungen angeordnet sind. Der Boden des Formteiles schließt die Ausnehmung, welche den Stift und/oder die Rückstellfeder aufnimmt, gegenüber dem übrigen Ankerinneren ab. Durch die Anordnung von einer oder mehreren Dämpfungsöffnungen ist es möglich, dass Hydraulikflüssigkeit durch die Ausnehmung in das Ankerinnere hindurchströmen kann. Geschickterweise werden dabei die Dämpfungsöffnungen im Herstellungsschritt des Formteiles integriert, zum Beispiel durch einen entsprechenden Stanzvorgang. Es resultiert hieraus ein Stanzumformprozess, der günstig durchführbar ist. Dabei ist gefunden worden, dass durch die Anordnung der Dämpfungsbohrungen in einem verhältnismäßig dünnwandigen Formteil, wie dies ebenfalls erfindungsgemäße vorgeschlagen wird, das Dämpfungsverhalten verbessert wird. Es wird ein konstanteres Dämpfungsver-

halten über den gesamten Betriebstemperaturbereich erreicht, da die Dämpfungsbohrungen scharfkantiger und kürzer (bei entsprechender dünnwandiger Ausgestaltung des Formteiles) ausgeführt werden können und somit eine nur in weniger Weise von der Temperatur abhängige oder temperaturunabhängige Blendencharakteristik aufweisen.

[0023] Für die Ausgestaltung des Formteiles gibt es eine Mehrzahl von Herstellungsverfahren. Auf eine Variante als Stanzbiegeteil wurde bereits mehrfach eingegangen. Hieraus resultiert, dass das Formteil bevorzugt aus Metall, insbesondere Stahl, magnetisierbaren Metallen oder unmagnetisierbaren Metallen, Stählen beziehungsweise geringmagnetisierbaren Metallen, Stählen, Leichtmetallen oder ähnlichen besteht. Die üblicherweise für den Bau von Magnetbauteilen bekannten Materialien können hier entsprechend eingesetzt werden.

[0024] Auf diese Materialien ist die Erfindung aber nicht beschränkt, so ist es möglich, das Formteil auch als Kunststoffspritzteil auszubilden, was den Vorteil birgt, eine entsprechende Gewichtsreduzierung zu erreichen. Bevorzugterweise ist dann das Formteil zum Beispiel aus Kunststoff oder faserverstärktem Kunststoff (zum Beispiel mit Glasfaser oder Kohlefaser) gebildet. Natürlich ist es möglich entsprechend hochfeste oder auch ausreichend temperaturbeständige Kunststoffe einzusetzen, wenn dies der Anwendungsbereich des Elektromagneten beziehungsweise das ebenfalls von der Erfindung umfassten Druckventiles erfordert.

[0025] Die Erfindung umfasst daher nicht nur einen Elektromagneten, sondern bezieht sich auch auf ein Druckregelventil, insbesondere Druckregelventil bestehend aus einem Elektromagneten wie beschrieben, wobei der Stift, der in der Ausnehmung gelagert und geführt ist, ein Regelstück trägt und das Regelstück mit einem Dichtsitz des Ventils zusammenwirkt.

[0026] Üblicherweise ist in dem Ventilblock ein entsprechender Ventilsitz vorgesehen und zwischen dem Ventilsitz und dem Regelstück bildet sich ein Spalt aus, dessen Größe für die Ventilcharakteristik, insbesondere für die Druckminderung verantwortlich ist. Durch die Stellung des Ankers wird daher eine Positionierung des Regelstücks bezüglich des Dichtsitzes erreicht und somit der Druck geregelt.

[0027] Für den Fall, dass die Erfindung zum Beispiel in einem Hydraulik- oder auch Pneumatikventil verwendet wird, ist es günstig, dass der Ankerraum beziehungsweise das Innere des Ankers oder Ankerstange mit dem zu steuernden Medium gefüllt ist.

[0028] In der Zeichnung ist die Erfindung insbesondere in einem Ausführungsbeispiel schematisch dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1, 2 je in einer Schnittdarstellung, verschiedene Varianten des erfindungsgemäßen Elektromagneten

[0029] In den Figuren sind gleiche oder einander ent-

sprechende Elemente jeweils mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet und werden daher, sofern nicht zweckmäßig, nicht erneut beschrieben.

[0030] In der Zeichnung zeigen Fig. 1 und Fig. 2 in zwei verschiedenen Varianten den erfindungsgemäßen Elektromagneten 1. Genau genommen zeigen Fig. 1 und 2 das für die Erfindung wesentliche Detail des Elektromagneten 1, wobei sich an dem Elektromagneten 1 im unteren Bereich der Ventilblock 4 anschließt.

[0031] Der Elektromagnet 1 ist gebildet von einem mit elektrischem Strom beaufschlagbaren wicklungstragenden Spule (nicht gezeigt), die den Ankerraum 300 umgibt. In dem Ankerraum 300 ist längsbeweglich (Doppelpfeil 35) der Anker 3 gelagert. Für eine Führung des Magnetfeldes sind Kerne 10, 11 vorgesehen, wobei sich ein erster Kern 10 in dem den Ventilblock 4 abgewandten Bereich des Elektromagneten befindet, der andere, zweite Kern 11 befindet sich zwischen dem Ankerraum 300 und dem Ventilblock 4.

[0032] Bei Strombeaufschlagung der Wicklungen der Spule wird der Anker 3 entgegen der Rückstellkraft der Rückstellfeder 38 nach unten gezogen (siehe Doppelpfeil 35), bei Reduzierung des die Wicklungen durchfließenden Stromes oder bei dessen Abschalten drückt die Rückstellfeder 38 den Anker 3, gegen die Hubbewegung nach oben (siehe Doppelpfeil 35).

[0033] In dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel besteht der Anker 3 aus mehreren Teilen. Ein Ankerkörper 31, dessen Außerdurchmesser (fast) dem Durchmesser des Ankerraumes 300 entspricht, besitzt eine mittig angeordnete, den Ankerkörper 31 auf seine ganze axiale Länge durchdringende Öffnung oder Bohrung, in welche die Ankerstange 32 eingesetzt ist. Der Ankerkörper 31 und Ankerstange 32 werden durch einen mechanischen Prozeß miteinander verstemmt und daher verbunden. Diese Verstemmung ist mit 302 gekennzeichnet. In diesem Ausführungsbeispiel besteht der Anker 3 aus dem Ankerkörper 31 und der Ankerstange 32.

[0034] Die Ankerstange 32 besitzt einen geringeren Außendurchmesser als der Ankerkörper 31, allerdings überragt die Ankerstange 32 in dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel den Ankerkörper 31 in axialer Längsrichtung beidseitig. Die Kerne 10, 11 weisen dabei entsprechende Aufnahmetaschen 12, 13 auf, deren Innendurchmesser so gewählt ist, dass die Außenfläche der Ankerstange 32 hier eine Führung ergeben.

[0035] Der Anwendungsfall des hier gezeigten erfindungsgemäßen Elektromagneten 1 ist in einem Druckventil, insbesondere einem Druckregelventil. Daher ist der Elektromagnet 1 integraler Bestandteil in einer solchen Anwendung und wirkt auf ein entsprechendes Regelelement. Das Regelelement umfasst ein Regelstück 41 und wirkt aufgrund der Stellung des Ankers mit einem Dichtsitz 42 zusammen, um eine entsprechende Regelung des Druckverlaufes zu ergeben.

[0036] Das Regelstück 41 ist an einem Stift 40 angeordnet. Ein Ende des Stiftes 40 endet im Bereich des Ankers 3. Hierzu ist in dem Anker 3 stirnseitig (36) eine

Ausnehmung 30 vorgesehen, in welche der Stift 40 hineinragt.

[0037] Die Ausnehmung 30 ist dabei zum Beispiel Teil einer den Anker 3 über seine ganze axiale Länge durchsetzende Durchdringungsöffnung 33. Die Durchdringungsöffnung hat zum Beispiel einen Durchmesser von 1 mm gegebenenfalls auch von 1 mm bis 6 mm oder größer je nach Anwendungsfall.

[0038] Durch die Durchdringungsöffnung wird erreicht, dass das Ankerinnere 301 mit dem Ankerraum 300 in Verbindung steht, insbesondere ist das zu steuernde Medium zwischen dem Ankerinneren 301 und dem Ankerraum 300 austauschbar. Um einen noch besseren Austausch zwischen dem Ankerinneren 301 und dem Ankerraum 300 zu erreichen, sind zusätzlich Querbohrungen 34 in der Ankerstange 32 vorgesehen, die sich beidseitig des Ankerkörpers 31 anschließen.

[0039] Erfindungsgemäß ist dabei die Durchdringungsöffnung 33 mit in axialer Richtung gesehen, gleichbleibendem oder auch mit veränderlichem Querschnitt ausgestattet.

[0040] Die Anzugsbewegung des Ankers 3 ist in dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel nach unten gerichtet. Das heißt, auch der Hub des Elektromagneten ist nach unten, gegen die Kraft der Rückstellfeder 38 gerichtet. Die vordere Begrenzungsfläche in Hubrichtung wird im Sinne der Erfindung als Stirnseite 36 beschrieben. An dieser Stirnseite befindet sich eine bevorzugt koaxial angeordnete Ausnehmung 30, in die das Formteil 2 eingesetzt ist.

[0041] Das Formteil 2 ist hutartig ausgebildet, wobei der nach Außen umgebördelte Rand 22 auf der ringartigen Begrenzungsfläche des Ankers 3 an seiner Stirnseite 36 aufliegt. Das Formteil 2 ist dabei auf Passung gearbeitet derart, dass es gut in der Ausnehmung 30 sitzt.

[0042] Die Anordnung ist dabei so gewählt, dass die Tiefe des Formteiles 2 geringer ist als der Abstand der Querbohrung 34 zur Stirnseite. Dadurch wird vermieden, dass das Formteil 2 die Querbohrung 34 teilweise oder ganz verdeckt. Das Formteil 2 ist im wesentlichen hut- oder topfartig ausgebildet und besitzt einen Boden 20, der mit entsprechenden Dämpfungsöffnungen 21 ausgestattet ist. Durch die Dämpfungsöffnung 21 ist es möglich, dass Öl, Gas oder ein anderes zu steuerndes Medium aus dem Bereich der Ausnehmung 30 in den Bereich der Durchdringungsöffnung 33, insbesondere in das Ankerinnere 301 durchfließen kann und so in geeigneter Weise den gesamten Ankerraum 300 einschließlich des Ankerinneren 301 mit dem zu steuernden Medium befüllt ist.

[0043] Natürlich besitzt der Boden 20 auch eine Abstützfläche 23, an welcher das Ende des Stiftes 40 aufsteht. Bei Hubbewegung des Ankers 3 (Doppelpfeil 35) wird über die Abstützfläche 23 des Formteils 2 diese Hubbewegung auf den in der Ausnehmung 30 schwimmend gelagerten Stift 40 und somit auf den am Stift 40 fest angeordneten Regelstück 41 übertragen. Der Abstand des Regelstücks 41 von dem Dichtsitz 42 verändert sich entsprechend.

[0044] In dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Formteil 2 verhältnismäßig dünnwandig, es beträgt nur ca. 4 % bis 8 % des Durchmessers der Ankerstange.

[0045] Üblicherweise besitzt das Formteil eine Wandstärke von 0,2 bis 0,4 mm.

[0046] Es ist gut zu erkennen, dass die Durchdringungsöffnung 33 nicht mit gleichbleibenden Querschnitt die Ankerstange 32 durchsetzt, sondern sich im Randbereich im Bereich der Ausnehmung 30 die Durchdringungsöffnung 33 aufweitet. Dabei ist die Querbohrung 34 bündig mit dem Ankerkörper 31 und definiert somit auch den Bereich, in welchem die Aufweitung der Durchdringungsöffnung 33 beginnt. In diesen Bereich der Aufweitung befindet sich dann die Ausnehmung 30, in welche das Formteil 2 eingesetzt beziehungsweise eingedrückt, eingestemmt oder eingepasst ist.

[0047] In dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Ankerstange 32 zum Beispiel aus einem Vollmaterial entstanden, in welchen durch die zerspanende Bearbeitung zumindest der Bereich der Ausnehmung 30 (beidseitig) und gegebenenfalls auch die axial verlaufende Durchdringungsöffnung 33 herausgearbeitet worden ist. Dem gegenüber zeigt Fig. 2 eine andere Variante. Auch hier besteht der Anker 3 aus zwei Elementen, dem Ankerkörper 31 und der Ankerstange 32, die eine axial verlaufende Durchdringungsöffnung 33 aufweist. Allerdings ist bei diesem Ausführungsbeispiel der Radius der Durchdringungsöffnung 33 in axialer Richtung entlang der Ankerstange 32 konstant, wie dies zum Beispiel bei einem als Profilware ausgebildeten Ankerstange 32 typisch ist. In diesem Fall könnte man anstelle des Begriffes Ankerstange 32 auch den Begriff Ankerrohr verwenden. Bei einer solchen Ausführungsvariante werden die Gesteungskosten noch weiter reduziert, da keine zerspanende Bearbeitung der Ankerstange notwendig ist. Wie bereits bei Fig. 1 ausgeführt, besitzt auch die Variante nach Fig. 2 eine Ausnehmung 30 an der Stirnseite 36, diese besitzt den gleichen Durchmesser wie die Durchdringungsöffnung 33 im Übrigen. In diese ist ein Formteil 2 mit zylindrischer Außenfläche eingesetzt. In dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel ist aber auch an der der Stirnseite 36 abgewandten Rückseite 37 eine Ausnehmung 39 vorgesehen, in der ebenfalls ein Formteil 2' eingesetzt ist. An seinem vorderen, dem Boden 20' zugewandten Ende 24, ist das Formteil 2 konisch ausgebildet. Im oberen vom Rand 22' nach innen beginnend ist die Ausgestaltung eher zylinderförmig.

[0048] In der zweiten, oberen Ausnehmung 39 auf der Rückseite 37 des Ankers 3, welche durch das Formteil 2' gebildet ist, ist zum Beispiel eine Einstellfeder (nicht gezeigt) vorgesehen.

[0049] Die jetzt mit der Anmeldung und später eingereichten Ansprüche sind Versuche zur Formulierung ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Schutzes.

[0050] 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.

[0051] 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.

[0052] 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.

[0053] Merkmale, die bislang nur in der Beschreibung offenbart wurden, können im Laufe des Verfahrens als von erfindungswesentlicher Bedeutung, zum Beispiel zur Abgrenzung vom Stand der Technik beansprucht werden.

[0054] Merkmale, die nur in der Beschreibung offenbart wurden, oder auch Einzelmerkmale aus Ansprüchen, die eine Mehrzahl von Merkmalen umfassen, können jederzeit zur Abgrenzung vom Stande der Technik in den ersten Anspruch 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

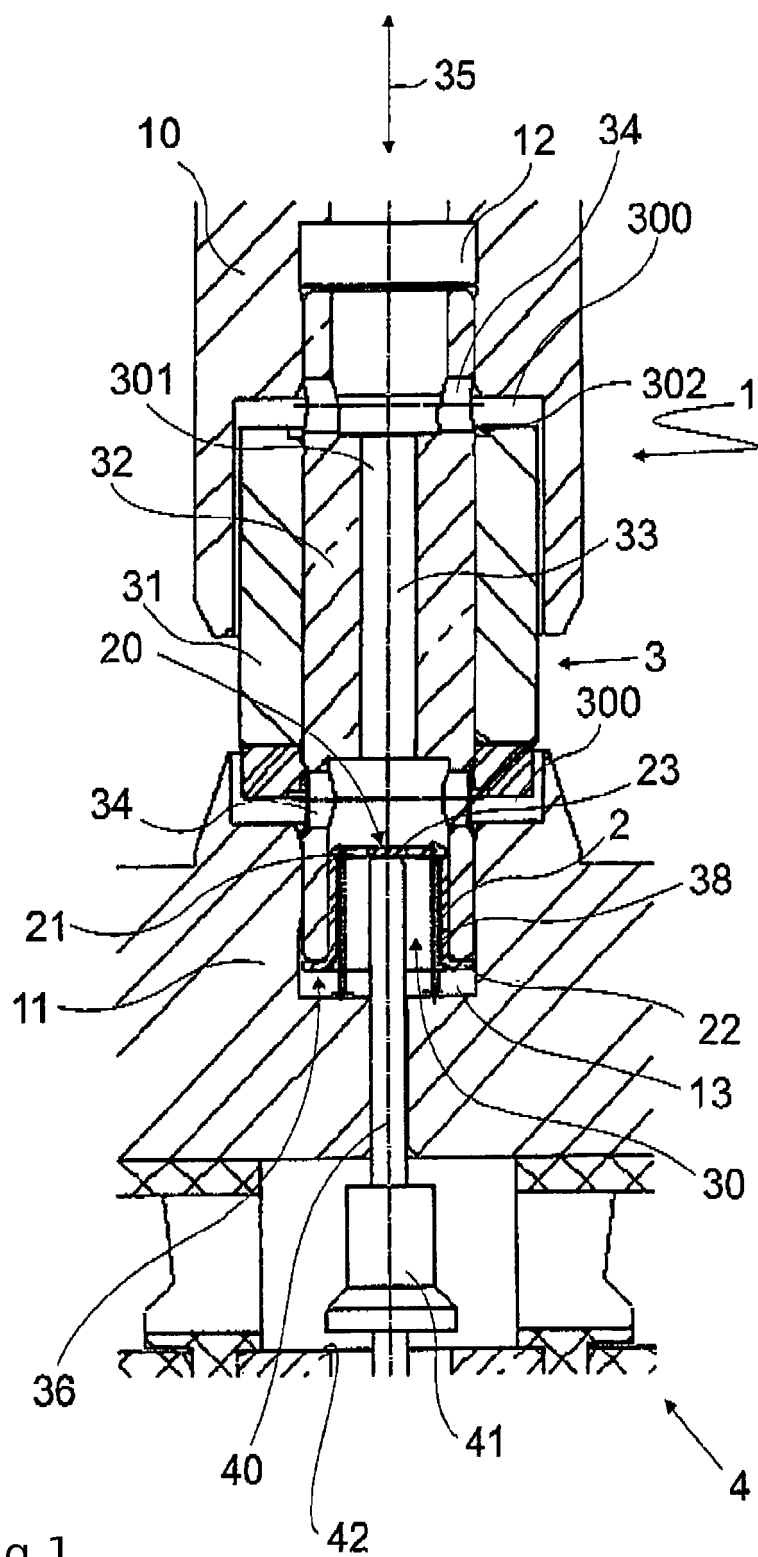
1. Elektromagnet, zumindest umfassend einen in einem Ankerraum gelagerten Anker, wobei der Ankerraum von einer Spule umgeben ist, die eine Vielzahl von mit elektrischen Strom beaufschlagbaren Wicklungen trägt und das bei Strombeaufschlagung entstehende Magnetfeld den Anker gegen einen Kern bewegt, wobei der Anker auf einen, Stift wirkt und der Anker an seiner in Bewegungsrichtung gesehenen Stirnseite eine Ausnehmung aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Formteil (2) in die Ausnehmung (30) eingesetzt ist und sich der Stift (40) in dem Formteil (2) abstützt.
2. Elektromagnet nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der nach außen umgebördelte Rand (22) des Formteiles (2) auf dem Anker (3) abstützt.
3. Elektromagnet nach einem oder beiden der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anker (3) gebildet ist von einem Ankerkörper (31), der eine Ankerstange (32) aufnimmt und

das Formteil (2) in der Ankerstange (32) angeordnet ist.

4. Elektromagnet nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anker (3), beziehungsweise die Ankerstange (32) eine axiale Durchdringungsöffnung (33), gegebenenfalls auch mit unterschiedlichen Durchmessern, aufweist.
5. Elektromagnet nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anker (3), der Ankerkörper (31) oder die Ankerstange (32) als Abschnitt eines Rohrprofils ausgebildet ist.
6. Elektromagnet nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Anker (3), dem Ankerkörper (31) oder der Ankerstange (32) mindestens eine Querbohrung (34) angeordnet ist, die im Wesentlichen quer zur Bewegungsrichtung (35) des Ankers (3) orientiert ist.
7. Elektromagnet nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der, der Stirnseite (36) gegenüberliegenden Rückseite (37) des Ankers (3) in einer weiteren Ausnehmung (39) ein Formteil (3') angeordnet ist und/oder sich in dem Formteil (3) eine Rückstellfeder (38) abstützt.
8. Elektromagnet nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formteil (3) topf- oder hutartig ausgebildet ist.
9. Elektromagnet nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein dünnwandiges Formteil (3).
10. Elektromagnet nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Boden (20) des Formteiles (3) Dämpfungsöffnungen (21) vorgesehen sind.
11. Elektromagnet nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formteil (3) als Stanzbiegeteil, als Tiefzieh- oder Drehteil ausgebildet ist.
12. Elektromagnet nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formteil (3) als Kunststoffspritzteil ausgebildet ist.
13. Elektromagnet nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

net, dass das Formteil (3) aus Metall, Stahl, Leichtmetall, Kunststoff oder faserverstärkten Kunststoff besteht.

14. Druckventil, insbesondere Druckregelventil, bestehend aus einem Elektromagneten nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Stift ein Regelstück trägt und das Regelstück mit einem Dichtsitz des Ventilblockes zusammenwirkt. 5
10
15. Druckventil nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ankerraum (300) beziehungsweise das Innere (301; 33) des Ankers (3) beziehungsweise die Ankerstange (32) mit dem zu steuernden Medium gefüllt ist. 15
20
25
30
35
40
45
50
55



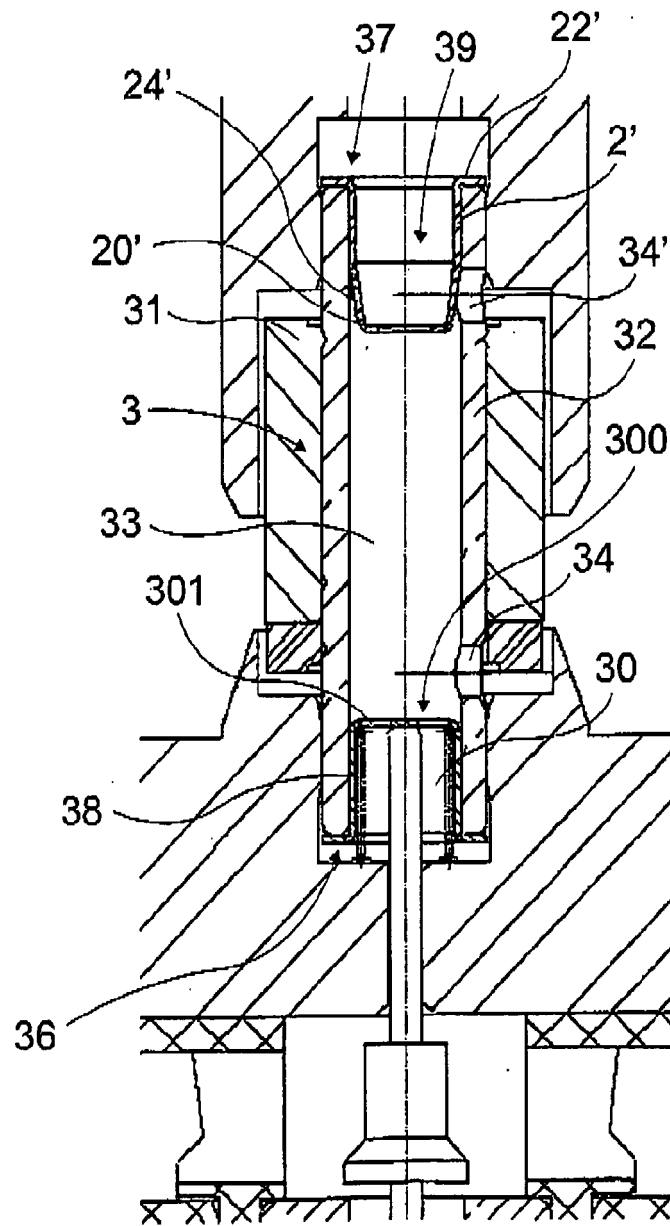


Fig. 2