



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.02.2021 Patentblatt 2021/06

(51) Int Cl.:
H01F 7/127 (2006.01) H01F 7/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20189490.4**

(22) Anmeldetag: **04.08.2020**

(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:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Hochmuth, Christian**
95100 Selb (DE)
• **Höcht, Veronika**
95100 Selb (DE)

(74) Vertreter: **Klunker IP**
Patentanwälte PartG mbB
Destouchesstraße 68
80796 München (DE)

(30) Priorität: **06.08.2019 DE 102019121192**

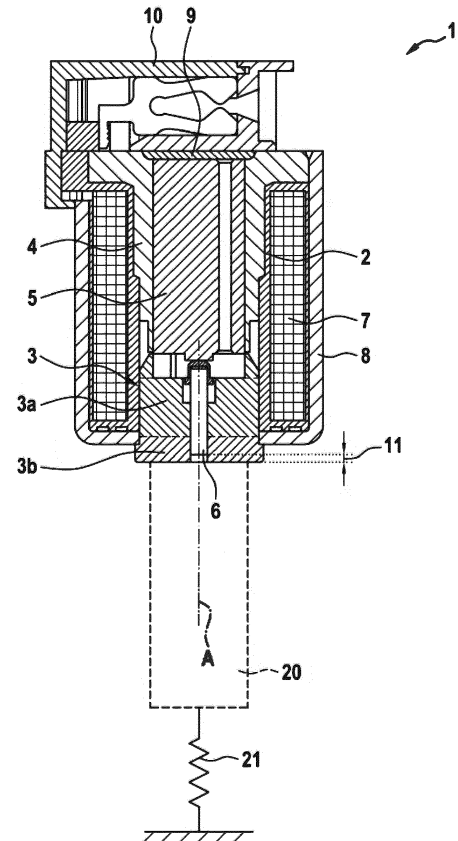
(71) Anmelder: **RAPA Automotive GmbH & Co. KG**
95100 Selb (DE)

(54) **LEERHUBJUSTAGE EINES MAGNETAKTUATORS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Justage eines Leerhubs eines Magnetaktuators, umfassend die Schritte:

- (a) Bereitstellen eines Polrohrs (2) zur Aufnahme eines entlang einer Längsachse (A) verfahrbaren Magnetankers (5), wobei an einer Vorderseite des Polrohrs eine Polkerneinheit angeordnet ist, aufweisend ein Durchgangsloch zur Aufnahme eines Stößels (6), wobei die Polkerneinheit eine ebene Vorderseitenfläche aufweist,
- (b) Einbringen des Stößels mit einem bevorzugt ebenen vorderen Ende und des Magnetankers derart, dass Stößel und Magnetanker in Eingriff stehen,
- (c) Positionieren des Stößels derart, dass das vordere Ende des Stößels einen vorbestimmten axialen Abstand zu der Vorderseitenfläche aufweist, und
- (d) Festlegen einer rückwärtigen Anschlagposition durch Ineingriffbringen eines Anschlagelements (9) mit dem Magnetanker, insbesondere an einer Rückseite des Magnetankers, und Fixieren des Anschlagelements an dem Magnetaktor, insbesondere an dem Polrohr und/oder durch Laserverschweißen.

Fig. 1



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Justage des Leerhubs in einem Magnetaktuator bzw. ein Herstellungsverfahren für einen Magnetaktuator, einen entsprechenden Magnetaktuator, eine Charge von Magnetaktuatoren sowie ein System mit einem solchen Magnetaktuator und einem von dem Magnetaktuator betätigten externen Bauteil.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Elektromagnete bzw. Magnetaktuatoren zum Betätigen von Ventilen oder sonstigen Bauteilen, wie Schiebern oder Hebeln, finden beispielsweise in KFZ-Automatikgetriebe Anwendung. Dabei ist es häufig eine Betriebsanforderung an den Magnetaktuator, dass ein Stößel, der zur Betätigung von derartigen, zu dem Magnetaktuator selbst externen Bauteilen verwendet wird, im unbestromten Fall mit Sicherheit in den Magnetaktuator vollständig eingefahren ist, das heißt in einem entsprechenden Austrittsloch auf einer Vorderseite des Magnetaktuatoren versenkt ist.

[0003] Um diese Bedingung zu erfüllen ist es bekannt, den Magnetaktuator derart auszulegen, dass im unbestromten Fall die Vorderseite des Stößels um eine bestimmte, Leerhub genannte Strecke in das Durchgangsloch einfährt, das heißt von einer Vorderseitenfläche des Magnetaktuatoren zu dessen Innenseite hin entsprechend beabstandet ist. Dabei muss der Leerhub beispielsweise ausreichend groß vorgesehen werden, um trotz der Bauteiltoleranzen der Einzelbauteile, die zu diesem Leerhub beitragen, wie Stößel und Magnetanker, sicherzustellen, dass der Stößel vollständig in den Magnetaktuator einfährt. Ein großer Leerhub führt jedoch zu einem hohen Aufprallgeschwindigkeit des Stößels auf das externe Bauteil bei initialer Betätigung des Magnetaktuatoren mit entsprechender Geräuschentwicklung und Materialabrieb und zum anderen zu einem relativ langsamen Ansprechverhalten. Weiterhin zeigt in diesem Fall eine Vielzahl bzw. eine Charge derartiger Magnetaktuatoren eine große Streuung in ihrem Ansprechverhalten.

[0004] Um den Leerhub und gegebenenfalls auch dessen Exemplarstreuung in einer Charge zu verringern, ist es denkbar, zumindest die zu dem Leerhub beitragenden Einzelbauteile, wie Stößel und Magnetanker, bei Einbau zu vermessen und entsprechend in dem herzustellenden Magnetaktuator zu positionieren. Dies macht die Herstellung jedoch aufwändig, da die entsprechenden Bauteile von jedem einzelnen Magnetaktuator bei dessen Herstellung einzeln vermessen werden müssen. Alternativ wäre es auch denkbar, entsprechende Einzelbauteile wie Stößel und Magnetanker mit geringer Bauteiltoleranz zu verwenden. Dies erhöht jedoch die Bauteilkosten signifikant.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Justage eines Leerhubs eines Magnetaktuatoren bzw. ein Herstellungsverfahren für einen Magnetaktuator und einen entsprechenden Magnetaktuator anzugeben, der ein vereinfachtes und kostengünstiges Herstellungsverfahren für einen Magnetaktuator schafft bzw. ermöglicht, insbesondere bei kleinem Leerhub und kleiner Exemplarstreuung. Zudem ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine entsprechende Charge und ein entsprechendes System zum Zusammenwirken des Magnetaktuatoren mit einem zu betätigenden externen Bauteil anzugeben.

[0006] Die Aufgabe wird durch die unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterentwicklungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0007] Die vorliegende Erfindung schafft ein Verfahren zur Justage eines Leerhubs in einem Magnetaktuator und stellt einen Magnetaktuator mit justiertem Leerhub mit folgenden Schritten bereit.

[0008] Bereitstellen eines bevorzugt zylindrischen Polrohrs mit einem bevorzugt zylindrischen Polrohr-Hohlraum zur Aufnahme eines entlang einer Längsachse des Polrohrs verfahrbaren Magnetankers (Schritt (a)). Dabei umfasst das Polrohr an einem axialen Ende des Polrohrs bzw. des Polrohr-Hohlraums, das im Folgenden als Vorderseite bzw. vorderseitiges Ende des Polrohrs bezeichnet wird, einen Polkern bzw. allgemein eine Polkerneinheit, wobei sich der Magnetanker bei Bestromung auf den Polkern bzw. das vorderseitige Ende zu bewegt bzw. in diese Richtung gedrängt wird. Der Polkern besteht aus magnetischem Material, ist gegebenenfalls ein Teil bzw. ein Abschnitt eines bevorzugt einstückigen Polkernrohrs und ist im Betrieb des Magnetaktuatoren Teil des Magnetkreises des Magnetaktuatoren.

[0009] Dabei ist der Polkern im allgemeinen Fall auch ein Teil bzw. ein Abschnitt einer Polkerneinheit, wobei der übrige Teil der Polkerneinheit vollständig oder teilweise aus einem anderen Material als der Polkern, insbesondere aus einem amagnetischen Material, besteht und fest mit dem Polkern verbunden ist. Im einfachsten Fall wird jedoch die Polkerneinheit vollständig durch den Polkern gebildet und besteht entsprechend vollständig aus magnetischem Material. Im Folgenden wird daher von einer Polkerneinheit gesprochen, auch wenn diese ausschließlich aus dem Polkern besteht.

[0010] Die Polkerneinheit weist ein axiales, üblicherweise zylindrisches Durchgangsloch zur Aufnahme und Führung eines Stößels, das üblicherweise auf der Längsachse liegt bzw. konzentrisch dazu ausgebildet ist. Desweiteren weist die Polkerneinheit auf einer von dem Polrohr bzw. dem Polrohr-Hohlraum abgewandten Vorderseite eine ebene Vorderseitenfläche auf, die üblicherweise senkrecht zur Längsachse ausgebildet ist und somit eine Austrittsebene des Magnetaktuatoren für den Stößel definiert. Bevorzugt grenzt die ebene Vorderseitenfläche

an das Durchgangsloch unmittelbar an und/oder umgibt das Durchgangsloch vollständig und/oder bildet die komplette, vom Polrohr abgewandte Vorderseite der Polkerneinheit und somit des Magnetaktuator.

[0011] In einem weiteren Schritt (b) wird in das Durchgangsloch der Polkerneinheit ein korrespondierender, bevorzugt einstückiger und/oder zylindrischer Stößel eingebracht, der üblicherweise aus einem amagnetischen Material besteht. Der Stößel weist an einer von dem Polrohr bzw. dem Polrohr-Hohlraum abgewandten Vorderseite ein vorderes axiales Ende auf, das bevorzugt teilweise oder vollständig eben und senkrecht zur Längsachse des Stößels ausgebildet ist und somit eine Eingriffs- bzw. Aktuationsfläche des Stößels bzw. des Magnetaktuator definiert. Dabei fällt die Längsachse des Stößels mit der Längsachse des Durchgangslochs und entsprechend üblicherweise auch mit der Längsachse des Magnetaktuator zusammen. Weiterhin ist der Stößel bzw. dessen vorderes Ende so dimensioniert, dass es vollständig in das Durchgangsloch aufgenommen bzw. darin versenkt und somit axial auf einer rückwärtigen Seite der Vorderseitenfläche der Polkerneinheit bzw. der Austrittsebene der Polkerneinheit bzw. des Magnetaktuator positioniert werden kann.

[0012] Weiterhin wird der Magnetanker in den Polrohr-Hohlraum des Polrohrs eingebracht und mit dem rückwärtigen Ende des Stößels in Eingriff gebracht. Im einfachsten Fall sind Magnetanker und Stößel nicht fest miteinander verbunden und berühren sich bei dem Ineingriffbringen lediglich. Dies kann beispielsweise unter Ausnutzung der Schwerkraft geschehen, indem der Magnetaktuator bzw. das Polrohr im Schwerfeld vertikal mit der Vorderseite nach unten positioniert wird und nacheinander der Stößel und der Magnetanker in den zu schaffenden Magnetaktuator eingefüllt werden. Alternativ können Stößel und Magnetanker auch fest miteinander verbunden sein. In diesem Fall geschieht das Ineingriffbringen bzw. das (dauerhafte) Verbinden von Stößel und Magnetanker bevorzugt vor dem Einbringen von Stößel und Magnetanker in den zu schaffenden Magnetaktuator, was es gestattet, Stößel und Magnetanker als eine gemeinsame Einheit in den Magnetaktuator einzubringen und entsprechend Montageschritte einzusparen.

[0013] In einem weiteren Schritt (c) wird der Stößel in dem Durchgangsloch der Polkerneinheit und damit auch der mit dem Stößel in Eingriff stehende Magnetanker derart axial positioniert, dass das vordere Ende des Stößels einen vorbestimmten axialen Abstand zu der ebenen Vorderseitenfläche der Polkerneinheit und somit der Austrittsebene des Magnetaktuator für den Stößel aufweist, das heißt um die entsprechend vorbestimmte Strecke in das Durchgangsloch eingefahren ist, wobei diese vorbestimmte Strecke bzw. dieser vorbestimmte Abstand den Leerhub des Magnetaktuator bildet und bevorzugt im Bereich zwischen 5 und 100 µm liegt und beispielsweise 5, 10, 15, 20, 30, 50, 70 oder 100 µm beträgt, wobei jeder der genannten Werte auch eine Ob-

er- oder Untergrenze des genannten Bereichs sein kann. Das Positionieren geschieht beispielsweise unter Zuhilfenahme eines Abstandselements, das auf einer ebenen Auflagefläche, auf der die ebene Vorderseitenfläche positioniert wird, aufliegt und das in das Durchgangsloch eingreift, so dass das vordere Ende des Stößels mit dem Abstandselement in Eingriff steht. Dabei weist das Abstandselement eine Dicke auf, die gleich dem vorbestimmten Abstand, das heißt gleich dem Leerhub ist und beispielsweise einen äußeren Durchmesser, der kleiner oder gleich dem Durchmesser des Durchgangslochs ist.

[0014] In einem weiteren Schritt (d) wird eine rückwärtige Anschlagposition für den Magnetanker und somit auch für den damit in Eingriff stehenden Stößel festgelegt, indem ein Anschlagselement mit dem Magnetanker in Eingriff gebracht wird, im einfachsten Fall an dem Magnetanker unmittelbar angelegt wird, und an dem Magnetaktuator, insbesondere dem Polrohr, zur Schaffung eines rückwärtigen mechanischen Anschlags für den Magnetanker, fixiert wird. Dieses bevorzugt auf einer Rückseite des Magnetankers angeordnete Anschlagselement definiert das rückwärtige Ende des Verfahrenswegs des Magnetankers. Im einfachsten Fall wird dazu das Anschlagselement mit einem rückwärtigen, vom Polkern abgewandten axialen Ende bzw. der Rückseite des Magnetankers in Eingriff gebracht bzw. daran angelegt. Weiterhin ist das Fixieren des Anschlagselements üblicherweise ein dauerhaftes Fixieren, das bevorzugt durch Verschweißen, Laserverschweißen, Verlöten und/oder Verstemmen des Anschlagselements bevorzugt an bzw. in dem Polrohr geschieht.

[0015] Mit Hilfe des beschriebenen Verfahrens zur Herstellung eines Magnetaktuator bzw. zur Justage eines Leerhubs eines Magnetaktuator wird ein Magnetaktuator bzw. Elektromagnetaktuator geschaffen, umfassend ein Polrohr mit einem in dem Polrohr entlang der Längsachse verfahrbaren Magnetanker und mit einer Polkerneinheit, die an einer Vorderseite des Polrohrs angeordnet ist, wobei sich der Magnetanker bei Bestromung auf die Polkerneinheit zu bewegt bzw. in Richtung der Vorderseite gedrängt wird. Die Polkerneinheit weist ein axiales Durchgangsloch zur Aufnahme eines Stößels auf, das bevorzugt auf der Längsachse bzw. konzentrisch dazu liegt. Die Polkerneinheit weist auf einer von dem Polrohr bzw. dem Magnetanker abgewandten Vorderseite eine ebene, bevorzugt wie oben beschrieben ausgebildete Vorderseitenfläche auf. In dem Durchgangsloch der Polkerneinheit ist ein korrespondierender, bevorzugt einstückiger und/oder zylindrischer, dreieckiger, viereckiger oder sechseckiger Stößel angeordnet, der eine größere axiale Länge als das Durchgangsloch aufweist, so dass je nach Betriebszustand des Magnetaktuator wenigstens eines der vorder- und rückseitigen axialen Enden des Stößels über das Durchgangsloch in axialer Richtung hinausragt. Der Stößel weist - wie oben beschrieben - an seiner Vorderseite ein bevorzugt ebenes, vorderes axiales Ende auf, das vollständig in dem Durchgangsloch versenkt werden kann.

[0016] Der Magnetaktuator weist weiterhin ein Anschlagselement für den Magnetanker auf, das eine rückwärtige Anschlagposition für den Magnetanker definiert. Dabei weist, wenn der Magnetanker mit dem Anschlagselement und dem Stößel in Eingriff steht, was üblicherweise im unbestromten Zustand des Magnetaktuator vorliegt, das vordere Ende des Stößels einen vorbestimmten axialen Abstand zu der ebenen Vorderseitenfläche der Polkerneinheit auf, welcher den Leerhub des Magnetaktuator darstellt.

[0017] Das erfindungsgemäße Herstellungs- bzw. Justageverfahren schafft einen Magnetaktuator mit justiertem Leerhub, in welchem bezüglich des Leerhubs die Toleranzkette der dazu beitragenden Einzelbauteile, wie Stößel, Magnetanker, Anschlagselement, etc., welche sich auf mehrere Zehntel Millimeter summieren kann, entfällt und das entsprechend erhöhte Bauteiltoleranzen dieser Einzelbauteile (Stößel, Magnetanker, Anschlagselement, etc.) zulässt, und dabei einen Leerhub des Magnetaktuator schafft, dessen Toleranz bzw. Varianz in einfachsten Fall ausschließlich von der Genauigkeit bzw. der Wiederholgenauigkeit der Positionierung des Stößels in Schritt (c) abhängt und somit nur von einem einzigen Verfahrensschritt, indem die verschiedenen, zum Leerhub beitragenden Bauteile gemeinsam positioniert, justiert bzw. fixiert werden. Die Leerhub-Toleranz ist bevorzugt sogar kleiner als die Bauteiltoleranz eines bzw. jedes Einzelbauteils, bevorzugt kleiner als die Summe der Bauteiltoleranzen von Stößel, Magnetanker und/oder Anschlagselement. Insbesondere kann ein derartiger Leerhub mit geringer Varianz bzw. Streuung justiert bzw. mechanisch eingestellt werden, ohne dass die Einzelbauteile vermessen werden müssen, so dass das erfindungsgemäße Herstellungs- bzw. Justageverfahren bevorzugt ohne einen Messschritt durchgeführt werden kann. Bevorzugt wird die Leerhub-Toleranz ausschließlich durch die Wiederholgenauigkeit von Schritt (c) bestimmt.

[0018] Der erfindungsgemäße Magnetaktuator ist dafür vorgesehen, mit einem externen Bauteil, beispielsweise einem Schieber, einem Ventil, einem Hebel, etc. zusammenzuwirken, das im unbestromten Fall üblicherweise an der Vorderseitenfläche des Magnetaktuator bzw. der Polkerneinheit anliegt, so dass bei Bestromung des Magnetaktuator der Stößel - nach Überwindung des Leerhubs und Austritt aus dem Durchgangsloch - eine Kraft auf das externe Bauteil ausübt und dieses von der Polkerneinheit weg drängt, wobei das externe Bauteil bevorzugt linear entlang der Längsachse des Magnetaktuator verschieblich ist.

[0019] Die erfindungsgemäß geringe Leerhub-Streuung gestattet es auch einen betragsmäßig kleinen Leerhub (z.B. wenige Hundertstel Millimeter) vorzusehen, wobei zugleich auch sichergestellt ist, dass die Vorderseite des Stößels im unbestromten Fall vollständig in das Durchgangsloch auf der Vorderseite eingefahren ist bzw. nicht darüber hinaus steht. Entsprechend kann ein Magnetaktuator mit einem schnellen Ansprechverhalten be-

reitgestellt werden, der zugleich eine relativ geringe Austrittsgeschwindigkeit des Stößels aus dem Durchgangsloch bei beginnender Bestromung ermöglicht und somit gegebenenfalls eine entsprechend geringe Aufprallgeschwindigkeit des Stößels auf das zu betätigende externe Bauteil.

[0020] Bevorzugt übt das externe Bauteil bei Auslenkung von der Vorderseite weg eine mechanische Gegenkraft bzw. Rückstellkraft, beispielsweise mit Hilfe eines Federelements, auf den Stößel aus, so dass einerseits die Auslenkung des externen Bauteils über die Bestromung des Magnetaktuator geregelt werden kann und andererseits der Stößel im unbestromten Fall in das Durchgangsloch gedrängt wird. Entsprechend weist der Magnetaktuator selbst bevorzugt kein Rückstellelement, wie ein Federelement, auf.

[0021] Insbesondere ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren eine Charge mit einer Vielzahl von Magnetaktuatoren zu schaffen, die bezüglich ihres Leerhubs und ihres Ansprechverhaltens eine sehr geringe Streuung aufweisen. Bevorzugt weist der Leerhub in einer Charge eine Varianz, Exemplarstreuung bzw. Toleranzabweichung von weniger als 50 μm , von weniger als 20 μm , von weniger als 10 μm oder von weniger als 5 μm von einem vorbestimmten axialen Abstand bzw. Soll-Leerhub auf. Bevorzugt weist eine Charge zwischen 100 und 10000, besonders bevorzugt unmittelbar nacheinander hergestellter bzw. justierter Magnetaktuatoren auf, wobei die Anzahl der Vielzahl von Magnetaktuatoren beispielsweise 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000 oder 10000 beträgt, wobei jeder der genannten Werte auch eine Ober- oder Untergrenze des genannten Bereichs sein kann.

[0022] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die genannten Verfahrensschritte bevorzugt in der oben genannten Reihenfolge ausgeführt oder beispielsweise wird Schritt (c) vor dem Einbringen des Magnetankers durchgeführt.

[0023] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Anschlagselement als vorzugsweise ebener, kreisrunder Deckel ausgebildet, der das rückseitige Ende des Polrohrs verschließt, bevorzugt vollständig und/oder fluid dicht, so dass gegebenenfalls im Polrohr-Hohlraum vorhandenes Hydraulikfluid nicht über das rückwärtige axiale Ende des Polrohrs abfließen kann. Bevorzugt ist der Deckel unmittelbar an dem Polrohr fixiert, insbesondere an einem Magnetrohr des Polrohrs. Ein derartiger Deckel ermöglicht einen vollflächigen Anschlag für die Rückseite des Magnetankers. Dabei ist der Deckel bevorzugt einstückig ausgebildet und/oder besteht aus einem amagnetischen oder einem magnetischen Material. Zum Fixieren wird der Deckel bevorzugt vollständig umlaufend verschweißt, bevorzugt mit Hilfe eines Lasers.

[0024] Der Magnetanker ist dabei üblicherweise ein im Wesentlichen zylindrischer oder exakt zylinderförmiger Körper, dessen Längsachse mit der des Polrohrs zusammenfällt. Entsprechend weist das Polrohr einen korrespondierenden, üblicherweise zylindrischen Hohlraum bzw. Magnetraum auf, in dem der Magnetanker entlang

der Längsachse linear verfahrbar ist. Die Längsachse des Polrohrs ist dabei zugleich auch die Längsachse des Magnetaktuator.

[0025] Das Polrohr kann einstückig, zweistückig oder mehrstückig aufgebaut sein und entsprechend zwei oder mehr Polrohrbauteile aufweisen. Derartige Polrohre sind beispielsweise in der DE 10 2016 103 168.2 und in den darin erwähnten Druckschriften beschrieben und deren Offenbarungsgehalt hinsichtlich der Ausgestaltung des Polrohrs sowie des Elektromagneten bzw. des Magnetantriebs wird in die vorliegende Schrift mit aufgenommen.

[0026] Entsprechend umfasst das Polrohr als Polrohrbauteile bevorzugt ein Magnetrohr und ein Polkernrohr und besonders bevorzugt genau diese zwei Polrohrbauteile, wobei der Polkern bevorzugt einen Abschnitt des bevorzugt einstückigen Polkernrohrs bildet. Dabei weist das Magnetrohr ein Durchgangsloch und das Polkernrohr ein Sackloch für den Magnetanker auf. Diese Ausnehmungen, das heißt Durchgangsloch und Sackloch, schaffen zusammen mit einem üblicherweise zwischenliegenden axialen Luftspalt, auf den Magnetrohr und/oder Polkernrohr gegebenenfalls sich verjüngend bzw. konisch und/oder gestuft zu verlaufen, den Polrohr-Hohlraum bzw. Magnetraum des Polrohrs für den verschieblichen Magnetanker, das heißt denjenigen Raum, in welchem sich ein Magnetanker des Magnetaktuator entlang dessen Längsachse linear bzw. geradlinig bewegt. Entsprechend weisen die Ausnehmungen in Magnetrohr und Polkernrohr die jeweils gleiche und mit der Außenform des Magnetankers korrespondierende Innenform auf, die üblicherweise zylindrisch ist und dabei den gleichen Innendurchmesser aufweist, so dass, abgesehen von dem axialen Luftspalt, aufgrund der konzentrischen Anordnung der beiden Polrohrbauteile bzw. deren Ausnehmungen, ein Polrohr-Hohlraum mit versatzfreier Wandung geschaffen wird. Dabei bildet der Polkern üblicherweise ein axiales, vorderseitiges Ende des Magnetraums, üblicherweise den Boden des Sacklochs des Polkernrohrs, und dient weiterhin gegebenenfalls zugleich als vorderseitiger Anschlag für den Magnetanker.

[0027] Dabei bestehen der Polkern bzw. das Polkernrohr und das oder die weiteren Polrohrbauteile des Polrohrs aus einem magnetischen bzw. magnetisch leitenden bzw. ferro-magnetischen Material. Entsprechend ist das Polrohr beispielsweise zusammen mit einem magnetischen Gehäuse, das sich, in an sich bekannter Art und Weise, um eine das Polrohr umgebende Magnetspule herum bzw. auf deren Außenseite erstreckt, im Betrieb bzw. bei Bestromung der Magnetspule, ein Teil des Magnetkreises des Magnetaktuator.

[0028] Bevorzugt liegt der Polrohr-Innendurchmesser, das heißt gegebenenfalls der Innendurchmesser des Durchgangslochs des Magnetrohrs und des Sacklochs des Polkernrohrs im Bereich zwischen 5 und 50 mm und beträgt beispielsweise 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 20, 25, 30, 40 oder 50 mm, wobei jeder der genannten Werte

auch eine Ober- oder Untergrenze des genannten Bereichs sein kann. Der Durchmesser des Stößels liegt bevorzugt im Bereich zwischen 1 und 20 mm und beträgt beispielsweise 1, 2, 3, 5, 7, 10, 12, 15 oder 20 mm, wobei jeder der genannten Werte auch eine Ober- oder Untergrenze des genannten Bereichs sein kann. Die von einem Magnetaktuator erzeugte Magnetkraft liegt bevorzugt im Bereich zwischen 0 und 50 N und beträgt beispielsweise 0, 1, 2, 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40 oder 50 N, wobei jeder der genannten Werte auch eine Ober- oder Untergrenze des genannten Bereichs sein kann. Weiterhin liegt der Hub des Magnetaktuator vorzugsweise im Bereich zwischen 0,5 und 50 mm und beträgt beispielsweise 0,5, 0,7, 1,0, 1,5, 2,0, 3,0, 5,0, 10, 15, 20, 30, 40 oder 50 mm, wobei jeder der genannten Werte auch eine Ober- oder Untergrenze des genannten Bereichs sein kann.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0029] Weitere Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand des in den begleitenden Figuren erläuterten Ausführungsbeispiels beschrieben. Das Ausführungsbeispiel stellt eine bevorzugte Ausführungsform dar, die die Erfindung in keiner Weise einschränkt. Die gezeigten Figuren sind schematische Darstellungen, die die realen Proportionen nicht notwendigerweise widerspiegeln, sondern einer verbesserten Anschaulichkeit des Ausführungsbeispiels dienen. Im Einzelnen zeigen die Figuren:

Figur 1 einen Längsschnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Magnetaktuator, und

Figur 2 ein Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Justage- bzw. Herstellungsverfahrens.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0030] Figur 1 zeigt einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Magnetaktuator 1 entlang dessen Längsachse A im unbestromten Fall. Der Magnetaktuator umfasst ein Polrohr 2, das ein Polkernrohr 3 und ein Magnetrohr 4 umfasst. Polkernrohr 3 und Magnetrohr 4 laufen in diesem Ausführungsbeispiel gestuft bzw. konisch auf einen zwischenliegenden axialen Luftspalt zu. Das Polkernrohr 3 weist ein Sackloch für den Magnetanker 5 auf, in das der entlang der Längsachse A des Magnetaktuator 1 verschiebbliche Magnetanker 5 bei Bestromung einfährt. Das Polkernrohr 3 umfasst neben den abschnittsweise konischen Wandungen des Sacklochs einen damit einstückig verbundenen Polkern 3a.

[0031] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist auf dem Polkern 3a ein weiteres Bauteil 3b aus a-magnetischem Material mit dem Polkern 3a fest verbunden, das axial auf der Vorderseite des Polkerns 3a und kon-

zentrisch dazu angeordnet ist und zusammen mit dem Polkern 3a die Polkerneinheit bildet. In einem alternativen, nicht dargestellten Ausführungsbeispiel wird die gesamte Polkerneinheit durch den Polkern 3a gebildet und es ist kein weiteres Bauteil 3b vorhanden. In der Polkerneinheit ist ein auf der Längsachse A liegendes, zylindrisches Durchgangsloch ausgebildet, in welchem ein Stößel 6 geführt wird. Die Polkerneinheit, die vorliegend aus dem Polkern 3a und dem weiteren Bauteil 3b besteht, weist als von dem Magnetanker 5 abgewandte Vorderseite eine vollständig ebene Vorderfläche bzw. Vorderseitenfläche auf, die vorliegend auf dem weiteren Bauteil 3b der Polkerneinheit ausgebildet ist, in die das Durchgangsloch der Polkerneinheit senkrecht mündet und die zugleich das vordere Ende des Magnetaktuators 1 bildet. Um das Polrohr 2 herum ist in bekannter Weise eine Magnetspule 7 angeordnet sowie ein äußeres Magnetgehäuse 8 zum Schließen des Magnetkreises bei Bestromung.

[0032] An dem rückwärtigen, von dem Polkernrohr 3 abgewandten axialen Ende des Polrohrs 2 ist ein starrer, hier metallischer Deckel 9 als rückseitiges Anschlagselement für den Magnetanker 5 angeordnet. Dabei verschließt der Deckel 9 das rückseitige Ende des Polrohrs vollständig und gegebenenfalls fluid- bzw. druckdicht. Auf dem rückseitigen Ende des Polrohrs 2 ist weiterhin eine elektrische Anschlusseinheit bzw. Steckereinheit 10 zur elektrischen Versorgung der Magnetspule 7 angeordnet. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind Magnetanker 5 und Stößel 6 nicht fest miteinander verbunden. Alternativ können Magnetanker 5 und Stößel 6 jedoch auch miteinander fest verbunden sein.

[0033] In dem in Figur 1 dargestellten unbestromten Fall steht der Magnetanker 5 mit dem Deckel 9 in Eingriff, das heißt die beiden Bauteile berühren sich. Weiterhin steht auch der Stößel 6 mit dem Magnetanker 5 in Eingriff, das heißt auch diese beiden Bauteile berühren sich. An der Vorderseite des Magnetaktuators 1, das heißt an der ebenen Vorderseitenfläche der Polkerneinheit bzw. dessen weiterem Bauteil 3b ist dabei das vordere, vorliegend eben ausgebildete vordere Ende des Stößels 6 um eine vorbestimmte Strecke in das Durchgangsloch eingefahren, die vorliegend als Leerhub 11 bezeichnet wird.

[0034] Der Magnetaktor 1 ist dazu vorgesehen, mit einem externen Bauteil 20 zusammenzuwirken, das mit Hilfe des Stößels 6 ausgelenkt werden kann und beispielsweise entlang der Längsachse A linear verschieblich ist. Das externe Bauteil 20 wird beispielsweise mit Hilfe einer Vorspannfeder 21 in die Gegenrichtung, auf den Magnetaktor 1 zu gedrängt und liegt im unbestromten Fall daher bündig an der ebenen Vorderseitenfläche des Magnetaktuators 1 bzw. dessen Polkerneinheit, vorliegend des weiteren Bauteils 3b, an. Bei Bestromung wird der Magnetanker 5 in Richtung des Polkerns 3a gedrängt und verschiebt somit den Stößel 6 in Richtung Außenseite des Magnetankers 1 und somit auf das externe Bauteil 20 zu. Dabei überwinden Stößel 6 und

Magnetanker 5 den zuvor justierten, vorbestimmten Leerhub 11 und der Stößel stößt somit aufgrund des einjustierten Leerhubs 11 bzw. der geringen Exemplarstreuung des Leerhubs 11 immer, das heißt in jedem Exemplar des erfindungsgemäßen MatAkte 1 mit der bei gleichen Bestromungsbedingungen jeweils gleichen oder zumindest im Wesentlichen gleichen Geschwindigkeit auf das externe Bauteil 20 bzw. gelangt mit dem externen Bauteil 20 in Eingriff. Mit anderen Worten ist auch die Exemplarstreuung der Aufprallgeschwindigkeit gering. Zudem liegt der Leerhub 11 typischerweise im Bereich von wenigen Hunderstel Millimeter (in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel zwischen 5 und 100 µm, insbesondere bei 20 µm) und ist somit relativ klein, so dass die Aufprallgeschwindigkeit des Stößels 6, der resultierende Materialabrieb sowie die resultierende Geräuschemission gering bzw. vernachlässigbar sind.

[0035] Ist die Federkonstante bzw. die Rückkraft-Kennlinie der Vorspannfeder 21 bekannt, so kann damit beispielsweise ein Regelhubmagnet und gegebenenfalls ein Proportionalmagnet geschaffen werden.

[0036] In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist der Magnetaktor 1 eine axiale Länge von 34 mm auf, wobei die Polkerneinheit bzw. deren weiteres Bauteil 3b um 0,05 mm über ein vorderes Ende des äußeren Gehäuses des Magnetaktuators 5 übersteht.

[0037] In Figur 2 ist das erfindungsgemäße Herstellungs- bzw. Justageverfahren für den Magnetaktor 1 schematisch dargestellt.

[0038] In Schritt (a) wird ein wie oben beschriebenes Polrohr mit einer Polkerneinheit mit einer ebenen Vorderseitenfläche und einem Durchgangsloch bereitgestellt. Schritt (b) kann dann in mehrere Einzelschritte unterteilt werden. In Schritt (b1) wird ein Stößel 6 in das Durchgangsloch eingebracht. In einem weiteren Schritt (b2) wird der Magnetanker in das Polrohr 2 eingebracht. In einem weiteren Schritt (b3) wird der Magnetanker 5 mit dem Stößel 6 in Eingriff gebracht, beispielsweise der Magnetanker 5 auf den Stößel 6 unter Ausnutzung der Schwerkraft aufgelegt.

[0039] In einem weiteren Schritt (c) wird der Stößel 6 derart positioniert, dass dessen vorderes Ende einen vorbestimmten Abstand, nämlich den Leerhub 11 von der ebenen Vorderseitenfläche der Polkerneinheit aufweist.

[0040] In dem nachfolgenden Schritt (d) wird ein rückwärtiges Anschlagselement, beispielsweise in Form eines Deckels 9, mit der axialen Rückseite des Magnetankers 5 in Eingriff gebracht, beispielsweise auf der axialen Rückseite des Magnetankers 5 aufgelegt und anschließend der Deckel 9 mit dem umgebenden Polrohr 2, insbesondere dessen Magnetrohr 4 verschweißt, beispielsweise umlaufend, so dass das Polrohr auf der Rückseite fluid- und/oder druckdicht ist. Dadurch wird der Leerhub 11 festgelegt bzw. justiert.

[0041] Die Verfahrensschritte werden in dem dargestellten Ausführungsbeispiel in der genannten Reihenfolge ausgeführt. Alternativ kann Schritt (c) auch vor dem Schritt (b2) durchgeführt werden. Weiter alternativ kann

Schritt (b3) auch vor dem Einbringen von Stößel (Schritt (b1)) und Magnetanker (Schritt (b2)) durchgeführt werden und Magnetanker 5 und Stößel 6 als eine gemeinsame Baueinheit in den Magnetanker eingebracht werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0042]

A	Längsachse
1	Magnetaktuator
2	Polrohr
3	Polkernrohr
3a	Polkern
3b	amagnetisches, weiteres Bauteil
4	Magnetrohr
5	Magnetanker
6	Stößel
7	Magnetspule
8	äußeres Magnetgehäuse
9	Deckel
10	Steckereinheit
11	Leerhub
20	externes Bauteil
21	Vorspannfeder

Patentansprüche

1. Verfahren zur Justage eines Leerhubs eines Magnetaktors (1), umfassend die Schritte:

(a) Bereitstellen eines Polrohrs (2) zur Aufnahme eines entlang einer Längsachse (A) verfahrbaren Magnetankers (5), wobei an einer Vorderseite des Polrohrs eine Polkerneinheit angeordnet ist, aufweisend ein Durchgangsloch zur Aufnahme eines Stößels (6), wobei die Polkerneinheit eine ebene Vorderseitenfläche aufweist, (b) Einbringen des Stößels mit einem bevorzugt ebenen vorderen Ende und des Magnetankers derart, dass Stößel und Magnetanker in Eingriff stehen, (c) Positionieren des Stößels derart, dass das vordere Ende des Stößels einen vorbestimmten axialen Abstand (11) zu der Vorderseitenfläche aufweist, und (d) Festlegen einer rückwärtigen Anschlagposition durch Ineingriffbringen eines Anschlagselements (9) mit dem Magnetanker, insbesondere an einer Rückseite des Magnetankers, und Fixieren des Anschlagselements an dem Magnetaktuator, insbesondere an dem Polrohr und/oder durch Laserverschweißen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Verfahrensschritte in der genannten Reihenfolge durchgeführt werden oder Schritt (c) vor dem Einbringen des Magnetankers (5) durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt (c) der vorbestimmte Abstand (11) im Bereich zwischen 5 und 100 μm liegt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt (b) zuerst der Stößel (6) in das Durchgangsloch und nachfolgend der Magnetanker (5) in das Polrohr (2) einbracht werden und bevorzugt Stößel und Magnetanker nicht fest verbunden werden, oder Stößel und Magnetanker als fest miteinander verbundene Einheit in das Durchgangsloch bzw. das Polrohr eingebracht werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Schritt (c) mit Hilfe eines Abstandselements durchgeführt wird, das bevorzugt eine Dicke aufweist, die gleich dem vorbestimmten Abstand (11) ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren einen Magnetaktuator (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 13 schafft.

7. Magnetaktuator (1), der bevorzugt nach einem der Ansprüche 1 bis 6 hergestellt bzw. justiert ist, umfassend

- ein Polrohr (2) mit einem in dem Polrohr entlang einer Längsachse (A) verfahrbaren Magnetanker, - eine Polkerneinheit, die an einer Vorderseite des Polrohrs angeordnet ist, aufweisend ein Durchgangsloch zur Aufnahme eines Stößels (6) und aufweisend eine ebene Vorderseitenfläche, und - einen Stößel mit einem bevorzugt ebenen vorderen Ende, wobei das Durchgangsloch derart eingerichtet ist, dass das vordere Ende des Stößels vollständig in dem Durchgangsloch aufgenommen werden kann,

dadurch gekennzeichnet, dass der Magnetaktuator ein rückseitiges, vorzugsweise laserverschweißtes Anschlagselement (9) aufweist, und das vordere Ende des Stößels einen vorbestimmten axialen Abstand (11) zu der Vorderseitenfläche aufweist, wenn der Magnetanker mit dem Anschlagselement und dem Stößel in Eingriff steht.

8. Magnetaktuator (1) nach Anspruch 7, **dadurch ge-**

kennzeichnet, dass

der vorbestimmte Abstand (11) zwischen dem vorderem Ende des Stößels (6) und der ebenen Vorderseitenfläche der Polkerneinheit im Bereich zwischen 5 und 100 μm liegt.

5

9. Magnetaktuator (1) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die ebene Vorderseitenfläche der Polkerneinheit an das Durchgangsloch angrenzt und/oder das Durchgangsloch vollständig umgibt und/oder die Vorderseite der Polkerneinheit bildet.

10

10. Magnetaktuator (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass**

15

der Stößel (6) und der Magnetanker miteinander fest verbunden sind oder miteinander nicht fest verbunden sind und/oder der Magnetaktuator kein rückstellendes Federelement bzw. keine Vorspannfeder aufweist.

20

11. Magnetaktuator (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass**

das Anschlagselement (9) ein das Polrohr verschließender Deckel ist, der bevorzugt an dem Polrohr (2) fixiert ist.

25

12. Magnetaktuator (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Polkerneinheit aus dem Polkern (3a) besteht oder den Polkern umfasst und dabei zumindest ein weiteres Bauteil (3b) umfasst, das mit dem Polkern fest verbunden ist und aus einem anderen Material als der Polkern, bevorzugt aus einem amagnetischen Material besteht.

30

35

13. Magnetaktuator (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass**

das Polrohr (2) aus einem Polkernrohr (3), das den Polkern (3a) bevorzugt einstückig umfasst, und einem Magnetrohr (4) besteht.

40

14. Charge, umfassend eine Vielzahl von Magnetaktuatoren (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 13 oder eine Vielzahl von nach einem der Ansprüche 1 bis 6 hergestellten bzw. justierten Magnetaktuatoren, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorbestimmte axiale Abstand (11) in der Vielzahl von Magnetaktuatoren der Charge eine Toleranzabweichung von weniger als 50 μm , von weniger als 20 μm , von weniger als 10 μm oder von weniger als 5 μm aufweist.

45

50

15. System, umfassend einen Magnetaktuator (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 13 oder einen nach einem der Ansprüche 1 bis 6 hergestellten bzw. justierten Magnetaktuator, sowie ein von dem Magnetaktuator betätigtes externes Bauteil (20), das bevorzugt eingerichtet ist, eine Rückstellkraft auf den Stößel (6)

55

auszuüben, so dass besonders bevorzugt der Magnetaktuator in dem System eingerichtet ist als Hubregelmagnet, bevorzugt als Proportionalelektromagnet zu arbeiten, wobei das System bzw. der Magnetaktuator bevorzugt zum Einsatz in einem Getriebe, insbesondere in einem Automatikgetriebe eines Kraftfahrzeugs vorgesehen ist.

Fig. 1

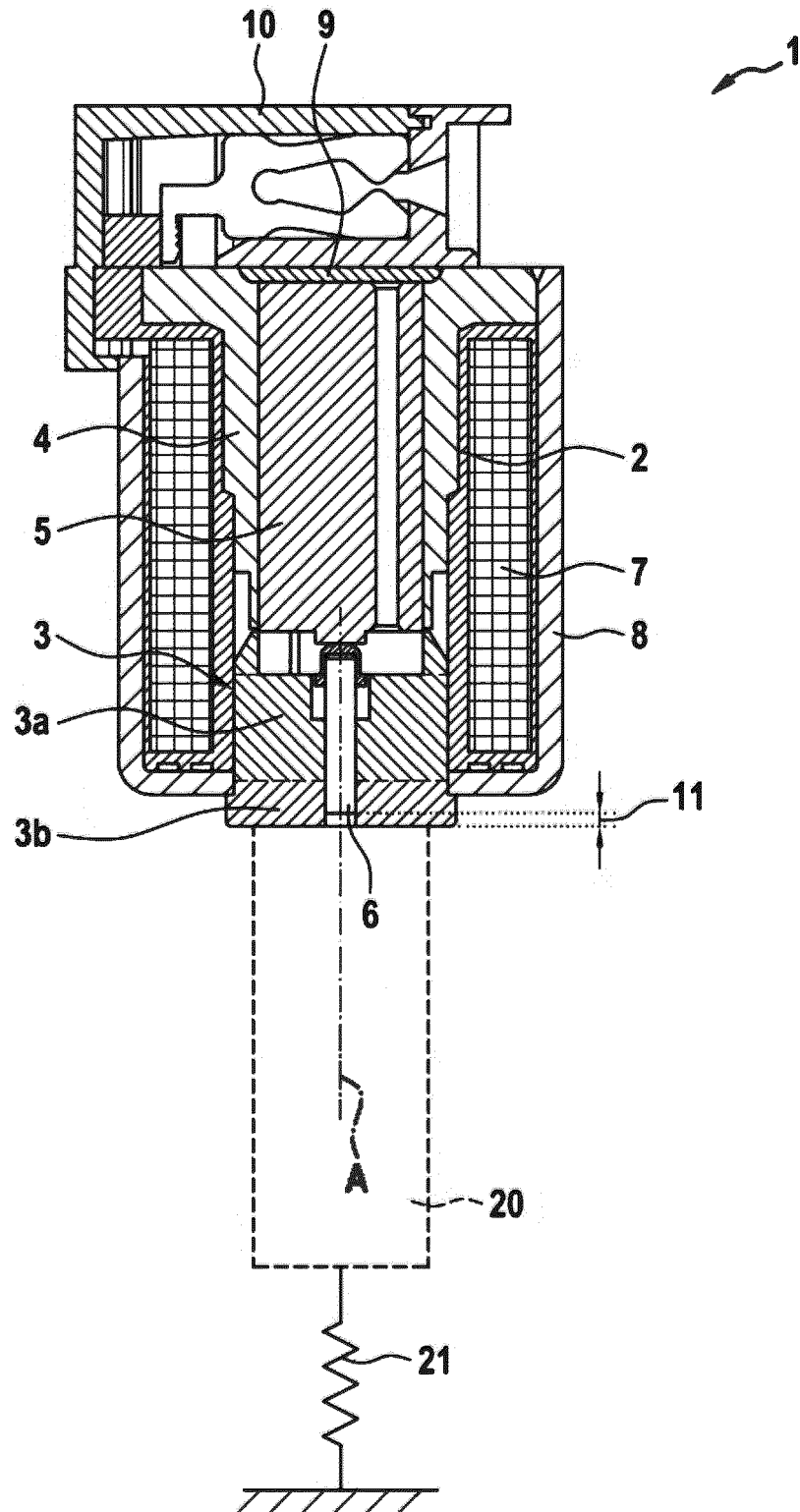
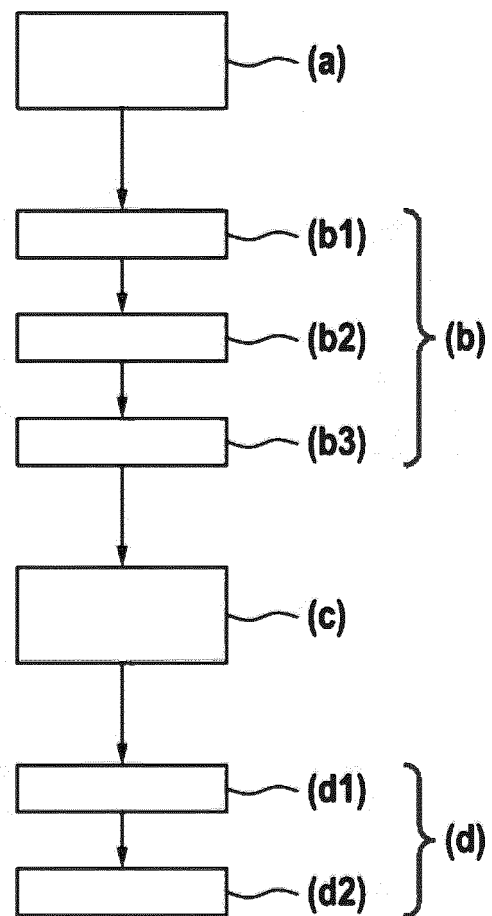


Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 18 9490

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	DE 10 2007 009400 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 28. August 2008 (2008-08-28) * Absatz [0021] - Absatz [0025]; Ansprüche 7, 10; Abbildung 1 *	1-15	INV. H01F7/127 H01F7/16
X	DE 10 2006 011078 A1 (THOMAS MAGNETE GMBH [DE]) 13. September 2007 (2007-09-13) * Absatz [0037] - Absatz [0041]; Abbildung 1 *	1-15	
X	US 5 856 771 A (NIPPERT ANDREW H [US]) 5. Januar 1999 (1999-01-05) * Spalte 2, Zeile 42 - Spalte 3, Zeile 15; Abbildung 1 *	1-10, 13-15	
X	DE 10 2018 000269 A1 (THOMAS MAGNETE GMBH [DE]) 30. August 2018 (2018-08-30) * Absatz [0001] * * Absatz [0020] - Absatz [0025] * * Anspruch 5 *	1-15	
A	US 6 434 822 B1 (PERRY ROBERT B [US] ET AL) 20. August 2002 (2002-08-20) * Anspruch 1; Abbildung 5a * * Anspruch 6 * * Spalte 3, Zeile 18 - Zeile 26 * * Spalte 3, Zeile 38 - Zeile 51 *	1	
A	DE 10 2005 020278 A1 (BOSCH REXROTH AG [DE]) 16. November 2006 (2006-11-16) * Absatz [0028] - Absatz [0031] *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. Dezember 2020	Prüfer Brächer, Thomas
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 03.82 (P04C03)

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

EP 20 18 9490

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.

14-12-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 102007009400 A1	28-08-2008	CN 101324290 A DE 102007009400 A1 EP 1962299 A2	17-12-2008 28-08-2008 27-08-2008
20	DE 102006011078 A1	13-09-2007	AT 482457 T DE 102006011078 A1 EP 2005448 A2 WO 2007101550 A2	15-10-2010 13-09-2007 24-12-2008 13-09-2007
25	US 5856771 A	05-01-1999	KEINE	
30	DE 102018000269 A1	30-08-2018	CN 108511147 A DE 102018000269 A1 US 2018247749 A1	07-09-2018 30-08-2018 30-08-2018
35	US 6434822 B1	20-08-2002	KEINE	
40	DE 102005020278 A1	16-11-2006	AT 470941 T CN 101167146 A DE 102005020278 A1 EP 1878030 A1 JP 2008539373 A US 2008173840 A1 WO 2006114447 A1	15-06-2010 23-04-2008 16-11-2006 16-01-2008 13-11-2008 24-07-2008 02-11-2006
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

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 102016103168 [0025]