

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Juni 2010 (17.06.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/066536 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01F 3/08 (2006.01) **H01F 41/02** (2006.01)
H01F 7/16 (2006.01) **F16K 31/06** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/065153

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. November 2009 (13.11.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 061 949.3
12. Dezember 2008 (12.12.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHROTH, Ralf-Dieter** [DE/DE]; Birkenhain 7b, 91094 Langensendelbach (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: ACTIVATION ELEMENT OF AN ELECTROMAGNETIC ACTUATOR OF A HYDRAULIC VALVE

(54) Bezeichnung : BETÄTIGUNGSELEMENT EINER ELEKTROMAGNETISCHEN STELLEINHEIT EINES HYDRAULIK-VENTILS

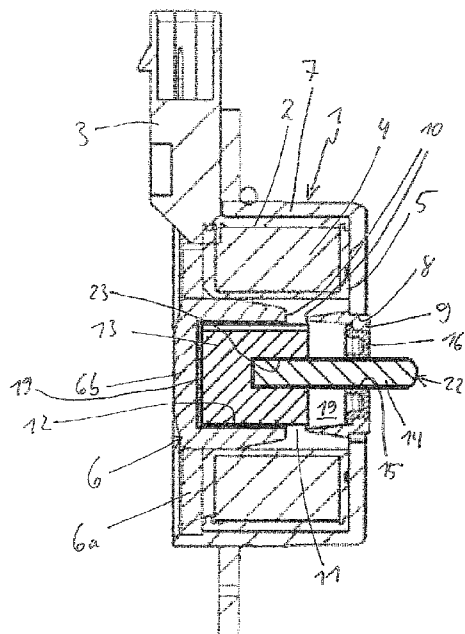


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an activation element (22) of an electromagnetic actuator (1) of a hydraulic valve having at least one armature (13) made from sintered steel, said armature being arranged in the actuator (1) in a longitudinally movable manner, and having a push rod (14) firmly connected to the armature (13).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Betätigungselement (22) einer elektromagnetischen Stelleinheit (1) eines Hydraulikventils, das zumindest einen aus Sinterstahl bestehenden Anker (13), der in der Stelleinheit (1) längsverschiebbar angeordnet ist, und eine fest mit dem Anker (13) verbundene Stößelstange (14) aufweist.

WO 2010/066536 A1

Bezeichnung der Erfindung

Betätigungselement einer elektromagnetischen Stelleinheit eines Hydraulik-
ventils

5

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

10 Die Erfindung betrifft ein Betätigungselement einer elektromagnetischen Stelleinheit eines Hydraulikventils, das zumindest einen Anker, der in der Stelleinheit längsverschiebbar angeordnet ist, und eine fest mit dem Anker verbundene Stößelstange aufweist und ein Verfahren zur Herstellung eines Betätigungselements.

15

Derartige Wegeventile werden in Brennkraftmaschinen beispielsweise zur Ansteuerung von hydraulischen Nockenwellenverstellern oder schaltbaren Nockenfolgern eingesetzt. Die Wegeventile bestehen aus einer elektromagnetischen Stelleinheit und einem Hydraulikabschnitt. An dem Hydraulikabschnitt sind zumindest ein Zulaufanschluss, mindestens ein Arbeitsanschluss und ein Tankanschluss ausgebildet. Mittels der elektromagnetischen Stelleinheit können gezielt bestimmte Anschlüsse des Hydraulikabschnitts hydraulisch miteinander verbunden und somit die Druckmittelströme gelenkt werden.

20

25 Für den Einsatz eines Wegeventils zur Steuerung eines Nockenwellenverstellers ist das Hydraulikventil im Normalfall als 4/3-Proportionalwegeventil ausgebildet. Ein derartiges Proportionalventil ist beispielsweise in der DE 199 56 160 offenbart. In dieser Ausführungsform ist die elektromagnetische Stelleinheit fest mit dem Ventilabschnitt verbunden. Die elektromagnetische Stelleinheit setzt sich in diesem Fall aus einem ersten Magnetjoch, einer Spule, einem zweiten Magnetjoch, einem Gehäuse, einem Betätigungselement und einem Anschlusselement, welches eine elektrische Steckverbindung auf-

30

nimmt, die zur Stromversorgung der Spule dient, zusammen. Das Betätigungselement besteht aus einem Anker und einer Stößelstange.

Der Hydraulikabschnitt besteht aus einem Ventilgehäuse und einem darin axial verschiebbar angeordneten Steuerkolben. Das Ventilgehäuse ist innerhalb einer Aufnahmeöffnung des zweiten Magnetjochs angeordnet und ortsfest mit diesem verbunden. An der Außenmantelfläche des Ventilgehäuses sind vier Ringnuten ausgebildet, welche als Druckmittelanschlüsse dienen. In den Nutgründen der Ringnuten sind Öffnungen ausgebildet, wodurch Druckmittel in das Innere des Ventilgehäuses gelangen kann. Im Inneren des Ventilgehäuses ist ein Steuerkolben axial verschiebbar angeordnet, wobei der Außendurchmesser des Steuerkolbens dem Innendurchmesser des Ventilgehäuses angepasst ist. Des Weiteren sind am Steuerkolben ebenfalls Ringnuten ausgebildet, über welche benachbarte Druckmittelanschlüsse miteinander verbunden werden können.

Die Spule, das erste und das zweite Magnetjoch sind innerhalb des Gehäuses der elektromagnetischen Stelleinheit koaxial zueinander angeordnet. Das erste und das zweite Magnetjoch sind dabei in axialer Richtung zueinander versetzt. In dem Bereich zwischen dem ersten und dem zweiten Magnetjoch befindet sich radial innerhalb der Magnetjoche der Anker, wobei dieser in radialer Richtung von der Spule umgeben ist. Der Anker, das Gehäuse, das erste und das zweite Magnetjoch bilden einen Flusspfad für die magnetischen Flusslinien, welche durch Bestromen der Spule hervorgerufen werden.

25

Durch Bestromen der Spule wird der Anker in Richtung des zweiten Magnetjochs gedrängt, wobei diese Bewegung mittels der am Anker angebrachten Stößelstange auf den Steuerkolben übertragen wird. Dieser wird nun gegen eine sich am Ventilgehäuse abstützende Feder in axialer Richtung bewegt. Die Stößelstange ist in einer Aufnahme des Ankers angeordnet und fest mit diesem verbunden. Dies ist dadurch realisiert, dass die Stößelstange mit Übermaß zu der Aufnahme hergestellt und in diese eingepresst ist, so dass eine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Anker und der Stößelstange

30

entsteht. Somit bilden der Anker und die Stößelstange ein Betätigungselement aus, welches durch Bestromen der Spule in axialer Richtung verschoben werden kann und den Steuerkolben des Hydraulikabschnitts betätigt, d.h. innerhalb des Ventilgehäuses des Hydraulikabschnitts positioniert.

5

Ein weiteres derartiges Wegeventil ist in der DE 10 2006 031 517 A1 offenbart. In dieser Ausführungsform ist der Hydraulikabschnitt separat zu der elektromagnetischen Stelleinheit ausgeführt und in einem Hohlraum einer Nockenwelle aufgenommen, wobei der Hydraulikabschnitt während des Betriebs der Brennkraftmaschine mit der Nockenwelle rotiert. Die Stelleinheit ist ortsfest an einem Zylinderkopfdeckel oder Zylinderkopf befestigt. Die Positionierung erfolgt wiederum durch ein Betätigungselement, welches einen Anker und einer mit diesem verbundenen Stößelstange umfasst. Dabei wird die Stellbewegung des Ankers mittels der Stößelstange, die in eine Aufnahme des Ankers eingepresst ist, auf den Steuerkolben des Ventilabschnitts übertragen.

Wegeventile zur Ansteuerung von schaltbaren Nockenfolgern sind meist als Schaltventile ausgebildet. Ein derartiges Schaltventil ist, in einer Ausführung als 3/2-Schaltventil, beispielsweise aus der DE 102 52 431 A1 bekannt. Die elektromagnetische Stelleinheit besteht wiederum aus einem Gehäuse, einem Betätigungselement, bestehend aus einem Anker und einer Stößelstange, einem Anschlusselement, einem ersten und einem zweiten Magnetjoch. Die Funktion und die Ausbildung der elektromagnetischen Stelleinheit sind in weiteren Teilen analog zu der des Proportionalventils.

An dem Hydraulikabschnitt sind in diesem Fall ein Zulaufanschluss, ein Arbeitsanschluss und ein Tankanschluss ausgebildet. Der Arbeitsanschluss kommuniziert über jeweils eine als Ventilsitz ausgebildete Öffnung sowohl mit dem Zulauf- als auch mit dem Tankanschluss. Innerhalb des Ventilgehäuses ist weiterhin ein Steuerkolben angeordnet, an welchem zwei Schließelemente ausgebildet sind. Jedes Schließelement kann, abhängig von der Position des Steuerkolbens innerhalb des Ventilgehäuses, den Druckmittelfluss durch ei-

30

nen der Ventilsitze sperren oder freigeben. Abhängig von der axialen Position des Steuerkolbens kann so der Arbeitsanschluss selektiv mit dem Zulaufanschluss oder mit dem Tankanschluss verbunden werden. Die axiale Lage des Steuerkolbens wird dabei wiederum über die axiale Position des Betätigungselements relativ zum zweiten Magnetjoch festgelegt.

In der DE 100 51 614 A1 ist eine weitere elektromagnetische Stelleinheit eines Proportionalventils offenbart. Dabei ist innerhalb eines Magnetjochs eine Ankerführungshülse angeordnet, in welcher ein Betätigungselement, bestehend aus einem Anker und einer Stößelstange, axial verschiebbar aufgenommen ist. Die Ankerführungshülse ist topfförmig mit einem Boden und einem zylindrischen Abschnitt mit einer zylindrischen Innenmantelfläche ausgebildet. Die zylindrische Innenmantelfläche dient zur Führung des Ankers, wobei der Boden den axialen Weg des Ankers in eine axiale Richtung begrenzt.

Die Reibung zwischen dem Anker und der Ankerführungshülse hat maßgeblichen Einfluss auf die Kenndaten des Hydraulikventils, vor allem auf die auftretende Hysterese. Vorteilhaft sind geringe Reibungskräfte. Aus diesem Grund sind im Stand der Technik reibungsmindernde Maßnahmen, wie Ausformungen des Ankers oder Lagerelemente zwischen diesen Bauteilen vorgesehen. Beispielsweise kann vorgesehen sein, den Anker mit einem Gleitbelag, beispielsweise Teflon zu versehen.

Zwischen dem Boden der Ankerführungshülse und dem bündig an deren Innenmantelfläche anliegenden Anker, ist ein abgeschlossener Hohlraum ausgebildet. Dieser Hohlraum kann zum einen, durch einen in diesem auftretenden Unterdruck, hemmend auf eine Bewegung des Ankers vom Boden weg wirken. Des Weiteren kann in diesen Hohlraum eintretendes Leckageöl eine axiale Bewegung des Ankers auf den Boden zu hemmen. In der DE 100 51 614 A1 wird zur Lösung dieser Aufgabe vorgeschlagen, den Anker mit axialen Bohrungen oder axial verlaufenden Nuten an dessen Außenmantelfläche zu versehen um den Druckausgleich zwischen den Hohlräumen vor und hinter dem Anker zu ermöglichen. Auch in dieser Ausführungsform ist die Stößelstange kraftschlüssig in eine Aufnahme des Ankers eingepresst.

Nachteilig an der vorgeschlagenen Ausführungsform sind deren hohe Herstellungskosten, welche durch die spanende Herstellung und Nachbearbeitung des aus einem magnetisierbaren Material bestehenden Ankers hervorgerufen werden um beispielsweise die axial verlaufenden Nuten oder Bohrungen auszubilden. Des Weiteren stellt das Einpressen der Stößelstange in die Aufnahme des Ankers einen kosten- und zeitintensiven Verfahrensschritt dar, der außerdem fehleranfällig ist, so dass die Durchsatzrate relativ niedrig ist und die Herstellungskosten und die Ausschussrate relativ hoch sind. Außerdem kann sich die Verbindung zwischen dem Anker und der Stößelstange während des Betriebs der Brennkraftmaschine lockern, wodurch die Kennliniencharakteristik negativ beeinflusst wird. Weiterhin nachteilig sind die hohen Herstellungskosten des üblicherweise in einem spanenden Verfahren hergestellten Ankers.

15 **Zusammenfassung der Erfindung**

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde diese geschilderten Nachteile zu vermeiden und somit ein Betätigungselement einer elektromagnetischen Stelleinheit eines Wegeventils zu schaffen, wobei dessen Herstellungsaufwand minimiert, die Prozesssicherheit erhöht und somit dessen Herstellungskosten verringert werden sollen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass der Anker aus Sinterstahl besteht.

25 In einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Anker eine Aufnahme aufweist, in die eine Stößelstange zumindest teilweise eingreift, wobei an einer äußeren Fläche der Stößelstange oder der Begrenzungsfläche der Aufnahme zumindest eine Ausbuchtung und an der anderen Fläche zumindest eine Vertiefung ausgebildet sind, wobei die Ausbuchtung derart in die
30 Vertiefung eingreift, dass eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Anker und der Stößelstange ausgebildet ist.

Dabei kann die Stößelstange massiv, d.h. nicht hohl, ausgebildet sein.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist der Anker zumindest

einen Längskanal auf, der in dessen Verschieberichtung verläuft und an beiden in Verschieberichtung des Ankers liegenden Seitenflächen offen ausgebildet ist. Der Längskanal kann beispielsweise als Nut an einer Außenmantelfläche des Ankers ausgebildet sein. Des Weiteren sind Längskanäle darstellbar, die vollständig innerhalb des Ankers liegen.

Anker in Sinterbauform sind erheblich kostengünstiger herzustellen, als Anker, die mittels spanender Arbeitsschritte hergestellt werden. Darüberhinaus können weitere Strukturen an dem Anker während des Formgebungsprozesses realisiert werden, so dass keine Nachbearbeitungsschritte notwendig sind. Beispielsweise könne Längskanäle in Form von Nuten oder vollständig von dem Anker umschlossenen Kanälen ohne zusätzliche Arbeitsschritte realisiert werden. Darüber hinaus kann die Verbindung zwischen dem Anker und der Stößelstange ebenfalls während des Sintervorgangs hergestellt werden.

15

Dazu wird die Stößelstange in die Sinterform eingelegt, so dass diese teilweise in das Ausgangsmaterial des Ankers, beispielsweise Stahlpulver, eingreift. Anschließend wird der Sinterprozess durchgeführt, wodurch gleichzeitig eine kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Anker und der Stößelstange hergestellt wird, ohne dass ein weiterer Montageschritt nötig ist. Darüber hinaus kann zusätzlich ein Formschluss zwischen den beiden Bauteilen realisiert werden. Zu diesem Zweck ist die Stößelstange mit zumindest einer Ausbuchtung oder Vertiefung versehen. Während des Sinterprozesses passt sich das Material des Ankers der Form der Stößelstange an, wodurch an diesem eine Vertiefung bzw. Ausbuchtung ausgebildet wird, die mit der Ausbuchtung bzw. Vertiefung der Stößelstange eine formschlüssige Verbindung herstellt. Durch den Formschluss wird die Verbindung zwischen dem Anker und der Stößelstange gestärkt, so dass diese während des Betriebs der Brennkraftmaschine nicht gelöst wird.

25
30

Die Aufgabe wird darüber hinaus durch ein Verfahren zur Herstellung eines Betätigungselements einer elektromagnetischen Stelleinheit eines Hydraulik-

ventils gelöst, wobei das Betätigungselement zumindest einen Anker, und eine fest mit dem Anker verbundenen Stößelstange aufweist, wobei erfindungsgemäß der Anker mittels eines Sinterverfahrens hergestellt ist.

- 5 Dabei kann vorgesehen sein dass in die Sinterform das den Anker bildende Material eingebracht und eine Stößelstange derart eingelegt wird, dass diese teilweise in dem Material angeordnet ist, wobei anschließend der Anker sintertechnisch ausgeformt wird und während dieser Ausformung des Ankers die Stößelstange fest, beispielsweise kraftschlüssig oder kraftschlüssig und zusätzlich formschlüssig, mit dem Anker verbunden wird.

10

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und aus den Zeichnungen, in denen Ausführungsbeispiele der Erfindung vereinfacht dargestellt sind. Es zeigen

- 15 Figur 1 eine elektromagnetische Stelleinheit eines Hydraulikventils mit einem erfindungsgemäßen Betätigungselement,
- 20 Figur 2 einen Längsschnitt durch das Betätigungselement auf Figur 1,
- Figur 3 einen Längsschnitt durch eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Betätigungselements,
- 25 Figur 4 einen Längsschnitt durch eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Betätigungselements.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnung

- 30 Die Figur 1 zeigt eine elektromagnetische Stelleinheit 1 eines Hydraulikventils mit einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform eines Betätigungselements 22 im Längsschnitt. Die elektromagnetische Stelleinheit 1 weist einen Spulenkörper 2 und ein einteilig mit diesem ausgebildetes Anschlusselement

3 auf. Der Spulenkörper 2 trägt eine aus mehreren Windungen eines geeigneten Drahtes bestehende Spule 4 und ist zumindest teilweise von einer Umspritzung 5 aus nichtmagnetisierbarem Material umgeben. Innerhalb der Umspritzung 5 ist ein erstes Magnetjoch 6 angeordnet, das in der dargestellten Ausführungsform einen scheibenartigen und einen hülsenartigen Abschnitt 6a, 6b aufweist. Der hülsenartige Abschnitt 6b greift in einen Hohlraum radial innerhalb der Umspritzung 5 der Spule 4 ein, wobei dessen Außendurchmesser dem Innendurchmesser der Umspritzung 5 angepasst ist. Der scheibenartige Abschnitt 6a legt sich in axialer Richtung an die Umspritzung 5 an und bestimmt somit die axiale Position des ersten Magnetjochs 6.

Der Spulenkörper 2 ist weiterhin in einem topfförmigen Gehäuse 7 angeordnet, in dessen Boden eine Aufnahmeöffnung 8 vorgesehen ist. In der Aufnahmeöffnung 8 ist ein zweites Magnetjoch 9 aufgenommen, das in axialer Richtung in die Umspritzung 5 hinein ragt. Dabei stehen sich die offenen Enden 10 des ersten und zweiten Magnetjochs 6, 9 über einen Luftspalt 11 axial gegenüber.

Das erste und zweite Magnetjoch 6, 9 begrenzen einen Ankerraum 12, in dem ein axial verschiebbares Betätigungselement 22 angeordnet ist. Das Betätigungselement 22 umfasst einen Anker 13 und eine fest mit dem Anker 13 verbundene Stößelstange 14. Die Stößelstange 14 ist teilweise in einer Aufnahme 23 des Ankers 13 angeordnet und erstreckt sich durch eine am zweiten Magnetjoch 9 ausgebildete Öffnung 15, wobei ein Ende der Stößelstange 14 im montierten Zustand der Stelleinheit 1 an einem nicht dargestellten Steuerkolben des nicht dargestellten Hydraulikabschnitts des Hydraulikventils anliegt. Somit wird durch Bestromen der Spule 4 das Betätigungselement 22 verschoben und somit der Steuerkolben des Wegeventils betätigt. Innerhalb der Öffnung 15 ist eine Gleithülse 16 vorgesehen, um Reibungsverluste an dieser Stelle zu minimieren.

Während des Betriebs wird die Bestromung der Stelleinheit 1 geregelt, wodurch ein Magnetfeld innerhalb der Stelleinheit 1 generiert wird. Das erste

Magnetjoch 6, das Gehäuse 7, das zweite Magnetjoch 9 und der Anker 13, die aus magnetisierbaren Materialien bestehen, dienen dabei als Flusspfad, der durch den Luftspalt 11 zwischen dem Anker 13 und dem ersten und zweiten Magnetjoch 6, 9 komplettiert wird. Bei Bestromung der Spule 4 wirkt auf den Anker 13 eine Kraft in Richtung des zweiten Magnetjochs 9, die abhängig von der Höhe der Bestromung der Spule 4 ist. Durch Ausbalancieren der magnetischen Kraft, die auf den Anker 13 wirkt, und einer Federkraft, die auf den Steuerkolben wirkt, kann der Anker 13 und damit der Steuerkolben in jeder beliebigen Stellung zwischen zwei Extremstellungen positioniert werden.

10

An der Außenmantelfläche 17 des Ankers 13 ist Längskanal 18 ausgebildet, der in dessen axialer Richtung verläuft und an beiden axialen Seitenflächen des Ankers 13 offen ausgebildet ist. Der Längskanal 18 verbindet somit zwei Hohlräume 19, die in axialer Richtung des Ankers 13 angeordnet sind und von diesem getrennt werden. Während der Bewegung des Ankers 13 kann über den Längskanal 18 ein Druckausgleich zwischen den Hohlräumen 19 stattfinden und in der Stelleinheit 1 vorhandenes Schmiermittel ausgetauscht werden. Somit wird die Reibung zwischen dem Anker 13 und dem ersten Magnetjoch 6 und die Hysterese der Strom-Weg Kennlinie der Stelleinheit 1 reduziert.

20

Figur 2 zeigt eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Betätigungselements 22 in einer vergrößerten Darstellung. Der Anker 13 besteht aus einem magnetisierbaren Sintermaterial, beispielsweise einem geeigneten Sinterstahl. Die Stößelstange 14 ist separat zu dem Anker 13 hergestellt, massiv, d.h. nicht hohl, ausgebildet und besteht vorteilhafterweise aus einem nicht magnetisierbaren Material.

25

Im Folgenden wird die Herstellung des Betätigungselements 22 erläutert. Zunächst wird das Ausgangsmaterial des Ankers 13, beispielsweise Stahlpulver, und die vorgefertigte Stößelstange 14 in eine geeignete Sinterform eingebracht. Dabei taucht die Stößelstange 14 teilweise in das Ausgangsmaterial ein. Anschließend wird der Sinterprozess durchgeführt. Dabei entsteht der Anker 13 und gleichzeitig eine kraftschlüssige Verbindung zwischen der Be-

30

grenzungsfläche der Aufnahme 23 des Ankers 13 und der äußeren Fläche des Teils der Stößelstange 14, die in den Anker 13 eingreift. Durch die Herstellung des Ankers 13 eines Betätigungselements 22 in Sinter-technologie können zusätzliche Strukturen, wie beispielsweise Längskanäle 18, während des Formgebungsprozesses ausgebildet werden. Dazu muss lediglich die Sinterform entsprechend angepasst werden. Kosten- und zeitaufwändige Nachbearbeitungsschritte entfallen. Gleichzeitig kann die Verbindung zu der Stößelstange 14 ebenfalls während des Formgebungsprozesses hergestellt werden. Somit entfällt das kosten- und zeitaufwändige und fehleranfällige Einpressen der Stößelstange 14 in die Aufnahme 23 des Ankers 13 nach dessen Formgebung. Darüber hinaus müssen keine Maßnahmen getroffen werden um die Aufnahme 23 auszubilden, da diese durch das Einlegen der Stößelstange 14 in die Sinterform automatisch ausgebildet wird. Somit entfallen aufwändige Arbeitsschritte und zusätzliche Strukturen können einfach und kostenneutral, durch Anpassungen der Sinterform, realisiert werden.

Figur 3 zeigt eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Betätigungselements 22. Im Unterschied zur ersten Ausführungsform (Figur 2) ist hier die Stößelstange 14 nicht vollständig zylindrisch ausgebildet. An dem Teil der Stößelstange 14, die in der Aufnahme 23 des Ankers 13 angeordnet ist, ist eine Vertiefungen 20, in der dargestellten Ausführungsform eine Ringnut, ausgebildet, in die eine Ausbuchtung 21 der Begrenzungsfläche der Aufnahme 23 eingreift. Somit ist ein Formschluss zwischen dem Anker 13 und der Stößelstange 14 hergestellt, wodurch deren Verbindung erheblich verstärkt ist.

Figur 4 zeigt eine weiter erfindungsgemäße Ausführungsform eines Betätigungselements 22. Im Unterschied zu der zweiten Ausführungsform (Figur 3) ist hier die Ausbuchtung 21 in Form einer Ringwulst an der äußeren Fläche der Stößelstange 14 ausgebildet. Diese Ausbuchtung 21 greift in eine Vertiefung 20 (Ringnut) ein, die an der Begrenzungsfläche der Aufnahme 23 ausgebildet ist.

Diese Ausführungsformen können auf gleichem Wege wie die erste Ausführungsform hergestellt werden. Dadurch kann der Formschluss zwischen dem Anker 13 und der Stößelstange 14 während des Sinterprozesses hergestellt werden, ohne dass ein zusätzlicher Arbeitsschritt anfällt. Neben einer Ausbuchtung 21 bzw. Vertiefung 20, können auch mehrere Ausbuchtungen 21 bzw. Vertiefungen 20 vorgesehen sein. Darüber hinaus können auch nur lokale Ausbuchtungen 21 bzw. Vertiefungen 20 vorgesehen sein, die von der Form einer Ringnut bzw. Ringwulst abweichen.

Bezugszeichen

	1	Stelleinheit
5	2	Spulenkörper
	3	Anschlusselement
	4	Spule
	5	Umspritzung
	6	erstes Magnetjoch
10	6a	scheibenartiger Abschnitt
	6b	hülsenartiger Abschnitt
	7	Gehäuse
	8	Aufnahmeöffnung
	9	zweites Magnetjoch
15	10	Ende
	11	Luftspalt
	12	Ankerraum
	13	Anker
	14	Stößelstange
20	15	Öffnung
	16	Gleithülse
	17	Außenmantelfläche
	18	Längskanal
	19	Hohlraum
25	20	Vertiefung
	21	Ausbuchtung
	22	Betätigungselement
	23	Aufnahme

Patentansprüche

1. Betätigungselement (22) einer elektromagnetischen Stelleinheit (1) eines Hydraulikventils, das zumindest eine Anker (13), der in der Stelleinheit (1) längsverschiebbar angeordnet ist, und eine fest mit dem Anker (13) verbundene Stößelstange (14) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anker (13) aus Sinterstahl besteht.
5
2. Betätigungselement (22) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anker (13) eine Aufnahme (23) aufweist, in die eine Stößelstange (14) zumindest teilweise eingreift, wobei an einer äußeren Fläche der Stößelstange (14) oder der Begrenzungsfläche der Aufnahme (23) zumindest eine Ausbuchtung (21) und an der anderen Fläche zumindest eine Vertiefung (20) ausgebildet sind, wobei die Ausbuchtung (21) derart in die Vertiefung (20) eingreift, dass eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Anker (13) und der Stößelstange (14) ausgebildet ist.
10
15
3. Betätigungselement (22) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stößelstange (14) massiv ausgebildet ist.
20
4. Betätigungselement (22) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anker (13) zumindest einen Längskanal (18) aufweist, der in dessen Verschieberichtung verläuft und an beiden in Verschieberichtung des Ankers (13) liegenden Seitenflächen offen ausgebildet ist.
25
5. Verfahren zur Herstellung eines Betätigungselements (22) einer elektromagnetischen Stelleinheit (1) eines Hydraulikventils, das zumindest eine Anker (13), und eine fest mit dem Anker (13) verbundenen Stößelstange (14) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anker (13) mittels eines Sinterverfahrens hergestellt ist.
30
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass in die Sinterform das den Anker (13) bildende Material eingebracht und eine Stößel-

stange (14) derart eingelegt wird, dass diese teilweise in dem Material angeordnet ist, wobei anschließend der Anker (13) sintertechnisch ausgeformt wird und während dieser Ausformung des Ankers (13) die Stößelstange (14) fest mit dem Anker (13) verbunden wird.

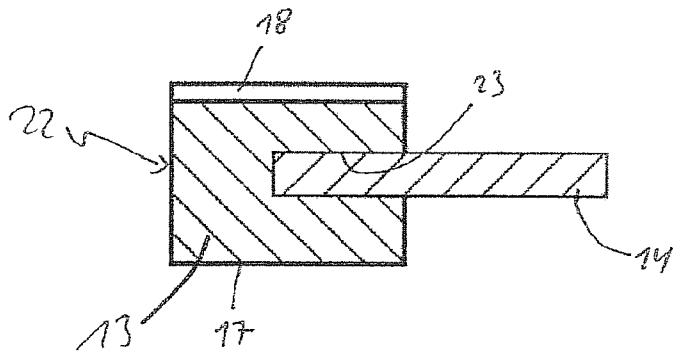


Fig. 2

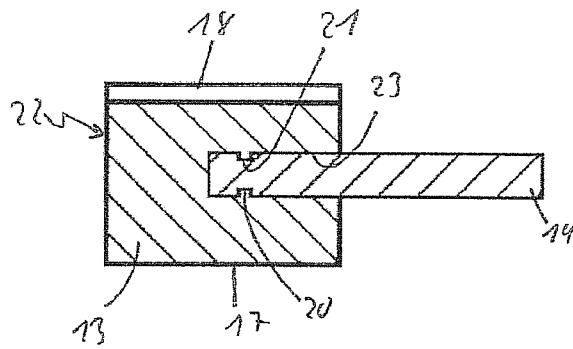


Fig. 3

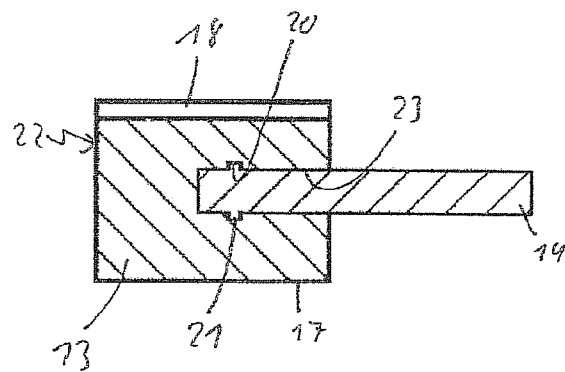


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/065153

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01F3/08 H01F7/16 H01F41/02 F16K31/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01F F16K F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 065 495 A (FONG KEITH B [US] ET AL) 23 May 2000 (2000-05-23) column 2, lines 45-48 column 5, lines 15-38 figure 1 -----	1-6
X	US 2005/011930 A1 (HAYASHI AKIRA [JP]) 20 January 2005 (2005-01-20) paragraphs [0001], [0006] - [0011], [0014], [0024] - [0034]; figures 1,3A-3D -----	1-6
X	EP 1 517 341 A (DENSO CORP [JP]) 23 March 2005 (2005-03-23) paragraphs [0001], [0026], [0029], [0035]; figure 1 -----	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 Januar 2010

Date of mailing of the international search report

03/02/2010

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Teske, Ekkehard

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/065153

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6065495	A	23-05-2000	NONE
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
US 2005011930	A1	20-01-2005	DE 102004034164 A1
			JP 2005036929 A
			US 2007261245 A1
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
EP 1517341	A	23-03-2005	CN 1598382 A
			JP 4062221 B2
			JP 2005094923 A
			US 2005072950 A1
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/065153

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01F3/08 H01F7/16 H01F41/02 F16K31/06

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01F F16K F02M

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 065 495 A (FONG KEITH B [US] ET AL) 23. Mai 2000 (2000-05-23) Spalte 2, Zeilen 45-48 Spalte 5, Zeilen 15-38 Abbildung 1	1-6
X	US 2005/011930 A1 (HAYASHI AKIRA [JP]) 20. Januar 2005 (2005-01-20) Absätze [0001], [0006] - [0011], [0014], [0024] - [0034]; Abbildungen 1, 3A-3D	1-6
X	EP 1 517 341 A (DENSO CORP [JP]) 23. März 2005 (2005-03-23) Absätze [0001], [0026], [0029], [0035]; Abbildung 1	1-6

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist | <ul style="list-style-type: none"> *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |
|---|--|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
22. Januar 2010	03/02/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Teske, Ekkehard
--	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/065153

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6065495	A	23-05-2000	KEINE
US 2005011930	A1	20-01-2005	DE 102004034164 A1 24-02-2005 JP 2005036929 A 10-02-2005 US 2007261245 A1 15-11-2007
EP 1517341	A	23-03-2005	CN 1598382 A 23-03-2005 JP 4062221 B2 19-03-2008 JP 2005094923 A 07-04-2005 US 2005072950 A1 07-04-2005