



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.12.2012 Patentblatt 2012/50

(51) Int Cl.:
H01F 7/16^(2006.01) F02M 51/06^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12169076.2**

(22) Anmeldetag: **23.05.2012**

(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

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Beier, Marco**
70469 Stuttgart-Feuerbach (DE)
• **Etlender, Roman**
89073 Ulm (DE)

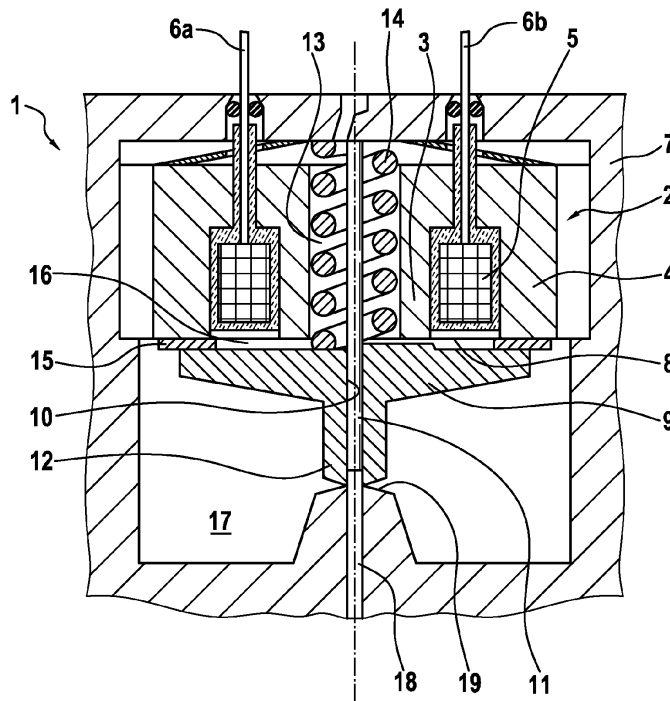
(30) Priorität: **10.06.2011 DE 102011077350**

(54) **Magnetventil mit einer Magnetbaugruppe**

(57) Magnetventil 1 mit einer Magnetbaugruppe 2, aufweisen eine Magnetspule 5 und einen Magnetkern bestehend aus einem Magnetkerninnenpol 3 und einem Magnetkernaußenpol 4, ferner aufweisen eine Ankerplatte 9 sowie einen Ankerbolzen 11, einen durch eine Restluftspaltscheibe 15 gebildeten Anschlag im Bereich einer Stirnseite 8 des ankerplattenseitigen Magnetkerns, wobei weiterhin zwischen der Ankerplatte 9 und dem Ma-

gnetkern ein Restluftspalt 16 besteht. Erfindungsgemäß wird ein Magnetventil 1 bereitgestellt, das hinsichtlich seiner Haltbarkeit verbessert ist. Erreicht wird dies dadurch, dass zumindest ein Teilbereich zumindest eines Bauteils aus der in dem Bereich des Restluftspalts 16 zusammenwirkenden Bauteilgruppe Magnetkerninnenpol 3, Magnetkernaußenpol 4, Restluftspaltscheibe 15 und/oder Ankerplatte 9 aus einem nicht-kristallinen Material gefertigt ist.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Magnetventil mit einer Magnetbaugruppe, aufweisen eine Ankerspule und einen Ankerkern bestehend aus einem Magnetkerninnenpol und einem Magnetkernaußenpol, ferner aufweisen eine Ankerplatte sowie einen Ankerbolzen, einen durch eine Restluftspaltscheibe gebildeten Anschlag im Bereich einer Stirnseite des ankerplatten-seitigen Magnetkerns, wobei weiterhin zwischen der Ankerplatte und dem Magnetkern ein Restluftspalt besteht. Ferner betrifft die Erfindung ein Herstellungsverfahren für ein derartiges Magnetventil.

Stand der Technik

[0002] Ein derartiges Magnetventil ist aus der DE 10 2008 040 073 A1 bekannt. Mit diesem Magnetventil soll eine Stabilisierung, das heißt eine erhebliche Verbesserung der Reproduzierbarkeit der Schaltvorgänge eines Magnetventils zur Betätigung eines Kraftstoffinjektors erreicht werden, ohne dass hierzu spezielle Prozessschritte erforderlich sind und zusätzliche Kosten bewirkt werden. Dies wird dadurch erreicht, dass die Stirnseite des Magnetkerns oder eine Stirnseite einer dem Magnetkern gegenüberliegenden Ankerplattenfläche zumindest in einem bestimmten Bereich eine von einer planen Fläche abweichende geneigte und/oder kurvenförmig verlaufende Fläche aufweist.

[0003] Ein weiteres Magnetventil ist aus der DE 10 2009 003 213 A1 bekannt. Dieses Magnetventil weist eine Restluftspaltscheibe auf, die durch Kraftschluss an Einklemmstellen an der der Ankerplatte zuweisenden Stirnseite des Magnetkerns anliegend an einer Magnethülse fixiert ist. Die Restluftspaltscheibe ist aus einem ferromagnetischen oder nicht-magnetischen Material, beispielsweise einer metallischen Folie, mit einer einfachen Geometrie hergestellt. Durch die Fixierung der Restluftspaltscheibe an Einklemmstellen durch Kraftschluss wird die Restluftspaltscheibe nach der Montage der Magnetbaugruppe und vor der Injektormontage eingebaut, wodurch der gesamte Montageablauf nicht gestört wird und demnach vereinfacht ist. Zur Befestigung weist die Restluftspaltscheibe vorstehende Zungen auf, die bei dem Einbauvorgang an den Einklemmstellen aufgebogen werden. Neben den Zungen und am äußeren Umfang des Restluftspalts verbleibt ein Spalt zur Magnethülse.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Magnetventil bereitzustellen, das hinsichtlich seiner Haltbarkeit verbessert ist. Weiterhin soll ein entsprechendes Herstellungsverfahren für ein derartiges Magnetventil angegeben werden.

Offenbarung der Erfindung**Vorteile der Erfindung**

5 **[0005]** Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass zumindest ein Teilbereich zumindest eines Bauteils aus der in dem Bereich des Restluftspalts zusammenwirkenden Bauteilgruppe Magnetkerninnenpol, Magnetkernaußenpol, Restluftspaltscheibe, Ankerscheibe, aus einem nicht-kristallinen Material gefertigt ist. Das entsprechende Herstellungsverfahren für ein Magnetventil sieht vor, zumindest einen Teilbereich zumindest eines Bauteils aus der in dem Bereich des Restluftspalts zusammenwirkenden Bauteilgruppe Magnetkerninnenpol, Magnetkernaußenpol, Restluftspaltscheibe, Ankerplatte, aus einem nicht-kristallinen Material zu fertigen. Dabei ist das nicht-kristalline Material in bevorzugter Weiterbildung ein amorphes Metall. Ein amorphes Metall, oder auch metallisches Glas genannt, ist eine Legierung, die auf atomarer Ebene keine kristalline, sondern eine amorphe Struktur aufweist. Diese für ein Metall sehr ungewöhnliche Atomanordnung hat eine einzigartige Kombination physikalischer Eigenschaften zur Folge. Insbesondere ist ein amorphes Metall oder metallisches Glas härter, korrosionsbeständiger und fester als ein gewöhnliches Metall. Diese Eigenschaften gewährleisten, dass ein Magnetventil in dem durch abwechselndes Aufeinander-schlagen und wieder Lösen der Bauteile hochbelasteten Bereich hinsichtlich seiner Haltbarkeit deutlich verbessert ist.

[0006] In Weiterbildung der Erfindung weist das amorphe Metall eine hohe magnetische Permeabilität auf. Hierzu wird das amorphe Metall gezielt aus der Gruppe der magnetischen Metalle ausgewählt.

[0007] In weiterer Ausgestaltung weist das amorphe Metall eine geringe magnetische Hysterese auf.

[0008] Durch diese erfindungsgemäße Ausbildung bzw. Auswahl werden zusammenfassend folgende nicht zu erwartende Vorteile erreicht:

- es wird eine gegenüber einem aus einem kristallinen Metall gefertigten Bauteil eines Magnetventils deutlich verbesserte Haltbarkeit der belasteten Teile, insbesondere der periodisch zueinander bewegten Bauteile erreicht,
- es wird ein Magnetventil mit optimalen magnetischen Eigenschaften ohne Hysterese-Einfluss und mit zumindest stark reduzierten Wirbelstromverlusten beim Bestromen des Magnetkreises dargestellt,
- durch die höhere Festigkeit der Bauteile kann bei gleichbleibender Belastung mit reduzierter Masse konstruiert werden, wodurch kürzere Schaltzeiten des Magnetventils ermöglicht werden.

[0009] In Weiterbildung der Erfindung weist die Rest-

luftspaltscheibe eine Dicke von 0,01 mm bis 0,05 mm, insbesondere von 0,02 mm bis 0,04 mm auf. Zusätzlich oder alternativ weist der Magnetkerninnenpol und/oder der Magnetkernaußenpol auf der Restluftspaltseite eine Beschichtung mit einer Dicke von 0,01 mm bis 0,05 mm, insbesondere von 0,02 mm bis 0,04 mm auf.

[0010] Schließlich weist in alternativer oder weiterer Ausgestaltung die Ankerplatte auf der Restluftspaltscheibenseite eine Beschichtung mit einer Dicke von 0,01 mm bis 0,05 mm, insbesondere von 0,02 mm bis 0,04 mm auf. Allen diesen Ausgestaltungen, die ausdrücklich als Einzelausgestaltungen oder beliebige Kombinationen darstellbar sind, gewährleisten die zuvor genannten Vorteile hinsichtlich der Haltbarkeit und auch der magnetischen Eigenschaften. Insbesondere ist es durch diese Ausgestaltungen - ohne die Haltbarkeit des Magnetventils zu beeinträchtigen - möglich, den Restluftspalt bis auf ein Maß von circa 0,02 mm zu reduzieren. Dies erfolgt entweder durch eine Restluftspaltscheibe mit einer Dicke von 0,02 mm bei einer ebenen Ankerplatte oder Magnetbaugruppe im Bereich des Restluftspalts oder aber durch eine Restluftspaltscheibe mit einer Dicke von 0,05 mm bei einer um 0,03 mm gestuften Ankerplatte oder Magnetbaugruppe im Bereich des Restluftspalts. Im Rahmen der Erfindung sind aber auch beliebige andere Kombinationen in dem angegebenen Maßbereich denkbar.

[0011] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung wird das erfindungsgemäß ausgestaltete bzw. hergestellte Magnetventil bei einem Injektor eines Common-Rail-Einspritzsystems einer Brennkraftmaschine eingesetzt, mit dem aus einem Vorratsspeicher entnommener Kraftstoff mit einem Druck ab vorzugsweise mehr als 1600 bar in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt wird.

[0012] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind der Zeichnungsbeschreibung zu entnehmen, in der ein in der Figur dargestelltes Ausführungsbeispiel näher beschrieben ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0013] Die Figur zeigt einen Schnitt durch ein erfindungsgemäß ausgestaltetes Magnetventil.

Ausführungsform der Erfindung

[0014] Die einzige Figur zeigt einen Schnitt durch ein Magnetventil 1, mit dem insbesondere ein Kraftstoffinjektor eines Common-Rail-Einspritzsystems für eine insbesondere mit Dieseldieselkraftstoff betriebene Brennkraftmaschine betätigt wird. Der Kraftstoff (Dieseldieselkraftstoff) wird einem Hochdruckspeicher unter einem Druck ab 1600 bar entnommen und von dem Kraftstoffinjektor in einen zugeordneten Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. Das Magnetventil 1 weist eine Magnetbaugruppe 2 auf, die aus einem Magnetkerninnenpol 3 und aus einem Magnetkernaußenpol 4 besteht. Zwischen dem Magnetkerninnenpol 3 und dem Magnetkernaußenpol 4

ist eine Magnetspule 5 angeordnet. Deren elektrische Anschlüsse 6a, 6b sind flüssigkeitsdicht durch ein Gehäuse 7, in dem die Magnetbaugruppe 2 und die weiteren Bauteile des Magnetventils 1 angeordnet sind, geführt.

[0015] Der Stirnseite 8 des Magnetkerninnenpols 3 und des Magnetkernaußenpols 4 gegenüberliegend befindet sich eine Ankerplatte 9, in die eine zentrale Durchgangsöffnung 10 eingelassen ist und die ein Ankerbolzen 11 eingesetzt ist. Ein Ankersitz 12 der Ankerplatte 9 verschließt einen unter Kraftstoffsystemdruck stehenden Steuerraum oder entlastet den Steuerraum in einen Ventilraum 17. Der Ventilraum 17 ist über eine Verbindungsleitung 18 mit dem Steuerraum verschaltet. Durch die Schaltstellungen des Magnetventils 1 ist der Steuerraum druckbeaufschlagt oder druckentlastet. Der Steuerraum wirkt weiter mit einer Ventildadel des Kraftstoffinjektors zusammen, die in Folge der unterschiedlichen Drucke in dem Steuerraum axial verschoben wird und in einer geöffneten Position Einspritzöffnungen in dem Kraftstoffinjektor freigibt, durch die unter Systemdruck stehender Kraftstoff in den zugehörigen Brennraum der Brennkraftmaschine einströmt.

[0016] Der Ankerbolzen 11 ragt durch eine zentrale Öffnung 13 des Magnetkerninnenpols 3 hindurch und ist in diesem Bereich von einer Ventildfeder 14 umgeben. Die Ventildfeder 14 ist an einer beispielsweise abnehmbaren Deckelwand des Gehäuses 7 abgestützt und übt eine Druckkraft auf die Ankerplatte 9 aus, die somit von der Magnetbaugruppe 2 wegbewegt wird und mit dem Ankersitz 12 auf einen Sitz 19 gepresst wird.

[0017] Wird die Magnetspule 5 bestromt, wird die Ankerplatte 9 gegen die Kraft der Ventildfeder 14 auf die Magnetbaugruppe 2 zubewegt. Dabei kann die Ankerplatte 9 nur soweit in Richtung auf die Magnetbaugruppe 2 bewegt werden, bis sie an einer zwischen der Magnetbaugruppe 2 und der Ankerplatte 7 angeordneten Restluftspaltscheibe 15 anliegt. Die Restluftspaltscheibe 15 liegt dichtend an dem Magnetkernaußenpol 4 an und verhindert unter Anderem ein Nachströmen von Kraftstoff durch den zwischen der Ankerplatte 9 und dem Gehäuse 7 bestehenden Spalt in einen Restluftspalt 16. Durch diese Ausgestaltung wird ein Sitzprellen der auf die Magnetbaugruppe 2 zubewegten Ankerplatte 9 vermieden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die zum Teil sehr großen Druckunterschiede zwischen der der Magnetbaugruppe 2 zugewandten Ankerplattenoberseite und Ankerplattenunterseite dazu führen können, dass beim Schließvorgang der Ankerplatte 9 der von außen nachströmende Kraftstoff große Kräfte und Beschleunigungen auf die Ankerplatte 9 ausübt, die beispielsweise zu einem Sitzprellen der Ankerplatte 9 führen können.

[0018] Im Rahmen der Erfindung ist nun die Restluftspaltscheibe 15 vorzugsweise vollständig aus einem amorphen Material gefertigt. Alternativ oder zusätzlich sind die Ankerplatte 9 auf der dem Restluftspalt 16 zugewandten Seite ebenso wie der der Restluftspaltscheibe 15 zugewandte Außenbereich des Magnetkerninnenpols 3 und/oder des Magnetkernaußenpols 4 mit einem

amorphen Material beschichtet. Die Beschichtungsdicke bzw. die Dicke der gesamten Restluftspaltscheibe 15 liegt in einem Bereich von 0,01 mm bis 0,05 mm, insbesondere im Bereich von 0,02 mm bis 0,04 mm. Dadurch wird die Haltbarkeit der genannten Bauteile in dem zusammenwirkenden Bereich deutlich verbessert und auch werden die magnetischen Eigenschaften des Magnetventils 1 insgesamt verbessert.

[0019] Insbesondere ist es durch diese Ausgestaltungen - ohne die Haltbarkeit des Magnetventils zu beeinträchtigen - möglich, den Restluftspalt 16 bis auf ein Maß von circa 0,02 mm zu reduzieren. Dies erfolgt entweder durch eine Restluftspaltscheibe 15 mit einer Dicke von 0,02 mm bei einer ebenen Ankerplatte 9 oder Magnetbaugruppe 2 im Bereich des Restluftspalts 16. Diese Ausführung ist auf der linken Seite der Figur 1 dargestellt.

[0020] Auf der rechten Seite der Figur 1 wird ebenfalls ein Restluftspalt 16 mit einer Dicke von circa 0,02 mm realisiert. Dies wird hier durch eine Restluftspaltscheibe 15 mit einer Dicke von 0,05 mm bei einer um 0,03 mm gestuften Ankerplatte 9 (oder Magnetbaugruppe 2) im Bereich des Restluftspalts 16 erreicht. Wegen der geringeren Bearbeitungskosten ist die erste Variante normalerweise vorteilhafter. Es wird abschließend darauf hingewiesen, dass die Darstellung der Dicke des Restluftspalts 16 auf der linken und der rechten Seite der Zeichnung nicht maßstäblich zueinander dargestellt ist.

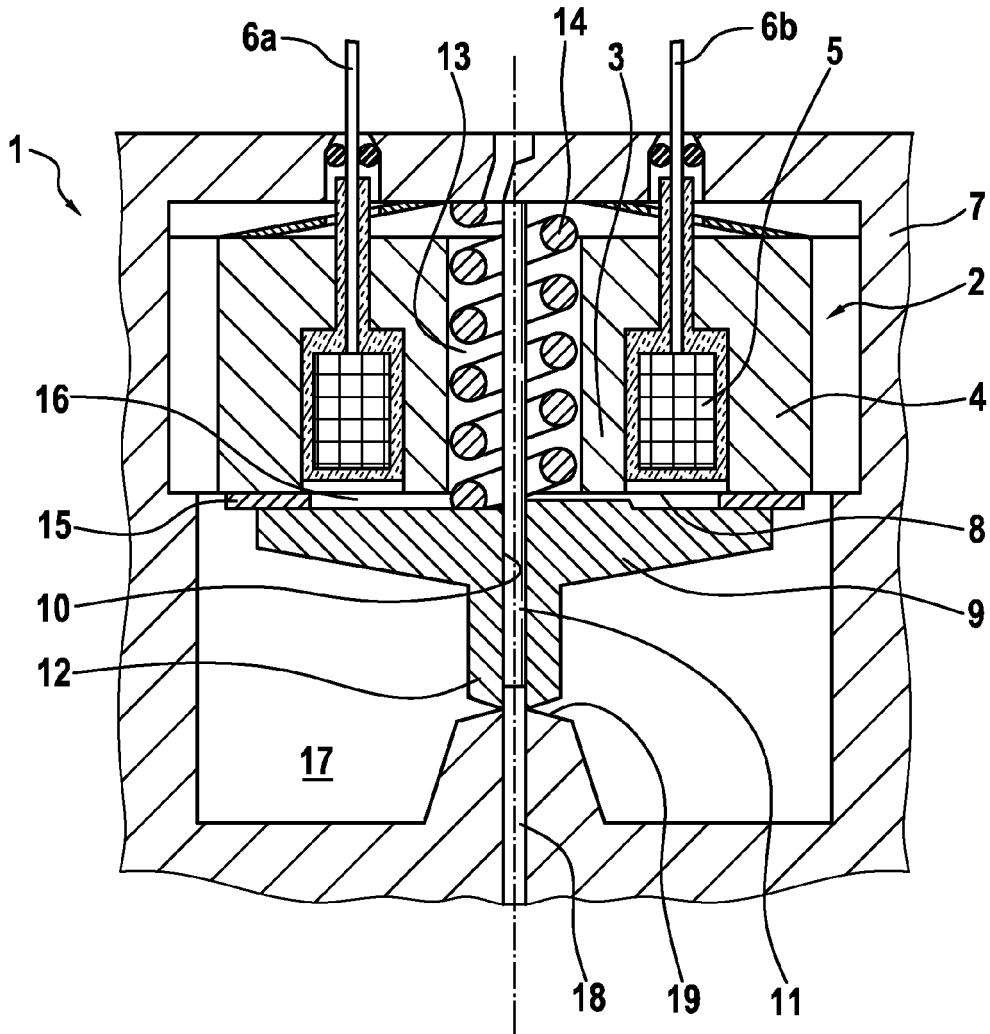
Patentansprüche

1. Magnetventil (1) mit einer Magnetbaugruppe (2), aufweisend eine Magnetspule (5) und einen Magnetkern bestehend aus einem Magnetkerninnenpol (3) und einem Magnetkernaußenpol (4), ferner aufweisend eine Ankerplatte (9) sowie einen Ankerbolzen (11), einen durch eine Restluftspaltscheibe (15) gebildeten Anschlag im Bereich einer Stirnseite (8) des ankerplattenseitigen Magnetkerns, wobei weiterhin zwischen der Ankerplatte (9) und dem Magnetkern ein Restluftspalt (16) besteht, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teilbereich zumindest eines Bauteils aus der in dem Bereich des Restluftspalts (16) zusammenwirkenden Bauteilgruppe Magnetkerninnenpol (3), Magnetkernaußenpol (4), Restluftspaltscheibe (15) und/oder Ankerplatte (9) aus einem nicht-kristallinen Material gefertigt ist.
2. Magnetventil (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material ein amorphes Metall ist.
3. Magnetventil (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das amorphe Metall eine hohe magnetische Permeabilität aufweist.
4. Magnetventil (1) nach Anspruch 2 oder 3,

dadurch gekennzeichnet, dass das amorphe Metall eine geringe Hysterese aufweist.

5. Magnetventil (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Restluftspaltscheibe (15) eine Dicke von 0,01 mm bis 0,05 mm, insbesondere von 0,02 mm bis 0,04 mm aufweist.
6. Magnetventil (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Magnetkerninnenpol (3) und der Magnetkernaußenpol (4) auf der Restluftspaltscheibe eine Beschichtung mit einer Dicke von 0,01 mm bis 0,05 mm, insbesondere von 0,02 mm bis 0,04 mm aufweisen.
7. Magnetventil (1) nach einem der vorherigen Ansprüche für einen Injektor eines Common-Rail-Einspritzsystems.
8. Herstellungsverfahren für ein Magnetventil (1) mit einer Magnetbaugruppe (2), aufweisend eine Magnetspule (5) und einen Magnetkern bestehend aus einem Magnetkerninnenpol (3) und einem Magnetkernaußenpol (4), ferner aufweisend eine Ankerplatte (9) sowie einen Ankerbolzen (11), einen durch eine Restluftspaltscheibe (15) gebildeten Anschlag im Bereich einer Stirnseite (8) des ankerplattenseitigen Magnetkerns, wobei weiterhin zwischen der Ankerplatte (9) und dem Magnetkern ein Restluftspalt (16) besteht, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Teilbereich zumindest eines Bauteils aus der in dem Bereich des Restluftspalts (16) zusammenwirkenden Bauteilgruppe Magnetkerninnenpol (3), Magnetkernaußenpol (4), Restluftspaltscheibe (15) und/oder Ankerplatte (9) aus einem nicht-kristallinen Material gefertigt wird.

Fig. 1





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 16 9076

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y,D	DE 10 2009 003213 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25. November 2010 (2010-11-25) * Zusammenfassung *; Abbildung 1 * * Absätze [0015] - [0018] * -----	1,2,7,8	INV. H01F7/16 F02M51/06
Y,D	DE 10 2008 040073 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 7. Januar 2010 (2010-01-07) * Zusammenfassung *; Abbildungen 1-3 * * Absätze [0024] - [0036] * -----	1,2,7,8	
Y	DE 600 17 427 T2 (FLUID AUTOMATION SYST [CH]) 26. Januar 2006 (2006-01-26) * Absatz [0035] * -----	1,8	
Y	JP 60 151477 A (FUJI DENKI SOGO KENKYUSHO KK) 9. August 1985 (1985-08-09) * Zusammenfassung * * -----	1,2,7,8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01F F02M F16K F01L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 21. September 2012	Prüfer Reder, Michael
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 : nichtschriftliche 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) 2

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

EP 12 16 9076

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.

21-09-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102009003213 A1	25-11-2010	CN 101894655 A	24-11-2010
		DE 102009003213 A1	25-11-2010
		EP 2254130 A2	24-11-2010

DE 102008040073 A1	07-01-2010	CN 102084165 A	01-06-2011
		DE 102008040073 A1	07-01-2010
		EP 2307776 A1	13-04-2011
		WO 2010000517 A1	07-01-2010

DE 60017427 T2	26-01-2006	AT 287057 T	15-01-2005
		DE 60017427 D1	17-02-2005
		DE 60017427 T2	26-01-2006
		EP 1217272 A1	26-06-2002

JP 60151477 A	09-08-1985	KEINE	

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 102008040073 A1 **[0002]**
- DE 102009003213 A1 **[0003]**