



(11) EP 2 819 130 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
31.12.2014 Patentblatt 2015/01

(51) Int Cl.:  
**H01F 7/16 (2006.01)**  
**F02M 63/00 (2006.01)**  
**F02M 47/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: 14166493.8

(22) Anmeldetag: 30.04.2014

(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**

(30) Priorität: 26.06.2013 DE 102013212238

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:  

- **Olems, Lars**  
**70374 Stuttgart (DE)**
- **Nierychlo, Thomas**  
**37520 Osterode Am Harz (DE)**

### (54) Magnetventil und Kraftstoffinjektor mit einem solchen Magnetventil

(57) Magnetventil, insbesondere zur Steuerung eines Flüssigkeitsstroms, umfassend einen Elektromagneten (2) zur Erzeugung einer magnetischen Kraft und einen beweglich angeordneten Magnetanker (7), wobei der Magnetanker (7) durch Bestromung des Elektromagneten (2) in einer Längsrichtung entgegen einer Rück-

stellkraft bewegbar ist. Zwischen dem Magnetanker (7) und dem Elektromagneten (2) ist eine Distanzscheibe (12) zur Einstellung eines Restluftspalts (15) angeordnet, wobei die Distanzscheibe (12) aus einem keramischen Werkstoff gefertigt ist.

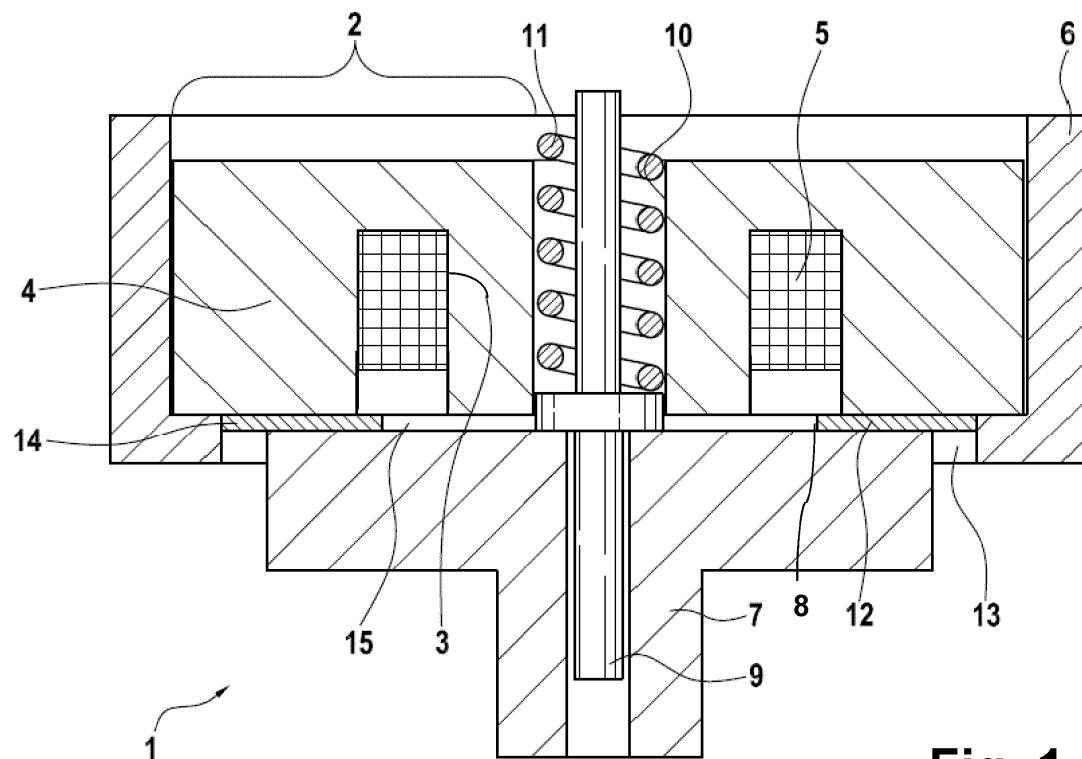


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Magnetventil, wie es in vielen Bereichen der Technik einsetzbar ist, um einen Fluidstrom, bspw. einen Kraftstoffstrom, zu steuern. Darüber hinaus betrifft die Erfindung einen Kraftstoffinjektor, der ein solches Magnetventil beinhaltet.

## Stand der Technik

**[0002]** Aus dem Stand der Technik sind Magnetventile zur Steuerung eines Kraftstoffflusses oder eines sonstigen Fluidstroms bekannt. So zeigt die DE 10 2009 003 213 A1 ein Magnetventil, das einen Elektromagneten umfasst, der eine in einem Magnetkern eingebettete Magnetspule aufweist. Mittels des Elektromagneten wird ein Magnetanker entgegen einer Federkraft bewegt und gibt dadurch mittelbar oder unmittelbar einen Durchströmquerschnitt frei.

**[0003]** Der Bereich, in dem der Magnetanker am Elektromagneten zur Anlage kommt, ist bei vielen Anwendungen, beispielsweise bei elektromagnetischen Steuerventilen in Kraftstoffinjektoren, mit Kraftstoff geflutet. Dies birgt die Gefahr, dass der Magnetanker am Elektromagnet hydraulisch durch Adhäsionskräfte klebt und sich die Dynamik bei der Schließbewegung vom Elektromagneten weg ändert. Darüber hinaus kann es zu magnetischem Kleben kommen: Dabei haftet der Magnetanker durch die Restmagnetisierung des Magnetkerns und des Ankerbolzens auch nach dem Abschalten des Spulenstroms am Elektromagneten, was ebenfalls zu einer Beeinträchtigung der Funktion führt, im ungünstigsten Fall zum Ausfall des elektromagnetischen Ventils, da sich der Magnetanker nicht mehr vom Elektromagneten löst.

**[0004]** Um dies zu vermeiden werden bei den heute üblichen elektromagnetischen Steuerventilen sogenannte Restluftspaltscheiben verwendet. Diese sind zwischen dem Magnetanker und dem Elektromagneten angeordnet und sorgen dafür, dass sich der Magnetanker nicht an den Elektromagneten anlegt und ein "Restluftspalt" verbleibt. Die Restluftspaltscheibe ist dabei aus einem amagnetischen Material, beispielsweise aus einem austenitischen Stahl.

**[0005]** Die Restluftspaltscheibe ist hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt. Durch das Öffnen des Magnetventils wird die Restluftspaltscheibe zwischen dem Magnetanker und dem Elektromagneten eingeklemmt, je nach Ventil mit erheblichen Kräften. Darüber hinaus wirken auf die Restluftspaltscheibe, wie auch auf die übrigen Komponenten des Magnetventils, je nach Einsatzort hohe Temperaturen ein. So kann die Temperatur in einem Kraftstoffinjektor, wie er zur Kraftstoffeinspritzung in Brennräume von selbstzündenden Brennkraftmaschinen verwendet wird, leicht auf 200 °C und darüber steigen.

**[0006]** Stähle können bei den auftretenden mechanischen und thermischen Belastungen mit der Zeit plasti-

sche Verformungen zeigen und damit die Funktion des Magnetventils beeinträchtigen. Insbesondere bei Magnetventilen, bei denen der Maximalhub des Magnetankers durch die Dicke der Restluftspaltscheibe festgelegt ist, wirkt sich eine auch nur geringe Verformung stark auf die Funktion des Magnetventils und auf die Menge der mit diesem Magnetventil gesteuerten Flüssigkeit aus.

## Vorteile der Erfindung

**[0007]** Das erfindungsgemäße Magnetventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1, weist den Vorteil auf, dass das Magnetventil seine Funktion und seinen maximalen Ankerhub über die gesamte Lebensdauer konstant erhält. Dazu weist das Magnetventil einen Elektromagneten zur Erzeugung einer magnetischen Kraft und einen beweglich angeordneten Magnetanker (7) auf, wobei der Magnetanker (7) durch Bestromung des Elektromagneten (2) in einer Längsrichtung entgegen einer Rückstellkraft bewegbar ist. Zwischen dem Magnetanker (7) und dem Elektromagneten (2) ist eine Distanzscheibe (12) zur Einstellung eines Restluftpalts (15) angeordnet ist, wobei die Distanzscheibe (12) aus einem keramischen Werkstoff gefertigt ist.

**[0008]** Durch den keramischen Werkstoff ist die Distanzscheibe sehr hitzebeständig und verformt sich während der gesamten Lebensdauer nicht plastisch. Auch elastische Verformungen sind praktisch zu vernachlässigen. Die mechanischen Eigenschaften bleiben entsprechend konstant und das Öffnungs- und Schließverhalten des Magnetventils unverändert.

**[0009]** In vorteilhafter Weise ist die Distanzscheibe aus einer Zirkoniumoxid-Folie gefertigt. Zirkoniumoxid weist eine sehr hohe Härte und eine äußerst hohe chemische Beständigkeit auf; ebenso ist Zirkoniumoxid sehr hitzebeständig.

**[0010]** In vorteilhafter Weise ist ein Kraftstoffinjektor mit einem erfindungsgemäßen Magnetventil versehen, so dass eine sehr zuverlässige Funktion bei der Kraftstoffeinspritzung über dessen gesamte Lebensdauer gewährleistet ist.

## Zeichnung

**[0011]** In der Fig. 1 der Zeichnung ist ein erfindungsgemäßes Magnetventil schematisch im Längsschnitt dargestellt, wobei nur die wesentlichen Komponenten gezeigt sind.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

**[0012]** In Fig. 1 ist ein erfindungsgemäßes Magnetventil im Längsschnitt dargestellt. Das Magnetventil 1 weist ein Gehäuse 6 auf, in dem ein Elektromagnet 2 angeordnet ist. Der Elektromagnet 2 umfasst dabei einen Magnetkern 4, der beispielsweise aus Weicheisen besteht und eine zentrale Öffnung 10 aufweist. Im Magnetkern

4 ist eine Ausnehmung 3 ausgebildet, in der eine Magnetspule 5 angeordnet ist, die bei Betätigung des Magnetventils mit einem geeigneten Spulenstrom durchströmt wird.

[0013] Unterhalb des Elektromagneten 2 ist ein Magnetanker 7 längsverschiebbar angeordnet. Der Magnetanker 7 ist von einem Ventilbolzen 9 durchsetzt, der bis in die zentrale Öffnung des Magnetkerns 4 reicht, wobei sich der Ventilbolzen 9 durch eine Durchmessererweiterung am Magnetanker 7 abstützt. Innerhalb der zentralen Öffnung des Magnetkerns 4 ist eine Schließfeder 11 unter Druckvorspannung angeordnet, die den Ventilbolzen 9 umgibt und sich an der Durchmessererweiterung so abstützt, dass die Schließfeder 11 den Magnetanker 7 vom Elektromagneten 2 weg mit einer Schließkraft beaufschlägt.

[0014] Zwischen dem Magnetanker 7 und dem Elektromagneten 2 ist ein Restluftspalt 15 ausgebildet, den das Magnetfeld des Elektromagneten 2 überbrücken muss, um eine Kraft auf den Magnetanker 7 auszuüben. Um das direkte Anliegen des Magnetankers 7 am Elektromagneten 2 bzw. am Magnetkern 4 zu verhindern, ist zwischen dem Magnetanker 7 und dem Elektromagneten 2 eine Distanzscheibe 12 angeordnet. In dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Distanzscheibe 12 mit ihrem Außenbereich 14 im Gehäuse 6 verspannt, so dass die Distanzscheibe 12 stets in Anlage am Elektromagneten 2 bleibt und sich bei der Bewegung des Magnetankers 7 nicht zusammen mit diesem bewegt. Alternativ kann die Distanzscheibe 12 aber auch auf den Magnetanker 7 aufgebracht werden, so dass sie sich mit dem Magnetanker 7 mitbewegt.

[0015] Die Distanzscheibe 12 soll verhindern, dass der Magnetanker 7 am Elektromagnet 2 magnetisch klebt. Durch die Restmagnetisierung des Magnetkerns 4 und des Magnetankers 7 verbunden mit der massiven Zunahme der magnetischen Kraft mit abnehmender Distanz zwischen den Komponenten kann es sonst dazu kommen, dass sich der Magnetanker 7 nur noch schwer vom Elektromagneten 2 löst, so dass sich der Magnetanker 7 nur mit Verzögerung durch die Kraft der Schließfeder 11 vom Magnetkern 4 löst. Das Schließverhalten ist dann gestört und die genauer Zumessung einer Flüssigkeit, wie es bei der Verwendung des Magnetventils in einem Kraftstoffinjektor notwendig ist, ist dann nicht mehr gewährleistet.

[0016] Darüber hinaus soll die Distanzscheibe 12 auch das hydraulische Kleben des Magnetankers 7 verhindern. Dies kann dann auftreten, wenn die Komponenten des Magnetventils 1 von einer Flüssigkeit, beispielsweise von Kraftstoff, umgeben sind. Dies ist in Kraftstoffeinspritzventilen, aber auch bei Anwendungen in Kraftstoffpumpen und anderen Bereichen von Kraftstoffeinspritzanlagen der Fall.

[0017] Die Distanzscheibe 12 ist im Betrieb des Magnetventils 1 hohen mechanischen Kräften ausgesetzt. Beim Bestromen der Magnetspule 5 erzeugt dieses ein entsprechendes magnetisches Feld, das durch den Ma-

gnatkern 4 verstärkt und gerichtet wird und eine anziehende Kraft auf den Magnetanker 7 ausübt. Jedes Mal, wenn der Elektromagnet 2 den Magnetanker 7 anzieht, wird die Distanzscheibe 12 zwischen dem Magnetanker 7 und dem Magnatkern 4 schlagartig eingeklemmt und entsprechend gepresst.

[0018] Weiterhin kann die Distanzscheibe hohen thermischen Belastungen ausgesetzt sein, wenn sie in einer Kraftstoffeinspritzkomponente, etwa einem Kraftstoffinjektor oder einer Kraftstoffhochdruckpumpe eingesetzt wird. Hohe Temperaturen die mit starken mechanischen Belastungen einhergehen, können über die Lebensdauer des Magnetventils 1 zu einer plastischen Verformung der Distanzscheibe 12 führen. Da die Distanzscheibe 12 nicht nur, wie oben beschrieben, das magnetische und hydraulische Kleben verhindern soll, sondern auch den Hub des Magnetankers 7 begrenzt, können schon sehr kleine Änderungen in der Dicke der Distanzscheibe 12 zu einem geänderten Öffnungsverhalten führen, etwa zu einer Änderung eines Kraftstoffdurchflusses, der mit dem Magnetventil 1 gesteuert wird.

[0019] Die Distanzscheibe 12 ist aus einem keramischen Material gefertigt, zum Beispiel aus Zirkoniumoxid-Folie ( $ZrO_2$ -Folie). Keramik, insbesondere  $ZrO_2$ , weist den Vorteil auf, dass sie sehr hart ist und sich nicht plastisch verformt. Darüber hinaus ist Keramik sehr hitzebeständig und wird auch durch Temperaturen von 300 °C und darüber nicht beschädigt.

[0020] Da Keramik nicht duktil ist, kann es bei Schlagbelastungen grundsätzlich zu einem Sprödbruch kommen. Dies kann verhindert werden, indem man die Keramikfolie entsprechend behandelt und so die Sprödigkeit etwas mindert, was zwar auf Kosten der Härte geht, die jedoch nach wie vor für die beschriebene Anwendung ausreicht.

[0021] Die Form der Distanzscheibe 12 kann variieren, ist dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel eine Kreisringscheibe mit einer zentralen Ausnehmung 8, durch die der Ventilbolzen 9 hindurch ragt. Es sind jedoch auch beliebige andere Formen denkbar, beispielsweise um einen vorhanden Bauraum optimal auszunutzen. Wichtig für die möglichst geringe mechanische Belastung ist, dass die Distanzscheibe 12 gleichmäßig zwischen dem Magnetanker 12 und dem Magnatkern 4 eingeklemmt wird, um Spitzen in der Flächenpressung zu verhindern.

[0022] In vorteilhafter Weise kann das beschriebene Magnetventil in Kraftstoffinjektoren verwendet werden, wie sie zur Kraftstoffeinspritzung in Brennräume von selbstzündenden Brennkraftmaschinen verwendet werden. Dabei steuert das Magnetventil als Steuerventil einen Kraftstofffluss innerhalb des Injektors, um dadurch die Kraftstoffeinspritzung zu steuern.

## 55 Patentansprüche

1. Magnetventil, insbesondere zur Steuerung eines Flüssigkeitsstroms, umfassend einen Elektromag-

neten (2) zur Erzeugung einer magnetischen Kraft und einen beweglich angeordneten Magnetanker (7), wobei der Magnetanker (7) durch Bestromung des Elektromagneten (2) in einer Längsrichtung entgegen einer Rückstellkraft bewegbar ist,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Magnetanker (7) und dem Elektromagneten (2) eine Distanzscheibe (12) zur Einstellung eines Restluftspalts (15) angeordnet ist, wobei die Distanzscheibe (12) aus einem keramischen Werkstoff gefertigt ist.

5

2. Magnetventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Distanzscheibe (12) eine zentrale Öffnung (8) besitzt, durch welche ein Ankerbolzen (6) hindurchgeführt ist, wobei der Magnetanker (7) auf dem Ankerbolzen (9) geführt ist.  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Distanzscheibe (12) aus einer Zirkoniumoxid-Folie gefertigt ist.
3. Magnetventil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Distanzscheibe (12) ringscheibenförmig ausgebildet ist.
4. Magnetventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Distanzscheibe (12) ringscheibenförmig ausgebildet ist.
5. Kraftstoffinjektor mit einem Steuerventil zur Steuerung eines Kraftstoffflusses im Kraftstoffeinspritzventil, wobei das Steuerventil als Magnetventil (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 ausgebildet ist.

15

20

25

30

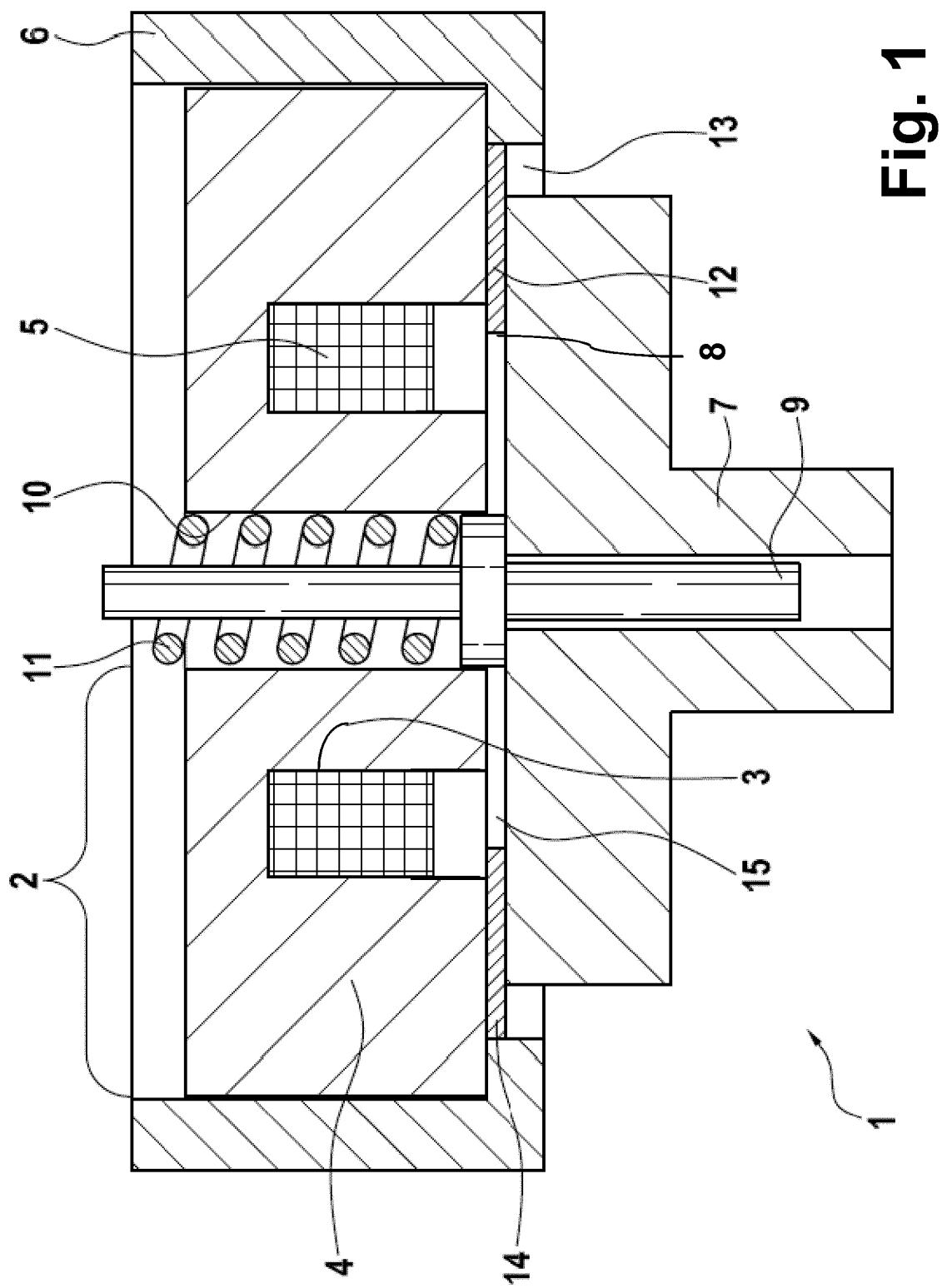
35

40

45

50

55



**Fig. 1**



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

**Nummer der Anmeldung**

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrefft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 10 2010 030600 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 29. Dezember 2011 (2011-12-29) * Anspruch 10; Abbildungen 1,2 *	1-5	INV. H01F7/16 F02M51/06
Y	EP 2 354 530 A1 (DELPHI TECH HOLDING SARL [LU]) 10. August 2011 (2011-08-10) * Absatz [0024] *	1-5	ADD. F02M63/00 F02M47/02
Y	DE 10 2011 078407 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3. Januar 2013 (2013-01-03) * Absätze [0021], [0022]; Abbildungen *	1,2,4,5	
A	DE 10 2011 004008 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 16. August 2012 (2012-08-16) * Zusammenfassung; Abbildungen * * Absatz [0015]; Abbildungen *	1,4	
A	DE 10 2011 089127 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 20. Juni 2013 (2013-06-20) * Absätze [0011], [0012]; Ansprüche 1-3,5,6 *	1,2,5	
	-----		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01F F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche		Prüfer
München	24. September 2014		Landriscina, V
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

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

EP 14 16 6493

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

24-09-2014

10

	Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 102010030600 A1	29-12-2011	CN 102959649 A DE 102010030600 A1 EP 2586042 A1 JP 2013536376 A RU 2013103421 A WO 2012000721 A1	06-03-2013 29-12-2011 01-05-2013 19-09-2013 10-09-2014 05-01-2012
20	EP 2354530 A1	10-08-2011	EP 2354530 A1 JP 2013519027 A US 2012318893 A1 WO 2011095370 A1	10-08-2011 23-05-2013 20-12-2012 11-08-2011
25	DE 102011078407 A1	03-01-2013	DE 102011078407 A1 WO 2013000642 A1	03-01-2013 03-01-2013
30	DE 102011004008 A1	16-08-2012	KEINE	
35	DE 102011089127 A1	20-06-2013	CN 104025214 A DE 102011089127 A1 WO 2013092461 A1	03-09-2014 20-06-2013 27-06-2013
40				
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 102009003213 A1 **[0002]**