

(19)



(11)

EP 2 816 219 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

24.12.2014 Patentblatt 2014/52

(51) Int Cl.:

F02M 63/00 (2006.01)**F02M 47/02** (2006.01)(21) Anmeldenummer: **14163848.6**(22) Anmeldetag: **08.04.2014**

(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:

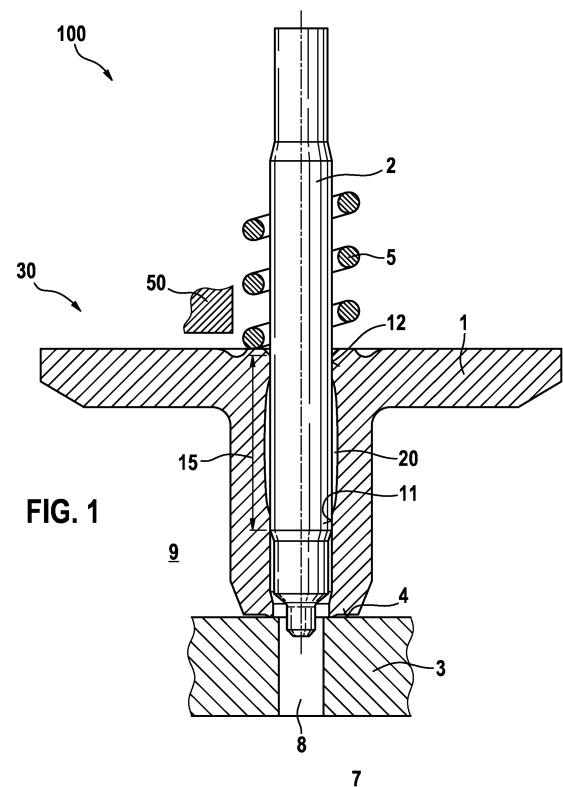
BA ME(30) Priorität: **21.06.2013 DE 102013211855**(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH****70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:

- **Kramer, Christian**
96170 Priesendorf (DE)

• **Raithel, Markus****71263 Weil Der Stadt (DE)**• **Stone, Stephan****16372 Bursa (TR)**• **Muenzel, Roland****96158 Reundorf (DE)**• **Horn, Matthias****71691 Freiberg (DE)**• **Amelang, Stephan****75203 Koenigsbach-Stein (DE)**• **Rettich, Andreas****71083 Herrenberg-Kuppington (DE)**• **Faltin, Christian****70825 Korntal-Muenchingen (DE)**(54) **Steuerventil für einen Kraftstoffinjektor**

(57) Steuerventil (30) für einen Kraftstoffinjektor (100), das in einem Injektorkörper (50) angeordnet ist, mit einer im Steuerventil (30) angeordneten Ventilhülse (1), die axial beweglich auf einem Führungsbolzen (2) innerhalb eines Führungsbereichs (15) geführt ist, in dem eine Führungsfläche der Ventilhülse (11) und eine Führungsfläche des Führungsbolzens (12) zusammenwirken. Die Führungsfläche der Ventilhülse (11) weist einen Hinterstich (20) auf.

**FIG. 1****EP 2 816 219 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein druckausgeglichenes Steuerventil für einen Kraftstoffinjektor einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1.

Stand der Technik

[0002] Ein druckausgeglichenes Steuerventil für einen Kraftstoffinjektor ist aus DE 10 2007 047 425 A1 bekannt, bei dem eine Ventilhülse auf einem Führungsbolzen axial beweglich geführt ist. Die Ventilhülse begrenzt schaltbar eine Ventilkammer nach außen, die mit einem Steuerraum einer Düsenadel des Kraftstoffinjektors über eine Ablaufbohrung verbunden ist. Durch eine Schließfeder wird die Ventilhülse gegen einen an einem Ventilstück ausgebildeten Ventilsitz gepresst und verschließt dadurch die Ventilkammer gegenüber einem Niederdruckraum. Bei Betätigung einer Magnetspule hebt die Ventilhülse aufgrund elektromagnetischer Kräfte vom Ventilsitz ab. Über Ventilkammer und Ablaufbohrung wird so der Steuerraum mit dem Niederdruckraum verbunden, der Druck im Steuerraum fällt ab und die Düsenadel hebt vom Düsenadelsitz ab und gibt Einspritzöffnungen in den Brennraum einer Brennkraftmaschine frei.

[0003] Desweiteren ist aus DE 10 2006 055 548 A1 ein druckausgeglichenes Steuerventil für einen Kraftstoffinjektor bekannt, bei dem eine Ventilhülse auf einem Führungsbolzen axial beweglich geführt ist. Die Ventilhülse begrenzt schaltbar eine Ventilkammer nach außen, die über Bohrungen im Führungsbolzen mit einem Steuerraum einer Düsenadel des Kraftstoffinjektors verbunden ist. Die Ventilhülse weist eine Ringnut auf, wobei sich die Ringnut an eine Dichtfläche anschließt, die mit einem Ventilsitz des Führungsbolzens zusammenwirkt. Durch eine Schließfeder wird die Ventilhülse schaltbar gegen den Ventilsitz des Führungsbolzens gepresst und verschließt dadurch die Ventilkammer gegenüber einem Niederdruckraum. Bei Betätigung einer Magnetspule hebt die Ventilhülse aufgrund elektromagnetischer Kräfte vom Ventilsitz ab.

[0004] Bei den Steuerventilen aus DE 10 2007 047 425 A1 und DE 10 2006 055 548 A1 kann es aufgrund von Belagsbildungen im Führungsbereich an Führungsbolzen und/oder Ventilhülse, verursacht z. B. von Alterungspolymerbestandteilen oder Bioanteilen im Kraftstoff, zu Funktionsbeeinträchtigungen kommen.

[0005] Zur Vermeidung der Auswirkungen dieser Belagsbildungen ist aus DE 10 2011 004 186 A1 bekannt, dass die Belagsbildung im Führungsbereich zwischen einem Führungselement und einem Bolzen reduziert wird. Dies wird erreicht, indem die Oberfläche des Bolzens im Führungsbereich strukturiert ausgeführt ist.

[0006] Aufgrund der gestiegenen Anforderungen eines Kraftstoffinjektors hinsichtlich der höheren Drücke des eingespritzten Kraftstoffs kann es jedoch zunehmend zu einer Durchbiegung des Führungsbolzens kom-

men. Die Folge ist, dass zusätzlich zur Belagsbildung erhöhte Verschleißgefahr in der Mitte des Führungsbereichs sowohl an Führungsbolzen als auch an Ventilhülse besteht.

Vorteile der Erfindung

[0007] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 minimiert den Verschleiß zwischen Führungsbolzen und Ventilhülse. Dies wird dadurch erreicht, dass im Führungsbereich, in dem eine Führungsfläche der Ventilhülse und eine Führungsfläche des Führungsbolzens zusammenwirken, in der Führungsfläche der Ventilhülse ein Hinterstich ausgebildet ist.

[0008] Somit unterteilt sich die resultierende Führung der Ventilhülse in zwei Bereiche entlang der Längsachse des Führungsbolzens, und an den beiden Enden des Führungsbereichs bleibt jeweils eine definierte Länge erhalten, an der ein Kontakt zwischen Führungsbolzen und Ventilhülse möglich ist. Eine Durchbiegung des Führungsbolzens kann dann keine punktuelle Berührung des Führungsbolzens mit der Ventilhülse in der Mitte des Führungsbereichs zur Folge haben.

[0009] Wegen der Ausbildung des Hinterstichs an der Ventilhülse und nicht am Führungsbolzen selbst bleiben die definierten Längen an den Enden des Führungsbereichs über den gesamten Hub der Ventilhülse konstant. Kommt es dann zu einer Verkipfung oder einer Durchbiegung des Führungsbolzens, ist die Tribologie im Kontakt Führungsbolzen zu Ventilhülse robuster.

[0010] Weiterhin bleiben aufgrund der Ausbildung des Hinterstichs an der Ventilhülse die beiden Leckagepfade an den beiden Enden des Führungsbereichs konstant.

[0011] In einer ersten Ausführungsform ist der Hinterstich axial betrachtet zumindest näherungsweise in der Mitte des Führungsbereichs ausgebildet. Dadurch entstehen gleich große resultierende Führungen der Ventilhülse an den beiden Enden des Führungsbereichs. Die Vermeidung der punktuellen Berührung des Führungsbolzens mit der Ventilhülse bei Durchbiegung des Führungsbolzens ist so optimiert.

[0012] In einer weiteren Ausführungsform ist der Hinterstich radial umlaufend ausgebildet. Eine Rotation von Führungsbolzen oder Ventilhülse um ihre Längsachse hat damit keine negativen Auswirkungen mehr auf den Verschleiß; eine Verdrehsicherung ist nicht erforderlich.

[0013] In einer weiteren Ausführungsform ist der Hinterstich im Längsschnitt betrachtet als konkaver Bogen ausgeführt. Die Kontur des konkaven Bogens kann so einer potenziellen Durchbiegung des Führungsbolzens auf seiner ausbeulenden Seite angepasst werden. Bei einer Durchbiegung des Führungsbolzens würde es dann auf seiner ausbeulenden Seite zu einer annähernd konstanten Spalthöhe zwischen den Führungsflächen von Führungsbolzen und Ventilhülse kommen. Ein gleichmäßiger Schmierfilmaufbau wäre die Folge und damit auch minimierter Festkörperkontakt und minimier-

ter Verschleiß in den beiden Führungsflächen. Ein bevorzugter Wert für die Höhe des konkaven Bogens ist 1 μm bis 10 μm .

[0014] In einer weiteren Ausführungsform ist der Hinterstich im Längsschnitt betrachtet als Rechteck ausgeführt. Gegenüber der Ausführungsform mit konkavem Bogen ist der rechteckige Hinterstich einfacher zu fertigen und die beiden Leckagepfade an den Enden des Führungsbereiches sind mit kleineren Fertigungstoleranzen beaufschlagt. Die Flanken des rechteckigen Hinterstichs werden vorzugsweise mit Radien oder Fasen versehen. Ein bevorzugter Wert für die Höhe des Rechtecks ist 10 μm . Ein bevorzugter Wert für die Länge des rechteckigen Hinterstichs ist $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der Länge des gesamten Führungsbereichs. Vorzugsweise ist der Hinterstich in der Mitte des Führungsbereichs angeordnet, so dass die beiden verbleibenden Leckagepfade an den beiden Enden des Führungsbereichs gleich lang sind.

Zeichnung

[0015]

Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Steuerventil, wobei nur die wesentlichen Bereiche schematisch gezeigt sind.

Fig. 2a zeigt einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform der Ventilhülse, in dem der Hinterstich als konkaver Bogen ausgebildet ist.

Fig. 2b zeigt einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform der Ventilhülse, in dem der Hinterstich als Rechteck mit Fasen in der Führungsfläche der Ventilhülse ausgebildet ist.

Beschreibung

[0016] **Fig. 1** zeigt schematisch die wesentlichen Teile eines erfindungsgemäßen Steuerventils **30** im Längsschnitt, das im Injektorkörper **50** eines Kraftstoffinjektors **100** angeordnet ist. Das Steuerventil **30** weist eine Ventilhülse **1**, einen Führungsbolzen **2**, ein Ventilstück **3** und eine Schließfeder **5** auf.

[0017] Die Schließfeder **5** drückt die Ventilhülse **1** gegen einen am Ventilstück **3** ausgebildeten Ventilsitz **4**. Durch einen nicht dargestellten Aktor, z.B. einen Magneten, kann auf die Ventilhülse **1** eine Kraft aufgebracht werden, durch die die Ventilhülse **1** vom Ventilsitz **4** abhebt und so einen Spalt freigibt. Beispielsweise kann so unter Hochdruck stehender Kraftstoff von einem Steuer-
raum **7**, der vom Ventilstück **3** auf der der Ventilhülse **1** abgewandten Seite begrenzt wird, über eine im Ventilstück **3** angeordnete Bohrung **8** und über den freigegebenen Spalt in den Niederdruckraum **9** fließen, der die Ventilhülse **1** umgibt und mit dem nicht dargestellten Rücklaufsystem des Kraftstoffinjektors **100** verbunden ist. Auf diese Weise kann z.B. die Öffnungsbewegung

einer nicht dargestellten Düsenadel des Kraftstoffinjektors **100** gesteuert werden.

[0018] Die Ventilhülse **1** wird über einen Führungsbereich **15** auf dem Führungsbolzen **2** geführt. Über den Führungsbereich **15** weist einerseits die Ventilhülse **1** eine Führungsfläche der Ventilhülse **11** auf und andererseits der Führungsbolzen **2** eine Führungsfläche des Führungsbolzens **12**. Erfindungsgemäß ist an der Führungsfläche der Ventilhülse **11** ein Hinterstich **20** ausgebildet, so dass bei Biegung des Führungsbolzens **2** ein Kontakt zwischen Ventilhülse **1** und Führungsbolzen **2** in der Mitte des Führungsbereichs **15** vermieden wird.

[0019] In anderen Ausgestaltungen wird die Ventilhülse **1** zusätzlich im entsprechend ausgebildeten Ventilstück **3** geführt.

[0020] **Fig. 2a** zeigt eine vorteilhafte Ausführung des in der Ventilhülse **1** ausgebildeten Hinterstichs **20** als konkaver Bogen mit der Höhe h . Der Hinterstich **20** ist über den größten Teil des Führungsbereichs **15** ausgebildet. Vorzugsweise wird die Bearbeitung des Hinterstichs **20** in einen bestehenden Schleifprozess für die Führungsfläche der Ventilhülse **11** eingebunden. Die Höhe h des konkaven Bogens beträgt dabei idealerweise 1 μm bis 10 μm .

[0021] **Fig. 2b** zeigt eine weitere vorteilhafte Ausführung des Hinterstichs **20** als Rechteck mit Fasen **21**, ausgebildet in der Führungsfläche der Ventilhülse **11**. Durch den Hinterstich **20** wird der Führungsbereich **15** in drei Teilbereiche **15a**, **15b** und **15c** unterteilt. Der Teilbereich **15b** kennzeichnet den Hinterstich **20**, an dem es bei Durchbiegung des Führungsbolzens **2** zu keinem Kontakt zwischen Ventilhülse **1** und Führungsbolzen **2** kommen kann. Die Teilbereiche **15a** und **15c** kennzeichnen die beiden Enden des Führungsbereichs **15**, deren Längen über den gesamten Hub der Ventilhülse **1** konstant bleiben. Bei Anlage der Ventilhülse **1** an den Ventilsitz **4** des Ventilstücks **3** wird der Leckagepfad vom unter Hochdruck stehenden Steuer-
raum **7** in den Niederdruckraum **9** über die summierte Länge der beiden Teilbereiche **15a** und **15c** bestimmt.

[0022] Vorzugsweise ist der rechteckige Hinterstich **20** zumindest näherungsweise in der Mitte des Führungsbereichs **15** angeordnet, verläuft über $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der Länge des Führungsbereichs **15** und besitzt eine Höhe h von ca. 10 μm .

Patentansprüche

1. Steuerventil **30** für einen Kraftstoffinjektor **100**, das in einem Injektorkörper **50** angeordnet ist, mit einer im Steuerventil **30** angeordneten Ventilhülse **1**, die axial beweglich auf einem Führungsbolzen **2** innerhalb eines Führungsbereichs **15** geführt ist, in dem eine Führungsfläche der Ventilhülse **11** und eine Führungsfläche des Führungsbolzens **12** zusammenwirken
dadurch gekennzeichnet,

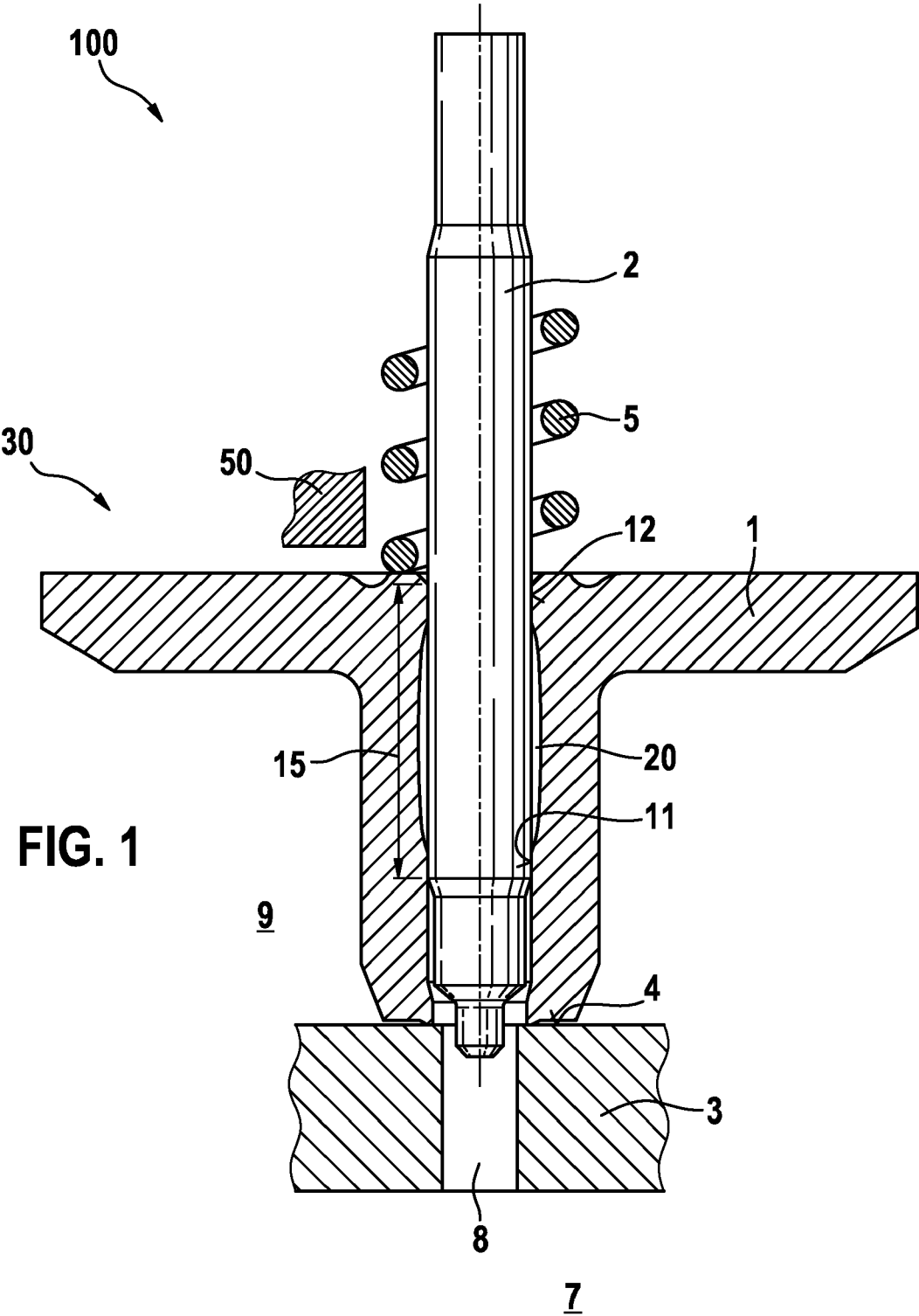
dass die Führungsfläche der Ventilhülse **11** einen Hinterstich **20** aufweist.

2. Steuerventil **30** nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hinterstich **20** zumindest näherungsweise in der Mitte des Führungsbereichs **15** ausgebildet ist. 5
3. Steuerventil **30** nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hinterstich **20** radial umlaufend ist. 10
4. Steuerventil **30** nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hinterstich **20** im Längsschnitt als konkaver Bogen ausgeführt ist. 15
5. Steuerventil **30** nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der konkave Bogen über den größten Teil des Führungsbereichs **15** verläuft. 20
6. Steuerventil **30** nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der konkave Bogen eine Höhe h von $1\text{ }\mu\text{m}$ bis $10\text{ }\mu\text{m}$ besitzt.
7. Steuerventil **30** nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hinterstich **20** im Längsschnitt im Wesentlichen als Rechteck ausgeführt ist. 25
8. Steuerventil **30** nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rechteck an beiden Übergängen zur Führungsfläche der Ventilhülse **11** Radien oder Fasen **21** aufweist. 30
9. Steuerventil **30** nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rechteck über $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der Länge des Führungsbereichs **15** verläuft. 35
10. Steuerventil **30** nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rechteck eine Höhe h von $5\text{ }\mu\text{m}$ bis $20\text{ }\mu\text{m}$, vorzugsweise $10\text{ }\mu\text{m}$, besitzt. 40

45

50

55



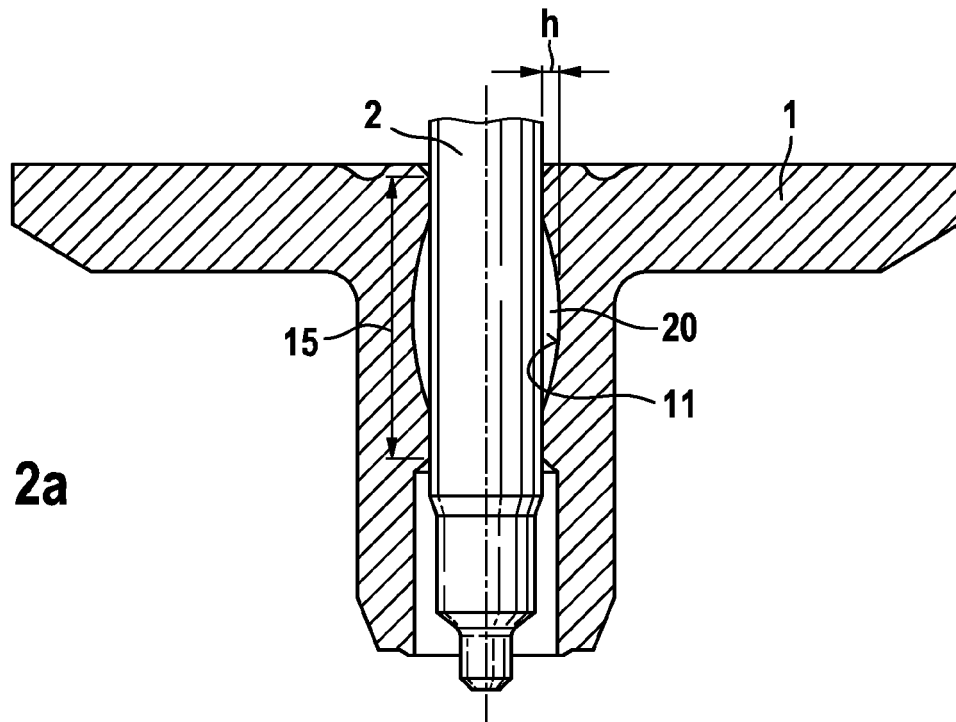


FIG. 2a

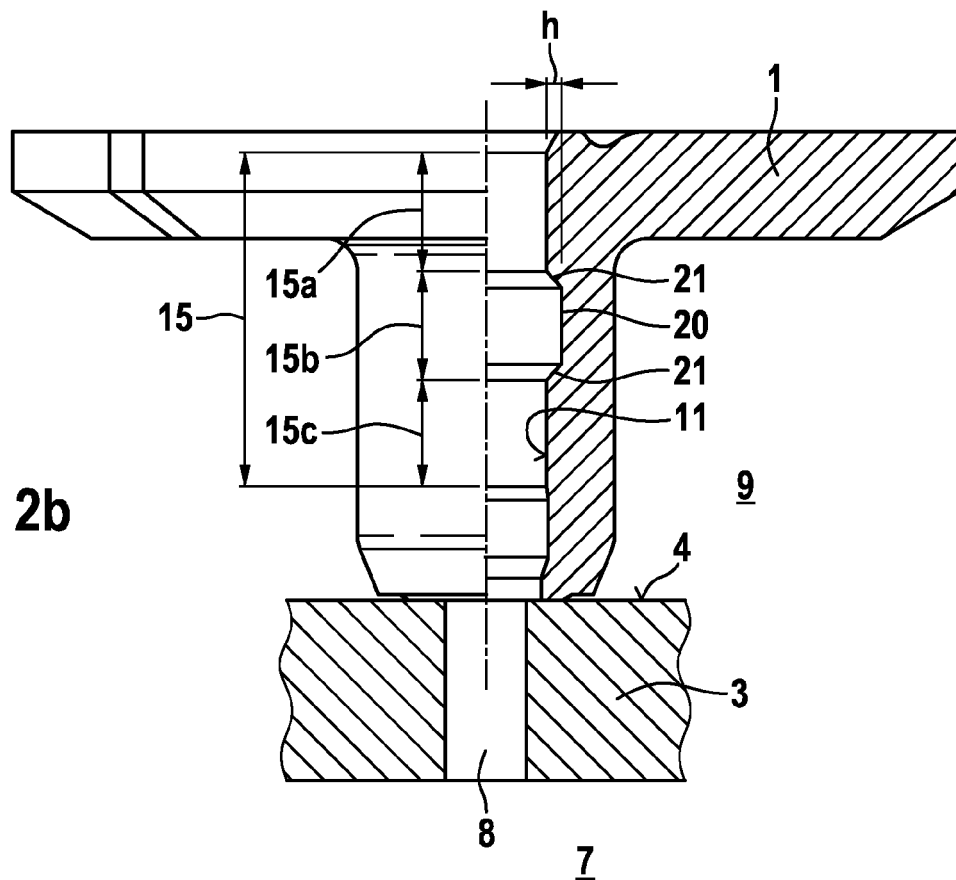


FIG. 2b



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 16 3848

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2007 013245 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25. September 2008 (2008-09-25) * Absatz [0017]; Abbildungen 1,4 *	1-4,6	INV. F02M63/00
X	DE 10 2009 029009 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3. März 2011 (2011-03-03) * Abbildung 2 *	1,3,7-10	ADD. F02M47/02
X	DE 10 2007 040248 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 5. März 2009 (2009-03-05) * Absätze [0220], [0002], [0023]; Abbildungen 1,3-5 *	1,3,4	
A	DE 10 2006 021741 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15. November 2007 (2007-11-15) * Absatz [0028]; Abbildungen *	1,5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 10. Oktober 2014	Prüfer Landriscina, V
KATEGORIE DER GENANTEN 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 Patentedokument, 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	

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

EP 14 16 3848

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 10-10-2014.

10-10-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007013245 A1	25-09-2008	DE 102007013245 A1	25-09-2008
		WO 2008113628 A1	25-09-2008
DE 102009029009 A1	03-03-2011	DE 102009029009 A1	03-03-2011
		EP 2473728 A1	11-07-2012
		WO 2011023473 A1	03-03-2011
DE 102007040248 A1	05-03-2009	DE 102007040248 A1	05-03-2009
		EP 2185807 A1	19-05-2010
		WO 2009027215 A1	05-03-2009
DE 102006021741 A1	15-11-2007	AT 479837 T	15-09-2010
		CN 101490403 A	22-07-2009
		DE 102006021741 A1	15-11-2007
		EP 2021618 A1	11-02-2009
		RU 2008148285 A	20-06-2010
		US 2009308354 A1	17-12-2009
		WO 2007128613 A1	15-11-2007

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 102007047425 A1 [0002] [0004]
- DE 102006055548 A1 [0003] [0004]
- DE 102011004186 A1 [0005]