



(11)

EP 2 743 489 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.06.2014 Patentblatt 2014/25

(51) Int Cl.:
F02M 47/02 (2006.01) F02M 57/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13188667.3**

(22) Anmeldetag: **15.10.2013**

(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: **14.12.2012 DE 102012223244**

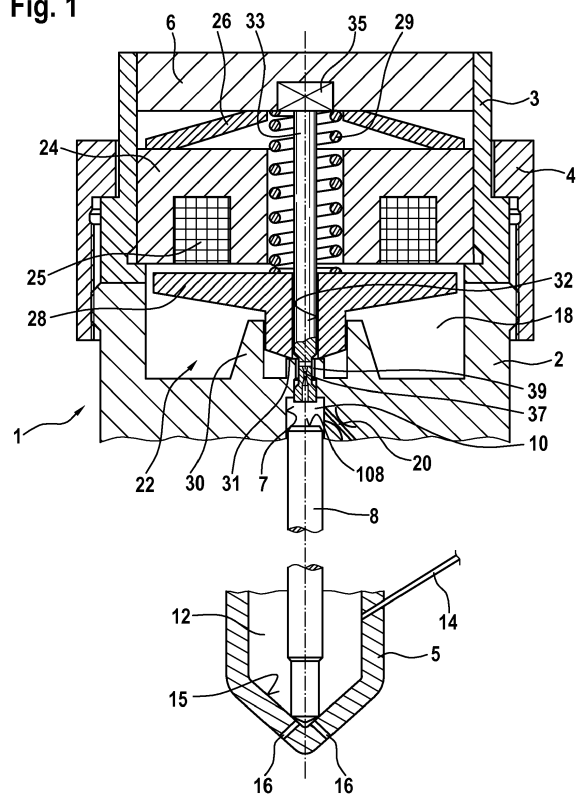
(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Ruthardt, Siegfried**
71155 Altdorf (DE)
• **Rapp, Holger**
71254 Ditzingen (DE)
• **Stoecklein, Wolfgang**
71332 Waiblingen (DE)
• **Berghaenel, Bernd**
75428 Illingen (DE)
• **Beier, Marco**
70469 Stuttgart-Feuerbach (DE)

(54) **Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen**

(57) Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Gehäuse (1), in dem eine längsverschiebbare Düsenadel (8) zum Öffnen und Schließen wenigstens einer Einspritzöffnung (16) mit einem Düsensitz (15) zusammenwirkt. Die Düsenadel (8) begrenzt mit ihrer dem Düsensitz (15) abgewandten Stirnfläche (108) einen im Gehäuse (1) ausgebildeten Steuerraum (10), der mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar ist, wobei der Steuerraum (10) über ein Steuerventil (22) mit einem Niederdruckraum (18) verbindbar ist. Es ist ein Druckstift (33) vorgesehen, dessen Stirnseite (133) den Steuerraum (33) begrenzt und dessen dem Steuerraum (33) abgewandte Stirnfläche mit einem Kraftsensor (35) zusammenwirkt.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Anmeldung betrifft ein Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen, wie es vorzugsweise zur Einspritzung von Kraftstoff unter hohem Druck in Brennräume von schnelllaufenden, selbstzündenden Brennkraftmaschinen verwendet wird.

Stand der Technik

[0002] Kraftstoffeinspritzventile, wie sie zur Einspritzung von Kraftstoff direkt in Brennräume von Brennkraftmaschinen verwendet werden, sind aus dem Stand der Technik bekannt, die dabei Kraftstoff unter hohem Druck von derzeit bis zu 2500 bar ausspritzen können. Hierbei weisen die Kraftstoffeinspritzventile ein Gehäuse auf, in dem eine längsverschiebbare Düsennadel zum Öffnen und Schließen wenigstens einer Einspritzöffnung mit einem Düsensitz zusammenwirkt. Die Steuerung der Düsennadel erfolgt zumeist servo-hydraulisch, das heißt, dass ein Steuerraum vorgesehen ist, dessen hydraulischer Druck eine Schließkraft auf die Düsennadel ausübt, während gleichzeitig ein öffnender Druck durch den anstehenden hohen Kraftstoffdruck auf die Düsennadel in entgegengesetzter Richtung ausgeübt wird. Zur Steuerung der Längsbewegung der Düsennadel und damit zum Öffnen und Schließen der Einspritzöffnungen wird der Druck im Steuerraum mit Hilfe eines Steuerventils reguliert, das den Steuerraum mit einem Niederdruckraum verbindet oder von diesem trennt. Damit die Einspritzung in der richtigen Menge und zum genau richtigen Zeitpunkt stattfindet, wobei jede Einspritzung noch in mehrere Teileinspritzungen unterteilt sein kann, ist eine äußerst präzise Ansteuerung der Düsennadel notwendig.

[0003] Die verwendeten Steuerventile werden in der Regel entweder mittels eines Elektromagneten oder eines Piezoaktors betätigt, wobei der benötigte Steuerstrom mit einem Steuergerät erzeugt wird, das zur präzisen Ansteuerungen den genauen Zustand der Brennkraftmaschine kennen muss. Darüber hinaus ist es auch zur Regulierung von Verschleiß und zum Ausgleich von Bauteilunterschieden zwischen den Einspritzventilen sehr hilfreich, wenn bekannt ist, zu welchem Zeitpunkt die Düsennadel öffnet und schließt, wenn ein bestimmter Steuerstrom am Elektromagneten bzw. Piezoaktor angelegt wird. Zu diesem Zweck sind eine ganze Reihe von Nadelhubsensoren entwickelt worden, die den Nadelhub entweder direkt bestimmen oder aber indirekt, indem beispielsweise der Körperschall des Injektors gemessen wird oder indem der Druck in bestimmten Bereichen des Einspritzventils detektiert wird.

[0004] Aus der Offenlegungsschrift DE 10 2009 046 332 A1 ist ein Kraftstoffeinspritzventil bekannt, bei dem das Steuerventil eine bewegliche Steuerhülse in Form eines Magnetankers aufweist, der mittels eines Elektromagneten bewegt wird. Das Steuerventilglied begrenzt dabei einen Druckraum, der mit dem eigentlichen Steu-

erraum über eine Ablaufdrossel verbunden ist. Der Druckraum wird auch von einem Druckstift begrenzt, der mit dem anderen Ende an einem Kraftsensor anliegt. Eine Änderung des Drucks in diesem Druckraum ist korreliert mit der Druckänderung im Steuerraum und lässt sich über die Kraft, die der Druckstift auf den Kraftsensor ausübt, messen. Auf diese Weise lassen sich gewisse Parameter über die Bewegung der Düsennadel gewinnen, obwohl der Druck im Druckraum, insbesondere bei geöffnetem Steuerventil, nicht gleich dem Druck im Steuerraum ist und somit nur eine eingeschränkte Sicht auf die Bewegung der Düsennadel erlaubt. Die verbleibende Unsicherheit bei der Detektion der Düsennadelbewegung, vor allem der Nadelöffnungszeitpunkt, muss mit Hilfe von Rechenalgorithmen oder mit Hilfe von Eichmessungen ausgeglichen werden.

Vorteile der Erfindung

[0005] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil weist demgegenüber den Vorteil auf, dass sich der Druck direkt im Steuerraum messen lässt und damit einen genauen Detektion der Düsennadelbewegung unabhängig vom Schaltzustand des Steuerventils erlaubt, ohne dass die Funktionsfähigkeit des Kraftstoffeinspritzventils eingeschränkt wird und ohne dass gegenüber den früheren Bauformen wesentliche bauliche Änderungen vorgenommen werden müssen. Zu diesem Zweck ist im Kraftstoffeinspritzventil ein Druckstift vorgesehen, dessen Stirnseite den Steuerraum begrenzt und dessen dem Steuerraum abgewandte Stirnfläche mit einem Kraftsensor zusammenwirkt. Da sich der Druckstift innerhalb des Kraftstoffeinspritzventils nicht bewegt, beeinflusst der Druckstift die Funktionsweise des Steuerventils und damit des gesamten Einspritzventils nicht, sodass es in der gewohnten Art und Weise betrieben werden kann. Gleichzeitig kann über die genaue Analyse der Kraft auf den Druckstift die Bewegung der Düsennadel sehr genau detektiert werden, insbesondere der Öffnungs- und Schließzeitpunkt der Düsennadel, wobei diese Daten zur Steuerung der genauen Einspritzmenge und des Einspritzzeitpunkts in dem Steuergerät verwendet werden, das den Steuerstrom des elektromagnetischen oder piezoelektrischen Aktors steuert.

[0006] In einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung umfasst das Steuerventil ein Steuerventilglied, das mit einem Ventilsitz zusammenwirkt und damit eine hydraulische Verbindung zwischen dem Steuerraum und dem Niederdruckraum öffnet und schließt. Diese hydraulische Verbindung umfasst in vorteilhafter Weise eine Ablaufdrossel, sodass der Abfluss von Kraftstoff aus dem Steuerraum in den Niederdruckraum genau dosiert geschieht. In vorteilhafter Weise ist dabei die Ablaufdrossel im Druckstift ausgebildet, was große Vorteile hinsichtlich der Fertigung erbringt, da die Ablaufdrossel eine Präzisionsbohrung darstellt, die an einem Druckstift separat gefertigt werden kann, der während des Produktionsprozesses leicht zugänglich ist.

[0007] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die Ablaufdrossel im Gehäuse ausgebildet. In bestimmten Bauformen kann auch dies vorteilhaft sein, was auch den Vorteil hat, dass ein und derselbe Druckstift in verschiedenen Injektoren eingesetzt werden kann, ohne dass bauliche Änderungen vorgenommen werden müssen.

[0008] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist das Steuerventilglied hülsenförmig ausgebildet und umgibt den Druckstift. Dies erlaubt eine kompakte Bauweise des Steuerventils und damit des Kraftstoffeinspritzventils, sodass keine oder nur unwesentliche bauliche Änderungen des Kraftstoffeinspritzventils gegenüber den bekannten Bauformen notwendig sind.

[0009] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist ein Vorsteuerraum vorgesehen, der den Druckstift umgibt und der über das Steuerventil mit dem Niederdruckraum verbindbar ist, wobei der Vorsteuerraum über die Ablaufdrossel mit dem Steuerraum verbunden ist. Die Größe des Vorsteuerraums und dessen Form beeinflusst die Funktionsweise des Kraftstoffeinspritzventils, da es insbesondere beim Schließen des Kraftstoffeinspritzventils zu einem Druckausgleich zwischen dem Vorsteuerraum und dem Steuerraum kommt. Da die Ablaufdrossel zwischen dem Vorsteuerraum und dem Steuerraum vorgesehen ist, lässt sich so auch ein Teil der Druckschwingungen, die sich beim Schließen des Steuerventils bilden können, abbauen.

[0010] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Druckstift dem Steuerraum zugewandt in einer Führungsbohrung des Gehäuses geführt. Dies stellt sicher, dass der Druckstift, der in Längsrichtung beweglich sein muss, in radialer Richtung unbeweglich bleibt und die Kraft direkt auf den Kraftsensor am anderen Ende des Druckstifts übertragen wird. Darüber hinaus ist es in vorteilhafter Weise möglich, dass am Druckstift ein oder mehrere Anschlüsse ausgebildet sind, die die Ablaufdrossel bilden, sodass keine weiteren Bohrungen innerhalb des Druckstifts oder im Gehäuse ausgebildet werden müssen, die die Ablaufdrossel bilden.

[0011] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen sind der Beschreibung und der Zeichnung entnehmbar.

Zeichnung

[0012] In der Zeichnung sind mehrere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils dargestellt. Es zeigt

Figur 1 in einer schematischen Darstellung im Längsschnitt ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil, wobei nur die wesentlichen Komponenten des Kraftstoffeinspritzventils dargestellt sind,

Figur 2 den zeitlichen Druckverlauf innerhalb des Steuerraums des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils und im Vorsteuerraum,

Figur 3 eine vergrößerte Darstellung im Bereich des Steuerraums eines weiteren Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils, ebenso wie

5 Figur 4, wobei Figur 4 zwei alternative Ausgestaltungen der Ablaufdrossel enthält, und

Figur 5 einen Querschnitt durch den dem Steuerraum zugewandten Endabschnitt des Druckstifts eines weiteren Ausführungsbeispiels.

10

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0013] In Figur 1 ist ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil im Längsschnitt schematisch dargestellt, wobei nur die wesentlichen Komponenten des Kraftstoffeinspritzventils dargestellt sind. Das Kraftstoffeinspritzventil weist ein Gehäuse 1 auf, das einen Haltekörper 2 und einen Ventilkörper 3 umfasst, die mittels einer Spannmutter 4 gegeneinander verspannt sind und so einen Niederdruckraum 18 begrenzen. Dem Brennraum zugewandt beinhaltet das Gehäuse 1 darüber hinaus einen Düsenkörper 5, der mittels einer in der Zeichnung nicht dargestellten Spannvorrichtung ebenfalls gegen den Haltekörper 2 verspannt ist.

15

[0014] Im Gehäuse 1 ist eine Düsennadel 8 längsverschiebbar angeordnet, die innerhalb einer Bohrung 7 im Haltekörper 2 geführt ist und die mit ihrem brennraumseitigen Ende bis in den Düsenkörper 5 ragt. Die Düsennadel 8 ist dabei von einem Druckraum 12 umgeben, der über einen Hochdruckzulauf 14 mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar ist. Der Hochdruckzulauf ist bei einem sogenannten Common-Rail-Einspritzsystem mit einem in der Zeichnung nicht dargestellten Hochdruckspeicher verbunden, der über eine Hochdruckpumpe mit verdichtetem Kraftstoff befüllt ist. Die Düsennadel 8 wirkt mit ihrem brennraumseitigen Ende mit einem Düsensitz 15 zusammen und verschließt oder öffnet dadurch eine oder mehrere Einspritzöffnungen 16, die im Düsenkörper 5 ausgebildet sind und über die Kraftstoff aus dem Druckraum 12 bei geöffneter Düsennadel 8 in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine strömen kann.

20

[0015] Durch die Bohrung 7 und eine dem Düsensitz 15 abgewandte Stirnfläche 108 der Düsennadel 8 wird ein Steuerraum 10 begrenzt, der über eine Zulaufdrossel 20 mit dem Druckraum 12 verbunden ist, sodass mit der gewünschten Drosselwirkung Kraftstoff unter hohem Druck aus dem Druckraum 12 in den Steuerraum 10 strömen kann. Zur Steuerung des Kraftstoffdrucks im Steuerraum 10 ist das Steuerventil 22 vorgesehen, das im

25

Niederdruckraum 18 angeordnet ist, der durch eine Ausparung im Haltekörper 2 bzw. dem Ventilkörper 3 gebildet wird. Das Steuerventil 22 umfasst dabei einen Magnetanker 28, der auch das Steuerventilglied des Steuerventils 22 bildet. Der Magnetanker 28 wird dabei in einer Führungshülse 30 radial geführt, sodass er sich nur in Längsrichtung bewegen kann, die durch die Längsachse der Düsennadel 8 vorgegeben ist. Der Magnetanker 28 wird dabei mittels eines Elektromagneten 25 be-

30

35

40

45

50

55

60

65

70

75

80

85

90

95

100

105

110

115

120

125

130

135

140

145

150

155

160

165

170

175

180

185

190

195

200

205

210

215

220

225

230

235

240

245

250

255

260

265

270

275

280

285

290

295

300

305

310

315

320

325

330

335

340

345

350

355

360

365

370

375

380

385

390

395

400

405

410

415

420

425

430

435

440

445

450

455

460

465

470

475

480

485

490

495

500

505

510

515

520

525

530

535

540

545

550

555

560

565

570

575

580

585

590

595

600

605

610

615

620

625

630

635

640

645

650

655

660

665

670

675

680

685

690

695

700

705

710

715

720

725

730

735

740

745

750

755

760

765

770

775

780

785

790

795

800

805

810

815

820

825

830

835

840

845

850

855

860

865

870

875

880

885

890

895

900

905

910

915

920

925

930

935

940

945

950

955

960

965

970

975

980

985

990

995

1000

1005

1010

1015

1020

1025

1030

1035

1040

1045

1050

1055

1060

1065

1070

1075

1080

1085

1090

1095

1100

1105

1110

1115

1120

1125

1130

1135

1140

1145

1150

1155

1160

1165

1170

1175

1180

1185

1190

1195

1200

1205

1210

1215

1220

1225

1230

1235

1240

1245

1250

1255

1260

1265

1270

wegt, der innerhalb eines Magnetkerns 24 angeordnet ist und durch eine Blattfeder 26 an einen entsprechenden Absatz im Ventilkörper 3 gedrückt wird und so ortsfest verbleibt.

[0016] Das Steuerventilglied 28 weist eine Durchgangsbohrung 32 auf, in der ein Druckstift 33 aufgenommen ist. Der Druckstift 33 stützt sich der Düsennadel 8 abgewandt an einem Kraftsensor 35 ab, der in einer Endplatte 6 des Ventilkörpers 3 angeordnet ist. Der Kraftsensor 35 misst die Kraft auf den Druckstift 33 und leitet diesen Messwert an eine Auswerteeinheit weiter. Der Druckstift 33 begrenzt mit seiner gegenüberliegenden Stirnseite 133 den Steuerraum 10, sodass der Druck des Steuerraums 10 direkt auf diese Stirnseite 133 wirkt und die dadurch verursachte Längskraft auf den Kraftsensor 35 übertragen wird.

[0017] Der Kraft des Elektromagneten 25 entgegengesetzt wirkt die Kraft einer Ventildfeder 29, die den Magnetanker 28 gegen einen Steuerventilsitz 31 drückt, der innerhalb der Führungshülse 30 ausgebildet ist. Die Ventildfeder 29 umgibt dabei den Druckstift 33 und stützt sich mit einem Ende am Steuerventilglied 28 und mit dem anderen Ende an der Endplatte 6 ab.

[0018] Zur Verbindung des Steuerraums 10 mit dem Niederdruckraum 18 ist innerhalb des Druckstifts eine Ablaufdrossel 37 ausgebildet. Die Ablaufdrossel 37 besteht dabei aus einer Längsbohrung und einer mit der Längsbohrung verbundenen Querbohrung, sodass eine hydraulische Verbindung zwischen dem Steuerraum 10 und einem Vorsteuerraum 39, der durch eine Durchmesserverjüngung des Druckstifts 33 auf Höhe des Steuerventilsitzes 31 ausgebildet ist. Der Vorsteuerraum 39 lässt sich durch das Steuerventil 22 mit dem Niederdruckraum 18 verbinden, indem das Steuerventilglied 28 vom Steuerventilsitz 31 abhebt.

[0019] Die Funktionsweise des Steuerventils ist wie folgt: Zu Beginn der Einspritzung ist das Steuerventil 22 geschlossen, d.h. das Steuerventilglied 28 befindet sich in Anlage am Steuerventilsitz 31, sodass der Vorsteuerraum 39 vom Niederdruckraum 18 getrennt ist. Wegen der Zulaufdrossel 20 herrscht im Steuerraum 10 der gleiche hohe Kraftstoffdruck wie im Druckraum 12, sodass die Düsennadel 8 durch den hydraulischen Druck im Steuerraum 10 gegen den Düsensitz 15 gepresst wird und die Einspritzöffnungen 16 verschließt. Zur Initiierung einer Einspritzung wird das Steuerventil 22 betätigt, indem ein Strom durch den Elektromagneten 25 geleitet wird, sodass eine magnetische Kraft auf das Steuerventilglied 28 ausgeübt wird und dieses vom Steuerventilsitz 31 wegzieht. Dadurch wird eine hydraulische Verbindung zwischen dem Vorsteuerraum 39 und dem Niederdruckraum 18 aufgestellt. Der Druck im Vorsteuerraum 39 fällt darauf hin instantan ab, was wegen der Ablaufdrossel 37 mit einem leichten Zeitverzug auch zu einem Druckabfall im Steuerraum 10 führt. Die Ablaufdrossel 37 ist dabei im Verhältnis zur Zulaufdrossel 20 so ausgelegt, dass bei geöffnetem Steuerventil 22 mehr Kraftstoff über die Ablaufdrossel 37 abfließt, als im gleichen

Zeitraum über die Zulaufdrossel 20 zufließt.

[0020] Der verringerte Kraftstoffdruck im Steuerraum 10 bewirkt eine Minderung des hydraulischen Drucks auf die Stirnfläche 108 der Düsennadel 8, sodass die Düsennadel 8, angetrieben durch den hydraulischen Druck auf entsprechende Druckflächen innerhalb des Druckraums 12, vom Düsensitz 15 weggedrückt wird und die Einspritzöffnungen 16 freigibt. Dadurch strömt Kraftstoff unter hohem Druck aus dem Druckraum 12 in die Einspritzöffnungen 16 und wird durch diese hindurch in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt. Zur Beendigung der Einspritzung wird die Bestromung des Elektromagneten 25 unterbrochen, sodass das Steuerventilglied 28 durch die Ventildfeder 29 zurück in seine Schließstellung in Anlage an den Steuerventilsitz 31 gedrückt wird. Durch den nachströmenden Kraftstoff über die Zulaufdrossel 20 baut sich im Steuerraum 10 sehr rasch wieder der ursprüngliche hohe Kraftstoffdruck auf, der die Düsennadel 8 zurück in ihre Schließstellung in Anlage an den Düsensitz 15 drückt. Dabei wird die Schließbewegung der Düsennadel in der Regel noch durch in der Zeichnung nicht dargestellte Schließfeder unterstützt. Dadurch wird die Einspritzung beendet, und das Kraftstoffeinspritzventil erreicht wieder seinen ursprünglichen Zustand.

[0021] In Figur 2 ist der Druckverlauf innerhalb des Steuerraums 10 und im Vorsteuerraum 39 während eines Einspritzzyklus dargestellt. Der obere Teil des Diagramms zeigt den Druckverlauf p_1 innerhalb des Steuerraums 10 und p_2 den Druck im Vorsteuerraum 39. Zum Zeitpunkt t_0 befindet sich das Einspritzventil in seiner Ausgangsstellung, d.h. das Steuerventil 22 ist geschlossen und die Düsennadel 8 ist in Anlage am Düsensitz 15. Zum Zeitpunkt t_1 öffnet das Steuerventil, was zu einem sehr schnellen Druckabfall (gestrichelt dargestellter Druckverlauf p_2) innerhalb des Vorsteuerraums 39 führt, da der Druck im Vorsteuerraum 39 den Druck des Niederdruckraums 18 annimmt. Der Druck im Steuerraum p_1 (durchgezogene Linie) fällt zum Zeitpunkt t_1 leicht ab bis zum Zeitpunkt t_2 , wobei der Druckabfall nicht so rasch und nicht so tief abfällt wie im Vorsteuerraum 39, da über die Zulaufdrossel 20 beständig Kraftstoff aus dem Druckraum 12 nachströmt.

[0022] Das untere Diagramm zeigt den Hub h der Düsennadel 8, die zum Zeitpunkt t_2 den Düsensitz 15 verlässt und ihre Öffnungshubbewegung beginnt. Sobald die Düsennadel 8 vom Düsensitz 15 abgehoben hat, baut sich unter der Düsennadel 8 ein Druck auf und der Druck im Steuerraum 10 sinkt nicht weiter, da die Düsennadel 8 nun den Kraftstoff aus dem Steuerraum 10 verdrängt und über die Ablaufdrossel in den Vorsteuerraum 39 drückt. Dadurch kommt es trotz des geöffneten Steuerventils 22 zu einem Druckanstieg, der sich bis zum Zeitpunkt t_3 fortsetzt. Zum Zeitpunkt t_3 schließt das Steuerventil 22 und die Düsennadel 8 befindet sich in ihrer maximalen Öffnungsstellung. Der Druck im Vorsteuerraum 39 baut sich daraufhin wieder sehr rasch auf den ursprünglichen Druck auf und folgt im weiteren Verlauf dem

Druck p_1 im Steuerraum 10, da über die Ablaufdrossel 37 eine hydraulische Verbindung zwischen beiden Räumen 10, 39. Der Druck p_1 im Steuerraum 10 beginnt etwa ab dem Zeitpunkt t_3 wieder zu fallen, da die Düsennadel 8 in ihre Schließstellung zurückgleitet und dabei das Volumen des Steuerraums 10 vergrößert. Der so gewonnene Raum wird über die Zulaufdrossel aufgefüllt, was effektiv zu einem in ungefähr konstanten Druck bis zum Zeitpunkt t_4 führt, zu dem die Düsennadel 8 wieder ihre Ausgangsstellung erreicht und zurück in Anlage am Düsensitz 15 ist. Während der Schließbewegung bilden die hydraulischen Kräfte auf die Stirnfläche 108 und auf die dem Düsensitz 15 zugewandte Fläche der Düsennadel 8 ein Kräftepaar, mit dem die Düsennadel 8 bewegt wird. Der Steuerraumdruck stellt sich dabei so ein, dass sich ein Kräftegleichgewicht ausbildet. Wenn die Düsennadel 8 wieder geschlossen ist, steigt der Steuerraumdruck wieder auf den Druck im Druckraum 12, also auf das Ausgangsniveau, was zum Zeitpunkt t_5 erreicht ist.

[0023] Wird der Druck nur innerhalb des Vorsteuer-raums 39 gemessen, so lässt sich, wie man am Diagramm der Figur 2 erkennt, zwar das Nadelschließen zum Zeitpunkt t_4 erkennen, wenn ein entsprechender Algorithmus die Druck- bzw. Kraftdaten des Kraftsensors 35 analysiert. Jedoch könnte durch eine Druckmessung innerhalb des Vorsteuer-raums 39 der Zeitpunkt, zu dem die Düsennadel 8 öffnet, nicht detektieren werden, da zum Zeitpunkt t_2 keine signifikante Änderung des Druckverlaufs p_2 zu erkennen ist. Wird jedoch der Druck p_1 direkt im Steuerraum 10 gemessen, so lassen sich alle Bewegungen der Düsennadel 8 genau detektieren, insbesondere der genaue Öffnungs- und Schließzeitpunkt der Düsennadel 8, so dass die Einspritzung optimiert werden kann, beispielsweise um Verschleiß oder sonstige Einflüsse, etwa durch Temperatur oder geänderte Kraftstoffqualität, auszugleichen.

[0024] In Figur 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils dargestellt, wobei nur der Bereich um den Steuerraum 10 gezeigt ist. Der Druckstift 33 weist in diesem Ausführungsbeispiel im Bereich des Steuerraums 10 eine Durchmessererweiterung auf, mit der er in einer Führungsbohrung 34 im Haltekörper 2 geführt ist. Die Ablaufdrossel 37 ist wie bei dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel durch eine Längsbohrung und eine Querbohrung, in die die Längsbohrung mündet, gebildet. Der Steuerventilsitz 31 ist in diesem Ausführungsbeispiel als Konus dargestellt, an den das Steuerventilglied 28 mit einer balligen Ventildichtfläche anliegt. Um ein entsprechendes Volumen des Vorsteuer-raums 39 zu erreichen, ist hier eine Durchmessererweiterung in Haltekörper 2 vorgesehen. Die Funktionsweise ist jedoch identisch zu der in Figur 1.

[0025] Die Ablaufdrossel 37 ist in diesem Ausführungsbeispiel durch die Längsbohrung innerhalb des Druckstifts 33 ausgebildet. Diese kann jedoch auch in anderer Weise ausgebildet sein. Die Figur 5 zeigt dazu eine Schnitlinie entlang der Linie V-V der Figur 3 einer alternativen Ausgestaltung. Die Ablaufdrossel 37 inner-

halb des Druckstifts 33 ist in diesem Ausführungsbeispiel ersetzt durch drei Anschlüsse 40, die an der Außenseite des Druckstifts 33 ausgebildet sind. Durch entsprechende Dimensionierung dieser Anschlüsse 40 lässt sich eine Ablaufdrossel 37" bilden, die die gewünschten Eigenschaften hat.

[0026] In Figur 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils in derselben Darstellung wie Figur 3 gezeigt. Hier sind zwei alternative Ausführungsformen der Ablaufdrossel 37 gezeigt. Zum einen ist die Ablaufdrossel 37 als schräg verlaufende Bohrung innerhalb des Druckstifts 33 dargestellt, zum anderen ist die Ablaufdrossel 37' als Bohrung innerhalb des Haltekörpers 2 ausgebildet, wobei in diesem Fall die Ablaufdrossel 37 innerhalb des Druckstifts 33 entfallen kann. Ist die Ablaufdrossel im Haltekörper 2 ausgebildet, so kann der gleiche Druckstift 33 für verschiedene Einspritzventile verwendet werden, da nur die Ablaufdrossel 37' an die jeweiligen Erfordernisse angepasst werden muss, während der Druckstift 33 unverändert bleiben kann.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Gehäuse (1), in dem eine längsverschiebbare Düsennadel (8) zum Öffnen und Schließen wenigstens einer Einspritzöffnung (16) mit einem Düsensitz (15) zusammenwirkt, wobei die Düsennadel (8) mit ihrer dem Düsensitz (15) abgewandten Stirnfläche (108) einen im Gehäuse (1) ausgebildeten Steuerraum (10) begrenzt, der mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar ist, wobei der Steuerraum (10) über ein Steuerventil (22) mit einem Niederdruckraum (18) verbindbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Druckstift (33) vorgesehen ist, dessen Stirnseite (133) den Steuerraum (33) begrenzt und dessen dem Steuerraum (33) abgewandte Stirnfläche mit einem Kraftsensor (35) zusammenwirkt.
2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventil (22) ein Steuerventilglied (28) umfasst, das mit einem Steuerventilsitz (31) zusammenwirkt und dadurch eine hydraulische Verbindung zwischen dem Steuerraum (10) und dem Niederdruckraum (18) öffnet und schließt.
3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die hydraulische Verbindung eine Ablaufdrossel (37) umfasst.
4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ablaufdrossel (37) im Druckstift (33) ausgebildet ist.
5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, **dadurch**

gekennzeichnet, dass die Ablaufdrossel (37') im Gehäuse (1) ausgebildet ist.

6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, 3, 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventilglied (28) hülsenförmig ausgebildet ist und den Druckstift (33) umgibt. 5
7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 4, 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Vorsteuerraum (39) vorgesehen ist, der den Druckstift (33) umgibt und der über das Steuerventil (22) mit dem Niederdruckraum (18) verbindbar ist, wobei der Vorsteuerraum (39) über die Ablaufdrossel (37; 37') mit dem Steuerraum (10) verbunden ist. 10 15
8. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckstift (33) dem Steuerraum (10) zugewandt in einer Führungsbohrung (34) des Gehäuses (1) geführt ist. 20
9. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem in der Führungsbohrung geführten Abschnitt des Druckstifts (33) einer oder mehrere Anschlüsse (40) ausgebildet sind, die die Ablaufdrossel (37'') bilden. 25

30

35

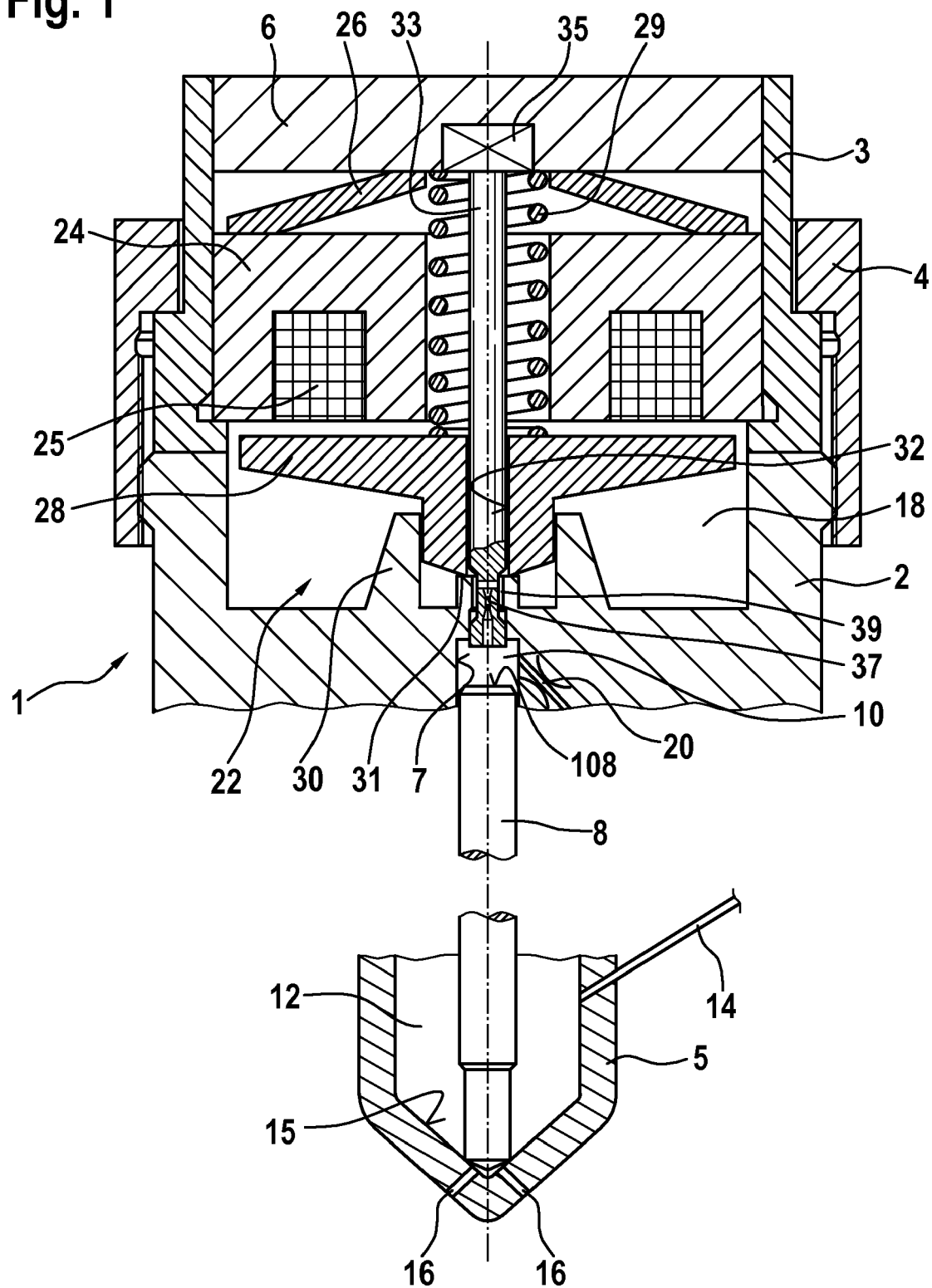
40

45

50

55

Fig. 1



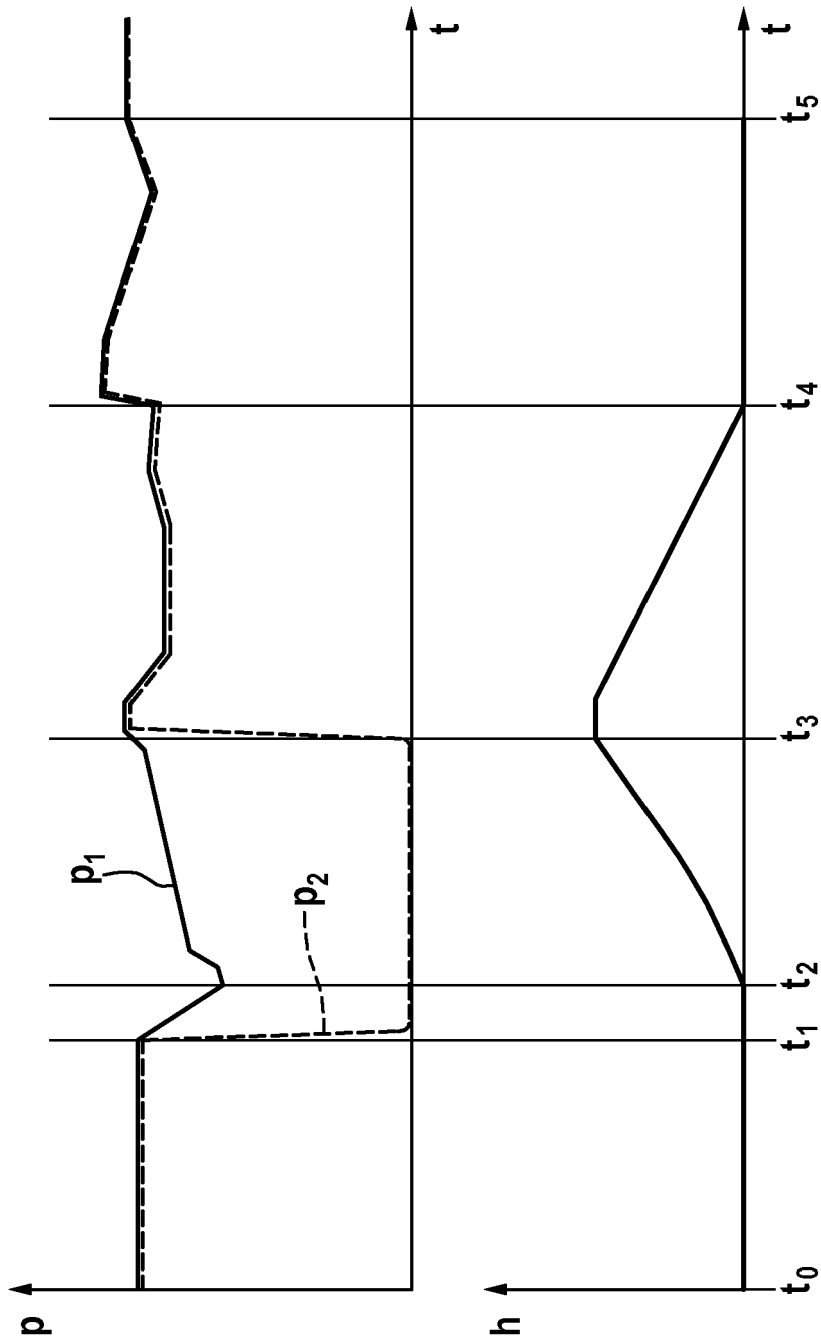


Fig. 2

Fig. 3

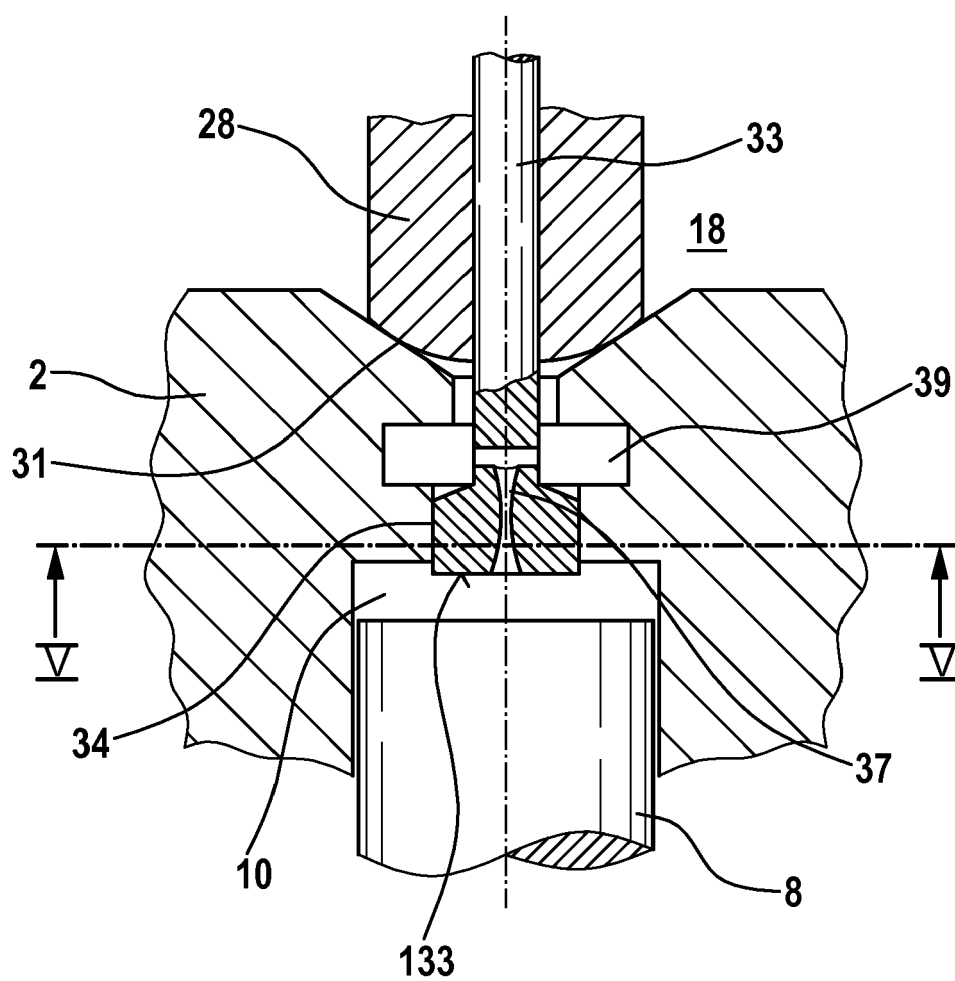


Fig. 4

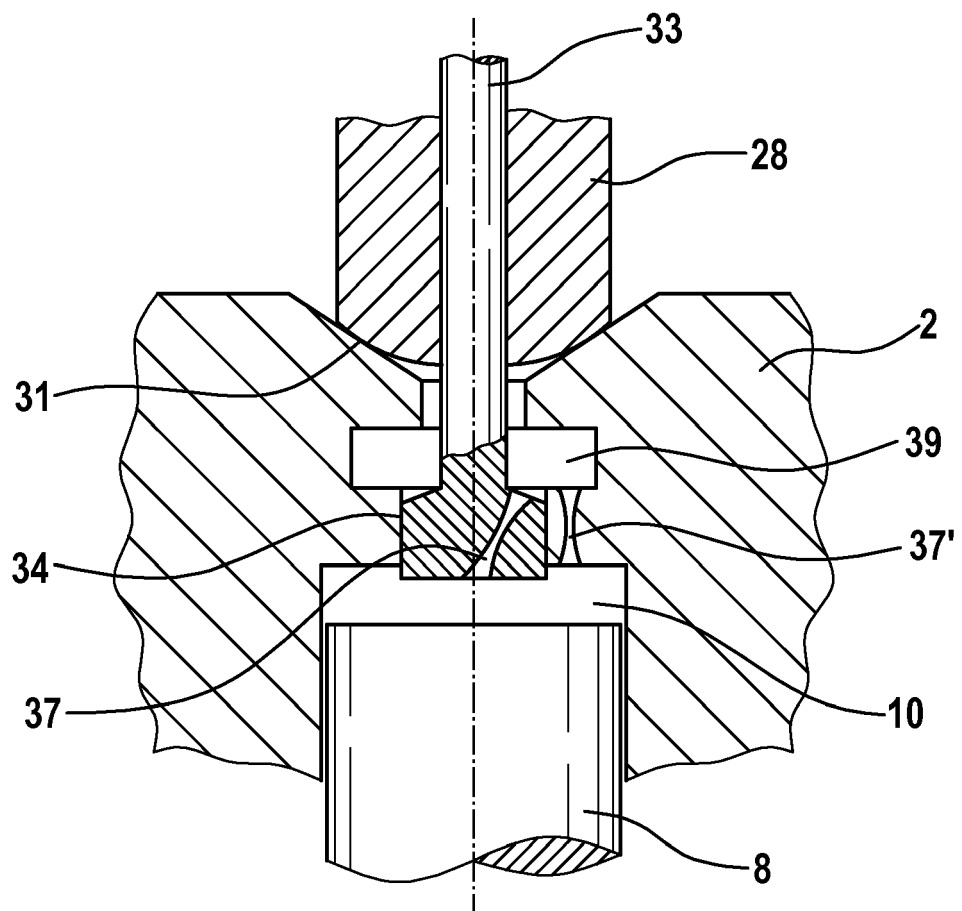
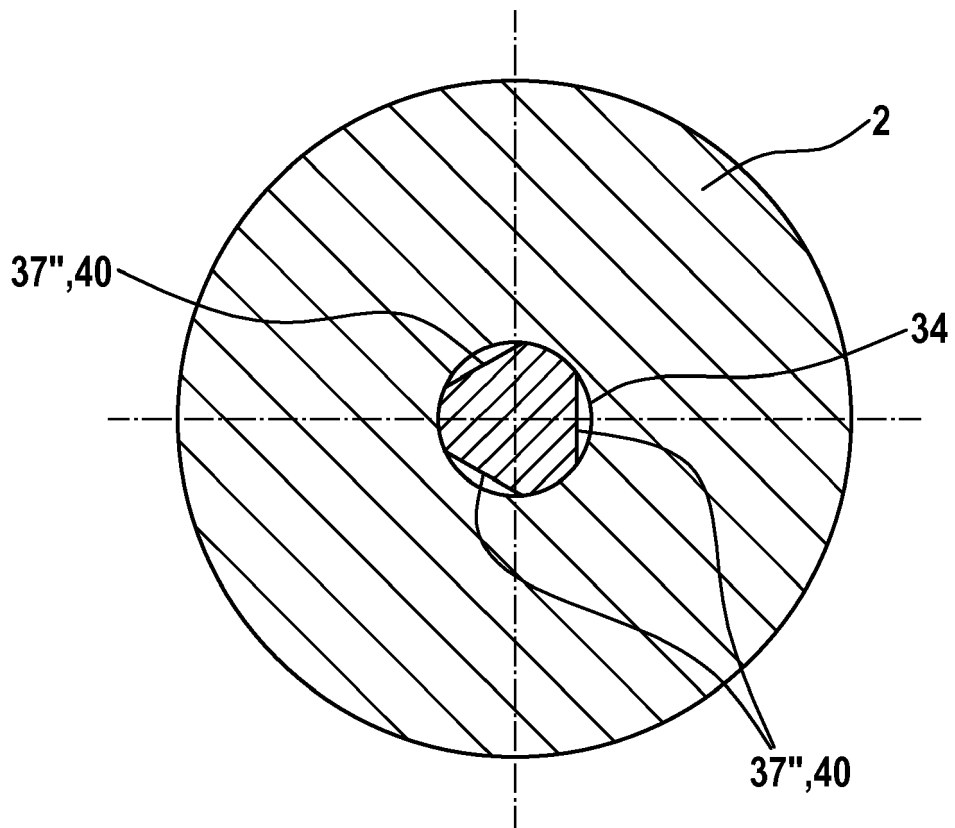


Fig. 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 18 8667

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2010 043306 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 3. Mai 2012 (2012-05-03) * Seite 4, Absatz 0033 - Seite 5, Absatz 0036; Abbildung 1 *	1-3,5-7	INV. F02M47/02 F02M57/00
X	DE 10 2010 044012 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 16. Mai 2012 (2012-05-16) * Seite 3, Absatz 0018 - Seite 4, Absatz 0020; Abbildungen 1,2 *	1-3,5,6	
X	DE 10 2009 002895 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 11. November 2010 (2010-11-11) * Seite 4, Absatz 0039 - Seite 5, Absatz 0043; Abbildung 1 *	1-3,5,6	
X	WO 2011/085867 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; RODRIGUEZ-AMAYA NESTOR [DE]; RUTHARDT SIEGFRIE) 21. Juli 2011 (2011-07-21) * Seite 5, Zeile 12 - Seite 6, Zeile 28; Abbildung 1 *	1-3,5,6	
X	DE 10 2011 078947 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 11. Oktober 2012 (2012-10-11) * Seite 4, Absätze 0024,0025; Abbildungen 1b,2 *	1-3,5,6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F02M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. Februar 2014	Prüfer Etschmann, Georg
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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 13 18 8667

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

14-02-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010043306 A1	03-05-2012	CN 103180588 A	26-06-2013
		DE 102010043306 A1	03-05-2012
		EP 2635783 A1	11-09-2013
		US 2013300422 A1	14-11-2013
		WO 2012059305 A1	10-05-2012

DE 102010044012 A1	16-05-2012	CN 103201498 A	10-07-2013
		DE 102010044012 A1	16-05-2012
		EP 2640955 A1	25-09-2013
		JP 2013542373 A	21-11-2013
		US 2013240639 A1	19-09-2013
		WO 2012065797 A1	24-05-2012

DE 102009002895 A1	11-11-2010	CN 102422012 A	18-04-2012
		DE 102009002895 A1	11-11-2010
		EP 2427650 A1	14-03-2012
		JP 2012526227 A	25-10-2012
		US 2012031376 A1	09-02-2012
		WO 2010127889 A1	11-11-2010

WO 2011085867 A1	21-07-2011	CN 102713234 A	03-10-2012
		DE 102010000827 A1	14-07-2011
		EP 2524132 A1	21-11-2012
		US 2012325936 A1	27-12-2012
		WO 2011085867 A1	21-07-2011

DE 102011078947 A1	11-10-2012	CN 103459820 A	18-12-2013
		CN 103477063 A	25-12-2013
		DE 102011078947 A1	11-10-2012
		DE 102011078953 A1	11-10-2012
		EP 2694794 A1	12-02-2014
		EP 2694795 A1	12-02-2014
		US 2014027534 A1	30-01-2014
		WO 2012136406 A1	11-10-2012
		WO 2012136767 A1	11-10-2012

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 102009046332 A1 [0004]