



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**03.10.2007 Patentblatt 2007/40**

(51) Int Cl.:  
**F02M 51/06 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **07102118.2**

(22) Anmeldetag: **12.02.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

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

(72) Erfinder: **Mattes, Patrick**  
**70569, Stuttgart (DE)**

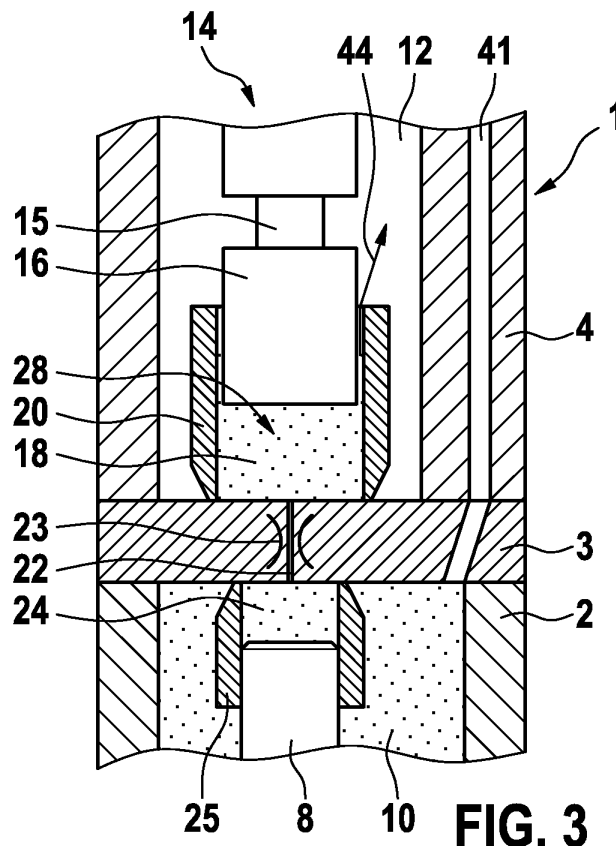
(30) Priorität: **28.03.2006 DE 102006014245**

(54) **Kraftstoffinjektor**

(57) Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor mit einem Injektorgehäuse (1), das einen Kraftstoffhochdruckzulauf aufweist, der mit einer zentralen Kraftstoffhochdruckquelle außerhalb des Injektorgehäuses (1) und mit einem Druckraum (10) innerhalb des Injektorgehäuses (1) in Verbindung steht, aus dem mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff in einen Brennraum einer

Brennkraftmaschine eingespritzt wird, wenn eine Düsennadel (8) öffnet, die durch einen hydraulischen Koppler, der mindestens einen mit Hochdruck beaufschlagten Kopplungsraum (18,24,28) aufweist, mit einem Aktor (14) gekoppelt ist.

Um die Herstellkosten für den Kraftstoffinjektor zu reduzieren, steht der Kopplungsraum (18,24,28) mit einem Druckentlastungsraum in Verbindung.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 9.

Stand der Technik

**[0002]** Bei herkömmlichen Kraftstoffinjektoren ist der hydraulische Koppler vollständig mit Hochdruck beaufschlagt.

Offenbarung der Erfindung

**[0003]** Aufgabe der Erfindung ist es, die Herstellkosten für einen Kraftstoffinjektor gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 zu reduzieren.

**[0004]** Die Aufgabe ist bei einem Kraftstoffinjektor mit einem Injektorgehäuse, das einen Kraftstoffhochdrucklauf aufweist, der mit einer zentralen Kraftstoffhochdruckquelle außerhalb des Injektorgehäuses und mit einem Druckraum innerhalb des Injektorgehäuses in Verbindung steht, aus dem mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt wird, wenn eine Düsennadel öffnet, die durch einen hydraulischen Koppler, der mindestens einen mit Hochdruck beaufschlagten Kopplungsraum aufweist, mit einem Aktor gekoppelt ist, dadurch gelöst, dass der Kopplungsraum mit einem Druckentlastungsraum in Verbindung steht. Bei dem Aktor handelt es sich vorzugsweise um einen Piezoaktor. Der hydraulische Koppler dient dazu, den Hub und/oder die Kraft des Aktors zu übersetzen. Der Druckentlastungsraum ist drucklos oder weist einen Druck auf, der auch als Niederdruck bezeichnet wird und deutlich geringer als der Hochdruck ist. Durch die Anbindung an den Druckentlastungsraum wird das Druckniveau in dem Kopplungsraum vorzugsweise bis nahe an den Öffnungsdruck der Düsennadel gezielt abgesenkt. Das liefert den Vorteil, dass die Länge des Aktors um 20 bis 30 Prozent reduziert werden kann. Dadurch kann die gesamte Baulänge des Injektors verringert werden.

**[0005]** Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftstoffinjektors ist dadurch gekennzeichnet, dass der Kopplungsraum von einem Kopplerkolben begrenzt ist, der mechanisch mit dem Aktor gekoppelt ist. Auf der gegenüberliegenden Seite wird der Kopplungsraum von dem brennraumfernen Ende der Düsennadel begrenzt. Der Kopplungsraum kann auch in mehrere Kopplungsräume unterteilt sein, die miteinander in Verbindung stehen und auch als Teilkopplungsräume bezeichnet werden.

**[0006]** Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftstoffinjektors ist dadurch gekennzeichnet, dass der Aktor und der Kopplerkolben in einem Aktorraum angeordnet sind, der mit dem Druckentlastungsraum in Verbindung steht. Das liefert den Vorteil, dass der Aktor nicht hochdruckfest ausgelegt werden muss.

**[0007]** Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftstoffinjektors ist dadurch gekennzeichnet, dass der Kopplungsraum von einer Kopplungsraumbegrenzungshülse begrenzt ist, die an dem brennraumnahen Ende des Kopplerkolbens geführt ist. Die Kopplungsraumbegrenzungshülse ist vorzugsweise durch eine Federeinrichtung gegen ein Teil des Injektorgehäuses vorgespannt.

**[0008]** Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftstoffinjektors ist dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Kopplerkolben und der Kopplungsraumbegrenzungshülse ein definiertes Führungsspiel vorgesehen ist. Dadurch wird auf einfache Art und Weise eine gezielte Druckabsenkung in dem Kopplungsraum ermöglicht. Zum gleichen Zweck kann die Kopplungsraumbegrenzungshülse oder der Kopplerkolben auch mit einem Druckentlastungskanal ausgestattet sein, der eine Drossel aufweist und in den Aktorraum mündet.

**[0009]** Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftstoffinjektors ist dadurch gekennzeichnet, dass der Kopplungsraum mit einem weiteren Kopplungsraum in Verbindung steht, der von dem brennraumfernen Ende der Düsennadel begrenzt ist. Der weitere Kopplungsraum wird vorzugsweise von einer Düsennadelhülse begrenzt, die an dem brennraumfernen Ende der Düsennadel geführt ist.

**[0010]** Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftstoffinjektors ist dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung zwischen den Kopplungsräumen mit einer Drossel ausgestattet ist. Über die Drossel kann die Öffnungsbewegung der Düsennadel gezielt beeinflusst werden.

**[0011]** Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kraftstoffinjektors ist dadurch gekennzeichnet, dass in dem Injektorgehäuse ein Hochdruckkanal ausgespart ist, durch den mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff in den Druckraum gelangt. Bei dem Hochdruckkanal handelt es sich zum Beispiel um eine Bohrung, die parallel zu dem Aktorraum verläuft.

**[0012]** Bei einem Verfahren zum Einspritzen von mit Hochdruck beaufschlagtem Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem vorab beschriebenen Kraftstoffinjektor, ist die oben bezeichnete Aufgabe dadurch gelöst, dass das Druckniveau in dem Kopplungsraum gezielt abgesenkt wird, bevor der Aktor seine Wirkung entfaltet. Der Einspritzvorgang umfasst eine erste Phase, in welcher der Druck in dem Kopplungsraum abgesenkt wird, und eine zweite Phase, in welcher die Düsennadel öffnet. Um den Druckabfall in dem Kopplungsraum zu erzeugen, werden bei herkömmlichen Injektoren circa 20 bis 30 Prozent des Aktorhubs benötigt. Sobald der Öffnungsdruck erreicht ist, öffnet die Düsennadel. Durch die gezielte, dauerhafte Absenkung des Druckniveaus in dem Kopplungsraum verringert sich der benötigte Aktorhub.

**[0013]** Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass das Druckniveau in dem Kopplungsraum bis nahe an den Öff-

nungsdruck der Düsennadel abgesenkt wird.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0014]** Es zeigen:

Figur 1 eine vereinfachte, ausschnittsweise Darstellung eines Kraftstoffinjektors im Längsschnitt, wobei der Aktorraum mit Hochdruck beaufschlagt ist;

Figur 2 drei kartesische Koordinatendiagramme, in denen der Aktorhub, der Druck im Kopplungsraum und der Nadelhub des in Figur 1 dargestellten Kraftstoffinjektors über der Zeit aufgetragen sind;

Figur 3 eine ähnliche Darstellung wie in Figur 1 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung und

Figur 4 drei kartesische Koordinatendiagramme, in denen der Aktorhub, der Druck im Kopplungsraum und der Nadelhub des in Figur 3 dargestellten Kraftstoffinjektors über der Zeit aufgetragen sind.

#### Ausführungsform der Erfindung

**[0015]** In Figur 1 ist ein Kraftstoffinjektor mit einem Injektorgehäuse 1 ausschnittsweise und im Längsschnitt dargestellt. Das Injektorgehäuse 1 umfasst einen Düsenkörper 2, der mit seinem unteren (abgeschnitten dargestellten) freien Ende in einen Brennraum einer mit Kraftstoff zu versorgenden Brennkraftmaschine ragt. Mit seiner oberen brennraumfernen Stirnfläche ist der Düsenkörper 2 mittels einer (nicht dargestellten) Spannmutter axial gegen den Zwischenkörper 3 und einen Injektorkörper 4 gespannt, der auch als Haltekörper bezeichnet wird. Der Haltekörper 4 hat im Wesentlichen die Gestalt einer kreiszylindermantelförmigen Hülse, deren eine Stirnseite durch den Zwischenkörper 3 geschlossen ist.

**[0016]** In dem Düsenkörper 2 ist eine Düsennadel 8 axial verschiebbar geführt. Die (nicht dargestellte) Spitze der Düsennadel wirkt mit einem Dichtsitz zusammen, um Spritzlöcher in Abhängigkeit von der Stellung der Düsennadel 8 freizugeben und zu verschließen. Die Düsennadel ist vorzugsweise mit einer Druckschulter ausgestattet, die in einem Druckraum 10 des Injektorgehäuses angeordnet ist. Der Druckraum 10 steht über einen (nicht dargestellten) Hochdruckverbindungskanal mit einem Aktorraum 12 in Verbindung, der wiederum über einen Zulaufkanal oder eine Zulaufleitung mit einer Kraftstoffhochdruckquelle in Verbindung steht, die auch als Common Rail bezeichnet wird.

**[0017]** Der Kraftstoffinjektor wird mit einem Piezoaktor 14 betätigt, der unter Zwischenschaltung eines Ausgleichselements 15 mechanisch mit einem Kopplerkol-

ben 16 gekoppelt ist. Die brennraumnahe Stirnfläche des Kopplerkolbens 16 begrenzt einen Teilkopplungsraum 18 in axialer Richtung. In radialer Richtung ist der Teilkopplungsraum 18 durch eine Kopplungsraumbegrenzungshülse 20 begrenzt, die an dem Kopplerkolben 16 geführt und durch eine Druckfeder vorgespannt ist. Der Teilkopplungsraum 18 steht über einen Verbindungskanal 22, der mit einer Drossel 23 ausgestattet ist, mit einem weiteren Teilkopplungsraum 24 in Verbindung. Der weitere Teilkopplungsraum 24 wird in axialer Richtung durch das brennraumferne Ende der Düsennadel 8 begrenzt. In radialer Richtung ist der weitere Teilkopplungsraum 24 durch eine Düsennadelhülse 25 begrenzt. Die beiden Teilkopplungsräume 18 und 24 bilden zusammen einen Kopplungsraum 28 eines hydraulischen Kopplers.

**[0018]** Im Ruhezustand des Kraftstoffinjektors herrscht in dem Kopplungsraum 28 Hochdruck, der auch als Raildruck bezeichnet wird. Der Hochdruck wirkt auf die brennraumferne Stirnfläche der Düsennadel 8. Der Piezoaktor 14 ist im Ruhezustand des Kraftstoffinjektors aufgeladen und hat seine maximale Längsausdehnung. Zur Ansteuerung des Kraftstoffinjektors wird der Piezoaktor 14 entladen und zieht sich dabei zurück. Der Druck in den Teilkopplungsräumen 18 und 24 fällt ab und die Düsennadel 8 öffnet, das heißt, hebt von ihrem Düsennadelsitz ab. Vorzugsweise ist ein Nadelanschlag zur Hubbegrenzung vorgesehen.

**[0019]** In Figur 2 sind der Aktorhub  $U$ , der Kopplungsraumdruck  $p_K$  und der Nadelhub  $N$  des in Figur 1 dargestellten Kraftstoffinjektors über der Zeit  $t$  aufgetragen. Der Einspritzvorgang des Kraftstoffinjektors teilt sich in eine erste Phase, in welcher der Druck in dem Kopplungsraum 28 abgesenkt wird, und in eine zweite Phase, in der die Düsennadel 8 öffnet. Um den Druckabfall in dem Kopplungsraum 28 zu erzeugen, werden circa 20 bis 30 Prozent des Aktorhubs  $U$  benötigt. Sobald der Öffnungsdruck erreicht wird, springt die Düsennadel 8 auf.

**[0020]** Bei dem in Figur 1 dargestellten Kraftstoffinjektor ist der hydraulische Koppler vollständig von Hochdruck umgeben. Das führt dazu, dass der Druck in dem Kopplungsraum 28 aktiv durch den Aktorhub abgesenkt werden muss, damit die Düsennadel 8 öffnet.

**[0021]** In Figur 3 ist ein ähnlicher Kraftstoffinjektor wie in Figur 1 ausschnittsweise im Längsschnitt dargestellt. Zur Bezeichnung gleicher Teile werden die gleichen Bezugszeichen verwendet. Um Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die vorangegangene Beschreibung der Figur 1 verwiesen. Im Folgenden wird hauptsächlich auf die Unterschiede zwischen den beiden Kraftstoffinjektoren eingegangen.

**[0022]** Bei dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel steht der Druckraum 10 über einen Hochdruckkanal 41, der sich durch den Injektorkörper 4 und den Zwischenkörper 3 erstreckt, mit dem (nicht dargestellten) Kraftstoffhochdruckanschluss des Kraftstoffinjektors in Verbindung. Gemäß einem wesentlichen Aspekt der Erfindung ist der Aktorraum 12 bei dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel nicht mit Hochdruck beauf-

schlagt, sondern über einen (nicht dargestellten) Druckentlastungskanal mit einem Druckentlastungsraum verbunden. Der Aktorraum 12 ist zum Beispiel an einen drucklosen Leckölkreis angebunden.

**[0023]** Durch einen Pfeil 44 ist angedeutet, dass der Teilkopplungsraum 18 mit dem Aktorraum 12 in Strömungsverbindung steht, so dass Kraftstoff aus dem Teilkopplungsraum 18 über den Aktorraum 12 in den Druckentlastungsraum entweichen kann. Dadurch wird der Druck in dem Kopplungsraum 28 dauerhaft abgesenkt. Gemäß einem wesentlichen Aspekt der Erfindung wird das Druckniveau in dem Kopplungsraum 28 bis nahe an den Öffnungsdruck der Düsennadel abgesenkt. Die Einstellung dieses abgesenkten Drucks erfolgt vorzugsweise durch ein definiertes Führungsspiel zwischen der Kopplungsraumbegrenzungshülse 20 und dem Kopplerkolben 16. Zusätzlich oder alternativ können aber auch in dem Kopplerkolben 16 und/oder der Kopplungsraumbegrenzungshülse 20 gedrosselte Verbindungskanäle vorgesehen werden, die den Teilkopplungsraum 18 mit dem Aktorraum 12 verbinden.

**[0024]** In Figur 4 sind der Kopplungsraumdruck  $p_K$  und der Nadelhub  $N$  des in Figur 3 dargestellten Kraftstoffinjektors über der Zeit  $t$  aufgetragen. Durch eine gestrichelte Linie 50 ist der Ausgangsdruck in dem Kopplungsraum eines herkömmlichen Kraftstoffinjektors angedeutet. Durch  $\Delta p$  ist in Figur 4 angedeutet, dass der Ausgangsdruck in dem Kopplungsraum 28 des in Figur 3 dargestellten Kraftstoffinjektors deutlich geringer als bei einem herkömmlichen Injektor ist. Dadurch kann die benötigte Aktorlänge um 20 bis 30 Prozent reduziert werden. Die reduzierte Aktorlänge wirkt sich positiv auf die Baulänge des Injektors aus. Darüber hinaus kann ein zur Steuerung des Kraftstoffinjektors verwendetes Steuergerät aufgrund der verkürzten Aktorlänge ebenfalls kostengünstiger hergestellt werden, da günstigere Endstufenelemente verwendet werden können.

## Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor mit einem Injektorgehäuse (1), das einen Kraftstoffhochdruckzulauf aufweist, der mit einer zentralen Kraftstoffhochdruckquelle außerhalb des Injektorgehäuses (1) und mit einem Druckraum (10) innerhalb des Injektorgehäuses (1) in Verbindung steht, aus dem mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine eingespritzt wird, wenn eine Düsennadel (8) öffnet, die durch einen hydraulischen Koppler, der mindestens einen mit Hochdruck beaufschlagten Kopplungsraum (18,24,28) aufweist, mit einem Aktor (14) gekoppelt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kopplungsraum (18,24,28) mit einem Druckentlastungsraum in Verbindung steht.

2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1, **dadurch ge-**

**kennzeichnet, dass** der Kopplungsraum (18,24,28) von einem Kopplerkolben (16) begrenzt ist, der mechanisch mit dem Aktor (14) gekoppelt ist.

3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aktor (14) und der Kopplerkolben (16) in einem Aktorraum (12) angeordnet sind, der mit dem Druckentlastungsraum in Verbindung steht.

4. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kopplungsraum (18,24,28) von einer Kopplungsraumbegrenzungshülse (20) begrenzt ist, die an dem brennraumnahen Ende des Kopplerkolbens (16) geführt ist.

5. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Kopplerkolben (16) und der Kopplungsraumbegrenzungshülse (20) ein definiertes Führungsspiel vorgesehen ist, das eine gezielte Druckabsenkung in dem Kopplungsraum ermöglicht.

6. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kopplungsraum (18) mit einem weiteren Kopplungsraum (24) in Verbindung steht, der von dem brennraumfernen Ende der Düsennadel (8) begrenzt ist.

7. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindung zwischen den Kopplungsräumen (18,24) mit einer Drossel (23) ausgestattet ist.

8. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Injektorgehäuse (1) ein Hochdruckkanal (41) ausgespart ist, durch den mit Hochdruck beaufschlagter Kraftstoff in den Druckraum (10) gelangt.

9. Verfahren zum Einspritzen von mit Hochdruck beaufschlagtem Kraftstoff in einen Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckniveau in dem Kopplungsraum (18,24,28) gezielt gesenkt wird, bevor der Aktor (14) seine Wirkung entfaltet.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Druckniveau in dem Kopplungsraum (18,24,28) bis nahe an den Öffnungsdruck der Düsennadel (8) abgesenkt wird.

