

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 013 919 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.06.2000 Patentblatt 2000/26

(51) Int. Cl.⁷: **F02M 47/02**

(21) Anmeldenummer: **99124112.6**

(22) Anmeldetag: **02.12.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **22.12.1998 DE 19859537**

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

(72) Erfinder:

- **Egler, Walter
70839 Gerlingen (DE)**
- **Boehland, Peter
71711 Steinheim (DE)**
- **Betz, Lorenz
96138 Burgebrach (DE)**
- **Hentschel, Ralf
81477 München (DE)**

(54) **Kraftstoffeinspritzventil**

(57) Kraftstoffeinspritzventil für eine Hochdruckeinspritzung von Kraftstoff aus einer zentralen Hochdruckleitung in Brennräume einer Verbrennungskraftmaschine, das ein Schaltventil mit einem Ventilsitz (51) und einer Ventilkugel (50) umfasst, wobei die Ventilkugel (50) in geöffnetem Zustand mittels eines Hochdruckstrahls, der von einem mit einer zentralen Hochdruckleitung in Wirkverbindung stehenden Druckraum (20) aus einer Drosselbohrung (15) gespeist ist, vom Ventilsitz (51) abgehoben ist. Der Übergang von der Drosselbohrung (15) zum Ventilsitz (51) ist als Diffusor ausgebildet.

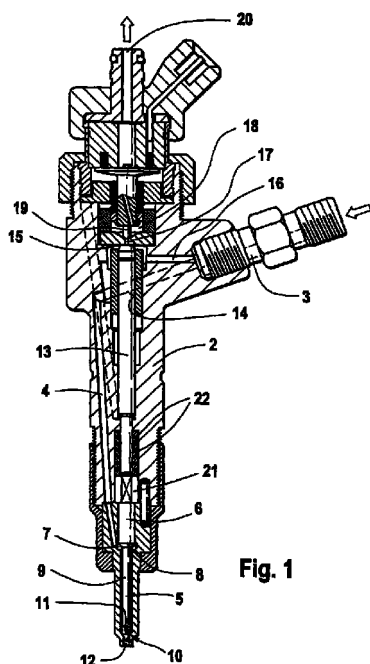
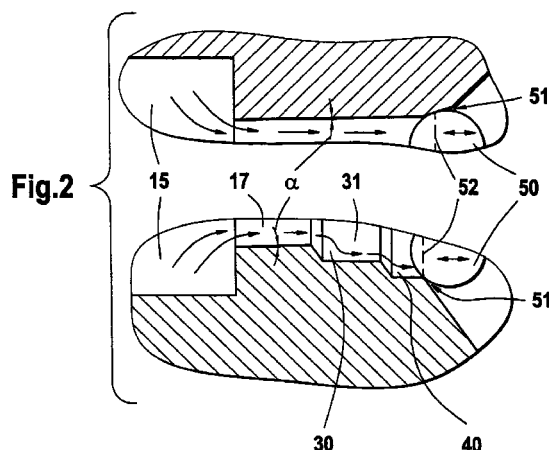


Fig. 1

EP 1 013 919 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzventil gemäß der Gattung des Patentanspruchs aus, wie es durch die EP-0 690 223 A2 bekannt ist.

[0002] Bei sogenannten Common Rail Systemen werden die Einspritzdüsen für die verschiedenen Zylinder des Motors aus einer zentralen Hochdruckleitung mit Kraftstoff versorgt. Damit möglichst niedrige Abgaswerte, niedriger Kraftstoffverbrauch und ein ruhiger Motorlauf gewährleistet sind, müssen alle Einspritzventile den Kraftstoff exakt gleich in den Motor einspritzen. Dies kann nur gewährleistet werden, wenn alle Einspritzventile zum exakt gleichen Zeitpunkt bei einem Betriebspunkt das gleiche Öffnungsverhalten besitzen.

[0003] Zur genauen Steuerung des Einspritzvorganges mit Common Rail Systemen sind daher im Stand der Technik elektromagnetische oder piezosteuerte Ventile bekannt, die sich vor dem eigentlichen Einspritzventil befinden. Bei einem solchen Kraftstoffeinspritzventil wird die Düsennadel über einen Steuerkolben bewegt. Der Steuerkolben wird über den Druck im Steuerraum bewegt. Die Präzision des Einspritzvorganges wird von der Bewegung des Steuerkolbens bestimmt, die vom Druck im Steuerraum und damit vom Durchfluß durch Drosseln und ein Schaltventil abhängt.

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt daher das Problem zugrunde, ein Kraftstoffeinspritzventil für eine Hochdruckeinspritzung von Kraftstoff aus einer zentralen Hochdruckleitung in Brennräume zu schaffen, bei welchem der Öffnungs- und Schließvorgang des Schaltventils und der durchgeflossene Kraftstoff durch das Schaltventil möglichst genau kontrollierbar wird.

Vorteile der Erfindung

[0005] Das erfindungsgemäße Kraftstoffventil mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß der hydraulische Durchfluß durch das Schaltventil auch bei niedrigem Raildruck und kleinem Ventilhub genau vorgebar ist. Dazu wird die Strömung vor dem Schaltventil mit einer speziell gestalteten Drosselgeometrie gezielt eingeschnürt und erweitert. Nach der Kontraktion durch den Drosseleinlauf breitet sich die Kraftstoffströmung bei der erfindungsgemäßen Drosselgeometrie so in Richtung der Drosselwand aus, daß durch optimale Druckdifferenz am Ventil der hydraulische Durchfluß erhöht und die Öffnungsbewegung der Ventilkugel vom Ventilsitz weg unterstützt wird.

[0006] Durch die vorteilhafte Ausführung der Drossel wird der Strömungswiderstand herabgesetzt, so daß es schon bei kleinem Schaltventilhub und kleinem Raildruck zu einem hohen Durchfluß kommt. Der hohe Durchfluß führt im Einlauf in die Drossel zu hoher Strömungsgeschwindigkeit.

[0007] Deshalb fällt dort der statische Druck bis auf den Dampfdruck des Kraftstoffes ab, und es kommt zu Dampfbildung, d.h. Kavitation. Durch diesen Effekt, der

mit der erfindungsgemäßen Drosselgeometrie bei möglichst kleinen Raildrücken und Schaltventilhuben eintritt, ist der hydraulische Durchfluß nur noch vom Druck vor der Drossel und der Einlaufgeometrie bestimmt (bei konstanter Kraftstofftemperatur und konstantem Kraftstofftyp) und ist unabhängig vom Ventilhub. Aufgrund des definierten hydraulischen Durchflusses wird der über die entsprechenden Schaltventile elektronisch gesteuerte Einspritzbeginn mehrerer Einspritzdüsen, die von einer gemeinsamen Hochdruckleitung versorgt werden, zuverlässig synchronisiert.

[0008] In den abhängigen Ansprüchen aufgeführte Maßnahmen definieren vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des in Anspruch 1 angegebenen Kraftstoffeinspritzventils.

[0009] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Durchmesser des Diffusors beim Übergang in den Kegelsitz nur geringfügig kleiner als der Sitzdurchmesser. Dadurch wird ein möglichst großer hydraulischer Querschnitt des Ventils beim Abheben der Ventilkugel erreicht.

Zeichnung

[0010] Die Erfindung ist anhand von Fig. 1 und 2 näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: eine Schnittansicht eines gesamten Common Rail Injektors; und
Fig. 2 die beiden Ausführungsformen der Erfindung.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

[0011] In Fig. 1 ist ein Injektor dargestellt. Das Kraftstoffeinspritzventil weist ein Gehäuse 2 auf, das mit einem Anschluß 3 zur Zuführung von auf Einspritzdruck gebrachtem Kraftstoff aus einem nicht weiter gezeigten Kraftstoffhochdruckspeicher verbunden ist. In dem Gehäuse 2 des Kraftstoffeinspritzventils ist eine Einspritzventilnadel 5 angeordnet, die einen Führungsabschnitt 6 aufweist, der über eine innerhalb des Druckraumes 7 liegende Schulter in einem im Durchmesser kleineren Teils 9 der Einspritzventilnadel übergeht. Am Ende dieses im Durchmesser kleineren Teils 9 weist dieser eine konisch Dichtfläche 10 auf, die mit einem Ventilsitz 11 zusammenwirkt und dabei die Einspritzöffnungen 12 je nach Stellung der Einspritzventilnadel öffnet oder schließt.

[0012] Der Druckraum 7 ist über eine Druckleitung 4 ständig mit dem Anschluß 3 verbunden, so daß der Druckraum 7 ständig unter hohem Einspritzdruck steht. Die Nadel 5 wird über das Druckstück 21 und den Steuerkolben 13 gesteuert. Der Steuerkolben taucht in einen Zylinder 14 ein, in dem er stirnseitig einen Steuerdruckraum 15 einschließt. Dieser steht über eine Drosselbohrung 16 in ständiger Verbindung mit dem

Anschluß 3. Weiterhin führt vom Steuerdruckraum 15 eine Drosselbohrung 17 ab, deren Austritt über ein elektrisches Ventil 19 in einen Entlastungsraum 18 mündet. Der Durchfluß durch die Drosselbohrung 17 wird über das elektrische Ventil 19 gesteuert. Der Entlastungsraum ist über einen Ablaufstutzen 20 am Gehäuse 2 mit einem Rücklauf verbunden.

[0013] Im Betrieb wird das oben beschriebenen Kraftstoffeinspritzventil von dem Kraftstoffhochdruckspeicher über den Anschluß 3 mit Hochdruck versorgt. Dieser ist bestrebt, in Einwirkung auf die Schulter 9 die Kraftstoffeinspritzventilnadel 5 anzuheben, so daß aus dem Druckraum 7 entlang des im Durchmesser kleineren Teils 9 der Einspritzventilnadel Kraftstoff zu den Einspritzöffnungen 12 fließen und dort austreten kann. Diesem Öffnen wirkt die Feder 18 entgegen, die allein jedoch nicht ausreicht, die Einspritzventilnadel 5 bei im Druckraum 7 anstehenden Kraftstoffhochdruck in Schießstellung zu halten, dies aber bei fehlendem Kraftstoffhochdruck tut. Die Aufgabe des Schließens übernimmt weiterhin der Druck im Steuerdruckraum 15, der bei geschlossenem elektrisch betätigten Ventil 19 gleich ist wie der Druck im Druckraum 7. Aufgrund der größeren Stirnfläche des Steuerkolbens 14 überwiegt die Schließkraft und das Ventil bleibt geschlossen. Zur Auslösung der Einspritzung wird das elektrisch betätigte Ventil 19 geöffnet, so daß der Druckraum 15 abgekoppelt durch die Drosselbohrung 16 entlastet wird und somit die Öffnungskraft auf die Schulter 8 überwiegt. Zur Beendigung des Einspritzvorgangs wird das elektrisch betätigte Ventil 10 wieder geschlossen.

In Fig. 2 sind die beiden Ausführungsformen der Erfindung im Schnitt gezeigt. Der obere Teil zeigt eine Ausführungsform mit einer sich in Strömungsrichtung konisch bis zum Kegelsitz des Kugelventils 50 erweiternden Drosselbohrung 31. Die Konuswinkel α werden auf maximalen Druckrückgewinn in der Strömung ausgelegt. Der untere Teil zeigt eine Ausführungsform bei ebenfalls durch die sich in Strömungsrichtung konisch mit dem Winkel α erweiternde Drosselbohrung 17 und zwei in Reihe geschaltene Diffusoren 30 und 40 maximaler Druckrückgewinn erzeugt wird.

[0014] Der Kraftstoff strömt beim Einspritzen aus dem Druckraum 15 in die Drosselbohrung 17 oder 31 und gewinnt dabei an Geschwindigkeit. Gleichzeitig verringert sich der statische Druck in der Strömung. Im Bereich des Diffusors 30 liegt die Strömung an der Wandung an (vergl. schematische Darstellung der Kraftstoffströmung durch Pfeile in Fig. 1), weitet sich auf und wird gleichzeitig abgebremst. Der zweite Diffusor 40 verstärkt diesen Vorgang, wodurch der statische Druck innerhalb der Strömung in Strömungsrichtung ansteigt. Dieser erhöhte statische Druck unterstützt beim Öffnen des Schaltventils die Bewegung der Ventilkugel 50 in Strömungsrichtung und beschleunigt daher die Zunahme des Kraftstoffflusses durch das Schaltventil. Gleichzeitig verstärkt der erhöhte Kraftstofffluß die Kavitationsneigung am Anfang der Drossel.

[0015] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Durchmesser des zweiten Diffusors 40 nur geringfügig kleiner als der Durchmesser der Ventilsitzlinie 52 ausgebildet. Dadurch wird bei einer Bewegung der Ventilkugel 50 in Strömungsrichtung (vergl. Doppelpfeil in Fig. 1) ein maximaler Durchflußquerschnitt freigegeben.

[0016] Zur weiteren Verstärkung der Druckrückgewinnung und der Kavitationsneigung ist bevorzugt ferner die Drosselbohrung 15 leicht konisch in Strömungsrichtung erweitert und weist vorzugsweise einen Konuswinkel α bis zu 5° auf

[0017] Wie aus der Figur 1 deutlich zu erkennen ist, sind die Drosselbohrung 17, die beiden Diffusoren 30, 40 oder 31 und der Ventilsitz 51 kollinear ausgerichtet und bilden insgesamt einen Trichter, dessen breitere Öffnung durch die Ventilkugel 50 verschlossen bzw. geöffnet wird.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil für eine Hochdruckeinspritzung von Kraftstoff aus einer zentralen Hochdruckleitung in Brennräume einer Verbrennungskraftmaschine, das ein Schaltventil (19) mit einem Ventilsitz (51) und einer Ventilkugel (50) umfaßt, wobei die Ventilkugel (50) in geöffnetem Zustand, der von einem mit einer zentralen Hochdruckleitung in Wirkverbindung stehenden Druckraum (15) aus einer Drosselbohrung (17 oder 31) gespeist ist, vom Ventilsitz (51) abgehoben ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Übergang vom Drosseleinlauf zum Ventilsitz (51) als Diffusor ausgebildet ist.
2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Diffusor als konischer Diffusor (31), als Stufendiffusor (30, 40) oder als Kombination aus beiden ausgebildet ist, wobei der Diffusor so ausgebildet ist, daß sich die Kraftstoffströmung im wesentlichen an deren Wandung anlegt.
3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser beim Übergang in den Sitzkegel vorzugsweise nur geringfügig kleiner als der Sitzdurchmesser (51) ist.
4. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Diffusor so ausgebildet ist, daß sich die Strömung an die Wand anlegt und ein möglichst großer Druckrückgewinn erreichbar ist.
5. Kraftstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Drosselbohrung, der gesamte Diffusor (40) und der Ventilsitz (51) einen Trichter ausbilden, gegenüber

dessen Zentrumsöffnung die Ventilkugel bewegbar ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

