



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 541 861 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.06.2005 Patentblatt 2005/24

(51) Int Cl.7: **F02M 47/02, F02M 59/46**

(21) Anmeldenummer: **04106238.1**

(22) Anmeldetag: **02.12.2004**

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

(30) Priorität: **10.12.2003 DE 10357768**

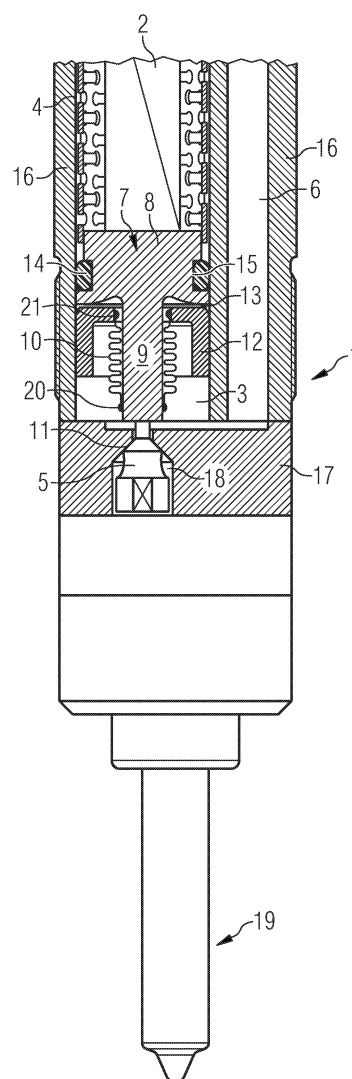
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Dick, Jürgen**
93164 Laaber (DE)
• **Lixl, Heinz**
93053 Regensburg (DE)
• **Simmet, Martin**
93077 Bad Abbach (DE)

(54) **Kraftstoffeinspritzventil**

(57) Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzventil (1) mit einer Vorrichtung zum Abdichten eines Aktors (2) gegen einen Leckageraum (3), wobei der Aktor (2) in einer Bohrung (4) angeordnet ist, mit einem mit dem Aktor (2) in Wirkverbindung stehenden Ventil (5) und mit einer mit dem Leckageraum (3) verbundenen Leckageabführung (6).

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass zwischen dem Aktor (2) und dem Leckageraum (3) ein in der Bohrung (4) axial verschiebbares Übertragungselement (7) angeordnet ist, das einen am Aktor (2) anliegenden ersten Bereich (8) und einen als Vorsprung ausgebildeten, dem Ventil (5) zugewandten zweiten Bereich (9) aufweist, dass ein Faltenbalg (10) mit einem ersten Ende am Vorsprung (9) und an einem zweiten Ende an einer Wandung der Bohrung (4) umlaufend dicht befestigt ist, so dass der Faltenbalg (10) den Aktor (2) gegen den Leckageraum (3) abdichtet.



EP 1 541 861 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kraftstoffeinspritzventil mit einer Vorrichtung zum Abdichten eines Aktors gegen einen Leckageraum, wobei der Aktor in einer Bohrung angeordnet ist, mit einem mit dem Aktor in Wirkverbindung stehenden Ventil und mit einer mit dem Leckageraum verbundenen Leckageabführung.

[0002] Es ist allgemein bekannt, dass bei der Kraftstoffversorgung von Brennkraftmaschinen zunehmend Kraftstoffeinspritzventile (Einspritzventile) verwendet werden, die mit hohen Einspritzdrücken und schnellen Schaltgeschwindigkeiten arbeiten. Über eine Kraftstoffleitung gelangt der Kraftstoff in das Kraftstoffeinspritzventil, wobei die Injektion des Kraftstoffes in den Verbrennungsraum der Brennkraftmaschine über die Betätigung einer Düsennadel - entweder über eine nach Außen öffnende oder nach Innen öffnende Düsennadel - erfolgt. Zur Betätigung der Düsennadel sind elektrisch ansteuerbare Aktoren vorgesehen. Um ausreichend schnelle Schaltgeschwindigkeiten zu erzielen, hat sich der Einsatz von piezoelektrischen Aktoren als vorteilhaft erwiesen. Das Kraftstoffeinspritzventil ist im allgemeinen so ausgelegt, dass die im piezoelektrischen Aktor hervorgerufene Längenänderung auf ein Servoventil übertragen wird, das wiederum die Düsennadel ansteuert beziehungsweise öffnet oder schließt.

[0003] Um den hochempfindlichen Aktor gegen eine Kraftstoffleckage zu schützen, welches beispielsweise Kurzschlüsse des Aktors hervorrufen könnte, ist gemäß der DE 195 48 526 A1 ein Bereich des Kraftstoffeinspritzventils mit sich unter einem hohen Druck befindenden Kraftstoff über eine als Dichtungsring ausgebildete Dichtung gegenüber dem Aktor abgedichtet. Besonders nachteilig ist jedoch, dass im Betrieb des Kraftstoffeinspritzventils der Dichtungsring die Abdichtung des sich unter hohem Druck befindlichen Kraftstoffes nur bedingt und aufgrund von Verschleiß nur kurzfristig gewährleisten kann, welches insbesondere im Dauerbetrieb des Kraftstoffeinspritzventils bei einer hohen Anzahl an Einspritzvorgängen Probleme verursachen kann.

[0004] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Kraftstoffeinspritzventil bereitzustellen, bei dem die angeführten Nachteile beseitigt werden, insbesondere der Aktor zuverlässig vor Kraftstoffleckagen abgedichtet ist. Des Weiteren sollte sich das Kraftstoffeinspritzventil durch eine hohe Lebensdauer auszeichnen.

[0005] Diese Aufgabe wird durch ein Kraftstoffeinspritzventil mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0006] Erfindungsgemäß umfasst das Kraftstoffeinspritzventil zwischen dem Aktor und dem Leckageraum ein in der Bohrung axial verschiebbares Übertragungselement. Hierbei weist das Übertragungselement einen am Aktor anliegenden ersten Bereich und einen als Vorsprung ausgebildeten, dem Ventil zugewandten zweiten

Bereich auf. Zur Abdichtung des Aktors gegen den Leckageraum ist ein Faltenbalg mit einem ersten Ende am Vorsprung und an einem zweiten Ende an einer Wandung der Bohrung umlaufend dicht befestigt. Der am Vorsprung und an der Wandung der Bohrung angeordnete Faltenbalg gewährleistet, dass der einströmende Kraftstoff nicht in Kontakt mit dem Aktor kommt. Da der Faltenbalg an seinem zweiten Ende mit der nicht beweglichen Wandung der Bohrung befestigt ist, dehnt sich der Faltenbalg bei jeder Hubbewegung des Übertragungselementes beziehungsweise des Vorsprungs mit aus.

[0007] Vorzugsweise weist der Faltenbalg im Wesentlichen in seiner Grundform eine Zylinderform auf, wobei der Faltenbalg im Querschnitt einen gewellten Verlauf hat. In einer Ausführung der Erfindung kann der Faltenbalg aus Metall, vorzugsweise aus Stahl, bestehen, wodurch dieser eine ausreichende Elastizität in Bewegungsrichtung des Übertragungselementes und eine ausreichende Stabilität quer zur Bewegungsrichtung erhält. Darüber hinaus kann der metallische Faltenbalg mit dem vorzugsweise metallischen Vorsprung sowie mit der vorzugsweise aus Metall bestehenden Wandung stoffschlüssig, insbesondere über eine Schweißnaht, sicher und zuverlässig dichtend verbunden werden. Da während des Einspritzvorganges keine Reibung zwischen dem Faltenbalg und anderen Bauteilen auftritt, arbeitet diese erfindungsgemäße Abdichtung des Aktors annähernd verschleißfrei, welches bezüglich der Betriebssicherheit und der Lebensdauer des Kraftstoffeinspritzventils besonders vorteilhaft ist. Der Faltenbalg übt zwar eine unerwünschte Dämpfung der Aktorbewegung aus, die jedoch aufgrund ihres Betrages vernachlässigbar gering ist.

[0008] Bei einer Alternative der Erfindung ist ein Zwischenelement zwischen dem Aktor und dem Leckageraum in der Bohrung angeordnet. Das Zwischenelement, das mit einer Öffnung ausgebildet ist, liegt mit einer Außenwand abdichtend an der Innenwand der Bohrung an, wobei der Vorsprung sich durch die Öffnung erstreckt. Bei dieser Ausführungsform der Erfindung ist der Faltenbalg mit dem zweiten Ende am Zwischenelement, vorzugsweise im Bereich der Öffnung, umlaufend dicht befestigt und verhindert einen Kraftstofffluss vom Leckageraum durch die Öffnung des Zwischenelementes. Der Leckageraum ist durch den Faltenbalg sowie durch die vorzugsweise kraftschlüssige Verbindung des Zwischenelementes mit der Innenwand der Bohrung vom Aktor zuverlässig abgekapselt. Das Zwischenelement kann beispielsweise über einen Presssitz mit der Bohrung verbunden sein. Damit zuverlässig die vom Aktor ausgehende Kraft auf das Ventil übertragen werden kann, weist das Zwischenelement einen Abstand zum ersten Bereich des Übertragungselementes auf. Es sollte in diesem Zusammenhang darauf geachtet werden, dass während der Hubbewegung das Übertragungselement nicht das Zwischenelement kontaktiert. Ein Anschlagen des Übertragungselementes an das Zwi-

schenelement kann beispielsweise ein Verrutschen des Zwischenelementes aus seinem Sitz zur Folge haben, so dass eine zuverlässige Abdichtung des Aktors nicht mehr gewährleistet ist.

[0009] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung im Einzelnen beschrieben ist. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein. Hierbei zeigt die Figur 1 in einer Schnittansicht die wesentlichen Komponenten eines Kraftstoffeinspritzventils mit einer Vorrichtung zum Abdichten eines Aktors gegen einen Leckageraum.

[0010] Das Kraftstoffeinspritzventil 1 weist einen Aktor 2 auf, der in einer Bohrung 4 eines Gehäuses 16 angeordnet ist. Der aus piezoelektrischem Material bestehende Aktor 2 liegt unmittelbar an einem axial verschiebbaren Übertragungselement 7 an, welches im vorliegenden Ausführungsbeispiel mit einem ersten und einem zweiten Bereich 8, 9 ausgebildet ist. Der erste Bereich 8 kontaktiert den unteren Bereich des Aktors 2 und der zweite Bereich 9 ist als Vorsprung (Zapfen) ausgeführt, der im Wesentlichen die Form eines Zylinders aufweist. Der Vorsprung 9 liegt mit seinem freien Ende an einem innerhalb einer Ventilplatte 17 angeordneten Ventil 5 an, welches in Wirkverbindung mit dem Aktor 2 steht. Das Ventil 5 liegt an einem Ventilsitz 11 an und befindet sich in dem dargestellten Ausführungsbeispiel in einer Schließstellung. Das Ventil 5 dichtet hierbei einen Steuerraum 18 des Kraftstoffeinspritzventils 1 ab, in dem Kraftstoff mit hohem Druck vorliegt. Der Steuerraum 18 steht in Wirkverbindung mit einer Düsennadel, die abhängig von ihrer Position eine Einspritzung startet oder beendet. Der Druck im Steuerraum gibt die Lage der Düsennadel vor.

[0011] Zwischen dem ersten Bereich 8 des Übertragungselementes 7 und der Innenwand der Bohrung 4 ist ein ringförmiges Dichtungselement 14 angeordnet. Hierbei ist das Dichtungselement 14, welches in der dargestellten Figur 1 ein O-Ring ist, in einer der Innenwand der Bohrung 4 zugewandten Nut 15 des ersten Bereiches 8 des Übertragungselementes 7 aufgenommen. Der O-Ring 14 kann beispielsweise aus einem elastischen Material oder aus Metall bestehen und durch ein Einpressen in die Ringnut 15 so verformt werden, dass eine Abdichtung des Aktors 2 erzielt wird.

[0012] Eine wesentliche Aufgabe des O-Rings besteht in der Zentrierfunktion für das Übertragungselement und den Faltenbalg. Auf diese Weise können Querkrafteinflüsse auf den Faltenbalg reduziert und damit die Haltbarkeit verbessert werden.

[0013] In einem festgelegten Abstand zum ersten Bereich 8 befindet sich ein Zwischenelement 12, das in einem Presssitz an der Innenwand der Bohrung 4 befestigt ist. Bei dem dargestellten Kraftstoffeinspritzventil 1 beträgt der Abstand circa 0,5mm. Das als Pressring

ausgestaltete Zwischenelement 12 weist mittig eine Öffnung 13 auf, durch die der zylinderförmige Vorsprung 9 in ein zwischen dem Zwischenelement 12 und den Ventil 5 sich befindenden Leckageraum 3 ragt. Das Zwischenelement 12 sowie das Übertragungselement 7 bestehen im dargestellten Ausführungsbeispiel aus Metall. Das Zwischenelement 12 weist im Querschnitt eine Topfform auf, wobei die zylinderförmige Außenwand an der Innenwand der Bohrung 4 anliegt.

[0014] Ferner weist das Kraftstoffeinspritzventil 1 einen Faltenbalg 10 für eine zusätzliche Abdichtung des Aktors 2 gegen den Leckageraum 3 auf, der mit einem ersten Ende am Vorsprung 9 und an einem zweiten Ende am Zwischenelement 12 umlaufend dicht befestigt ist. Das zweite Ende des Faltenbalges 10 ist hierbei an der Öffnung 13 des Zwischenelementes 12 angeordnet.

[0015] Der aus Metall bestehende Faltenbalg 10, der im Querschnitt wellenförmig ausgebildet ist, ist mit dem Zwischenelement 12 sowie mit dem Vorsprung 9 durch eine Schweißnaht 20,21 verbunden, die beispielsweise in einem Laserschweißvorgang hergestellt wird. Es sind jedoch auch andere abdichtende Verbindungsmöglichkeiten denkbar, wie eine kraftschlüssige Verbindung, die beispielsweise durch eine Klemmverbindung erzielt werden kann. Die Länge des Faltenbalges 10 ist in der Weise gewählt, dass durch eine axiale Bewegung des Übertragungselementes 7 der Faltenbalg 10 sich elastisch verformt ohne im Wesentlichen eine Dämpfung der Aktorbewegung hervorzurufen. Einer der Vorteile einer Verwendung des Faltenbalges 10 ist, dass trotz großer Materialbelastungen aufgrund der hohen Schaltgeschwindigkeiten des Aktors 2 eine gute, dauerhaltbare Abdichtung des Aktors 2 gegen den Leckageraum 3 geschaffen wird. Des Weiteren weist der Faltenbalg 10 eine hohe Elastizität in bezug auf die Aktorlängsdehnung auf und benötigt wenig Raum, da dieser unmittelbar entlang der Erstreckung des Vorsprungs 9 anliegt, welches für eine kompakte Bauweise des Kraftstoffeinspritzventils 1 begünstigend sich auswirkt.

[0016] Wie die Figur 1 deutlich zeigt, ist der Leckageraum 3 durch die Innenwand der Bohrung 4, das Zwischenelement 12, den Faltenbalg 10, die Wandung der Ventilplatte 17 sowie durch das in Schließstellung sich befindende Ventil 5 begrenzt. Zum Steuern des Einspritzvorgangs wird durch den Aktor 2 das Ventil 5 geöffnet, so dass Kraftstoff aus dem Steuerraum 18 abfließt und die Düsennadel von einem Dichtsitz abgehoben wird und Kraftstoff vom Kraftstoffeinspritzventil abgegeben wird. Zum Beenden der Einspritzung wird das Ventil 5 geschlossen. Da der Steuerraum mit einem Zulauf verbunden ist, steigt der Druck wieder an und die Düsennadel wird auf den Dichtsitz gedrückt. Damit endet die Einspritzung. Um den während des Betriebes des Kraftstoffeinspritzventils 1 in den Leckageraum 3 einströmenden Kraftstoff abzuführen, ist der Leckageraum 3 zu einer Seite mit einer im Gehäuse 16 angeordneten Leckageabführung 6 verbunden.

[0017] Bei einer Aktivierung des Aktors 2 durch ein

Anlegen einer elektrischen Spannung verschiebt der Aktor 2 durch seine Längsdehnung das Übertragungselement 7, welches sich axial in Richtung des Ventils 5 bewegt. Der Abstand zwischen dem Zwischenelement 12 und dem ersten Bereich 8 des Übertragungselementes 7 ist hierbei so gewählt, dass es nicht zu einem Anschlag der zueinander gerichteten Flächen kommt. Durch die Bewegung des Übertragungselementes 7 führt der auf dem Ventil 5 anliegende Vorsprung 9 eine Hubbewegung aus und bewegt gleichzeitig das auf dem Sitz 11 angeordnete Ventil 5 von seiner Schließstellung in eine Offenstellung. Entsprechend der Hubbewegung dehnt sich der den Vorsprung 9 zumindest teilweise umfassende Faltenbalg 10 aus. Gleichzeitig strömt aus dem Steuerraum 18 über den offenen Ventilsitz 11 Kraftstoff in den Niederdruckbereich des Leckageraumes 3. Von dort aus wird der einströmende Kraftstoff über die Leckageabführung 6 abgeführt, ohne in jeglichen Kontakt mit dem Aktor 2 zu kommen.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil (1) mit einer Vorrichtung zum Abdichten eines Aktors (2) gegen einen Leckageraum (3), wobei der Aktor (2) in einer Bohrung (4) angeordnet ist, mit einem mit dem Aktor (2) in Wirkverbindung stehenden Ventil (5) und mit einer mit dem Leckageraum (3) verbundenen Leckageabführung (6), **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Aktor (2) und dem Leckageraum (3) ein in der Bohrung (4) axial verschiebbares Übertragungselement (7) angeordnet ist, das einen am Aktor (2) anliegenden ersten Bereich (8) und einen als Vorsprung ausgebildeten, dem Ventil (5) zugewandten zweiten Bereich (9) aufweist, dass ein Faltenbalg (10) mit einem ersten Ende am Vorsprung (9) und an einem zweiten Ende an einer Wandung der Bohrung (4) umlaufend dicht befestigt ist, so dass der Faltenbalg (10) den Aktor (2) gegen den Leckageraum (3) abdichtet.
2. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Zwischenelement (12) zwischen dem Aktor (2) und dem Leckageraum (6) in der Bohrung (4) angeordnet ist, dass das Zwischenelement (12) mit einer Außenwand abdichtend an der Innenwand der Bohrung (4) anliegt, dass das Zwischenelement (12) eine Öffnung (13) aufweist, dass sich der Vorsprung (9) durch die Öffnung (13) erstreckt, dass der Faltenbalg (10) mit dem zweiten Ende am Zwischenelement (12) umlaufend dicht befestigt ist, und dass das Zwischenelement (12) einen Abstand zum ersten Bereich (8) des Übertragungselementes (7) aufweist.
3. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zwischenele-

ment (12) kraftschlüssig mit der Bohrung (4) verbunden ist.

4. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zwischenelement (12) ein Pressring ist.
5. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach einem der oben genannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Faltenbalg (10) am Vorsprung (9) und an der Wandung der Bohrung (4) stoffschlüssig verbunden ist.
6. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach einem der oben genannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Faltenbalg (10) aus Metall besteht.
7. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach einem der oben genannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein ringförmiges Dichtungselement (14) zwischen dem ersten Bereich (8) des Übertragungselementes (7) und der Innenwand der Bohrung (4) angeordnet ist.
8. Kraftstoffeinspritzventil (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Bereich (8) mit einer Nut (15) ausgebildet ist, in der das Dichtungselement (14) aufgenommen ist.

