



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.11.2007 Patentblatt 2007/46

(51) Int Cl.:
F02M 51/00 (2006.01) **F02M 51/06** (2006.01)
F02M 63/00 (2006.01) **H01L 41/053** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06009556.9**

(22) Anmeldetag: **09.05.2006**

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

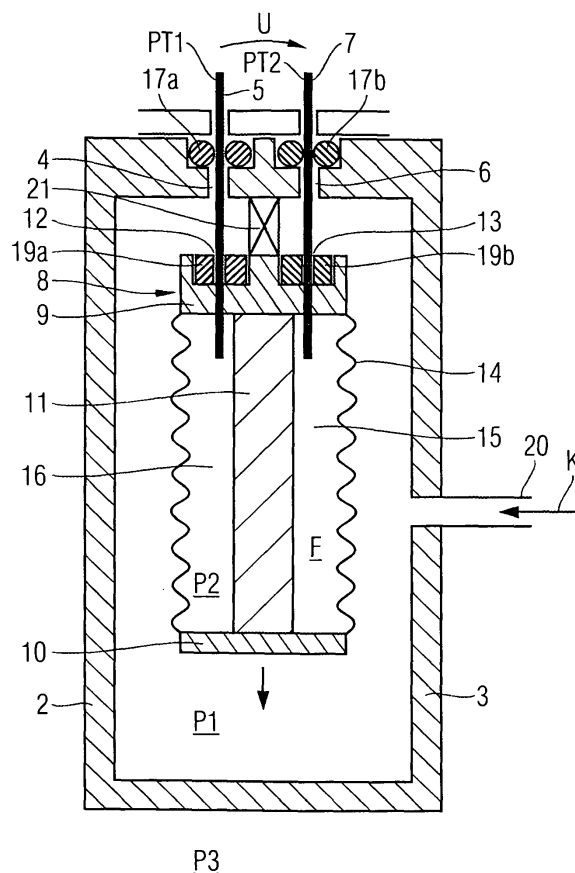
(72) Erfinder: **Pirkel, Richard**
93055 Regensburg (DE)

(54) **Kraftstoffeinspritzsystem und ein Verfahren zum Herstellen dieses Einspritzsystems**

(57) Erfindungsgemäß wird ein Einspritzsystem zum Einspritzen von Kraftstoff mit einem vorbestimmten Kraftstoffdruck vorgeschlagen, das aufweist:

- ein Gehäuse, welches einen Gehäuseinnenraum, der den Kraftstoff aufweist, einen ersten Gehäusedurchlass und einen zweiten Gehäusedurchlass aufweist,
- einen in dem Gehäuseinnenraum angeordneten Piezo-Aktor, der eine Kopfplatte, welche einen ersten Kopfplattendurchlass und einen zweiten Kopfplattendurchlass aufweist, einen zwischen der Kopfplatte und der Bodenplatte angeordneten, steuerbaren Piezo-Stapel, eine zwischen der Kopfplatte und der Bodenplatte angeordnete, zumindest den Piezo-Stapel seitlich umgebende, dichte Umhüllung und ein in einem Aktor-Innenraum angeordnetes Übertragungsmittel aufweist, welches zumindest eine Flüssigkeit mit einem Flüssigkeitsdruck aufweist,
- eine erste Kontaktvorrichtung, welche durch den ersten Gehäusedurchlass und den ersten Kopfplattendurchlass geführt ist,
- eine zweite Kontaktvorrichtung, welche durch den zweiten Gehäusedurchlass und den zweiten Kopfplattendurchlass geführt ist,
- eine erste Abdichtvorrichtung, welche die Kontaktvorrichtung im Bereich der Gehäusedurchlässe umgibt und eine Abdichtung zwischen dem Gehäuseinnenraum und einem Außenraum mit einem vorbestimmten Außenraumdruck, beispielsweise Atmosphärendruck, bereitstellt, und
- eine zweite Abdichtvorrichtung, welche die Kontaktvorrichtungen im Bereich der Kopfplattendurchlässe umgibt und eine Abdichtung zwischen dem Gehäuseinnenraum und dem Aktor-Innenraum bereitstellt.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Einspritzsystem mit einem im Hochdruckraum angeordneten Piezo-Aktor und ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Einspritzsystems.

[0002] Einspritzsysteme und insbesondere lecköhllose Common-Rail-Einspritzsysteme erfordern ein Steuerelement, wie beispielsweise einen Piezo-Aktor im Hochdruckraum. Um die Arbeitsfähigkeit des Piezo-Aktors auch unter hohen Drücken bis über 2000 bar zu gewährleisten, muss der Druck auch seitlich auf den Piezo-Stapel beziehungsweise Piezo-Keramikkörper wirken können, um die Dehnungsfähigkeit des Piezo-Stapels des Piezo-Aktors zu unterstützen.

[0003] Ein solcher Piezo-Aktor ist beispielsweise in der WO 02/061856 A1 beschrieben. Dabei ist der Keramikkörper dieses Piezo-Aktors mit einer Polymer- oder Plastikmanschette umhüllt. Allerdings ist eine hermetische Abdichtung des Keramikkörpers gegenüber dem Kraftstoff unter einem hohen Kraftstoffdruck, wie beispielsweise 2000 bar, bei den zum Anmeldetag der vorliegenden Patentanmeldung bekannten Kunststoffen kaum oder nicht machbar. Wegen einer fallweise unvermeidbaren elektrischen Leitfähigkeit handelsüblicher Kraftstoffe, zum Beispiel aufgrund eines geringen Säuregehalts, kann es schon bei geringer Benetzung der Piezo-Keramik zu Spannungsüberschlägen zwischen den Innenelektroden des Piezo-Aktors kommen. Zudem treten an den Polungsrissen hohe Dehnungen der Kunststoffumhüllung auf, die dieses Problem verschärfen. Außerdem ist in der WO 02/061856 die Verwendung eines Füllmaterials zwischen dem Piezo-Stapel und der Polymer- oder Plastikmanschette beschrieben. Bei dem beschriebenen Füllmaterial besteht allerdings das Problem, dass es bei einer Dehnung des Piezo-Stapels in entstehende Zwischenräume oder Fugen fließen kann und bei einer entgegengesetzt gerichteten Bewegung des Piezo-Stapels zerstört werden kann. Somit wird über die Betriebsdauer des Piezo-Aktors das Füllmaterial aufgebraucht oder zerstört. Das verminderte Füllmaterial bedingt allerdings, dass der außen an dem Piezo-Aktor anliegende Druck nicht mehr effizient auf den Piezo-Stapel übertragen werden kann.

[0004] Außerdem ist der Anmelderin zur Übertragung des Druckes auf den Piezo-Stapel des Piezo-Aktors intern eine Lösung mit einer hermetisch dichten, metallischen Hülse bekannt, die zwischen dem Piezo-Stapel und der Hülse einen Aktor-Innenraum bereitstellt. In dem Aktor-Innenraum wird ein Füllstoff, z.B. ein Silikonöl, zur Übertragung der hydraulischen Kräfte auf die Seitenflächen des Piezo-Keramikkörpers vorgesehen. Diese der Anmelderin intern bekannte Lösung hat allerdings den Nachteil, dass die Abdichtung zwischen dem Piezo-Stapel und der Hülse an der Stelle, an welcher eine elektrische Pindurchführung oder Kontaktvorrichtung zur Kontaktierung und Steuerung des Piezo-Stapels durch die Abdichtung geführt ist, nicht bei längeren Betriebsdauern

und insbesondere nicht bei hohen Drücken, wie 2000 bar, hermetisch dicht bleibt. Somit besteht bei einer Undichtheit die Gefahr, dass der Füllstoff aus dem Aktor-Innenraum austreten könnte. Ein Austreten des Füllstoffs könnte den Piezo-Aktor und damit das Einspritzsystem betriebsunfähig machen.

[0005] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, ein Einspritzsystem mit einem im Hochdruckraum angeordneten Piezo-Aktor bereitzustellen, das eine hermetische und insbesondere langzeitstabile Abdichtung des Aktor-Innenraums, insbesondere im Bereich der Durchführung der Kontaktvorrichtung, sicherstellt.

[0006] Eine weitere Aufgabe ist es, eine temperaturstabile Abdichtung des Aktor-Innenraums sicherzustellen.

[0007] Erfindungsgemäß wird zumindest eine dieser gestellten Aufgaben durch ein Einspritzsystem mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und/oder durch ein Verfahren zum Herstellen eines Einspritzsystems mit den Merkmalen des Patentanspruchs 18 gelöst.

[0008] Demnach wird erfindungsgemäß ein Einspritzsystem zum Einspritzen von Kraftstoff mit einem vorbestimmten Kraftstoffdruck vorgeschlagen, das aufweist:

- ein Gehäuse, welches einen Gehäuseinnenraum, der den Kraftstoff aufweist, einen ersten Gehäusedurchlass und einen zweiten Gehäusedurchlass aufweist,
- einen in dem Gehäuseinnenraum angeordneten Piezo-Aktor, der eine Kopfplatte, welche einen ersten Kopfplattendurchlass und einen zweiten Kopfplattendurchlass aufweist, einen zwischen der Kopfplatte und der Bodenplatte angeordneten, steuerbaren Piezo-Stapel, eine zwischen der Kopfplatte und der Bodenplatte angeordnete, zumindest den Piezo-Stapel seitlich umgebende, dichte Umhüllung und ein in einem Aktor-Innenraum angeordnetes Übertragungsmittel aufweist, welches zumindest eine Flüssigkeit mit einem Flüssigkeitsdruck aufweist,
- eine erste Kontaktvorrichtung, welche durch den ersten Gehäusedurchlass und den ersten Kopfplattendurchlass geführt ist,
- eine zweite Kontaktvorrichtung, welche durch den zweiten Gehäusedurchlass und den zweiten Kopfplattendurchlass geführt ist,
- eine erste Abdichtvorrichtung, welche die Kontaktvorrichtungen im Bereich der Gehäusedurchlässe umgibt und eine Abdichtung zwischen dem Gehäuseinnenraum und einem Außenraum mit einem vorbestimmten Außenraumdruck, beispielsweise Atmosphärendruck, bereitstellt, und
- eine zweite Abdichtvorrichtung, welche die Kontaktvorrichtungen im Bereich der Kopfplattendurchlässe umgibt und eine Abdichtung zwischen dem Gehäuseinnenraum und dem Aktor-Innenraum bereitstellt.

[0009] Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht

darin, dass der Aktor-Innenraum gegenüber dem Gehäuseinnenraum oder Hochdruckraum des Einspritzsystems hermetisch dicht ist, so dass kein Stoffaustausch zwischen dem Aktor-Innenraum und dem Gehäuseinnenraum stattfinden kann.

[0010] Das Einspritzsystem der vorliegenden Erfindung stellt eine Funktionstrennung bereit, welche die hermetische Abdichtung des Aktor-Innenraums sicherstellt. Die Abdichtung des Kraftstoffs mit dem Kraftstoffdruck von beispielsweise 2000 bar (erste Funktion) gegenüber dem Außenraum mit Außenraumdruck, beispielsweise Atmosphärendruck, wird durch die erste Abdichtvorrichtung bereitgestellt. Die erste Abdichtvorrichtung hat demnach einen Druckunterschied von nahezu 2000 bar abzdichten. Allerdings muss die erste Abdichtvorrichtung nicht unbedingt eine hermetische Abdichtung sicherstellen, da Kraftstoff stets mit 2000 bar nachgeführt wird. Die zweite Funktion, nämlich das Abdichten des Aktor-Innenraums gegenüber dem Gehäuseinnenraum, wird durch die zweite Abdichtvorrichtung bereitgestellt. Im Gehäuseinnenraum herrscht ein Kraftstoffdruck von beispielsweise 2000 bar, der mittels des Übertragungsmittels, das die Flüssigkeit mit dem Flüssigkeitsdruck beinhaltet, auf den Piezo-Stapel übertragen wird. Folglich herrschen zwischen dem Gehäuseinnenraum und dem Aktor-Innenraum Druckunterschiede, die im Vergleich zu den Druckunterschieden zwischen Gehäuseinnenraum und Außenraum sehr klein sind und beispielsweise maximal 200 bar betragen können. Diese Druckunterschiede sind insbesondere von der Ausgestaltungsform der Umhüllung, beispielsweise als Wellrohr, abhängig. Somit hat die zweite Abdichtvorrichtung im Gegensatz zur ersten Abdichtvorrichtung nur Partialdruckunterschiede, die allenfalls 200 bar betragen können, abzdichten. Infolge der geringen Druckunterschiede, welche die zweite Abdichtvorrichtung abzdichten hat, ist der Aktor-Innenraum hermetisch dicht. Insbesondere kann diese Dichtigkeit auch für lange Betriebsdauern, und insbesondere für beim Betrieb auftretende Temperaturen und Temperaturunterschiede sichergestellt werden.

[0011] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist das Übertragungsmittel dazu geeignet, den außen an der Umhüllung anliegenden Kraftstoffdruck auf den Piezo-Stapel zu übertragen.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung stellt der steuerbare Piezo-Stapel einen Hub in Abhängigkeit einer Steuerspannung zum Betätigen einer Düsenadel bereit.

[0014] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung kontaktieren die erste Kontaktvorrichtung und die zweite Kontaktvorrichtung den Piezo-Stapel zur Steuerung des Piezo-Stapels. Dabei kontaktiert beispielsweise die erste Kontaktvorrichtung eine erste Außenelektrode des Piezo-Stapels und die zweite Kontaktvorrichtung

kontaktiert eine zweite Außenelektrode des Piezo-Stapels. Zur Steuerung des Piezo-Stapels wird die erste Kontaktvorrichtung auf ein erstes elektrisches Potenzial und die zweite Kontaktvorrichtung auf ein zweites elektrisches Potenzial gesetzt. Dazu ist beispielsweise die erste Kontaktvorrichtung mit einem Pluspol einer Spannungsversorgung und die zweite Kontaktvorrichtung mit einem Minuspol der Spannungsversorgung verbunden. Die Differenz zwischen dem ersten elektrischen Potenzial und dem zweiten elektrischen Potenzial bildet die Steuerspannung aus.

[0015] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist der Aktor-Innenraum durch die Bodenplatte, die Kopfplatte, die Umhüllung und durch den Piezo-Stapel begrenzt.

[0016] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist das Gehäuse eine Zufuhrvorrichtung zum Zuführen des Kraftstoffs mit dem vorbestimmten Kraftstoffdruck in den Gehäuseinnenraum auf.

[0017] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist die erste Abdichtvorrichtung ein erstes O-Ring-förmiges Dichtelement, welches die erste Kontaktvorrichtung im Bereich des ersten Gehäusedurchlasses abdichtend umgibt, und ein zweites O-Ring-förmiges Dichtelement auf, welches die zweite Kontaktvorrichtung im Bereich des zweiten Gehäusedurchlasses abdichtend umgibt.

[0018] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung sind/ist das erste O-Ring-förmige Dichtelement und/oder das zweite O-Ring-förmige Dichtelement aus einem Kunststoff, insbesondere aus einem Elastomer, ausgebildet.

[0019] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist die zweite Abdichtvorrichtung ein erstes Abdichtelement, welches die erste Kontaktvorrichtung im Bereich des ersten Kopfplattendurchlasses abdichtend umgibt, und ein zweites Abdichtelement auf, welches die zweite Kontaktvorrichtung im Bereich des zweiten Kopfplattendurchlasses dichtend umgibt.

[0020] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung bestehen das erste Abdichtelement und/oder das zweite Abdichtelement aus einem Glas. Glas als Abdichtelement zwischen dem Aktor-Innenraum und dem Gehäuseinnenraum hat die vorteilhafte Eigenschaft, sehr temperaturstabil zu sein. Damit wird die Dichtigkeit des Aktor-Innenraums selbst bei extremen Temperaturschwankungen und/oder sehr langen Belastungen bei hoher Temperatur sichergestellt.

[0021] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist der Kraftstoffdruck im Gehäuseinnenraum größer als 1500 bar, insbesondere größer als 2000 bar.

[0022] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung entsteht bei der Übertragung des Kraftstoffdruckes auf den Piezo-Stapel ein Druckunterschied zwischen dem Kraftstoffdruck und dem Flüssigkeitsdruck im Aktor-Innenraum, der kleiner oder gleich 200 bar ist. Ein Druckunterschied von 200 bar ergibt sich nur bei extremen Randbedingungen, so dass im Allgemeinen der Kraft-

stoffdruck und der Flüssigkeitsdruck nahezu gleich sind. Somit existiert ein Partialdruckunterschied zwischen dem Kraftstoffdruck und dem Flüssigkeitsdruck, der im Allgemeinen nahezu Null ist, so dass infolge der erfindungsgemäßen Funktionstrennung von hermetischer Abdichtung und der Abdichtung des Kraftstoffdruckes gegen Atmosphärendruck Glas als hermetisch abdichtendes Dichtmittel zwischen Aktor-Innenraum und Gehäuseinnenraum verwendet werden kann.

[0023] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist das Übertragungsmittel die Flüssigkeit und zumindest einen vorgeformten Körper, der insbesondere aus einer Keramik besteht, auf.

[0024] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Umhüllung als ein Wellrohr ausgebildet, welches eine Vielzahl von Wellen aufweist und insbesondere metallisch ist.

[0025] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Flüssigkeit temperaturbeständig und/oder wärmeleitend und/oder elektrisch isolierend. Vorteilhafterweise ist die Flüssigkeit temperaturbeständig, so dass sich Temperaturschwankungen nicht auf die Eigenschaften der Flüssigkeit auswirken. Vorteilhafterweise ist die Flüssigkeit auch wärmeleitend, so dass keine wesentlichen Dehnungsunterschiede bei der Umhüllung und dem Piezo-Stapel bei einer Temperaturänderung auftreten können. Weiterhin ist die Flüssigkeit auch vorzugsweise elektrisch isolierend, so dass kein elektrischer Überschlag zwischen der Außenelektrode des Piezo-Stapels und der metallischen Umhüllung entstehen kann. Vorzugsweise ist die Flüssigkeit ein Silikonöl.

[0026] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist das Einspritzsystem ein Common-Rail-Einspritzsystem.

[0027] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in den schematischen Figuren der angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Längsschnittansicht eines bevorzugten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Einspritzsystems; und

Fig. 2 ein schematisches Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Einspritzsystems.

[0028] In allen Figuren sind gleiche bzw. funktionsgleiche Elemente und Einheiten - sofern nichts anderes angegeben ist - mit denselben Bezugszeichen versehen worden.

[0029] In Fig. 1 ist eine schematische Längsschnittansicht eines bevorzugten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Einspritzsystems 1 zum Einspritzen von Kraftstoff K mit einem vorbestimmten Kraftstoffdruck P1 in eine Düse oder ein Ventil (nicht gezeigt) abgebildet.

[0030] Das Einspritzsystem 1 weist ein Gehäuse 2 auf, das einen Gehäuseinnenraum 3, der den Kraftstoff K beinhaltet, einen ersten Gehäusedurchlass 4 zur Durchfüh-

rung einer ersten Kontaktvorrichtung 5 und einen zweiten Gehäusedurchlass 6 zur Durchführung einer zweiten Kontaktvorrichtung 7 aufweist.

[0031] In dem Gehäuseinnenraum 3 ist ein Piezo-Aktor 8 angeordnet. Der Piezo-Aktor 8 weist eine Kopfplatte 9, eine Bodenplatte 10, einen Piezo-Stapel 11 und eine Umhüllung 14 auf. Die Kopfplatte 9 hat einen ersten Kopfplattendurchlass 12 zur Durchführung der ersten Kontaktvorrichtung 5 und einen zweiten Kopfplattendurchlass 13 zur Durchführung der zweiten Kontaktvorrichtung 7. Der Piezo-Stapel 11 ist mittels einer Steuerspannung U steuerbar und zwischen der Kopfplatte 9 und der Bodenplatte 10 angeordnet. Der steuerbare Piezo-Stapel 11 stellt einen Hub in Abhängigkeit der Steuerspannung U zum Betätigen einer Düsennadel (nicht gezeigt) bereit.

[0032] Zwischen der Kopfplatte 9 und der Bodenplatte 10 ist eine zumindest den Piezo-Stapel 11 seitlich umgebende, dichte Umhüllung 14 angeordnet. Die Umhüllung 14 ist vorzugsweise als ein Wellrohr ausgebildet, das eine Vielzahl von Wellen aufweist und insbesondere metallisch ist.

[0033] Die Kopfplatte 9, die Bodenplatte 10, die Umhüllung 14 und der Piezo-Stapel 11 begrenzen einen Aktor-Innenraum 15. In dem Aktor-Innenraum 15 ist ein Übertragungsmittel 16 angeordnet, welches dazu geeignet ist, den außen an der Umhüllung 14 anliegenden Kraftstoffdruck P1 auf den Piezo-Stapel 11 zu übertragen. Dazu weist das Übertragungsmittel 17 zumindest eine Flüssigkeit F mit einem Flüssigkeitsdruck P2 auf. Der Kraftstoffdruck P1 ist vorzugsweise größer als 1500 bar, insbesondere größer als 2000 bar. Bei der Übertragung des Kraftstoffdruckes P1 auf den Piezo-Stapel 11 wird der Druck auf das Übertragungselement 16 übertragen, so dass der Flüssigkeitsdruck P2 im Wesentlichen dem Kraftstoffdruck P1 entspricht. Der Druckunterschied zwischen dem Kraftstoffdruck P1 und dem Flüssigkeitsdruck P2 beträgt höchstens 200 bar. Insbesondere ist die Flüssigkeit F temperaturbeständig und/oder wärmeleitend und/oder elektrisch isolierend. Beispielsweise ist die Flüssigkeit F ein Silikonöl.

[0034] Die erste Kontaktvorrichtung 5 wird durch den ersten Gehäusedurchlass 4 und den ersten Kopfplattendurchlass 12 geführt. Analog wird die zweite Kontaktvorrichtung 7 durch den zweiten Gehäusedurchlass 6 und den zweiten Kopfplattendurchlass 13 geführt. Die beiden Kontaktvorrichtungen 5, 7 sind insbesondere aus Metall oder Invar. Die erste Kontaktvorrichtung 5 und die zweite Kontaktvorrichtung 7 kontaktieren den Piezo-Stapel 11 zu dessen Steuerung. Dabei wird die erste Kontaktvorrichtung 5 auf ein erstes elektrisches Potenzial PT1 und die zweite Kontaktvorrichtung 7 auf ein zweites elektrisches Potenzial PT2 gesetzt, wobei die Differenz zwischen dem ersten elektrischen Potenzial PT1 und dem zweiten elektrischen Potenzial PT2 die Steuerspannung U ausbildet.

[0035] Weiter weist das Einspritzsystem 1 eine erste Abdichtvorrichtung 17a, 17b auf, welche die Kontaktvorrichtungen 5, 7 im Bereich der Gehäusedurchlässe 4, 6

umgibt und eine Abdichtung zwischen dem Gehäuseinnenraum 3 und einem Außenraum 18 mit einem vorbestimmten Außenraumdruck P3 bereitstellt. Der Außenraumdruck P3 ist beispielsweise der Atmosphärendruck.

[0036] Die erste Abdichtvorrichtung 17a, 17b weist ein erstes O-Ring-förmiges Dichtelement 17a, welches die erste Kontaktvorrichtung 5 im Bereich des ersten Gehäusedurchlasses 4 abdichtend umgibt, und ein zweites O-Ring-förmiges Dichtelement 17b auf, welches die zweite Kontaktvorrichtung 7 im Bereich des zweiten Gehäusedurchlasses 6 abdichtend umgibt. Die O-Ringförmigen Dichtelemente 17a, 17b sind beispielsweise aus Kunststoff, insbesondere aus einem Elastomer ausgebildet.

[0037] Weiterhin weist das Einspritzsystem 1 eine zweite Abdichtvorrichtung 19a, 19b auf, welche die Kontaktvorrichtungen 5, 7 im Bereich der Kopfplattendurchlässe 12, 13 umgibt und eine Abdichtung zwischen dem Gehäuseinnenraum 3 und dem Aktor-Innenraum 15 bereitstellt. Die zweite Abdichtvorrichtung 19a, 19b weist ein erstes Abdichtelement 19a, welches die erste Kontaktvorrichtung 5 im Bereich des ersten Kopfplattendurchlasses 12 abdichtend umgibt, und ein zweites Abdichtelement 19b auf, welches die zweite Kontaktvorrichtung 7 im Bereich des zweiten Kopfplattendurchlasses 12 abdichtend umgibt. Die Abdichtelemente 19a, 19b sind insbesondere aus Gründen der Temperaturstabilität aus Glas.

[0038] Außerdem weist das Gehäuse 2 eine Zuführvorrichtung 20 auf, mittels welcher der Kraftstoff K mit dem vorbestimmten Kraftstoffdruck P1 in den Gehäuseinnenraum 3 zugeführt wird. Die Zuführvorrichtung 20 ist beispielsweise als ein Stutzen ausgebildet. Weiter weist das Einspritzsystem 1 ein Kraftübertragungselement 21 auf, welches das Gehäuse 2 mit dem Piezo-Aktor 8 koppelt.

[0039] Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen des Einspritzsystems 1 anhand des Blockschaltbildes in Fig. 2 erläutert. Das erfindungsgemäße Verfahren weist folgende Verfahrensschritte a-f auf:

Verfahrensschritt a:

[0040] Es wird ein Gehäuse 2 bereitgestellt, welches einen Gehäuseinnenraum 3, der den Kraftstoff K aufweist, einen ersten Gehäusedurchlass 4 und einen zweiten Gehäusedurchlass 6 aufweist.

Verfahrensschritt b:

[0041] In dem Gehäuseinnenraum 3 wird ein Piezo-Aktor 8 angeordnet. Der Piezo-Aktor 8 weist eine Kopfplatte 9, welche einen ersten Kopfplattendurchlass 12 und einen zweiten Kopfplattendurchlass 13 aufweist, einen zwischen der Kopfplatte 9 und einer Bodenplatte 10 angeordneten, steuerbaren Piezo-Stapel 11, eine zwischen der Kopfplatte 9 und der Bodenplatte 10 angeordnete, zumindest den Piezo-Stapel 11 seitlich umgeben-

de, dichte Umhüllung 14 und ein in einem Aktor-Innenraum 15 angeordnetes Übertragungsmittel 16 auf, welches zumindest eine Flüssigkeit mit einem Flüssigkeitsdruck P2 aufweist.

Verfahrensschritt c:

[0042] Eine erste Kontaktvorrichtung 5 wird durch den ersten Gehäusedurchlass 4 und den ersten Kopfplattendurchlass 12 angeordnet.

Verfahrensschritt d:

[0043] Eine zweite Kontaktvorrichtung 7 wird durch den zweiten Gehäusedurchlass 6 und den zweiten Kopfplattendurchlass 13 angeordnet.

Verfahrensschritt e:

[0044] Der Gehäuseinnenraum 3 wird gegenüber einem Außenraum 18 mit einem vorbestimmten Außenraumdruck P3 mittels einer ersten Abdichtvorrichtung 17a, 17b abgedichtet, wobei die erste Abdichtvorrichtung 17a, 17b die Kontaktvorrichtungen 5, 7 im Bereich der Gehäusedurchlässe 4, 6 umgibt.

Verfahrensschritt f:

[0045] Der Aktor-Innenraum 15 wird gegenüber dem Gehäuseinnenraum 3 mittels einer zweiten Abdichtvorrichtung 19a, 19b abgedichtet, wobei die Abdichtvorrichtung 19a, 19b die Kontaktvorrichtungen 5, 7 im Bereich der Kopfplattendurchlässe 12, 13 umgibt.

[0046] Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand der bevorzugten Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Art und Weise modifizierbar. Beispielsweise kann der Piezo-Stapel zylindrisch oder auch quadratisch ausgebildet sein.

Patentansprüche

1. Einspritzsystem (1) zum Einspritzen von Kraftstoff (K) mit einem vorbestimmten Kraftstoffdruck (P1) mit:

- a) einem Gehäuse (2), welches einen Gehäuseinnenraum (3), der den Kraftstoff (K) aufweist, einen ersten Gehäusedurchlass (4) und einen zweiten Gehäusedurchlass (6) aufweist;
- b) einem in dem Gehäuseinnenraum (3) angeordneten Piezo-Aktor (8), welcher aufweist:

- b1) eine Kopfplatte (9), welche einen ersten Kopfplattendurchlass (12) und einen zweiten Kopfplattendurchlass (13) aufweist,
- b2) einen zwischen der Kopfplatte (9) und

- einer Bodenplatte (10) angeordneten, steuerbaren Piezo-Stapel (11),
 b3) eine zwischen der Kopfplatte (9) und der Bodenplatte (10) angeordnete, zumindest den Piezo-Stapel (11) seitlich umgebende, dichte Umhüllung (14), und
 b4) ein in einem Aktor-Innenraum (15) angeordnetes Übertragungsmittel (16), welches zumindest eine Flüssigkeit mit einem Flüssigkeitsdruck (P2) aufweist;
- c) einer ersten Kontaktvorrichtung (5), welche durch den ersten Gehäusedurchlass (4) und den ersten Kopfplattendurchlass (12) geführt ist;
 d) einer zweiten Kontaktvorrichtung (7), welche durch den zweiten Gehäusedurchlass (6) und den zweiten Kopfplattendurchlass (13) geführt ist;
 e) einer ersten Abdichtvorrichtung (17a,17b), welche die Kontaktvorrichtungen (5, 7) im Bereich der Gehäusedurchlässe (4, 6) umgibt und eine Abdichtung zwischen dem Gehäuseinnenraum (3) und einem Außenraum (18) mit einem vorbestimmten Außenraumdruck (P3) bereitstellt; und mit
 f) einer zweiten Abdichtvorrichtung (19a,19b), welche die Kontaktvorrichtungen (5, 7) im Bereich der Kopfplattendurchlässe (12, 13) umgibt und eine Abdichtung zwischen dem Gehäuseinnenraum (3) und dem Aktor-Innenraum (15) bereitstellt.
2. Einspritzsystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Übertragungsmittel (16) dazu geeignet ist, den außen an der Umhüllung (14) anliegenden Kraftstoffdruck (P1) auf den Piezo-Stapel (11) zu übertragen.
3. Einspritzsystem nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der steuerbare Piezo-Stapel (11) einen Hub in Abhängigkeit einer Steuerspannung (U) zum Betätigen einer Düsenadel bereitstellt.
4. Einspritzsystem nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Kontaktvorrichtung (5) und die zweite Kontaktvorrichtung (7) den Piezo-Stapel (11) zur Steuerung des Piezo-Stapels (11) kontaktieren, wobei die erste Kontaktvorrichtung (5) auf ein erstes elektrisches Potenzial (PT1) und die zweite Kontaktvorrichtung (7) auf ein zweites elektrisches Potenzial (PT2) gesetzt wird, wobei die Differenz zwischen dem ersten elektrischen Potenzial (PT1) und dem zweiten elektrischen Potenzial (PT2) die Steuerspannung (U) ausbildet.
5. Einspritzsystem nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Aktor-Innenraum (15) durch die Kopfplatte (9), die Bodenplatte (10), die Umhüllung (14) und durch den Piezo-Stapel (11) begrenzt ist.
6. Einspritzsystem nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Gehäuse (2) eine Zuführvorrichtung (20) zum Zuführen des Kraftstoffs (K) mit dem vorbestimmten Kraftstoffdruck (P1) in den Gehäuseinnenraum (3) aufweist.
7. Einspritzsystem nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Abdichtvorrichtung (17a, 17b) ein erstes O-Ring-förmiges Dichtelement (17a), welches die erste Kontaktvorrichtung (5) im Bereich des ersten Gehäusedurchlasses (4) abdichtend umgibt, und ein zweites O-Ring-förmiges Dichtelement (17b) ausweist, welches die zweite Kontaktvorrichtung (7) im Bereich des zweiten Gehäusedurchlasses (6) abdichtend umgibt.
8. Einspritzsystem nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass das erste O-Ring-förmige Dichtelement (17a) und/oder das zweite O-Ring-förmige Dichtelement (17b) aus einem Kunststoff, insbesondere aus einem Elastomer, ausgebildet sind/ist.
9. Einspritzsystem nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Abdichtvorrichtung (19a, 19b) ein erstes Abdichtelement (19a), welches die erste Kontaktvorrichtung (5) im Bereich des ersten Kopfplattendurchlasses (12) abdichtend umgibt, und ein zweites Abdichtelement (19b) aufweist, welches die zweite Kontaktvorrichtung (7) im Bereich des zweiten Kopfplattendurchlasses (12) abdichtend umgibt.
10. Einspritzsystem nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das erste Abdichtelement (19a) und/oder das zweite Abdichtelement (19b) aus einem Glas bestehen.
11. Einspritzsystem nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Kraftstoffdruck (P1) größer als 1500 bar, insbesondere größer als 2000 bar ist.
12. Einspritzsystem nach einem oder mehreren der vor-

- stehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei der Übertragung des Kraftstoffdruckes (P1) auf den Piezo-Stapel (11) ein Druckunterschied zwischen dem Kraftstoffdruck (P1) und dem Flüssigkeitsdruck (P2) im Aktor-Innenraum (15) entsteht, der kleiner gleich 200 bar ist. 5
13. Einspritzsystem nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, 10
dadurch gekennzeichnet,
dass das Übertragungsmittel (16) die Flüssigkeit (F) und zumindest einen vorgeformten Körper, der insbesondere aus einer Keramik besteht, aufweist. 15
14. Einspritzsystem nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Umhüllung (14) als ein Wellrohr ausgebildet ist, welches eine Vielzahl von Wellen aufweist und insbesondere metallisch ist. 20
15. Einspritzsystem nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, 25
dass die Flüssigkeit (F) temperaturbeständig und/oder wärmeleitend und/oder elektrisch isolierend ist.
16. Einspritzsystem nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet, 30
dass die Flüssigkeit (F) als ein Silikonöl ausgebildet ist.
17. Einspritzsystem nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, 35
dadurch gekennzeichnet,
dass das Einspritzsystem (1) als ein Common-Rail-Einspritzsystem ausgebildet ist.
18. Verfahren zum Herstellen eines Einspritzsystems 40
(1) zum Einspritzen von Kraftstoff (K) mit einem vorbestimmten Kraftstoffdruck (P1) nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche mit den Schritten: 45
- a) Bereitstellen eines Gehäuses (2), welches einen Gehäuseinnenraum (3), der den Kraftstoff (K) aufweist, einen ersten Gehäusedurchlass (4) und einen zweiten Gehäusedurchlass (6) aufweist; 50
- b) Anordnen eines Piezo-Aktors (8) in dem Gehäuseinnenraum (3), welcher aufweist:
- b1) eine Kopfplatte (9), welche einen ersten Kopfplattendurchlass (12) und einen zweiten Kopfplattendurchlass (13) aufweist, 55
- b2) einen zwischen der Kopfplatte (9) und einer Bodenplatte (10) angeordneten, steuerbaren Piezo-Stapel (11),
- b3) eine zwischen der Kopfplatte (9) und der Bodenplatte (10) angeordnete, zumindest den Piezo-Stapel (11) seitlich umgebende, dichte Umhüllung (14), und
- b4) ein in einem Aktor-Innenraum (15) angeordnetes Übertragungsmittel (16), welches zumindest eine Flüssigkeit mit einem Flüssigkeitsdruck (P2) aufweist;
- c) Anordnen einer ersten Kontaktvorrichtung (5) durch den ersten Gehäusedurchlass (4) und den ersten Kopfplattendurchlass (12);
- d) Anordnen einer zweiten Kontaktvorrichtung (7) durch den zweiten Gehäusedurchlass (6) und den zweiten Kopfplattendurchlass (13);
- e) Abdichten des Gehäuseinnenraums (3) gegenüber einem Außenraum (18) mit einem vorbestimmten Außenraumdruck (P3) mittels einer ersten Abdichtvorrichtung (17a, 17b), welche die Kontaktvorrichtungen (5, 7) im Bereich der Gehäusedurchlässe (4, 6) umgibt; und
- f) Abdichten des Aktor-Innenraums (15) gegenüber dem Gehäuseinnenraum (3) mittels einer zweiten Abdichtvorrichtung (19a, 19b), welche die Kontaktvorrichtungen (5, 7) im Bereich der Kopfplattendurchlässe (12, 13) umgibt.

FIG 1

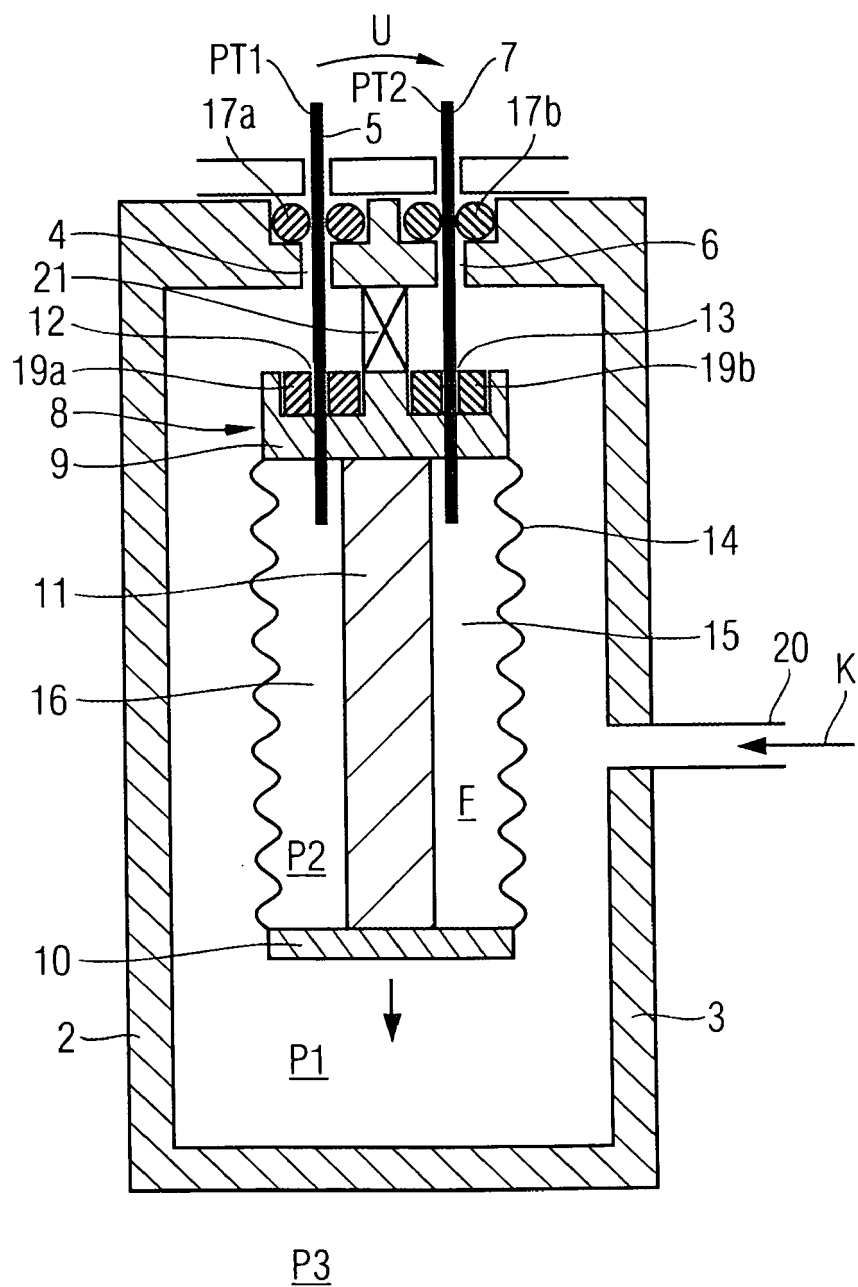
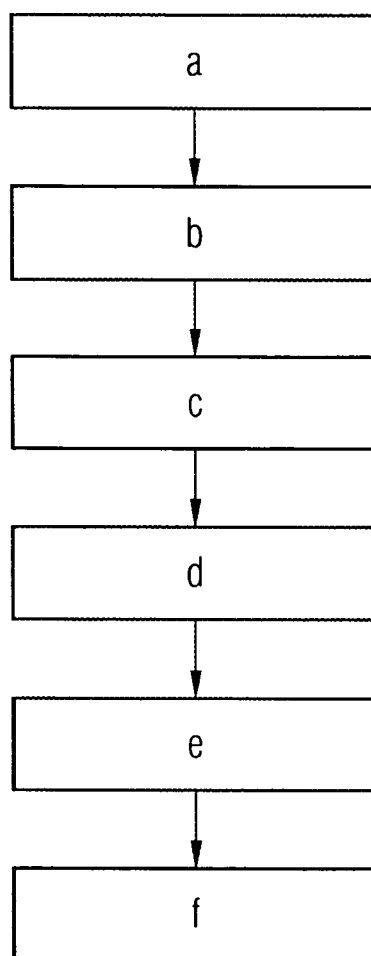


FIG 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 00 9556

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 431 568 A (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 23. Juni 2004 (2004-06-23)	1-6, 10-18	INV. F02M51/00
Y	* Absatz [0005] * * Absatz [0023] * * Absatz [0034]; Abbildung 2 *	7-9	F02M51/06 F02M63/00 H01L41/053
Y	EP 1 420 467 A (SIEMENS AG [DE]) 19. Mai 2004 (2004-05-19) * Absatz [0017]; Abbildung 2 *	7-9	
A	US 4 471 256 A (IGASHIRA TOSHIHIKO [JP] ET AL) 11. September 1984 (1984-09-11) * Zusammenfassung *	1-18	
A	US 2006/038030 A1 (PLECHER KLAUS [DE] ET AL) 23. Februar 2006 (2006-02-23) * Zusammenfassung *	1-18	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02M H01L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 29. September 2006	Prüfer Schmitter, Thierry
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 : mündliche 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	

2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 06 00 9556

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

29-09-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1431568 A	23-06-2004	DE 10259801 A1	01-07-2004
		JP 2004197743 A	15-07-2004
EP 1420467 A	19-05-2004	DE 10250202 A1	13-05-2004
		JP 2004150429 A	27-05-2004
		US 2004108481 A1	10-06-2004
US 4471256 A	11-09-1984	KEINE	
US 2006038030 A1	23-02-2006	KEINE	

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

- WO 02061856 A1 [0003]
- WO 02061856 A [0003]