

(19)



(11)

**EP 2 640 955 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**01.08.2018 Patentblatt 2018/31**

(51) Int Cl.:  
**F02M 47/02** <sup>(2006.01)</sup> **F02M 57/00** <sup>(2006.01)</sup>  
**F02M 63/00** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **11772952.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2011/068143**

(22) Anmeldetag: **18.10.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2012/065797 (24.05.2012 Gazette 2012/21)**

(54) **KRAFTSTOFFINJEKTOR**

FUEL INJECTOR

INJECTEUR DE CARBURANT

(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**

- **CLAUSS, Helmut**  
71735 Eberdingen (DE)
- **STOECKLEIN, Wolfgang**  
71332 Waiblingen (DE)
- **WANG, Changyi**  
70806 Kornwestheim (DE)
- **BERGHAENEL, Bernd**  
75428 Illingen (DE)
- **BEIER, Marco**  
70469 Stuttgart-Feuerbach (DE)

(30) Priorität: **16.11.2010 DE 102010044012**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**25.09.2013 Patentblatt 2013/39**

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 1 321 660 WO-A1-2010/127889**  
**WO-A1-2011/085867 DE-A1-102009 000 983**

(72) Erfinder:  
 • **RAPP, Holger**  
**71254 Ditzingen (DE)**

**EP 2 640 955 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Ein derartiger Kraftstoffinjektor umfasst eine hubbewegliche Düsennadel, über deren Hubbewegung wenigstens eine Einspritzöffnung freigebbar oder verschließbar ist, ferner ein Steuerventil zum Steuern der Hubbewegung der Düsennadel. Hierzu wird die Düsennadel in Schließrichtung mit einem hydraulischen Druck in einem Steuerraum beaufschlagt, der in Abhängigkeit von der jeweiligen Schaltstellung des Steuerventils veränderbar ist. Nimmt der hydraulische Druck im Steuerraum ab, vermag die Düsennadel zu öffnen. Steigt der hydraulische Druck dagegen im Steuerraum an, wird die Düsennadel zurück in ihren Sitz gestellt.

### Stand der Technik

**[0002]** Ein derartiger Kraftstoffinjektor geht beispielsweise aus der Offenlegungsschrift DE 10 2007 060 395 A1 hervor. Der hierin beschriebene Kraftstoffinjektor umfasst ein Schaltventil zur Betätigung eines Einspritzventilgliedes. Das Schaltventil weist ein Schließelement auf, das durch einen Magnetaktor, umfassend eine Magnetbaugruppe und einen Anker, ansteuerbar ist. Der Anker ist beweglich auf einem sich an das Schließelement anschließenden Führungselement geführt. Die Führung des Schließelementes übernimmt ein im Führungselement und im Schließelement aufgenommener Führungsstift. Führungsstift und Schließelement begrenzen einen Druckraum, der über einen Ablaufkanal in Verbindung mit dem Steuerraum steht. In Schließstellung des Schaltventils entspricht der hydraulische Druck im Druckraum dem Steuerdruck im Steuerraum.

**[0003]** Ferner ist bekannt, dass das Betriebsverhalten von Kraftstoffinjektoren über ihre Lebensdauer nicht gleichbleibend ist. Beispielsweise kann sich das Öffnungs- und Schließverhalten aufgrund von Verschleiß an den beweglichen und/oder dynamisch belasteten Bauteilen ändern. Da die Öffnungsdauer der Düsennadel jedoch einen entscheidenden Einfluss auf die eingespritzte Kraftstoffmenge hat, gilt es derartige Änderungen zu erkennen und diesen gegenzusteuern.

**[0004]** Aus der Offenlegungsschrift DE 10 2007 063 103 A1 ist eine Vorrichtung zur Ermittlung eines Betriebsverhaltens eines Einspritzventils einer Einspritzanlage einer Brennkraftmaschine bekannt, welche einen Piezofoliensensor umfasst, der zur Ermittlung des Schließzeitpunkts des Einspritzventils in das Einspritzventil einsetzbar ist. Mittels des Piezofoliensensors wird vorteilhafterweise das Anschlagen der Ventilnadel an ihrem Ventil Sitz ermittelt. Auf diese Weise kann erfasst werden, ob ein vorhergesagter Zeitpunkt für den Anschlag der Ventilnadel dem tatsächlichen Zeitpunkt für den Anschlag entspricht. Ist eine Abweichung erkennbar, können die An-

steuerparameter einer Ansteuervorrichtung der Einspritzanlage entsprechend angepasst werden, so dass bei zukünftigen Einspritzvorgängen der Schließzeitpunkt dem gewünschten Zeitpunkt entspricht.

**[0005]** Aus der WO 2010/127889 A1 ist weiterhin ein Kraftstoffinjektor bekannt mit einem Drucksensor, der die hydraulische Kraft auf einen Ankerbolzen misst. Aus der DE 10 2009 000 983 A1 ist ein weiterer Kraftstoffinjektor bekannt, der eine Mess-Einheit zur Messung des Drucks im Hochdruckbereich des Injektors aufweist und dazu die Verformung einer vom Kraftstoff beaufschlagten Membran erfasst.

**[0006]** Ausgehend von dem vorstehend genannten Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Kraftstoffinjektor mit einer Sensoranordnung zur Nadelschließzeitpunkterkennung anzugeben, der einfach aufgebaut und kostengünstig herstellbar ist.

**[0007]** Die Aufgabe wird gelöst durch einen Kraftstoffinjektor mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung werden in den Unteransprüchen angegeben.

### Offenbarung der Erfindung

**[0008]** Der vorgeschlagene Kraftstoffinjektor umfasst eine hubbewegliche Düsennadel, über deren Hubbewegung wenigstens eine Einspritzöffnung freigebbar oder verschließbar ist, sowie ein Steuerventil zum Steuern der Hubbewegung der Düsennadel. Ferner umfasst der Kraftstoffinjektor eine Sensoranordnung zur Nadelschließzeitpunkterkennung. Erfindungsgemäß ist die Sensoranordnung im Niederdruckbereich des Kraftstoffinjektors in einem Raum angeordnet, der gegenüber dem kraftstoffführenden Bereich abgedichtet ist. Die Abdichtung des Raumes wird über eine Membran aus einem kraftstoffbeständigen, elektrisch leitenden Werkstoff bewirkt, so dass die Membran ferner zur Realisierung einer Masseverbindung einsetzbar ist. Der Vorteil besteht demnach darin, dass durch die Membran zwei Funktionen in einem Bauteil realisiert werden, nämlich die Funktion der Abdichtung und die Funktion der Masseverbindung, sofern die Sensoranordnung eine solche erfordert. Eine separat ausgebildete Masseverbindung kann demnach entfallen. Ferner ist durch die abdichtende Funktion der Schutz der aktiven Elemente der Sensoranordnung und / oder ihrer Kontaktierung vor Kraftstoff sichergestellt. Um einen dauerhaften Schutz zu gewährleisten, wird als Werkstoff für die Membran ein kraftstoffbeständiger Werkstoff gewählt, der zugleich elektrisch leitend ist. Als Werkstoff eignet sich insbesondere Metall, beispielsweise Stahl. Dieser weist eine hohe Festigkeit auf und ist somit geeignet, unter bestimmten Betriebsbedingungen auftretende Druckschwingungen zu ertragen. Neben Stahl sind aber auch andere Werkstoffe einsetzbar. Erfindungsgemäß ist die Membran einerseits unmittelbar oder mittelbar mit der Sensoranordnung und andererseits mit einem Gehäuseteil des Kraftstoffinjek-

tors verbunden. Der gehäuseseitige Anschluss dient als Masseverbindung und kann beispielsweise an einem als Abstützplatte dienenden Gehäuseteil vorgenommen werden. Vorzugsweise ist an dem Gehäuseteil die Sensoranordnung abgestützt. Des Weiteren kann das Gehäuseteil der Abstützung einzelner Komponenten des Steuerventils dienen. Die Verbindung erfolgt vorzugsweise mittels Schweißen oder Löten, so dass eine stoffschlüssige Verbindung erreicht wird. Alternativ oder ergänzend kann die Verbindung auch mittels Klemmen oder einer Presspassung erzielt werden, so dass zumindest eine kraft- und / oder formschlüssige Verbindung bewirkt wird.

**[0009]** Weiterhin umfasst die Sensoranordnung einen nach einem piezoelektrischen Prinzip arbeitenden kraftempfindlichen Wandler, der mittelbar über ein axial verschiebbares Kraftübertragungsglied von einer Axialkraft beaufschlagbar ist, die zumindest während eines begrenzten Zeitintervalls proportional zum hydraulischen Druck im Steuerraum ist. Da der Steuerraumdruck zum Zeitpunkt des Nadelschließens ein signifikantes Minimum aufweist, wird auch das vom Wandler ausgegebene elektrische Signal ein signifikantes Merkmal aufweisen. Im Falle eines nach einem piezoelektrischen Prinzip arbeitenden Wandlers kann zum einen die vom Element ausgegebene Spannung ausgewertet werden, welche zum Schließzeitpunkt der Düsennadel ein Extrem aufweist. Alternativ kann ein solches Element auch über einen Widerstand kurzgeschlossen und der von ihm ausgegebene Strom ausgewertet werden. Der Stromverlauf wird typischerweise zum Schließzeitpunkt der Düsennadel einen Nulldurchgang aufweisen.

**[0010]** Als Kraftübertragungsglied dient vorzugsweise ein axial verschiebbarer Ankerbolzen, der Bestandteil des Steuerventils ist. Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist daher das Steuerventil als Magnetventil ausgebildet und umfasst einen axial verschiebbaren Ankerbolzen, der als Kraftübertragungsglied einsetzbar ist. Der Ankerbolzen dient vorzugsweise einem hülsenförmig ausgebildeten Ventilschließelement des Magnetventils, wobei in Schließstellung des Magnetventils das Ventilschließelement und der Ankerbolzen einen Druckraum begrenzen, der in hydraulischer Verbindung mit dem Steuerraum steht. Dadurch ist gewährleistet, dass in Schließstellung des Magnetventils der hydraulische Druck im Druckraum dem Steuerdruck im Steuerraum entspricht. Der am Ankerbolzen somit anliegende hydraulische Druck wird über den Ankerbolzen auf den kraftempfindlichen Wandler der Sensoranordnung übertragen.

**[0011]** Als weiterbildende Maßnahme wird vorgeschlagen, dass zwischen dem Kraftübertragungsglied, vorzugsweise dem Ankerbolzen, und der Sensoranordnung ein Kraftverteiler angeordnet ist. Der Kraftverteiler bewirkt, dass die vom Kraftübertragungsglied ausgeübte Axialkraft mit weitgehend homogener Flächenpressung in den kraftempfindlichen Wandler eingeleitet wird, was bei direkter Anlage des üblicherweise mit konvexer Stirn-

fläche ausgeführten Ankerbolzens am Wandler nicht der Fall wäre. Ferner kann der Kraftverteiler mit der Membran verbunden werden und somit ebenfalls der Abdichtung des Raums dienen, in dem die Sensoranordnung aufgenommen ist. Um eine Masseverbindung der Sensoranordnung über den Kraftverteiler und die Membran herzustellen, besteht vorzugsweise auch der Kraftverteiler aus einem elektrisch leitenden Werkstoff.

**[0012]** Weiterhin wird vorgeschlagen, dass die Membran elastisch, vorzugsweise formelastisch, ist. Somit ist die Membran in der Lage, Druckschwingungen aufzunehmen, die von dem Kraftverteiler auf die Membran übertragen werden. Die Formelastizität kann beispielsweise dadurch bewirkt werden, dass die Membran wenigstens einen Ausgleichsbogen besitzt. D.h., dass die Membran vorzugsweise wellig mit einem oder mit mehreren Ausgleichsbögen gestaltet ist. Bei mehreren Ausgleichsbögen liegen diese vorzugsweise konzentrisch zueinander.

**[0013]** Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher beschrieben. Diese zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen aus dem Stand der Technik bekannten Kraftstoffinjektor,

Fig. 2 einen Ausschnitt aus einem Längsschnitt durch einen Kraftstoffinjektor mit einer Sensoranordnung,

Fig. 3 eine schematische Schnittdarstellung durch eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors im Bereich der Sensoranordnung und

Fig. 4a-e jeweils eine schematische Schnittdarstellung einer alternativen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors im Bereich der Sensoranordnung.

#### Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

**[0014]** Der in der Fig. 1 dargestellte bekannte Kraftstoffinjektor weist eine in einem Düsenkörper 14 hubbeweglich geführte Düsennadel 1 auf, an welche ein Ventilkolben 15 als Verlängerung angesetzt ist. Der Ventilkolben 15 ist in einem Injektorkörper 16 ebenfalls hubbeweglich geführt und an seinem der Düsennadel 1 abgewandten Ende in einem Ventilstück 17 aufgenommen. Innerhalb des Ventilstücks 17 wird durch den Ventilkolben 15 ein Steuerraum 3 begrenzt, in welchem in Schließstellung eines als Magnetventil ausgebildeten Steuerventils 2 ein dem Ventilkolben 15 und damit die Düsennadel 1 in Schließrichtung beaufschlagender hydraulischer Druck herrscht. Der die Düsennadel 1 in Schließrichtung beaufschlagende hydraulische Druck im Steuerraum 3 wird durch eine Zulaufdrossel 18 sicher-

gestellt, welche in Verbindung mit einem Hochdruckanschluss 19 für die Zuleitung von unter hohem Druck stehenden Kraftstoff steht. Der Hochdruckanschluss 19 steht ferner in Verbindung mit einer Hochdruckbohrung 20, über welche der unter hohem Druck stehende Kraftstoff dem Dichtsitz zwischen Düsenkörper 14 und Düsennadel 1 und von dort bei geöffnetem Dichtsitz wenigstens einer Einspritzöffnung des Kraftstoffinjektors zugeführt wird.

**[0015]** Das als Magnetventil ausgebildete Steuerventil 2 umfasst einen Elektromagneten 21, der mit einem Ankerelement 22 zusammenwirkt. Im Ankerelement 22 ist ein Ankerbolzen 11 aufgenommen, der über eine Führung 23 hubbeweglich geführt ist. Der Ankerbolzen 11 ist zudem über ein Federelement 24 an dem Gehäuseteil 8 abgestützt. Gehäuseseitig ist ferner ein elektrischer Anschluss 25 vorgesehen.

**[0016]** Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt aus einem ähnlich aufgebauten Kraftstoffinjektor im Bereich des Steuerventils 2 bzw. einer Sensoranordnung 4. Die Sensoranordnung 4 ist einem Raum 5 aufgenommen, welcher über einen als Kraftverteiler 12 dienenden Körper gegenüber dem kraftstoffführenden Bereich 6 abgedichtet ist. Am Kraftverteiler 12 liegt ein Ankerbolzen 11 als Kraftübertragungsglied 10 an, dessen anderes Ende einen Druckraum begrenzt, der in hydraulischer Verbindung mit einem Steuerraum 3 steht (analog zum Ausführungsbeispiel der Fig. 1). Da zum Nadelschließzeitpunkt der Steuerraumdruck ein signifikantes Minimum aufweist, ist aufgrund der Lastkette Ankerbolzen 11 und Kraftverteiler 12 dieser Wert auf die Sensoranordnung 4 übertragbar und somit der Nadelschließzeitpunkt über ein von der Sensoranordnung 4 ausgegebenes Signal erfassbar. Der Ankerbolzen 11 ist Bestandteil eines als Magnetventil ausgebildeten Steuerventils 2, das einen Elektromagneten 21 sowie einen mit dem Elektromagneten 21 zusammenwirkendes Ankerelement 22 umfasst. Der Elektromagnet 21 ist über ein Federelement 26 an einem Gehäuseteil 8 des Kraftstoffinjektors abgestützt, welches auch den Raum 5 zur Aufnahme der Sensoranordnung 4 ausbildet. Der Kraftverteiler 12 ist ebenfalls in das Gehäuseteil 8 eingesetzt und dichtet somit den Raum 5 gegenüber dem kraftstoffführenden Bereich 6 ab.

**[0017]** Der Fig. 3 ist eine erste bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors zu entnehmen, welcher in der Fig. 3 ebenfalls nur ausschnittsweise dargestellt ist. Das zur Betätigung der Düsennadel 1 vorgesehene Steuerventil 2 ist ebenfalls als Magnetventil ausgebildet und umfasst einen Elektromagneten 21, der mit einem Ankerelement 22 zusammenwirkt. Der Einfachheit halber ist in der Fig. 3 lediglich der Elektromagnet 21 angedeutet, der über ein Federelement 26 an einem als Abstützplatte dienenden Gehäuseteil 8 abgestützt ist. Das Steuerventil 2 umfasst ferner einen Ankerbolzen 11, der wiederum als Kraftübertragungsglied 10 einsetzbar ist, da er mit einer Stirnfläche an einem in Wirkverbindung mit einer Sensoranordnung 4 stehenden Kraftverteiler 12 abgestützt ist und mit sei-

ner anderen Stirnfläche einen nicht näher dargestellten Druckraum begrenzt, der in hydraulischer Verbindung mit einem Steuerraum 3 steht (analog zur Ausführungsform der Fig. 1). Über den Ankerbolzen 11 ist somit eine Druckkraft auf den Kraftverteiler 12 übertragbar, die von der Sensoranordnung 4 aufgenommen wird. Hierzu umfasst die Sensoranordnung 4 einen kraftempfindlichen Wandler 9, der vorzugsweise nach einem piezoelektrischen Prinzip arbeitet. Die Sensoranordnung 4 ist in einem im Gehäuseteil 8 ausgebildeten Raum 5 angeordnet, welcher über eine dünne Metallmembran 7 gegenüber einem kraftstoffführenden Bereich 6 abgedichtet ist. Somit sind die empfindlichen Elemente der Sensoranordnung 4 vor Kraftstoff geschützt. Die Metallmembran 7 erfüllt darüber hinaus eine weitere Funktion, da sie zugleich der Masseverbindung der Sensoranordnung 4 dient. Hierzu ist die Membran 7 aus einem elektrisch leitenden Werkstoff ausgebildet und einerseits unmittelbar oder mittelbar mit der Sensoranordnung 4, andererseits mit dem Gehäuseteil 8 verbunden. Bevorzugt wird eine stoffschlüssige Verbindung, beispielsweise mittels Schweißen. Die Metallmembran 7 kann jedoch auch in das Gehäuse 8 ein- bzw. auf den Kraftverteiler 12 oder die Sensoranordnung 4 aufgepresst sein. Die Verbindung muss derart gestaltet sein, dass eine Masseverbindung gewährleistet ist. Neben der Membran 7 besitzt die Sensoranordnung 4 eine weitere Masseverbindung 27.

**[0018]** Verschiedene Anbindungsbeispiele der Membran 7 an das Gehäuseteil 8 und die Sensoranordnung 4 bzw. den Kraftverteiler 12 sind in den Fig. 4a-e schematisch dargestellt. Um die Aufnahme von Druckschwingungen zu ermöglichen, ist die Membran 7 elastisch ausgeführt. Die Elastizität der Membran 7 wird über wenigstens einen Ausgleichsbogen 13 bewirkt. Die Ausgestaltung der Membran 7 erschöpft sich nicht auf die in den Fig. 4a-e dargestellten konkreten Ausführungsbeispiele, so dass diese beliebig abwandelbar sind. Ferner sind Abwandlungen eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors dahingehend möglich, dass anstelle eines Ankerbolzens 11 ein anderes Kraftübertragungsglied 10 eingesetzt wird. Es ist ferner nicht zwingend erforderlich, das Steuerventil 2 als Magnetventil auszubilden.

**[0019]** Dadurch, dass ein erfindungsgemäßer Kraftstoffinjektor Mittel zur Erfassung des Nadelschließzeitpunkts besitzt, finden bei der Ermittlung der Einspritzdauer und damit der Einspritzmenge nicht nur das dynamische Verhalten des Steuerventils 2 Berücksichtigung, sondern sämtliche etwaigen Ungenauigkeiten innerhalb der gesamten Schaltkette vom Aktor bis zur Düsennadel 1. Dadurch ist es möglich, sowohl Exemplarstreuungen gleichartiger Ventile auszugleichen, als auch deren Drift über die Lebensdauer sowie den Einfluss variabler Einflussgrößen, wie beispielsweise den Einfluss von Druckschwingungen. Die eingespritzte Kraftstoffmenge ist demnach mit höherer Genauigkeit bestimmbar und einstellbar, was sich wiederum günstig auf den Kraftstoffverbrauch und die damit einhergehenden Emissionen auswirkt. Zugleich ist der erfindungsgemäße Kraftstoffin-

jektor im Vergleich zu anderen Kraftstoffinjektoren, welche Mittel zur Erfassung des Nadelschließzeitpunkts umfassen, einfach aufgebaut und demzufolge kostengünstig herstellbar.

### Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine mit einer hubbeweglichen Düsennadel (1), über deren Hubbewegung wenigstens eine Einspritzöffnung freigebbar oder verschließbar ist, und einem Steuerventil (2) zum Steuern der Hubbewegung der Düsennadel (1), indem in Abhängigkeit von der jeweiligen Schaltstellung des Steuerventils (2) ein die Düsennadel (1) in Schließrichtung beaufschlagender hydraulischer Druck in einem Steuerraum (3) verändert wird, ferner mit einer Sensoranordnung (4) zur Nadelschließzeitpunkterkennung,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoranordnung (4) im Niederdruckbereich des Kraftstoffinjektors in einem Raum (5) angeordnet ist, der gegenüber dem kraftstoffführenden Bereich (6) abgedichtet ist, und die Abdichtung des Raumes (5) über eine Membran (7) aus einem kraftstoffbeständigen, elektrisch leitenden Werkstoff bewirkt wird, wobei die Membran (7) einerseits unmittelbar oder mittelbar mit der Sensoranordnung (4) und andererseits mit einem Gehäuseteil (8) des Kraftstoffinjektors verbunden ist und die Membran (7) zugleich der Masseverbindung der Sensoranordnung (4) dient, und wobei die Sensoranordnung (4) einen nach einem piezoelektrischen Prinzip arbeitenden kraftempfindlichen Wandler (9) umfasst, der mittelbar über ein axial verschiebbares Kraftübertragungsglied (10) von einer Axialkraft beaufschlagbar ist, die proportional zum hydraulischen Druck im Steuerraum (3) ist.
2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuerventil (2) als Magnetventil ausgebildet ist und einen axial verschiebbaren Ankerbolzen (11) umfasst, der als Kraftübertragungsglied (10) einsetzbar ist.
3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Kraftübertragungsglied (10) und der Sensoranordnung (4) ein Kraftverteiler (12) angeordnet ist.
4. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (7) elastisch, vorzugsweise formelastisch, ist.
5. Kraftstoffinjektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Membran (7) wenigstens einen Ausgleichsbogen (13) besitzt.

### 5 Claims

1. Fuel injector for injecting fuel into the combustion chamber of an internal combustion engine, having a nozzle needle (1), which is able to perform stroke motions and by the stroke motion of which at least one injection opening can be exposed or closed, and having a control valve (2) for controlling the stroke motion of the nozzle needle (1) in that, depending on the respective operating position of the control valve (2), a hydraulic pressure in a control chamber (3) acting upon the nozzle needle (1) in the closing direction is altered, and further having a sensor arrangement (4) for detecting the needle closing time,  
**characterized in that** the sensor arrangement (4) is arranged in the low-pressure region of the fuel injector in a space (5) which is sealed with respect to the fuel-carrying region (6), and the sealing of the space (5) is effected by a diaphragm (7) made of a fuel-resistant, electrically conductive material, wherein the diaphragm (7) is connected, on the one hand, directly or indirectly to the sensor arrangement (4) and, on the other hand, to a housing part (8) of the fuel injector and the diaphragm (7) simultaneously serves as a ground connection for the sensor arrangement (4), and wherein the sensor arrangement (4) comprises a force-sensitive transducer (9) which operates on a piezoelectric principle and can be acted upon indirectly, via an axially movable force transmission member (10), by an axial force which is proportional to the hydraulic pressure in the control chamber (3).
2. Fuel injector according to Claim 1, **characterized in that** the control valve (2) is designed as a solenoid valve and comprises an axially movable armature pin (11), which can be used as a force transmission member (10).
3. Fuel injector according to Claim 1 or 2, **characterized in that** a force distributor (12) is arranged between the force transmission member (10) and the sensor arrangement (4).
4. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the diaphragm (7) is elastic, preferably having elasticity of shape.
5. Fuel injector according to one of the preceding claims, **characterized in that** the diaphragm (7) has at least one compensating bend (13).

## Revendications

1. Injecteur de carburant pour l'injection de carburant dans la chambre de combustion d'un moteur à combustion interne avec un pointeau à course de levage (1), dont le mouvement de levage permet de libérer ou de fermer au moins un orifice d'injection, et avec une soupape de commande (2) pour commander le mouvement de levage du pointeau (1), par le fait que l'on fait varier dans une chambre de commande (3) une pression hydraulique poussant le pointeau (1) dans la direction de fermeture en fonction de la position de commutation respective de la soupape de commande (2), en outre avec un dispositif de capteur (4) pour détecter l'instant de fermeture du pointeau, **caractérisé en ce que** le dispositif de capteur (4) est disposé dans la région à basse pression de l'injecteur de carburant dans une chambre (5), qui est étanche par rapport à la région de transport de carburant (6), et l'étanchéité de la chambre (5) est assurée par une membrane (7) en un matériau électriquement conducteur résistant au carburant, dans lequel la membrane (7) est reliée d'une part directement ou indirectement au dispositif de capteur (4) et d'autre part à une partie de boîtier (8) de l'injecteur de carburant et la membrane (7) sert en même de liaison de masse du dispositif de capteur (4), et dans lequel le dispositif de capteur (4) comprend un convertisseur sensible à une force (9) travaillant selon un principe piézoélectrique, qui peut être soumis indirectement par un organe de transmission de force déplaçable axialement (10) à une force axiale, qui est proportionnelle à la pression hydraulique dans la chambre de commande (3).
 

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35
2. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la soupape de commande (2) est constituée par une soupape magnétique et comprend un axe d'induit (11) déplaçable axialement, qui peut être utilisé comme organe de transmission de force (10).
 

40
3. Injecteur de carburant selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**un répartiteur de force (12) est disposé entre l'organe de transmission de force (10) et le dispositif de capteur (4).
 

45
4. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la membrane (7) est élastique, de préférence de forme élastique.
 

50
5. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la membrane (7) comporte au moins un arc d'équilibrage (13) .
 

55

Fig. 1

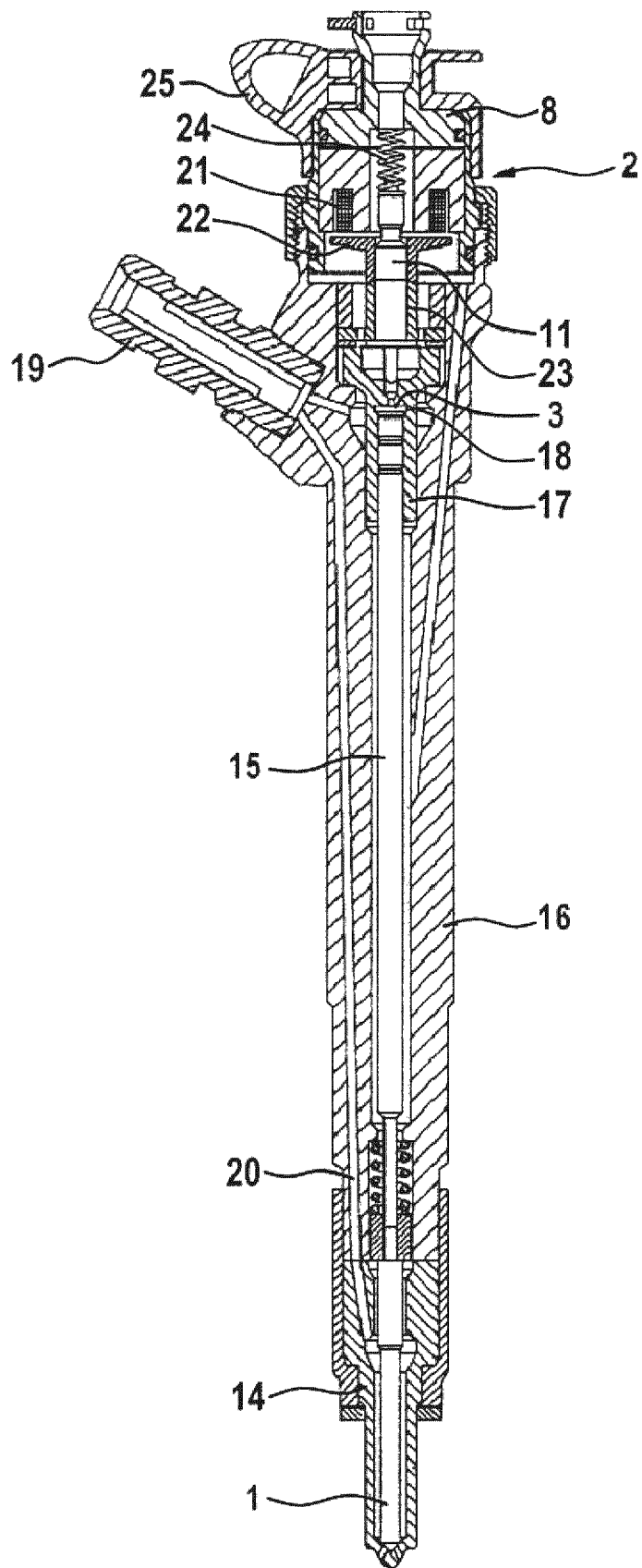


Fig. 2

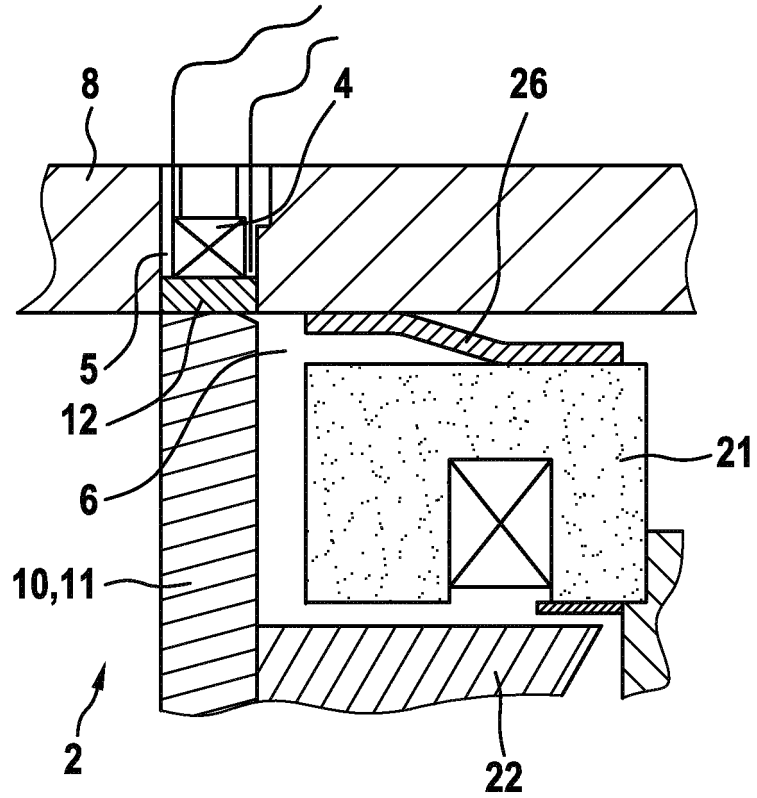
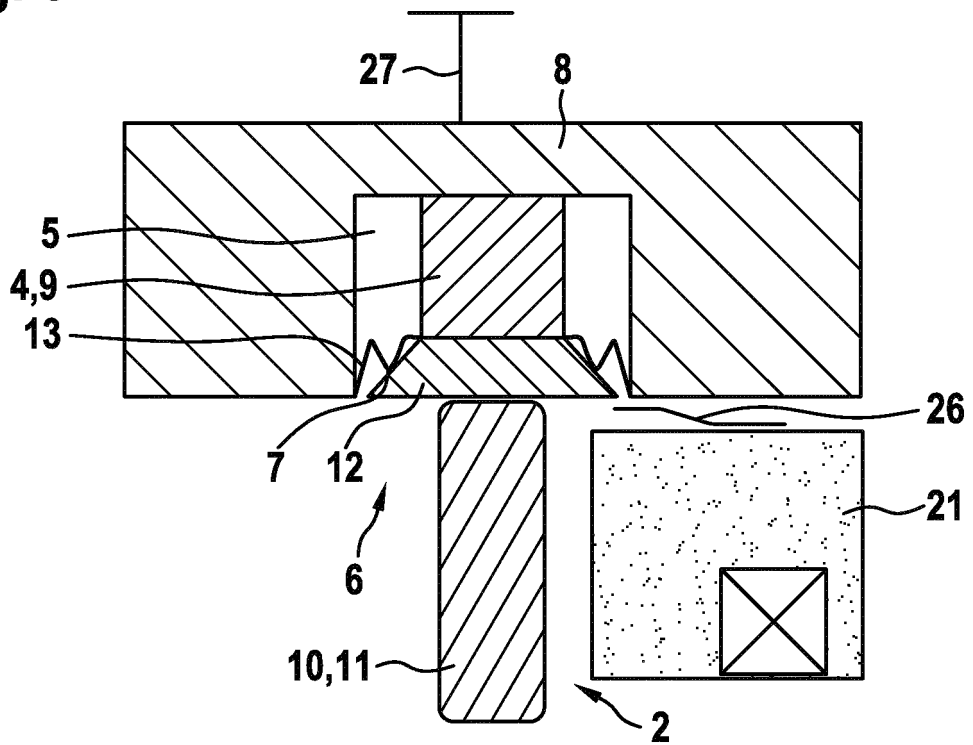
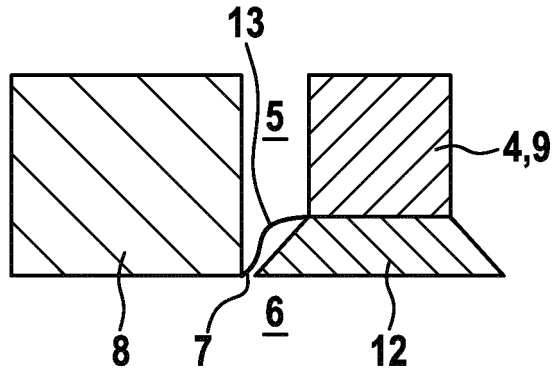


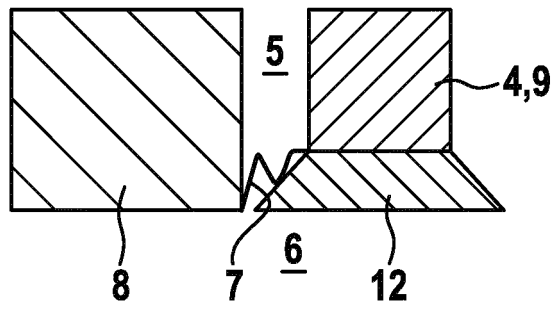
Fig. 3



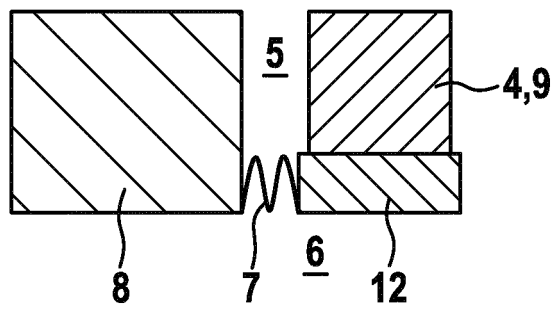
**Fig. 4a**



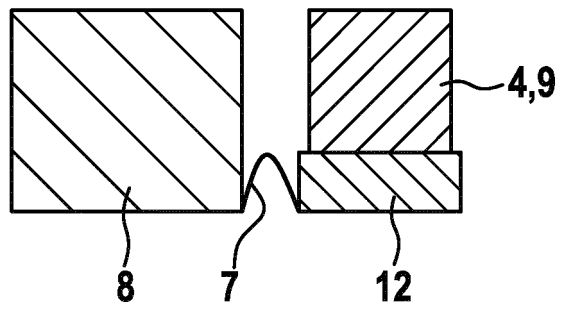
**Fig. 4b**



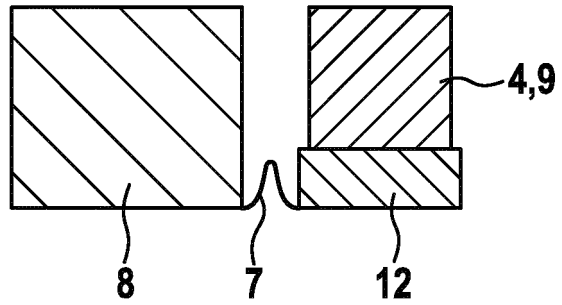
**Fig. 4c**



**Fig. 4d**



**Fig. 4e**



**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 102007060395 A1 **[0002]**
- DE 102007063103 A1 **[0004]**
- WO 2010127889 A1 **[0005]**
- DE 102009000983 A1 **[0005]**