



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

**EP 3 109 453 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**28.12.2016 Patentblatt 2016/52**

(51) Int Cl.:  
**F02M 57/00 (2006.01)**      **F02M 65/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **16175482.5**

(22) Anmeldetag: **21.06.2016**

(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**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
 Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

(30) Priorität: **25.06.2015 DE 102015211781**

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

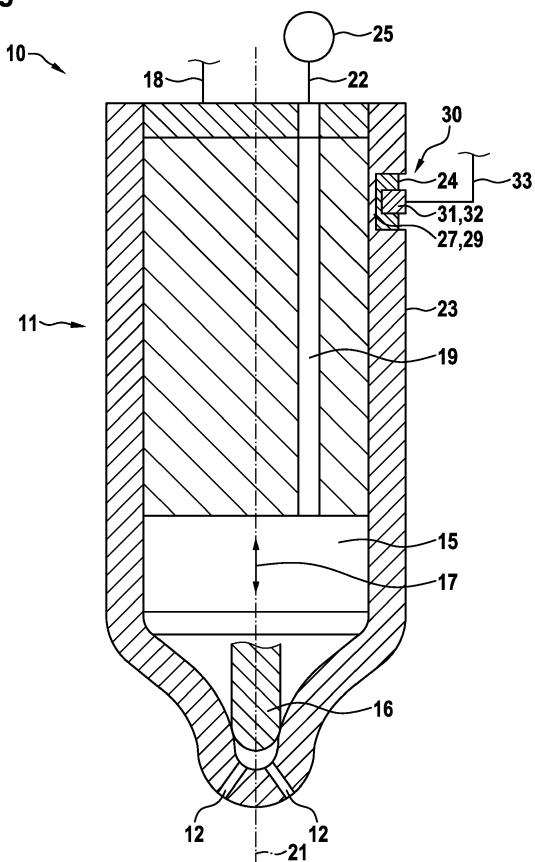
(72) Erfinder:  

- **Fischer, Fabian  
70176 Stuttgart (DE)**
- **Forke, Martin  
70499 Stuttgart (DE)**

### (54) KRAFTSTOFFINJEKTOR

(57) Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor (10), insbesondere Common-Rail-Injektor, mit einem Injektorgehäuse (11), in dem ein Hochdruckraum (15) ausgebildet ist, der über eine im Injektorgehäuse (11) angeordnete Versorgungsbohrung (19) mit unter Druck stehendem Kraftstoff versorgbar ist, mit wenigstens einer zumindest mittelbar mit dem Hochdruckraum (15) verbundenen, im Injektorgehäuse (11) ausgebildeten Einspritzöffnung (12) zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem die wenigstens eine Einspritzöffnung (12) freigebenden oder verschließenden Einspritzglied (16), und mit einer Messeinrichtung (30) zur zumindest mittelbaren Erfassung des Drucks im Hochdruckraum (15) oder der Versorgungsbohrung (19), wobei die Messeinrichtung (30) dazu ausgebildet ist, eine elastische Verformung eines zumindest mittelbar mit der Versorgungsbohrung (19) oder dem Hochdruckraum (15) in Wirkverbindung angeordneten Verformungsbereichs (27) zu erfassen, wobei die Messeinrichtung (30) eine Grundfläche (40) und eine Umfangsfläche (45) aufweisendes Sensorelement (32) aufweist, das mit der Grundfläche (40) auf der dem Verformungsbereich (27) zugewandten Seite mit dem Verformungsbereich (27) über eine erste stoffschlüssige Verbindung (41) verbunden ist, und wobei das Sensor-element (32) dazu ausgebildet ist, in dem Verformungsbereich (27) bei einer Deformation auftretende Spannungen, zu erfassen.

**Fig. 1**



**Beschreibung****Stand der Technik**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Ein Kraftstoffinjektor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist aus der nachveröffentlichten DE 10 2014 223659 A1 der Anmelderin bekannt. Bei dem bekannten Kraftstoffinjektor ist es vorgesehen, das üblicherweise in Form eines Piezoelements ausgebildete Sensorelement mittels einer einen Klebstoff aufweisenden stoffschlüssigen Verbindung mit dem Grund einer Ausnehmung bzw. eines Verformungsbereichs zu verbinden. Bei einer Deformation des Verformungsbereichs aufgrund von Druckschwankungen in einer Versorgungsbohrung für einen Hochdruckraum des Injektorgehäuses lässt sich dadurch zumindest mittelbar auf die Stellung eines Einspritzglieds bzw. einer Düsenadel schließen. Dadurch kann insbesondere über die Lebensdauer des Kraftstoffinjektors betrachtet die Ansteuerung des Einspritzglieds optimiert werden, um beispielsweise Verschleiß oder ähnliche Effekte an Bauteilen des Kraftstoffinjektors auszugleichen. Gewünscht bei derartigen stoffschlüssigen Verbindungen zwischen einem Sensorelement und einem Verformungsbereich ist insbesondere eine zuverlässige Verbindung sowie die Erzielung möglichst hoher (Spannungs-)Signale des Sensorelements, da damit eine bessere Auflösung des erfassten mechanischen Spannungszustands auf das Sensorelement ermöglicht wird. Höhere elektrische Spannungssignale durch das Sensorelement könnten beispielsweise auch durch einen in der Wandstärke reduzierten Verformungsbereich erzielt werden, da dadurch bei Druckschwankungen eine stärkere Verformung auftreten würde. Die Reduzierung der Wandstärke ist jedoch bei den zur Diskussion stehenden Systemdrücken im Injektorgehäuse, die bei derartigen Kraftstoffinjektoren üblicherweise mehr als 2000bar betragen aus Festigkeitsgründen kritisch, so dass die Wandstärke im Bereich des Verformungsbereichs nicht beliebig reduziert werden kann. Daher ist es bei der eingangs genannten Schrift vorgesehen, die stoffschlüssige Verbindung zwischen dem Sensorelement und dem Grund der Ausnehmung im Bereich des Verformungsbereichs lediglich über einen Teilbereich des Sensorelements auszubilden. Dadurch lassen sich insbesondere gegenüber dem Stand der Technik bei vollflächig verklebten Sensorelementen erhöhte Signale erzielen. Nachteilig dabei ist, dass zur Ausbildung der lediglich bereichsweisen Verbindung zwischen dem Grund des Verformungsbereichs und dem Sensorelement der Grund des Verformungsbereichs relativ aufwändig, d.h. mit Erhebungen bzw. Vertiefungen ausgebildet werden muss. Auch ist das definierte Aufbringen des Materials für die stoffschlüssige Verbindung als relativ aufwändig anzusehen.

**Offenbarung der Erfindung**

**[0003]** Ausgehend von dem dargestellten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Kraftstoffinjektor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 derart weiterzubilden, dass bei fertigungstechnisch relativ einfacher Herstellbarkeit der Verbindung zwischen dem Sensorelement und dem Injektorgehäuse relativ hohe Spannungs- bzw. Signalwerte durch das Sensorelement erzielt werden können. Dadurch soll es ermöglicht werden, entweder eine besonders hohe Auflösung der Signale zu ermöglichen, oder aber die Wandstärke im Verformungsbereich gegenüber dem Stand der Technik zu erhöhen, um erhöhte Festigkeitswerte des Injektorgehäuses zu erzielen. Im letztgenannten Fall sollen trotz der erhöhten Wandstärke im Verformungsbereich die mit der Sensoreinrichtung erzeugten (Spannungs-)Signale genügen, den Druckverlauf in der Versorgungsbohrung bzw. dem Hochdruckraum hinreichend genau zu erfassen.

**[0004]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Kraftstoffinjektor mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass zusätzlich zur ersten stoffschlüssigen Verbindung zwischen der Grundfläche des Sensorelements und dem Grund des Verformungsbereichs eine zusätzliche, zweite stoffschlüssige Verbindung zumindest an zwei gegenüberliegenden Seiten der Umfangsfläche des Sensorelements zumindest über einen Teilbereich der Höhe des Sensorelements ausgebildet ist, und dass das Sensorelement dazu ausgebildet ist, Spannungen bzw. Kräfte im Bereich der zumindest zwei gegenüberliegenden Seiten im Bereich der Umfangsfläche längs zur Ebene des Sensorelements zu erfassen.

**[0005]** Mit anderen Worten gesagt bedeutet dies, dass zusätzlich zur Erfassung von Spannungen im Übergangsbereich zwischen dem Verformungsbereich und der Grundfläche des Sensorelements über die zweite stoffschlüssige Verbindung auch mechanische Spannungen auf die Umfangsfläche des Sensorelements übertragen werden, die durch das Sensorelement ausgewertet bzw. erfasst werden können. Diese (Spannungs-)Signale addieren sich vereinfacht gesprochen zu den erzielbaren (Spannungs-)Signalen, die von dem Sensorelement über die Grundfläche des Sensorelements detektiert werden können.

**[0006]** Wesentlich ist auch, dass die Erfindung zwar vorzugsweise bei Verformungsbereichen zum Einsatz kommt, die durch eine entsprechende Abflachung bzw. Vertiefung im Injektorgehäuse ausgebildet werden. Grundsätzlich ist es jedoch auch möglich, die zweite stoffschlüssige Verbindung ohne direkte Ankopplung beispielsweise an eine schräg bzw. senkrecht zum Sensorelement verlaufende Fläche der Abflachung bzw. der Vertiefung des Injektorgehäuses auszubilden bzw. in Wirkverbindung mit dem Sensorelement zu bringen.

**[0007]** Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors sind in den Unteransprüchen

angeführt.

**[0008]** Um einerseits einen geschützten An- bzw. Einbau des Sensorelements im Injektorgehäuse zu ermöglichen, sowie andererseits die Wandstärke im Verformungsbereich relativ einfach auf das gewünschte Maß einstellen zu können und das Anordnen der zweiten stoffschlüssigen Verbindung aus fertigungstechnischer Sicht möglichst einfach zu gestalten, ist es besonders bevorzugt vorgesehen, dass das Sensorelement in einer sacklochförmigen Vertiefung angeordnet ist, und dass der (insbesondere ringförmige) Zwischenraum zwischen dem Sensorelement und der Vertiefung maximal bis zur Oberseite des Sensorelements von dem Material der zweiten stoffschlüssigen Verbindung ausgefüllt ist.

**[0009]** In wiederum herstellungstechnisch besonders bevorzugter Ausgestaltung, die eine besonders einfache Ausbildung der sacklochförmigen Vertiefung ermöglicht, wird vorgeschlagen, dass die Vertiefung zumindest im Verbindungsbereich mit der Grundfläche des Sensorelements eben ausgebildet ist.

**[0010]** Bei den üblichen Dimensionierungen des Sensorelements ist es in Verbindung mit den gewünschten Wandstärken des Verformungsbereichs sowie dem Wunsch eines möglichst geschützten Einbaus des Sensorelements darüber hinaus bevorzugt vorgesehen, dass die Oberseite des Sensorelements unterhalb des Niveaus der Außenwand angeordnet ist, von der die Vertiefung ausgeht.

**[0011]** Besonders hohe zusätzliche elektrische Spannungssignale über die zusätzliche stoffschlüssige Verbindung lassen sich erzielen, wenn die Grundfläche des Sensorelements und die Grundfläche der Vertiefung jeweils rechteckförmig ausgebildet ist, und wenn die in Wirkverbindung mit dem Material der zusätzlichen, zweiten stoffschlüssigen Verbindung angeordneten, gegenüberliegenden Seitenwände des Sensorelements und der Vertiefung parallel zu einer Druckverformungsebene ausgerichtet sind.

**[0012]** Darüber hinaus lassen sich die elektrischen Spannungssignale, die über die zweite stoffschlüssige Verbindung im Bereich der Umfangsfläche durch das Sensorelement erzeugt werden, erhöhen, wenn das Material der zweiten stoffschlüssigen Verbindung volumenstabile, d.h. eine hohe Härte aufweisende Partikel erhält.

**[0013]** Der Herstellungsprozess des Kraftstoffinjektors bzw. der Anbau des Sensorelements lässt sich darüber hinaus vereinfachen, wenn das Material der stoffschlüssigen Verbindung und der zweiten stoffschlüssigen Verbindung identisch ist. Dadurch lassen sich insbesondere beide stoffschlüssigen Verbindungen durch ein und denselben Fertigungsschritt realisieren.

**[0014]** Ganz besonders bevorzugt ist darüber hinaus eine Ausführungsform (insbesondere mit volumenstabilen Partikeln in der zusätzlichen stoffschlüssigen Verbindung), bei der das Material der stoffschlüssigen Verbindung und der zweiten stoffschlüssigen Verbindung einen wärmeaushärtbaren Klebstoff aufweist. Dadurch lässt sich bei der Fertigung bzw. beim Anbringen der Senso-

reinrichtung eine mechanische Vorspannung auf das Sensorelement erzeugen. Derartige Vorspannungen haben sich in der Praxis als für die Lebensdauer bzw. Betriebssicherheit des Sensorelements als vorteilhaft herausgestellt.

**[0015]** Um das Sensorelement in einem möglichst brennraumfernen Bereich des Kraftstoffinjektors anordnen zu können und darüber hinaus auf zusätzliche Abzweige oder ähnliches verzichten zu können, ist es weiterhin bevorzugt vorgesehen, wenn die Vertiefung zur Aufnahme des Sensorelements im Bereich der Versorgungsbohrung angeordnet und zumindest im Wesentlichen senkrecht zur Versorgungsbohrung ausgerichtet ist. Mit anderen Worten gesagt bedeutet dies, dass über das Sensorelement der in der Versorgungsbohrung herrschende Druck bzw. dessen Druckverlauf erfassbar ist. Außerdem werden dadurch auf die beiden Seitenwände des Sensorelements gleich hohe Kräfte von der Wand der Vertiefung erzeugt.

**[0016]** Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung.

**[0017]** Diese zeigt in:

Fig. 1 einen vereinfachten Längsschnitt durch einen Kraftstoffinjektor,

Fig. 2 einen Teilbereich des Kraftstoffinjektors gemäß der Fig. 1 im Bereich eines Sensorelements in unverformten Zustand im Längsschnitt,

Fig. 3 der Bereich des Kraftstoffinjektors gemäß Fig. 2 bei einer Verformung des Injektorgehäuses im Bereich eines Verformungsbereichs im Längsschnitt und

Fig. 4 einen Teil des Sensorelements gemäß Fig. 3 zur Erläuterung der auf das Sensorelement wirkenden mechanischen Kräfte bzw. Spannungen während der Verformung.

**[0018]** Gleiche Elemente bzw. Elemente mit gleicher Funktion sind in den Figuren mit den gleichen Bezugsziffern versehen.

**[0019]** Der in der Fig. 1 stark vereinfacht dargestellte Kraftstoffinjektor 10 ist als sogenannter Common-Rail-Injektor ausgebildet, und dient dem Einspritzen von Kraftstoff in den nicht gezeigten Brennraum einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer selbstzündenden Brennkraftmaschine.

**[0020]** Der Kraftstoffinjektor 10 weist ein im Wesentlichen aus Metall bestehendes, ggf. mehrteilig ausgebildetes Injektorgehäuse 11 auf, in dem auf der dem Brennraum der Brennkraftmaschine zugewandten Seite wenigstens eine, vorzugsweise mehrere Einspritzöffnungen 12 zum Einspritzen des Kraftstoffs eingeordnet sind. Innerhalb des Injektorgehäuses 11 bildet dieses einen

Hochdruckraum 15 aus, in dem eine als Einspritzglied dienende Düsenadel 16 in Richtung des Doppelpfeils 17 hubbeweglich angeordnet ist. In der dargestellten, abgesenkten Stellung der Düsenadel 16 bildet diese zusammen mit der Innenwand des Hochdruckraums 15 bzw. des Injektorgehäuses 11 einen Dichtsitz aus, so dass die Einspritzöffnungen 12 zumindest mittelbar verschlossen sind, derart, dass das Einspritzen von Kraftstoff aus dem Hochdruckraum 15 in den Brennraum der Brennkraftmaschine vermieden wird. In der anderen, nicht dargestellten, von dem Dichtsitz abgehobenen Position der Düsenadel 16 gibt diese die Einspritzöffnungen 12 zum Einspritzen des Kraftstoffs in den Brennraum der Brennkraftmaschine frei. Die Bewegung der Düsenadel 16, insbesondere zum Freigeben der Einspritzöffnungen 12, erfolgt auf eine an sich bekannte Art und Weise mittels eines nicht dargestellten Aktuators, der über eine Spannungsversorgungsleitung 18 von einer Steuereinrichtung der Brennkraftmaschine ansteuerbar ist. Bei dem Aktuator kann es sich insbesondere um einen Magnetaktuator oder aber um einen Piezoaktuator handeln.

**[0021]** Die Versorgung des Hochdruckraums 15 mit unter Hochdruck (Systemdruck) stehendem Kraftstoff erfolgt über eine innerhalb des Injektorgehäuses 11 angeordnete bzw. in Bauteilen des Kraftstoffinjektors 10 ausgebildete Versorgungsbohrung 19, die insbesondere exzentrisch zur Längsachse 21 des Injektorgehäuses 11 in einem Randbereich des Kraftstoffinjektors 10 und zumindest im Wesentlichen parallel zur Längsachse 21, verläuft. Die Versorgungsbohrung 19 ist darüber hinaus über einen nicht dargestellten Kraftstoffanschlussstutzen mit einer Kraftstoffleitung 22 verbunden, welche wiederum mit einem Kraftstoffspeicher 25 (Rail) gekoppelt ist.

**[0022]** In einem von den Einspritzöffnungen 12 bzw. dem Brennraum axial relativ weit beabstandeten Bereich des Injektorgehäuses 11 ist in dessen Außenwand 23 beispielhaft eine sacklochförmige Vertiefung 24 ausgebildet, so dass die Wanddicke des Injektorgehäuses 11 im Bereich der Vertiefung 24 reduziert ist. Die Vertiefung bzw. deren Längsachse ist zumindest im Wesentlichen senkrecht zur Versorgungsbohrung 19 im Bereich der Vertiefung 24 angeordnet. Ergänzend wird erwähnt, dass anstelle einer sacklochförmigen Vertiefung 24 das Injektorgehäuse 11 auch eine Abflachung aufweisen kann, in deren Bereich die Wanddicke des Injektorgehäuses 11 reduziert ist.

**[0023]** Der eben ausgebildete Grund 26 der Vertiefung 24 bildet einen Teil eines Verformungsbereichs 27 aus. Dadurch, dass die Wanddicke des Injektorgehäuses 11 im Bereich der Vertiefung 24 reduziert ist, wirkt der Wandabschnitt 29 des Injektorgehäuses 11 auf der der Vertiefung 24 zugewandten Seite als Verformungsbereich 27 in Art einer elastisch verformbaren Membran, wobei die Verformung, welche sich als Wölbung ausbildet, umso größer ist, je höher der augenblickliche Kraftstoffdruck in der Versorgungsbohrung 19 ist.

**[0024]** Zur Detektion des zeitlichen Verlaufs des Kraft-

stoffdrucks in der Versorgungsbohrung 19 und damit auch in dem Hochdruckraum 15, welcher als Indiz für die augenblickliche Stellung der Düsenadel 16 zur Ansteuerung der Düsenadel 16 verwendet wird, weist der Kraftstoffinjektor 10 eine Messeinrichtung 30 auf. Die Messeinrichtung 30 weist insbesondere ein als Piezoelement 31 ausgebildetes Sensorelement 32 auf, das auf der dem Verformungsbereich 27 zugewandten Seite eben ausgebildet ist.

**[0025]** Das Sensorelement 32 ist über eine Anschlussleitung 33 beispielsweise mit einer elektronischen Steuereinheit verbunden, die aus den von dem Sensorelement 32 erzeugten (Spannungs-)Signalen auf eine Deformation bzw. Verformung des Verformungsbereichs 27 schließt. Hierbei ist die Deformation des Verformungsbereichs 27 umso stärker bzw. größer, desto höher der in der Versorgungsbohrung 19 (und damit auch in dem Hochdruckraum 15) herrschende Druck ist. Aus dem Druck bzw. insbesondere aus dem Druckverlauf lässt sich dadurch zumindest mittelbar auf die Stellung der Düsenadel 16 schließen, um diese zeit- und bedarfsgerecht ansteuern zu können.

**[0026]** Entsprechend der Darstellung der Fig. 2 ist die Vertiefung 24 (wenn in der Versorgungsbohrung 19 kein bzw. ein relativ geringer Druck herrscht) mit zwei, senkrecht zur Zeichenebene der Fig. 2 angeordneten Seitenwänden 34, 35 versehen, wobei die Vertiefung 24 im Querschnitt gesehen insgesamt zumindest im Wesentlichen rechteckförmig ausgebildet ist. Ebenso weist das Sensorelement 32 in paralleler Ausrichtung zu den Seitenwänden 34, 35 der Vertiefung 24 zwei, an dessen Umfang ausgebildete Seitenwände 36, 37 auf. Die Oberseite 38 des Sensorelements 32 verläuft im unbelasteten Zustand der Versorgungsbohrung 19 etwas unterhalb des Niveaus der Außenwand 23 im Bereich der Vertiefung 24.

**[0027]** Das Sensorelement 32 ist mit dem ebenen Grund 26 der Vertiefung 24 über eine erste stoffschlüssige Verbindung 41 verbunden. Die erste stoffschlüssige Verbindung 41 umfasst dabei insbesondere einen wärmeaus härtbaren Klebstoff, so dass zwischen der (rechteckförmigen) Grundfläche 40 des Sensorelements 32 und dem Grund 26 der Vertiefung 24 eine dünne, insbesondere eine gleichmäßige Schichtdicke aufweisende Klebstoffschicht 39 ausgebildet ist. Darüber hinaus ist es vorgesehen, dass das Sensorelement 32 im Bereich seiner Umfangsfläche 45, zumindest aber im Bereich der beiden jeweils parallel zueinander verlaufenden Seitenwände 34, 35 der Vertiefung 24 sowie den Seitenwänden 36, 37 des Sensorelements 32 mit einer zweiten stoffschlüssigen Verbindung 42 verbunden ist. Vorzugsweise entspricht das Material der ersten stoffschlüssigen Verbindung 41 dem Material der zweiten stoffschlüssigen Verbindung 42. Das bedeutet, dass das Material der zweiten stoffschlüssigen Verbindung 42 zumindest einen wärmeaus härtbaren Klebstoff umfasst. Besonders bevorzugt ist es darüber hinaus, wenn das Material der zweiten stoffschlüssigen Verbindung 42 (sowie der ers-

ten stoffschlüssigen Verbindung 41) volumenstabile Partikel 44 enthält. Derartige volumenstabile Partikel 44 können dabei beispielsweise aus Metall bestehen oder aber aus volumenstabilen Kunststoffpartikeln.

**[0028]** Wesentlich ist, dass der radiale Zwischenraum 50 zwischen der Umfangsfläche 45 des Sensorelements 32 und der Vertiefung 24 mit dem Material der zweiten stoffschlüssigen Verbindung 42 ausgefüllt ist. Dabei reicht das Material der zweiten stoffschlüssigen Verbindung 42 zumindest über einen Teilbereich der Höhe H des Sensorelements 32. Im dargestellten Ausführungsbeispiel schließt die Oberseite 51 des Materials der zweiten stoffschlüssigen Verbindung 42 zumindest in etwa bündig mit der Oberseite 38 des Sensorelements 32 ab.

**[0029]** Zur Ausbildung der beiden stoffschlüssigen Verbindungen 41, 42 während der Fertigung kann es beispielhaft vorgesehen sein, dass eine definierte Menge des Materials der beiden stoffschlüssigen Verbindungen 41, 42 in einem einzigen Dosiervorgang in die Vertiefung 24 eingegeben wird. Anschließend wird das Sensorelement 32 in die Vertiefung 24 eingeführt, bis dieses seine gewünschte Sollposition in der Vertiefung 24 erreicht hat.

**[0030]** Das Sensorelement 32 bzw. das Piezoelement 31 ist dazu ausgebildet, sowohl Zugspannungen im Bereich der Grundfläche 40 des Sensorelements 32 zur erfassen, die senkrecht zu einer Verformungsebene 52 verlaufen, als auch mechanische Spannungen, insbesondere Druckspannungen, die in einer zweiten Verformungsebene 53 (Fig. 4) verlaufen, welche senkrecht zur ersten Versorgungsebene 52 angeordnet ist. Hierzu kann das Piezoelement 31 eine Vielzahl von übereinander angeordneten, spannungs- bzw. druckempfindlichen Schichten aufweisen, die ggf. in unterschiedlichen Richtungen zueinander ausgerichtet bzw. orientiert sind. Die in der zweiten Verformungsebene 53 auftretenden (Druck-)Spannungen sind in der Fig. 4 durch die Kräfte  $F_d$  verdeutlicht, während die auf die Grundfläche 40 wirkenden Zugspannungen durch die Kräfte  $F_z$  dargestellt sein sollen. Wesentlich dabei ist, dass durch das Material der zweiten stoffschlüssigen Verbindung 42 eine (zumindest im Wesentlichen) starre Verbindung zwischen den Seitenwänden 34, 35 der Vertiefung 24 und den Seitenwänden 36, 37 des Sensorelements 32 erzeugt wird. Dies wird insbesondere auch durch die zumindest in der zweiten stoffschlüssigen Verbindung 42 vorgesehenen volumenkonstanten Partikel erzeugt.

**[0031]** Entsprechend der Darstellung der Fig. 3, bei der durch die gestrichelte Linie die Kontur 55 des Kraftstoffinjektors im unverformten Zustand gezeigt ist, wölbt sich bei einem steigenden hydraulischen Druck in der Versorgungsbohrung 19 der Verformungsbereich 27 und somit auch die Grundfläche 40 des Sensorelements 32 nach außen, während die Seitenwände 34, 35 der Vertiefung 24 in einem Winkel  $\alpha$  in Richtung zum Sensorelement 32 gekippt werden. Dadurch wird das Sensorelement 32 in einer senkrecht zur ersten Verformungsebene 52 verlaufenden Richtung zusammengedrückt, was durch eine entsprechende Auslegung des Piezoe-

lements 31 zu entsprechenden (zusätzlichen) Spannungssignalen führt.

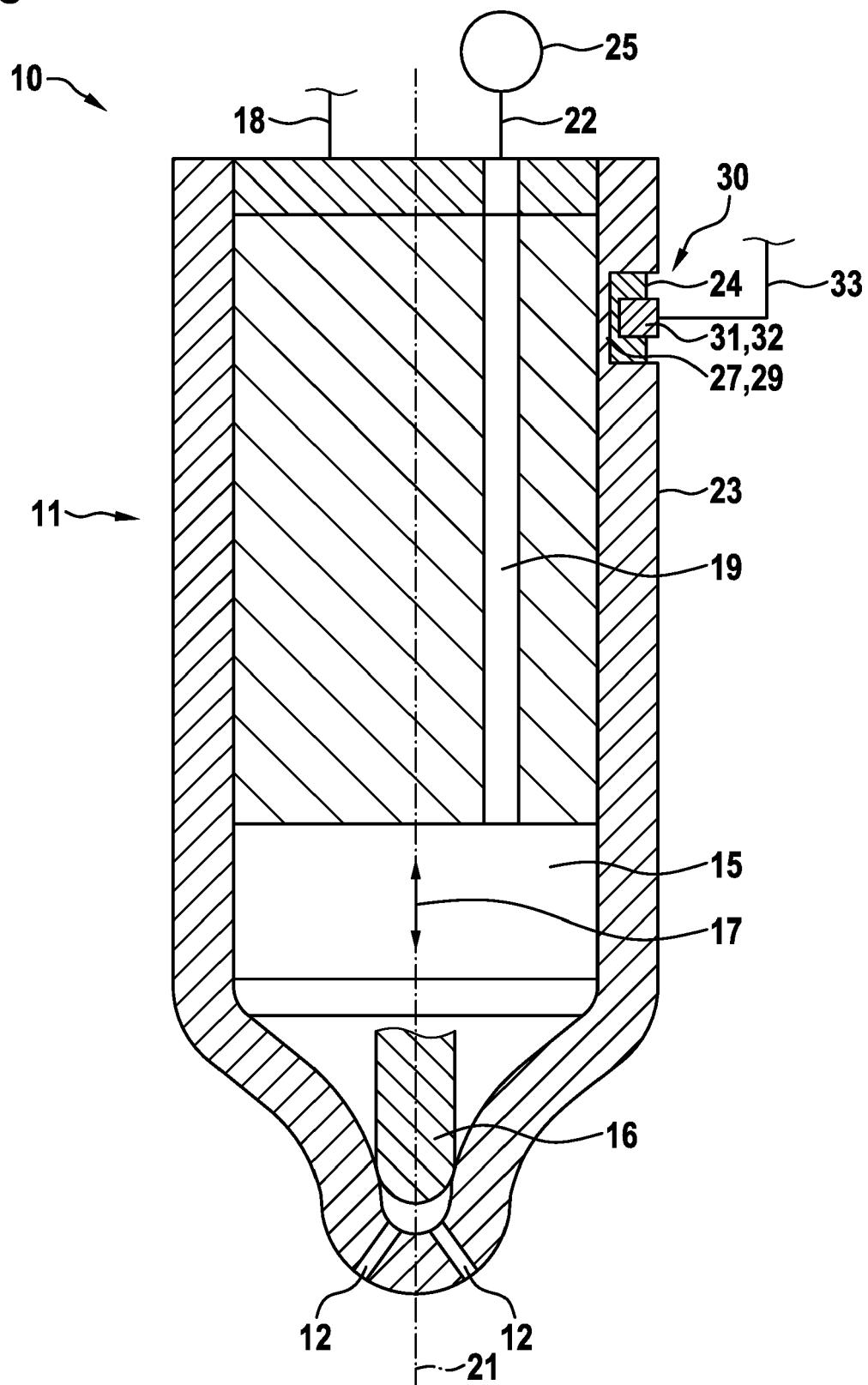
**[0032]** Der soweit beschriebene Kraftstoffinjektor 10 kann in vielfältiger Art und Weise abgewandelt bzw. modifiziert werden, ohne vom Erfindungsgedanken abzuweichen. So ist beispielsweise auch der Einsatz von im Querschnitt nicht rechteckförmigen Sensorelementen 32 und Vertiefungen 24 möglich.

## Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor (10), insbesondere Common-Rail-Injektor, mit einem Injektorgehäuse (11), in dem ein Hochdruckraum (15) ausgebildet ist, der über eine im Injektorgehäuse (11) angeordnete Versorgungsbohrung (19) mit unter Druck stehendem Kraftstoff versorgbar ist, mit wenigstens einer zumindest mittelbar mit dem Hochdruckraum (15) verbundenen, im Injektorgehäuse (11) ausgebildeten Einspritzöffnung (12) zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer Brennkraftmaschine, mit einem die wenigstens eine Einspritzöffnung (12) freigebenden oder verschließenden Einspritzglied (16), und mit einer Messeinrichtung (30) zur zumindest mittelbaren Erfassung des Drucks im Hochdruckraum (15) oder der Versorgungsbohrung (19), wobei die Messeinrichtung (30) dazu ausgebildet ist, eine elastische Verformung eines zumindest mittelbar mit der Versorgungsbohrung (19) oder dem Hochdruckraum (15) in Wirkverbindung angeordneten Verformungsbereichs (27) zu erfassen, wobei die Messeinrichtung (30) eine Grundfläche (40) und eine Umfangsfläche (45) aufweisendes Sensorelement (32) aufweist, das mit der Grundfläche (40) auf der dem Verformungsbereich (27) zugewandten Seite mit dem Verformungsbereich (27) über eine erste stoffschlüssige Verbindung (41) verbunden ist, und wobei das Sensorelement (32) dazu ausgebildet ist, in dem Verformungsbereich (27) bei einer Deformation auftretende Spannungen, zu erfassen,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** eine zweite stoffschlüssige Verbindung (42) zumindest an zwei gegenüberliegenden Seiten (36, 37) der Umfangsfläche (45) des Sensorelements (32) zumindest über einen Teil der Höhe (H) des Sensorelements (32) ausgebildet ist, und dass das Sensorelement (32) dazu ausgebildet ist, durch Kräfte ( $F_d$ ) verursachte Spannungen im Bereich der zumindest zwei gegenüberliegenden Seiten (36, 37) des Sensorelements (32) zu erfassen.
2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Sensorelement (32) in einer sacklochförmigen Vertiefung (24) angeordnet ist, und dass der radiale Zwischenraum (50) zwischen dem Sensorelement (32) und der Vertiefung (24) maximal bis zur

Oberseite (38) des Sensorelements (32) von dem Material der zweiten stoffschlüssigen Verbindung (42) ausgefüllt ist.

3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 2, 5  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Vertiefung (24) zum mindest im Bereich des Sensorelements (32) einen eben ausgebildeten Grund (26) aufweist.  
10
4. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 2 oder 3, 15  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Oberseite (38) des Sensorelements (32) unterhalb des Niveaus einer Außenwand (23) des Injektorgehäuses (11) verläuft, von der die Vertiefung (24) ausgeht.
5. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, 20  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Grundfläche (40) des Sensorelements (32) und die Grundfläche der Vertiefung (24) jeweils rechteckförmig ausgebildet ist, und dass die in Wirkverbindung mit dem Material der zweiten stoffschlüssigen Verbindung (42) angeordneten gegenüberliegenden Seitenwände (36, 37) des Sensorelements (32) und der Vertiefung (24) parallel zu einer Druckverformungsebene (52) ausgerichtet sind, die parallel zur Ebene des Sensorelements (32) verläuft.  
25
6. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, 30  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Material der zusätzlichen stoffschlüssigen Verbindung volumenstabile Partikel enthält.
7. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, 35  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Material der ersten stoffschlüssigen Verbindung (41) und der zweiten stoffschlüssigen Verbindung (42) identisch ist.  
40
8. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, 45  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Material der ersten Verbindung (41) und der zweiten stoffschlüssigen Verbindung (42) einen wärmeaus härtbaren Klebstoff aufweist.
9. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, 50  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Vertiefung (24) im Bereich der Versorgungsbohrung (19) angeordnet ist und zum mindest im Wesentlichen senkrecht zur Versorgungsbohrung (19) ausgerichtet.

**Fig. 1**

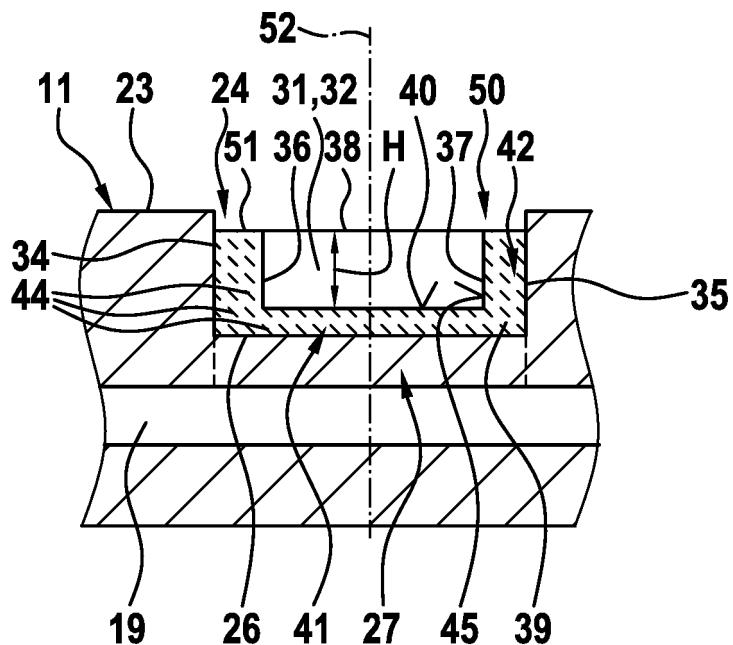
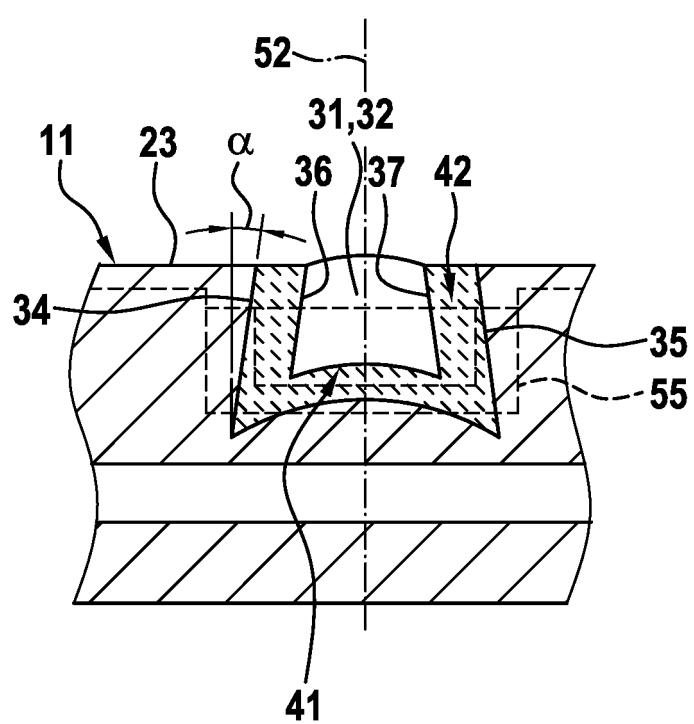
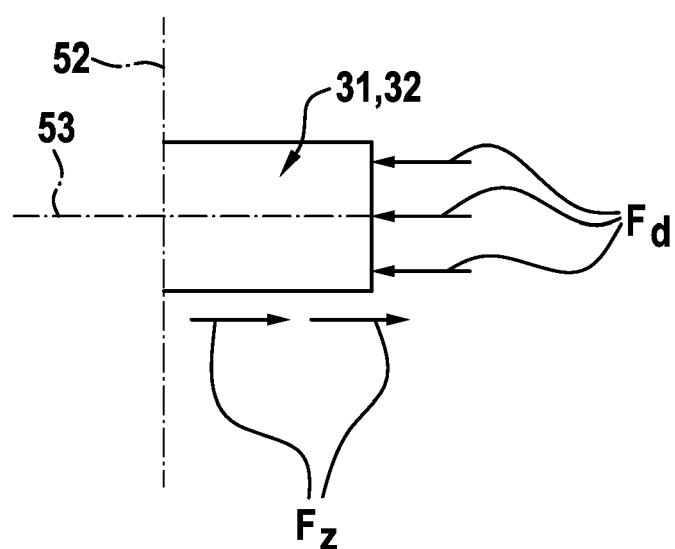
**Fig. 2****Fig. 3**

Fig. 4





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 16 17 5482

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betriefft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10 X	GB 2 205 654 A (BOSCH GMBH ROBERT) 14. Dezember 1988 (1988-12-14) * Abbildungen *	1,5-9	INV. F02M57/00 F02M65/00
15 Y	----- DE 10 2005 053683 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 16. Mai 2007 (2007-05-16)	2-4	
20 A	* Abbildungen 1,4,5 * ----- X,P EP 3 026 254 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 1. Juni 2016 (2016-06-01) * Absätze [0019], [0020]; Abbildungen *	1,9 1-9	
25 X,P	----- EP 3 001 024 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 30. März 2016 (2016-03-30) * Abbildungen 4,5 *	1-9	
30 A	----- DE 199 45 673 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 5. April 2001 (2001-04-05) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 *	1	
35			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
40			F02M
45			
50 1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 7. Oktober 2016	Prüfer Landriscina, V
	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		

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

EP 16 17 5482

5 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.

07-10-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	GB 2205654 A	14-12-1988	DE FR GB JP	3719842 A1 2616543 A1 2205654 A S649333 A	29-12-1988 16-12-1988 14-12-1988 12-01-1989
20	DE 102005053683 A1	16-05-2007	AT DE EP WO	473367 T 102005053683 A1 1948924 A1 2007054407 A1	15-07-2010 16-05-2007 30-07-2008 18-05-2007
25	EP 3026254 A1	01-06-2016	DE EP	102014223921 A1 3026254 A1	25-05-2016 01-06-2016
30	EP 3001024 A1	30-03-2016	DE EP	102014219242 A1 3001024 A1	24-03-2016 30-03-2016
35	DE 19945673 A1	05-04-2001	DE EP WO	19945673 A1 1214756 A1 0124320 A1	05-04-2001 19-06-2002 05-04-2001
40					
45					
50					
55					

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**

- DE 102014223659 A1 **[0002]**