(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 034 855 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
16.08.2017 Patentblatt 2017/33

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

(21) Anmeldenummer: **15196516.7**

(22) Anmeldetag: **26.11.2015**

(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

(30) Priorität: **18.12.2014 DE 102014226437**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.06.2016 Patentblatt 2016/25

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
- **Rapp, Holger**
  71254 Ditzingen (DE)
- **Schaich, Udo**
  70378 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-98/35210
DE-A1-102005 053 683
DE-A1-102010 016 424

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).

EP 3 034 855 B1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft einen Kraftstoffinjektor nach dem Oberbegriff des Anspruchs1.

[0002] Ein derartiger Kraftstoffinjektor ist aus der nachveröffentlichten DE 10 2014 204629 A1 der Anmelderin bekannt. Der bekannte Kraftstoffinjektor weist an seinem Injektorgehäuse zur Erfassung des Kraftstoffdrucks in einer Kraftstoff führenden Bohrung eine Sensoreinrichtung auf, die an der Außenseite des Injektorgehäuses angeordnet ist. Die bekannte Sensoreinrichtung ist im Bereich eines Abzweigs einer Versorgungsbohrung angeordnet, die einen Hochdruckraum des Kraftstoffinjektors, in dem auch ein Einspritzglied in Form einer auf- und abbewegbaren Düsennadel zum Verschließen von Einspritzöffnungen angeordnet ist, mit Kraftstoff versorgt. Hierzu ist es vorgesehen, dass in der Gehäusewand des Injektorgehäuses eine Gewindebohrung zur Aufnahme eines Sensorgehäuses angeordnet ist. Innerhalb des Sensorgehäuses bzw. der Sensoreinrichtung ist eine Bohrung ausgebildet, die den Kraftstoffdruck von dem Abzweig in Richtung eines einen Verformungsbereich ausbildenden Membranelements überträgt, das in Abhängigkeit vom Kraftstoffdruck elastisch verformbar ist. Das beispielhaft becherförmige Membranelement ist auf der dem Abzweig abgewandten Seite in Wirkverbindung mit einem Piezoelement angeordnet, das die in dem Membranelement wirkenden Spannungen (hervorgerufen durch dessen elastische Deformation) erfasst. Damit kann in Abhängigkeit der erfassten Spannungen bzw. des Kraftstoffdrucks auf eine Position bzw. Stellung des Einspritzglieds in dem Hochdruckraum geschlossen werden. Nachteilig bei dem bekannten Kraftstoffinjektor bzw. dessen Sensoreinrichtung ist es, dass das Messprinzip auf die Erfassung mechanischer Spannungen mittels des Piezoelements basiert, bei dem das Piezoelement mit der Oberfläche des Membranelements mechanisch verbunden werden muss, beispielsweise über eine Klebeverbindung. Dadurch unterliegt die Verbindung zwischen dem Messelement (Piezoelement) und dem Membranelement einer ständigen mechanischen Belastung aufgrund der ständigen Bewegung des Membranelements bzw. des Piezoelements, welche über die Lebensdauer des Kraftstoffinjektors hinsichtlich der Dauerfestigkeit kritisch ist. Weiterhin ist insgesamt gesehen die mechanische Ankopplung der Sensoreinrichtung an dem Kraftstoffinjektor über die Gewindeverbindung relativ aufwendig gestaltet. Insbesondere ist es erforderlich, eine druckdichte Verbindung zwischen dem Gehäuse der Sensoreinrichtung und dem Abzweig in dem Kraftstoffinjektor auszubilden, damit vermieden wird, dass der unter Hochdruck stehende Kraftstoff aus dem Injektorgehäuse ausströmt.

[0003] WO 98/35210 offenbart einen Kraftstoffinjektor, der eine optische Vorrichtung zur Erfassung des Drucks im Brennraum. Dazu weist der Injektor an seinem dem Brennraumdruck ausgesetzten Membran auf, die dem Brennraumdruck ausgesetzt ist. Die Innenseite dieser Membran wird durch eine optische Faser mit Licht beaufschlagt, das von der Membran in eine zweite Faser reflektiert und am anderen Ende der zweiten Faser detektiert wird. Verformt sich die Membran, so ändert sich die Intensität des reflektierten Lichts, was ein Maß für die Verformung und damit für den Druck im Brennraum ist.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Ausgehend von dem dargestellten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Kraftstoffinjektor, insbesondere einen Common-Rail-Injektor, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 derart weiterzubilden, dass eine mechanisch besonders robuste und über die Lebensdauer betrachtet eine hohe Genauigkeit aufweisende Sensoreinrichtung ermöglicht wird.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Kraftstoffinjektor mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass die Sensoreinrichtung dazu ausgebildet ist, eine Änderung einer durch einen Verformungsbereich bei einer Druckänderung geometrisch verformbaren Struktur im Vergleich zu einer bei einer Druckänderung vorzugsweise unterveränderten Referenzstruktur zu erfassen.

[0006] Eine derartige Änderung einer geometrisch verformbaren Struktur zu einer Referenzstruktur wird im Rahmen der Erfindung berührungslos auf optische Art und Weise erfasst, und unterliegt somit hinsichtlich des Messelements bzw. des Messverfahrens keinem Verschleiß. Bei der Struktur sowie der Referenzstruktur kommen dabei vorzugsweise Raster- bzw. Gitterlinien zum Einsatz, die mittels eines entsprechenden optischen Sensorelements der Sensoreinrichtung erfasst werden, und deren relative Verschiebung bzw. Bewegung zueinander als Indiz für ein Maß der Druckspannung an dem Verformungselement und somit des Kraftstoffdrucks dient. Dabei werden Helligkeitsunterschiede aufgrund unterschiedlicher Reflexionen oder Positionen der Struktur und der Referenzstruktur erfasst.

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

[0008] In konstruktiver Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es in vorteilhafter Art und Weise vorgesehen, dass die Struktur auf der der Sensoreinrichtung zugewandten Seite angeordnet ist, und dass ein Sensorelement der Sensoreinrichtung dazu ausgebildet ist, eine geometrische Veränderung zwischen der Struktur und der Referenzstruktur zu erfassen.

[0009] In Weiterbildung des zuletzt genannten Vorschlags ist es vorgesehen, dass die Struktur und die Referenzstruktur in Bezug zu dem Sensorelement im druckentlasteten oder im druckbelastetem Zustand des Verformungsbereichs in zumindest teilweiser Überdeckung angeordnet sind. Besonders bevorzugt ist dabei eine Anordnung und Ausbildung sowohl der Struktur als auch

der Referenzstruktur, bei der diese im druckentlasteten bzw. maximal druckbelasteten Zustand (maximaler Betriebsdruck des Kraftstoffinjektors) in vollständiger Überdeckung angeordnet sind. Dadurch wird bei einer geometrischen Verschiebung zwischen der Struktur und der Referenzstruktur bei der Druckbelastung bzw. bei der Druckentlastung eine relativ große Änderung der Erscheinungsform ermöglicht, welche somit besonders gut und zuverlässig mittels des Sensorelement erfasst werden kann, zum Beispiel in Form einer Helligkeitsänderung.

[0010] Zur Optimierung der Empfindlichkeit der Sensoreinrichtung ist es vorgesehen, dass die Struktur und die Referenzstruktur zumindest im Wesentlichen identisch ausgebildet sind oder eine gleiche Grundform aufweisen. Insbesondere kann es dabei vorgesehen sein, dass die Struktur und die Referenzstruktur jeweils als Gitterstruktur mit Linien ausgebildet sind. Unter einer Gitterstruktur wird dabei im Rahmen der Erfindung eine netzartige Struktur bzw. eine netzartige Anordnung von Linien verstanden, wobei zwischen den Linien und dem von den Linien getrennten Bereichen der Struktur bzw. der Referenzstruktur insbesondere Bereiche mit unterschiedlicher Helligkeit bzw. unterschiedlichem Reflexionsvermögen für Licht ausgebildet werden. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Struktur bzw. die Referenzstruktur durch schwarze Linien gebildet wird/werden, so dass diese gegenüber der Oberfläche, auf denen diese aufgebracht sind, dunkler erscheinen als die Oberfläche selbst.

[0011] Um insbesondere Helligkeitsunterschiede sowie Lageveränderungen zwischen der Struktur und der Referenzstruktur mittels des Sensorelements erfassen zu können, ist es vorgesehen, dass die Struktur und die Referenzstruktur von einer Lichtquelle anstrahlbar sind, und dass das Sensorelement zur Erfassung einer Helligkeitsänderung oder als bildaufnehmendes Element zur Erfassung der Struktur und der Referenzstruktur ausgebildet ist. Es werden somit zwei alternative Ausgestaltungen des Sensorelements vorgeschlagen: Zum einen ist es denkbar, dass das Sensorelement Helligkeitsunterschiede, hervorgerufen durch unterschieliche Reflexionen des Lichts an der Struktur bei einer geometrischen Verschiebung zwischen der Struktur und der Referenzstruktur erkennt. Zum anderen, bei einer Ausbildung als bildaufnehmendes Element, wird eine geometrische Verschiebung zwischen der Struktur und der Referenzstruktur unmittelbar erfasst. Für den letzten Fall kann es beispielsweise vorgesehen sein, dass das Sensorelement in Form eines sogenannten "Imagers" ausgebildet ist, wie er beispielsweise bei Fahrerassistenzsystemen in Kraftfahrzeugen bei Kameras eingesetzt wird, die z.B. den Rückraum eines Fahrzeugs erfassen. Der Imager ist in diesem Fall mit einer entsprechenden Auswerteeinheit bzw. Auswertelogik gekoppelt, welche sowohl die Struktur als auch die Referenzstruktur erfasst und deren relative Position zueinander berechnen kann. Grundsätzlich ist eine hohe Abtastrate sinnvoll, um die Druckschwankungen bzw. Deformationen möglichst schnell zu erfassen. Diese kann beispielsweise bei 1 μs liegen.

[0012] Um unabhängig von äußeren Umweltbedingungen eine stets zuverlässige Erfassung der Position der Struktur und der Referenzstruktur bei Verwendung einer Lichtquelle zu ermöglichen, ist es vorgesehen, dass die Lichtquelle und das Sensorelement in einem gegenüber der Umgebung zumindest lichtdichten Gehäuse aufgenommen sind. Unter einem lichtdichten Gehäuse im Rahmen der Erfindung wird dabei eine Gehäuse verstanden, in dessen Innenraum, in dem auch das Sensorelement und die Lichtquelle angeordnet sind, unabhängig von der Helligkeit außerhalb des Gehäuses mittels der Lichtquelle zumindest im Wesentlichen stets ein und dieselbe (absolute) Helligkeit erzeugt wird. Besonders bevorzugt ist darüber hinaus die Ausbildung eines zusätzlich mediendichten Gehäuses, um den Eintritt von Medien im Bereich der Messstelle zu vermeiden.

[0013] Eine besonders platzsparende Anordnung der Struktur und der Referenzstruktur, und somit eine besonders kompaktbauende Sensoreinrichtung wird erzielt, wenn die Struktur unmittelbar auf der Oberfläche des Verformungsbereichs und die Referenzstruktur auf einer Oberfläche des Sensorelements angeordnet sind.

[0014] Eine fertigungstechnisch bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, dass die Lichtquelle und das Sensorelement auf einer vormontierbaren Baugruppe angeordnet und im Einbauzustand beabstandet zum Verformungsbereich angeordnet sind. Dadurch wird beispielsweise eine Prüfung und Kalibrierung der Lichtquelle und des Sensorelements in einem Zustand ermöglicht, bei der die beiden Elemente noch nicht in der Sensoreinrichtung angeordnet bzw. positioniert sind. Der Abstand zwischen der Baugruppe und dem Verformungsbereich ist erforderlich, damit bei einer Verformung des Verformungsbereichs dieser (zusammen mit der Struktur) nicht in Kontakt bzw. Berührung mit der Baugruppe bzw. dem Sensorelement gelangt.

[0015] Besonders bevorzugt ist eine Anordnung der Sensoreinrichtung im Bereich der Versorgungsbohrung für den Hochdruckraum des Kraftstoffinjektors oder eines von der Versorgungsbohrung ausgehenden Abzweigs. Eine derartige Anordnung hat den Vorteil, die Sensoreinrichtung relativ weit weg von der wenigstens einen Einspritzöffnung am Injektorgehäuse anzuordnen, was aufgrund der herrschenden Temperaturen sowie der üblicherweise in einer Brennkraftmaschine herrschenden Einbauverhältnissen eine besonders einfache Integration des Kraftstoffinjektors in einen an sich bereits bestehenden Motor bzw. eine entsprechende Brennkraftmaschine ermöglicht. Die Anordnung im Bereich eines Abzweigs ermöglicht es, die Sensoreinrichtung in einem relativ weit von der Versorgungsbohrung angeordneten Bereich zu positionieren. Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung.

[0016] Diese zeigt in:

Fig. 1 eine stark vereinfachte Darstellung eines erfindungsgemäßen Kraftstoffinjektors mit einer an dem Kraftstoffinjektor angeordneten Sensoreinrichtung,

Fig. 2 ein Detail der Fig. 1 im Bereich der Verbindungsstelle zwischen der Sensoreinrichtung und dem Injektorgehäuse in vergrößerter, geschnittener Darstellung,

Fig.3 und

Fig. 4 Darstellungen einer Struktur und einer Referenzstruktur bei unterschiedlichen Drücken im Kraftstoffinjektor zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Messprinzips und

Fig. 5
bis

Fig. 11 Darstellungen gegenüber der Fig. 3 und 4 modifizierter Strukturen und Referenzstrukturen.

[0017] Gleiche Elemente bzw. Elemente mit gleicher Funktion sind in den Figuren mit den gleichen Bezugsziffern versehen.

[0018] 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.

[0019] Der Kraftstoffinjektor 10 weist ein zumindest im Wesentlichen aus Metall bestehendes, insbesondere mehrteilig ausgebildetes Injektorgehäuse 11 auf, an dessen dem Brennraum der Brennkraftmaschine zugewandten Endbereich wenigstens eine, vorzugsweise mehrere Einspritzöffnungen 12 zum Einspritzen des Kraftstoffs in den Brennraum der Brennkraftmaschine ausgebildet sind. Innerhalb des Injektorgehäuses 11 bildet dieses einen Hochdruckraum 15 aus, in dem, neben anderen, nicht dargestellten Bauteilen des Kraftstoffinjektors 10, ein Einspritzglied in Form einer Düsennadel 16 in Richtung des Doppelpfeils 17 hubbeweglich angeordnet ist. In der abgesenkten Position der Düsennadel 16 verschließt diese die in dem Injektorgehäuse 11 ausgebildeten Einspritzöffnungen 12, während zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine die Düsennadel 16 aus ihrer abgesenkten Position in eine angehobene Position bewegt wird, in der der in dem Hochdruckraum 15 befindliche, unter Systemdruck stehende Kraftstoff (wobei der Systemdruck beispielsweise bis etwa 3000bar beträgt) über die Einspritzöffnungen 12 in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird.

[0020] Die Steuerung der Hubbewegung der Düsennadel 16 erfolgt mittels an sich bekannter, und daher nicht gezeigter, weil auch nicht erfindungswesentlicher Mittel, beispielsweise mittels eines Magnetaktuators oder eines Piezoaktuators. Hierzu dient unter anderem auch ein lediglich angedeuteter Steckeranschluss 18 der der elektrischen Kontaktierung des Kraftstoffinjektors 10 bzw. des Aktuators dient.

[0021] Die Kraftstoffversorgung des Hochdruckraums 15 erfolgt über eine in dem Injektorgehäuse 11 angeordnete Versorgungsbohrung 20. Die Versorgungsbohrung 20 ist entweder unmittelbar in dem Injektorgehäuse 11 selbst, oder insbesondere in innerhalb des Injektorgehäuses 11 angeordneten Bauteilen ausgebildet. Die Versorgungsbohrung 20 bildet einen kraftstoffführenden Bereich des Kraftstoffinjektors 10 aus, ebenso wie der Hochdruckraum 15 selbst bzw. die den Hochdruckraum 15 begrenzende Gehäusewand 21 des Injektorgehäuses 11 oder die entsprechenden Bauteile zur Ausbildung der Versorgungsbohrung 20. Die Versorgungsbohrung 20 verläuft insbesondere in Längsrichtung des im Wesentlichen länglich ausgebildeten Injektorgehäuses 11, und verbindet den Kraftstoffinjektor 10 über eine Kraftstoffleitung 22 mit einem unter Hochdruck stehenden Kraftstoffspeicher 23 (Rail).

[0022] Die Hubbewegung der Düsennadel 16 bzw. das Freigeben und Verschließen der Einspritzöffnungen 12 führt sowohl innerhalb des Hochdruckraums 15 als auch innerhalb der Versorgungsbohrung 20 entsprechend der Ansteuerfrequenz der Düsennadel 16 zu Druckschwankungen, die mittels einer Sensoreinrichtung 25 detektierbar sind. Insbesondere dient die Sensoreinrichtung 25 dazu, aufgrund des augenblicklich in dem Hochdruckraum 15 oder der Versorgungsbohrung 20 herrschenden Drucks, oder aber anhand des Druckverlaufs in den angesprochenen Bauteilen, auf eine Position bzw. Stellung der Düsennadel 16 zu schließen, die hinsichtlich einer Optimierung der Ansteuerung der Düsennadel 16, insbesondere über die Lebensdauer des Kraftstoffinjektors 10, dient.

[0023] Die Sensoreinrichtung 25 ist bei dem in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel in einem axialen Bereich des Injektorgehäuses 11 angeordnet, der relativ weit beabstandet von den Einspitzöffnungen 12 angeordnet ist. Insbesondere ist die Position der Sensoreinrichtung 25 an der Außenseite der Gehäusewand 21 des Injektorgehäuses 11 in möglichst geringem Abstand zur Versorgungsbohrung 20 vorgesehen. Selbstverständlich ist es auch denkbar, in Abänderung zu dem in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel, die Sensoreinrichtung 25 im Bereich des Hochdruckraums 15, ebenfalls bevorzugt im Bereich der in Wirkverbindung mit dem Kraftstoff stehenden Gehäusewand 21 anzuordnen.

[0024] Darüber hinaus ist es insbesondere auch denkbar, die Sensoreinrichtung 25 im Bereich eines insbesondere als Querbohrung ausgebildeten Abzweigs 24 anzuordnen, der von der Versorgungsbohrung 20 ausgeht und im Bereich der Sensoreinrichtung 25 endet, um je nach Einbauverhältnissen des Kraftstoffinjektors 10 einen größeren Abstand zur Versorgungsbohrung 20 zu ermöglichen.

[0025] In der Fig. 2 ist in vergrößerter Darstellung der

Befestigungsort der Sensoreinrichtung 25 an der Gehäusewand 21 des Injektorgehäuses 11 dargestellt. Insbesondere ist erkennbar, dass die Sensoreinrichtung 25 ein beispielhaft aus Metall bestehendes, insbesondere im Tiefziehverfahren hergestelltes Gehäuse 26 aufweist, das im Wesentlichen topfförmig ausgebildet ist, und das mit einem gegen die Gehäusewand 21 des Injektorgehäuses 11 anliegenden, umlaufenden Bund 27 mit dem Injektorgehäuse 11 verbunden ist, insbesondere durch eine entlang der Kontur des Bunds 27 umlaufenden Schweißnaht 28. Die Schweißnaht 28 wird bevorzugt mittels einer nicht dargestellten Laserstrahleinrichtung erzeugt und ist als geschlossene, umlaufende Schweißnaht 28 derart ausgebildet, dass insbesondere eine hydraulische Abdichtung zwischen dem Gehäuse 26 der Sensoreinrichtung 25 zum Injektorgehäuse 11 ausgebildet wird.

[0026] Beispielhaft weist die Gehäusewand 21 des Injektorgehäuses 11 im Bereich der Sensoreinrichtung 25 bzw. in Überdeckung mit dem Gehäuse 26 einen in der Wanddicke reduzierten Verformungsbereich 30 auf. Dieser ist beispielhaft dadurch ausgebildet, dass auf der der Versorgungsbohrung 20 zugewandten Seite die Gehäusewand 21 mittels einer sacklochförmigen Vertiefung bzw. Ausnehmung 31 in ihrer Wanddicke reduziert ist. Dies hat zur Folge, dass beispielsweise bei einer Druckerhöhung in der Versorgungsbohrung 20 die Gehäusewand 21 im Bereich der Sensoreinrichtung 25 ungleichförmig mechanisch verformt wird. Beispielhaft ist eine in Bezug auf die Versorgungsbohrung 20 nach außen gewölbte Gehäusewand 21 gestrichelt dargestellt, wie Sie sich im Verformungsbereich 30 bei einer Druckerhöhung in der Versorgungsbohrung 20 ergibt. Demgegenüber ist durch die ebene dargestellte Gehäusewand 21 im Verformungsbereich 30 der Zustand dargestellt, wie er sich beispielhaft bei relativ niedrigen Drücken oder im drucklosen Zustand der Hochdruckbohrung 15 einstellt, bei der das Injektorgehäuse 11 im Verformungsbereich 30 zumindest im Wesentlichen nicht verformt ist.

[0027] Im Verformungsbereich 30 weist das Gehäuse 26 der Messeinrichtung 25 einen insbesondere mit Luft gefüllten Innenraum 35 auf, der dazu ausgebildet ist, bei Druckschwankungen in der Versorgungsbohrung 20 eine Deformation bzw. Bewegung des Bereichs 30 zuzulassen. Ferner ist innerhalb des Gehäuses 26 eine als vormontierbare Baugruppe 36 ausgebildete Messeinheit 37 angeordnet. Die Messeinheit 37 ist über außerhalb des Gehäuses 26 angeordnete Steckanschlüsse 38, 39 elektrisch kontaktierbar. Auf der Baugruppe 36 sind auf der dem Verformungsbereich 30 zugewandten Seite des Injektorgehäuses 11 ein Sensorelement 40 sowie, unmittelbar neben dem Sensorelement 40, eine Lichtquelle 41 angeordnet. Die Lichtquelle 41 ist beispielhaft als Laserdiode oder Leuchtdiode ausgebildet, derart, dass innerhalb des Innenraums 35 des zumindest lichtdichten, vorzugsweise zusätzlich mediendichten Gehäuses 26, unabhängig von der äußeren Umgebung, stets eine bestimmte Helligkeit erzeugbar ist. Das Sensorelement 40 ist beispielhaft entweder als Photoelement 42, oder aber als bildaufnehmendes Element 43 ausgebildet. Im Falle einer Ausbildung als Photoelement 42 erfasst das Photoelement 42 Helligkeitsänderungen in dem von dem Photoelement 42 erfassten Messbereich, wobei der Messbereich im Wesentlichen dem Verformungsbereich 30 des Injektorgehäuses 10 entspricht. Bei einer Ausbildung des Sensorelements 40 als bildaufnehmendes Element 43 (Imager) ist dieses dazu ausgebildet, in Zusammenwirken mit einer nicht dargestellten Auswertelogik Konturen oder ähnliche geometrische Anordnungen im Messbereich (Verformungsbereich 30) zu erfassen.

[0028] Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass zwischen dem an der Verformung teilnehmenden Verformungsbereich 30 des Injektorgehäuses 11 und dem Sensorelement 40 eine Referenzstruktur 45 angeordnet ist. Entsprechend der Darstellung der Fig. 3 und 4 ist die Referenzstruktur 45 beispielhaft in Form einer Gitterstruktur 46 ausgebildet, die im rechten Winkel zueinander angeordnete Linien 47, 48 aufweist. Die Referenzstruktur 45 kann dabei beabstandet zum Sensorelement 40, jedoch in zumindest teilweiser Überdeckung mit dem Verformungsbereich 30 angeordnet sein. Vorzugsweise ist es jedoch vorgesehen, dass die Referenzstruktur 45 unmittelbar auf dem Sensorelement 40 angeordnet ist. Dies erfolgt beispielsweise dadurch, dass die Referenzstruktur 40 durch schwarze bzw. dunkle Striche zur Ausbildung der Linien 47, 48 auf einer transparenten Folie 49 bzw. einem Abdeckelement des Sensorelements 40 ausgebildet ist. Diese Folie 49 kann dann beispielsweise durch eine Verklebung mit dem Sensorelement 40 verbunden sein. Alternativ ist es auch denkbar, die Referenzstruktur 45 beispielsweise auf eine dünne Plexiglasfolie oder Scheibe auszubilden, und dieses als separates Element an der Baugruppe 37 zu befestigen.

[0029] Darüber hinaus ist es vorgesehen, dass an dem der Verformung teilnehmenden Verformungsbereich 30 des Injektorgehäuses 11 eine Struktur 50 angeordnet bzw. ausgebildet ist. Die Struktur 50 weist, in Analogie zur Referenzstruktur 45, beispielhaft ebenfalls eine Gitterstruktur 51 auf, welche rechtwinklig zueinander angeordnete Linien 52, 53 enthält. Vorzugsweise ist die Größe und Anordnung der Struktur 50 im Verformungsbereich 30 derart, dass, aus Richtung des Sensorelements 40 betrachtet, im druckentlasteten oder bei dem maximal herrschenden Druck innerhalb der Versorgungsbohrung 20 die Referenzstruktur 45 sowie die Struktur 50 entsprechend der Darstellung der Fig. 3 deckungsgleich bzw. fluchtend zueinander angeordnet sind. Die Struktur 50 kann beispielsweise durch eine Laserbearbeitung des (metallischen) Bereichs 30 des Injektorgehäuses 11 erfolgen, so dass durch die Laserbearbeitung ebenfalls dunkle Striche bzw. die Linien 52, 53 erzeugt werden.

[0030] Für den Fall, dass bei geringen Drücken bzw. im druckentlasteten Zustand der Versorgungsbohrung 20 die Struktur 50 und die Referenzstruktur 45 für das Sensorelement 40 in Überdeckung zueinander angeord-

net sind, wird mittels des Sensorelements 40 für den Fall, dass dieses als Photoelement 42 ausgebildet ist, eine maximale Helligkeit aufgrund einer maximalen Reflexion des Lichts infolge der maximalen Überdeckung zwischen der Struktur 50 und der Referenzstruktur 45 erfasst. Tritt nun eine (elastische) Deformation des Bereichs 30 ein, so verschiebt sich die Struktur 50 relativ zur Referenzstruktur 45 in Bezug auf das Sensorelement 40. Dies ist in der Fig. 4 dargestellt. Es findet somit zwischen der Struktur 50 und der Referenzstruktur 45 eine geometrische Verschiebung statt, die bewirkt, dass die zunächst in Überdeckung angeordneten Linien 47, 48 sowie 52, 53 außer Deckung geraten und somit im Messbereich des Photoelements 42 einen größeren Bereich überdecken, welcher dazu führt, dass das Photoelement 42 eine geringere Helligkeit erfasst. Mit anderen Worten gesagt bedeutet dies, dass in Abhängigkeit des in der Versorgungsbohrung 20 herrschenden Kraftstoffdrucks mittels des Photoelements 42 ein entsprechendes Signal erzeugbar ist, das zur Detektion der Stellung der Düsennadel 16 dienen kann.

[0031] Für den Fall, dass das Sensorelement 40 als bildaufnehmendes Element 43 ausgebildet ist, erfasst dieses die Linien 47, 48 der Referenzstruktur 45 sowie die Linien 52, 53 der Struktur 50 sowie deren relative Position zueinander, aus der auf eine entsprechende Deformation des Bereichs 30 und somit auf einen entsprechenden Druck in der Versorgungsbohrung 20 geschlossen werden kann.

[0032] Ergänzend wird erwähnt, dass die Referenzstruktur 45 sowie die Struktur 50 entsprechend der Darstellung der Fig. 5 bis 7 auch als Referenzstruktur 45a und Struktur 50a entsprechend der Fig. 5 mit in einem Winkel zueinander angeordneten, jeweils zueinander parallelen Linien 47a bzgl. der Referenzstruktur 45a und Linien 52a bezgl. der Struktur 50a ausgebildet sein kann. Bei der Referenzstruktur 45b und der Struktur 50b entsprechend der Fig. 6 sind ebenfalls in einem Winkel zueinander angeordnete, jeweils zueinander parallele Linien 47b bzw. 52b vorgesehen, wobei der Abstand der Linien 52b sich bei einer Deformation des Verformungsbereichs 30 durch Dehnung vergrößert. Bei der Darstellung der Fig. 7 mit der Referenzstruktur 45c und der Struktur 50c verdrehen sich die parallelen Linien 52c der Struktur 50c zu den Linien 47c der Referenzstruktur 45c.

[0033] Bei der Referenzstruktur 45d und der Struktur 50d der Fig. 8 sind konzentrisch zueinander angeordnete, im unbelasteten Zustand einander überdeckende Kreise 47d, 52d vorgesehen. Bei einer Verformung der Verformungsbereichs 30 können sich die Kreise 52d der Struktur 50d zu den Kreisen 47d der Referenzstruktur 47d entweder verschieben (Fig. 9 und 10) oder aber verformen (Fig. 11).

[0034] Der soweit beschriebene Kraftstoffinjektor 10 kann in vielfältiger Art und Weise abgewandelt bzw. modifiziert werden, ohne vom Erfindungsgedanken abzuweichen. So ist es beispielsweise denkbar, die Lichtquelle 41 an einer beliebigen Position innerhalb des Gehäuses 26 anzuordnen. Wesentlich ist nur, dass der Verformungsbereich 30 beleuchtet ist. Ferner ist es auch denkbar, das Gehäuse 26 mit dem Injektorgehäuse 11 auf andere Art und Weise zu verbinden, beispielsweise durch eine Klemm-, Stemm- oder Klebeverbindung. Auch ist es denkbar, durch eine entsprechende Konstruktion des Injektorgehäuses 11 die Sensoreinrichtung 35 vollständig innerhalb der Außenkontur des Injektorgehäuses 11 anzuordnen, so dass das Injektorgehäuse 11 gegenüber herkömmlichen Injektorgehäusen 11 in seinem Außenumfang bzw. Querschnitt nicht vergrößert ausgebildet ist.

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 (20) 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 Sensoreinrichtung (25) zur zumindest mittelbaren Erfassung des Drucks in einem den Kraftstoff führenden Bereich des Injektorgehäuses (11), wobei die Sensoreinrichtung (25) dazu ausgebildet ist, eine Deformation eines zumindest mittelbar mit dem kraftstoffführenden Bereich in Wirkverbindung angeordneten Verformungsbereichs (30) zu erfassen,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Sensoreinrichtung (25) dazu ausgebildet ist, eine Änderung einer durch den Verformungsbereich (30) bei einer Druckänderung geometrisch verformbaren Struktur (50; 50a bis 50d) im Vergleich zu einer bei einer Druckänderung vorzugsweise unveränderten Referenzstruktur (45; 45a bis 45d) zu erfassen, wobei die Sensoreinrichtung (25) ein Sensorelement (40) zur Erfassung einer Helligkeit oder als bildaufnehmendes Element (43) zur Erfassung der Struktur (50; 50a bis 50d) und der Referenzstruktur (45; 45a bis 45d) ausgebildet ist.

2. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet,
   dass die Struktur (50; 50a bis 50d) auf der der Sensoreinrichtung (25) zugewandten Seite angeordnet ist, und dass das Sensorelement (40) der Sensoreinrichturig (25) dazu ausgebildet ist, eine geometrische Veränderung zwischen der Struktur (50; 50a bis 50d) und der Referenzstruktur (45; 45a bis 45d) zu erfassen.

3. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Struktur (50; 50a bis 50d) und die Referenzstruktur (45; 45a bis 45d) in Bezug zu dem Sensorelement (40) im druckentlasteten oder im druckbelastetem Zustand des Verformungsbereichs (30) in zumindest teilweiser Überdeckung angeordnet sind.

4. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Struktur (50; 50a bis 50d) und die Referenzstruktur (45; 45a bis 45d) zumindest im Wesentlichen identisch ausgebildet sind oder eine gleiche Grundform aufweisen.

5. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Struktur (50) und die Referenzstruktur (45) jeweils als Gitterstruktur (46, 51) mit Linien (47, 48, 52, 53) ausgebildet sind.

6. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Struktur (50a bis 50c) und die Referenzstruktur (45a bis 45c) jeweils zueinander parallele Linien (47a bis 47c, 52a bis 52c) aufweist.

7. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Struktur (50d) und die Referenzstruktur (45d) jeweils konzentrisch zueinander angeordnete Kreise (47d, 5d) aufweist.

8. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Struktur (50; 50a bis 50d) und die Referenzstruktur (45; 45a bis 45d) von einer Lichtquelle (41) anstrahlbar sind.

9. Kraftstoffinjektor nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Lichtquelle (41) und das Sensorelement (40) in einem gegenüber der Umgebung zumindest lichtdichten Gehäuse (26) angeordnet sind.

10. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 2 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Struktur (50; 50a bis 50d) unmittelbar auf einer Oberfläche des Verformungsbereichs (30) und die Referenzstruktur (45; 45a bis 45d) an dem Sensorelement (40) angeordnet sind.

11. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 6 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Lichtquelle (41) und das Sensorelement (40) auf einer vormontierbaren Baugruppe (36) angeordnet und im Einbauzustand beabstandet zum Verformungsbereich (30) angeordnet sind.

12. Kraftstoffinjektor nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sensoreinrichtung (25) im Bereich der Versorgungsbohrung (20) oder eines von der Versorgungsbohrung (20) ausgehenden Abzweigs (24) angeordnet ist.

Claims

1. Fuel injector (10), in particular common rail injector, having an injector housing (11) in which a high pressure chamber (15) is formed, which high pressure chamber (15) can be supplied with pressurized fuel via a supply bore (20) which is arranged in the injector housing (11), having at least one injection opening (12) which is indirectly connected to the high pressure chamber (15) and is formed in the injector housing (11), for injecting fuel into the combustion chamber of an internal combustion engine, having an injection element (16) which opens or closes the at least one injection opening (12), and having a sensor device (25) for at least indirectly sensing the pressure in a region of the injector housing (11) which conducts the fuel, wherein the sensor device (25) is designed to sense deformation of a deformation region (30) which is arranged at least indirectly in an operative connection to the fuel-conducting region,
characterized
in that the sensor device (25) is designed to sense a change in a structure (50; 50a to 50d) which, in the event of a change in pressure, can be deformed geometrically by the deformation region (30), compared to a reference structure (45; 45a to 45d) which is preferably unchanged in the event of a change in pressure, wherein the sensor device (25) is embodied a sensor element (40) for sensing brightness or as an image-recording element (43) for sensing the structure (50; 50a to 50d) and the reference structure (45; 45a to 45d).

2. Fuel injector according to Claim 1,
characterized
in that the structure (50; 50a to 50d) is arranged on the side facing the sensor device (25), and in that the sensor element (40) of the sensor device (25) is designed to sense a geometric change between the structure (50; 50a to 50d) and the reference structure (45; 45a to 45d).

3. Fuel injector according to Claim 2,
characterized
in that in the pressure-relieved or in the pressure-loaded state of the deformation region (30) the structure (50; 50a to 50d) and the reference structure (45; 45a to 45d) are arranged at least partially overlap-

ping in relation to the sensor element (40).

4. Fuel injector according to one of Claims 1 to 3, **characterized** **in that** the structure (50; 50a to 50d) and the reference structure (45; 45a to 45d) are of at least essentially identical design or have the same basic shape.

5. Fuel injector according to one of Claims 1 to 4, **characterized** **in that** the structure (50) and the reference structure (45) are each embodied as grid structure (46, 51) with lines (47, 48, 52, 53).

6. Fuel injector according to one of Claims 1 to 4, **characterized** **in that** the structure (50a to 50c) and the reference structure (45a to 45c) each have lines (47a to 47c, 52a to 52c) which are parallel to one another.

7. Fuel injector according to one of Claims 1 to 4, **characterized** **in that** the structure (50d) and the reference structure (45d) have circles (47d, 5d) which are each arranged concentrically with respect to one another.

8. Fuel injector according to one of Claims 2 to 7, **characterized** **in that** the structure (50; 50a to 50d) and the reference structure (45; 45a to 45d) can be irradiated by a light source (41).

9. Fuel injector according to Claim 8, **characterized** **in that** the light source (41) and the sensor element (40) are arranged in a housing (26) which is at least light proof with respect to the surroundings.

10. Fuel injector according to one of Claims 2 to 9, **characterized** **in that** the structure (50; 50a to 50d) is arranged directly on a surface of the deformation region (30), and the reference structure (45; 45a to 45d) is arranged on the sensor element (40).

11. Fuel injector according to one of Claims 6 to 10, **characterized** **in that** the light source (41) and the sensor element (40) are arranged on a premountable assembly (36) and spaced apart from the deformation region (30) in the installed state.

12. Fuel injector according to one of Claims 1 to 11, **characterized** **in that** the sensor device (25) is arranged in the region of the supply bore (20) or of a branch (24) which starts from the supply bore (20).

Revendications

1. Injecteur de carburant (10), notamment injecteur à rampe commune, avec un corps d'injecteur (11), dans lequel une chambre de haute pression (15) est réalisée, cette chambre pouvant être alimentée en carburant sous pression, via un alésage d'alimentation (20) disposé dans un corps d'injecteur (11), avec au moins une ouverture d'injection (12) reliée au moins indirectement à la chambre de haute pression (15) réalisée dans le corps d'injecteur (11) pour l'injection de carburant dans la chambre de combustion d'un moteur à combustion interne, avec un élément d'injection (16) libérant ou fermant l'au moins une ouverture d'injection (12) et avec un dispositif de détection (25) servant à détecter au moins indirectement la pression dans une région du corps d'injecteur (11) introduisant le carburant, le dispositif de détection (25) étant réalisé pour détecter une déformation d'une zone de déformation (30) disposée en liaison active au moins indirectement avec la région d'introduction de carburant, **caractérisé en ce que** le dispositif de détection (25) est réalisé pour détecter une variation de structure (50 ; 50a à 50d) géométriquement déformable à travers la zone de déformation (30) en cas de variation de pression par rapport à une structure de référence (45 ; 45a à 45d) de préférence inchangée en cas de variation de pression, le dispositif de détection (25) prenant la forme un élément de détection (40) pour déterminer une brillance ou d'un élément (43) récepteur d'image pour détecter la structure (50 ; 50a à 50d) et la structure de référence (45 ; 45a à 45d).

2. Injecteur de carburant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la structure (50 ; 50a à 50d) est réalisée sur le côté orienté vers le dispositif de détection (25) et que l'élément de détection (40) du dispositif de détection (25) est réalisé pour détecter une variation géométrique entre la structure (50 ; 50a à 50d) et la structure de référence (45 ; 45a à 45d).

3. Injecteur de carburant selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la structure (50 ; 50a à 50d) et la structure de référence (45 ; 45a à 45d) sont disposées en recouvrement au moins partiel par rapport à l'élément de détection (40) dans un état non alimenté en pression ou alimenté en pression de la zone de déformation (30).

4. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la structure (50 ; 50a à 50d) et la structure de référence (45 ; 45a à 45d) sont réalisées au moins pour l'essentiel de façon identique ou présentent une forme de base identique.

5. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la structure (50) et la structure de référence (45) sont respectivement réalisées sous la forme d'une structure grillagée (46, 51) avec des lignes (47, 48, 52, 53).

6. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la structure (50a à 50c) et la structure de référence (45a à 45c) comportent respectivement des lignes (47a à 47c, 52a à 52c) parallèles les unes par rapport aux autres.

7. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la structure (50d) et la structure de référence (45d) comportent respectivement des cercles (47d, 5d) disposés de façon concentrique les uns par rapport aux autres.

8. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, **caractérisé en ce que** la structure (50 ; 50a à 50d) et la structure de référence (45 ; 45a à 45d) peuvent être éclairées par une source lumineuse (41).

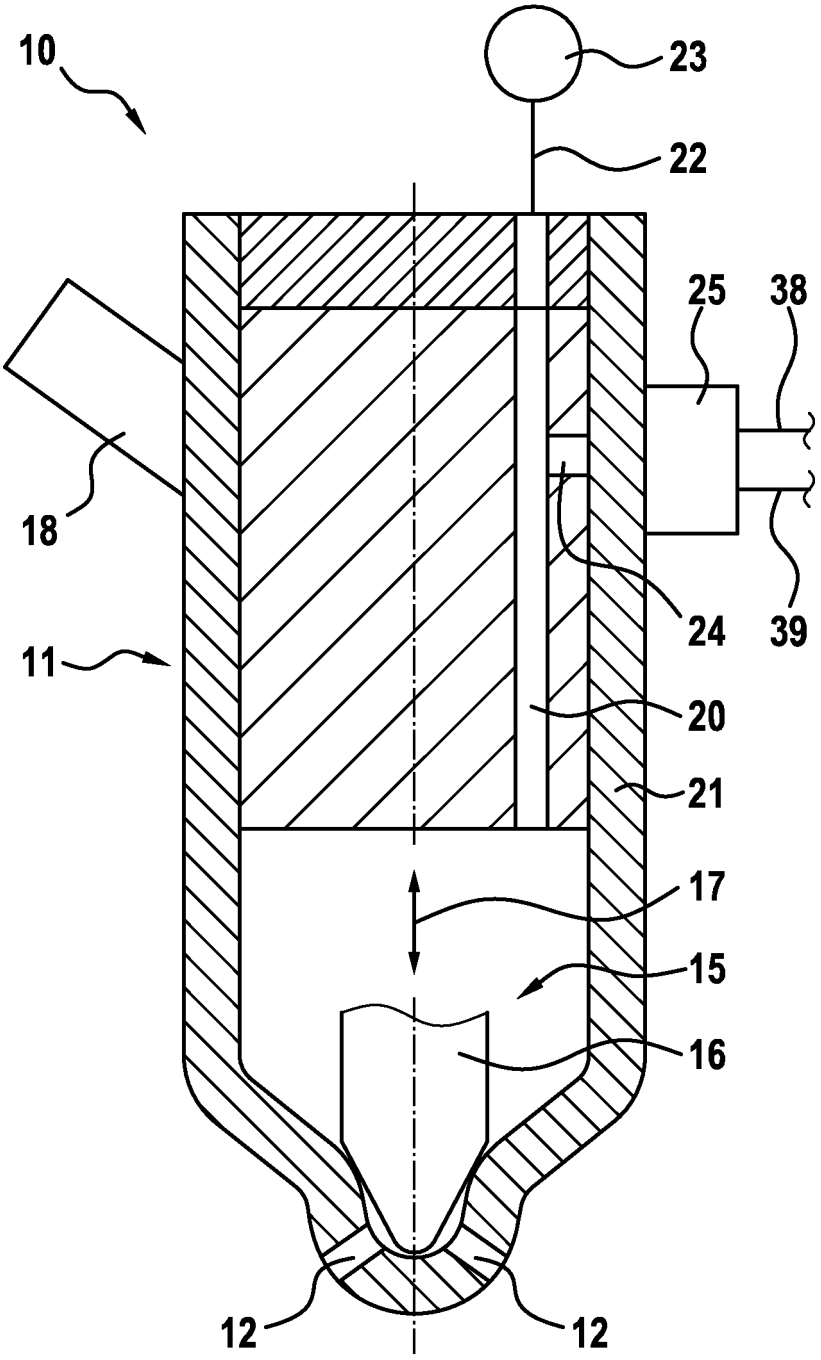
9. Injecteur de carburant selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la source lumineuse (41) et l'élément de détection (40) sont disposés dans un carter (26) au moins étanche à la lumière par rapport à l'environnement.

10. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 2 à 9, **caractérisé en ce que** la structure (50 ; 50a à 50d) est directement disposée sur une surface de la zone de déformation (30) et que la structure de référence (45 ; 45a à 45d) est disposée au niveau de l'élément de détection (40).

11. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 6 à 10, **caractérisé en ce que** la source lumineuse (41) et l'élément de détection (40) sont disposés sur un module de construction (36) prémontable et sont disposés à l'état encastré à une certaine distance de la zone de déformation (30).

12. Injecteur de carburant selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** le dispositif de détection (25) est disposé dans la région de l'alésage d'alimentation (20) ou d'une bifurcation (24) partant de l'alésage d'alimentation (20).

Fig. 1



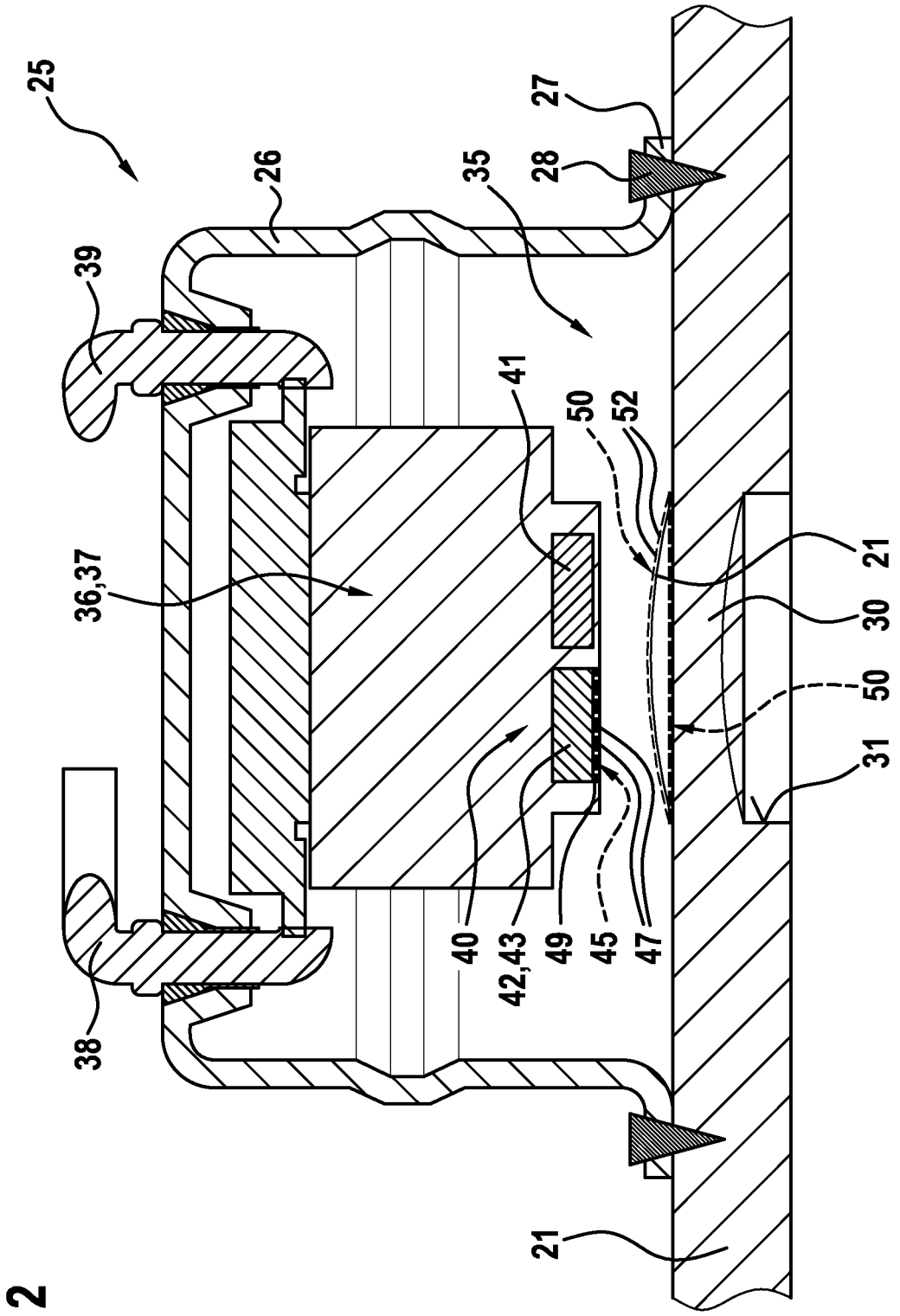


Fig. 2

Fig. 3

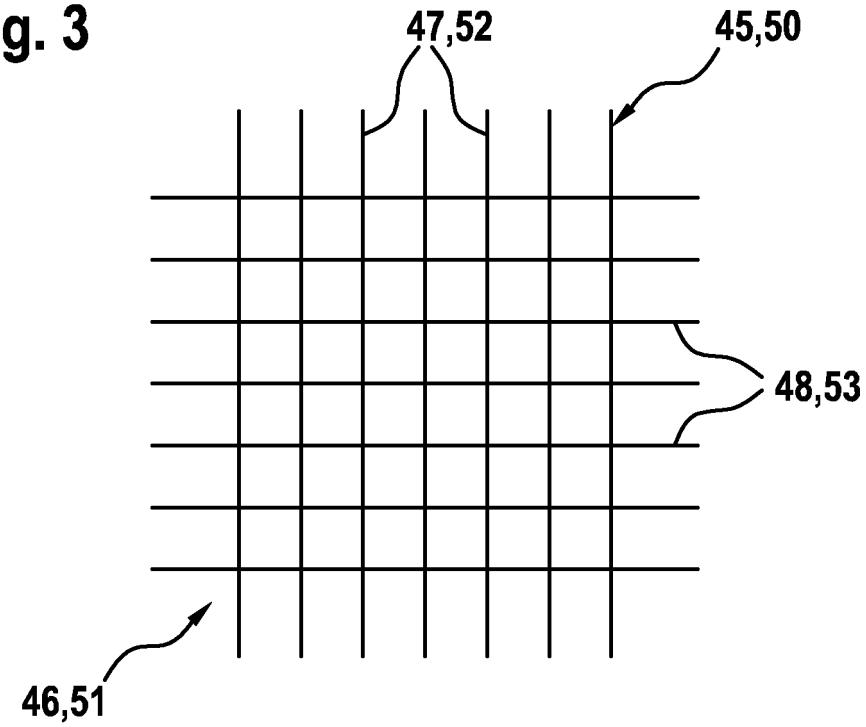


Fig. 4

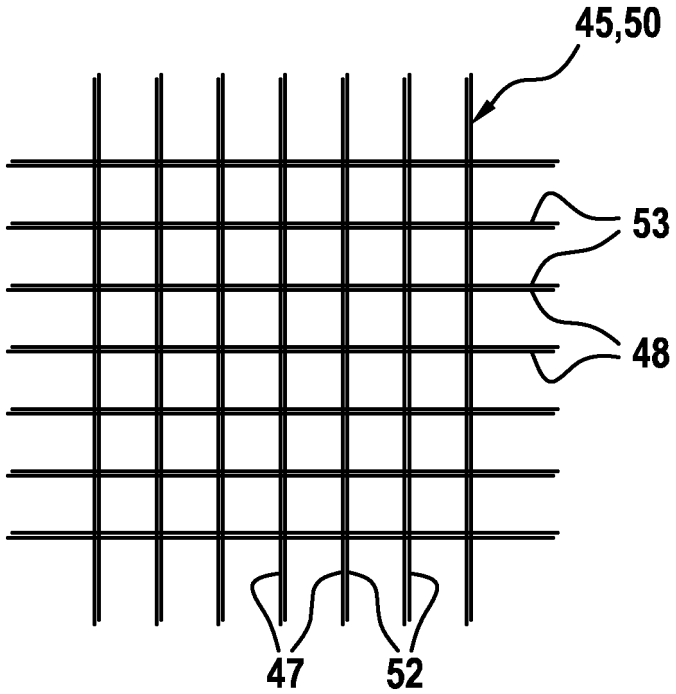


Fig. 5

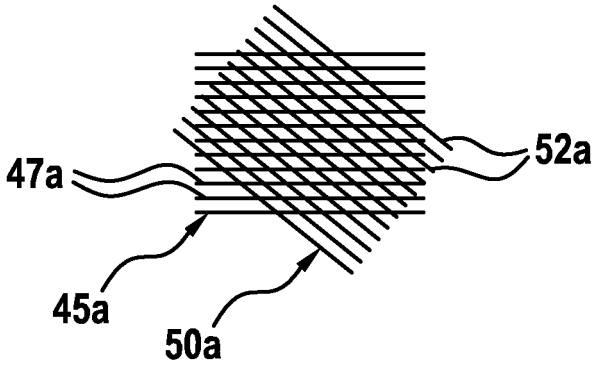


Fig. 6

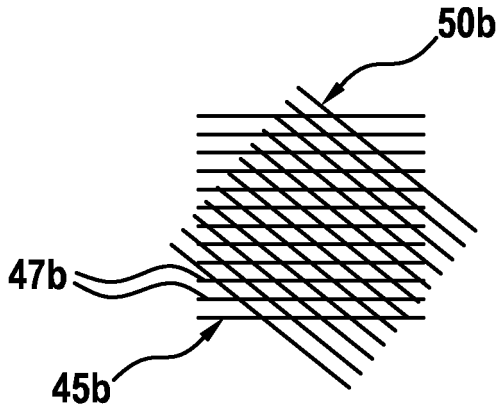


Fig. 7

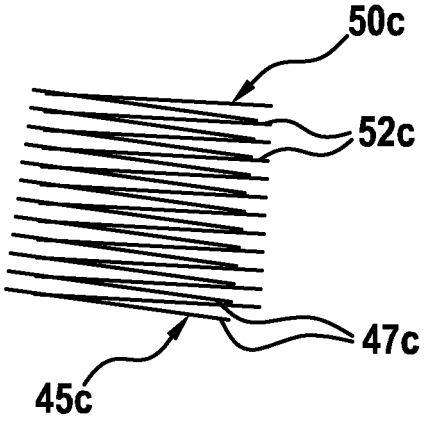


Fig. 8

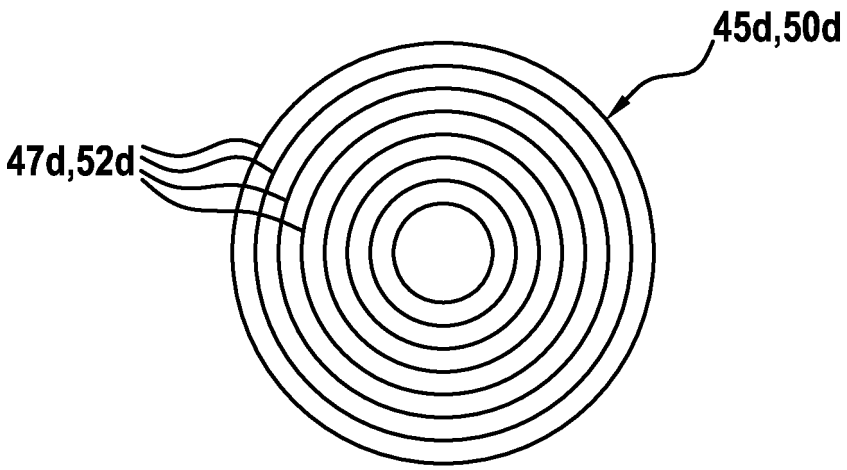


Fig. 9

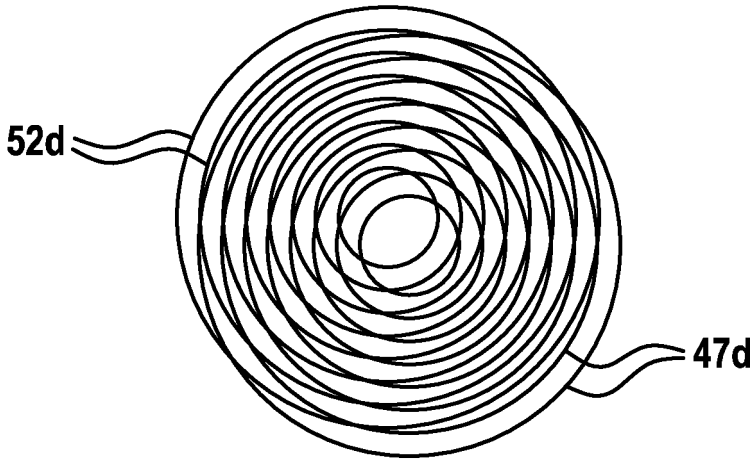


Fig. 10

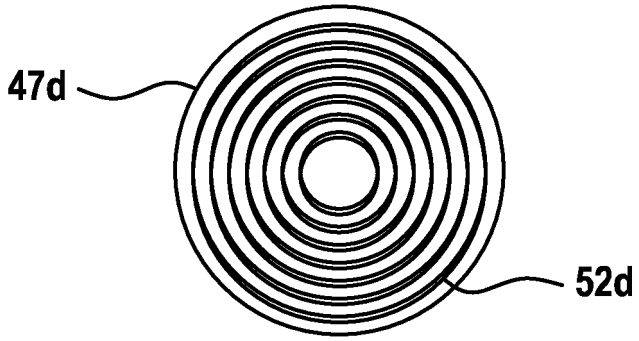
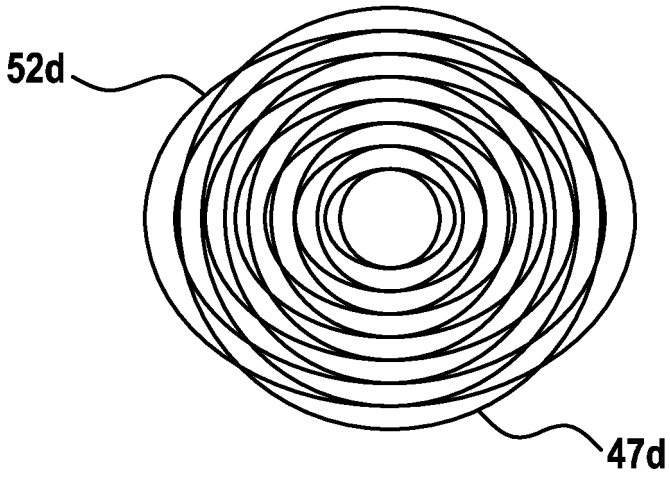


Fig. 11



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 102014204629 A1 **[0002]**
- WO 9835210 A **[0003]**