



(10) **DE 10 2012 207 856 B4** 2021.12.09

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 207 856.8**

(22) Anmeldetag: **11.05.2012**

(43) Offenlegungstag: **14.11.2013**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **09.12.2021**

(51) Int Cl.: **G01L 23/26** (2006.01)

**G01L 19/06** (2006.01)

**F23Q 7/22** (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

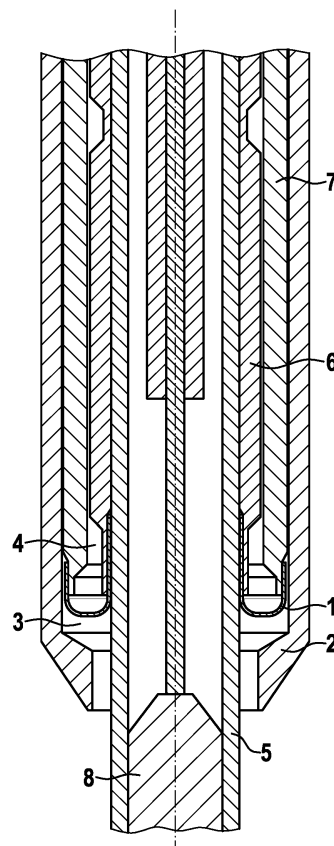
**Gugel, Denis, 70839 Gerlingen, DE; Leopold, Stefan, 74366 Kirchheim, DE; Hauber, Thomas, 73776 Altbach, DE; Koetzle, Wolfgang, 71139 Ehningen, DE; Wolff, Janpeter, 75449 Wurmberg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	33 42 248	A1
DE	10 2006 057 627	A1
DE	10 2007 049 971	A1
DE	10 2011 120 582	A1
GB	969 795	A
WO	2009/ 146 565	A1
WO	2011/ 116 366	A1
JP	S61- 270 566	A

(54) Bezeichnung: **Membran für eine Druckmesseinrichtung**

(57) Hauptanspruch: Federelastische Membran (1) für eine Druckmesseinrichtung zur Ermittlung eines Drucks in einem Brennraum einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer selbstzündenden Brennkraftmaschine, wobei die Membran (1) in einem Gehäuse (2) der Druckmesseinrichtung aufgenommen ist, um einen Druckraum (3) von einem Hohlraum (4) zu trennen und das Gehäuse (2) gegen den zu messenden Druck abzudichten, und wobei die Membran (1) einen druckbeaufschlagten Bereich (11) umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (1) ringförmig ausgebildet ist und im Querschnitt eine zum Hohlraum (4) offene U-Form aufweist, wobei der druckbeaufschlagte Bereich (11) der Membran (1) geometrisch durch zwei miteinander verbundene Viertelkreise (113, 114) ausgebildet ist, so dass der druckbeaufschlagte Bereich (11) eine gegen auftretende Drucklasten selbsttragende Struktur aufweist, wobei ein radial äußerer Schenkel (13) der U-Form kürzer als der radial innere Schenkel (12) der U-Form ausgebildet ist und der radial äußere Schenkel (13) der U-förmigen Membran (1) mit dem Sensorgehäuse (2) der Druckmesseinrichtung verbunden ist und der radial innere Schenkel (12) der U-förmigen Membran (1) mit einem Kraftübertragungselement (5) der Druckmesseinrichtung verbunden ist..



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

**[0001]** Die Erfindung geht aus einer federelastischen Membran nach Gattung gemäß dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs 1 hervor. Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Membran für eine Druckmessenrichtung zur Ermittlung eines Drucks in einem Brennraum einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer selbstzündenden Brennkraftmaschine. Derartige Druckmessenrichtungen sind bekannterweise entweder separat von einer Glühkerze in dem Brennraum vorgesehen, können aber auch in einer Glühkerze integriert vorgesehen sein. Dabei befindet sich ein Glühstift innerhalb einer in dem zu messenden Brennraum angeordneten Glühkerze bzw. Glühstiftkerze, der als Druckkraftübertragungselement wirkt, über das ein in der Brennkammer vorliegender Druck auf ein mit dem Glühstift in Wirkverbindung stehendes Drucksensormodul übertragen wird, welches sich dabei ebenfalls innerhalb der Glühkerze befindet oder mit dieser in Verbindung steht. Alternativ dazu kann auch ein den Glühstift führendes Stützrohr, auch Glührohr genannt, als Druckübertragungselement vorgesehen sein. Eine entsprechende Glühkerze, bei der sich das Drucksensormodul innerhalb der Glühkerze befindet, besteht dabei generell aus einem (evtl. in einem Glührohr geführten) Glühstift, der in einem Sensorgehäuse über eine Verbindungshülse in axialer Richtung beweglich gelagert ist, wobei sich das Sensorgehäuse wiederum in einem Dichtkonusgehäuse befindet, das als äußere Hülle der Glühkerze dient. Ein prinzipiell ähnlicher Aufbau kann **Fig. 1** entnommen werden. Ausgehend von der Spitze des Glühstifts, auch Glühspitze genannt, befindet sich hier das Sensormodul in der Glühkerze hinter bzw. über dem axial beweglich gelagerten Glühstift und steht mit diesem in Wirkverbindung, so dass eine durch die Verbrennung erzeugte Druckkraft, die auf die Glühspitze wirkt, durch den Glühstift (oder das Glührohr) in dessen Funktion als Druckkraftübertragungselement auf das Sensormodul übertragen wird. Ein Hauptproblem dabei ist, dass die im Brennraum vorhandenen und in die Spitze der Glühkerze eindringenden Medien aufgrund ihrer Temperatur während der Verbrennung und aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften das Sensormodul und die damit verbundene Elektronik zerstören können. Um dies zu verhindern, wurden in der Vergangenheit bereits federelastische Membranen entwickelt, wie sie unter anderem nachfolgend beschrieben sind.

**[0002]** In der DE 10 2006 057 627 A1 ist eine Druckmessenrichtung beschrieben, die zur Anordnung im Brennraum einer selbstzündenden Brennkraftmaschine dient. Die darin beschriebene Druckmessenrichtung liegt in Form einer Glühkerze vor und umfasst ein Gehäuse, ein Kraftübertragungselement

in Form eines stabförmigen Heizelements, das an einer kammerseitigen Öffnung des Gehäuses teilweise aus dem Gehäuse ragt, und einen Drucksensor. Dieser ist in einem Innenraum des Gehäuses der Druckmessenrichtung angeordnet und steht mit dem Kraftübertragungselement in Wirkverbindung. Ferner ist eine zylinderförmige Membran vorgesehen, die den Innenraum des Gehäuses, in dem der Drucksensor angeordnet ist, gegenüber der brennkammerseitigen Öffnung abdichtet. Die Membran, die als Metallmembran ausgebildet sein kann, weist einen Kraftübertragungsabschnitt auf, der in einer axialen Richtung des Kraftübertragungselementes orientiert ist. Der Drucksensor steht bei dieser Ausführung einer Druckmessenrichtung über den Kraftübertragungsabschnitt der Membran mit dem Kraftübertragungselement in Wirkverbindung. Dadurch erfolgt zumindest eine teilweise Kompensation thermisch bedingter Längenänderungen der Membran, die beispielsweise durch heiße Brennstoffgase verursacht werden und zu periodischen Beeinträchtigungen der Druckmessung führen können.

**[0003]** Weiterhin ist aus der DE 10 2007 049 971 A1 eine Glühstiftkerze bekannt, die in einer Brennkammer einer selbstzündenden Brennkraftmaschine anzuordnen ist. Die Glühstiftkerze weist ein Gehäuse, ein Kraftübertragungselement in Form eines stabförmigen Heizelements, das teilweise aus dem Gehäuse ragt, und einen Drucksensor auf, der in einem Innenraum des Gehäuses der Glühkerze angeordnet ist. Dabei steht der Drucksensor einerseits mit dem stabförmigen Heizelement in Wirkverbindung, um eine aufgrund eines in der Kammer herrschenden Druckes bedingte Beaufschlagung des Heizelementes zum Bestimmen des in der Kammer herrschenden Druckes zu erfassen. Ferner stützt sich der Drucksensor andererseits an einem mit dem Gehäuse verbundenen Fixierelement ab. Eine Membran, hier speziell eine Federmembran dichtet den Innenraum des Gehäuses gegenüber der Brennkammer der Brennkraftmaschine ab. Dabei ist die Federmembran als im Schnitt S-förmige Federmembran ausgestaltet. Durch diese Ausgestaltung kann insbesondere eine druckausgeglichene Auslegung erreicht werden, so dass die Genauigkeit einer Druckmessung durch den Drucksensor verbessert werden kann.

**[0004]** DE 33 42 248 A1 bezieht sich auf einen Druckaufnehmer. Zur Vermeidung negativer Auswirkungen von Wärmespannungen, die über eine Abdichtungsmembran auf ein Messsystem eines Druckaufnehmers übertragen werden, ist die Verbindungsstelle zwischen Membran und Messsystem in dem Bereich der Messstelle des der Messstelle abgewandten Widerlagers für die Messelemente zurückversetzt.

**[0005]** GB 969 795 A zeigt eine piezoelektrische Messeinrichtung zur Messung von Druckänderungen

mittels eines Gehäuses, wobei Piezoelemente und ein Druck übertragender Kopf im Gehäuse vorgesehen sind.

**[0006]** DE 10 2011 120 582 A1 hat eine Glühkerze mit einer Lastsensorhülse zum Gegenstand, die einen Heizstab außerhalb einer Brennkammer umgibt. Es werden axiale Translationsbewegungen des Heizstabes relativ zum Kerzenkörper toleriert. Ferner ist eine Durchlässigkeit zwischen dem Heizstab und dem Kerzenkörper ermöglicht, wobei eine Lastsensorhülse, die sich um den proximalen Teil des umgebenden Metallrohres des Heizstabes in der proximalen Zone des Aufnahmegehäuses herum erstreckt, vorgesehen ist, die axial auf der proximalen Seite direkt axial an die Befestigungsvorrichtung anschließt.

**[0007]** JP 61270566 A bezieht sich auf eine Membranstruktur mit einer Anzahl von umfänglichen Nuten, die in einen Kopplungsbereich einer Membran eingelassen sind.

**[0008]** WO 2009/146565 A1 hat einen Drucksensor für Messungen in einer Kammer einer Brennkraftmaschine zum Gegenstand. Gemäß dieser Lösung umfasst der Drucksensor ein Gehäuse, ein Druckelement für die Aufnahme eines Drucks sowie ein in Druckrichtung hinter dem Druckelement im Gehäuse angeordnetes Messelement mit einem Sensorelement und eine Membran. Diese Membran ist an ihrem ersten Ende fest mit dem Drucksensor und an ihrem zweiten Ende direkt oder indirekt fest mit dem Gehäuse an einer Verbindung verbunden, wobei sich das Druckelement über die Membran am Messelement abstützt.

**[0009]** WO 2011/116366 A1 hat eine Glühstiftkerze mit einer Heizsonde zum Gegenstand, die zu einer zentralen Achse auslenkbar ist.

**[0010]** Innerhalb eines Brennraumdrucksensors wird die Membran demzufolge generell dazu benötigt, den Innenraum der Glühstiftkerze bzw. der Druckmesseinrichtung gegenüber dem Brennraum abzudichten, um zu verhindern, dass die eindringenden Medien aufgrund ihrer Temperatur und ihrer aggressiven chemischen Eigenschaften die Bauteile des Sensormodules und der Elektronik binnen kürzester Zeit zerstören. Gleichzeitig sollte die Membran aber auch die Belastungen während des Sensorbetriebes über eine möglichst lange Lebensdauer aushalten, zu denen im Wesentlichen die zyklischen Belastungen des Druckwechsels (mehrere hundert Millionen Lastwechsel pro Lebensdauer) sowie das hohe Niveau der Durchschnittstemperatur zu zählen sind. Darüber hinaus muss eine sich verändernde Empfindlichkeit der Druckmesseinrichtung und daraus entstehende Messfehler verhindert werden (sog. „Kalibrierfaktor“-Effekt), die aus Änderungen der mittleren Temperatur an der Membran, beispielsweise

durch unterschiedliche Motorlastzustände, entsteht. Weiterhin müssen ebenfalls zu Messfehlern führende Kurzzeiteffekte innerhalb eines Lastspiels verhindert werden, wie z.B. der sog. „Thermoschock“-Effekt, bei dem schnelle, schockartige Veränderungen der Temperatur an der Membran zu mechanischen Spannungen zwischen dem äußeren und inneren Teil des Membranmaterials führen, da die Wärme zur oder von der Oberfläche schneller übertragen bzw. abgeführt wird als zum Inneren.

**[0011]** Um diese Anforderungen zu erfüllen, wurden bereits Membranen mit Auflageanordnungen entwickelt, bei denen eine zu starke Verformung der Membran durch speziell ausgebildete Auflageelemente verhindert werden kann. Ein entscheidender Nachteil derartiger Membranbaugruppen mit Auflage ist eine in Versuchen nachgewiesene Abhängigkeit des Druckmesssignals vom Auflagepunkt der Membran auf der Auflagefläche des Auflageelements. Abhängig von Druck- und Temperaturlasten, die während des Betriebs des Brennraumdrucksensors auftreten, kann sich dieser Auflagepunkt verschieben, wodurch sich die Messempfindlichkeit des Messsignals auf Druck unerwünscht verändert.

#### Offenbarung der Erfindung

**[0012]** Die erfindungsgemäße federelastische Membran mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass der Sensorinnenraum ausreichend abgedichtet werden kann, wobei auf Auflageflächen verzichtet wird, indem die Geometrie der Membran zur Vermeidung zu hoher Zugspannungen in der Membran optimiert ist. Genauer gesagt wird dieser Vorteil durch eine federelastische Membran für eine Druckmesseinrichtung zur Ermittlung eines Drucks in einem Brennraum einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer selbstzündenden Brennkraftmaschine erzielt, wobei die Membran in einem Gehäuse der Druckmesseinrichtung aufgenommen ist, genauer gesagt innerhalb eines Dichtkonusgehäuses einer in dem Brennraum angeordneten Glühkerze, um einen sog. Druckraum von einem sog. Hohlraum innerhalb der Glühkerze zu trennen und das Gehäuse gegen den zu messenden Druck im Brennraum abzudichten. Die Membran umfasst dabei einen druckbeaufschlagten Bereich, auf den der in dem Brennraum vorherrschende Druck während des Betriebs der Brennkraftmaschine hauptsächlich wirkt. Die Membran ist dabei ringförmig ausgebildet und weist im Querschnitt eine zum Hohlraum hin offene U-Form auf, wobei der druckbeaufschlagte Bereich der Membran geometrisch durch zwei miteinander verbundene Viertelkreise ausgebildet ist, so dass der druckbeaufschlagte Bereich eine gegen die auftretenden Verbrennungsdrucklasten selbsttragende Struktur aufweist. Bereits mit der beschriebenen U-Querschnittsform der Membran wird eine geometrische Stabilität gegen den von außen

wirkenden Druck nach dem Prinzip eines Staudamms erreicht und die Membran kann generell sowohl materialtechnisch als auch dimensionsbezogen weicher aufgebaut werden. In einer bevorzugten Ausführung der federelastischen Membran ist der radial äußere Schenkel der U-Form der Membran kürzer als der radial innere Schenkel der U-Form ausgebildet, wodurch sich eine bessere Führung des Glühstifts durch die Membran sowie eine leichtere Zugänglichkeit zu den Befestigungsbereichen bzw. den zu verschweißenden Bereichen zwischen dem Glühstift und der Membran ergibt.

**[0013]** Vorzugsweise sind die beiden Viertelkreise, die die Querschnittsform der Membran maßgeblich vorgeben, über eine gerade, also nicht gebogene Stirnfläche des druckbeaufschlagten Bereichs miteinander verbunden, wodurch sich eine am unteren Ende abgeflachte U-Form der Membran ergibt. Dies hat den Vorteil, dass die Membran leicht zu fertigen ist, beispielsweise durch einen Tiefziehvorgang oder dergleichen. In einer bevorzugten Ausführung der erfindungsgemäßen federelastischen Membran weisen die beiden Viertelkreise des druckbeaufschlagten Bereichs unterschiedliche Radien auf, wodurch die Belastung der Membran oder die Empfindlichkeit des gesamten Druckmesssystems an variable Radien des Dichtkonusgehäuses angepasst und eine Messfunktion optimiert werden kann. Vorzugsweise weisen hier die Viertelkreise im Wesentlichen gleiche Radien auf.

**[0014]** In einer alternativen Ausführung der erfindungsgemäßen federelastischen Membran bilden die beiden Viertelkreise zusammen einen Halbkreis aus, ohne eine Stirnfläche zwischen sich anzuordnen. Mit der dadurch erzielten teilweise halbkreisförmigen U-Gestalt der Membran wird auf geometrische Art und Weise eine maximale statische Stabilität der Membran erreicht, wodurch sich wiederum eine erhöhte Lebensdauer der Membran ergibt.

**[0015]** Weiter vorzugsweise ist der radial äußere Schenkel der U-förmigen Membran mit dem Gehäuse der Druckmesseinrichtung und der radial innere Schenkel der U-förmigen Membran mit einem Kraftübertragungselement der Druckmesseinrichtung verbunden, wobei beispielsweise der Glühstift der Glühkerze als Kraftübertragungselement dient. Es kann sich bei dem Kraftübertragungselement aber auch um ein Stützrohr des Glühstifts der Glühkerze handeln, bzw. bei einer reinen, also separat von einer Glühkerze vorgesehenen Druckmessvorrichtung um einen Metallstift ohne jegliche Heizfunktion. Durch eine derartige feste Verbindung der Membran zwischen dem Kraftübertragungselement und dem Gehäuse der Druckmesseinrichtung wird sichergestellt, dass der Hohlraum im Inneren der Druckmesseinrichtung fluiddicht gegenüber dem Druckraum abgedichtet ist. Die Verbindungen zwischen der Membran und

dem Gehäuse bzw. dem Kraftübertragungselement können dabei Schweißverbindungen sein. In einer weiteren vorzuziehenden Ausführung der erfindungsgemäßen federelastischen Membran ist die Membran ein tiefgezogenes Bauteil und/oder eine Metallmembran, was den Vorteil mit sich bringt, dass die Membran leicht zu fertigen ist und eine hohe Lastwechselsteifigkeit aufweist.

#### Figurenliste

**[0016]** Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen schematisch dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen näher erläutert.

**[0017]** Es zeigen:

**Fig. 1** eine Schnittabbildung eines Ausschnitts einer Glühkerze mit einer federelastischen Membran gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;

**Fig. 2** eine geschnittene Detailabbildung der in **Fig. 1** gezeigten federelastischen Membran; und

**Fig. 3** eine geschnittene Detailabbildung einer federelastischen Membran gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

#### Ausführungsformen der Erfindung

**[0018]** **Fig. 1** zeigt eine geschnittene Detailansicht einer erfindungsgemäßen federelastischen Membran **1** gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform in einer Glühkerze. Die Membran **1** ist dabei zwischen einem Glühkerzengehäuse oder Glühkerzendichtkonusgehäuse **2** und einem Stützrohr **5** des Glühstifts bzw. einem Glührohr **5** angeordnet, wobei die Glühkerze selbst innerhalb eines Zylinderkopfs (nicht gezeigt) einer selbstzündenden Brennkraftmaschine angeordnet ist. Anstelle des Glührohrs **5**, das in der ersten bevorzugten Ausführungsform als Kraftübertragungselement **5** der Druckmeseinrichtung wirkt, ist es auch denkbar, dass ein Glühstift **8** direkt als Kraftübertragungselement vorgesehen ist und mit der Membran **1** in Verbindung steht. Es wäre aber auch jedes andere zylindrische Kraftübertragungselement denkbar, wie z.B. ein einfacher zylindrischer Metallstift oder dergleichen, wobei es sich in diesem Fall nicht mehr um eine Glühkerze sondern alternativ dazu um eine reine Druckmeseinrichtung handeln würde.

**[0019]** Die federelastische Membran **1** ist ringförmig ausgebildet und befindet sich auf ihrer radial inneren Seite mit dem Glührohr **5** in Anlage und auf ihrer radial äußeren Seite mit einem Sensorgehäuse **7** in Anlage. Wie es in **Fig. 1** und in **Fig. 2** zu sehen ist, ist die Membran **1** an der radial inneren Seite durch ein Ende **61** einer Verbindungshülse **6** fest mittels einer Schweißnaht **50** mit dem Glührohr **5** verbunden. An

der radial äußeren Seite ist die Membran **1** demgegenüber mit einem Ende **71** des Sensorgehäuses **7** mittels einer Schweißnaht **10** verbunden, wobei das Sensorgehäuse **7** selbst mittels der Schweißnaht **20** an dem Gehäuse **2** befestigt ist. Das Ende **71** des Sensorgehäuses **7** als auch das Ende **61** der Verbindungshülse **6** haben im Querschnitt eine sich stufenweise verjüngende Gestalt, so dass sich Aussparungen ergeben, in die die Membran **1** eingesetzt werden kann. Durch diese Verbindungsanordnung wird sichergestellt, dass ein im Inneren der Glühkerze angeordneter Hohlraum **4** fluidicht von einem ebenfalls im Inneren der Glühkerze angeordneten Druckraum **3** abgeschlossen ist, so dass keine Brenngase von dem Druckraum **3**, der mit der Brennkammer (nicht gezeigt) eines Zylinders der Brennkraftmaschine in Fluidverbindung steht, in den Hohlraum **4** eindringen können. Die federelastische Membran **1**, die ausgehend von der Schweißnaht **50** bis zur Anlage an dem Sensorgehäuse **7** mit Druck aus dem Druckraum **3** beaufschlagt wird, weist im Schnitt generell eine U-Form auf, wobei die U-Form der Membran **1** einen Bodenabschnitt **11** umfasst, der den sog. druckbeaufschlagten Bereich **11** der Membran **1** darstellt. Der druckbeaufschlagte Bereich **11** hat eine Außenseite bzw. Unterseite **111**, die im Betrieb der Glühkerze zu dem Druckraum **3** hin freiliegt, wodurch die Außenseite bzw. Unterseite **111** der Membran **1** mit dem Verbrennungsdruck eines jeden Verbrennungszyklus innerhalb des Zylinders beaufschlagt wird. Weiterhin weist der druckbeaufschlagte Bereich **11** eine Innenseite bzw. Oberseite **112** auf, die zu dem Inneren der U-Form der Membran **1**, also zu dem Hohlraum **4** hin angeordnet ist. Ferner weist die U-Form der Membran **1** einen radial innen angeordneten langen Schenkel **12** und einen radial außen angeordneten kurzen Schenkel **13** auf, wobei der lange Schenkel **12** mit dem Ende **61** der Verbindungshülse **6** und der kurze Schenkel **13** mit dem Ende **71** des Sensorgehäuses **7** in Verbindung steht, so dass sowohl die Verbindungshülse **6** als auch das Sensorgehäuse **7** innerhalb des U-förmigen Querschnitts der Membran **1** angeordnet sind.

**[0020]** Der druckbeaufschlagte Bereich **11** ist gemäß **Fig. 2** im Schnitt geometrisch aus einem ersten Viertelkreis **113** und einem zweiten Viertelkreis **114** geformt, zwischen denen eine gerade Stirnfläche **110** angeordnet ist. Jeder der Viertelkreise **113** und **114** hat in dieser Ausführungsform einen Radius, die im Wesentlichen gleich zueinander sind.

**[0021]** In **Fig. 3** ist eine zweite bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen federelastischen Membran **1** gezeigt. Die generelle Anordnung der Membran **1** in dieser Ausführungsform ist ähnlich zu der Anordnung in der ersten bevorzugten Ausführungsform und wird daher hier nicht noch einmal wiederholt. Der druckbeaufschlagte Bereich **11** der zweiten bevorzugten Ausführungsform der Membran

**1** besteht hier im Schnitt geometrisch aus zwei direkt verbundenen Viertelkreisen **113** und **114**, zwischen denen keine Stirnfläche angeordnet ist, wodurch sich aus den beiden Viertelkreisen **113** und **114** ein Halbkreis **115** ergibt, der bezüglich seiner Form den gesamten druckbeaufschlagten Bereich **11** ausbildet. Bei einer Verwendung der Membran **1** gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erfährt bei einer Beaufschlagung durch einen im Brennraum (von unten) wirkenden Verbrennungsdruck der Bereich **116** der Membran **1** in Versuchen eine wesentlich geringere Stresslast. Dadurch kann die Lebensdauer der federelastischen Membran **1** deutlich verbessert werden, da die Zugspannungen in der Membran **1** minimiert werden können. Darüber hinaus wird eine deutlich verbesserte Konstanz der Empfindlichkeit über Druck- und Temperaturlasten erreicht.

### Patentansprüche

1. Federelastische Membran (1) für eine Druckmesseinrichtung zur Ermittlung eines Drucks in einem Brennraum einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer selbstzündenden Brennkraftmaschine, wobei die Membran (1) in einem Gehäuse (2) der Druckmesseinrichtung aufgenommen ist, um einen Druckraum (3) von einem Hohlraum (4) zu trennen und das Gehäuse (2) gegen den zu messenden Druck abzudichten, und wobei die Membran (1) einen druckbeaufschlagten Bereich (11) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Membran (1) ringförmig ausgebildet ist und im Querschnitt eine zum Hohlraum (4) offene U-Form aufweist, wobei der druckbeaufschlagte Bereich (11) der Membran (1) geometrisch durch zwei miteinander verbundene Viertelkreise (113, 114) ausgebildet ist, so dass der druckbeaufschlagte Bereich (11) eine gegen auftretende Drucklasten selbsttragende Struktur aufweist, wobei ein radial äußerer Schenkel (13) der U-Form kürzer als der radial innere Schenkel (12) der U-Form ausgebildet ist und der radial äußere Schenkel (13) der U-förmigen Membran (1) mit dem Sensorgehäuse (2) der Druckmesseinrichtung verbunden ist und der radial innere Schenkel (12) der U-förmigen Membran (1) mit einem Kraftübertragungselement (5) der Druckmesseinrichtung verbunden ist..

2. Federelastische Membran (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die beiden Viertelkreise (113, 114) über eine gerade Stirnfläche (110) des druckbeaufschlagten Bereichs (11) miteinander verbunden sind.

3. Federelastische Membran (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die beiden Viertelkreise (113, 114) unterschiedliche Radien aufweisen.

4. Federelastische Membran (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Viertelkreise

(113, 114) im Wesentlichen gleiche Radien aufweisen.

5. Federelastische Membran (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die beiden Viertelkreise (113, 114) einen Halbkreis (115) ergeben.

6. Federelastische Membran (1) nach Anspruch 1, wobei die Verbindungen Schweißverbindungen sind.

7. Federelastische Membran (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Membran (1) ein tiefgezogenes Bauteil ist und/oder wobei die Membran (1) eine Metallmembran ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

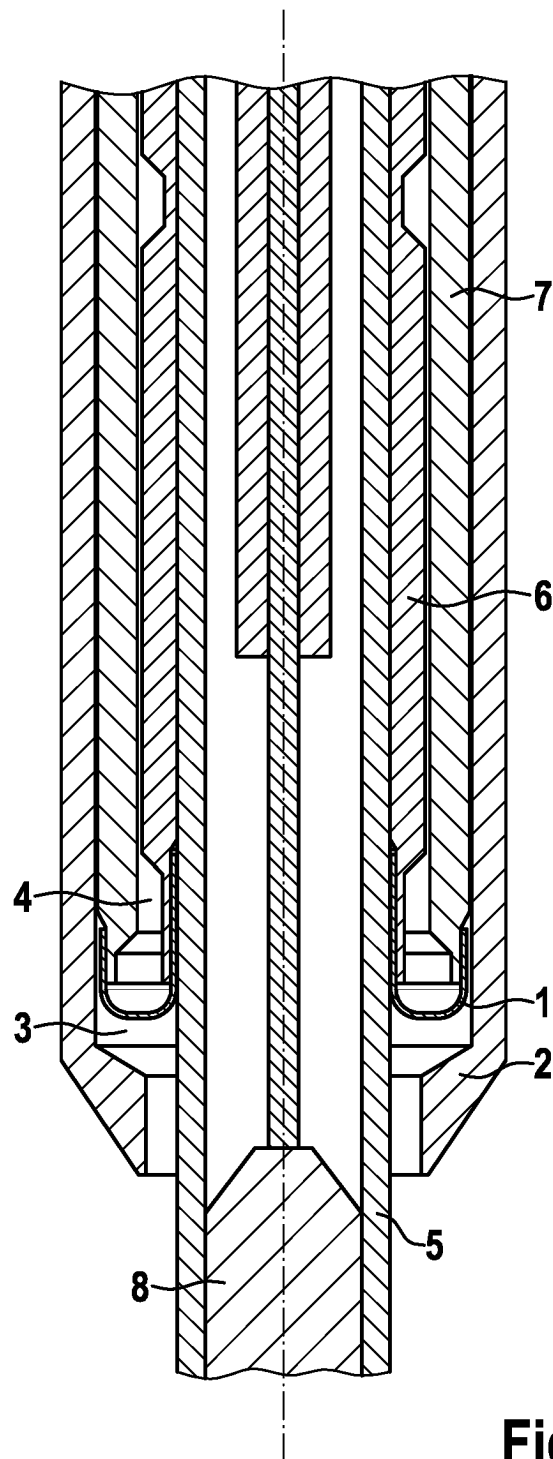
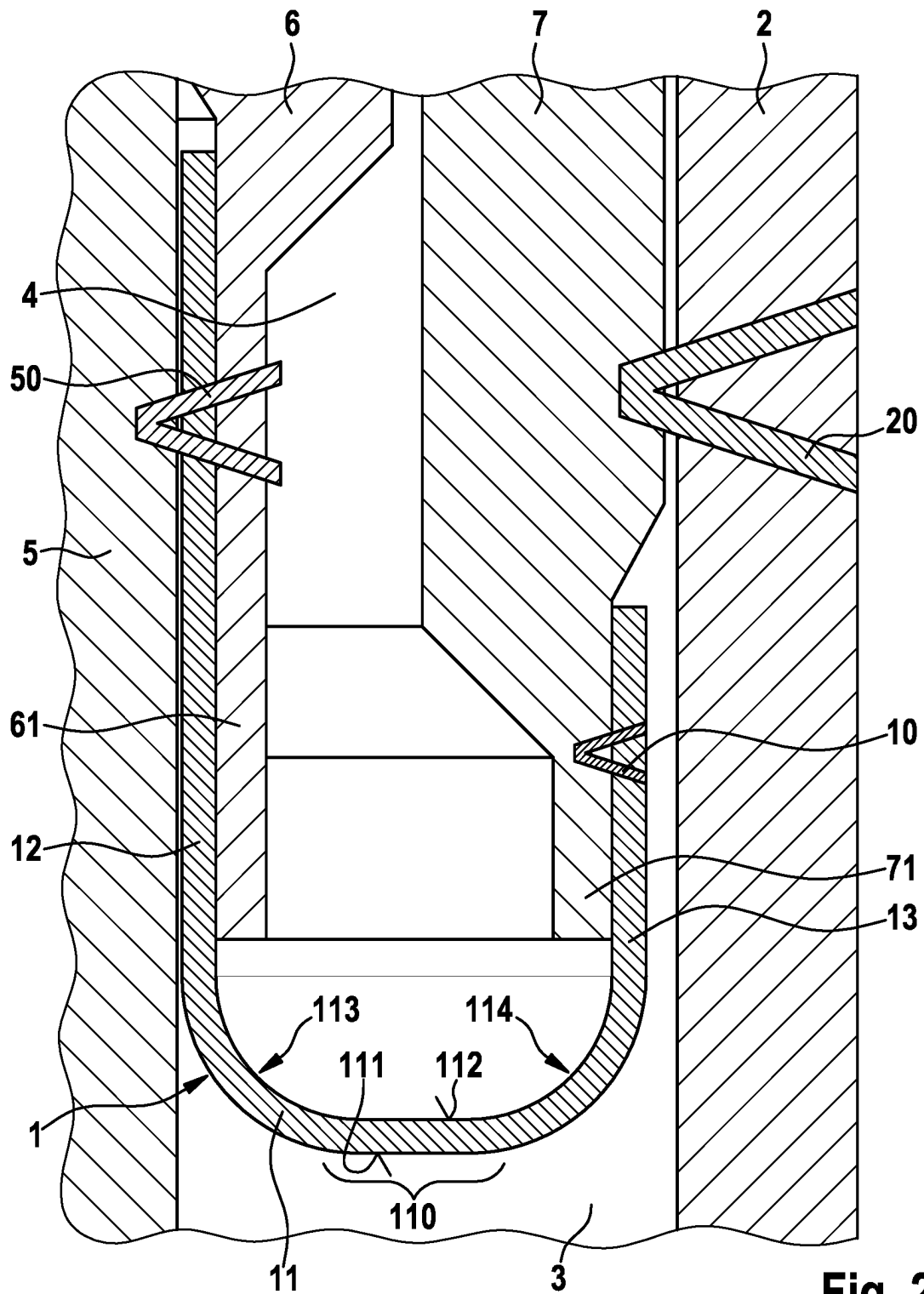


Fig. 1



**Fig. 2**



