

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50999/2020
(22) Anmeldetag: 17.11.2020
(43) Veröffentlicht am: 15.12.2021

(51) Int. Cl.: **G01L 9/00** (2006.01)
G01L 23/10 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 0649011 A2
JP S449672 Y1
US 2004231425 A1
US 2010224003 A1
KR 20160102355 A

(71) Patentanmelder:
Piezocryst Advanced Sensorics GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Strmsek Robert Dipl.-Ing.
2327 Race (SI)
Baumgartner Martin Dipl.-Ing.
8522 Groß St. Florian (AT)

(74) Vertreter:
Hartinger Mario Dipl.Ing.
8020 Graz (AT)

(54) **Drucksensor zur Druckmessung in heißen Medien mit thermoschockoptimierter Membran**

(57) Die Erfindung betrifft einen Drucksensor (20), insbesondere einen Brennraumdrucksensor, zur Druckmessung in heißen Medien, aufweisend ein Sensorgehäuse (21), ein in dem Sensorgehäuse (21) angeordnetes Sensorelement (22) zur Druckmessung, sowie eine Membran (10) die an dem Sensorgehäuse (21) angebracht und dazu ausgebildet ist, einen an einer Außenseite der Membran (10) wirkenden Druck auf das an einer Innenseite der Membran (10) angeordnete Sensorelement (22) zu übertragen,

wobei der Außenrand des Randbereichs (11) der Membran (10) einen ersten Anlenkbereich (A) bildet, ein Verbindungsbereich zwischen dem ringförmigen Randbereich (11) und dem Zwischenbereich (12) einen zweiten Anlenkbereich (B) bildet, und ein Verbindungsbereich zwischen dem Zwischenbereich (12) und dem Sensorkontaktierungsbereich (13) einen dritten Anlenkbereich (C) bildet, und

wobei der zweite Anlenkbereich (B) gegenüber dem ersten Anlenkbereich (A) in Richtung der Innenseite der Membran (10) zurückgesetzt ist.

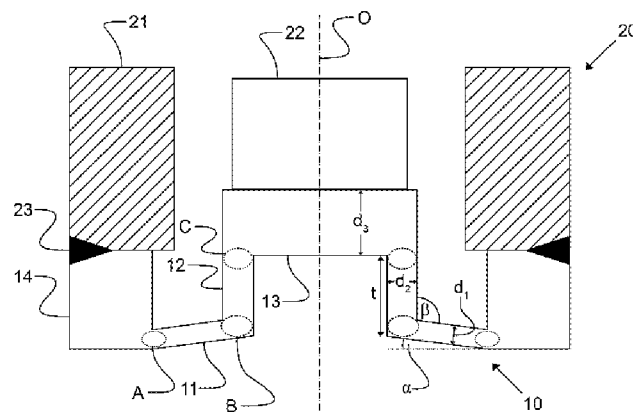


Fig. 1

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Drucksensor (20), insbesondere einen Brennraumdrucksensor, zur Druckmessung in heißen Medien, aufweisend ein Sensorgehäuse (21), ein in dem Sensorgehäuse (21) angeordnetes Sensorelement (22) zur Druckmessung, sowie eine Membran (10) die an dem Sensorgehäuse (21) angebracht und dazu ausgebildet ist, einen an einer Außenseite der Membran (10) wirkenden Druck auf das an einer Innenseite der Membran (10) angeordnete Sensorelement (22) zu übertragen,

wobei der Außenrand des Randbereichs (11) der Membran (10) einen ersten Anlenkbereich (A) bildet, ein Verbindungsbereich zwischen dem ringförmigen Randbereich (11) und dem Zwischenbereich (12) einen zweiten Anlenkbereich (B) bildet, und ein Verbindungsbereich zwischen dem Zwischenbereich (12) und dem Sensorkontaktierungsbereich (13) einen dritten Anlenkbereich (C) bildet, und

wobei der zweite Anlenkbereich (B) gegenüber dem ersten Anlenkbereich (A) in Richtung der Innenseite der Membran (10) zurückgesetzt ist.

Fig. 1

Drucksensor zur Druckmessung in heißen Medien mit thermoschockoptimierter Membran

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Drucksensor zur Druckmessung in heißen Medien gemäß dem Gegenstand von Anspruch 1.

Sensoren zur Druckmessung in heißen Medien werden beispielsweise bei der Messung von Drücken in Brennräumen von Verbrennungskraftmaschinen benötigt, um den Brennrauminnendruck während eines Verbrennungsvorgangs zu erfassen. Die so erhaltenen Druckwerte sind für die Analyse des Brennvorgangs sowie für mögliche Regelungen der Verbrennungskraftmaschine im Betrieb von großer Bedeutung, da sie besonders kurzfristig detaillierte und aussagekräftige Rückschlüsse auf den Verbrennungsvorgang erlauben.

Für die Druckmessung in Brennräumen muss ein Drucksensor in Kontakt mit dem Brennraum montierbar sein. Dazu wird der Sensor so konstruiert, dass er in eine in den Brennraum reichende Messbohrung druckdicht eingebaut werden kann und eine zur Druckaufnahme vorgesehene Fläche des Sensors in Kontakt mit dem Brennraum steht.

Als Sensorelemente werden häufig piezoelektrische Sensoren verwendet, die bei kleiner Baugröße eine hohe Empfindlichkeit mit geringer Hysterese aufweisen. Um die Sensorelemente vor den beim Verbrennungsvorgang auftretenden extremen thermischen Bedingungen zu schützen, werden die Sensorelemente in einem gasdichten Sensorgehäuse angeordnet, das druckraumseitig mit einer hitzebeständigen Membran abgeschlossen ist. Damit kann das Sensorelement von dem Druckbereich getrennt werden. Die Membran überträgt den im Brennraum herrschenden Druck auf das Sensorelement, so dass der Druck im Brennraum gemessen werden kann.

Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Lösungsvorschläge zur Optimierung derartiger Sensorelemente bekannt, beispielsweise für den Einsatz in Verbrennungsmotoren.

So beschreibt die WO2010/040 239 A1 einen Drucksensor mit einer Membran, die einen äußeren Rand und einen inneren Druckstempel umfasst, die über ein elastisches, konvex bzw. konkav ausgestaltetes Segment verbunden sind. Aus der EP3 059 567 A1 ist eine sehr ähnliche Konstruktion eines Drucksensors bekannt, bei dem ein ringförmig angeordnetes Membransegment in konstanter Materialstärke in einem druckraumseitig konvexen Kreisbogen angeordnet ist. Bei beiden Vorschlägen sollen über die Elastizität dieser Segmente bei größerer Stabilität unter thermischer Beaufschlagung Auslenkungen besser kompensierbar sein.

Ein Problem, das bei derartig aufgebauten Drucksensoren bei der Messung in heißen Medien auftritt, wird als Thermoschock oder zyklische Drift bezeichnet. Darunter ist eine thermisch induzierte Spannung zu verstehen, die ohne äußeren Krafteinfluss entsteht. Derartige Thermoschocks treten beim Betrieb einer Brennkraftmaschine zyklisch in den Brennräumen – und damit an einem dort angeordneten Drucksensor – auf, wenn die Zündung von eingeleitetem Brennstoff erfolgt. Bevor die durch die Zündung des Brennstoffs erzeugte Druckwelle den Drucksensor erreicht, wird der Drucksensor mit einem Thermoschock beaufschlagt, der durch die beim Zündvorgang und während der Verbrennung entstehende Wärme hervorgerufen wird. Die durch den Thermoschock induzierte Verformung der Membran des Drucksensors führt zu einer Verfälschung der zur Regelung des Verbrennungsprozesses zu erfassenden Drücken im Brennraum einer Brennkraftmaschine. Dies kann weder bei einem über seine Schulter an der Messöffnung abdichtend angeordneten noch bei einem über die Frontseite dichtend am Brennraum angeordneten Drucksensor zuverlässig vermieden werden.

Vor dem Hintergrund der obenstehenden Ausführungen besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, Sensoren der eingangs beschriebenen Art dahingehend zu verbessern, dass die durch Thermoschock induzierten Verfälschungen bei Druckmessungen in heißen Medien weitgehend reduziert bzw. ganz vermieden werden können.

Die Aufgabe wird durch einen Drucksensor mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Aufgabe wird insbesondere gelöst durch einen Drucksensor, insbesondere Brennumdrucksensor, zur Druckmessung in heißen Medien, aufweisend ein Sensorgehäuse, ein in dem Sensorgehäuse angeordnetes Sensorelement zur Druckmessung, sowie eine thermoschockoptimierte Membran die an dem Sensorgehäuse angebracht und dazu ausgebildet ist, einen an einer Außenseite der Membran wirkenden Druck auf das an einer Innenseite der Membran angeordnete Sensorelement zu übertragen, wobei die Membran Folgendes aufweist:

- einen Randbereich, der sich von einem äußeren Randbereich der Membran in Richtung der Mitte der Membran erstreckt,
- einen zentralen Sensorkontaktierungsbereich, der gegenüber dem Randbereich in Richtung der Innenseite der Membran zurückgesetzt ist und zur direkten oder indirekten Kontaktierung des Sensorelements ausgebildet ist,
- einen Zwischenbereich, der den Randbereich und den Sensorkontaktierungsbereich verbindet;

wobei der Außenrand des Randbereichs der Membran einen ersten Anlenkbereich bildet, ein Verbindungsbereich zwischen dem Randbereich und dem Zwischenbereich einen zweiten Anlenkbereich bildet, und ein Verbindungsbereich zwischen dem Zwischenbereich und dem Sensorkontaktierungsbereich einen dritten Anlenkbereich bildet,

wobei der zweite Anlenkbereich gegenüber dem ersten Anlenkbereich in Richtung der Innenseite der Membran zurückgesetzt ist.

Vorzugsweise ist der Randbereich der Membran ringförmig ausgebildet.

Ein Kerngedanke der Erfindung besteht darin, an der Membran Anlenkbereiche vorzusehen. Diese Anlenkbereiche sind dazu ausgebildet, bei Beaufschlagung der Membran mit einem Thermoschock und der damit einhergehenden thermisch

induzierten Verformung der Membran eine Verformung, insbesondere eine gelenkige Ausgleichsbewegung der Membran zu ermöglichen, bei der der eigentliche Sensorkontaktierungsbereich der Membran keine bzw. im Wesentlichen keine Auslenkung zur Vermeidung von Messfehlern erfährt. Durch den Aufbau des Sensors nach der Erfindung wird erreicht, dass der für eine präzise Erfassung der Messwerte ausschlaggebende Sensorkontaktierungsbereich der Membran unverschieblich starr mit dem Sensorelement in Verbindung bleibt, während die Kompensation der bei dem Thermoschock auftretenden Hitzespitze über die Anlenkbereiche im Sensorkontaktierungsbereich zuverlässig erfolgen kann. Damit wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein Drucksensor mit einer thermoschockoptimierten Membran angegeben.

Unter einem Thermoschock ist eine thermisch induzierte Spannung zu verstehen, die ohne äußeren Krafteinfluss entsteht. Derartige Thermoschocks treten bei plötzlichen Temperaturänderungen auf, beispielsweise wenn an der Außenseite der Membran ein Zündvorgang oder eine andere stark exotherme Reaktion auftritt. Der bei einer Brennkraftmaschine im Brennraum wiederholt auftretende Thermoschock wird auch als zyklische Drift bezeichnet.

Unter einem Anlenkbereich ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein Bereich der Membran zu verstehen, der zwei Membranbereiche derart miteinander verbindet, dass diese über den Anlenkbereich gelenkig bzw. gelenkartig miteinander verbunden bzw. aneinander angelenkt sind. Bei einer thermischen Beaufschlagung der Membran kann durch Vorsehen der Anlenkbereiche die thermisch induzierte Ausdehnung des Membranmaterials in eine gelenkartige Ausgleichsbewegung übersetzt werden. Anlenkbereiche können beispielsweise durch Bereiche der Membran gebildet werden, in denen der Verlauf der Membran eine Richtungsänderung aufweist. Beispielsweise können die Anlenkbereiche kanten-, absatz- oder falzartige Bereiche auf der Membran ausbilden, an denen die über den Anlenkbereich verbundenen Membranbereiche unter einem von 180° verschiedenen Winkel aufeinandertreffen. Bei einer im Wesentlichen rotationssymmetrischen Membran ist es bevorzugt, dass Anlenkbereiche zwischen radial aneinandergrenzenden Membranbereichen mit einem im kreisförmigen Verlauf ausgebildet sind, an der die aneinandergrenzenden Membranbereiche vorzugsweise unter einem Winkel (ungleich 180°) aufeinandertreffen.

Zusätzlich oder alternativ kann ein Anlenkbereich in Bereichen gebildet werden, in denen zwei Bereiche der Membran mit unterschiedlicher Dicke in Verbindung miteinander stehen. Die Dicke der Membran im Anlenkbereich kann sich von der Dicke der Membran in den an den Anlenkbereich angrenzenden Bereichen unterscheiden.

Entscheidend ist, dass die Anlenkbereiche der Membran derart ausgebildet sind, dass sie eine gelenkige bzw. gelenkartige Verbindung zwischen den angrenzenden Bereichen der Membran bereitstellen. Dies erlaubt bei einer thermischen Beaufschlagung der Membran eine Verformung, bei der die thermische Ausdehnung der an einen Anlenkbereich angrenzenden Membranbereiche in eine Bewegung übersetzbar ist, bei der Anlenkbereich eine gelenkige bzw. gelenkartige Bewegung der angrenzenden Membranbereiche zueinander ermöglicht. Durch die erfindungsgemäße Anordnung der Anlenkbereiche wird die durch einen Thermoschock induzierte thermische Expansion der Membran durch die Anlenkbereiche in eine Bewegung der Membran übersetzt, bei der der innenliegende Sensorkontaktierungsbereich im Wesentlichen keine Auslenkung erfährt. Die Form der Membran und der einzelnen Bereiche unterliegt keiner besonderen Einschränkung. Wird der Drucksensor beispielsweise im Wesentlichen zylindrisch ausgebildet, kann die Membran in Draufsicht im Wesentlichen rotationssymmetrisch ausgeführt werden, also in Draufsicht eine Kreisform oder elliptische Form annehmen. Der dann auch im Wesentlichen ringförmige Randbereich kann in diesem Fall an der Außen- und/oder Innenseite der Membran eben ausgeführt sein und die Mantelfläche eines Kegelstumpfs beschreiben. Der Randbereich kann aber ebenso uneben, beispielsweise wellig ausgeführt werden. Entscheidend ist lediglich, dass der Randbereich so ausgebildet ist, dass der zweite Anlenkbereich gegenüber dem ersten Anlenkbereich in Richtung der Innenseite der Membran zurückgesetzt ist.

Der Verbindungsbereich kann bei einer im Wesentlich rotationssymmetrischen Ausführung der Membran die Form der Mantelfläche eines Zylinders, eines elliptischen Zylinders oder eines Kegelstumpfs annehmen, falls die Flächen des Verbindungsbereichs eben ausgeführt sind. Alternativ kann auch der Verbindungsbereich uneben, beispielsweise wellig ausgeführt werden.

Der Sensorkontaktierungsbereich, der sich in einem zentralen Bereich der Membran befindet, ist bei einer im Wesentlichen rotationssymmetrischen

Ausgestaltung der Membran vorzugsweise in Draufsicht kreisförmig oder elliptisch ausgebildet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist eine Dicke des Sensorkontaktierungsbereichs größer als eine Dicke des Zwischenbereichs. Dadurch wird die Trägheit des Sensorkontaktierungsbereichs relativ zu dem Zwischenbereich bei Beaufschlagung mit einem Thermoschock erhöht. Die durch den Thermoschock induzierte thermische Bewegung der Membran wird damit überwiegend von dem Zwischenbereich ausgeführt, während der Sensorkontaktierungsbereich eine wesentlich geringere Auslenkung erfährt. Damit kann eine durch den Thermoschock hervorgerufene Verfälschung einer Druckmessung deutlich reduziert bzw. ganz vermieden werden, da der Teil der Membran, der in (direktem oder indirektem) Kontakt mit dem Sensorelement steht, bei der thermischen Verformung der Membran keine wesentliche Auslenkung erfährt.

Es ist weiterhin bevorzugt, dass eine Dicke des Zwischenbereichs größer als eine oder gleich einer Dicke des ringförmigen Randbereichs ist. Vorzugsweise sind der ringförmige Randbereich und der Zwischenbereich, insbesondere die Dicke des ringförmigen Randbereichs und die Dicke des Zwischenbereichs, derart ausgeführt, dass sich der zweite Anlenkbereich bei Beaufschlagung der Membran mit einem Thermoschock radial nach innen und in Richtung der Außenseite der Membran, vorzugsweise zunächst radial nach innen und dann in Richtung der Außenseite der Membran, bewegt. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Dicke des Zwischenbereichs größer als die Dicke des ringförmigen Randbereichs gewählt wird. Mit dieser Konstruktion wird bei Beaufschlagung der Membran mit einem Thermoschock die resultierende thermische Verformung fast vollständig durch die Bewegung des zweiten Anlenkbereichs kompensiert, während der Sensorkontaktierungsbereich nahezu keine Auslenkung erfährt. Dadurch wird eine Verfälschung der Druckmessung durch das Auftreten eines Thermoschocks nahezu vollständig unterdrückt.

Durch eine solche Ausführung des Gegenstands der Erfindung bleibt eine konstante Anlage des Sensorkontaktierungsbereichs am Sensorelement gewährleistet. Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Sensorkontaktierungsbereich, insbesondere an der Innenseite der Membran befindlichen Seite des Sensorkontaktierungsbereichs, planar ausgebildet. Damit

wird eine optimale Kontaktierung zwischen Sensorelement und dem Membranaufbau erreicht.

Es ist ferner bevorzugt, dass die Membran einen Befestigungsbereich aufweist, der den ringförmigen Randbereich umschließt und eine größere Dicke als der ringförmige Randbereich aufweist. Damit ist eine stabile und zuverlässigere Verbindung mit dem Sensorgehäuse erreicht. Vorzugsweise kann der Befestigungsbereich mit dem Sensorgehäuse verschweißt werden, ohne dass die für die Thermoschockoptimierung relevanten Eigenschaften der Membran beeinflusst werden. Es ist aber alternativ ebenso ein einstückiger Aufbau von Sensorgehäuse mit dem Befestigungsbereich der Membran denkbar.

Die Membran ist vorzugsweise aus einem flexiblen und druckdichten Material ausgebildet.

Ferner kann der Drucksensor in vorteilhafter Weitergestaltung des Gegenstands der Erfindung mindestens ein Versteifungselement, bei ringförmiger Ausführung z.B. einen teilweise oder ganz umlaufend angeordneten Versteifungsring aufweisen. Die Versteifungselemente bzw. der Versteifungsring können an der Außenseite der Membran angebracht sein, vorzugsweise auf dem Befestigungsbereich und/oder einem äußeren Randbereich des Befestigungsbereichs. Vorzugsweise sind die Versteifungselemente bzw. ist der Versteifungsring aus einem Material gebildet, das eine geringere Dehnbarkeit aufweist als der Randbereich und der Verbindungsbereich der Membran. Durch die Anordnung solcher Versteifungen können zu starke Verformungen der Membran verhindert werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist der Sensorkontaktierungsbereich an der Außenseite einen mit erhöhter Dicke ausgeführten, vom Verbindungsbereich abgesetzten Verstärkungsbereich auf. Der Verstärkungsbereich sollte in vorteilhafter Weise ein von dem Verbindungsbereich umschlossenes Volumen zumindest teilweise, vorzugsweise bis zu 50%, weiter vorzugsweise bis zu 75%, ausfüllen. Mittels einer solchen Ausgestaltung des Sensorkontaktierungsbereichs kann die Krafteinleitung über die Membran in das Sensorelement optimiert werden. Zudem wird eine höhere Steifigkeit des Sensorkontaktierungsbereichs erreicht.

Es ist ferner bevorzugt, dass der ringförmige Randbereich, der Verbindungsbereich und der Sensorkontaktierungsbereich einteilig ausgebildet sind. Falls an der Außenseite der Membran ein Versteifungsring angeordnet ist, ist es ferner bevorzugt, dass der ringförmige Randbereich, der Verbindungsbereich, der Sensorkontaktierungsbereich und der Versteifungsring einteilig ausgebildet sind. Die Membran kann in bevorzugter Ausgestaltung mit dem Sensorgehäuse mittels Verbindungsmitteln verbunden sein, wobei die Verbindungsmittel vorzugsweise durch Schweiß-, Löt- oder Klebeverbindungen gebildet sind. In vorteilhafter Weise kann die Membran auch durch ein additives Verfahren gefertigt werden.

Durch die einteilige Ausbildung von Verbindungsbereich und Sensorkontaktierungsbereich und/oder die Verbindung von Membran mit dem Sensorgehäuse wird in vorteilhafter Weise eine hohe Stabilität der Konstruktion verbunden mit der erforderlichen hohen Gasdichtigkeit erreicht.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist das Sensorelement durch einen piezoelektrischen oder optischen Sensor gebildet. Erfindungsgemäß unterliegt die Wahl des Sensorelements keiner besonderen Beschränkung. Piezoelektrische und optische Sensoren zeichnen sich allerdings durch eine hohe Messgenauigkeit, Robustheit und geringe Hysterese aus und sind daher für die Druckmessung bevorzugt.

Es ist ferner bevorzugt, dass das Sensorgehäuse im Wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist und die Membran an einer Stirnseite des Sensorgehäuses angebracht ist, so dass der Drucksensor in eine Messbohrung einsetzbar ist. Dies erleichtert den gasdichten Einbau des Drucksensors, beispielsweise an einem Verbrennungsraum und verbessert auch die Genauigkeit der Druckmessung. Die Geometrie des Sensorgehäuses unterliegt ebenso wie die Geometrie der Membran keiner speziellen Beschränkung. Insbesondere bei einer im Wesentlichen zylindrischen Ausführungsform des Sensorgehäuses kann die Membran in Draufsicht im Wesentlichen rotationssymmetrisch ausgeführt werden. Der ringförmige Außenbereich hat in diesem Fall eine im Wesentlichen kreisförmige oder elliptische Außenkontur. Der Verbindungsbereich kann in diesem Fall zylindrisch oder konisch ausgestaltet sein und der Sensorkontaktierungsbereich in Draufsicht im Wesentlichen kreisförmig oder elliptisch.

Der Drucksensor kann in bekannter Weise sowohl front- oder schulterdichtend konfiguriert sein, d.h. er kann außenseitig auf der Schulter dichtend bündig an die Messöffnung angesetzt oder in die Messöffnung abdichtend eingesetzt werden. Entscheidend ist, dass durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Membran durch Thermoschock induzierte Verfälschungen bei der Druckmessung zuverlässig unterbunden werden können.

Nachfolgend wird die Erfindung auch hinsichtlich weiterer Einzelheiten, Merkmale und Vorteile beschrieben, die anhand der Figuren näher erläutert werden. Die beschriebenen Merkmale und Merkmalskombinationen, wie nachfolgend in den Figuren der Zeichnung gezeigt und anhand der Zeichnung beschrieben, sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung anwendbar, ohne dass damit der Rahmen der Erfindung verlassen wird.

Hierbei zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Schnittansicht eines zur Kontaktierung eines Druckraums vorgesehenen Bereichs eines Drucksensors gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 2 den Bereich des Sensors aus Fig. 1 bei Beaufschlagung mit einem Thermoschock, wobei die durch den Thermoschock induzierte Bewegung der Membran schematisch dargestellt ist;
- Fig. 3 eine schematische Schnittansicht eines zur Kontaktierung eines Druckraums vorgesehenen Bereichs eines Drucksensors gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, bei dem an der Außenseite der Membran ein Versteifungsring angebracht ist;
- Fig. 4 eine schematische Schnittansicht eines zur Kontaktierung eines Druckraums vorgesehenen Bereichs eines Drucksensors gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, bei dem ein Sensorkontaktierungsbereich der Membran an der Außenseite einen Verstärkungsbereich aufweist;

- Fig. 5 eine schematische Schnittansicht eines zur Kontaktierung eines Druckraums vorgesehenen Bereichs eines Drucksensors gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung mit einer alternativen Ausgestaltung der Membran;
- Fig. 6 eine schematische Schnittansicht eines zur Kontaktierung eines Druckraums vorgesehenen Bereichs eines Drucksensors gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung mit einer alternativen Ausgestaltung der Membran;
- Fig. 7 eine schematische Ansicht eines Drucksensors gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in frontdichtender Bauweise;
- Fig. 8 eine schematische Ansicht eines Drucksensors gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in schulterdichtender Bauweise.

Fig. 1 zeigt eine schematische Schnittansicht eines zur Kontaktierung eines Druckraums vorgesehenen Bereichs eines Drucksensors 20 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Der Drucksensor 20 weist ein Sensorgehäuse 21 auf. Die einzelnen Bauteile bei diesem Ausführungsbeispiel des erfinderischen Drucksensors sind vorzugsweise rotationssymmetrisch ausgebildet, so dass in relativ einfacher Weise z. B. ein Einsetzen in eine Bohrung eines Zylindergehäuses einer Brennkraftmaschine und aufgrund der rotationssymmetrischen Ausführung eine vergleichsweise einfache Abdichtung erfolgen kann. Bei einer rotationssymmetrischen Ausbildung des Sensors stellt die mit O bezeichnete Achse die Mittellinie bzw. Symmetrieachse dar.

Am Sensorgehäuse 21 angelenkt, im Ausführungsbeispiel bei entsprechender Materialauswahl mit dem Sensorgehäuse über eine Schweißverbindung (in Fig. 1 als Verbindungsmittel 23 dargestellt) verbunden, ist eine Membran 10 angeordnet. Die Verbindung der Membran 10 mit dem Sensorgehäuse 21 kann - je nach den ausgewählten Materialien - über an sich bekannte Verbindungsmittel 23, z. B. über Schweißen, Löten, Kleben usw. erfolgen.

Die vorzugsweise einstückig aus einem druckdichten und flexiblen Material ausgebildete Membran 10 weist einen sich in Richtung ihrer Mitte erstreckenden Randbereich 11, einen mit dem Randbereich 11 verbundenen Zwischenbereich 12 und einen innenliegenden Sensorkontaktierungsbereich 13 auf, so dass der Sensorkontaktierungsbereich 13 über den Zwischenbereich 12 mit dem Randbereich 11 verbunden ist. Über den Randbereich 11 ist die eigentliche Membrankonstruktion über einen Befestigungsbereich 14 und das Verbindungsmittel 23 an das Gehäuse 21 des Sensors angelenkt.

Der Befestigungsbereich 14, der in dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel im Wesentlichen ringförmig ausgebildet ist, ist über einen ersten Anlenkbereich A an den (vorzugsweise ebenfalls ringförmig ausgebildeten) Randbereich 11 der Membran 10 angelenkt. Der Randbereich 11 ist über einen Anlenkbereich B mit dem Zwischenbereich 12 verbunden. Der Zwischenbereich 12 ist über einen dritten Anlenkbereich C mit dem Sensorkontaktierungsbereich 13 verbunden, der mit dem Sensorelement in direktem oder indirektem Kontakt, beispielsweise über ein zwischenliegendes, nicht dargestelltes Kraftübertragungselement, steht. Der Anlenkbereich B zwischen Randbereich 11 und Zwischenbereich 12 ist gegenüber dem Anlenkbereich A in Richtung der Innenseite der Membran 10 zurückgesetzt und näher an der Mittellinie O der ringförmigen Membran 10 angeordnet als der Anlenkbereich A zwischen dem Randbereich 11 und dem Befestigungsbereich 14 der Membran 10. In dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Bereiche 11, 12, 13, 14 der Membran im Wesentlichen planar ausgebildet.

Der Winkel α bezeichnet den Winkel zwischen einer senkrecht auf der Mittellinie O stehenden Ebene und dem Randbereich 11. Da der zweite Anlenkbereich B gegenüber dem ersten Anlenkbereich A in Richtung der Innenseite der Membran 10 zurückgesetzt ist, schließt der Randbereich 11 mit einer Ebene senkrecht zur Mittellinie O den Winkel α ein.

Die Anlenkbereiche A, B, C bilden Bereiche der Membran 10 aus, an denen aneinandergrenzende Bereiche der Membran unter einem Winkel ungleich 180° miteinander verbunden sind. Dadurch bilden die Anlenkbereiche A, B, C kanten-, falz- oder kantenartige Bereiche an der Membran 10 aus, die sich in der Schnittdarstellung in Fig. 1 als abgewinkelte Bereiche der Membran 10 niederschlagen. Der Außenbereich 11 trifft an dem zweiten Anlenkbereich B unter einem Winkel β auf den Verbindungsbereich 12.

Die Anlenkbereiche A, B und C sind so ausgebildet, dass bei einer Beaufschlagung der Membran 10 mit einem Thermoschock über das Sensorelement 22 eine gelenkartige Verformung der Membrankonstruktion erfolgen kann, bei der der Sensorkontaktierungsbereich 13 im Wesentlichen keine Auslenkung erfährt. Damit kann vermieden werden, dass die eigentliche Druckmessung in irgendeiner Form beeinflusst wird.

An dem ersten Anlenkbereich A, an dem der Befestigungsbereich 14 mit dem Randbereich 11 verbunden ist, weist der Verlauf der Membran 10 eine Richtungsänderung und eine Dickenänderung auf. Dadurch wird eine gelenkartige Bewegung der Membran 10 an dem ersten Anlenkbereich A ermöglicht. In analoger Weise weist der Verlauf der Membran 10 an dem zweiten und dritten Anlenkbereich B und C eine Richtungsänderung und eine Dickenänderung auf, so dass auch die Anlenkbereiche B und C eine gelenkartige Bewegung der Membran 10 ermöglichen.

Um diese gezielte Verformung und/oder Auslenkung der Membran 10, insbesondere des Randbereichs 11 und des Verbindungsbereichs 12 bei einer Beaufschlagung mit einem Thermoschock erreichen zu können, ist es bevorzugt, die Materialstärke d_3 des Sensorkontaktierungsbereichs 13 stärker bzw. dicker auszuführen als die Dicke/Stärke d_2 des Zwischenbereichs 12. Ebenfalls vorzugsweise ist die mit d_1 bezeichnete Materialstärke des ringförmigen Randbereichs 11 kleiner als die Dicke d_2 des Zwischenbereichs 12 ausgeführt. Über diese unterschiedlichen Dicken der Elemente 11, 12 und 13 ist erreichbar, dass über die Anlenkbereiche A, B und C bei Einwirkung eines Thermoschocks, beispielsweise aus dem Brennraum einer Brennkraftmaschine, durch die unterschiedlich schnelle Aufheizung der Membranbauteile und die damit unterschiedlich schnell erfolgende thermische Expansion eine Verformung bzw. Bewegung der Bereiche 11, 12 in radialer Richtung und parallel zu der Mittellinie O erfolgt.

Fig. 2 zeigt den Bereich des Sensors aus Fig. 1 bei Beaufschlagung mit einem Thermoschock, wobei die durch den Thermoschock induzierte Bewegung der Membran 10 dargestellt ist. Mit gestrichelten Linien ist die Konfiguration der Membran 10 im Ruhezustand gezeigt. Die durchgezogenen Linien geben die Konfiguration der Membran 10 nach der thermoschockinduzierten Auslenkung bzw. Verformung an.

Wird die in Fig. 1 und 2 gezeigte Membran 10 mit einem Thermoschock beaufschlagt, wird der Randbereich 11 mit der geringsten Dicke d_1 am schnellsten und am stärksten erhitzt und erfährt damit eine rasche Expansion des Membranmaterials. Dabei dehnt sich der Randbereich 11 in radialer Richtung nach innen aus. Dadurch erfährt der zweite Anlenkbereich B eine Auslenkung in radialer Richtung nach innen.

Der Verbindungsbereich 12, der eine größere Dicke d_2 als der Randbereich 11 aufweist, dehnt sich in axialer Richtung im Wesentlichen parallel zu der Mittellinie O aus. Der zweite Anlenkbereich B stellt eine gelenkige Verbindung zwischen dem Randbereich 11 und dem Verbindungsbereich 12 bereit und erfährt durch die Ausdehnung des Mittelbereichs 12 eine Auslenkung in axialer Richtung in Richtung des Druckraums.

Der erste Anlenkbereich A und der dritte Anlenkbereich C ermöglichen zudem jeweils eine Auslenkung des Randbereichs 11 gegenüber dem Verbindungsbereich 14 bzw. eine Auslenkung des Verbindungsbereichs 12 gegenüber dem Sensorkontaktierungsbereich 13.

Insgesamt ergibt sich eine Auslenkung des zweiten Anlenkbereichs B in radialer Richtung nach innen und in axialer Richtung in Richtung des Druckraums, wie in Fig. 2 durch die Pfeile angedeutet ist.

Der Sensorkontaktierungsbereich 13 erfährt aufgrund der Auslenkungsbewegung des zweiten Anlenkbereichs B bei der Beaufschlagung mit dem Thermoschock keine bzw. keine wesentliche Auslenkung.

Da der Sensorkontaktierungsbereich 13 zudem eine größere Dicke d_3 als der Randbereich 11 und der Verbindungsbereich 12 aufweist, erfährt der Sensorkontaktierungsbereich 13 eine geringere thermische Ausdehnung. Eine thermische Ausdehnung des Sensorkontaktierungsbereichs 13 in radialer Richtung wird durch eine gelenkartige Bewegung des dritten Anlenkbereichs C kompensiert.

Um die gewünschte Bewegung der Bauteile des Sensors in den Anlenkbereichen A, B und C bei einer Temperaturbeaufschlagung des Sensors erreichen zu

können, kann es besonders vorteilhaft sein, die Konstruktion des Sensors einstückig und vorzugsweise materialeinheitlich auszuführen.

In einer bevorzugten Ausführung eines Drucksensors nach Erfindung ist es denkbar, in den Anlenkbereichen A, B und/oder C Materialverformungen durch spanlose oder spanende Bearbeitung anzubringen, z.B. durch Prägen, Pressen, Lasern, Fräsen u.a. Damit kann bei einer Hitzebeaufschlagung des Drucksensors 20 bzw. der Membran 10 ein besonders schnelles Ansprechen der Bauteile 11 und 12 und eine gezieltere Auslenkung/Verformung zur Ableitung eines Thermoschocks erreicht werden.

Der Sensorkontaktierungsbereich 13 liegt vorzugsweise planar am Sensorelement 22 an, um eine einwandfreie Einleitung der Druckmessgrößen in das Sensorelement 22 zu gewährleisten.

In Fig. 3 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Dabei ist auf der Außenseite der Membran im Befestigungsbereich 14 ein Versteifungsring 16 angebracht. Der Versteifungsring ist bei rotationssymmetrischer Ausgestaltung des Drucksensors 20 vorzugsweise ringförmig ausgeführt.

Dieser Versteifungsring 16 kann aus einem Material gebildet sein, das einen geringeren thermischen Ausdehnungskoeffizient als das Material der Membran 10, insbesondere das Material des ringförmigen Randbereichs 11 und des Verbindungsbereichs 12, aufweist. Durch die Anordnung eines solchen Versteifungsringes 16 wird eine sensiblere Funktion der Membrankonstruktion bei Beaufschlagung mit einem Thermoschock erreicht.

Um den Sensorkontaktierungsbereich 13 weiter zu versteifen, und um das Volumen der durch den Verbindungsbereich 12 umschriebenen Ausnehmung in der Membran 10 zu verringern, kann der Sensorkontaktierungsbereich 13 abgesetzt vom Zwischenbereich 12 auf seiner dem Sensorelement 22 abgewandten Seite einen Verstärkungsbereich 15 aufweisen. Dieser Verstärkungsbereich 15 sollte ein vom Verbindungsbereich 12 umschriebenes Volumen bis zu ca. 50 %, vorzugsweise bis zu 75 % ausfüllen. Fig. 4 zeigt eine schematische Schnittansicht eines Drucksensors gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem derartigen Verstärkungsbereich 15. Mit einer solchen Materialanhäufung an dem Sensorkontaktierungsbereich 13 wird

die durch einen Thermoschock induzierte Auslenkung und/oder Verformung der des Randbereichs 11 und des Verbindungsbereichs 12 der Membran 10 deutlich begünstigt und die Trägheit des Sensorkontaktierungsbereichs 13 weiter erhöht. Damit können durch Thermoschock induzierte Druckmessfehlern weiter reduziert werden.

In den Fig. 5 und 6 sind alternative Ausgestaltungen der Membrankonstruktion mit einer veränderten Geometrie des Sensorkontaktierungsbereiches 13 und entsprechend verändertem Verlauf der Bereiche 11 und 12 der Sensorkonstruktion gezeigt. In der Konfiguration gemäß Fig. 5 weist der Verbindungsbereich 12 einen im Wesentlichen konischen Verlauf auf, bei dem der zweite Anlenkbereich B radial weiter innen liegt als der dritte Anlenkbereich C. In der Konfiguration gemäß Fig. 6 weist der Verbindungsbereich 12 ebenfalls einen im Wesentlichen konischen Verlauf auf, wobei der zweite Anlenkbereich B radial weiter außen liegt als der dritte Anlenkbereich C.

Die Wirkungsweise bei Beaufschlagung mit einem Thermoschock entspricht der vorstehend in Bezug auf Fig. 1 und 2 beschriebenen Wirkungsweise der Sensorkonstruktion.

In den Fig. 7 und 8 sind lediglich zur Erläuterung von Einbaumöglichkeiten eines erfindungsgemäßen Drucksensors 20 anhand von zwei Beispielen dargestellt, in welcher Weise ein Sensorelement 22 mit seinem Sensorgehäuse 21 in eine entsprechende Öffnung bzw. Bohrung an einem Brennraum einer Brennkraftmaschine verlässlich dichtend eingesetzt werden kann. Dabei zeigt Fig. 7 einen Drucksensor 20 mit einer frontseitigen Abdichtung der an einer Bohrung. Fig. 8 zeigt eine Drucksensor 20, bei dem die Abdichtung über eine am Sensorgehäuse angeformte ringförmige Schulter an der Bohrung bereitgestellt wird.

Bezugszeichenliste

10	Membran
11	Randbereich
12	Zwischenbereich
13	Sensorkontaktierungsbereich
14	Befestigungsbereich
15	Verstärkungsbereich
16	Versteifungsring
20	Drucksensor
21	Sensorgehäuse
22	Sensorelement
23	Verbindungsmittel
A	erster Anlenkbereich
B	zweiter Anlenkbereich
C	dritter Anlenkbereich

Patentansprüche

1. Drucksensor (20), insbesondere Brennraumdrucksensor, zur Druckmessung in heißen Medien, aufweisend ein Sensorgehäuse (21), ein in dem Sensorgehäuse (21) angeordnetes Sensorelement (22) zur Druckmessung, sowie eine Membran (10) die an dem Sensorgehäuse (21) angebracht und dazu ausgebildet ist, einen an einer Außenseite der Membran (10) wirkenden Druck auf das an einer Innenseite der Membran (10) angeordnete Sensorelement (22) zu übertragen,

wobei die Membran (10) Folgendes aufweist:

- einen Randbereich (11), der sich von einem äußeren Randbereich der Membran (10) in Richtung der Mitte der Membran (10) erstreckt,
- einen zentralen Sensorkontaktierungsbereich (13), der gegenüber dem Randbereich (11) in Richtung der Innenseite der Membran (10) zurückgesetzt ist und zur direkten oder indirekten Kontaktierung des Sensorelements (22) ausgebildet ist,
- einen Zwischenbereich (12), der den Randbereich (11) und den Sensorkontaktierungsbereich (13) verbindet;

wobei der Außenrand des Randbereichs (11) der Membran (10) einen ersten Anlenkbereich (A) bildet, ein Verbindungsbereich zwischen dem ringförmigen Randbereich (11) und dem Zwischenbereich (12) einen zweiten Anlenkbereich (B) bildet, und ein Verbindungsbereich zwischen dem Zwischenbereich (12) und dem Sensorkontaktierungsbereich (13) einen dritten Anlenkbereich (C) bildet, und

wobei der zweite Anlenkbereich (B) gegenüber dem ersten Anlenkbereich (A) in Richtung der Innenseite der Membran (10) zurückgesetzt ist.

2. Drucksensor (20) nach Anspruch 1, wobei der Randbereich (11) der Membran (10) ringförmig ausgebildet ist.
3. Drucksensor (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Anlenkbereiche (A, B, C) dazu ausgebildet sind, bei Beaufschlagung der Membran

(10) mit einem Thermoschock eine Verformung, insbesondere eine gelenkige Ausgleichsbewegung, der Membran (10) bereitzustellen, bei der der Sensorkontaktierungsbereich (13) im Wesentlichen keine Auslenkung erfährt.

4. Drucksensor (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Dicke (d_3) des Sensorkontaktierungsbereichs (13) größer als eine Dicke (d_2) des Zwischenbereichs (12) ist.
5. Drucksensor (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Dicke (d_2) des Zwischenbereichs (12) größer als eine oder gleich einer Dicke (d_1) des ringförmigen Randbereichs (11) ist.
6. Drucksensor (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 3, wobei die Dicke (d_1) des ringförmigen Randbereichs (11) und die Dicke (d_2) des Zwischenbereichs (12) derart ausgeführt sind, dass sich der zweite Anlenkbereich (B) bei Beaufschlagung der Membran (10) mit einem Thermoschock radial nach innen und in Richtung der Außenseite der Membran (10), vorzugsweise zunächst radial nach innen und dann in Richtung der Außenseite der Membran (10), bewegt.
7. Drucksensor (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Sensorkontaktierungsbereich (13), insbesondere die an der Innenseite der Membran (10) befindliche Seite des Sensorkontaktierungsbereichs (13), planar ausgebildet ist.
8. Drucksensor (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Membran (10) einen Befestigungsbereich (14) aufweist, der den ringförmigen Randbereich (11) umschließt und eine größere Dicke als der ringförmige Randbereich (11) aufweist.
9. Drucksensor (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend einen Versteifungsring (16), der an der Außenseite der Membran (10) angebracht ist, vorzugsweise auf dem Befestigungsbereich (14) und/oder einem äußeren Randbereich des ringförmigen Befestigungsbereichs (11).

10. Drucksensor (20) nach Anspruch 9, wobei der Versteifungsring (16) aus einem Material gebildet ist, das eine geringere Dehnbarkeit als der ringförmige Randbereich (11) und der Verbindungsbereich (12) aufweist.
11. Drucksensor (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Sensorkontaktierungsbereich (13) an der Außenseite des Sensorkontaktierungsbereichs (13) einen mit erhöhter Dicke ausgeführten, vom Verbindungsbereich (12) abgesetzten Verstärkungsbereich (15) aufweist.
12. Drucksensor (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 11, wobei der Verstärkungsbereich (15) ein von dem Verbindungsbereich (12) umschlossenes Volumen zumindest teilweise, vorzugsweise bis zu 50%, weiter vorzugsweise bis zu 75%, ausfüllt.
13. Drucksensor (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der ringförmige Randbereich (11), der Verbindungsbereich (12) und der Sensorkontaktierungsbereich (13) einteilig ausgebildet sind.
14. Drucksensor (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 11 oder 12, wobei der ringförmige Randbereich (11), der Verbindungsbereich (12), der Sensorkontaktierungsbereich (13) und der Versteifungsring (16) einteilig ausgebildet sind.
15. Drucksensor (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Membran (10) mit dem Sensorgehäuse (21) mittels Verbindungsmitteln (23), vorzugsweise durch Schweiß-, Löt- oder Klebeverbindungen verbunden ist.
16. Drucksensor (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Befestigungsbereich (14) der Membran (10) einstückig mit dem Sensorgehäuse (21) ausgebildet ist.
17. Drucksensor (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Sensorelement (22) durch einen piezoelektrischen oder optischen Sensor gebildet ist.
18. Drucksensor (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Sensorgehäuse (21) im Wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist und die Membran

(10) an einer Stirnseite des Sensorgehäuses (21) angebracht ist, so dass der Drucksensor (20) in eine Messbohrung einsetzbar ist.

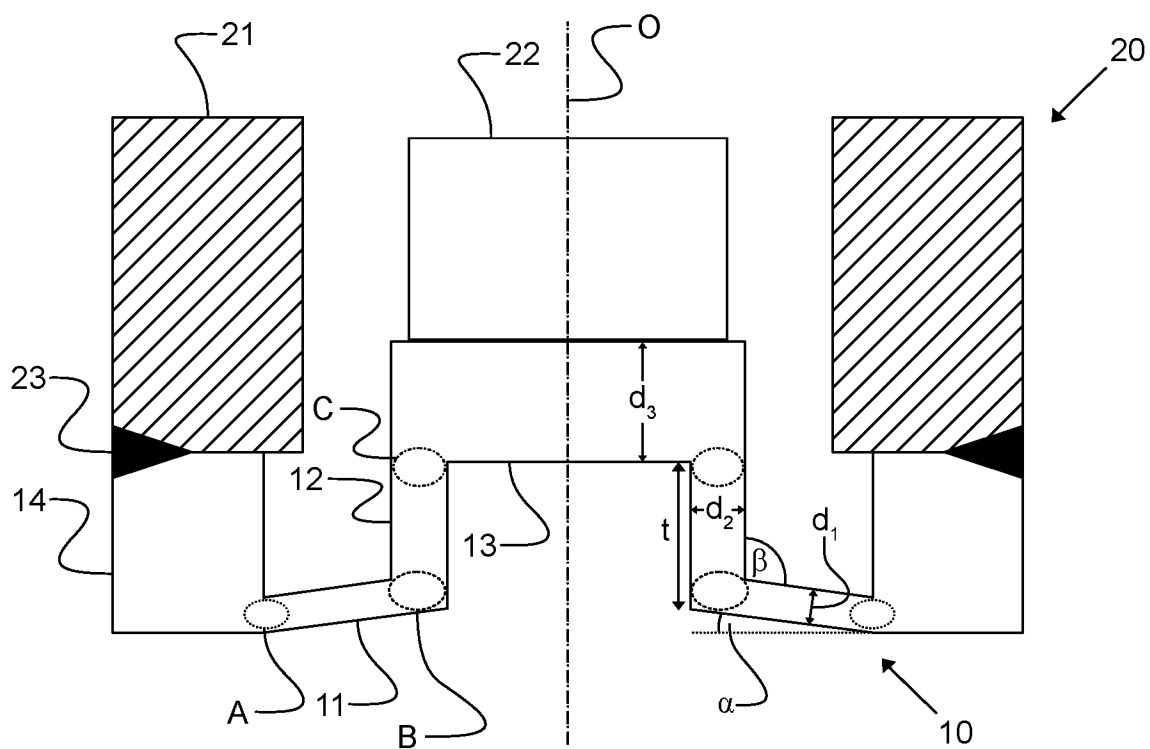


Fig. 1

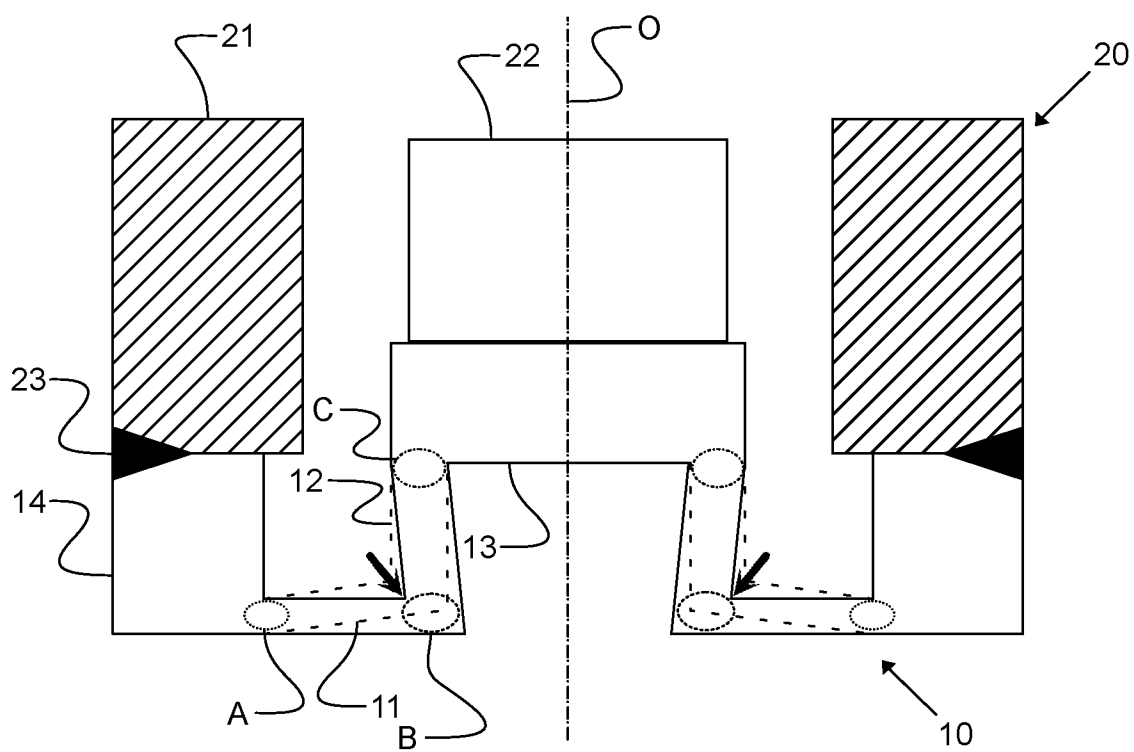


Fig. 2

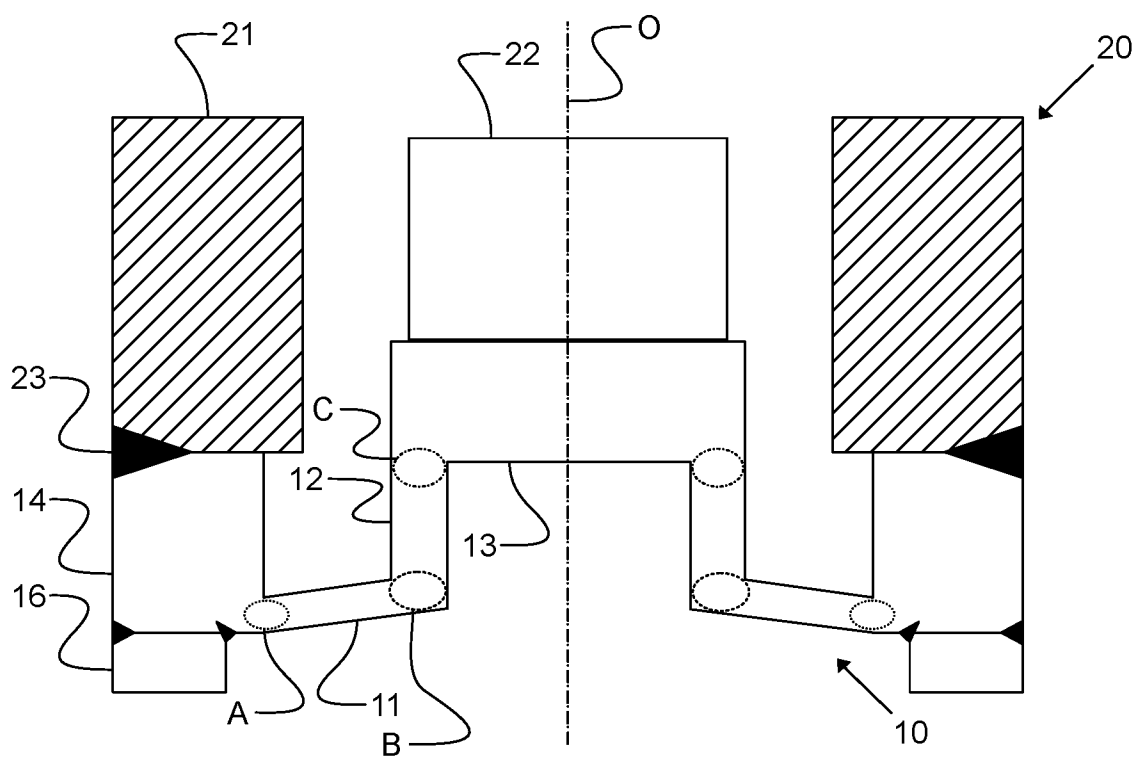


Fig. 3

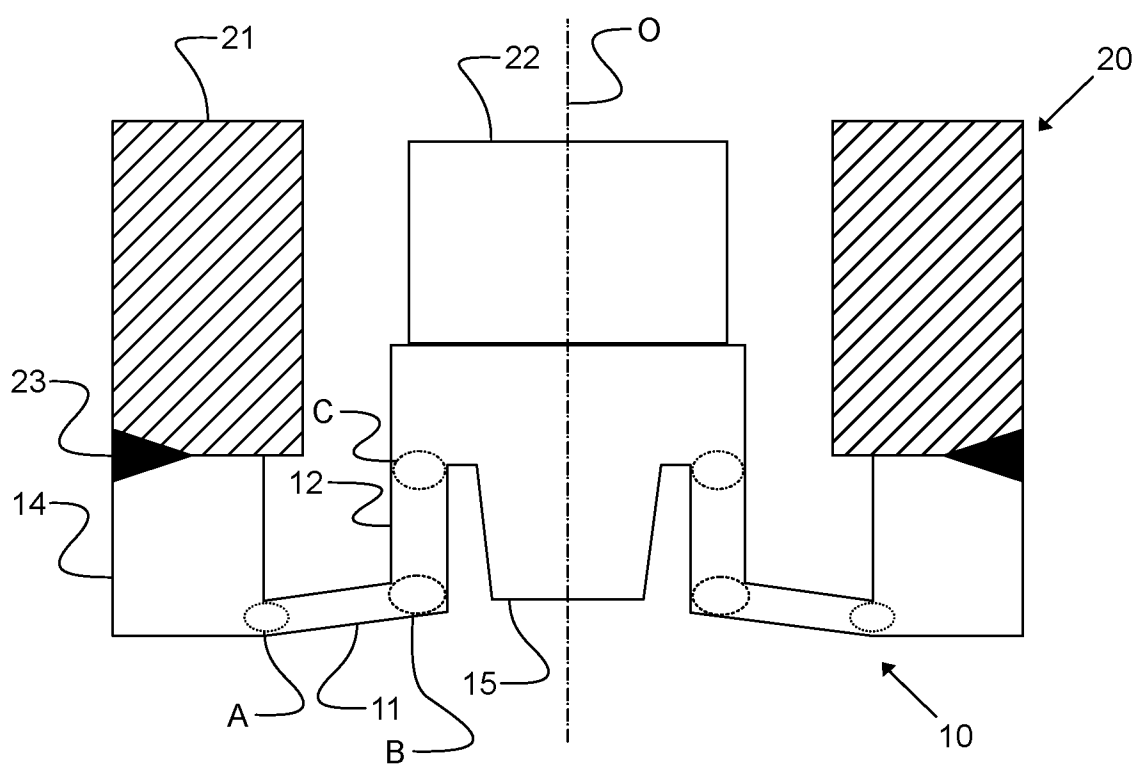


Fig. 4

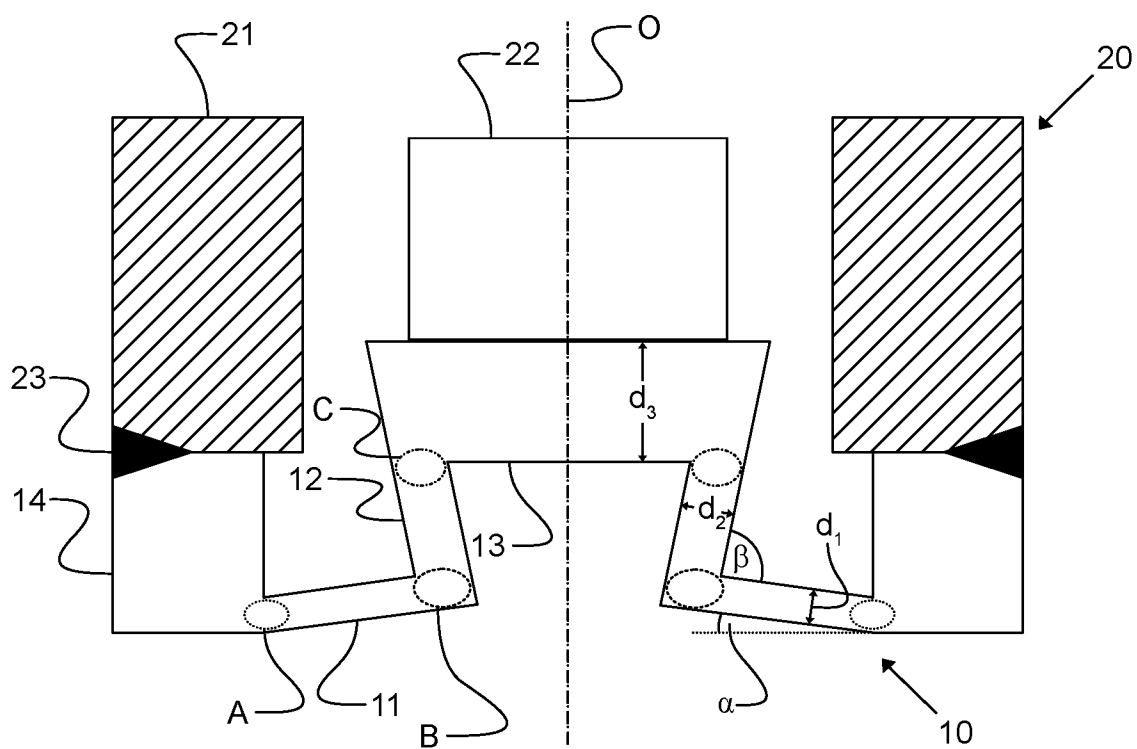


Fig. 5

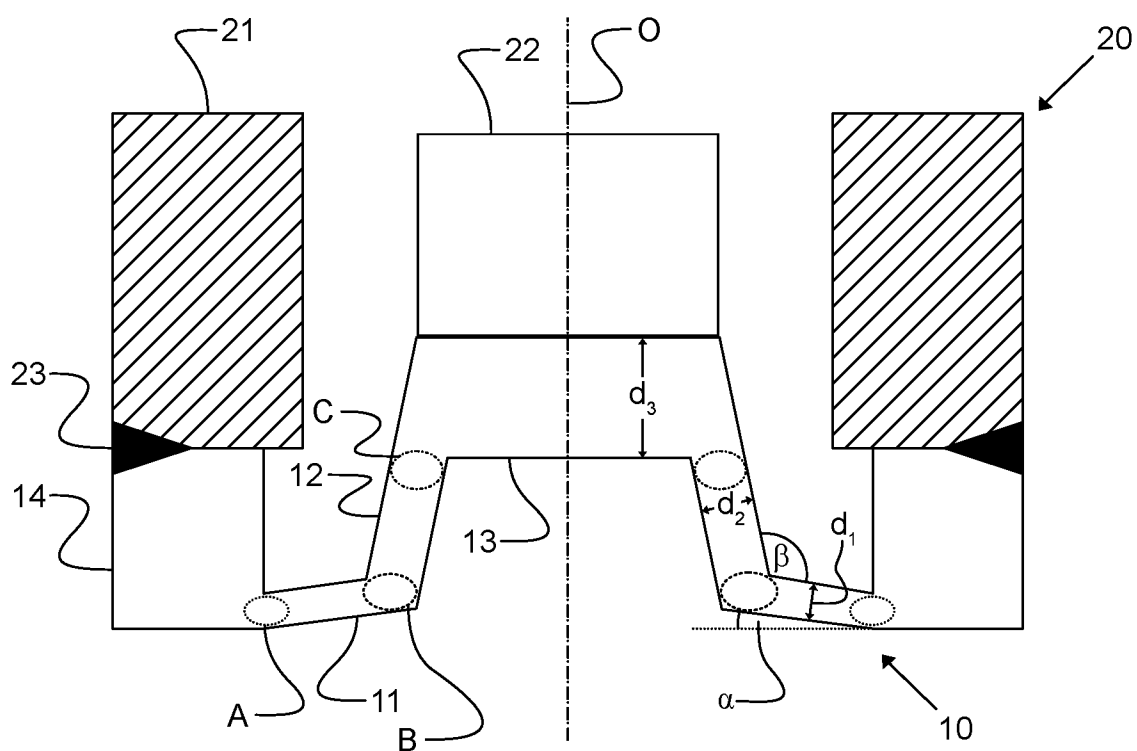


Fig. 6

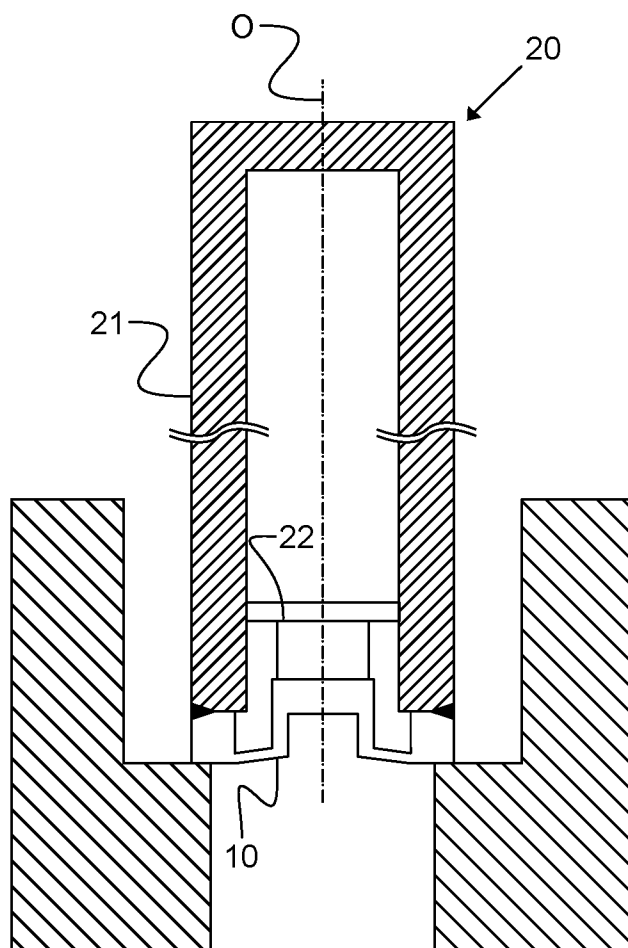


Fig. 7

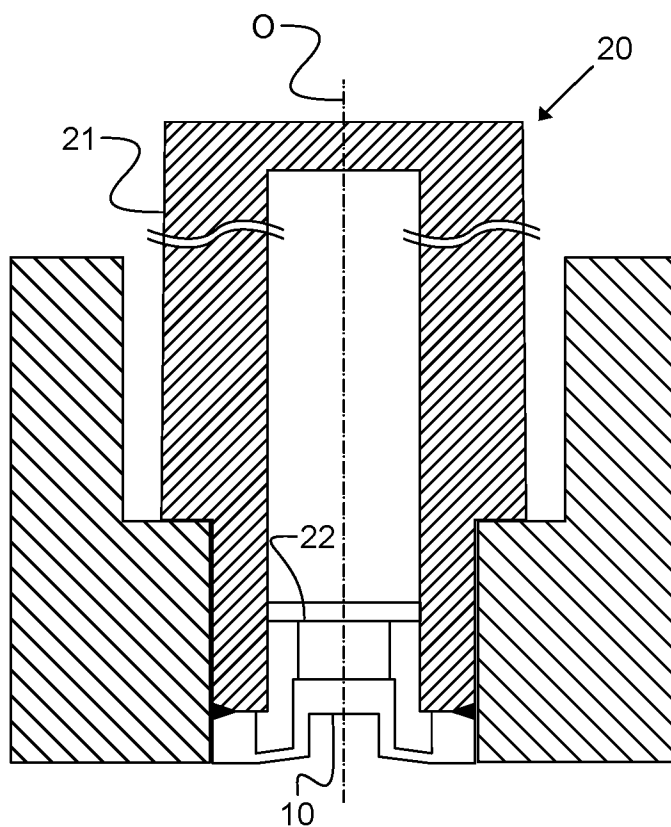


Fig. 8

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

G01L 9/00 (2006.01); G01L 23/10 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

G01L 9/0041 (2021.05); G01L 9/0044 (2013.01); G01L 23/10 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

G01L

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC; TXT NN

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 17.11.2020 eingereichten Ansprüchen 1-18 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	EP 0649011 A2 (KK HOLDING AG) 19. April 1995 (19.04.1995) Abstract; Figs. 1-14	1-8, 15-17
A	JP S449672 Y1 (N.N.) 18. April 1969 (18.04.1969) Figs. 1-3	1
A	US 2004231425 A1 (MIZUNO ET AL) 25. November 2004 (25.11.2004) Abstract; Figs. 1-12	1
A	US 2010224003 A1 (WATANABE ET AL]) 09. September 2010 (09.09.2010) Abstract; Figs. 1-2	1
A	KR 20160102355 A (KISTLER HOLDING AG) 30. August 2016 (30.08.2016) Abstract; Fig.1	1
Datum der Beendigung der Recherche: 11.06.2021		
Seite 1 von 1		Prüfer(in): BABUREK Gerhard

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.