



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**24.10.2007 Patentblatt 2007/43**

(51) Int Cl.:  
**F23Q 7/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **07450039.8**

(22) Anmeldetag: **01.03.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

- **Friedl, Alexander**  
**8045 Graz (AT)**
- **Hirschler, Michael**  
**8020 Graz (AT)**
- **Kröger, Dietmar**  
**8010 Graz (AT)**

(30) Priorität: **20.04.2006 AT 6712006**

(74) Vertreter: **Babeluk, Michael**  
**Patentanwalt,**  
**Mariahilfer Gürtel 39/17**  
**1150 Wien (AT)**

(71) Anmelder: **Piezocryst Advanced Sensorics GmbH**  
**8020 Graz (AT)**

(72) Erfinder:  
• **Schricker, Alexander**  
**8045 Graz (AT)**

(54) **Glühkerze mit integriertem Drucksensor**

(57) Die Erfindung betrifft eine Glühkerze (1) mit integriertem Drucksensor (2) für die Messung des Druckes im Brennraum (3) einer Brennkraftmaschine, wobei das Gehäuse (6) der Glühkerze (1) anschließend an einen Dichtkonus (7), einen eine Glühwendel (8) aufnehmenden, brennraumseitigen Bereich (9) mit reduziertem Durchmesser aufweist, welcher in einer in den Brennraum (3) ragenden Spitze (10) endet und wobei der Drucksensor (2a, 2b, 2c) ungekühlt im brennraumseitigen Bereich (9) der Glühkerze (1) angeordnet ist. Erfindungsgemäß wird der Drucksensor (2a, 2b, 2c) in radialer Richtung mit Druck beaufschlagt, wobei die Glühwendel (8) der Glühkerze (1) oder deren elektrische Anschlussleitung am Drucksensor (2a) vorbei oder durch den Drucksensor (2b, 2c) hindurch zur Spitze (10) der Glühkerze (1) geführt ist.

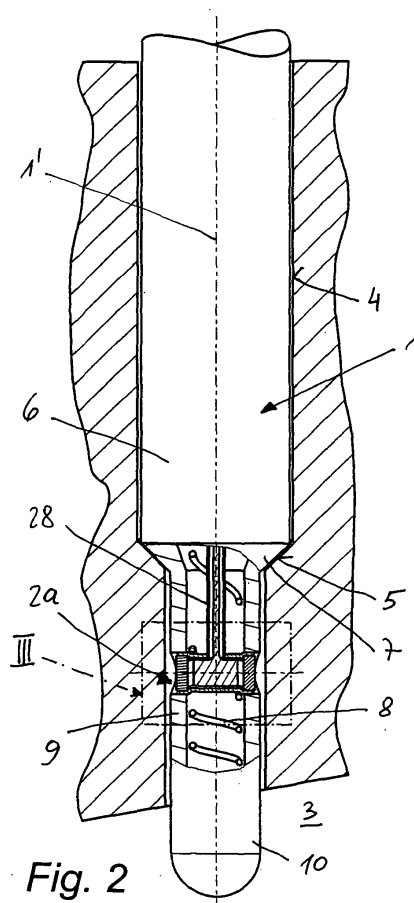


Fig. 2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Glühkerze mit integriertem Drucksensor für die Messung des Druckes im Brennraum einer Brennkraftmaschine, wobei das Gehäuse der Glühkerze einen eine Glühwendel aufnehmenden, brennraumseitigen Bereich mit reduziertem Durchmesser aufweist, welcher in einer in den Brennraum ragenden Spitze endet, wobei der Drucksensor ungekühlt im brennraumseitigen Bereich der Glühkerze angeordnet ist.

**[0002]** Eine wesentliche Größe für die Beurteilung des Verbrennungsablaufes im Brennraum einer Brennkraftmaschine ist der im Brennraum herrschende Druck. Um eine druckgeführte Motorsteuerung zu bewerkstelligen, werden daher Anstrengungen gemacht, den Brennraum der Druckmessung zugänglich zu machen. Da es nicht wirtschaftlich ist, für die Druckmessung eine weitere Bohrung, bzw. Durchführung zum Brennraum zu bewerkstelligen, ist es wünschenswert möglichst keine Änderungen an der Brennraumgeometrie vorzunehmen, sodass für die Druckmessung bereits vorhandene Bohrungen für die Zündkerze oder die Glühkerze verwendet werden.

**[0003]** Eine Vorrichtung, bei welcher die Zündkerze zusätzlich für die Druckmessfunktion dient, ist beispielsweise aus der AT 402.116 B bekannt geworden. Bei dieser Messvorrichtung ist ein ringförmiges Druckmesselement vorgesehen, an welchem sich der Isolierkörper der Zündkerze gegen das Kerzengehäuse abstützt. Es wird somit der an der Zündkerze anliegende Druck auf das ringförmige Messelement übertragen, wobei ein wesentlicher Nachteil dieser Art der Druckmessung darin zu sehen ist, dass eine relativ große Masse, nämlich die des Isolierkörpers der Zündkerze, negative Auswirkungen auf die Druckmessung hat.

**[0004]** Ähnliche Nachteile ergeben sich auch im Zusammenhang mit Drucksensoren, welche für Glühkerzenbohrungen adaptiert sind, bei welchen ringförmige Drucksensoren zwischen Messsonde und Dichtsitz angeordnet sind. Lösungen, bei denen der Glühstift beweglich geführt ist und im vom Brennraum abgewandten Teil des Glühstiftes auf ein Messelement drückt, zeigen Langzeiteffekte aufgrund von sich aufbauenden Ablagerungen an den Kontaktflächen zwischen Glühstift und Glühkerzengehäuse auf.

**[0005]** Aus der DE 103 46 330 A1 ist beispielsweise eine Druckmessglühkerze für einen Dieselmotor bekannt geworden, die einen Heizstab im Kerzenkörper aufweist, sowie einen Drucksensor, der ein dem Druck im Brennraum des Zylinders entsprechendes Signal erzeugt, welcher Druck über den Kerzenkörper oder den Heizstab übertragen wird. Der Drucksensor ist im Kerzenkörper zwischen diesem und dem Heizstab, bzw. seinem Innenpol, so angeordnet, dass er durch den übertragenen Druck belastet wird.

**[0006]** Eine ähnlich Druckmesseinrichtung, welche in eine Glühkerze integriert ist, ist aus der EP 1 096 141 A2 bekannt, bei welcher ein Drucksensor zwischen dem Ge-

häuse und dem im Gehäuse geführten Glühstift einer Glühkerze angeordnet ist und im vom Brennraum abgewandten, kühlen Bereich der Glühkerze liegt. Bei beiden Anordnungen besteht der Nachteil darin, dass relativ große Massen bei der Druckmessung bewegt werden müssen, was negative Auswirkungen auf das Druckmesssignal hat.

**[0007]** Aus der DE 10 2004 047 143 A1 und der WO 2006/089446 A1 ist es jeweils bekannt, bei einer Glühkerze mit integriertem Drucksensor einen piezoelektrischen Sensor ungekühlt im brennraumseitigen Bereich der Glühkerze anzuordnen, wobei die elektrische Anschlussleitung der Glühwendel durch den Drucksensor hindurch zur Spitze der Glühkerze geführt ist. Der piezoelektrische Drucksensor wird axial mit Druck beaufschlagt, wobei die weiter oben beispielsweise anhand der EP 1 096 141 A2 angeführten Nachteile auftreten.

**[0008]** Es ist daher von Vorteil die im Zusammenhang mit der Druckmessung bewegten Massen klein zu halten und das Druckmesselement, bzw. den Drucksensor möglichst nahe an den Brennraum heranzubringen. Dies kann beispielsweise mit einer Druckmesseinrichtung bewerkstelligt werden, welche gemäß EP 1 074 828 A2 in eine Zündkerze integriert ist. Zu diesem Zweck ist die Zündkerze mit einer durchgehenden, außermittig im Gehäuse der Zündkerze ausgebildeten Längsbohrung versehen, welche zur Zündkerzenachse leicht geneigt ist und eine Druckmesseinrichtung aufnimmt, deren Druckmesselement nahe am Brennraum angeordnet ist. Der Gehäusedurchmesser derartiger Anordnungen ist aber relativ groß, sodass ein Einsatz in eine Glühstiftbohrung nicht möglich ist.

**[0009]** Drucksensoren sind auch unter Verwendung eines geeigneten Adapters in Glühkerzenbohrungen von Brennkraftmaschinen einsetzbar, wie eine Ausführung gemäß Stand der Technik (siehe Fig. 1) zeigt. Der Drucksensor 2 wird zur Messung des Druckes im Brennraum 3 einer Brennkraftmaschine mit Hilfe eines Glühkerzenadapters 11 in eine Glühkerzenbohrung 4 eingesetzt. Der ungekühlte Drucksensor 2 befindet sich im vorderen Teil des Gehäuses 6 und wird über eine Sensormembran 12 mit dem im Brennraum herrschenden Druck beaufschlagt. Der Adapter 11 weist eine in den Brennraum 3 ragende Spitze 10 auf, welche der äußeren Kontur eines Glühstiftes bzw. einer Glühkerze entspricht. In der Spitze 10 sind Gaswechselkanäle 13 angeordnet, über welche die Sensormembran 12 mit dem im Brennraum 3 der Brennkraftmaschine herrschenden Druck in Verbindung steht. Der Glühkerzenadapter 11, in welchen der Drucksensor 2 frontdichtend eingebaut wird, weist einen Dichtkonus 7 auf, welcher am Dichtsitz 5 der Glühkerzenbohrung 4 dichtend anliegt.

**[0010]** Bei dieser bekannten Ausführung wird die Kraft auf das Messelement 2 parallel zur Achse 1' einerseits über die Sensormembran 12 und andererseits über das Adaptergehäuse 6 auf der gegenüberliegenden Seite eingeleitet. Nachteiligerweise kann der Glühkerzenadapter nicht die Funktion einer Glühkerze übernehmen,

da dessen Spitze nicht heizbar ist und so eine von den realen Bedingungen abweichende Messsituation geschaffen wird.

**[0011]** Messsonden mit brennraumferner Anordnung der Sensormembran sowie des Druckmesselementes (beispielsweise im Bereich des Glühkerzendichtsitzes) weisen lange Gaswechselkanäle auf, welche zu messtechnisch unerwünschten Pfeifenschwingungen führen.

**[0012]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine Glühkerze mit integriertem Drucksensor für die Messung des Druckes im Brennraum einer Brennkraftmaschine derart zu verbessern, dass deren Funktion und äußere Form unverändert bleiben, wobei eine brennraumnahe Anbringung des Drucksensors, kurze Indizierkanäle und geringe zu bewegende Massen anzustreben sind.

**[0013]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Drucksensor ungekühlt im brennraumseitigen Bereich der Glühkerze angeordnet ist, dass der Drucksensor in radialer Richtung mit Druck beaufschlagbar ist, sowie dass die Glühwendel der Glühkerze oder deren elektrische Anschlussleitung am Drucksensor vorbei oder durch den Drucksensor hindurch zur Spitze der Glühkerze geführt ist.

**[0014]** Gemäß einer ersten erfindungsgemäßen Ausführungsvariante ist ein piezoelektrischer Drucksensor in einer durchgehenden, radialen Öffnung oder Bohrung des brennraumseitigen Bereiches der Glühkerze zwischen zwei gegenüberliegenden Membranen angeordnet, wobei die Glühwendel oder die elektrische Anschlussleitung der Glühwendel am piezoelektrischen Drucksensor vorbei zur Spitze der Glühkerze geführt ist.

**[0015]** Der piezoelektrische Drucksensor ist an beiden Enden mit einer Membran abgedichtet. Die beiden Membranen definieren die Hauptdruckrichtung auf die Messelemente im Drucksensor, das übrige Sensorgehäuse dient der Fixierung der Messelemente, sowie der Ladungsableitung und verhindert, dass die Messelemente allseitig mit Druck beaufschlagt werden.

**[0016]** Gemäß einer erfindungsgemäßen Variante weist der piezoelektrische Drucksensor ein an beiden Enden durch jeweils eine Membran verschlossenes Messröhrchen auf, das in die radiale Bohrung eingesetzt ist und dessen Längsachse normal auf die Längsachse der Glühkerze steht, wobei zwischen den Membranen zumindest ein piezoelektrisches Messelement angeordnet ist. Das Messröhrchen weist im Bereich der Glühkerzenachse eine Öffnung auf, durch die das gemessene Signal abgeleitet werden kann. Ein dementsprechend adaptiertes Glühkerzengehäuse weist folgende Vorteile auf:

- brennraumnahe Messmembran
- geringste Massen vor dem Messelement
- Direkteinbau der Messsonde ohne Adapter
- hohe Signalqualität und großer Informationsgehalt

des Drucksignals

- Raum für die Vorbeileitung einer Glühwendel

- 5 • Volle Funktion als Glühkerze

- Vermeidung von Pfeifenschwingungen aufgrund der kurzen Gaswege

10 **[0017]** Der erfindungsgemäße Drucksensor ist bevorzugt zylinderförmig ausgeführt, und weist zwei gegenüberliegende Membranen auf, die bei Druckbeaufschlagung ihrerseits Kraft in das bzw. die piezoelektrischen Messelemente einleiten. Die Membranen müssen nicht

15 notwendigerweise aus Metall sein, sondern können auch aus Glas, Saphirglas oder Keramik bestehen und sind vorzugsweise direkt mit dem Messelement verbunden. Das zylinderförmige Rohr umschließt das Messelement in der Form, dass ein allseitig herrschender Druck nicht

20 über die Mantelflächen an die Seitenflächen des Messelementes gelangt, sondern hauptsächlich über die an den Stirnflächen liegenden Membrane entlang der Achsenrichtung des Rohres eingeleitet werden kann. Das Messelement ist vorzugsweise so ausgerichtet, dass die

25 bei Druckbeaufschlagung entstehende Polarisierung über die Seitenflächen abgegriffen werden kann. Diese Seitenflächen sind ihrerseits mit Elektroden in Kontakt, wobei entweder beide Elektroden über eigene Signalableitungen kontaktiert werden können, oder eine Elektrode

30 mit dem Gehäuse der Glühkerze in Kontakt stehen kann.

**[0018]** Für die brennraumnahe Druckmessung wird erfindungsgemäß ein piezoelektrisches Messelement aus einem hochtemperaturstabilen Material, beispielsweise aus  $\text{GaPO}_4$ , oder basierend auf Dünnschichttechnik, verwendet.

35 **[0019]** Gemäß einer zweiten Ausführungsvariante der Erfindung ist im brennraumseitigen Bereich der Glühkerze eine vorzugsweise zylindrische Membran ausgebildet, an deren Innenseite ein Hochtemperaturbeständiger Dehnmessstreifen (DMS-Sensor) appliziert ist, wobei die Glühwendel oder die Anschlussleitung der Glühwendel durch den vom Dehnmessstreifen begrenzten zylindrischen Innenraum zur Spitze der Glühkerze

40 geführt ist. Der Dehnmessstreifen besteht beispielsweise aus einer Fe-Cr-Al Legierung. Sobald die zylindrische Membran mit Druck beaufschlagt wird, verändert sich der Spannungs- oder Dehnungszustand des Dehnmessstreifens, dessen Messsignal dem anliegenden Druck proportional ist.

45 **[0020]** Gemäß einer dritten Ausführungsvariante der Erfindung ist im brennraumseitigen Bereich der Glühkerze eine vorzugsweise zylindrische Membran ausgebildet, welche mit einer beabstandeten, elektrisch leitenden Gegenfläche einen kapazitiven Drucksensor bildet, wobei die Glühwendel oder die Anschlussleitung der Glühwendel durch den von der Gegenfläche begrenzten zylindrischen Innenraum zur Spitze der Glühkerze

50 geführt ist. Sobald die zylindrische Membran mit Druck beaufschlagt wird, verändert sich die Kapazität des Drucksensors, dessen Messsignal dem anliegenden Druck proportional ist.

55 **[0021]** Gemäß einer vierten Ausführungsvariante der Erfindung ist im brennraumseitigen Bereich der Glühkerze eine vorzugsweise zylindrische Membran ausgebildet, welche mit einer beabstandeten, elektrisch leitenden Gegenfläche einen kapazitiven Drucksensor bildet, wobei die Glühwendel oder die Anschlussleitung der Glühwendel durch den von der Gegenfläche begrenzten zylindrischen Innenraum zur Spitze der Glühkerze

geführt ist. Sobald die zylindrische Membran mit Druck beaufschlagt wird, verändert sich die Kapazität des Drucksensors, dessen Messsignal dem anliegenden Druck proportional ist.

50 **[0022]** Gemäß einer fünften Ausführungsvariante der Erfindung ist im brennraumseitigen Bereich der Glühkerze eine vorzugsweise zylindrische Membran ausgebildet, welche mit einer beabstandeten, elektrisch leitenden Gegenfläche einen kapazitiven Drucksensor bildet, wobei die Glühwendel oder die Anschlussleitung der Glühwendel durch den von der Gegenfläche begrenzten zylindrischen Innenraum zur Spitze der Glühkerze

geführt ist. Sobald die zylindrische Membran mit Druck beaufschlagt wird, verändert sich die Kapazität des Drucksensors, dessen Messsignal dem anliegenden Druck proportional ist.

schlagt wird, verändert sich der Abstand zur elektrisch leitenden Gegenfläche. Die sich ändernde Kapazität ist ein Maß für den anliegenden Druck.

**[0021]** Die Erfindung wird anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Druckmesssonde gemäß Stand der Technik in einer Schnittdarstellung;
- Fig. 2 eine erfindungsgemäße Glühkerze mit integriertem Drucksensor in einer Schnittdarstellung;
- Fig. 3 ein vergrößertes Detail III aus Fig. 2;
- Fig. 4 das Detail III in einer um 90° gedrehten Darstellung;
- Fig. 5 eine zweite Ausführungsvariante der Erfindung in einer Schnittdarstellung;
- Fig. 6 ein Detail VI aus Fig. 5;
- Fig. 7 eine dritte Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Glühkerze in einer Schnittdarstellung; sowie
- Fig. 8 ein vergrößertes Detail VIII der Ausführungsvariante gemäß Fig. 7.

**[0022]** Die in Fig. 1 dargestellte Druckmesssonde gemäß Stand der Technik wurde bereits in der Beschreibungseinleitung erläutert.

**[0023]** Die in den Fig. 2 bis Fig. 4 dargestellte Glühkerze 1 weist einen integrierten Drucksensor 2 auf, wobei die Funktion der Glühkerze vollständig erhalten bleibt. Der Drucksensor 2 dient zur Messung des Druckes im Brennraum 3 einer nicht weiter dargestellten Brennkraftmaschine, wobei die Glühkerze 1 in eine Glühkerzenbohrung 4 eingesetzt ist, welche einen konischen Dichtsitz 5 aufweist. Das Gehäuse 6 der Glühkerze 1 weist anschließend an einen mit dem Dichtsitz 5 zusammenwirkenden Dichtkonus 7 einen schlanken, brennraumseitigen Bereich 9 mit einem Durchmesser <5 mm auf. Der brennraumseitige Bereich 9 endet in der abgerundeten Spitze 10 der Glühkerze 1, welche ein kleines Stück in den Brennraum 3 hineinragt. In der ersten Ausführungsvariante gemäß Fig. 2 bis Fig. 4 wird ein piezoelektrischer Drucksensor 2a verwendet, welcher ungekühlt im brennraumseitigen Bereich 9 der Glühkerze 1 angeordnet ist. Im Unterschied zum Stand der Technik wird der Drucksensor 2a in radialer Richtung, d.h. normal zur Achse 1' der Glühkerze 1, mit Druck beaufschlagt, wobei bei allen Ausführungsvarianten der Erfindung die Glühwendel 8 der Glühkerze 1 am Drucksensor 2a vorbei oder durch den Drucksensor 2b, 2c hindurch (siehe Fig. 5 bis Fig. 8) zur Spitze 10 der Glühkerze 1 geführt ist.

**[0024]** Der piezoelektrische Drucksensor 2a ist in einer

durchgehenden, radialen Bohrung 16 des brennraumseitigen Bereiches 9 der Glühkerze 1 zwischen zwei gegenüberliegenden Membranen 14 angeordnet. Die Glühwendel 8 kann - wie im Detail aus den Fig. 3 und Fig. 4

5 erkennbar - am piezoelektrischen Drucksensor 2a vorbei zur Spitze 10 der Glühkerze geführt werden. Dadurch entsteht ein sehr kompakter Aufbau, welcher im Bereich des Drucksensors einen Durchmesser <5 mm aufweist. **[0025]** Der piezoelektrische Drucksensor 2a besteht im Wesentlichen aus einem an beiden Enden durch die Membranen 14 verschlossenen Messröhrchen 15, das in die radiale Bohrung 16 eingesetzt ist und dessen Längsachse 15' normal auf die Längsachse 1' der Glühkerze steht. Es können zwei oder mehrere plättchenförmigen Messelemente 17 zwischen den Membranen 14 angeordnet sein, wobei unter Ausnutzung des transversalen Piezoeffektes die Schmalseiten der Messelemente 17 mit den Membranen 14 in Kontakt stehen. Es sind auch Ausführungsvarianten denkbar, bei welchen mehrere scheibchenförmige Messelemente als Messelementstapel im Messröhrchen 15 angeordnet sind.

**[0026]** In der dargestellten Variante ist zwischen den paarweise angeordneten, piezoelektrischen Messelementen 17 eine flächige Ableitelektrode 18 angeordnet, wobei zumindest eine Signalleitung 19 durch eine Öffnung 20 im Mantel des Messröhrchens 15 erfolgt. Die zweiten Seiten der Messelemente 17 stehen über Federelemente 27 mit dem Messröhrchen 15 und daher mit dem Kerzengehäuse 6 in elektrisch leitender Verbindung. Es ist auch möglich für beide Elektroden der Messelemente 17 Signalleitungen vorzusehen.

**[0027]** Die Ladungsableitung erfolgt vorzugsweise im Inneren der Glühkerze 1, geschützt durch ein dünnes Führungsrohr 28.

**[0028]** In der zweiten Ausführungsvariante gemäß Fig. 5 und Fig. 6 ist im brennraumseitigen Bereich 9 der Glühkerze 1 eine vorzugsweise zylindrische Membran 21 ausgebildet ist, an deren Innenseite ein Hochtemperatur beständiger Dehnmessstreifen 22 appliziert ist. Es wird dadurch ein DMS-Drucksensor 2b realisiert, bei welchem die Glühwendel 8 durch den vom Dehnmessstreifen 22 begrenzten zylindrischen Innenraum 23 zur Spitze der Glühkerze 1 geführt ist. Auch hier können bei voller Funktion kleinste Durchmesser im Bereich <5 mm realisiert werden.

**[0029]** Schließlich ist in der dritten Ausführungsvariante gemäß Fig. 7 und Fig. 8 im brennraumseitigen Bereich 9 der Glühkerze 1 eine vorzugsweise zylindrische Membran 21 ausgebildet, welche mit einer beabstandeten, elektrisch leitenden Gegenfläche 24 einen kapazitiven Drucksensor 2c bildet. Auch bei dieser Variante kann die Glühwendel 8 durch den von der Gegenfläche 24 begrenzten zylindrischen Innenraum 25 zur Spitze 10 der Glühkerze 1 geführt werden. Der kapazitive Drucksensor 2c weist kreisringförmige Isolierelemente 26 an beiden Enden der zylindrischen Membran 21 auf, welche die zylindrische Gegenfläche 24 in einem definierten Abstand zur zylindrischen Membran 21 positionieren.

## Patentansprüche

1. Glühkerze (1) mit integriertem Drucksensor (2) für die Messung des Druckes im Brennraum (3) einer Brennkraftmaschine, wobei das Gehäuse (6) der Glühkerze (1) einen eine Glühwendel (8) aufnehmenden, brennraumseitigen Bereich (9) mit reduziertem Durchmesser aufweist, welcher in einer in den Brennraum (3) ragenden Spitze (10) endet, wobei der Drucksensor (2a, 2b, 2c) ungekühlt im brennraumseitigen Bereich (9) der Glühkerze (1) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drucksensor (2a, 2b, 2c) in radialer Richtung mit Druck beaufschlagbar ist, sowie dass die Glühwendel (8) der Glühkerze (1) oder deren elektrische Anschlussleitung am Drucksensor (2a) vorbei oder die Glühwendel (8) durch den Drucksensor (2b, 2c) hindurch zur Spitze (10) der Glühkerze (1) geführt ist.
2. Glühkerze (1) mit integriertem Drucksensor (2) für die Messung des Druckes im Brennraum (3) einer Brennkraftmaschine, wobei das Gehäuse (6) der Glühkerze (1) einen eine Glühwendel (8) aufnehmenden, brennraumseitigen Bereich (9) mit reduziertem Durchmesser aufweist, welcher in einer in den Brennraum (3) ragenden Spitze (10) endet, wobei der Drucksensor (2b, 2c) ungekühlt im brennraumseitigen Bereich (9) der Glühkerze (1) angeordnet ist und die elektrische Anschlussleitung der Glühwendel (8) durch den Drucksensor (2b, 2c) hindurch zur Spitze (10) der Glühkerze (1) geführt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drucksensor (2b, 2c) in radialer Richtung mit Druck beaufschlagbar ist.
3. Glühkerze (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein piezoelektrischer Drucksensor (2a) in einer durchgehenden, radialen Bohrung (16) des brennraumseitigen Bereiches (9) der Glühkerze (1) zwischen zwei gegenüberliegenden Membranen (14) angeordnet ist, wobei die Glühwendel (8) oder die elektrische Anschlussleitung der Glühwendel am piezoelektrischen Drucksensor (2a) vorbei zur Spitze (10) der Glühkerze geführt ist.
4. Glühkerze (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der piezoelektrische Drucksensor (2a) ein an beiden Enden durch jeweils eine Membran (14) verschlossenes Messröhrchen (15) aufweist, das in die radiale Bohrung (16) eingesetzt ist und dessen Längsachse (15') normal auf die Längsachse (1') der Glühkerze steht, wobei zwischen den Membranen (14) zumindest ein piezoelektrisches Messelement (17) angeordnet ist.
5. Glühkerze (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei oder mehrere plättchenförmigen Messelemente (17) zwischen den Membranen (14) angeordnet sind, wobei unter Ausnutzung des transversalen Piezoeffektes die Schmalseiten der Messelemente (17) mit den Membranen (14) in Kontakt stehen.
6. Glühkerze (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den paarweise angeordneten, piezoelektrischen Messelementen (17) flächige Ableitelektroden (18) angeordnet sind, wobei zumindest eine Signableitung (19) durch eine Öffnung (20) im Mantel des Messröhrchens (15) erfolgt.
7. Glühkerze (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das piezoelektrische Messelement (17) aus einem hochtemperaturstabilen Material, beispielsweise aus GaPO<sub>4</sub>, besteht.
8. Glühkerze (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** im brennraumseitigen Bereich (9) der Glühkerze (1) eine vorzugsweise zylindrische Membran (21) ausgebildet ist, an deren Innenseite ein Hochtemperatur beständiger Dehnmessstreifen (22) appliziert ist, wobei die Glühwendel (8) oder die Anschlussleitung der Glühwendel durch den vom Dehnmessstreifen (22) begrenzten zylindrischen Innenraum (23) zur Spitze der Glühkerze (1) geführt ist.
9. Glühkerze (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** im brennraumseitigen Bereich (9) der Glühkerze (1) eine vorzugsweise zylindrische Membran (21) ausgebildet ist, welche mit einer beabstandeten, elektrisch leitenden Gegenfläche (24) einen kapazitiven Drucksensor (2c) bildet, wobei die Glühwendel (8) oder die Anschlussleitung der Glühwendel durch den von der Gegenfläche (24) begrenzten zylindrischen Innenraum (25) zur Spitze (10) der Glühkerze (1) geführt ist.
10. Glühkerze (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der kapazitive Drucksensor (2c) kreisringförmige Isolierelemente (26) an beiden Enden der zylindrischen Membran (21) aufweist, welche die zylindrische Gegenfläche (24) in einem definierten Abstand zur zylindrischen Membran (21) positionieren.

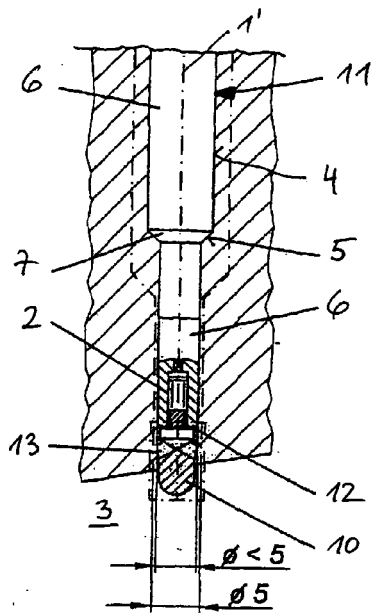


Fig. 1

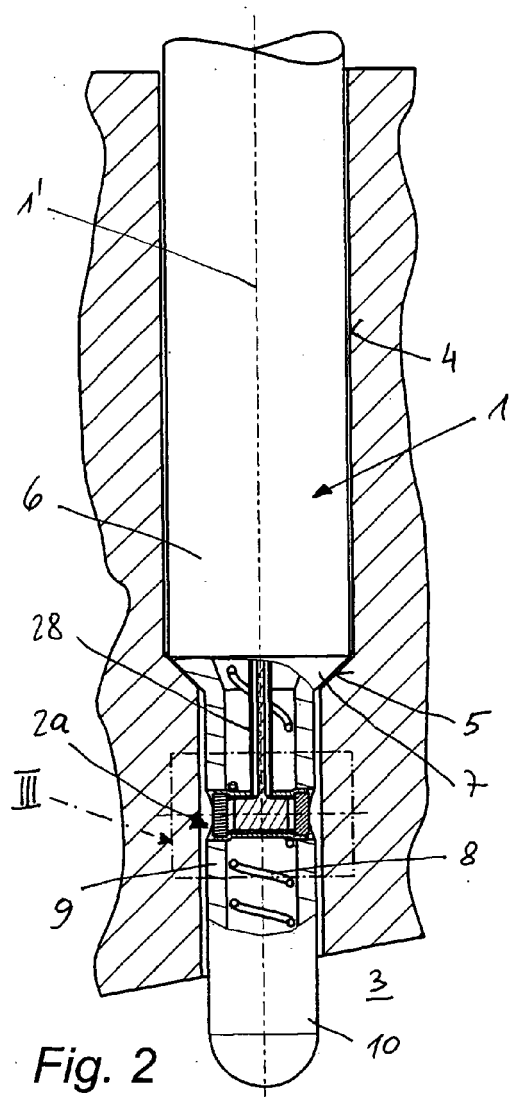


Fig. 2

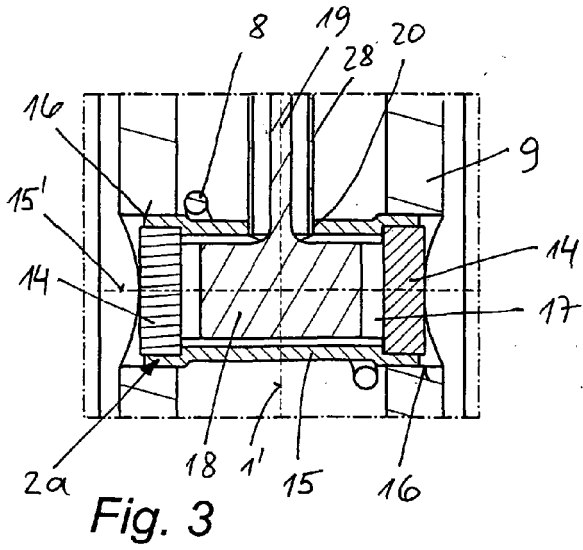


Fig. 3

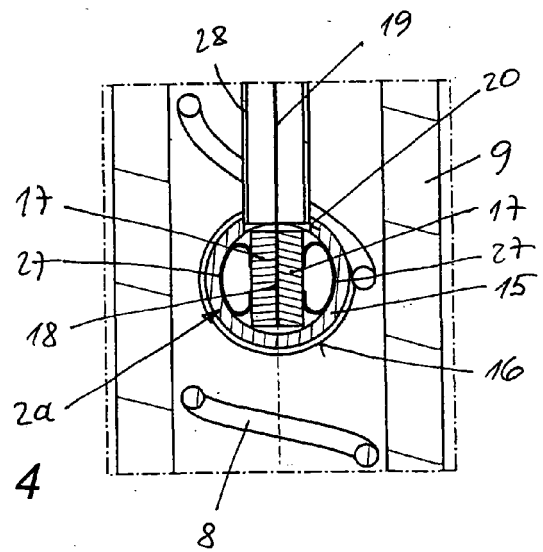


Fig. 4

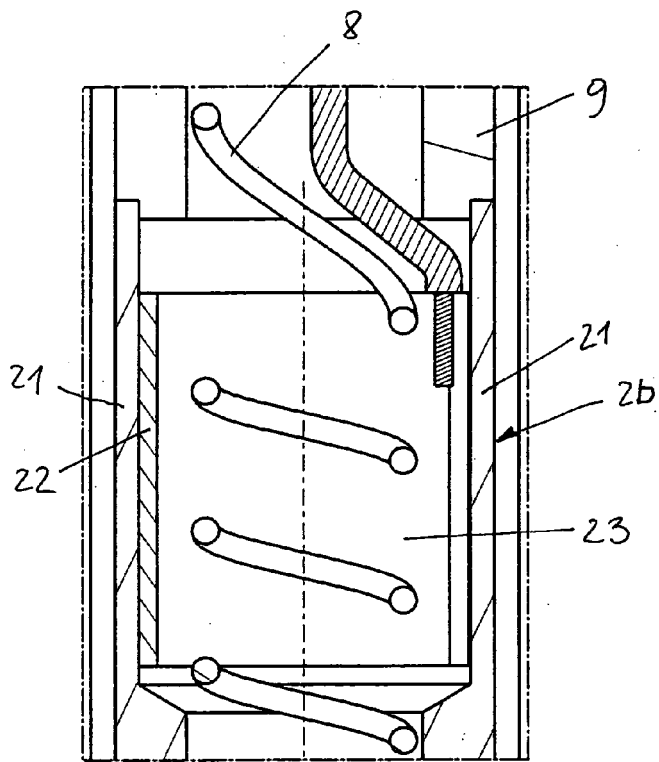


Fig. 6

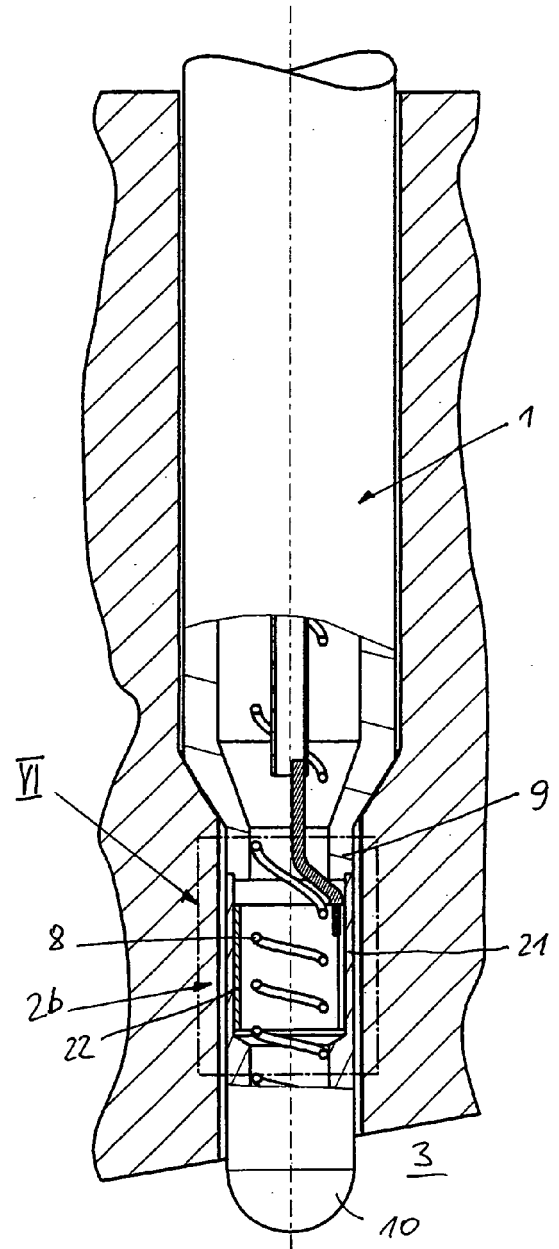


Fig. 5

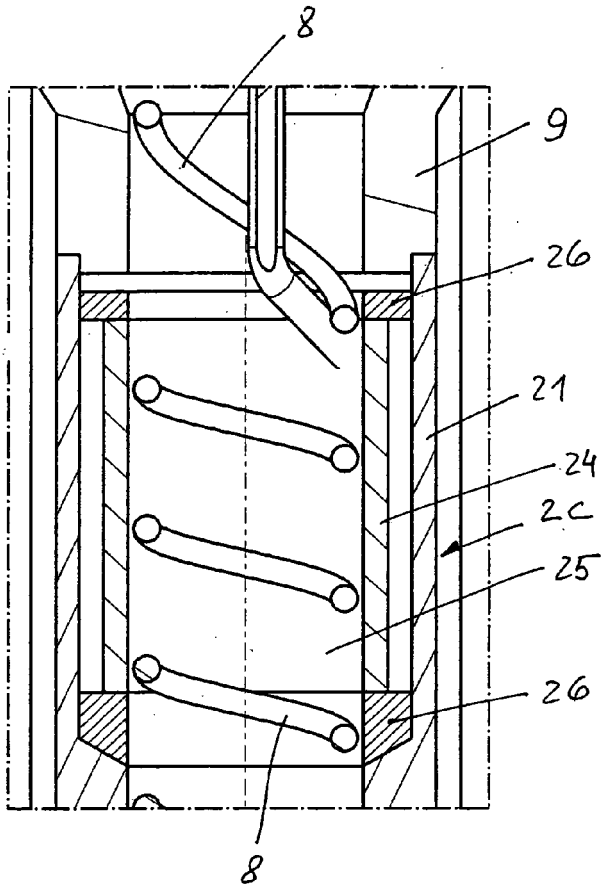


Fig. 8

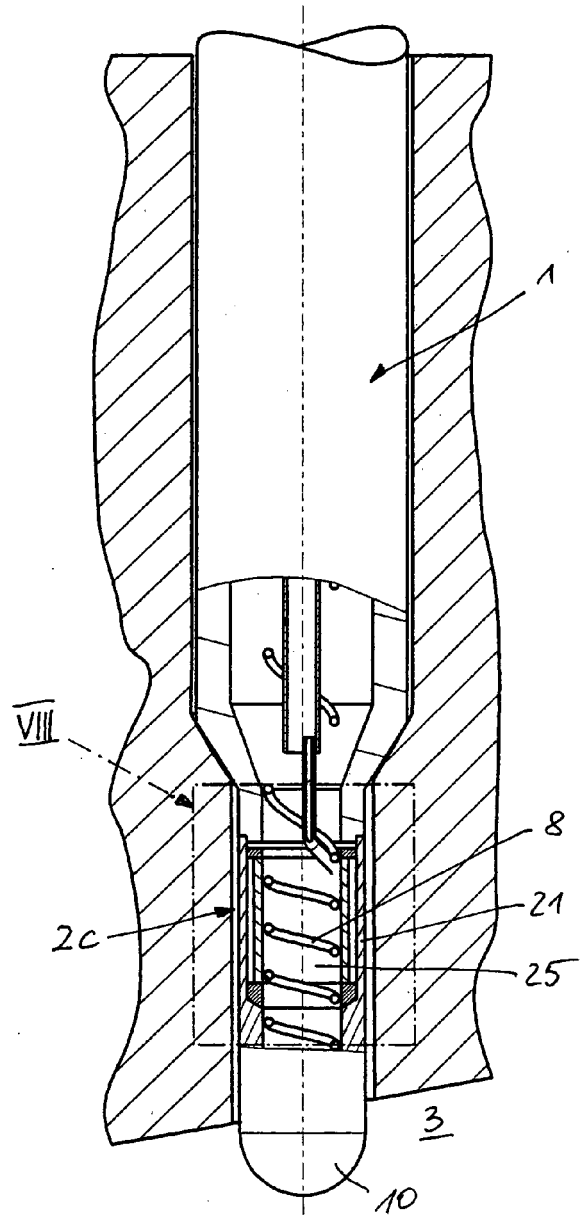


Fig. 7



**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**

- AT 402116 B **[0003]**
- DE 10346330 A1 **[0005]**
- EP 1096141 A2 **[0006] [0007]**
- DE 102004047143 A1 **[0007]**
- WO 2006089446 A1 **[0007]**
- EP 1074828 A2 **[0008]**