



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.06.2011 Patentblatt 2011/25

(51) Int Cl.:
H01T 13/36^(2006.01) H01T 13/50^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10014169.6**

(22) Anmeldetag: **30.10.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

- **Bräuchle, Gerd**
74928 Hüffenhardt (DE)
- **Delesky, Hans**
74343 Sachsenheim (DE)
- **Giffels, Thomas**
70469 Stuttgart (DE)
- **Heilmann, Felizitas**
70839 Gerlingen (DE)

(30) Priorität: **19.12.2009 DE 102009059649**

(71) Anmelder: **BorgWarner BERU Systems GmbH**
71636 Ludwigsburg (DE)

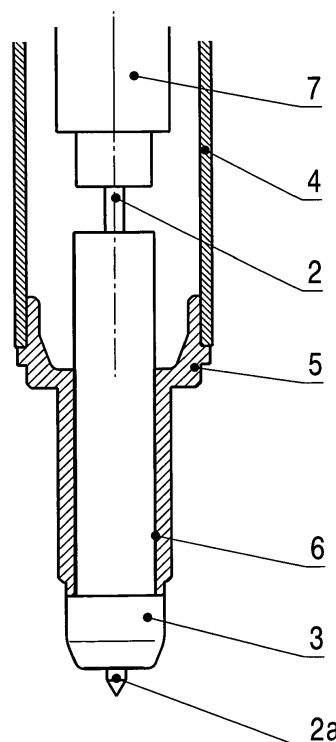
(74) Vertreter: **Twelmeier Mommer & Partner**
Patent- und Rechtsanwälte
Westliche Karl-Friedrich-Strasse 56-68
75172 Pforzheim (DE)

(72) Erfinder:
• **Achstätter, Tom**
71282 Hemmingen (DE)

(54) **HF-Zündeinrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft eine HF-Zündeinrichtung zum Zünden eines brennbaren Gasgemisches in einem Verbrennungsmotor, mit einer Mittelelektrode (2), einem Isolatorkörper (3), durch den die Mittelelektrode (2) hindurchgeführt ist, einem Gehäuse (4), das an einem Ende einen metallischen Gehäusekörper (5) trägt, der zumindest einen Abschnitt des Isolatorkörpers (3) umgibt und ein Außengewinde (5a) zum Einschrauben in einen Verbrennungsmotor trägt, und einer Schaltung zur HF-Anregung der Mittelelektrode (2). Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der von dem Gehäusekörper (5) umgebene Abschnitt des Isolatorkörpers (3) eine elektrisch leitfähige Beschichtung (6) trägt.

Fig. 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Hochfrequenz-Zündeinrichtung mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen. Eine derartige HF-Zündeinrichtung ist aus der EP 1 515 594 A2 bekannt.

[0002] Zum Zünden eines brennbaren Gasgemisches in einem Motor wird die Mittelelektrode einer solchen HF-Zündeinrichtung mit einer geeigneten Schaltung, beispielsweise einem HF-Schwingkreis, angeregt. Die Mittelelektrode strahlt dann hochfrequente elektromagnetische Wellen in den Brennraum des Motors ab, so dass dort ein Plasma erzeugt wird, das eine Zündung bewirkt.

[0003] HF-Zündeinrichtungen, die eine Zündung durch eine Corona-Entladung bewirken, sind eine Alternative zu herkömmlichen Zündkerzen, die eine Zündung mittels einer Bogenentladung bewirken und durch Elektrodenabbrand einem erheblichen Verschleiß unterliegen. HF-Zündeinrichtungen haben das Potential einer längeren Lebensdauer, konnten dieses aber bisher nicht erfüllen.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es deshalb einen Weg aufzuzeigen, wie die Lebensdauer einer HF-Zündeinrichtung verbessert werden kann.

[0005] Diese Aufgabe wird durch eine HF-Zündeinrichtung mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0006] Um die Mittelelektrode zur Abstrahlung hochfrequenter elektromagnetischer Wellen anzuregen, enthält eine HF-Zündeinrichtung eine Schaltung, in der Regel einen Schwingkreis oder beispielsweise einen piezoelektrischen HF-Generator. Ein Element dieser Schaltung ist ein Kondensator, dessen Dielektrikum von dem Isolatorkörper gebildet wird.

[0007] Bei Frequenzen von typischerweise mindestens einem MHz und Spannungen von einigen kV hat sich die Spannungsfestigkeit im Betrieb als problematisch herausgestellt. Spannungsüberschläge und Teilentladungen führen häufig zu einem vorzeitigen Ausfall einer HF-Zündeinrichtung.

[0008] Überraschenderweise lässt sich die Spannungsfestigkeit deutlich verbessern, indem der von dem Gehäusekörper umgebene Abschnitt des Isolatorkörpers eine elektrisch leitfähige Beschichtung trägt. Bei einer erfindungsgemäßen Zündeinrichtung bildet die elektrisch leitfähige Beschichtung des Isolatorkörpers zusammen mit der Mittelelektrode den Kondensator, dessen Dielektrikum der Isolatorkörper ist. Bei der aus der EP 1 515 594 A2 bekannten Zündeinrichtung bildet dagegen der metallische Gehäusekörper zusammen mit der Mittelelektrode den Kondensator, was wohl zu einem weniger gleichmäßigen elektrischen Feld und deshalb zu einer geringeren Spannungsfestigkeit führt.

[0009] Die elektrisch leitfähige Beschichtung kann beispielsweise eine metallische Beschichtung sein. Bevorzugt ist die elektrisch leitfähige Beschichtung aber eine keramische Beschichtung. Keramische Beschichtungen

haben den Vorteil einer großen Härte. Bei einer harten Beschichtung ist die Gefahr einer Beschädigung beim Einsetzen des Isolatorkörpers in den Gehäusekörper wesentlich geringer. Dies ist ein wichtiger Vorteil, da eine Beschädigung der Beschichtung eine Schwachstelle bedeutet, bei der Feldüberhöhung auftreten können, die zu Teilentladungen führen.

[0010] Geeignet sind insbesondere Beschichtungen aus nicht-oxidischen Keramiken, beispielsweise Boride, insbesondere Diboride, beispielsweise Titan- oder Zirkonborid, Karbide, insbesondere Titancarbid oder Siliziumcarbid, und Nitride. Besonders bevorzugt sind nitridkeramische Beschichtungen, da Nitride eine gute elektrische Leitfähigkeit mit einer großen Härte und hohen chemischen Beständigkeit verbinden. Gute Ergebnisse können insbesondere mit keramischen Werkstoffen auf Basis von Titan- und/oder Chromnitrid erzielt werden. Möglich sind aber auch keramische Beschichtungen auf Basis von Oxiden, beispielsweise Indiumzinnoxide, insbesondere überwiegend aus Indiumoxid bestehende Indiumzinnoxide, wie beispielsweise $(\text{In}_2\text{O}_3)_{1-x}(\text{SnO}_2)_x$ mit $x \leq 0,2$, insbesondere $x \leq 0,1$.

[0011] Die elektrisch leitfähige Beschichtung hat bevorzugt eine Dicke von weniger als 100 μm , besonders bevorzugt weniger als 50 μm , insbesondere nicht mehr als 20 μm . Bereits sehr dünne Beschichtungen reichen aus, um die Lebensdauer zu verbessern. Bevorzugt hat die Beschichtung aber eine Dicke von wenigstens 1 μm .

[0012] Der Isolatorkörper einer erfindungsgemäßen Zündeinrichtung kann beispielsweise durch Abscheidung aus der Gasphase, insbesondere PVD oder CVD, mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung versehen werden.

[0013] Die elektrische Beschichtung besteht bevorzugt aus einer einzigen Schicht. Es können aber auch mehrschichtige Beschichtungen verwendet werden, beispielsweise mit einer Schicht auf Basis von Chromnitrid und einer weiteren Schicht auf Basis von Titanchromnitrid.

[0014] Bevorzugt hat die elektrisch leitfähige Beschichtung einen Flächenwiderstand von weniger als 50 Ω , besonders bevorzugt von weniger als 20 Ω , insbesondere nicht mehr als 10 Ω . Allgemein gilt in der Regel, dass sich Feldüberhöhung, die Spannungsüberschläge und Teilentladungen begünstigen können, umso besser vermeiden lassen, je größer die Leitfähigkeit der Beschichtung ist.

[0015] Die elektrisch leitfähige Schicht des Isolatorkörpers kontaktiert elektrisch den metallischen Gehäusekörper. Im Betrieb liegt die elektrisch leitfähige Schicht deshalb typischerweise ebenso wie der metallische Gehäusekörper auf Masse. Der Isolatorkörper kann beispielsweise in den Gehäusekörper eingeklebt oder eingelötet sein. Bevorzugt wird der Isolatorkörper aber klemmend in dem Gehäusekörper gehalten. Dies kann beispielsweise durch Einpressen des Isolators in den Gehäusekörper oder durch eine Warmschrumpfung erreicht werden. Keramische Beschichtungen haben

vorteilhaft eine ausreichende Härte, um ein derartige Fügeverfahren zu ermöglichen.

[0016] Bevorzugt hat die elektrisch leitfähige Beschichtung eine Härte von wenigstens 1500 HV 0,05, besonders bevorzugt von wenigstens 2000 HV 0,05. Diese Werte beziehen sich auf eine Härteprüfung nach Vickers mit einer Prüfkraft von 0,05 Kilopond.

[0017] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass in dem Gehäuse eine Spule angeordnet ist, die zusammen mit dem von der leitfähigen Beschichtung und der Mittelelektrode gebildeten Kondensator die Schaltung zur HF-Anregung der Mittelelektrode bildet. Eine solche Schaltung ist ein Schwingkreis. Bevorzugt ist die Schaltung ein Reihenschwingkreis. Prinzipiell kann aber auch ein Parallelschwingkreis verwendet werden.

[0018] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der Isolatorkörper mit einem unbeschichteten Abschnitt aus dem Gehäusekörper herausragt.

[0019] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass der Isolatorkörper an seinem brennraumseitigen Ende aus dem Gehäusekörper herausragt und dort den Gehäusekörper bedeckt. Auf diese Weise kann der Isolatorkörper einen Anschlag ausbilden, an dem der Gehäusekörper anliegt. Vorteilhaft lässt sich so das Zusammenfügen von Isolatorkörper und Gehäusekörper, beispielsweise durch Einpressen, erleichtern. Zudem kann durch einen solchen Anschlag der auf dem Isolatorkörper lastende Brennraumdruck aufgenommen werden, so dass der Sitz des Isolatorkörpers in dem Gehäusekörper auch durch Druckspitzen beim Motorbetrieb nicht beeinträchtigt wird.

[0020] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden an Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen erläutert. Gleiche und einander entsprechende Teile sind dabei mit übereinstimmenden Bezugszahlen gekennzeichnet. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen HF-Zündeinrichtung;

Figur 2 eine Schnittansicht des Bildausschnitt A von Figur 1; und

Figur 3 eine schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels zur Verbindung des Isolatorkörpers mit dem Gehäusekörper.

[0021] Figur 1 zeigt eine Hochfrequenzzündeinrichtung zum Zünden eines brennbaren Gasgemisches in einem Verbrennungsmotor. Der in Figur 1 eingekreiste Bildausschnitt A ist in Figur 2 in einer geschnittenen Ansicht dargestellt.

[0022] Die HF-Zündeinrichtung hat eine Mittelelektrode 2, die in einer Zündspitze 2a endet, einen keramischen Isolatorkörper 3, durch den die Mittelelektrode 2 hin-

durchgeführt ist, und ein Gehäuse 4, das an einem Ende einen metallischen Gehäusekörper 5 trägt, der zumindest einen Abschnitt des Isolatorkörpers 3 umgibt und ein Außengewinde 5a zum Einschrauben in einen Verbrennungsmotor trägt.

[0023] Der von dem Gehäusekörper 5 umgebene Abschnitt des Isolatorkörpers 3 trägt eine elektrisch leitfähige Beschichtung 6, die an dem Gehäusekörper 5 anliegt und diesen elektrisch kontaktiert. Die elektrisch leitfähige Beschichtung 6 und die Mittelelektrode 2 bilden einen Kondensator, dessen Dielektrikum der von der Beschichtung 6 bedeckte Abschnitt des Isolatorkörpers 3 ist.

[0024] Dieser Kondensator ist Teil einer Schaltung zur Hochfrequenzanregung der Mittelelektrode 2. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel gehört zu dieser Schaltung ferner eine an die Mittelelektrode 2 angeschlossene Spule 7. Die Spule 7 bildet zusammen mit dem Kondensator einen elektrischen Schwingkreis, mit dem die Mittelelektrode 2 angeregt werden kann, so dass deren aus dem Isolatorkörper 3 herausragende Zündspitze 2a hochfrequente elektromagnetische Wellen aussendet, die im Brennraum eines Motors ein Plasma erzeugen und so eine Zündung bewirken.

[0025] Der Resonanzkreis hat eine Resonanzfrequenz von mehr als einem MHz, bevorzugt von mehr als 10 MHz, besonders bevorzugt von mehr als 100 MHz. Im Betrieb strahlt die Zündspitze der Mittelelektrode 2 deshalb elektromagnetische Wellen mit einer Frequenz von mehr als einem MHz ab. Besonders gut geeignet ist ein Frequenzbereich von 10 MHz bis 10 GHz.

[0026] Die elektrisch leitfähige Beschichtung 6 ist bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine keramische Beschichtung. Besonders geeignet sind insbesondere nitridkeramische Beschichtungen, beispielsweise auf Basis von Titanitrid. Die Beschichtung hat bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine Dicke zwischen 1 µm und 10 µm und einen Flächenwiderstand von weniger als 1 Ω. Die elektrisch leitfähige Beschichtung kann aus der Gasphase abgeschieden werden, beispielsweise mittels PVD (physical vapor deposition) oder CVD (chemical vapor deposition).

[0027] Der Isolatorkörper 3 ist in dem Gehäusekörper 5 klemmend gehalten. Beispielsweise kann der Isolatorkörper in den Gehäusekörper 5 eingepresst sein. Eine andere Möglichkeit besteht insbesondere darin, den Gehäusekörper 5 zu erhitzen und beim Abkühlen auf den Isolatorkörper 3 aufschumpfen zu lassen. Mit einer solchen Warmschrumpfverbindung lässt sich ebenso wie durch eine Pressverbindung eine vorteilhaft gasdichte Verbindung zwischen dem Isolatorkörper 3 und dem Gehäusekörper 5 bewirken.

[0028] Der Isolatorkörper 3 ragt an seinem brennraumseitigen Ende mit einem unbeschichteten Abschnitt aus dem Gehäusekörper 5 heraus. Der unbeschichtete Abschnitt hat einen vergrößerten Durchmesser und bedeckt den Gehäusekörper 5. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird das brennraumseitige Ende des Ge-

häusekörpers 5 vollständig bedeckt. Um den elektrischen Abstand zwischen der Mittelelektrode 2 und dem Gehäusekörper 5 zu erhöhen, genügt es aber bereits, wenn der Isolatorkörper 3 den Gehäusekörper teilweise bedeckt. Ein vergrößerter Abstand reduziert die Gefahr von Nebenschlüssen.

[0029] Bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel bilden der Isolatorkörper 3 und der Gehäusekörper 5 einen zylindrischen Pressverband. Figur 3 zeigt schematisch ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel, bei dem der keramische Isolatorkörper 3 mit dem metallischen Gehäusekörper 5 einen Kegelpressverband bildet. Der Gehäusekörper 5 kann beispielsweise aus Stahl, der Isolatorkörper beispielsweise aus Aluminiumoxid sein.

Bezugszahlen

[0030]

- 2 Mittelelektrode
- 2a Zündspitze
- 3 Isolatorkörper
- 4 Gehäuse
- 5 Gehäusekörper
- 5a Außengewinde
- 6 Beschichtung
- 7 Spule

Patentansprüche

1. HF-Zündeinrichtung zum Zünden eines brennbaren Gasgemisches in einem Verbrennungsmotor, mit einer Mittelelektrode (2), einem Isolatorkörper (3), durch den die Mittelelektrode (2) hindurchgeführt ist, einem Gehäuse (4), das an einem Ende einen metallischen Gehäusekörper (5) trägt, der zumindest einen Abschnitt des Isolatorkörpers (3) umgibt, und einer Schaltung zur HF-Anregung der Mittelelektrode (2),
dadurch gekennzeichnet, dass der von dem Gehäusekörper (5) umgebene Abschnitt des Isolatorkörpers (3) eine elektrisch leitfähige Beschichtung (6) trägt.
2. Zündeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrisch leitfähige Beschichtung (6) eine keramische Beschichtung (6) ist.

3. Zündeinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung (6) aus Nitridkeramik ist.
4. Zündeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrisch leitfähige Beschichtung (6) eine Dicke von weniger als 100 μm , vorzugsweise weniger als 50 μm , insbesondere nicht mehr als 20 μm , hat.
5. Zündeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung (6) eine Dicke von wenigstens 1 μm hat.
6. Zündeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung (6) einen Flächenwiderstand von weniger als 50 Ω , vorzugsweise weniger als 20 Ω , besonders bevorzugt nicht mehr als 10 Ω , hat.
7. Zündeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Isolatorkörper (3) klemmend in dem Gehäusekörper (5) gehalten ist.
8. Zündeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Isolatorkörper (3) an seinem brennraumseitigen Ende aus dem Gehäusekörper (5) herausragt und dort den Gehäusekörper (5) zumindest teilweise bedeckt.
9. Zündeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Isolatorkörper (3) mit einem unbeschichteten Abschnitt aus dem Gehäusekörper (5) herausragt.
10. Zündeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beschichtung (6) durch Abscheidung aus der Gasphase erzeugt wurde.

Fig. 1

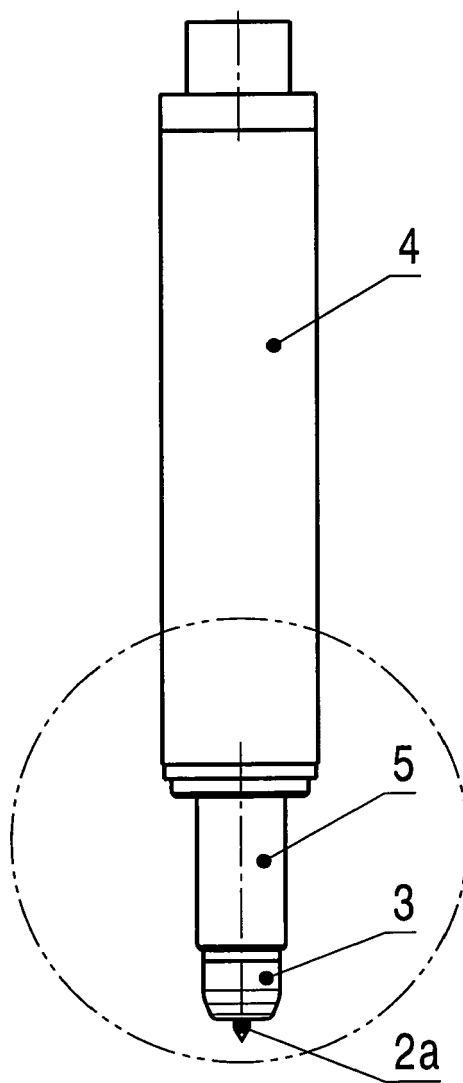


Fig. 2

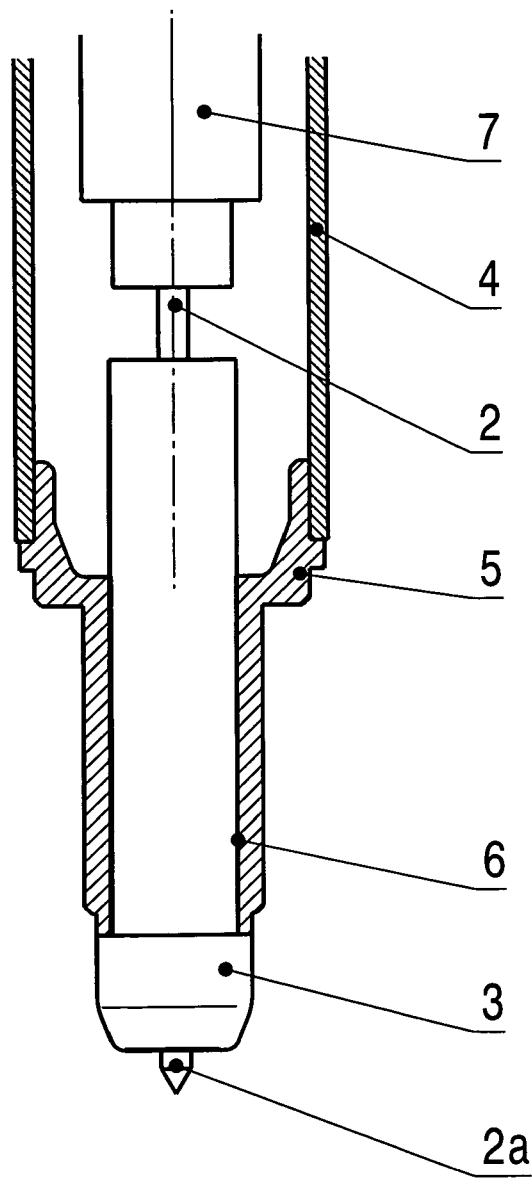
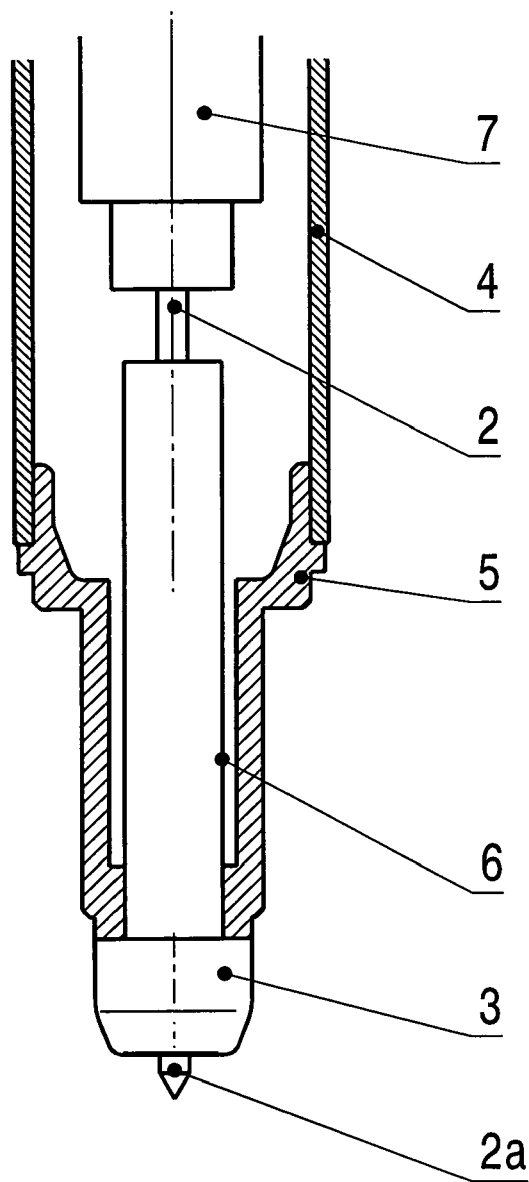


Fig. 3



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

- EP 1515594 A2 [0001] [0008]