

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 094 575 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
15.01.2003 Patentblatt 2003/03

(51) Int Cl.7: **H01T 13/14**, H01T 13/39

(21) Anmeldenummer: **00122635.6**

(22) Anmeldetag: **17.10.2000**

(54) **Zündkerze**

Spark plug

Bougie d'allumage

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **21.10.1999 DE 19950922**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.04.2001 Patentblatt 2001/17

(73) Patentinhaber: **Beru AG**
71636 Ludwigsburg (DE)

(72) Erfinder:
• **Adolf, Manfred**
71409 Schwaikheim (DE)

• **Niessner, Werner**
71711 Steinheim (DE)

(74) Vertreter: **Wilhelms, Rolf E., Dr.**
WILHELMS, KILIAN & PARTNER
Patentanwälte
Eduard-Schmid-Strasse 2
81541 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
FR-A- 572 446 **GB-A- 113 774**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no.**
022 (E-1307), 14. Januar 1993 (1993-01-14) & JP
04 249877 A (NGK SPARK PLUG CO LTD), 4.
September 1992 (1992-09-04)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 094 575 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zündkerze.

[0002] Bei üblichen weit verbreiteten Zündkerzen mit Luftfunkenstrecke treten häufig Funktionsstörungen durch Verrußung auf; hierbei handelt es sich um Wiederholstart und Kaltstartprobleme, die durch geringen Nebenschlußwiderstand des Isolatorfusses, der durch elektrisch leitfähige Verbrennungsrückstände (Ruß) entsteht, zum Funktionsausfall der Zündkerze führen.

[0003] In der Druckschrift FR-A-572446 die als nächstliegender Stand der Technik ausgesehen wird, wird eine Zündkerze mit einem elektrisch isolierenden Keramikisolator, einem metallischen Zündkerzenkörper, einer Masseelektrode und einer Mittelelektrode, die zentrisch in einer Bohrung des Keramikisolators angeordnet ist, beschrieben, wobei im zündseitigen Endbereich auf dem Umfang der Mittelelektrode eine umlaufende Spitze auf- oder ausgebildet ist, die die Mittelelektrode ringförmig umfaßt; diese umlaufende Spitze ist im Bereich der Funkenaustrittsfläche in der Nähe des Massepotentials angeordnet und dient dazu, an den Spitzen eine Feldkonzentration herzustellen, um die Funkenaustrittsarbeit zu verringern; diese Ausbildung hat jedoch keinen Einfluß auf die Entstehung oder den Abbrand elektrisch leitfähiger Verbrennungsrückstände im Spalt zwischen Isolator und Mittelelektrode.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Zündkerze zur Verfügung zu stellen, deren Kaltstarteigenschaften wesentlich verbessert sind, und bei denen die zuvor beschriebenen Probleme durch Verrußung wesentlich vermindert werden.

[0005] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0006] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den nachfolgenden Ansprüchen 2 bis 10.

[0007] Die Erfindung wird anhand der beiliegenden Figuren 1 und 2 näher erläutert. Hierbei gibt die Figur 1 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Zündkerze schematisch und in teilweisem Längsschnitt wieder;

[0008] Figur 2 ist ein teilweiser Querschnitt durch den brennraumseitigen Bereich des Isolatorfusses der Zündkerzenausführung gemäß Figur 1.

[0009] Die Ausführungsform der erfindungsgemäßen Zündkerze gemäß Figur 1 weist einen elektrisch isolierenden Keramikisolator 1, einen metallischen Zündkerzenkörper 2, eine Masseelektrode 3 und eine Mittelelektrode 4 auf, die zentrisch in einer Bohrung 5 des Keramikisolators 1 angeordnet ist. Hierbei ist die Mittelelektrode 4 mit elektrisch leitenden Abdichtmasse 6, vorzugsweise einer Glaseinschmelzung in der Isolatorbohrung 5 fixiert.

[0010] Im bevorzugten Fall dieser Ausführungsform weist die Mittelelektrode 4 einen Mantel aus einer Nickellegierung 7 mit einem Kern 8 aus gut wärmeleitendem Werkstoff, vorzugsweise Kupfer, auf.

[0011] Der Isolatorfuß 11, der sich brennraumseitig aus dem Zündkerzenkörper 2 erstreckt, umgibt den brennraumseitigen Bereich der Mittelelektrode 4, die in diesem Bereich gegenüber dem sich anschlußseitig anschließenden Mittelelektrodenbereich verjüngt ist. In diesem verjüngten Bereich der Mittelelektrode 4 und innerhalb des brennraumseitigen Endbereichs der Isolatorbohrung 5 umläuft eine Spitze 10 ringförmig die Mittelelektrode 4, die umlaufende Spitze 10 ist im vorliegenden Fall gratförmig ausgebildet und besitzt eine Steigung α von etwa 15 bis etwa 90 Grad; sie ist auf dem Mantel 7 der Mittelelektrode 4 aufgeformt oder aus diesem ausgeformt.

[0012] Während bei der vorliegenden Ausführungsform der brennraumseitige Bereich der Mittelelektrode 4 verjüngt ist, besteht eine Alternative hierzu darin, daß dieser Bereich nicht verjüngt ist, dafür jedoch der umgebende Bereich der Isolatorbohrung 5 einen größeren Durchmesser als der anschlußseitige Bohrungsbereich besitzt.

[0013] Bei dieser Ausführungsform der erfindungsgemäßen Zündkerze wird bevorzugt die Mittelelektrode 4 mit einer Edelmetallarmierung 9 versehen; sie besitzt einen im wesentlichen dem Durchmesser der Mittelelektroden spitze entsprechenden Durchmesser von etwa 0,5 mm bis etwa 1,5 mm und besteht bevorzugt aus einer Platinlegierung oder einer Iridiumlegierung.

[0014] Ebenfalls vorgesehen ist, daß der Spalt S zwischen Isolatorfuß 11 und Bohrungsdurchmesser des Atmungsraum 12 des Zündkerzenkörpers 2 eine Breite aufweist, die mindestens dem 1,5-fachen des Zündspalts Z zwischen Masseelektrode 3 und Mittelelektrode 4 entspricht.

[0015] Gemäß Figur 2 ist die umlaufende Spitze 10 etwa mittig innerhalb der Bohrung 5 auf dem verjüngten brennraumseitigen Bereich der Mittelelektrode 4 angeordnet; mit D1 ist in dieser Figur der Durchmesser der Isolatorbohrung 5, mit D2 der Durchmesser der umlaufenden Spitze 10 einschließlich innenliegendem Mittelelektrodenbereich, mit D3 der Durchmesser des verjüngten brennraumseitigen Bereichs der Mittelelektrode 4, mit D4 der Durchmesser der vordersten Spitze der Mittelelektrode 4 bzw. der Edelmetallarmierung und mit D5 der Durchmesser der Mittelelektrode im anschlußseitigen Bereich bezeichnet. Hierbei soll bevorzugt gelten, daß

$$D2 = D1 - (0,3 \text{ bis } 1,0) \text{ mm};$$

$$D3 = D1 - (0,5 \text{ bis } 1,5) \text{ mm};$$

$$D5 = D1 - (0,05 \text{ bis } 0,1) \text{ mm}$$

sind.

[0016] Erfindungsgemäß ist die Mittelelektrode 4 geo-

metrich derart ausgebildet und definiert in der Isolatorbohrung 5 plaziert, daß sich an der Zündkerze im extremen Kaltstartbetrieb oder beim Motorbetrieb mit einem Verhältnis Sauerstoff/Kraftstoff $\lambda < 1,0$ kein Nebenwiderstand auf der Isolierstrecke des Isolatorfusses zwischen der Mittelelektrode 4 und dem Zündkerzenkörper 2, der $< 100 \text{ MOhm}$ ist, ausbildet.

[0017] Durch die erfindungsgemäße geometrische Ausbildung der Mittelelektrode 4 mit der um den Umfang des Mittelelektrodenmantels 7 verlaufenden scharfen Spitze 10 wird lokale Feldspitzenerhöhung hervorgerufen, wobei in Verbindung mit der veruhten Isolatorfuß ein starkes inhomogenes Feld entsteht, das wiederum Voraussetzung für die Ausbildung von Teilentladungen, sogenannten Koronaentladungen ist. Während des Motorbetriebes entstehen vor dem elektrischen Durchbruch an der Funkenstrecke zwischen der Mittelelektrode 4 und der Masseelektrode 3 gezielte Vorentladungen zwischen der scharfen Spitze 10 auf der Mittelelektrode und der Isolatorbohrung 5.

[0018] Zur sicheren Ausbildung einer Koronaentladung ist ein Spalt zwischen der scharfen Spitze 10 der Mittelelektrode 4 und der Isolatorbohrung 5 von mindestens etwa $0,15 \text{ mm}$ vorgesehen. Durch die konstruktiv initiierte Vorentladung kommt es zu einer stabilen Glimmentladung. Die aus der Glimmentladung wachsenden Entladungskanäle mit büschelförmigem, bläulichen Entladungsbild reinigen die Isolatorbohrung 5 und unterbrechen das elektrische Leiterband des mit Rußpartikeln beschichteten Isolatorfußes 11 zum Massepotential des Zündkerzenkörpers 2.

[0019] Mit den erfindungsgemäßen Zündkerzen wurden Verrußungstests durchgeführt; hierbei wurde die geforderte Zyklenzahl von mindestens 25 erreicht und erfüllten damit die Forderungen nach sicherem Motorstart, sicherem Hochlaufen des Motors bei Lastannahme und gute Gasannahme. Zündkerzen mit serienüblichen Mittelelektroden und üblichen geometrischen Einbaumaßen fielen nach 5 bis 8 Zyklen bei diesen Test aus, mit der Folge, daß zuverlässiges Starten des Motors, sicheres Hochlaufen des Motors und ausreichende Lastannahme nicht erzielbar waren.

[0020] Demnach weisen die erfindungsgemäßen Zündkerzen hervorragende Kaltstarteigenschaft sowie hohe Resistenz gegen Verrußung mit den daraus resultierenden Funktionsstörungen auf. Der hohe Nebenschlußwiderstand des brennraumseitigen Stromleitpfades verhindert parasitäre Entladung über den Isolatorfuß und führt zu bestmöglicher Entflammung des Kraftstoff/Luftgemisches.

Patentansprüche

1. Zündkerze mit einem elektrisch isolierenden Keramikisolator (1), einem metallischen Zündkerzenkörper (2), einer Masseelektrode (3) und einer Mittelelektrode (4), die zentrisch in einer Bohrung (5) des

Keramikisolators (1) angeordnet ist, wobei um den zündseitigen Endbereich auf dem Umfang der Mittelelektrode (4) eine umlaufende Spitze (10) auf- oder ausgebildet ist, die die Mittelelektrode (4) ringförmig umfaßt, und die innerhalb des brennraumseitigen Endbereichs der Isolatorbohrung (5) angeordnet ist.

2. Zündkerze nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die umlaufende Spitze (10) eine Steigung α von 15 bis 90° aufweist.
3. Zündkerze nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spitze (10) aus dem Material des Mantels (7) der Mittelelektrode (4) ausgebildet ist.
4. Zündkerze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der zündseitige Bereich der Mittelelektrode (4), um den die Spitze (10) angeordnet ist, gegenüber dem sich anschlußseitig erstreckenden Bereich der Mittelelektrode (4) verjüngt ist.
5. Zündkerze nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Zusammenhang zwischen dem Durchmesser $D1$ der Isolatorbohrung (5), dem Durchmesser $D2$ des verjüngten Mittelelektrodenbereichs plus der umlaufenden Spitze (10), dem Durchmesser $D3$ des verjüngten Mittelelektrodenbereichs und dem Durchmesser $D5$ des nichtverjüngten Mittelelektrodenbereichs die Bedingungen erfüllt:

$$D2 = D1 - (0,3 \text{ bis } 1,0) \text{ mm};$$

$$D3 = D1 - (0,5 \text{ bis } 1,5) \text{ mm};$$

$$D5 = D1 - (0,05 \text{ bis } 0,1) \text{ mm}.$$

6. Zündkerze nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Durchmesser der Bohrung (5) im anschlußseitigen Bereich der Mittelelektrode (4), um den die Spitze (10) angeordnet ist, gegenüber dem anschlußseitigen Bereich der Bohrung vergrößert ist.
7. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der zündseitige verjüngte Bereich der Mittelelektrode (4) im wesentlichen von der Bohrung (5) umgeben ist, wobei die Spitze (10) des verjüngten Bereichs der Mittelelektrode (4) etwa $1/2 A$ mittig im Vorstehmaß A des Isolatorfusses (11) und Zündkerzenkörper (2) umläuft und angeordnet ist.

8. Zündkerze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mittelelektrode (4) an der gesamten Fläche der Zündspitze mit einer Edelmetallarmierung (9) mit einem Durchmesser von 0,5 mm bis 1,5 mm ausgebildet ist. 5
9. Zündkerze nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Edelmetalllegierung eine Platinlegierung oder eine Iridiumlegierung ist. 10
10. Zündkerze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der vorgesehene Spalt S zwischen Isolatorfuß (11) und Bohrungsdurchmesser des Atmungsraum (12) des Zündkerzenkörpers (2) eine Breite aufweist, die mindestens dem 1,5-fachen des Zündspalts Z zwischen Masseelektrode (3) und Mittelelektrode (4) entspricht. 15

Claims

1. A spark plug having an electrically insulating ceramic insulator (1), a metallic spark plug body (2), an earth electrode (3) and a central electrode (4) which is arranged centrally in a bore (5) of the ceramic insulator (1), wherein an encircling pointed element (10) is formed or constructed around the ignition-side end region on the periphery of the central electrode (4), which encircling pointed element (10) surrounds the central electrode (4) in an annular manner and is arranged inside the combustion-chamber-side end region of the insulator bore (5). 25
2. A spark plug according to claim 1, **characterised in that** the encircling pointed element (10) has an inclination α of from 15 to 90°. 30
3. A spark plug according to claim 1 or 2, **characterised in that** the pointed element (10) is formed from the material of the casing (7) of the central electrode (4). 35
4. A spark plug according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the ignition-side region of the central electrode (4) around which the pointed element (10) is arranged is reduced in comparison with that region of the central electrode (4) which extends on the connection side. 40
5. A spark plug according to claim 4, **characterised in that** the relationship between the diameter D1 of the insulator bore (5), the diameter D2 of the reduced central electrode region plus the encircling pointed element (10), the diameter D3 of the reduced central electrode region and the diameter D5 of the non-reduced central electrode region satis- 45

fies the conditions:

$$D2 = D1 - (0.3 \text{ to } 1.0) \text{ mm};$$

$$D3 = D1 - (0.5 \text{ to } 1.5) \text{ mm};$$

$$D5 = D1 - (0.05 \text{ to } 0.1) \text{ mm}.$$

6. A spark plug according to claims 1 to 3, **characterised in that** the diameter of the bore (5) in the connection-side region of the central electrode (4) around which the pointed element (10) is arranged is increased in comparison with the connection-side region of the bore. 20
7. A spark plug according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the ignition-side reduced region of the central electrode (4) is substantially surrounded by the bore (5), the pointed element (10) of the reduced region of the central electrode (4) extending around and being arranged at approximately $\frac{1}{2}$ A in the middle of the length A by which the insulator foot (11) projects from the spark plug body (2). 25
8. A spark plug according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the central electrode (4) is formed with a noble metal armoring (9) having a diameter of from 0.5 mm to 1.5 mm over the entire surface area of the ignition tip. 30
9. A spark plug according to claim 8, **characterised in that** the noble metal alloy is a platinum alloy or an iridium alloy. 35
10. A spark plug according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the gap S provided between the insulator foot (11) and the bore diameter of the breathing space (12) of the spark plug body (2) has a width corresponding to at least 1.5 times the ignition gap Z between the earth electrode (3) and the central electrode (4). 40

Revendications

1. Bougie d'allumage avec un isolateur en céramique assurant une isolation électrique (1), un corps métallique de bougie d'allumage (2), une électrode de masse (3) et une électrode centrale (4), qui est disposée au centre dans une forure (5) de l'isolateur en céramique (1), **caractérisée en ce qu'une** pointe circulaire (10), qui entoure l'électrode centrale (4) dans le sens circulaire et qui est disposée à l'intérieur de la zone d'extrémité située du côté de la 50

chambre de combustion de la forure de l'isolateur (5), est aménagée ou formée autour de la zone d'extrémité sur le côté de l'allumage sur le pourtour de l'électrode centrale (4).

2. Bougie d'allumage selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la pointe circulaire (10) présente une pente α de 15 à 90°.
3. Bougie d'allumage selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la pointe (10) est réalisée dans le matériau de l'enveloppe (7) de l'électrode centrale (4).
4. Bougie d'allumage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la zone de l'électrode centrale (4) située du côté de l'allumage, autour de laquelle est disposée la pointe (10), est rétrécie par rapport à la zone de l'électrode centrale (4) s'étendant du côté de la connexion.
5. Bougie d'allumage selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** le rapport entre le diamètre D1 de la forure de l'isolateur (5), le diamètre D2 de la zone rétrécie de l'électrode centrale plus la pointe circulaire (10), le diamètre D3 de la zone rétrécie de l'électrode centrale et le diamètre D5 de la zone non rétrécie de l'électrode centrale remplit les conditions suivantes :

$$D2 = D1 - (0,3 \text{ à } 1,0) \text{ mm ;}$$

$$D3 = D1 - (0,5 \text{ à } 1,5) \text{ mm ;}$$

$$D5 = D1 - (0,05 \text{ à } 0,1) \text{ mm.}$$
6. Bougie d'allumage selon la revendication 1 à 3, **caractérisée en ce que** le diamètre de la forure (5) dans la zone de l'électrode centrale (4) située du côté de la connexion, autour de laquelle est disposée la pointe (10), est agrandi par rapport à la zone de la forure située du côté de la connexion.
7. Bougie d'allumage selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** la zone rétrécie de l'électrode centrale (4) située du côté de l'allumage est entourée pour l'essentiel par la forure (5), la pointe (10) de la zone rétrécie de l'électrode centrale (4) s'étendant dans le sens circulaire et étant disposée à environ 1/2 de A au centre de la cote de dépassement A du pied de l'isolateur (11) et du corps de la bougie d'allumage.
8. Bougie d'allumage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'électrode

centrale (4) est réalisée sur la totalité de la surface de la pointe d'allumage avec une armature en métal précieux (9) d'un diamètre de 0,5 mm à 1,5 mm.

9. Bougie d'allumage selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** l'alliage en métal précieux est un alliage de platine ou un alliage d'iridium.
10. Bougie d'allumage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la fente S prévue entre le pied de l'isolateur (11) et le diamètre de la forure de la cavité d'évent (12) du corps de la bougie d'allumage (2) a une largeur, qui correspond au moins à 1,5 fois l'écartement d'allumage Z entre l'électrode de masse (3) et l'électrode centrale (4).

Fig 1

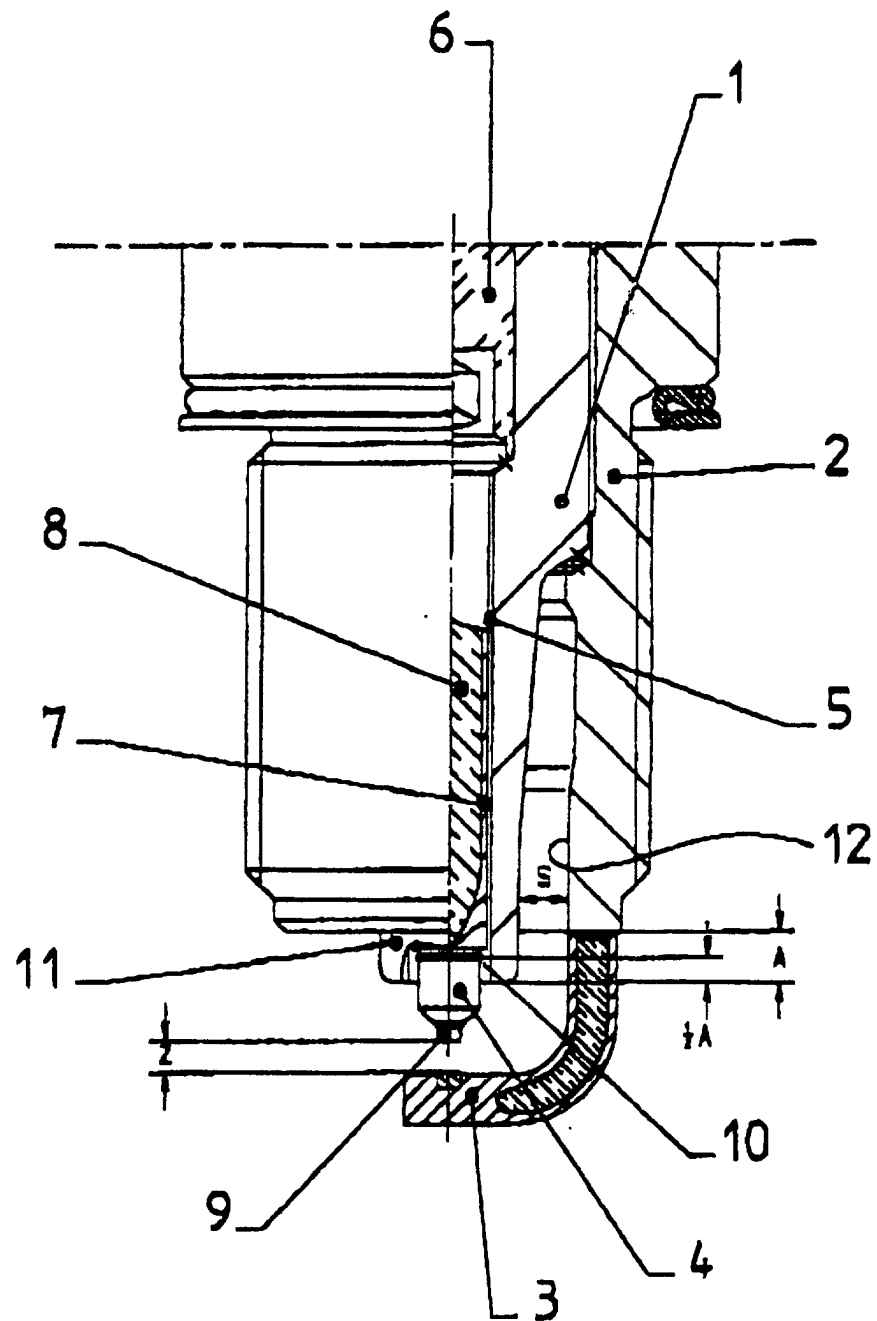


Fig 2

