

(19)



(11)

**EP 2 012 397 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**07.01.2009 Patentblatt 2009/02**

(51) Int Cl.:  
**H01T 13/32<sup>(2006.01)</sup> H01T 21/02<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **08012086.8**

(22) Anmeldetag: **04.07.2008**

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

(30) Priorität: **06.07.2007 DE 102007031941**  
**02.11.2007 DE 102007052266**

(71) Anmelder: **Beru Aktiengesellschaft**  
**71636 Ludwigsburg (DE)**

(72) Erfinder: **Niessner, Werner**  
**71711 Steinheim (DE)**

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

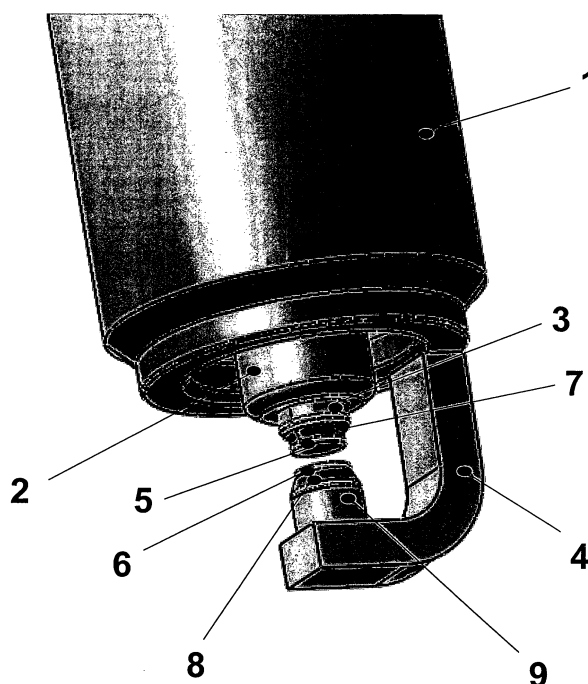
### (54) **Zündkerze und Verfahren zu ihrer Herstellung**

(57) Beschrieben wird eine Zündkerze  
- mit einem Körper (1) aus einem unedlen metallischen Werkstoff, in welchem ein Isolator (2) angeordnet ist,  
- mit einer im Isolator (2) angeordneten Mittelelektrode (3),  
- mit einer von dem Körper (1) ausgehenden Masseelektrode (4), auf welche ein der Mittelelektrode (3) zugewandtes Formteil (6) geschweißt ist, dessen Masse überwiegend aus einem oder mehreren Edelmetallen besteht, und

steht, und  
- mit einem zwischen dem Formteil (6) und der Masseelektrode (4) vorgesehenen Zwischenstück (9), welches einerseits mit dem Formteil (6) und andererseits mit der Masseelektrode (4) verschweißt ist.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Zwischenstück (9) einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten hat, der allenfalls unwesentlich von dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten der unedlen Masseelektrode (4) abweicht.

**FIGUR 1**



**EP 2 012 397 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung geht von einer Zündkerze mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen und von einem Verfahren mit den im Oberbegriff des Anspruchs 14 angegebenen Merkmalen aus.

**[0002]** Aus der EP 1 517 418 A2 ist eine Zündkerze bekannt, welche eine zylindrische Mittelelektrode aus Kupfer mit einem Mantel aus einer hochwärmeständigen Nickellegierung hat. Zur Erhöhung der Lebensdauer ist die Mittelelektrode mit einer Spitze aus einem Edelmetallwerkstoff armiert. Die EP 1 517 418 A2 offenbart dafür Legierungen aus mehr als 50 Gew.-% Iridium mit wenigstens einem weiteren Metall oder Metalloxid aus der Gruppe Platin, Rhodium, Nickel, Wolfram, Palladium, Ruthenium, Rhenium, Aluminium, Aluminiumoxid, Yttrium und Yttriumoxid. Die Spitze aus der Iridiumlegierung wird stumpf auf das vordere Ende der unedlen Mittelelektrode geschweißt. Durch Beaufschlagen der Verbindungszone mit einem Laserstrahl, der um die Elektrode herumgeführt wird, wird in der Verbindungszone eine Legierung gebildet, welche aus Bestandteilen der unedlen Mittelelektrode und der Elektroden spitze aus der Iridiumlegierung besteht. Die Legierungszone soll Wärmespannungen mildern, die sich aus den unterschiedlichen thermischen Längenausdehnungskoeffizienten der Iridiumlegierung und des Kupfers ergeben. Für Iridiumlegierungen beträgt der Wärmeausdehnungskoeffizient ungefähr zwischen  $6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  und  $7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  für Platinlegierungen zwischen  $9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  und  $11 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Für Kupfer beträgt der Wärmeausdehnungskoeffizient  $16 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , für Nickelbasislegierungen zwischen  $10,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  und  $14,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

**[0003]** Die Masseelektrode der bekannten Zündkerze ist wie üblich aus einem Flachdraht mit rechteckigem Querschnitt gebildet und besteht aus einer hochwärmeständigen Nickelbasislegierung. Sie ist mit einem Formteil aus einer Platinlegierung mit mehr als 50 Gew.-% Platin und mit wenigstens einem Metall aus der Gruppe Iridium, Rhodium, Nickel, Wolfram, Palladium, Ruthenium und Rhenium armiert. Als Formteil offenbart die EP 1 517 418 A2 eine Ronde, welche mit einem Laser auf die unedle Masseelektrode geschweißt wird. Dabei macht es sich nachteilig bemerkbar, dass die unedle Masseelektrode eine wesentlich andere Gestalt und Anordnung als die Mittelelektrode der Zündkerze hat. Die Verbindungszone zwischen dem aus der Platinlegierung gebildeten Formteil und der unedlen Masseelektrode, welche allseits über das Formteil aus der Platinlegierung übersteht, ist mit einem Laserstrahl wesentlich schlechter zu erreichen als die Verbindungszone zwischen der Mittelelektrode und ihrer aus der Iridiumlegierung bestehenden Spitze. Die Folge davon ist, dass eine den ganzen Querschnitt des Formteils aus der Platinlegierung erfassende Legierungszone, welche aus der Platinlegierung und aus der Nickelbasislegierung gebildet ist, schwer oder gar nicht zu erreichen ist. Das führt in der Praxis dazu, dass die Verbindungszone zwischen dem

Formteil aus der Platinlegierung und der Masseelektrode durch Wärmespannungen stärker beansprucht wird als die Verbindungszone zwischen der Mittelelektrode und ihrer aus einer Iridiumlegierung gebildeten Elektroden spitze. Infolge der stärkeren Wärmespannungen wird in der Verbindungszone zwischen der Masseelektrode und dem Formteil aus der Platinlegierung eine Rissbildung beobachtet, welche bis zum Ablösen des Formteils aus der Platinlegierung und damit zu einem vorzeitigen Ende der Lebensdauer der Zündkerze führen kann.

**[0004]** Um dem zu begegnen, offenbart die EP 1 416 599 A2, zwischen der unedlen Masseelektrode und dem Formteil aus der Edelmetalllegierung, welche in diesem Fall eine Iridiumlegierung oder eine Platinlegierung ist, eine 0,2 mm dünne Scheibe aus einer Iridiumlegierung mit 40 Gew.-% Nickel vorzusehen. Diese Scheibe wird zunächst durch Widerstandsschweißen auf die unedle Masseelektrode geschweißt, welche nach der Offenbarung der EP 1 416 599 A2 ebenso wie die Mittelelektrode aus Inconel 600 besteht. Danach wird ein Formteil aus der Iridium- oder Platinlegierung, welches zylindrisch ist und an seinem einen Ende einen im Durchmesser größeren Flansch hat, mit diesem Flansch durch Widerstandsschweißen auf die bereits auf die Masseelektrode geschweißte Scheibe aus Iridium-Nickel geschweißt. Danach wird die Verbindungszone mit einem Laserstrahl beaufschlagt, um die Schweißverbindung zu verbessern.

**[0005]** Durch die zwischen der unedlen Masseelektrode und dem Formteil aus der Iridium- oder Platinlegierung vorgesehene Scheibe aus Iridium mit 40 % Nickel wird erreicht, dass die Wärmespannungen in der Verbindungszone zwischen dem Inconel 600 und der Scheibe aus IrNi40 sowie die Wärmespannungen zwischen der Scheibe aus IrNi40 und dem Formteil aus der edleren Iridium- oder Platinlegierung geringer sind als es die Wärmespannungen zwischen Inconel 600 und dem Formteil aus der Iridium- oder Platinlegierung ohne Einfügen der Scheibe aus IrNi40 wären. Der Grund dafür liegt darin, dass IrNi40 einen linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten hat, der zwischen dem der Masseelektrode und dem des Formteils aus der Iridium- oder Platinlegierung liegt.

**[0006]** Es bleibt jedoch der Nachteil, dass es sowohl beim Aufschweißen der dünnen Scheibe aus IrNi40 auf das Inconel 600 als auch beim Aufschweißen des Formteils aus der edleren Iridium- oder Platinlegierung auf die dünne Scheibe aus IrNi40 schwierig oder unmöglich ist, eine sich über den gesamten Querschnitt des Formteils erstreckende Legierungszone zu erhalten. Die Legierungszone erfasst vielmehr, wie Figur 6 der EP 1 416 599 A2 offenbart, nur den Randbereich des Formteils, wo sie eine ausladende Schweißwulst bildet, welche Fußpunkt unerwünschter Funkenüberschläge werden kann.

**[0007]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Weg aufzuzeigen, wie Einschränkungen der Lebensdauer einer Zündkerze, die durch Rissbildung in der Verbindungszone zwischen der unedlen

Masseelektrode und ihrer Armierung mit einem Formteil aus einer Edelmetalllegierung verursacht sind, verringert werden können.

**[0008]** Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Zündkerze mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen und durch ein Verfahren zu ihrer Herstellung mit den im Anspruch 10 angegebenen Merkmalen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0009]** Bei einer erfindungsgemäßen Zündkerze hat das Zwischenstück einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, der allenfalls unwesentlich von dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten der unedlen Masseelektrode abweicht. Am besten besteht das Zwischenstück aus demselben Werkstoff wie die unedle Masseelektrode. Das hat wesentliche Vorteile:

- Das Zwischenstück passt bestmöglich zum Material der Masseelektrode, was für das Aufschweißen des Zwischenstücks auf die Masseelektrode optimal ist.
- In der Verbindungszone zwischen der Masseelektrode und dem Zwischenstück treten keine Wärmespannungen auf. Deshalb ist ein Ablösen des Zwischenstückes von der Masseelektrode selbst dann nicht zu befürchten, wenn sich die Schweißzone nicht auf den gesamten Querschnitt des Zwischenstücks erstreckt, sondern nur auf den Randbereich.
- Das Formteil aus einem Edelmetall oder aus einer Edelmetalllegierung kann auf das Zwischenstück geschweißt werden, bevor das Zwischenstück auf die unedle Masseelektrode geschweißt wird. Einschränkungen, wie sie beim Aufschweißen des Zwischenstücks auf die Masseelektrode auftreten würden, treten nicht auf, wenn das Formteil und das Zwischenstück miteinander verschweißt werden, bevor das Zwischenstück mit der Masseelektrode verschweißt wird, vielmehr ist die Verbindungszone zwischen dem Formteil und dem Zwischenstück von allen Seiten her bestens zugänglich, so dass eine sich über den gesamten Querschnitt erstreckende Legierungszone aus dem Werkstoff des Formteils und aus dem Werkstoff des Zwischenstücks gebildet werden kann. In der Legierungszone gibt es einen stetigen Übergang vom niedrigeren Wärmeausdehnungskoeffizienten des Edelmetallwerkstoffs zum höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten des unedlen Werkstoffs des Zwischenstückes. Zusammengefasst setzen diese beiden Maßnahmen das Risiko einer Rissbildung in der Legierungszone drastisch herab.
- Durch das Aufbringen des Edelmetall-Formteils auf das unedle Zwischenstück als Sockel kann der Spannungsbedarf für die Erzeugung der Zündfunken herabgesetzt werden. Das führt in weiterer Folge zu einem geringeren Abbrand, zu einer erhöhten Lebensdauer und auch zu verbesserten Kaltstarteigenschaften, weil bei verschmutzten Zündkerzen der parasitäre Anteil beim Spannungsanstieg infolge

des geringeren Spannungsbedarfes herabgesetzt wird.

**[0010]** Als Werkstoff für die unedle Masseelektrode und auch für das Zwischenstück eignen sich hochwärmestabile Nickelbasislegierungen besonders, z. B. Inconelwerkstoffe, insbesondere Inconel 600. Andere gut geeignete Legierungen sind Nickelbasislegierungen, welche 1,5 bis 2,5 Gew.-% Silizium, 1,5 bis 3 Gew.-% Aluminium, bis zu 0,5 Gew.-% Mangan und 0,05 bis 0,2 Gew.-% Titan in Kombination mit 0,1 bis 0,3 Gew.-% Zirkon enthalten und zum Rest aus Nickel bestehen, wobei das Zirkon ganz oder teilweise durch die doppelte Masse Hafnium ersetzt sein kann. Eine andere gut geeignete Nickelbasislegierung enthält 1,5 bis 2,5 Gew.-% Silizium, 1,5 bis 3 Gew.-% Aluminium, bis zu 0,5 Gew.-% Mangan und 0,005 bis 0,2 Gew.-% Yttrium in Kombination mit 0,05 bis 0,3 Gew.-% Lanthan und als Rest Nickel.

**[0011]** Als Edelmetallwerkstoffe für das Formteil eignen sich besonders Platin, Iridium und deren Basislegierungen. Für Platinbasislegierungen kommen vor allem Iridium, Rhodium, Ruthenium, Palladium, Wolfram, Nickel und Osmium als Legierungsbestandteile in Betracht. Für Iridiumbasislegierungen kommen vor allem Platin, Rhodium, Palladium, Rhenium und Chrom als Legierungsbestandteile in Betracht. Besonders geeignet sind Iridium-Rhodiumlegierungen, insbesondere Iridium mit 10 Gew.-% Rhodium. Darüber hinaus können die Edelmetallwerkstoffe für das Formteil noch geringe Mengen Oxide eines oder mehrerer der Elemente Zirkon, Yttrium, Hafnium, Cer, Titan, Magnesium, Barium und Lanthan enthalten, zusammengefasst vorzugsweise 0,05 bis 1 Gew.-%.

**[0012]** Das Zwischenstück bzw. ein aus dem unedlen Zwischenstück und dem edlen Formteil gebildetes Verbundteil kann auf unterschiedliche Weise mit der Masseelektrode verbunden werden. Am einfachsten ist es, das Zwischenstück stumpf auf die unedle Masseelektrode zu schweißen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, in der Masseelektrode ein Sackloch auszubilden und ein aus dem Formteil und dem Zwischenstück gebildetes Verbundteil in das Sackloch einzusetzen und zu verschweißen, z. B. durch elektrisches Widerstandsschweißen. Das Vorsehen eines Sacklochs hat den Vorteil, dass es die Position des edelmetallhaltigen Formteils exakt bestimmt.

**[0013]** Eine weitere Möglichkeit besteht darin, in der unedlen Masseelektrode ein durchgehendes Loch vorzusehen und das aus dem Formteil und dem Zwischenstück gebildete Verbundteil so in die durchgehende Bohrung einzusetzen, dass das Zwischenstück an der der Mittelelektrode abgewandten Seite der Masseelektrode mit dieser verschweißt werden kann. Das kann dadurch erleichtert werden, dass das Verbundteil nach Art eines Nietes mit einem Kopf versehen ist, welcher sich an dem Zwischenstück befindet und an der Masseelektrode anschlägt, wenn das Verbundteil in das Loch der Masseelektrode gesteckt wird. Das edelmetallhaltige Formteil

kann über den Rand des Loches in Richtung zur Mittelelektrode vorstehen, kann aber auch bündig mit der Mittelelektrode zugewandten Oberfläche der Masseelektrode abschließen.

**[0014]** Gegenstand des Anspruchs 10 ist ein Verfahren zum Armieren einer Masseelektrode für eine Zündkerze mit einem Körper aus einem unedlen metallischen Werkstoff, in welchem ein Isolator befestigt ist, mit einer im Isolator angeordneten Mittelelektrode, mit einer von dem Körper der Zündkerze ausgehenden Masseelektrode, auf welche ein der Mittelelektrode zugewandtes Formteil geschweißt ist, dessen Masse überwiegend aus einem oder mehreren Edelmetallen besteht, und

mit einem zwischen dem Formteil und der Masseelektrode vorgesehenen Zwischenstück, welches einerseits mit dem Formteil und andererseits mit der Mittelelektrode verschweißt ist.

**[0015]** Beim Herstellen einer solchen Zündkerze wird das edelmetallhaltige Formteil, mit welchem die Masseelektrode armiert werden soll, auf ein Zwischenstück aus einem Werkstoff geschweißt, dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient nicht oder allenfalls unwesentlich vom thermischen Ausdehnungskoeffizienten der unedlen Masseelektrode abweicht. Das aus dem Formteil und dem Zwischenstück gebildete Verbundteil wird anschließend mit der unedlen Masseelektrode verschweißt. Das Verschweißen mit der Masseelektrode kann, wie vorstehend schon erläutert, so geschehen, dass das Verbundteil stumpf mit der Masseelektrode verschweißt wird. Das

kann durch elektrisches Widerstandsschweißen erfolgen. Vorzugsweise wird die Widerstandsschweißung ergänzt durch eine nachträgliche Laserschweißung, um wenigstens im Randbereich der Schweißzone ein ausgeprägtes Schmelzgefüge zu erzeugen.

**[0016]** Wird das Verbundteil in ein Sackloch geschweißt, geschieht das vorzugsweise durch elektrisches Widerstandsschweißen. Wird das Verbundteil in ein durchgehendes Loch der Masseelektrode geschweißt, dann erfolgt die Schweißverbindung vorzugsweise auf der der Mittelelektrode abgewandten Seite der Masseelektrode und zwar am besten durch Laserschweißen.

**[0017]** Die Masseelektrode besteht üblicherweise aus einem Profildraht mit einem Rechteckprofil, von welchem ein gerader Abschnitt abgetrennt und mit dem Körper der Zündkerze verschweißt wird. Erst danach wird die Masseelektrode zur Mittelelektrode hin gebogen. Das Verbundteil, mit welchem die Masseelektrode armiert werden soll, wird mit der Masseelektrode vorzugsweise verschweißt, solange wie die Masseelektrode noch nicht zur Mittelelektrode hin gebogen ist, sondern noch gerade verläuft. Das erleichtert das Verschweißen des Verbundteils mit der Masseelektrode beträchtlich.

**[0018]** Vorzugsweise werden das Formteil und das Zwischenstück zunächst vorläufig miteinander verbunden und anschließend mittels eines Lasers verschweißt. Das vorläufige Verbinden kann dadurch geschehen,

dass sie durch elektrisches Widerstandsschweißen stumpf miteinander verschweißt werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, das Formteil und das Zwischenstück durch Kaltverschweißen stumpf miteinander zu verbinden, z. B. durch Reibschweißen oder durch Zusammenpressen unter gleichzeitiger Durchmesservergrößerung durch Stauchen. Das elektrische Widerstandsschweißen und das Kaltverschweißen sind als Verfahren zum Herstellen von Bimetallkontaktnieten an sich bekannt.

**[0019]** Ist durch vorläufiges Verbinden des Formteils mit dem Zwischenstück ein Verbundteil gebildet, kann deren Verbindungszone durch Laserschweißen so bearbeitet werden, dass sich eine Legierungszone ausbildet, welche sich über den gesamten Querschnitt des Verbundteils erstreckt. Dazu wird das Verbundteil zweckmäßigerweise um seine eigene Längsachse gedreht, während sich seine Verbindungszone im Einwirkungsbereich des Laserstrahls befindet und rundum vom Laserstrahl getroffen wird.

**[0020]** Das Formteil und das Zwischenstück können von einem drahtförmigen Halbzeug abgeschnitten und dann miteinander verbunden werden. Es ist aber auch möglich, zwei drahtförmige Halbzeuge zunächst an ihren Enden vorläufig miteinander zu verbinden und sie erst dann vom jeweiligen Halbzeug abzuschneiden und ergänzend mit einem Laser zu verschweißen. Schließlich ist es möglich, ein vom Halbzeug abgeschnittenes, überwiegend aus Edelmetall bestehendes Formteil vorläufig mit dem Ende eines unedlen drahtförmigen Halbzeugs zu verbinden und erst danach das Verbundteil vom unedlen Halbzeug zu trennen. Die zuletzt genannte Vorgehensweise wird bevorzugt.

**[0021]** Anstelle des Laserschweißens kann auch ein Elektronenstrahlschweißen stattfinden.

**[0022]** Der weiteren Erläuterung der Erfindung dienen die beigefügten Zeichnungen. Darin zeigen

Figur 1 die Spitze einer Zündkerze in einer Schrägansicht,

Figur 2 die verschiedenen Schritte beim Armieren einer Masseelektrode der Zündkerze,

Figur 2a eine erste Abwandlung der Armierung einer Masseelektrode,

Figur 2b eine zweite Abwandlung der Armierung einer Masseelektrode,

Figur 2c eine dritte Abwandlung der Armierung einer Masseelektrode und

Figur 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Zündkerze in einer Schrägansicht auf die Spitze der Zündkerze.

Gleiche oder einander entsprechende Teile sind in den Beispielen mit übereinstimmenden Bezugszah-

len bezeichnet.

Figur 1 zeigt eine Zündkerze mit einem Zündkerzenkörper 1 aus einer hochwärmebeständigen Legierung, z. B. aus einer Nickelbasislegierung. Im Körper 1 ist ein keramischer Isolator 2 angeordnet, in welchen eine Mittelelektrode 3 eingebettet ist, welche aus Kupfer bestehen kann und mit einer Edelmetallspitze 5 armiert ist, welche auf das vordere Ende der Mittelelektrode 3 unter Bildung einer Verbindungszone 7 aufgeschweißt ist, in welcher eine Legierung aus den Bestandteilen der Werkstoffe für die Mittelelektrode 3 und der Edelmetallspitze 5 vorliegt.

Auf den vorderen Rand des Körpers 1 ist eine Masseelektrode 4 geschweißt, welche üblicherweise aus einer Nickellegierung besteht. Die Masseelektrode 4 ist aus einem Profildraht mit rechteckigem Querschnitt gebildet und als Dachelektrode ausgebildet, d. h., sie ist rechtwinklig umgebogen, so dass ihr umgebogener Abschnitt der Edelmetallspitze 5 der Mittelelektrode 3 gegenüberliegt. Die Masseelektrode 4 ist mit einem überwiegend aus Edelmetall bestehenden Formteil 6 armiert, welches auf einen Sockel 9 geschweißt ist, der als Zwischenstück zwischen der Masseelektrode 4 und dem überwiegend aus Edelmetall bestehenden Formteil 6 dient, welches unter Ausbildung einer den ganzen Querschnitt des Sockels 9 erfassenden Verbindungszone 8 mit dem Sockel 9 verschweißt ist. In der Verbindungszone 8 liegt eine Legierung aus den Bestandteilen der Werkstoffe vor, aus welchen das Zwischenstück 9 (der Sockel) und das Formteil 6 bestehen. Die Edelmetallspitze 5 und das aus Edelmetall gebildete Formteil 6 liegen einander in vorbestimmtem Abstand gegenüber.

Zum Armieren der Masseelektrode 4 geht man vorzugsweise so vor, wie es in Figur 2 dargestellt ist: Auf das stumpfe Ende eines drahtförmigen Halbzeugs 10, aus welchem das unedle Zwischenstück 9 gebildet wird, wird durch elektrisches Widerstandsschweißen ein Formteil 6 geschweißt. Das Formteil 6 ist ein Abschnitt von einem überwiegend aus Edelmetall bestehenden drahtförmigen Halbzeug, dessen Durchmesser etwas kleiner ist als der des Halbzeuges 10. Nachdem das Formteil 6 mit dem Ende des drahtförmigen Halbzeuges 10 vorläufig verschweißt ist, wird die Verbindungszone 8 zwischen ihnen mit einem Laser bearbeitet, welcher um die Verbindungszone 8 herumgeführt wird. Alternativ kann der Verbund aus dem Halbzeug 10 und dem Formteil 6 um seine Längsachse 11 gedreht werden, wobei der Laser stationär auf die Verbindungszone 8 gerichtet bleibt. Durch das Laserschweißen wird in der Verbindungszone 8 eine Legierung ausgebildet, welche aus den Bestandteilen der Werkstoffe der beteiligten Drahtabschnitte besteht und sich über den gesamten Querschnitt des Formteils 6 und des Zwischenstücks 9 erstreckt. Anschließend wird ein Verbundteil 12, welches aus dem Formteil 6, der

Verbindungszone 8 und einem Zwischenstück 9 aus dem Halbzeug 10 besteht, vom Halbzeug 10 abgetrennt und stumpf auf die noch geradlinig verlaufende Masseelektrode 4 geschweißt. Das kann zunächst durch elektrisches Widerstandsschweißen erfolgen und anschließend durch Laserschweißen verstärkt werden. Anschließend wird die Masseelektrode 4 im rechten Winkel zur Mittelelektrode 3 hin gebogen, wie in Figur 1 dargestellt.

Figur 2a zeigt, dass das Verbundteil 12 nicht stumpf auf die Masseelektrode 4 geschweißt werden muss. Es besteht auch die Möglichkeit, in der Masseelektrode 4 ein Sackloch 13 vorzusehen, in welches das Verbundteil 12 gesteckt und verschweißt wird, in diesem Fall zweckmäßigerweise nur durch elektrisches Widerstandsschweißen.

Figur 2b zeigt eine weitere Möglichkeit, die Masseelektrode 4 zu armieren, nämlich mittels eines Verbundteils 12, dessen Zwischenstück 9 mit einem Kopf 9a versehen ist, welcher durch Stauchen gebildet sein kann. Ein solches Verbundteil 12 wird von hinten her in ein durchgehendes Loch 14 der Masseelektrode 4 gesteckt und mit ihr an der der Mittelelektrode 3 abgewandten Seite der Masseelektrode 4 verschweißt, dort, wo der Kopf 9a an der Masseelektrode 4 anschlägt. In diesem Fall kann das Verschweißen allein durch Laserschweißen erfolgen. An der der Mittelelektrode 3 zugewandten Seite schließt das Formteil 6 bündig mit der Oberfläche der Masseelektrode 4 ab.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel zeigt Figur 2c, in welcher das Verbundteil 12 stumpf mit dem Ende der Masseelektrode 4 verschweißt und diese so gebogen wird, dass sie der Mantelfläche der armierten Mittelelektrode 3 zugewandt ist.

Das in Figur 3 dargestellte Ausführungsbeispiel einer Zündkerze unterscheidet sich von der in Figur 1 dargestellten Zündkerze dahingehend, dass bei der Mittelelektrode 3 die Edelmetallspitze 5 und bei der Masseelektrode 4 das Formteil 6 schlanker und dünner ausgebildet sind, so dass zwischen der Edelmetallspitze 5 und der unedlen Mittelelektrode 3 ein beträchtlicher Durchmesserunterschied besteht, der durch eine konische Verbindungszone 7 überbrückt wird. Entsprechend besteht zwischen dem Formteil 6 und dem unedlen Sockel 9, welcher auf die Masseelektrode 4 geschweißt ist, ein beträchtlicher Durchmesserunterschied, welcher durch eine konische Verbindungszone 8 überbrückt wird. Diese Ausführungsform zeichnet sich durch einen sparsamen Edelmetalleinsatz und durch eine niedrigere Zündspannung aus.

#### Bezugszahlenliste:

[0023]

1. Körper der Zündkerze

2. Isolator
3. Mittelelektrode
4. Masseelektrode
5. Edelmetallspitze
6. Formteil
7. Verbindungszone
8. Verbindungszone
9. Zwischenstück, als Sockel ausgebildet
- 9a. Kopf
10. Halbzeug
11. Längsachse
12. Verbundteil
13. Sackloch
14. durchgehendes Loch

### Patentansprüche

#### 1. Zündkerze

- mit einem Körper (1) aus einem unedlen metallischen Werkstoff, in welchem ein Isolator (2) angeordnet ist,
- mit einer im Isolator (2) angeordneten Mittelelektrode (3),
- mit einer von dem Körper (1) ausgehenden Masseelektrode (4), auf welche ein der Mittelelektrode (3) zugewandtes Formteil (6) geschweißt ist, dessen Masse überwiegend aus einem oder mehreren Edelmetallen besteht, und
- mit einem zwischen dem Formteil (6) und der Masseelektrode (4) vorgesehenen Zwischenstück (9), welches einerseits mit dem Formteil (6) und andererseits mit der Masseelektrode (4) verschweißt ist,

**dadurch gekennzeichnet, dass** das Zwischenstück (9) einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten hat, der allenfalls unwesentlich von dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten der unedlen Masseelektrode (4) abweicht.

2. Zündkerze nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zwischenstück (9) aus demselben Werkstoff wie die unedle Masseelektrode (4) besteht.
3. Zündkerze nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formteil (6) aus Platin oder aus einer Platinbasislegierung, die einen oder mehrere der Bestandteile Iridium, Rhodium, Ruthenium, Palladium, Wolfram, Nickel und Osmium enthält, aus Iridium oder aus einer Iridiumbasislegierung besteht, welche einen oder mehrere der folgenden Bestandteile enthält: Rhodium, Platin, Nickel, Chrom, Palladium,

Rhenium.

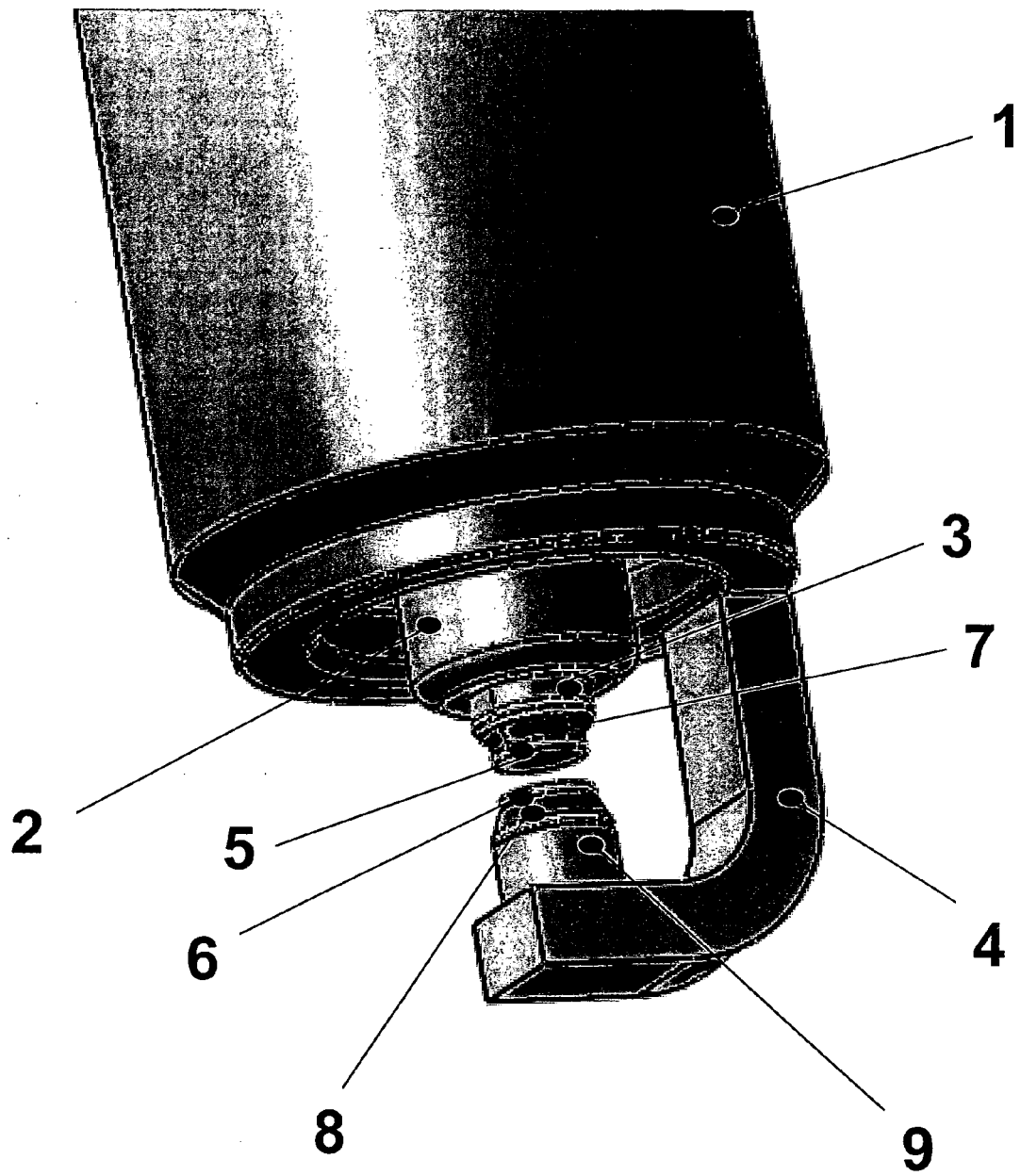
4. Zündkerze nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formteil ein Oxid eines oder mehrerer der Elemente Zirkon, Yttrium, Hafnium, Cer, Titan, Magnesium, Barium, Lanthan enthält.
5. Zündkerze nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zwischenstück (9) stumpf auf die unedle Masseelektrode (4) geschweißt ist.
6. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein aus dem Formteil (6) und dem Zwischenstück (9) gebildetes Verbundteil (12) in einem Sackloch (13) der unedlen Masseelektrode (4) steckt.
7. Zündkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein aus dem Formteil (6) und dem Zwischenstück (9) gebildetes Verbundteil (12) in einem Loch (14) der unedlen Masseelektrode (4) steckt, welches durch die Masseelektrode (4) durchgeht, und dass das Zwischenstück (9) an der der Mittelelektrode (3) abgewandten Seite der Masseelektrode (4) mit dieser verschweißt ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formteil (6) über den Rand des Loches (13) in Richtung zur Mittelelektrode (3) vorsteht.
9. Zündkerze nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formteil (6) mit der der Mittelelektrode (3) zugewandten Oberfläche der Masseelektrode (4) bündig abschließt.
10. Verfahren zum Armieren einer Masseelektrode (4) einer Zündkerze nach einem der vorstehenden Ansprüche mit einem Formteil (6), dessen Masse überwiegend aus einem oder mehreren Edelmetallen besteht, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formteil (6) auf ein Zwischenstück (9) aus einem Werkstoff geschweißt wird, dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient nicht oder allenfalls unwesentlich vom thermischen Ausdehnungskoeffizienten der unedlen Masseelektrode (4) abweicht und dass der so gebildete Verbundteil (12) anschließend mit der unedlen Masseelektrode (4) verschweißt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbundteil (12) mit der Masseelektrode (4) verschweißt wird, solange diese noch geradlinig verläuft, und dass die Masseelektrode (4) erst danach in Richtung zur Mittelelektrode (3) gebogen wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formteil (6) und das Zwischenstück (9) zunächst vorläufig miteinander verbunden und anschließend durch einen Laser oder durch Elektronenstrahlschweißen miteinander verschweißt werden. 5
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formteil (6) und das Zwischenstück (9) um ihre gemeinsame Längsmittelachse (11) gedreht und dabei mit dem Laser verschweißt werden. 10
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formteil (6) und das Zwischenstück (9) durch elektrisches Widerstandsschweißen oder durch Kaltverschweißen vorläufig miteinander verbunden werden. 15
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Formteil (6) und als Zwischenstück (9) Drahtabschnitte verwendet werden. 20
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formteil (6) und ein Draht, aus welchem das Zwischenstück (9) gebildet wird, vorläufig stumpf miteinander verschweißt, ein **dadurch** gebildetes Verbundteil (12) vom Drahtvorrat abgetrennt und danach die Verbindungszone (8) zwischen dem Formteil (6) und dem Draht zur Bildung einer sich über den gesamten Querschnitt erstreckenden Legierung zusätzlich mit einem Laser oder durch Elektronenstrahlschweißen verschweißt werden. 25  
30  
35
17. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Formteil (6) und ein Draht, aus welchem das Zwischenstück (9) gebildet wird, vorläufig stumpf miteinander verschweißt, danach die Verbindungszone (8) zwischen dem Formteil (6) und dem Draht zur Bildung einer sich über den gesamten Querschnitt erstreckenden Legierung zusätzlich mit einem Laser oder durch Elektronenstrahlschweißen verschweißt werden und anschließend ein **dadurch** gebildetes Verbundteil (12) vom Drahtvorrat abgetrennt wird. 40  
45

50

55

FIGUR 1





FIGUR 2

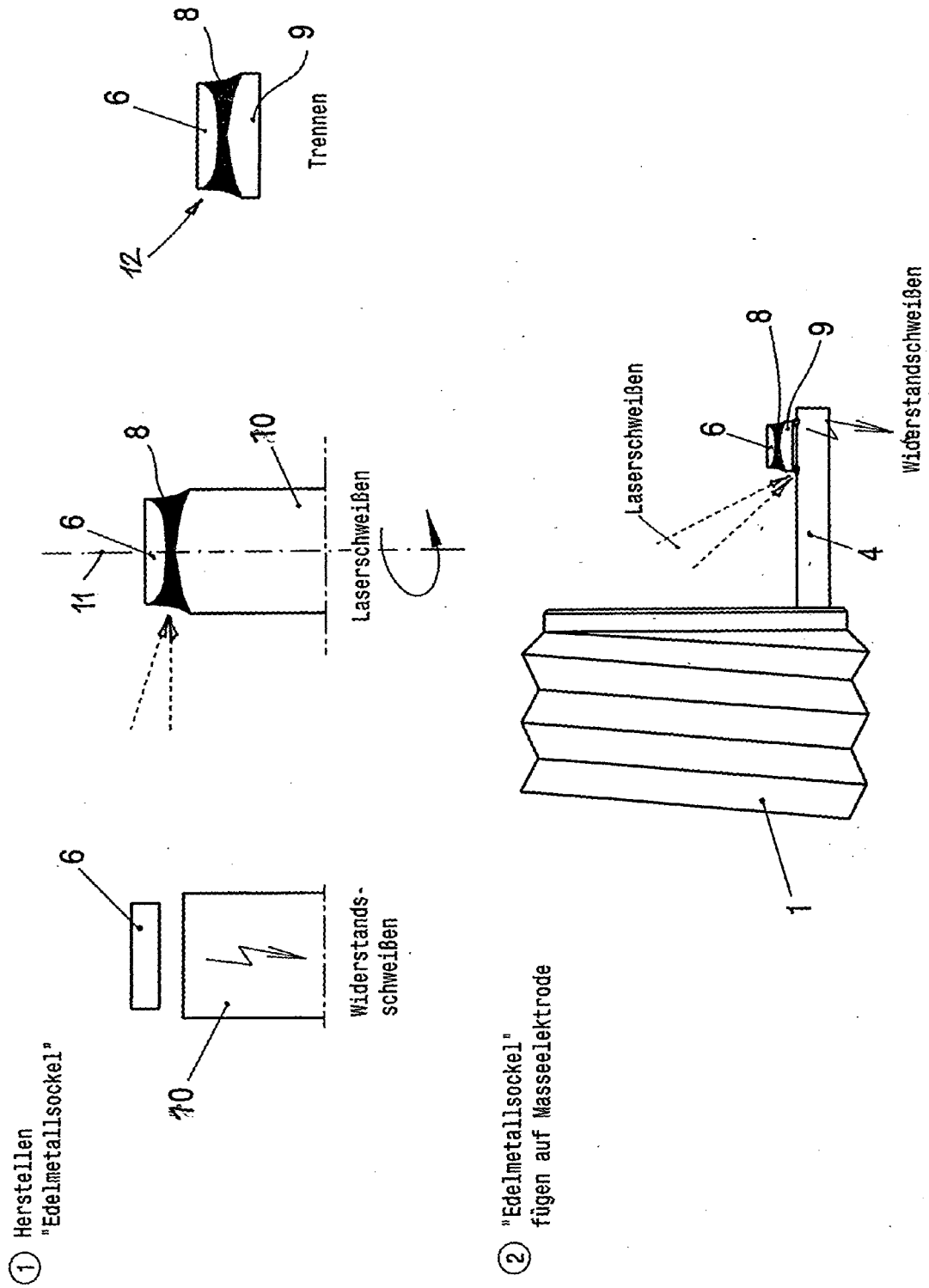


Fig 2a

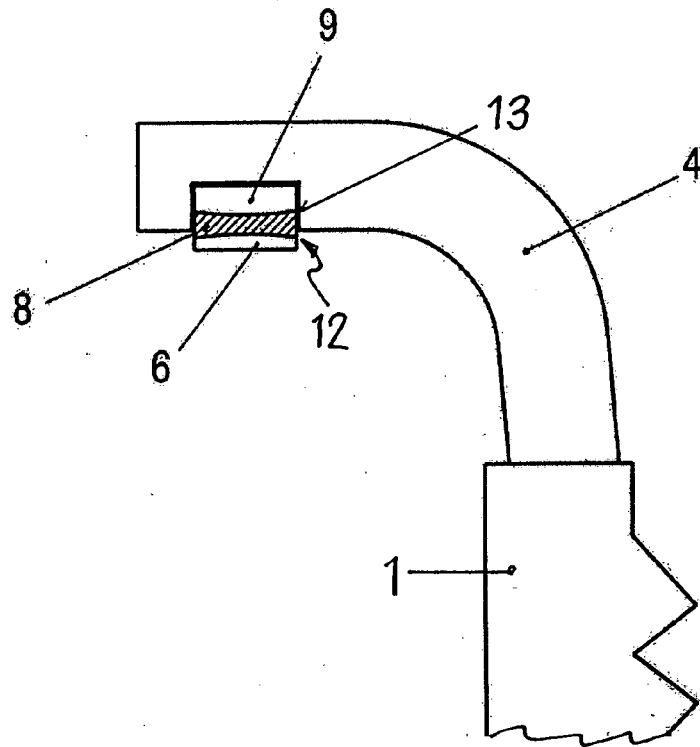


Fig 2b

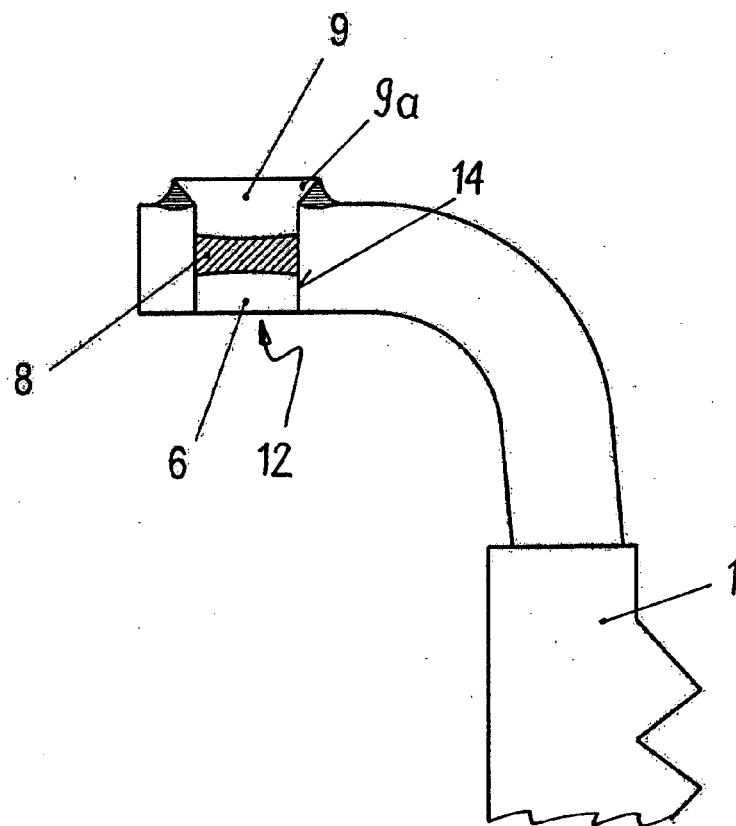
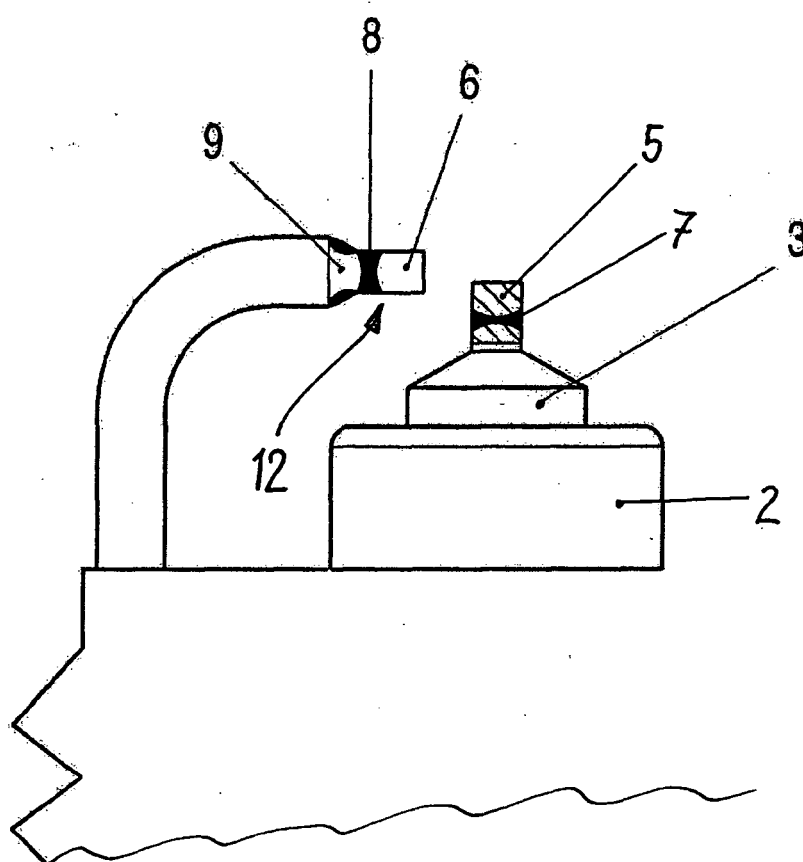
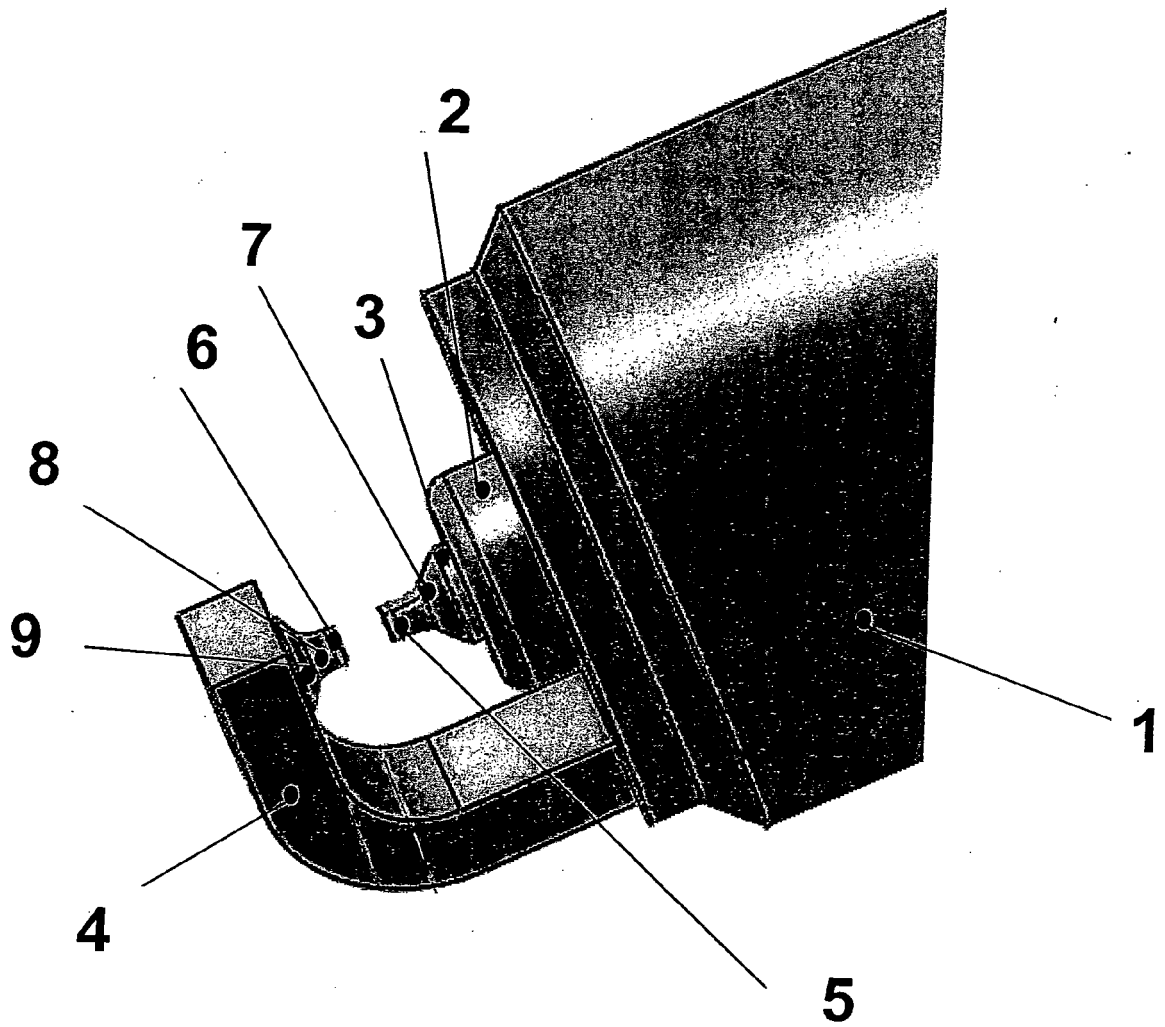


Fig 2c



**FIGUR 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 1517418 A2 [0002] [0002] [0003]
- EP 1416599 A2 [0004] [0004] [0006]