



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**23.01.2008 Patentblatt 2008/04**

(51) Int Cl.:  
**H01T 13/46<sup>(2006.01)</sup> H01T 13/32<sup>(2006.01)</sup>**  
**H01T 21/02<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **07013763.3**

(22) Anmeldetag: **13.07.2007**

(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**

(71) Anmelder: **BERU Aktiengesellschaft SUE**  
**71636 Ludwigsburg (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Niessner, Werner**  
**71711 Steinheim (DE)**  
• **Knoll, Harald**  
**71720 Oberstenfeld-Prevorst (DE)**  
• **Schenk, Alexander**  
**71336 Waiblingen (DE)**

(30) Priorität: **20.07.2006 DE 102006033578**

(54) **Zündeinrichtung, insbesondere Zündkerze für eine Verbrennungsmaschine und Verfahren zur Positionierung von wenigstens einer Masseelektrode in der Zündeinrichtung.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Zündeinrichtung (10), insbesondere eine Zündkerze für eine Verbrennungskraftmaschine und ein Verfahren zur Positionierung von wenigstens einer Masseelektrode der Zündeinrichtung (10), wobei die Zündeinrichtung (10) einen Zündkerzenkörper (1), ein elektrisches Isolierelement (3), eine Mittelelektrode (2), die zentrisch im Isolierelement (3) angeordnet ist und von der Fußspitze des Isolierelementes (31) vorsteht und seitlich zur Mittelelektrode (2) angeordnete Masseelektroden, die mit dem Zündkerzenkörper (1) verbunden sind, umfasst, wobei wenigstens eine der Masseelektroden mit einer zweiten Masseelektrode im Wesentlichen auf der gleichen Höhe angeordnet ist und ein erstes Masseelektrodenpaar (4) bildet, wobei das erste Masseelektrodenpaar (4) zu wenigstens einem weiteren Masseelektrodenpaar in Bezug auf die Spitze (21) der Mittelelektrode (2) höhenversetzt angeordnet ist und jede Masseelektrode zusammen mit der Mittelelektrode (2) einen im Wesentlichen gleichen Elektrodenabstand (g1) ausbildet.

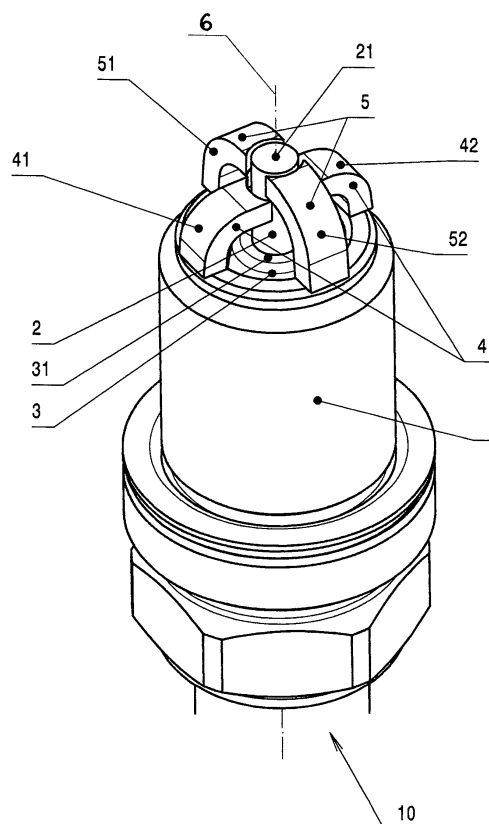


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Hochspannungszündung. Die Erfindung betrifft eine Zündeinrichtung zur Zündung brennfähiger Gemische, insbesondere eine Zündkerze zur Erzeugung der Zündfunken für eine, insbesondere mit Gas befeuerte Verbrennungskraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren zur Positionierung von wenigstens einer Masseelektrode in der Zündeinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 12.

**[0002]** Bekannt sind Zündeinrichtungen, in denen ein im Wesentlichen rotationssymmetrischer Zündkerzenkörper vorgesehen ist, in welchem zentrisch ein Isolierelement angeordnet ist. Das Isolierelement enthält eine Mittelelektrode, deren Spitze aus dem Isolierelement herausragt. An dem im Wesentlichen rotationssymmetrischen Zündkerzenkörper ist wenigstens eine Masseelektrode befestigt, wobei eine Edelmetallarmierung am Zündspalt, dem sog. Entladespalt, der den Elektrodenabstand bildet, die Lebensdauer erhöht. An diesem Zündspalt findet durch Anlegen einer Hochspannung (z. B. 30 kV) zwischen der Mittelelektrode und der wenigstens einen Masseelektrode eine Entladung statt. Um die Lebensdauer der Zündkerze zu erhöhen, werden Edelmetallarmierungen beispielsweise der Mittelelektrode mit Platin und Iridium vorgenommen. Die eingesetzten Edelmetalle und die Legierungen, die zumindest ein Edelmetall enthalten, sind zusammen mit den Edelmetallarmierungen, die einen hohen Fertigungsaufwand erfordern, sehr teuer.

**[0003]** Herkömmlicherweise sind die Masseelektroden bei einer Zündeinrichtung mit vier Masseelektroden, eine sog. vierpolige Zündkerze, zur Mittelachse der Zündeinrichtung hin derart abgebogen, dass in Bezug auf die Mittelelektrode, die vier Masseelektroden in gleicher Biegehöhe befestigt sind. Nach der Befestigung der Masseelektroden werden diese ausgestanzt. Diese Ausführungsform ist für Zündeinrichtungen mit einem kleinen sich im Mikrometerbereich befindlichen Elektrodenabstand nicht anwendbar, da bei den herkömmlichen Zündeinrichtungen eine genaue Ausstanzung der Masseelektroden nicht gegeben ist, bei der die Kreisform der ausgestanzten Masseelektrode an den Durchmesser der Mittelelektrode angepasst ist.

**[0004]** Des Weiteren können Masseelektroden einer vierpoligen oder dreipoligen Zündkerze in der Größenordnung von ca. 2,7mm, die die übliche Breite der Masseelektrode darstellt, wegen der gegenseitigen Überlappung nicht so nah an die Körpermittelachse derart abgebogen werden, dass sich ein kleiner sich im Mikrometerbereich befindlicher Elektrodenabstand ausbildet.

**[0005]** Gemäß der DE 195 03 223 A1 ist eine Zündeinrichtung, insbesondere eine Zündkerze, mit wenigstens zwei in Bezug auf die Spitze der Mittelelektrode in gleicher Biegehöhe befestigten Masseelektroden bekannt, bei welcher mehrere Entladungsarten stattfinden. Somit wird eine erste Entladung ausgeführt, der sog.

Luftfunken, an einem ersten breiten Zündspalt zwischen der der Mittelelektrode zugewandten Endfläche der Masseelektrode und der Mantelfläche der Mittelelektrode, wenn eine Hochspannung zwischen der Mittelelektrode und der wenigstens zwei Masseelektroden angelegt wird. Gemäß der herkömmlichen Technologie findet eine zweite Entladung an einem zweiten breiten Zündspalt, der sog. Luftgleitfunken, zwischen der Masseelektrode dem Isolierelement und der Mittelelektrode statt. Damit sich ein Luftgleitfunken ausbilden kann, wird ein relativ breiter Elektrodenabstand benötigt, um das Gleiten des Luftgleitfunken über die Oberfläche des Isolierelements zu ermöglichen. Diese Ausgestaltung der Zündeinrichtung ist insbesondere für mit Gas befeuerte Industriemotoren mit hohen Kompressionsdrücken nicht anwendbar, da bei solchen Zündeinrichtungen ein kleiner sich im Mikrometerbereich befindlicher Elektrodenabstand zur Senkung des Spannungsbedarfsanstiegs über Laufzeit nicht darstellbar ist und somit eine Fertigung von nah an der Mittelelektrode angeordneten Masseelektroden mittels Ausstanzen nicht umsetzbar ist.

**[0006]** Gegenwärtig nehmen die Anforderungen an die Lebensdauer von Zündeinrichtungen für Verbrennungskraftmaschinen erheblich zu, was insbesondere für Zündeinrichtungen gilt, die in Gas befeuerten stationär betriebenen, großvolumigen und hochverdichteten Verbrennungskraftmaschinen eingesetzt werden sollen. Zündeinrichtungen für diesen Einsatzzweck sollten eine lange Laufzeit in der Größenordnung von wenigstens 1 000 bis 2 000 Stunden haben. Da derartige Verbrennungskraftmaschinen mit hohem Kompressionsdruck arbeiten, muss besonderer Wert auf einen möglichst kleinen Elektrodenabstand gelegt werden. Die gegenwärtig verfügbaren Zündeinrichtungen genügen der Forderung nach einer langen Lebensdauer nicht, was einen kostenintensiven Zündkerzenwechsel zur Folge hat.

**[0007]** Der Erfindung liegt ausgehend von diesem Stand der Technik die Aufgabe zugrunde, eine Zündeinrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine, die hohe Lebensdauer bei einer vereinfachten und kostengünstigen Fertigung aufweist, anzugeben sowie ein wirtschaftlich optimiertes Verfahren zur Positionierung von wenigstens einer Masseelektrode in der Zündeinrichtung bereitzustellen.

**[0008]** Diese Aufgabe wird in Bezug auf die erfindungsgemäße Zündeinrichtung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst und in Bezug auf das zu schaffende Verfahren mit den Merkmalen des Oberbegriffs Patentanspruchs 12 durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen und der Beschreibung hervor.

**[0009]** Die erfindungsgemäße Lösung ist gegeben durch eine Zündeinrichtung für eine Verbrennungskraftmaschine umfassend:

- einen Zündkerzenkörper aus einem elektrisch leitenden

den Material,

- ein elektrisches Isolierelement, das zentrisch im Zündkerzenkörper angeordnet ist,
- eine Mittelelektrode, die zentrisch im Isolierelement angeordnet ist und von der Fußspitze des Isolierelementes vorsteht und

seitlich zur Mittelelektrode angestellte Masseelektroden, die mit dem Zündkerzenkörper verbunden sind, wobei wenigstens eine der Masseelektroden mit einer zweiten Masseelektrode im Wesentlichen auf der gleichen Biegehöhe angeordnet ist und ein erstes Masseelektrodenpaar bildet, wobei das erste Masseelektrodenpaar zu wenigstens einem weiteren Masseelektrodenpaar in Bezug auf die Spitze der Mittelelektrode höhenversetzt angeordnet ist und jede Masseelektrode zusammen mit der Mittelelektrode einen im Wesentlichen gleichen Elektrodenabstand ausbildet. Die erfindungsgemäße Zündeinrichtung kann beispielsweise in einem gasbetriebenen Industriemotor mit einem hohen Kompressionsdruck Verwendung finden.

**[0010]** Die erfindungsgemäße Zündeinrichtung weist bezüglich ihrer Ausbildung und der Positionierung der Masseelektroden in der Zündeinrichtung erhebliche Vorteile gegenüber dem Stand der Technik auf. So wird beispielsweise durch die erfindungsgemäße Anordnung der Masseelektrodenpaare in einfacher Weise je nach Motorbetrieb vorzugsweise eine Nachjustierbarkeit der Elektrodenabstände, die der Fachwelt als Regaping bekannt ist, gewährleistet. Somit sind die Elektrodenabstände der Zündeinrichtung durch Nachbiegen der Masseelektroden immer wieder auch auf kleine im Mikrometerbereich liegende Elektrodenabstände nachjustierbar. Demnach kann die Zündeinrichtung mehrmals weiterverwendet werden, was zur Erhöhung der Lebensdauer der Zündeinrichtung führt.

**[0011]** Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Zündeinrichtung liegt darin, dass die bisher aufwendig anzubringende Edelmetallarmierung der Masseelektroden und/oder Mittelelektroden entfällt und somit eine einfache Fertigung der erfindungsgemäßen Zündeinrichtung ermöglicht wird. Trotz der Einsparung von Edelmetallen für die Masseelektroden und/oder Mittelelektroden wird eine deutliche Steigerung der Lebensdauer der erfindungsgemäßen Zündeinrichtung durch die höhenversetzte Anordnung der Masseelektrodenpaare der Zündeinrichtung erreicht.

**[0012]** Ein weiterer wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Zündeinrichtung liegt darin, dass bei der höhenversetzten Anordnung der Masseelektrodenpaare vorzugsweise eine nahezu 360° - Abbrandfläche an der Mantelfläche der Mittelelektrode zur Verfügung steht. Bei der erfindungsgemäßen Anordnung ist ein gegenseitiges Berühren der Masseelektroden untereinander im Wesentlichen ausgeschlossen. Mit der Vergrößerung der Abbrandfläche wird gleichzeitig die Funkenaustrittsfläche vergrößert und somit eine erhöhte Lebensdauer erreicht.

**[0013]** Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Zündeinrichtung besteht darin, dass der Elektrodenabstand zwischen jeder Masseelektrode und der Mittelelektrode derart eingestellt ist, dass er im Wesentlichen gleich ist. Der Elektrodenabstand befindet sich vorzugsweise im Mikrometerbereich, um eine unerwünschte Fehlzündung zu vermeiden. Da die erfindungsgemäße Zündeinrichtung eine hohe Entladungsspannung erfordert, wird mittels dieses kleinen Mikrometerbereichs das Erfordernis nach einem stabilen Betrieb ohne Fehlzündung erfüllt.

**[0014]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Zündeinrichtung ist das erste Masseelektrodenpaar in Bezug auf die Spitze der Mittelelektrode tiefer als das zweite Masseelektrodenpaar angeordnet.

**[0015]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist ein drittes Masseelektrodenpaar zu dem ersten und dem zweiten Masseelektrodenpaar in Bezug auf die Spitze der Mittelelektrode derart höhenversetzt angeordnet, dass das dritte Masseelektrodenpaar tiefer als das erste Masseelektrodenpaar angeordnet ist. Dadurch kann eine zusätzliche Vergrößerung der Abbrandfläche erzielt werden.

**[0016]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Zündeinrichtung sind die zu einem Paar gehörenden Masseelektroden am Zündkerzenkörper gegenüberliegend zueinander angeordnet. Diese Anordnung ermöglicht eine verbesserte Zugänglichkeit für ein nachträgliches Nachjustieren der einzelnen Masseelektroden.

**[0017]** In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung sind die Mittelelektrode und die Masseelektroden im Wesentlichen aus einem nichtedlen Metall ausgebildet.

**[0018]** Dies hat den Vorteil, dass das Preis-Leistungs-Verhältnis der Zündeinrichtung mit der erfindungsgemäßen Anordnung der Masseelektrodenpaare günstiger ist als das der Zündeinrichtungen nach dem Stand der Technik. Trotzdem weist die erfindungsgemäße Zündeinrichtung in Bezug auf die Lebensdauer und die Zuverlässigkeit vergleichbare Eigenschaften wie Zündeinrichtungen mit einer Edelmetallarmierung auf.

**[0019]** Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Zündeinrichtung bestehen die Mittelelektrode und die Masseelektroden im Wesentlichen aus einer Nickelbasislegierung, umfassend Elemente wie beispielsweise Al, Si, Mn, Cr, Y, Hf. Der Vorteil einer Anwendung von Nickelbasislegierungen besteht in den reduzierten Werkstoffkosten.

**[0020]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Erfindung liegt jede Endfläche der Masseelektrode der Mantelfläche der Mittelelektrode gegenüber und der Elektrodenabstand ist geringer als der Abstand der Masseelektrode zum Isolierelement. Dies hat den Vorteil, dass mehrere Masseelektrodenpaare in Bezug auf die Spitze der Mittelelektrode höhenversetzt angeordnet werden können. Die Abbrandfläche der Zündeinrichtung wird somit erhöht.

**[0021]** In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung

ist der Elektrodenabstand zwischen jeder Masseelektrode und der Mittelelektrode im Wesentlichen äquidistant. Dies führt zu einem gleichmäßigen Abbrand der Masseelektroden und der Mittelelektrode. Zusätzlich wird bei jeder einzelnen Masseelektrode ein im Mikrometerbereich reduzierter Elektrodenabstand zwischen Masseelektrode und Mittelelektrode möglich, der zu einer Senkung des Spannungsbedarfsanstiegs über Laufzeit führen kann. Des Weiteren wird der Zündfunken direkt als Luftfunken ausgebildet. Ein Gleiten des Luftfunkens über die Fußspitze des Isolierelements findet somit nicht statt.

**[0022]** In einer anderen bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung liegt der Elektrodenabstand etwa zwischen 200 µm bis 600 µm, vorzugsweise bei 300 µm. Der kleine Elektrodenabstand im Mikrometerbereich ist insbesondere für Zündeinrichtungen für den Einsatz in gasbetriebenen Industriemotoren mit hohen Kompressionsdrücken von großer Bedeutung, da ein besonders kleiner Elektrodenabstand zur Senkung des Entladungsspannungsbedarfs führt.

**[0023]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Zündeinrichtung ist der Elektrodenabstand durch Nachbiegen der Masseelektroden nachjustierbar. Der Vorteil dieser Ausgestaltung ermöglicht im Motorbetrieb in regelmäßigen Wartungsintervallen ein Nachjustieren auf kleine Elektrodenabstände vorzugsweise 300 µm. Ein mehrmaliges Verwenden von diesen Zündeinrichtungen ist damit gegeben.

**[0024]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung bildet jede Masseelektrode mit der Mittelelektrode über den Elektrodenabstand eine Luftfunkenstrecke. Durch die höhenversetzte Anordnung der Masseelektrodenpaare ergeben sich vorzugsweise wenigstens vier Luftfunkenstrecken in Größenordnung zwischen 200 µm und 600 µm, vorzugsweise 300 µm. Dabei entspricht der Abstand der Luftfunkenstrecke zwischen der Masseelektrode und der Mittelelektrode im Wesentlichen dem Elektrodenabstand.

**[0025]** Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zur Positionierung von wenigstens einer Masseelektrode in der Zündeinrichtung umfassend folgende Schritte:

- Anbringen eines führenden Endes einer ersten und einer zweiten Masseelektrode auf die Stirnfläche eines Zündkerzenkörpers derart, dass ein erstes Masseelektrodenpaar gebildet wird,
- Anbringen eines führenden Endes einer dritten und einer vierten Masseelektrode auf die Stirnfläche des Zündkerzenkörpers derart, dass ein zweites zu dem ersten Masseelektrodenpaar in Bezug auf die Spitze der Mittelelektrode höhenversetztes Masseelektrodenpaar gebildet wird,
- Biegen der ersten und zweiten Masseelektrode des ersten Masseelektrodenpaars in Richtung der Mittelachse der Zündeinrichtung,
- Ausstanzen der ersten und zweiten Masseelektrode des ersten Masseelektrodenpaars derart, dass zwi-

schen jeder Masseelektrode des ersten Masseelektrodenpaars und der Mittelelektrode ein im Wesentlichen gleicher Elektrodenabstand gebildet wird,

- Biegen der dritten und vierten Masseelektrode des zweiten Masseelektrodenpaars in Richtung der Mittelachse der Zündeinrichtung,
- Ausstanzen der dritten und vierten Masseelektrode des zweiten Masseelektrodenpaars derart, dass zwischen jeder Masseelektrode des zweiten Masseelektrodenpaars und der Mittelelektrode ein im Wesentlichen gleicher Elektrodenabstand gebildet wird.

**[0026]** Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, dass sich durch die erfindungsgemäße Positionierung der Masseelektrodenpaare vordefinierte Elektrodenabstände im Mikrometerbereich kostengünstig und mit einem Minimum an Verfahrensschritten einstellen lassen. Zusätzlich ermöglichen die kleinen Elektrodenabstände in Verbindung mit einer Erhöhung der Abbrandfläche eine Zunahme der Lebensdauer der Zündeinrichtung ohne Einsatz von Edelmetallen.

**[0027]** Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, dass durch das höhenversetzte Anbringen der seitlich angeordneten Masseelektroden eine große Abbrandfläche genutzt werden kann, wodurch eine Reduzierung des Spannungsbedarfsanstiegs über Laufzeit ermöglicht wird.

**[0028]** Der Gegenstand der Erfindung zeigt den wesentlichen Vorteil, dass auch über ein Anbringen von seitlichen Masseelektroden der Elektrodenabstand nachjustiert werden kann.

**[0029]** Alternativ zu dem beschriebenen Verfahren kann die Abfolge der Verfahrensschritte derart verändert werden, dass nachdem die Masseelektroden des ersten und zweiten Masseelektrodenpaars auf die Stirnfläche des Zündkerzenkörpers angebracht werden, diese in Richtung der Mittelachse der Zündeinrichtung in einem Verfahrensschritt Biegen gebogen werden. Anschließend werden die Masseelektroden des ersten und zweiten Masseelektrodenpaars wiederum in einem Verfahrensschritt Ausstanzen derart ausgestanzt, dass zwischen jeder Masseelektrode und der Mittelelektrode ein im Wesentlichen gleicher Elektrodenabstand gebildet wird.

**[0030]** Alternativ zu dieser Ausführung können die Masseelektroden der Masseelektrodenpaare ohne Einhalten einer Reihenfolge auf die Stirnfläche des Zündkerzenkörpers angebracht werden.

**[0031]** In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zwischen jeder Masseelektrode und der Mittelelektrode ein im Wesentlichen gleicher Elektrodenabstand gebildet. Der Elektrodenabstand wird zwischen 200 µm und 600 µm eingestellt, vorzugsweise 300 µm, um eine Fehlzündung zu vermeiden. Da die erfindungsgemäße Zündeinrichtung eine niedrige Entladungsspannung ermöglicht, wird mit-

tels einem Elektrodenabstand zwischen 200µm und 600µm das Erfordernis nach einem stabilen Betrieb ohne Fehlzündung erfüllt.

**[0032]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein drittes Masseelektrodenpaar zu dem ersten und dem zweiten Masseelektrodenpaar im Bezug auf die Spitze der Mittelelektrode derart höhenversetzt angebracht, dass das dritte Masseelektrodenpaar tiefer als das erste Masseelektrodenpaar angeordnet wird, wodurch zusätzlich die Abbrandfläche erhöht wird.

**[0033]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Masseelektroden derart nachgebogen, dass der Elektrodenabstand nachjustiert wird.

**[0034]** Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ermöglicht im Motorbetrieb je nach Bedarf ein Nachjustieren auf kleine im Mikrometerbereich befindliche Elektrodenabstände, vorzugsweise 300µm, damit bis Laufzeitende niedrige Rohemissionen möglich sind. Somit können die erfindungsgemäßen Zündeinrichtungen mit den erfindungsgemäß positionierten Masseelektroden mehrmals verwendet werden.

**[0035]** In einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Masseelektroden mit äquidistanten Radien in Bezug auf die Mantelfläche der Mittelelektrode ausgestanzt.

**[0036]** Ein Vorteil dieser Ausgestaltung liegt darin, dass ein gleichmäßiger Abbrand der Masseelektroden und der Mittelelektrode stattfindet.

**[0037]** Nachfolgend werden die erfindungsgemäßen Gegenstände anhand den Ausführungsbeispielen und den Figuren 1 bis 3 näher erläutert. Hierbei gehen aus den Figuren und ihrer Beschreibung weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung hervor. Dabei zeigen:

Fig. 1 Eine schematische Ansicht einer Zündkerzen-einrichtung mit einem ersten und zweiten Masseelektrodenpaar, die gegeneinander höhenversetzt sind

Fig. 2 Eine schematische Darstellung einer Querschnittsansicht eines brennraumseitigen Endes einer Zündeinrichtung

Fig. 3 Eine schematische Darstellung einer Querschnittsansicht eines brennraumseitigen Endes einer Zündeinrichtung

**[0038]** Die Figur 1 stellt schematisch eine beispielhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Zündeinrichtung 10 für eine Verbrennungskraftmaschine, die als eine Zündkerze ausgestaltet ist, dar. Die Zündeinrichtung 10 weist einen zylindrischen Zündkerzenkörper 1 aus Metall auf, in dem zentrisch ein keramisches Isolierelement 3 angeordnet ist. Aus dem Isolierelement 3 ragt die Spitze der aus einem nichtedlen Metall ausgebildeten Mittelelektrode 2 in den (nicht gezeigten) Brennraum der Verbrennungskraftmaschine hinein. Das keramische Isolierelement 3 enthält die Mittelelektrode 2 der Zündeinrich-

tung 10. Die Mittelelektrode 2 ist im keramischen Isolierelement 3 axial angeordnet und steht von der Fußspitze des Isolierelementes 31 vor. Durch die Mittelelektrode 2 verläuft zentrisch die Mittelachse 6 der Zündeinrichtung 10. An der Stirnfläche des zylindrischen Zündkerzenkörpers 1 ist ein erstes Masseelektrodenpaar 4 derart angebracht, dass das führende Ende der ersten und der zweiten Masseelektrode 41, 42 des ersten Masseelektrodenpaares 4 mittels Schweißen an der Stirnfläche des zylindrischen Zündkerzenkörpers 1 befestigt ist. 90° versetzt zu dem ersten Masseelektrodenpaar 4 ist auf der Stirnfläche des Zündkerzenkörpers 1 ein zweites Masseelektrodenpaar 5 derart befestigt, dass das führende Ende der dritten und der vierten Masseelektrode 51, 52 des zweiten Masseelektrodenpaares 5 mittels Schweißen an der Stirnfläche des zylindrischen Zündkerzenkörpers 1 befestigt ist. Für die aus einem nichtedlen Metall, aus einer Nickelbasislegierung, ausgebildeten Masseelektroden 41, 42, 51, 52 werden Elektrodenröhren mit Maßen der Größenordnung 1,7mm x 2,7mm verwendet. Nach dem Schweißen werden die erste und die zweite Masseelektrode 41, 42 des ersten Masseelektrodenpaares 4 in Richtung der Mittelachse 6 der Zündeinrichtung 10 derart gebogen, dass die Masseelektroden 41, 42 des ersten Masseelektrodenpaares 4 in Bezug auf die Spitze 21 der Mittelelektrode 2 auf die gleiche Biegehöhe positioniert sind. Danach werden die erste und die zweite Masseelektrode 41, 42 des ersten Masseelektrodenpaares 4 mit äquidistantem Radius mittels eines Stempels mit einem Durchmesser zwischen 3,4mm und 3,6mm, abhängig von dem Mittelelektrodenröhrendurchmesser und dem Elektrodenabstand, ausgestanzt. Die Masseelektroden 41, 42 des ersten Masseelektrodenpaares 4 sind auf die gleiche Biegehöhe gegenüberliegend zueinander ausgerichtet. In einem weiteren Verfahrensschritt werden die dritte und die vierte Masseelektrode 51, 52 des zweiten Masseelektrodenpaares 5 in Richtung der Mittelachse 6 der Zündeinrichtung 10 derart gebogen, dass die Masseelektroden 51, 52 des zweiten Masseelektrodenpaares 5 in Bezug auf die Spitze 21 der Mittelelektrode 2 auf die gleiche Biegehöhe positioniert sind. Danach werden die dritte und die vierte Masseelektrode 51, 52 des zweiten Masseelektrodenpaares 5 mit äquidistantem Radius mittels eines Stempels mit einem Durchmesser zwischen 3,4mm und 3,6mm, abhängig von dem Mittelelektrodenröhrendurchmesser und dem Elektrodenabstand, ausgestanzt. In Bezug auf die Mittelelektrode 2 sind die Masseelektroden 51, 52 des zweiten Masseelektrodenpaares 5 auf die gleiche Biegehöhe gegenüberliegend zueinander ausgerichtet, wobei das zweite Masseelektrodenpaar 5 zum ersten Masseelektrodenpaar 4 in Bezug auf die Spitze 21 der Mittelelektrode 2 derart höhenversetzt angeordnet ist, dass das erste Masseelektrodenpaar 4 in Bezug auf die Spitze 21 der Mittelelektrode 2 tiefer angeordnet ist als das zweite Masseelektrodenpaar 5. Der Abstand der Masseelektroden 41, 42, 51, 52 zur Mittelelektrode 2, der sog. Elektrodenabstand g1 und damit die Luftfunkenstrecke, entspricht in

etwa dem Funkenweg des Luftfunken, der aus der Mittelelektrode 2 austritt und auf die der Mittelelektrode 2 zugewandten Endfläche der Masseelektroden 41a, 42a, 51a, 52a überspringt. Wie in Figur 2 und 3 gezeigt, wird der Elektrodenabstand g1 somit zwischen der der Mittelelektrode 2 zugewandten Endfläche der Masseelektroden 41a, 42a, 51a, 52a und der Mantelfläche der Mittelelektrode 2 gebildet. Jede der vier Masseelektroden 41, 42, 51, 52 bildet zusammen mit der Mittelelektrode 2 den gleichen Elektrodenabstand g1 bzw. die gleiche Luftfunkenstrecke aus, sodass der Elektrodenabstand g1 zwischen jeder Masseelektrode 41, 42, 51, 52 und der Mittelelektrode 2 äquidistant ist. Der Elektrodenabstand g1 beträgt 300µm. Abhängig vom Verschleiß wird der Elektrodenabstand g1 durch Nachbiegen der Masseelektroden 41, 42, 51, 52 auf 300µm nachjustiert. Der Elektrodenabstand g1 ist geringer als der Abstand g2 der Masseelektroden 41, 42, 51, 52 zum Isolierelement 3, sodass nur eine Luftfunkenstrecke, die dem Elektrodenabstand g1 entspricht, ausgebildet ist.

**[0039]** In einer zweiten Ausführungsform ist ein drittes (nicht gezeigtes) Masseelektrodenpaar zu dem ersten und dem zweiten Masseelektrodenpaar 4, 5 in Bezug auf die Spitze 21 der Mittelelektrode 2 derart höhenversetzt angeordnet, dass das dritte Masseelektrodenpaar tiefer in Bezug auf die Spitze 21 der Mittelelektrode 2 als das erste Masseelektrodenpaar 4 angeordnet ist. In Bezug auf die Spitze 21 der Mittelelektrode 2 ist das zweite Masseelektrodenpaar 5 höher als das erste Masseelektrodenpaar 4 und das dritte Masseelektrodenpaar angeordnet, wobei das dritte Masseelektrodenpaar tiefer als das erste Masseelektrodenpaar 4 angeordnet ist. Dabei sind die Masseelektroden der ersten, zweiten und dritten Masseelektrodenpaare zur Stirnfläche des zylindrischen Zündkerzenkörpers 1 um etwa 60° versetzt angeordnet.

**[0040]** An der Stirnfläche des zylindrischen Zündkerzenkörpers 1 ist das dritte (nicht gezeigte) Masseelektrodenpaar entsprechend dem in der ersten Ausführungsform beschriebenen Verfahren angebracht. Für die aus einem nichtedlen Metall, aus einer Nickelbasislegierung, ausgebildeten Masseelektroden des dritten Masseelektrodenpaars werden wie in der ersten Ausführungsform beschrieben Elektrodendrähte mit Maßen der Größenordnung 1,7mm x 2,7mm verwendet.

**[0041]** Die Positionierung der Masseelektroden des ersten, zweiten und dritten Masseelektrodenpaars erfolgt derart, dass als erstes die Masseelektroden des am tiefstliegenden Masseelektrodenpaars, das dritte Masseelektrodenpaar, in Bezug auf die Spitze 21 der Mittelelektrode 2 an der Stirnfläche des zylindrischen Zündkerzenkörpers 1 geschweißt werden. Danach werden die Masseelektroden 41, 42 des mittleren Masseelektrodenpaars, das erste Masseelektrodenpaar 4, in Bezug auf die Spitze 21 der Mittelelektrode 2 an der Stirnfläche des zylindrischen Zündkerzenkörpers 1 geschweißt. Anschließend werden die Masseelektroden 51, 52 des obersten Masseelektrodenpaars, das zweite Masseelektrodenpaar 5, in Bezug auf die Spitze 21 der Mittelelek-

trode 2 an der Stirnfläche des zylindrischen Zündkerzenkörpers 1 geschweißt. Nachfolgend werden die Masseelektroden des dritten Masseelektrodenpaars gebogen und ausgestanzt. In einem weiteren Verfahrensschritt werden die Masseelektroden 41, 42 des ersten Masseelektrodenpaars 4 gebogen und ausgestanzt. Anschließend werden die Masseelektroden 51, 52 des zweiten Masseelektrodenpaars 5 gebogen und ausgestanzt. Jede Masseelektrode bildet zusammen mit der Mittelelektrode 2 den gleichen Elektrodenabstand g1 aus.

**[0042]** Die Erfindung ist nicht nur auf die beschriebenen Beispiele beschränkt, sondern weitere Masseelektrodenpaare können höhenversetzt in Bezug auf die Spitze der Mittelelektrode angeordnet werden.

**[0043]** Des Weiteren besteht die Möglichkeit die Masseelektroden zusätzlich mit einer Edelmetalllegierung zu armieren. Weiterhin ist denkbar, dass die Masseelektroden aus anderen metallischen Werkstoffen hergestellt werden.

**[0044]** Eine zusätzliche Möglichkeit besteht darin, dass die Masseelektroden der Masseelektrodenpaare an der Stirnfläche des zylindrischen Zündkerzenkörpers auf einen anderen als 90°- oder 60°-Winkel versetzt angeordnet sind.

**[0045]** Zusätzlich können für die Masseelektroden Elektrodendrähte mit anderen Maßen verwendet werden. Des Weiteren kann der Stempel, mit dem die Masseelektroden ausgestanzt werden, verschiedene Durchmesser aufweisen.

**[0046]** Die Erfindung lässt sich allgemein auf Zündrichtungen anwenden.

#### Bezugszeichenliste

#### **[0047]**

- 1 - Zündkerzenkörper
- 2 - Mittelelektrode
- 21 - Spitze der Mittelelektrode
- 3 - Isolierelement
- 31 - Fußspitze des Isolierelementes
- 4 - erstes Masseelektrodenpaar
- 41 - erste Masseelektrode vom ersten Masseelektrodenpaar
- 41a - der Mittelelektrode 2 zugewandten Endfläche der Masseelektrode 41
- 42 - zweite Masseelektrode vom ersten Masseelektrodenpaar
- 42a - der Mittelelektrode 2 zugewandten Endfläche der Masseelektrode 42
- 5 - zweites Masseelektrodenpaar
- 51 - dritte Masseelektrode vom zweiten Masseelektrodenpaar
- 51a - der Mittelelektrode 2 zugewandten Endfläche der Masseelektrode 51
- 52 - vierte Masseelektrode vom zweiten Masseelektrodenpaar
- 52a - der Mittelelektrode 2 zugewandten Endfläche

- der Masseelektrode 52  
 6 - Mittelachse der Zündeinrichtung  
 10 - Zündeinrichtung

### Patentansprüche

1. Zündeinrichtung, insbesondere Zündkerze für eine Verbrennungskraftmaschine, die umfasst:

- einen Zündkerzenkörper aus einem elektrisch leitenden Material,
- ein elektrisches Isolierelement, das zentrisch im Zündkerzenkörper angeordnet ist,
- eine Mittelelektrode, die zentrisch im Isolierelement angeordnet ist und von der Fußspitze des Isolierelementes vorsteht und
- seitlich zur Mittelelektrode angestellte Masseelektroden, die mit dem Zündkerzenkörper verbunden sind, wobei wenigstens eine der Masseelektroden mit einer zweiten Masseelektrode im Wesentlichen auf der gleichen Biegehöhe angeordnet ist und ein erstes Masseelektrodenpaar bildet

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das erste Masseelektrodenpaar (4) zu wenigstens einem weiteren Masseelektrodenpaar in Bezug auf die Spitze (21) der Mittelelektrode (2) höhenversetzt angeordnet ist und jede Masseelektrode zusammen mit der Mittelelektrode (2) einen im Wesentlichen gleichen Elektrodenabstand (g1) ausbildet.

2. Zündeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Masseelektrodenpaar (4) in Bezug auf die Spitze (21) der Mittelelektrode (2) tiefer als ein zweites Masseelektrodenpaar (5) angeordnet ist.

3. Zündeinrichtung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein drittes Masseelektrodenpaar zu dem ersten und dem zweiten Masseelektrodenpaar (4, 5) in Bezug auf die Spitze (21) der Mittelelektrode (2) derart höhenversetzt ist, dass das dritte Masseelektrodenpaar tiefer als das erste Masseelektrodenpaar (4) angeordnet ist.

4. Zündeinrichtung nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zu einem Paar gehörenden Masseelektroden am Zündkerzenkörper (1) gegenüberliegend zueinander angeordnet sind.

5. Zündeinrichtung nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittelelektrode (2) und die Masseelektroden im Wesentlichen aus

einem nichtedlen Metall ausgebildet sind.

6. Zündeinrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittelelektrode (2) und die Masseelektroden im Wesentlichen aus einer Nikkelbasislegierung ausgebildet sind.

7. Zündeinrichtung nach Anspruch 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Endfläche der Masseelektroden der Mantelfläche der Mittelelektrode (2) gegenüberliegt, und der Elektrodenabstand (g1) geringer ist als der Abstand (g2) der Masseelektrode (2) zum Isolierelement (3).

8. Zündeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektrodenabstand (g1) zwischen jeder Masseelektrode und der Mittelelektrode (2) im Wesentlichen äquidistant ist.

9. Zündeinrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektrodenabstand (g1) etwa zwischen 200 µm bis 600 µm liegt.

10. Zündeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektrodenabstand (g1) durch Nachbiegen der Masseelektroden nachjustierbar ist.

11. Zündeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Masseelektrode mit der Mittelelektrode (2) über den Elektrodenabstand (g1) eine Luftfunkenstrecke bildet.

12. Verfahren zur Positionierung von wenigstens einer Masseelektrode in der Zündeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** es folgende Schritte umfasst:

- Anbringen eines führenden Endes einer ersten und einer zweiten Masseelektrode (41, 42) auf die Stirnfläche eines Zündkerzenkörpers (1) derart, dass ein erstes Masseelektrodenpaar (4) gebildet wird,
- Anbringen eines führenden Endes einer dritten und einer vierten Masseelektrode (51, 52) auf die Stirnfläche des Zündkerzenkörpers (1) derart, dass ein zweites (5) zu dem ersten Masseelektrodenpaar (4) in Bezug auf die Spitze (21) der Mittelelektrode (2) höhenversetztes Masseelektrodenpaar gebildet wird,
- Biegen der ersten und zweiten Masseelektrode (41, 42) des ersten Masseelektrodenpaars (4) in Richtung der Mittelachse (6) der Zündeinrichtung (10),

- Ausstanzen der ersten und zweiten Masseelektrode (41, 42) des ersten Masseelektrodenpaars (4) derart, dass zwischen jeder Masseelektrode (41, 42) des ersten Masseelektrodenpaars (4) und der Mittelelektrode (2) ein im Wesentlichen gleicher Elektrodenabstand (g1) gebildet wird, 5
  - Biegen der dritten und vierten Masseelektrode (51, 52) des zweiten Masseelektrodenpaars (5) in Richtung der Mittelachse (6) der Zündeinrichtung (10), 10
  - Ausstanzen der dritten und vierten Masseelektrode (51, 52) des zweiten Masseelektrodenpaars (5) derart, dass zwischen jeder Masseelektrode (51, 52) des zweiten Masseelektrodenpaars (5) und der Mittelelektrode (2) ein im Wesentlichen gleicher Elektrodenabstand (g1) gebildet wird. 15
13. Verfahren nach Anspruch 12, 20  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zwischen jeder Masseelektrode (41, 42, 51, 52) und der Mittelelektrode (2) ein im Wesentlichen gleicher Elektrodenabstand (g1) gebildet wird. 25
14. Verfahren nach Anspruch 12 und 13,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** ein drittes Masseelektrodenpaar zu dem ersten und dem zweiten Masseelektrodenpaar (4, 5) im Bezug auf die Spitze (21) der Mittelelektrode (2) höhenversetzt angebracht wird. 30
15. Verfahren nach Anspruch 12 bis 14,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Masseelektroden derart nachgebogen werden, dass der Elektrodenabstand (g1) nachjustiert wird. 35
16. Verfahren nach Anspruch 12 bis 15,  
**dadurch gekennzeichnet,** 40  
**dass** die Masseelektroden mit äquidistanten Radien in Bezug auf die Mantelfläche der Mittelelektrode (2) ausgestanzt werden.
17. Verbrennungskraftmaschine mit einer Zündeinrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 11. 45

50

55

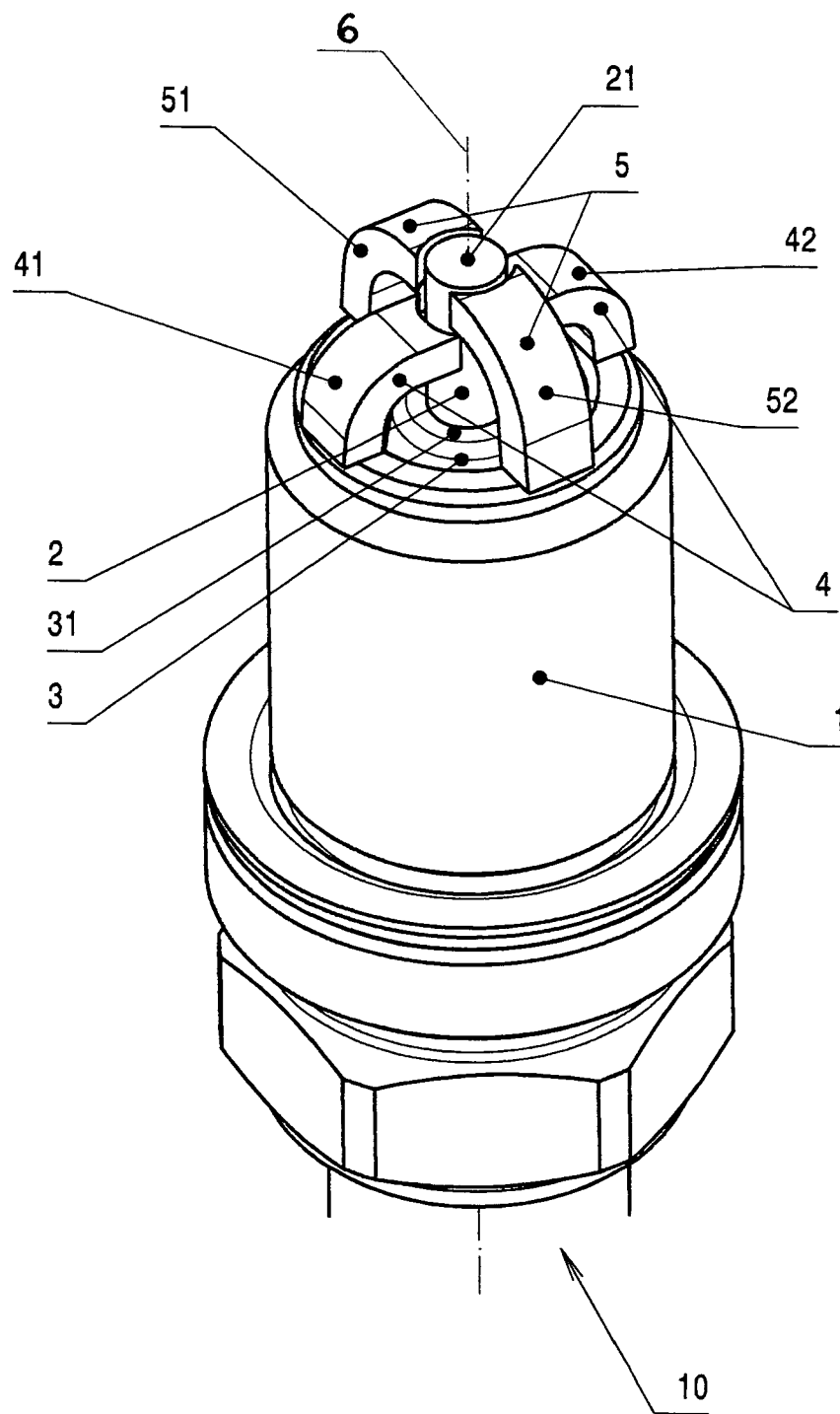


Fig. 1

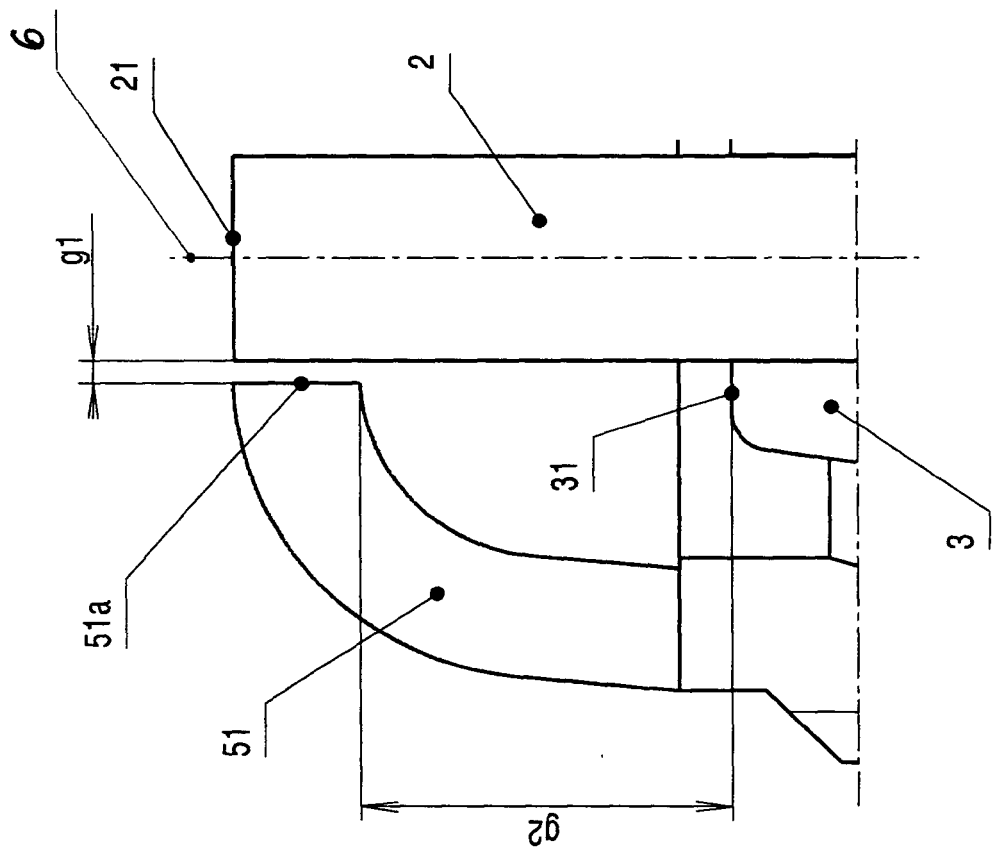


Fig. 2

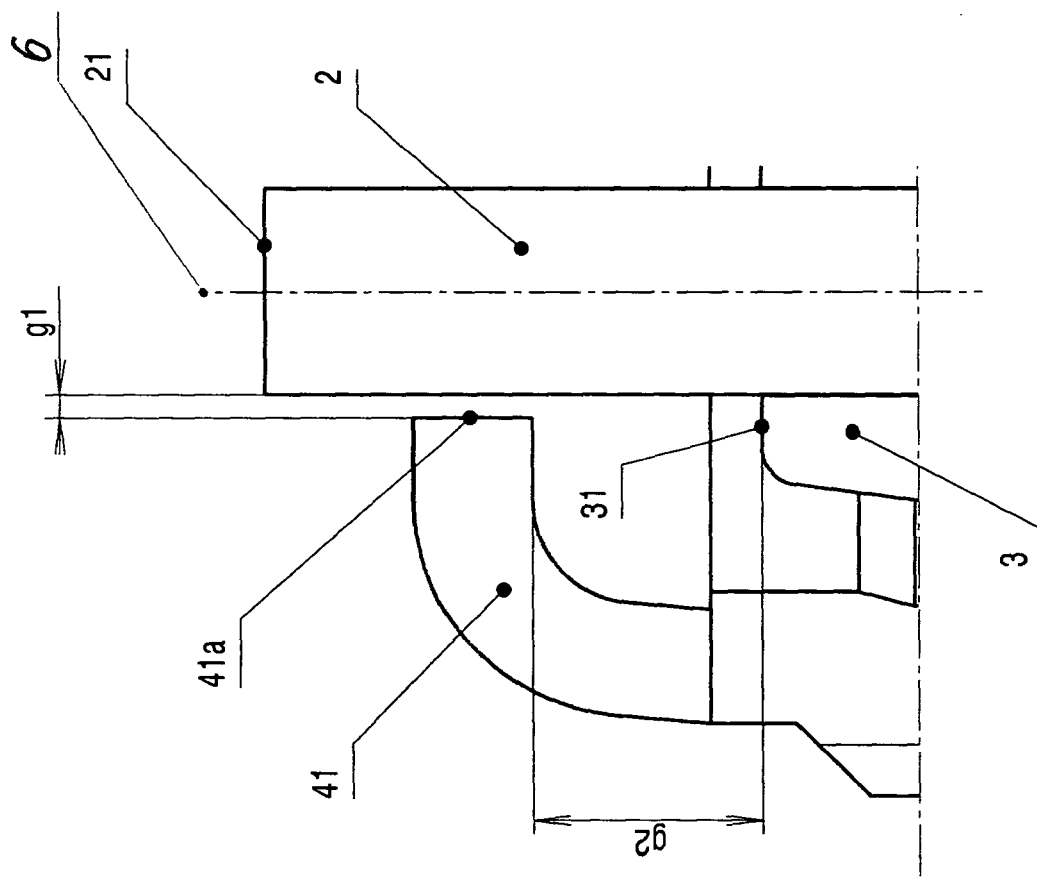


Fig. 3

**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**

- DE 19503223 A1 [0005]