



(10) **DE 10 2009 048 643 B4** 2013.11.28

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 048 643.7**
(22) Anmeldetag: **30.09.2009**
(43) Offenlegungstag: **31.03.2011**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **28.11.2013**

(51) Int Cl.: **F23Q 7/22 (2006.01)**
F23Q 7/00 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**BorgWarner BERU Systems GmbH, 71636,
Ludwigsburg, DE**

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

(72) Erfinder:
**Cheng, Yue, Dr., 71679, Asperg, DE; Kasimirski,
Hans Peter, 71640, Ludwigsburg, DE; Müller,
Helmut, 74394, Hessigheim, DE; Sajatovic,
Drazen, 71679, Asperg, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	10 2005 051 817	B4
DE	10 2004 055 218	A1
DE	10 2006 016 566	A1
JP	2001- 241 660	A
JP	2003- 166 715	A
JP	H07- 103 478	A
JP	2002- 195 559	A

(54) Bezeichnung: **Glühkerze und Verfahren zum Verbinden eines Stifts aus einer Funktionskeramik mit einer Metallhülse**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Glühkerze mit einem Gehäuse (1), in dem ein Innenleiter (4) angeordnet ist, einer Metallhülse (6), die in dem Gehäuse (1) steckt, und einem keramischen Glühstift (5), der in der Metallhülse (6) angeordnet ist, wobei der Glühstift (5) mit seinen beiden Enden aus der Metallhülse (6) herausragt und mit seinem hinteren Ende an den Innenleiter (4) angeschlossen ist, und wobei die Metallhülse (6) an ihrem hinteren Ende einen sich verjüngenden Abschnitt (6a) aufweist, der einen sich verjüngenden Abschnitt (5a) des Glühstifts (5) umschließt. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Glühstift (5) in die Metallhülse (6) eingepresst ist. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Verbinden eines Stifts (5) aus einer Funktionskeramik mit einer Metallhülse (6).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Glühkerze mit einem keramischen Glühstift, einer Metallhülse und einem Gehäuse, wobei der Glühstift in der Metallhülse angeordnet ist und die Metallhülse in dem Gehäuse steckt und von einem Verfahren zum Verbinden eines Stifts aus einer Funktionskeramik mit einer Metallhülse.

[0002] Aus der DE 10 2005 051 817 B4 ist eine Glühkerze bekannt, die einen keramischen Glühstift aufweist, der mit einem brennraumfernen Endabschnitt durch einen Drucksensor und eine Einpresshülse hindurchragt. Die beiden Enden des Glühstifts ragen aus einem metallischen Stützrohr heraus, das an seinen Enden verbördelt ist, so dass der Sensor und die Einpresshülse in dem Stützrohr gehalten sind.

[0003] Aus der DE 10 2006 016 566 A1 ist eine Glühkerze mit einer Metallhülse bekannt, die in einem Gehäuse steckt und aus der ein Glühstift mit seinen beiden Enden herausragt. Der Glühstift ist mit seinem hinteren Ende an einen von dem Gehäuse umgebenen Innenleiter angeschlossen ist. Die Metallhülse hat an ihrem hinteren Ende einen sich verjüngenden Abschnitt, der einen sich verjüngenden Abschnitt des Glühstifts umschließt. Zur Herstellung der bekannten Glühkerze werden eine Metallhülse und ein Glühstift sowie Innenleiter und Glühstift miteinander verlötet. Dabei besteht die Gefahr, dass sich Lötbrücken bilden, die zu Kurzschlüssen führen.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es einen Weg aufzuzeigen, wie die Herstellung einer Glühkerze der eingangs genannten Art vereinfacht und dabei Kurzschlüsse vermieden werden können.

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

[0006] Bei einer erfindungsgemäßen Glühkerze ist der Glühstift in die Metallhülse eingepresst. Durch das Einpressen kann kostengünstig eine zuverlässige und robuste Verbindung zwischen dem keramischen Glühstift und der Metallhülse geschaffen werden. Vorteilhaft wird auf diese Weise eine einfache und kostengünstige Herstellung der Glühkerze sowie eine Verbesserung der zentrischen Lage, Koaxialität und der Längenmaßhaltigkeit ermöglicht. Die Gefahr von Kurzschlüssen durch Lötbrücken kann dabei vermieden werden. Zudem kann mit einer erfindungsgemäßen Glühkerze eine erhöhte Lebensdauer erzielt werden. Beim Löten treten nämlich wegen unterschiedlicher Ausdehnungskoeffizienten von Metallhülse, Lotmaterial und Glühstift hohe mechanische Spannungen auf, die Rissbildung begünstigen und deshalb zu einem vorzeitigen Ausfall der Glüh-

kerze führen können. Insbesondere eine ungleichmäßige Benetzung mit Lotmaterial kann wegen unterschiedlicher thermischer Ausdehnungskoeffizienten von Metallhülse, Lotmaterial und Glühstift Schubkräfte bewirken, die Risse erzeugen. Temperaturbedingte Spannungen und die damit verbunden Gefahr einer Rissbildung können erfindungsgemäß vorteilhaft verhindert werden. Vorteilhaft ist ferner, dass im Betrieb der Brennraumdruck in Einpressrichtung wirkt und deshalb den Presssitz stabilisiert.

[0007] Der keramische Glühstift hat bevorzugt einen keramischen Innenleiter und einen keramischen Außenleiter, zwischen denen ein keramischer Isolator angeordnet ist. Ein derartiger Glühstift kann beispielsweise durch Brennen eines extrudierten Grünkörpers kostengünstig hergestellt werden. Die Metallhülse kann vorteilhaft zum Kontaktieren des Außenleiters verwendet werden, so dass dieser über das Kerzengehäuse auf Masse gelegt werden kann. Alternativ kann jedoch auch ein keramischer Glühstift verwendet werden, der einen metallischen Heizleiter aufweist, der in einem Keramikkörper eingebettet ist.

[0008] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass wenigstens eine ringförmige Erhebung eine lokale Erhöhung des Pressdrucks zwischen dem sich verjüngenden Abschnitt der Metallhülse und dem davon bedeckten Abschnitt des Glühstifts bewirkt. Die ringförmige Erhebung kann an einer Innenfläche der Metallhülse oder an dem Glühstift vorgesehen sein. Durch eine solche ringförmige Erhebung kann lokal eine erhöhte Kraft zwischen der Metallhülse und dem Glühstift bewirkt werden. Vorteilhaft lässt sich auf diese Weise eine verbesserte Abdichtung zwischen Glühstift und Metallhülse erreichen. Dies ist insbesondere bei Druckmessglühkerzen vorteilhaft, da ein Einsickern von Gasen aus dem Brennraum möglichst vermieden werden soll und deshalb eine möglichst dichte Verbindung des Glühstifts mit der Metallhülse wünschenswert ist. Ein weiterer Vorteil von einer oder mehreren ringförmigen Erhebungen besteht darin, dass die Endkante der Metallhülse mit einer geringeren Kraft auf den Glühstift presst. Dadurch kann die Gefahr einer Beschädigung des Glühstifts beim Einpressen vorteilhaft reduziert werden.

[0009] Der sich verjüngende Abschnitt des Glühstifts hat bevorzugt einen kreisförmigen Querschnitt. Im Prinzip kann der sich verjüngende Abschnitt des Glühstifts aber auch kantig, beispielsweise ähnlich einer Pyramide, geformt sein.

[0010] Der sich verjüngende Abschnitt der Metallhülse und der sich verjüngende Abschnitt des Glühstifts können konisch geformt sein, also die Form eines Kegelstumpfes haben. Alternativ kann jedoch auch eine konkave Form gewählt werden. Beispielsweise kann der Glühstift in seinem sich verjüngenden Ab-

schnitt eine im Längsschnitt konkave Oberfläche aufweisen, die beispielsweise in einen konisch geformten Endabschnitt der Metallhülse gepresst werden kann. Durch die konkave Form kann erreicht werden, dass sich beim Einpressen der Winkel der Kontaktfläche kontinuierlich verändert und so die Gefahr einer Beschädigung des Glühstifts reduziert werden. Eine konkave Oberfläche kann bei einem Glühstift beispielsweise durch schleifende Bearbeitung erreicht werden.

[0011] Ist der sich verjüngende Abschnitt des Glühstifts konisch ausgebildet, so ist für die Abschrägung der konischen Verjüngung in Bezug auf die Längsrichtung ein Winkel von 5° bis 10° bevorzugt. Dies bedeutet, dass der Quotient aus der Abnahme des Radius des Glühstifts in seinem sich verjüngenden Abschnitt und der Länge des sich verjüngenden Abschnitts zwischen 0,08 und 0,18 beträgt. Dieser Bereich für den Quotienten aus der Abnahme des Radius in dem sich konisch verjüngenden Abschnitt und der Länge des sich verjüngenden Abschnitts ist auch für Glühstifte bevorzugt, bei denen der sich verjüngende Abschnitt nicht konisch geformt ist, sondern beispielsweise konkave geformt ist und/oder ringförmige Erhebungen aufweist. Die Abnahme des Radius ist dabei die Differenz zwischen dem Radius am Anfang des von dem sich verjüngenden Endabschnitt der Metallhülse bedeckten Glühstiftabschnitts und dem Radius am hinteren Ende des von der Metallhülse bedeckten Glühstiftabschnitts.

[0012] Der sich verjüngende Abschnitt der Metallhülse ist bevorzugt mindestens ebenso lang wie der Durchmesser der Metallhülse an ihrer breitesten Stelle.

[0013] Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Verbinden eines Stifts aus einer Funktionskeramik mit einer Metallhülse, die einen sich verjüngenden Endabschnitt aufweist, wobei der Stift mit einem sich verjüngenden Abschnitt in die Metallhülse eingepresst wird, so dass der sich verjüngenden Abschnitt des Stifts von dem sich verjüngenden Endabschnitt der Metallhülse bedeckt ist. Dabei genügt es, wenn ein Teil des sich verjüngenden Abschnitts des Stifts von der Hülse bedeckt ist. Beim Einpressen des Stifts wird die Metallhülse elastisch und/oder plastisch verformt. Der eingepresste Stift ist ein keramischer Glühstift oder gehört zu einem Gas- oder Temperatursensor.

[0014] Bevorzugt wird der keramische Stift in eine erhitze Metallhülse eingepresst. Auf diese Weise kann die Einpresskraft vorteilhaft reduziert werden. Indem sich die Metallhülse anschließend abkühlt und dabei zusammenzieht, ergeben sich vorteilhaft eine Erhöhung der Haltekraft und damit eine verbesserte Abdichtung zwischen Stift und Metallhülse.

[0015] Bei der Erläuterung der vorliegenden Erfindung wird die im Betrieb dem Brennraum zugewandte Seite als vordere Seite und die im Betrieb dem Brennraum abgewandte Seite als hintere Seite eines Bauteils bezeichnet.

[0016] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden an Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Abbildungen erläutert. Es zeigen:

[0017] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Glühkerze;

[0018] [Fig. 2](#) ein Ausführungsbeispiel einer Metallhülse mit eingepresstem Glühstift und Innenleiter;

[0019] [Fig. 3](#) den Innenleiter des in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsbeispiels;

[0020] [Fig. 4](#) eine Detailansicht zu [Fig. 2](#);

[0021] [Fig. 5](#) eine Detailansicht des Endabschnitts der Metallhülse;

[0022] [Fig. 6](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel der Metallhülse;

[0023] [Fig. 7](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel der Metallhülse;

[0024] [Fig. 8](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel der Metallhülse;

[0025] [Fig. 9](#) ein Ausführungsbeispiel des Glühstifts;

[0026] [Fig. 10](#) Beispiele von Druckverläufen im Endabschnitt der Metallhülse; und

[0027] [Fig. 11](#) ein Ausführungsbeispiel zum Anschluss des Glühstifts an den metallischen Innenleiter der Glühkerze.

[0028] In [Fig. 1](#) ist schematisch ein Ausführungsbeispiel einer Glühkerze in einer teilweise geschnittenen Ansicht dargestellt. Die Glühkerze hat ein metallisches Gehäuse **1** mit einem Außengewinde **2** und einem Sechskant **3**. In dem Gehäuse **1** ist ein metallischer Innenleiter **4** angeordnet, der an das hintere, brennraumabgewandte Ende eines keramischen Glühstifts **5** angeschlossen ist. Der keramische Glühstift **5** ist in eine Metallhülse **6** eingepresst, die in dem Gehäuse **1** steckt. Der Glühstift **5** ragt mit seinen beiden Enden aus der Metallhülse **6** heraus und weist an seinem vorderen, brennraumseitigen Ende eine Glühspitze **7** auf.

[0029] Die Metallhülse **6** ist bevorzugt in das Gehäuse eingepresst, kann jedoch beispielsweise auch mit dem Gehäuse **1** verlötet oder verschweißt sein. Der

stabförmige metallische Innenleiter **4** weist an seinem vorderen Ende eine Öffnung auf, in die das hintere Ende des Glühstifts **5** hineinragt. Bevorzugt ist das hintere Ende des Glühstifts **5** in den Innenleiter **4** eingepresst. Möglich ist es aber auch, den Innenleiter **4** mit dem Glühstift zu verlöten.

[0030] Der keramische Glühstift **5** besteht bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel aus einem keramischen Innenleiter **8** und einem keramischen Außenleiter **9**, zwischen denen ein keramischer Isolator **10** angeordnet ist. Der keramische Innenleiter **8** und der keramische Außenleiter **9** sind durch einen keramischen Heizwiderstand an der Glühspitze **7** miteinander elektrisch leitend verbunden. Die Metallhülse **6** kontaktiert elektrisch den Außenleiter **9** des Glühstifts **5** und kann über das Gehäuse **1** auf Massepotential gelegt werden. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Metallhülse **6** deshalb sowohl Kontaktrohr als auch Schutzrohr. Alternativ ist es aber beispielsweise auch möglich ein Kontaktrohr oder einen Kontakttring aufzupressen und an einem Schutzrohr zu befestigen, beispielsweise durch Laserschweißen.

[0031] Das vordere Ende des Glühstifts **5** mit der Glühspitze **7** ist in [Fig. 1](#) nur schematisch dargestellt. Bevorzugt hat der Glühstift **5** im Bereich der Glühspitze **7** einen reduzierten Durchmesser, wie dies in [Fig. 2](#) dargestellt ist, die ein Ausführungsbeispiel einer Metallhülse **6** mit eingepresstem Glühstift **5** und metallischem Innenleiter **4** zeigt.

[0032] Wie insbesondere in [Fig. 2](#) zu erkennen ist, hat die Metallhülse **6** an ihrem hinteren Ende einen sich verjüngenden Abschnitt **6a**, der einen sich verjüngenden Abschnitt **5a** des Glühstifts **5** umschließt. Der sich verjüngende Abschnitt **5a** ist dabei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ein Endabschnitt des Glühstifts **5** und bewirkt deshalb auch eine vorteilhaft große Kontaktfläche des Innenleiters **8** des Glühstifts **5** mit dem metallischen Innenleiter **4**. Der Innenleiter **8** des Glühstifts **5** liegt mit dieser Kontaktfläche an dem metallischen Innenleiter **4** an. [Fig. 3](#) zeigt das vordere Ende des metallischen Innenleiters **4** mit der den Glühstift **5** aufnehmenden Öffnung im Detail.

[0033] Die Glühspitze **7** des in [Fig. 2](#) dargestellten Ausführungsbeispiels hat einen Außendurchmesser von 3,3 mm. Der Fasenwinkel des Abschnitts **5a** des Glühstifts **5** und des Endabschnitts **6a** der Metallhülse **6** beträgt jeweils etwa 7°. Die dargestellte Metallhülse **6** hat einen maximalen Innendurchmesser von 3,4 mm und eine Wandstärke von 0,4 mm bis 0,6 mm, beispielsweise 0,5 mm. Der Glühstift **5** wurde zentrisch in die Metallhülse **6** mit einer Kraft von etwa 2 bis 2,5 kN eingepresst. Die Metallhülse **6** wurde vor dem Einpressen erhitzt, so dass diese beim Erkalten thermisch auf den Glühstift **5** aufgeschumpft und so die Haltekraft erhöht wurde.

[0034] [Fig. 4](#) zeigt eine Detailansicht zu [Fig. 2](#). In dieser Detailansicht ist das vordere Ende der Metallhülse **6** dargestellt. Darin ist zu erkennen, dass die Metallhülse **6** in einem vorderen Endbereich zusammengedrückt ist, beispielsweise vercrimpt ist. Der Durchmesser des Glühstifts **5** nimmt hinter dem zusammengedrückten Endbereich zu, beispielsweise um 0,1 mm bis 0,5 mm. Falls der Glühstift **5** in der Metallhülse **6** brechen sollte, kann deshalb ein Herausfallen eines abgebrochenen Glühstiftteils aus der Metallhülse **6** verhindert werden, da die zusammengedrückte Stelle der Hülse **6** mit der, bevorzugt stufenförmigen, Durchmessererweiterung des Glühstifts **5** einen Formschluss bilden kann. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Metallhülse **6** an ihrem vorderen Ende zusammengedrückt. Um die vorstehend erläuterte Haltefunktion zu erfüllen, kann die Metallhülse **6** aber auch an einer Stelle zusammengedrückt sein, die von dem vorderen Ende einen Abstand hat, jedoch im vorderen Endbereich liegt.

[0035] Der sich verjüngende Endabschnitt **6a** der Metallhülse **6** und der von ihm bedeckte Abschnitt des Glühstifts **5** können konisch geformt sein. Ein Beispiel eines konisch geformten Endabschnitts **6a** der Metallhülse **6** ist in [Fig. 5](#) dargestellt. Der Fasenwinkel des Endabschnitts **6a** beträgt bevorzugt zwischen 5° und 10°.

[0036] Um die Belastung des Glühstifts **5** zu reduzieren und eine besonders feste Verbindung zu erreichen, kann die Metallhülse **6** an ihrem hinteren Ende einen oder mehrere Einschnitte aufweisen. Ein entsprechendes Ausführungsbeispiel ist in [Fig. 6](#) dargestellt. Alternativ oder zusätzlich kann die Belastung des Glühstifts **5** auch reduziert werden, indem die Metallhülse **6** an ihrem hinteren Ende eine reduzierte Wandstärke aufweist. Die Wandstärke kann sich dabei in dem verjüngten Endabschnitt **6a** gleichmäßig, insbesondere linear reduzieren. Möglich ist es auch, dass sich die Wandstärke in dem sich verjüngenden Endabschnitt **6a** stufenweise oder auch kontinuierlich aber nicht-linear reduziert.

[0037] In [Fig. 7](#) ist der Endabschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Metallhülse **6** dargestellt. Bei diesem Ausführungsbeispiel weist der sich verjüngende Endabschnitt **6a** der Metallhülse **6** an seiner Innenseite mehrere ringförmige Erhebungen **11** auf, die eine lokale Erhöhung des Pressdrucks zwischen dem Endabschnitt **6a** der Metallhülse **6** und dem davon bedeckten Abschnitt des Glühstifts **5** bewirken. Vorteilhaft wird auf diese Weise eine verbesserte Dichtheit zwischen der Metallhülse **6** und dem Glühstift **5** bewirkt.

[0038] [Fig. 8](#) zeigt den Endabschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Metallhülse. Bei diesem Ausführungsbeispiel weist der sich verjüngende Endabschnitt der Metallhülse an seiner Innenseite

nur eine einzige ringförmige Erhebung **11** auf. Diese ringförmige Erhebung **11** reduziert Spannungsspitzen an dem hinteren Ende der Metallhülse **6**. Die in [Fig. 8](#) dargestellte ringförmige Erhebung wurde als Einschnürung an der Metallhülse erzeugt.

[0039] Die in [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) dargestellten Ausführungsbeispiele können zusätzlich an ihrem hinteren Ende mit einem oder zwei Einschnitten **12** versehen werden, wie dies im Bezug auf [Fig. 6](#) erläutert wurde. Zudem kann auch bei den in den [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) dargestellten Ausführungsbeispielen die Metallhülse **6** an ihrem hinteren Ende eine reduzierte Wandstärke aufweisen.

[0040] Bei einer konischen Form der sich verjüngenden Abschnitte **5a**, **6a** der Metallhülse **6** und des Glühstifts **5** sind Winkel der Mantelfläche in Bezug auf die Längsrichtung von 5° bis 10° besonderes vorteilhaft. Falls sowohl der sich verjüngende Abschnitt **6a** der Metallhülse **6** als auch der sich verjüngende Abschnitt **5a** des Glühstifts **5** konisch geformt sind, kann die Dichtwirkung zwischen dem Glühstift **5** und der Metallhülse **6** erhöht werden, indem der Winkel des Glühstifts **5** kleiner gewählt wird als der Winkel der Metallhülse **6**, in die der Glühstift eingepresst wird. Um die verbesserte Dichtung zu erzielen, genügt eine Winkeldifferenz von einem Grad oder weniger, beispielsweise $0,1^\circ$ bis 1° .

[0041] Indem der Winkel des Glühstifts **5** kleiner als der Winkel der Metallhülse **6** gewählt wird, wird erreicht, dass vor dem Einpressen das Verhältnis des Innenradius der Metallhülse **6** am Anfang des sich verjüngenden Endabschnitts **6a** zu dem Innenradius am hinteren Ende der Metallhülse **6** größer als das Verhältnis der Radien des Glühstifts **5** an den beiden entsprechenden Stellen ist, an denen nach dem Einpressen der Anfang des sich verjüngenden Endabschnitts **6a** und das Ende der Metallhülse **6** anliegen. Dies bewirkt vorteilhaft einen erhöhten Druck am Ende des Endabschnitts **6a** der Metallhülse **6** und damit eine gute Dichtwirkung.

[0042] Anstatt konisch geformte Abschnitte **5a**, **6a** der Metallhülse **6** und des Glühstifts **5** mit unterschiedlichen Winkeln zu verwenden, kann derselbe Effekt auch erzielt werden, indem ein Glühstift **5** verwendet wird, dessen sich verjüngende Abschnitt **5a** in dem von dem Endabschnitt **6a** der Metallhülse **6** bedeckten Bereich **5a'** eine im Längsschnitt konkave Oberfläche aufweist. Ein entsprechendes Ausführungsbeispiel eines Glühstifts ist schematisch in [Fig. 9](#) dargestellt. Zur deutlicheren Darstellung sind die Konturen in [Fig. 9](#) nicht maßstäblich, sondern deutlich überhöht dargestellt. Der von dem Endabschnitt **6a** der Metallhülse **6** bedeckte Bereich **5a'** ist in [Fig. 9](#) schraffiert hervorgehoben.

[0043] Bei dem in [Fig. 9](#) dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt der Quotient aus der Abnahme des Radius des Glühstifts **5** in seinem von der Metallhülse **6** bedeckten Teil **5a'** des sich verjüngenden Abschnitts **5a** und der nach dem Einpressen von der Metallhülse **6** umschlossenen Länge des sich verjüngenden Abschnitts **5a'** zwischen $0,08$ und $0,18$. Ein Kegel, der die Endpunkte der ringförmigen Bereiche des Glühstifts **5** am Anfang und am Ende des von dem Endabschnitt **6a** Metallhülse **6** bedeckten Teilabschnitts **5a'** tangiert, hat dann einen Fasenwinkel zwischen 5° und 10° .

[0044] [Fig. 10](#) zeigt Beispiele für den Verlauf des zwischen der Metallhülse **6** und dem Glühstift **5** herrschenden Drucks in dem sich verjüngenden Endabschnitt **6a** der Metallhülse **6**. In [Fig. 10](#) ist dabei für verschiedene Glühkerzen der Druck in MPa über der Strecke des Endabschnitts **6a** in willkürlichen Einheiten aufgetragen. Das hintere Ende der Metallhülse **6** gibt den Nullpunkt der X-Achse, das vordere Ende des sich verjüngenden Bereichs der Metallhülse den Wert 4 auf der X-Achse.

[0045] Die Kurve A beschreibt den Druckverlauf für eine Metallhülse **6** mit einem konisch geformten Endabschnitt **6a** gemäß [Fig. 5](#), in die ein Glühstift **5** eingepresst ist, dessen Endabschnitt sich mit demselben Winkel verjüngt. Die Kurve B zeigt einen Kräfteverlauf für einen Glühstift **5**, der gemäß dem in [Fig. 9](#) dargestellten Ausführungsbeispiel in einem Bereich **5a'**, der von dem Endabschnitt **6a** der Metallhülse **6** bedeckt ist, eine im Längsschnitt konkave Oberfläche aufweist. Dieser Glühstift **5** wurde in eine Metallhülse **6** eingepresst, die sich konisch weniger schnell zu ihrem Ende hin verjüngt, wie dies anhand von [Fig. 9](#) erläutert wurde. Vorteilhaft ergibt sich auf diese Weise ein gleichmäßigerer Verlauf des Drucks zwischen den beiden Druckspitzen am Anfang und am Ende des sich verjüngenden Endabschnitts **6a** der Metallhülse **6**. Die Kurve C gibt den Druckverlauf für eine Metallhülse **6** an, die in ihrem Endabschnitt **6a** Aussparungen **12** aufweist, um Druckspitzen zu vermeiden. Im Unterschied zu dem in [Fig. 6](#) dargestellten Ausführungsbeispiel wurden dabei Aussparungen **12** an beiden Enden des sich verjüngenden Endabschnitts **6a** vorgesehen.

[0046] [Fig. 11](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel zum Anschluss des Glühstifts **5** an den metallischen Leiter **4** der Glühkerze. Als Alternative zum Einpressen des Glühstifts **5** in den Innenleiter **4** oder zum Verlöten des Glühstifts **5** mit dem Innenleiter **4** kann auf die Spitze des Glühstifts **5** ein Kontaktpin **13** aufgesetzt werden, der über eine Steckverbindung an den Innenleiter **4** angeschlossen wird, wie dies schematisch in [Fig. 11](#) dargestellt ist. Der Kontaktpin **13** kann vorteilhaft auf den Glühstift **5** aufgesetzt werden, nach dem dieser in die Metallhülse **6** eingepresst wurde. Beim Einpressen der Metallhülse **6** in das Gehäuse

1 der Glühkerze wird auf diese Weise ohne Schwierigkeiten auch ein Anschluss des Glühstifts **5** an den Innenleiter **4** bewirkt.

Bezugszeichenliste

1	Gehäuse
2	Außengewinde
3	Sechskant
4	metallischer Innenleiter
5	Glühstift
5a	Abschnitt
5a'	Teilbereich von 5a
6	Metallhülse
6a	Abschnitt
7	Glühspitze
8	keramischer Innenleiter
9	keramischer Außenleiter
10	Isolator
11	Erhebung
12	Einschnitt
13	Kontaktpin

Patentansprüche

1. Glühkerze mit einem Gehäuse (**1**), in dem ein Innenleiter (**4**) angeordnet ist, einer Metallhülse (**6**), die in dem Gehäuse (**1**) steckt, und einem keramischen Glühstift (**5**), der in der Metallhülse (**6**) angeordnet ist, wobei der Glühstift (**5**) mit seinen beiden Enden aus der Metallhülse (**6**) herausragt und mit seinem hinteren, brennraumfernen Ende an den Innenleiter (**4**) angeschlossen ist, und wobei die Metallhülse (**6**) an ihrem hinteren Ende einen sich verjüngenden Abschnitt (**6a**) aufweist, der einen sich verjüngenden Abschnitt (**5a**) des Glühstifts (**5**) umschließt, und wobei der Glühstift (**5**) mit dem sich verjüngenden Abschnitt (**5a**) in die Metallhülse (**6**) eingepresst und beim Einpressen des Glühstifts (**5**) die Metallhülse (**6**) elastisch und/oder plastisch verformt wurde, und die Metallhülse (**6**) an dem sich verjüngenden Abschnitt (**5a**) des Glühstifts (**5**) anliegt.

2. Glühkerze nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallhülse (**6**) an ihrem hinteren Ende einen Einschnitt (**12**) aufweist.

3. Glühkerze nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine ringförmige Erhebung (**11**) eine lokale Erhöhung des Pressdrucks zwischen dem sich verjüngenden Abschnitt (**6a**) der Metallhülse (**6**) und dem davon bedeckten Abschnitt (**5a**) des Glühstifts (**5**) bewirkt.

4. Glühkerze nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Metall-

hülse (**6**) in dem sich verjüngenden Abschnitt (**6a**) eine Innenfläche mit wenigstens einer ringförmigen Erhebung (**11**) aufweist.

5. Glühkerze nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Glühstift (**5**) in seinem sich verjüngenden Abschnitt (**5a**) wenigstens eine ringförmige Erhebungen (**11**) aufweist, die von der der Metallhülse (**6**) bedeckt ist.

6. Glühkerze nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallhülse (**6**) an ihrem hinteren Ende eine reduzierte Wandstärke aufweist.

7. Glühkerze nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Glühstift (**5**) in seinem sich verjüngenden Abschnitt (**5a**) eine im Längsschnitt konkave Oberfläche aufweist.

8. Glühkerze nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Quotient aus der Abnahme des Radius des Glühstifts (**5**) in seinem sich verjüngenden Abschnitt (**5a**) und der Länge des sich verjüngenden Abschnitts (**5a**) zwischen 0,08 und 0,18 beträgt.

9. Glühkerze nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallhülse (**6**) in einem vorderen Endbereich zusammengedrückt ist.

10. Verfahren zum Verbinden eines Stifts (**5**) aus einer Funktionskeramik, wobei der Stift ein keramischer Glühstift ist oder zu einem Gas- oder Temperatursensor gehört, mit einer Metallhülse (**6**), die einen sich verjüngenden Endabschnitt (**6a**) aufweist, wobei der Stift (**5**) mit einem sich verjüngenden Abschnitt (**5a**) in die Metallhülse (**6**) eingepresst wird und sich die Metallhülse (**6**) dabei elastisch und/oder plastisch verformt, so dass der sich verjüngende Abschnitt (**5a**) des Stifts (**5**) von dem sich verjüngenden Endabschnitt (**6a**) der Metallhülse (**6**) bedeckt ist und an ihm anliegt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenfläche des Endabschnitts (**6a**) der Metallhülse (**6**) eine andere Form als die Mantelfläche des sich verjüngenden Abschnitts (**5a**) des Stifts (**5**) hat, wobei durch die Abweichung der beiden Formen von einander der Druck auf das Ende der Metallhülse (**6**) beim Einpressen reduziert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Einpressen das Verhältnis des Innenradius der Metallhülse (**6**) am Anfang des sich verjüngenden Endabschnitts (**6a**) zu dem Innenradius am hinteren Ende (**6a**) der Metallhülse (**6**) größer ist als das Verhältnis der Radien des Stifts (**5**) an den beiden Stellen, an denen nach dem

Einpressen der Anfang des sich verjüngenden Endabschnitts (**6a**) und das Ende der Metallhülse (**6**) anliegen.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Stift in eine erhitzte Metallhülse eingepresst wird.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

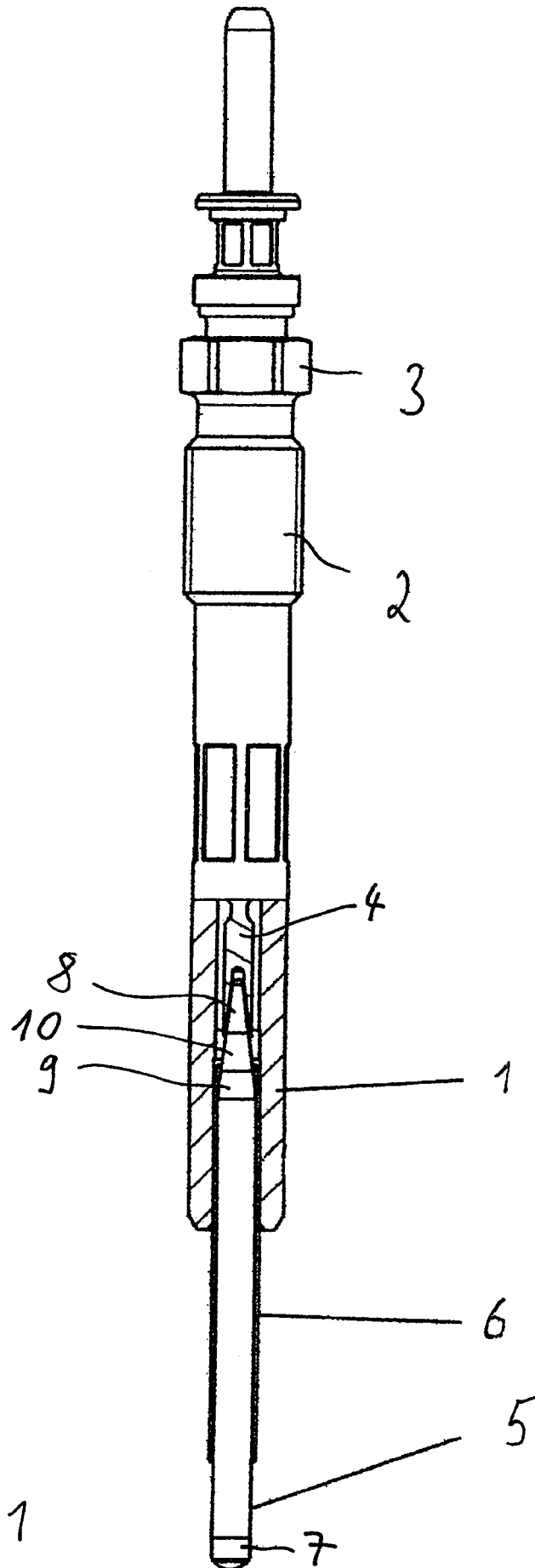


Fig. 1

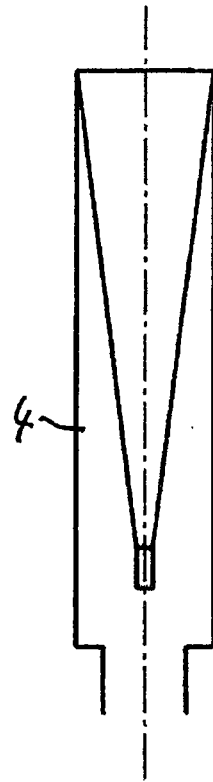
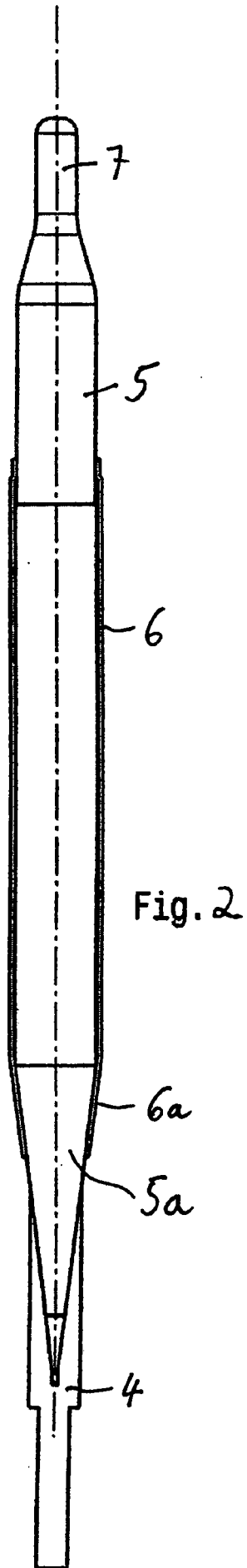


Fig. 3

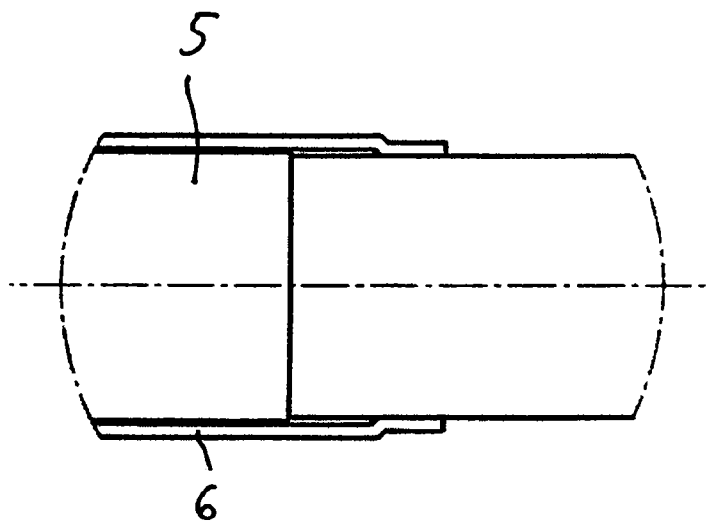


Fig. 4

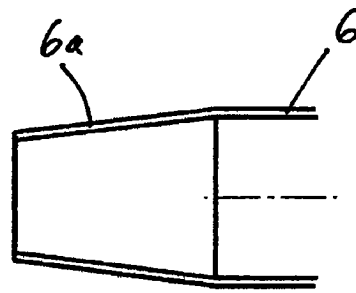


Fig. 5

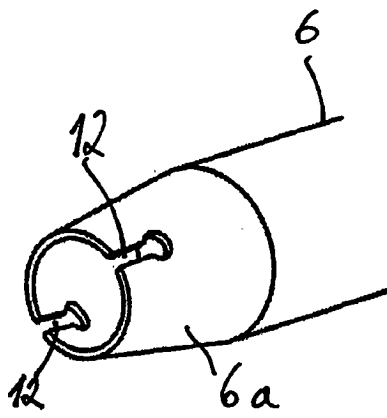


Fig. 6

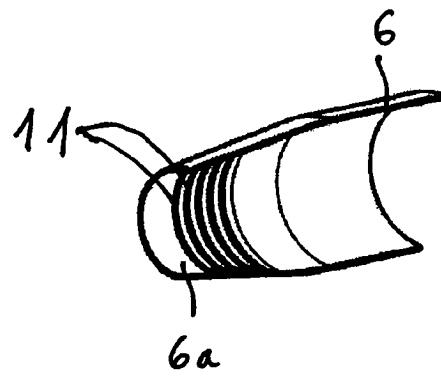


Fig. 7

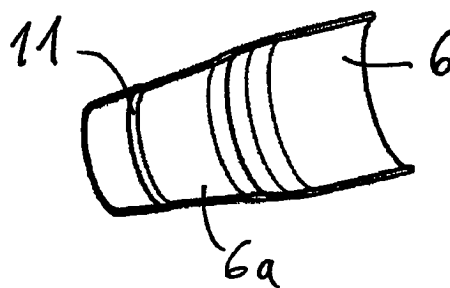


Fig. 8

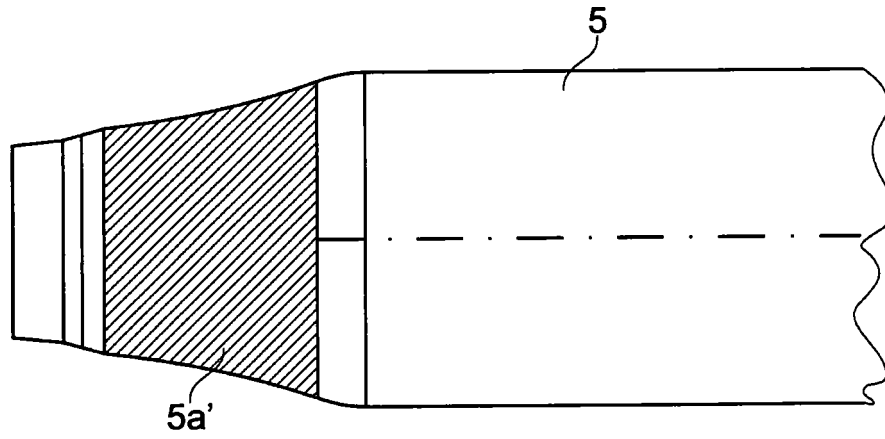


Fig. 9

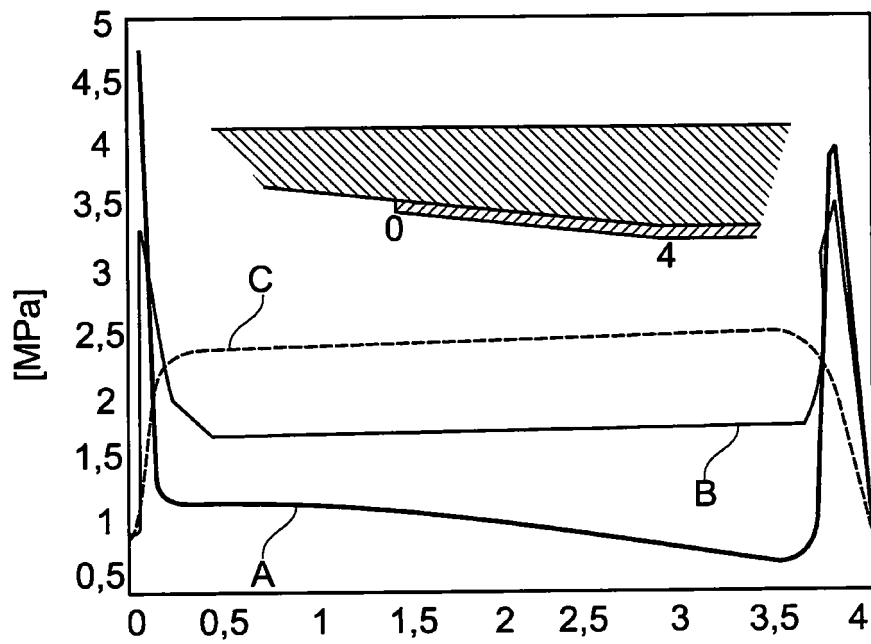


Fig. 10

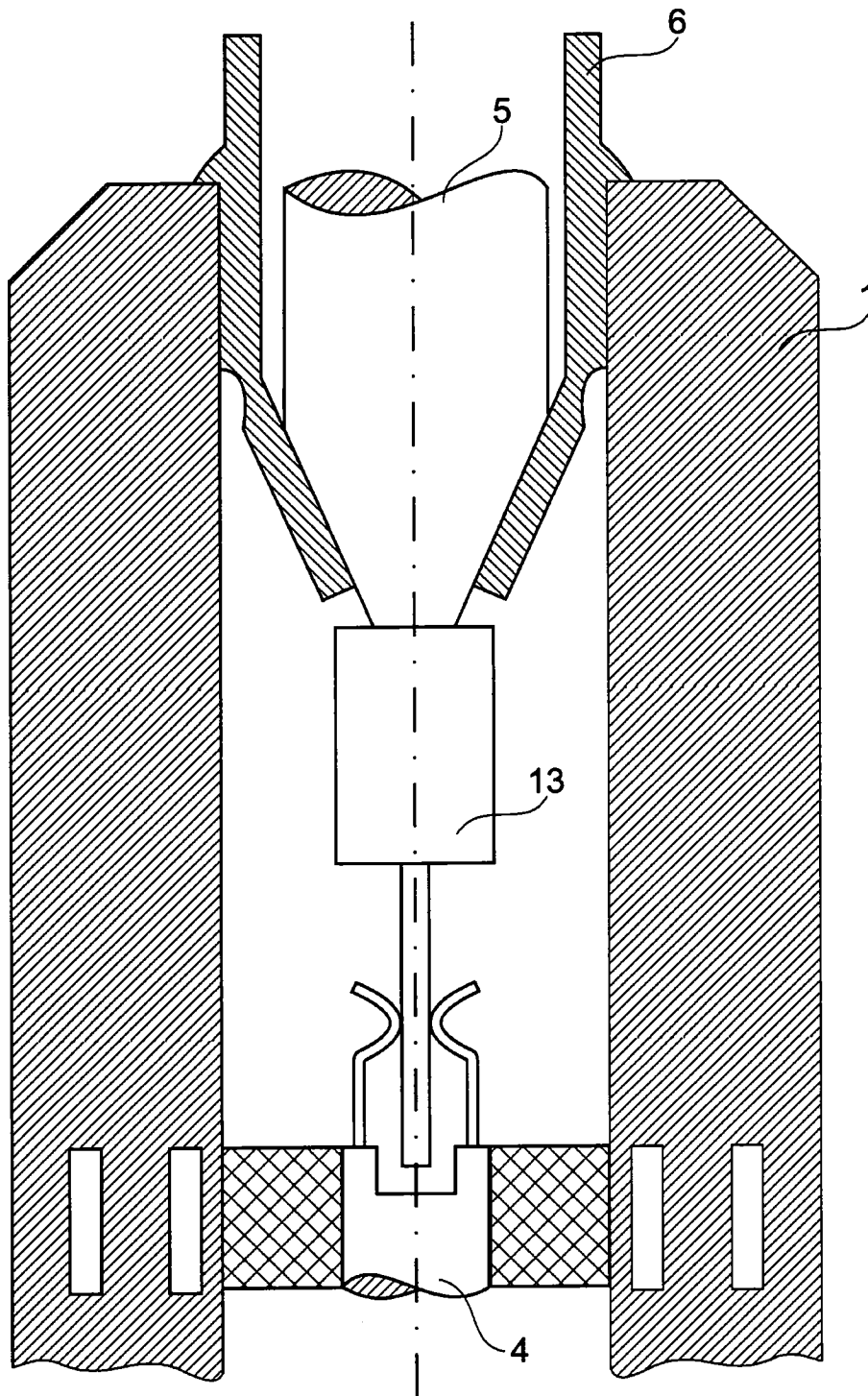


Fig. 11