



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 213 540 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.06.2002 Patentblatt 2002/24

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

(21) Anmeldenummer: **01126795.2**

(22) Anmeldetag: **09.11.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **05.12.2000 DE 10060273**

(71) Anmelder: **Vacuumschmelze GmbH & Co. KG
63450 Hanau (DE)**

(72) Erfinder:
• **Weber, Hartwin
63450 Hanau (DE)**
• **Döring, Waldemar
63594 Hasselroth (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte
Westphal, Mussnug & Partner
Mozartstrasse 8
80336 München (DE)**

(54) **Glühstiftkerze für Brennkraftmaschinen**

(57) Es wird eine Glühstiftkerze vorgeschlagen, die als Widerstandswendel in einem elektrischen Widerstandselement eine Legierung verwendet, die einen hohen positiven Temperatur-Widerstandskoeffizienten

aufweist und aus einer Eisenlegierung besteht, die während aller Betriebszustände der Glühstiftkerze eine kubisch innenzentrierte Kristallstruktur beibehält.

EP 1 213 540 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Glühstiftkerze zur Anordnung im Brennraum luftverdichtender Brennkraftmaschinen mit zwei in Reihe verbundenen Widerstandswendeln, von denen die brennraumseitige Widerstandswendel als Heizelement dient und die brennraumferne Widerstandswendel in Folge ihres hohen positiven Temperatur-Widerstandskoeffizienten als Regelement wirkt und aus einer Eisenbasislegierung besteht.

[0002] Der prinzipielle Aufbau und die Funktion einer derartigen Glühstiftkerze ist beispielsweise in der DE-C-28 02 625 wiedergegeben. Bei dieser Glühstiftkerze enthält der Glühstift ein in ein Isoliermaterial eingebettetes, elektrisches Widerstandselement, das sich aus zwei in Reihe verbundenen Widerstandswendeln zusammensetzt. Die brennraumseitige Widerstandswendel dieses Widerstandselementes dient als Heizelement und besitzt einen im wesentlichen temperaturunabhängigen Widerstand, während die brennraumferne Widerstandswendel einen hohen positiven Temperatur-Widerstand-Koeffizienten aufweist und als Regelement wirkt. Die letztere Widerstandswendel besteht dabei in der Regel aus Nickel.

[0003] Aus der DE-C-38 25 012 ist des Weiteren eine Glühkerze bekannt, die prinzipiell den gleichen Aufbau und die gleiche Funktion wie die Glühstiftkerze in der oben genannten DE-C-28 02 625 aufweist. Das Regelement besteht jedoch aus einer Kobalt-Eisen-Legierung, wobei der Eisengehalt zwischen 20 und 35 Gew.% beträgt. Diese Legierung weist bei Raumtemperatur eine kubisch innenzentrierte Kristallstruktur auf, während sie bei Erwärmung auf 1000°C in eine kubisch flächenzentrierte Kristallstruktur übergeht. Da dieses Temperaturfenster beim Betrieb der Glühstiftkerze sehr oft durchlaufen werden muss, kommt es durch die dadurch induzierten Phasenübergänge zu thermischen Ermüdungen (Zerrüttungen) des Regelementmaterials. Es hat sich gezeigt, dass diese letztgenannten Glühstiftkerzen in Folge der Zerrüttung des Regelementmaterials nur eine relativ kurze Lebensdauer haben. Es kommt ferner zu unerwünschten Betriebsstörungen und darüber hinaus fallen für die Störungsbeseitigung Kosten an.

[0004] Diesem Nachteil begegnete man in der EP 0 523 062 B1 durch die Einführung eines Regelements aus einer Kobalt-Eisen-Legierung, die während aller Betriebszustände der Glühstiftkerze eine kubisch flächenzentrierte Materialstruktur beibehält. Die dabei verwendete Kobaltbasislegierung wies einen Eisenanteil zwischen 6 und 18 Gew.% auf. Durch die Verwendung wurde eine Zerrüttung des Regelements effektiv vermieden.

[0005] Diese Kobaltbasislegierungen zeigen einen niedrigen Raumtemperatur-Widerstand und einen hohen Temperatur-Faktor, d.h. dass das Verhältnis des spezifischen Widerstandes bei einer hohen Temperatur, beispielsweise 1000°C, zum spezifischen Widerstand bei Raumtemperatur hoch ist. Dies bewirkt, dass bei niedrigen Temperaturen hohe Ströme fließen können, während sich bei hohen Temperaturen ein stationärer Strom einstellt. In der Praxis hat sich jedoch gezeigt, dass nicht unbedingt immer ein so hoher spezifischer Widerstand bei Raumtemperatur von Nöten ist.

[0006] Diese Legierungen weisen jedoch auch Nachteile auf:

[0007] An die Zunderbeständigkeit dieser Legierungen können in der Regel keine hohen Anforderungen gestellt werden. Deswegen muß die Umgebung des Regelements hermetisch abgeschlossen werden, so dass ein Kontakt mit Sauerstoff ausgeschlossen werden kann.

[0008] Des Weiteren müssen diese Kobaltbasislegierungen eine relativ hohe Schmelztemperatur aufweisen, da die Temperatur im Regelement kurzzeitig über 1200°C betragen kann, was zu Aufschmelzungen der Regelwendel führen würde. Die Schmelztemperaturen der Kobaltbasislegierungen sind hier als kritisch anzusehen.

[0009] Als Folge der hohen Temperaturen stellt sich ein Grobkorn ein, d. h. ein Korn in der Legierung überdeckt den Querschnitt. Dadurch kann die Gefahr des Abgleitens auf den Korngrenzen bestehen, die senkrecht zur Drahtachse stehen. Dies versucht man zu verhindern, in dem man die Regelwendel dicht mit Keramikpulver umgibt und damit unbeweglich macht. Dadurch sind keine zusätzlichen Maßnahmen gegen Kornwachstum nötig.

[0010] Des Weiteren zeigen die aus der EP 0 523 062 B1 bekannten Kobaltbasislegierungen eine hohe Verfestigung und lassen sich deshalb nur mit Zwischenglühungen auf die bevorzugten Abmessungen von 0,35 mm Durchmesser ziehen und zum Teil nur mit Mühe zu exakten Wendeln wickeln, weil mit der hohen Verfestigung eine Empfindlichkeit gegenüber inneren Spannungen und deren Fluktuationen verbunden ist.

[0011] Letztendlich ist Kobalt als Ausgangsmaterial sehr teuer im Vergleich zu Nickel und Eisen, wodurch auch die in der EP 0 523 062 B1 beschriebenen Kobaltbasislegierungen relativ teuer sind.

[0012] Insgesamt ergibt sich demnach der Wunsch, alternative Legierungen für Glühstiftkerzen bereitzustellen, die neben einem Preisvorteil gegenüber den aus der EP 0 523 062 B1 bekannten Kobaltbasislegierungen, einen höheren Schmelzpunkt, eine bessere Verarbeitbarkeit beim Draht- und Wendelherstellen sowie eine bessere Zunderbeständigkeit aufweisen.

[0013] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Glühstiftkerze der eingangs genannten Art gelöst, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die als Regelement dienende Widerstandswendel aus einer Eisenbasislegierung besteht, die während aller Betriebszustände der Widerstandswendel eine kubisch innenzentrierte Kristallstruktur beibehält.

[0014] Die starke Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstands dieser Eisenbasislegierungen hängt mit

dem Phänomen des Ferromagnetismus zusammen. Die Temperaturabhängigkeit ist extremal bei metallischen Legierungen mit der höchsten Sättigungsmagnetisierung. Dies geht meistens einher mit einer hohen Curie-Temperatur. Die Curie-Temperatur bestimmt den anomalen Temperaturbereich des Widerstandes und trägt ebenfalls zu einem hohen Temperaturwiderstandskoeffizienten bei.

[0015] Aus diesem Grund kommen neben den Kobaltbasislegierungen aus dem Stand der Technik nur Eisen und dessen Legierungen in Frage. Gerade reines Eisen zeigt aber bei erhöhter Temperatur in einem Fenster zwischen 900°C und 1400°C einen Phasenübergang von α -Eisen zu γ -Eisen, d. h. von einer kubisch innenzentrierten Kristallstruktur zu einer kubisch flächenzentrierten Kristallstruktur. Es kommt deshalb nicht in Frage, da damit die Zerrüttungsphänomene auftreten. Durch Zulegieren kann dieses γ -Gebiet "abgeschnürt" werden, so dass die resultierende erfindungsgemäße Eisenbasislegierung im gesamten Temperaturbereich einphasig bleibt, d. h. eine kubisch innenzentrierte Kristallstruktur aufweist. Diese Kristallstruktur weist per se eine im Vergleich zu einer kubisch flächenzentrierten Kristallstruktur geringere Verfestigung auf und ist damit per se im Vergleich zu den eingangs erwähnten kubisch flächenzentrierten Kobaltbasislegierungen leichter verarbeitbar.

[0016] Typischerweise weisen die erfindungsgemäßen Legierungen einen Temperaturfaktor größer 6 auf und bei nicht ganz so hohen Anforderungen an die Zunderbeständigkeit einen Temperaturfaktor größer 7.

[0017] Als der Eisenbasislegierung zuzulegender Metalle kommen vorzugsweise Aluminium und/oder Chrom und/oder Titan und/oder Vanadium und/oder Molybdän in Betracht. Bevorzugt sind wegen der einfacheren Herstellung jedoch binäre Legierungen.

[0018] In bevorzugten Ausführungsbeispielen, die weiter unten eingehend diskutiert werden, enthält die Eisenbasislegierung entweder zwischen ca. 1,25 und ca. 2,00 Gew.% Vanadium oder zwischen ca. 2,00 und ca. 3,50 Gew.% Molybdän oder zwischen ca. 1,00 und ca. 2,00 Gew.% Titan.

[0019] Ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Glühstiftkerze ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Dabei zeigt die Figur einen Längsschnitt durch den brennraumseitigen Bereich einer Glühstiftkerze in vergrößerter Darstellung.

[0020] Die Legierungen gemäß der vorliegenden Erfindung wurden durch Schmelzen von ARMCO-Eisen als Ausgangsmaterial hergestellt. Unter ARMCO-Eisen versteht man hierbei ein im Großbetrieb hergestelltes technisch reines Eisen, d.h. ein Eisen mit einem Eisengehalt von 99,80 bis 99,90 Gew.%. Der Schmelze wurden dann jeweils die Metalle Aluminium, Chrom, Titan, Vanadium bzw. Molybdän zulegiert, sodass die in der Tabelle gezeigten Legierungen hergestellt wurden. Selbstverständlich weisen die hergestellten Legierungen die herstellungsbedingten Verunreinigungen auf.

[0021] Die in der Tabelle mit "CF8" bezeichnete Legierung bildet eine Legierung aus dem Stand der Technik gemäß der EP 0 523 062 B1 und ist eine Kobaltbasislegierung, die einen Anteil von 8 Gew.% Eisen aufweist. Diese Legierung wurde als Referenz hergezogen, um die Legierungen gemäß der vorliegenden Erfindung mit dem Stand der Technik zu vergleichen. Die Tabelle zeigt dabei den spezifischen Widerstand bei 1000°C und bei 20°C, die Zunderdicke dz bei einer Wärmebehandlung von einer Dauer von 1 Stunde bei 1100°C in Luft, den Schmelzpunkt Tm, die Curie-Temperatur Tc sowie die Widerstandsänderung bei Raumtemperatur durch Zulegieren von 1,00 Gew.% des entsprechenden Zulegierungsmetall.

[0022] Nachdem das Ausgangsmaterial geschmolzen wurde, wurde die Schmelze in eine Kokille abgegossen und der Gusskörper auf eine Dicke von 6 mm warmgewalzt. Danach wurde der warmgewalzte Draht gezogen, oberflächenbearbeitet und auf einen Durchmesser von 0,35 bis 0,5 mm gezogen.

[0023] In diesem Zustand wurden dann Wendeln gewickelt. Nach einem ersten Erhitzen über 1000°C liegt der sogenannte "weiche" Zustand vor. Die in der Tabelle aufgeführten Werte beziehen sich auf diesen Zustand.

[0024] In den Fällen, in denen die Zunderdicke nicht angegeben ist, muß von einer ungleichförmigen Verzunderung und damit einer Oxidpenetration in großen Teilen des Querschnitts ausgegangen werden, was sich ungünstig auf Standzeit und längerfristiges Widerstandsverhalten auswirkt.

[0025] Alle Legierungen zeigten einen nahezu hysteresefreien Verlauf des spezifischen Widerstandes beim Erwärmen von Raumtemperatur auf 1200°C und darauffolgendem Abkühlen von 1200°C auf Raumtemperatur. Deswegen kann davon ausgegangen werden, dass die in der Tabelle aufgeführten Legierungen im gesamten Temperaturbereich einphasig waren oder dass andere Phasenanteile vernachlässigbar gering waren. Den höchsten Temperaturwiderstandskoeffizienten zeigte eine Eisenbasislegierung mit 1,50 Gew.% Titan gefolgt von einer Eisenbasislegierung mit 1,25 Gew.% Vanadium und einer Eisenbasislegierung mit 2,00 Gew.% Molybdän.

[0026] Es hat sich gezeigt, dass die Elemente Aluminium und Chrom im Vergleich zu den Elementen Titan, Vanadium und Molybdän weniger günstige Eigenschaften aufwiesen. Dies lag zum einen daran, dass Aluminium eine zu hohe Widerstandsänderung aufwies und zum anderen daran, dass beim Zusatz von Chrom zu hohe Chrommengen benötigt werden, um die Forderung nach Einphasigkeit zu erreichen.

[0027] Zur Erreichung einer begrenzten Zunderbeständigkeit sind die Eisenbasislegierungen mit Molybdänanteil besonders begünstigt, da deren Zunderdicken nur ungefähr 1/10 bis 1/25 der Zunderdicken von reinem Eisen bzw. von der Kobaltbasislegierung mit 8 Gew.% Eisen (CF8). Die höchsten Schmelztemperaturen wiesen die Eisenbasis-

legierungen mit Vanadiumgehalt auf. Deren Schmelztemperaturen lagen bei ca. 1530°C.

[0028] Alle Eisenbasislegierungen gemäß der vorliegenden Erfindung lassen sich im Prinzip genauso wie Reineisen verarbeiten und weisen damit die für ferritische Werkstoffe bekannten niedrigen Verfestigungen auf. Alle hergestellten Legierungen mussten bei der Verarbeitung des 6 mm dicken Drahtes zu Drähten mit 0,3 bis 0,5 mm Durchmesser nicht zwischengeglüht werden. Die dabei erzielten Festigkeiten waren ähnlich zu den Festigkeiten, die mit einer Kobaltbasislegierung mit 8 Gew.% Eisen erzielt werden können, d. h. bei Festigkeiten $\leq 1000 \text{ N/mm}^2$. Dies hatte zur Folge, dass die Wendeln im harten Zustand gewickelt werden können. Aufgrund der geringeren Verfestigung traten beim Wickeln der Wendeln keine Probleme auf.

[0029] Insgesamt lässt sich sagen, dass mit den Legierungen gemäß der vorliegenden Erfindung zwar ein um einen Faktor von ca. 1,5 niedrigerer Temperaturwiderstandskoeffizienten im Vergleich zu den den Stand der Technik bildenden Kobaltbasislegierungen aus der EP 0 523 062 B1 aufweisen, was jedoch als noch nicht kritisch anzusehen ist. Sie zeigen jedoch gegenüber den den Stand der Technik bildenden Legierungen mehrere physikalische-technisch vorteilhafte Eigenschaften auf und sind insgesamt wesentlich billiger.

[0030] So weisen die Legierungen eine geringere Gefahr von Aufschmelzungen durch den um bis zu 50°C höheren Schmelzpunkt auf. Des Weiteren haben sie eine wesentlich höhere Verzunderungsbeständigkeit, so dass geringere Ansprüche an den hermetischen Abschluss innerhalb der Glühstiftkerze gestellt werden kann. Ferner weisen sie eine bessere Verarbeitbarkeit beim Herstellen von Drähten und beim Wickeln dieser Drähte zu Wendeln auf.

[0031] Im folgenden wird auf den genauen Aufbau der Glühstiftkerzen eingegangen.

[0032] Die gezeigte Figur ist eine Originalreproduktion der Figur 1 der EP 0 523 062 B1 und stellt eine Glühstiftkerze 10 dar, die zur Anordnung in einem nicht dargestellten Brennraum luftverdichtender Brennkraftmaschinen vorgesehen ist. Diese Glühstiftkerze 10 besitzt ein rohrförmiges Metallgehäuse 11, in dessen Längsbohrung 12 ein Glühstift 13 mit einem Teil seiner Länge abdichtend festgelegt ist. Dieser Glühstift 13 hat ein korrosionsbeständiges, dünnwandiges Glührohr 14, welches an seinem brennraumseitigen Ende mit einem Boden 15 verschlossen ist. In dem Innenraum 16 des Glührohres 14 erstreckt sich ein elektrisches Widerstandselement 17, das sich in axialer Richtung erstreckt. Das Widerstandselement 17 ist dabei in ein Isoliermaterial 18 eingebettet. Ferner ist das elektrische Widerstandselement 17 brennraumfern mit einem Anschlussstück 19 für den elektrischen Strom versehen und brennraumseits elektrisch leitend und fest mit dem Boden 15 des Glührohres 14 verbunden.

[0033] Das elektrische Widerstandselement 17 besteht dabei aus zwei in Reihe verbundenen Widerstandswendeln 20 und 21. Die brennraumseitige Widerstandswindel 20 dient dabei als Heizelement und die brennraumferne Widerstandswindel 21 wirkt in Folge ihres hohen positiven Temperatur-Widerstandskoeffizienten bekannterweise als Regelement, wo hingegen die als Heizelement dienende Widerstandswindel 20 in bekannter Weise aus einem Drahtmaterial mit im wesentlichen temperaturunabhängigen Widerstandsverhalten besteht, wird die als Regelement wirkende Widerstandswindel 21 aus einer Eisenbasislegierung gewählt, die während aller Betriebszustände der Glühstiftkerze 10 eine kubisch innenzentrierte Kristallstruktur beibehält.

[0034] Eine innenzentrierte Struktur der Eisenbasislegierung eines solchen als Regelement dienenden Widerstandselementes 21 ist beispielsweise dann gegeben, wenn die Legierung zwischen ca. 1,25 und 2,0 Gew.% Vanadium oder zwischen 2,00 und 3,50 Gew.% Molybdän oder zwischen ca. 1,00 und 2,00 Gew.% Titan enthält. Es sind jedoch auch Mischungen von diesen Zusätzen möglich. Werden die Beimengungen an Zulegiermetallen unterschritten, würde keine kubisch innenzentrierte Struktur vorliegen und/oder wäre die Legierung würde im interessierenden Temperaturintervall nicht einphasig sein. Werden jedoch die Beimengungen an Zulegiermetallen überschritten, so werden die die spezifischen Widerstände zu hoch und damit die Temperaturwiderstandskoeffizienten für die Anwendung in den Regelwendeln ungeeignet. Selbstverständlich gelten diese beiden Aussagen nur für binäre Legierungssysteme.

[0035] Es versteht sich von selbst, dass bei den in Rede stehenden erfindungsgemäßen Legierungen Verunreinigungen bzw. Verarbeitungszuschläge, wie sie bei der Herstellung von Eisenbasislegierungen verwendet werden, bei den vorstehenden Angaben vernachlässigt worden sind.

Tabelle

Material	CF 8	Fe	Fe-2,0Mo	Fe-2,5Mo	Fe-3,0Mo	Fe-1,25V	Fe-1,50V	Fe-1,75V
Rho 1000 =	0,81	1,124	1,146	1,126	1,152	1,136	1,141	1,143
Rho 20 =	0,071	0,099	0,156	0,168	0,18	0,145	0,157	0,166
Delta Rho / % Zu leg. =			0,029	0,028	0,027	0,037	0,038	0,038
Temp Fak. (1000/20) =	11,41	11,354	7,346	6,702	6,400	7,834	7,268	6,886
Tm ca. =	1480	1534	1520	1517	1514	1529	1527	1525
Tc ca. =	1005	769	765	764	763	780	783	786
dz =	0,1 - 0,25	< 0,1	< 0,03	< 0,02	< 0,01			

$[\mu\Omega m]$
 $[\mu\Omega m]$
 $[\mu\Omega m]$

°C

°C

mm

Material	Fe-1,1Al	Fe-1,5Al-1,5Cr	Fe-2Al-2Cr	Fe-13,5Cr	Fe-1,0Ti	Fe-1,5Ti
R 1000 =	1,188	1,225	1,247	1,21	1,16	1,168
R 20 =	0,229	0,378	0,463	0,4307	0,1439	0,168
Delta Rho / % Zu leg. =	0,118	0,093	0,091	0,025	0,045	0,046
Temp Fak. (1000/20) =	5,188	3,241	2,693	2,80	8,06	6,94
Tm ca. =	1530	1525	1520	1500	1514	1504
Tc ca. =	759	755	750	760	734	717
dz =				< 0,01		

$[\mu\Omega m]$
 $[\mu\Omega m]$
 $[\mu\Omega m]$

°C

°C

mm

Patentansprüche

1. Glühstiftkerze (1) zur Anordnung im Brennraum luftverdichtender Brennkraftmaschinen, mit einem elektrischen Widerstandselement (17), das aus zwei in Reihe verbundenen Widerstandswendeln (20, 21) zusammengesetzt ist, von denen die brennraumseitige Widerstandswindel (20) als Heizelement dient und die brennraumferne Widerstandswindel (21) in Folge ihres hohen positiven Temperatur-Widerstandskoeffizienten als Regelelement wirkt und aus einer Eisenbasislegierung besteht,
dadurch gekennzeichnet ,
dass die aus einer Eisenbasislegierung bestehende, als Regelelement dienende Widerstandswindel (21) während aller Betriebszustände der Glühstiftkerze (10) eine kubisch innenzentrierte Kristallstruktur beibehält.
2. Glühstiftkerze (10) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet ,
dass die Eisenbasislegierung einen Temperaturwiderstandskoeffizienten größer 6 aufweist.
3. Glühstiftkerze (10) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet ,
dass die Eisenbasislegierung einen Temperaturfaktor größer 7 aufweist.
4. Glühstiftkerze (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet ,
dass die Eisenlegierung zwischen ca. 1,25 und 2,00 Gew.% Vanadium enthält.
5. Glühstiftkerze (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet ,
dass die Eisenlegierung zwischen ca. 2,00 und 3,50 Gew.% Molybdän enthält.
6. Glühstiftkerze (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet ,
dass die Eisenlegierung zwischen ca. 1,00 und 2,00 Gew.% Titan enthält.
7. Glühstiftkerze (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet ,
dass die Glühstiftkerze mit einem rohrförmigen Metallgehäuse (11) umgeben ist, in dessen Längsbohrung (12) ein Glühstift (13) mit einem Teil seiner Länge abdichtend festgelegt ist, wobei der Glühstift (13) ein dünnwandiges, an seinem brennraumseitigen Ende mit einem Boden (15) verschlossenes Glührohr (14) aufweist, in dessen Innenraum sich in axialer Richtung das elektrische Widerstandselement (17) erstreckt.
8. Glühstiftkerze (10) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet ,
dass das elektrische Widerstandselement (17) in ein Isoliermaterial (18) eingebettet ist.
9. Glühstiftkerze (10) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet ,
dass das elektrische Widerstandselement (17) brennraumfern mit einem Anschlußteil (19) für den elektrischen Strom versehen ist.
10. Glühstiftkerze (10) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet ,
dass das elektrische Widerstandselement (17) brennraumseitig elektrisch leitend und fest mit dem Boden (15) des Glührohrs (14) verbunden ist.

FIG.

