

(19)



(11)

EP 1 214 551 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
08.09.2010 Patentblatt 2010/36

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
27.10.2004 Patentblatt 2004/44

(21) Anmeldenummer: **00960314.3**

(22) Anmeldetag: **25.07.2000**

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

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2000/002418

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2001/016528 (08.03.2001 Gazette 2001/10)

(54) **KERAMISCHE GLÜHSTIFTKERZE**

CERAMIC SHEATHED ELEMENT GLOW PLUG

BOUGIE CRAYON DE PRECHAUFFAGE EN CERAMIQUE

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

(30) Priorität: **27.08.1999 DE 19940668**
26.04.2000 DE 10020329

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.06.2002 Patentblatt 2002/25

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **GEISSINGER, Albrecht**
D-75147 Muehlacker (DE)
• **LINDEMANN, Gert**
D-72805 Lichtenstein (DE)

- **HALUSCHKA, Christoph**
D-63911 Klingenberg (DE)
- **REISSNER, Andreas**
D-70499 Stuttgart (DE)
- **DRESSLER, Wolfgang**
D-71665 Vaihingen/Enz (DE)
- **LINDNER, Friederike**
D-70839 Gerlingen (DE)
- **OTTERBACH, Wolfgang**
D-70439 Stuttgart (DE)
- **KERN, Christoph**
D-71546 Aspach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-95/22722 JP-A- 04 268 112
JP-A- 63 297 923 US-A- 4 682 008

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 013, no. 130
(M-808), 30. März 1989 (1989-03-30) & JP 63
297924 A (JIDOSHA KIKI CO LTD; OTHERS: 01),
5. Dezember 1988 (1988-12-05)

EP 1 214 551 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung geht aus von einer keramischen Glühstiftkerze für Dieselmotoren nach der Gattung des Anspruchs 1. Es sind bereits Glühstiftkerzen mit außenliegendem keramischen Heizer beispielsweise aus der Patentanmeldung DE-OS 40 28 859 bekannt.

[0002] Des weiteren sind z.B. aus DE-OS 29 37 884 metallische Glühstiftkerzen bekannt, bei denen die metallische Glühwendel mit einem Thermoelement verschweißt ist. Hier läßt sich während des Betriebs der Glühstiftkerze durch die Erfassung der Thermospannung die Temperatur im jeweiligen Zylinder messen. In einer Glühstiftkerze mit keramischem Heizelement ist jedoch eine metallische Glühwendel nicht vorhanden.

[0003] Weiterhin ist aus der DE 198 44 347 eine Glühstiftkerze mit einem Anschlußelement bekannt, das mit dem Glühstift über ein Kontaktierungselement elektrisch verbunden ist. Dieses Kontaktierungselement wird, wie Figur 1 zu entnehmen ist, als Feder ausgeführt.

[0004] Ferner ist aus dem Patent Abstracts of Japan vol. 013, no. 130 (M-808) & JP 63 297 924 eine Glühstiftkerze mit einer keramischen Heizvorrichtung bekannt, die eine keramische, elektrisch leitende, U-förmige Heizschicht niedriger elektrischer Leitfähigkeit und keramische Zuleitungsschichten höherer elektrischer Leitfähigkeit aufweist.

[0005] Vorteile der Erfindung

[0006] Die erfindungsgemäße keramische Glühstiftkerze mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, daß die Temperatur des Glühstiftes meßbar ist. Es ist in einer keramischen Glühstiftkerze erstmals möglich, ohne zusätzlichen apparativen Aufwand die Temperatur des Glühstiftes direkt in einem ausgewählten Bereich an der Außenseite des Glühstiftes zu messen. Die Messung der Temperatur erfolgt in einem gegenüber dem Volumen des gesamten Glühstiftes kleinen, ausgewählten Bereich, wodurch der Fehler, der durch eine Temperaturverteilung über ein großes Volumen auftritt, bei der Temperaturbestimmung verringert werden kann. Es ist weiterhin vorteilhaft, daß in der erfindungsgemäßen Glühstiftkerze eine Konzentration der Heizleistung in einem ausgewählten Bereich des Glühstiftes realisiert werden kann, ohne den Querschnitt der leitfähigen Schicht zu ändern, sodaß die Oberfläche in dem Bereich, in dem die Konzentration der Heizleistung erfolgen soll, konstant bleibt und somit auch die Wechselwirkungsfläche konstant gehalten wird. Von Vorteil ist weiterhin, daß die Fertigung einer derartigen keramischen Temperaturmeß-Glühstiftkerze kostengünstig gestaltet werden kann.

[0007] Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Anspruch 1 angegebenen keramischen Glühstiftkerze möglich.

[0008] Insbesondere ist durch eine geeignete Wahl der für die verschiedenen Bereiche der Glühstiftkerze verwendeten keramischen Materialien sichergestellt, daß die mechanische Stabilität des Heizers nicht beein-

trächtigt wird. Eine Verarbeitung der gemessenen Temperaturwerte durch ein Steuergerät erlaubt eine Regelung der Temperatur in dem ausgewählten Bereich des Glühstiftes.

[0009] Es ist außerdem vorteilhaft, die erfindungsgemäße Glühstiftkerze im Passivbetrieb, nachdem sie die Aufheizfunktion erfüllt hat, als Temperatursensor zu benutzen. Es kann so festgestellt werden, ob die Verbrennung im jeweiligen Zylinder korrekt abläuft. Vorteilhaft ist, daß aufgrund dieser Informationen eine Beeinflussung von für die Verbrennung relevanten Parametern erfolgen kann.

Zeichnungen

[0010] Die Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 eine erfindungsgemäße Glühstiftkerze im Längsschnitt,

Figur 2 den vorderen Abschnitt des außenliegenden keramischen Heizers als Seitenansicht,

Figur 3 eine Verschaltung der erfindungsgemäßen Glühstiftkerze mit den Steuergeräten,

Figur 4 die in der erfindungsgemäßen keramischen Glühstiftkerze und in den Zuleitungen auftretenden Widerstände und

Figur 5 eine erfindungsgemäße Glühstiftkerze im Längsschnitt.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0011] Figur 1 zeigt schematisch einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße keramische Glühstiftkerze 1. Am brennraumfemen Ende der Glühstiftkerze 1 erfolgt der elektrische Kontakt über einen Rundstecker 2, der über eine Dichtung 3 vom Kerzengehäuse 4 getrennt und mit der zylindrischen Zuleitung 5 verbunden ist. Die Fixierung der zylindrischen Zuleitung 5 im Kerzengehäuse 4 erfolgt über einen Metallring 7 und eine elektrisch isolierende Keramikhülse 8. Die zylindrische Zuleitung 5 ist über einen Kontaktstift 10, wobei die zylindrische Zuleitung 5 auch mit dem Kontaktstift 10 in einem Bauteil vereinigt sein kann, und ein geeignetes Kontaktierungselement 12, das vorzugsweise als Kontaktfeder oder als eine elektrisch leitfähige Pulverpackung oder als eine elektrisch leitfähige Tablette mit einem elastischen Federanteil, vorzugsweise aus Graphit, ausgebildet ist, mit dem keramischen Glühstift 14 verbunden. Das Innere der Glühkerze wird mittels einer Dichtpackung 15 gegenüber dem Brennraum abgedichtet. Die Dichtpackung 15 besteht aus einer elektrisch leitenden Kohlenstoff-Verbindung. Die Dichtpackung 15 kann aber auch durch Metalle, eine Mischung aus Kohlenstoff und Metall oder eine Mischung aus Keramik und Metall ausgebildet sein. Der Glühstift 14 besteht aus einer keramischen Heizschicht 18 und keramischen Zuleitungsschichten 20 und 21, wo-

bei die beiden Zuleitungsschichten 20, 21 durch die Heizschicht 18 verbunden sind und mit der Heizschicht 18 zusammen die Leitschicht bilden. Die Zuleitungsschichten 20, 21 besitzen eine beliebige Form, auch die Heizschicht 18 kann eine beliebige Form besitzen. vorzugsweise ist die Leitschicht u-förmig ausgebildet. Die Zuleitungsschichten 20 und 21 sind über eine Isolationsschicht 22, die ebenfalls aus keramischem Material besteht, getrennt. In dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Glühstift 14 derart gestaltet, daß die Zuleitungsschichten 20 und 21 sowie die Heizschicht 18 außen am Glühstift 14 angeordnet sind. Es ist jedoch auch möglich, mindestens die Zuleitungsschichten 20 und 21 so anzuordnen, daß sie sich innerhalb des Glühstiftes befinden und noch von einer außen liegenden, keramischen, isolierenden Schicht bedeckt werden. Innerhalb des Kerzengehäuses ist der keramische Glühstift durch eine nicht dargestellte Glasschicht von den übrigen Bestandteilen der Glühstiftkerze 4, 8, 12, 15 isoliert. Um den elektrischen Kontakt zwischen dem Kontaktierungselement 12 und der Zuleitungsschicht 20 herzustellen, ist die Glasschicht an der Stelle 24 unterbrochen. Die Glasschicht ist ebenfalls unterbrochen, für einen elektrischen Kontakt zwischen Zuleitungsschicht 21 und Kerzengehäuse 4 über die Dichtpackung 15 an der Stelle 26. In diesem Ausführungsbeispiel wurde als bevorzugte Ausführungsform die Heizschicht 18 an der Spitze des Glühstiftes platziert. Es ist jedoch auch denkbar, diese Heizschicht an einer anderen Stelle der Leitschicht zu platzieren. Die Heizschicht 18 sollte sich an der Stelle befinden, an der die größte Heizwirkung erzielt werden soll.

[0012] In Figur 2 ist nochmals das keramische Heizelement in einer Ansicht von der Seite gezeigt. Wie in Figur 1 ist die Ausführungsform, bei der sich die Heizschicht 18 an der Spitze des Glühstiftes befindet, dargestellt. Desweiteren sind die Zuleitungsschichten 20, 21 und die Isolationsschicht 22 zu erkennen. In dieser Seitenansicht ist die Ausführungsform gezeigt, in der die Leitschicht, bestehend aus den Zuleitungsschichten 20 und 21 und der Heizschicht 18, eine u-förmige Gestalt aufweist.

[0013] Der Betriebszustand, in dem der Glühstift zur Unterstützung der Verbrennung im Brennraum beheizt wird, wobei dieses Heizen beim Start der Brennkraftmaschine, während einer Nachglühphase, die sich vorzugsweise über 3 Minuten erstreckt, sowie während einer Zwischenglühphase erfolgt, wenn die Temperatur des Brennraums während des Betriebs der Brennkraftmaschine zu stark absinkt, wird Aktivbetrieb genannt.

[0014] Bei der erfindungsgemäßen keramischen Glühstiftkerze ist das Material der Heizschicht 18 so gewählt, daß der absolute elektrische Widerstand der Heizschicht 18 größer ist als der absolute elektrische Widerstand der Zuleitungsschichten 20, 21. (Im Folgenden soll unter der Bezeichnung Widerstand ohne Zusatz der absolute elektrische Widerstand verstanden werden.) Um Querströme zwischen der Leitschicht zu vermeiden, ist der Widerstand der Isolationsschicht so gewählt, daß er

deutlich größer als der Widerstand der Heizschicht 18 und der Zuleitungsschichten 20, 21 ist.

[0015] In Figur 3 ist schematisch dargestellt, welche Geräte mit der Glühstiftkerze 1 kommunizieren. Dies ist zunächst das Motorsteuergerät 30, das eine Rechner- und eine Speichereinheit beinhaltet. Im Motorsteuergerät 30 werden die motorabhängigen Parameter der Glühstiftkerze gespeichert. Dies können beispielsweise die Widerstands-Temperaturkennfelder in Abhängigkeit von Last und Drehzahl des Motors sein. Der Speicher des Motorsteuergeräts enthält auch einen oder mehrere Temperatur-Referenzwerte für eine korrekte Verbrennung. Das Motorsteuergerät kann Parameter steuern, die die Verbrennung beeinflussen, beispielsweise die Einspritzdauer, den Einspritzbeginn und das Einspritzen des Kraftstoffs. Das Steuergerät 32 regelt eine Spannung, die vom Motorsteuergerät vorgegeben wurde. Diese Spannung stellt die für die Glühstiftkerze verwendete Gesamtspannung dar. Das Steuergerät 32 beherbergt außerdem ein Strommeßgerät, mit dem die Stromstärke, die über den Glühstift fließt, gemessen wird. Außerdem beinhaltet das Steuergerät 32 eine Speicher- und eine Recheneinheit. Das Motorsteuergerät 30 und das Steuergerät 32 können auch in einem Gerät vereinigt sein.

[0016] Die Figur 4 veranschaulicht die über die Glühstiftkerze auftretenden Widerstände. Der Widerstand 41 mit einem Wert R_{20} ist der Widerstand der keramischen Zuleitungsschicht 20. Der Widerstand 43 mit einem Wert R_1 beinhaltet den Widerstand der Heizschicht. Der Widerstand 45 mit einem Wert R_{21} beinhaltet den Widerstand der keramischen Zuleitungsschicht 21. Hinzu kommen noch die Widerstände der übrigen Zu- und Rückleitungen, die jedoch alle klein gegenüber den Widerständen R_{20} und R_{21} sind und deshalb nicht berücksichtigt werden. Sie sind in Figur 4 nicht gezeichnet. Die Widerstände 41, 43 und 45 sind in Reihe verschaltet. Für die anhand von Figur 4 durchgeführten Betrachtungen sollen evtl. auftretende Querströme vernachlässigt werden. Somit ergibt sich der Gesamtwiderstand R aus der Summe der Widerstände R_{20} , R_1 und R_{21} . Der Widerstand R_1 bildet dabei den größten Summanden.

[0017] Vom Motorsteuergerät 30 wird anhand der dort enthaltenen Kennfelder und der gewünschten Temperatur des Glühstiftes eine Effektivspannung vorgegeben, die vom Steuergerät 32 geregelt wird. Aufgrund der Temperaturabhängigkeit der Widerstände 41, 43 und 45 stellt sich ein Strom I über die Glühstiftkerze, also über den Widerstand R , ein, der im Steuergerät 32 gemessen wird. Die Temperaturabhängigkeit des Gesamtwiderstandes $R = R_{20} + R_1 + R_{21}$ ergibt sich dabei hauptsächlich aus der Temperaturabhängigkeit des Widerstandes R_1 , da dieser Widerstand den größten Wert besitzt. Die Temperaturabhängigkeit der Widerstände R_{20} , R_1 und R_{21} ist über den gesamten Betriebsbereich der Glühstiftkerze zwischen Raumtemperatur und einer Temperatur von ca. 1400°C nahezu konstant. Die Temperatur des Brennraums liegt im Betriebsbereich der Glühstiftkerze.

[0018] Die gemessene Stromstärke I wird vom Steu-

ergerät 32 anhand eines gespeicherten Kennfeldes in eine Temperatur umgerechnet, die sich aufgrund des deutlich höheren Widerstandes R1 gegenüber den Widerständen R20 und R21 hauptsächlich aus der Temperatur der Heizschicht 18 ergibt. Diese Temperatur wird an das Motorsteuergerät 30 zurückgegeben, wobei aufgrund der ermittelten Temperatur die Effektivspannung für die Glühstiftkerze neu vorgegeben wird.

[0019] Es ist ebenfalls möglich, die Temperatur der Heizschicht 18 des Glühstiftes anderweitig auszugeben, beispielsweise auf einem Display. Weiterhin ist es möglich, anhand der ermittelten Temperatur beispielsweise unter Berücksichtigung von einer oder mehreren, im Motorsteuergerät 30 gespeicherten, Referenztemperaturen Schlußfolgerungen über die Qualität der Verbrennung zylinderspezifisch herzuleiten. Im Falle einer nicht korrekten Verbrennung können vom Steuergerät zylinderspezifische Maßnahmen ergriffen werden, die den Verbrennungsvorgang beeinflussen und so wieder für eine korrekte Verbrennung sorgen können. Es könnte dann beispielsweise die Einspritzdauer, der Einspritzbeginn oder der Einspritzdruck des Kraftstoffs variiert werden.

[0020] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist es möglich, auch im Passivbetrieb der Glühstiftkerze, d.h. nach der Nachglühzeit, wenn sich die Glühstiftkerze nicht mehr im Aktivbetrieb befindet, eine Messung der Temperatur des Brennraums vorzunehmen. Hier wird eine entsprechend niedrigere Effektivspannung vorgegeben und, analog zum Aktivbetrieb der sich über den Widerstand R einstellende Strom I gemessen und so auf die Temperatur des Heizbereichs geschlossen, der dann der Temperatur des Brennraums entspricht. Ebenso wie im Aktivbetrieb kann die Temperatur des Brennraums zylinderspezifisch mit einem oder mehreren im Motorsteuergerät gespeicherten Referenzwerten für eine korrekte Verbrennung verglichen werden. Sollte die Temperatur des Brennraums nicht einer korrekten Verbrennung entsprechen, können, wie für den aktiven Betrieb der Glühstiftkerze erläutert, Maßnahmen ergriffen werden, die wieder für eine korrekte Verbrennung sorgen, beispielsweise eine Variation der Einspritzdauer, des Einspritzbeginns und des Einspritzdrucks des Kraftstoffes.

[0021] Der Wert der Widerstände R20, R1 und R21 sowie deren Temperaturabhängigkeit wird wegen

$$R = \rho \cdot l / A,$$

wobei l die Länge des Widerstandes und A die Querschnittsfläche darstellt, durch die Temperaturabhängigkeit des spezifischen Widerstandes ρ eingestellt. Dabei ergibt sich die Temperaturabhängigkeit aus

$$\rho(T) = \rho_0(T_0) \cdot (1 + \alpha(T) \cdot (T - T_0)).$$

[0022] Es bezeichnet $\rho(T)$ den spezifischen Widerstand als Funktion der Temperatur T, ρ_0 den spezifischen Widerstand bei der Raumtemperatur T_0 und $\alpha(T)$ einen Temperaturkoeffizienten, der temperaturabhängig ist.

[0023] Um eine unterschiedliche Temperaturabhängigkeit der Widerstände der Zuleitungen R20 und R21 gegenüber dem Widerstand R1 zu erreichen, kann der spezifische Widerstand der Heizschicht 18 so gewählt werden, daß ρ_0 der Heizschicht größer ist als ρ_0 der Zuleitungsschichten. Oder aber der Temperaturkoeffizient α der Heizschicht 18 kann im Betriebsbereich der Glühstiftkerze größer sein als der Temperaturkoeffizient α der Zuleitungsschichten 20, 21. Es ist auch möglich, sowohl ρ_0 als auch α für die Heizschicht 18 für den Betriebsbereich der Glühstiftkerze größer zu wählen als für Zuleitungsschichten 20, 21.

[0024] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Zusammensetzung der Heizschicht 18 und der Zuleitungsschichten 20, 21 so gewählt, daß das ρ_0 der Zuleitungsschichten 20, 21 mindestens 10 mal kleiner als das ρ_0 der Heizschicht 18 ist. Der Temperaturkoeffizient α der Heizschicht 18 und der Zuleitungsschichten 20, 21 ist näherungsweise gleich. Somit ist eine Genauigkeit der Temperaturmessung von 20 Kelvin im gesamten Betriebsbereich der Glühstiftkerze realisiert.

[0025] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der spezifische Widerstand der Isolationsschicht 22 im gesamten Betriebsbereich der Glühstiftkerze mindestens 10 mal größer als der spezifische Widerstand der Heizschicht 18.

[0026] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel bestehen Heizschicht, die Zuleitungsschichten und die Isolationsschicht aus keramischen Verbundgefügen, die mindestens zwei der Verbindungen Al_2O_3 , $MoSi_2$, Si_3N_4 und Y_2O_3 enthält. Diese Verbundgefüge sind durch einen ein- oder mehrstufigen Sinterprozeß erhältlich. Der spezifische Widerstand der Schichten kann dabei vorzugsweise durch den $MoSi_2$ -Gehalt und/oder die Korngröße von $MoSi_2$ bestimmt werden, vorzugsweise ist der $MoSi_2$ -Gehalt der Zuleitungsschichten 20, 21 höher als der $MoSi_2$ -Gehalt der Heizschicht 18, wobei die Heizschicht 18 wiederum einen höheren $MoSi_2$ -Gehalt als die Isolationsschicht 22 aufweist.

[0027] In einem weiteren Ausführungsbeispiel bestehen Heizschicht 18, Zuleitungsschichten 20, 21 und die Isolationsschicht 22 aus einer Komposit-Precursor-Keramik mit unterschiedlichen Anteilen an Füllstoffen. Die Matrix dieses Materials besteht dabei aus Polysiloxanen, Polysilsequioxanen, Polysilanen oder Polysilazanen, die mit Bor oder Aluminium dotiert sein können und die durch Pyrolyse hergestellt werden. Den Füllstoff bilden für die einzelnen Schichten mindestens eine der Verbindungen Al_2O_3 , $MoSi_2$ und SiC . Analog zu dem obengenannten Verbundgefüge kann vorzugsweise der $MoSi_2$ -Gehalt und/oder die Korngröße von $MoSi_2$ den spezifischen Widerstand der Schichten bestimmen. Vorzugsweise wird der $MoSi_2$ -Gehalt der Zuleitungsschichten 20, 21 höher als der $MoSi_2$ -Gehalt der Heizschicht 18 eingestellt, wo-

bei die Heizschicht 18 wiederum einen höheren MoSi_2 -Gehalt als die Isolationsschicht 22 aufweist.

[0028] Die Zusammensetzungen der Isolationsschicht, der Zuleitungsschichten und der Heizschicht werden in den oben angegebenen Ausführungsbeispielen so gewählt, daß ihre thermischen Ausdehnungskoeffizienten und die während des Sinter- bzw. Pyrolyseprozesses auftretenden Schrumpfungen der einzelnen Zuleitungs-, Heiz- und Isolationsschichten gleich sind, so daß keine Risse im Glühstift entstehen.

[0029] In Figur 5 ist ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand eines schematischen Längsschnitts durch eine erfindungsgemäße Glühstiftkerze 1 dargestellt. Dabei bedeuten in den vorangegangenen Figuren verwendete gleiche Bezugszeichen gleiche Bauteile, die hier nicht noch einmal erläutert werden. Analog zu Figur 1 weist die in Figur 5 dargestellte Glühstiftkerze einen Rundstecker 2 auf, der sich in elektrischem Kontakt mit der zylindrischen Zuleitung 5 befindet. Die zylindrische Zuleitung 5 ist über den Kontaktstift 10 und das Kontaktierungselement 12 mit dem keramischen Glühstift 14 elektrisch verbunden. Die zylindrische Zuleitung 5, der Kontaktstift 10, das Kontaktierungselement 12 und der keramische Glühstift 14 sind hintereinander in dieser Reihenfolge, wie in Figur 5 dargestellt, in Richtung des Brennraums angeordnet. Der keramische Glühstift 14 weist in der in Figur 5 dargestellten bevorzugten Ausführungsform am brennraumfernen Ende einen Zapfen 11 auf. Den Zapfen 11 bildet eine Verlängerung des Glühstifts 14 in Richtung des brennraumfernen Endes durch eine zylinderförmige Herausführung der keramischen Zuleitungsschichten 20, 21 und der Isolationsschicht 22, wobei der Zapfen 11 einen geringeren Außendurchmesser aufweist als der sich in Richtung des Brennraums anschließende Teil des Glühstifts 14, der Bund 13. Es ist weiterhin nicht notwendig, daß der Glühstift 14 am brennraumseitigen Ende eine Heizschicht 18 aufweist. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel können die beiden Zuleitungsschichten 20 und 21 lediglich am brennraumseitigen Ende des Glühstifts derart verbunden sein, wie dies über das Heizelement 18 erfolgt.

[0030] Die zylindrische Zuleitung 5 und der Kontaktstift 10 bilden zusammen das Anschlußelement, das auch einstückig ausgebildet sein kann. Am brennraumseitigen Ende des Anschlußelements ist ein Flansch vorgesehen, der zusammen mit dem Zapfen 11 das Kontaktierungselement 12 in Richtung der Achse der Glühstiftkerze begrenzt.

[0031] Das Kontaktierungselement 12, das aus einer Tablette aus elektrisch leitfähigem Pulver besteht, ist vorzugsweise als Graphit oder einem Metallpulver oder einem elektrisch leitenden Keramikpulver ausgebildet. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann die Tablette aus elektrisch leitfähigem Pulver auch mindestens aus einem überwiegenden Anteil aus Graphit oder aus dem Metallpulver oder aus dem elektrisch leitenden Keramikpulver bestehen. Aufgrund der Ausbildung des

Kontaktierungselements 12 als elektrisch leitfähiges Pulver gewährleistet das Kontaktierungselement 12 eine federnde Kontaktierung, die in der Lage ist, hohe Ströme ohne thermische Zerstörung zu tragen. Die große Oberfläche des Pulvers stellt eine gute Wärmeleitfähigkeit sicher. Aus dem gleichen Grund kann auch ein geringer Kontaktwiderstand bei guter Leitfähigkeit realisiert werden. Graphit und keramische leitfähige Materialien sind außerdem korrosionsbeständig. Der elastische Federanteil der Tablette aus elektrisch leitfähigem Pulver gewährleistet, daß die Tablette thermische Bewegungen der Bauteile durch unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten ausgleicht.

[0032] Seitlich wird die Tablette aus elektrisch leitfähigem Pulver durch eine zylindrische Spannhülse 9 begrenzt, die hier anstelle der in Figur 1 dargestellten Keramikhülse 8 als ein selbständiges Bauteil vorhanden ist. Die Spannhülse 9 wird analog zur Keramikhülse 8 als isolierendes Bauteil vorgesehen, es besteht in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel aus keramischem Material. Bei der Herstellung der Glühstiftkerze wird die Tablette aus elektrisch leitfähigem Pulver fest zwischen dem Flansch des Anschlußelements auf der brennraumfernen Stirnseite, dem Zapfen 11 des Glühstifts 14 auf der brennraumseitigen Stirnseite und der Spannhülse 9 eingepreßt. Die Einspannung zwischen diesen festen Bauteilen, insbesondere der Festanschlag der Spannhülse 9 auf der Keramikhülse 8, d.h. die limitierte Verpreßhöhe, verhindert, daß die umgebende Spannhülse 9 nicht durch einen zu großen Innendruckaufbau aufgrund der Verpressung des Kontaktierungselements 12 reißt. Die durch die Einspannung der Tablette aus elektrisch leitfähigem Pulver erreichte axiale Vorspannung des elastischen Federanteils können thermische Dehnungen, Setzverhalten und Schwingungsbeanspruchung bei Schüttelbeanspruchung der Glühstiftkerze ausgeglichen werden.

[0033] Eine Glühstiftkerze nach Figur 5 mit einer Tablette aus elektrisch leitfähigem Pulver als Kontaktierungselement 12 wird folgendermaßen hergestellt. Zuerst wird die Dichtpackung 15 von der brennraumseitigen Spitze des keramischen Glühstifts 14 über den keramischen Glühstift 14 geführt und als Verbund in das Kerzengehäuse 4 vom brennraumfernen Ende her eingeführt. Anschließend werden das Kontaktierungselement 12, die Spannhülse 9, das Anschlußelement 5, 10, die Keramikhülse 8 und der Metallring 7 in einem Halteelement angeordnet und danach ebenfalls vom brennraumfernen Ende in das Kerzengehäuse 4 eingeführt. Dann werden mittels einer axialen Kraft, die auf das brennraumferne Ende des Metallrings 7 ausgeübt wird, die im Kerzengehäuse befindlichen Bestandteile verpreßt, insbesondere wird das Kontaktierungselement 12, das aus einer Tablette aus elektrisch leitfähigem Pulver besteht, und die Dichtpackung 15 verpreßt. Dabei wird auf das Kontaktierungselement 12 nur so lange eine Kraft ausgeübt, bis den Kontaktstift 10 des Anschlußelements 5, 10 vollständig in die Spannhülse 9 gepreßt hat und die

Stirnseite der Keramikhülse 8 auf der Stirnseite der Spannhülse 9 aufliegt. Die Verpressung der Tablette aus elektrisch leitfähigem Pulver stellt außerdem sicher, daß der elastische Federanteil der Tablette vorgespannt wird. Anschließend wird mittels einer radial von außen auf das Kerzengehäuse 4 aufgetragenen Kraft der Metallring 7 verstemmt. Danach werden die Dichtung 3 und der Rundstecker 2 montiert und ebenfalls mittels einer radial von außen auf das Kerzengehäuse 4 aufgetragenen Kraft verstemmt.

Patentansprüche

1. Glühstiftkerze mit einer keramischen Heizvorrichtung, die eine keramische, elektrisch leitende Leitschicht sowie eine keramische, elektrisch isolierende Isolationsschicht aufweist, wobei die Leitschicht aus Zuleitungsschichten (20, 21) besteht, die durch eine Heizschicht (18) verbunden sind, wobei der spezifische elektrische Widerstand des Materials der Heizschicht (18) im Temperaturbereich des Betriebs der Glühstiftkerze temperaturabhängig und größer als der spezifische elektrische Widerstand des Materials der Zuleitungsschichten (20, 21) sowie kleiner als der spezifische elektrische Widerstand der Isolationsschicht (22) ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** über den gesamten Betriebsbereich der Glühstiftkerze der Temperaturkoeffizient der Zuleitungsschichten (20, 21) kleiner ist als der Temperaturkoeffizient der Heizschicht (18).
2. Glühstiftkerze nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, daß** der spezifische elektrische Widerstand der Heizschicht (18) bei Raumtemperatur größer ist als der spezifische elektrische Widerstand bei Raumtemperatur der Zuleitungsschichten (20, 21).
3. Glühstiftkerze nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, daß** der spezifische elektrische Widerstand bei Raumtemperatur und der Temperaturkoeffizient der Zuleitungsschichten (20, 21) kleiner ist als der spezifische elektrische Widerstand bei Raumtemperatur und der Temperaturkoeffizient der Heizschicht (18).
4. Glühstiftkerze nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, daß** der spezifische elektrische Widerstand des Materials der Heizschicht bei Raumtemperatur mindestens 10 mal größer als der größere der spezifischen elektrischen Widerstände der Zuleitungsschichten (20, 21) bei Raumtemperatur ist.
5. Glühstiftkerze nach einem der Ansprüche 1 - 4 **dadurch gekennzeichnet, daß** sich die Heizschicht an der Spitze des Glühstiftes befindet.
6. Glühstiftkerze nach einem der Ansprüche 1 - 5 **dadurch gekennzeichnet, daß** die Heizschicht (18), die Zuleitungsschichten (20, 21) und die Isolationsschicht (22) aus keramischen Verbundgefügen bestehen, die durch einen ein- oder mehrstufigen Sinterprozeß aus mindestens zwei der Verbindungen Al_2O_3 , MoSi_2 , Si_3N_4 und Y_2O_3 erhältlich sind.

7. Glühstiftkerze nach einem der Ansprüche 1 - 5 **dadurch gekennzeichnet, daß** die Heizschicht (18), die Zuleitungsschichten (20, 21) und die Isolationsschicht (22) aus einer Komposit-Precursor-Keramik besteht, wobei das Matrixmaterial Polysiloxane, Polysilsequioxane, Polysilane oder Polysilazane umfaßt, die mit Bor oder Aluminium dotiert sein können und die durch Pyrolyse hergestellt wurden, wobei der Füllstoff aus mindestens einer der Verbindungen Al_2O_3 , MoSi_2 und SiC gebildet wird.
8. Glühstiftkerze nach einem der Ansprüche 1 bis 7 **dadurch gekennzeichnet, daß** die Temperatur der Heizschicht (18) anhand ihres Widerstands R_I bestimmt wird.
9. Glühstiftkerze nach Anspruch 8 **dadurch gekennzeichnet, daß** der ermittelte Temperaturwert an ein Motorsteuergerät (30) weitergegeben wird, worauf das Motorsteuergerät (30) den Temperaturwert mit einem Referenzwert vergleicht und eine Nachregelung der durch das Steuergerät (32) für die Glühstiftkerze vorgegebenen Spannung vornimmt.
10. Glühstiftkerze nach Anspruch 8 **dadurch gekennzeichnet, daß** der ermittelte Temperaturwert an ein Motorsteuergerät (30) weitergegeben wird, worauf das Motorsteuergerät (30) den Temperaturwert mit einem oder mehreren Referenzwerten für eine korrekte Verbrennung vergleicht und eine Nachregelung verbrennungsrelevanter Größen vornimmt.
11. Glühstiftkerze nach Anspruch 8 **dadurch gekennzeichnet, daß** die Temperaturmessung, der Vergleich mit einem oder mehreren Referenzwerten für eine korrekte Verbrennung und die Nachregelung verbrennungsrelevanter Größen im Passivbetrieb der Glühstiftkerze erfolgt.
12. Glühstiftkerze nach einem der Ansprüche 10 oder 11 **dadurch gekennzeichnet, daß** die verbrennungsrelevanten Parameter sind: die Einspritzdauer, der Einspritzbeginn und der Einspritzdruck des Kraftstoffs.

Claims

1. Sheathed-element glow plug with a ceramic heating device, which has a ceramic, electrically conducting conductive layer and a ceramic, electrically insulat-

ing insulating layer, the conductive layer comprising feed layers (20, 21), which are connected by a heating layer (18), the electrical resistivity of the material of the heating layer (18) in the operating temperature range of the sheathed-element glow plug being temperature-dependent and being higher than the electrical resistivity of the material of the feed layers (20, 21) and lower than the electrical resistivity of the insulating layer (22), **characterized in that** the temperature coefficient of the feed layers (20, 21) is lower than the temperature coefficient of the heating layer (18) over the entire operating range of the sheathed-element glow plug.

2. Sheathed-element glow plug according to Claim 1, **characterized in that** the electrical resistivity of the heating layer (18) at room temperature is higher than the electrical resistivity of the feed layers (20, 21) at room temperature.
3. Sheathed-element glow plug according to Claim 1, **characterized in that** the electrical resistivity at room temperature and the temperature coefficient of the feed layers (20, 21) is lower than the electrical resistivity at room temperature and the temperature coefficient of the heating layer (18).
4. Sheathed-element glow plug according to Claim 1, **characterized in that** the electrical resistivity of the material of the heating layer at room temperature is at least 10 times higher than the higher of the electrical resistivities of the feed layers (20, 21) at room temperature.
5. Sheathed-element glow plug according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the heating layer is situated at the tip of the sheathed element.
6. Sheathed-element glow plug according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the heating layer (18), the feed layers (20, 21) and the insulating layer (22) are composed of ceramic composite structures which can be obtained by a single- or multi-stage sintering process from at least two of the following compounds: Al_2O_3 , MoSi_2 , Si_3N_4 and Y_2O_3 .
7. Sheathed-element glow plug according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the heating layer (18), the feed layers (20, 21) and the insulating layer (22) are composed of a composite precursor ceramic, the matrix material being composed of polysiloxanes, polysilsequioxanes, polysilanes or polysilazanes, which can be doped with boron or aluminium and have been produced by pyrolysis, the filler being formed by at least one of the following compounds: Al_2O_3 , MoSi_2 and SiC.
8. Sheathed-element glow plug according to one of

Claims 1 to 7, **characterized in that** the temperature of the heating layer (18) is determined on the basis of its resistance R_1 .

9. Sheathed-element glow plug according to Claim 8, **characterized in that** the temperature value determined is passed to an engine control unit (30), whereupon the engine control unit (30) compares the temperature value with a reference value and performs readjustment of the voltage specified by the control unit (32) for the sheathed-element glow plug.
10. Sheathed-element glow plug according to Claim 8, **characterized in that** the temperature value determined is passed to an engine control unit (30), whereupon the engine control unit (30) compares the temperature value with one or more reference values for correct combustion and performs readjustment of variables that are relevant to combustion.
11. Sheathed-element glow plug according to Claim 8, **characterized in that** temperature measurement, comparison with one or more reference values for correct combustion and readjustment of variables that are relevant to combustion take place in the passive mode of the sheathed-element glow plug.
12. Sheathed-element glow plug according to either of Claims 10 or 11, **characterized in that** the parameters relevant to combustion are: the duration of injection, the start of injection and the injection pressure of the fuel.

Revendications

1. Bougie crayon de préchauffage dotée d'un dispositif céramique de chauffage qui présente une couche électriquement conductrice ainsi qu'une couche en céramique électriquement isolante, la couche conductrice étant constituée de couches d'alimentation (20, 21) reliées par une couche de chauffage (18), la résistance électrique spécifique du matériau de la couche de chauffage (18) dépendant de la température dans la plage de température de fonctionnement de la bougie crayon de préchauffage et étant supérieure à la résistance électrique spécifique du matériau des couches d'alimentation (20, 21) et inférieure à la résistance électrique spécifique de la couche isolante (22),
caractérisée en ce que
le coefficient de température des couches d'alimentation (20, 21) est inférieur au coefficient de température de la couche de chauffage (18) dans toute la plage de fonctionnement de la bougie crayon de préchauffage.

2. Bougie crayon de préchauffage selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la résistance électrique spécifique de la couche chauffante (18) à température ambiante est supérieure à la résistance électrique spécifique à la température ambiante des couches d'alimentation (20, 21). 5
3. Bougie crayon de préchauffage selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la résistance électrique spécifique à température ambiante et le coefficient de température des couches d'alimentation (20, 21) sont inférieurs à la résistance électrique spécifique à température ambiante et au coefficient de température de la couche chauffante (18). 10
4. Bougie crayon de préchauffage selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la résistance électrique spécifique de la matière de la couche chauffante à température ambiante est au moins dix fois supérieure à la plus grande résistance électrique spécifique des couches d'alimentation (20, 21) à température ambiante. 15
5. Bougie crayon de préchauffage selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** la couche chauffante se trouve à la pointe de la bougie crayon. 20
6. Bougie crayon de préchauffage selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** la couche chauffante (18), les couches d'alimentation (20, 21) et la couche d'isolation (22) sont formées d'un réseau céramique composite résultant d'un procédé de frittage en une ou plusieurs étapes d'au moins deux compositions Al_2O_3 , MoSi_2 , Si_3N_4 et Y_2O_3 . 25
7. Bougie crayon de préchauffage selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** la couche chauffante (18), les couches d'alimentation (20, 21) et la couche d'isolation (22) sont formées d'un composé précurseur de céramique, la matière de la matrice comprenant des polysiloxanes, polysilsesquioxanes, polysilanes ou polysilanes éventuellement dopés avec du bore ou de l'aluminium et obtenus par pyrolyse, la charge étant formée par au moins l'une des compositions Al_2O_3 , MoSi_2 et SiC . 30
8. Bougie crayon de préchauffage selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** la température de la couche chauffante (18) se définit à l'aide de sa résistance (R_1). 35
9. Bougie crayon de préchauffage selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la valeur de température obtenue est transmise à un appareil de commande de moteur (30) qui compare alors la valeur de la température à une valeur de référence et assure un asservissement de la tension fournie par 40
10. Bougie crayon de préchauffage selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** la valeur de température obtenue est transmise à un appareil de commande de moteur (30) qui compare cette température à une ou plusieurs valeurs de référence pour une combustion correcte et assure l'asservissement des grandeurs concernant la combustion. 45
11. Bougie crayon de préchauffage selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** la mesure de la température, la comparaison à une ou plusieurs valeurs de référence pour une combustion correcte et l'asservissement des grandeurs concernant la combustion se font en mode passif de la bougie crayon de préchauffage. 50
12. Bougie crayon de préchauffage selon l'une des revendications 10 ou 11, **caractérisée en ce que** les paramètres concernant la combustion sont les suivantes : durée d'injection, début d'injection et pression d'injection du carburant. 55

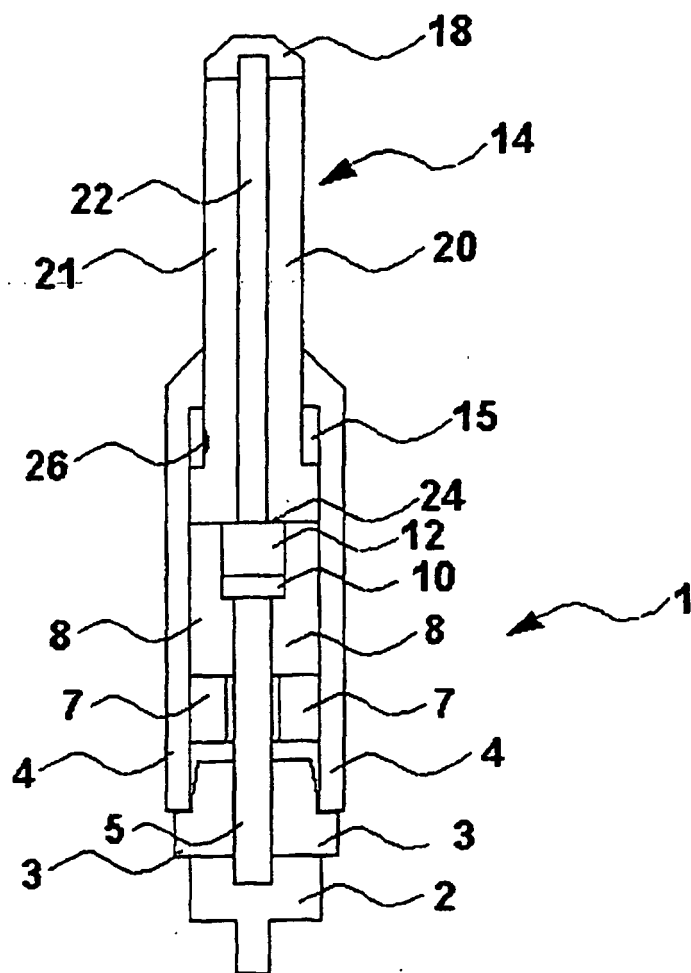


Fig. 1

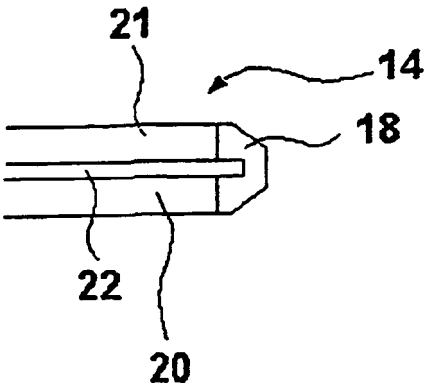


Fig. 2

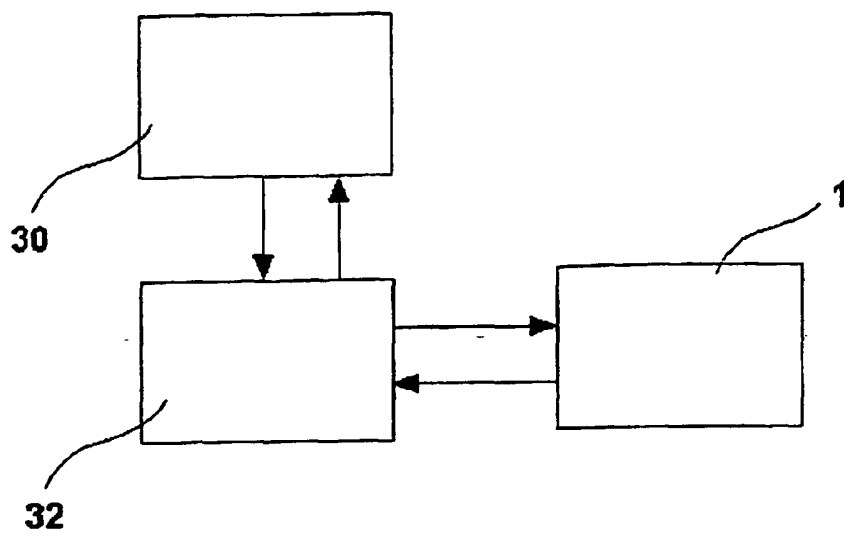


Fig. 3

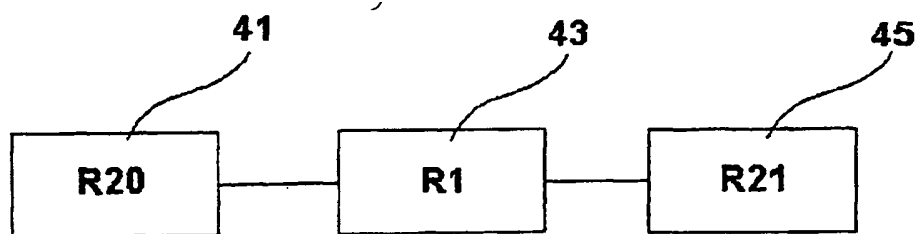


Fig. 4

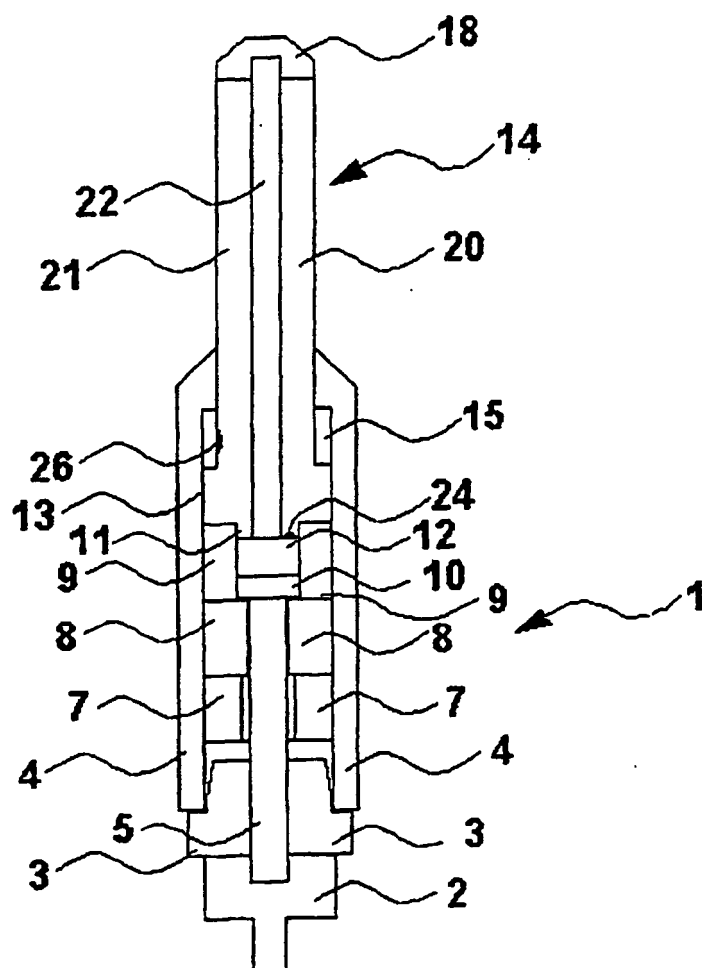


Fig. 5

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 4028859 A [0001]
- DE 2937884 A [0002]
- DE 19844347 [0003]
- JP 63297924 B [0004]