



(11)

**EP 3 014 183 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**07.03.2018 Patentblatt 2018/10**

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

(21) Anmeldenummer: **14728491.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2014/060890**

(22) Anmeldetag: **27.05.2014**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2014/206671 (31.12.2014 Gazette 2014/53)**

**(54) GLÜHSTIFTKERZE UND VERFAHREN ZU DEREN HERSTELLUNG**

**SHEATHED-ELEMENT GLOW PLUG AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF**  
**BOUGIE DE PRÉCHAUFFAGE ET PROCÉDÉ POUR LA FABRIQUER**

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

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **26.06.2013 DE 102013212275**  
**25.07.2013 DE 102013214558**

(72) Erfinder: **GEISSINGER, Albrecht**  
**75417 Muehlacker (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**04.05.2016 Patentblatt 2016/18**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 2 105 670 DE-A1- 10 157 466**  
**DE-A1-102009 046 458**

**EP 3 014 183 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Glühkerze oder Glühstiftkerze, und genauer gesagt eine metallische Glühstiftkerze zur Anordnung in einer Kammer einer Brennkraftmaschine, so zum Beispiel einer Vor-, Wirbel- oder Brennkammer eines luftverdichtenden, selbstzündenden Dieselmotors. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Glühstiftkerze.

**[0002]** In modernen Kraftfahrzeugen und anderen Anwendungen kommen verbreitet Dieselmotoren zum Einsatz, die im Vergleich zu benzinbetriebenen Brennkraftmaschinen über einen höheren Wirkungsgrad verfügen. Dieselmotoren benötigen jedoch während des Anlassvorgangs vielfach eine Kaltstarthilfe, da bei einem Kaltstart eines Dieselmotors eine problemlose Selbstzündung des eingespritzten Dieseldienststoffs in der Regel nicht möglich ist. Der Brennraum befindet sich auf niedrigem Temperaturniveau und verfügt zudem über eine hohe spezifische Wärmekapazität, so dass die beim Anlassvorgang des Dieselmotors erzeugte Kompressionswärme schnell in den Motorblock abfließt. Für eine vollständige Verbrennung in einer Kaltleerlaufphase ist jedoch bei den meisten selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen eine Glühunterstützung bei einer Temperatur von  $\sim 850^\circ\text{C}$  erforderlich. Dies ist insbesondere für die niedrig verdichtenden selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen moderner Bauart unabdingbar, die in der Regel ein schlechteres Kaltstart- bzw. Kaltleerlaufverhalten aufweisen. Bei diesen selbstzündenden Verbrennungskraftmaschinen wird aktuell eine Dauerglühtemperatur von  $\sim 850^\circ$  gefordert. Darüber hinaus können unterschiedliche Kraftstoffqualitäten die Zündwilligkeit des komprimierten Luft/Dieselmischs herabsetzen.

**[0003]** Um den genannten Effekten zu begegnen, befindet sich in den Brennräumen eines Dieselmotors normalerweise jeweils mindestens eine elektrisch beheizbare Glühstiftkerze, auch GLP (von dem englischen Fachbegriff "glow plug") genannt, mit einer Sättigungstemperatur von 950 bis  $1000^\circ\text{C}$ , mittels der der Dieselmotor in der Startphase vorgeglüht wird. Wie es in Figur 2 in einer schematischen Ansicht gezeigt ist, besteht ein Heizelement 9 einer derartigen bekannten metallischen Glühstiftkerze üblicherweise aus einem einseitig geschlossenen Glührohr 91 aus einer temperaturbeständigen Legierung, wie zum Beispiel einer Legierung mit einem Nickel-Basiswerkstoff oder einer Legierung mit temperaturbeständigem Stahl, wobei die brennraumseitige, geschlossene Seite des Glührohrs 91 mit einer Heizwendel 92 verschweißt ist, mit welcher eine Regelwendel 93 in Reihe geschaltet elektrisch verbunden ist. Für die Heizwendel 92 wird üblicherweise ein metallischer Werkstoff mit möglichst hohem spezifischen elektrischem Widerstand verwendet, der bei einer Temperaturänderung

nahezu konstant bleibt, wie zum Beispiel FeCrAl oder NiCr. Die Regelwendel 93 hingegen besteht aus einem Metall oder einer Metalllegierung mit einem ausgeprägten PTC (Positive Temperature Coefficient)-Effekt, wie zum Beispiel Nickel (Ni) oder Eisenkobalt (FeCo). Die Regelwendel 93 ist mit einem Anschlussbolzen 94 des Heizelements 9, beispielsweise einer Zentral-Elektrode der Glühstiftkerze, elektrisch verbunden, auf den beispielsweise ein Anschlussstecker aufgeschraubt werden kann. Die Regelwendel 93 und die Heizwendel 92 sind weiterhin in einem Isolierpulver 95 eingebettet, das durch Reduzieren des Außendurchmessers des Glührohrs 91 nach dem Befüllen verdichtet wurde. Dieses Isolierpulver, üblicherweise Magnesiumoxid, weist auch noch bei Temperaturen über  $1400^\circ\text{C}$  einen hohen spezifischen elektrischen Widerstand auf. Das Glührohr 91 dient dem mechanischen Schutz der Heizwendel 92 und schirmt diese gegenüber chemisch aggressiven Medien, wie zum Beispiel Luftsauerstoff und -stickstoff, Kraftstoffrückständen und Verbrennungsrückständen ab. Zudem überträgt das Glührohr 91 die von der Heizwendel 92 freigesetzte Wärmeenergie in den Brennraum. Diese Anordnung sorgt dafür, dass der elektrische Widerstand bei Raumtemperatur niedrig bleibt, sich im Betrieb dann aber mit zunehmender Temperatur erhöht. Derartige Glühstiftkerzen finden weiterhin in Glühzündermotoren oder als Kaltstarthilfe beim Anlassen von mit Kerosin betriebenen Gasturbinen und Ölheizungen verbreitet Anwendung. Die Schrift DE 10157466 A1 offenbart eine Glühstiftkerze mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 und ein Verfahren zur Herstellung der Glühstiftkerze mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 8. Wie oben beschriebene Glühstiftkerzen sind neben einem Steuergerät als Teil von sogenannten Schnellstartsystemen für Dieselmotoren Stand der Technik. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass die Betriebsspannung der verwendeten Glühstiftkerzen, sogenannter Niedervolt-Glühstiftkerzen, 4 bis 7 Volt unter der verfügbaren Bordnetzspannung liegt. Diese Betriebsspannung wird im Folgenden als Nominalspannung bezeichnet. Durch kurzzeitiges Betreiben derartiger Schnellstartsysteme mit einer höheren Spannung als der Nominalspannung, dem sogenannten "Pushen", können kurze Aufheizzeiten und damit eine schnelle Startbereitschaft des Dieselmotors auch bei tiefen Außentemperaturen realisiert werden, selbst wenn beim Startvorgang die Bordnetzspannung unvorteilhafterweise kurzfristig auf beispielsweise 7 V zurückgehen sollte. Außerdem kann mit einem derartigen Schnellstartsystem ein Auskühlen beziehungsweise ein Überhitzen der Glühstiftkerze je nach Betriebszustand des Fahrzeugs durch eine in einem Kennfeld hinterlegte Spannungsansteuerung abhängig von Motorlast, Kühlwasser, Außentemperatur und dergleichen, ausgeglichen werden kann. Ein derartiges Kennfeld wird gemäß des bekannten Stands der Technik mit Hilfe von sogenannten Temperaturmesskerzen ermittelt, bei denen ein Thermoelement in die Spitze der oben beschriebenen Glühstiftkerze eingeschweißt

ist. Die Nachteile dieser Temperaturmesskerzen sind ihre kurze Lebensdauer und der hohe Preis. Ferner können derartige Niedervolt-Glühstiftkerzen durch Falschapplikation, Chiptuning, absichtliches oder unabsichtliches Überbrücken eines mit der Glühstiftkerze verbundenen Steuergeräts oder durch eine Fehlfunktion eines mit der Glühstiftkerze verbundenen Glühzeitsteuergerätes bis hin zum Abschmelzen des Heizkörpers überhitzen und so zu Motorschäden führen.

**[0004]** Um den oben genannten Problemen zu begegnen gibt es Ansätze, eine Glühstiftkerze zu bauen, bei der der elektrische Widerstand als Temperatursignal zur Kontrolle verwendet wird. Dazu wird die Glühstiftkerze als sogenannte Einwendelkerze ausgeführt. Diese ebenfalls bereits bekannte Einwendelkerze besteht aus einem in Figur 3 gezeigten Heizelement 9' aus einem einseitig geschlossenen Glührohr 91', wobei die brennraumseitige, geschlossene Seite des Glührohrs 91' mit einer PTC-Heizwendel 92' verschweißt ist, ohne eine Regelwendel vorzusehen. Als Wendelmateriale der Heizwendel 92' wird dabei entsprechend ein Metall mit positivem Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstandes verwendet, um den PTC-Effekt zu erzielen. Die Heizwendel 92' ist ähnlich zu der Heizwendel 92 aus Figur 2 in einem Isolierpulver 95' eingebettet, wobei hier die Heizwendel 92' direkt mit einem Anschlussbolzen 94' des Heizelements 9' elektrisch verbunden ist. Die oben genannten Schäden durch Falschapplikation und Chiptuning können durch derartige Einwendelkerzen, deren Heizwendelwiderstand eine PTC-Charakteristik aufweist und als Temperatursignal für das Glühzeitsteuergerät verwendet wird, in Verbindung mit diesem Steuergerät vermieden werden. Motorschäden durch Überbrücken des Steuergeräts, beabsichtigt oder unbeabsichtigt, wie beispielsweise durch einen Unfall, oder durch eine Fehlfunktion des Steuergeräts können damit jedoch nicht verhindert werden. Außerdem haben derartige Einwendelkerzen den Nachteil, dass die Leistung beim Aufheizen durch den Widerstandsanstieg schnell abnimmt, so dass sie bei üblichen Kaltwiderständen von 300 bis 700 mΩ mit einem 12V-Bordspannungsnetz nicht in 1 bis 2s auf 1000 °C aufgeheizt werden können. Deshalb muss der Kaltwiderstand sehr niedrig gehalten werden, mit der Folge, dass die Anfangsströme sehr hoch sind. Dies erfordert teurere Halbleiter im Glühzeitsteuergerät, größere Kabelquerschnitte und in Grenzfällen höhere Batteriekapazitäten wie bei den oben beschriebenen Glühstiftkerzen mit einer Kombination aus Heizwendel und Regelwendel.

#### Offenbarung der Erfindung

**[0005]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine elektrisch beheizbare Glühstiftkerze mit den Merkmalen von Anspruch 1 vorgeschlagen, vorzugsweise zur Kaltstarthilfe einer selbstzündenden Brennkraftmaschine, wie zum Beispiel eines Dieselmotors. Weiterhin wird gemäß der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Her-

stellung einer derartigen Glühstiftkerze vorgeschlagen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind durch die Merkmale der abhängigen Ansprüche gekennzeichnet.

**[0006]** Gemäß einem ersten Gesichtspunkt der Erfindung umfasst eine erfindungsgemäße elektrisch beheizbare Glühstiftkerze ein Heizelement als einen Hauptbestandteil. Das Heizelement weist wiederum ein geschlossenes Glührohr, eine elektrisch leitfähige Heizwendel, einen elektrisch leitfähigen Anschlussbolzen, der mit der Heizwendel elektrisch verbunden ist, und ein Füllmaterial auf. Die Heizwendel und zumindest ein Teil des Anschlussbolzens sind dabei in dem Glührohr angeordnet, und das Füllmaterial ist so in das Glührohr eingebracht, dass dieses die Heizwendel und zumindest einen Teil des Anschlussbolzens aufnimmt beziehungsweise vollständig umgibt. Das Glührohr kann dabei aus einer temperaturbeständigen Metalllegierung bestehen, beispielsweise aus einem Nickel-Basiswerkstoff oder einer temperaturbeständigen Stahllegierung. Ferner besteht die Heizwendel aus zumindest einem temperaturfesten Werkstoff, vorzugsweise einem hochtemperaturfesten Werkstoff, mit einem für vergleichbare elektrische Leiter hohem spezifischen elektrischen Widerstand, der aber nur wenig temperaturabhängig ist, also mit kleinem Temperaturkoeffizienten, und das Füllmaterial besteht zumindest teilweise aus einem Material mit negativem Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstands. Ein Aufbau der Heizwendel aus einer Kombination aus verschiedenen hochtemperaturfesten Werkstoffen mit hohem spezifischen elektrischen Widerstand ist hier ebenso denkbar, was aber wiederum zu erhöhten Herstellungskosten führen kann. Im Prinzip handelt es sich bei einer so aufgebauten Glühstiftkerze um eine Parallelschaltung des Heizwendel-Widerstandes, der sich mit der Temperatur nur wenig verändert, mit einem NTC-Widerstand in Form des Füllmaterials. Mit einer derartigen Kombination aus Werkstoffen im Inneren des Glührohrs wird es möglich, ein schnelles Aufheizen der Glühstiftkerze trotz vergleichsweise hohem Kaltwiderstand zu erreichen.

**[0007]** In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Glühstiftkerze ist der Werkstoff der Heizwendel ein hitzebeständiges Metall, das seinen Widerstandswert in Abhängigkeit von der Temperatur wenig oder gar nicht ändert, also einen annähernd konstanten spezifischen elektrischen Widerstand über einen breiten Temperaturbereich, beispielsweise bis zu 1400°C beibehält. Ein derartiges Material kann eine Fe-CrAl-Legierung, so zum Beispiel Kanthal, oder eine NiCr-Legierung sein. Weiter vorzugsweise kann das Füllmaterial im Inneren des Glührohrs zumindest teilweise oder vollständig als Pulver vorliegen. Dies erleichtert ein Einfüllen des Füllmaterials in das Glührohr. Es ist dabei insbesondere vorzuziehen, dass das Material mit negativem Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstands, aus dem das Füllmaterial zumindest teilweise besteht, als NTC-Pulver vorliegt. Die Abkürzung "NTC"

bedeutet hier "Negative Temperature Coefficient", und der Begriff NTC-Pulver bezeichnet demnach ein NTC-Widerstandspulver oder Heißeiterpulver mit einem negativen Temperaturkoeffizienten. Das Füllmaterial besteht zumindest teilweise aus einem derartigen Material mit negativem Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstands. Erfindungsmäßig besteht das Füllmaterial aus einer Mischung aus mindestens einem Material mit negativem Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstands und einem Isoliermaterial, wobei das Isoliermaterial ein isolierendes Sintermaterial sein kann, wie zum Beispiel Magnesiumoxid. Durch die Art des Pulvers und bei Mischungen aus Isolierpulver und NTC-Pulver auch durch das Mischungsverhältnis und das Verhältnis der Korngrößenverteilungen von Isolierpulver und NTC-Pulver kann die Widerstandscharakteristik der Glühstiftkerze abhängig von der Temperatur in weiten Bereichen eingestellt werden. Eine derartige Mischung beziehungsweise ein Mischverhältnis aus einem Material mit negativem Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstands und einem Isoliermaterial ist erfindungsmäßig dabei so angepasst, dass das Füllmaterial einen spezifischen elektrischen Widerstand aufweist, der zwischen 100°C und 400 °C niederohmig ist, was bei Niedertemperaturanwendungen wie zum Beispiel bei Kraftstoffheizern vorzuziehen ist.

**[0008]** Alternativ dazu ist erfindungsmäßig das Mischverhältnis und das Material so angepasst, dass der spezifische elektrische Widerstand des Füllpulvers zwischen 800 und 1300°C stark abfällt, was bei Hochtemperaturanwendungen vorzuziehen ist.

**[0009]** In einer weiter bevorzugten Ausführung ist das Material mit negativem Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstands eines von einem modifizierten Kohlenstoffmaterial, Siliziumkarbid (SiC), dotiertem Silizium (Si), elementarem Silizium (Si), stabilisiertem oder teilstabilisiertem Oxid von Titan (Ti), , stabilisiertem oder teilstabilisiertem Oxid von Eisen (Fe), stabilisiertem oder teilstabilisiertem Oxid von Kobalt (Co), stabilisiertem oder teilstabilisiertem Oxid von Nickel (Ni), stabilisiertem oder teilstabilisiertem Oxid von Kupfer (Cu), und stabilisiertem oder teilstabilisiertem Oxid von Zirkonium (Zr). Des Weiteren kann das Material mit negativem Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstands aus einer Kombination aus mehreren der Gruppe aus Materialien bestehend aus modifiziertem Kohlenstoffmaterial, Siliziumkarbid (SiC), dotiertem Silizium (Si), elementarem Silizium (Si), stabilisiertem oder teilstabilisiertem Oxid von Titan (Ti), , stabilisiertem oder teilstabilisiertem Oxid von Eisen (Fe), stabilisiertem oder teilstabilisiertem Oxid von Kobalt (Co), stabilisiertem oder teilstabilisiertem Oxid von Nickel (Ni), stabilisiertem oder teilstabilisiertem Oxid von Kupfer (Cu), und stabilisiertem oder teilstabilisiertem Oxid von Zirkonium (Zr) bestehen. Das Material mit negativem Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstands muss dabei so gewählt werden, dass es bei der entsprechenden Einsatztemperatur nicht mit anderen Heizelementkomponenten reagiert, da

sich dadurch die Widerstandscharakteristik des Heizelements über der Temperatur im Laufe des Betriebs unerwünschterweise ändern kann.

**[0010]** Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der Erfindung umfasst ein Verfahren zur Herstellung einer vorstehend beschriebenen elektrisch beheizbaren Glühstiftkerze das Befüllen des Glührohrs des Heizelements der Glühstiftkerze zumindest teilweise mit einem Material mit negativem Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstands. Die Schritte des Fertigens der einzelnen Komponenten, des Anbringens der Heizwendel in thermischen und elektrischen Kontakt mit dem Glührohr, des elektrischen Verbindens des Anschlussbolzens mit der Heizwendel, und des Anordnens der Heizwendel und zumindest eines Teils des Anschlussbolzens in dem Glührohr sind bereits bekannt und demnach vorausgesetzt.

#### Vorteile der Erfindung

**[0011]** Eine gemäß der Erfindung ausgeführte Glühstiftkerze hat den Vorteil, dass die Heizwendel der Glühstiftkerze aus zumindest einem Heizleiterwerkstoff oder einer Kombination aus mehreren Heizleiterwerkstoffen mit nahezu konstantem Temperaturkoeffizient ausgeführt wird. Dadurch wird ein schnelles Aufheizen der Glühstiftkerze trotz vergleichsweise hohem Kaltwiderstand möglich. Gegenüber der bekannten Glühstiftkerze mit einer Kombination aus Heizwendel und Regelwendel hat die Glühstiftkerze den Vorteil, dass die gesamte eingebrachte elektrische Leistung dort in Wärme umgewandelt wird, wo sie gebraucht wird. Zudem ist die Glühstiftkerze in der Lage, ab einer bestimmten Grenztemperatur ein Temperatursignal zu liefern, dass durch Erfassen und

**[0012]** Auswerten der Veränderung des elektrischen Widerstands der Glühstiftkerze erhalten wird. Das bedeutet, dass im Gegensatz zu den Vorschlägen des Stands der Technik, die auf dem PTC-Effekt der Heizwendel beruhen, die ausgeführte Glühstiftkerze einen negativen Temperaturkoeffizient aufweist, wobei die daraus resultierende Widerstandsänderung ab einer gewissen Mindesttemperatur der Glühstiftkerze als Temperatursignal für ein mit dem Heizelement der Glühstiftkerze verbundenes Glühzeitsteuergerät verwendet werden kann. Durch die Überwachung dieses Temperatursignals, das einen zusätzlichen Temperatursensor an dem Heizelement der Glühstiftkerze überflüssig macht, kann eine Beschädigung des Heizelements der Glühstiftkerze, wie zum Beispiel ein Schmelzen von diesem, verhindert werden, und somit Motorschäden sicher verhindert werden.

**[0013]** Diesen Effekt kann man sich auch bei Kraftstoffheizern zunutze machen, bei denen das Durchschmelzen des beheizten Kraftstoffreservoirs auf Grund von Überhitzung des Kraftstoffheizers sicher und unabhängig vom Steuergerät verhindert werden muss. Dazu ist bei einem derart ausgeführten Kraftstoffheizer beispielsweise eine (Schmelz-)Sicherung in Reihe zu schalten.

**[0014]** Weitere Vorteile und bevorzugte Ausführungs-

formen der Erfindung werden aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung ersichtlich.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0015]** Es zeigen

- Figur 1 eine schematische Blockschaltbildansicht einer Glühstiftkerze gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;
- Figur 2 eine schematische Blockschaltbildansicht eines Heizelements einer Glühstiftkerze gemäß dem Stand der Technik; und
- Figur 3 eine schematische Blockschaltbildansicht eines Heizelements einer weiteren Glühstiftkerze gemäß dem Stand der Technik.

#### Bevorzugte Ausführungsform der Erfindung

**[0016]** Figur 1 zeigt eine schematische Blockschaltbildansicht einer bevorzugten Ausführungsform einer Glühstiftkerze der vorliegenden Erfindung. Die erfindungsgemäße Glühstiftkerze besteht aus einem Heizelement 1, einer optionalen Sicherung 2 und einem Glühzeitsteuergerät 3 zur Steuerung einer auf die Glühstiftkerze aufzubringenden Spannung. Ein Zuschalten der optionalen Sicherung 2 ist in Figur 1 durch eine gestrichelt dargestellte Leitung 4 gezeigt, wobei die Sicherung 2 dabei in Reihe zwischen das Heizelement 1 und das Glühzeitsteuergerät 3 geschaltet ist. Das Glühzeitsteuergerät 3 ist mit einer Leitung g direkt mit einem Glührohr 11 des Heizelements 1 elektrisch verbunden. Für den Fall, dass die Sicherung 2 nicht zugeschaltet ist, steht das Heizelement 1 direkt über eine Leitung 6 mit dem Glühzeitsteuergerät 3 in elektrischer Verbindung. Die Sicherung 2 kann als zusätzliche Maßnahme dienen, ein unerwünschtes Schmelzen des Heizelements 1 unabhängig vom Glühzeitsteuergerät 3 zu unterbinden und somit Motorschäden sicher zu verhindern, da mit steigender Temperatur auch der benötigte Strom steigt. Das Glühzeitsteuergerät 3 dient dazu, die Glühstiftkerze beispielsweise durch Pulsweitenmodulation aus der Bordspannung eines Kraftfahrzeugs mit einer Spannung oberhalb ihrer Betriebsspannung anzusteuern, um eine kürzere Aufheizzeit bei Niederspannungs-Glühstiftkerzen zu erreichen, beispielsweise innerhalb von 3s Aufheizzeit auf 1000 °C Aufheiztemperatur, und abhängig vom GLP-Widerstand die Temperatur zu regeln.

**[0017]** Neben dem Glührohr 11 besteht das Heizelement 1 weiterhin aus einer Heizwendel 12, die an einer Innenseite eines geschlossenen Endes 111 des Glührohrs 11 mit diesem in elektrischer Verbindung steht. Ferner ist ein Anschlussbolzen 14 mit der Heizwendel 12 in Reihe geschaltet und ist teilweise innerhalb des Glührohrs 11 angeordnet. Der Anschlussbolzen 14 ist weiterhin, je nach optionaler Zuschaltung der Sicherung 2, über

die Sicherung 2 oder direkt mit dem Glühzeitsteuergerät 3 elektrisch verbunden. Die Heizwendel 12 besteht bei der hier beschriebenen bevorzugten Ausführungsform aus einer FeCrAl-Legierung. Das Innere des Glührohrs 11 ist mit einem Füllmaterial 15 gefüllt, das die Heizwendel 12 und den im Inneren des Glührohrs 11 angeordneten Teil des Anschlussbolzens 14 umgibt. Das Füllmaterial 15 besteht bei der hier beschriebenen bevorzugten Ausführungsform vollständig aus einem NTC-Pulver aus Siliziumkarbid, kann aber auch in einer Pulvermischung vorliegen. Durch die Wahl an Materialien der Heizwendel 12 und des Füllmaterials 15, also der Kombination aus einem Heizwendel-Werkstoff mit einem hohen spezifischen elektrischen Widerstand und einem Füllmaterial mit negativem Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstands wird eine Parallelschaltung des Heizwendel-Widerstandes, der sich mit der Temperatur nur wenig verändert, mit dem NTC-Widerstand des Füllmaterials erreicht. Diese Parallelschaltung ist in Figur 1 schematisch durch das Schaltsymbol 151 für einen temperaturabhängigen Widerstand, hier einen Heißleiter oder NTC-Leiter, dargestellt. Bei einem Einsatz der Glühstiftkerze gemäß der hier beschriebenen Ausführungsform wird bei Aufbringung einer Spannung durch das Glühzeitsteuergerät 3 auf das Heizelement 1 die Heizwendel 12 zum Glühen angeregt. Durch die daraus resultierende Erhitzung des Heizelements 1 wird wiederum der elektrische Widerstand, das heißt die Stromleitfähigkeit des NTC-Füllmaterials 15 und damit des gesamten Heizelements 1 erhöht. Diese Änderung des elektrischen Widerstands, also die erhöhte Stromleitung zu der Heizwendel 12 kann durch das Glühzeitsteuergerät 3 erfasst und als Temperatursignal ausgewertet werden, wobei das Glühzeitsteuergerät 3 anhand dieses Temperatursignals die Temperatur des Heizelements regeln oder bei einer für das Heizelement kritischen Temperatur auch ganz unterbrechen kann, um eine Beschädigung des Heizelements 1, beispielsweise durch Schmelzen, zu verhindern. Als weitere Sicherheitsvorkehrung kann zusätzlich die Sicherung 2 zugeschaltet sein.

**[0018]** Als Einsatzgebiet für ein derartig aufgebautes Heizelement sind neben einer Glühstiftkerze noch weitere Anwendungsgebiete denkbar, wie zum Beispiel für einen Kraftstoffheizer wie beispielsweise einen Ethanolheizer in einem Flex-Startsystem, oder jede Form von elektrischem Rohrheizkörper, in dem ein nicht isolierter Heizwiderstand in eine Pulverpackung eingebettet ist.

#### Patentansprüche

1. Elektrisch beheizbare Glühstiftkerze mit einem Heizelement (1), das Folgendes aufweist:

ein geschlossenes Glührohr (11),  
eine elektrisch leitfähige Heizwendel (12),  
einen elektrisch leitfähigen Anschlussbolzen (14), der mit der Heizwendel (12) elektrisch ver-

- bunden ist, und  
 ein Füllmaterial (15), das in dem Glührohr (11)  
 vorgesehen ist und die Heizwendel (12) und zu-  
 mindest einen Teil des Anschlussbolzens (14)  
 aufnimmt, wobei  
 die Heizwendel (12) aus zumindest einem tem-  
 peraturfesten Werkstoff mit einem für elektri-  
 sche Leiter hohen, nur wenig temperaturabhän-  
 gigen spezifischen elektrischen Widerstand be-  
 steht, und  
 das Füllmaterial (15) zumindest teilweise aus  
 zumindest einem Material mit negativem Tem-  
 peraturkoeffizienten des elektrischen Wider-  
 stands besteht, **dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Füllmaterial (15) aus einer Mischung  
 aus mindestens einem Material mit negativem  
 Temperaturkoeffizienten des elektrischen Wi-  
 derstands und einem Isoliermaterial besteht,  
 vorzugsweise Magnesiumoxid, wobei die Mi-  
 schung angepasst ist, um einen spezifischen  
 elektrischen Widerstand aufzuweisen, der zwi-  
 schen 100°C und 400°C niederohmig ist, oder  
 einen spezifischen elektrischen Widerstand auf-  
 zuweisen, der zwischen 800°C und 1300°C  
 stark abfällt.
2. Glühstiftkerze nach Anspruch 1, wobei der Werkstoff  
 der Heizwendel (12) ein hitzebeständiges Metall ist,  
 das seinen Widerstandswert in Abhängigkeit von der  
 Temperatur wenig oder gar nicht ändert, vorzugs-  
 wise eine FeCrAl-Legierung oder eine NiCr-Legie-  
 rung.
3. Glühstiftkerze nach einem der vorangehenden An-  
 sprüche, wobei das Füllmaterial (15) zumindest teil-  
 weise als Pulver vorliegt.
4. Glühstiftkerze nach Anspruch 3, wobei das Material  
 mit negativem Temperaturkoeffizienten des elektri-  
 schen Widerstands als NTC-Pulver vorliegt.
5. Glühstiftkerze nach einem der vorangehenden An-  
 sprüche, wobei das Füllmaterial (15) vollständig aus  
 einem Material mit negativem Temperaturkoeffizien-  
 ten des elektrischen Widerstands besteht.
6. Glühstiftkerze nach einem der vorangehenden An-  
 sprüche, wobei das Material mit negativem Tempe-  
 raturkoeffizienten des elektrischen Widerstands ei-  
 nes von den folgenden Materialien oder eine Kom-  
 bination aus mehreren von den folgenden Materia-  
 lien ist:
- einem modifizierten Kohlenstoffmaterial;  
 Siliziumkarbid;  
 dotiertem Silizium;  
 elementarem Silizium;  
 Titanoxid;

Eisenoxid;  
 Kobaltoxid;  
 Nickeloxid;  
 Kupferoxid, und  
 stabilisiertem oder teilstabilisiertem Zirkonium-  
 oxid.

7. Glühstiftkerze nach einem der vorangehenden An-  
 sprüche, wobei das Glührohr (11) aus einer tempe-  
 raturbeständigen Metalllegierung besteht, vorzugs-  
 wise aus einem Nickel-Basiswerkstoff oder einer  
 temperaturbeständigen Stahllegierung.
8. Verfahren zur Herstellung einer elektrisch beheizba-  
 ren Glühstiftkerze, insbesondere nach einem der  
 vorhergehenden Ansprüche, wobei das Glührohr  
 (11) zumindest teilweise mit einem Material mit ne-  
 gativem Temperaturkoeffizienten des elektrischen  
 Widerstands befüllt wird, **dadurch gekennzeich-  
 net, dass** Füllmaterial (15) aus einer Mischung aus  
 mindestens einem Material mit negativem Tempe-  
 raturkoeffizienten des elektrischen Widerstands und  
 einem Isoliermaterial besteht, vorzugsweise Magne-  
 siumoxid, wobei die Mischung angepasst ist, um ei-  
 nen spezifischen elektrischen Widerstand aufzuwei-  
 sen, der zwischen 100°C und 400°C niederohmig  
 ist, oder einen spezifischen elektrischen Widerstand  
 aufzuweisen, der zwischen 800°C und 1300°C stark  
 abfällt.

#### Claims

1. Electrically heatable sheathed-element glow plug  
 having a heating element (1) having the following:
- a closed glow tube (11),  
 an electrically conductive heating spiral (12),  
 an electrically conductive connection bolt (14)  
 that is electrically connected to the heating spiral  
 (12), and  
 a filler material (15) which is provided in the glow  
 tube (11) and receives the heating spiral (12)  
 and at least part of the connection bolt (14),  
 wherein  
 the heating spiral (12) is made of at least one  
 temperature-resistant material having a specific  
 electrical resistance that is high for an electrical  
 conductor and is only slightly temperature-de-  
 pendent, and  
 the filler material (15) consists at least partially  
 of at least one material having a negative tem-  
 perature coefficient of the electrical resistance,  
**characterized in that** the filler material (15) con-  
 sists of a mixture of at least one material having  
 a negative temperature coefficient of the elec-  
 trical resistance and an insulating material, pref-  
 erably magnesium oxide, wherein the mixture is

adapted to have low specific electrical resistance between 100°C and 400°C, or to have a specific electrical resistance that drops sharply between 800°C and 1300°C.

2. Sheathed-element glow plug according to Claim 1, wherein the material of the heating spiral (12) is a heat-resistant metal of which the resistance changes very little or not at all in dependence on temperature, preferably a FeCrAl alloy or a NiCr alloy.

3. Sheathed-element glow plug according to either of the preceding claims, wherein the filler material (15) is present at least in part as a powder.

4. Sheathed-element glow plug according to Claim 3, wherein the material having a negative temperature coefficient of the electrical resistance is present as a NTC powder.

5. Sheathed-element glow plug according to one of the preceding claims, wherein the filler material (15) consists entirely of a material having a negative temperature coefficient of the electrical resistance.

6. Sheathed-element glow plug according to one of the preceding claims, wherein the material having a negative temperature coefficient of the electrical resistance is one of the following materials or a combination of more than one of the following materials:

a modified carbon material;  
silicon carbide;  
doped silicon;  
elemental silicon;  
titanium oxide;  
iron oxide;  
cobalt oxide;  
nickel oxide;  
copper oxide, and  
stabilized or partially stabilized or zirconium oxide.

7. Sheathed-element glow plug according to one of the preceding claims, wherein the glow tube (11) is made of a temperature-resistant metal alloy, preferably a nickel-based material or a temperature-resistant steel alloy.

8. Method for the production of an electrically heatable sheathed-element glow plug, in particular one according to one of the preceding claims, wherein the glow tube (11) is at least partially filled with a material having a negative temperature coefficient of the electrical resistance, **characterized in that** the filler material (15) consists of a mixture of at least one material having a negative temperature coefficient of the electrical resistance and an insulating material,

preferably magnesium oxide, wherein the mixture is adapted to have low specific electrical resistance between 100°C and 400°C, or to have a specific electrical resistance that drops sharply between 800°C and 1300°C.

## Revendications

1. Bougie d'allumage chauffée électriquement, présentant un élément chauffant (1) doté des éléments suivants :

un tube incandescent fermé (11),  
un filament chauffant (12) électriquement conducteur,  
un goujon électriquement conducteur de raccordement (14) raccordé électriquement au filament de chauffage (12) et  
un matériau de charge (15) prévu dans le tube incandescent (11) et reprenant le filament de chauffage (12) et au moins une partie du goujon de raccordement (14),  
le filament de chauffage (12) étant constitué d'au moins un matériau réfractaire doté d'une résistance électrique élevée pour le conducteur électrique mais dépendant peu de la température et le matériau de charge (15) étant constitué au moins en partie d'un matériau dont la résistance électrique présente un coefficient de température négatif,

## caractérisé en ce que

le matériau de charge (15) est constitué d'un mélange d'au moins un matériau dont la résistance électrique présente un coefficient de température négatif et un matériau isolant, en particulier l'oxyde de magnésium, le mélange étant adapté pour présenter une résistance électrique spécifique à basse valeur ohmique entre 100°C et 400°C ou une résistance électrique spécifique qui diminue fortement entre 800°C et 1 300°C.

2. Bougie d'allumage selon la revendication 1, dans laquelle le matériau du filament de chauffage (12) est un métal réfractaire dont la valeur de la résistance varie peu ou ne varie pas en fonction de la température, et de préférence un alliage de FeCrAl ou un alliage de NiCr.

3. Bougie d'allumage selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le matériau de charge (15) présente au moins la forme d'une poudre.

4. Bougie d'allumage selon la revendication 3, dans laquelle le matériau dont la résistance électrique a un coefficient de température négatif présente la for-

me d'une poudre NTC.

5. Bougie d'allumage selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le matériau de charge (15) est entièrement constitué d'un matériau dont la résistance électrique a un coefficient de température négatif. 5
  
6. Bougie d'allumage selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le matériau dont la résistance électrique a un coefficient de température négatif est un des matériaux suivants ou une combinaison de plusieurs des matériaux suivants : 10
  - un matériau de carbone modifié, 15
  - le carbure de silicium,
  - un silicium dopé,
  - du silicium élémentaire,
  - l'oxyde de titane,
  - l'oxyde de fer, 20
  - l'oxyde de cobalt,
  - l'oxyde de nickel,
  - l'oxyde de cuivre ou
  - un oxyde de zirconium stabilisé ou partiellement stabilisé. 25
  
7. Bougie d'allumage selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le tube incandescent (11) est constitué d'un alliage métallique réfractaire, de préférence un matériau à base de nickel ou un alliage d'acier réfractaire. 30
  
8. Procédé de fabrication d'une bougie d'allumage chauffée électriquement, en particulier selon l'une des revendications précédentes, le tube incandescent (11) étant rempli au moins en partie d'un matériau dont la résistance électrique a un coefficient de température négatif, 35
 

**caractérisé en ce que** 40

  - le matériau de charge (15) est constitué d'un mélange d'au moins un matériau dont la résistance électrique présente un coefficient de température négatif et un matériau isolant, en particulier l'oxyde de magnésium, le mélange étant adapté pour présenter une résistance électrique spécifique à basse valeur ohmique entre 100°C et 400°C ou une résistance électrique spécifique qui diminue fortement entre 800°C et 1 300°C. 45

50

55



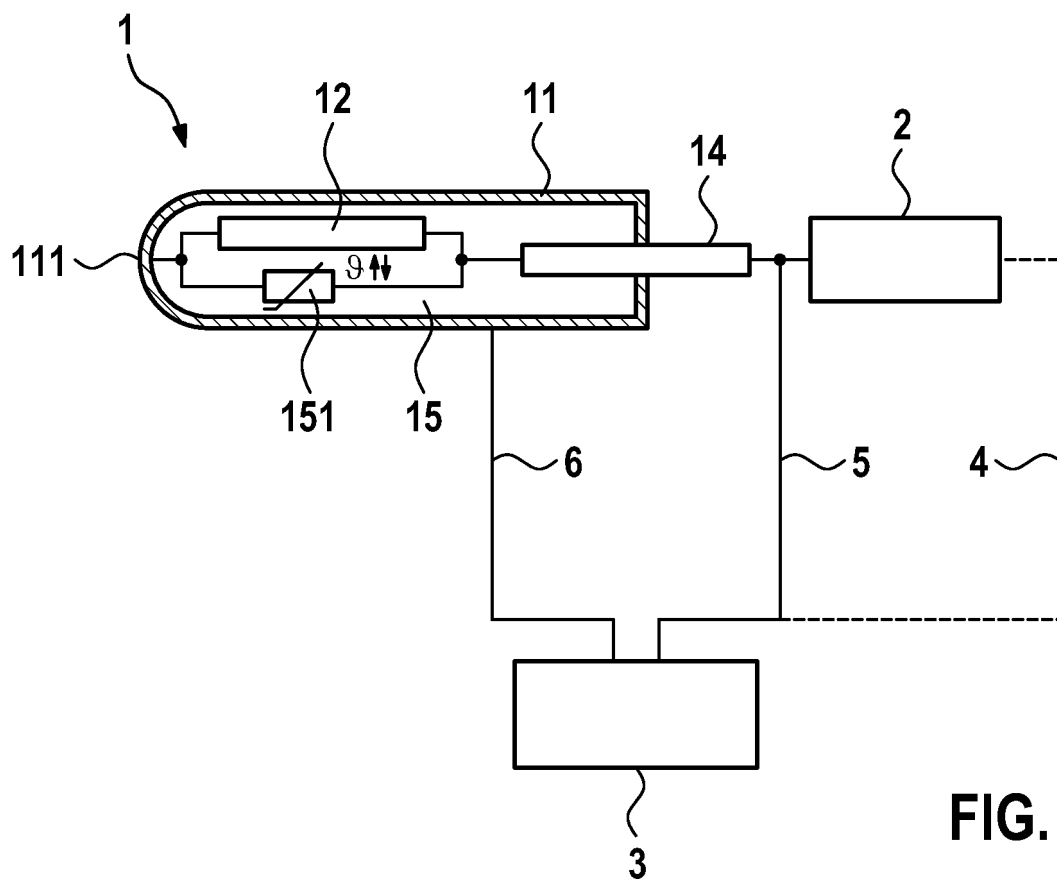


FIG. 1

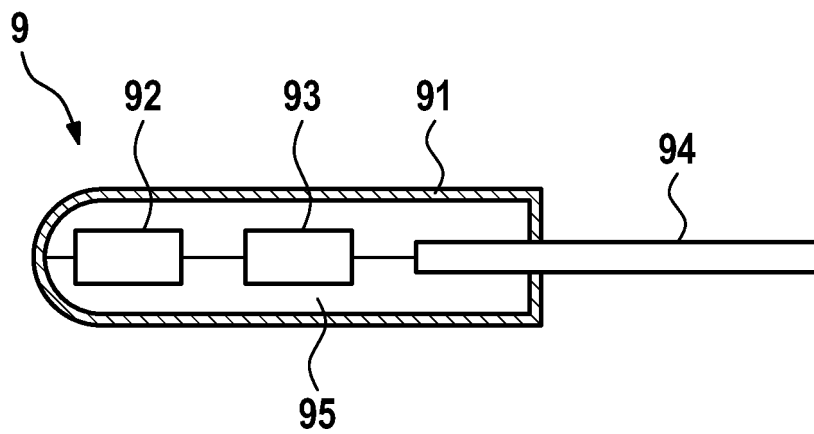


FIG. 2

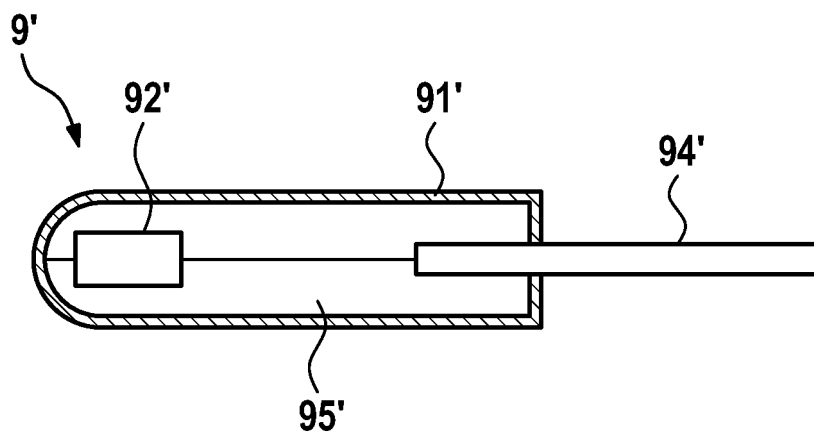


FIG. 3

**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 10157466 A1 [0003]