

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 351 883 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **16.03.94**

(51) Int. Cl.⁵: **F23Q 7/00**

(21) Anmeldenummer: **89113620.2**

(22) Anmeldetag: **24.07.89**

(54) **Glühkerze.**

(30) Priorität: **22.07.88 DE 3825013**
17.07.89 DE 3923582

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.01.90 Patentblatt 90/04

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
16.03.94 Patentblatt 94/11

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE ES FR GB IT NL SE

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 098 035
EP-A- 0 189 086
DE-U- 8 705 865

(73) Patentinhaber: **BERU Ruprecht GmbH & Co.
KG**
Wernerstrasse 35
D-71636 Ludwigsburg(DE)

(72) Erfinder: **Dupuis, Bertram, Dipl.-Ing.**
Lichtenbergstrasse 31/2
D-7140 Ludwigsburg(DE)
Erfinder: **Endler, Max, Dipl.-Ing. (FH)**
Schäferstrasse 5
D-7140 Ludwigsburg(DE)
Erfinder: **Bauer, Paul**
Richard-Wagner-Strasse 4
D-7141 Steinheim/Murr(DE)

(74) Vertreter: **WILHELMS, KILIAN & PARTNER Pa-
tentanwälte et al**
Eduard-Schmid-Strasse 2
D-81541 München (DE)

EP 0 351 883 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Glühkerze, wie sie im jeweiligen Oberbegriff der Hauptansprüche 1 und 8 beschrieben ist. Solche Glühkerzen sind z.B. aus der Schrift DE-U- 8 705 865 bekannt.

Bei kaltem, unterhalb der Selbststarttemperatur liegendem Motor müssen luftverdichtende Brennkraftmaschinen mit Hilfe von Glühkerzen angelassen werden.

Die genannten Glühkerzen benötigen eine gewisse Zeit, um sich auf ihre Arbeitstemperatur zu erhitzen. Erst dann kann die Brennkraftmaschine angelassen werden. Diese Zeitdauer, auch Vorglühzeit genannt, ist bei der genannten Kerze schon recht kurz. Dennoch ist sie gegenüber den Benzinmotor noch relativ lang, der sofort anlaßbereit ist.

Man ist deshalb bemüht, die Vorglühzeit möglichst noch weiter zu verkürzen.

Bei den bekannten Glühstiftkerzen ist die Regelwendel üblicher Weise aus reinem Nickel gefertigt, wobei sich ein Widerstandsverhältnis von etwa 7, bezogen auf ein Temperaturverhältnis $20^\circ/1000^\circ\text{C}$ ergibt, d. h., daß der Widerstand bei 1000°C etwa 7 mal so groß wie bei 20°C ist. Auf diese Weise lassen sich Glühstiftkerzen herstellen, deren Aufheizzeit im Bereich von etwa 5 bis 6 Sekunden liegt; an der Glührohrspitze beträgt die Temperatur dann etwa 850°C , während sich nach etwa 10 Sekunden eine Beharrungstemperatur von etwa 1140°C bei Nennspannung einstellt.

Wie die Praxis gezeigt hat, ist bei dieser Temperatur die Belastbarkeit der Wendeln erreicht, so daß bei weiterer theoretisch möglicher Verkürzung der Aufheizzeit durch Veränderungen beispielsweise der Wendelgeometrie oder durch konstruktive Gestaltung des Glührohres die Lebensdauer der Glühkerze erheblich beeinträchtigt wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, unter Vermeidung der aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile Glühstiftkerzen zur Verfügung zu stellen, deren Aufheizzeit gegenüber der der vorbekannten Glühstiftkerzen deutlich verringert ist, wobei gleichzeitig eine ausreichende Lebensdauer der Glühkerzen gewährleistet ist. Gleichzeitig sollen solche Glühstiftkerzen einfach herstellbar sein und den Einsatz von Steuergeräten zur Lösung der gestellten Aufgabe entbehrlich machen. Die Erfindung betrifft ebenfalls ein Verfahren zur Herstellung solcher Glühstiftkerzen.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale der Hauptansprüche 1 und 8 gelöst. Weitere wesentliche und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den nachfolgenden Ansprüchen 2 bis 7 sowie 9 bis 12.

Die Erfindung wird anhand der folgenden Figuren näher erläutert:

Fig. 1 ist die graphische Wiedergabe des Widerstandsverhältnisses verschiedener Wendeldrahtmaterialien in Abhängigkeit von der Temperatur.

Fig. 2 ist die graphische Darstellung der Temperatur der Heizstab-Oberfläche in Abhängigkeit von der Zeit.

Fig. 3 ist eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Glühstiftkerze.

Fig. 4 ist eine andere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Glühstiftkerze.

Es wurde gefunden, daß theoretisch durch Veränderung der Wendelgeometrie des Wendeldrahtes sowie der Ausbildung des Glühstiftes Aufheizzeiten unter 5 Sekunden erhältlich sind, wobei deren Lebensdauer jedoch für den gewünschten Zweck völlig unzureichend ist. Es wurde gefunden, daß dieses vor allen daran liegt, daß die schnelle Aufheizperiode nicht zu "bremsen" ist, so daß sich der Heizstab auf eine Beharrungstemperatur von mehr als 1130° bei üblicher Batteriespannung nach etwa 10 Sekunden einstellt, wobei nach diesseitiger Erkenntnis diese Temperatur die Lebensdauer solcher Glühstiftkerzen entscheidend beeinträchtigt.

Verwendet man demgegenüber als Regelwendel eine Widerstandswendel mit höheren Widerstand ist es nicht möglich, die gewünschte Verkürzung der Aufheizzeit zu erzielen, wenn man auf eine Beharrungstemperatur von etwa 1000°C abzielt.

Überraschenderweise wurde gefunden, daß sowohl die Aufheizzeit verringert wie auch die funktionsgemäße Lebensdauer erzielbar ist, wenn man für die Regelwendel ein Material "gemäß Kennzeichnenden Teil der Hauptansprüche" verwendet, insbesondere, wenn es ein Widerstandsverhältnis von größer als 12 und insbesondere von etwa 14 aufweist.

Geeignete Materialien sind nicht, wie aus dem Stand der Technik bekannt, Reinnickel sondern beispielsweise Legierungen Kobalt/Eisen, vorzugsweise Legierungen gemäß Ansprüchen 1,6,8 und 9.

Als ganz besonders geeignet haben sich solche Materialien herausgestellt, die nicht nur das genannte Widerstandsverhältnis aufweisen, sondern bei denen sich die Widerstandsänderung in einen bestimmten Temperaturbereich "sprunghaft" ändert, d. h., daß er sich nicht etwa linear wie bei rein Nickel sondern wie den genannten Legierungen im Bereich von 600 bis 900° sehr schnell, bezogen auf den übrigen Kurvenverlauf, verändert. Dieses wird durch die Kurven gemäß Figur 1 aufgezeigt, in der der Verlauf des

Widerstandsverhältnisses in Abhängigkeit von der Temperatur für die genannten Materialien schematisch wiedergegeben wird.

Entsprechend erfindungsgemäß ausgebildete Glühstiftkerzen zeigen bezüglich ihrer Oberflächentemperatur als Funktion der Zeit ein Verhalten gemäß Figur 2. Während bei diesem gezeigten Beispiel die Glühstiftkerze aus dem Stand der Technik die Glühstiftspitzentemperatur von 850 ° nach etwa 8 Sekunden erreicht hat, erreicht die erfindungsgemäße Glühstiftkerze diese Temperatur nach etwa 3 bis 4 Sekunden. Darüber hinaus ergibt sich aus der Darstellung, daß die erfindungsgemäße Glühstiftkerze bezüglich der Oberflächentemperatur sehr stark "gebremst" wird und sich auf eine Beharrungstemperatur gemäß Figur 2 von etwa 1000 ° einstellt, während die Glühstiftkerze aus dem Stand der Technik sich auf eine Beharrungstemperatur von etwa über 1150 ° einstellt.

Die niedrige Beharrungstemperatur der erfindungsgemäßen Glühkerze verbessert jedoch nicht nur die Lebensdauer der Glühstiftkerze entscheidend; sie ermöglicht vor allem auch, daß mit dieser Kerze in den laufenden Motor mit höherer Generatorspannung (bis zu 13 Volt an der Kerze) nachgeglüht werden kann, ohne Heiz- und Regelwendel zu zerstören; dieser Möglichkeit des Nachglühens kommt wesentliche Bedeutung zur Verminderung der Schadstoffe im Abgas von Dieselmotoren zu. Auf diese Weise entfallen beim Nachglühen die sonst vorzusehenden aufwendigen elektrischen oder elektronischen Steuerungen.

Es wurde auch gefunden, daß die erfindungsgemäße Glühkerze besonders wirkungsvoll funktioniert, wenn die Regelwendel aus einer Kobalt-/Eisenlegierung besteht, wobei diese Legierung 23-25 Gew.-% Eisen, Rest Kobalt enthält. Dieses gilt insbesondere, wenn der Eisengehalt etwa 25 Gew.-%, Rest Kobalt ist.

Eine typische Ausführungsform der erfindungsgemäßen Glühstiftkerze ist in Figur 3 wiedergegeben.

Der Glühstift 1, als verschlossenes Glührohr ausgebildet, besteht üblicherweise aus korrosionsbeständigem Werkstoff, vorzugsweise Inconel 600 oder 601.

In diesem Schutzrohr ist eine Wendelkombination 2/3 in einem gut wärmeleitenden Isolierstoff 4 (beispielsweise Magnesiumoxid) eingebettet.

Der vordere Abschnitt 2 der hintereinander angeordneten Wendeln wird als Heizwendel bezeichnet und besteht aus einem Drahtmaterial mit geringem positiven oder negativen Temperaturkoeffizienten, vorzugsweise aus einem Chrom/Aluminium/Eisendraht. Der Durchmesser des Drahtes beträgt üblicherweise 0,3 bis 0,5 mm.

Die Heizwendel 2 ist mit der Regelwendel 3 üblicherweise durch Verschweißen verbunden. Die Regelwendel besteht in diesem Fall aus einer Legierung Kobalt/Eisen, wobei der Kobaltanteil in der Legierung etwa 75 % beträgt und der Rest Eisen ist; auf diese Weise wird erfindungsgemäß ein Material verwendet, dessen Widerstandskennlinie der Anwendung einer Glühkerze angepaßt ist. Diese Regelwendel 3 weist erfindungsgemäß zunächst einen niedrigeren Anstieg des Widerstands auf, während der Widerstand im Bereich der Wendeldrahttemperatur von etwa 400 bis etwa 900 ° steil ansteigt.

Ebenfalls erfindungsgemäß stellt sich die gewünschte Beharrungstemperatur nach etwa 8 Sekunden ein. Die Glühtemperatur von etwa 850 ° C wird bereits nach zwei bis fünf Sekunden erreicht. Der Durchmesser der Regelwendel beträgt bei diesem Ausführungsbeispiel etwa 0,3 bis 0,4 mm.

Beispiele für erfindungsgemäß verwendbare Legierungen ergeben sich aus der folgenden Tabelle:

	Zusammensetzung						spez. Widerstand/ $\mu\Omega\text{cm}$			TF
	Co	Fe	Ni	Mn	Si	TI/°C	bei 20 ° C		bei 1000 ° C	
a)	79	21	-	-	-	750	6,4		98	15
b)	77	23	-	-	-	780	5,8		98	16
c)	75	25	-	-	-	825	5,7		100	17,5
d)	R	25	-	0,2	0,1	825	6,7		103	15
e)	71	29	-	-	-	900	5,5		108	20
f)	R	25	5	0,2	0,1	810	5,8		98	17
g)	R	30	10	0,2	0,1	850	5,8		96	16,5

Eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform wird in Figur 4 wiedergegeben. Bei dieser Ausführungsform ist die Regelwendel in die beiden Abschnitte 3 und 6 unterteilt, wobei der Abschnitt 3 aus einem Material mit dem genannten steilen Widerstandsanstieg im genannten Temperaturbereich besteht, während Abschnitt 6 aus einer ansich bekannten Wendel aus z. B. reinem Nickel besteht. Auf diese Weise kann die Widerstandskennlinie bezüglich der Anwendung der Glühkerze erfindungsgemäß angepaßt werden.

Die Ergebnisse werden noch weiter deutlich verbessert, wenn die Regelwendellegierung durch Sintern hergestellt ist. Dieses gilt, obwohl bisher nicht geklärt werden konnte, warum die Ergebnisse für den

vorliegenden Zweck deutlich besser sind, wenn die Legierungen bei gleichem Reinheitsgrad im Sinter- und nicht im Schmelzverfahren hergestellt wurden.

Der Vorteil der Verwendung der reinen Legierungen Co Fe 23 bis Co Fe 25 liegt in der relativ geringen Widerstandszunahme bis 800 °C, wodurch sich rasches Aufheizen ergibt sowie die bei etwa 825 °C ausgeprägt auftretende Sprungcharakteristik des Temperaturkoeffizienten, wodurch sich ein wirkungsvolles Abregeln ergibt.

Patentansprüche

1. Glühkerze zur Anordnung im Brennraum einer luftverdichtenden Brennkraftmaschine, mit einem Kerzengehäuse, mit einer Anschlußvorrichtung für den Glühstrom und mit einem an dem Kerzengehäuse befestigten Rohr, das an seinen vom Kerzengehäuse abgewandten Ende verschlossen ist, wobei in dem Rohr ein drahtwendelförmiges Widerstandselement in einem Isolierstoff angeordnet ist, wobei das Widerstandselement aus zwei in Reihe verbundenen Widerstandswendeln besteht, von denen die hintere als Regelwendel dienende Widerstandswendel einen höheren positiven Temperatur-Widerstandskoeffizienten als die vordere, als Heizwendel dienende Widerstandswendel aufweist, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Regelwendel aus einer Kobalt/Eisenlegierung besteht, die aus 20 - 35 Gew.% Fe, anderen Elementen als Verarbeitungszusätze bis etwa 1 Gew.%, Rest Co oder Co und Ni besteht, wobei der maximale Nickelgehalt etwa 15 % beträgt.
2. Glühkerze nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Regelwendelmaterial ein Widerstandsverhältnis, bezogen auf ein Temperaturverhältnis von 20 °/1000 °C, von größer als 12 aufweist.
3. Glühkerze nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Widerstandsverhältnis etwa 14 ist.
4. Glühkerze nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Regelwendelmaterial im Bereich der Regelwendeldrahttemperatur von etwa 400 bis etwa 900 °C eine sprunghafte Widerstandsänderung aufweist.
5. Glühkerze nach Anspruch 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß sich der Bereich der sprunghaften Widerstandsänderung des Regelwendeldrahts von etwa 600 bis etwa 900 °C erstreckt.
6. Glühkerze nach mindestens einer der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Legierung der Regelwendel einen Nickelgehalt aufweist, der mit steigendem Eisengehalt ansteigt, wobei der maximale Nickelgehalt durch annähernd lineare Interpolation zwischen den Werten 0 Gew.% Nickel bei einem Eisengehalt von 20 Gew.% und 15 Gew.% Nickel bei einem Eisengehalt von 35 Gew.% ermittelt werden kann.
7. Glühkerze nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Regelwendel ein- oder mehrstückig aus einem Material oder Materialien ausgebildet ist, dessen/deren Widerstandsverhältnis(se) (20/1000 °C) im Bereich von etwa 100 bis etwa 400 °C, vorzugsweise bis etwa 600 °C, etwa 7,5 oder kleiner und im Bereich von 400, vorzugsweise 600 °C bis etwa 900 °C steil auf Werte oberhalb etwa 7,5 bis auf größer als 12 ansteigt(en).
8. Glühkerze zur Anordnung im Brennraum einer luftverdichtenden Brennkraftmaschine, mit einem Kerzengehäuse, mit einer Anschlußvorrichtung für den Glühstrom, mit einem an dem Kerzengehäuse befestigten Rohr, das an seinem vom Kerzengehäuse abgewandten Ende verschlossen ist, wobei in dem Rohr ein drahtwendelförmiges Widerstandselement in einem Isolierstoff angeordnet ist, wobei das Widerstandselement aus zwei in Reihe verbundenen Widerstandswendeln besteht, von denen die hintere als Regelwendel dienende Widerstandswendel einen höheren positiven Temperatur-Widerstandskoeffizienten als die vordere, als Heizwendel dienende Widerstandswendel aufweist, wobei das Regelwendelmaterial ein Widerstandsverhältnis, bezogen auf ein Temperaturverhältnis von 20 °/1000 °C von größer als etwa 7,5 aufweist, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Regelwendel aus einer Kobalt-/Eisenlegierung mit einem Eisengehalt von 23-25 Gew.-%, Rest Kobalt, besteht.
9. Glühkerze nach Anspruch 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Regelwendel aus einer Kobalt-/Eisenlegierung mit einem Eisengehalt von 25 Gew.-%, Rest Kobalt, besteht.

10. Glühkerze nach Anspruch 8 oder 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Regelwendellegierung durch Sintern hergestellt ist.

5 11. Glühkerze nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß zwischen Regelwendel und Heizwendel eine an sich bekannte Wendel aus beispielsweise reinem Nickel angeordnet ist.

12. Glühkerze nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Wendeln praktisch vollständig in dem Teil des Rohres angeordnet sind, der als Glühstift dient und frei von anliegenden, wärmeabziehenden Bauteilen ist.

10

Claims

15 1. Glow plug to be disposed in the combustion chamber of an air-compressing internal combustion engine, having a plug housing, having a connection device for the glow current, and having a pipe which is secured to the plug housing and which is closed at its end remote from the plug housing, a wire coil-like resistor element made of an insulating material being disposed in the pipe, the resistor element consisting of two resistor coils connected in series, of which the rear coil, acting as the regulator coil, has a higher positive temperature resistance coefficient than the front resistor coil acting as the heater coil, characterised in that the regulator coil consists of a cobalt/iron alloy which consists of 20-35 weight % Fe, other elements as processing additives of up to 1 weight %, the remainder being Co or Co and Ni, the maximum nickel content being approximately 15 %.

20

2. Glow plug according to Claim 1, characterised in that the regulator coil material has a resistor ratio, relative to a temperature ratio of 20 °/1000 ° C, of greater than 12.

25

3. Glow plug according to Claim 1, characterised in that the resistor ratio is approximately 14.

4. Glow plug according to any one of the preceding claims, characterised in that the regulator coil material displays a sudden resistance change in the range of the regulator coil wire temperature from approximately 400 to approximately 900 ° C.

30

5. Glow plug according to Claim 4, characterised in that the range of the sudden resistance change of the regulator coil wire is from approximately 600 to approximately 900 ° C.

35 6. Glow plug according to at least one of the preceding claims, characterised in that the alloy of the regulator coil has a nickel content which increases as the iron content increases, it being possible for the maximum nickel content to be determined by approximately linear interpolation between the values of 0 weight % of nickel for an iron content of 20 weight %, and 15 weight % of nickel for an iron content of 35 weight %.

40

7. Glow plug according to at least one of the preceding claims, characterised in that the regulator coil is formed in one or more parts from a material or materials of which the resistance ratio(s) (20/1000 ° C) in the range from approximately 100 ° to approximately 400 °, preferably to approximately 600 °, is (are) approximately 7.5 or less, and in the range from 400 °, preferably 600 °, to approximately 900 °, increases (increase) steeply to values above approximately 7.5 to more than 12.

45

8. Glow plug to be disposed in the combustion chamber of an air-compressing internal combustion engine, having a plug housing, having a connection device for the glow current, and having a pipe which is secured to the plug housing and which is closed at its end remote from the plug housing, a wire coil-like resistor element made of an insulating material being disposed in the pipe, the resistor element consisting of two resistor coils connected in series, of which the rear resistor coil, acting as a regulator coil, has a higher positive temperature resistance coefficient than the front resistor coil acting as the heater coil, the regulator coil material having a resistance ratio, relative to a temperature ratio of 20/1000 ° C, of more than approximately 7.5, characterised in that the regulator coil consists of a cobalt/iron alloy having an iron content of 23-25 weight % and the remainder being cobalt.

50

55

9. Glow plug according to Claim 8, characterised in that the regulator coil consists of a cobalt/iron alloy having an iron content of 25 weight % and the remainder being cobalt.

10. Glow plug according to Claim 8 or Claim 9, characterised in that the regulator coil alloy is produced by sintering.

11. Glow plug according to Claim 10, characterised in that a coil known per se and consisting of pure nickel, for example, is disposed between the regulator coil and the heater coil.

12. Glow plug according to at least one of the preceding claims, characterised in that the coils are disposed practically completely in the part of the pipe which acts as the glow pipe, and is free from adjacent, heat-removing components.

Revendications

1. Bougie de préchauffage destinée à être montée dans la chambre de combustion d'un moteur à combustion interne opérant par compression de l'air, comprenant un corps de bougie muni d'un dispositif de raccordement pour le courant de chauffage, et un tube fixé au corps de bougie et fermé à son extrémité éloignée du corps de bougie, dans laquelle est prévu un élément résistant formé d'une spire de fil métallique, logé dans une matière isolante à l'intérieur du tube, l'élément résistant étant composé de deux spires résistantes connectées en série, dont la spire résistante arrière, servant de spire régulatrice, présente un coefficient de température positif plus fort que celui de la spire résistante avant, servant de spire chauffante, caractérisé

en ce que la spire régulatrice est composée d'un alliage cobalt/fer qui est formé de 20 à 35 % en poids de Fe, d'autres éléments servant d'additifs de traitement, jusqu'à environ 1 % en poids, le reste étant composé de cobalt ou de cobalt et de nickel, la teneur maximum en nickel étant d'environ 15 %.

2. Bougie de préchauffage selon la revendication 1, caractérisé en ce que la matière de la spire régulatrice possède un rapport de résistance supérieur à 12, pour un rapport de température de 20 °/1000 °C.

3. Bougie de préchauffage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rapport de résistance est d'environ 14.

4. Bougie de préchauffage selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la matière de la spire régulatrice présente une variation brusque de résistance dans l'intervalle de température du fil de la spire régulatrice d'environ 400 à environ 900 °C.

5. Bougie de préchauffage selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'intervalle de variation brusque de la résistance du fil de la spire régulatrice s'étend d'environ 600 à environ 900 °C.

6. Bougie de préchauffage selon au moins une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'alliage de la spire régulatrice présente une teneur en nickel qui s'élève avec l'élévation de la teneur en fer, la teneur maximale en nickel pouvant être calculée par une interpolation approximativement linéaire entre les valeurs de 0 % en poids de nickel pour une teneur en fer de 20 % en poids et 15 % en poids de nickel pour une teneur en fer de 35 % en poids.

7. Bougie de préchauffage selon au moins une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la spire régulatrice est réalisée en une pièce ou plusieurs pièces d'une matière ou de matières, dont le ou les rapport(s) de résistance (20/1000 °C) est ou sont d'environ 7,5 ou plus petit(s) dans l'intervalle d'environ 100 à environ 400 °, de préférence jusqu'à environ 600 °C, et s'élève(nt) en pente raide pour atteindre des valeurs de plus d'environ 7,5, jusqu'à plus de 12 dans l'intervalle de 400 °, de préférence 600 °, à environ 900 °.

8. Bougie de préchauffage destinée à être montée dans la chambre de combustion d'un moteur à combustion interne opérant par compression de l'air, comprenant un corps de bougie muni d'un dispositif de raccordement pour le courant de chauffage, et un tube fixé au corps de bougie et fermé à son extrémité éloignée du corps de bougie, dans laquelle est prévu un élément résistant formé d'une spire de fil métallique, logé dans une matière isolante à l'intérieur du tube, l'élément résistant étant composé de deux spires résistantes connectées en série, dont la spire résistante arrière, servant de spire régulatrice, présente un coefficient de température plus fort que celui de la spire résistante avant,

servant de spire chauffante, la matière de la spire régulatrice présentant un rapport de résistance de plus d'environ 7,5 pour un rapport de température de $20^{\circ}/1000^{\circ}\text{C}$, caractérisé en ce que la spire régulatrice est faite d'un alliage cobalt/fer ayant une teneur en fer de 23 à 25 % en poids, le reste étant le cobalt.

5

9. Bougie de préchauffage selon la revendication 8, caractérisé en ce que la spire régulatrice est faite d'un alliage cobalt/fer possédant une teneur en fer de 25 % en poids, le reste étant le cobalt.

10

10. Bougie de préchauffage selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que l'alliage de la spire régulatrice est fabriqué par frittage.

11. Bougie de préchauffage selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'une spire connue en soi faite, par exemple, de nickel pur, est interposée entre la spire régulatrice et la spire chauffante.

15

12. Bougie de préchauffage selon au moins une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les spires sont pratiquement entièrement logées dans la partie du tube qui sert de tige chauffante et qui est dégagée d'éventuels composants adjacents, qui pourraient évacuer de la chaleur.

20

25

30

35

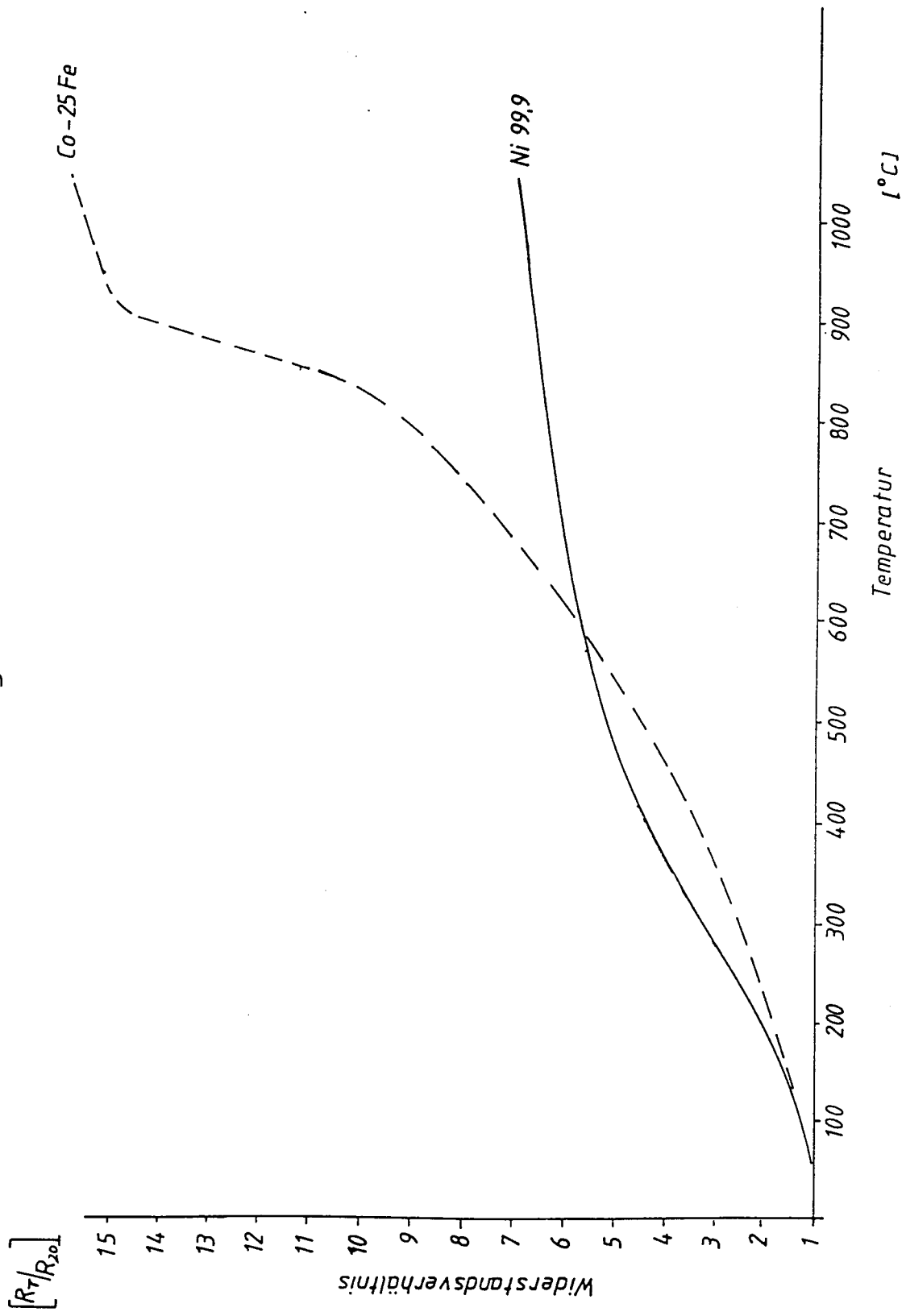
40

45

50

55

Fig. 1



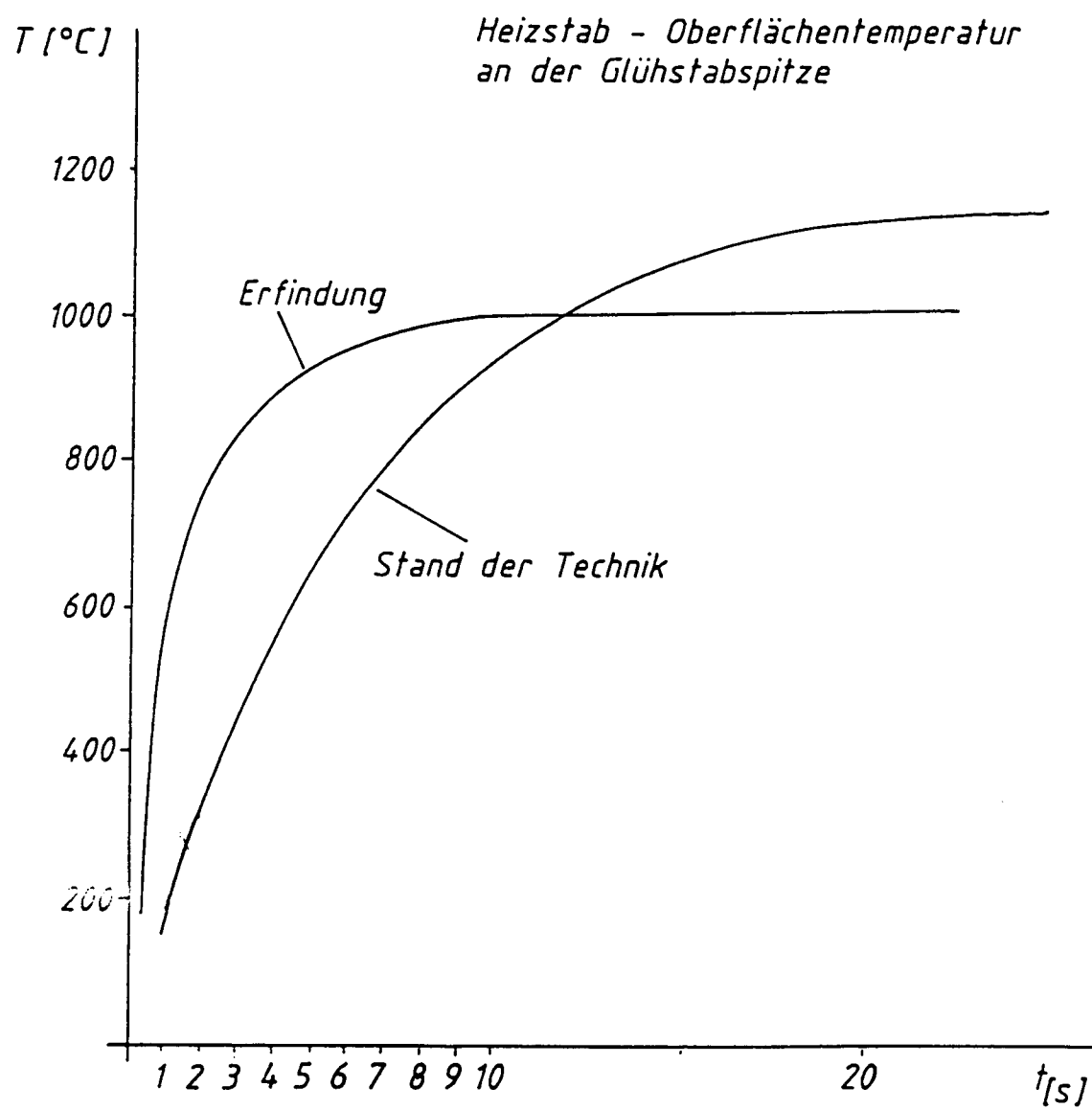


Fig. 2

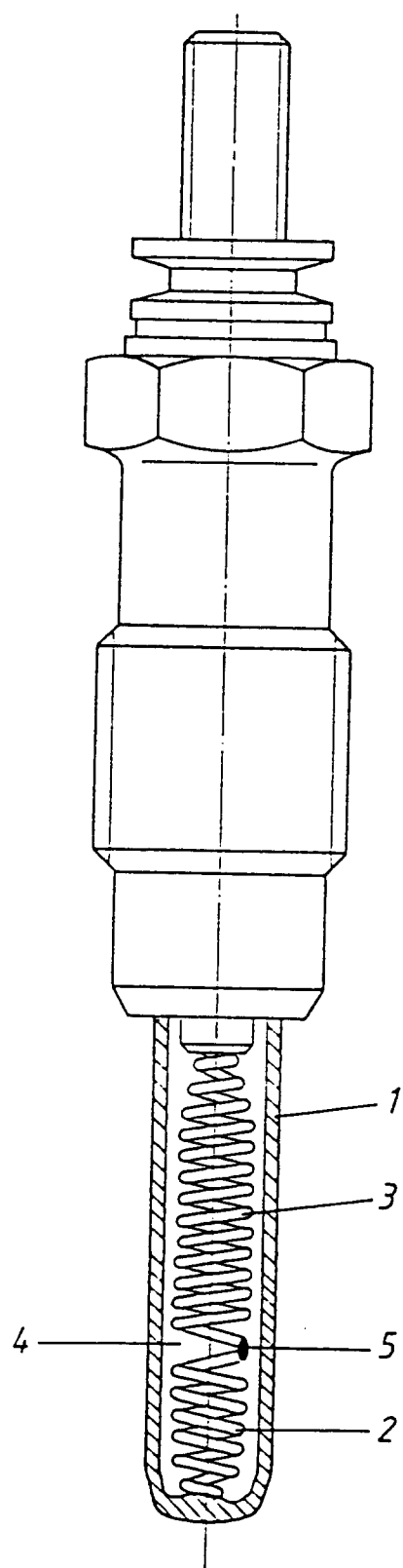


Fig. 3

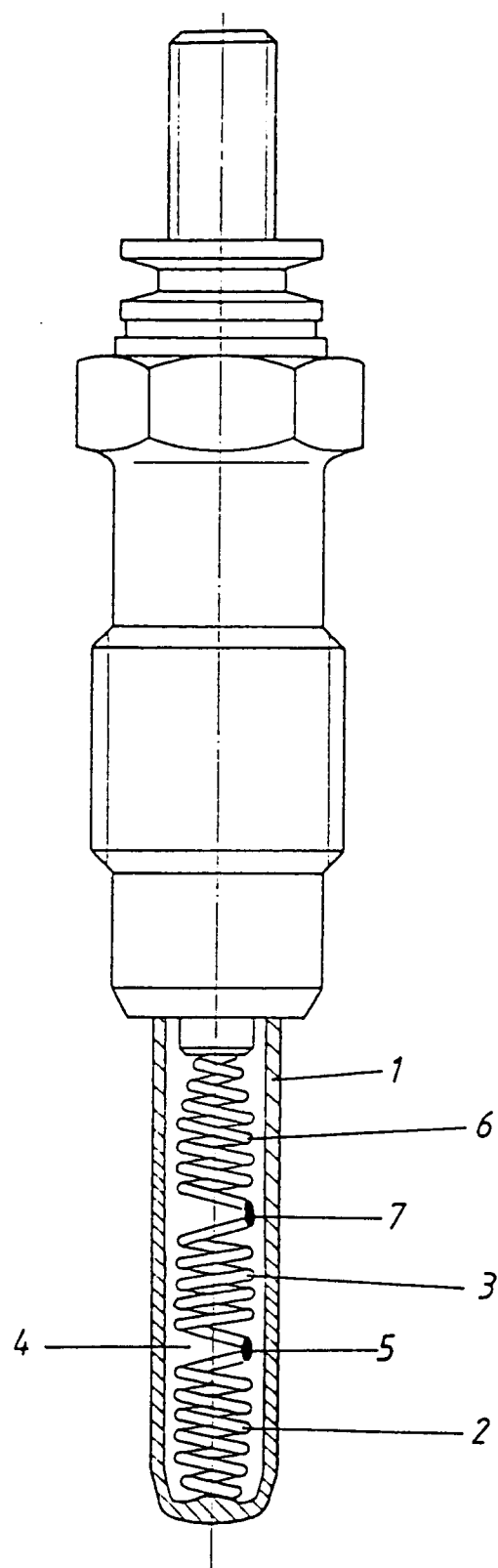


Fig. 4