



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 002 574 A1** 2010.01.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 002 574.7**

(22) Anmeldetag: **20.06.2008**

(43) Offenlegungstag: **14.01.2010**

(51) Int Cl.⁸: **F02P 19/02** (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

**Bauer, Hans-Peter, 71254 Ditzingen, DE; Moritz,
Rainer, 70794 Filderstadt, DE; Dressler, Wolfgang,
71665 Vaihingen, DE**

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

DE 10 2006 010083 B4

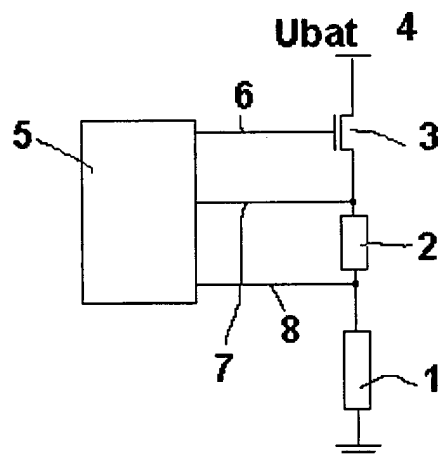
EP 64 763 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Ansteuerung einer Glühkerze**

(57) Zusammenfassung: Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ansteuerung einer Glühkerze (1) in einem Verbrennungsmotor vorgeschlagen, bei dem ein Alterungszustand A der Glühkerze (1) ermittelt wird und in Abhängigkeit vom Alterungszustand A der Kerze die Ansteuerung der Glühkerze beeinflusst wird.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht aus von einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Ansteuerung einer Glühkerze nach der Gattung der unabhängigen Patentansprüche.

[0002] Aus der EP 64763 A1 ist bereits ein Verfahren zur Ansteuerung einer Glühkerze bekannt, bei dem eine Messung des Stromflusses der durch die Glühkerze fließt, erfolgt. Dazu ist in dem Strompfad der Glühkerze ein Messwiderstand angeordnet und es wird der Spannungsabfall über den Messwiderstand gemessen. Es können so Änderungen des Stromflusses, der durch die Glühkerze fließt, erkannt werden.

Vorteile der Erfindung

Offenbarung der Erfindung

[0003] Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche haben demgegenüber den Vorteil, dass ein Alterungszustand der Glühkerze erkannt und kompensiert wird. Die Glühkerzen können so mit großer Zuverlässigkeit bis an das Ende ihrer Lebensdauer betrieben werden, ohne dass es dabei zu einer verschlechterten Funktion der Glühkerze, insbesondere zu einem verschlechterten Start eines Verbrennungsmotors kommt. Es wird so die Betriebssicherheit eines Kraftfahrzeugs, in dem ein entsprechender Verbrennungsmotor eingebaut ist, verbessert.

[0004] Weitere Vorteile und Verbesserungen ergeben sich durch die Merkmale der abhängigen Patentansprüche. Besonders einfach erfolgt die erfindungsgemäße Ansteuerung der Glühkerze, in dem die Kerzenspannung mit der die Glühkerze angesteuert wird, erhöht wird. Der Alterszustand kann besonders einfach durch eine Zählung der Glühphasen, deren Dauer und der Aufnahme der damit verbundenen Glühtemperaturen oder Aufheizgradienten der Kerze ermittelt werden. Die einzelnen Glühphasen können mit einem Gewichtungsfaktor gewichtet werden, der von der Maximaltemperatur oder maximalen Ansteuerspannung oder dem Gradient der Temperatur oder dem Gradienten der Ansteuerspannung oder der zeitlichen Dauer der einzelnen Glühphasen abhängt. Durch diese Maßnahmen kann besonders zuverlässig die Alterung der Glühkerze ermittelt werden. Einen besonders deutlichen Effekt hat die Alterung der Glühkerze, wenn ein Start bei einer geringen Umgebungstemperatur des Verbrennungsmotors erfolgt. Entsprechend hängt die Ansteuerung der gealterten Kerze vorteilhafter Weise von der Umgebungstemperatur ab. Insbesondere geringe Umgebungs-

temperatur in einem Bereich von unter 0° erfordern dabei eine veränderte Ansteuerung der gealterten Kerze. Weiterhin unterscheiden sich die Kerzen hinsichtlich ihres Alterungsverhaltens, was durch eine entsprechende Messung des Widerstandes der Kerze bestimmt werden kann. Die Ansteuerung sollte daher nicht nur den gemessenen Widerstand der Kerze berücksichtigen sondern auch diesen gemessenen Widerstand mit einem Vergleichswert vergleichen.

[0005] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

[0006] [Fig. 1](#) eine prinzipielle Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Glühkerze,

[0007] [Fig. 2](#) die Abhängigkeit des Widerstandes von der Alterung und

[0008] [Fig. 3](#) einzelner Verfahrensschritte zur Ermittlung der Ansteuerspannung für die gealterte Glühkerze.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0009] In der [Fig. 1](#) wird schematisch eine Glühkerze **1** gezeigt, die über einen Messwiderstand **2** und einen MOSFET-Transistor **3** mit einer Batteriespannung U_4 verbunden ist. Alternativ zum MOSFET-Transistor **3** können auch anderen Leistungshalbleiter oder elektromechanische Schalter verwendet werden. Der andere Anschluss der Glühkerze **1** ist mit Masse verbunden. Der MOSFET-Transistor **3** ist auf der einen Seite mit der Batteriespannung und mit einem weiteren Anschluss mit dem Messwiderstand **2** verbunden. Die Ansteuerung des MOSFET-Transistors **3** erfolgt durch ein Glühzeitsteuergerät **5**, welches durch eine Ansteuerleitung **6** einen Steueranschluss (Gate) des MOSFET-Transistors ansteuert. Durch entsprechende Steuersignale auf der Ansteuerleitung **6** kann von dem Glühzeitsteuergerät **5** ein Stromfluss durch den MOSFET-Transistor **3** zwischen der Batteriespannung **4** und dem Messwiderstand **2** geschaltet werden. Zwischen dem MOSFET-Transistor **3** und dem Messwiderstand **2** ist eine Messleitung **7** angeschlossen, die mit dem Glühzeitsteuergerät **5** verbunden ist. Zwischen dem anderen Anschluss des Messwiderstandes **2** und der Glühkerze **1** ist eine weitere Messleitung **8** angeschlossen, die ebenfalls mit dem Glühsteuergerät **5** verbunden ist.

[0010] Durch das Glühsteuergerät **5** wird durch entsprechende Signale auf der Leitung **6** der MOSFET **3** leitend geschaltet, so dass ein Stromfluss von der Spannungsversorgung **4** durch den Messwiderstand **2** hindurch und durch die Glühkerze einzeln durch gegen Masse erfolgen kann. Durch diesen Stromfluss wird die Glühkerze **1** auf eine Temperatur von über

1000°C erwärmt, wodurch der Zündverzug von selbstzündenden Motoren verkürzt werden. Bei einem betriebskalten Motor wird dadurch ein Start des Dieselmotors gewährleistet und dessen Kaltleerlauf, insbesondere bei niederverdichtenden Motoren (Verdichtung geringer als 16), bezüglich Laufruhe und Ansprechverhalten stark verbessert. Zur Ansteuerung der Glühkerze 1 wird der MOSFET 3 von dem Steuergerät 5 soweit aufgesteuert, bis an der Messleitung 7 eine vorgegebene Spannung U anliegt. Diese Spannung U ist so gewählt, dass durch die Glühkerze 1 ein ausreichend großer Strom I fließt, der eine ausreichende Erwärmung der Glühkerze 1 gewährleistet. Da sich der Widerstand der Glühkerze 1 mit zunehmender Erwärmung ändert, ändert sich auch der Stromfluss I durch die Kerze 1 in Abhängigkeit von der Erwärmung der Glühkerze 1. Die Spannung U wird so groß gewählt, dass bei einer dauerhaft angesteuerten Glühkerze 1 eine ausreichend hohe Betriebstemperatur der Glühkerze 1 erreicht wird ohne jedoch die Glühkerze 1 zu überfordern. Die Auswahl der geeigneten Spannung U erfolgt bei einer Anpassung der Glühsteuerung 5 an dem jeweiligen Typ von Glühkerze 1.

[0011] Es hat sich herausgestellt, dass über dem Lauf der Zeit eine Alterung der Glühkerzen erfolgt, welche dazu führt, dass sich der Widerstand der Glühkerze 1 verändert. In der Fig. 2 wird in einem Diagramm der Zusammenhang zwischen der Alterung A einer Glühkerze und ihrem Widerstand R schematisch aufgezeigt. Die Alterung A kann durch verschiedene Methoden bestimmt werden. Ein besonders einfaches Maß für die Alterung einer Glühkerze 1 stellt die Anzahl der Glühphasen dar. Unter Glühphasen wird hier jede Ansteuerung einer Glühkerze, wie sie beispielsweise bei einem Start des Verbrennungsmotors oder auch während eines laufenden Betriebs des Motors bei einem zu starken Absinken der Motortemperatur erfolgt, verstanden. Ein besonders einfaches Maß besteht dann darin, dass jedes Mal, wenn eine Glühkerze aktiviert wird, ein Zähler weitergezählt wird und der entsprechende Zählerwert dann ein Maß für die Alterung darstellt. Dieses Maß liegt hier der Fig. 2 zugrunde, bei der für die Alterung 1000, 2000, 3000, 4000 und 5000 Glühphasen als Maß für die Alterung A dargestellt sind. Es ist aber ebenso möglich, kompliziertere Definitionen des Begriffes Alterung einer Glühkerze zugrunde zu legen. Dazu wird die einzelne Glühphase noch mit einem Gewichtungsfaktor multipliziert, der das Ausmaß der Belastung während dieser Glühphase angibt. Beispielsweise kann die Alterung dadurch angegeben werden, in dem bei jeder Glühphase noch eine Multiplikation mit einem Faktor erfolgt, in Abhängigkeit von der maximal auftretenden Glühspannung, welches gleichbedeutend mit einer maximalen Temperatur der Glühkerze. Eine derartige Definition der Alterung ist insbesondere dann sinnvoll, wenn das Glühsteuergerät 5 den MOSFET-Transistor 3 in Abhängigkeit

von Betriebsbedingungen des Verbrennungsmotors unterschiedlich ansteuert und unterschiedlich hohe Ansteuerspannungen U für die Glühkerze realisiert. Eine Glühphase mit einer hohen Ansteuerspannung hätte dann ein stärkeres Gewicht bzw. eine stärkere Alterung der Glühkerze zur Folge als eine Glühphase mit geringerer Spannung bzw. geringerer Maximaltemperatur. Weiterhin hat sich herausgestellt, dass die Kerzen in Abhängigkeit von einem Gradienten, mit dem die Spannung U erzeugt wird, altern. Je stärker der Gradient der Aufsteuerung des MOSFET-Transistors 3 ist, umso stärker altert die Kerze. Ein Maß für die Alterung wäre hier dann eine Glühphase, wobei der Einfluss der einzelnen Glühphase dann noch durch den Gradienten der Temperatur oder den Gradienten der Ansteuerspannung gewichtet würde. Weiterhin kann auch noch die zeitliche Dauer der einzelnen Glühphasen berücksichtigt werden, in dem Glühphasen längerer zeitlicher Dauer stärker gewichtet werden als Glühphasen kürzerer zeitlicher Dauer. In der Fig. 2 wird in Abhängigkeit von der Alterung A der Widerstand einer Gruppe von Glühkerzen dargestellt. Zum Einen wird dabei der Durchschnitt 11 des Widerstandes gemittelt über alle Glühkerzen der Gruppe dargestellt. Wie in der Fig. 2 zu erkennen ist, steigt der durchschnittliche Widerstand 11 der Gruppe der Glühkerzen mit zunehmender Alterung an. Weiterhin ist noch ein Streubalken 10 der Gruppe der Glühkerzen dargestellt. Bei einer geringen Alterung streut der Widerstand der Kerzen mit einem relativ geringen Streubalken 10 um den Mittelwert 11. Mit zunehmender Alterung der Glühkerzen vergrößert sich der Streubereich des Widerstandes, so dass der entsprechende Streubalken 10 beispielsweise bei einer Alterung von 5000 deutlich größer ist als bei einer Alterung von 1000. Mit zunehmender Alterung steigt somit nicht nur der Durchschnittswert des Widerstandes sondern auch die Streuung der Widerstandswerte der einzelnen, im Prinzip gleichartigen, Kerzen erhöht sich. Diese Beobachtungen bezüglich der Alterung von Kerzen und damit verbundenen Erhöhung des Widerstandes und der Erhöhung der Streuung des Widerstandes werden in Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kompensation berücksichtigt.

[0012] In der Fig. 3 werden einzelne Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Ansteuerung einer Glühkerze in einem Verbrennungsmotor beschrieben, durch die eine Kompensation der Alterung der Glühkerze erreicht wird. In einem ersten Verfahrensschritt 101 wird der Widerstand der Glühkerze 1 gemessen, in dem die Spannung U und der Strom I gemessen werden und daraus mittels des ohmschen Gesetzes der Widerstand der Glühkerze 1 berechnet wird. Die Spannung U stellt die Spannung an der Messleitung 7 dar. Durch den Spannungsabfall am Messwiderstand 2, d. h. durch einen Vergleich der Spannungen an den Messleitungen 7 und 8 kann der durch die Glühkerze 1 fließende Strom bestimmt

werden. Dieser Wert entspricht dann dem Wert I , der als Eingangswert für den Verarbeitungsschritt **101** genutzt wird. Wesentlich ist hier noch wann die Spannung U und I gemessen werden. Eine Möglichkeit diese Werte zu messen, stellt der vorhergehende Ansteuerzyklus der Kerze dar, d. h. ausgehend von U und I der vorhergehenden Ansteuerung wird der Widerstand der Kerze **1** bestimmt. Diese Messung muss natürlich während eines statischen Betriebszustandes der Kerze erfolgen, d. h. wenn die Kerze auf eine konstante Betriebstemperatur aufgeheizt ist. Alternativ kann die Messung des Kerzenwiderstandes auch zu Beginn der Aufheizphase beispielsweise entweder sobald eine Spannung U angelegt wird oder nach einer definierten Zeit erfolgen. In dem Verarbeitungsschritt **101** wird aus diesen Messwerten für Strom und Spannung der Widerstandswert berechnet und für die nachfolgenden Bearbeitungsschritte **102**, **103** zur Verfügung. Im dem Schritt **102** erfolgt eine Berechnung eines Korrekturwertes ΔR . Als Eingangswert für diese Berechnungen wird der vom Schritt **101** berechnete Wert R der Glühkerze verwendet. Als weitere Eingangsgröße wird die Alterung der Glühkerze A verwendet. Als weitere Eingangsgröße wird eine Umgebungstemperatur des Verbrennungsmotors T_{AMB} verwendet. Für die entsprechenden Eingangsgrößen ist ein Kennfeld vorgesehen, welches bestimmten Kombinationen dieser Eingangsgrößen eine entsprechende Ausgangsgröße ΔR zuordnet. Es handelt sich hierbei um ein dreidimensionales Kennfeld mit den Dimensionen R , A und T_{AMB} , das diesen drei Eingangsgrößen eine Ausgangsgröße ΔR zuordnet. Dabei verhält es sich so, dass mit steigendem R auch der Wert für ΔR vergrößert wird. Weiterhin verhält es sich so, dass mit steigender Alterung A der Wert für ΔR ansteigt. Weiterhin steigt der Wert für ΔR , wenn die Umgebungstemperatur T_{AMB} des Verbrennungsmotors absinkt, d. h. bei einer tiefen Temperatur beispielsweise unter 0°C wird stärker korrigiert als bei einem Start von $+20^\circ\text{C}$. Weiterhin steigt der Einfluss der Korrektur mit zunehmendem Alter der Glühkerze und mit zunehmendem Widerstand R . Alternativ zur einem Kennfeld können natürlich auch Funktionen abgelegt sein, die diesen drei Eingangsgrößen eine entsprechende Ausgangsgröße ΔR zuordnen.

[0013] In dem Schritt **102** hat die Umgebungstemperatur des Verbrennungsmotors einen sehr wesentlichen und nicht linearen Einfluss. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass bei einer Temperatur von $+20^\circ\text{C}$ die Kerzenalterung nur einen sehr geringen Einfluss auf das Startverhalten des Verbrennungsmotors hat. Bei sehr geringen Temperaturen beispielsweise unterhalb von 0°C oder schärfer unterhalb von -10°C lässt sich jedoch ein Verbrennungsmotor mit einer gealterten Glühkerze nur sehr schlecht starten. Insbesondere in diesem Temperaturbereich ist es daher erforderlich, sehr stark korrigierend einzugreifen um die Alterung der Glühkerze zu kompensieren. Da jedoch

durch die Kompensation die Glühkerze stärker belastet wird und somit der Prozess der Alterung der Glühkerze sogar noch beschleunigt wird, ist es wünschenswert diese Kompensation im wesentlichen nur dann vorzunehmen, wenn aufgrund des verschlechterten Startverhaltens des Verbrennungsmotors eine Kompensation erstrebenswert ist. Bei normalen Temperaturen, beispielsweise $+20^\circ$ ist daher der Einfluss der Korrektur nur gering. Ebenso ist der Einfluss der Korrektur bei einer nur geringen Alterung der Glühkerze gering.

[0014] Der so berechnete Korrekturwert ΔR wird von dem Verfahrensschritt **102** als Eingangsgröße an den Verfahrensschritt **103** weitergegeben. Als weitere Eingangsgröße für den Verfahrensschritt **103** ist der Widerstand R , der im Schritt **101** bestimmt wurde. In dem Verfahrensschritt **103** erfolgt eine weitere Bearbeitung zur Bildung des endgültigen Korrekturwertes, wobei dabei Belange des Schutzes der Glühkerze vor einer Überlastung im Vordergrund stehen. Dazu werden zunächst der Widerstandswert R und der Korrekturwert ΔR addiert und es wird dann betrachtet, wie sich der so gebildete Wert vom Mittelwert **11**, wie er aus der [Fig. 2](#) bekannt ist, unterscheidet. Als zusätzlicher Eingangswert wird somit die Alterung A betrachtet und es wird überprüft, wo in dem Streubereich **10** der entsprechende Wert liegt. Wenn der so gebildete Wert $R + \Delta R$ im unteren Bereich des Streubalkens **10** liegt (d. h. die Kerze hat ihren Widerstand nur geringfügig erhöht) so wird eine deutliche Korrektur des Widerstandswertes in Richtung zu höheren Widerstandswerten hin zugelassen. Bei dieser Kerze würde somit ein deutlicher Korrekturfaktor $\Delta R'$ zugelassen. Wenn die Kerze bereits eine deutliche Veränderung des Widerstandes $R + \Delta R$ im oberen Bereich des Streubalkens **10** aufweist, so hat sich alterungsbedingt der Widerstandswert R bereits stark verändert. Wenn hier jetzt sehr stark korrigierend eingegriffen würde, so würde auch die Kerze sehr schnell weiter gealtert, was dann ggf. zu einem Versagen der entsprechenden Glühkerze führen würde. Aus diesem Grund wird bei einer Kerze, die bereits eine große Alterung aufweist und bei der mit dieser Alterung bereits eine starke Widerstandsveränderung erfolgt ist, keine so starke Korrektur mehr zugelassen. Dies kann so weit gehen, dass bei einer Kerze, die am oberen Rand des Streubalkens **10** für den Widerstand liegt, keine Korrektur mehr vorgenommen würde sondern ein ggf. verschlechtertes Startverhalten des Verbrennungsmotors akzeptiert wird. Dies ist dann vielleicht für den Benutzer der Brennkraftmaschine auch ein Hinweis, dass die Glühkerze in Kürze ausgewechselt werden sollte. Durch diese Gewichtung wird somit ein $\Delta R'$ gebildet, welches als Eingangsgröße für den nächsten Berechnungsschritt **104** zur Verfügung gestellt wird.

[0015] In dem Schritt **104** wird aus dem plausibilisierten Korrekturwert $\Delta R'$ ein neuer Wert für die An-

steuerspannung der Glühkerze **1** berechnet, der mit U' bezeichnet wird. Dieser Wert U' wird berechnet, in dem:

$$U' = U + \Delta R \cdot I.$$

[0016] Die für die Ansteuerung der Kerze verwendete Spannung wird somit mit zunehmender Alterung der Kerze erhöht, insbesondere wenn der Verbrennungsmotor bei geringen Umgebungstemperaturen gestartet wird. Durch die Plausibilisierung im Schritt **103** wird dabei sichergestellt, dass keine unsinnig hohen Änderungen erfolgen, sondern nur Änderungen im Rahmen der üblichen Streuung **10** der Widerstandswerte um einen Mittelwert möglich sind.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 64763 A1 [\[0002\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung einer Glühkerze (1) in einem Verbrennungsmotor, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Alterungszustand A der Glühkerze (1) ermittelt wird und die Ansteuerung der Glühkerze (1) in Abhängigkeit vom Alterungszustand A der Glühkerze beeinflusst wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerung in Abhängigkeit vom Alterungszustand A der Glühkerze durch eine Erhöhung der Kerzenspannung U mit der die Glühkerze (1) zum Heizen beaufschlagt wird, erfolgt.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Alterungszustand A durch eine Anzahl von Glühphasen mitbestimmt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Glühphasen in Abhängigkeit von einer aufgetretenen Maximaltemperatur oder maximalen Ansteuerspannung gewichtet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Glühphasen in Abhängigkeit von einem Gradienten der Temperatur oder einem Gradienten der Ansteuerspannung gewichtet werden.

6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Glühphasen in Abhängigkeit von der zeitlichen Dauer der einzelnen Glühphasen gewichtet werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für die Ansteuerung in Abhängigkeit vom Alterungszustand A der Glühkerze (1) eine Umgebungstemperatur T_{AMB} des Verbrennungsmotors berücksichtigt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Veränderung der Ansteuerung in Abhängigkeit vom Alterungszustand A der Glühkerze (1) bei einer geringen Umgebungstemperatur, insbesondere in einem Bereich unter 0°C größer ist als bei einer hohen Umgebungstemperatur, insbesondere mehr als 10°C.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerung der Glühkerze (1) in Abhängigkeit vom Alterungszustand von einem gemessenen Widerstand der Kerze abhängt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerung der Glühkerze (1) in Abhängigkeit vom Alterungszustand von einem Mit-

telwert (11) und einer Streubreite (10) um den Mittelwert (11) für den entsprechenden Kerzentyp abhängt.

11. Vorrichtung zur Ansteuerung einer Glühkerze (1) in einem Verbrennungsmotor, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel vorgesehen sind, die einen Alterungszustand A der Glühkerze (1) ermitteln und die Ansteuerung der Kerze in Abhängigkeit vom Alterungszustand der Glühkerze (1) beeinflussen.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

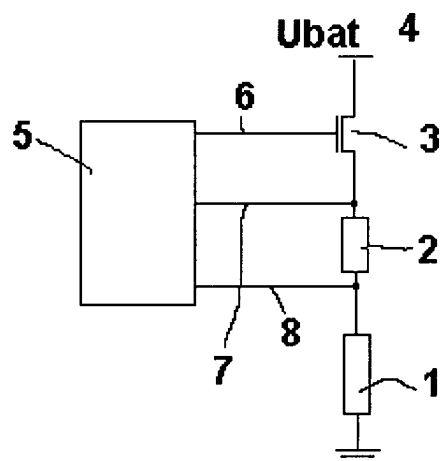


Fig. 1

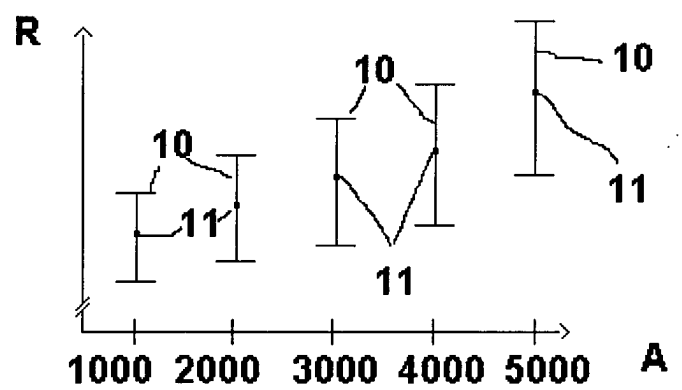


Fig. 2

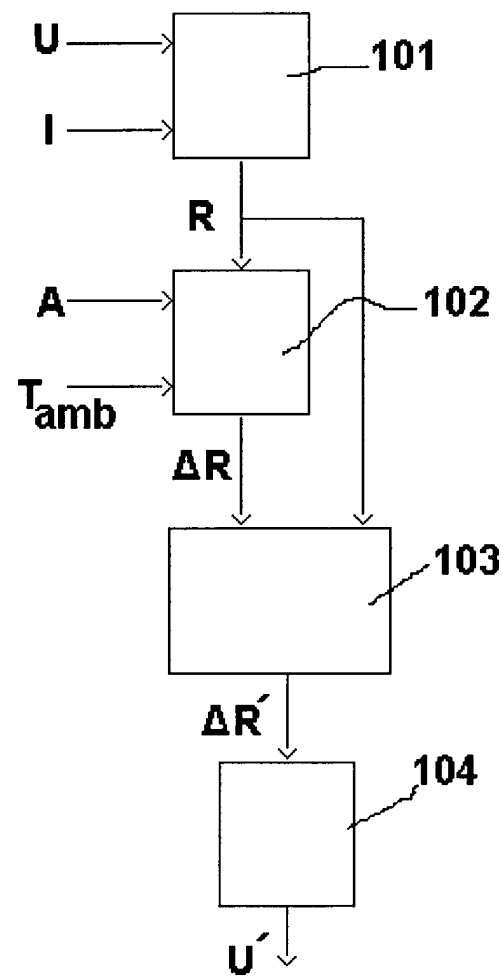


Fig. 3