



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.12.2001 Patentblatt 2001/50

(51) Int Cl.7: **F02P 19/02**

(21) Anmeldenummer: **01112481.5**

(22) Anmeldetag: **22.05.2001**

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

(72) Erfinder: **Uhl, Günther**
74921 Helmstadt-Bargen (DE)

(74) Vertreter: **Wilhelms, Rolf E., Dr.**
WILHELMS, KILIAN & PARTNER
Patentanwälte
Eduard-Schmid-Strasse 2
81541 München (DE)

(30) Priorität: **07.06.2000 DE 10028073**

(71) Anmelder: **Beru AG**
71636 Ludwigsburg (DE)

(54) **Verfahren und Schaltungsanordnung zum Aufheizen einer Glühkerze**

(57) Verfahren und Schaltungsanordnung zum Aufheizen einer Glühkerze eines gegebenen Glühkerzentyps in einer gegebenen Anordnung in einer Brennkraftmaschine auf eine vorbestimmte Temperatur. Über einen Meßwiderstand (12) und einen Schalter (11) liegt die Versorgungsspannung an der Glühkerze. Eine Steuer- und Regeleinheit (16) greift den Spannungsabfall über dem Meßwiderstand (12) ab und ermittelt daraus und aus der ebenfalls abgegriffenen Spannung an der Glühkerze die der Glühkerze zugeführte Heizenergie.

Das am Ausgang (15) der Einheit (16) auftretende Signal steuert den Schalter (11). Nach Schließen des Schalters (11) durch die Einheit (16) wird die Glühkerze mit Heizenergie versorgt, die in der Einheit (16) aufaddiert wird. Sobald die aus den bekannten Parametern der Glühkerze sowie der Ausgangstemperatur vorher ermittelte und zum Aufheizen auf eine vorbestimmte Temperatur benötigte Heizenergie erreicht ist, wird der Schalter über das Ausgangssignal am Ausgang (15) wieder geöffnet.

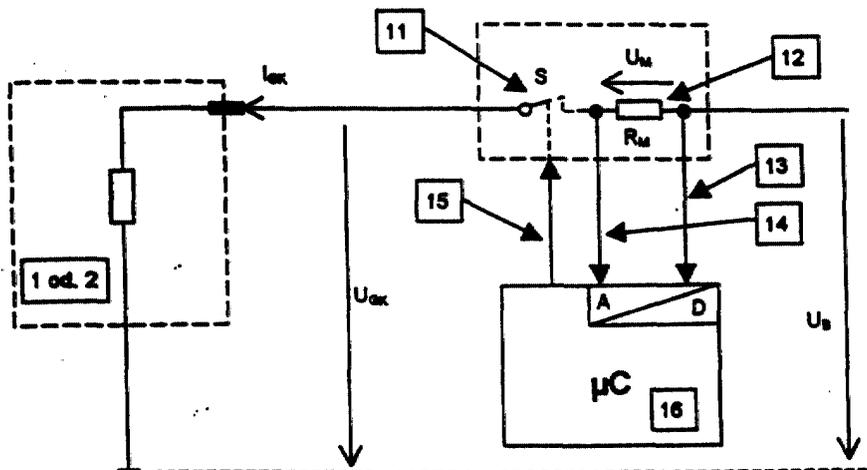


Fig. 3

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zum Aufheizen einer Glühkerze eines gegebenen Glühkerzentyps in einer gegebenen Anordnung in einer Brennkraftmaschine auf eine vorbestimmte Temperatur.

[0002] Glühkerzen werden beispielsweise bei Dieselmotoren zur Zündung des Kraftstoffes beim Starten oder auch zur Ionenstromerfassung in der Brennkammer eines Dieselmotors verwandt.

[0003] Damit eine derartige Glühkerze ihre Funktion erfüllen kann, muß sie auf eine bestimmte Temperatur in einer Aufheizphase aufgeheizt werden.

[0004] Es sind Glühkerzen bekannt, die eine selbstregelnde Aufheizcharakteristik haben. Diese werden zeitgesteuert an eine Versorgungsspannung geschaltet und heizen sich aufgrund ihres selbstregelnden Verhaltens auf die bestimmte Temperatur auf.

[0005] Es ist auch bekannt, das Aufheizen einer Glühkerze elektronisch zu regeln. In diesem Fall wird die der Glühkerze zugeführte elektrische Leistung über eine elektronische Steuerschaltung so geregelt, daß die vorgegebene bestimmte Temperatur möglichst schnell erreicht und nicht überschritten wird.

[0006] Die bekannten Verfahren der Selbstregelung und der elektronischen Regelung versagen jedoch, wenn eine Glühkerze sehr schnell auf eine hohe Temperatur, beispielsweise in zwei Sekunden auf 1000°C aufgeheizt werden soll. Das liegt bei der elektronischen Regelung beispielsweise daran, daß aufgrund der hohen Dynamik des Aufheizvorgangs unter Berücksichtigung der fertigungsbedingten Exemplarstreuungen große Schwierigkeiten auftreten, da unter allen Umständen vermieden werden muß, daß es zu einer, wenn auch nur kurzzeitigen, Überhitzung der Glühkerzenheizung kommt.

[0007] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht daher darin, ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zum Aufheizen einer Glühkerze anzugeben, mit denen ein Aufheizen innerhalb eines sehr kurzen Zeitintervalls auf eine relativ hohe Temperatur erzielt werden kann.

[0008] Diese Aufgabe wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren dadurch gelöst, daß die zum Aufheizen auf die vorbestimmte Temperatur benötigte Heizenergie aus den Parametern des jeweiligen Glühkerzentyps in der gegebenen Anordnung und der Ausgangstemperatur ermittelt und innerhalb eines gewählten Aufheizzeitintervalls der Glühkerze zugeführt wird.

[0009] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist Gegenstand des Anspruchs 2.

[0010] Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung ist Gegenstand des Anspruchs 3.

[0011] Im folgenden wird anhand der zugehörigen Zeichnung ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 in einer schematischen Darstellung ein Ausführungsbeispiel einer bekannten Stahlgühkerze zur Zündung des Kraftstoffgemisches in einem Dieselmotor;

Fig. 2 in einer schematischen Darstellung eine bekannte Stahlgühkerze, die als Meßelektrode zur Ionenstromerfassung in einem Dieselmotor verwandt wird, und

Fig. 3 in einer schematischen Darstellung das Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Aufheizen einer Glühkerze.

[0012] Bei der in Fig. 1 dargestellten bekannten Stahlgühkerze 1 ist eine elektrisch betriebene Heizeinrichtung 4 in ein Glührohr 3 eingebettet. Das Glührohr 3 sitzt in einem Glühkerzenkörper 5, über den die Glühkerze 1 in den Motorblock geschraubt ist. Die Stromzufuhr zur elektrischen Heizeinrichtung 4 erfolgt über einen elektrischen Anschluß 7, der mit der elektrischen Heizeinrichtung 4 verbunden ist. Der zweite elektrische Anschluß der Heizeinrichtung 4 ist mit dem Glührohr 3 verbunden, so daß über das Glührohr 3 und den Glühkerzenkörper 5 der Stromkreis zur Masse 8 geschlossen ist.

[0013] Die Glühkerze 1 kann auch als Keramikglühkerze ausgebildet sein, bei der das Glührohr 3 und die Heizeinrichtung 4 in Form einer Baueinheit als keramisches Heizelement ausgebildet sind.

[0014] Bei der in Fig. 2 dargestellten Glühkerze 2 handelt es sich um eine elektrisch isoliert aufgebaute Stahlgühkerze zur Ionenstromerfassung im Brennraum einer Brennkraftmaschine. Das Glührohr 3 ist gegenüber dem Kerzenkörper 5 elektrisch isoliert angeordnet und dient bei der Ionenstromerfassung als Meßelektrode. In der Glühkerze 2 sind ein Halbleiterschalter 9 und eine Spannungsauswerteschaltung 10 angeordnet, die in Abhängigkeit von der an der Glühkerze 2 liegenden Spannung den Halbleiterschalter 9 zum Aufheizen in den leitenden Zustand bzw. zur Ionenstromerfassung in den gesperrten Zustand bringt.

[0015] Bei einer Glühkerze mit einer selbstregelnden Aufheizcharakteristik erfolgt in bekannter Weise das Aufheizen dadurch, daß die Glühkerze in der Regel zeitgesteuert an die Versorgungsspannung gelegt wird. Aufgrund des selbstregelnden Verhaltens heizt sich die Spitze der Glühkerze auf eine durch die mechanische und elektrische Dimensionierung vorgegebene Temperatur auf. Die selbstregelnde Aufheizcharakteristik läßt sich zum Beispiel dadurch erreichen, daß die Heizeinrichtung aus einer Heizwendel und einer Regelwendel aufgebaut ist. Diese Wendeln sind in Reihe geschaltet. Die Heizwendel besteht aus einem Material mit vernachlässigbar kleinem Temperaturkoeffizienten, während die Regelwendel aus einem Material mit einem deutlichen Temperaturkoeffizienten besteht. Durch den Stromfluß durch die Heiz- und die Regelwendel kommt es zu einer Erwärmung der beiden Wendeln. Die Regelwendel erhöht dabei ihren Widerstand, so daß die

Stromstärke des durch die Heiz- und Regelwendel fließenden Stromes abnimmt. Dabei stellt sich ein Gleichgewichtszustand ein, in dem die Glühkerze auf einer konstanten vorgegebenen Temperatur verbleibt.

[0016] Das Aufheizen einer Glühkerze kann auch elektronisch geregelt erfolgen, wobei in diesem Fall die der Glühkerze zugeführte elektrische Leistung über eine elektronische Steuerschaltung so geregelt wird, daß eine vorgegebene Temperatur möglichst schnell erreicht und nicht überschritten wird. Wenn die Heizeinrichtung aus einem Material mit einem bekannten Widerstandstemperaturverhalten aufgebaut ist, läßt sich aus einer Strom- und Spannungsmessung der Widerstand und damit die Temperatur der Heizeinrichtung ermitteln.

[0017] Die bekannten selbstregelnden Verfahren oder elektronischen Regelungen sind jedoch nicht anwendbar, wenn eine Glühkerze sehr schnell auf eine hohe Temperatur, beispielsweise innerhalb von zwei Sekunden auf 1000°C, aufgeheizt werden soll.

[0018] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird daher nicht von einer Leistungsregelung Gebrauch gemacht, sondern erfolgt die Aufheizung der Glühkerze energiegesteuert, indem die zum Aufheizen auf die vorbestimmte Temperatur benötigte Heizenergie aus den Parametern des jeweiligen Glühkerzentyps in seiner gegebenen Anordnung und der Ausgangstemperatur der Glühkerze ermittelt und innerhalb eines gewählten Aufheizzeitintervalls der Glühkerze zugeführt wird.

[0019] Dabei wird davon ausgegangen, daß bei bekannten Anfangsbedingungen immer die gleiche Heizenergie benötigt wird, um eine Glühkerze desselben Glühkerzentyps auf die gewünschte Endtemperatur, das heißt die vorbestimmte Temperatur aufzuheizen. Diese Anfangsbedingungen sind die Ausgangstemperatur, die Abkühlbedingungen und die Wärmekapazität des aufzuheizenden Bereiches der Glühkerze, bei dem es sich um einen abgegrenzten Bereich der Glühkerze, das heißt des Glührohres und vor allem der Glühkerzenspitze handelt. Dieser Bereich hat eine definierte Wärmekapazität. Die Abkühlbedingungen sind durch die Anordnung bzw. den Einbau der Glühkerze im Motor bestimmt und können durch Berechnung oder durch Messung ermittelt werden. Die Wärmekapazität der Glühkerze, das heißt ihres aufzuheizenden Bereiches an der Glühkerzenspitze ist durch die Geometrie und durch die Materialeigenschaften bestimmt und kann ebenfalls durch Berechnung oder durch Messung ermittelt werden. Dabei kann davon ausgegangen werden, daß im Hinblick auf die Fertigung von Glühkerzen in großen Stückzahlen die Abkühlbedingungen und die Wärmekapazität von Glühkerzen desselben Glühkerzentyps nur geringen Streuungen unterliegen.

[0020] Daraus ergibt sich, daß der Energiebedarf zum Aufheizen einer Glühkerze von einer Ausgangstemperatur auf die gewollte oder vorbestimmte Endtemperatur durch Messung und/oder durch Berechnung ermittelt werden kann und daß bei Glühkerzen des gleichen

Glühkerzentyps in der gleichen Anordnung das Aufheizen derart gesteuert werden kann, daß in der Aufheizphase immer die gleiche vorbestimmte, für das Aufheizen der Glühkerze auf die vorbestimmte Temperatur benötigte und durch Messung oder Berechnung ermittelte Heizenergie zugeführt wird. Anderen Ausgangs- oder Endtemperaturen lassen sich andere benötigte Heizenergien zuordnen. Wenn die Heizenergiezufuhr elektronisch gesteuert wird, kann die Zufuhr der Heizenergie pro Zeit, das heißt die Aufnahme der elektrischen Leistung, beliebig gesteuert werden. Beispielsweise kann die Leistungsaufnahme konstant gehalten werden oder kann zunächst mehr und dann weniger, oder umgekehrt, Leistung zugeführt werden.

[0021] Fig. 3 zeigt in einer schematischen Anordnung ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Anordnung zum Aufheizen einer Glühkerze eines gegebenen Glühkerzentyps in einer gegebenen Anordnung auf eine vorbestimmte Temperatur.

[0022] Eine Glühkerze 1,2 des in Fig. 1 oder 2 dargestellten Typs wird über einen Schalter S11 und einen Strommeßwiderstand R_M 12 an die Versorgungsspannung U_B geschaltet. Über den Widerstand R_M 12 kann somit eine dem Glühkerzenstrom I_{GK} proportionale Spannung U_M an den Abgriffen 13, 14 abgegriffen werden. Über den Abgriff 14 kann außerdem die an der Glühkerze liegende Spannung U_{GK} gemessen werden. Die abgegriffenen Spannungen liegen an einer Steuer- und Auswerteeinheit 16, die beispielsweise in Form eines Mikroprozessors mit integriertem Analog/Digitalwandler ausgebildet sein kann. Diese Steuer- und Auswerteeinheit 16 steuert über ihr Ausgangssignal 15 den Schalter 11. Die Kombination des Schalters 11 und des Strommeßwiderstandes 12 ist vorzugsweise als vollintegrierter Leistungshalbleiter mit einem Laststromsignalausgang realisiert.

[0023] Die oben beschriebene Schaltungsanordnung arbeitet in der folgenden Weise:

[0024] Zum Aufheizen der Glühkerze wird über die Steuer- und Auswerteeinheit 16 ein Signal zum Schließen des Schalters 11 angelegt. Dadurch liegt die Versorgungsspannung U_B an der Glühkerze. Das Gesamtaufheizzeitintervall ist beispielsweise in einzelne kurze Teilzeitintervalle T_0 unterteilt und es werden über die Abgriffe 13, 14 die Spannung U_A an der Glühkerze und deren Stromaufnahme I_{GK} ermittelt. Das Teilzeitintervall T_0 kann klein sein und beispielsweise weniger als 1 ms betragen. Es wird davon ausgegangen, daß innerhalb eines derartigen kurzen Zeitintervalls T_0 der Strom I_{GK} , der von der Glühkerze aufgenommen wird, konstant bleibt. Dann läßt sich die im Teilzeitintervall T_0 zugeführte Energie E_{T0} ermitteln als:

$$E_{T0} = U_{GK} \times I_{GK} \times T_0$$

[0025] Die insgesamt zugeführte Heizenergie wird dann durch Aufaddieren dieser einzelnen Heizenergien

in den kurzen Teilzeitintervallen T_0 erhalten.

[0026] Die Heizenergiezufuhr läßt sich dann dadurch steuern, daß beispielsweise das Gesamtaufheizzeitintervall in zehn Teilzeitintervalle T_0 unterteilt wird und der Schalter 11 nicht in allen zehn Zeitintervallen T_0 , sondern beispielsweise nur in drei von zehn Zeitintervallen geschlossen wird, so daß der Glühkerze bei konstanter Energiezufuhr pro Zeitintervall nur 30 % der maximal möglichen Heizenergie zugeführt wird. Das heißt mit anderen Worten, daß zum Aufheizen der Glühkerze die in jedem Teilzeitintervall jeweils zugeführte Teilheizenergiemenge bestimmt und aufaddiert wird und der Schalter 11 so lange geschlossen bleibt bis die erforderliche vorbestimmte Gesamtheizenergie erreicht ist, die zum Aufheizen der Glühkerze auf die vorbestimmte Temperatur benötigt wird.

[0027] Es versteht sich, daß bei dem erfindungsgemäßen Verfahren und der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung durch beispielsweise eine entsprechende Wahl der Aufheizzeit und/oder der Art der Zuführung der Aufheizenergie dafür gesorgt ist, daß eine Beschädigung der Glühkerze durch die bei der Zuführung der Heizenergie auftretende Heizleistung ausgeschlossen ist. Zu diesem Zweck ist dafür gesorgt, daß ein vorgegebener Grenzwert der maximal auftretenden Temperatur des Heizelementes im Glührohr der Glühkerze, beispielsweise der Heiz- und Regelwendel, unterhalb seiner Schmelztemperatur nicht überschritten wird. Die Anordnung eines Heizelementes im Inneren eines Glührohres und die Einbettung des Heizelementes im Glührohr sind eine mögliche Ausbildungsform, die eine thermischen Tiefpaß darstellt, bei dem während des schnellen Aufheizens die Temperatur des Heizelementes im Vergleich zur Temperatur des Glührohres wesentlich schneller ansteigt. Die Energiezufuhr während des schnellen Aufheizens wird so gesteuert, daß die Temperatur des Heizelementes nie den vorgegebenen Grenzwert überschreitet. Dieses Tiefpaßverhalten der Glühkerze ist durch ihren Aufbau gegeben. In dieser Weise kann ein Energie- bzw. Leistungs-Zeit-Profil festgelegt werden, das eine Überhitzung des Heizelementes während des schnellen Aufheizens verhindert.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufheizen einer Glühkerze eines gegebenen Glühkerzentyps in einer gegebenen Anordnung in einer Brennkraftmaschine auf eine vorbestimmte Temperatur, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zum Aufheizen auf die vorbestimmte Temperatur benötigte Heizenergie aus den Parametern des jeweiligen Glühkerzentyps in der gegebenen Anordnung und der Ausgangstemperatur der Glühkerze ermittelt und der Glühkerze zugeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-**

zeichnet, daß die ermittelte Heizenergie der Glühkerze innerhalb eines gewählten Aufheizzeitintervalls zugeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Aufheizzeitintervall in Teilzeitintervalle unterteilt wird und die auf die Glühkerze in den jeweiligen Teilzeitintervallen übertragene Heizenergie bestimmt und aufaddiert wird.

4. Schaltungsanordnung zum Aufheizen einer Glühkerze eines gegebenen Glühkerzentyps in einer gegebenen Anordnung in einer Brennkraftmaschine auf eine vorbestimmte Temperatur, **gekennzeichnet durch** einen Schalter (11) und einen Meßwiderstand (12), die in Reihe geschaltet sind und über die eine Versorgungsspannung an der Glühkerze liegt, und eine elektronische Steuer- und Auswerteeinheit (16), an der die Spannung über dem Meßwiderstand (12) und die Spannung an der Glühkerze liegen, die daraus die der Glühkerze zugeführte Heizenergie bestimmt und die über ihr Ausgangssignal (15) den Schalter (11) so steuert, daß die benötigte Heizenergie innerhalb eines gewählten Aufheizzeitintervalls der Glühkerze zugeführt wird.

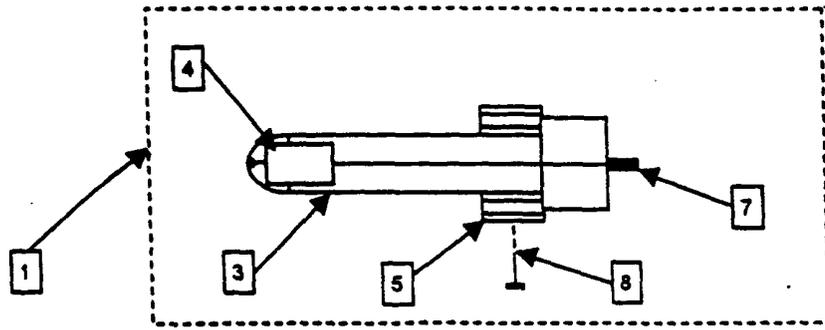


Fig. 1

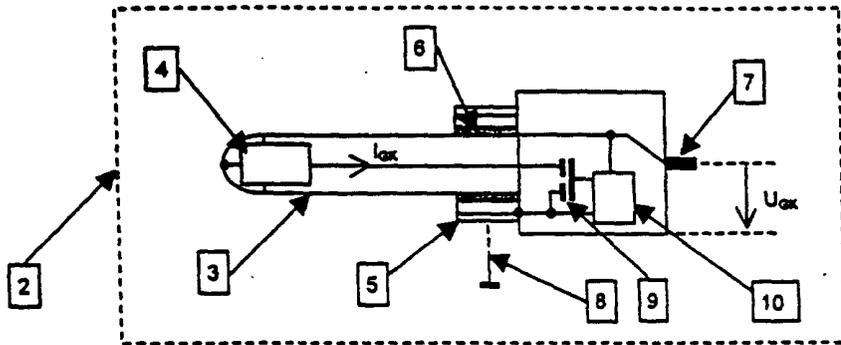


Fig. 2

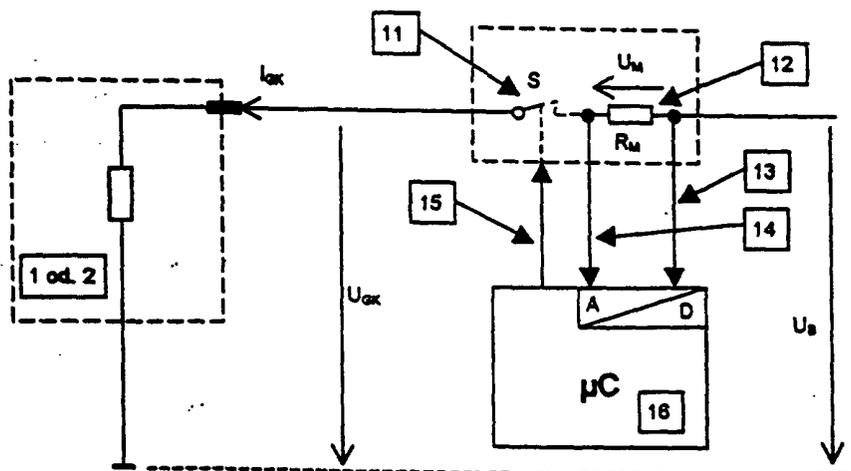


Fig. 3