

(19)



(11)

EP 2 327 872 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
01.06.2011 Patentblatt 2011/22

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

(21) Anmeldenummer: 10013652.2

(22) Anmeldetag: 14.10.2010

(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  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
BA ME

(30) Priorität: 28.11.2009 DE 102009056261

(71) Anmelder: BorgWarner BERU Systems GmbH  
71636 Ludwigsburg (DE)

(72) Erfinder:  
• Kernwein, Markus  
75015 Bretten-Büchig (DE)  
• Stöckle, Jörg  
71642 Ludwigsburg (DE)

(74) Vertreter: Twelmeier Mommer & Partner  
Patent- und Rechtsanwälte  
Westliche Karl-Friedrich-Strasse 56-68  
75172 Pforzheim (DE)

### (54) Verfahren zum Aufheizen einer Glühkerze

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufheizen einer Glühkerze auf eine Solltemperatur mittels eines Glühprogramms, das den zeitlichen Verlauf einer durch Pulsweltenmodulation erzeugten Effektivspannung vorgibt, die zum Aufheizen an die Glühkerze angelegt wird, wobei das Glühprogramm in einem Steuergerät gespeichert ist und für die Glühkerze und andere Glühkerzen derselben Bauserie, deren Kenngrößen im Rahmen von

Fertigungstoleranzen übereinstimmen, vorgesehen ist. Erfindungsgemäß wird eine Abweichung eines Werts einer Kenngröße der Glühkerze von einem für die Bauserie typischen Nennwert bestimmt, und das Glühprogramm als Funktion der Abweichung angepasst. Die Erfindung betrifft ferner ein Glühkerzensteuergerät zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

EP 2 327 872 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufheizen einer Glühkerze auf eine Solltemperatur mittels eines Glühprogramms, das den zeitlichen Verlauf einer durch Pulsweitenmodulation erzeugten Effektivspannung vorgibt, die zum Aufheizen an die Glühkerze angelegt wird.

**[0002]** Modernde Glühkerzensteuergeräte sind mit einer Bibliothek von verschiedenen Glühprogrammen ausgestattet, die jeweils für einen bestimmten Glühkerzentyp, d. h. eine bestimmte Bauserie optimiert sind. Vorteilhaft kann auf diese Weise ein Glühkerzensteuergerät für Glühkerzen verschiedener Bauserien verwendet werden und dennoch eine auf den Glühbedarf des Motors und die Leistungsfähigkeit der jeweiligen Glühkerze abgestimmter Glühbetrieb realisiert werden. Durch eine effiziente Glühkerzensteuerung kann das Verbrennungsverhalten eines Motors optimiert und die Lebensdauer einer Glühkerze erhöht werden.

**[0003]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Weg aufzuzeigen, wie Glühkerzen noch effizienter gesteuert werden können.

**[0004]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

**[0005]** Die Eigenschaften von Glühkerzen einer Bauserie weichen im Rahmen von Fertigungstoleranzen voneinander ab. Die in den herkömmlichen Steuergeräten gespeicherten Glühprogramme berücksichtigen deshalb sowohl Glühkerzen im oberen als auch im unteren Toleranzbereich. Diese Streuung der Eigenschaften von Glühkerzen im Rahmen von Fertigungstoleranzen verhindert bei herkömmlichen Steuerungen eine optimale Anpassung des Glühkerzenbetriebs an die Anforderungen des Motors oder das Leistungsvermögen der Glühkerzen. Indem die Lage einer gegebenen Glühkerze innerhalb des fertigungsbedingten Toleranzbereichs bestimmt und bei der Ansteuerung berücksichtigt wird, lässt sich das Aufheizen einer Glühkerze optimieren. Dies gilt insbesondere für keramische Glühkerzen, bei denen sich enge Fertigungstoleranzen nur mit großem Aufwand einhalten lassen. Erfindungsgemäß wird deshalb eine Abweichung eines Werts einer Kenngröße einer Glühkerze von einem für die Bauserie typischen Nennwert bestimmt und das Glühprogramm als Funktion der Abweichung angepasst.

**[0006]** Vorteilhaft kann deshalb mit einem erfindungsgemäßen Verfahren eine Glühkerze mit einer größeren Genauigkeit auf eine gewünschte Zieltemperatur aufgeheizt werden. Der Einfluss fertigungsbedingter Toleranzen, wie beispielsweise die Streuung des Kaltwiderstands, auf die Kerzentemperatur kann deshalb verringert werden. Mit einem erfindungsgemäßen Verfahren kann der Betrieb einer Glühkerze deshalb noch besser an die Anforderungen eines Motors angepasst werden. Dies wirkt sich vorteilhaft auf das Kaltlauf- und Emissi-

onsverhalten des Motors aus.

**[0007]** Bevorzugt ist die Kenngröße deren Abweichung von einem für die Bauserie typischen Nennwert bestimmt wird, eine elektrische Kenngröße. Geeignet sind beispielsweise der elektrische Widerstand, Kapazität oder Induktivität. Die verwendete Kenngröße muss aber nicht unbedingt eine elektrische Größe sein. Beispielsweise kann auch die Wärmekapazität der Glühspitze als Kenngröße verwendet werden.

**[0008]** Die elektrische Kenngröße, deren Abweichung von einem für die Bauserie typischen Nennwert bestimmt wird, kann beispielsweise der elektrische Widerstand der Glühkerze bei einer vorgegebenen Referenztemperatur sein. Vor dem Beginn des Aufheizens einer Glühkerze

kann im Allgemeinen angenommen werden, dass die Temperatur einer Glühkerze mit der Temperatur des Kühlwassers übereinstimmt. Temperatursensoren zur Messung der Kühlwassertemperatur sind bei Kraftfahrzeugen in der Regel ohnehin vorhanden, so dass die

Kühlwassertemperatur einem Glühkerzensteuergerät ohne zusätzlichen Mehraufwand zur Verfügung gestellt werden kann. Vorteilhaft kann deshalb vor dem Aufheizen einer Glühkerze die Kühlwassertemperatur als Referenztemperatur verwendet werden und der elektrische

Widerstand der kalten Glühkerze mit dem Nennwert des elektrischen Widerstands einer Glühkerze dieser Bauserie bei der betreffenden Temperatur verglichen werden.

**[0009]** Als elektrische Kenngröße, deren Abweichung von einem für die Bauserie typischen Nennwert bestimmt wird, kann beispielsweise auch eine beim Aufheizen der Glühkerze auftretende Widerstandsänderung verwendet werden. Bevorzugt wird hierfür die Widerstandsänderung während eines Strompulses vorgegebener Dauer verwendet. Beispielsweise kann eine Widerstandsmes-

sung jeweils am Anfang und am Ende eines Strompulses durchgeführt werden. Unabhängig davon, welche elektrische Kenngröße für das erfindungsgemäße Verfahren verwendet wird, ist es im Allgemeinen vorteilhaft, zur Bestimmung ihres Wertes zumindest zu Beginn eines Pulses eine Messung durchzuführen. Gegebenenfalls kann diese Messung durch eine Messung am Ende des Pulses ergänzt werden.

**[0010]** Die Abweichung des Werts der elektrischen Größe von dem Nennwert kann der Anpassung des Glühprogramms als absolute Abweichung oder als relative Abweichung zugrunde gelegt werden. Bevorzugt wird die Abweichung der Kenngröße von dem Nennwert als relative Abweichung ermittelt und bei dem Glühprogramm der jeweilige Wert der Effektivspannung proportional zu der relativen Abweichung geändert. Wird also beispielsweise festgestellt, dass der elektrische Kaltwiderstand der Glühkerze ein Prozent größer als der Nennwert ist, kann bei dem Glühprogramm der Wert der Effektivspannung jeweils um ein Prozent erhöht werden.

Obwohl die für das Aufheizen der Glühkerze maßgebliche Leistung quadratisch von der Spannung abhängt, ist eine Änderung der Effektivspannung proportional zu der relativen Abweichung in der Regel ausreichend, da die

relativen Abweichungen klein sind.

**[0011]** Der Wert der elektrischen Kenngröße der Glühkerze kann vom Hersteller gemessen und in einem der Glühkerze beigefügten Datenträger gespeichert werden. Beispielsweise kann der Wert der elektrischen Kenngröße auf einem Etikett der Glühkerze oder einem Beipackzettel stehen und bei der Montage der Glühkerze manuell in das Glühkerzensteuergerät eingegeben werden. Möglich ist es auch, den Wert der elektrischen Kenngröße in einem an der Glühkerze befestigten Speicher abzulegen, der von dem Glühkerzensteuergerät ausgelesen werden kann.

**[0012]** Unabhängig davon, ob der Wert der elektrischen Kenngröße von dem Glühkerzensteuergerät durch eine Messung ermittelt wird oder vom Hersteller zur Verfügung gestellt wird, ist es bevorzugt, den Wert der elektrischen Kenngröße der Glühkerze in dem Glühkerzensteuergerät zu speichern und für mehrere Aufheizvorgänge zu verwenden. Auch wenn nämlich die Kenngröße für jeden Aufheizvorgang erneut gemessen wird, besteht die Möglichkeit, dass durch einen ungewöhnlichen Betriebszustand des Fahrzeugs, beispielsweise ein kurz zuvor erfolgter Motorbetrieb, ein fehlerhafter Wert der elektrischen Kenngröße ermittelt wird. Indem man den Wert der elektrischen Kenngröße in dem Speicher des Glühkerzensteuergeräts nur dann ändert, wenn mehrere Messungen hintereinander übereinstimmende Ergebnisse liefern, kann die Gefahr einer fehlerhaften Anpassung des Glühprogramms reduziert werden.

**[0013]** Ein Glühkerzensteuergerät zum Durchführen eines erfindungsgemäßen Verfahrens hat einen Schalter, um durch Pulsweitenmodulation einer Bordnetzspannung eines Kraftfahrzeugs eine Effektivspannung zum Anlegen an eine Glühkerze zu erzeugen, einen Speicher, in dem Glühprogramme für unterschiedliche Bauserie von Glühkerzen gespeichert sind, eine Steuerinheit, die im Betrieb den Schalter nach einem der gespeicherten Glühprogramme betätigt, und einem Sensor zum Messen einer Kenngröße einer Glühkerze.

**[0014]** In der Regel ist für jede zu steuernde Glühkerze wenigstens ein Schalter vorgesehen, beispielsweise ein Leistungshalbleiter. Das Glühkerzensteuergerät entspricht hinsichtlich seiner Hardwarekomponenten weitgehend handelsüblichen Glühkerzensteuergeräten, so dass sich eine diesbezügliche Beschreibung erübrigt. Das Glühkerzensteuergerät ist derart eingerichtet, dass im Betrieb eine fertigungsbedingte Abweichung eines Werts einer Kenngröße der Glühkerze von einem für die Bauserie typischen Nennwert bestimmt wird und das für Glühkerzen dieser Bauserie vorgesehene Glühprogramm als Funktion der Abweichung angepasst wird.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufheizen einer Glühkerze auf eine Solltemperatur mittels eines Glühprogramms, das

den zeitlichen Verlauf einer durch Pulsweitenmodulation erzeugten Effektivspannung vorgibt, die zum Aufheizen an die Glühkerze angelegt wird, wobei das Glühprogramm in einem Steuergerät gespeichert ist und für die Glühkerze und andere Glühkerzen derselben Bauserie, deren Kenngrößen im Rahmen von Fertigungstoleranzen übereinstimmen, vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

eine Abweichung eines Werts einer Kenngröße der Glühkerze von einem für die Bauserie typischen Nennwert bestimmt wird, und das Glühprogramm als Funktion der Abweichung angepasst wird.

- 5 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kenngröße eine elektrische Kenngröße ist.
- 10 3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Kenngröße der elektrische Widerstand der Glühkerze bei einer vorgegebenen Referenztemperatur ist.
- 15 4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Kenngröße eine Widerstandsänderung beim Aufheizen der Glühkerze ist.
- 20 5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Kenngröße eine Widerstandsänderung während eines Strompulses vorgegebener Dauer ist.
- 25 6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Glühprogramm als Funktion der Abweichung angepasst wird, indem der Wert der Effektivspannung proportional zu der relativen Abweichung geändert wird.
- 30 7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wert der Kenngröße der Glühkerze vom Hersteller gemessen und in einem Datenträger gespeichert wurde.
- 35 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wert der Kenngröße der Glühkerze mit einem oder mehreren Strompulsen zu Begin eines Aufheizvorgangs bestimmt wird.
- 40 9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Bestimmung des Wertes der Kenngröße eine Messung zu Beginn eines Pulses durchgeführt wird.
- 45 10. Glühkerzensteuergerät zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche,

mit  
einem Schalter, um durch Pulsweltenmodulation ei-  
ner Bordnetzspannung eines Kraftfahrzeugs eine  
Effektivspannung zum Anlegen an eine Glühkerze  
zu erzeugen, 5  
einem Speicher, in dem Glühprogramme für unter-  
schiedliche Bauserie von Glühkerzen gespeichert  
sind,  
einer Steuereinheit, die im Betrieb den Schalter nach  
einem der gespeicherten Glühprogramme betätigt, 10  
und  
einem Sensor zum Messen einer Kenngröße einer  
Glühkerze, wobei das Glühkerzensteuergerät derart  
eingerichtet ist, dass im Betrieb eine fertigungsbe-  
dingte Abweichung eines Werts einer Kenngröße 15  
der Glühkerze von einem für die Bauserie typischen  
Nennwert bestimmt wird und das für Glühkerzen die-  
ser Bauserie vorgesehene Glühprogramm als Funk-  
tion der Abweichung angepasst wird.

20

25

30

35

40

45

50

55