

(19)



(11)

EP 2 302 200 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.03.2011 Patentblatt 2011/13

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

(21) Anmeldenummer: **10007890.6**

(22) Anmeldetag: **29.07.2010**

(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 SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

(30) Priorität: **19.08.2009 DE 102009038098**

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

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

(74) Vertreter: **Mommer, Niels
Twelmeier Mommer & Partner
Westliche Karl-Friedrich-Strasse 56-68
75172 Pforzheim (DE)**

(54) **Verfahren zum Betreiben einer Glühkerze bei laufendem Motor**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Glühkerze bei laufendem Motor, wobei aus einer Bordnetzspannung durch Pulsweitenmodulation eine Effektivspannung erzeugt wird, die an die Glühkerze angelegt und in Abhängigkeit von Motorparametern geändert wird, ein von den Motorparametern abhängiger Sollwert der Effektivspannung vorgegeben wird, auf den die Effektivspannung geändert wird, für eine Änderung des Istwerts der Effektivspannung in mindestens einer

Richtung eine maximale Schrittweite vorgegeben wird und eine Änderung des Istwerts in mindestens einer Richtung auf einen von dem Istwert um mehr als die maximale Schrittweite abweichenden Sollwert in mehreren Schritten durchgeführt wird. Die Erfindung betrifft ferner ein Steuergerät, das im Betrieb ein solches Verfahren ausführt.

EP 2 302 200 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Glühkerze bei laufendem Motor, bei dem aus einer Bordnetzspannung durch Pulsweitenmodulation eine Effektivspannung erzeugt wird.

[0002] Glühkerzen werden bei Dieselmotoren zum Starten und bei laufendem Motor zur Unterstützung der Verbrennung eingesetzt. Während der Fahrt ist der Energiebedarf von Glühkerzen zwar kleiner als während einer Aufheizphase zum Starten des Motors, da die Glühkerzen ihren Betriebstemperaturbereich bereits erreicht haben, jedoch entnehmen Glühkerzen auch in einer solchen Nachheizphase dem Bordnetz des Fahrzeugs eine erhebliche elektrische Leistung. Die Leistungsanforderung des Glühsystems an den Fahrzeuggenerator und die Fahrzeugbatterie unterliegt dabei kurzfristigen Schwankungen, da die Wärmeabgabe der Glühkerze und damit die zum Aufrechterhalten einer optimalen Betriebstemperatur erforderliche Betriebsspannung von verschiedenen Motorparametern abhängt, beispielsweise der Motordrehzahl.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Weg aufzuzeigen, wie bei laufendem Motor die mit dem Betrieb von Glühkerzen verbundene Belastung des Bordnetzes reduziert werden kann.

[0004] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Betreiben einer Glühkerze mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0005] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren wird für die Effektivspannung, welche an die Glühkerze angelegt wird, ein Sollwert vorgegeben, der von der Motordrehzahl abhängt. Da die Wärmeabgabe einer Glühkerze und deshalb auch die zum Aufrechterhalten einer optimalen Kerzentemperatur erforderliche Effektivspannung vom Motorzustand und somit von der Motordrehzahl abhängen, kann auf diese Weise ein effizienter Betrieb der Glühkerze realisiert werden, der einerseits für eine gute Verbrennung sorgt und andererseits eine unnötige Belastung der Glühkerze vermeidet.

[0006] Insbesondere in einer Kaltlaufphase nach dem Starten eines Motors kann ein unregelmäßiger Motorlauf auftreten, in welchem sich die Drehzahl und die verbrannte Kraftstoffmenge sehr schnell und wiederholt in einem weiten Bereich ändern können. Bei einem unregelmäßigen Motorlauf unterliegt der Sollwert der Effektivspannung verhältnismäßig großen kurzfristigen Schwankungen. Wenn man den Istwert der Effektivspannung dann sofort, d.h. beim nächsten Spannungspuls, auf den Sollwert ändert, ergeben sich entsprechend unregelmäßige Leistungsanforderungen an das Bordnetz, die durch Rückkopplung das Gesamtsystem Motor/Bordnetz in einen unruhigen Zustand versetzen oder über einen längeren Zeitraum in einem unruhigen Zustand halten können.

[0007] Indem man für eine Änderung des Istwerts der

Effektivspannung auf den Sollwert in mindestens einer Richtung eine maximale Schrittweite vorgibt, werden starke Änderungen der Effektivspannung verzögert. Rückkopplungen können auf diese Weise reduziert und die unregelmäßige Belastung des Bordnetzes sowie des Motors insgesamt verringert werden. Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Änderung des Istwerts auf einen von dem Istwert um mehr als die maximale Schrittweite abweichenden Sollwert in mindestens einer Richtung in mehreren Schritten durchgeführt.

[0008] Um Rückkopplungen zu reduzieren genügt es, für eine Änderung des Istwerts der Effektivspannung in einer einzigen Richtung, also eine Erhöhung oder eine Absenkungen, eine maximale Schrittweite vorzugeben. Besonders vorteilhafte Ergebnisse können erzielt werden, wenn in beiden Richtungen, also sowohl für eine Erhöhung als auch für eine Absenkung des Istwerts, eine maximale Schrittweite vorgegeben wird. Die maximale Schrittweite für eine Erhöhung und die maximale Schrittweite für eine Absenkung sind bevorzugt gleich groß, können jedoch auch voneinander abweichen.

[0009] Wenn nur für eine Änderung der Effektivspannung in einer Richtung eine maximale Schrittweite vorgegeben werden soll, beispielsweise um die Steuerung zu vereinfachen, ist es vorteilhaft, eine maximale Schrittweite für eine Erhöhung vorzugeben. Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren wird deshalb bevorzugt zumindest für eine Erhöhung des Istwerts der Effektivspannung eine maximale Schrittweite vorgegeben und eine Erhöhung des Istwerts auf einen Sollwert, der den Istwert um mehr als die maximale Schrittweite übersteigt, in mehreren Schritten durchgeführt. Auf diese Weise kann eine große sprunghafte Erhöhung der Effektivspannung vorteilhaft vermieden werden. Eine sprunghafte Erhöhung der Effektivspannung führt nämlich zu einer besonders nachteiligen Belastung des Bordnetzes, während eine sprunghafte Absenkung der Effektivspannung für das Bordnetz weniger kritisch ist.

[0010] Die maximale Schrittweite wird bevorzugt in Abhängigkeit vom Motorzustand vorgegeben, beispielsweise in Abhängigkeit von der Motordrehzahl. Besonders vorteilhaft ist es, die maximale Schrittweite in Abhängigkeit von der Motordrehzahl und der Anzahl der Kurbelwellenumdrehungen seit Motorstart vorzugeben. Zusätzlich können zur Festlegung der maximalen Schrittweite auch andere Motorparameter, beispielsweise die Motorlast, verwendet werden. Die maximale Schrittweite kann beispielsweise mittels einer Kennlinie, einem Kennfeld oder einem mathematischen Modell eingestellt werden. Prinzipiell ist es auch möglich, die maximale Schrittweite als einen Festwert vorzugeben.

[0011] Die Pulsweitenmodulation zur Erzeugung der Effektivspannung wird bevorzugt durchgeführt, indem innerhalb einer festgelegten Periode ein die Glühkerze mit dem Bordnetz verbindender Schalter, beispielsweise ein Leistungstransistor, zweimal betätigt wird. Innerhalb einer festgelegten Periode wird der Schalter also einmal geschlossen und einmal geöffnet. Die Reihenfolge des

Schließens und Öffnens des Schalters kann dabei für jede Periode beliebig gewählt werden, so dass beispielsweise ein Spannungspuls, der innerhalb einer ersten Periode beginnt, nicht zwingend innerhalb der ersten Periode beendet werden muss. Möglich ist es auch, dass ein Spannungspuls innerhalb einer ersten Periode beginnt und erst während einer daran zweiten Periode beendet wird. Innerhalb dieser zweiten Periode wird dann nach einer Pause mit einem weiteren Spannungspuls begonnen. Der Zeitanteil der Periode, während welchem der Schalter geschlossen ist und folglich die Bordnetzspannung an der Glühkerze anliegt wird als Tastgrad bezeichnet. Die Effektivspannung kann bei konstanter Bordnetzspannung als Quadratwurzel aus dem Produkt aus Tastgrad und Bordnetzspannungsquadrat berechnet werden.

[0012] An sich ist es aber auch möglich, zur Erzeugung der Effektivspannung ein Verfahren der Pulsweitenmodulation einzusetzen, bei dem zur Einstellung eines angestrebten Tastgrades die Periodendauer variabel ist, also beispielsweise die Dauer der Spannungspulse konstant bleibt und stattdessen die Dauer der zwischen den Pulsen liegenden Pausen geändert wird. Bevorzugt wird jedoch, wie bereits erwähnt, die Pulsweitenmodulation derart durchgeführt, dass die Periodendauer während eines längeren Zeitraums konstant gehalten wird. Dabei ist es jedoch durchaus möglich, die Periodendauer stufenweise zu ändern, beispielsweise kann die Periodendauer bei Erreichen einer bestimmten Drehzahlswelle halbiert werden.

[0013] Bevorzugt wird die maximale Schrittweite als maximal mögliche Änderung des Tastgrades im Laufe einer vorgegebenen Anzahl von Perioden vorgegeben. Dabei ist es beispielsweise möglich, dass eine Änderung des Tastgrades zur Anpassung des Istwerts an einen Sollwert stets nur nach einer vorgegebenen Anzahl von Perioden, beispielsweise nach zwei oder drei Perioden möglich ist. Bevorzugt wird die maximale Schrittweite aber als maximal mögliche Änderung des Tastgrades zwischen zwei aufeinanderfolgenden Perioden vorgegeben. Dies bedeutet, dass der Tastgrad zwischen einer Periode und der anschließenden Periode geändert werden kann.

[0014] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass durch die maximale Schrittweite die Änderungsgeschwindigkeit der Effektivspannung auf höchstens 0,1 V pro Periode, bevorzugt auf höchstens 0,05 V, insbesondere auf höchstens 0,01 V pro Periode, begrenzt ist. Durch die maximale Schrittweite kann vorteilhaft eine Schranke, also ein Maximalwert bzw. ein Minimalwert, der ersten Ableitung der Effektivspannung nach der Zeit vorgegeben werden. Die maximale Schrittweite, also die bei einem Schritt maximal zulässiger Änderung der Effektivspannung, dividiert durch die Zeitdauer eines Schritts gibt nämlich den maximal zulässigen Betrag des Werts der ersten Ableitung der Effektivspannung nach der Zeit vor. Für eine Erhöhung ist durch die maximale Schrittweite ein Maximalwert der ersten Ablei-

tung der Effektivspannung nach der Zeit vorgegeben. Da die bei einer Absenkung der Effektivspannung erste zeitliche Ableitung negativ ist, wird durch einen Maximalwert der bei einer Absenkung zulässigen Schrittweite entsprechend ein Mindestwert der Ableitung vorgegeben. Da ein Wert der Effektivspannung jeweils nur für eine Periode der Pulsweitenmodulation definiert ist, kann die erste Ableitung der Effektivspannung der Zeit nur numerisch gebildet werden, beispielsweise indem die Differenz zwischen den Werten der Effektivspannung von zwei aufeinanderfolgenden Perioden bestimmt und durch die Periodendauer geteilt wird.

[0015] Der Sollwert wird bei einem erfindungsgemäßen Verfahren bevorzugt in Abhängigkeit von der Motordrehzahl und/oder der Anzahl der Kurbelwellenumdrehungen seit Motorstart vorgegeben. Neben der Motordrehzahl kann der Sollwert von weiteren Größen abhängen, beispielsweise von der Motorlast oder einer gemessenen Temperatur, beispielsweise der Kühlwassertemperatur oder der Umgebungstemperatur. Der Sollwert kann mit einer Kennlinie oder einem Kennfeld ermittelt werden. Möglich ist es beispielsweise auch, den Sollwert mit einem mathematischen Modell aus der Motordrehzahl und eventuell weiteren Größen zu berechnen.

[0016] Das erfindungsgemäße Verfahren kann bei Glühkerzen beliebigen Typs angewandt werden, insbesondere bei keramischen und metallischen Glühkerzen.

[0017] Ein erfindungsgemäßes Verfahren kann mit einem Glühkerzensteuergerät oder einem Softwarekern in einem anderen Steuergerät ausgeführt werden. Ein solches Steuergerät kann hinsichtlich seiner Hardware handelsüblichen Glühkerzensteuergeräten entsprechen, so dass sich eine detaillierte Beschreibung erübrigt. In einem Speicher des Steuergeräts ist ein Programm gespeichert, so dass das Steuergerät im Betrieb das vorstehend beschriebene Verfahren ausführen kann. Das Steuergerät hat einen Signaleingang für ein von der Motordrehzahl abhängendes Signal. Aus dem Wert dieses Signals und eventuell anderer, an weiteren Signaleingängen anliegenden Signalen berechnet das Steuergerät einen Sollwert für die Effektivspannung, die an die betreffende Glühkerze angelegt wird. Die Effektivspannung wird von dem Steuergerät durch Pulsweitenmodulation der Bordnetzspannung erzeugt, beispielsweise indem das Steuergerät einen Steuerausgang aufweist, an den ein Transistorschalter, bevorzugt ein Feldeffekttransistor, beispielsweise ein MOSFET, angeschlossen ist. Dieser Schalter kann von dem Steuergerät während einer Periode der Pulsweitenmodulation zweimal betätigt werden, so dass während eines Teils der Periode die Bordnetzspannung an der Glühkerze anliegt und während des restlichen Teils der Periode der Schalter geöffnet und die Glühkerze folglich von dem Bordnetz abgekoppelt ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Glühkerze bei laufendem Motor, wobei aus einer Bordnetzspannung durch Pulsweitenmodulation eine Effektivspannung erzeugt wird, die an die Glühkerze angelegt und in Abhängigkeit von einem oder mehreren Motorparametern geändert wird,
ein von Motorparametern abhängender Sollwert der Effektivspannung vorgegeben wird, auf den die Effektivspannung geändert wird,
für eine Änderung des Istwerts der Effektivspannung in mindestens einer Richtung eine maximale Schrittweite vorgegeben wird und eine Änderung des Istwerts in mindestens einer Richtung auf einen von dem Istwert um mehr als die maximale Schrittweite abweichenden Sollwert in mehreren Schritten durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für eine Erhöhung des Istwerts der Effektivspannung eine maximale Schrittweite vorgegeben wird und eine Erhöhung des Istwerts auf einen Sollwert, der mehr als die maximale Schrittweite größer als der Istwert ist, in mehreren Schritten durchgeführt wird.
3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für eine Absenkung des Istwerts eine maximale Schrittweite vorgegeben wird und eine Absenkung des Istwerts auf einen Sollwert, der um mehr als die maximale Schrittweite kleiner als der Istwert ist, in mehreren Schritten durchgeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximale Schrittweite für eine Erhöhung des Istwerts und die maximale Schrittweite für eine Absenkung des Istwerts gleich groß sind.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximale Schrittweite in Abhängigkeit vom Motorzustand vorgegeben wird.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximale Schrittweite in Abhängigkeit von der Anzahl der Kurbelwellenumdrehungen seit Motorstart vorgegeben wird.
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximale Schrittweite in Abhängigkeit von der Motorlast vorgegeben wird.
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximale Schrittweite als Kernlinie, Kernfeld oder mathematisches Modell vorgegeben wird.
9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pulsweitenmodulation durchgeführt wird, indem innerhalb einer festgelegten Periode ein die Glühkerze mit dem Bordnetz verbindender Schalter zweimal betätigt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximale Schrittweite als maximal mögliche Änderung des Tastgrades im Laufe einer vorgegebenen Anzahl von Perioden vorgegeben ist.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10 **dadurch gekennzeichnet, dass** die maximale Schrittweite als maximal mögliche Änderung des Tastgrades zwischen zwei aufeinanderfolgenden Perioden vorgegeben ist.
12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die maximale Schrittweite eine Schranke für die erste Ableitung der Effektivspannung nach der Zeit vorgegeben wird.
13. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sollwert in Abhängigkeit von der Motorlast vorgegeben wird.
14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sollwert in Abhängigkeit von einer gemessenen Temperatur vorgegeben wird.
15. Glühkerzensteuergerät, **dadurch gekennzeichnet, dass** es im Betrieb ein Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche ausführt.



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 10 00 7890

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 2007/240663 A1 (HIRAMATSU HIROMI [JP]) 18. Oktober 2007 (2007-10-18) * Absätze [0085], [0086]; Abbildung 15 *	1-8	INV. F02P19/02
A,P	GB 2 464 128 A (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 7. April 2010 (2010-04-07) * Seite 3, Zeile 4 - Zeile 27 *	1-8	
A,P	GB 2 466 275 A (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 23. Juni 2010 (2010-06-23) * Seite 7, Zeile 35 - Seite 8, Zeile 2 *	1-8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02P
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		2. Februar 2011	Jackson, Stephen
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 10 00 7890

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

02-02-2011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2007240663 A1	18-10-2007	DE 102007000220 A1 JP 2007285153 A	17-01-2008 01-11-2007
GB 2464128 A	07-04-2010	WO 2010037439 A1	08-04-2010
GB 2466275 A	23-06-2010	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82