

(19)



(11)

EP 2 085 608 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.08.2009 Patentblatt 2009/32

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

(21) Anmeldenummer: **08105785.3**

(22) Anmeldetag: **12.11.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

(71) Anmelder: **Robert Bosch GmbH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **Moritz, Rainer
70794 Filderstadt (DE)**

(30) Priorität: **04.02.2008 DE 102008007394**

(54) **Verfahren zur Steuerung von einer Mehrzahl von Glühstiftkerzen in einem Brennkraftmotor und Motorsteuergerät**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung von einer Mehrzahl von Glühstiftkerzen (GP) in einem Brennkraftmotor, bei welchem die Temperatur von zumindest zwei Glühstiftkerzen (GP) in zumindest zwei Reglervorrichtungen in Abhängigkeit von zumindest einem Betriebsparameter des Brennkraftmotors jeweils

derart gesteuert wird, dass permanent optimale Verbrennungseigenschaften des Brennkraftmotors vorliegen, und die Ausgaben der zumindest zwei Reglervorrichtungen auf die jeweils verbleibenden Glühstiftkerzen (GP) geschaltet werden.

EP 2 085 608 A1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung von einer Mehrzahl von Glühstiftkerzen in einem Brennkraftmotor nach Anspruch 1, sowie ein Motorsteuergerät nach Anspruch 12.

[0002] Üblicher Weise werden die Glühstiftkerzen beim Start des Brennkraftmotors zur Erwärmung der Brennräume eingesetzt.

[0003] Eine Glühstiftkerze ist ein elektrisches Heizelement im Brennraum von Brennkraftmotoren. Die Glühstiftkerze wird dabei nur kurzzeitig beim Start elektrisch beheizt. Der beim Kaltstart eines Dieselmotors in den Brennraum eingespritzte Dieselmotorkraftstoff entzündet sich meist nicht so problemlos von selbst, wie es die Theorie des Dieselprozesses beschreibt.

[0004] Aus diesen Gründen wird eine elektrisch beheizbare Glühstiftkerze in den Brennraum eingesetzt, die in der Startphase vorgeheizt wird. Dies wird auch als Vorglühen bezeichnet. Der hierzu benötigte Strom beträgt ca. 20 bis 40 Ampere pro Zylinder.

[0005] Der beim Kaltstart eines Dieselmotors in den Brennraum eingespritzte Dieselmotorkraftstoff entzündet sich jedoch meist nicht so problemlos von selbst, wie es die Theorie des Dieselprozesses beschreibt.

[0006] Gründe dafür liegen darin, dass die Wände des Brennraums (Zylinderwände, Kolbenboden) noch kalt sind und eine hohe spezifische Wärmekapazität (Eisenwerkstoff) haben, während die komprimierte Luft eine geringe Wärmekapazität hat. Dadurch geht die Kompressionswärme schnell an die Zylinderwände und den Kolbenboden über.

[0007] Ein weiterer Grund dafür liegt darin, dass beim Start die Kolbengeschwindigkeit durch den elektrischen Startermotor (Anlasser) geringer ist und dadurch die Zeit zum Wärmeübergang von der komprimierten Luft zur Wand größer ist. Besonders Kammermotoren haben eine größere wirksame Oberfläche, welche die Wärme aus dem Gas aufnimmt. Ein Start des kalten Motors ohne Glühstiftkerze ist ab Lufttemperaturen von -10°C bei Direkteinspritzung, +30°C bei Wirbelkammereinspritzung und ca. +60°C bei Vorkammereinspritzung möglich.

[0008] Bei einem kalten Motor kann die komprimierte Luft an den Kolbenringen vorbei nachteilig aus dem Brennraum entweichen, so dass der Kompressions-Enddruck und damit die Verdichtungsendtemperatur geringer ausfallen. Durch die niedrigere Kolbengeschwindigkeit beim Anlassen erhöhen sich diese Verluste weiter.

[0009] Eine weitere Ursache der verminderten Verbrennungsqualität lässt sich aufgrund von unterschiedlichen Kraftstoffqualitäten begründen, insbesondere wenn der Motor vielstofffähig ist und zündunwillige Kraftstoffe verbrennen soll.

[0010] Es ist eine T-Regelung der Glühstiftkerzen bekannt, bei welcher eine individuelle Messung von Strom und Spannung an jedem einzelnen Glühstiftkerzenpfad

vorausgesetzt ist. Ebenfalls setzt sie eine Steuermöglichkeit pro Glühstiftkerzenkanal voraus. Dies bedeutet beispielsweise, dass ein MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) pro Glühstiftkerze verbunden ist. Dies ist bei steigender Zylinderanzahl kostspielig. Ein Preistreiber bei neuen Glühstiftkerzen ist die Anzahl der MOSFETs und die notwendigen Messwertverstärkungsschaltungen, insbesondere wenn diese Schaltung auf Si(Silizium)-Fläche eines ASIC (Application Specific Integrated Circuit) realisiert ist und damit die Kosten nach oben treibt.

[0011] Die Einflussgrößen auf die Glühstiftkerzen und das Glühstiftkerzen-Modell der Regelung setzen sich zusammen aus Eigenschaften der Glühstiftkerzen über eine Fertigungsstreuung und Alterung, sowie der Wärmeaustausch durch Vorgänge im Brennraum.

Offenbarung der Erfindung

[0012] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren bereitzustellen, welches optimale Verbrennungseigenschaften eines Brennkraftmotors bereitstellt und zudem leicht umsetzbar und kostengünstig ist. Es ist weiterhin Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein entsprechendes Motorsteuergerät anzugeben.

[0013] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Steuerung von einer Mehrzahl von Glühstiftkerzen in einem Brennkraftmotor gelöst, bei welchem die Temperatur von zumindest zwei Glühstiftkerzen in zumindest zwei Reglervorrichtungen in Abhängigkeit von zumindest einem Betriebsparameter des Brennkraftmotors jeweils derart gesteuert wird, dass permanent optimale Verbrennungseigenschaften des Brennkraftmotors vorliegen, und die Ausgaben der zumindest zwei Reglervorrichtungen auf die jeweils verbleibenden Glühstiftkerzen geschaltet werden.

[0014] Ein wesentlicher Punkt des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass in bestimmten Betriebszuständen die Verbrennungseigenschaften des Brennkraftmotors ein Optimum erreichen, bzw. die Abgasemissionen deutlich reduziert werden, wenn die Temperatur von der Glühstiftkerze in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Brennkraftmotors geregelt wird. Der Einflussfaktor Wärmeaustausch, d. h. Kühlung, Aufheizung, durch Vorgänge im Brennraum ist für die verschiedenen Zylinder unterschiedlich, in der Regel jedoch systematisch gleich bleibend für jeden individuellen Brennkraftmotor. Eine Kompensation der Alterung kann dann erfolgen, wenn die Alterung im Glühstiftkerzen-Kollektiv sich in eine Richtung entwickelt, beispielsweise eine Widerstandserhöhung aller Glühstiftkerzen über die Lebensdauer.

[0015] Bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen 2 bis 11 angegeben.

[0016] Danach ist in einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass die Ausgabe der Reglervorrichtung bei einer vermessenen Glühstiftkerze

unverändert auf alle verbleibende Glühstiftkerzen geschaltet wird.

[0017] Bei dieser Variante werden Strom und Spannung von lediglich einer Glühstiftkerze gemessen. Ein "Leitzylinder" wird als der "heißeste" oder "kälteste" Zylinder bezeichnet. Dies bedeutet, dass die Glühstiftkerze in diesem Zylinder bei gleicher Ansteuerung am heißesten oder kältesten im Vergleich zu allen anderen Glühstiftkerzen wird. Dieser Pfad wird gemäß einer T-Regelung oder Relative T-Regelung geregelt. Der Reglerausgang des Reglers wird ohne weitere Plausibilisierung und/oder Messung, usw. auf alle anderen Glühstiftkerzenpfade geschaltet. Dies bedeutet, dass alle anderen Glühstiftkerzen mit der gleichen Ansteuerspannung wie die geregelte Glühstiftkerze angesteuert werden.

[0018] Es besteht die Möglichkeit, dass während der Applikationsphase des Motors ein Kompensationsfaktor - möglicherweise ohne weitere Abhängigkeiten, möglicherweise in Abhängigkeit von Einspritzmenge und Drehzahl - ermittelt wird und in einer Glühstiftkerzensteuerereinheit (GCU, Glow lamp Control Unit) abgelegt wird. Dieser Kompensationsfaktor ist Glühstiftkerzen-Individuell unterschiedlich. Der Reglerausgang der geregelten Glühstiftkerze wird dann mit diesem Faktor korrigiert, bzw. kompensiert. Die individuelle Glühstiftkerze wird mit der korrigierten, bzw. kompensierten Spannung angesteuert.

[0019] In einer alternativen Ausführungsform werden die Ausgaben der Reglervorrichtungen bei zwei vermessenen Glühstiftkerzen interpoliert auf alle verbleibende Glühstiftkerzen geschaltet.

[0020] Bei dieser Variante werden zwei "Leitzylinder" mit geregelten Glühstiftkerzen ausgerüstet, nämlich der "kälteste" und der "heißeste" Zylinder. Analog zu der zuvor erwähnten Ausführungsform wird ein Glühstiftkerzen-Individueller Kompensationsfaktor ermittelt, indem zwischen den beiden Reglerausgängen interpoliert wird. Die Interpolation kann dabei verschiedenen Charakteristiken folgen. Die Charakteristik, d. h. die Interpolationsfunktion, kann im Rahmen der Applikation des Brennkraftmotors oder Simulationen des Brennkraftmotors ermittelt werden. Interpolationsfunktionen können dabei linear, quadratisch, polynomisch, exponentiell oder logarithmisch sein.

[0021] Vorzugsweise enthält der zumindest eine Betriebsparameter eine Drehzahl des Brennkraftmotors. So können insbesondere beim Schubwechsel beim ausgekühlten Motor die Rauchemissionen deutlich reduziert werden. Insbesondere kann Weißrauch und/oder Schwar Rauch beim Übergang vom Schubbetrieb in den normalen Fahrbetrieb deutlich reduziert werden. Es wurde erkannt, dass im längeren Schubbetrieb oder bei längerer Bergabfahrt, bei der insbesondere eine kleine Kraftstoffmenge oder gar kein Kraftstoff eingespritzt wird, die Brennräume auskühlen. Erfolgt anschließend eine Einspritzung mit hoher Kraftstoffmenge, so sind diese mit erhöhten Rauchemissionen verbunden. Somit wird diesem Auskühlen dadurch entgegengewirkt, dass die

Glühstiftkerzen entsprechend angesteuert werden.

[0022] Bevorzugt enthält der zumindest eine Betriebsparameter eine Injektormenge von in den Brennkraftmotor injiziertem Kraftstoff. Hierbei kann der Glühvorgang initialisiert werden, wenn die Kraftstoffmenge für eine gewisse Zeitdauer den Wert Null annimmt.

[0023] Bevorzugt enthält der zumindest eine Betriebsparameter eine Kühlwassertemperatur. Hierbei kann der Glühvorgang initialisiert werden, wenn die Kühlwassertemperatur für eine gewisse Zeitdauer unter einem Schwellwert liegt.

[0024] Vorzugsweise enthält der zumindest eine Betriebsparameter einen Luftdruck. Hierbei kann der Glühvorgang initialisiert werden, wenn der dem Brennkraftmotor zugeführte Luftdruck für eine gewisse Zeitdauer einen Schwellwert unterschreitet und/oder überschreitet.

[0025] Vorzugsweise wird das Verfahren in einem Glühzeitsteuergerät durchgeführt, welches mit der Glühstiftkerze verbunden ist. Das Glühzeitsteuergerät erhält vom Motorsteuergerät die Information, wann geglüht werden muss oder wann nicht geglüht werden darf. Das Glühzeitsteuergerät meldet dem Motorsteuergerät über eine Diagnoseleitung (Schnittstelle) die von ihm erkannten Fehler, z.B. den Ausfall einer Glühstiftkerze.

[0026] Alternativ wird das Verfahren in einer Motorsteuerung durchgeführt, welche mit der Glühstiftkerze verbunden ist. Die Motorsteuerung empfängt elektrische Signale von Sensoren, wertet sie aus und berechnet die Ansteuersignale für die Stellglieder (Aktoren). Das Steuerungsprogramm dazu ist als Software in einem Speicher abgelegt. Die Ausführung des Programms übernimmt ein Mikrocontroller.

[0027] Vorzugsweise wird der Motorsteuerung über eine Schnittstelle zumindest eine Temperatur-Änderungsgröße aus dem Glühzeitsteuergerät zugeführt. Hierbei wird eine Änderungsgröße in der Motorsteuerung berechnet. Über die Schnittstelle werden dann lediglich Änderungsgrößen eingegeben. Ansonsten wird ein vorheriger Wert durch das Glühzeitsteuergerät aufgenommen und damit die Glühstiftkerze angesteuert. In diesem Fall berechnet sich die Änderungsgröße aus einem langsamen Anteil aus einem Regler und einem schnellen Anteil aus einer Steuerung.

[0028] Vorzugsweise wird die zumindest eine Temperatur-Änderungsgröße auf der Schnittstelle durch charakterisierende Bits unterschieden. Hierbei wird die zur Berechnung notwendige Datenmenge reduziert.

[0029] Die vorstehende Aufgabe wird zudem durch ein Motorsteuergerät für einen Brennkraftmotor gelöst, mit einer Steuerungseinheit zum Steuern der Temperatur von zumindest einer Glühstiftkerze, wobei das Motorsteuergerät derart ausgebildet ist, dass die Temperatur von zumindest zwei Glühstiftkerzen in zumindest zwei Reglervorrichtungen in Abhängigkeit von zumindest einem Betriebsparameter des Brennkraftmotors jeweils derart gesteuert wird, dass permanent optimale Verbrennungseigenschaften des Brennkraftmotors vorliegen, und die zumindest zwei Reglervorrichtungen dazu aus-

gebildet sind, die Ausgaben auf die jeweils verbleibenden Glühstiftkerzen zu schalten.

[0030] Zusammenfassend können dadurch die Verbrennungseigenschaften des Brennkraftmotors in bestimmten Betriebszuständen ein Optimum erreichen, bzw. die Abgasemissionen deutlich reduziert werden, wenn die Temperatur von den Glühstiftkerzen in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Brennkraftmotors geregelt wird.

[0031] Zudem können Kosten reduziert werden, indem die Reglerausgabe einer Reglervorrichtung, indem nur eine Glühstiftkerze vermessen wird, auf die jeweils verbleibenden Glühstiftkerzen geschaltet wird, d. h. alle anderen Glühstiftkerzen mit der gleichen Ansteuerspannung wie die geregelte Glühstiftkerze angesteuert werden.

[0032] Analog hierzu können Kosten reduziert werden, indem die Reglerausgaben einer Reglervorrichtung, indem zwei Glühstiftkerzen vermessen werden, interpoliert auf die anderen Glühstiftkerzen geschaltet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung von einer Mehrzahl von Glühstiftkerzen (GP) in einem Brennkraftmotor, bei welchem die Temperatur von zumindest zwei Glühstiftkerzen (GP) in zumindest zwei Reglervorrichtungen in Abhängigkeit von zumindest einem Betriebsparameter des Brennkraftmotors jeweils derart gesteuert wird, dass permanent optimale Verbrennungseigenschaften des Brennkraftmotors vorliegen, und die Ausgaben der zumindest zwei Reglervorrichtungen auf die jeweils verbleibenden Glühstiftkerzen (GP) geschaltet werden.
2. Verfahren zur Steuerung von einer Mehrzahl von Glühstiftkerzen (GP) in einem Brennkraftmotor nach Anspruch 1, bei welchem die Ausgabe der Reglervorrichtung bei einer vermessenen Glühstiftkerze (GP) unverändert auf alle verbleibende Glühstiftkerzen (GP) geschaltet wird.
3. Verfahren zur Steuerung von einer Mehrzahl von Glühstiftkerzen (GP) in einem Brennkraftmotor nach Anspruch 1, bei welchem die Ausgaben der Reglervorrichtungen bei zwei vermessenen Glühstiftkerzen (GP) interpoliert auf alle verbleibende Glühstiftkerzen (GP) geschaltet werden.
4. Verfahren zur Steuerung von zumindest einer Glühstiftkerze (GP) in einem Brennkraftmotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem der zumindest eine Betriebsparameter eine Drehzahl des Brennkraftmotors enthält.
5. Verfahren zur Steuerung von zumindest einer Glühstiftkerze (GP) in einem Brennkraftmotor nach einem

der vorstehenden Ansprüche, bei welchem der zumindest eine Betriebsparameter eine Injektormenge von in den Brennkraftmotor injiziertem Kraftstoff enthält.

6. Verfahren zur Steuerung von zumindest einer Glühstiftkerze (GP) in einem Brennkraftmotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem der zumindest eine Betriebsparameter eine Kühlwassertemperatur enthält.
7. Verfahren zur Steuerung von zumindest einer Glühstiftkerze (GP) in einem Brennkraftmotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welchem der zumindest eine Betriebsparameter einen Luftdruck enthält.
8. Verfahren zur Steuerung von zumindest einer Glühstiftkerze (GP) in einem Brennkraftmotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Verfahren in einem Glühzeitsteuergerät (GCU) durchgeführt wird, welches mit der Glühstiftkerze (GP) verbunden ist.
9. Verfahren zur Steuerung von zumindest einer Glühstiftkerze (GP) in einem Brennkraftmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Verfahren in einer Motorsteuerung (EDC) durchgeführt wird, welche mit der Glühstiftkerze (GP) verbunden ist.
10. Verfahren zur Steuerung von zumindest einer Glühstiftkerze (GP) in einem Brennkraftmotor nach Anspruch 9, bei welchem der Motorsteuerung über eine Schnittstelle zumindest eine Temperatur-Änderungsgröße aus einem Glühzeitsteuergerät zugeführt wird.
11. Verfahren zur Steuerung von zumindest einer Glühstiftkerze (GP) in einem Brennkraftmotor nach Anspruch 10, bei welchem die zumindest eine Temperatur-Änderungsgröße auf der Schnittstelle durch charakterisierende Bits unterschieden wird.
12. Motorsteuergerät für einen Brennkraftmotor, mit einer Steuerungseinheit zum Steuern der Temperatur von zumindest einer Glühstiftkerze (GP), wobei das Motorsteuergerät derart ausgebildet ist, dass die Temperatur von zumindest zwei Glühstiftkerzen (GP) in zumindest zwei Reglervorrichtungen in Abhängigkeit von zumindest einem Betriebsparameter des Brennkraftmotors jeweils derart gesteuert wird, dass permanent optimale Verbrennungseigenschaften des Brennkraftmotors vorliegen, und die zumindest zwei Reglervorrichtungen dazu ausgebildet sind, die Ausgaben auf die jeweils verbleibenden Glühstiftkerzen (GP) zu schalten.



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 08 10 5785

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2004/112316 A1 (OLEKSIEWICZ RADEK [US]) 17. Juni 2004 (2004-06-17) * Absätze [0017] - [0023]; Abbildungen *	1,2,4-12	INV. F02P19/02
X	DE 34 28 619 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13. Februar 1986 (1986-02-13) * Seiten 5,6,8,9 *	1,2,4-12	
X	JP 59 096486 A (NIPPON SOKEN) 2. Juni 1984 (1984-06-02) * Abbildungen 1,7 *	1,5-8,12	
X	US 4 694 145 A (ROMSTADT DOUGLAS J [US] ET AL) 15. September 1987 (1987-09-15) * Spalte 3; Abbildung 4 *	1,5-8,12	
A	DE 199 22 958 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 30. November 2000 (2000-11-30) * Abbildungen 1,2 *	1-4,12	
A	JP 56 066456 A (HITACHI LTD) 4. Juni 1981 (1981-06-04) * Abbildung *	1,2,12	RECHERCHIERTES SACHGEBIET (IPC) F02P
A	JP 62 298663 A (NIPPON DENSO CO) 25. Dezember 1987 (1987-12-25) * Abbildung *	1,2,12	
X	WO 2007/033825 A (BERU AG [DE]; KERNWEIN MARKUS [DE]; TOEDTER OLAF [DE]; BLEIL ANDREAS [DE]) 29. März 2007 (2007-03-29) * Abbildung 1 *	1,2,4-12	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 2. Juni 2009	Prüfer Ulivieri, Enrico
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, 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	

EPO FORM 1503 03/02 (P04C03)

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

EP 08 10 5785

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.

02-06-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004112316 A1	17-06-2004	KEINE	
DE 3428619 A1	13-02-1986	FR 2568630 A1	07-02-1986
		JP 61043273 A	01-03-1986
JP 59096486 A	02-06-1984	KEINE	
US 4694145 A	15-09-1987	CA 1264823 A1	23-01-1990
		CN 86100415 A	25-02-1987
		EP 0191347 A2	20-08-1986
		JP 61283767 A	13-12-1986
DE 19922958 A1	30-11-2000	KEINE	
JP 56066456 A	04-06-1981	KEINE	
JP 62298663 A	25-12-1987	KEINE	
WO 2007033825 A	29-03-2007	EP 1929151 A1	11-06-2008
		KR 20080046700 A	27-05-2008

EPO FORM P0481

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