



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 056 936 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
26.03.2003 Patentblatt 2003/13

(51) Int Cl.7: **F02B 17/00**, F02B 77/04,
F02P 9/00

(21) Anmeldenummer: **99964393.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE99/03874

(22) Anmeldetag: **03.12.1999**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 00/037782 (29.06.2000 Gazette 2000/26)

(54) **VERFAHREN ZUM FREIBRENNEN VON ZÜNDKERZEN IM SCHICHTBETRIEB**

METHOD OF BURNING OFF SPARK PLUGS IN STRATIFIED CHARGE MODE

PROCEDE D'AUTONETTOYAGE DE BOUGIES D'ALLUMAGE EN MODE DE CHARGE STRATIFIEE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **22.12.1998 DE 19859311**

(72) Erfinder: **TRACHTE, Dietrich**
D-71229 Leonberg (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.12.2000 Patentblatt 2000/49

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 305 348 **GB-A- 2 255 372**
US-A- 4 059 079 **US-A- 5 913 302**

EP 1 056 936 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

STAND DER TECHNIK

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Freibrennen von Zündkerzen für eine Brennkraftmaschine, bei der eine Einspritzung in einem Schichtbetrieb durchgeführt wird.

[0002] Obwohl auf beliebige Kraftstoffe und Motoren beliebiger Fahrzeuge anwendbar, werden die vorliegende Erfindung sowie die ihr zugrundeliegende Problematik in bezug auf eine Benzindirekteinspritzung einer Brennkraftmaschine eines Personenwagens erläutert.

[0003] Bei solchen Brennkraftmaschinen mit Benzindirekteinspritzung wird zur vollständigen Nutzung des Verbrauchsvorteils in allen oder nur in bestimmten Betriebsbereichen eine sogenannte Ladungsschichtung im Brennraum realisiert, was im folgenden als Schichtbetrieb bezeichnet wird.

[0004] Beim Schichtbetrieb wird im Kompressionstakt lediglich eine kleine stöchiometrische Wolke in den zunächst mit Luft gefüllten Brennraum eingebracht, welche lokal zündbar ist, wohingegen der restliche Inhalt des Brennraums nicht gezündet werden kann. Der Vorteil dieses Schichtbetriebs liegt in einem erweiterten Magerbetrieb der Brennkraftmaschine und damit letztendlich in einer Kraftstoffersparnis.

[0005] Beim sogenannten Normalbetrieb der Benzindirekteinspritzung hingegen wird der gesamte Brennraum mit einem stöchiometrischen Luft-/Kraftstoffgemisch homogen gefüllt, das zum Zündzeitpunkt durch den Zündfunken gezündet wird.

[0006] Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Problematik besteht allgemein darin, daß sich durch Rußbildung an den Zündkerzen im Laufe des Betriebs unvermeidbarerweise Nebenschlüsse bilden, welche die Funkenbildung verschlechtern.

[0007] Unter anderem wird dieses Problem mit Gleitfunkenkerzen angegangen, welche das Freibrennen des Isolators durch die Funkenbildung unterstützen.

[0008] Als nachteilhaft hat sich dabei die Tatsache herausgestellt, daß hierfür Spezialkerzen erforderlich sind.

[0009] In der US 5,913,302 wird eine Zündkerze und eine Zündspule beschrieben, die durch ein elektronisches System angesteuert werden. Die Zündspule enthält eine Primärwicklung und eine Sekundärwicklung. In der Primärwicklung wird durch das elektronische System ein Magnetfeld erzeugt. Die Zeit, während der das Magnetfeld aufgebaut wird, wird als Ladezeit (ignition coil dwell time) bezeichnet. In der US 5,913,302 wird nun vorgeschlagen, Verunreinigungen, beispielsweise Kohlenstoffablagerungen auf der Zündkerze, dadurch zu entfernen, daß die Zündkerze zeitweilig mit einer Ladezeit betrieben wird, die länger als die im Normalbetrieb verwendete Ladezeit ist. Durch die verlängerte Ladezeit wird die Funkenenergie und die Funkendauer erhöht, wodurch die Verunreinigungen der Zündkerze ver-

brannt und damit entfernt werden. Höhere Ladezeiten können jedoch die Lebensdauer der Zündkerze und des elektronischen Systems vermindern.

5 Vorteile der Erfindung

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Freibrennen von Zündkerzen mit den Merkmalen des Anspruchs 1 weist gegenüber den bekannten Lösungsansätzen den Vorteil auf, daß die Phase des Gaswechsels und ggfs. auch die Phase der beginnenden Kompression, in der der Brennraum mit einem nicht zündbaren Gasinhalt, e. g. Luft, gefüllt ist, zur Verbrennung von Rußbrücken und/oder Rußablagerungen an der Zündkerze genutzt werden kann.

[0011] Dadurch läßt sich ein möglicher Störeinfluß ausscheiden, so daß eine sichere Funkenbildung und Entflammung über eine längere Lebensdauer der Zündkerze gewährleistet werden kann.

[0012] Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Idee besteht darin, daß während der Phase, zu der der Brennraum mit einem nicht zündbaren Gasinhalt gefüllt ist, z.B. der Ansaugphase, ein oder mehrere Zusatzfunken zum Freibrennen einer betreffenden Zündkerze gezündet werden.

[0013] In den Unteransprüchen finden sich vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des in Anspruch 1 angegebenen Verfahrens zum Freibrennen von Zündkerzen.

[0014] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung wird der Zusatzfunken in der Ansaugphase, und vorzugsweise am Ende der Ansaugphase, gezündet. Dies hat den Vorteil, daß zum Saugende hin ein niedriger Druck im Brennraum herrscht und eine ausreichende Luftfüllung gegeben ist, was einen geringen Kerzenverschleiß durch den Zusatzfunken bewirkt.

[0015] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird bei der Brennkraftmaschine eine Wechselstrom-Zündanlage verwendet. Dies hat den Vorteil, daß der Energiezufuhrzeitpunkt und die Energiezufuhrdauer gut steuerbar sind, da keine Ladezeit für die Spule erforderlich ist.

[0016] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird eine Messung mindestens eines Motorparameters durchgeführt und basierend auf dem Meßergebnis der Zeitpunkt und/oder die Anzahl und/oder der Energiezufuhrdauer des oder der Zusatzfunken gesteuert wird. So kann das Freibrennen in Abhängigkeit vom Motorzustand durchgeführt werden.

[0017] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird eine Messung des Nebenschlußwiderstandes der Zündkerze durchgeführt. Somit kann das Freibrennen erst dann durchgeführt werden, wenn der Nebenschlußwiderstand zu gering geworden ist.

[0018] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird kein Zusatzfunken gezündet, wenn der Nebenschlußwiderstand oberhalb eines vorbestimmten Wertes liegt. Dies erhöht die Lebensdauer der Kerze,

denn auch das Freibrennen verursacht einen gewissen Kerzenverschleiß.

[0019] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird für die Brennkraftmaschine eine Benzindirekteinspritzung verwendet.

[0020] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird für die Brennkraftmaschine eine Dieseldirekteinspritzung verwendet.

ZEICHNUNGEN

[0021] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein Flußdiagramm zur Erläuterung eines Ausführungsbeispiels des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0022] Bei diesem Ausführungsbeispiel werden für die Brennkraftmaschine eine Benzindirekteinspritzung, bei der eine Einspritzung in einem Schichtbetrieb durchgeführt wird, und eine Wechselstrom-Zündanlage verwendet.

[0023] Im Gegensatz zu einer Brennkraftmaschine mit Saugrohr-Gemischaufbereitung wird bei der beispielsweise Brennkraftmaschine mit Benzindirekteinspritzung während der Ansaugphase der Brennraum mit Luft gefüllt, also mit einem nicht zündbaren Gasinhalt. Dies ändert sich erst, wenn die Benzineinspritzung in der Kompressionsphase durchgeführt wird.

[0024] Fig. 1 zeigt ein Flußdiagramm zur Erläuterung des Ausführungsbeispiels des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung. Dieses Flußdiagramm zeigt in stark vereinfachter Form eine Subroutine, die z.B. im Steuergerät der Brennkraftmaschine ausgeführt wird.

[0025] Wie in Schritt S10 angedeutet, erfolgt im Betrieb eine ständige Messung des Nebenschlußwiderstandes R_N sämtlicher Zündkerzen. Basierend auf dem Meßergebnis werden der Zeitpunkt, die Anzahl und die Energiezufuhrdauer des oder der Zusatzfunken nach einem im voraus festgelegten und im Steuergerät abgelegten Schema gesteuert. Solch ein Schema kann neben dem Nebenschlußwiderstand weitere Parameter, wie z.B. Drehzahl, Last, Alter der Zündkerzen usw., enthalten.

[0026] Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel im Schritt S20 bestimmt, ob der Nebenschlußwiderstand einer betreffenden Zündkerze oberhalb eines vorbestimmten Wertes R_{NS} liegt.

[0027] Falls nein, schreitet der Programmfluß voran zu Schritt S30, wo ein Flag $F_Z = "1"$ gesetzt wird, das einer anderen Steuerroutine anzeigt, daß für die betreffende Zündkerze ein Zusatzfunken gezündet werden muß.

[0028] Der Zusatzfunken zum Freibrennen der betref-

fenden Zündkerze wird am Ende der Ansaugphase gezündet, wenn und solange dieses Kriterium nicht erfüllt ist.

[0029] Dabei wird durch die Energiezufuhr vom Zündfunken eine Verbrennung der Rußablagerungen oder Rußbrücken zwischen den Elektroden bzw. zwischen der Hochspannungselektrode und dem Isolator erreicht.

[0030] Ist dieses Kriterium nicht bzw. nicht mehr erfüllt, schreitet der Programmfluß von Schritt S20 zu Schritt S40, wo das Flag $F_Z = "0"$ gesetzt wird, was einer anderen Steuerroutine anzeigt, daß für die betreffende Zündkerze kein Zusatzfunken gezündet werden muß.

[0031] Nach Schritt S30 bzw. S40 ist die Subroutine beendet.

[0032] Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise modifizierbar.

[0033] Obwohl als Ausführungsbeispiel eine Brennkraftmaschine mit Benzindirekteinspritzung beschrieben wurde, kann auch eine Dieseleinspritzung verwendet werden.

[0034] Auch ist zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens prinzipiell jegliche Zündanlage verwendbar. Man könnte sich sogar vorstellen, eine zusätzlich Zündanlage für die Zusatzfunken zu verwenden, was jedoch den Aufwand erhöhen würde.

[0035] Obwohl beim obigen Beispiel der Zusatzfunken am Ende der Ansaugphase gezündet wurde, kann er prinzipiell zu einem beliebigen anderen Zeitpunkt gezündet werden, wenn der Gasinhalt des Brennraums nicht zündbar ist und die Zündanlage eine Zündung zuläßt, also z.B. zum Beginn der Kompressionsphase.

[0036] Obwohl beim obigen Beispiel nur vom Schichtbetrieb gesprochen wurde, ist die Erfindung selbstverständlich auf Brennkraftmaschinen anwendbar, welche sowohl im Normalbetrieb als auch im Schichtbetrieb betrieben werden können. In diesem Fall muß lediglich sichergestellt werden, daß keine Zusatzfunken in der Ansaugphase des Normalbetriebs gezündet werden können.

Verfahren zum Freibrennen von Zündkerzen im Schichtbetrieb

BEZUGSZEICHENLISTE:

[0037]

S10-S30	Programmschritte
R_N	Nebenschlußwiderstand
R_{NS}	Schwellwert Nebenschlußwiderstand
F_Z	Flag für Zusatzfunken

Patentansprüche

1. Verfahren zum Freibrennen von Zündkerzen für eine Brennkraftmaschine, bei der eine Einspritzung in einem Schichtbetrieb durchgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** während einer Phase im Motorbetrieb, zu der der Brennraum mit einem nicht zündbaren Gasinhalt gefüllt ist, mindestens ein Zusatzfunken zum Freibrennen einer betreffenden Zündkerze gezündet wird. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Zusatzfunken in der Ansaugphase, und vorzugsweise am Ende der Ansaugphase, und/oder zum Beginn der Kompressionsphase gezündet wird. 10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** für die Brennkraftmaschine eine Wechselstrom-Zündanlage verwendet wird. 15
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Messung mindestens eines Motorparameters durchgeführt wird und basierend auf dem Meßergebnis der Zeitpunkt und/oder die Anzahl und/oder der Energiezufuhrdauer des oder der Zusatzfunken gesteuert wird. 20
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Messung des Nebenschlußwiderstandes der Zündkerze durchgeführt wird. 25
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** kein Zusatzfunken gezündet wird, wenn der Nebenschlußwiderstand oberhalb eines vorbestimmten Wertes liegt. 30
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** für die Brennkraftmaschine eine Benzindirekteinspritzung verwendet wird. 35
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** für die Brennkraftmaschine eine Dieseldirekteinspritzung verwendet wird. 40

Claims

1. Method of burning off spark plugs for an internal combustion engine, in which an injection is carried out in a stratified charge mode, **characterized in that** at least one additional spark for burning off a respective spark plug is formed during a phase in the engine mode in which the combustion is filled with a gas content which cannot be formed. 45

2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the additional spark is formed in the intake phase, and preferably at the end of the intake phase, and/or at the start of the compression phase. 50
3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** an alternating current ignition system is used for the internal combustion engine. 55
4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a measurement of at least one engine parameter is carried out, and the time and/or the number and/or the energy supply period of the additional spark or sparks is controlled on the basis of the measurement result. 60
5. Method according to Claim 4, **characterized in that** a measurement of the shunt resistance of the spark plug is carried out. 65
6. Method according to Claim 5, **characterized in that** no additional spark is formed if the shunt resistance lies above a predetermined value. 70
7. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** a direct petrol injection is used for the internal combustion engine. 75
8. Method according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** a direct diesel injection is used for the internal combustion engine. 80

Revendications

1. Procédé d'auto-nettoyage de bougies d'allumage d'un moteur à combustion interne selon lequel on effectue une injection en mode stratifié, **caractérisé en ce que** pendant une phase en mode moteur pendant laquelle la chambre de combustion est remplie d'une charge de gaz non inflammable, on allume au moins une étincelle supplémentaire pour auto-nettoyer la bougie d'allumage concernée. 85
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'étincelle supplémentaire est déclenchée dans la phase d'admission et de préférence à la fin de cette phase d'admission et/ou au début de la phase de compression. 90
3. Procédé selon les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'** on utilise une installation d'allumage à courant alternatif pour le moteur à combustion interne. 95
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes. 100

tes,

caractérisé en ce qu'

on effectue une mesure d'au moins un paramètre du moteur et en fonction du résultat de la mesure on commande l'instant et/ou le nombre et/ou la durée de l'alimentation en énergie pour la ou les étincelle(s) supplémentaire(s). 5

5. Procédé selon la revendication 4,
caractérisé en ce qu' 10
on effectue la mesure de la résistance de court-circuit de la bougie d'allumage.

6. Procédé selon la revendication 5.
caractérisé en ce qu' 15
on ne déclenche aucune étincelle supplémentaire si la résistance de court-circuit est supérieure à une valeur prédéterminée.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce qu' 20
on utilise une injection directe d'essence pour le moteur à combustion interne. 25

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6,
caractérisé en ce qu'
on utilise une injection directe diesel pour le moteur à combustion interne. 30

35

40

45

50

55

FIG. 1

