



(11) **EP 1 533 508 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.04.2007 Patentblatt 2007/15

(51) Int Cl.:
F02D 41/34 ^(2006.01) **F02D 41/06** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03104270.8**

(22) Anmeldetag: **19.11.2003**

(54) **Verfahren zur Ermittlung der Stellung eines Zylinders einer Brennkraftmaschine**

Method for determining the stroke of a cylinder of an internal combustion engine

Procédé pour la détection du temps d'un cylindre d'un moteur à combustion interne

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.05.2005 Patentblatt 2005/21

(73) Patentinhaber: **Ford Global Technologies, LLC, A
subsidiary of Ford
Motor Company
Dearborn, MI 48126 (US)**

(72) Erfinder: **Will, Frank
3228 Jan Juc,
Victoria (AU)**

(74) Vertreter: **Drömer, Hans-Carsten et al
Ford-Werke Aktiengesellschaft,
Patentabteilung NH/DRP,
Henry-Ford-Strasse 1
50725 Köln (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 684 375 FR-A- 2 749 885
US-A- 5 402 675 US-A- 5 970 784
US-A1- 2002 005 063**

EP 1 533 508 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

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der Stellung eines als Referenzzylinder dienenden Zylinders einer Brennkraftmaschine, welche über mindestens einen Zylinder verfügt, zu dem Zweck, den Zündzeitpunkt und den Einspritzzeitpunkt dieses Referenzzylinders festzulegen.

[0002] Die Kenntnis der Stellung der einzelnen Zylinder d.h. die Kenntnis der Stellung der einzelnen Kolben einer Brennkraftmaschine ist erforderlich, damit die Einspritzung des Kraftstoffes und die Einleitung der Zündung des Kraftstoff-Luft-Gemisches in den einzelnen Zylindern gezielt d. h. bei definierten Kurbelwellenwinkeln erfolgen kann, um so eine optimale Verbrennung mit einem möglichst geringen Kraftstoffverbrauch und möglichst geringen Emissionen zu gewährleisten. Des Weiteren ist eine gezielte Einspritzung und Zündung notwendig, um die Selbstzündung von Gemischanteilen - das sogenannte Klopfen - zu verhindern und einen möglichst runden d. h. gleichförmigen Lauf der Brennkraftmaschine sicherzustellen, der sich durch ein Minimum an Dreherschwingungen der Kurbelwelle und damit durch ein Minimum an Drehzahlschwankungen auszeichnet. Die Aufgabe, die Einspritzung und Zündung zu steuern, übernimmt in der Regel eine Motorsteuerung.

[0003] Dabei wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung der Kurbelwellenwinkel, bei dem die Zündung eingeleitet wird, als Zündwinkel und der Kurbelwellenwinkel, bei dem die Einspritzung beginnt, als Einspritzwinkel bezeichnet.

[0004] Nach dem Stand der Technik wird die Stellung der einzelnen Zylinder einer Brennkraftmaschine mittels Nockenwellensensor und Kurbelwellensensor, der auch als Kurbelwinkelgeber bezeichnet wird, bestimmt.

[0005] Der ortsfeste, an der Brennkraftmaschine angeordnete Kurbelwellensensor greift dabei Signale von einem Ring oder Zahnkranz ab, der mit der Kurbelwelle umläuft und beispielsweise am Schwungrad vorgesehen werden kann. Das vom Kurbelwellensensor erzeugte Signal wird von der Motorsteuerung zur Berechnung der Drehzahl und der Winkelstellung der Kurbelwelle benötigt. Diese Daten benötigt die Motorsteuerung für die Berechnung der Zündeneinstellung, der Kraftstoffeinspritzung und der Kraftstoffmenge unter sämtlichen Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine, wobei die Kenntnis der Drehzahl die wichtigste Information ist, die mit Hilfe des Kurbelwellensensors generiert wird.

[0006] Zwar kann die Drehzahl grundsätzlich auch mittels Nockenwellensensor ermittelt werden. Die Drehzahl soll aber so exakt wie möglich ermittelt werden, um einen einwandfreien und optimalen Betrieb der Brennkraftmaschine zu gewährleisten, weshalb nach dem Stand der Technik hierzu immer noch der Kurbelwellensensor verwendet wird, da die Kurbelwelle mit der doppelten Drehzahl der Nockenwelle umläuft und damit ein Signal mit einer wesentlich höheren Auflösung liefert. Eine höhere Auflösung kann mittels Kurbelwellensensor auch des-

halb generiert werden, weil das auf der Kurbelwelle angeordnete Schwungrad aufgrund seines relativ großen Durchmessers eine Vielzahl von Zähnen oder sonstigen Signalgebern aufnehmen kann.

[0007] Der Nockenwellensensor wird benötigt, um eine Aussage darüber treffen zu können, ob sich der Zylinder bzw. der Kolben im Verbrennungszyklus - Komprimieren und Expandieren - oder im Ladungswechselzyklus - Auschieben und Ansaugen - befindet. Der Kurbelwellensensor bestimmt dabei lediglich die Stellung des Kolbens in einem Kurbelwinkelfenster von 360°. Anhand der Informationen des Kurbelwellensensors kann beispielsweise die Aussage getroffen werden, ob der Kolben im oberen Totpunkt (OT) oder im unteren Totpunkt (UT) steht. Da bei einer Vier-Takt-Brennkraftmaschine ein Arbeitsspiel, bestehend aus Komprimieren, Expandieren, Auschieben und Ansaugen, aber 720° Kurbelwellenwinkel (KWW) umfaßt, ist es erforderlich zu wissen, ob sich ein im oberen Totpunkt (OT) befindlicher Kolben im sogenannten Verbrennungs-OT (VOT) oder im oberen Totpunkt während des Ladungswechsels (LOT) befindet. Diese Information liefert der Nockenwellensensor, so daß im Zusammenspiel von Nockenwellensensor und Kurbelwellensensor die Kolbenposition eindeutig bestimmbar ist.

[0008] In der Praxis wird üblicherweise die Stellung nur eines einzelnen Zylinders der Brennkraftmaschinen mittels der genannten Sensoren bestimmt, womit die Stellung der übrigen Zylinder festliegt. Mit der Kenntnis der Stellung eines einzelnen Zylinders kann die Motorsteuerung den Zündzeitpunkt und den Einspritzzeitpunkt dieses einen Zylinders berechnen. Mit den in der Motorsteuerung abgelegten Informationen hinsichtlich der Zündfolge der Brennkraftmaschine ergeben sich dann die Zündzeitpunkte und die Einspritzzeitpunkte der übrigen Zylinder.

[0009] Dabei ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung zu unterscheiden zwischen den bereits oben definierten Begriffen, nämlich Einspritzwinkel und Zündwinkel, die sich an der Stellung der Kurbelwelle orientieren, und den Begriffen Zündzeitpunkt und Einspritzzeitpunkt. Ein Einspritzwinkel könnte beispielsweise 15°KWW vor OT sein, wohingegen der Einspritzzeitpunkt dahingehend zu verstehen ist, daß die Motorsteuerung in Kenntnis der Stellung des Kolbens und der Drehzahl den Zeitpunkt berechnet, zu dem eingespritzt wird, beispielsweise in Millisekunden.

[0010] Das Verfahren, welches sich der beiden Sensoren, nämlich des Nockenwellensensors und des Kurbelwellensensors zur Ermittlung der Zylinderstellung bedient, setzt prinzipbedingt voraus, daß die Brennkraftmaschine in Betrieb ist und sich die Nockenwelle und die Kurbelwelle ausreichend schnell drehen, so daß die Sensoren ein Signal an die Motorsteuerung liefern können. Damit beim Start der Brennkraftmaschine ebenfalls die notwendige Information über die Zylinderstellung vorliegt, wird beim Ausschalten der Brennkraftmaschine die letzte Stellung der Zylinder in der Motorsteuerung ge-

speichert, so daß beim Neustart auch ohne Sensorsignal eine Grundlage für die Berechnung des Zündzeitpunktes und des Einspritzzeitpunktes verfügbar ist.

[0011] Sollte beim Neustart diese gespeicherte Information über die letzte Stellung der Zylinder nicht mehr vorliegen, weil sie beispielsweise beim Ausbau der Batterie und der damit fehlenden Stromversorgung der Motorsteuerung verloren gegangen ist, wird nach dem Stand der Technik beim Starten zu einem beliebigen Zeitpunkt eingespritzt und gezündet, wobei die Brennkraftmaschine sich mit Hilfe der Motorsteuerung innerhalb von ein paar Arbeitsspielen auf den gewünschten Betriebspunkt einstellt.

[0012] An dem oben ausführlich beschriebenen, herkömmlichen Verfahren nach dem Stand der Technik werden insbesondere die hohen Kosten der Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens als nachteilig angesehen. Insbesondere die Notwendigkeit zwei Sensoren vorsehen zu müssen, welche maßgeblich dafür verantwortlich sind, daß die Vorrichtung sehr kostenintensiv ist, bietet einen Anlaß für die Entwicklungsingenieure, nach alternativen Lösungskonzepten zur Ermittlung der Stellung der Zylinder einer Brennkraftmaschine zu suchen.

[0013] Aus dem Druckschrift US 5,970,784 ist ein Verfahren zur Erkennung der Phase eines Zylinders eines Verbrennungsmotors bekannt, bei dem eine Änderung der Zündenergie im Vergleich zu einer normalen Betriebsweise provoziert wird. Die dadurch verursachten Änderungen des Drehmoments werden ausgewertet und zur Synchronisation der Brennkraftmaschine verwendet.

[0014] Vor diesem Hintergrund ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Ermittlung der Stellung eines als Referenzzylinder dienenden Zylinders einer Brennkraftmaschine, bereitzustellen, mit welchem die nach dem Stand der Technik bekannten Nachteile überwunden werden und das insbesondere die Ausstattung der Brennkraftmaschine mit einem Nockenwellensensor entbehrlich macht.

[0015] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren der gattungsbildenden Art, das dadurch gekennzeichnet ist, daß der Kurbelwellenwinkel der Zündung d. h. der Zündwinkel und/oder der Kurbelwellenwinkel der Einspritzung d. h. der Einspritzwinkel mindestens einmal jeweils um einen vorgebbaren Winkel α variiert wird bzw. werden, so daß die Brennkraftmaschine mindestens in zwei unterschiedlichen Betriebspunkten betrieben wird, die sich durch den Zündwinkel und/oder den Einspritzwinkel unterscheiden, wobei mindestens ein von der Motorsteuerung in den mindestens zwei Betriebspunkten erfaßtes Signal dazu verwendet wird, die Stellung des Referenzzylinders in den mindestens zwei Betriebspunkten zu ermitteln, um auf diese Weise den Zündzeitpunkt und den Einspritzzeitpunkt dieses Referenzzylinders festzulegen.

[0016] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann auf den Nockenwellensensor verzichtet werden. Durch mindestens eine Variation des Zündwinkels und/oder des

[0017] Einspritzwinkels wird die Brennkraftmaschine gezielt in mindestens zwei Betriebspunkten betrieben, von denen keiner notwendigerweise mit dem anvisierten - ordnungsgemäßen - Betriebspunkt übereinstimmen muß. Die von der Motorsteuerung in diesen mindestens zwei Betriebspunkten erfaßten Signale werden dann zur Bestimmung der Zylinderstellung in diesen mindestens zwei Betriebspunkten genutzt, indem ausgehend von den Signalen auf die Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine geschlossen wird, was auf unterschiedliche Weise erfolgen kann und im Rahmen der Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen noch näher erläutert wird. Dabei reicht grundsätzlich bereits das Signal eines Betriebsparameters aus. Die Motorsteuerung berechnet den Zündzeitpunkt und den Einspritzzeitpunkt, um die Brennkraftmaschine ordnungsgemäß d. h. wie vorgesehen zu betreiben bzw. zu steuern.

[0018] Die Ermittlung der Zylinderstellung erfolgt im Bedarfsfall und einmalig. Im weiteren Betrieb kann die Motorsteuerung aufbauend auf dieser Momentaufnahme der Zylinderstellung die Brennkraftmaschine weiter steuern bzw. betreiben. Voraussetzung dafür ist nach wie vor die Bereitstellung der aktuellen Drehzahl der Kurbelwelle bzw. der Nockenwelle, was vorzugsweise mittels eines Kurbelwellensensors sichergestellt wird.

[0019] Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch dazu verwendet werden, den gewünschten und vorgesehenen Betriebspunkt beim Neustart der Brennkraftmaschine zu ermitteln, wenn beispielsweise die Information über die letzte Stellung der Zylinder beim Ausschalten nicht vorliegt, obwohl sie gespeichert wurde, oder aber eine derartige Information grundsätzlich nicht generiert d. h. gespeichert wird. Damit wird auch gleichzeitig zum Ausdruck gebracht, daß bei Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens nicht nur der Nockenwellensensor entbehrlich wird, sondern grundsätzlich auf die Speicherung der Zylinderstellung beim Ausschalten der Brennkraftmaschine verzichtet werden kann, wobei aber vorzugsweise auf die Speicherung dieser Daten nicht verzichtet wird, um die Brennkraftmaschine nicht unnötig häufig in sich wahllos ergebenden Betriebspunkten zu betreiben, was der Lebensdauer und der Störanfälligkeit der Brennkraftmaschine abträglich sein kann und insbesondere die hier im Vordergrund stehenden Emissionen und den Kraftstoffverbrauch nachteilig beeinflusst.

[0020] Weitere Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens werden im Zusammenhang mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen des Verfahrens, wie sie sich aus den Unteransprüchen ergeben, erläutert.

[0021] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen das Verfahren im Leerlauf der Brennkraftmaschine durchgeführt wird. Das erfindungsgemäße Verfahren wird, wie bereits dargelegt, im Bedarfsfall durchgeführt d. h. in der Regel beim Neustart, wenn die Brennkraftmaschine prinzipbedingt im Leerlauf arbeitet. Es wäre von Nachteil, gezwungen zu sein, die Brennkraftmaschine zunächst unter Last setzen zu müssen d.

h. einen Gang einzulegen und zu schalten, um die Zylinderstellung ermitteln zu können, da die Brennkraftmaschine dann unnötig lange in nicht gewollten und nicht ordnungsgemäßen Betriebspunkten betrieben wird.

[0022] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen als Signal das Signal einer Lambdasonde, welche im Abgasstrom des Referenzzylinders angeordnet ist, verwendet wird. Diese Ausführungsform macht sich den Umstand zunutze, daß bei einem Betrieb der Brennkraftmaschine unter nicht ordnungsgemäßen Betriebsbedingungen d. h. bei wahllos gewählten Einspritz- und Zündwinkeln die Verbrennung entweder gar nicht oder nur unvollständig ablaufen kann, weshalb das Abgas einer in derartiger Weise betriebenen Brennkraftmaschine von entsprechender Qualität ist. Bei einer unvollständigen Verbrennung weist das Abgas einen überdurchschnittlich hohen Anteil an Sauerstoff und unverbrannten Kohlenwasserstoffen auf, weil der eingespritzte Kraftstoff chemisch nicht vollständig umgesetzt wurde und daher auch nicht die gesamte angesaugte Verbrennungsluft zur Oxidation eingesetzt wurde.

[0023] Die erhöhte Konzentration an Sauerstoff und an unverbrannten Kohlenwasserstoffen d. h. das Vorliegen einer nur unvollständigen Verbrennung kann mittels der ohnehin vorhandenen Lambdasonde erfaßt werden

[0024] Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen das Signal einer vor dem Katalysator vorgesehenen Lambdasonde verwendet wird. Denn der Durchtritt des Abgasstromes durch den Katalysator und die dabei ablaufenden Reaktion der Abgasbestandteile führen zu Konzentrationsänderungen und Konzentrationen, die weniger gut geeignet sind, Rückschlüsse auf die Stellung der Zylinder ziehen.

[0025] Die Ausführungsformen des Verfahrens, die als Signal das Signal einer Lambdasonde verwenden, sind auch deshalb vorteilhaft, weil sie ein bereits vorhandenes Bauteil nutzen bzw. auf ein der Motorsteuerung bereits bekanntes und verfügbares Signal zurückgreifen, weshalb nicht gezielt und ausschließlich ein Signal für die Verwendung im Rahmen des vorliegenden Verfahrens generiert werden muß.

[0026] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen als Signal das Signal eines Klopfensors verwendet wird. Unter Klopfen wird im Motorenbau die Selbstzündung von im Brennraum befindlichen Gemischanteilen verstanden, bevor die von der Zündkerze ausgehende Flamme sie im Rahmen einer normalen Verbrennung erfaßt. Selbstzündende Gemischreste verursachen im Zylinder starke Druckanstiege und Gasdruckschwingungen, das sogenannte Klopfen. Ottokraftstoffe müssen daher eine geringe Zündwilligkeit besitzen, was einer hohen Klopfestigkeit entspricht, damit Gemischreste nicht von selbst zünden. Als Maß für die Klopfestigkeit - das heißt die Sicherheit gegen das Auftreten von Selbstzündungen - dient dabei die Oktanzahl OZ.

[0027] Es ist grundsätzlich das Ziel beim Betrieb der Brennkraftmaschine, das Klopfen zu verhindern. Hierzu

müssen zunächst Sensoren an der Brennkraftmaschine vorgesehen werden, mit denen sich Selbstzündungen registrieren lassen. Realisiert wird dies durch die Anordnung von Beschleunigungssensoren, sogenannten Klopfensensoren, auf der Brennkraftmaschine. Diese Klopfensensoren erfassen Selbstzündungen bzw. die durch sie verursachten Beschleunigungen der Motoroberfläche und liefern die entsprechenden Signale an die Motorsteuerung, die über eine geeignete Variation der Betriebsparameter der Brennkraftmaschine, beispielsweise des Zündwinkels und/oder des Einspritzwinkels, der Selbstzündung entgegenwirken kann.

[0028] Die Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens, welche das Signal des Klopfensors zur Ermittlung der Zylinderstellung verwendet, ist deshalb vorteilhaft, weil sie sich einen bereits vorhandenen Sensor bzw. ein bereits verfügbares Signal zunutze macht, so daß kein zusätzlicher Sensor vorgesehen werden muß. Darüber hinaus liegen umfangreiche Erfahrungen und Kenntnisse im Umgang mit einem Klopfensor vor, insbesondere ist bekannt, welche Gegenmaßnahmen zu ergreifen sind, um der Selbstzündung entgegen zu wirken d. h. es ist ausreichend bekannt, in welcher Weise der Zündwinkel und/oder der Einspritzwinkel zu verstellen ist, um die Brennkraftmaschine in einen ordnungsgemäßen Betriebspunkt zu steuern.

[0029] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen als Signal das Signal eines Kurbelwellensensors verwendet wird. Der Kurbelwellensensor liefert, wie bereits oben ausgeführt, ein Drehzahlsignal an die Motorsteuerung. Die Drehzahl bzw. die Drehzahlschwankung aufgrund der mindestens einen Variation der Betriebsparameter der Brennkraftmaschine kann zur Ermittlung der Stellung des Referenzzylinders herangezogen werden.

[0030] Dabei macht sich das erfindungsgemäße Verfahren die Tatsache zunutze, daß die Brennkraftmaschine unter verschiedenen Betriebsparametern, nämlich verschiedenen Einspritz- und/oder Zündwinkeln, infolge der mehr oder weniger effizienten, weil unvollständigen Verbrennung keine konstante Leistung abgibt, sondern sich die von der Kurbelwelle abgreifbare Leistung ändert. Der Leistungsabfall infolge einer sich verschlechternden Verbrennung führt, beispielsweise bei Durchführung des Verfahrens im Leerlauf, zu einem Drehzahlabfall, der mittels des Kurbelwellensensors erfaßt, in ein Signal umgewandelt und an die Motorsteuerung weitergegeben wird. Die unterschiedlichen Drehzahlen bzw. die Drehzahldifferenz dient der Motorsteuerung dazu, auf die Stellungen des Referenzzylinders zu schließen und entsprechende Verstellungen des Einspritz- und/oder Zündwinkels vorzunehmen.

[0031] Vorteilhaft sind auch Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen als Signal das Signal eines Luftmassensensors verwendet wird. Wie bei der zuvor behandelten Ausführungsform, welche das Signal des Kurbelwellensensors verwendet, beruht auch diese Variante darauf, daß bei der Verstellung des Einspritz- und/oder

Zündwinkels die Verbrennung mehr oder weniger unvollständig d.h. mehr oder weniger effektiv abläuft, und aufgrund dessen die Leistungsabgabe der Brennkraftmaschine variiert. Soll bei der in Betrieb befindlichen und unter Last arbeitenden Brennkraftmaschine die Leistungsabgabe konstant gehalten werden, obwohl die Effizienz der Verbrennung infolge Betriebsparameter-Variation schwankt, kann dies nur dadurch bewerkstelligt werden, daß die Drosselklappe mehr oder weniger weit geöffnet wird und damit mehr oder weniger Gemischmasse in den Brennraum einströmt. Die Variation der Effizienz der Verbrennung kann folglich mittels Luftmassensensor über die mit diesem Sensor ermittelte angesaugte Luftmasse detektiert werden. Vorteilhaft an dieser Ausführungsform ist zum einen die Verwendung eines bereits vorhandenen Sensors und andererseits das schnelle Ansprechverhalten des Luftmassensensors.

[0032] Die Motorsteuerung kann daher aufgrund der angesaugten Luftmasse Rückschlüsse ziehen, bei welchem Wertepaar, bestehend aus Einspritzwinkel und Zündwinkel, der Kraftstoff besser oder schlechter verbrannt wird. Und weiter kann dann die Stellung der Zylinder ermittelt werden.

[0033] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen der Zündwinkel und der Einspritzwinkel mindestens einmal jeweils um einen vorgebbaren Winkel α variiert werden, wobei der Zündwinkel und der Einspritzwinkel vorzugsweise um einen gleichgroßen Winkel α variiert werden. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, daß unsinnige Betriebsparameter d. h. Wertepaare, bestehend aus Einspritzwinkel und Zündwinkel, vermieden werden, wie sie sich ergeben können, wenn beispielsweise der Einspritzwinkel beibehalten wird und der Zündwinkel in der Weise variiert wird, daß die Zündung bereits vor der Einspritzung erfolgt, was zwangsläufig zur Folge hat, daß keine Verbrennung stattfindet.

[0034] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen der Betrag des vorgebbaren Winkels $|\alpha| \geq 30^\circ$ Kurbelwellenwinkel (KWW) gewählt wird. Als Bezugsgröße wurde der Betrag des Kurbelwellenwinkels (KWW) gewählt, weil im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens der Zündwinkel und der Einspritzwinkel sowohl nach spät (+) als auch nach früh (-) verschoben werden können. Der Winkel $|\alpha|$ sollte $\geq 30^\circ$ Kurbelwellenwinkel (KWW) gewählt werden, damit das zur Bestimmung der Zylinderstellung verwendete Signal eine meßbare Änderung erfährt, was bei zu kleinen Winkeländerungen nicht immer gewährleistet werden kann.

[0035] Vorteilhaft sind deshalb auch Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen der Betrag des vorgebbaren Winkels $|\alpha| \geq 60^\circ$, vorzugsweise $\geq 120^\circ$ bzw. $\geq 180^\circ$ Kurbelwellenwinkel (KWW) gewählt wird, insbesondere Verfahren, bei denen $|\alpha| = 360^\circ$ Kurbelwellenwinkel (KWW) gewählt wird. Vorteilhaft ist eine möglichst große Winkeländerung, weil diese mit entsprechend großen und daher aussagekräftigen Signaländerungen verbunden ist.

[0036] Vorteilhaft sind Ausführungsformen des Ver-

fahrens, bei denen die Stellung des Referenzzylinders in den mindestens zwei Betriebspunkten durch einen Vergleich des mindestens einen von der Motorsteuerung erfaßten Signals mit der Motorsteuerung zugänglichen Referenzwerten für dieses mindestens eine Signal ermittelt wird. Diese Referenzwerte können mit der gewünschten Auflösung, beispielsweise 1° KWW, in Testläufen auf einem Motorenprüfstand ermittelt werden, so daß für alle denkbaren d. h. möglichen Wertepaare, bestehend aus Einspritzwinkel und Zündwinkel, für das jeweils maßgebliche Signal Referenzwerte vorliegen, so daß aufgrund des Signalwertes auf den Einspritzwinkel und den Zündwinkel rückgeschlossen werden kann.

[0037] Vorteilhaft sind dabei Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen die der Motorsteuerung zugänglichen Referenzwerte in der Motorsteuerung, vorzugsweise in Form von Kennfeldern, abgelegt sind.

[0038] Vorteilhaft sind auch Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen die Differenz des mindestens einen von der Motorsteuerung in den mindestens zwei Betriebspunkten erfaßten Signals ermittelt wird, wobei die Stellung des Referenzzylinders in den mindestens zwei Betriebspunkten durch einen Vergleich dieser Differenz mit der Motorsteuerung zugänglichen Referenzwerten ermittelt wird. Im Gegensatz zu dem zuvor erläuterten Verfahren bedient man sich hier nicht der absoluten Signalwerte, sondern des Differenzbetrages zweier Signale.

[0039] Vorteilhaft sind auch bei dieser Ausführungsformen des Verfahrens, Verfahren, bei denen die der Motorsteuerung zugänglichen Referenzwerte in der Motorsteuerung, vorzugsweise in Form von Kennfeldern, abgelegt sind.

[0040] Vorteilhaft sind auch Ausführungsformen des Verfahrens, bei denen die Auswertung der von der Motorsteuerung erfaßten Signale mit Hilfe sogenannter neuronaler Netze erfolgt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung der Stellung eines als Referenzzylinder dienenden Zylinders einer Brennkraftmaschine, welche über mindestens einen Zylinder verfügt, zu dem Zweck, den Zündzeitpunkt und den Einspritzzeitpunkt dieses Referenzzylinders festzulegen,

dadurch gekennzeichnet, daß

der Kurbelwellenwinkel der Zündung d. h. der Zündwinkel und der Kurbelwellenwinkel der Einspritzung d. h. der Einspritzwinkel mindestens einmal jeweils um einen vorgebbaren Winkel α variiert werden, so daß die Brennkraftmaschine mindestens in zwei unterschiedlichen Betriebspunkten betrieben wird, die sich durch den Zündwinkel und den Einspritzwinkel unterscheiden, wobei mindestens ein von der Motorsteuerung in den mindestens zwei Betriebspunkten erfaßtes Signal dazu verwendet wird, die Stel-

lung des Referenzzylinders in den mindestens zwei Betriebspunkten zu ermitteln, um auf diese Weise den Zündzeitpunkt und den Einspritzzeitpunkt dieses Referenzzylinders festzulegen.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Verfahren im Leerlauf der Brennkraftmaschine durchgeführt wird.
3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
als Signal das Signal einer Lambdasonde, welche im Abgasstrom des Referenzzylinders angeordnet ist, verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Signal einer vor dem Katalysator vorgesehenen Lambdasonde verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
als Signal das Signal eines Klopfensors verwendet wird.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
als Signal das Signal eines Kurbelwellensensors verwendet wird.
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
als Signal das Signal eines Luftmassensensors verwendet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Zündwinkel und der Einspritzwinkel um einen gleichgroßen, vorgebbaren Winkel α variiert werden.
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Betrag des vorgebbaren Winkel $|\alpha| \geq 30^\circ$ Kurbelwellenwinkel (KWW) gewählt wird.
10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Betrag des vorgebbaren Winkels $|\alpha| \geq 60^\circ$ Kurbelwellenwinkel (KWW) gewählt wird.
11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Betrag des vorgebbaren Winkels $|\alpha| \geq 120^\circ$ Kurbelwellenwinkel (KWW) gewählt wird.
12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß

der Betrag des vorgebbaren Winkels $|\alpha| \geq 180^\circ$ Kurbelwellenwinkel (KWW) gewählt wird.

- 5 13. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Betrag des vorgebbaren Winkels $|\alpha| = 360^\circ$ Kurbelwellenwinkel (KWW) gewählt wird.
- 10 14. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Stellung des Referenzzylinders in den mindestens zwei Betriebspunkten durch einen Vergleich des mindestens einen von der Motorsteuerung erfaßten Signals mit der Motorsteuerung zugänglichen Referenzwerten für dieses mindestens eine Signal ermittelt wird.
- 15 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Differenz des mindestens einen von der Motorsteuerung in den mindestens zwei Betriebspunkten erfaßten Signals ermittelt wird, wobei die Stellung des Referenzzylinders in den mindestens zwei Betriebspunkten durch einen Vergleich dieser Differenz mit der Motorsteuerung zugänglichen Referenzwerten ermittelt wird.
- 20 16. Verfahren nach Anspruch 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet, daß
die der Motorsteuerung zugänglichen Referenzwerte in der Motorsteuerung abgelegt sind.
- 25 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, daß
die der Motorsteuerung zugänglichen Referenzwerte in Form von Kennfeldern abgelegt sind.
- 30 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Auswertung der von der Motorsteuerung erfaßten Signale mit Hilfe sogenannter neuronaler Netze erfolgt.

Claims

1. Method for determining the position of a cylinder, which serves as a reference cylinder, of an internal combustion engine which has at least one cylinder for the purpose of defining the ignition time and the injection time of this reference cylinder,
characterized in that
the crankshaft angle of ignition, that is to say the ignition angle, and the crankshaft angle of injection, that is to say the injection angle, are each varied by a prescribable angle α at least once, so that the internal combustion engine is operated at least at two

different operating points which are distinguished by the ignition angle and the injection angle, with at least one signal which is detected by the engine controller at the at least two operating points being used to determine the position of the reference cylinder at the at least two operating points in order, in this way, to define the ignition time and the injection time of this reference cylinder.

2. Method according to Claim 1,
characterized in that
the method is carried out when the internal combustion engine is idling. 5
3. Method according to either of the preceding claims,
characterized in that
the signal used is the signal from a lambda probe which is arranged in the exhaust-gas stream of the reference cylinder. 10
4. Method according to Claim 3,
characterized in that
the signal from a lambda probe which is provided upstream of the catalytic converter is used. 15
5. Method according to one of the preceding claims,
characterized in that
the signal used is the signal from a knock sensor. 20
6. Method according to one of the preceding claims,
characterized in that
the signal used is the signal from a crankshaft sensor. 25
7. Method according to one of the preceding claims,
characterized in that
the signal used is the signal from an air mass flow rate sensor. 30
8. Method according to Claim 7,
characterized in that
the ignition angle and the injection angle are varied by a prescribable angle α of equal size. 35
9. Method according to one of the preceding claims,
characterized in that
the magnitude of the prescribable angle $|\alpha|$ is selected to be $\geq 30^\circ$ of the crankshaft angle (KWW). 40
10. Method according to one of the preceding claims,
characterized in that
the magnitude of the prescribable angle $|\alpha|$ is selected to be $\geq 60^\circ$ of the crankshaft angle (KWW). 45
11. Method according to one of the preceding claims,
characterized in that
the magnitude of the prescribable angle $|\alpha|$ is selected to be $\geq 120^\circ$ of the crankshaft angle (KWW). 50

12. Method according to one of the preceding claims,
characterized in that
the magnitude of the prescribable angle $|\alpha|$ is selected to be $\geq 180^\circ$ of the crankshaft angle (KWW). 5
13. Method according to one of the preceding claims,
characterized in that
the magnitude of the prescribable angle $|\alpha|$ is selected to be $= 360^\circ$ of the crankshaft angle (KWW). 10
14. Method according to one of the preceding claims,
characterized in that
the position of the reference cylinder at the at least two operating points is determined by comparing the at least one signal which is detected by the engine controller with reference values for this at least one signal which are accessible to the engine controller. 15
15. Method according to one of Claims 1 to 13,
characterized in that
the difference of the at least one signal which is detected by the engine controller at the at least two operating points is determined, with the position of the reference cylinder at the at least two operating points being determined by comparing this difference with reference values which are accessible to the engine controller. 20
16. Method according to Claim 14 or 15,
characterized in that
the reference values which are accessible to the engine controller are stored in the engine controller. 25
17. Method according to one of Claims 14 to 16,
characterized in that
the reference values which are accessible to the engine controller are stored in the form of characteristic maps. 30
18. Method according to one of Claims 1 to 13,
characterized in that
the signals which are detected by the engine controller are evaluated with the aid of so-called neural networks. 35

Revendications

1. Procédé pour déterminer la position d'un cylindre servant de cylindre de référence dans un moteur à combustion interne, lequel dispose d'au moins un cylindre, avec pour objectif de déterminer le moment d'allumage et le moment d'injection de ce cylindre de référence, **caractérisé en ce que** l'angle de vilebrequin à l'allumage, c'est-à-dire l'angle d'allumage, et l'angle de vilebrequin à l'injection, c'est-à-dire l'angle d'injection sont modifiés au moins une fois à chaque fois selon un angle α pouvant être prédéfini 40

- de sorte que le moteur à combustion interne fonctionne dans au moins deux points de fonctionnement différents qui se distinguent par l'angle d'allumage et l'angle d'injection, au moins un signal détecté par la commande de moteur dans les au moins deux points de fonctionnement étant utilisé pour déterminer la position du cylindre de référence dans les au moins deux points de fonctionnement afin de définir ainsi le moment d'allumage et le moment d'injection de ce cylindre de référence.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le procédé est mis en oeuvre lorsque le moteur à combustion interne est au ralenti.
 3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le signal utilisé est le signal d'une sonde lambda qui est disposée dans le courant des gaz d'échappement du cylindre de référence.
 4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le signal utilisé est celui d'une sonde lambda prévue avant le catalyseur.
 5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le signal utilisé est le signal d'un détecteur d'explosion.
 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le signal utilisé est le signal d'un détecteur de vilebrequin.
 7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le signal utilisé est le signal d'un capteur de masse d'air.
 8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'angle d'allumage et l'angle d'injection sont modifiés selon un angle α de même valeur et pouvant être prédéfini.
 9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la valeur de l'angle $|\alpha|$ pouvant être prédéfini est choisie $\geq 30^\circ$ de l'angle de vilebrequin (KWW).
 10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la valeur de l'angle $|\alpha|$ pouvant être prédéfini est choisie $\geq 60^\circ$ de l'angle de vilebrequin (KWW).
 11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la valeur de l'angle $|\alpha|$ pouvant être prédéfini est choisie $\geq 120^\circ$ de l'angle de vilebrequin (KWW).
 12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la valeur de l'angle $|\alpha|$ pouvant être prédéfini est choisie $\geq 180^\circ$ de l'angle de vilebrequin (KWW).
 13. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la valeur de l'angle $|\alpha|$ pouvant être prédéfini est choisie $= 360^\circ$ de l'angle de vilebrequin (KWW).
 14. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la position du cylindre de référence dans les au moins deux points de fonctionnement est déterminée par une comparaison de l'au moins un signal détecté par la commande de moteur avec des valeurs de référence accessibles à la commande de moteur pour cet au moins un signal.
 15. Procédé selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** la différence de l'au moins un signal détecté par la commande de moteur dans les au moins deux points de fonctionnement est déterminée, la position du cylindre de référence dans les au moins deux points de fonctionnement étant déterminée par une comparaison de cette différence avec des valeurs de référence accessibles à la commande de moteur.
 16. Procédé selon la revendication 14 ou 15, **caractérisé en ce que** les valeurs de référence accessibles à la commande de moteur sont stockées dans la commande de moteur.
 17. Procédé selon l'une des revendications 14 à 16, **caractérisé en ce que** les valeurs de référence accessibles à la commande de moteur sont stockées sous la forme de diagrammes caractéristiques.
 18. Procédé selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** l'interprétation des signaux détectés par la commande de moteur est réalisée à l'aide de réseaux dits neuronaux.