

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 138 899 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.10.2001 Patentblatt 2001/40

(51) Int Cl.7: **F02D 41/06**, F02B 75/16,
F02D 41/22

(21) Anmeldenummer: **01102656.4**

(22) Anmeldetag: **07.02.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **Bayerische Motoren Werke
Aktiengesellschaft
80809 München (DE)**

(72) Erfinder: **Schneider, Jürgen, Dr.
85221 Dachau (DE)**

(30) Priorität: **29.03.2000 DE 10015595**

(54) **Verfahren zur Erkennung des Verbrennungstaktes bei einem Einzylinder-Viertaktmotor**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung des Verbrennungstaktes bei einem Einzylinder-Viertaktmotor, bei dem die Position und die Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle ermittelt wird. Dabei ist vorgesehen, daß die Periodendauer vom oberen Tot-

punkt bis zu einem bestimmten Drehwinkel der Kurbelwelle gemessen wird, und daß die gemessene Periodendauer zweier aufeinanderfolgender Umdrehungen der Kurbelwelle verglichen wird. Der Verbrennungstakt findet in der Umdrehung der Kurbelwelle mit der kürzeren Periodendauer statt.

EP 1 138 899 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung des Verbrennungstaktes bei einem Einzylinder-Viertaktmotor, bei dem die Position und die Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle ermittelt wird.

[0002] Bei einem Viertaktmotor finden der Ansaug- und der Verdichtungstakt einerseits und der Arbeits- oder der Verbrennungstakt und der Auspufftakt andererseits in zwei aufeinanderfolgenden Umdrehungen der Kurbelwelle statt. Bei einem Vergasermotor wird der Brennstoff im Ansaugtakt zusammen mit der Verbrennungsluft zugeführt, sobald das von der Nockenwelle gesteuerte Einlaßventil öffnet. Bei einem Einspritzmotor hingegen wird der Kraftstoff kurz vor Beginn des Arbeitstaktes in den Zylinder eingespritzt, d. h. kurz bevor der Kolben den oberen Totpunkt erreicht. Dabei stellt die Erkennung des richtigen Zeitpunkts zum Einspritzen des Kraftstoffs ein gewisses Problem dar. Durch Messen der Position und der Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle läßt sich zwar der richtige Zeitpunkt für die Einspritzung des Kraftstoffs vor Ausführung des Verbrennungstaktes bestimmen, es läßt sich aber nicht bestimmen, ob die Kurbelwelle gerade diejenige Umdrehung ausführt, in welcher der Verbrennungstakt stattfindet. Es sind Viertaktmotoren bekannt, bei denen bei jeder Umdrehung der Kurbelwelle Kraftstoff in den Zylinder eingespritzt wird, kurz bevor der Kolben den oberen Totpunkt erreicht, und die Zündkerze wird bei jeder Umdrehung der Kurbelwelle einmal gezündet. Das bedeutet, daß bei jeder zweiten Umdrehung der Kurbelwelle Kraftstoff zum falschen Zeitpunkt eingespritzt und ein Zündfunke erzeugt wird, nämlich in derjenigen Umdrehung der Kurbelwelle, in welcher der Ansaugtakt stattfindet. Eine solche Vorgehensweise führt zu einem verstärkten Abbrand der Zündkerze und zu einem höheren Stromverbrauch, was zu Problemen hinsichtlich der Ladebilanz führen kann. Noch schwerwiegender ist aber der Nachteil, daß sich sehr schlechte Abgaswerte ergeben, weil der Vorlagerungswinkel der Einspritzimpulse nicht taktsynchron ausgegeben werden kann. Da die Nockenwelle mit der halben Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle rotiert, könnte leicht festgestellt werden, in welcher von zwei aufeinanderfolgenden Umdrehungen der Kurbelwelle der Verbrennungstakt stattfindet. Hierzu müßte aber der Nockenwelle ein zusätzlicher Sensor zugeordnet sein, der deren Position ermittelt. Dies ist aber einerseits mit zusätzlichen Kosten verbunden, und andererseits ist die Unterbringung des Geberrades auf der Nockenwelle und des zugehörigen Sensors wegen des zur Verfügung stehenden beengten Raumes problematisch.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, das es ohne Verwendung eines die Position der Nockenwelle ermittelnden Sensors ermöglicht, diejenige von zwei aufeinanderfolgenden Umdrehungen der Kurbelwelle zu ermitteln, in welcher der Verbrennungstakt stattfindet.

det.

[0004] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Periodendauer vom oberen Totpunkt bis zu einem bestimmten Drehwinkel der Kurbelwelle gemessen wird, und daß die gemessene Periodendauer zweier aufeinanderfolgender Umdrehungen der Kurbelwelle verglichen wird, wobei der Verbrennungstakt in der Umdrehung der Kurbelwelle mit der kürzeren Periodendauer stattfindet.

[0005] Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß die Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle eines Einzylinder-Viertaktmotors ungleichförmig ist. Im Verbrennungstakt wirkt auf die Kurbelwelle eine beschleunigende Kraft, während im Auspuff-, Ansaug- und Verdichtungstakt über den Kolben und die Pleuelstange auf die Kurbelwelle eine bremsende Kraft einwirkt. Aufgrund dieser unterschiedlichen Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle ist die Periodendauer, d. h. die für die Verdrehung der Kurbelwelle um einen bestimmten Drehwinkel in zwei aufeinanderfolgenden Umdrehungen derselben erforderliche Zeitdauer verschieden lang. Durch Messen und Vergleichen der Periodendauer zweier aufeinanderfolgender Umdrehungen der Kurbelwelle kann daher zweifelsfrei ermittelt werden, in welcher der beiden Umdrehungen der Kurbelwelle der Verbrennungstakt stattfindet.

[0006] Vorzugsweise wird die Periodendauer vom oberen Totpunkt bis zum unteren Totpunkt der Kurbelwelle gemessen, weil in diesem Bereich die größten Unterschiede der Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle auftreten. Der Unterschied der gemessenen Periodendauer zweier aufeinanderfolgender Umdrehungen der Kurbelwelle ist daher besonders groß und deutlich.

[0007] Da bei der Messung der Periodendauer Störgrößen überlagert werden, wird die Messung der Periodendauer zweckmäßigerweise gefiltert. Dabei wird während des Startvorgangs eine andere Filterzeitkonstante verwendet als im Normalbetrieb des Motors.

[0008] Im Vergleich zu einem herkömmlichen Viertakt-Einspritzmotor, bei dem bei jeder Umdrehung der Kurbelwelle Kraftstoff eingespritzt und ein Zündfunke erzeugt wird, erbringt das erfindungsgemäße Verfahren den Vorteil, daß die Lebensdauer der Zündkerze verdoppelt wird, da nur noch die halbe Anzahl von Zündfunken erzeugt wird. Durch den verminderten Energiebedarf der Zündspule kann der Generator kleiner und preiswerter ausfallen. Ferner werden die Rohemissionen geringer, da der Kraftstoff phasenrichtig eingespritzt wird, so daß ein preiswerterer (Beschichtung) Katalysator eingesetzt werden kann. Dies wird ohne Verwendung eines die Position der Nockenwelle ermittelnden Sensors erreicht, indem diejenige Umdrehung der Kurbelwelle ermittelt wird, in welcher der Verbrennungstakt stattfindet.

[0009] Beim Anlassen des Motors wird zunächst die Position der Kurbelwelle ermittelt, und es wird bei jeder Umdrehung Kraftstoff eingespritzt. Sobald der Motor selbständig läuft und wegen der vom Kolben über die

Pleuelstange beschleunigenden bzw. bremsenden Kräfte eine ungleichförmige Winkelgeschwindigkeit aufweist, kann eindeutig festgestellt werden, in welcher von zwei aufeinanderfolgenden Umdrehungen der Kurbelwelle der Verbrennungstakt stattfindet. Von dieser Umdrehung ausgehend kann dann bei jeder zweiten Umdrehung Kraftstoff eingespritzt und ein Zündfunke erzeugt werden.

[0010] Beim Verbrennungstakt wird die Kurbelwelle durch die Verbrennung beschleunigt. Beim nachfolgenden Ansaugtakt (360° später) findet diese Beschleunigung nicht statt. Zur Berechnung dieser Beschleunigung wird die Periodendauer vom oberen Totpunkt (OT) bis zum unteren Totpunkt (UT) der Kurbelwelle gemessen. Durch Vergleich der Periodendauer von jeweils aufeinanderfolgenden Umdrehungen wird erkannt, in welcher Umdrehung der Verbrennungstakt bzw. der Ansaugtakt stattfindet. Die Messung der Periodendauer wird in geeigneter Weise gefiltert, wobei während des Startvorgangs eine andere Filterzeitkonstante verwendet wird als im normalen Motorbetrieb. Dadurch wird der Einfluß des Anlassers auf die Messung der Periodendauer minimiert. Zur Ermittlung des Verbrennungstaktes wird die Differenz der Periodendauer von zwei aufeinanderfolgenden Umdrehungen prozentual errechnet. Das Vorzeichen dieses Prozentwertes ist ein Maß für die jeweils langsamere oder schnellere Umdrehung. Übersteigt der Absolutwert der prozentualen Differenz einen im Datenbereich eines entsprechenden Steuergerätes abgelegten Schwellwert, so gilt der Verbrennungstakt als erkannt, und die Einspritzimpulse sowie die Zündungen können korrekt zum Verbrennungstakt ausgegeben werden. Die Erkennung des Schwellwertes wird im Startbereich des Motors temperaturabhängig ausgeführt, um die unterschiedlichen Reibungsverluste bei warmem und kaltem Motor zu kompensieren. Im Normalbetrieb des Motors erfolgt die Erkennung des Schwellwertes in einem Last- und Drehzahlraum (Kennfeld), um in jedem Betriebspunkt des Motors eine sichere Erkennung des Verbrennungstaktes zu gewährleisten. Dabei überwacht eine Diagnosefunktion die korrekte Erkennung.

[0011] Dem Fachmann ist die Ausbildung einer Einrichtung zur Ermittlung der Position, d. h. des Drehwinkels der Kurbelwelle und zur Ermittlung der Dauer einer bestimmten Periode der Kurbelwelle bekannt, so daß eine nähere Erläuterung entbehrlich ist. Die ermittelten Meßergebnisse werden in einer Motorsteuerung verarbeitet, um zu gewährleisten, daß Brennstoff in der richtigen Menge und zum richtigen Zeitpunkt in den Zylinder eingespritzt wird und im richtigen Zeitpunkt die Zündung erfolgt.

Position und die Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle ermittelt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Periodendauer vom oberen Totpunkt bis zu einem bestimmten Drehwinkel der Kurbelwelle gemessen wird, und **daß** die gemessene Periodendauer zweier aufeinanderfolgender Umdrehungen der Kurbelwelle verglichen wird, wobei der Verbrennungstakt in der Umdrehung der Kurbelwelle mit der kürzeren Periodendauer stattfindet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Periodendauer vom oberen bis zum unteren Totpunkt der Kurbelwelle gemessen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Messung der Periodendauer gefiltert wird, wobei während des Startvorgangs eine andere Filterzeitkonstante verwendet wird als im Normalbetrieb des Motors.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Schwellwert zur Erkennung der prozentualen Periodendauerdifferenz im Normalbetrieb des Motors betriebspunktabhängig ausgeführt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Erkennung des Verbrennungstaktes durch eine Diagnosefunktion permanent überwacht wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung des Verbrennungstaktes bei einem Einzylinder-Viertaktmotor, bei dem die