



(10) **DE 10 2009 041 204 B4** 2022.08.04

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 041 204.2**  
 (22) Anmeldetag: **11.09.2009**  
 (43) Offenlegungstag: **15.07.2010**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **04.08.2022**

(51) Int Cl.: **F02D 13/02 (2006.01)**  
**F01L 1/12 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**2008-235030**      **12.09.2008**      **JP**

(73) Patentinhaber:  
**Mitsubishi Jidosha Kogyo K.K., Tokyo, JP**

(74) Vertreter:  
**VOSSIUS & PARTNER Patentanwälte  
 Rechtsanwälte mbB, 81675 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Yoshika, Daisuke, Tokyo, JP; Murata, Shinichi,  
 Tokyo, JP; Toda, Hitoshi, Tokyo, JP; Takagaki,  
 Masayuki, Tokyo, JP**

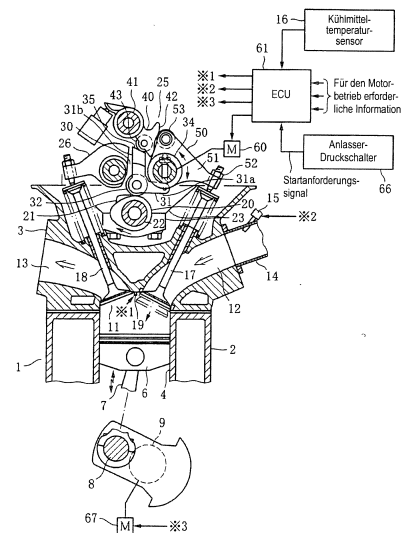
(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>195 01 386</b>	<b>C2</b>
<b>DE</b>	<b>10 2006 004 817</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2005 / 0 056 244</b>	<b>A1</b>
<b>EP</b>	<b>1 306 527</b>	<b>B1</b>
<b>EP</b>	<b>1 273 777</b>	<b>A2</b>
<b>JP</b>	<b>2003- 129 812</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>2006- 348 774</b>	<b>A</b>

**JP 2003 - 129 812 A (Maschinenübersetzung),  
 AIPN [online] JPO [abgerufen am 29.10.2015]**  
**JP 2006 - 348 774 A (Maschinenübersetzung),  
 AIPN [online] JPO [abgerufen am 29.10.2015]**

(54) Bezeichnung: **Verbrennungsmotor**

(57) Hauptanspruch: Verbrennungsmotor mit:  
 einer Nockenwelle mit einer Eingangsnocke zum Öffnen  
 und Schließen eines Einlassventils;  
 einem variablen Ventiltriebmechanismus, der dafür konfi-  
 guriert ist, einen Nockenversatz der Einlassnocke zu erfah-  
 ren, um eine Antriebsbewegung zum kontinuierlichen  
 Antreiben des Einlassventils von einem maximalen Ventil-  
 hub zu einem minimalen Ventilhub zu ändern, während  
 eine Ventilöffnungsdauer verkürzt wird, um die Antriebsbe-  
 wegung einem Betriebszustand des Verbrennungsmotors  
 anzupassen; und  
 einem Steuerteil, das dafür konfiguriert ist, den variablen  
 Ventiltriebmechanismus zu steuern, um einen Ventilhub  
 des Einlassventils auf einen Anlassventilhub einzustellen,  
 wenn der Verbrennungsmotor in einem kalten Zustand  
 gestartet wird, und nachfolgend auf einen Ventilhub für  
 einen schnellen Leerlaufbetrieb in einem kalten Zustand;  
 wobei der Anlassventilhub derart gebildet wird, dass eine  
 Ventilöffnungsdauer des Einlassventils so eingestellt wird,  
 dass sie einen gesamten Bereich einer Ansaughubperiode  
 des Verbrennungsmotors von einem oberen Totpunkt zu  
 einem unteren Totpunkt der Ansaughubperiode umfasst;  
 und  
 wobei der maximale Ventilhub während des Anlassventil-  
 hubs im kalten Zustand geringer als der maximale Ventil-  
 hub während des Ventilhub für einen schnellen Leerlauf-  
 betrieb im kalten Zustand ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Verbrennungsmotor, bei dem die Ventilcharakteristiken eines Einlassventils unter Verwendung eines variablen Ventiltriebs variabel gemacht werden.

**[0002]** Für einen Kolbenmotor (Verbrennungsmotor), der in einem Kraftfahrzeug (Fahrzeug) montiert ist, ist eine gute Startfähigkeit erforderlich. Insbesondere ist eine gute Startfähigkeit für einen kalten Motor erforderlich, bei dem es schwierig ist, Kraftstoff zu zerstäuben.

**[0003]** In der JP 2003- 129 812 A ist ein Motor beschrieben, bei dem ein variabler Ventiltrieb mit variablem Ventilhub auf einem Zylinderkopf montiert ist, um die Ventilcharakteristiken eines Einlassventils derart variabel zu steuern, dass sie einem Betriebszustand des Motors angepasst sind, wobei durch den variablen Ventiltrieb veranlasst wird, dass sich ein Ventilhub basierend auf einer maximalen Hubmitteposition kontinuierlich von einem maximalen Ventilhub zu einem minimalen Ventilhub ändert, während sich die Ventilöffnungsdauer verkürzt.

**[0004]** Insbesondere ändert sich der Ventilhub des Einlassventils gemäß der Änderungsfunktion des variablen Ventiltriebs, wie in **Fig. 10** durch Doppelpunkt-Strich-Linien dargestellt ist, basierend auf seiner maximalen Hubmitteposition kontinuierlich zum kleinen Ventilhub hin, wobei sich die Ventilöffnungsdauer verkürzt.

**[0005]** Infolgedessen wird zum Bestimmen eines Anlassventilhubes ein Verfahren verwendet, bei dem zu Beginn ein geeigneter Ventilhub für einen schnellen Leerlaufbetrieb verwendet wird, wenn der Motor sich in einem kalten Zustand befindet, oder es wird ein großer Ventilhub  $\alpha$  bestimmt, wobei der große Ventilhub  $\alpha$  für eine breite oder lange Ventilöffnungsdauer bestimmt wird, die sich von einem Punkt in der Nahe eines oberen Totpunktes (OT) zu einem Bereich erstreckt, der sich über einen unteren Totpunkt (UT) einer Ansaughubperiode hinaus erstreckt, und basierend auf diesem großen Ventilhub  $\alpha$  wird ein zur Verwendung während eines Kaltstarts vorgesehener Anlassventilhub  $\beta$  bestimmt. D.h., das Ventilhubmaß wird basierend auf der maximalen Hubmitteposition vom Ventilhub  $\alpha$  ausgehend derart vermindert, dass der kleine Anlassventilhub  $\beta$  eingestellt wird. Insbesondere wird zum Gewährleisten eines effektiven Verdichtungs- oder Kompressionsverhältnisses der kleine Anlassventilhub  $\beta$  gemäß einer Hubkurve eingestellt, bei der eine Ventilschließposition des Einlassventils in der Nahe des unteren Totpunktes der Ansaughubperiode angeordnet ist. Durch diese Hubkurve (durch die eine Temperaturerhöhung im Zylinder erhalten

wird) kann veranlasst werden, dass Kraftstoff bei einem Kaltstart des Motors leicht zerstäubt wird.

**[0006]** Wie in **Fig. 10** dargestellt ist, ist jedoch, weil der kleine Anlassventilhub  $\beta$  durch Vermindern des Ventilhubes für den schnellen Leerlaufbetrieb basierend auf der maximalen Hubmitteposition unter Verwendung der Variabilität des variablen Ventiltriebs erhalten wird, wenn die Ventilschließposition des Einlassventils in der Nahe des unteren Totpunktes der Ansaughubperiode angeordnet ist, eine Ventilöffnungsposition des Einlassventils bezüglich des oberen Totpunktes des Ansaughubs wesentlich verzögert oder das Ventilhubmaß des Einlassventils wird etwas zu klein.

**[0007]** Wenn die Ventilöffnungsposition des Einlassventils verzögert ist, entsteht eine Leerperiode  $m$ , die sich in **Fig. 10** vom Schließzeitpunkt zum Öffnungszeitpunkt des Einlassventils erstreckt, d.h. eine Periode, in der im Zylinder ein Vakuum oder Unterdruck entsteht. Daher besteht die Gefahr, dass aufgrund des derart im Zylinder erzeugten Unterdrucks Öl vom Umfang des Kolbens in den Zylinder eindringt. Außerdem wird aufgrund des Ventilhubmaßes des Einlassventils, das etwas zu klein ist, tendenziell ein unzureichendes Ansaugluftvolumen erzeugt, was zu vielen Problemen im Motor führt. Darüber hinaus wird, obwohl es in Betracht kommt, den Ventilhub insgesamt vorzuverlegen, um die Zeitperiode  $m$  in **Fig. 10** zu eliminieren und die Ventilöffnungsposition in die Nahe des oberen Totpunktes zu verlegen, wenn dies der Fall ist, die Ventilschließposition zu einem Punkt vor dem unteren Totpunkt versetzt, so dass eine Periode erhalten wird, in der ein Unterdruck im Zylinder entsteht.

**[0008]** Als Maßnahme zum Beseitigen des vorstehenden Problems wird eine Technik vorgeschlagen, gemäß der die Periode, während der sich ein Unterdruck im Zylinder bildet, unter Verwendung eines besonderen Verfahrens gefüllt wird, wie in **Fig. 11** dargestellt ist, gemäß dem die Phase des Auslassventils durch einen variablen Ventiltrieb mit variabler Phase verzögert und die Ventilöffnungsposition des Einlassventils durch Erhöhen des Hubmaßes des kleinen Ventilhubes  $\beta$  vorverlegt wird.

**[0009]** Unter Verwendung dieser vorgeschlagenen Technik wird die Erzeugung eines Unterdrucks auf eine sichere Weise unterbunden, und das Ventilhubmaß wird erhöht. Wie in **Fig. 11** dargestellt ist, wird jedoch, weil der Anlassventilhub  $\beta$  derart eingestellt ist, dass das Ventilhubmaß basierend auf der maximalen Ventilhubmitteposition erhöht ist, die Ventilschließposition wesentlich in einen Bereich verzögert, der sich über den unteren Totpunkt der Ansaughubperiode hinaus erstreckt. Dadurch entsteht ein grundsätzliches Problem dahingehend, dass das effektive Verdichtungsverhältnis innerhalb

des Zylinders vermindert wird. Außerdem wird, weil eine Periode, während der das Auslassventil geöffnet und das Einlassventil geschlossen ist, in einem Bereich erhalten wird, der sich über den oberen Totpunkt der Ansaughubperiode hinaus erstreckt, ein Verhalten hervorgerufen, gemäß dem Verbrennungsgase von einer anfänglichen Verbrennung erneut im Zylinder aufgenommen werden, so dass die Verbrennung leicht dazu neigt instabil zu werden, wodurch die Gefahr von Fehlzündungen besteht. Infolgedessen entsteht wiederum die Gefahr, dass die Startfähigkeit des Motors herabgesetzt wird. Darüber hinaus wird durch die Phasenverzögerung des Auslassventils die Öffnung des Auslassventils verzögert, was zu einem Problem dahingehend führt, dass die Wirkung zum Erhöhen der Temperatur eines Katalysators zum Reinigen von Abgasen des Motors eliminiert wird.

**[0010]** Außer einem variablen Ventiltrieb mit einer Konstruktion, gemäß der veranlasst wird, dass der Ventilhub des Einlassventils sich basierend auf der maximalen Hubmitte vom maximalen Ventilhub zum minimalen Ventilhub kontinuierlich ändert, während die Ventilöffnungsdauer verkürzt wird, ist auch ein variabler Ventiltrieb mit einer Konstruktion bekannt, gemäß der veranlasst wird, dass der Ventilhub eines Einlassventils sich von einem maximalen Ventilhub zu einem minimalen Ventilhub kontinuierlich ändert, während der Zündstellwinkel oder Voreilwinkel vorverlegt und die Ventilöffnungsdauer verkürzt wird. Mit dem variablen Ventiltrieb mit der vorstehend beschriebenen Konstruktion wird es, obwohl Ventilcharakteristiken erhalten werden können, die Betriebszuständen des Motors angepasst sind, aufgrund seiner Variabilität schwierig zu erreichen, dass ein Ventilhub für einen schnellen Leerlaufbetrieb eines kalten Motors mit einem Ventilhub zum Starten des kalten Motors kompatibel ist.

**[0011]** Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Verbrennungsmotor bereitzustellen, der einen Kaltstart des Verbrennungsmotors mit einem ausreichenden Ventilhubmaß eines Einlassventils ermöglicht, ohne dass die Phase eines Auslassventils geändert wird, während die Erzeugung einer Periode unterdrückt wird, in der im Zylinder ein Vakuum oder Unterdruck erzeugt wird, indem ein variabler Ventiltrieb verwendet wird, durch den veranlasst wird, dass der Ventilhub des Einlassventils sich von einem maximalen Ventilhub zu einem minimalen Ventilhub ändert, während eine Ventilöffnungsdauer verkürzt wird.

**[0012]** Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Verbrennungsmotor bereitgestellt, mit: einer Nockenwelle mit einer Einlassnocke zum Öffnen und Schließen eines Einlassventils, einem variablen Ventiltriebmechanismus, der dafür konfiguriert ist, einen Nockenversatz der Einlassnocke zu empfangen bzw. erfahren, um eine Antriebsbewe-

gung zum Antreiben des Einlassventils kontinuierlich von einem maximalen Ventilhub zu einem minimalen Ventilhub zu ändern, während eine Ventilöffnungsdauer verkürzt wird, um die Antriebsbewegung einem Betriebszustand des Verbrennungsmotors anzupassen, und ein Steuerteil, das dafür konfiguriert ist, den variablen Ventiltriebmechanismus zu steuern, um einen Ventilhub des Einlassventils auf einen Anlassventilhub einzustellen, wenn der Verbrennungsmotor in einem kalten Zustand gestartet wird, wobei der Anlassventilhub derart gebildet wird, dass eine Ventilöffnungsdauer des Einlassventils so eingestellt wird, dass sie den gesamten Bereich einer Ansaughubperiode des Verbrennungsmotors von einem oberen Totpunkt zu einem unteren Totpunkt der Ansaughubperiode überspannt bzw. umfasst.

**[0013]** Gemäß der vorstehend beschriebenen Konfiguration wird, wenn der Verbrennungsmotor im kalten Zustand gestartet wird, indem veranlasst wird, dass sich die Ventilöffnungsdauer über einen weiten Bereich erstreckt, der sich von einer Stelle in der Nähe des oberen Totpunktes zu einer Stelle in der Nähe des unteren Totpunktes der Ansaughubperiode erstreckt, Ansaugluft unter Ausnutzung der gesamten Zeitdauer der Ansaughubperiode angesaugt, so dass das effektive Verdichtungsverhältnis erhöht wird. Außerdem wird, weil kein unnötiger Unterdruck im Zylinder erzeugt wird, wodurch der Pump- oder Drosselverlust vermindert wird, nicht nur die Anlassdrehzahl erhöht, sondern wird auch der Ölverlust über einen Kolbenring unterdrückt, so dass, wenn der Motor im kalten Zustand gestartet wird, eine Umgebung erzeugt wird, in der Kraftstoff optimal zundbar ist.

**[0014]** Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird, um den Ausstoß von Abgasen zu unterdrücken, die unverbranntes Kraftstoffgemisch enthalten, wenn der Motor in einem kalten Zustand gestartet wird, eine Ventilöffnungsposition des Anlassventilhubs derart festgelegt, dass sie an einer Stelle vor dem oberen Totpunkt der Ansaughubperiode liegt, so dass in der letzten Hälfte einer Auslasshubperiode des Verbrennungsmotors erzeugte Abgase, die eine große Menge unverbranntes Kraftstoffgemisch enthalten, zum Einlasssport zurückgeblasen werden, um für eine nachfolgende Verbrennung erneut dem Zylinder zugeführt zu werden. Außerdem wird der Einlasssport durch die Abgase aufgewärmt, um die Zerstäubung des in den Einlasssport eingespritzten Kraftstoffs zu unterstützen, so dass der Ausstoß von Abgasen, die unverbranntes Kraftstoffgemisch enthalten, unterdrückt wird.

**[0015]** Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung setzt das Steuerteil den Ventilhub des Einlassventils während der Dauer eines schnellen Leerlaufbetriebs, der einem Kaltstart des Verbrennungsmotors folgt, auf einen Ventilhub für einen schnellen Leerlaufbe-

trieb, dessen Ventilöffnungsdauer länger ist als diejenige für den Anlassventilhub, wobei im Ventilhub für einen schnellen Leerlaufbetrieb eine Ventilöffnungsposition des Einlassventils auf eine Stelle vor dem oberen Totpunkt der Ansaughubperiode festgelegt wird.

**[0016]** Gemäß einem vierten Aspekt der Erfindung wird, um die Wirkung zum Unterdrücken des Ausstoßes von Abgasen zu verbessern, die unverbranntes Kraftstoffgemisch enthalten, wenn der Motor im kalten Zustand gestartet wird, und die Kraftstoff Zerstäubung zu unterstützen, im Ventilhub für einen schnellen Leerlaufbetrieb die Ventilöffnungsposition des Einlassventils bezüglich des oberen Totpunktes der Ansaughubperiode zu einer Stelle versetzt, die weiter vorne liegt als die Stelle, an der die Ventilöffnungsposition für den Kaltstart angeordnet war, und eine Ventilschließposition des Einlassventils wird auf eine Stelle jenseits eines unteren Totpunktes der Ansaughubperiode verzögert.

**[0017]** Gemäß der vorstehend beschriebenen Konfiguration wird Luft, die bereits in den Zylinder eingesaugt worden ist und mit dem Kraftstoff im Einlassport und im Zylinder gemischt werden soll, während des Verdichtungshubs zum Einlassport zurückgedrückt und dann im nachfolgenden Ansaughub erneut in das Innere des Zylinders eingeleitet. Das Zerstäuben oder Mischen von Kraftstoff, das die Form von Tröpfchen innerhalb des Kraftstoffgemischs hat, wird durch die Tatsache unterstützt, dass das erneut einzuleitende Kraftstoffgemisch durch das Auslassventil, die Wandfläche der Verbrennungskammer, den Zylinder und den Kolben im vorangehenden Hub und außerdem durch die verstrichene Zeit und die Stromungswirkung bis zu einem nachfolgenden Hub angewärmt wird. Außerdem wird, weil die Zerstäubung und das Mischen von Kraftstoff, der im nachfolgenden Hub in den Einlassport eingespritzt wird, ebenfalls unterstützt wird, auch im schnellen Leerlaufbetrieb im kalten Zustand, der dem Kaltstart des Motors folgt, der Ausstoß von Abgasen unterdrückt, die eine große Menge unverbranntes Kraftstoffgemisch enthalten. Außerdem tritt, weil das effektive Verdichtungsverhältnis vermindert und der Mischvorgang von Luft und Kraftstoff verbessert wird, keine Erhöhung der Verbrennungstemperatur auf, die ansonsten in Verbindung damit auftreten würde, dass das Gemisch lokal mager gemacht wird, und der Ausstoß von Stickoxiden wird ebenfalls unterdrückt.

**[0018]** Gemäß einem fünften Aspekt der Erfindung wird eine Zeitdauer, in der die Ventilöffnungsdauer des Einlassventils und eine Ventilöffnungsdauer des Auslassventils sich überlappen, verlängert, wenn der Anlassventilhub auf einen Ventilhub für einen schnellen Leerlaufbetrieb geschaltet wird.

**[0019]** Gemäß dem ersten Aspekt kann, wenn der Verbrennungsmotor im kalten Zustand gestartet wird, Ansaugluft mit einem ausreichenden Ventilhubmaß des Einlassventils angesaugt werden, ohne dass die Phase des Auslassventils geändert wird, während außerdem die Erzeugung einer Periode unterdrückt wird, in der innerhalb des Zylinders ein Unterdruck erzeugt wird.

**[0020]** Daher kann unter Verwendung des variablen Ventiltriebs mit der spezifischen Änderungsfunktion zum kontinuierlichen Ändern des Ventilhubes des Einlassventils vom maximalen Ventilhub zum minimalen Ventilhub, während die Ventilöffnungsdauer verkürzt wird, eine hohe Startfähigkeit erhalten werden.

**[0021]** Gemäß dem zweiten Aspekt kann, wenn der Verbrennungsmotor im kalten Zustand gestartet wird, der Ausstoß von Abgasen unterdrückt werden, die einen hohen Anteil unverbranntes Kraftstoffgemisch enthalten.

**[0022]** Gemäß dem dritten Aspekt kann auch während des dem Kaltstart des Motors folgenden schnellen Leerlaufbetriebs der Ausstoß von Abgasen unterdrückt werden, die einen hohen Anteil unverbranntes Kraftstoffgemisch enthalten.

**[0023]** Gemäß dem vierten Aspekt kann der Ausstoß von Abgasen, die einen hohen Anteil unverbranntes Kraftstoffgemisch enthalten, weiter unterdrückt werden, und die Wirkung zum Unterdrücken des Ausstoßes von Stickoxiden kann erhöht werden.

**[0024]** Gemäß dem fünften Aspekt kann der Ausstoß von Abgasen, die einen hohen Anteil unverbranntes Kraftstoffgemisch enthalten, weiter unterdrückt werden.

**[0025]** Die vorliegende Erfindung wird anhand der nachstehenden ausführlichen Beschreibung und der beigefügten Zeichnung, die lediglich zur Erläuterung dient und daher die vorliegende Erfindung nicht einschränken soll, ausführlich beschrieben; es zeigen:

**Fig. 1** eine Ansicht zum Darstellen einer schematischen Konstruktion einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verbrennungsmotors zusammen mit einem Steuersystem zum Steuern des Verbrennungsmotors;

**Fig. 2** ein Diagramm zum Erläutern von Charakteristiken eines am Motor montierten variablen Ventiltriebs;

**Fig. 3** ein Diagramm zum Erläutern einer Ventilcharakteristik, die beim Starten des Verbrennungsmotors in einem kalten Zustand eingestellt wird;

**Fig. 4** eine Querschnittansicht zum Erläutern eines während einer Periode A in **Fig. 3** innerhalb eines Zylinders auftretenden Zustands;

**Fig. 5** eine Querschnittansicht zum Erläutern eines während einer Periode B in **Fig. 3** innerhalb des Zylinders auftretenden Zustands;

**Fig. 6** eine Querschnittansicht zum Erläutern eines während einer Periode C in **Fig. 3** innerhalb des Zylinders auftretenden Zustands;

**Fig. 7** ein Diagramm zum Erläutern einer Ventilcharakteristik, die für einen schnellen Leerlaufbetrieb eingestellt wird, wenn sich der Verbrennungsmotor in einem kalten Zustand befindet, wobei die Ventilcharakteristik einen entscheidenden Teil einer zweiten Ausführungsform der Erfindung bildet;

**Fig. 8** eine Querschnittansicht zum Erläutern eines während einer Periode D in **Fig. 7** innerhalb des Zylinders auftretenden Zustands;

**Fig. 9** eine Querschnittansicht zum Erläutern eines während einer Periode E in **Fig. 7** innerhalb des Zylinders auftretenden Zustands;

**Fig. 10** ein Diagramm zum Erläutern einer Ventilcharakteristik, die für einen herkömmlichen Kaltstart eines Motors eingestellt wird; und

**Fig. 11** ein Diagramm zum Erläutern einer Ventilcharakteristik, die für einen anderen herkömmlichen Kaltstart eines Motors eingestellt wird.

**[0026]** Die Erfindung wird nachstehend basierend auf einer in den **Fig. 1** bis **Fig. 6** dargestellten ersten Ausführungsform beschrieben.

**[0027]** **Fig. 1** zeigt einen schematischen Teil eines SOHC-Kolbenmotors 1, der ein Verbrennungsmotor ist, und eines Steuersystems des Motors 1.

**[0028]** Zunächst wird der Motor 1 beschrieben. In **Fig. 1** bezeichnet Bezugszeichen 2 einen Zylinderblock und Bezugszeichen 3 einen an einem oberen Abschnitt des Zylinderblocks 2 montierten Zylinderkopf. Zylinder 4 (von denen nur ein Teil dargestellt ist) sind im Zylinderblock 2 des Motors 1 ausgebildet. Ein Kolben 6 ist im Zylinder 4 hin- und hergehend beweglich angeordnet. Der Kolben 6 ist über eine Verbindungsstange bzw. Pleuel 7 und einen Pleuelzapfen 8 mit einer Pleuelwelle 9 verbunden, die an einem unteren Abschnitt des Zylinderblocks 2 angeordnet ist.

**[0029]** Eine Verbrennungskammer 11 ist unterhalb einer Unterseite des Zylinderkopfes 3 ausgebildet. Ein Einlassport 12 und ein Auslassport 13 sind an Seiten der Verbrennungskammer 11 ausgebildet. Ein Kraftstoffeinspritzventil 15 zum Einspritzen von Kraftstoff ist auf einem Einlasskrümmer 14 angeord-

net, der mit dem Einlassport 12 unter den beiden Ports verbunden ist. Außerdem ist ein Einlassventil 17 im Einlassport 14 angeordnet, und ein Auslassventil 18 ist im Auslassport 13 angeordnet. Außerdem ist eine Zündkerze 19 in einer Mitte der Verbrennungskammer 11 angeordnet. Außerdem ist eine Pleuelwelle 22 mit einer Einlassnocke 20 und einer Auslassnocke 21 über ein Halteelement 23 an einem oberen Abschnitt des Zylinderkopfes 3 drehbar angeordnet. Die Pleuelwelle 22 wird durch eine von der Pleuelwelle 9 übertragene Wellenleistung angetrieben.

**[0030]** Ein variabler Ventiltrieb 25 des Typs mit einem kontinuierlich regelbaren Hub und Voreilwinkel, bei dem der Öffnungs- und der Schließzeitpunkte und das Ventilhubmaß des Einlassventils 17 kontinuierlich regelbar sind, ist am Einlassventil 17 der beiden Ventile montiert. Außerdem ist ein Pleuelhebel 26 am Auslassventil 18 montiert, wobei der Pleuelhebel 26 einer normalen Ventilcharakteristik des Auslassventils 18 uneingeschränkt folgt, d.h. einem Pleuelversatz der Auslassnocke 21, und durch seine Antriebsbewegung das Auslassventil 18 öffnet und schließt.

**[0031]** Nachstehend wird der variable Ventiltrieb 25 beschrieben. Der variable Ventiltrieb 25 hat beispielsweise eine Konstruktion, die aus einer Kombination aus einem Mitten-Pleuelhebel 30, der direkt über der Einlassnocke 20 angeordnet ist, einer Pleuelnocke 40, die direkt über dem Mitten-Pleuelhebel 30 angeordnet ist, und einem Einlass-Pleuelhebel 50 besteht, der auf der Seite des Einlassventils 17 angeordnet ist, die der Pleuelnocke 40 benachbart ist.

**[0032]** D.h., der Mitten-Pleuelhebel 30 ist ein Bauteil, das den Versatz der Einlassnocke 20 empfängt, so dass er sich vertikal bewegt. Insbesondere ist der Mitten-Pleuelhebel 30 derart konfiguriert, dass er beispielsweise einen L-förmigen Armabschnitt 31 und eine Gleitrolle 32 aufweist, die in der Mitte des Armabschnitts 31 angeordnet ist. Unter diesen Komponenten des Mitten-Pleuelhebels 30 steht die Gleitrolle 32 mit einer Pleuelfläche der Einlassnocke 20 in Rollkontakt. Ein Armabschnitt 31a des Armabschnitts 31, der sich horizontal erstreckt, wird auf einer Steuerwelle 34 (einem Steuerelement) gehalten, die auf einer Seite des Einlassventils 17 des Zylinderkopfes 3 drehbar gehalten wird. Durch diese Konfiguration kann ein Pleuelversatz der Einlassnocke 20 über die Gleitrolle 32 und ferner durch einen Pleuelversatz des Armabschnitts 31, der um ein Ende des als ein Gelenkpunkt dienenden Armabschnitts 31 stattfindet, zur oberen Pleuelnocke 40 übertragen werden. Außerdem wird, wenn die Steuerwelle 34 sich dreht und versetzt wird, der Mitten-Pleuelhebel 30 in eine Richtung versetzt, die eine Achse der Pleuelwelle 22 schneidet

(in einer Vorwärts- bzw. Voreil- oder Verzögerungsrichtung), während seine Rollkontaktposition bezüglich der Einlassnocke 20 geändert wird.

**[0033]** Die Schwenknocke 40 steht an einem Endabschnitt davon zur Seite des Kipphebels 50 hin hervor und wird am anderen Endabschnitt auf einer Haltewelle 41 drehbar gehalten. Auf einer Endfläche des einen Endabschnitts ist eine Nockenfläche 42 ausgebildet, die gegen den Kipphebel 50 drückt. An einem unteren Abschnitt der Schwenknocke 40 ist eine Gleitrolle 43 angeordnet, die mit einer schrägen Fläche 35 in Rollkontakt gebracht wird, die an einem sich nach oben erstreckenden Ende eines Armenabschnitts 31b des Mitten-Kipphebels 30 ausgebildet ist. Durch diese Konfiguration schwenkt, wenn der Mitten-Kipphebel 30 angetrieben wird, die Schwenkwelle 40 auf der als Gelenkpunkt dienenden Haltewelle 41. Außerdem wird, wenn die Rollkontaktposition des Mitten-Kipphebels 30 sich bezüglich der Einlassnocke 20 durch den Drehversatz der Steuerwelle 34 ändert, die Lage der Schwenknocke 40 geändert (die Schwenkwelle neigt sich).

**[0034]** Der Kipphebel 40 weist ein Armelement 51 auf, das sich dreht, um die Steuerwelle 30 als Kipphebelwelle zu versetzen. Dieses Armelement 51 weist an einem Endabschnitt einen Stellschraubenabschnitt 52, der gegen ein Ende des Einlassventils 17 drückt, und am anderen Endabschnitt eine Gleitrolle 53 auf, die mit der Nockenfläche 42 der Schwenknocke 40 in Rollkontakt gebracht wird. Durch diese Konfiguration drückt, wenn die Schwenknocke 40 geschwenkt wird, die Nockenfläche 42 gegen die Gleitrolle 53 oder stellt sie zurück, wodurch der Kipphebel 50 eine Schwenkbewegung auf der als Gelenkpunkt dienenden Steuerwelle 34 ausführt, um das Einlassventil 17 zu öffnen oder zu schließen.

**[0035]** Hierbei ist hinsichtlich der Nockenoberfläche 42 ein oberer Abschnitt als Basiskreisabschnitt ausgebildet, der einem Basiskreis der Einlassnocke 20 entspricht, und ein unterer Abschnitt als Hubabschnitt ausgebildet, der anschließend an den Basiskreisabschnitt ausgebildet ist. Durch diese Konfiguration wird, wenn die Gleitrolle 32 des Mitten-Kipphebels 30 durch einen Drehversatz der Steuerwelle 34 in eine Vorwärts- bzw. Voreilrichtung oder in eine Verzögerungsrichtung der Einlassnocke 20 versetzt wird, die Lage der Schwenknocke 40 geändert, und ein Flächenabschnitt der Nockenoberfläche 42, auf dem die Gleitrolle 53 rollt, wird geändert, so dass das Verhältnis zwischen dem Basiskreisabschnitt, auf dem die Gleitrolle 53 schwenkt, und dem Hubabschnitt geändert wird. Durch Ändern des Verhältnisses zwischen dem Basiskreisabschnitt und dem Hubabschnitt wird veranlasst, dass das Ventilhubmaß des Einlassventils 17 sich kontinuierlich von einem kleinen Hub, der durch ein Nockenprofil an einem oberen Abschnitt der Einlassnocke 20 bereit-

gestellt wird, zu einem großen Hub ändert, der durch ein Gesamtnockenprofil der Einlassnocke 20 bereitgestellt wird, das sich von einem oberen Abschnitt zu einem proximalen Endabschnitt davon erstreckt. Gleichzeitig wird veranlasst, dass der Öffnungs- und der Schließzeitpunkt des Einlassventils 17 sich derart ändern, dass der Ventilschließzeitpunkt sich starker ändert als der Ventilöffnungszeitpunkt.

**[0036]** D.h., der variable Ventiltrieb 25 erzeugt eine für den variablen Ventiltrieb 25 spezifische Ventiltriebsbewegung, durch die veranlasst wird, dass das Einlassventil 17 sich von seinem maximalen Ventilhub, z.B. V7, uneingeschränkt und kontinuierlich zu seinem minimalen Ventilhub, z.B. V1, ändert, während der Voreilwinkel vorverlegt und außerdem eine Ventilöffnungsdauer verkürzt wird.

**[0037]** Außerdem ist ein Antriebsteil zum Antreiben der Steuerwelle 34, z.B. ein Elektromotor 60, mit einem Steuerteil verbunden, wie beispielsweise einer ECU 61 (die beispielsweise durch einen Mikrocomputer gebildet wird). Die ECU 61 ist außerdem mit einem Kraftstoffeinspritzventil 15, der Zündkerze 19, einem Kühlmitteltemperatursensor 16 (einem Sensor zum Erfassen der Temperatur des Motors) und ähnlichen Komponenten verbunden. Für den Betrieb des Motors 1 erforderliche Informationen, wie beispielsweise Zündzeitpunkte, Kraftstoffeinspritzmengen, Kraftstoffeinspritzzeitpunkte und Einlassventilsteuerungsmaße, die den Betriebszustanden des Motors entsprechen, werden in der ECU 61 im Voraus gesetzt (in Form von Kennfeldern abgespeichert), so dass veranlasst wird, dass ein Zündzeitpunkt, eine Kraftstoffeinspritzmenge, ein Kraftstoffeinspritzzeitpunkt, ein Ventilhubmaß und ein Öffnungs- und ein Schließzeitpunkt des Einlassventils 17 derart gesteuert werden, dass sie einem von der ECU 61 zugeführten Fahrtzustand entsprechen (der beispielsweise durch eine Fahrzeuggeschwindigkeit, eine Motordrehzahl, einer Drosselklappenöffnung, usw. dargestellt wird).

**[0038]** Ein Anlasser zum drehbaren Antreiben der Kurbelwelle 9, z.B. ein Elektromotor 67, ist mit der ECU 61 verbunden. Wenn ein Startanforderungssignal durch einen mit der ECU 61 verbundenen Anlasserschalter ausgegeben wird, z.B. durch einen Anlasser-Druckschalter 66 (ein Anlasserteil), der durch Betätigen eingeschaltet wird, wird der Elektromotor 67 aktiviert, um den Motor 1 zu starten, wodurch der Motor mit einem Zündzeitpunkt, einer Kraftstoffeinspritzmenge und einem Einspritzzeitpunkt gestartet wird, die für den Start des Motors 1 geeignet sind, sowie mit einem normalen Anlassventilöffnungs- und -schließzeitpunkt (des Einlassventils).

**[0039]** Außerdem wird für die ECU 61 durch Verwendung des variablen Ventiltriebs 25 eine Vorrich-

tung zum Erhöhen der Startfähigkeit des Motors in einem kalten Zustand bereitgestellt.

**[0040]** Hierbei stellt, wenn der Motor 1 im kalten Zustand gestartet wird, wie vorstehend unter Bezug auf den Stand der Technik beschrieben worden ist, die ECU 61 unter Verwendung des variablen Ventiltriebs 25 einen für einen Kaltstart geeigneten Ventilhub  $\beta$  des Einlassventils 17 ein. Dann ändert, wenn der Start des Motors 1 bestätigt worden ist, die ECU 61 den Ventilhub auf einen Ventilhub  $\alpha$  des Einlassventils 17, der für einen schnellen Leerlaufbetrieb in einem kalten Zustand geeignet ist, und fährt damit fort, den Motor 1 aufzuwärmen.

**[0041]** In diesem Fall wird, wie im Diagramm in **Fig. 3** dargestellt ist, der Ventilhub  $\alpha$  für einen schnellen Leerlaufbetrieb in einem kalten Zustand ähnlich eingestellt wie im Stand der Technik, d.h. auf einen Ventilhubwert, durch den eine lange Ventilöffnungsdauer erhalten wird, die sich von einer Stelle in der Nähe des oberen Totpunktes bis in einem Bereich erstreckt, der sich über einen unteren Totpunkt einer Ansaughubperiode hinaus erstreckt.

**[0042]** Andererseits wird eine Vorrichtung zum Einstellen des Ventilhubes  $\beta$  für einen Kaltstart bereitgestellt. D.h., der Ventilhub  $\beta$  für einen Kaltstart wird unter Verwendung einer für den variablen Ventiltrieb 25 spezifischen Änderungsfunktion eingestellt. D.h., unter Verwendung einer in **Fig. 2** dargestellten Funktion des variablen Ventiltriebs 25 zum unbedingten Verkleinern oder Verengen des Voreilwinkels und der Ventilöffnungsdauer, wenn das Ventilhubmaß vermindert wird, wie in **Fig. 3** dargestellt ist, wird der Ventilhub  $\beta$  für einen Kaltstart auf einen Ventilhubwert eingestellt, der erhalten wird, wenn der Ventilhubwert vom Ventilhub für einen schnellen Leerlaufbetrieb in einem kalten Zustand auf einen Wert vermindert wird, der ermöglicht, dass die Ventilöffnungsdauer des Einlassventils 17 einen Gesamtbereich überspannt, der sich von einer Stelle in der Nähe des oberen Totpunktes zu einer Stelle in der Nähe des unteren Totpunktes der Ansaughubperiode erstreckt. Insbesondere wird veranlasst, dass der Ventilhub  $\beta$  eine Hubkurve  $\gamma$  des Auslassventils 18 in einem Bereich leicht überlappt, der sich über den oberen Totpunkt hinaus erstreckt, indem die Ventilöffnungsposition des Einlassventils derart festgelegt wird, dass sie vor dem oberen Totpunkt der Ansaughubperiode liegt, wobei dies als Maßnahme zum Unterdrücken des Ausstoßes von Abgasen ausgeführt wird, die unverbranntes Kraftstoffgemisch enthalten.

**[0043]** Wenn der auf die vorstehend beschriebene Weise konfigurierte Ventilhub  $\beta$  für einen Kaltstart verwendet wird, wird die Startfähigkeit des Motors im kalten Zustand verbessert.

**[0044]** Nachstehend wird ein Prozess zum Starten des Motors 1 im kalten Zustand beschrieben. Wenn beispielsweise der Anlasser-Druckschalter 66 durch Betätigen eingeschaltet wird, wird der Motor 1 durch den damit verbundenen Elektromotor 67 gestartet.

**[0045]** Wenn der Motor sich hierbei im Stillstand befindet, wird der variable Ventiltrieb 25 derart gesteuert, dass der Ventilhub des Einlassventils 17 durch den Elektromotor 60 auf den Ventilhub  $\beta$  für einen Kaltstart eingestellt wird. Weil die Ventilöffnungsdauer des Ventilhubes  $\beta$  für einen Kaltstart durch die hierfür spezifische Änderungsfunktion des variablen Ventiltriebs 25 derart eingestellt wird, dass sie sich über den Gesamtbereich der Ansaughubperiode hinaus erstreckt, wie in **Fig. 3** dargestellt ist, wird unter Ausnutzung des gesamten Bereichs der Ansaughubperiode Ansaugluft angesaugt, ohne dass eine Periode erzeugt wird, wie beispielsweise die Periode m in **Fig. 10**, in der ein unnötiger Unterdruck im Zylinder erzeugt wird, und ohne dass eine Verzögerung in der Ventilschließzeit auftritt. Darüber hinaus wird, weil das Ventilhubmaß des Ventilhubes  $\beta$  durch Einstellen der Ventilöffnungsdauer derart, dass sie sich über den breiten Bereich erstreckt, ausreichend Ansaugluft angesaugt, so dass das effektive Verdichtungsverhältnis erhöht wird.

**[0046]** D.h., wenn der Motor 1 im kalten Zustand gestartet wird, wird eine Umgebung erzeugt, in der Kraftstoff optimal zündfähig ist, wodurch der Motor 1 schnell gestartet werden kann. Außerdem wird, wenn durch die ECU 61 die Fortsetzung einer vollständigen Verbrennung bestätigt wird, der variable Ventiltrieb 25 derart gesteuert, dass der Ventilhub auf einen Ventilhub  $\alpha$  für einen schnellen Leerlaufbetrieb in einem kalten Zustand geschaltet wird, wie in **Fig. 3** dargestellt ist, und der Motorbetriebsmodus wird vom Betriebsmodus für einen kalten Zustand auf den Aufwärmbetriebsmodus umgeschaltet.

**[0047]** Infolgedessen kann durch die Verwendung des variablen Ventiltriebs 25 mit kontinuierlich variablem Hub und verstellbarem Voreilwinkel, der die spezifische Änderungsfunktion aufweist, der Motor 1 im kalten Zustand gut gestartet werden, so dass eine hohe Startfähigkeit erhalten werden kann. Außerdem tritt, weil die Ventilcharakteristiken des Auslassventils 18 nicht geändert werden müssen, keine Situation auf, gemäß der bei der Öffnung des Auslassventils 18 keine Verzögerung erzeugt wird, wie in **Fig. 3** durch eine Periode A dargestellt ist, und wie in **Fig. 4** dargestellt ist, die ein Verhalten bei der Periode A zeigt, wird eine frühe Öffnung des Auslassventils 18 nicht unterbrochen, so dass die Wirkung zum Erhöhen der Katalysatortemperatur nicht eliminiert wird.

**[0048]** Insbesondere werden, indem die Ventilöffnungsposition des Ventilhubes  $\beta$  für einen Kaltstart

derart eingestellt wird, dass sie an einer Stelle vor dem oberen Totpunkt der Ansaughubperiode in der in **Fig. 3** dargestellten Überlappungsperiode liegt, Abgase, die eine große Menge unverbranntes Kraftstoffgemisch enthalten, das im letzten halben Abschnitt eines Abgashubs erzeugt wird, in den Einlassport zurückgeblasen, wie in **Fig. 5** dargestellt ist. Dann kann in einem nachfolgenden Hub, weil die Abgase für eine Verbrennung erneut in das Innere des Zylinders eingeleitet werden, der Ausstoß von Abgasen, die eine große Menge unverbranntes Kraftstoffgemisch enthalten, unterdrückt werden, wenn der Motor im kalten Zustand gestartet wird. Außerdem wird, weil im Inneren des Zylinders kein unnötiger Unterdruck erzeugt und der Pump- oder Drosselverlust klein, die Anlassdrehzahl erhöht und darüber hinaus der Ölverlust über einen Kolbenring unterdrückt wird, das Starten des Motors erleichtert.

**[0049]** Außerdem wird, weil die Ventilschließposition des Anlassventilhub  $\beta$  eine bei der Periode C in **Fig. 3** dargestellte Position annimmt und das Einlassventil 17, wenn es sich dem unteren Totpunkt nähert, in einem derartigen Maß schließt, dass die Ventilöffnungsposition vorverlegt wird, das effektive Verdichtungsverhältnis im Zylinder erhöht und Kraftstoff vollständig zerstäubt (aufgrund eines Temperaturanstiegs im Zylinder), wodurch der Motor leichter gestartet werden kann.

**[0050]** Die **Fig. 7** bis **Fig. 9** zeigen eine zweite Ausführungsform der Erfindung.

**[0051]** Diese Ausführungsform ist ein modifiziertes Beispiel der ersten Ausführungsform, die für einen großen Ventilhub  $\alpha$  für einen schnellen Leerlaufbetrieb im kalten Zustand verwendet wird, der dem Kaltstart folgt, wobei der Ausstoß von Abgasen unterdrückt wird, die eine große Menge unverbranntes Kraftstoffgemisch enthalten.

**[0052]** D.h., für einen schnellen Leerlaufbetrieb in einem kalten Zustand wird in einem Ventilhub  $\alpha$  eine Hubkurve für eine Ventilöffnungsdauer mit einer Ventilöffnungsposition verwendet, die vor einem oberen Totpunkt einer Ansaughubperiode liegt. Insbesondere wird in einem Ventilhub  $\alpha$  eine Einstellung verwendet, gemäß der die Ventilöffnungsposition eines Einlassventils 17 bezüglich eines oberen Totpunktes einer Ansaughubperiode weiter nach vorne verlegt ist als die für einen Kaltstart verwendete Ventilöffnungsposition des Einlassventils 17, und eine Ventilschließposition des Einlassventils 17 ist auf eine Stelle jenseits eines unteren Totpunktes der Ansaughubperiode und in einem derartigen Maß verzögert, das die Ventilöffnungsposition entsprechend nach vorne verlegt wird.

**[0053]** Indem die Ventilöffnungsposition auf die vorstehend beschriebene Weise eingestellt wird, kön-

nen auch während eines schnellen Leerlaufbetriebs im kalten Zustand Abgase, die eine große Menge unverbranntes Kraftstoffgemisch enthalten, die in einer letzten Hälfte eines Auslasshubs erzeugt werden, in einen Einlassport 12 zurückgeblasen werden, um in einem nachfolgenden Verbrennungshub erneut in das Innere eines Zylinders eingeleitet zu werden. D.h., der Ausstoß von Abgasen, die eine große Menge unverbranntes Kraftstoffgemisch enthalten, kann auch im dem Kaltstart folgenden schnellen Leerlaufbetrieb im kalten Zustand unterdrückt werden.

**[0054]** Insbesondere wird, indem die Ventilöffnungsposition des Einlassventils 17 im Ventilhub  $\alpha$  für den schnellen Leerlaufbetrieb im kalten Zustand bezüglich des oberen Totpunktes der Ansaughubperiode weiter nach vorne verlegt wird als die für den Kaltstart verwendete Ventilöffnungsposition des Einlassventils 17, wie in **Fig. 7** dargestellt ist, die Wirkung zum Zurückdrücken von Abgasen, die eine große Menge unverbranntes Kraftstoffgemisch enthalten, in den Einlassport 12 ziemlich stark, weil eine Überlappungsperiode des Auslassventils 18 und des Einlassventils 17 größer ist als die für den Kaltstart verwendete Überlappungsperiode, und weil darüber hinaus ein Vakuumanstieg in einem Einlasskrümmer und die Drückwirkung eines Kolbens 6 eine große Wirkung entfalten. Infolgedessen kann während einer durch das Bezugszeichen D in **Fig. 7** dargestellten Überlappungsperiode an Abschnitten des Einlassventils 17 und an einer Wandfläche des Einlassports 12 anhaftender Kraftstoff P weggeblasen werden, so dass er in den Einlassport 12 gesprüht wird, so dass der derart in den Einlassport 12 gesprühte Kraftstoff P in einem nachfolgenden Hub verbrannt werden kann, wodurch der Ausstoß von unverbranntem Kraftstoffgemisch weiter unterdrückt werden kann.

**[0055]** Außerdem wird, indem die Ventilschließposition des Einlassventils 17 zu einer Stelle verzögert wird, die jenseits des unteren Totpunktes der Ansaughubperiode liegt, wie in **Fig. 9** dargestellt ist, Luft-Kraftstoffgemisch in einem Verdichtungshub stark in den Einlassport zurückgeblasen. Das Zerstäuben oder Mischen von Kraftstoff, das die Form von Tröpfchen innerhalb des Kraftstoffgemischs annimmt, wird durch die Tatsache unterstützt, dass das Luft-Kraftstoffgemisch, das erneut in den Zylinder eingeleitet werden soll, durch das Auslassventil 18, die Wandfläche der Verbrennungskammer 11, den Zylinder 4 und den Kolben 6 im vorangehenden Hub und außerdem durch die bis zu einem nachfolgenden Hub verstrichene Zeit und die Stromungswirkung erwärmt worden ist. Darüber hinaus wird auch das Zerstauben und Mischen von Kraftstoff unterstützt, der im nachfolgenden Hub in den Einlassport eingespritzt wird.



**[0056]** Daher kann in der zweiten Ausführungsform ein stabiler Leerlaufbetrieb in einem kalten Zustand erzielt werden, während der Ausstoß von unverbranntem Kraftstoffgemisch unterdrückt wird. Außerdem tritt, weil das effektive Verdichtungsverhältnis vermindert und die Wirkung zum Mischen von Luft und Kraftstoff verbessert ist, kein Anstieg der Verbrennungstemperatur auf, was ansonsten in Verbindung damit auftreten würde, dass das Gemisch lokal mager gemacht wird, und der Ausstoß von Stickoxiden wird ebenfalls unterdrückt.

**[0057]** In den **Fig. 7** bis **Fig. 9** wurden ähnliche Bezugszeichen verwendet, um ähnliche Abschnitte zu bezeichnen wie in der ersten Ausführungsform, so dass diese nicht näher beschrieben werden.

**[0058]** Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern innerhalb des Schutzzumfangs der Erfindung sind verschiedene Modifikationen möglich.

### Patentansprüche

1. Verbrennungsmotor mit:  
 einer Nockenwelle mit einer Eingangsnocke zum Öffnen und Schließen eines Einlassventils;  
 einem variablen Ventiltriebmechanismus, der dafür konfiguriert ist, einen Nockenversatz der Einlassnocke zu erfahren, um eine Antriebsbewegung zum kontinuierlichen Antreiben des Einlassventils von einem maximalen Ventilhub zu einem minimalen Ventilhub zu ändern, während eine Ventilöffnungsdauer verkürzt wird, um die Antriebsbewegung einem Betriebszustand des Verbrennungsmotors anzupassen; und  
 einem Steuerteil, das dafür konfiguriert ist, den variablen Ventiltriebmechanismus zu steuern, um einen Ventilhub des Einlassventils auf einen Anlassventilhub einzustellen, wenn der Verbrennungsmotor in einem kalten Zustand gestartet wird, und nachfolgend auf einen Ventilhub für einen schnellen Leerlaufbetrieb in einem kalten Zustand; wobei der Anlassventilhub derart gebildet wird, dass eine Ventilöffnungsdauer des Einlassventils so eingestellt wird, dass sie einen gesamten Bereich einer Ansaughubperiode des Verbrennungsmotors von einem oberen Totpunkt zu einem unteren Totpunkt der Ansaughubperiode umfasst; und wobei der maximale Ventilhub während des Anlassventilhubes im kalten Zustand geringer als der maximale Ventilhub während des Ventilhubes für einen schnellen Leerlaufbetrieb im kalten Zustand ist.

2. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, wobei eine Ventilöffnungsposition des Anlassventilhubes derart festgelegt wird, dass sie vor einem oberen Totpunkt der Ansaughubperiode liegt.

3. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1 oder 2, wobei:  
 das Steuerteil den Ventilhub des Einlassventils während des dem Kaltstart des Verbrennungsmotors folgenden schnellen Leerlaufbetriebs auf einen Ventilhub für einen schnellen Leerlaufbetrieb einstellt, dessen Ventilöffnungsdauer länger ist als diejenige des Anlassventilhubes; und  
 im Ventilhub für einen schnellen Leerlaufbetrieb eine Ventilöffnungsposition des Einlassventils derart festgelegt wird, dass sie vor dem oberen Totpunkt der Ansaughubperiode liegt.

4. Verbrennungsmotor nach Anspruch 3, wobei:  
 im Ventilhub für den schnellen Leerlaufbetrieb die Ventilöffnungsposition des Einlassventils bezüglich des oberen Totpunktes der Ansaughubperiode weiter nach vorne verlegt wird als die Stelle, bei der die Ventilöffnungsposition für den Kaltstart angeordnet war, und die Ventilschließposition des Einlassventils zu einer Stelle jenseits eines unteren Totpunktes der Ansaughubperiode verzögert wird.

5. Verbrennungsmotor nach Anspruch 4, wobei:  
 eine Periode, in der die Ventilöffnungsdauer des Einlassventils und die Ventilöffnungsdauer eines Auslassventils sich überlappen, verlängert wird, wenn der Anlassventilhub auf den Ventilhub für den schnellen Leerlaufbetrieb geschaltet wird.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

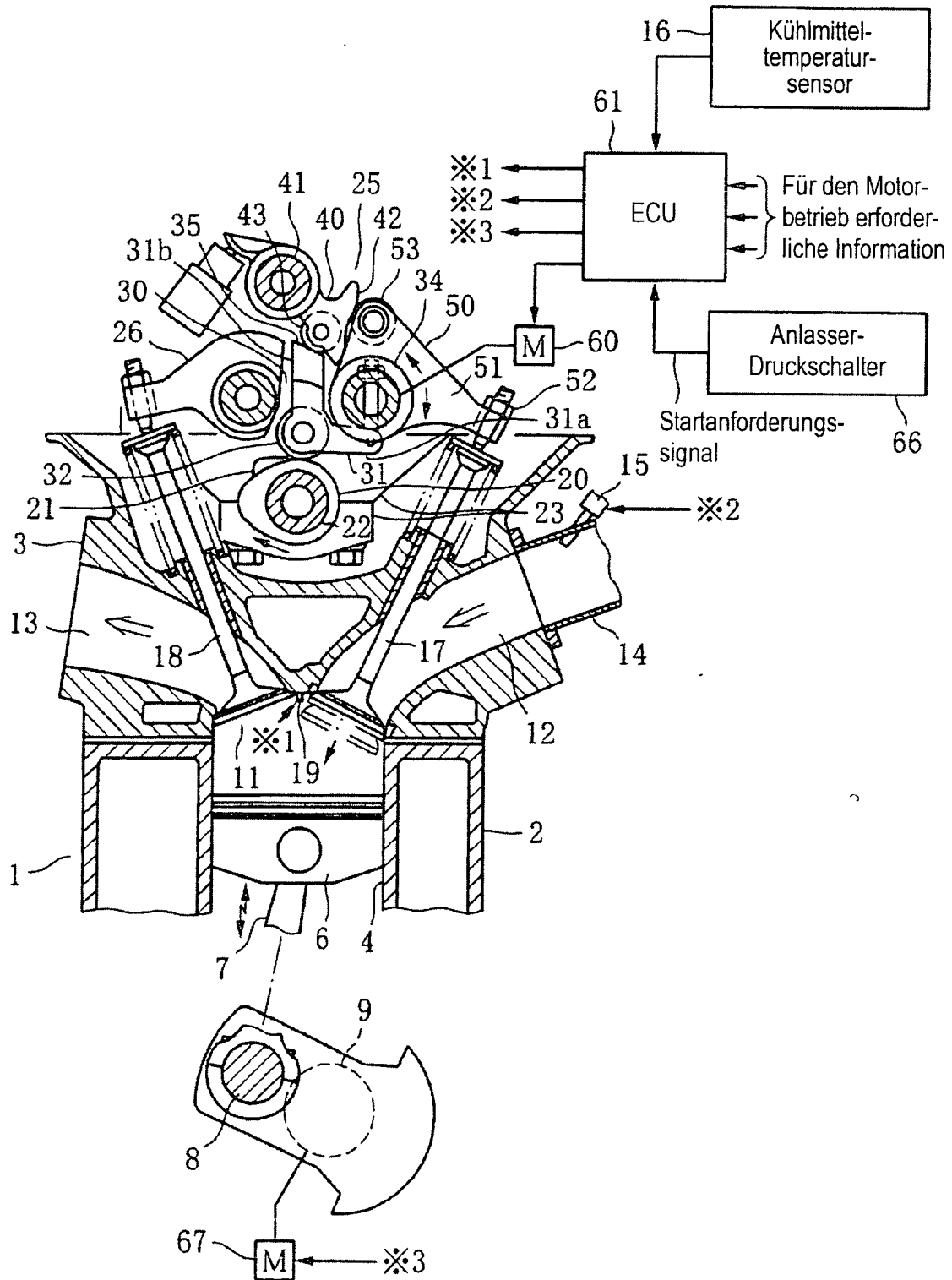


FIG. 2

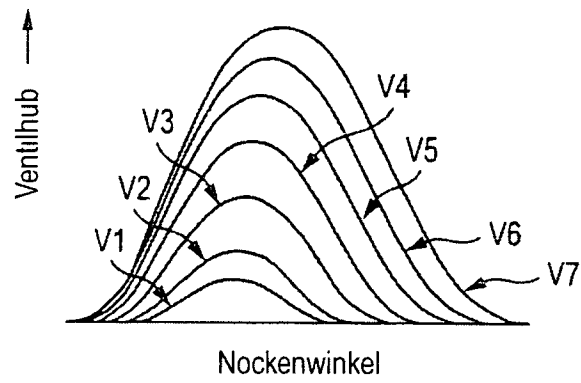
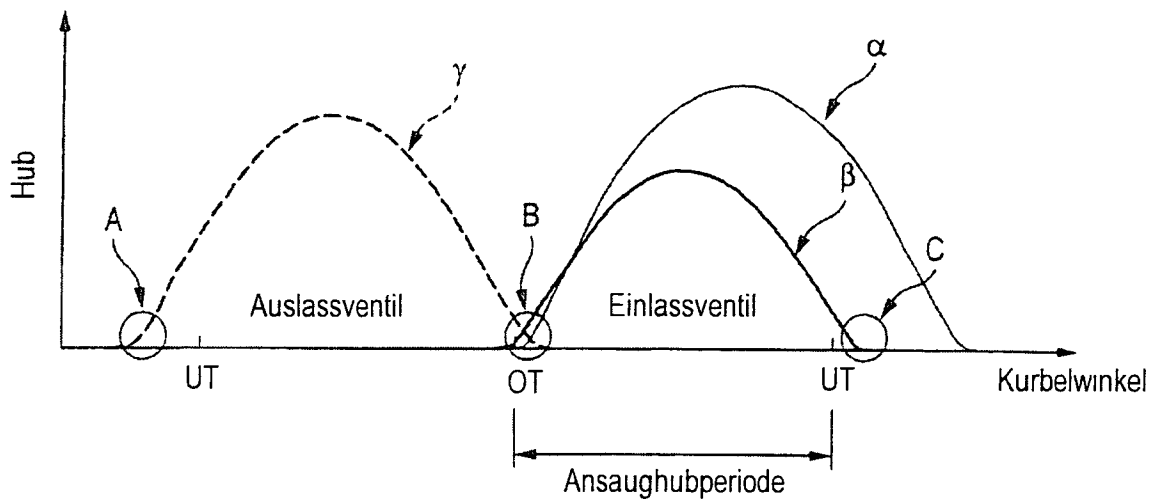
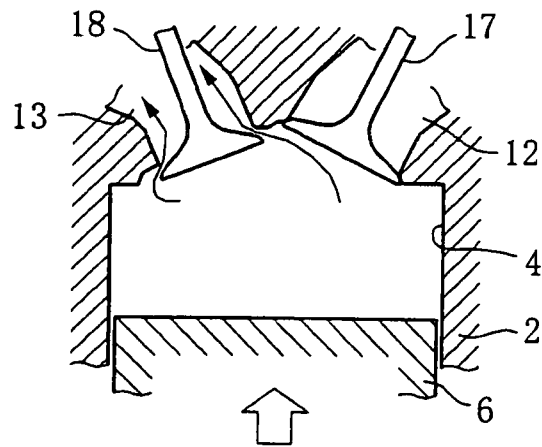


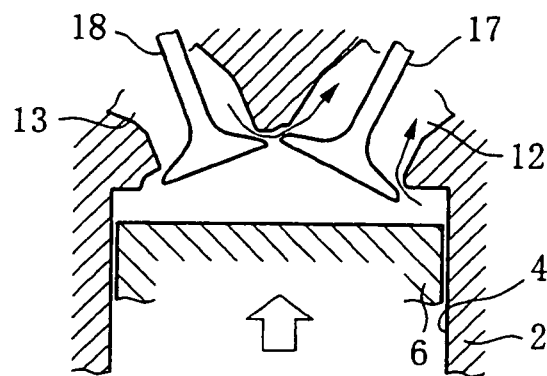
FIG. 3



**FIG. 4**

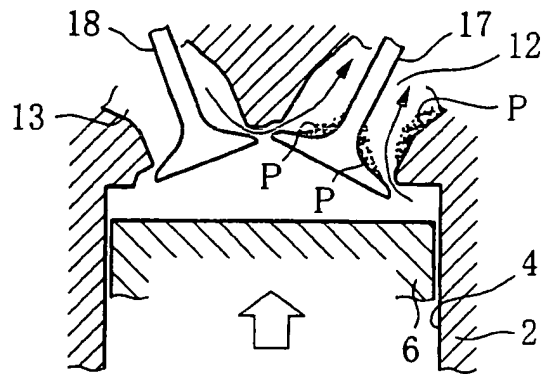


**FIG. 5**





**FIG. 8**



**FIG. 9**

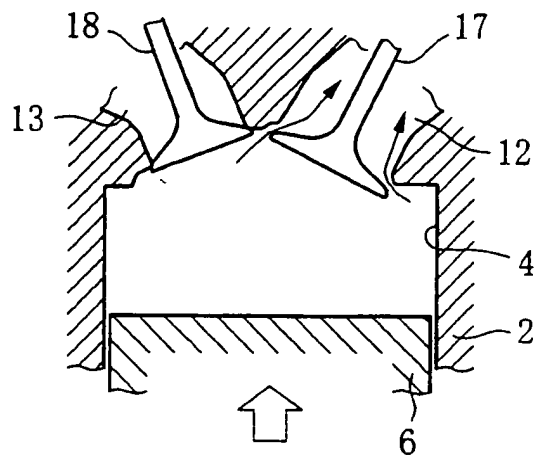


FIG. 10

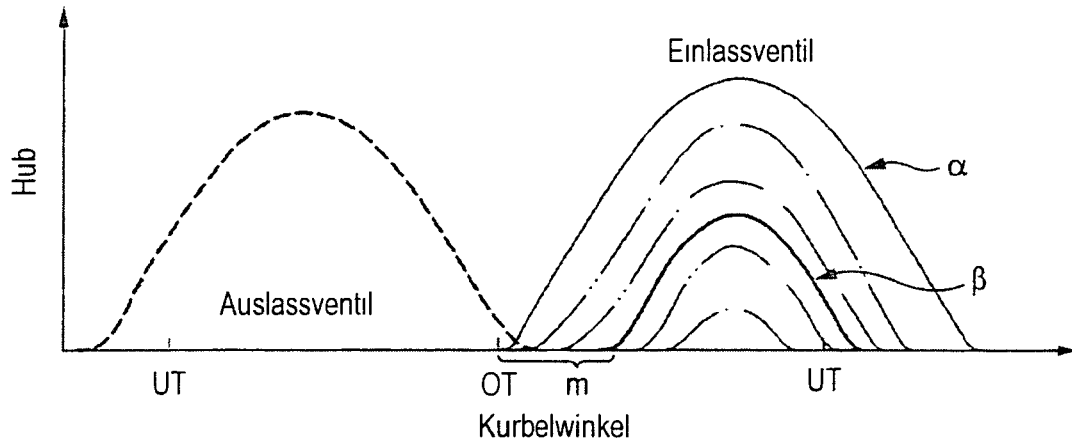


FIG. 11

