



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 10 745 T2** 2006.08.31

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 359 302 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 10 745.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP02/00357**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 715 829.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/057609**

(86) PCT-Anmeldetag: **18.01.2002**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **25.07.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **05.11.2003**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **19.04.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.08.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F02D 13/02** (2006.01)  
**F01L 9/04** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**2001012300 19.01.2001 JP**

(73) Patentinhaber:  
**Honda Giken Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP**

(74) Vertreter:  
**Weickmann & Weickmann, 81679 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, ES, FR, GB, IT, SE**

(72) Erfinder:  
**SHIMIZU, Yasuo K. K. Honda Gijutsu Kenkyusho, Wako-shi, Saitama 351-0113, JP; YAMAKI, Toshihiro K. K. Honda Gijutsu Kenkyu, Wako-shi, Saitama 351-0113, JP; SAKAI, Hisao K. K. Honda Gijutsu Kenkyusho, Wako-shi, Saitama 351-0113, JP**

(54) Bezeichnung: **VENTILTRIEBSTEUERVORRICHTUNG FÜR BRENNKRAFTMASCHINE**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Ventiltriebssteuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor, der ein Auslassventil und eine Mehrzahl von Einlassventilen aufweist, die in einem Zylinder angeordnet sind.

## TECHNISCHER HINTERGRUND

**[0002]** Herkömmlich sind eine Vielzahl von Ventiltriebssteuervorrichtungen vorgeschlagen worden, um die Öffnungs/Schließsteuerzeiten und Hubbeträge eines Einlassventils und eines Auslassventils variabel zu steuern/regeln, um die Einlass/Auslassleistung gemäß einem Betriebszustand eines Verbrennungsmotors geeignet abzustimmen. Als eine dieser herkömmlichen Ventiltriebssteuervorrichtungen ist ein Typ einer Steuervorrichtung vorgeschlagen worden, die die Phase eines Einlassnockens (nachfolgend als "Nockenphase" bezeichnet) für eine Nockenwelle verändert (siehe z.B. japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 7-301144). Dieser Typ von Ventiltriebssteuervorrichtung ändert stufenlos die Ventilphase, um die Öffnungs/Schließsteuerzeiten eines Einlassventils stufenlos zu steuern. Wenn z.B. ein Motor schwer belastet ist, ändert die Ventiltriebssteuervorrichtung die Öffnungs/Schließsteuerzeiten des Einlassventils stufenlos gemäß der Drehzahl des Motors, um den Trägheitseffekt der Ansaugluft maximal zu nutzen, um den Füllungsgrad zu verbessern, um hierdurch die Leistung zu erhöhen. Wenn andererseits der Motor nur leicht belastet ist, vorverlagert die Ventiltriebssteuervorrichtung die Öffnungs/Schließsteuerzeiten des Einlassventils, um eine Ventilüberlappung mit einem Auslassventil (eine Dauer, in der beide Ventile offen sind) zu verlängern, um die interne AGR-Menge zu vergrößern, um hierdurch die Verbrennungstemperatur zu senken und die emittierte NOx-Menge zu reduzieren.

**[0003]** Als ein anderer Typ der herkömmlichen Ventiltriebssteuervorrichtung ist eine Ventiltriebssteuervorrichtung vorgeschlagen worden, die einen Niederdrehzahlnocken und einen Hochdrehzahlnocken mit vorbestimmten Nockenprofilen aufweist, die sich für einen jeweiligen Einlassnocken und einen Auslassnocken voneinander unterscheiden, um das Nockenprofil jedes Nockens zwischen dem Niederdrehzahlnocken und dem Hochdrehzahlnocken umzuschalten (siehe z.B. japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 62-12811). Diese Ventiltriebssteuervorrichtung schaltet die Einlass- und Auslassnocken während Niederdrehzahl zu den Niederdrehzahlnocken und während Hochdrehzahl zu den Hochdrehzahlnocken um, um optimale Öffnungs/Schließsteuerzeiten und Hubbeträge für die Einlass- und Auslassventile in jedem Drehzahlbe-

reich bereitzustellen, um eine hohe Einlass/Auslasswirkung sicherzustellen, um hierdurch eine hohe Motorleistung zu realisieren. Eine andere bekannte Ventiltriebssteuervorrichtung dieses Typs setzt ein Nockenprofil eines der Einlassnocken, um ein Einlassventil um einen winzigen Hubbetrag zu öffnen/zuschließen, um einen Wirbel zu erzeugen, so dass auch mit einem mageren Luft/Kraftstoffgemisch ein Verbrennungszustand sichergestellt wird, um hierdurch den Kraftstoffnutzungsgrad zu verbessern und stagnierenden Kraftstoff in dem Ansaugventil zu beseitigen (siehe z.B. japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 7-97971).

**[0004]** Eine weiter bekannte Ventiltriebssteuervorrichtung eines anderen Typs verwendet Elektromagneten, um ein Einlassventil und ein Auslassventil zu öffnen/zuschließen (siehe z.B. japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 8-200025). Diese Ventiltriebssteuervorrichtung umfasst Haupt- und Hilfseinlassventile und Haupt- und Hilfsauslassventile in jedem Zylinder, und elektromagnetische Ventiltriebsmechanismen jeweils zum Antrieb des zugeordneten dieser vier Einlass- und Auslassventile. Jeder elektromagnetische Ventiltriebsmechanismus umfasst zwei einander gegenüberliegende Elektromagneten; einen Anker, der zwischen den zwei Elektromagneten angeordnet und mit einem ihm zugeordneten Einlass- und Auslassventil gekoppelt ist; zwei Schraubenfedern zum Vorspannen des Ankers; und dergleichen. Dieser elektromagnetische Ventiltriebsmechanismus steuert die Durchleitung der beiden Elektromagneten, um den Anker abwechselnd zu den jeweiligen Elektromagneten anzuziehen, um die Einlass- und Auslassventile zu öffnen/zuschließen. Daher kann die Ventilöffnungssteuerzeit und die Ventilschließsteuerzeit für die Einlass- und Auslassventile beliebig gesteuert werden, indem die Durchleitzeit gesteuert wird. Wenn beide Elektromagneten nicht leitend sind, wird der Anker durch den Ausgleich der Vorspannkräfte der beiden Schraubenfedern in einer Neutralstellung zwischen den beiden Elektromagneten gehalten, um hierdurch die Einlass- und Auslassventile in einem offenen Zustand zu halten.

**[0005]** Auch bei dieser Ventiltriebssteuervorrichtung werden das Haupteinlassventil und das Hilfseinlassventil in einer unterschiedlichen Kombination gemäß einem bestimmten Betriebszustand des Verbrennungsmotors angetrieben. Insbesondere im Niederdrehzahl/Niederlastzustand pausiert das Haupteinlassventil und es wird nur das Hilfseinlassventil angetrieben; im Mitteldrehzahl/Mittellastzustand pausiert das Hilfseinlassventil und es wird das Haupteinlassventil betrieben, um eine Ansaugluftmenge zuzuführen, die für den Betriebszustand geeignet ist, während ein Wirbel erzeugt wird, um einen stabilen Verbrennungszustand sicherzustellen; und im Hochdrehzahl/Hochlastzustand werden beide Haupt- und Hilfseinlassventile angetrieben, um eine hohe Leis-

tung sicherzustellen.

**[0006]** Jedoch wird bei den oben beschriebenen herkömmlichen Ventilantriebssteuervorrichtungen bei dem ersten Typ, der die Nockenphase verändert, lediglich die Phase des Einlassnockens in Bezug auf die Nockenwelle geändert. Da die Ventilöffnungsdauer für das Einlassventil fest ist, wird die Ventilschließsteuerzeit automatisch bestimmt, wenn die Ventilöffnungssteuerzeit für das Einlassventil festgelegt wird. Aus diesem Grund kann die Ventilantriebssteuervorrichtung gleichzeitig eine optimale Ventilöffnungssteuerzeit und auch eine optimale Ventilschließsteuerzeit im gesamten Drehzahlbereich und Lastbereich erreichen. Während es z.B. bevorzugt ist, dass die Ventilöffnungs- und Schließsteuerzeiten so gesetzt sind, dass sie während Niederdrehzahlbetrieb den Kraftstoffnutzungsgrad an einer Verbrennungsfluktationsgrenze minimieren und während Mittel- bis Hochdrehzahlbetrieb ein Drehmoment maximieren, unterliegt diese Ventilantriebssteuervorrichtung bei der Realisierung dieser Ventiloperationen Schwierigkeiten.

**[0007]** Der zweite Typ von Ventilantriebssteuervorrichtung, der nur Nockenprofile umschaltet, hat zwei Stufen von Nockenprofilen zum Umschalten, so dass die Öffnungs/Schließsteuerzeiten und Hubbeträge, die hierdurch für die Einlass- und Auslassventile bereitgestellt werden, sich lediglich in zwei Stufen verändern. Daher ist die Ventilantriebssteuervorrichtung nicht in der Lage, optimale Öffnungs/Schließsteuerzeiten und Hubbeträge in dem gesamten Drehzahlbereich und Lastbereich bereitzustellen.

**[0008]** Andererseits ist der dritte Typ der herkömmlichen Ventilantriebssteuervorrichtung, die die elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismen aufweist, in der Lage, die Ventilöffnungssteuerzeiten und Ventilschließsteuerzeiten für die Einlass- und Auslassventile beliebig zu steuern, so dass diese Ventilantriebssteuervorrichtung vorteilhaft optimale Öffnungs/Schließsteuerzeiten im gesamten Drehzahlbereich und Lastbereich bereitstellen kann. Da jedoch diese Ventilantriebssteuervorrichtungen alle Einlass- und Auslassventile unter Verwendung der elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismen antreibt, steigt der Energieverbrauch, was eine resultierende Minderung in der Kraftstoffnutzungsgrad bewirkt. Da auch die Elektromagneten, Anker und dgl., die einen Teil der elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismen bilden, aus magnetischen Materialien hergestellt sind, hat die Ventilantriebssteuervorrichtung den Nachteil eines größeren Gewichts und erhöhter Herstellungskosten.

**[0009]** Da auch diese Ventilantriebssteuervorrichtung darauf beruht, dass der Anker von den zwei Elektromagneten zum Öffnen/Schließen des Einlassventils angezogen wird, ist der Hubbetrag für das Ein-

lassventil fest, so dass beim Öffnen/Schließen des Einlassventils um einen winzigen Betrag Schwierigkeiten entstünden. Wenn daher das Haupteinlassventil oder Hilfseinlassventil pausiert, muss es in einem vollständig geschlossenen Zustand gehalten werden. In Abhängigkeit vom jeweiligen Betriebszustand des Verbrennungsmotors können, wenn dieses Haupt- oder Hilfseinlassventil fortdauernd im vollständig geschlossenen Zustand gehalten wird, durch Verbrennung erzeugte Kohlenstoffe an dem pausierenden Einlassventil und seinem Ventilsitz anhaften, wobei in diesem Fall das Einlassventil zwangsweise von dem Ventilsitz weggerissen wird, wenn das Einlassventil den Betrieb wieder aufnimmt, wodurch möglicherweise die Abdichtung zum Ventilsitz beschädigt wird. Da auch das pausierende Einlassventil im vollständig geschlossenen Zustand zu stagnierendem Kraftstoff führt, wird ein Luft/Kraftstoffgemisch angereichert, so dass die Abgascharakteristik schlechter wird, wenn das Einlassventil den Betrieb wieder aufnimmt.

**[0010]** Wenn ferner in dieser Ventilantriebssteuervorrichtung der Anker einem mechanischen Stoß oder irgendwelchen Schwingungen unterliegt, wenn der Anker von einem Elektromagnet angezogen wird oder sich zwischen den Elektromagneten bewegt, kann die Ventilantriebssteuervorrichtung an einem Phänomen leiden, in dem die Einlass- und Auslassventile durch die Vorspannkräfte der Schraubenfedern zu ihren Neutralstellungen zurückkehren (nachfolgend als "Aussetz-Phänomen" bezeichnet). Insbesondere, wenn das Aussetz-Phänomen an der Auslassventilseite auftritt, wird unverbranntes Gas zur Außenseite durch das aussetzende Auslassventil während eines Verdichtungstakts und eines Verbrennungstakts ausgeworfen, was möglicherweise in einer verschlechterten Abgascharakteristik resultiert.

**[0011]** Die US-A-6,009,841 offenbart eine Ventilantriebssteuervorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1. Dort ist nur ein Nocken für die jeweiligen Einlassventile vorgesehen.

#### OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

**[0012]** Die vorliegende Erfindung ist zur Lösung der oben erwähnten Probleme durchgeführt worden, und es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Ventilantriebssteuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor des gattungsgemäßen Typs anzugeben, die in der Lage ist, stagnierenden Kraftstoff im Einlassventil und Festhängen desselben auf dessen Ventilsitz zu verhindern.

**[0013]** Zur Lösung der obigen Aufgabe sieht die vorliegende Erfindung eine Ventilantriebssteuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor zum Steuern/Regeln von Öffnungs/Schließvorgängen eines Auslassventils und eines ersten und eines zweiten Einlass-

ventils, die in einem Zylinder angeordnet sind, vor, wobei die Ventilantriebssteuervorrichtung umfasst: einen elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismus zum elektromagnetischen Öffnen/Schließen des ersten Einlassventils; einen Ventilantriebsmechanismus vom Nockentyp zum Öffnen/Schließen des zweiten Einlassventils mit einem Einlassnocken, der an einer Nockenwelle angeordnet ist, die synchron mit der Drehung des Verbrennungsmotors angetrieben wird, wobei der Ventilantriebsmechanismus vom Nockentyp in der Lage ist, innerhalb einer Brennkammer des Zylinders eine Zylinderfließbewegung zu erzeugen; ein Betriebszustandserfassungsmittel zum Erfassen eines Betriebszustands des Verbrennungsmotors; ein Betriebsmodusbestimmungsmittel zum Bestimmen eines Betriebsmodus jeweils für den elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismus und den Ventilantriebsmechanismus vom Nockentyp gemäß dem erfassten Betriebszustand des Verbrennungsmotors; und ein Steuermittel zum Steuern/Regeln des Betriebs des elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismus und des Ventilantriebsmechanismus vom Nockentyp gemäß dem bestimmten Betriebsmodus, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilantriebsmechanismus vom Nockentyp einen Nockenprofilumschaltmechanismus umfasst, um ein Nockenprofil des Einlassnockens zwischen einem Nocken winzigen Hubs zum Öffnen/Schließen des zweiten Einlassventils um einen winzigen Hubbetrag zum Erzeugen der Zylinderfließbewegung und einem Normalhubnocken zum Öffnen/Schließen des zweiten Einlassventils um einen Hubbetrag, der größer ist als der winzige Hubbetrag, umzuschalten.

**[0014]** In dieser Ventilantriebssteuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor wird das erste Einlassventil der in einem Zylinder angeordneten ersten und zweiten Einlassventile durch den elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismus elektromagnetisch geöffnet/geschlossen, dessen Betrieb durch das Steuermittel gesteuert/geregelt wird. Da insofern das erste Einlassventil beliebig für die Ventilöffnungssteuerzeit und die Ventilschließsteuerzeit gesteuert werden kann, können geeignete Öffnungs/Schließsteuerzeiten für jeden Betriebszustand des Verbrennungsmotors erreicht werden. Andererseits wird das zweite Einlassventil durch den Ventilantriebsmechanismus vom Nockentyp geöffnet und geschlossen, der dem Einlassnocken der Nockenwelle folgt, die synchron mit der Drehung des Verbrennungsmotors angetrieben wird. Der Ventilantriebsmechanismus vom Nockentyp ist so konfiguriert, dass er eine Zylinderfließbewegung bewirkt, die durch einen Wirbel in der Brennkammer des Zylinders repräsentiert wird, und dessen Betrieb wird durch das Steuermittel gesteuert/geregelt.

**[0015]** Somit können gemäß dem Betriebszustand der geeignete Kraftstoffnutzungsgrad und die Leistung bereitgestellt werden, indem die Einstellungen

der Öffnungs/Schließsteuerzeiten des ersten Einlassventils und die Erzeugung und der Stopp der Zylinderfließbewegung durch das zweite Einlassventil gemäß einem jeweiligen Betriebszustand geeignet kombiniert werden. Zum Beispiel wird im Niederdrehzahl/Niederlastbetriebszustand die Zylinderfließbewegung durch das zweite Einlassventil erzeugt, um einen stabilen Verbrennungszustand auch mit einem mageren Luft/Kraftstoffgemisch sicherzustellen, und die Öffnungs/Schließsteuerzeiten für das erste Einlassventil werden in die Nähe der Verbrennungsfluktationsgrenze gesetzt, um es hierdurch möglich zu machen, einen optimalen Kraftstoffnutzungsgrad zu erreichen. Im Hochdrehzahl/Hochlastbetriebszustand wird wiederum die vom zweiten Einlassventil erzeugte Zylinderfließbewegung gestoppt, um die Ansaugluftmenge zu vergrößern, und die Öffnungs/Schließsteuerzeiten für das erste Einlassventil IV2 werden in die Nähe der Leistungsgrenze gesetzt, um es hierdurch möglich zu machen, eine maximal große Leistung zu erzeugen.

**[0016]** Auch da das zweite Einlassventil durch diesen Ventilantriebsmechanismus vom Nockentyp angetrieben wird, anstatt durch den elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismus, können die Kosten und das Gewicht reduziert werden, im Vergleich zu der herkömmlichen Ventilantriebssteuervorrichtung, die beide Einlassventile von einem elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismus antreibt.

**[0017]** Da der Betriebsmodus für den elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismus gemäß einem erfassten Betriebszustand des Verbrennungsmotors bestimmt wird, können die Ventilöffnungssteuerzeit und die Ventilschließsteuerzeit optimal für das erste Einlassventil gemäß einem aktuellen Betriebszustand in allen Drehzahlbereichen und Lastbereichen eingestellt werden. Da auch der Betriebsmodus für den Ventilantriebsmechanismus vom Nockentyp auch gemäß dem erfassten Betriebszustand bestimmt wird, kann die Zylinderfließbewegung durch den Ventilantriebsmechanismus vom Nockentyp gemäß dem aktuellen Betriebszustand geeignet erzeugt werden.

**[0018]** Erfindungsgemäß weist der Ventilantriebsmechanismus vom Nockentyp zum Öffnen/Schließen des Einlassventils den Nockenprofilumschaltmechanismus auf. Wenn das Nockenprofil zu dem Nocken winzigen Hubs umgeschaltet ist, wird das zweite Einlassventil um einen winzigen Hubbetrag geöffnet/geschlossen, um eine Zylinderfließbewegung zu erzeugen. Auf diese Weise wird das zweite Einlassventil um den winzigen Hubbetrag geöffnet/geschlossen, während die Zylinderfließbewegung erzeugt wird, so dass eine Kraftstoffstagnation in dem zweiten Einlassventil eliminiert werden kann, und verhindert werden kann, dass das Luft/Kraftstoffgemisch unmittelbar nach dem Stopp der Zylinderfließbewegung an-

gereichert wird. Zusätzlich verklebt die durch die Verbrennung erzeugte Kohle das zweite Einlassventil und dessen Ventilsitz nicht, selbst wenn die Zylinderfließbewegung für eine lange Zeit erzeugt wird, wodurch es möglich gemacht wird, das Problem zu beseitigen, dass das zweite Einlassventil an dem Ventilsitz haftet. Auch zum Beispiel im Hochdrehzahlzustand und Hochlastzustand wird das Nockenprofil zum Normalhubnocken umgeschaltet, um die Ansaugluftmenge zu vergrößern, um hierdurch eine größere Leistung sicherzustellen.

**[0019]** Bevorzugt umfasst, in der Ventilantriebssteuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor, der Ventilantriebsmechanismus vom Nockentyp ein Wirbelsteuerventil an einer Stelle stromauf des zweiten Einlassventils.

**[0020]** Gemäß der oben beschriebenen Konfiguration wird das Wirbelsteuerventil gemäß einem Betriebszustand des Verbrennungsmotors betrieben, um einen Wirbel als Zylinderfließbewegung zu erzeugen, und das Wirbelsteuerventil wird gestoppt, um für eine hohe Leistung zu sorgen. Auch da das zweite Einlassventil selbst durch den Ventilantriebsmechanismus vom Nockentyp normal geöffnet/geschlossen wird, werden das Stagnieren von Kraftstoff und das Anhaften am Ventilsitz in dem zweiten Einlassventil beseitigt, wie im Falle der zuvor erwähnten Konfiguration.

**[0021]** Bevorzugt umfasst die Ventilantriebssteuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor ferner einen Auslassventil-Antriebsmechanismus vom Nockentyp zum Öffnen/Schließen des Auslassventils mit einem Auslassnocken, der an der Nockenwelle angeordnet ist, die synchron mit der Drehung des Verbrennungsmotors angetrieben wird.

**[0022]** Da gemäß der oben beschriebenen Konfiguration das Auslassventil durch den Auslassventil-Antriebsmechanismus vom Nockentyp in ähnlicher Weise wie das zweite Einlassventil angetrieben wird, anstatt durch einen elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismus, können die Kosten und das Gewicht entsprechend reduziert werden. Auch ist, anders als im Stand der Technik, das Auslassventil frei von dem Aussetz-Phänomen, das elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismen inhärent ist, um hierdurch eine mögliche Verschlechterung der Abgascharakteristik aufgrund Emission von unverbranntem Gas durch ein aussetzendes Auslassventil zu beseitigen.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0023]** [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm, das allgemein die Konfiguration einer Ventilantriebssteuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor gemäß einer ersten Ausführung der vorliegenden Erfindung darstellt;

**[0024]** [Fig. 2](#) ist ein Diagramm, das die Positionen der Einlassventile und Auslassventile zeigt;

**[0025]** [Fig. 3](#) ist eine Draufsicht mit Darstellung der Struktur der Anordnung der Einlassventile, der Auslassventile und der Ventilantriebssteuervorrichtung für zwei Zylinder;

**[0026]** [Fig. 4](#) ist ein Diagramm, das zeigt, wie in dem Pausemodus eines ersten Einlassventils ein Wirbel erzeugt wird;

**[0027]** [Fig. 5](#) ist ein Flussdiagramm, das eine Routine zur Steuerung eines Ventilbetriebs darstellt, der von einer ECU in [Fig. 1](#) ausgeführt wird;

**[0028]** [Fig. 6](#) ist ein Graph, der ein beispielhaftes Arbeitsbereichkennfeld zeigt;

**[0029]** [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) sind Graphen, die beispielhafte Einstellungen von Öffnungs/Schließsteuerzeiten für das erste Einlassventil im Niederdrehzahlzustand bzw. in einem Vollgasbereich zeigen; und

**[0030]** [Fig. 8](#) ist eine Perspektivansicht, die ein Wirbelsteuerventil darstellt, das in einer zweiten Ausführung der vorliegenden Erfindung verwendet wird, und wie hierdurch ein Wirbel erzeugt wird.

#### BESTE ART ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

**[0031]** Im Folgenden werden eine Ventilantriebssteuervorrichtung, ein Ventilantriebssteuerverfahren und eine Motorsteuereinheit für einen Verbrennungsmotor gemäß einer ersten Ausführung der vorliegenden Erfindung in Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. [Fig. 1](#) stellt allgemein die Ventilantriebssteuervorrichtung gemäß der ersten Ausführung dar. Ein nicht dargestellter Verbrennungsmotor (nachfolgend einfach der "Motor" genannt) **3** ist ein Reihenvierzylinder-Benzinmotor (in [Fig. 3](#) sind zwei Zylinder dargestellt) vom SOHC-Typ, der in ein nicht gezeigtes Fahrzeug eingebaut ist. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, ist jeder Zylinder **4** mit einem ersten und einem zweiten Einlassventil IV1, IV2 und einem ersten und einem zweiten Auslassventil EV1, EV2 versehen. In dieser Ausführung wird das erste Einlassventil IV1 von einem elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismus **5** zum Öffnen und Schließen angetrieben; das zweite Einlassventil IV2 von einem Ventilantriebsmechanismus **6** vom Nockentyp; und beide Auslassventile EV1, EV2 von einem Auslassventil-Antriebsmechanismus **7** vom Nockentyp. Einlassventilöffnungen (nicht gezeigt), die von den Einlassventilen IV1, IV2 geöffnet/geschlossen werden, und Auslassventilöffnungen (nicht gezeigt), die von den Auslassventilen EV1, EV2 geöffnet/geschlossen werden, stehen mit einem einzigen Ansaugkanal **8** und

Auslasskanal **9** in Verbindung (siehe [Fig. 4](#)), so dass Kraftstoff von einem Kraftstoffeinspritzventil (nicht gezeigt) in den Ansaugkanal **5** eingespritzt wird.

**[0032]** Der elektromagnetische Ventilantriebsmechanismus **5** umfasst zwei obere und untere Elektromagneten **5a**; einen Anker (nicht gezeigt), der zwischen den beiden Elektromagneten **5a** angeordnet und mit dem ersten Einlassventil IV1 gekoppelt ist; zwei Schraubenfedern (nicht gezeigt) zum Vorspannen des Ankers; und sofort. Die Elektromagneten **5a** werden durch ein Treibersignal von einer ECU **2**, später beschrieben, angesteuert, um in einen angeregten oder nicht angeregten Zustand einzutreten, um den Anker abwechselnd anzuziehen, und das erste Einlassventil IV1 zu öffnen/zu schließen. Durch Steuern/Regeln der Ausgabesteuerzeit des Treibersignals können daher eine Ventilöffnungssteuerzeit und eine Ventilschließsteuerzeit für das erste Einlassventil IV1 beliebig gesteuert/geregelt werden. Das erste Einlassventil IV1 ist mit einem Hubsensor (nicht gezeigt) versehen, um die Position eines Ventilkörpers davon zu erfassen. Der Hubsensor erzeugt ein Erfassungssignal, das an die ECU **2** ausgegeben wird.

**[0033]** Wie in [Fig. 3](#) dargestellt, sind in zwei Zylindern **4** an beiden Seiten der vier Reihenzylinder **4** die ersten Einlassventile IV1 einander benachbart angeordnet, und die elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismen **5** zum Antrieb dieser benachbarten ersten Einlassventile IV1 sind als einziges Modul ausgebildet. Mit einer solchen modularen Konfiguration brauchen nur zwei elektromagnetische Ventilantriebsmechanismen für die vier Zylinder **4** montiert zu werden, so dass die Montage und der Zusammenbau erleichtert werden.

**[0034]** Der Ventilantriebsmechanismus **6** vom Nockenentyp zum Antrieb des zweiten Einlassventils IV2 umfasst die Nockenwelle **10**; einen Einlassnocken **11**, der integral an der Nockenwelle **10** angeordnet ist; einen schwenkbaren Kipphebel **12**, der von dem Einlassnocken **11** angetrieben wird, um eine Drehbewegung der Nockenwelle **10** in eine Hin- und Herbewegung des ersten Einlassventils IV1 umzuwandeln; einen Nockenprofilumschaltmechanismus (nachfolgend abgekürzt als "VTEC") **13** zum Umschalten der Nockenprofile für den Einlassnocken **11**; und dergleichen. Die Nockenwelle **10** ist mit einer Kurbelwelle (nicht gezeigt) des Motors **3** durch ein Abtriebsritzel und eine Steuerkette (von denen keine gezeigt ist) gekoppelt, so dass die Nockenwelle **10** von der Kurbelwelle angetrieben wird, um sich einmal pro zwei Umdrehungen der Kurbelwelle zu drehen.

**[0035]** Wie in [Fig. 3](#) dargestellt, umfasst der Einlassnocken **11** einen Nocken winzigen Hubs **11a**, der eine sehr niedrige Nockennase aufweist, und einen Niederdrehzahlnocken **11b** (Normalhubnocken) mit einem Nockenprofil, das höher ist als der Hubnocken

**11a**. Dieser Nocken winzigen Hubs **11a** und der Niederdrehzahlnocken **11b** werden von dem VTEC **13** umgeschaltet, so dass ein Betriebsmodus des zweiten Einlassventils IV2 zwischen einem Pausenmodus und einem Aktivmodus umgeschaltet wird. In dem Pausenmodus wird das zweite Einlassventil IV2 um einen winzigen Hubbetrag gemäß dem Nockenprofil des Nockens winzigen Hubs **11a** geöffnet/geschlossen, um hierdurch einen Wirbel zu erzeugen, der in der horizontalen Richtung von dem ersten Einlassventil IV1 zu dem zweiten Einlassventil IV2 in dem Zylinder **4** fließt, als Zylinderfließbewegung, wie in [Fig. 4](#) dargestellt. Andererseits wird in dem Aktivmodus das zweite Einlassventil IV2 um einen größeren Hubbetrag und mit Öffnungs/Schließsteuerzeiten gemäß dem Nockenprofil des Niederdrehzahlnockens **11b** geöffnet/geschlossen, um hierdurch für eine größere Leistung zu sorgen. Der Betrieb des VTEC **13** wird gesteuert, indem ein elektromagnetisches VTEC-Steuerventil **13a** durch ein Treibersignal von der ECU **2** angesteuert wird, um einen dem VTEC **13** zugeführten Öldruck zu verändern.

**[0036]** Der Auslassventil-Antriebsmechanismus **7** vom Nockenentyp zum Antrieb der ersten und zweiten Auslassventile EV1, EV2 umfasst die Nockenwelle **10**; Auslassnocken **14**, die integral mit der Nockenwelle **10** angeordnet sind; Auslassventilkipphebel **15**; und dergleichen. Beide Auslassventile EV1, EV2 werden um einen festen Hubbetrag und mit Öffnungs/Schließsteuerzeiten gemäß dem Nockenprofil des Auslassnockens **14** geöffnet/geschlossen.

**[0037]** Ein Kurbelwinkelsensor **16** (Betriebszustandserfassungsmittel) ist um die Kurbelwelle herum angeordnet. Der Kurbelwinkelsensor erzeugt ein CYL-Signal, ein OT-Signal und ein CRK-Signal, die alle Pulssignale sind, die an jeweiligen vorbestimmten Kurbelwinkelpositionen erzeugt werden, wenn sich die Kurbelwelle dreht, und gibt die erzeugten Signale an die ECU **2** aus. Insbesondere wird das CYL-Signal an einer vorbestimmten Kurbelwinkelstellung für einen bestimmten Zylinder **4** erzeugt. Das OT-Signal ist ein Signal, das anzeigt, dass sich ein Kolben (nicht gezeigt) jedes Zylinders **4** an einer vorbestimmten Kurbelwinkelstellung nahe dem oberen Totpunkt (OT) zu Beginn eines Ansaugtakts befindet, und in dieser Ausführung, in der der Motor **3** ein Vierzylindermotor ist, wird alle 180° Kurbelwinkel ein Puls erzeugt. Das CRK-Signal wird wiederum zu einer vorbestimmten Kurbelwinkelperiode erzeugt, die kürzer ist als das OT-Signal (zum Beispiel alle 30°). Die ECU **2** bestimmt die Kurbelwinkelstellung für jeden Zylinder **4** auf der Basis des CYL-Signals, des OT-Signals und des CRK-Signals, und berechnet die Drehzahl NE des Motors **3** (nachfolgend die "Motordrehzahl" genannt) auf der Basis des CRK-Signals.

**[0038]** Die ECU **2** erhält ferner ein Erfassungssignal, das einen Ansaugrohrabsolutdruck PBA an einer

Stelle stromab eines Drosselventils (nicht gezeigt) in dem Ansaugrohr angibt, von einem Ansaugrohrabsolutdrucksensor **17**; ein Erfassungssignal, das eine Öffnung  $\theta_{TH}$  des Drosselventils (Drosselventilöffnung) angibt, von einem Drosselventilöffnungssensor **18**; sowie ein Erfassungssignal, das eine Akzeleratoröffnung ACC angibt, die ein Tretbetrag auf ein Gaspedal (nicht gezeigt) ist, von einem Akzeleratoröffnungssensor **19** (Betriebszustandserfassungsmittel). Alle diese Parameter geben eine Last an den Motor **3** an, und in dieser Ausführung sind diese Parameter durch die Akzeleratoröffnung ACC als Parameter der Motorlast repräsentiert, wie später beschrieben wird.

**[0039]** In dieser Ausführung wirkt die ECU **2** als Steuermittel, als Betriebszustandserfassungsmittel und als Betriebsmodusbestimmungsmittel, und beruht auf einem Mikrocomputer, der eine CPU, ein RAM, ein ROM, eine Eingabe/Ausgabeschnittstelle (von denen keine gezeigt ist) und dergleichen umfasst. Die Erfassungssignale von den Sensoren **16–19** werden einer A/D-Wandlung und Wellenformung in der Eingangsschnittstelle unterzogen, bevor sie in die CPU eingegeben werden. Die CPU bestimmt einen Betriebszustand des Motors **3** in Antwort auf diese Eingangssignale gemäß einem Steuerprogramm und dergleichen, das in dem ROM gespeichert ist, bestimmt einen Betriebsmodus für den elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismus **5** und den Ventilantriebsmechanismus **6** vom Nockentyp, und führt eine Ventilantriebssteueroutine zum Steuern/Regeln der Öffnungs/Schließsteuerzeiten für das erste Einlassventil IV1 und das Umschalten von Nockenprofilen des Einlassnockens **11** entsprechend dem Ergebnis der Bestimmung aus.

**[0040]** [Fig. 5](#) stellt ein Flussdiagramm der Ventilantriebssteueroutine dar. In dieser Routine wird zuerst in Schritt **11** bestimmt (in [Fig. 3](#) mit "S11" bezeichnet, und in den anschließenden Zeichnungen ebenfalls), ob das zweite Einlassventil IV2 in einem Pausemodus ist oder nicht, d.h. ob der Einlassnocken **11** auf den Nocken winzigen Hubs **11a** gestellt ist oder nicht. Wenn die Antwort auf Schritt **11** JA ist, was angibt, dass das zweite Einlassventil IV2 im Pausemodus ist, wird bestimmt, ob die Motordrehzahl NE höher als eine Betriebsstartdrehzahl NVECSTART (zum Beispiel 3000 UpM) des zweiten Einlassventils IV2 ist oder nicht (Schritt **12**). Wenn die Antwort auf Schritt NEIN ist, wird bestimmt, ob die Akzeleratoröffnung ACC größer als eine Betriebsstartöffnung ACCSTART (zum Beispiel 85% Öffnung) ist oder nicht (Schritt **13**). Wenn die Antwort auf Schritt **13** NEIN ist, d.h. wenn  $NE \leq NVECSTART$  und  $ACC \leq ACCSTART$  gelten, wird der Pausemodus als der Betriebsmodus des zweiten Einlassventils IV2 spezifiziert (Schritt **14**), um den Pausemodus beizubehalten. Als Nächstes werden eine Ventilöffnungssteuerzeit und eine Ventilschließsteuerzeit für das erste

Einlassventil IV1 im Pausemodus bestimmt (Schritt **15**). Details zu dieser Bestimmung werden später beschrieben.

**[0041]** Wenn andererseits die Antwort auf Schritt **12** oder **13** JA ist, d.h. wenn  $NE > NVECSTART$  oder  $ACC > ACCSTART$  gelten, wird der Aktivmodus als der Betriebsmodus für das zweite Einlassventil IV2 spezifiziert (Schritt **16**), um hierdurch den Aktivmodus zu starten und den Einlassnocken **11** zum Niederdrehzahlnocken **11b** umzuschalten. Als Nächstes werden eine Ventilöffnungssteuerzeit und eine Ventilschließsteuerzeit für das erste Einlassventil IV1 im Aktivmodus gemäß der Motordrehzahl NE und der Akzeleratoröffnung ACC bestimmt (Schritt **17**). Details zu dieser Bestimmung werden auch später beschrieben.

**[0042]** Wenn andererseits die Antwort auf Schritt **11** NEIN ist, was angibt, dass das zweite Einlassventil IV2 im Aktivmodus ist, wird bestimmt, ob die Motordrehzahl NE niedriger ist als eine Pausestartdrehzahl NVTECSTOP (zum Beispiel 2900 UpM), die niedriger ist die Betriebsstartdrehzahl NVECSTART, oder nicht (Schritt **18**). Wenn die Antwort auf Schritt **18** NEIN ist, wird erneut bestimmt, ob die Akzeleratoröffnung ACC kleiner ist als eine Pausestartöffnung ACCSTOP (zum Beispiel 80% Öffnung), die kleiner ist als die Betriebsstartöffnung ACCSTART, oder nicht (Schritt **19**). Wenn die Antwort auf Schritt **19** NEIN ist, d.h. wenn  $NE \geq NVTECSTOP$  und  $ACC \geq ACCSTOP$ , werden die vorgenannten Schritte **16** und **17** ausgeführt, um das zweite Einlassventil IV2 im Aktivmodus zu halten, und die Öffnungs/Schließsteuerzeiten für das erste Einlassventil IV1 werden im Aktivmodus bestimmt.

**[0043]** Wenn andererseits die Antwort auf Schritt **18** oder **19** JA ist, d.h. wenn  $NE < NVTECSTOP$  oder  $ACC < ACCSTOP$  gilt, werden die vorstehenden Schritte **14** und **15** ausgeführt, um den Pausemodus zu starten, den Einlassnocken **1** zum Nocken winzigen Hubs **11a** umzuschalten und die Öffnungs/Schließsteuerzeiten für das erste Einlassventil IV1 im Pausemodus zu bestimmen.

**[0044]** In der vorstehenden Weise wird der Betriebsmodus des zweiten Einlassventils IV2 gemäß der Motordrehzahl NE und der Akzeleratoröffnung ACC bestimmt. Insbesondere wird, wie in [Fig. 6](#) gezeigt, das zweite Einlassventil IV2 auf den Pausemodus in einem Pausemodusbereich I gesetzt, der einem Niederdrehzahl/Niederlastzustand zugeordnet ist, worin sowohl der NE-Wert als auch der ACC-Wert beide klein sind. Somit wird im Niederdrehzahl/Niederlastzustand der Einlassnocken **11** auf den Nocken winzigen Hubs **11a** gesetzt, so dass das zweite Einlassventil IV2 um einen winzigen Hubbetrag geöffnet/geschlossen wird, um hierdurch in dem Zylinder **4** einen Wirbel zu erzeugen, wie in [Fig. 4](#) dargestellt, um

auch mit einem mageren Luft/Kraftstoffgemisch einen stabilen Verbrennungszustand sicherzustellen. Andererseits wird der Betriebsmodus des zweiten Einlassventils IV2 auf den Aktivmodus in einem Aktivmodusbereich II gesetzt, der einem Hochdrehzahl/Hochlastzustand zugeordnet ist, worin der NE-Wert und der ACC-Wert beide groß sind. Somit wird im Hochdrehzahl/Hochlastzustand der Einlassnocken **11** auf den Niederdrehzahlnocken **11b** gesetzt, so dass das zweite Einlassventil IV2 um einen größeren Hubbetrag geöffnet/geschlossen wird, wodurch die Ansaugluftmenge vergrößert wird, um eine größere Leistung sicherzustellen.

**[0045]** Es sollte angemerkt werden, dass die Betriebsstartdrehzahl NVTECSTART und die Pausestartdrehzahl NVTECSTOP sowie die Betriebsstartöffnung ACCSTART und die Pausestartöffnung ACCSTOP, die Bestimmungswerte zum Umschalten des Betriebsmodus des zweiten Einlassventils IV2 sind, auf voneinander unterschiedliche Werte gesetzt sind, wie oben erwähnt, weil eine Hysterese vorgesehen ist, um ein Pendeln im Schaltbetrieb des zweiten Einlassventils IV2 zu verhindern.

**[0046]** Als Nächstes wird der Prozess, der bei der Bestimmung der Öffnungs/Schließsteuerzeiten des ersten Einlassventils IV1 enthalten ist, die in Schritt **15** und **17** in [Fig. 5](#) ausgeführt wird, im Detail in Bezug auf die [Fig. 6](#) und [7](#) beschrieben. Wie oben beschrieben, werden die Öffnungs/Schließsteuerzeiten für das erste Einlassventil IV1 gemäß der Motordrehzahl NE und der Akzeleratoröffnung ACC bestimmt. Insbesondere ist vorab ein in [Fig. 6](#) gezeigtes Betriebsbereichkennfeld gesetzt worden, so dass bestimmt wird, welcher dieser Betriebsbereiche des Motors **3** gemäß dem NE-Wert und ACC-Wert vorliegt, und die Öffnungs/Schließsteuerzeiten für das erste Einlassventil IV1 wird auf der Basis eines Betriebsmodus, der einem bestimmten Betriebsbereich bestimmt, bestimmt. Ein Bereich oberhalb einer Kurve in [Fig. 6](#) zeigt einen Vollgas-(WOT)-Bereich.

**[0047]** Wie in [Fig. 6](#) gezeigt, entsprechen die Betriebsbereiche im Pausenmodusbereich I des zweiten Einlassventils IV2 einem Leerlaufbereich A und einem Modus-Kraftstoffnutzungsgradbereich B. In diesen Betriebsbereichen wird das zweite Einlassventil IV2 auf den Pausenmodus gesetzt, und die Öffnungs/Schließsteuerzeiten für das erste Einlassventil IV1 werden für jeden Betriebsbereich in der folgenden Weise bestimmt.

#### Leerlaufbereich A

**[0048]** Im Leerlaufbereich A wird das erste Einlassventil IV1 auf einen nicht überlappenden (O/L)/Spätschließmodus gesetzt, um für einen optimalen Kraftstoffnutzungsgrad zu sorgen. Insbesondere wird die Ventilöffnungssteuerzeit für das erste

Einlassventil IV1 so bestimmt, dass das erste Einlassventil IV1 nicht den ersten und zweiten Auslassventilen EV1, EV2 überlappt, um die interne AGR-Menge zu begrenzen. Auch wird die Schließsteuerzeit auf spätes Schließen gesetzt, z.B. +60° bis 130° vom unteren Totpunkt (UT) (siehe [Fig. 7a](#)). Dies ist so, weil die Verbrennung aufgrund einer verschlechterten Zündleistung aufgrund adiabatischer Expansion im Ansaugtakt im Niederdrehzahl/Niederlastzustand stärker fluktuiert, so dass das erste Einlassventil IV1 langsam geschlossen wird, um einen Pumpverlust zu minimieren. Mit den vorstehenden Einstellungen wird der Kraftstoffnutzungsgrad im Leerlaufbereich A maximiert.

#### Modus-Kraftstoffnutzungsgradbereich B

**[0049]** In dem Modus-Kraftstoffnutzungsgradbereich B wird das erste Einlassventil IV1 auf einen Überlappungs/Spätschließmodus gesetzt, um den optimalen Kraftstoffnutzungsgrad und die Abgascharakteristiken in Übereinstimmung zu bringen. Insbesondere wird die Ventilöffnungssteuerzeit so bestimmt, dass das erste Einlassventil IV1 mit den Auslassventilen EV1, EV2 nach Bedarf überlappt (siehe [Fig. 7A](#)). Auf diese Weise wird ein Spüleffekt, der durch Ansaugrippen und Auslassrippen bereitgestellt wird, nach Bedarf genutzt, um den Füllungsgrad zu verbessern, wodurch es möglich gemacht wird, das Drehmoment zu vergrößern. Andererseits wird die Ventilschließsteuerzeit auf spätes Schließen von OT + 60° bis 130° in ähnlicher Weise wie im Leerlaufbereich A gesetzt, um den Kraftstoffnutzungsgrad zu reduzieren.

**[0050]** Wie auch in [Fig. 6](#) gezeigt, entsprechen Betriebsbereiche in dem Pausenmodusbereich II des zweiten Einlassventils IV2 einem Niedrig-Mitteldrehzahl-Drehmomentbereich C, einem Hochdrehzahl-Kraftstoffnutzungsgradbereich D und einem Leistungsanforderungsbereich E. In diesen Betriebsbereichen wird das zweite Einlassventil IV2 auf den Aktivmodus gesetzt, und die Öffnungs/Schließsteuerzeiten für das erste Einlassventil IV1 werden für jeden Betriebsbereich in der folgenden Weise gesetzt.

#### Niedrig-Mitteldrehzahl-Drehmomentbereich C

**[0051]** In dem Niedrig-Mitteldrehzahl-Drehmomentbereich C wird das erste Einlassventil IV1 auf einen Überlappungs/UT-Schließmodus gestellt, um für ein optimales Drehmoment zu sorgen. Insbesondere wie im Fall des Moduskraftstoffnutzungsgradbereichs B wird die Ventilöffnungssteuerzeit derart bestimmt, dass das erste Einlassventil IV1 mit den Auslassventilen EV1, EV2 nach Bedarf überlappt, um das dem Spüleffekt resultierende Drehmoment zu erhöhen. Andererseits wird die Ventilschließsteuerzeit auf das UT-Schließen (siehe [Fig. 7B](#)), das nahe dem UT liegt, gestellt, um hierdurch das tatsächliche Hubvo-

lumen zu vergrößern, um das Drehmoment zu erhöhen.

#### Hochdrehzahl-Kraftstoffnutzungsgradbereich D

**[0052]** In dem Hochdrehzahl-Kraftstoffnutzungsgradbereich D wird das erste Einlassventil IV1 auf den Nichtüberlappungs/Spätschließmodus gestellt, um für einen optimalen Kraftstoffnutzungsgrad zu sorgen, wie im Fall des Leerlaufbereichs A, um den Kraftstoffnutzungsgrad maximal zu verbessern. Da in diesem Fall das zweite Einlassventil IV2 auf den Aktivmodus gestellt ist, wird die angeforderte Leistung sichergestellt.

#### Leistungsanforderungsbereich E

**[0053]** In dem Leistungsanforderungsbereich E wird das erste Einlassventil IV1 auf den Überlappungs/UT-Schließmodus gestellt, um für ein optimales Drehmoment zu sorgen, wie im Falle des Niedrig-Mitteldrehzahl-Drehmomentbereichs C. In diesem Fall wird die Ventilöffnungssteuerzeit so eingestellt, dass sie einen maximalen Nutzungsgrad des Spüleffekts durch die Überlappung erlaubt, um hierdurch das Drehmoment mit hoher Genauigkeit zu erhöhen.

**[0054]** [Fig. 7A](#), [Fig. 7B](#) zeigen beispielhafte Einstellungen der Öffnungs/Schließsteuerzeiten für das erste Einlassventil IV1 im Niederdrehzahlzustand (zum Beispiel 1500 U<sub>p</sub>M) bzw. im Vollgasbereich. Wie in [Fig. 7A](#) gezeigt, wird im Niederdrehzahlzustand das zweite Einlassventil IV2 auf den Pausemodus gestellt, und die Ventilöffnungssteuerzeit für das erste Einlassventil IV1 wird so gestellt, dass das erste Einlassventil IV1 nicht mit den Auslassventilen EV1, EV2 überlappt, um den Kraftstoffnutzungsgrad zu verbessern, wenn der Motor unter leichter Last läuft, und wird derart eingestellt, dass das erste Einlassventil IV1 mit den Auslassventilen EV1, EV2 stark überlappt, um das Drehmoment unter Nutzung des Spüleffekts richtig zu erhöhen, wenn der Motor mäßig oder schwer belastet ist.

**[0055]** Andererseits wird die Ventilschließsteuerzeit für das erste Einlassventil IV1 auf extrem spätes Schließen gestellt, zum Beispiel angenähert UT + 130°. Es sollte angemerkt werden, dass die Ventilschließsteuerzeit von dem superspäten Schließen im extremen Niederlastzustand leicht verengt ist, weil der Motor dafür empfindlicher ist, dass aufgrund eines extremen Niederlastzustands Verbrennungsfluktuationen beginnen, so dass die Ventilschließsteuerzeit gemäß den Fluktuationen vorverlagert wird. Die Ventilschließsteuerzeit wird wiederum so gestellt, dass sie sich dem UT allmählich annähert, wenn die Last erhöht wird, um für ein größeres Drehmoment zu sorgen. In der vorstehenden Weise kann der Kraftstoffnutzungsgrad im Niederdrehzahlzustand maximal verbessert werden, indem die Öffnungs/Schließ-

steuerzeiten für das erste Einlassventil IV1 auf der Basis der Verbrennungsfluktuationengrenze gemäß einer Laständerung fein eingestellt werden.

**[0056]** Im in [Fig. 7b](#) gezeigten Vollgasbereich wird die Ventilöffnungssteuerzeit für das erste Einlassventil IV1 so eingestellt, dass das erste Einlassventil IV1 die Auslassventile EV1, EV2 bei Niedrig-Mitteldrehzahl überlappt, um das Drehmoment unter Nutzung des Spüleffekts zu vergrößern, und wird so eingestellt, dass eine geeignete Überlappung im Hochdrehzahlbereich in Antwort auf eine Zunahme der Ansaugluftmenge erzeugt. Andererseits wird die Ventilschließsteuerzeit grundlegend auf UT-Schließen nahe UT gesetzt, um das tatsächliche Hubvolumen zu vergrößern, um das Drehmoment zu erhöhen, und wird allmählich auf späteres Schließen gesetzt, wenn die Drehzahl höher wird. In der vorstehenden Weise kann im Vollgasbereich eine hohe Leistung durch Feineinstellung der Öffnungs/Schließsteuerzeit für das erste Einlassventil IV1 gemäß einer Drehzahländerung erzeugt werden.

**[0057]** Somit kann gemäß der Ventilantriebssteuervorrichtung dieser Ausführung die geeignete Kraftstoffnutzungsgrad und Leistung gemäß jedem Betriebszustand bereitgestellt werden, indem nach Bedarf die Einstellungen der Öffnungs/Schließsteuerzeiten für das erste Einlassventil IV1 und die Einstellung des Betriebsmodus des zweiten Einlassventils IV2 (Erzeugen und Stoppen eines Wirbels) kombiniert werden. Insbesondere wird, wie oben beschrieben, im Niederdrehzahl/Niederlastbetriebszustand das zweite Einlassventil IV2 auf den Pausemodus gestellt, um einen Wirbel zu erzeugen, und die Öffnungs/Schließsteuerzeiten für das erste Einlassventil IV1 werden nahe die Verbrennungsfluktuationengrenze gesetzt, um es hierdurch möglich zu machen, einen optimalen Kraftstoffnutzungsgrad zu erreichen. Daher kann der Kraftstoffnutzungsgrad stark verbessert werden, im Vergleich zu dem Fall, wo alle Einlassventile von einem Ventilantriebsmechanismus vom Nocken typ angetrieben werden, der einer Nockenwelle zugeordnet ist. Im Hochdrehzahl/Hochlastbetriebszustand wird wiederum das zweite Einlassventil IV2 auf den Aktivmodus gesetzt, um die Ansaugluftmenge zu vergrößern, und die Öffnungs/Schließsteuerzeiten für das erste Einlassventil IV1 werden in die Nähe der Leistungsgrenze gesetzt, um es hierdurch möglich zu machen, eine maximale Leistung zu erzeugen. Daher kann die Leistung stark verbessert werden im Vergleich zu dem Fall, wo alle Einlassventile von einem Ventilantriebsmechanismus vom Nocken typ angetrieben werden.

**[0058]** Da auch das zweite Einlassventil IV2 um einen winzigen Hubbetrag im Pausemodus geöffnet/geschlossen wird, kann eine Kraftstoffstagnation in dem zweiten Einlassventil IV2 eliminiert werden, um zu verhindern, dass sich ein Luft/Kraftstoffge-

misch unmittelbar nach einem Übergang zum Aktivmodus anreichert, anders als in dem Fall, wo alle Einlassventile von einem elektromagnetischen Ventiltriebsmechanismus angetrieben werden. Auch dies führt dazu, dass Kraftstofffluktuationen verhindert werden, die sich aus dem angereicherten Luft/Kraftstoffgemisch ergeben, um es hierdurch möglich zu machen, einen partiellen Nichtdrosselbereich (Bereich, wo das Drosselventil auf vollständig geöffnet angesteuert wird, wobei das Gaspedal partiell niedergedrückt ist) zu verlängern, und die Leerlaufdrehzahl zu reduzieren. Da ferner das zweite Einlassventil IV2 durch den winzigen Hubbetrag im Pausenmodus geöffnet/geschlossen wird, werden durch die Verbrennung erzeugte Kohlenstoffe das zweite Einlassventil IV1 nicht an dem zweiten Einlassventil IV2 und dessen Ventilsitz anhaften, selbst wenn der Pausenmodus über eine lange Zeit fort dauert, wodurch es möglich gemacht wird, das Problem zu eliminieren, dass das zweite Einlassventil IV2 auf dem Ventilsitz haftet.

**[0059]** Auch wird in der Ventiltriebssteuervorrichtung gemäß dieser Ausführung das erste Einlassventil IV1 allein durch den elektromagnetischen Ventiltriebsmechanismus **5** angetrieben, während das zweite Einlassventil IV2 sowie die ersten und zweiten Auslassventile EV1, EV2 von dem Ventiltriebsmechanismus **6** und dem Auslassventil-Antriebsmechanismus **7** vom Nockentyp angetrieben werden, wodurch es möglich gemacht wird, den Energieverbrauch einzusparen, um den Kraftstoffnutzungsgrad zu verbessern und die Kosten und das Gewicht zu reduzieren, im Vergleich zu dem Fall, wo alle Einlass- und Auslassventile von einem elektromagnetischen Ventiltriebsmechanismus angetrieben werden.

**[0060]** Weil darüber hinaus die Auslassventile EV1, EV2 von dem Auslassventil-Antriebsmechanismus **7** vom Nockentyp angetrieben werden, sind die Auslassventile EV1, EV2 frei von dem Aussetz-Phänomen, das elektromagnetischen Ventiltriebsmechanismen inhärent ist, um hierdurch eine mögliche Verschlechterung der Abgascharakteristik aufgrund der Emission unverbrauchter Gase durch ein aussetzendes Auslassventil zu beseitigen.

**[0061]** Gemäß der Ventiltriebssteuervorrichtung der vorstehenden Ausführung kann, zusätzlich zur insoweit beschriebenen Steuerung, auch die folgende Steuerung durchgeführt werden. Zum Beispiel wird beim Start des Motors **3** das erste Einlassventil IV1 in einem offenen Zustand gehalten (bleibt offen), um den Widerstand für den Kolben zu verringern und den Motor **3** rasch zu starten, wodurch es möglich gemacht wird, unverbranntes Gas stark zu reduzieren, das unmittelbar nach dem Start emittiert wird. Wenn es, in einer anderen Situation, erwünscht ist, das Ausgangsdrehmoment des Motors **3** zu Zwecken der Traktionsregelung, Stoßlinderung beim Schalten des

Automatikgetriebes und dgl. plötzlich zu reduzieren, kann dies leicht erreicht werden, indem das zweite Einlassventil IV2 auf den Pausenmodus gestellt wird und das erste Einlassventil IV1 geschlossen wird.

**[0062]** **Fig. 8** stellt eine zweite Ausführung der vorliegenden Erfindung dar. In der zweiten Ausführung ist das VTEC **13** in der ersten Ausführung entfernt, und die Einlassöffnung **8** ist mit einem Wirbelsteuerventil **22** versehen. Obwohl nicht gezeigt, umfasst der Einlassnocken einen normalen Einlassnocken mit einem einstufigen Nockenprofil. Das Wirbelsteuerventil **22** ist mit einem Wirbelsteuerungsaktuator (nicht gezeigt) verbunden und wird zum Öffnen/Schließen der Einlassöffnung **8** angetrieben, durch Steuerung des Drucks in seiner Arbeitskammer durch ein Treibersignal von der ECU **2**. Wenn das Wirbelsteuerventil **22** in Betrieb ist, wird die Einlassöffnung **8** partiell geschlossen, um einen Wirbel zu erzeugen, wie in **Fig. 8** mit einem Pfeil angegeben. Wenn das Wirbelsteuerventil **22** außer Betrieb ist, wird die Einlassöffnung **8** geöffnet, um die Ansaugluftmenge zu vergrößern, um hierdurch für hohe Leistung zu sorgen. Die restliche Konfiguration der zweiten Ausführung ist ähnlich der ersten Ausführung, so dass das erste Einlassventil IV1 sowie auch die ersten und zweiten Auslassventile EV1, EV2 in **Fig. 8** zu Illustrationszwecken weggelassen sind.

**[0063]** Somit können in der zweiten Ausführung ähnliche Effekte wie jene der ersten Ausführung erzeugt werden, indem das Wirbelsteuerventil **22** zum Öffnen/Schließen gemäß dem Betriebszustand des Motors **3** angesteuert wird. Da auch das zweite Einlassventil IV2 selbst durch einen Ventiltriebsmechanismus vom Nockentyp normal geöffnet/geschlossen wird, werden das Stagnieren von Kraftstoff und Hängenbleiben am Ventilsitz in dem zweiten Einlassventil IV2 beseitigt, wie im Falle der ersten Ausführung.

**[0064]** Es sollte sich verstehen, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die oben beschriebenen Ausführungen beschränkt ist, sondern in einer Vielzahl von Implementierungen praktiziert werden kann. Während z.B. die vorstehenden Ausführungen die Akzeleratoröffnung ACC als den eine Last des Motors **3** angehenden Parameter verwenden, braucht man nicht zu sagen, dass anstelle der Akzeleratoröffnung ACC auch der Ansaugrohrabsolutdruck PBA, die Drosselventilöffnung  $\theta_{TH}$ , der Zylinderdruck, die Ansaugluftmenge oder dgl. als ein solcher Parameter verwendet werden können. Auch wird in der ersten Ausführung ein Wirbel in der horizontalen Richtung als Zylinderfließbewegung erzeugt, indem das zweite Einlassventil IV2 auf den Pausenmodus gestellt wird. Alternativ kann eine Zylinderfließbewegung in der vertikalen Richtung (Umwälzströmung) erzeugt werden, ohne das Layout der Einlassöffnung oder dgl. zu verändern.

## INDUSTRIELLE ANWENDBARKEIT

**[0065]** Wie oben beschrieben, kann die Ventilantriebssteuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor gemäß der vorliegenden Erfindung eine Ventilöffnungssteuerzeit und eine Ventilschließsteuerzeit für ein Einlassventil gemäß einem Betriebszustand des Verbrennungsmotors optimal einstellen. Daher kann die vorliegende Erfindung den Kraftstoffnutzungsgrad und die Leistung des Verbrennungsmotors vorteilhaft verbessern, den stagnierenden Kraftstoff in dem Einlassventil und das Hängenbleiben des Einlassventils an seinem Ventilsitz eliminieren und die Kosten und das Gewicht der Steuervorrichtung reduzieren.

## Patentansprüche

1. Ventilantriebssteuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor zum Steuern/Regeln von Öffnungs/Schließvorgängen eines Auslassventils (EV1, EV2) und eines ersten und eines zweiten Einlassventils (IV1, IV2), die in einem Zylinder (4) angeordnet sind, wobei die Ventilantriebssteuervorrichtung umfasst:

einen elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismus (5) zum elektromagnetischen Öffnen/Schließen des ersten Einlassventils (IV1);

einen Ventilantriebsmechanismus (6) vom Nockentyp zum Öffnen/Schließen des zweiten Einlassventils (IV2) mit einem Einlassnocken (11), der an einer Nockenwelle (10) angeordnet ist, die synchron mit der Drehung des Verbrennungsmotors (3) angetrieben wird, wobei der Ventilantriebsmechanismus (6) vom Nockentyp in der Lage ist, innerhalb einer Brennkammer des Zylinders (4) eine Zylinderfließbewegung zu erzeugen;

ein Betriebszustandserfassungsmittel (16–19) zum Erfassen eines Betriebszustands des Verbrennungsmotors (3);

ein Betriebsmodusbestimmungsmittel (2) zum Bestimmen eines Betriebsmodus jeweils für den elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismus (5) und den Ventilantriebsmechanismus (6) vom Nockentyp gemäß dem erfassten Betriebszustand des Verbrennungsmotors (3); und

ein Steuermittel (2) zum Steuern/Regeln des Betriebs des elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismus (5) und des Ventilantriebsmechanismus (6) vom Nockentyp gemäß dem bestimmten Betriebsmodus,

**dadurch gekennzeichnet**, dass der Ventilantriebsmechanismus (6) vom Nockentyp einen Nockenprofilumschaltmechanismus (13) umfasst, um ein Nockenprofil des Einlassnockens (11) zwischen einem Nocken winzigen Hubs (11a) zum Öffnen/Schließen des zweiten Einlassventils (IV2) um einen winzigen Hubbetrag zum Erzeugen der Zylinderfließbewegung und einem Normalhubnocken (11b) zum Öffnen/Schließen des zweiten Einlassventils (IV2) um

einen Hubbetrag, der größer ist als der winzige Hubbetrag, umzuschalten.

2. Ventilantriebssteuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, worin der Ventilantriebsmechanismus (6) vom Nockentyp ein Wirbelsteuerventil (22) an einer Stelle stromauf des zweiten Einlassventils (IV2) umfasst.

3. Ventilantriebssteuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor gemäß Anspruch 1 oder 2, ferner umfassend:

einen Auslassventil-Antriebsmechanismus vom Nockentyp zum Öffnen/Schließen des Auslassventils (EV1, EV2) mit einem Auslassnocken (14), der an der Nockenwelle (10) angeordnet ist, die synchron mit der Drehung des Verbrennungsmotors (3) angetrieben wird.

4. Ventilantriebssteuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, worin:

der Motor (3) zumindest zwei einander benachbarte Zylinder (4) aufweist, worin die Einlassventile (IV1) der zumindest zwei Zylinder (4) einander benachbart angeordnet sind; und

der elektromagnetische Ventilantriebsmechanismus (5) zum Antrieb des jeweiligen Einlassventils (IV1) als ein einziges Modul vorgesehen ist.

5. Ventilantriebssteuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, ferner umfassend:

ein Drehzahlerfassungsmittel (16) zum Erfassen einer Drehzahl des Verbrennungsmotors (3); und ein Lasterfassungsmittel (19) zum Erfassen einer Last an dem Verbrennungsmotor (3), worin das Steuermittel den Ventilantriebsmechanismus (6) vom Nockentyp ansteuert, um in der Brennkammer eine Zylinderfließbewegung zu erzeugen, und den elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismus (5) derart ansteuert, dass das erste Einlassventil (IV1) mit einer Steuerzeit nahe einer Verbrennungsfluktuationsgrenze geöffnet oder geschlossen wird, wenn der Verbrennungsmotor (3) in einem vorbestimmten Niederdrehzahl/Niederlastzustand ist, auf der Basis der Erfassungsergebnisse von dem Drehzahlerfassungsmittel (16) und dem Lasterfassungsmittel (19).

6. Ventilantriebssteuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, ferner umfassend:

ein Drehzahlerfassungsmittel (16) zum Erfassen einer Drehzahl des Verbrennungsmotors; und ein Lasterfassungsmittel (19) zum Erfassen einer Last an dem Verbrennungsmotor (3), worin das Steuermittel den Ventilantriebsmechanismus (6) vom Nockentyp ansteuert, um in der Brennkammer eine Zylinderfließbewegung zu erzeugen, und den elektromagnetischen Ventilantriebsmecha-

nismus (5) derart ansteuert, dass das erste Einlassventil (IV1) mit einer Steuerzeit nahe einer Leistungsgrenze geöffnet oder geschlossen wird, wenn der Verbrennungsmotor in einem vorbestimmten Hochdrehzahl/Hochlastzustand ist, auf der Basis der Erfassungsergebnisse von dem Drehzahlerfassungsmittel (16) und dem Lasterfassungsmittel (19).

7. Ventilantriebssteuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, worin das Steuermitel (2) den elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismus (5) ansteuert, um das erste Einlassventil (IV1) in einem offenen Zustand zu halten, wenn der Verbrennungsmotor (3) gestartet wird.

8. Ventilantriebssteuervorrichtung für einen Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, worin das Steuermitel (2) den Nockenprofilumschaltmechanismus (6) ansteuert, um das Nockenprofil des Einlassnockens (11) auf den Nocken winzigen Hubs (11a) zu schalten, und den elektromagnetischen Ventilantriebsmechanismus (5) ansteuert, um das Einlassventil (IV1) in einem offenen Zustand zu halten, wenn ein Ausgangsdrehmoment des Verbrennungsmotors (3) plötzlich absinken sollte.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

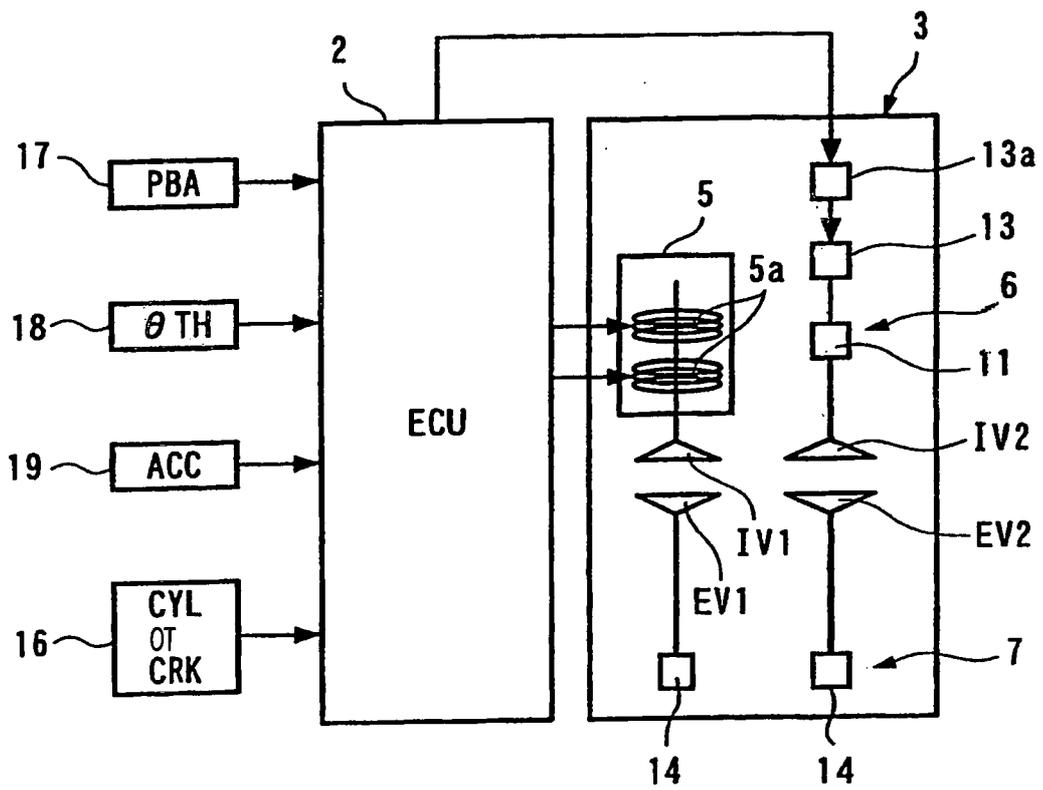


FIG. 2

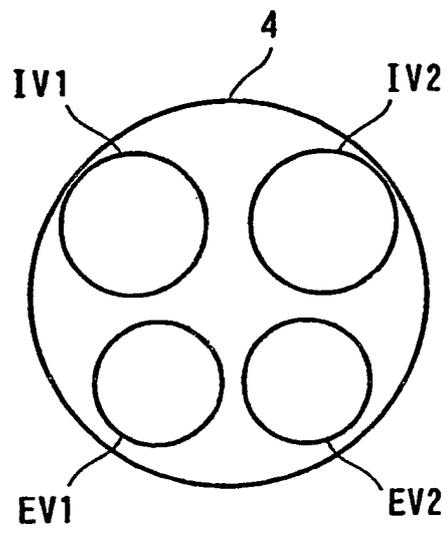


FIG. 3

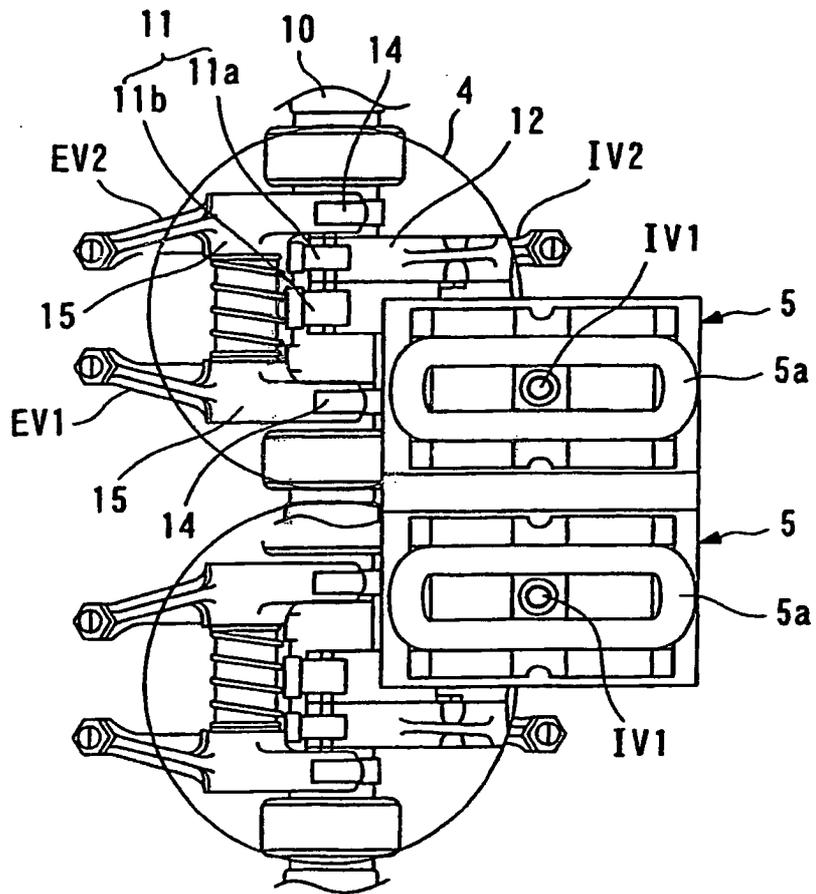


FIG. 4

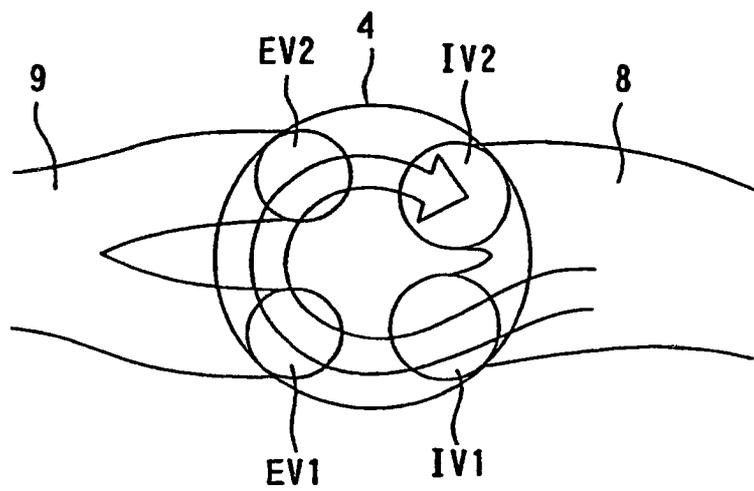


FIG. 5

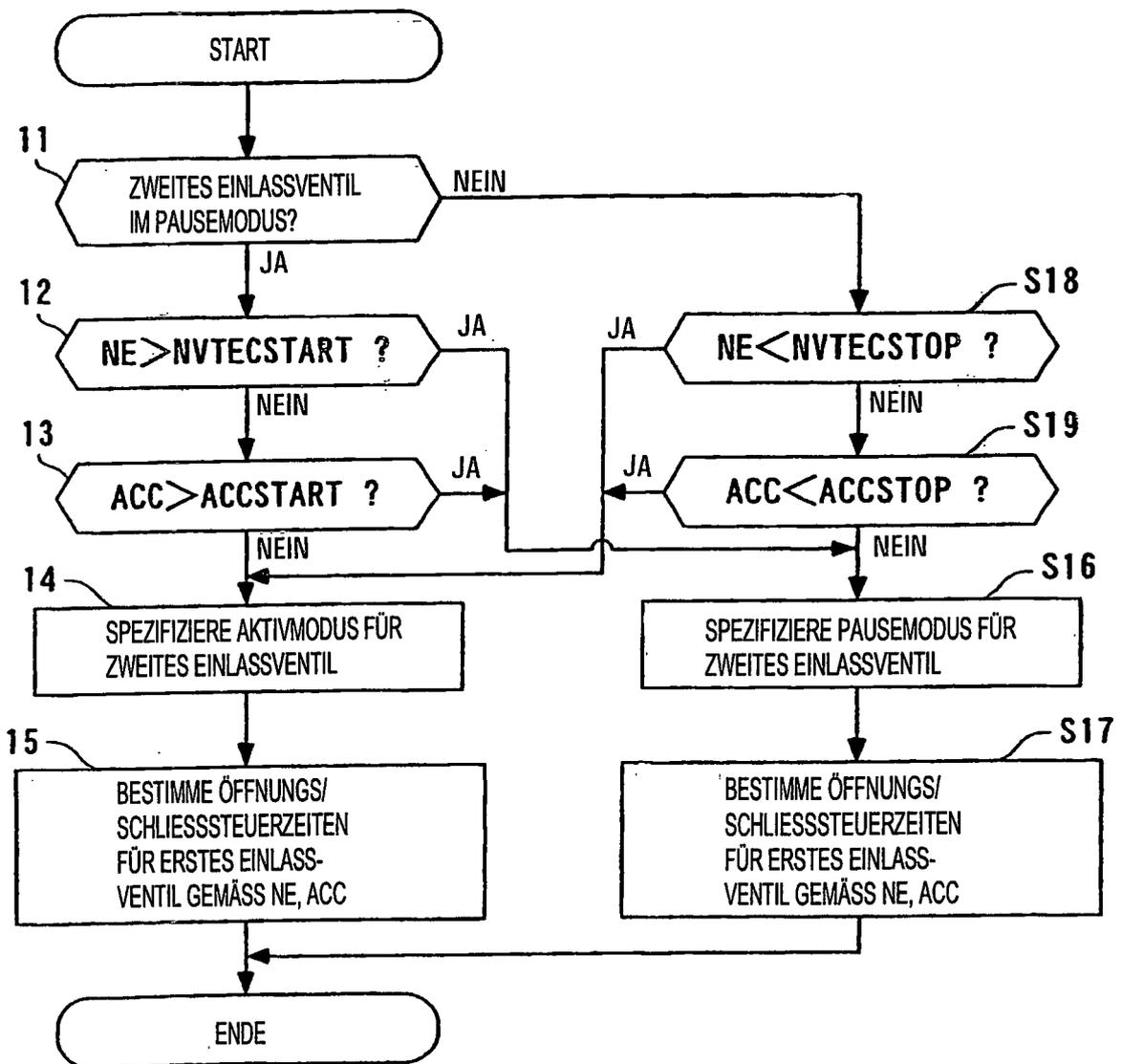


FIG. 6

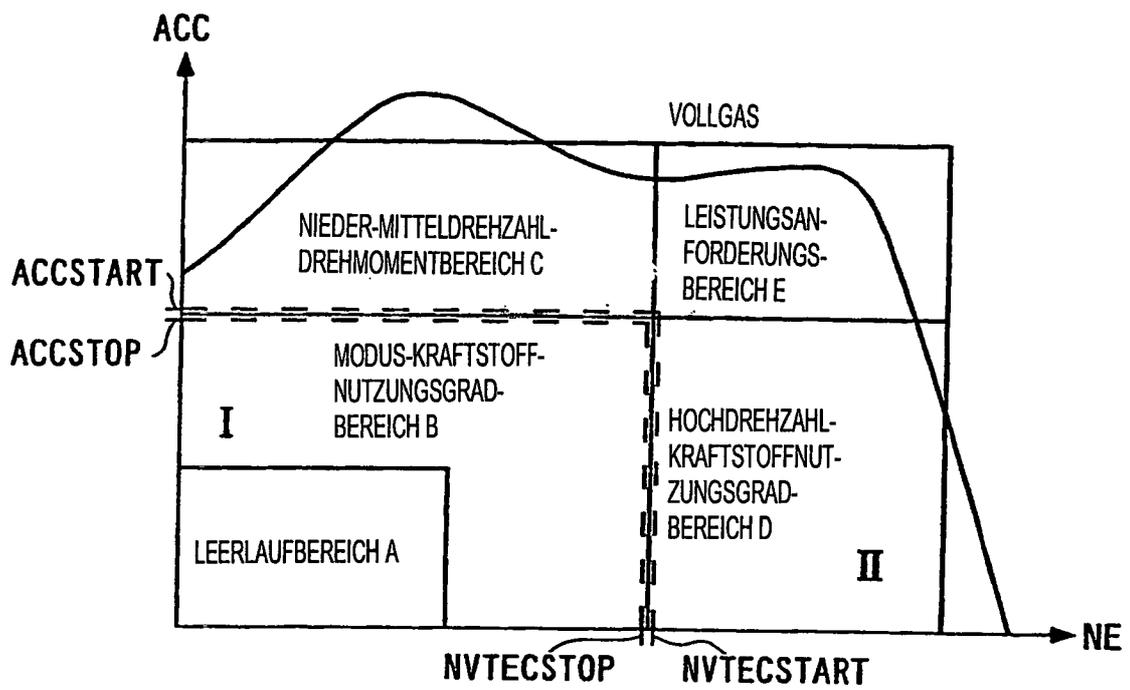


FIG. 7A

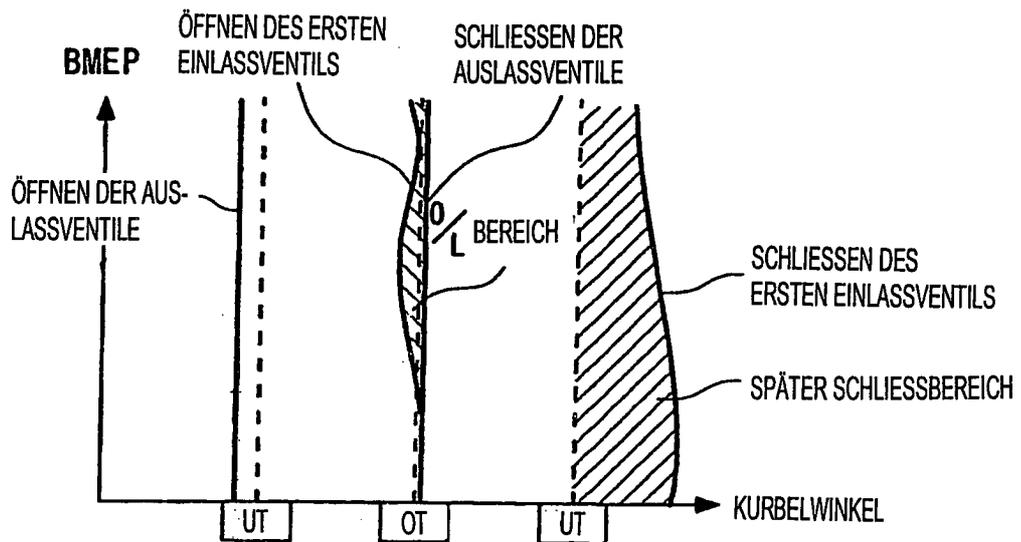


FIG. 7B

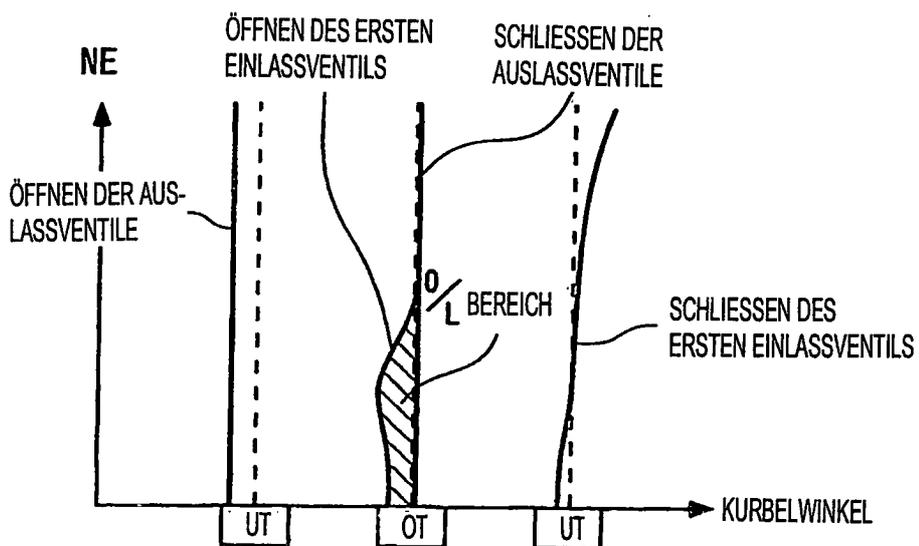


FIG. 8

