



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 051 296 B4 2009.09.24**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 051 296.8**

(22) Anmeldetag: **26.10.2005**

(43) Offenlegungstag: **01.06.2006**

(45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **24.09.2009**

(51) Int Cl.⁸: **F02D 41/00 (2006.01)**

F02D 45/00 (2006.01)

F02D 41/04 (2006.01)

Innerhalb von drei 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:
P 2004-311323 26.10.2004 JP

(73) Patentinhaber:
**Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha, Toyota-shi,
 Aichi-ken, JP**

(74) Vertreter:
TBK-Patent, 80336 München

(72) Erfinder:
**Hasegawa, Tadao, Toyota, Aichi, JP; Moriya,
 Yoshihito, Toyota, Aichi, JP; Takagi, Noboru,
 Toyota, Aichi, JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

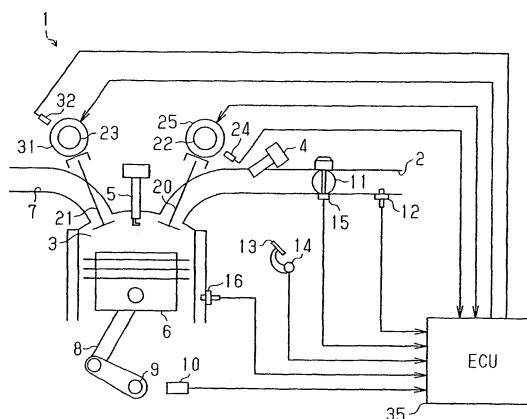
DE 103 18 197 A1
JP 2003-0 56 375 AA
JP 2003-3 14 308 A

(54) Bezeichnung: **Ventilkenngößensteuereinrichtung und -Steuerverfahren für eine Brennkraftmaschine**

(57) Hauptanspruch: Ventilkenngößensteuereinrichtung für einen Verbrennungsmotor (1), wobei der Verbrennungsmotor (1) einen variablen Ventilstellmechanismus (25) zum Verändern einer Ventilkenngöße eines Einlassventils (20) und einen variablen Ventilstellmechanismus (31) zum Verändern einer Ventilkenngöße eines Auslassventils (21) aufweist, wobei die Steuereinrichtung folgendes aufweist:

eine Hauptsteuereinheit zum Berechnen einer Sollkenngöße eines ersten Ventils, das eines von dem Einlassventil (20) und von dem Auslassventil (21) ist, gemäß einem Betriebszustand des Verbrennungsmotors (1) und zum Steuern des variablen Ventilstellmechanismus entsprechend dem ersten Ventil, so dass die Ventilkenngöße des ersten Ventils auf die Sollkenngöße des ersten Ventils eingestellt wird;

eine Nebensteuereinheit zum Berechnen einer Sollkenngöße eines zweiten Ventils, das ein anderes von dem Einlassventil (20) und von dem Auslassventil (21) ist, auf der Grundlage eines Sollventilüberschneidungsbetrags, der gemäß dem Betriebszustand des Verbrennungsmotors (1) berechnet wird, und auf der Grundlage einer Istventilkenngöße des ersten Ventils, und zum Steuern des variablen Ventilstellmechanismus entsprechend dem zweiten Ventil, so dass die...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Ventilkenngrößensteuereinrichtung nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 und ein Verfahren zum Steuern einer Ventilkenngröße nach Anspruch 9 für eine Brennkraftmaschine.

[0002] Brennkraftmaschinen, wie z. B. Verbrennungsmotoren für Automobile, können einen variablen Ventilstellmechanismus zum Variieren der Ventilkenngröße von Verbrennungsmotorventilen einschließlich Einlass- und Auslassventilen aufweisen. Beispiele der Ventilkenngrößen umfassen die Ventilöffnungs- und -schließzeitabstimmungen, den maximalen Ventilhubbetrag und den Ventilstellwinkel. Bei einer solchen Brennkraftmaschine wird der variable Ventilstellmechanismus hydraulisch betrieben und auf der Grundlage des Betriebszustands des Verbrennungsmotors so gesteuert, dass die Ventilkenngröße der Verbrennungsmotorventile gemäß dem Verbrennungsmotorbetriebszustand optimiert wird. Das steigert die Abgabe der Brennkraftmaschine und verbessert die Abgasemissionen.

[0003] Wenn es beispielweise erforderlich ist, dass die Brennkraftmaschine eine hohe Abgabe erzeugt, wird die Ventilkenngröße der Verbrennungsmotorventile so eingestellt, dass sich die Einlassluftladeeffizienz des Verbrennungsmotors erhöht. Eine solche Einstellung der Ventilkenngröße vergrößert die Menge des Luftkraftstoffgemischs, das in den Brennkammern des Verbrennungsmotors verbrannt wird, und erhöht die Abgabe der Brennkraftmaschine.

[0004] Wenn es nicht erforderlich ist, dass die Brennkraftmaschine eine hohe Abgabe erzeugt, wird die Ventilkenngröße der Verbrennungsmotorventile eingestellt, um die Menge von internem EGR (Abgasrezirkulation) innerhalb eines Bereichs zu maximieren, in dem das EGR-Gas die Verbrennung nicht beeinträchtigt. Die interne EGR-Menge ändert sich gemäß dem Betrag der Ventilüberschneidung, bei der sowohl das Auslass- als auch das Einlassventil offen sind. Der Ventilüberschneidungsbetrag wird eingestellt, um die interne EGR-Menge in dem vorstehend genannten Bereich zu maximieren. Das Maximieren des internen EGR-Gases senkt die Verbrennungstemperatur ab und verringert die Erzeugung von Stickoxid (NO_x). Das verbessert die Abgasemission der Brennkraftmaschine.

[0005] Bei Brennkraftmaschinen, die die Ventilkenngröße der Verbrennungsmotorventile variieren, gibt es eine Bauart, die die Ventilkenngröße der Einlassventile und die Ventilkenngröße der Auslassventile getrennt variiert. Eine solche Brennkraftmaschine führt die Einstellung der internen EGR-Menge genauer durch, um die Abgabe durch Erhöhen der Einlassluftladeeffizienz anzuheben und die Abgasemissio-

nen zu verbessern. Die JP 2003314308 A beschreibt eine Brennkraftmaschine mit einem variablen Ventilstellmechanismus zum Variieren der Öffnungs- und -schließzeitabstimmungen ihrer Einlassventile und einem variablen Ventilstellmechanismus zum Variieren der Öffnungs- und -schließzeitabstimmungen ihrer Auslassventile. Die Brennkraftmaschine steuert getrennt die beiden variablen Ventilstellmechanismen, um die Öffnungs- und -schließzeitabstimmungen von sowohl den Einlass- als auch den Auslassventilen zu variieren.

[0006] Bei dieser Brennkraftmaschine werden die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen der Einlassventile und die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen der Auslassventile getrennt gemäß dem Verbrennungsmotorbetriebszustand berechnet. Die beiden variablen Ventilstellmechanismen werden so gesteuert, dass die Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen der Einlass- und Auslassventile auf die berechneten Sollventilzeitabstimmungen eingestellt werden. Die Einstellung der Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen der beiden Einlass- und Auslassventile auf diese Art und Weise erhöht die Einlassluftladeeffizienz weitergehend und verbessert die Genauigkeit zum Einstellen der internen EGR-Menge.

[0007] Die Brennkraftmaschine, die in der vorstehend genannten Offenlegungsschrift beschrieben ist, steuert den Betrag der Ventilüberschneidung gemäß dem Verbrennungsmotorbetriebszustand derart, dass der Ventilüberschneidungsbetrag optimal wird. Die Brennkraftmaschine richtet die Sollöffnungs- und Schließzeitabstimmungen der Einlass- und Auslassventile ein, um den optimalen Ventilüberschneidungsbetrag zu erzielen. Die Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen für die Einlass- und Auslassventile werden dann verändert, um die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen anzunähern. Durch Verändern der Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen der Einlass- und Auslassventile nähert sich der Ventilüberschneidungsbetrag an den optimalen Betrag an, nämlich den Sollventilüberschneidungsbetrag. Der Ventilüberschneidungsbetrag wird auf diesem Weg optimiert.

[0008] Jedoch tritt eine Verzögerung des Ansprechverhaltens beim Verändern der Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen der Einlass- und Auslassventile zu den Sollzeitabstimmungen auf. Aufgrund einer solchen Verzögerung kann der Istventilüberschneidungsbetrag von dem Sollventilüberschneidungsbetrag beim Verändern der Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen für die Einlass- und Auslassventile auf die Sollzeitabstimmungen abweichen. Beispielsweise kann sich der Verbrennungsmotorbetriebszustand ändern, wenn die Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen der Einlass- und Auslassventile sich an die Sollventilzeitabstimmungen annähern. Das würde demgemäß den Sollventilüber-

schneidungsbetrag abändern. In einem solchen Fall müssten sich die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen der Einlass- und Auslassventile ebenso entsprechend ändern. Als Folge würde während eines solchen Übergangsbetriebs des Verbrennungsmotors, in dem die Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen der Einlass- und Auslassventile noch im Prozess der Annäherung an die Sollzeitabstimmungen sind, der Istventilüberschneidungsbetrag von dem Sollventilüberschneidungsbetrag abweichen.

[0009] Zum Verhindern, dass der Istventilüberschneidungsbetrag von dem Sollventilüberschneidungsbetrag während eines derartigen Übergangsbetriebs abweicht, schlägt die vorstehend genannte Offenlegungsschrift die Ausführung einer Hauptsteuerung und einer Nebensteuerung zum Steuern der Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen der Einlass- und Auslassventile vor.

[Hauptsteuerung]

[0010] Die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen von einem der Einlass- und Auslassventile werden gemäß dem Verbrennungsmotorbetriebszustand berechnet. Der variable Ventilstellmechanismus für die Ventile, deren Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen berechnet werden, wird so gesteuert, dass die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen auf die berechneten Sollzeitabstimmungen eingestellt werden.

[Nebensteuerung]

[0011] Die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen von dem anderen von dem Einlassventil und dem Auslassventil werden auf der Grundlage des Sollventilüberschneidungsbetrags, der gemäß dem Verbrennungsmotorbetriebszustand berechnet wird, und der Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen der Ventile berechnet, deren Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen durch die Hauptsteuerung eingestellt wurden. Der variable Ventilstellmechanismus für das andere von den Einlass- und Auslassventilen wird dann so gesteuert, dass seine Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen auf die berechneten Sollzeitabstimmungen eingestellt werden.

[0012] Während der Ventilzeitabstimmungssteuerung einschließlich der Hauptsteuerung und der Nebensteuerung werden, während die Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen von einem von den Einlass- und Auslassventilen auf dessen Sollzeitabstimmungen eingestellt wird, die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen von dem anderen von den Einlass- und Auslassventilen berechnet, um den Sollventilüberschneidungsbetrag entsprechend den Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen der Ventile zu erzielen, deren Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen gerade eingestellt werden. Dann werden die

Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen von dem anderen von den Einlass- und Auslassventilen in Richtung auf die berechnete Sollöffnungs- und Schließzeitabstimmung eingestellt. Demgemäß ändern sich die Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen von dem anderen der Einlass- und Auslassventile, um den Sollventilüberschneidungsbetrag zu erzielen. Auf diese Art und Weise wird verhindert, dass der Istventilüberschneidungsbetrag von dem Sollventilüberschneidungsbetrag während des vorstehend genannten Übergangsbetriebs abweicht.

[0013] Auch wenn die beiden variablen Ventilstellmechanismen zum Variieren der Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen der Einlassventile getrennt von den Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen von den Auslassventilen den gleichen Aufbau haben, sprechen die beiden variablen Ventilstellmechanismen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten an, wenn sie betrieben werden. Das liegt daran, dass die beiden variablen Ventilstellmechanismen an unterschiedlichen Positionen eingebaut sind und die Durchgänge, durch die zum Betreiben dieser Mechanismen verwendetes Öl strömt, unterschiedliche Längen haben. Die Differenz der Länge führt zu unterschiedlichen Ansprechgeschwindigkeiten der beiden variablen Ventilstellmechanismen.

[0014] Ferner kann einer der beiden variablen Ventilstellmechanismen durch eine hydraulische Antriebskraft betrieben werden und kann der andere von den variablen Ventilstellmechanismen durch eine elektromotorische Antriebskraft, wie z. B. einen Elektromotor betrieben werden. In diesem Fall haben die beiden variablen Ventilstellmechanismen vollständig unterschiedliche Strukturen und somit vollständig unterschiedliche Ansprechgeschwindigkeitskenngrößen. Ein hydraulischer variabler Ventilstellmechanismus neigt zu einer höheren Ansprechgeschwindigkeit bei höheren Verbrennungsmotordrehzahlen, bei denen der Hydraulikdruck ansteigt. Ein elektromotorischer variabler Ventilstellmechanismus neigt zu einer relativ hohen Ansprechgeschwindigkeit auch bei niedrigen Verbrennungsmotordrehzahlen. Derartige Differenzen der zwei variablen Ventilstellmechanismen mit unterschiedlichen Strukturen erhöht weitergehend die Differenz der Ansprechgeschwindigkeiten.

[0015] Ungeachtet der Tatsache, ob die zwei variablen Ventilstellmechanismen die gleiche Struktur oder vollständig unterschiedliche Strukturen haben, kann die Differenz zwischen den Ansprechgeschwindigkeiten der zwei Mechanismen verursachen, dass der Istventilüberschneidungsbetrag in hohem Maße den Sollventilüberschneidungsbetrag während eines Übergangsbetriebs übersteigt. Ein derartiger Zustand kann auftreten, wenn die Hauptsteuerung auf einen der variablen Ventilstellmechanismen mit der höheren Ansprechgeschwindigkeit angewendet wird

und die Nebensteuerung auf den anderen von den zwei variablen Ventilstellmechanismen mit der niedrigeren Ansprechgeschwindigkeit angewendet wird.

[0016] In dem vorstehend genanntem Zustand wird der Grund, warum der Istventilüberschneidungsbetrag in hohem Maße den Sollventilüberschneidungsbetrag übersteigt, unter Bezugnahme auf das in [Fig. 6](#) gezeigte Zeitdiagramm beschrieben. In dem Abschnitt (a) von [Fig. 6](#) deutet die durchgezogene Linie Änderungen der Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen von einem der Einlass- und Auslassventile während der Ausführung der Hauptsteuerung an. Die gestrichelte Linie deutet Änderungen der Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen von diesem einen von den Einlass- und Auslassventilen während der Ausführung der Hauptsteuerung an. In dem Abschnitt (b) von [Fig. 6](#) deutet die durchgezogene Linie Änderungen der Sollventilzeitabstimmung von dem anderen von den Einlass- und Auslassventilen während der Ausführung der Nebensteuerung an. Die gestrichelte Linie deutet Änderungen der Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen von dem einen der Einlass- und Auslassventile während der Ausführung der Nebensteuerung an. In [Fig. 6](#) deutet der durch eine durchgezogene Linie ausgebildete Pfeil den Sollüberschneidungsbetrag an und deutet der durch eine gestrichelte Linie ausgebildete Pfeil den Istventilüberschneidungsbetrag an.

[0017] Die Hauptsteuerung wird mit dem variablen Ventilstellmechanismus durchgeführt, der eine höhere Ansprechgeschwindigkeit hat, der einem der Einlass- und Auslassventile entspricht. Die Nebensteuerung wird mit dem variablen Ventilstellmechanismus mit einer niedrigeren Ansprechgeschwindigkeit durchgeführt, der dem anderen von den Einlass- und Auslassventilen entspricht. Wie durch die gestrichelte Linie in dem Abschnitt (b) von [Fig. 6](#) angedeutet ist, ändern die Hauptsteuerung und die Nebensteuerung die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen von dem anderen der Einlass- und Auslassventile, so dass sich der Ventilüberschneidungsbetrag verringert oder in eine nach oben weisende Richtung mit Sicht auf [Fig. 6](#) verschiebt. Die Ventilzeitabstimmungssteuerung wird nun beschrieben.

[0018] Während eines Übergangsbetriebs des Verbrennungsmotors beeinflusst die Ansprechgeschwindigkeit des variablen Ventilstellmechanismus für das andere der Einlass- und Auslassventile Änderungen der Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen von dem anderen der Einlass- und Auslassventile während der Ausführung der Nebensteuerung. Genauer gesagt ändern sich die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen von dem anderen der Einlass- und Auslassventile im Vergleich mit der Änderung der Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen langsam. Auch wenn somit die Hauptsteuerung und die Nebensteuerung den erforderlichen Ventilüber-

schneidungsbetrag sicherstellen, übersteigt der Istventilüberschneidungsbetrag (wie durch einen Pfeil aus einer gestrichelten Linie angedeutet ist) den Sollventilüberschneidungsbetrag in hohem Maße (wie durch den Pfeil aus der durchgezogenen Linie angedeutet ist) während eines Übergangsbetriebs des Verbrennungsmotors. Ferner weicht der Istventilüberschneidungsbetrag ebenso von dem Sollventilüberschneidungsbetrag ab, wenn sich der Sollventilüberschneidungsbetrag ändert. Wie in dem Abschnitt (a) von [Fig. 6](#) gezeigt ist, gibt es jedoch dann, wenn die Hauptsteuerung verursacht, dass die Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen von dem einen der Einlass- und Auslassventile den Ventilüberschneidungsbetrag erhöht oder den Ventilüberschneidungsbetrag in die nach oben weisende Richtung mit Sicht auf [Fig. 6](#) verschiebt, eine große Wahrscheinlichkeit, dass die Istventilüberschneidung in hohem Maße die Sollventilüberschneidung übersteigt.

[0019] Wenn der Istventilüberschneidungsbetrag in hohem Maße den Sollventilüberschneidungsbetrag übersteigt, kann die interne EGR-Menge übermäßig werden und die Verbrennungstemperatur absenken oder die Nebenstrommenge der Einlassluft von dem Einlassdurchgang zu dem Auslassdurchgang erhöhen, so dass sich dadurch die Verbrennung destabilisiert. Das kann nachteilig den Betrieb der Brennkraftmaschine beeinträchtigen.

[0020] Das gleiche Problem kann bei Brennkraftmaschinen mit variablen Ventilstellmechanismen auftreten, die den Ventilüberschneidungsbetrag durch Verändern von anderen Ventilgrößen, wie z. B. eines Maximalventilhubbetrags oder des Ventilstellwinkels einstellen.

[0021] Nach dem Stand der Technik, der in JP 2003056375 A offenbart ist, wird eine Steuerung eines variablen Ventilstellmechanismus beschrieben, die eine Haupt- und eine Nebensteuereinheit umfasst.

[0022] Im gattungsbildenden Stand der Technik nach DE 103 18 197 A1 ist eine Ventilkenngrößensteuereinrichtung für einen variablen Ventilstellmechanismus beschrieben, wobei zwei Steuereinheiten zur getrennten Ansteuerung von zwei Ventilstellmechanismen vorgesehen sind. Die Berechnung der Sollkenngröße des zweiten Ventils erfolgt in Abhängigkeit von der ermittelten Sollkenngröße des ersten Ventils und der vorgegebenen Ventilüberschneidung.

[0023] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Ventilkenngrößensteuereinrichtung und ein Ventilkenngrößensteuerverfahren für eine Brennkraftmaschine zu schaffen, die verhindern, dass der Istventilüberschneidungsbetrag während eines Übergangsbetriebs des Verbrennungsmotors in hohem Maße einen Sollventilüberschneidungsbetrag über-

steigt.

[0024] Die Aufgabe wird mit einer Einrichtung nach Anspruch 1 oder einem Verfahren nach Anspruch 9 gelöst. Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0025] Ein Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist eine Ventilkenngrößensteuereinrichtung für eine Brennkraftmaschine. Der Verbrennungsmotor weist einen variablen Ventilstellmechanismus zum Verändern einer Ventilkenngröße eines Einlassventils und einen variablen Ventilstellmechanismus zum Verändern einer Ventilkenngröße eines Auslassventils auf. Die Steuerungseinrichtung weist eine Hauptsteuereinheit zum Berechnen einer Sollkenngröße eines ersten Ventils, das eines von dem Einlassventil und dem Auslassventil ist, gemäß einem Betriebszustand des Verbrennungsmotors und zum Steuern des variablen Ventilstellmechanismus entsprechend dem ersten Ventil auf, so dass die Ventilkenngröße des ersten Ventils auf die Sollkenngröße des ersten Ventils eingestellt wird. Eine Nebensteuereinheit berechnet eine Sollkenngröße eines zweiten Ventils, das das andere von dem Einlassventil und dem Auslassventil ist, auf der Grundlage eines Sollventilüberschneidungsbetrags, der gemäß dem Betriebszustand des Verbrennungsmotors berechnet wird, und einer Istventilkenngröße des ersten Ventils und steuert den variablen Ventilstellmechanismus entsprechend dem zweiten Ventil, so dass die Ventilkenngröße des zweiten Ventils auf die Sollkenngröße des zweiten Ventils eingestellt wird. Eine Steuerung bei der Hauptsteuereinheit wird an einem von den beiden variablen Ventilstellmechanismen ausgeführt, der die geringere Ansprechgeschwindigkeit hat, wenn er betrieben wird. Eine Steuerung bei der Nebensteuereinheit wird an dem anderen von den zwei variablen Ventilstellmechanismen ausgeführt, der eine höhere Ansprechgeschwindigkeit hat, wenn er betrieben wird.

[0026] Ein weiterer Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Steuern einer Ventilkenngröße einer Brennkraftmaschine. Der Verbrennungsmotor weist einen variablen Ventilstellmechanismus zum Verändern einer Ventilkenngröße eines Einlassventils und einen variablen Ventilstellmechanismus zum Verändern einer Ventilkenngröße eines Auslassventils auf. Das Verfahren umfasst das Berechnen einer Sollkenngröße eines ersten Ventils, das eines von dem Einlassventil und von dem Auslassventil ist, gemäß einem Betriebszustand des Verbrennungsmotors. Das Verfahren umfasst ebenso das Ausführen einer Hauptsteuerung an dem variablen Ventilstellmechanismus entsprechend dem ersten Ventil, so dass die Ventilkenngröße des ersten Ventils auf die Sollkenngröße des ersten Ventils auf die Sollkenngröße des ersten Ventils auf die Sollkenngröße des ersten Ventils eingestellt wird, das Berechnen eines Sollventilüberschneidungsbetrags gemäß einem Betriebszustand des Verbrennungs-

motors und das Berechnen einer Sollkenngröße eines zweiten Ventils, das das andere von dem Einlassventil und vom dem Auslassventil ist, auf der Grundlage des Sollventilüberschneidungsbetrags und einer Istventilkenngröße des ersten Ventils. Ferner umfasst das Verfahren das Ausführen einer Nebensteuerung an dem variablen Ventilstellmechanismus entsprechend dem zweiten Ventil, so dass die Ventilkenngröße des zweiten Ventils auf die Sollkenngröße eingestellt wird, und das Ausführen der Hauptsteuerung an dem einem der variablen Ventilstellmechanismen, der die niedrigere Ansprechgeschwindigkeit hat, wenn er betrieben wird, und das Ausführen der Nebensteuerung an dem anderen der Variablen Ventilstellmechanismen, der eine höhere Ansprechgeschwindigkeit hat.

[0027] Andere Gesichtspunkte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen erkennbar, die beispielhaft die Prinzipien der Erfindung darstellt.

[0028] Die Erfindung gemeinsam mit ihren Aufgaben und Vorteilen kann am besten unter Bezugnahme auf die folgende Beschreibung der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsbeispiele gemeinsam mit den beigefügten Zeichnungen verstanden werden, wobei:

[0029] [Fig. 1](#) ein schematisches Diagramm ist, das die Strukturen eines Verbrennungsmotors und einer Ventilkenngrößensteuereinrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0030] [Fig. 2](#) eine Grafik ist, die die Beziehung der Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen der Einlass- und Auslassventile mit Bezug auf den Ventilüberschneidungsbetrag zeigt;

[0031] [Fig. 3](#) ein Zeitdiagramm ist, das Änderungen der Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen und der Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen der zwei Ventile zeigt;

[0032] [Fig. 4](#) ein Ablaufdiagramm ist, das die Prozeduren zum Ausführen der Hauptsteuerung und der Nebensteuerung zeigt;

[0033] [Fig. 5](#) ein Ablaufdiagramm ist, das die Prozeduren zum Berechnen eines Sollventilüberschneidungsbetrags gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt; und

[0034] [Fig. 6](#) ein Zeitdiagramm ist, das Änderungen der Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen und der Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen für die Einlass- und Auslassventile nach dem Stand der Technik zeigt.

[0035] Ein Automobilverbrennungsmotor **1** gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) beschrieben.

[0036] Bei dem in [Fig. 1](#) gezeigten Verbrennungsmotor **1** wird ein Gemisch aus Luft, die durch einen Einlassdurchgang **2** strömt, und Kraftstoff, der aus einem Kraftstoffeinspritzventil **4** eingespritzt wird, in eine Brennkammer **3** gesaugt. Das Gemisch der Luft und des Kraftstoffs wird durch eine Zündkerze **5** in der Brennkammer gezündet. Das Gemisch in der Brennkammer **3** wird verbrannt, um Verbrennungsenergie zu erzeugen, die einen Kolben **6** hin- und herbewegt. Ein Verbindungsstab **8** wandelt die Hin- und Herbewegung des Kolbens **6** in eine Rotation einer Kurbelwelle **9** um. Die Kurbelwelle **9** funktioniert als eine Ausgangswelle des Verbrennungsmotors **1**. Das verbrannte Gemisch wird als Abgas aus der Brennkammer **3** und in einen Abgasdurchgang **3** ausgestoßen.

[0037] Bei dem Verbrennungsmotor **1** öffnet und schließt sich ein Einlassventil **20**, um den Einlassdurchgang **2** und die Brennkammer **3** zu verbinden und zu trennen. Ferner öffnet und schließt sich ein Auslassventil **21**, um den Auslassdurchgang **7** und die Brennkammer **3** zu verbinden und zu trennen. Eine Einlassnockenwelle **22**, die durch die Kurbelwelle **9** gedreht wird, öffnet und schließt das Einlassventil **20**. Eine Auslassnockenwelle **23**, die durch die Kurbelwelle **9** gedreht wird, öffnet und schließt das Auslassventil **21**.

[0038] Ein variabler Einlassventilstellmechanismus **25**, der die Ventilkenngröße des Einlassventils **20** verändert, ist an der Einlassnockenwelle **22** angeordnet. Als Ventilkenngröße ändert der variable Einlassventilstellmechanismus **25** die Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen des Einlassventils **20**. Der variable Ventilstellmechanismus **25** ändert die relative Drehphase der Einlassnockenwelle **22** mit Bezug auf die Rotation der Kurbelwelle **9**, um die Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen des Einlassventils **20** zu ändern. Genauer gesagt wird die Dauer, in der das Einlassventil **20** offen ist, zum Ändern der Öffnungszeitabstimmung und der Schließzeitabstimmung des Einlassventils **20** vorgestellt oder nachgestellt. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird ein elektromotorischer variabler Ventilstellmechanismus, der die relative Drehphase durch Betreiben eines Elektromotors ändert, als variabler Einlassventilstellmechanismus **25** verwendet.

[0039] Ein variabler Auslassventilstellmechanismus **31**, der die Ventilkenngröße des Auslassventils **21** verändert, ist an der Auslassnockenwelle **23** angeordnet. Als Ventilkenngröße ändert der variable Auslassventilstellmechanismus **31** die Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen des Auslassventils **21**. Der

variable Ventilstellmechanismus **31** ändert die relative Drehphase der Auslassnockenwelle **22** mit Bezug auf die Rotation der Kurbelwelle **9**, um die Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen des Auslassventils **21** zu ändern. Genauer gesagt wird die Dauer, in der das Auslassventil **21** offen ist, zum Ändern der Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen des Auslassventils **21** vorgestellt oder nachgestellt. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird ein hydraulischer variabler Ventilstellmechanismus, dem Öl von einer Ölpumpe zugeführt wird, die auf der Grundlage der Verbrennungsmotordrehzahl betrieben wird, und der die relative Drehphase unter Verwendung des Drucks des Öls ändert, als variabler Auslassventilstellmechanismus **31** verwendet.

[0040] Die elektronische Konfiguration einer Ventilkenngrößensteuereinrichtung für den Verbrennungsmotor **1** wird nun beschrieben.

[0041] Bei dem Verbrennungsmotor **1** werden der Hydraulikbetrieb des variablen Einlassventilstellmechanismus **25** und der elektrische Betrieb des variablen Auslassventilstellmechanismus **31** durch eine elektronische Steuereinheit (ECU) **35** gesteuert. Die ECU **35**, die als Hauptsteuereinheit und als Nebensteuereinheit funktioniert, ist in dem Automobil eingebaut, um den Betrieb des Verbrennungsmotors **1** zu steuern. Der ECU **35** werden Erfassungssignale von verschiedenartigen Sensoren bereitgestellt, die nachstehend beschrieben werden.

[0042] Die Sensoren umfassen einen Kurbelpositionssensor **10** zum Abgeben eines Signals entsprechend der Rotation der Kurbelwelle **9**, einen Einlassnockenpositionssensor **24** zum Erfassen der Rotationsposition der Einlassnockenwelle **22**, einen Auslassnockenpositionssensor **32** zum Erfassen einer Rotationsposition der Auslassnockenwellen **23**, einen Beschleunigerpedalpositionssensor **14** zum Erfassen des Niederdrückbetrags eines Beschleunigerpedals **13** für das Automobil, einen Drosselpositionssensor **15** zum Erfassen des Öffnungsgrads eines Drosselventils **11**, ein Luftdurchflussmessgerät **12** zum Erfassen der Luftmenge, die durch den Einlassdurchgang **2** strömt und einen Kühlmitteltemperatursensor **16** zum Erfassen der Kühlmitteltemperatur des Verbrennungsmotors **1**.

[0043] Die ECU **35** steuert den Betrieb des variablen Einlassventilstellmechanismus **25** zum Steuern der Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen des Einlassventils **20**. Beim Steuern der Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen des Einlassventils **20** wird der variable Ventilstellmechanismus **25** so betrieben, dass die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des Einlassventils **20** dessen Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen erreichen. Ferner steuert die ECU **35** den Betrieb des variablen Auslassventilstellmechanismus **31**, um die Öffnungs- und Schließ-

zeitabstimmungen des Auslassventils **21** zu steuern. Beim Steuern der Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen des Auslassventils **21** wird der variable Auslassventilstellmechanismus **31** so betrieben, dass die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des Auslassventils **21** dessen Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen erreichen. Die Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen des Einlassventils **20** und des Auslassventils **21** werden durch die relativen Drehphasen der Einlass- und Auslassnockenwellen mit Bezug auf die Kurbelwelle dargestellt. Die Änderungsbeträge der Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen werden im Kurbelwinkel [°KW] umgewandelt. Die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmung des Einlassventils **20** werden auf der Grundlage von Erfassungssignalen von dem Kurbelpositionssensor **10** und dem Einlassnockenpositionssensor **24** berechnet. Die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des Einlassventils **20** werden auf einen Bezugswert von 0°KW in dem am weitesten verzögerten Zustand eingerichtet. Dieser Wert vergrößert sich, wenn die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des Einlassventils **20** sich von den am weitesten nachgestellten Zustand vorstellen. Die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des Auslassventils **21** werden auf der Grundlage von Erfassungssignalen von dem Kurbelpositionssensor **10** und dem Auslassnockenpositionssensor **32** berechnet. Die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des Auslassventils **21** werden auf einen Bezugswert von 0°KW in dem am weitesten vorgestellten Zustand eingerichtet. Dieser Wert vergrößert sich, wenn die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmung sich von dem am weitesten vorgestellten Zustand nachstellt.

[0044] Die Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen des Einlassventils **20** und des Auslassventils **21** sowie der Überschneidungsbetrag der Ventile **20** und **21** haben die in [Fig. 2](#) gezeigte Beziehung.

[0045] Der Ventilüberschneidungsbetrag ist ein Wert entsprechend dem Änderungsbetrag des Kurbelwinkels während einer Dauer, seit sich das Einlassventil **20** öffnet, bis sich das Auslassventil **21** schließt, nämlich der Dauer, in der das Einlassventil **20** und das Auslassventil **21** beide offen sind. Wenn das Einlassventil **20** sich öffnet, wenn sich der Kurbelwinkel um einen Wert von „ θ “ ändert, nachdem sich das Auslassventil **21** schließt, nimmt der Ventilüberschneidungsbetrag einen Wert von „ $-\theta$ “ an. Der Ventilüberschneidungsbetrag hat einen Anfangswert von OV_0 , wenn sich die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des Einlassventils **20** und die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des Auslassventils **21** beide auf einem Wert von 0°KW liegen, wie durch die gestrichelten Linien in [Fig. 2](#) angedeutet ist. Der Istventilüberschneidungsbetrag OVR wird durch die Gleichung (1) ausgedrückt.

$$OVR = INR + EXR + OV_0 \quad (1)$$

[0046] In der Gleichung stellt OVR den Istventilüberschneidungsbetrag dar, stellt INR die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des Einlassventils **20** dar, stellt EXR die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des Auslassventils **21** dar und stellt OV_0 den Anfangswert des Ventilüberschneidungsbetrags dar.

[0047] Während des Übergangsbetriebs des Verbrennungsmotors, in dem die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmung des Einlassventils **20** und des Auslassventils **21** sich ändern und die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmung des Einlassventils **20** und des Auslassventils **21** in Richtung auf die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen eingestellt werden, werden die Hauptsteuerung und die Nebensteuerung ausgeführt, die in dem Abschnitt zum Hintergrund der Erfindung beschrieben sind. Wenn die Hauptsteuerung auf einen von dem variablen Einlassventilstellmechanismus **25** und von dem variablen Auslassventilstellmechanismus **31** angewandt wird, der eine höhere Ansprechgeschwindigkeit hat, wenn er betrieben wird, und die Nebensteuerung auf den anderen von den zwei variablen Ventilstellmechanismen angewandt wird, der die geringere Ansprechgeschwindigkeit hat, wenn er betrieben wird, würde der Istventilüberschneidungsbetrag den Sollventilüberschneidungsbetrag während des Übergangsbetriebs in hohem Maße übersteigen.

[0048] Daher wird in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel die Hauptsteuerung auf den in einem von dem variablen Einlassventilstellmechanismus **25** und von dem variablen Auslassventilstellmechanismus **31** angewandt, der eine niedrigere Ansprechgeschwindigkeit hat, wenn er betrieben wird, und wird die Nebensteuerung auf den anderen von den variablen Ventilstellmechanismen angewandt, der die höhere Ansprechgeschwindigkeit hat, wenn er betrieben wird. Das verhindert, dass das der Istventilüberschneidungsbetrag den Sollventilüberschneidungsbetrag während des Übergangsbetriebs in hohem Maße übersteigt.

[0049] Der Grund, warum eine derartige Anwendung der Hauptsteuerung und der Nebensteuerung verhindert, dass der Ventilüberschneidungsbetrag den Sollüberschneidungsbetrag während des Übergangsbetriebs in hohem Maße übersteigt, wird nun unter Bezugnahme auf das in [Fig. 3](#) gezeigte Zeitdiagramm beschrieben. In [Fig. 3](#) deutet in dem Abschnitt (a) die durchgezogene Linie Änderungen der Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen dem einen der zwei Ventile während der Ausführung der Hauptsteuerung an und deutet die gestrichelte Linie in dem Abschnitt (a) Änderungen der Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des selben Ventils während der Ausführung der Hauptsteuerung an. In [Fig. 3](#) deutet die durchgezogene Linie in dem Abschnitt (b) Änderungen der Sollöffnungs- und

-schließzeitabstimmungen von dem anderen der zwei Ventile während der Ausführung der Nebensteuerung an und deutet die gestrichelte Linie in dem Abschnitt (b) Änderungen der Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des selben Ventils während der Ausführung der Nebensteuerung an. In [Fig. 3](#) deutet der aus einer durchgezogenen Linie gebildete Pfeil den Sollventilüberschneidungsbetrag an und deutet der aus einer gestrichelten Linie ausgebildete Pfeil den Istventilüberschneidungsbetrag an.

[0050] Wie durch die in Abschnitt (a) gezeigte durchgezogene Linie angedeutet ist, vergrößern die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen von dem einen der zwei Ventile, das den variablen Ventilstellmechanismus verwendet, der die niedrigere Ansprechgeschwindigkeit hat, den Ventilüberschneidungsbetrag während der Ausführung der Hauptsteuerung, verschieben diesen nämlich mit Sicht auf [Fig. 3](#) in eine nach-oben-weisende Richtung. Die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen dieses Ventils werden in Richtung auf die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen eingestellt. Wie durch die in dem Abschnitt (b) gezeigte gestrichelte Linie angedeutet ist, werden die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des anderen von den zwei Ventilen, das den variablen Ventilstellmechanismus mit der höheren Ansprechgeschwindigkeit verwendet, während der Ausführung der Nebensteuerung auf der Grundlage der Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des einen der Ventile, das durch die Hauptsteuerung eingestellt wird, und den Sollüberschneidungsbetrag eingestellt, um den Ventilüberschneidungsbetrag zu verringern, nämlich den Ventilüberschneidungsbetrag in eine nach-oben-weisende Richtung mit Sicht auf [Fig. 3](#) zu verschieben.

[0051] Während eines derartigen Übergangsbetriebs werden die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen von dem anderen der Ventile (durch die gestrichelte Linie in dem Abschnitt (b) angedeutet), dessen variabler Ventilstellmechanismus eine höhere Ansprechgeschwindigkeit hat, einfach auf die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen (wie durch die durchgezogene Linie in dem Abschnitt (b) angedeutet ist) während der Ausführung der Nebensteuerung eingestellt. Somit werden die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen von dem anderen der Ventile (wie durch die gestrichelte Linie in dem Abschnitt (b) angedeutet ist) nicht im hohem Maße durch die Nebensteuerung im Vergleich mit der Änderung der Istöffnungs- und -schließzeitabstimmung von dem einen der Ventile verzögert (wie durch die gestrichelte Linie in dem Abschnitt (a) angedeutet ist), das durch die Hauptsteuerung eingestellt wird. Als Folge wird, wenn die Hauptsteuerung und die Nebensteuerung zum Sicherstellen des erforderlichen Ventilüberschneidungsbetrags ausgeführt wird, verhindert, dass der Istventilüberschneidungsbetrag (durch den Pfeil aus einer gestrichelten Linie angedeutet) in ho-

hem Maße den Sollventilüberschneidungsbetrag (durch den Pfeil aus der durchgezogenen Linie angedeutet) während des Übergangsbetriebs des Verbrennungsmotors übersteigt.

[0052] Der variable elektromotorische Ventilstellmechanismus **25** hat in den meisten Fällen eine höhere Ansprechgeschwindigkeit als der variable hydraulische Ventilstellmechanismus **31**. Jedoch ändern sich die Ansprechgeschwindigkeiten der variablen Ventilstellmechanismen **31** und **25** gemäß dem Verbrennungsmotorbetriebszustand. Beispielsweise hat der variable hydraulische Ventilstellmechanismus **31** eine höhere Ansprechgeschwindigkeit bei höheren Verbrennungsmotordrehzahlen, da der Druck des Öls, das von der Ölpumpe ausgestoßen wird, in einem solchen Zustand ansteigt. Der variable elektromotorische Ventilstellmechanismus **25** hat eine relativ hohe Ansprechgeschwindigkeit, auch wenn die Verbrennungsmotordrehzahl niedrig ist. Somit kann mit Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen, wie z. B. dann, wenn die Verbrennungsmotordrehzahl hoch ist und der Druck des zu dem variablen Ventilstellmechanismus **31** zugeführt und erhöht ist, der variable hydraulische Ventilstellmechanismus **31** eine höhere Ansprechgeschwindigkeit als der variable elektromotorische Ventilstellmechanismus **25** haben.

[0053] Demgemäß bestimmt in diesem Ausführungsbeispiel die ECU **35**, die als eine Bestimmungseinheit funktioniert, welcher von dem variablen Einlassventilstellmechanismus **25** und von dem variablen Auslassventilstellmechanismus **31** eine höhere Ansprechgeschwindigkeit hat, auf der Grundlage des Verbrennungsmotorbetriebszustands. Die ECU **35**, die ebenso als eine Austauschereinheit dient, tauscht dann den variablen Ventilstellmechanismus, auf den die Hauptsteuerung angewandt wird und den variablen Ventilstellmechanismus, auf den die Nebensteuerung angewandt wird, gemäß dem Bestimmungsergebnis aus, so dass die Nebensteuerung immer auf denjenigen von den variablen Ventilstellmechanismen angewandt wird, der die höhere Ansprechgeschwindigkeit hat. Das ermöglicht, dass die Nebensteuerung auf denjenigen der variablen Ventilstellmechanismen angewandt wird, der die höhere Ansprechgeschwindigkeit hat, und die Hauptsteuerung auf den anderen von den variablen Ventilstellmechanismen angewandt wird, der die niedrigere Ansprechgeschwindigkeit hat, auch wenn der variable Ventilstellmechanismus, der die höhere Ansprechgeschwindigkeit hat, und der variable Ventilstellmechanismus, der die niedrigere Ansprechgeschwindigkeit hat, aufgrund des Verbrennungsmotorbetriebszustands ausgetauscht werden.

[0054] Als nächstes wird ein Prozess zum Berechnen der Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des Einlassventils **20** und des Auslassventils **21**,

wenn die Hauptsteuerung auf den variablen elektromotorischen Einlassventilstellmechanismus **25** angewandt wird und die Nebensteuerung auf den variablen hydraulischen Auslassventilstellmechanismus **31** angewandt wird, beschrieben.

[0055] Während der Ausführung der Hauptsteuerung werden die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen INP des Einlassventils **20** auf der Grundlage der Verbrennungsmotordrehzahl und der Verbrennungsmotorlast unter Bezugnahme auf ein vorbestimmtes Kennfeld berechnet. Die berechneten Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen INP sind die optimalen Öffnungs- und -schließzeitabstimmungen, die in Übereinstimmung mit dem Verbrennungsmotorbetriebszustand sind. Die Verbrennungsmotordrehzahl wird auf der Grundlage des Erfassungssignals von dem Kurbelpositionssensor **10** berechnet und die Verbrennungsmotorlast wird auf der Grundlage der berechneten Verbrennungsmotordrehzahl und der Einlassluftmenge des Verbrennungsmotors **1** berechnet. Die Einlassluftmenge des Verbrennungsmotors **1** wird auf der Grundlage von Erfassungssignalen von Sensoren einschließlich des Luftdurchflussmessgeräts **12**, des Drosselpositionssensors **15** und des Beschleunigerpedalpositionssensors **14** berechnet. Während der Ausführung der Hauptsteuerung wird der variable Einlassventilstellmechanismus **25** so betrieben, dass die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen INR des Einlassventils **20** die berechneten Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen INP erreichen.

[0056] Während der Ausführung der Nebensteuerung werden die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen EXP des Auslassventils **21** auf der Grundlage des Sollventilüberschneidungsbetrags OVP, der auf der Grundlage der Verbrennungsmotordrehzahl und der Verbrennungsmotorlast berechnet wird, und der Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen INR des Einlassventils **20** unter Verwendung von Gleichung (2) berechnet.

$$\text{EXP} = \text{OVP} - (\text{INR} + \text{OV}_0) \quad (2)$$

[0057] In der Gleichung (2) stellt EXP die Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen des Auslassventils **21** dar, stellt OVP den Sollüberschneidungsbetrag dar, stellt INR die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des Einlassventils **20** dar und stellt OV_0 den Anfangswert des Ventilüberschneidungsbetrags dar.

[0058] Unter Verwendung der Gleichung (2) werden die Sollöffnung- und -schließzeitabstimmungen EXP des Auslassventils **21** als Wert berechnet, der den optimalen Ventilüberschneidungsbetrag gemäß dem Verbrennungsmotorbetriebszustand erreicht, nämlich den Sollventilüberschneidungsbetrag OVP. Während der Ausführung der Nebensteuerung wird der variable Auslassventilstellmechanismus **31** betrie-

ben, so dass die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen EXR des Auslassventils **21** die berechneten Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen EXP erreichen. Als Folge ändern sich die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen EXR des Auslassventils **21** auf eine solche Art und Weise, dass der Istventilüberschneidungsbetrag OVR den Sollventilüberschneidungsbetrag OVP erreicht.

[0059] Als nächstes wird ein Prozess zum Berechnen der Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des Einlassventils **20** und des Auslassventils **21**, wenn die Hauptsteuerung auf den variablen hydraulischen Auslassventilstellmechanismus **31** angewandt wird und die Nebensteuerung auf den variablen elektromotorischen Einlassventilstellmechanismus **25** angewandt wird, beschrieben.

[0060] In diesem Fall werden während der Ausführung der Hauptsteuerung die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen EXP des Auslassventils **21** auf der Grundlage der Verbrennungsmotordrehzahl und der Verbrennungsmotorlast unter Bezugnahme auf ein vorbestimmtes Kennfeld berechnet. Die berechneten Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen EXP sind die optimalen Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen, die in Übereinstimmung mit dem Verbrennungsmotorbetriebszustand sind.

[0061] Während der Ausführung der Hauptsteuerung wird der variable Auslassventilstellmechanismus **31** so betrieben, dass die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen EXR des Auslassventils **21** die berechneten Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen EXP erreichen.

[0062] Während der Ausführung der Nebensteuerung werden die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen INP des Einlassventils **20** auf der Grundlage des Sollventilüberschneidungsbetrags OVP, der auf der Grundlage der Verbrennungsmotordrehzahl und der Verbrennungsmotorlast berechnet wird, und der Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen EXR des Auslassventils **21** unter Verwendung der Gleichung (3) berechnet.

$$\text{INP} = \text{OVP} - (\text{EXR} + \text{OV}_0) \quad (3)$$

[0063] In der Gleichung (3) stellt INP die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des Einlassventils dar, stellt OVP den Sollüberschneidungsbetrag dar, stellt EXR die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des Auslassventils dar und stellt OV_0 den Anfangswert des Ventilüberschneidungsbetrags dar.

[0064] Durch die Verwendung der Gleichung (3) werden die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen INP des Einlassventils **20** als Wert berechnet, der den optimalen Ventilüberschneidungsbetrag er-

reicht, der in Übereinstimmung mit dem Verbrennungsmotorbetriebszustand ist, nämlich den Sollventilüberschneidungsbetrag OVP. Während der Ausführung der Nebensteuerung wird der variable Einlassventilstellmechanismus **25** so betrieben, dass die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmung INR des Einlassventils **20** die berechneten Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen INP erreicht. Als Folge ändern sich die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen INR des Einlassventils **20** auf einer Art und Weise, dass der Istventilüberschneidungsbetrag OVR den Sollventilüberschneidungsbetrag OVP erreicht.

[0065] Die Prozeduren zum Ausführen der Hauptsteuerung und der Nebensteuerung werden nun genau unter Bezugnahme auf das in [Fig. 4](#) gezeigte Ablaufdiagramm beschrieben. Der in [Fig. 4](#) gezeigte Prozess wird durch die ECU **35** als eine Unterbrechung bei jedem vorbestimmten Kurbelwinkel ausgeführt.

[0066] Zuerst bestimmt die ECU **35**, ob der Verbrennungsmotor sich in dem Übergangsbetrieb befindet (S101). Genauer gesagt bestimmt die ECU **35**, ob die folgenden zwei Bedingungen erfüllt sind. (1) Die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des Einlassventils **20** oder des Auslassventils **21** haben sich geändert. (2) Die Zeit, die von den Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen erfordert wird, um sich an die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen anzugleichen, ist nach der Änderung der Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen abgelaufen.

[0067] Die ECU **35** bestimmt, dass der Verbrennungsmotor sich in dem Übergangsbetrieb befindet, wenn die vorstehend genannten Bedingungen (1) und (2) beide erfüllt sind (S101: JA). Die ECU **35** schreitet dann zu dem Schritt S102 und den nachfolgenden Schritten weiter, um die Hauptsteuerung und die Nebensteuerung auszuführen. Die ECU **35** bestimmt, dass sich der Verbrennungsmotor nicht in dem Übergangsbetrieb befindet, wenn zumindest eine der Bedingungen (1) und (2) nicht erfüllt ist (S101: NEIN). In diesem Fall führt die ECU **35** die Hauptsteuerung und die Nebensteuerung, die vorstehend beschrieben sind, als Öffnungs- und -schließzeitabstimmungssteuerung des Einlassventils und des Auslassventils **21** nicht aus.

[0068] Die Öffnungs- und Schließzeitabstimmungssteuerung, die ausgeführt wird, wenn der Schritt S101 ein negatives Bestimmungsergebnis hat, kann beispielsweise eine Steuerung zum Einstellen der Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen des Einlassventils **20** und des Auslassventils **21** auf die optimalen Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen sein. Während der Ausführung einer derartigen Öffnungs- und Schließzeitabstimmungssteuerung werden die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen INP

und EXP des Einlassventils **20** und des Auslassventils **21** auf der Grundlage von Parametern einschließlich der Verbrennungsmotordrehzahl, der Verbrennungsmotorlast und des Sollventilüberschneidungsbetrags OVP berechnet. Der variable Einlassventilstellmechanismus **25** und der variable Auslassventilstellmechanismus **31** werden getrennt betrieben, so dass die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen INR und EXR des Einlassventils **20** und des Auslassventils **21** getrennt die berechneten Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen INP und EXP erreichen.

[0069] In dem Schritt S102 und den nachfolgenden Schritten zum Ausführen der Hauptsteuerung und der Nebensteuerung bestimmt die ECU **35** zuerst, welcher von dem variablen Einlassventilstellmechanismus **25** und von dem variablen Auslassventilstellmechanismus **31** gegenwärtig eine höhere Ansprechgeschwindigkeit hat, auf der Grundlage von Parametern einschließlich der Verbrennungsmotordrehzahl, der Verbrennungsmotorlast und der Kühlmitteltemperatur (S102). Diese Parameter beeinflussen den Druck des Öls, das zu dem variablen hydraulischen Ventilstellmechanismus **31** zugeführt wird. Der Mechanismus **31** neigt zu einer höheren Ansprechgeschwindigkeit, wenn sich der Hydraulikdruck erhöht. Somit werden die vorstehend genannten Parameter verwendet, um zu bestimmen, welcher von den variablen Ventilstellmechanismen gegenwärtig eine höhere Ansprechgeschwindigkeit hat. Nach dieser Bestimmung für die ECU **35** die Schritte S103 und S104 als Hauptsteuerung und die Schritte S105 bis S108 als Nebensteuerung aus.

[0070] Die ECU **35** berechnet die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des Ventils entsprechend dem variablen Ventilstellmechanismus, der eine niedrigere Ansprechgeschwindigkeit hat, auf der Grundlage der Verbrennungsmotordrehzahl und der Verbrennungsmotorlast (S103). Die ECU **35** berechnet die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen INP des Einlassventils **20**, wenn der variable elektromotorische Einlassventilstellmechanismus **25** eine niedrigere Ansprechgeschwindigkeit als der variable hydraulische Auslassventilstellmechanismus **31** hat. Die ECU **35** berechnet die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen EXP des Auslassventils **21**, wenn der hydraulische variable Auslassventilstellmechanismus **31** eine niedrigere Ansprechgeschwindigkeit als der elektromotorische variable Einlassventilstellmechanismus **25** hat. Dann betreibt die ECU **35** den variablen Ventilstellmechanismus mit der niedrigeren Ansprechgeschwindigkeit, so dass die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des entsprechenden Ventils in Richtung auf deren Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen eingestellt werden (S104).

[0071] Die ECU **35** erfasst die Istöffnungs- und

-schließzeitabstimmungen des Ventils entsprechend dem variablen Ventilstellmechanismus mit der niedrigeren Ansprechgeschwindigkeit auf der Grundlage von Erfassungssignalen von dem Kurbelpositionssensor **10** und den Nockenpositionssensoren **24** und **32**, wenn die variablen Ventilstellmechanismen mit der niedrigeren Ansprechgeschwindigkeit betrieben werden (S105). Die ECU **35** berechnet dann den optimalen Ventilüberschneidungsbetrag gemäß dem Verbrennungsmotorbetriebszustand, nämlich den Sollventilüberschneidungsbetrag OVP auf der Grundlage der Verbrennungsmotordrehzahl und der Verbrennungsmotorlast (S106).

[0072] Die ECU **35** berechnet die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen entsprechend dem variablen Ventilstellmechanismus mit der höheren Ansprechgeschwindigkeit unter Verwendung der Gleichung (2) oder der Gleichung (3) auf der Grundlage der erfassten Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen und des berechneten Sollventilüberschneidungsbetrags OVP (S107). Die ECU **35** berechnet die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen EXP des Auslassventils **21** unter Verwendung der Gleichung (2), wenn der hydraulische variable Auslassventilstellmechanismus **31** eine höhere Ansprechgeschwindigkeit als der elektromotorische variable Einlassventilstellmechanismus **25** hat. Die ECU **35** berechnet die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen INP des Einlassventils **20** unter Verwendung der Gleichung (3), wenn der elektromotorische variable Einlassventilstellmechanismus **25** eine höhere Ansprechgeschwindigkeit als der hydraulische variable Auslassventilstellmechanismus **31** hat. Dann betreibt die ECU **35** den variablen Ventilstellmechanismus mit der höheren Ansprechgeschwindigkeit, so dass die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen des entsprechenden Ventils in Richtung auf deren Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen eingestellt werden (S108).

[0073] Das erste Ausführungsbeispiel hat die nachstehend beschriebenen Vorteile.

(1) Während des Übergangsbetriebs des Verbrennungsmotors wird die Hauptsteuerung auf einen von den zwei variablen Ventilstellmechanismen angewandt, der die niedrigere Ansprechgeschwindigkeit hat, der einem der zwei Ventile entspricht und wird die Nebensteuerung auf den anderen von den variablen Ventilstellmechanismen angewandt, der die höhere Ansprechgeschwindigkeit hat, der dem anderen der zwei Ventile entspricht. Das ermöglicht, dass die Istöffnungs- und -schließzeitabstimmungen von dem anderen Ventil (durch die gestrichelte Linie in dem Abschnitt (b) von [Fig. 3](#) angedeutet) während der Ausführung der Nebensteuerung in Richtung auf die Sollöffnungs- und -schließzeitabstimmungen (durch die durchgezogene Linie in dem Abschnitt (b) in [Fig. 3](#) angedeutet) mit einem hohen Ansprechver-

halten eingestellt werden. Als Folge wird verhindert, dass der Istventilüberschneidungsbetrag OVR (durch den Pfeil aus der gestrichelten Linie angedeutet) in hohem Maße den Sollventilüberschneidungsbetrag OVP übersteigt (durch den Pfeil aus der durchgezogenen Linie angedeutet).

(2) Die zwei variablen Ventilstellmechanismen haben vollständig unterschiedliche Strukturen. Genauer gesagt ist ein variabler Ventilstellmechanismus ein elektromotorischer und der andere variable Ventilstellmechanismus ein hydraulischer. Somit haben die zwei variablen Ventilstellmechanismen signifikant unterschiedliche Ansprechgeschwindigkeiten. Wenn die Hauptsteuerung auf den einen von den zwei variablen Ventilstellmechanismen aufgebracht würde, der die höhere Ansprechgeschwindigkeit hat, und die Nebensteuerung auf den anderen von den zwei variablen Ventilstellmechanismen aufgebracht wurde, der die niedrigere Ansprechgeschwindigkeit hat, würden die signifikant unterschiedlichen Ansprechgeschwindigkeiten der zwei variablen Ventilstellmechanismen verursachen, dass der Istventilüberschneidungsbetrag OVR in hohem Maße den Sollventilüberschneidungsbetrag OVP übersteigt. Jedoch wird die Hauptsteuerung auf einen der zwei variablen Ventilstellmechanismen angewandt, der die niedrigere Ansprechgeschwindigkeit hat, und wird die Nebensteuerung auf den anderen der zwei variablen Ventilstellmechanismen angewandt, der die höhere Ansprechgeschwindigkeit hat, während des Übergangsbetriebs des Verbrennungsmotors. Das stellt sicher, dass verhindert wird, dass der Istüberschneidungsbetrag OVR in hohem Maße den Sollventilüberschneidungsbetrag OVP übersteigt.

(3) Die Ansprechgeschwindigkeiten des hydraulischen variablen Ventilstellmechanismus **31** und des elektromotorischen variablen Ventilstellmechanismus **25** ändern sich gemäß dem Verbrennungsmotorbetriebszustand. Somit können der variable Ventilstellmechanismus der höheren Ansprechgeschwindigkeit und der variable Ventilstellmechanismus mit der niedrigeren Ansprechgeschwindigkeit in Abhängigkeit von dem Verbrennungsmotorzustand ausgetauscht werden. Daher bestimmt die ECU **35**, welcher der zwei variablen Ventilstellmechanismen die höhere Ansprechgeschwindigkeit hat, auf der Grundlage des Verbrennungsmotorbetriebszustands. Auf der Grundlage der Bestimmung wendet die ECU **35** die Nebensteuerung auf eine von den zwei variablen Ventilstellmechanismen an, der die höhere Ansprechgeschwindigkeit hat. Das stellt sicher, dass verhindert wird, dass der Istventilüberschneidungsbetrag OVR in hohem Maße den Sollventilüberschneidungsbetrag OVP übersteigt, ungeachtet der Tatsache, ob der variable Ventilstellmechanismus, der die höhere Geschwindigkeit hat, und der variable Ventilstellmechanismus,

der die niedrigere Geschwindigkeit, ausgewechselt werden.

[0074] Ein zweites Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf [Fig. 5](#) beschrieben.

[0075] In dem zweiten Ausführungsbeispiel wird der Sollüberschneidungsbetrag OVP so berechnet, dass er ein kleiner Wert ist, wenn der Verbrennungsmotor **1** gerade beschleunigt wird, im Vergleich mit anderen Verbrennungsmotorbedingungen. Die Beschleunigung des Verbrennungsmotors **1** ist eine Bedingung, bei der der vorstehend genannte Übergangsbetrieb auftreten kann. Das verhindert, dass der Istventilüberschneidungsbetrag OVR in hohem Maße den Sollventilüberschneidungsbetrag OVP übersteigt.

[0076] [Fig. 5](#) ist ein Ablaufdiagramm, das die Prozeduren zum Berechnen des Sollüberschneidungsbetrags des Schritts S106 zeigt, wenn die Hauptsteuerung und die Nebensteuerung ausgeführt wird, die in [Fig. 4](#) gezeigt ist. Der Sollventilüberschneidungsbetrag wird immer dann berechnet, wenn der Schritt S106 durchgeführt wird. Die ECU **35** bestimmt, ob der Verbrennungsmotor **1** gerade beschleunigt wird, auf der Grundlage von Parametern einschließlich der Verbrennungsmotordrehzahl (S201). Wenn bestimmt wird, dass der Verbrennungsmotor **1** gerade nicht beschleunigt wird, berechnet die ECU **35** den Sollventilüberschneidungsbetrag OVP auf eine normale Art und Weise (S202). Wenn bestimmt wird, dass der Verbrennungsmotor **1** gerade beschleunigt wird, berechnet die ECU **35** den Sollventilüberschneidungsbetrag OVP als Wert, der kleiner als normal ist (S203).

[0077] Das zweite Ausführungsbeispiel hat die nachstehend beschriebenen Vorteile.

(4) Es ist erforderlich, dass der Verbrennungsmotor **1** während der Beschleunigung eine hohe Abgabe erzeugt. Somit kann sich die interne EGR-Menge während der Beschleunigung übermäßig erhöhen und die Verbrennung des Verbrennungsmotors **1** destabilisieren. Eine derartige Situation muss vermieden werden. Die Beschleunigung des Verbrennungsmotors **1** ist eine Bedingung, während der der Verbrennungsmotor sich in einem Übergangsbetrieb befindet. Während der Beschleunigung wird die Nebensteuerung auf den einen der zwei variablen Ventilstellmechanismen angewandt, der die höhere Ansprechgeschwindigkeit hat. Das verhindert, dass der Istventilüberschneidungsbetrag OVR in hohem Maße den Sollventilüberschneidungsbetrag OVP übersteigt. Als Folge wird verhindert, dass die interne EGR-Menge übermäßig während der Beschleunigung einsteigt, und die instabile Verbrennung des Verbrennungsmotors **1** wird verhindert. Ferner wird der Sollventilüberschneidungsbetrag OVP

als kleinerer Wert während der Beschleunigung als in anderen Verbrennungsmotorbedingungen berechnet. Der Istventilüberschneidungsbetrag OVR wird dann auf den berechneten Sollventilüberschneidungsbetrag OVP eingestellt. Das verringert den Istventilüberschneidungsbetrag OVR. Als Folge wird verhindert, dass die übermäßige interne EGR-Menge weitergehend die Beschleunigungsfähigkeit des Verbrennungsmotors **1** absinkt.

[0078] Es ist für den Fachmann erkennbar, dass die vorliegende Erfindung auf viele andere spezifische Arten ohne Abweichung von dem Grundgedanken oder dem Anwendungsbereich der Erfindung ausgeführt werden kann. Insbesondere ist verständlich, dass die vorliegende Erfindung in den folgenden Formen ausgeführt werden kann.

[0079] Die Hauptsteuerung und die Nebensteuerung können während Verbrennungsmotorbedingungen ausgeführt werden, die andere als ein Übergangsbetrieb des Verbrennungsmotors sind.

[0080] Der elektromotorische variable Ventilstellmechanismus hat grundsätzlich eine höhere Ansprechgeschwindigkeit als der hydraulische variable Ventilstellmechanismus. Somit kann der variable Ventilstellmechanismus, auf den die Hauptsteuerung angewandt wird, als hydraulischer variabler Auslassventilstellmechanismus **31** festgelegt werden und kann der variable Ventilstellmechanismus, auf den die Nebensteuerung angewandt wird, als elektromotorischer variabler Einlassventilstellmechanismus **25** festgelegt werden.

[0081] In einem Verbrennungsmotorbetriebszustand, in dem zwei variable Ventilstellmechanismen Ansprechgeschwindigkeiten haben, die sich nur geringfügig von einander unterscheiden, kann der variable Ventilstellmechanismus, auf den die Hauptsteuerung angewandt wird, und der variable Ventilstellmechanismus, auf den die Nebensteuerung angewandt wird, festgelegt werden. In diesem Fall ist es vorzuziehen, dass der variable Ventilstellmechanismus, auf den die Hauptsteuerung angewandt wird, als hydraulischer variabler Auslassventilstellmechanismus **31** festgelegt wird, und der variable Ventilstellmechanismus, auf den die Nebensteuerung angewandt wird, als der elektromotorische variable Einlassventilstellmechanismus **25** festgelegt wird.

[0082] Der variable Einlassventilstellmechanismus **25** kann hydraulisch sein und der variable Auslassventilstellmechanismus **31** kann elektromotorisch sein.

[0083] Die zwei variablen Ventilstellmechanismen können beide hydraulisch sein. Auch in diesem Fall haben die zwei variablen Ventilstellmechanismen,

die an unterschiedlichen Positionen eingebaut sind, unvermeidlich unterschiedliche Ansprechgeschwindigkeiten. Somit erhält das Anwenden der Nebensteuerung auf einen der zwei variablen Ventilstellmechanismen, der die höhere Ansprechgeschwindigkeit hat, die gleichen Vorteile, wie in den vorstehend genannten Ausführungsbeispielen beschrieben ist. Die vorliegende Erfindung wird auf den Verbrennungsmotor **1** mit den variablen Ventilstellmechanismen zum Verändern der Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen des Einlassventils **20** und der Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen des Einlassventils **21** als Ventilkenngröße des Einlassventils **20** und des Auslassventils **21** angewandt. Jedoch ist die Anwendung der vorliegenden Erfindung nicht auf diese Art und Weise beschränkt. Beispielsweise ist die vorliegende Erfindung auf einen Verbrennungsmotor mit variablen Ventilstellmechanismen für seine Einlass- und Auslassnockenwellen anwendbar, um den maximalen Ventilhub- und den Ventilstellwinkel als Ventilkenngröße des Einlassventils **20** und des Auslassventils **21** zu verändern. Derartige variable Einlass- und Auslassventilstellmechanismen werden zum Einstellen des Ventilüberschneidungsbetrags betrieben.

[0084] Somit verändert die Ventilkenngrößensteuer-einrichtung für einen Verbrennungsmotor mit variablen Ventilstellmechanismen, nämlich einem für ein erstes Ventil und einem anderen für ein zweites Ventil, die Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen der Ventile. Die Steuereinrichtung führt eine Hauptsteuerung zum Berechnen einer Sollzeitabstimmung des ersten Ventils gemäß einem Betriebszustands des Verbrennungsmotors aus und stellt mit dem entsprechenden variablen Ventilstellmechanismus die Zeitabstimmung des ersten Ventils auf die Sollzeitabstimmung ein. Ferner führt die Steuereinrichtung eine Nebensteuerung zum Berechnen einer Sollzeitabstimmung des zweiten Ventils auf der Grundlage eines Sollventilüberschneidungsbetrags und der Istzeitabstimmung des ersten Ventils aus und stellt mit dem entsprechenden variablen Ventilstellmechanismus die Ventilzeitabstimmung des zweiten Ventils auf die Sollzeitabstimmung ein. Die Hauptsteuerung wird an demjenigen der zwei variablen Ventilstellmechanismen ausgeführt, der eine niedrigere Ansprechgeschwindigkeit hat.

Patentansprüche

1. Ventilkenngrößensteuereinrichtung für einen Verbrennungsmotor (**1**), wobei der Verbrennungsmotor (**1**) einen variablen Ventilstellmechanismus (**25**) zum Verändern einer Ventilkenngröße eines Einlassventils (**20**) und einen variablen Ventilstellmechanismus (**31**) zum Verändern einer Ventilkenngröße eines Auslassventils (**21**) aufweist, wobei die Steuereinrichtung folgendes aufweist:
eine Hauptsteuereinheit zum Berechnen einer Soll-

kenngröße eines ersten Ventils, das eines von dem Einlassventil (**20**) und von dem Auslassventil (**21**) ist, gemäß einem Betriebszustand des Verbrennungsmotors (**1**) und zum Steuern des variablen Ventilstellmechanismus entsprechend dem ersten Ventil, so dass die Ventilkenngröße des ersten Ventils auf die Sollkenngröße des ersten Ventils eingestellt wird;
eine Nebensteuereinheit zum Berechnen einer Sollkenngröße eines zweiten Ventils, das ein anderes von dem Einlassventil (**20**) und von dem Auslassventil (**21**) ist, auf der Grundlage eines Sollventilüberschneidungsbetrags, der gemäß dem Betriebszustand des Verbrennungsmotors (**1**) berechnet wird, und auf der Grundlage einer Istventilkenngröße des ersten Ventils, und zum Steuern des variablen Ventilstellmechanismus entsprechend dem zweiten Ventil, so dass die Ventilkenngröße des zweiten Ventils auf die Sollkenngröße des zweiten Ventils eingestellt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Steuerung mit der Hauptsteuereinheit an dem einen der zwei variablen Ventilstellmechanismen (**25**; **31**) ausgeführt wird, der die niedrigere Ansprechgeschwindigkeit hat, und eine Steuerung mit der Nebensteuereinheit an dem anderen der zwei variablen Ventilstellmechanismen (**25**; **31**) ausgeführt wird, der die höhere Ansprechgeschwindigkeit hat.

2. Ventilkenngrößensteuereinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung mit der Hauptsteuereinheit und die Steuerung mit der Nebensteuereinheit zumindest dann ausgeführt werden können, wenn sich der Verbrennungsmotor (**1**) in einem Übergangsbetrieb befindet.

3. Ventilkenngrößensteuereinrichtung gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Übergangsbetrieb einen Zustand aufweist, in dem der Verbrennungsmotor (**1**) einer Beschleunigung unterliegt, und wobei für den Sollventilüberschneidungsbetrag ein kleinerer Wert berechnet wird, wenn der Verbrennungsmotor (**1**) der Beschleunigung unterliegt, als dann, wenn der Verbrennungsmotor (**1**) sich in anderen Zuständen befindet.

4. Ventilkenngrößensteuereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der eine der zwei variablen Ventilstellmechanismen (**25**; **31**) ein hydraulischer variabler Ventilstellmechanismus (**31**) ist, der durch Hydraulikdruck betrieben wird, und der andere von den zwei variablen Ventilstellmechanismen (**25**; **31**) ein elektromotorischer variabler Ventilstellmechanismus (**25**) ist, der durch einen Elektromotor betrieben wird.

5. Ventilkenngrößensteuereinrichtung gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung mit der Hauptsteuereinheit an dem hydraulischen variablen Ventilstellmechanismus (**31**) ausgeführt wird, und die Steuerung mit der Nebensteuer-

einheit an dem elektromotorischen variablen Ventilstellmechanismus (25) ausgeführt wird.

6. Ventilkenngrößensteuereinrichtung gemäß Anspruch 4, gekennzeichnet durch eine Bestimmungseinheit zum Bestimmen, welcher von dem hydraulischen variablen Ventilstellmechanismus (31) und dem elektromotorischen variablen Ventilstellmechanismus (25) eine höhere Ansprechgeschwindigkeit hat, auf der Grundlage des Betriebszustands des Verbrennungsmotors (1); und eine Wechseleinheit zum Wechseln des variablen Ventilstellmechanismus, an dem die Steuerung mit der Hauptsteuereinheit ausgeführt wird, und des variablen Ventilstellmechanismus, an dem die Steuerung mit der Nebensteuereinheit ausgeführt wird, gemäß dem Bestimmungsergebnis der Bestimmungseinheit.

7. Ventilkenngrößensteuereinrichtung gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Betriebszustand des Verbrennungsmotors (1) einen Parameter umfasst, der den Druck des Öls beeinflusst, das zu dem hydraulischen variablen Ventilstellmechanismus (31) zugeführt wird.

8. Ventilkenngrößensteuereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilkenngröße des Einlassventils (20) Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen des Einlassventils (20) ist und die Ventilkenngröße des Auslassventils (21) Öffnungs- und Schließzeitabstimmungen des Auslassventils (21) ist.

9. Verfahren zum Steuern einer Ventilkenngröße eines Verbrennungsmotors (1), wobei der Verbrennungsmotor (1) einen variablen Ventilstellmechanismus (25) zum Verändern einer Ventilkenngröße eines Einlassventils (20) und einen variablen Ventilstellmechanismus (31) zum Verändern einer Ventilkenngröße eines Auslassventils (21) aufweist, wobei das Verfahren folgendes aufweist:
Berechnen einer Sollkenngröße eines ersten Ventils, welches eines von dem Einlassventil (20) und von dem Auslassventil (21) ist, gemäß einem Betriebszustand des Verbrennungsmotors (1);
Ausführen einer Hauptsteuerung an dem variablen Ventilstellmechanismus entsprechend dem ersten Ventil, so dass die Ventilkenngröße des ersten Ventils auf die Sollkenngröße eingestellt wird;
Berechnen eines Sollventilüberschneidungsbetrags gemäß einem Betriebszustand des Verbrennungsmotors (1);
Berechnen einer Sollkenngröße eines zweiten Ventils, das das andere von dem Einlassventil (20) und von dem Auslassventil (21) ist, auf der Grundlage des Sollventilüberschneidungsbetrags und einer Istventilkenngröße des ersten Ventils;
Ausführen einer Nebensteuerung an dem variablen Ventilstellmechanismus entsprechend dem zweiten

Ventil, so dass die Ventilkenngröße des zweiten Ventils auf die Sollkenngröße eingestellt wird; und Ausführen der Hauptsteuerung an dem einen von den variablen Ventilstellmechanismen (25; 31), der die niedrigere Ansprechgeschwindigkeit hat, und Ausführen der Nebensteuerung an dem anderen von den variablen Ventilstellmechanismen (25; 31), der die höhere Ansprechgeschwindigkeit hat.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Fig.1

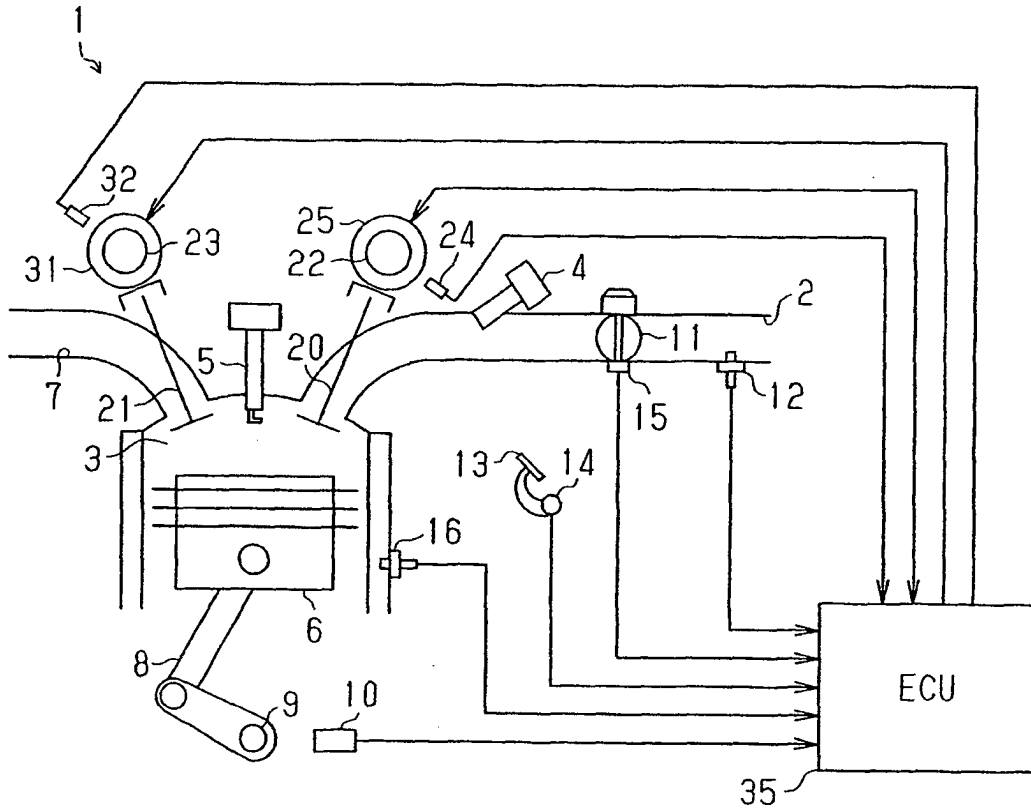


Fig.2

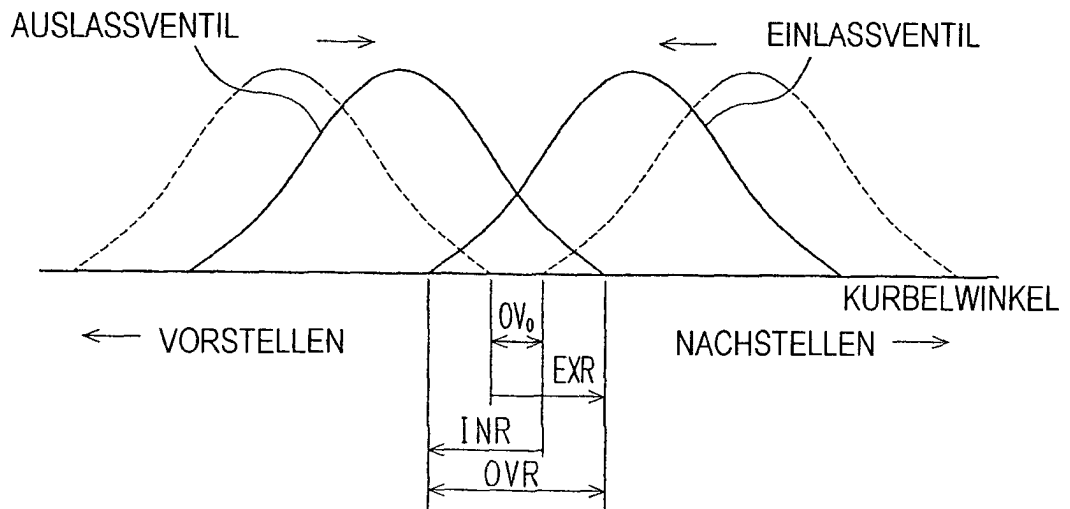


Fig. 3

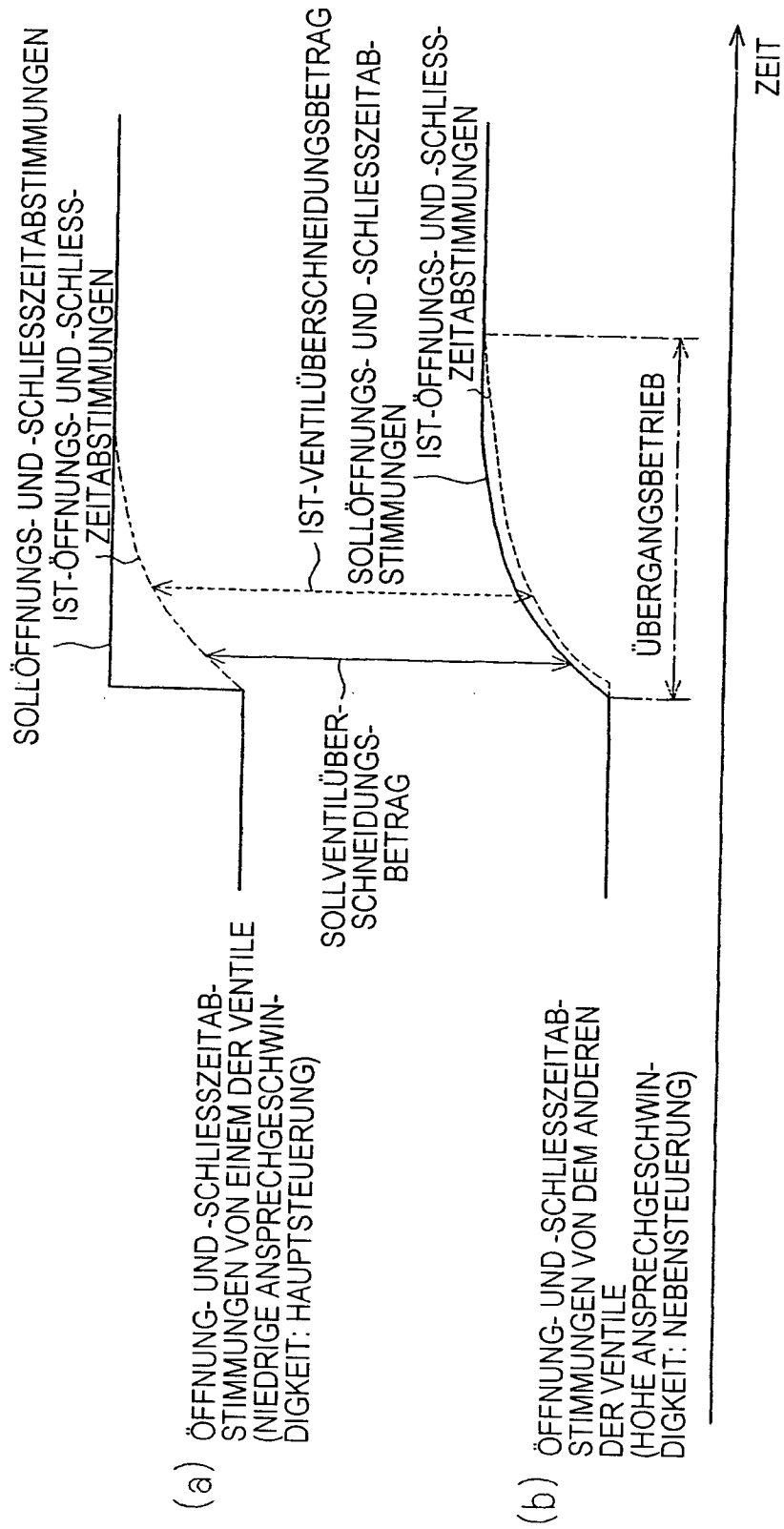


Fig.4

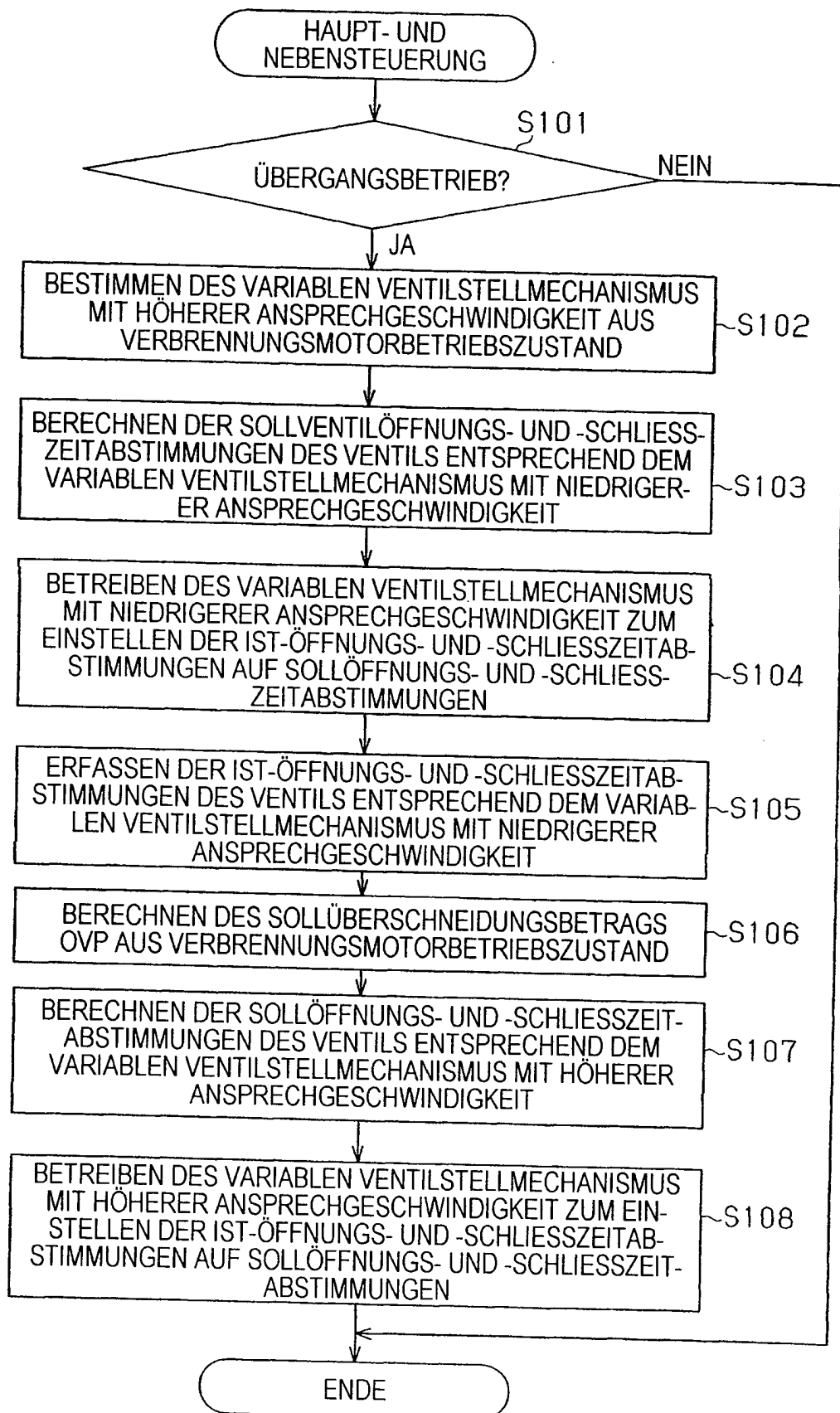


Fig.5

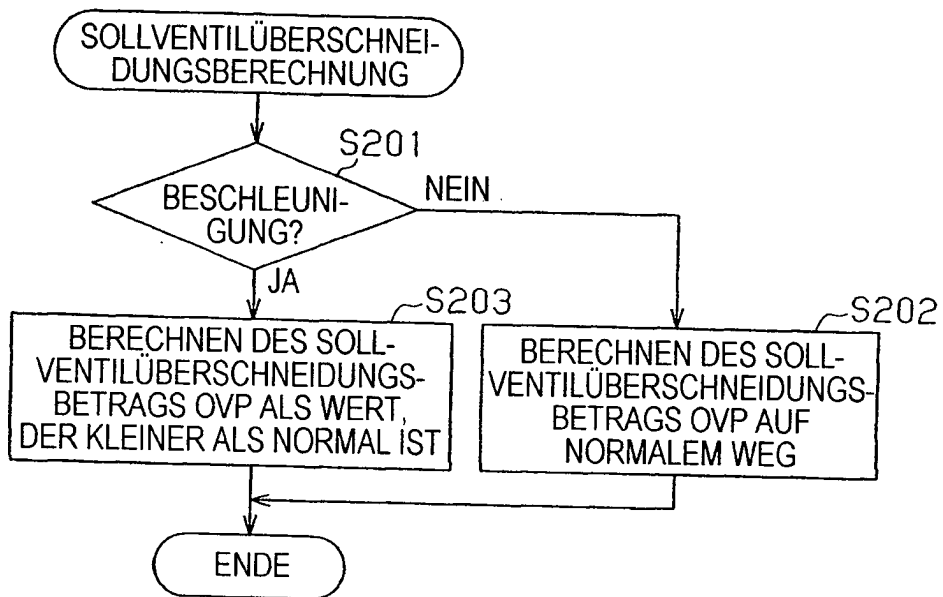


Fig. 6

