



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 18 891 T2 2006.04.13**

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 111 200 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 18 891.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 117 100.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **09.08.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.06.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **23.03.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.04.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F01L 1/344 (2006.01)**  
**F01L 1/34 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**35356799      13.12.1999      JP**

(73) Patentinhaber:

**Honda Giken Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP**

(74) Vertreter:

**Weickmann & Weickmann, 81679 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, GB**

(72) Erfinder:

**Kobayashi, Toshiki, Wako-shi, Saitama-ken, JP**

(54) Bezeichnung: **Ventilsteuerungseinrichtung in einer 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**

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Ventilbewegungssteuer/regelsystem eines Verbrennungsmotors, welches einen hydraulischen Betriebscharakteristikverstellmechanismus besitzt, um eine Betriebscharakteristik, wie z.B. eine Öffnungs/Schließzeit eines Motorventils zu verändern, welches einen hydraulischen Phasenverstellmechanismus umfasst, um die Öffnungs/Schließzeit eines Motorventils, wie z.B. eines Einlassventils oder eines Auslassventils, zu verändern.

**[0002]** Ein Ventilbewegungssteuer/regelsystem eines Verbrennungsmotors gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist aus der US-A-4,535,731 bekannt.

**[0003]** Ferner ist ein Ventilbewegungssteuer/regelsystem eines Verbrennungsmotors bekannt geworden, welches einen hydraulischen Phasenverstellmechanismus besitzt, welcher die Öffnungs/Schließzeit eines Einlassventils oder eines Auslassventils durch eine Änderung der relativen Phase einer Nockenwelle zu einer Kurbelwelle gemäß einem Betriebszustand eines Motors verändert, um die Motorleistung und den Kraftstoffverbrauch zu verbessern.

**[0004]** Beispielsweise besitzt in einem in der japanischen Patentoffenlegungsschrift Hei 11-173119 offenbarten Ventilsteuerzeitsteuer/regelsystem eines Verbrennungsmotors ein an einem Ende einer einlassseitigen Nockenwelle vorgesehener Ventilsteuerzeiteinstellmechanismus ein antriebsmäßig mit einer Kurbelwelle verbundenes Rotorgehäuse und einen antriebsmäßig mit der einlassseitigen Nockenwelle verbundenen Flügelrotor mit einer Mehrzahl von Flügeln. Auf beiden Seiten jedes Flügels sind jeweils eine Verzögerungskammer und eine Vorverstellungskammer ausgebildet und ein Einleiten oder Ablassen von Betriebsöl zu/von der Verzögerungskammer und der Vorverstellungskammer werden durch ein OCV (Ölsteuer/regelventil) gesteuert/geregelt, welches basierend auf einem Betriebszustand des Motors betätigt wird, sodass die relative Phase der einlassseitigen Nockenwelle zu der Kurbelwelle verändert wird, um die Öffnungs/Schließsteuerzeit des Einlassventils einzustellen.

**[0005]** Das Betriebsöl, welches durch eine Ölpumpe zugeführt wird, die durch den Motor angetrieben wird und durch das OCV gesteuert/geregelt wird, wird zu der Verzögerungskammer und der Vorverstellungskammer geleitet oder aus diesen abgelassen, wobei es durch den in einem Zylinderkopf vorgesehenen Kopföldurchgang, eine ringförmige Ölnut, welche an einer inneren Umfangsfläche eines Wellenlagers, welches von dem Zylinderkopf und einer Lagerkappe

zum Lagern der Nockenwelle ausgebildet ist, und einen in der Nockenwelle vorgesehenen Öldurchgang hindurchgeht.

**[0006]** Im Allgemeinen ist ein winziger Spalt zwischen der Nockenwelle und dem Wellenlager vorhanden. Daher strömt beim Stand der Technik dann, wenn der Motor gestoppt ist, um die Ölpumpe zu stoppen und das Betriebsöl dem Öldurchgang nicht zugeführt wird, das Betriebsöl in dem Öldurchgang, welcher in der einlassseitigen Nockenwelle vorgesehen ist, und das Betriebsöl in der Verzögerungskammer und der Vorverstellungskammer mit der Zeit durch den winzigen Spalt aus, obgleich mit einer sehr kleinen Menge, sodass das Betriebsöl in dem Öldurchgang der Verzögerungskammer und der Vorverstellungskammer eine Tendenz besitzt, abzunehmen.

**[0007]** Wenn der Motor aus dem Zustand gestartet wird, in dem das Betriebsöl in dem Öldurchgang, der Verzögerungskammer und der Vorverstellungskammer reduziert ist, ist eine gewisse Wartezeit notwendig, nachdem der Motor gestartet ist, um die Ölpumpe anzutreiben, um den Öldurchgang und die Verzögerungskammer oder die Vorverstellungskammer mit dem Betriebsöl zu füllen (ob irgendeine Kammer oder beide Kammern mit dem Betriebsöl gefüllt werden müssen, hängt von der Einstellung des Ventilsteuerzeiteinstellmechanismus ab, während der Motor gestoppt ist) und um zu ermöglichen, dass der Ventilsteuerzeiteinstellmechanismus funktioniert. Jedoch ist eine Zeit, welche dafür benötigt wird, damit der Motor einen Lastbetrieb erreicht, welcher eine Ventilsteuerzeiteinstellung erfordert, im Allgemeinen relativ lang und der Öldurchgang und die Verzögerungskammer oder die Vorverstellungskammer können mit dem Betriebsöl während der Zeit gefüllt werden und daher wurde die oben erwähnte benötigte Wartezeit nicht in Frage gestellt.

**[0008]** Jedoch ist bei einem erneuten Start des Motors dann, wenn der Motor aus einem Zustand gestartet wird, in dem eine Aufwärmung abgeschlossen ist, die Zeit, welche benötigt wird, damit der Motor den Lastbetrieb erreicht, im Allgemeinen relativ kurz, sodass manchmal der Öldurchgang und die Verzögerungskammer oder die Vorverstellungskammer nicht mit dem Betriebsöl gefüllt sind, bevor der Motor den Lastbetrieb erreicht. In diesem Fall kann der Ventilsteuerzeiteinstellmechanismus nicht arbeiten, bis der Öldurchgang und die Verzögerungskammer oder die Vorverstellungskammer mit dem Betriebsöl gefüllt sind. Dieser späte Betrieb bewirkt eine Verringerung der Motorleistung und eine Verringerung der Fahrbarkeit in dem Fall, dass ein Motor an einem Fahrzeug angebracht ist.

## ÜBERSICHT DER ERFINDUNG

**[0009]** Es ist ein Ziel der Erfindung, ein Ventilbewegungssteuer/regelsystem eines Verbrennungsmotors bereitzustellen, welches einen hydraulischen Betriebscharakteristikverstellmechanismus ohne Betriebsverzögerung oder mit einer verkürzten Betriebsverzögerung beim erneuten Starten des Motors hat.

**[0010]** Dieses Ziel wird durch ein Ventilbewegungssteuer/regelsystem gemäß Anspruch 1 erreicht.

**[0011]** Die vorliegende Erfindung stellt ein Ventilbewegungssteuer/regelsystem eines Verbrennungsmotors bereit, umfassend eine durch eine Kurbelwelle angetriebene Nockenwelle, welche einen zur Drehung durch ein Lagerelement gelagerten Nockenzapfen besitzt; einen hydraulischen Betriebscharakteristikverstellmechanismus, welcher an der Nockenwelle vorgesehen ist, um eine Betriebscharakteristik eines durch einen Nocken der Nockenwelle angetriebenen Motorventils zu verändern; einen Betriebsöldurchgang, welcher sich von einer durch den Verbrennungsmotor angetriebenen Öldruckversorgungsquelle zu dem Betriebscharakteristikverstellmechanismus erstreckt, wobei er durch eine Mehrzahl von Elementen einschließlich wenigstens der Nockenwelle und des Lagerelements hindurchführt; und ein Öldrucksteuer/regelventil, welches in dem Betriebsöldurchgang vorgesehen ist, um den Druck des zu dem Betriebscharakteristikverstellmechanismus geleiteten Betriebsöls zu steuern/regeln. Der Betriebsöldurchgang bildet einen Steuer/Regel-Öldurchgang aus mit einem ersten Öldurchgang und einem zweiten Öldurchgang zwischen einer Betriebskammer des Betriebsverstellmechanismus und dem Öldrucksteuer/regelventil, wobei der erste Öldurchgang, welcher in der Nockenwelle vorgesehen ist, ein mit der Betriebskammer in Verbindung stehendes Ende besitzt und ein weiteres Ende, welches mit dem zweiten Öldurchgang in Verbindung steht, welcher zwischen dem Nockenzapfen und dem Lagerelement ausgebildet ist. In einem solchen Ventilbewegungssteuer/regelsystem ist eine Betriebsölvorratskammer, welche mit dem Steuer/Regel-Öldurchgang in Verbindung steht, über bzw. oberhalb des Nockenzapfens vorgesehen.

**[0012]** Da gemäß dieser Erfindung die Betriebsölvorratskammer oberhalb des Nockenzapfens vorgesehen ist und eine größere Menge des Betriebsöls oberhalb des winzigen Spalts zwischen dem Nockenzapfen und dem Lagerelement im Vergleich zum Stand der Technik vorhanden ist, kann selbst dann, wenn das Betriebsöl durch den winzigen Spalt auströmt, während der Motor gestoppt ist, die Öldruckversorgungsquelle nicht angetrieben wird und das Betriebsöl nicht der Betriebskammer des Betriebscharakteristikverstellmechanismus und dem

Steuer/Regel-Öldurchgang zugeführt wird, eine Zeit, welche benötigt wird, damit das Betriebsöl in der Betriebskammer und dem ersten und dem zweiten Öldurchgang auf dasselbe Maß wie beim Stand der Technik verringert wird, verlängert werden.

**[0013]** Demzufolge kann eine Wahrscheinlichkeit, dass die Betriebskammer und der erste und der zweite Öldurchgang mit dem Betriebsöl gefüllt sind oder eine relativ große Menge des Betriebsöls in der Betriebskammer und dem ersten und dem zweiten Öldurchgang übrig bleibt, beim einem erneuten Start, wie z.B. beim einem Start nach einem Leerlaufstopp, erhöht werden, indem eine Menge des in der Betriebsölvorratskammer zurückgehaltenen Betriebsöls passend eingestellt wird. Daher gibt es keine Betriebsverzögerung oder die Betriebsverzögerungszeit wird verkürzt, sodass der Motor durch das Motorventil mit einer gewünschten Betriebscharakteristik relativ bald betrieben werden kann und eine Leistungsverringerung, welche durch eine Nichtbetätigung des Betriebscharakteristikverstellmechanismus verursacht wird, mit einer hohen Wahrscheinlichkeit verhindert werden kann.

**[0014]** Bei einem solchen Ventilbewegungssteuer/regelsystem eines Verbrennungsmotors kann das Lagerelement ein unteres Element und einen Nockenhalter umfassen, welcher über dem unteren Element angeordnet ist, und die Betriebsölvorratskammer kann in dem Nockenhalter vorgesehen sein und kann mit dem zweiten Öldurchgang in dem Nockenhalter in Verbindung stehen.

**[0015]** Gemäß diesem Ventilbewegungssteuer/regelsystem kann die Betriebsölvorratskammer unter Verwendung des Nockenhalters vorgesehen werden, welcher über dem unteren Element angeordnet ist, um den Nockenzapfen von der Oberseite her zu lagern. Daher besteht keine Notwendigkeit, ein zusätzliches Element zur Ausbildung der Betriebsölvorratskammer oberhalb des Nockenzapfens anzuordnen. Darüber hinaus ist es möglich, eine Betriebsölvorratskammer in einem gewöhnlichen Motor mit einem Phasenverstellmechanismus leicht bereitzustellen, indem nur der Nockenhalter ausgetauscht wird und ohne die Anordnung von Teilen um die Nockenwelle herum zu verändern.

**[0016]** Da der zweite Öldurchgang, welcher den Steuer/Regel-Öldurchgang bildet, in dem Nockenhalter vorgesehen ist, welcher das Lagerelement bildet, kann die Betriebsölvorratskammer mit dem Steuer/Regel-Öldurchgang kompakt und leicht verbunden werden, ohne einen zusätzlichen Verbindungsdurchgang notwendig zu machen, indem die Betriebsölvorratskammer mit dem zweiten Öldurchgang innerhalb des Nockenhalters verbunden wird.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0017] [Fig. 1](#) ist eine schematische Gesamtansicht eines Verbrennungsmotors, welcher mit der vorliegenden Erfindung versehen ist;

[0018] [Fig. 2](#) ist eine Schnittvorderansicht der [Fig. 1](#);

[0019] [Fig. 3](#) ist eine Schnittansicht längs der Linie III-III der [Fig. 2](#);

[0020] [Fig. 4](#) ist eine Schnittansicht längs der Linie IV-IV der [Fig. 2](#);

[0021] [Fig. 5](#) ist eine schematische Ansicht von Öldurchgängen des Ventilbewegungssteuer/regelsystems; und

[0022] [Fig. 6](#) ist eine Teilschnittansicht eines Öldrucksteuer/regelventils.

## DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0023] Im Folgenden wird eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 6](#) beschrieben.

[0024] In dieser Ausführungsform ist der Verbrennungsmotor **1** ein an einem Fahrzeug angebrachter Vierzylinder-Ottomotor vom DOHC-Typ mit einer in einer Rechts-Links-Richtung des Fahrzeugs ausgerichteten Kurbelwelle. Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, ist ein Kolben **3**, welcher verschieblich in eine Bohrung eines Zylinders eingesetzt ist, mit der Kurbelwelle **2** durch eine Pleuelstange **4** verbunden. Ein Antriebskettenrad **5** ist an einem rechten Endabschnitt (linkes Ende in [Fig. 1](#)) der Kurbelwelle **2** vorgesehen und ein Einlassnockenkettenrad **6** und ein Auslassnockenkettenrad **7** sind an jeweiligen rechten Endabschnitten einer Einlassnockenwelle **10** und einer Auslassnockenwelle **11** vorgesehen, welche parallel zueinander angeordnet sind. Die Einlassnockenwelle **10** und die Auslassnockenwelle **11** sind mit einem Einlassnocken **8** bzw. einem Auslassnocken **9** versehen. Eine Steuerkette **12** ist um die Kettenräder **5**, **6**, **7** gewunden, sodass die Nockenwellen **10**, **11** von der Kurbelwelle **2** derart angetrieben werden, dass sie sich mit einem Drehzahluntersetzungsverhältnis von 1/2 drehen. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, sind die Kettenräder **5**, **6**, **7** und die Steuerkette **12** in einer Kettenkammer **16** untergebracht, welche von einer Zylinderkopfabdeckung **14**, einer Ölwanne und einer an rechten Seiten eines Zylinderkopfs **13** und eines Zylinderblocks angebrachten Kettenabdeckung **15** ausgebildet ist.

[0025] In dieser Beschreibung beziehen sich "vorne", "hinten", "rechts" und "links" auf jemanden, der beim Fahren des Fahrzeugs, an dem der Motor ange-

bracht ist, zur Vorderseite des Fahrzeugs blickt. In [Fig. 1](#) zeigt der Pfeil A die Fahrtrichtung des Fahrzeugs. Und Oberseite und Unterseite beziehen sich auf den an dem Fahrzeug angebrachten Verbrennungsmotor **1**.

[0026] Auch auf [Fig. 3](#) Bezug nehmend ist eine Mehrzahl von Kipphebelwellenhaltern an dem Zylinderkopf **13** an beiden Enden der Zylinderreihe und zwischen den benachbarten Zylindern angebracht. In jedem der Kipphebelwellenhalter ist eine Einlasskippebelwelle **17** und eine Auslasskippebelwelle **18** festgelegt, welche sich in der Längsrichtung parallel zueinander erstrecken und einen Einlasskippebel und einen Auslasskippebel jeweils für eine Kippbewegung lagern. Auf jedem Kipphebelwellenhalter ist ein entsprechender Nockenhalter angebracht. In den Zeichnungen sind ein Kipphebelwellenhalter **19** an dem rechten Ende und ein Nockenhalter **20** an dem rechten Ende gezeigt. Jedes Paar von dem Kipphebelwellenhalter und dem Nockenhalter ist an dem Zylinderkopf **13** durch Bolzen festgelegt.

[0027] Um die Einlass- und die Auslassnockenwelle **10**, **11** so zu lagern, dass sie sich relativ zu dem Zylinderkopf **13** drehen, sind Nockenzapfen der beiden Nockenwellen **10**, **11** in kreisförmigen Löchern gelagert, die jeweils eine untere Lagerfläche, welche von einer halbzyklindrischen Vertiefung an einer oberen Fläche des Kipphebelwellenhalters, und einer oberen Lagerfläche, welche von einer halbzyklindrischen Vertiefung an einer unteren Fläche des Nockenhalters ausgebildet ist, besitzen. In den Zeichnungen sind Nockenzapfen **10a**, **11a** an dem rechten Ende, eine untere Lagerfläche **19a** des Kipphebelwellenhalters **19** an dem rechten Ende und eine obere Lagerfläche **20a** eines Nockenhalters **20** an dem rechten Ende gezeigt. Die Kipphebelwellenhalter und die Nockenhalter bilden Lagerelemente für die Nockenzapfen und die Kipphebelwellenhalter bilden untere Elemente der Lagerelemente.

[0028] Jeder Zylinder besitzt ein Paar von Einlassventilen (Motorventile) **21**, welche durch den Einlasskippebel angetrieben werden, und ein Paar von Auslassventilen (Motorventile) **22**, welche durch den Auslasskippebel angetrieben werden. Zwischen der Einlassnockenwelle **10** und dem Einlassventil **21** und zwischen der Auslassnockenwelle **11** und dem Auslassventil **22** sind jeweils Änderungsmechanismen **23** vorgesehen, welche den Hub und die Öffnungszeit der Ventile gemäß der Motordrehzahl verändern.

[0029] An einem rechten Endabschnitt der Einlassnockenwelle **10**, welcher das Einlassnockenkettenrad **6** besitzt, ist ein Phasenverstellmechanismus **30** vorgesehen, welcher ein hydraulischer Betriebscharakteristikverstellmechanismus ist, um die relative Phase der Einlassnockenwelle **10** oder des Einlassnockens zur Kurbelwelle **2** zu verändern, um die Öff-

nungs/Schließzeit des Einlassventils **21** vorzustellen oder zu verzögern.

**[0030]** Die Konstruktion des an dem rechten Endabschnitt der Einlassnockenwelle **10** vorgesehenen Phasenverstellmechanismus **30** wird unter Bezugnahme auf die [Fig. 2](#) und [Fig. 4](#) beschrieben. Der Einfachheit der Beschreibung halber ist in [Fig. 2](#) ein Teil der Einlassnockenwelle **10** durch einen Schnitt gezeigt, welcher von dem des übrigen Teils verschieden ist.

**[0031]** Ein zylindrisches Nabelement **31** ist mit der Einlassnockenwelle **10** durch einen Stift **32** und einen Bolzen **33** in einem Zustand verbunden, in dem ein Tragloch **31a**, welches in der Mitte des Nabelements **31** ausgebildet ist, coaxial an dem rechten Endabschnitt der Einlassnockenwelle **10** angebracht ist. Das Nabelement **31** bildet ein Nockenwellenseitenelement, welches betriebsmäßig mit der Einlassnockenwelle **10** verbunden ist, um als ein Körper zu drehen.

**[0032]** Das Einlassnockenkettensrad **6** ist in einer napfartigen Form mit einer kreisartigen Aushöhlung **6a** ausgebildet und Kettenradzähne **6b** sind an einem Umfang des Kettenrads **6** ausgebildet. Ein in die Aushöhlung **6a** des Einlassnockenkettensrads **6** eingesetztes ringförmiges Gehäuse **34** und eine an dem Gehäuse **34** axial angebrachte Platte **35** sind mit dem Einlassnockenkettensrad **6** durch vier Bolzen **6** verbunden, welche sie so durchdringen, dass sie ein Kurbelwellenseitenelement bilden, welches betriebsmäßig mit der Nockenwelle **2** durch die Steuerkette **12** verbunden ist.

**[0033]** Das Nabelement **31** ist in einem von dem Gehäuse **34** und der Platte **35** umgebenen Raum enthalten, um sich relativ zu dem Gehäuse **34** zu drehen. Das Nabelement **31** besitzt ein Stiftloch, welches es axial durchdringt, in welches ein Verriegelungsstift **37** verschieblich eingesetzt ist. Der Verriegelungsstift **37** wird zu einem Verriegelungsloch **6c** hin gedrängt, welches in dem Einlassnockenkettensrad **6** ausgebildet ist, durch eine Feder **38**, welche zwischen dem Verriegelungsstift **37** und der Platte **35** in einem komprimierten Zustand eingesetzt ist.

**[0034]** In dem Gehäuse **34** sind vier fächerförmige Aushöhlungen **34a** um die Achse der Einlassnockenwelle **10** in Intervallen von 90° ausgebildet und vier Flügel **31b**, welche radial von einem äußeren Umfang des Nabelements **31** vorstehen, sind in die jeweiligen Aushöhlungen **34a** eingesetzt, sodass sie um 30° relativ zu den Aushöhlungen **34a** um die Achse des Nabelements **31** herum drehen. Vier Dichtungselemente **39**, welche an jeweiligen Kopfenden der Flügel **31b** vorgesehen sind, sind in Gleitkontakt mit Bodenwänden der Aushöhlungen **34a**, und vier Dichtungselemente **40**, welche an einer inneren Um-

fangsfläche des Gehäuses **34** vorgesehen sind, stehen in Gleitkontakt mit einer äußeren Umfangsfläche des Nabelements **31**, sodass eine Verzögerungskammer **41** und eine Vorverstellungskammer **42**, welche Arbeitskammern des Phasenverstellmechanismus **30** sind, jeweils an beiden Seiten von jedem Flügel **31b** ausgebildet sind.

**[0035]** In einem rechten Endabschnitt der Einlassnockenwelle **10** sind ein Paar Öldurchgänge **43** und ein Paar Öldurchgänge **44** parallel zur Achse der Einlassnockenwelle **10** ausgebildet. Diese Öldurchgänge **43**, **44** haben jeweilige Öffnungen **43a**, **44a** an einem äußeren Umfang des Nockenzapfens **10a** an dem rechten Ende. Die Öldurchgänge **43** stehen mit den Verzögerungskammern **41** durch Öldurchgänge **45** in Verbindung, welche ringförmige Nuten umfassen, welche an einem äußeren Umfang der Einlassnockenwelle **10** ausgebildet sind, und Öldurchgängen **47**, welche radial das Nabelement **31** durchdringen, und die Öldurchgänge **44** stehen mit den Vorverstellungskammern **42** durch Öldurchgänge **46** in Verbindung, welche ringförmige Nuten umfassen, die an einem äußeren Umfang der Einlassnockenwelle **10** ausgebildet sind, und Öldurchgänge **48**, welche radial das Nabelement **31** durchdringen. Das Verriegelungsloch **6c** zum Einsetzen des Verriegelungsstifts **37** steht mit irgendeiner der Vorverstellungskammern **42** durch einen nicht gezeigten Öldurchgang in Verbindung.

**[0036]** Wenn die Vorverstellungskammer **42** nicht mit dem Betriebsöl versorgt wird, ist der Verriegelungsstift **37** durch die Kraft der Feder **38** in das Verriegelungsloch **6c** des Einlassnockenkettensrads **6** eingefügt, sodass die Einlassnockenwelle **10** in einem maximal verzögerten Zustand verriegelt ist, in dem die Einlassnockenwelle **10** relativ zu dem Einlassnockenkettensrad **6** gegen die Uhrzeigerichtung gedreht ist. Wenn dann die Vorverstellungskammer **42** mit dem Betriebsöl versorgt wird, um den Öldruck in der Kammer **42** allmählich zu erhöhen, tritt der Verriegelungsstift **37** aus dem Verriegelungsloch **6c** durch den Öldruck in der Vorverstellungskammer **42** gegen die Feder **38** aus, die Einlassnockenwelle **10** dreht relativ zu dem Einlassnockenkettensrad **6** im Uhrzeigersinn durch die Druckdifferenz, welche auf beiden Seiten des Flügels **31** wirkt, die relative Phase der Einlassnockenwelle **10** zur Kurbelwelle **2** verändert sich in einer Vorverstellungsrichtung, die Phase des Einlassnockens **8** verschiebt sich auch relativ zu der Kurbelwelle **2** nach vorne und die Öffnungszeit und Schließzeit des Einlassventils **21** verändern sich zur Vorverstellungsseite. Somit kann die Öffnungs/Schließzeit des Einlassventils **21** kontinuierlich verändert werden, indem der Öldruck in der Verzögerungskammer **41** und der Vorverstellungskammer **42** gesteuert/geregelt wird.

**[0037]** Als Nächstes werden die Betriebsöldurch-

gänge des Ventilbewegungssteuer/regelsystems unter Bezugnahme auf [Fig. 5](#) beschrieben.

**[0038]** Durch eine durch die Kurbelwelle **2** angetriebene Ölpumpe **50** von einer Ölwanne **51** durch einen Öldurchgang **52** nach oben gepumptes Öl wird als Schmieröl der Umgebung der Kurbelwelle **2** und des Ventilbewegungsmechanismus und als Betriebsöl des Phasenverstellmechanismus **30** und des Änderungsmechanismus **23** abgegeben.

**[0039]** Der Betriebsöldurchgang, durch welchen das von der Ölpumpe **50** abgegebene Öl strömt, umfasst einen Versorgungsoöldurchgang, welcher von der Ölpumpe **50** zu dem Öldrucksteuer/regelventil **60** und dem Öldruckänderungsventil **58** führt, einen Steuer/Regel-Öldurchgang **55** und einen Änderungsöldurchgang **57**. Und der Versorgungsoöldurchgang umfasst einen gemeinsamen Versorgungsoöldurchgang **53**, einen Phasenversorgungsoöldurchgang **54** und einen Änderungsversorgungsoöldurchgang **56**.

**[0040]** Von dem gemeinsamen Versorgungsoöldurchgang **53**, welcher durch den Zylinderblock und den Zylinderkopf **13** ausgebildet ist, zweigt der Phasenversorgungsoöldurchgang **54** ab, welcher zu dem Öldrucksteuer/regelventil **60** führt, welches den Öldruck der Verzögerungskammer **41** und der Vorverstellungskammer **42** steuert/regelt. Mit dem Öldrucksteuer/regelventil **60** ist der Steuer/Regel-Öldurchgang **55** verbunden, welcher zu dem Phasenverstellmechanismus **30** führt.

**[0041]** Ferner ist der Änderungsversorgungsoöldurchgang **56**, welche zu dem Öldruckänderungsventil **58** führt, mit dem gemeinsamen Versorgungsoöldurchgang **53** verbunden, welcher von dem Durchgang **53** abzweigt. Mit dem Öldruckänderungsventil **58** ist der Änderungsöldurchgang **57** verbunden, welcher zu dem Änderungsmechanismus **23** führt.

**[0042]** Signale von verschiedenen Motorbetriebszustandserfassungsmitteln, wie z.B. einem Einlassnockenwellensensor, welcher eine Drehposition  $\theta_I$  der Einlassnockenwelle **10** erfasst, einem TDC-Sensor, welcher einen oberen Totpunkt  $\theta_{TD}$  des Kolbens **3** basierend auf einem Auslassnockenwellensensor erfasst, welcher eine Drehposition der Auslassnockenwelle **11** erfasst, einem Kurbelwellensensor, welcher eine Drehposition  $\theta_C$  der Kurbelwelle **2** erfasst, einem Einlassunterdrucksensor, welcher einen Einlassunterdruck  $P$  erfasst, einem Kühlwassertemperatursensor, welcher eine Kühlwassertemperatur  $TW$  erfasst, einem Drosselöffnungsgradsensor, welcher den Drosselöffnungsgrad  $\theta_{TH}$  erfasst, und einem Drehzahlsensor, welcher die Drehzahl  $N_e$  des Motors **1** erfasst, werden in eine elektronische Steuer/Regel-einheit **59** eingegeben.

**[0043]** Eine detailliertere Konstruktion der Öldurch-

gänge und des Öldrucksteuer/regelventils **60** wird unter Bezugnahme auf die [Fig. 2](#), [Fig. 3](#) und [Fig. 6](#) beschrieben.

**[0044]** Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, ist der gemeinsame Versorgungsoöldurchgang **53** in dem rechten Endabschnitt des Zylinderkopfs **13** ausgebildet, welcher sich von einer Kontaktfläche zu dem Zylinderblock nach oben erstreckt. Der Versorgungsoöldurchgang **56** zweigt von dem gemeinsamen Versorgungsoöldurchgang **53** in rechten Winkeln zu dem Durchgang **56** ab und steht mit dem Öldruckänderungsventil **58** in Verbindung.

**[0045]** Das Öldruckänderungsventil **58**, welches gemäß Anweisungen von der elektronischen Steuer/Regeleinheit **59** arbeitet, besitzt ein Solenoidventil vom normalerweise geschlossenen Typ **58a** und ändert den Druck des Betriebsöls in dem Änderungsöldurchgang **57** gemäß der Motordrehzahl in einen niedrigen Druck oder einen hohen Druck, um den Änderungsmechanismus **23** zu betätigen.

**[0046]** Der Phasenversorgungsoöldurchgang **54** ist mit dem gemeinsamen Versorgungsoöldurchgang **53** an einer stromabwärtigen Position des Änderungsversorgungsoöldurchgangs **56** verbunden. Der Versorgungsoöldurchgang **54** umfasst einen Öldurchgangsabschnitt **54a**, welcher sich von dem gemeinsamen Versorgungsoöldurchgang **53** in rechten Winkeln erstreckt und an einer Anbringungsfläche öffnet, welche an einer vorderen Fläche **13a** des Zylinderkopfs **13** vorgesehen ist, einen Öldurchgangsabschnitt **54b**, welcher in einer Abdeckung **24** ausgebildet ist, welche an der Anbringungsfläche angebracht ist, und einen Öldurchgangsabschnitt **54c**, welcher sich parallel zu dem Öldurchgangsabschnitt **54a** erstreckt, um das Öldrucksteuer/regelventil **60** zu erreichen.

**[0047]** Das Öldrucksteuer/regelventil **60**, welches in ein Einsetzloch **13b** eingesetzt ist, das von einer rechten Endfläche des Zylinderkopfs **13** an der Innenseite der zu einer Schleife gelegten Steuerkette **12** gebohrt ist, umfasst eine zylindrische Hülse **61**, einen Kolben **62**, welcher zum Verschieben in die Hülse **61** eingesetzt ist, einen Tastsolenoiden **63**, welcher an der Hülse **61** zum Antrieb des Kolbens **62** festgelegt ist, und eine Feder **64**, um den Kolben **62** zu dem Tastsolenoiden **63** hin zu drängen. Elektrischer Strom, welcher dem Tastsolenoiden **63** zuzuführen ist, wird tastgesteuert/geregelt durch einen EIN-Betrieb gemäß Anweisungen von der elektronischen Steuer/Regeleinheit **59**, sodass die axiale Position des Kolbens **62** kontinuierlich entgegen der Feder **64** verändert wird.

**[0048]** Die Hülse **61** besitzt eine Einlassöffnung **61a**, welche in der Mitte angeordnet ist, welche mit dem Phasenversorgungsoöldurchgang **54** in Verbin-

dung steht, eine Verzögerungsöffnung **61b** und eine Vorverstellungsöffnung **61c**, welche an beiden Seiten der Einlassöffnung **61a** jeweils vorgesehen sind, und Drainageöffnungen **61d**, **61e**, welche jeweils außerhalb der Öffnungen **61b**, **61c** ausgebildet sind. Andererseits hat der Kolben **62** eine zentrale Nut **62a**, Stege **62b**, **62c**, welche jeweils an beiden Seiten der Nut **62a** vorgesehen sind, und Nuten **62d**, **62e**, welche jeweils außerhalb der Stege **62b**, **62c** vorgesehen sind. Ein Kopfendabschnitt der Hülse **61**, welcher mit der Drainageöffnung **61e** versehen ist, geht durch das Einsetzloch **13b** hindurch, um in einen Raum vorzustehen, welcher in dem Zylinderkopf **13** ausgebildet ist. Die Drainageöffnung **61d** steht mit dem Drainageöldurchgang **49** in Verbindung.

**[0049]** In **Fig. 6** ist der Kolben **62** in einer neutralen Position angeordnet und das Tastverhältnis des Tastsolenoiden **63** ist beispielsweise auf 50% eingestellt. Wenn das Tastverhältnis erhöht wird, wird der Kolben **62** in **Fig. 6** aus der neutralen Position gegen die Feder **64** nach rechts bewegt, die Einlassöffnung **61a** steht mit der Vorverstellungsöffnung **61** durch die Nut **62a** in Verbindung und die Verzögerungsöffnung **61b** steht mit der Drainageöffnung **61d** durch die Nut **62d** in Verbindung. Infolgedessen wird die Vorverstellungskammer **42** des Phasenverstellmechanismus **30** mit Betriebsöl versorgt, die Einlassnockenwelle **10** dreht relativ zu dem Einlassnockenkettensrad **6** in der **Fig. 4** im Uhrzeigersinn und die Phase der Einlassnockenwelle **10** ändert sich kontinuierlich zur Vorverstellungsseite. Dann wird das Tastverhältnis des Tastsolenoiden **63** auf 50% eingestellt, wenn die relative Zielphase erhalten ist. Der Kolben **62** wird wiederum an der neutralen Position gehalten, wo die Einlassöffnung **61a** zwischen den Stegen **26b**, **26c** geschlossen ist, und die Verzögerungsöffnung **61b** und die Vorverstellungsöffnung **61c** an Positionen gehalten sind, welche jeweils durch die Stege **62b**, **62c** geschlossen sind. Somit ist das Einlassnockenkettensrad **6** und die Einlassnockenwelle **10** integriert, um die relative Phase konstant zu halten.

**[0050]** Um die relative Phase der Einlassnockenwelle **10** kontinuierlich zu der Verzögerungsseite hin zu ändern, wird das Tastverhältnis des Tastsolenoiden **63** von 50% verringert. In diesem Fall wird der Kolben **62** von der neutralen Position in **Fig. 6** nach links bewegt, die Einlassöffnung **61a** steht mit der Verzögerungsöffnung **61b** durch die Nut **62a** in Verbindung, die Vorverstellungsöffnung **61c** steht mit der Drainageöffnung **61e** durch die Nut **62e** in Verbindung und die Verzögerungskammer **41** des Phasenverstellmechanismus **30** wird mit Betriebsöl versorgt. Dann wird das Tastverhältnis des Tastsolenoiden **63** auf 50% eingestellt, wenn eine relative Zielphase erhalten ist. Der Kolben **62** wird wiederum an der in **Fig. 6** gezeigten neutralen Position gehalten, um eine konstante relative Phase beizubehalten.

**[0051]** Der Steuer/Regel-Öldurchgang **55** (**Fig. 5**) umfasst einen verzögerungsseitigen Steuer/Regel-Öldurchgang **70** und einen vorverstellungsseitigen Steuer/Regel-Öldurchgang **71**, wie in den **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigt. Der verzögerungsseitige Steuer/Regel-Öldurchgang **70** umfasst einen Öldurchgang **70a**, welcher sich von der Verzögerungsöffnung **61b** innerhalb des Zylinderkopfs **13** und dem Kipphebelwellenhalter **19** nach oben erstreckt, einen Öldurchgang **70b**, welcher an einer Kontaktfläche des Kipphebelwellenhalters **19** zu dem Nockenhalter **20** ausgebildet ist, um mit dem Öldurchgang **70a** in Verbindung zu stehen, einen Öldurchgang **70c**, welcher mit dem Öldurchgang **70b** in Verbindung steht und sich längs eines äußeren Umfangs des Nockenzapfens **10a** der Einlassnockenwelle **10** erstreckt, welcher durch eine halbringförmige Nut an der unteren Fläche **19a** des Kipphebelwellenhalters **19** ausgebildet ist, einen Öldurchgang **70d**, welcher mit den Öldurchgängen **70b**, **70c** in Verbindung steht und integral mit einer verzögerungsseitigen Betriebsölvorratskammer **72** verbunden ist, welcher an der oberen Lagerfläche **20a** des Nockenhalters **20** und einer Kontaktfläche des Nockenhalters **20** zu dem Kipphebelwellenhalter **19** öffnet, wobei der vorangehend erwähnte Öldurchgang **43** mit dem Öldurchgang **70d** durch die Öffnung **43a** in Verbindung steht, und den oben erwähnten Öldurchgang **45**.

**[0052]** Andererseits umfasst der vorverstellungsseitige Steuer/Regel-Öldurchgang **71** einen Öldurchgang **71a**, welcher sich von einer Vorverstellungsöffnung **61c** innerhalb des Zylinderkopfs **13** und dem Kipphebelwellenhalter **19** nach oben erstreckt, einen Öldurchgang **71b**, welcher an einer Kontaktfläche des Kipphebelwellenhalters **19** mit dem Nockenhalter **20** ausgebildet ist, um mit dem Öldurchgang **71a** (**Fig. 3**) in Verbindung zu stehen, einen Öldurchgang **71c**, welcher mit dem Öldurchgang **71b** in Verbindung steht und sich längs eines äußeren Umfangs des Nockenzapfens **10a** der Einlassnockenwelle **10** erstreckt, welcher durch eine halbringförmige Nut an der unteren Lagerfläche **19a** des Nockenwellenhalters **19** ausgebildet ist, einen Öldurchgang **71d**, welcher mit den Öldurchgängen **71b**, **71c** in Verbindung steht und integral mit einer vorverstellungsseitigen Betriebsölvorratskammer **73** verbunden ist, welcher an der oberen Lagerfläche **20a** des Nockenhalters **20** und einer Kontaktfläche des Nockenhalters **20** mit dem Kipphebelwellenhalter **19** öffnet, den vorangehend erwähnten Öldurchgang **44**, welcher mit dem Öldurchgang **71d** durch die Öffnung **44a** in Verbindung steht, und den oben erwähnten Öldurchgang **46**. Der Öldurchgang **71b** des vorverstellungsseitigen Steuer/Regel-Öldurchgangs **71** entspricht dem Öldurchgang **70b** des verzögerungsseitigen Steuer/Regel-Öldurchgangs **70**.

**[0053]** Daher bilden der verzögerungsseitige Steuer/Regel-Öldurchgang **70** und der vorverstellungssei-

tige Steuer/Regel-Öldurchgang **71** Betriebsöldurchgänge, welche durch eine Mehrzahl von Elementen, einschließlich den Zylinderkopf **13**, den Kipphebelwellenhalter **19**, den Nockenhalter **20** und die Einlassnockenwelle **10** hindurch ausgebildet sind.

**[0054]** Die Betriebsölvorratskammern **72**, **73** bestehen aus tiefen in dem Nockenhalter **20** ausgebildeten Einschnitten bzw. Ausnehmungen, welche die Öldurchgänge **70d**, **71c** als Ganzes umfassen. Wie oben erwähnt, sind die Öldurchgänge **70d**, **71d** halbringförmige Öldurchgänge, welche an der oberen Lagerfläche **20a** des Nockenhalters **20** auszubilden sind, um die Öffnungen **43a**, **44a** der Öldurchgänge **43**, **44**, welche in der Einlassnockenwelle **10** ausgebildet sind, mit den Öldurchgängen **70b**, **71b** zu verbinden. Die Öldurchgänge **70d**, **71d** haben dieselbe Tiefe wie die der Öldurchgänge **70c**, **71c**, wie in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) durch eine strichpunktierte Linie mit zwei Punkten gezeigt ist. Die tiefen Ausnehmungen werden gleichzeitig mit dem Gießen des Nockenhalters **20** ausgebildet.

**[0055]** Obere Flächen **72a**, **73a** der Betriebsölvorratskammern **72**, **73** sind um einen vorbestimmten Abstand A höher angeordnet als der Nockenzapfen **10a** ([Fig. 3](#)). Wenn die Verzögerungskammer **41** und die Vorverstellungskammer **42** des Phasenverstellmechanismus **30** in ihrer höchsten Position sind, ist ferner die Höhe des obersten Abschnitts der Kammern **41**, **42** dieselbe wie die Höhe der oberen Flächen **72a**, **73a**. Die Breite der Betriebsölvorratskammern **72**, **73** in der Achsrichtung der Einlassnockenwelle **10** ist dieselbe wie die der Öldurchgänge **70c**, **71c**. Hintere Enden der Betriebsölvorratskammern **72**, **73** sind an im Wesentlichen denselben Positionen wie hintere Enden der Öldurchgänge **70b**, **71b** und in der Mitte der Einlassnockenwelle **10** und der Auslassnockenwelle **11** angeordnet.

**[0056]** Der Abstand A zwischen der oberen Fläche **72a** (**73a**) und dem obersten Abschnitt des Nockenzapfens **10a** wird abhängig von einem Volumen eines oberen Teils der Betriebsölvorratskammer **72** (**73**), welche über dem obersten Abschnitt des Nockenzapfens **10a** vorhanden ist, bestimmt. Das Volumen des oberen Teils wird so bestimmt, dass selbst dann, wenn das Betriebsöl durch den oben erwähnten winzigen Spalt während einer festgesetzten Zeit ausströmt, welche unter Berücksichtigung einer statistisch überaus möglichen Zeit festgesetzt ist, welche vergeht, während der Motor **1** einmal gestoppt und dann erneut gestartet wird, der Öldurchgang **43** (**44**) in der Einlassnockenwelle **10** immer noch mit Betriebsöl gefüllt ist.

**[0057]** Während des Betriebs des Motors **1** wird der Phasenverstellmechanismus **30** genau durch das Öldrucksteuer/regelventil **60** gesteuert/geregelt, welches entsprechend dem Motorbetriebszustand arbei-

tet. Daher werden der verzögerungsseitige Steuer/Regel-Öldurchgang **70** und der vorverstellungsseitige Steuer/Regel-Öldurchgang **71** für eine lange Zeit kaum geschlossen. Folglich ist die Betriebsölmenge, welche durch den winzigen Spalt ausströmt, wenn die relative Phase der Einlassnockenwelle **10** bei einer Zielphase gehalten wird, klein im Vergleich zu der Betriebsölmenge, welche ausströmt, wenn der Motor **1** gestoppt ist und ebenso kann das Ausströmen von Betriebsöl, wenn eine relative Phase der Einlassnockenwelle **10** gehalten wird, durch die oben erwähnte festgesetzte Zeit bewältigt werden.

**[0058]** Es ist wünschenswert, dass die oberen Flächen **72a**, **73a** der Betriebsölvorratskammern **72**, **73** höher als die oberste Position der Verzögerungskammer **41** oder der Vorverstellungskammer **42** angeordnet sind, soweit die Kammern **72**, **73** in der Zylinderkopfabdeckung **14** enthalten sind, da die Verzögerungskammer **41** und die Vorverstellungskammer **42**, welche manchmal höher als die Öldurchgänge **43**, **44** angeordnet sind, in einem Zustand gehalten werden können, in dem sie während einer langen Zeit mit Betriebsöl gefüllt sind, wenn der Motor **1** gestoppt ist, sodass der Phasenverstellmechanismus **30** häufiger ohne Betriebsverzögerung arbeiten kann.

**[0059]** Bei der oben erwähnten Ausführungsform wird dann, wenn der Motor **1** gestoppt ist und daher die Ölpumpe **50** gestoppt ist, das Volumen der Verzögerungskammer **41** maximal, während das Volumen der Vorverstellungskammer **42** im Wesentlichen null ist und der Verriegelungsstift **37** in das Verriegelungsloch **6c** des Einlassnockenkettenrads **6** eingeschoben ist, um den Phasenverstellmechanismus **30** in der am stärksten verzögerten Position zu halten. Was das Öldrucksteuer/regelventil **60** betrifft, wird der Kolben **62** durch die Feder **64** so gedrängt, dass die Einlassöffnung **61a** mit der Verzögerungsöffnung **61b** in Verbindung steht und die Vorverstellungsöffnung **61c** mit der Drainageöffnung **61c** in Verbindung steht.

**[0060]** Nun wird angenommen, dass eine lange Zeit verstrichen ist, nachdem der Motor **1** gestoppt wurde, sodass im Wesentlichen kein Betriebsöl in dem verzögerungsseitigen Steuer/Regel-Öldurchgang **70**, dem vorverstellungsseitigen Steuer/Regel-Öldurchgang **71** und der Vorverstellungskammer **42** vorhanden ist.

**[0061]** Wenn dieser Motor **1** aus einem kalten Zustand gestartet und angelassen wird, wird die Ölpumpe **50** betrieben und gefördertes Öl wird zu dem Öldrucksteuer/regelventil **60** durch den gemeinsamen Versorgungsöldurchgang **53** als Betriebsöl geleitet.

**[0062]** Da die Zielphase beim Start auf null eingestellt ist, d.h. den am stärksten verzögerten Zustand, hält das Öldrucksteuer/regelventil **60** gemäß einer Anweisung von der elektronischen Steuer/Regelein-



heit **59** einen Zustand zu einer Zeit, wenn der Motor gestoppt ist. Zu dieser Zeit ist die Verzögerungskammer **41**, welche mit der Einlassöffnung **61a** in Verbindung steht, mit Betriebsöl durch den verzögerungsseitigen Steuer/Regel-Öldurchgang **70** gefüllt und im Wesentlichen zur selben Zeit ist die verzögerungsseitige Betriebsölvorratskammer **72** auch mit Betriebsöl gefüllt. Einerseits ist im Wesentlichen kein Betriebsöl in der Vorverstellungskammer **42** vorhanden. Und dieser Zustand wird auch beibehalten, wenn der Start des Motors **1** abgeschlossen ist und der Motor einen Leerlaufzustand erhält.

**[0063]** Wenn der Motor **1** danach zu einem Lastbetrieb wechselt, wird das Tastverhältnis des Tastsolenoiden **63** durch Anweisungen von der elektronischen Steuer/Regeleinheit **59** so gesteuert/geregelt, dass die Phase des Einlassnockens **8** gleich einer Zielphase wird, welche gemäß der Motorlast und der Motordrehzahl eingestellt ist. Daher wird der Kolben **62** so bewegt, dass die Einlassöffnung **61a** mit der Vorverstellungsöffnung **61c** in Verbindung steht, die Vorverstellungskammer **42** wird mit Betriebsöl durch den vorverstellungsseitigen Steuer/Regel-Öldurchgang **71** gefüllt und im Wesentlichen zur selben Zeit wird die vorverstellungsseitige Betriebsölvorratskammer **73** auch mit Betriebsöl gefüllt.

**[0064]** Wenn der Öldruck in der Vorverstellungskammer **42** einen vorbestimmten Wert übersteigt, wird der Verriegelungsstift **37** von dem Verriegelungsloch **6c** durch den Öldruck getrennt, um zu ermöglichen, dass der Phasenverstellmechanismus **30** arbeitet und die Einlassnockenwelle **10** dreht relativ zu dem Einlassnockenkettensrad **6**, um die Phase der Einlassnockenwelle **10** zu der Vorverstellungsseite zu ändern. Wenn eine Zielphase erhalten ist, wird das Tastverhältnis des Tastsolenoiden **63** auf 50% eingestellt und der Kolben **62** wird in der neutralen Position positioniert.

**[0065]** Dann wird das Tastverhältnis des Tastsolenoiden **63** durch Anweisungen von der elektronischen Steuer/Regeleinheit **59** so gesteuert/geregelt, dass die relative Phase der Einlassnockenwelle **10** gleich einer Zielphase wird, welche gemäß einer Motorlast und einer Motordrehzahl zu dieser Zeit eingestellt ist. Folglich wird der Kolben **62** aus der neutralen Position nach rechts oder links bewegt, um die Zufuhr von Betriebsöl entweder zu dem verzögerungsseitigen Steuer/Regel-Öldurchgang **70** oder dem vorverstellungsseitigen Steuer/Regel-Öldurchgang **71** zu steuern/regeln und Betriebsöl aus dem anderen Öldurchgang abzulassen. Somit wird der Öldruck der Verzögerungskammer **41** und der Vorverstellungskammer **42** so gesteuert/geregelt, dass die Phase der Einlassnockenwelle **10** kontinuierlich verändert wird. Wenn die Zielphase erhalten ist, wird das Tastverhältnis des Tastsolenoiden **63** auf 50% eingestellt, um den Kolben **62** des Öldrucksteuer/regelven-

tils **60** in der neutralen Position zu halten, sodass der Steuer/Regel-Öldurchgang **55**, welcher aus dem verzögerungsseitigen Steuer/Regel-Öldurchgang **70** und dem vorverstellungsseitigen Steuer/Regel-Öldurchgang **71** besteht, geschlossen wird und die relative Phase der Einlassnockenwelle **10** konstant gehalten wird.

**[0066]** Wenn der Motor **1** einmal für einen Leerlaufstopp oder dgl. gestoppt ist, steht die Einlassöffnung **61a** mit der Verzögerungsöffnung **61b** in Verbindung und die Vorverstellungsöffnung **61c** steht mit der Drainageöffnung **61e** in dem Öldrucksteuer/regelventil **60** in Verbindung, während die Verzögerungskammer **41** bis zum maximalen Volumen mit Betriebsöl gefüllt ist und das Volumen der Vorverstellungskammer **42** wird in dem Phasenverstellmechanismus **30** null. Da auch die Ölpumpe **50** gestoppt ist, wird zu dieser Zeit kein Betriebsöl dem verzögerungsseitigen Steuer/Regel-Öldurchgang **70**, dem vorverstellungsseitigen Steuer/Regeldurchgang **71**, der Verzögerungskammer **41** und der Vorverstellungskammer **42** zugeführt. Einerseits strömt ein wenig Betriebsöl durch den zwischen dem Nockenzapfen **10a**, dem Kipphebelwellenhalter **19** und dem Nockenhalter **20** ausgebildeten winzigen Spalt aus.

**[0067]** Da jedoch die verzögerungsseitige Betriebsölvorratskammer **72** oberhalb des Nockenzapfens **10a** vorgesehen ist, ist die Betriebsölmenge, welche oberhalb des winzigen Spalts bevorratet ist, größer als beim Stand der Technik. Daher kann eine Zeit verlängert werden, welche dafür benötigt wird, dass sich das Betriebsöl in der Verzögerungskammer **41**, dem Öldurchgang **43** und dem Öldurchgang **70d** im gleichen Maße wie der Stand der Technik verringert.

**[0068]** Daher ist dann, wenn der Motor **1** erneut gestartet wird, die Verzögerungskammer **41**, der Öldurchgang **43** und der Öldurchgang **70d** mit Betriebsöl gefüllt oder mehr Betriebsöl bleibt in der Verzögerungskammer **41**, dem Öldurchgang **43** und dem Öldurchgang **72d** im Vergleich zum Stand der Technik, sodass keine Betriebsverzögerung des Phasenverstellmechanismus **30** auftritt, oder das Einlassventil **21** erhält eine gewünschte Relativephase (eine Zielphase) mit einer relativ kurzen Betriebsverzögerungszeit, um eine Reduzierung der Ausgangsleistung infolge einer Betriebsverzögerung des Phasenverstellmechanismus **30** zu verhindern.

**[0069]** Wie oben erwähnt, nimmt dann, wenn die Zielphase erhalten ist, der Kolben **62** des Ölsteuer/regelventils **60** die neutrale Position ein, um den verzögerungsseitigen Steuer/Regel-Öldurchgang **70** und den vorverstellungsseitigen Steuer/Regel-Öldurchgang **71** zu schließen und die relative Phase konstant zu halten. Ebenso werden in diesem Fall der verzögerungsseitige Steuer/Regel-Öldurchgang **70**, der

vorverstellungsseitige Steuer/Regel-Öldurchgang **71**, die Verzögerungskammer **41** und die Vorverstellungskammer **42** nicht mit Betriebsöl versorgt. Infolge einer Drehmomentfluktuation der Einlassnockenwelle **10**, welche durch die durch das Einlassventil **21** erzeugten Kräfte bewirkt wird, komprimiert das Nabelement **31** des Phasenverstellmechanismus **30** zu diesem Zeitpunkt wiederholt das Betriebsöl in der Verzögerungskammer **41** und der Vorverstellungskammer **42** und ein wenig Betriebsöl strömt aus dem winzigen Spalt durch die Öldurchgänge **43**, **44** und die Öldurchgänge **70c**, **70d**, **71c**, **71d** aus.

**[0070]** Das Betriebsöl in den Öldurchgängen **43**, **44** und den Öldurchgängen **70c**, **70d**, **71c**, **71d** wird allmählich reduziert infolge des Ausströmens des Betriebsöls durch den oben erwähnten winzigen Spalt und wenigstens Luft wird in die Durchgänge gesaugt, wenn die Verzögerungskammer **41** und die Vorverstellungskammer **42** durch das Drehmoment der Einlassnockenwelle **10** basierend auf durch das Einlassventil **21** verursachten Kräfte aufgeweitet werden. Da jedoch eine große Betriebsölmenge in den verzögerungsseitigen und vorverstellungsseitigen Vorratskammern **72**, **73** über dem Nockenzapfen **10a** bevorzugt ist, wird das Betriebsöl, welches aus den Öldurchgängen **43**, **44** und den Öldurchgängen **70c**, **70d**, **71c**, **71d** ausströmt, durch das Betriebsöl in den Betriebsölvorratskammern **72**, **73** ergänzt. Folglich dauert es lange, bis Luft durch den winzigen Spalt gesaugt wird.

**[0071]** Somit kann eine Möglichkeit, dass Luft in die Öldurchgänge **43**, **44** und die Öldurchgänge **70c**, **70d**, **71c**, **71d** gesaugt wird, oder die Luft darüber hinaus die Verzögerungskammer **41** und die Vorverstellungskammer **42** des Phasenverstellmechanismus **30** erreicht, während die relative Phase der Einlassnockenwelle **10** auf einer Zielphase gehalten wird, verringert werden, sodass ein Phänomen, dass die Phase der Einlassnockenwelle **10** synchron mit der Drehmomentfluktuation der Einlassnockenwelle **10** abwechselnd zu der Verzögerungsseite und der Vorverstellungsseite abweicht, nicht auftritt und eine Fluktuation und Absenkung der Motorleistung häufiger verhindert werden kann.

**[0072]** Da die Betriebsölvorratskammern **72**, **73** vorgesehen werden können unter Verwendung des Nockenhalters **20**, welcher auf einem oberen Abschnitt des Kipphebelwellenhalters **19** angeordnet ist zum Lagern des Nockenzapfens **10a** von oben, ist es unnötig, ein zusätzliches Element zur Ausbildung der Betriebsölvorratskammer über dem Nockenzapfen **10a** vorzusehen und die Betriebsölvorratskammern **72**, **73** können leicht bei einem herkömmlichen Verbrennungsmotor mit einem Phasenverstellmechanismus vorgesehen werden, indem lediglich der Nockenhalter ausgetauscht wird, ohne die Anordnung der Elemente um die Einlass- und Auslassnocken-

wellen herum zu verändern.

**[0073]** Da die Öldurchgänge **70d**, **71d**, welche die verzögerungsseitigen und vorverstellungsseitigen Steuer/Regel-Öldurchgänge **70**, **71** bilden, in dem Nockenhalter vorgesehen sind, können die Betriebsölvorratskammern **72**, **73** mit den verzögerungsseitigen und vorverstellungsseitigen Steuer/Regel-Öldurchgängen **70**, **71** kompakt und leicht verbunden werden, indem die Betriebsölvorratskammern **72**, **73** mit den Öldurchgängen **70d**, **71d** innerhalb des Nockenhalters **20** verbunden werden, ohne zusätzliche Verbindungsdurchgänge zu erfordern.

**[0074]** Da die Betriebsölvorratskammern **72**, **73** und die Öldurchgänge **70d**, **71d** gleichzeitig mit dem Gießen des Nockenhalters **20** ausgebildet werden können, können die Arbeitszeit und Kosten reduziert werden. Ferner sind die Betriebsölvorratskammern **72**, **73** als tiefe Ausnehmungen ausgebildet, welche die Öldurchgänge **70d**, **71d** integral umfassen, wodurch keine Konstruktion zur Verbindung der Betriebsölvorratskammern **72**, **73** mit den Öldurchgängen **70d**, **71d** notwendig ist, um die Ausbildung der Betriebsölvorratskammern **72**, **73** und der Öldurchgänge **70d**, **71d** zu erleichtern.

**[0075]** Bei der oben erwähnten Ausführungsform ist der Phasenverstellmechanismus **30** nur an der Einlassnockenwelle **10** vorgesehen. Jedoch kann der Phasenverstellmechanismus **30** nur an der Auslassnockenwelle **11** vorgesehen sein oder kann sowohl an der Einlassnockenwelle **10** als auch der Auslassnockenwelle **11** vorgesehen sein. Ferner kann das Lagerelement, welches aus dem Nockenhalter **20** und dem Kipphebelwellenhalter **19** besteht, aus dem Nockenhalter und dem Zylinderkopf bestehen.

**[0076]** Obwohl die in dem Nockenhalter **20** auszubildenden halbringförmigen Öldurchgänge **70d**, **71d** von tiefen Ausnehmungen gebildet sind, welche mit den verzögerungsseitigen und vorverstellungsseitigen Betriebsölvorratskammern **72**, **73** in der obigen Ausführungsform integral sind, können die Betriebsölvorratskammern und die Öldurchgänge separat voneinander ausgebildet sein und in dem Nockenhalter können Verbindungsdurchgänge ausgebildet sein, welche sie verbinden.

**[0077]** Anstelle des Phasenverstellmechanismus **30**, welcher die relative Phase der Einlassnockenwelle **10** zu der Kurbelwelle **2** gemäß der obigen Ausführungsform verändert, kann ein Phasenverstellmechanismus verwendet werden, bei dem der Einlassnocken oder der Auslassnocken so vorgesehen ist, dass er relativ zu der Nockenwelle dreht und der Nocken durch Öldruck gedreht wird, um die relative Phase des Einlassventils oder des Auslassventils zur Kurbelwelle **2** zu verändern.

[0078] Bei der obigen Ausführungsform sind die Öldurchgänge 70c, 70d des verzögerungsseitigen Steuer/Regel-Öldurchgangs 70 und die Öldurchgänge 71c, 71d des vorverstellungsseitigen Steuer/Regel-Öldurchgangs 71 in dem Kipphebelwellenhalter 19 und dem Nockenhalter 20 ausgebildet. Aber die Öldurchgänge können an dem Nockenzapfen 10a ausgebildet sein.

[0079] In einem Ventilbewegungssteuer/regelsystem eines Verbrennungsmotors ist ein hydraulischer Betriebscharakteristikverstellmechanismus ohne Betriebsverzögerung oder verkürzter Betriebsverzögerung beim erneuten Start des Motors vorgesehen. Das Ventilbewegungssteuer/regelsystem umfasst eine Nockenwelle mit einem zur Drehung durch ein Lagerelement gelagerten Nockenzapfen, einen hydraulischen Betriebscharakteristikverstellmechanismus, welcher an der Nockenwelle vorgesehen ist, ein Öldrucksteuer/regelventil und einen Steuer/Regel-Öldurchgang zur Zufuhr von Betriebsöl zu dem Betriebscharakteristikverstellmechanismus durch eine Mehrzahl von Elementen einschließlich der Nockenwelle und des Lagerelements. Eine Betriebsölvorratskammer ist oberhalb des Nockenzapfens vorgesehen, um Betriebsöl zu ergänzen, welches durch einen winzigen Spalt zwischen dem Nockenzapfen und dem Lagerelement ausströmt, wenn der Motor gestoppt ist.

#### Patentansprüche

1. Ventilbewegungssteuer/regelsystem eines Verbrennungsmotors (1), umfassend eine durch eine Kurbelwelle (2) angetriebene Nockenwelle (10, 11), welche einen zur Drehung durch ein Lagermittel (19, 20) gelagerten Nockenzapfen (10a, 11a) besitzt; einen hydraulischen Betriebscharakteristikverstellmechanismus (30), welcher an der Nockenwelle (10, 11) vorgesehen ist, um eine Betriebscharakteristik eines durch einen Nocken der Nockenwelle (10, 11) angetriebenen Motorventils (21, 22) zu verändern; und einen Betriebsöldurchgang (53, 54, 55) zur Zufuhr eines Betriebsöls, wobei sich der Betriebsöldurchgang (53, 54, 55) von einer von dem Verbrennungsmotor (1) angetriebenen Öldruckversorgungsquelle (50) zu dem Betriebscharakteristikverstellmechanismus (30) erstreckt, wobei er durch eine Mehrzahl von Elementen einschließlich wenigstens der Nockenwelle (10, 11) und des Lagermittels (19, 20) hindurchführt, **dadurch gekennzeichnet**, dass:  
ein Öldrucksteuer/regelventil (60) in dem Betriebsöldurchgang (53, 54, 55) vorgesehen ist, um den Druck des dem Betriebscharakteristikverstellmechanismus (30) zugeführten Betriebsöls zu steuern/regeln; wobei der Betriebsöldurchgang (53, 54, 70, 71) einen Steuer/Regel-Öldurchgang ausbildet, welcher das Öldrucksteuer/regelventil (60) mit einer Arbeitskammer (41, 42) des Betriebscharakteristikverstellmechanismus (30) verbindet, wobei der Steuer/Re-

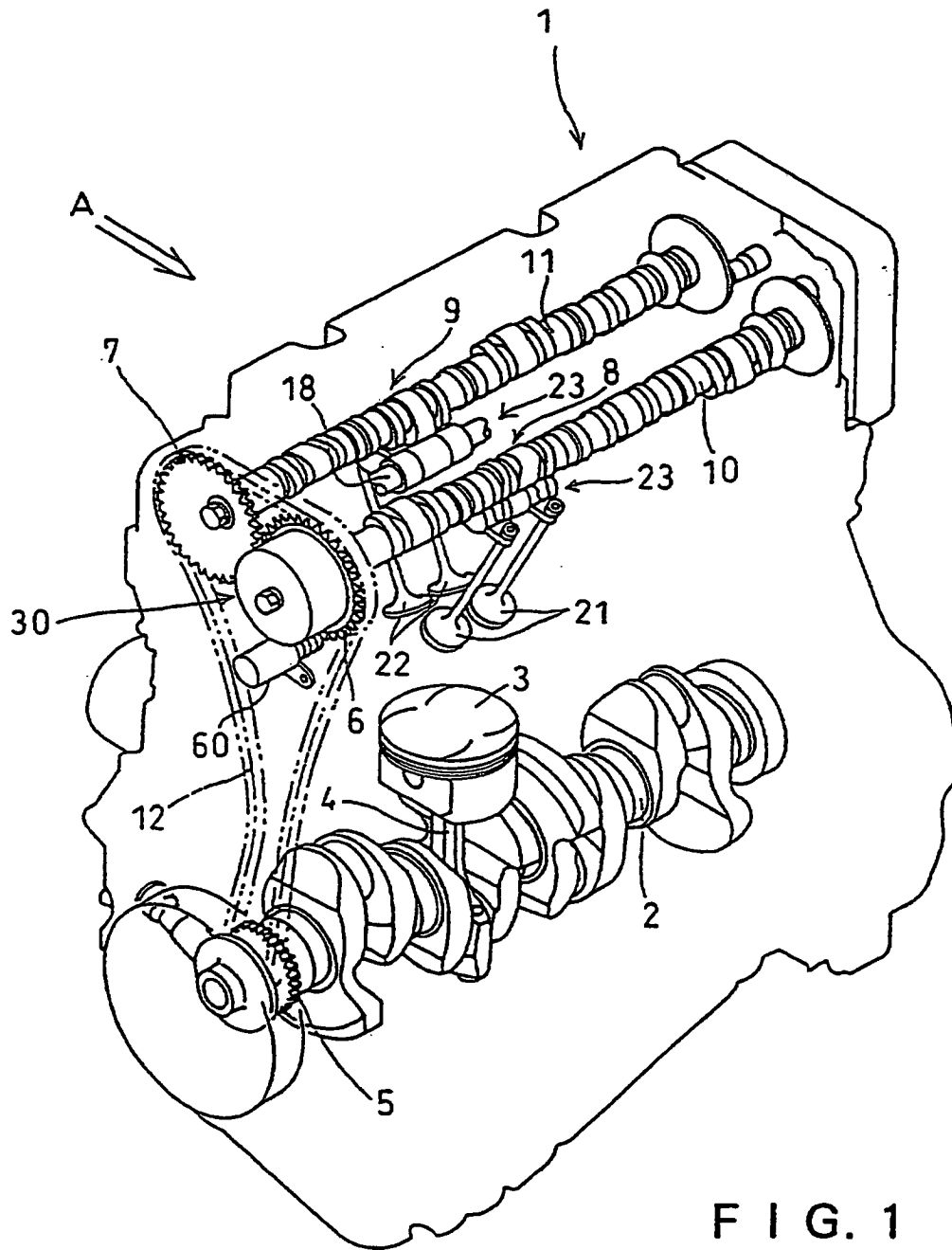
gel-Öldurchgang einen ersten Durchgangsabschnitt (43, 44) umfasst, welcher in der Nockenwelle (10, 11) vorgesehen ist und dessen eines Ende (45, 46) mit der Arbeitskammer (41, 42) in Verbindung steht, und einen zweiten Durchgangsabschnitt (43a, 70, 44a, 71) umfasst, welcher zwischen dem Nockenzapfen (10a, 11a) und dem Lagermittel (19, 20) ausgebildet ist und mit dem anderen Ende des ersten Öldurchgangs in Verbindung steht; und eine Betriebsölvorratskammer (72, 73) über dem Nockenzapfen (10a) vorgesehen ist, um mit dem Steuer/Regel-Öldurchgang in Verbindung zu stehen.

2. Ventilbewegungssteuer/regelsystem eines Verbrennungsmotors nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Lagermittel (19, 20) ein unteres Element (19) und einen über dem unteren Element (19) angeordneten Nockenhalter (20) umfasst, und wobei die Betriebsölvorratskammer (72, 73) in dem Nockenhalter (20) vorgesehen ist und mit dem zweiten Durchgangsabschnitt (43a, 70, 44a, 71) in dem Nockenhalter (20) in Verbindung steht.

3. Ventilbewegungssteuer/regelsystem eines Verbrennungsmotors nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebsölvorratskammer (72, 73) eine obere Fläche (72a, 73a) besitzt, welche um einen vorbestimmten Abstand (A) höher als der Nockenzapfen (10a, 11a) ist.

4. Ventilbewegungssteuer/regelsystem eines Verbrennungsmotors nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitskammer (41, 42) des Betriebscharakteristikverstellmechanismus (30) einen oberen Abschnitt besitzt, welcher auf demselben Niveau wie die obere Fläche (72a, 73a) der Betriebsölvorratskammer (72, 73) liegt.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen



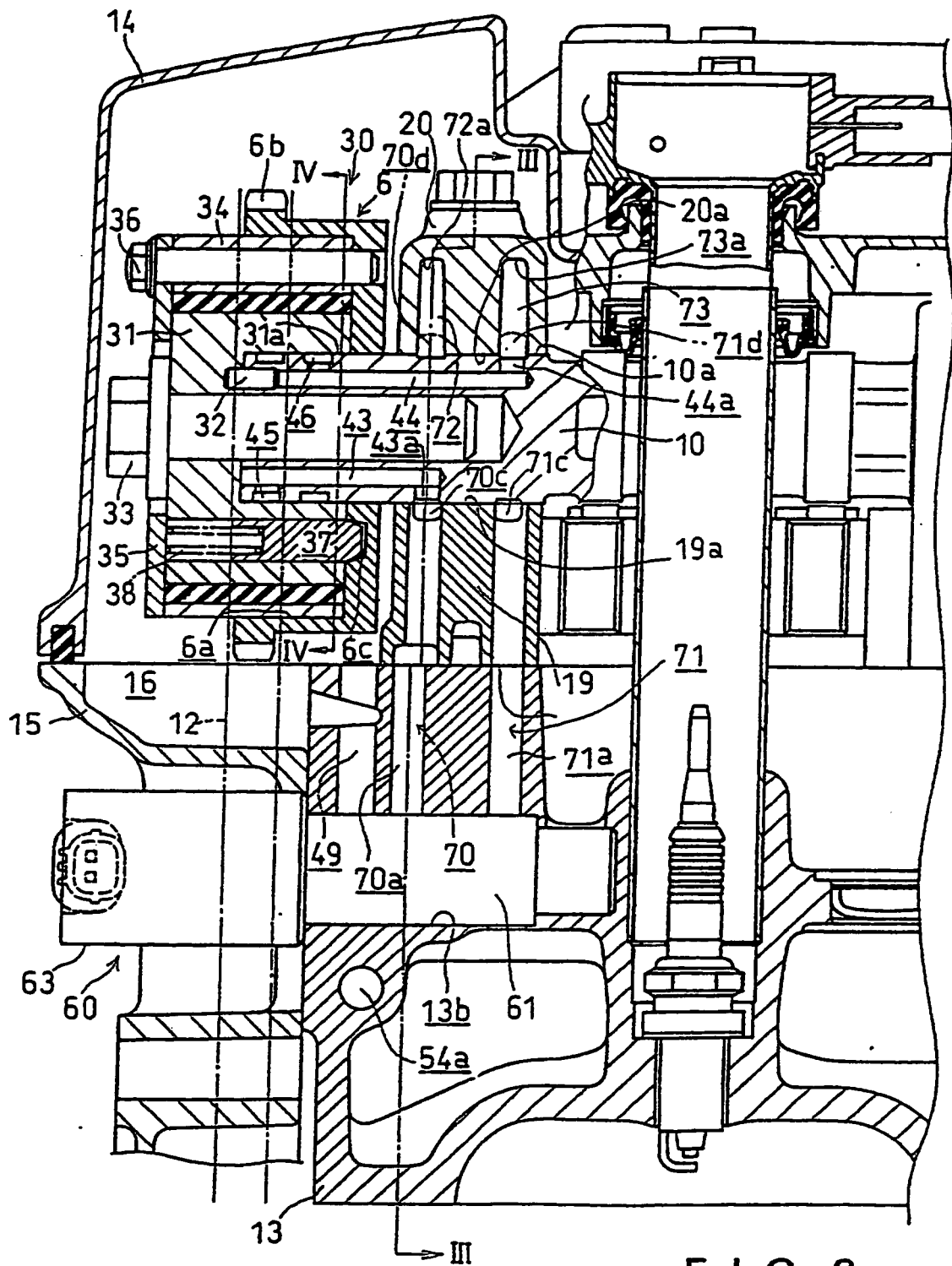
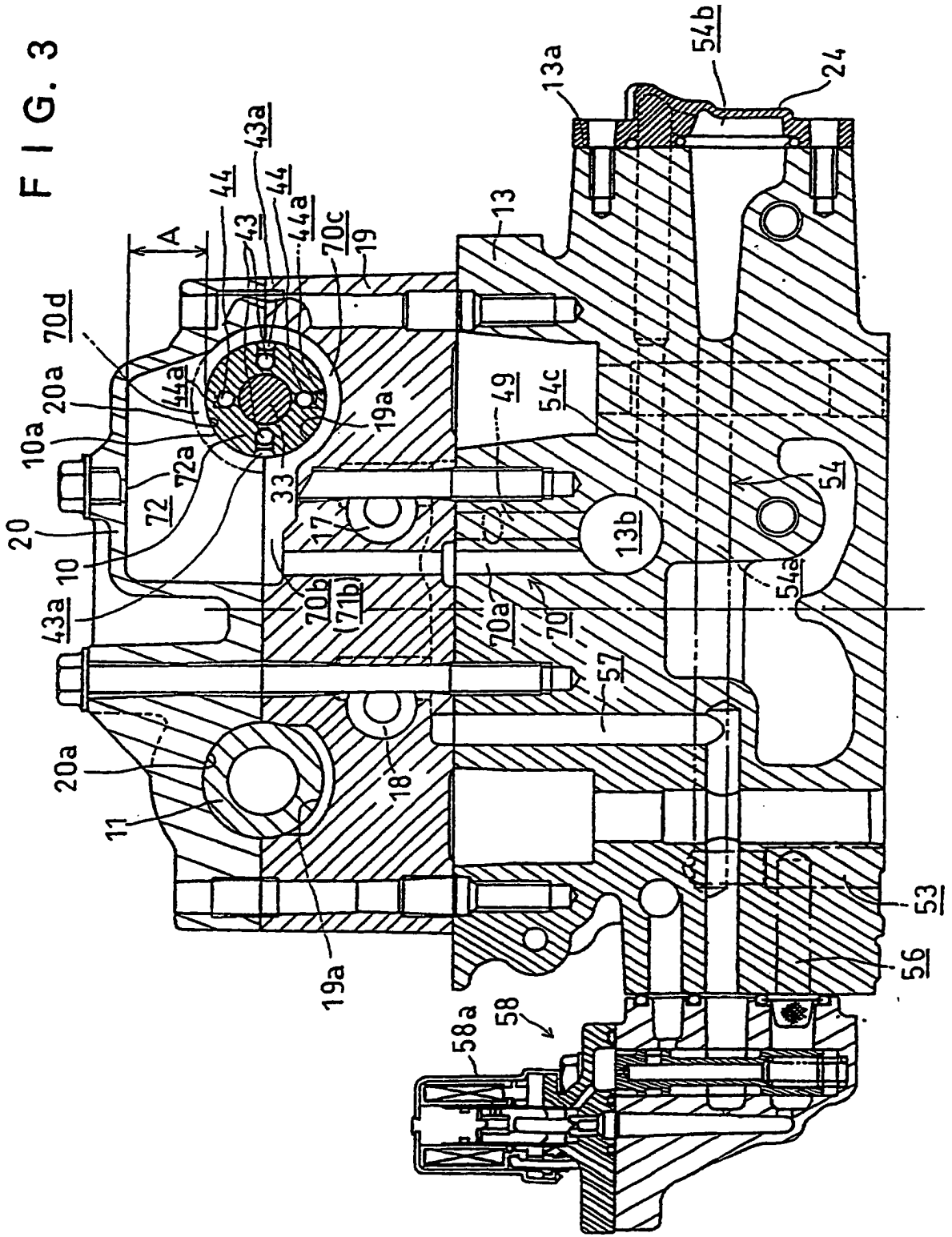


FIG. 3





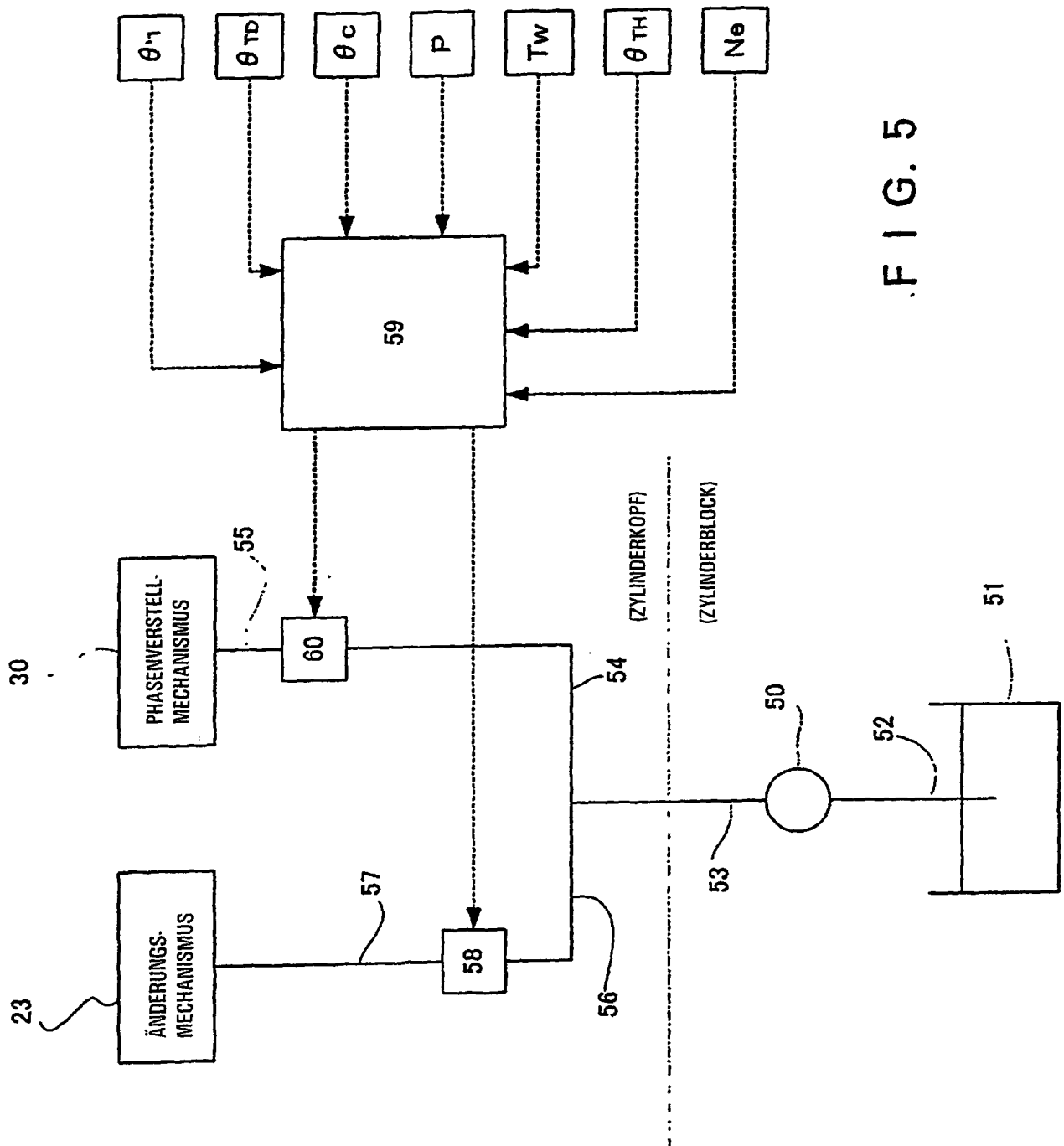


FIG. 5



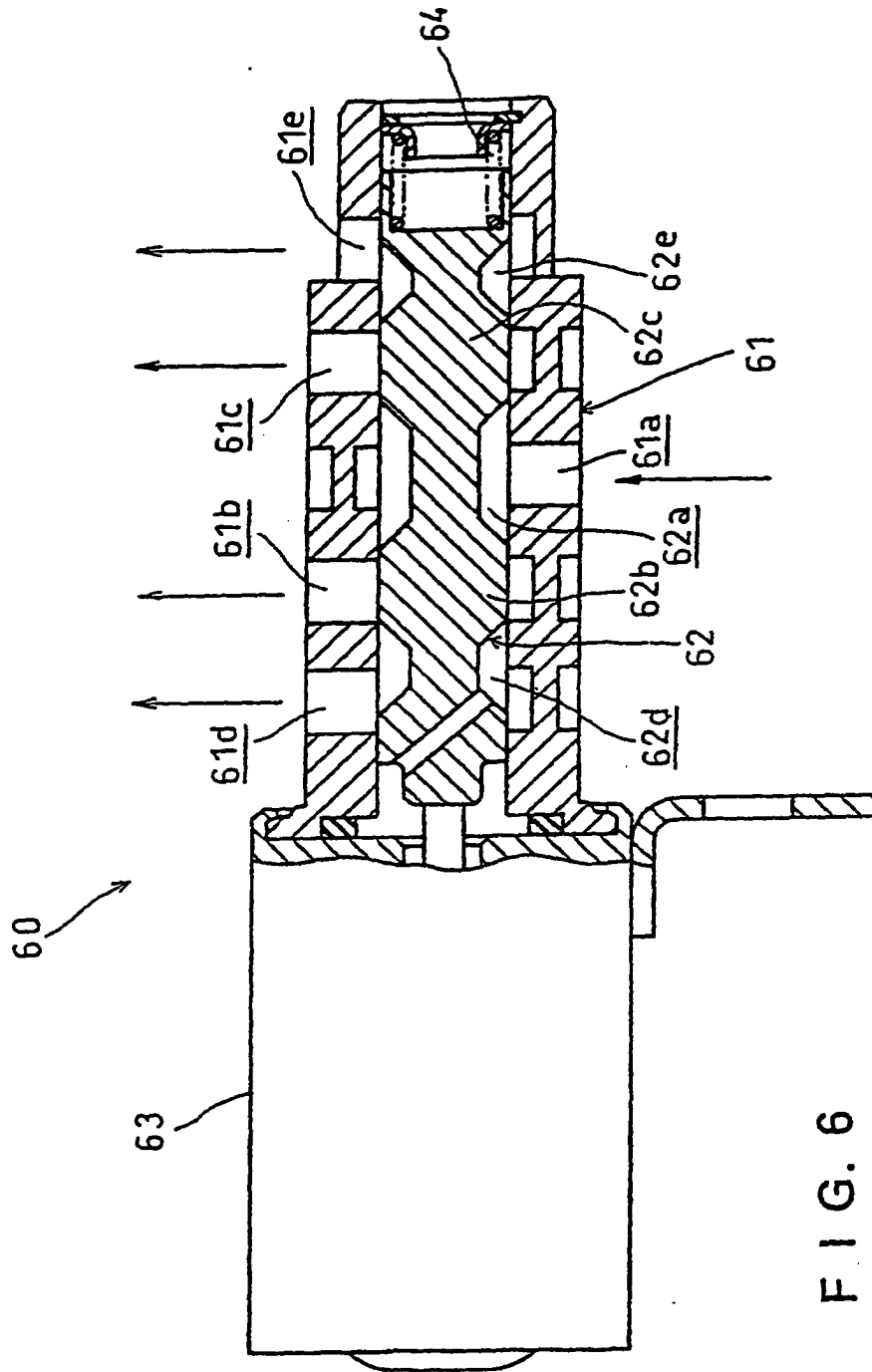


FIG. 6