



(10) **DE 11 2014 000 211 B4** 2017.10.26

(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2014 000 211.9**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB2014/000042**
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2014/111798**
 (86) PCT-Anmeldetag: **16.01.2014**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **24.07.2014**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **25.06.2015**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **26.10.2017**

(51) Int Cl.: **F04C 2/08 (2006.01)**
F04C 2/10 (2006.01)
F04C 14/22 (2006.01)
F04C 14/26 (2006.01)

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

(30) Unionspriorität:
2013/008601 **21.01.2013** **JP**

(73) Patentinhaber:
TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA, Toyota-
shi, Aichi-ken, JP

(74) Vertreter:
KUHNEN & WACKER Patent- und
Rechtsanwaltsbüro, 85354 Freising, DE

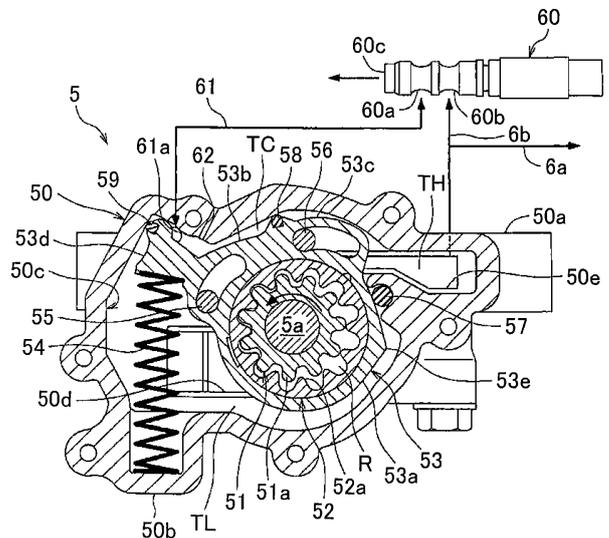
(72) Erfinder:
Takagi, Noboru, Toyota-shi, Aichi-ken, JP; Ito,
Shinichiro, Toyota-shi, Aichi-ken, JP; Nishida,
Yuki, Kariya-shi, Aichi-ken, JP; Tsuge, Noriyuki,
Toyota-shi, Aichi-ken, JP; Ono, Hisashi, Kariya-
shi, Aichi-ken, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	11 2007 001 037	T5
US	2010 / 0 226 799	A1
WO	2006/ 066 405	A1
WO	2012/ 086 408	A1
JP	2012- 132 356	A

(54) Bezeichnung: **Verstellbare Ölpumpe**

(57) Hauptanspruch: Verstellbare Ölpumpe, aufweisend:
 einen Verstellmechanismus, der eine Fördermenge pro Rotation einer Eingangswelle (5a) ändern kann, wobei der Verstellmechanismus ein Pumpengehäuse (50), eine Öldruckkammer (TC), die in dem Pumpengehäuse angeordnet ist, sowie ein Förderleistungseinstellelement umfasst, das durch Öldruck von der Öldruckkammer verstellt wird, wobei das Förderleistungseinstellelement derart ausgestaltet ist, dass es betätigt wird, wenn es einen Steueröldruck empfängt, der der Öldruckkammer von einem Steuerventil (60) zugeführt wird, das das Pumpengehäuse ein Ölauslassloch (62) hat, das sich der Öldruckkammer zugewandt öffnet und einen Wandabschnitt des Pumpengehäuses durchdringt, um Öl teilweise abzulassen.



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine verstellbare Ölpumpe und insbesondere eine verstellbare Ölpumpe, bei welcher ein Steueröldruck, der einem Verstellmechanismus zugeführt wird, durch ein Steuerventil vom elektronisch gesteuerten Typ geregelt wird.

2. Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Als Ölpumpe für eine Kraftmaschine bzw. Maschine offenbart die offengelegte japanische Patentanmeldung JP 2012-132356 A eine Zahnringölpumpe, bei welcher ein von einem Ansauganschluss angesaugtes Öl zu einem Auslassanschluss durch Rotation eines Innenrotors (Antriebsrotor) und Außenrotors (Abtriebsrotor), die miteinander kämmen, ausgegeben wird.

[0003] Die vorstehend genannte Ölpumpe umfasst einen Einstellring, der den Außenrotor in drehbarer Weise von einem Umfang im Gehäuse hält, wobei, wenn der Einstellring durch das Aufbringen von Öldruck, der in einen unter Druck stehenden Raum im Gehäuse eingebracht wird, verschoben bzw. versetzt wird, die relativen Positionen des Innenrotors und des Außenrotors bezüglich des Ansauganschlusses und des Auslassanschlusses verändert werden. Es ist dementsprechend möglich, eine Fördermenge (eine so genannte Verdrängung, hiernach auch als Förder- bzw. Pumpenleistung bezeichnet) pro Rotation einer Eingangswelle zu verändern.

[0004] Wie überdies in den Absätzen [0043] bis [0047] (andere Ausführungsform) sowie den **Fig. 3** und **Fig. 4** der besagten Schrift offenbart ist, ist ein Steuerraum (Öldruckkammer) angrenzend an den unter Druck stehenden Raum im Gehäuse ausgebildet, und ein Steueröldruck wird von einem Steuerventil vom elektronisch gesteuerten Typ geregelt und dem Steuerraum zugeführt, um eine Kraft zu erzeugen, die beim Verstellen des Einstellrings, wie vorstehend beschrieben, hilft.

[0005] Eine Flügelpumpe mit einer variablen Kapazität, die einen Pumpensteuerring aufweist, der bewegt werden kann, um die Kapazität der Pumpe zu ändern, wobei die Pumpe bei wenigstens zwei wählbaren Ausgleichsdrücken betrieben werden kann, ist Gegenstand der DE 11 2007 001 037 T5. Aus der US 2010/0 226 799 A1 ist eine weitere verstellbare Ölpumpe für einen Kraftfahrzeugmotor bekannt, die einen Nockenring aufweist, der ein Pumpenelement mit einem Rotor aufnimmt. Der Nockenring ist schwenkbeweglich in einem Gehäuse untergebracht

und in einer Richtung vorgespannt, um einen Exzentrizitätsbetrag des Nockenrings relativ zu der Achse des Rotors durch ein Vorspannelement zu erhöhen.

[0006] Ferner offenbart die WO 2012/086 408 A1 eine Ölpumpe, die einen Kapazitätseinstellmechanismus umfasst, der die Pumpenkapazität durch Bewegen eines rohrförmigen Körpers in einer Röhrenradialrichtung ändert, wobei eine Pumpenkammer zwischen dem rohrförmigen Körper und einer äußeren Umfangsseite eines Rotors ausgebildet ist. Schließlich offenbart die WO 2006/066 405 A1 eine Flügelzellenpumpe mit variabler Förderleistung, die einen Steuerring aufweist, der bewegbar ist, um die Kapazität der Pumpe zu verändern, wobei die Pumpe mit mindestens zwei ausgewählten Gleichgewichtsdrücken betreibbar ist.

KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

[0007] Jedoch gibt es, wie bei der vorstehend beschriebenen anderen Ausführungsform, selbst wenn der Öldruck des Steuerraums durch das Steuerventil vom elektronisch gesteuerten Typ geregelt wird, um eine Größe der Kraft einzustellen, um den Einstellring zu verstellen bzw. zu verschieben, einen Fall, bei welchem der Förderdruck der Ölpumpe von einem Sollwert abweicht. Es gibt somit Raum zur Verbesserung der Steuerbarkeit des Förderdrucks und dergleichen durch Steuern der Pumpenleistung.

[0008] In anderen Worten: Wenn die Verschiebung des Einstellrings durch Erhöhen eines Stroms zum Steuerventil einhergehend mit einer Zunahme der Maschinengeschwindigkeit, sowie durch Erhöhen des Steueröldrucks, welcher zugeführt werden soll, um beispielsweise eine übermäßige Zunahme des Förderdrucks zu unterbinden, erhöht wird, kommt es vor, dass der Pumpenförderdruck abrupt während der Erhöhung des Stroms verringert wird und somit der Förderdruck nicht auf den Sollwert gesteuert werden kann.

[0009] Als Ergebnis von Experimenten und ernsthaften Nachforschungen für die Ursache einer derart abrupten Änderung des Förderdrucks haben die Erfinder herausgefunden, dass Öl, das beispielsweise aus dem unter Druck stehenden Raum, einer Pumpenbetriebskammer oder dergleichen austritt in den Steuerraum im Gehäuse gelangt, auf welchen der Steueröldruck aufgebracht wird, und dass der Öldruck unter dem Einfluss des ausgetretenen Öls abrupt verändert wird. Dementsprechend wird der Einstellring abrupt verschoben.

[0010] Die vorliegende Erfindung schafft eine verstellbare Ölpumpe, die beispielsweise in einer Maschine installiert ist, und die Steuerbarkeit verbessern kann, wenn ein Verstellmechanismus durch ei-

nen Steueröldruck betätigt wird, der von einem Steuerventil zugeführt wird.

[0011] In der vorliegenden Erfindung ist ein kleines Loch, welches Öldruck aus dem Steuerraum (der Öldruckkammer) im Gehäuse der Ölpumpe ablässt bzw. entspannt vorgesehen, um das eingedrungene Öl in geeigneter Weise abzuführen. Dementsprechend kann eine abrupte Änderung des Öldrucks unterdrückt werden.

[0012] Genauer gesagt umfasst eine verstellbare Ölpumpe gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung: einen Verstellmechanismus, der eine Fördermenge pro Rotation einer Eingangswelle ändern kann. Der Verstellmechanismus umfasst ein Pumpengehäuse, eine Öldruckkammer, die in dem Pumpengehäuse angeordnet ist, sowie ein Kapazitäts- bzw. Förderleistungseinstellelement, das durch Öldruck von der Öldruckkammer verstellt wird. Das Förderleistungseinstellelement ist derart ausgestaltet, dass es betätigt wird, wenn es einen Öldruck empfängt, der der Öldruckkammer von einem Steuerventil zugeführt wird. Das Pumpengehäuse hat ein Ölauslassloch, das sich der Öldruckkammer zugewandt öffnet und einen Wandabschnitt des Pumpengehäuses durchdringt, um Öl teilweise abzulassen.

[0013] Bei der Ölpumpe gemäß dem vorstehenden Aspekt neigen der Förderdruck sowie der Förderdurchsatz dazu, einhergehend mit einer Zunahme der Drehzahl der Eingangswelle anzusteigen. Da jedoch der Öldruck der Öldruckkammer im Pumpengehäuse durch das Steuerventil geregelt wird und der Verstellmechanismus dann betätigt wird, um die Fördermenge (Pumpenleistung) pro Rotation der Eingangswelle zu verringern, ist es möglich, den Anstieg des Förderdrucks zu unterbinden.

[0014] Wenn der Steueröldruck vom Steuerventil in einem Umfang erhöht wird, bei welchem der Förderdruck eine Neigung zeigt, zuzunehmen, wie vorstehend beschrieben ist, besteht hier die Möglichkeit, dass der Öldruck der Öldruckkammer abrupt aufgrund des Einflusses des Öls, welches aus dem Auslassanschluss, einer Pumpenbetriebskammer oder dergleichen in die Öldruckkammer gelangt, zunimmt. Gemäß dem vorstehend beschriebenen Aspekt jedoch wird das Öl teilweise über das Ölauslassloch, das sich der Öldruckkammer zugewandt öffnet, ausgegeben, so dass es möglich ist, eine abrupte Änderung des Öldrucks zu unterdrücken.

[0015] Dementsprechend ist es möglich, eine abrupte Betätigung des Einstellings zu unterbinden, die durch die abrupte Änderung des Öldrucks der Öldruckkammer verursacht würde, um somit die Steuerbarkeit der Fördermenge und des Förderdrucks zu verbessern. Wenn die Ölpumpe in der Maschine installiert ist, wird die Steuerbarkeit des Öldrucks in

der Hauptgalerie der Maschine verbessert, so dass die Ölpumpe zum Aufrechterhalten einer vorteilhaften Schmierleistung beitragen kann.

[0016] Bei dem vorstehend beschriebenen Aspekt kann ein Hochdruckraum, zu welchem ein Pumpenförderdruck geführt wird, innerhalb des Pumpengehäuses und angrenzend an die Öldruckkammer ausgebildet sein, und ein Dichtungsabschnitt zwischen dem Hochdruckraum und der Öldruckkammer kann sich entlang einer Innenfläche des Wandabschnitts des Pumpengehäuses mit einer Betätigung des Verstellmechanismus bewegen.

[0017] In diesem Fall ist der Dichtungsabschnitt zwischen dem Hochdruckraum und der Öldruckkammer derart ausgestaltet, um sich entlang des Wandabschnitts des Gehäuses zu bewegen. Dementsprechend kann Öl leicht über den Dichtungsabschnitt vom an diese angrenzenden Hochdruckraum in die Öldruckkammer gelangen. Dementsprechend wird ein Effekt der Erfindung, wonach das Problem unterdrückt wird, indem Öl wie vorstehend beschrieben teilweise aus der Öldruckkammer ausgebracht wird, besonders nützlich.

[0018] Verschiedene Anordnungen der Ölpumpe können für die Ölpumpe gemäß dem vorstehend beschriebenen Aspekt in Betracht kommen, beispielsweise eine Zahnradölpumpe, eine Flügelpumpe, eine Kolbenpumpe und dergleichen. Die Ölpumpe gemäß dem vorstehend beschriebenen Aspekt kann jedoch eine Zahnringpumpe sein und beispielsweise einen Antriebsrotor bzw. Innenrotor mit Außenverzahnung, der durch die Eingangswelle gedreht wird, und einen Abtriebsrotor bzw. Außenrotor mit Innenverzahnung, der für eine Rotation mit dem Antriebsmotor kämmt, umfassen.

[0019] In diesem Fall kann der Verstellmechanismus ein ringförmiges Halteelement als das Förderleistungseinstellelement haben, das den Abtriebsrotor in drehbarer Weise von einem Umfang hält, und kann die Fördermenge verändern, indem das Halteelement verschoben wird, wenn das Halteelement den Steueröldruck, der der Öldruckkammer zugeführt wird, empfängt, und eine Relativposition des Halteelements bezüglich eines Ansauganschlusses und Auslassanschlusses, welche im Pumpengehäuse ausgebildet sind, verändert wird.

[0020] Wie vorstehend beschrieben ist, neigt, wenn die Zahnringpumpe als Ölpumpe verwendet wird, eine Menge an Öl, das von einer Betriebskammer zwischen dem Antriebsrotor bzw. Innenrotor und dem Abtriebsrotor bzw. Außenrotor in die Öldruckkammer des Verstellmechanismus gelangt, dazu, zuzunehmen. Dementsprechend wird der ein Effekt der Erfindung, wonach das Problem unterdrückt wird, indem

Öl wie vorstehend beschrieben teilweise aus der Öldruckkammer ausgebracht wird, besonders nützlich.

[0021] Wenn zudem die Ölpumpe gemäß dem vorstehenden Aspekt in der Maschine installiert ist, kann das Ölauslassloch mit Ölführungsleitungen verbunden sein, um das Öl einem bestimmten Schmierabschnitt der Maschine zuzuführen. Dementsprechend kann das aus der Öldruckkammer austretende Öl der Ölpumpe verwendet werden, um die Maschine effektiv zu schmieren.

[0022] In diesem Fall kann ein Drosselabschnitt in der Mitte der Ölführungsleitung ausgebildet sein. Da die Fördermenge bzw. der Durchsatz des Öls, das aus dem Ölauslassloch austritt, durch eine derartige Konfiguration eingestellt werden kann, ist es möglich, den Einfluss einer möglichen Schwankung der Größe des Ölauslasslochs während des Herstellungsprozesses zu verringern, und somit eine geeignete Ölauslassmenge einzustellen. Dies ist besonders nützlich, wenn die Steuerbarkeit des Verstellmechanismus verbessert wird.

[0023] Alternativ ist es möglich, dass Öl aus dem Ölauslassloch dem Schmierabschnitt in der Nähe der Ölpumpe zuzuführen. Wenn beispielsweise das Öl der Kette zum Antreiben der Ölpumpe zugeführt wird, kann das Ölauslassloch eine kegelförmige Gestalt haben, deren Querschnitt, sich von einem Öffnungsende, das der Öldruckkammer zugewandt ist, entfernend, allmählich abnimmt. Zudem kann das Ölauslassloch derart ausgestaltet sein, dass das Öl aus dem Ölauslassloch dem Schmierabschnitt zugeführt wird. Es ist dementsprechend möglich, das Öl intensiv auf die Kette und dergleichen zu sprühen.

[0024] Wenn dagegen das Öl einer Mehrzahl von Schmierabschnitten in der Nähe der Ölpumpe zugeführt werden soll, kann das Ölauslassloch eine sich nach oben aufweitende Form haben, deren Querschnitt, sich von einem Öffnungsende, das der Öldruckkammer zugewandt ist, entfernend, allmählich zunimmt. Zudem kann das Ölauslassloch derart ausgestaltet sein, dass das Öl aus dem Ölauslassloch den Schmierabschnitten zugeführt werden kann. Es ist somit möglich, dass Öl einer Mehrzahl von Schmierabschnitten (nicht nur der Kette sondern beispielsweise auch einem Pumpenzahnrad und dergleichen) durch Aufspritzen des Öls aus dem Ölauslassloch in einem weiten Bereich zuzuführen.

[0025] Bei der verstellbaren Ölpumpe gemäß dem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist das Ölauslassloch, das sich der Öldruckkammer zum Betätigen des Verstellmechanismus zugewandt öffnet und den Wandabschnitt des Pumpengehäuses durchdringt, vorgesehen, um Öl, das in die Öldruckkammer gelangt in einer geeigneten teilweise Menge auszulassen. Es ist somit möglich, die abrupte Betätigung des

Verstellmechanismus zu unterdrücken, die durch die abrupte Änderung des Öldrucks in der Öldruckkammer verursacht werden kann, und somit die Steuerbarkeit der Fördermenge und des Förderdrucks der Ölpumpe zu verbessern. Wenn die Ölpumpe in der Maschine installiert ist, ist es zusätzlich möglich, die Steuerbarkeit des Öldrucks der Hauptgalerie der Maschine zu verbessern und somit zur Aufrechterhaltung einer bevorzugten Schmierleistung beizutragen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0026] Die Merkmale und Vorteile sowie die technische und wirtschaftliche Bedeutung beispielhafter Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend bezugnehmend auf die beigefügte Zeichnung beschrieben, in der gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente bezeichnen; hierbei zeigt:

[0027] Fig. 1 einen Gesamtaufbau eines Beispiels eines Ölzufuhrsystems in einer Maschine gemäß den Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung;

[0028] Fig. 2 eine Querschnittsansicht zum Darstellen des Aufbaus einer Ölpumpe gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und zum Aufzeigen eines Zustands mit maximaler Pumpenleistung;

[0029] Fig. 3 eine Fig. 2 entsprechende Ansicht, welche einen Zustand zeigt, bei welchem die Förderleistung der Ölpumpe minimal ist;

[0030] Fig. 4 einen Graph zum Darstellen eines Ergebnisses eines Experiments, bei welchem eine Beziehung zwischen dem Steuerstrom an ein OCV und dem Pumpenförderdruck untersucht wird;

[0031] Fig. 5 eine Ansicht zum schematischen Darstellen einer Ölführungsleitung, welche ausgetretenes Öl einem Schmierabschnitt der Maschine zuführt;

[0032] Fig. 6 eine der Fig. 3 entsprechende Ansicht gemäß einer zweiten Ausführungsform; und

[0033] Fig. 7 eine der Fig. 3 entsprechende Ansicht gemäß einer dritten Ausführungsform.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0034] Nachfolgend wird eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bezugnehmend auf die Zeichnungen beschrieben. Obgleich diese Ausführungsform für den Fall beschrieben wird, bei welchem die vorliegende Erfindung bei einem Ölzufuhrsystem **2** eines Vierzylinder-Benzinmotors **1** eines Fahrzeugs zur Anwendung kommt, ist die Ausführungsform hierauf nicht beschränkt. Die Beschreibung dieser Ausführungsform ist lediglich beispielhaft

und nicht dazu gedacht, den Aufbau oder die Anwendung der vorliegenden Erfindung einzuschränken.

[0035] Wie durch die Doppelpunktstrichlinie (phantom line) in **Fig. 1** dargestellt ist, wird die Maschine **1** durch Montieren eines Zylinderkopfs **11** auf einem Zylinderblock **10** ausgebildet. Der Zylinderblock **10** hat vier Zylinder (nicht dargestellt) und einen Kolben **12** (in der Zeichnung ist nur einer dargestellt), der in jedem der Zylinder aufgenommen ist und mit einer Pleuelwelle **13** über ein Pleuel **12a** verbunden ist. Bei einem Beispiel der Zeichnung wird die Pleuelwelle **13** drehbar durch fünf Pleuelzapfen **13a** in einem unteren Abschnitt (Pleuelgehäuse) des Zylinderblocks **10** gelagert.

[0036] Nockenwellen **14, 15** eines Ventilsystems zum Antreiben eines Einlassventils **12b** und eines Auslassventils **12c** für jeden Zylinder sind im Zylinderkopf **11** angeordnet. Ein Beispiel des Ventilsystems ist ein DOHC-Typ, der zwei Nockenwellen **14, 15** für eine Einlassseite und eine Auslassseite umfasst, wobei die Nockenwellen **14, 15** im Beispiel der Zeichnung drehbar an fünf Nockenzapfen **14a, 15a** durch den Zylinderkopf **11** gelagert sind.

[0037] Die beiden Nockenwellen **14, 15** drehen synchron mit der Pleuelwelle **13** um das Einlassventil **12b** und das Auslassventil **12c** zu öffnen und zu schließen. Genauer gesagt sind, während ein (nicht dargestelltes) Pleuelwellenzahnrad am vorderen Ende der Pleuelwelle **13** (linkes Ende in **Fig. 1**) angeordnet ist, Nockenräder **14b, 15b** jeweils an den Enden der beiden Nockenwellen **14, 15** angeordnet und eine Steuerkette **3** ist um diese gewunden. Dementsprechend drehen die Nockenwellen **14, 15** synchron mit der Pleuelwelle **13**.

[0038] Zudem ist ein (nicht dargestelltes) Zahnrad zum Antreiben einer Ölpumpe **5** angrenzend an eine Rückseite des Pleuelwellenzahnrades angeordnet. In anderen Worten: Die Ölpumpe **5** ist unter dem vorderen Ende der Pleuelwelle **13** angeordnet, ein Pumpenzahnrad **5b** ist an einer Eingangswelle **5a** desselben angeordnet, und eine Kette **4** ist zwischen dem Pumpenzahnrad **5b** und dem Zahnrad der Pleuelwelle **13** aufgezogen.

[0039] Wenn die Eingangswelle **5a** durch eine Kraft von der Pleuelwelle **13** gedreht wird, wird ein Motoröl (nachfolgend vereinfacht als Öl bezeichnet), das aus der Ölpumpe **5** ausgegeben wird, Schmierabschnitten, wie beispielsweise dem Kolben **12**, dem Pleuelzapfen **13a**, den Nockenzapfen **14a, 15a** und dergleichen über das Ölzuführsystem **2** zugeführt. Das Ölzuführsystem **2** filtert das aus einer Ölwanne **16** durch die Betätigung der Ölpumpe **5** angesaugt Öl mittels eines Ölfilters **6** und führt das Öl dann einer Hauptgalerie **20** zu.

[0040] In anderen Worten, die Ölpumpe **5** saugt das Öl, das in der Ölwanne **16** bevorratet ist, über einen nicht dargestellten Ölabscheider an, gibt das Öl über den Auslassanschluss **50e** (siehe **Fig. 2**) aus und liefert das Öl durch eine Verbindungsleitung **6a** an den Ölfilter **6**. Der Ölfilter **6** filtert Fremdkörper und Verunreinigung mittels eines Filterelements, das in dem Gehäuse aufgenommen ist, heraus und das darin gefilterte Öl wird der Hauptgalerie **20** zugeführt.

[0041] Die Hauptgalerie **20** ist derart ausgestaltet, dass sie beispielsweise in einer Richtung einer Zylinderbank im Zylinderblock **10** verläuft und verteilt das von der Ölpumpe **5** zugeführte Öl an die Schmierabschnitte und dergleichen durch mehrere Zweigleitungen **21 bis 23**. In dem in der Zeichnung dargestellten Beispiel wird das Öl den Nockenzapfen **13a** durch die Zweigleitungen **21** zugeführt, die in gleichen Abständen in Längsrichtung der Hauptgalerie **20** abzweigend angeordnet sind und sich nach unten erstrecken. Zusätzlich wird das Öl den Nockenzapfen **14a, 15a** des Zylinderkopfs **11** und dergleichen durch die Zweigleitungen **22, 23** zugeführt, die von beiden Enden der Hauptgalerie **20** nach oben ragen.

[0042] Nachfolgend erfolgt eine detaillierte Beschreibung des Aufbaus der Ölpumpe **5** bezugnehmend auf **Fig. 2**. **Fig. 2** zeigt eine erste Ausführungsform, wobei in diesem Beispiel die Ölpumpe **5** einen Antriebsrotor bzw. Innenrotor **51**, der eine Außenverzahnung aufweist und durch die Eingangswelle **5a** gedreht wird, einen Abtriebsrotor **52** bzw. Außenrotor, der eine Innenverzahnung aufweist und durch das Kämmen mit dem Antriebsrotor **51** gedreht wird, und einen Einstellring **53** (Halteelement), der den Abtriebsrotor **52** von einem Umfang drehbar im Gehäuse **50** (Pumpengehäuse) hält, haust. Wie nachstehend beschrieben werden wird, dient der Einstellring **53** auch als Förderleistungseinstellelement, das eine Pumpenleistung durch Verstellen des Antriebsrotors **51** und des Abtriebsrotors **52** verändert.

[0043] Das Gehäuse **50** besteht gänzlich aus einer dicken Platte und hat eine ovale Gestalt, die, in Draufsicht, gesehen von einer Rückseite der Maschine, wie in **Fig. 2** gezeigt, lateral lang ist, und hat einen Vorsprungsabschnitt **50a** von einem oberen rechten Teil zur rechten Seite der Zeichnung, sowie einen Vorsprungsabschnitt **50b** von einem unteren linken Teil zur unteren Seite der Zeichnung. Darüber hinaus ist das gesamte Gehäuse **50** mit einem konkaven Abschnitt **50c** ausgebildet, der sich zur Rückseite öffnet, das bedeutet, einer Innenseite (Vorderseite in der Zeichnung) der Maschine **1**.

[0044] Der konkave Abschnitt **50c** haust den Antriebsrotor bzw. Innenrotor **51**, den Abtriebsrotor bzw. Außenrotor **52**, den Einstellring **53** und dergleichen (nachfolgend als konkaver Gehäuseabschnitt **50c** bezeichnet), und wird durch eine (nicht dargestellt)

Abdeckung verschlossen, die das Gehäuse **50** von hinten überlappt. Zudem ist eine Durchgangsöffnung mit einem kreisförmigen Querschnitt (nicht dargestellt) an einer Stelle im konkaven Gehäuseabschnitt **50c** ausgebildet, die etwas nach rechts von der Mitte versetzt ist, und die Eingangswelle **5a**, die durch diese eingefügt ist, erstreckt sich nach vorne.

[0045] Während das Pumpenzahnrad **5b**, um welches die Kette **4** gewunden ist, am vorderen Ende der Eingangswelle **5a** angebracht ist, die zur Vorderseite des Gehäuses **50** ragt, durchdringt ein hinteres Ende der Eingangswelle **5a** eine Mitte des Antriebsrotors **51** und ist beispielsweise keilgepasst. Der Antriebsrotor **51** hat an seiner Außenumfangsfläche eine Außenverzahnung bzw. eine Mehrzahl äußerer Zähne **51a** (11 Zähne im Beispiel der Zeichnung) mit einer Trochoidkurve oder einer Kurve, die ähnlich einer Trochoidkurve ist (beispielsweise einer Evolventenkurve oder einer Zykloidkurve).

[0046] Der Abtriebsrotor **52** ist in einem ringförmigen Raum ausgebildet und hat an seiner Innenumfangsfläche eine Innenverzahnung bzw. eine Mehrzahl innerer Zähne **52a**, deren Anzahl um eins größer ist als die der Außenverzahnung **51a** des Antriebsrotors **51** (12 Zähne im Beispiel der Zeichnung), und kämmt mit dieser. Eine Mitte des Abtriebsrotors **52** ist bezüglich der Mitte des Antriebsrotors **51** um einen vorgegebenen Betrag exzentrisch und die Außenverzahnung bzw. die äußeren Zähne **51a** des Antriebsrotors **51** kämmen mit der Innenverzahnung bzw. den inneren Zähnen **52a** des Abtriebsrotors **52** auf einer exzentrischen Seite (obere linke Seite in Fig. 2).

[0047] Zudem ist der Abtriebsrotor **52** gleitend aufgenommen und durch einen ringförmigen Hauptkörperabschnitt **53a** des Einstellrings **53** gelagert. In diesem Beispiel ist der Einstellring **53** integral mit zwei Ausbauchungsabschnitten **53b**, **53c**, die zu einer Außenseite in Radialrichtung über einen vorgegebenen Winkelbereich in Umfangsrichtung (etwa 50° in dem Beispiel der Zeichnung) von einem Umfang des Hauptkörperabschnitts **53a** ausbauchen; einem Armabschnitt **53d**, der sich lang zur Außenseite in Radialrichtung erstreckt; und einem gering vorstehenden Abschnitt **53e** ausgestaltet. Der Einstellring **53** wird nachfolgend im Detail beschrieben.

[0048] Bei dieser Ausführungsform wird durch den Antriebsrotor **51** und den Abtriebsrotor **52**, die vom Einstellring **53** wie vorstehend beschrieben gehalten werden, eine Trochoidpumpe mit 11 „Buckeln“ und 12 „Zwischenräumen“ gebildet, und mehrere Betriebskammern R, die in Umfangsrichtung angeordnet sind, sind zwischen jedem Paar kämmender Zähne im ringförmigen Raum zwischen den beiden Rotoren **51**, **52** ausgebildet. Ein jeder der Betriebsräume R erhöht und verringert seine Kapazität durch Bewe-

gung entlang des Umfangs des Antriebsrotors **51** verbunden mit der Rotation der beiden Rotoren **51**, **52**.

[0049] In anderen Worten: Die Kapazität der Betriebskammer R nimmt allmählich entlang der Rotation der beiden Rotoren **51**, **52** in einem Bereich von etwa 180° von einer Position, an welcher die Zähne der beiden Rotoren **51**, **52** miteinander kämmen, in einer Rotorrotationsrichtung, die durch einen Pfeil in der Zeichnung dargestellt ist (unterer linker Bereich in Fig. 2) zu, und der soeben beschriebene Bereich dient als Ansaugbereich zum Ansaugen des Öls. Dagegen nimmt die Kapazität der Betriebskammer R allmählich entlang der Rotation der Rotoren **51**, **52** für den Rest des Bereichs von ungefähr 180° (ein oberer rechter Bereich in Fig. 2) ab, und der gerade beschriebene Bereich dient als Auslassbereich zum unter Druck setzen und Ausgeben des Öls.

[0050] Das Gehäuse **50** und die Abdeckung sind mit einem Ansauganschluss und einem Auslassanschluss ausgebildet, die jeweils dem Ansaugbereich und dem Auslassbereich entsprechen. Obgleich Fig. 2 nur den Ansauganschluss **50d** und den Auslassanschluss **50e** des Gehäuses **50** zeigt, ist der Ansauganschluss **50d** an einer Unterseite des konkaven Gehäuseabschnitts **50c** des Gehäuses **50** geöffnet, um dem Saugbereich zu entsprechen, und der Auslassanschluss **50e** ist auch entsprechend geöffnet, um dem Auslassbereich zu entsprechen.

[0051] In der Zeichnung ist der Ansauganschluss **50d** an der unteren linken Seite des Gehäuses **50** angeordnet, mit dem Ansauganschluss der nicht dargestellten Abdeckung verbunden, und darüber hinaus mit einer Ansaugleitung des Ölabscheiders durch den Ansauganschluss verbunden. Der Auslassanschluss **50e** ist dagegen an einer oberen rechten Seite des Gehäuses **50** angeordnet, mit dem Auslassanschluss der nicht dargestellten Abdeckung verbunden, erstreckt sich in der Zeichnung nach rechts, um dem Vorsprungsabschnitt **50a** des Gehäuses **50** zu entsprechen, und erreicht die Verbindungsleitung **6a**, die zum Ölfilter **6** führt.

[0052] In der Ölpumpe **5** mit dem vorstehend beschriebenen Aufbau kämmen, wenn sich die Eingangswelle **5a** durch die Kraft von der Kurbelwelle **13**, die zunächst auf das Pumpenzahnrad **5b** übertragen wird, dreht, der Antriebsrotor **51** und der Abtriebsrotor **52** miteinander, so dass sie drehen, die Betriebskammern R, die zwischen selben ausgebildet sind, saugen das Öl vom Ansauganschluss **50d** an, und das Öl wird unter Druck gesetzt und über den Auslassanschluss **50e** ausgegeben.

[0053] Eine Strömungsrate bzw. Durchflussmenge des Öls, das wie vorstehend beschrieben ausgegeben wird, nimmt mit einer Zunahme der Drehzahl der Ölpumpe **5** (Drehzahl der Eingangswelle **5a**) zu, das

bedeutet mit der Maschinendrehzahl. Dementsprechend ist es, selbst wenn eine Menge des Öls, das den Schmierabschnitten, beispielsweise dem Kurbelzapfen **13a** und dergleichen, zugeführt wird, in einem Hochgeschwindigkeitsbereich der Maschine **1** zunimmt, möglich, einen Öldruck der Hauptgalerie **20** auf einem Wert zu halten, der gleich oder größer ist, als ein vorgegebener Wert, und somit das Öl in geeigneter Weise an die Schmierabschnitte zu verteilen.

[0054] Die Ölpumpe **5** dieser Ausführungsform umfasst einen variablen Verstellmechanismus, der die Menge des Öls verändern kann, die pro Rotation des Antriebsrotors **51** ausgegeben wird, das bedeutet, die Pumpenleistung. Bei dieser Ausführungsform wird der Verstellring **53** hauptsächlich durch den Öldruck (Förderdruck) verstellt, der vom Auslassanschluss **50e** zugeführt wird, und die Relativpositionen des Antriebsrotors **51** und des Abtriebsrotors **52** zum Ansauganschluss **50d** und zum Auslassanschluss **50e** werden verändert, um die Durchflussmenge des Öls, das pro Rotation angesaugt und ausgegeben wird, zu verändern.

[0055] Genauer gesagt wirkt, wie in **Fig. 2** dargestellt ist, eine Druckkraft von einer Druckschraubenfeder **54** auf den Armabschnitt **53d** des Einstellrings **53**, der sich vom Hauptkörperabschnitt **53a** zur Außenseite in Radialrichtung erstreckt. Dementsprechend wird der Einstellring **53** derart gedrückt, dass er leicht nach oben versetzt wird, während er in der Zeichnung im Uhrzeigersinn dreht. Während einer derartigen Verschiebung wird der Einstellring **53** durch Führungsstifte **55**, **56** geführt.

[0056] In anderen Worten: Die Ausbauchungsabschnitte **53b**, **53c** des Einstellrings **53** haben jeweils eine gekrümmte ovale Rahmenform und nehmen die Führungsstifte **55**, **56** entsprechend auf, die von der Bodenfläche des konkaven Gehäuseabschnitts **50c** im Gehäuse **50** vorstehend ausgebildet sind. Die Führungsstifte **55**, **56** stehen jeweils mit Innenumfangsflächen der rahmenförmigen Ausbauchungsabschnitte **53b**, **53c** in Kontakt und gleiten in Längsrichtung derselben, um eine Verschiebungskurve des Einstellrings **53** zu definieren.

[0057] Der Einstellring **53**, der durch die Führungsstifte **55**, **56** geführt und wie vorstehend beschrieben verstellt wird, teilt die Innenseite des konkaven Gehäuseabschnitts **50c** in einen Hochdruckraum TH auf der oberen rechten Seite der Zeichnung und einen Niederdruckraum TL auf der unteren linken Seite derselben, und wird durch das Aufnehmen von Öldruck des Hochdruckraums TH betätigt. Genauer gesagt ist im konkaven Gehäuseabschnitt **50c** des Gehäuses der Hochdruckraum TH in einem Bereich ausgebildet, der vom Umfang des Ausbauchungsabschnitts **53c** des Einstellrings **53**, und einem Wandabschnitt des Gehäuses **50** umgeben ist, und in dem ein Öl-

fluss durch erste und zweite Dichtungselemente **57**, **58** beschränkt ist.

[0058] Eine Öffnung des Auslassanschlusses **50e** ist dem Hochdruckraum TH teilweise zugewandt. Der Förderdruck der Ölpumpe **5** wird zum Hochdruckraum TH geführt und wirkt auf eine Umfangsfläche des Einstellrings **53**. Da daneben grundsätzlich ein Atmosphärendruck auf den Niederdruckraum TL wirkt, mit welchem der Ansauganschluss **50d** verbunden ist, wird der Einstellring **53** durch den Öldruck vom Hochdruckraum TH gezwungen, sich in der Zeichnung gegen den Uhrzeigersinn zu drehen.

[0059] Wie vorstehend beschrieben ist, erfährt der Einstellring **53** eine Federkraft von der Schraubenfeder **54**, die wie vorstehend beschrieben auf den Armabschnitt **53d** wirkt, wird somit im Uhrzeigersinn gedrückt und hauptsächlich durch die Druckkraft derselben und dergleichen versetzt. Wenn die Maschinendrehzahl niedrig ist, beispielsweise während des Leerlaufs und dergleichen, wird der Einstellring **53** durch die Federkraft der Schraubenfeder **54** auf eine maximale Versatzposition in **Fig. 2** versetzt. Zu diesem Zeitpunkt wird die Menge an Öl, die vom Ansauganschluss **50d** eingesaugt und vom Auslassanschluss **50e** ausgegeben wird, das bedeutet, die Pumpenleistung pro Rotation des Antriebsrotors **51** und des Abtriebsrotors **52**, maximal.

[0060] Wenn die Maschinendrehzahl aus diesem Zustand zunimmt, neigt auch der Förderdruck dazu, mit der Zunahme der Fördermenge des Öls anzusteigen. Somit erfährt der Einstellring **53** den Öldruck des Hochdruckraums TH und wird gegen den Uhrzeigersinn gegen die Federkraft der Schraubenfeder **54** verschoben. Die Pumpenleistung wird somit verringert und die Zunahme der Fördermenge und des Förderdrucks wird selbst bei hoher Geschwindigkeit verringert. Wenn der Einstellring **53** in eine Position minimaler Kapazität verbracht wird, wie in **Fig. 3** dargestellt, wird die Fördermenge pro Rotation minimal.

[0061] Darüber hinaus ist, bei dieser Ausführungsform, das Gehäuse **50**, wie in den **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigt ist, mit einem Steuerraum TC (Öldruckkammer) ausgestaltet, der an den Hochdruckraum TH angrenzt, und ein Steueröldruck wird von einem Steuerventil **60** vom elektronisch gesteuerten Typ (Ölsteuerventil: nachfolgend als OCV bezeichnet) zugeführt, um eine Kraft zu erzeugen, die wie vorstehend beschrieben beim Verstellen des Einstellrings **53** hilft. Das OCV **60** kann die Steuerbarkeit der Pumpenleistung, wie vorstehend beschrieben, durch Regeln des Steueröldrucks mit hoher Genauigkeit und Einstellen einer Größe der Kraft zum Unterstützen bei der Verschiebung des Einstellrings **53** verbessern.

[0062] Genauer gesagt ist das zweite Dichtungselement **58** am Umfang des Einstellrings **53** im We-

sentlichen in der Mitte der beiden Ausbauchungsabschnitten **53b**, **53c** angeordnet und berührt gleitend eine Innenfläche des Wandabschnitts des Gehäuses **50**, welches den konkaven Gehäuseabschnitt **50c** umgibt. Das zweite Dichtungselement **58** ist ein Dichtungsabschnitt zwischen dem Hochdruckraum TH und dem Steuerraum TC und bewegt sich entlang der Innenfläche des Wandabschnitts des Gehäuses **50** entsprechend der Verschiebung des Einstellrings **53** wie vorstehend beschrieben ist.

[0063] In ähnlicher Weise ist ein drittes Dichtungselement **59** an einer Spitze des Armabschnitts **53d** des Einstellrings **53** angeordnet und berührt die entgegengesetzte Innenwand des Wandabschnitts des Gehäuses **50** gleitend. Das zweite und dritte Dichtungselement **58**, **59** sowie das erste Dichtungselement **57** haben eine Abmessung, die vergleichbar mit einer Dicke des Einstellrings **53** ist (eine Abmessung in eine senkrechte Richtung der Seiten der **Fig. 2** und **Fig. 3**), und bestehen aus einem Metall oder Harzmaterial mit exzellentem Reibungswiderstand.

[0064] Wie vorstehend beschrieben ist, ist im konkaven Gehäuseabschnitt **50c** des Gehäuses **50** der Steuerraum TC in einem Bereich ausgebildet, der vom Umfang des Einstellrings **53** (genauer gesagt dem Umfang des Ausbauchungsabschnitts **53b**), dem Armabschnitt **53d** und dem Wandabschnitt des Gehäuses **50**, das den Umfang des Einstellrings **53** und dem Armabschnitt **53d** gegenüberliegt, umgeben ist, und in welchem der Fluss des Öls durch das zweite und dritte Dichtungselement **58**, **59** beschränkt wird. Der Steueröldruck wird dann vom OCV **60** durch eine Steuerölleitung **61** aufgebracht, die zur Bodenfläche des konkaven Gehäuseabschnitts **50c** im Steuerraum TC öffnet.

[0065] Genauer gesagt öffnet ein Ende der Steuerölleitung **61** als kreisförmiges Loch **61a**, das dem Steuerraum TC zugewandt ist, während ein anderes Ende desselben mit einem Steueranschluss **60a** des OCV **60** in Verbindung steht. Das OCV **60** ändert eine Position einer Spule, wenn es ein Signal von einem nicht dargestellten Controller empfängt, und schaltet zwischen einem Zustand, in welchem das Öl vom Zufuhranschluss **60b** der Steuerölleitung **61** vom Steueranschluss **60a** zugeführt wird, und einem Zustand, in welchem das von der Steuerölleitung **61** ausgegebene Öl vom Steueranschluss **60a** aufgenommen und aus einem Auslassanschluss **60c** ausgegeben wird.

[0066] Darüber hinaus wird im OCV **60**, das beispielsweise als Linearmagnetventil ausgebildet ist, die Position der Spule kontinuierlich ansprechend auf das Signal vom Controller verändert, und ein Druck des Öls, das wie vorstehend beschrieben vom Steueranschluss **60a** zur Steuerölleitung **61** geliefert wird, kann linear erhöht oder verringert werden. Beispiels-

weise ist es, wenn der Einstellring **53** entsprechend der Zunahme der Maschinendrehzahl wie vorstehend beschrieben gegen den Uhrzeigersinn in **Fig. 2** verschoben wird, möglich, beim Verschieben des Einstellrings **53** durch Erhöhen des Steueröldrucks der dem Steuerraum TC zugeführt wird, zu helfen.

[0067] Wenn daneben der Steueröldruck, der dem Steuerraum TC zugeführt wird, durch das Steuern des OCV **60** verringert wird, ist es möglich, zu verhindern, dass der Einstellring **53** gegen den Uhrzeigersinn verschoben wird. Dies kann die Steuerbarkeit der Pumpenleistung verbessern. Es sei angemerkt, dass, obgleich in dieser Ausführungsform eine Zweigleitung **6b** in der Mitte der Verbindungsleitung **6a** vom Auslassanschluss **50e** der Ölpumpe **5** zum Ölfilter **6** verbunden ist, um dem OCV **60** das Öl zuzuführen, wie in den **Fig. 2** und **Fig. 3** dargestellt ist, die vorliegende Erfindung hierauf nicht beschränkt ist und das durch den Ölfilter **6** gefilterte Öl dem OCV **60** zugeführt werden kann.

[0068] Bei der verstellbaren Ölpumpe gemäß dieser Ausführungsform trat, selbst wenn die Versatzgröße des Einstellrings **53** unter Verwendung des OCV **60** vom elektronisch gesteuerten Typ, wie vorstehend beschrieben, gesteuert wurde, ein Fall auf, wonach eine Schwankung der Pumpenleistung die beabsichtigte Steuerung des Förderdrucks verhindert hat. Dieses Problem wird nachfolgend bezugnehmend auf **Fig. 4** beschrieben.

[0069] **Fig. 4** zeigt ein Beispiel des Ergebnisses eines Experiments, bei dem die Beziehung zwischen dem Steuerstrom des OCV **60** und dem Förderdruck der Ölpumpe **5** untersucht wurde, und bei welchem die Drehzahl der Pumpe annähernd konstant war. Wie in dem Graph dargestellt ist, wird der Pumpenförderdruck bei etwa 400 kPa gehalten bis der Steuerstrom des OCV **60** einen vorgegebenen Wert **aA** erreicht. In anderen Worten, der Steueröldruck, der dem Steuerraum TC zugeführt wird, wird nicht wesentlich erhöht und die Pumpenleistung wird nicht verändert.

[0070] Wenn der Steuerstrom aus dem vorstehend genannten Zustand erhöht wird, wird der Steueröldruck vom OCV **60** zum Steuerraum TC erhöht und die Kraft zum Unterstützen der Verschiebung des Einstellrings **53** wird auch wie vorstehend beschrieben erhöht. Zu diesem Zeitpunkt tritt, als ein Beispiel, das durch eine durchgezogene Linie P in dem Graph dargestellt ist, ein Phänomen auf, wonach der Pumpenförderdruck abrupt während einer leichten Zunahme des Steuerstroms verringert wird (**a** nach **bA** in dem Beispiel der Zeichnung). Nach diesem Phänomen wird der Förderdruck allmählich verringert bis der Steuerstrom auf **cA** erhöht ist, und wird bei etwa 150 kPa stabilisiert.

[0071] Wie vorstehend beschrieben ist, wird der Pumpenförderdruck nicht linear bezüglich der Änderung des Steuerstroms des OCV **60** geändert, sondern wird abrupt zu einem bestimmten Zeitpunkt verändert. Zusätzlich kann, da der Stromwert, bei dem eine derartige Änderung auftritt, nicht konstant ist, und die Größe der Änderung des Förderdrucks schwankt, der Förderdruck nicht mit hoher Genauigkeit gesteuert werden. In anderen Worten: Tatsächlich ist die Genauigkeit der Fördersteuerung der Ölpumpe **5** trotz der elektronischen Steuerung des OCV **60** nicht hoch.

[0072] Als Ergebnis von Experimenten und ernsthaften Nachforschungen nach der Ursache für eine derartige abrupte Änderung des Förderdrucks haben die Erfinder herausgefunden, dass das aus dem angrenzenden Hochdruckraum TH, den Betriebskammern R oder dergleichen ausgetretene Öl in den Kontrollraum TC gelangt, auf den der Steueröldruck aufgebracht wird, und dass der Öldruck des Steuerraums TC unter diesem Einfluss abrupt verändert wird. Hierauf basierend haben die Erfinder ein kleines Loch (nachfolgend als Ölauslassloch **62** bezeichnet) vorgesehen, um das Öl aus dem Steuerraum TC im Gehäuse **50** geeignet abzuführen, um die abrupte Änderung des Öldrucks zu unterdrücken.

[0073] Genauer gesagt öffnet, wie in den **Fig. 2** und **Fig. 3** dargestellt ist, das Ölauslassloch **62** dieser Ausführungsform zum Steuerraum TC gewandt, erstreckt sich in jeder der Zeichnungen nach oben und durchdringt den Wandabschnitt des Gehäuses **50**, um zu dessen Außenseite zu gelangen. Bei einem Beispiel ist das Ölauslassloch **62** beispielsweise gebohrt und hat einen Durchmesser von etwa 1 bis 3 mm. Es sei angemerkt, dass die Abmessung des Ölauslasslochs **62** beispielsweise experimentell oder mittels Simulation eingestellt werden kann, so dass eine Menge des durch das Ölauslassloch ausgeführten Öls im Wesentlichen gleich der Menge an Öl ist, die in den Steuerraum TC gelangt, wenn der Pumpenförderdruck in einem bestimmten Bereich ist.

[0074] Wie schematisch in **Fig. 5** gezeigt ist, sind Ölführungsleitungen **63, 64** mit dem Ölauslassloch **62** dieser Ausführungsform verbunden. Dementsprechend fließt das Öl, das wie vorstehend beschrieben aus dem Steuerraum TC ausgebracht wird, durch eine Ölleitung (Ölführungsleitung) in den Ölführungsleitungen **63, 64** und wird einem der Schmierabschnitte in der Maschine **1** zugeführt (im Beispiel der Zeichnung der Kette **4**, die um das Pumpenzahnrad **5b** gewunden ist, und einer Öldichtung **13b** an einem hinteren Ende der Kurbelwelle **13**).

[0075] Es sei angemerkt, dass nur eine der Ölführungsleitungen **63, 64** vorgesehen sein kann, oder, dass drei oder mehr Ölführungsleitungen vorgesehen sein können, um das Öl den anderen Schmier-

abschnitten zuzuführen. Wenn zudem ein Drosselabschnitt in der Mitte der Ölführungsleitungen **63, 64** angeordnet ist, um die Durchflussmenge des Öls einzustellen, kann der Einfluss einer Variation der Größe des Ölauslasslochs **62** verringert werden, und das vom Steuerraum TC abgeführte Öl kann, wie vorstehend beschrieben, auf eine bevorzugte Menge eingestellt werden.

[0076] Wie bisher beschrieben worden ist, wird bei der verstellbaren Ölpumpe **5** gemäß dieser Ausführungsform der Steueröldruck auf den Einstellring **53** aufgebracht, das Ölauslassloch **62** öffnet zum Steuerraum TC, der die Kraft zum Unterstützen der Verschiebung des Einstellrings **53** unterstützt, und das Öl wird in geeigneter Weise aus dem Ölauslassloch **62** ausgebracht. Es ist dementsprechend möglich, den Einfluss des Öls, das beispielsweise aus dem Hochdruckraum TH in den Steuerraum TC gelangt, zu unterdrücken, um eine abrupte Betätigung des Einstellrings **53** zu unterbinden, die durch die abrupte Änderung des Öldrucks des Steuerraums TC verursacht wird, und die Steuerbarkeit der Fördermenge und des Förderdrucks der Ölpumpe **5** zu verbessern.

[0077] In anderen Worten: Wie durch eine durchgezogene Linie A in **Fig. 4** gezeigt ist, wird der Förderdruck bei etwa 400 kPA gehalten, bis der Steuerstrom des OCV **60** cA erreicht. Wenn dann der Steuerstrom weiter erhöht wird, wird der Förderdruck linear mit einer im Wesentlichen gleichbleibenden Rate bezüglich dem Anstieg des Steuerstroms verringert. Somit tritt die abrupte Änderung des Förderdrucks, die durch die durchgezogene Linie P im gleichen Graph dargestellt ist, nicht auf. Es ist dementsprechend möglich, den Förderdruck der Ölpumpe **5** mit hoher Genauigkeit durch Steuern des Steuerstroms des OCV **60** zu steuern. Dies verbessert die Steuerbarkeit des Öldrucks in der Hauptgalerie **20** der Maschine **1**, und durch das stabil Halten des Öldrucks kann eine bevorzugte Schmierleistung der Maschine **1** aufrechterhalten werden.

[0078] Zudem wird bei dieser Ausführungsform eine Zahnringpumpe als Ölpumpe **5** verwendet. Der Hochdruckraum TH ist angrenzend an den Steuerraum TC im Gehäuse **50** ausgebildet und das zweite Dichtungselement **58** zwischen diesen bewegt sich entlang der Innenwand des Wandabschnitts des Gehäuses **50** mit dem Verschieben des Einstellrings **53**. Da das Öl bei einem derartigen Aufbau leicht in den Steuerraum TC gelangen kann, ist ein Effekt zum Unterbinden der Schwankung des Öldrucks durch teilweises Abführen des Öls, wie vorstehend beschrieben, besonders vorteilhaft.

[0079] Wie darüber hinaus vorstehend bezugnehmend auf **Fig. 5** beschrieben wurde, kann, da das Öl, das durch das Ölauslassloch **62** aus dem Steuerraum TC ausgetragen wird, gemäß dieser Ausführungs-

rungsform durch die Ölführungsleitungen **63**, **64** den Schmierabschnitten, beispielsweise der Kette **4**, zugeführt wird, das ausgetragene Öl effizient genutzt werden.

[0080] Nachfolgend wird ein Aufbau der Ölpumpe **5** gemäß einer zweiten Ausführungsform beschrieben. Da der Aufbau der Ölpumpe **5** in dieser Ausführungsform sich von der ersten Ausführungsform darin unterscheidet, dass das Ölauslassloch **62** eine andere Form hat, wird nur das Ölauslassloch **62** beschrieben. Die gleichen Bestandteile wie jene der ersten Ausführungsform werden durch die gleichen Bezugszeichen bezeichnet und nicht erneut beschrieben. Da sich das Ölauslassloch **62** zudem nur in seiner Form unterscheidet, hat es das gleiche Bezugszeichen.

[0081] Fig. 6 zeigt eine Schnittansicht zum Darstellen des Aufbaus der Ölpumpe **5** dieser Ausführungsform, und zeigt einen Zustand der maximalen Kapazität wie in Fig. 2. In diesem Beispiel ist, obgleich in Fig. 6 nicht gezeigt, das Ölauslassloch **62** derart ausgestaltet, dass es in Richtung zur Kette **4** verläuft und eine kegelförmige Form hat, deren Querschnitt von einem Öffnungsende, das der Öldruckkammer zugewandt ist, entfernend allmählich zunimmt. Es sei angemerkt, dass die Ölführungsleitung **63**, **64** nicht mit dem Ölauslassloch **62** verbunden sind.

[0082] Wie durch eine gestrichelte Linie in Fig. 6 schematisch dargestellt ist, ist es aufgrund der kegelförmigen Ausgestaltung möglich, das Öl, wie vorstehend beschrieben, intensiv vom Ölauslassloch **62** auf die Kette **4** zu sprühen. Zusätzlich kann der Verzicht auf die Ölführungsleitungen **63**, **64** zu einer Gewichts- und Kostenersparnis beitragen.

[0083] Nachfolgend wird ein Aufbau der Ölpumpe **5** gemäß einer dritten Ausführungsform beschrieben. Wie die vorstehende Ausführungsform wird, da sich die Ölpumpe **5** dieser Ausführungsform von der ersten und zweiten Ausführungsform nur darin unterscheidet, dass das Ölauslassloch **62** eine andere Form hat, wird nur das Ölauslassloch **62** beschrieben und die Beschreibung der anderen Bestandteile wird nicht wiederholt.

[0084] Fig. 7 ist eine Schnittansicht zum Darstellen des Aufbaus der Ölpumpe **5** dieser Ausführungsform und zeigt einen Zustand maximaler Kapazität wie in den Fig. 2 und Fig. 6. In diesem Beispiel hat das Ölauslassloch **62** eine sich nach oben aufweitende Form deren Querschnitt sich von einem Öffnungsende, das der Öldruckkammer zugewandt ist, entfernend allmählich zunimmt. Es sei angemerkt, dass die Ölführungsleitungen **63**, **64** nicht mit dem Ölauslassloch **62** verbunden sind.

[0085] Wie schematisch durch eine gestrichelte Linie in Fig. 7 gezeigt ist, wird das Öl vom Ölauslass-

loch **62** mit der sich nach oben aufweitenden Form in einem relativ weiten Bereich verteilt und einer Mehrzahl von Schmierabschnitten (nicht nur der Kette **4** sondern beispielsweise auch dem Pumpenzahnrad **5b** und dergleichen) in der Nähe der Ölpumpe **5** zugeführt. Zusätzlich kann der Verzicht auf die Ölführungsleitungen **63**, **64** zu einer Gewichts- und Kostenersparnis beitragen.

[0086] Obgleich die vorstehende Beschreibung auf den Fall abstellt, bei welchem die vorliegende Erfindung als Ölpumpe **5** für einen Vierzylinder-Reihenbenzinmotor **1** in einem Automobil zur Anwendung kommt, ist die vorliegende Erfindung hierauf nicht beschränkt und kann anstelle der Anwendung bei einem Automobil auch bei einer Ölpumpe einer Maschine einer Anlage zur Anwendung kommen. Es ist unnötig zu erwähnen, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die Zahl der Zylinder oder die Art der Maschine (beispielsweise ein V-Motor oder ein Boxermotor) beschränkt ist, und auch bei einer Ölpumpe Anwendung finden kann, die bei einem Dieselmotor zur Anwendung kommt, oder einer Ölpumpe bei einem Getriebe.

[0087] Zudem ist bei jeder der vorstehenden Ausführungsformen der Steuerraum TC angrenzend an den Hochdruckraum TH angeordnet, zu welchem der Pumpenförderdruck im Gehäuse **50** der Ölpumpe **5** geführt wird, und das zweite Dichtungselement **58** zwischen diesen bewegt sich entlang der Innenwandfläche des Wandabschnitts des Gehäuses **50** entsprechend dem Verschieben des Einstellrings **53**. Die vorliegende Erfindung ist hierauf jedoch nicht beschränkt.

[0088] Ferner ist der Verstellmechanismus der Ölpumpe **5** der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen nicht darauf beschränkt, den Einstellring **53**, die Schraubenfeder **54** und dergleichen zu umfassen. Verschiedene Aufbauten können stattdessen in Erwägung gezogen werden.

[0089] Die vorliegende Erfindung kann die Steuerbarkeit der Fördermenge und des Förderdrucks der verstellbaren Ölpumpe, die bei einer Maschine oder einem Getriebe angebracht ist, verbessern und unterstützt die Aufrechterhaltung der Schmierleistung der Maschine oder dergleichen. Die vorliegende Erfindung ist somit insbesondere von Vorteil, wenn sie beispielsweise bei einem Verbrennungsmotor für ein Auto Anwendung findet.

Patentansprüche

1. Verstellbare Ölpumpe, aufweisend:
einen Verstellmechanismus, der eine Fördermenge pro Rotation einer Eingangswelle (**5a**) ändern kann, wobei der Verstellmechanismus ein Pumpengehäuse (**50**), eine Öldruckkammer (TC), die in dem Pumpen-

gehäuse angeordnet ist, sowie ein Förderleistungseinstellelement umfasst, das durch Öldruck von der Öldruckkammer verstellt wird, wobei das Förderleistungseinstellelement derart ausgestaltet ist, dass es betätigt wird, wenn es einen Steueröldruck empfängt, der der Öldruckkammer von einem Steuerventil (60) zugeführt wird, das Pumpengehäuse ein Ölauslassloch (62) hat, das sich der Öldruckkammer zugewandt öffnet und einen Wandabschnitt des Pumpengehäuses durchdringt, um Öl teilweise abzulassen.

2. Verstellbare Ölpumpe nach Anspruch 1, wobei ein Hochdruckraum (TH), zu welchem ein Pumpenförderdruck geführt wird, angrenzend an die Öldruckkammer im Pumpengehäuse angeordnet ist, sich ein Dichtungsabschnitt (58) zwischen dem Hochdruckraum und der Öldruckkammer entlang einer Innenfläche des Wandabschnitts des Pumpengehäuses mit einer Betätigung des Verstellmechanismus bewegt.

3. Verstellbare Ölpumpe nach Anspruch 1 oder 2, weiter aufweisend:
einen Antriebsrotor (51) mit einer Außenverzahnung (51a), der durch die Eingangswelle gedreht wird; und einen Abtriebsrotor (52) mit einer Innenverzahnung (52a), der für eine Rotation mit dem Antriebsrotor kämmt,
wobei das Förderleistungseinstellelement ein ringförmiges Halteelement (53) ist, das ausgestaltet ist, um die Fördermenge zu verändern, indem es den Abtriebsrotor in drehbarer Weise von einem Umfang hält, verstellt wird, wenn es den Steueröldruck empfängt, der der Öldruckkammer zugeführt wird, und eine Relativposition des Förderleistungseinstellelements bezüglich eines Ansauganschlusses (50d) und eines Auslassanschlusses (50e), die in dem Pumpengehäuse ausgebildet sind, verändert wird.

4. Verstellbare Ölpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, weiter aufweisend:
Ölführungsleitungen (63, 64), die mit dem Ölauslassloch verbunden sind und das Öl zu einem vorgegebenen Schmierabschnitt in einer Maschine (1) führen.

5. Verstellbare Ölpumpe nach Anspruch 4, wobei ein Drosselabschnitt in der Mitte der Ölführungsleitungen ausgebildet ist.

6. Verstellbare Ölpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Ölauslassloch eine kegelförmige Gestalt hat, deren Querschnitt, sich von einem Öffnungsende, das der Öldruckkammer zugewandt ist, entfernend, allmählich abnimmt.

7. Verstellbare Ölpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Ölauslassloch eine sich nach oben aufweitende Form hat, deren Querschnitt, sich

von einem Öffnungsende, das der Öldruckkammer zugewandt ist, entfernend, allmählich zunimmt.

8. Verstellbare Ölpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, 6 oder 7, wobei das Ölauslassloch derart ausgestaltet ist, dass das Öl aus dem Ölauslassloch einem Schmierabschnitt in einer Maschine (1) zugeführt wird.

9. Verstellbare Ölpumpe nach Anspruch 8, wobei der Schmierabschnitt eine Kette (4) ist.

10. Verstellbare Ölpumpe nach Anspruch 8, wobei der Schmierabschnitt ein Ölpumpenzahnrad (5b) ist.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

FIG. 1

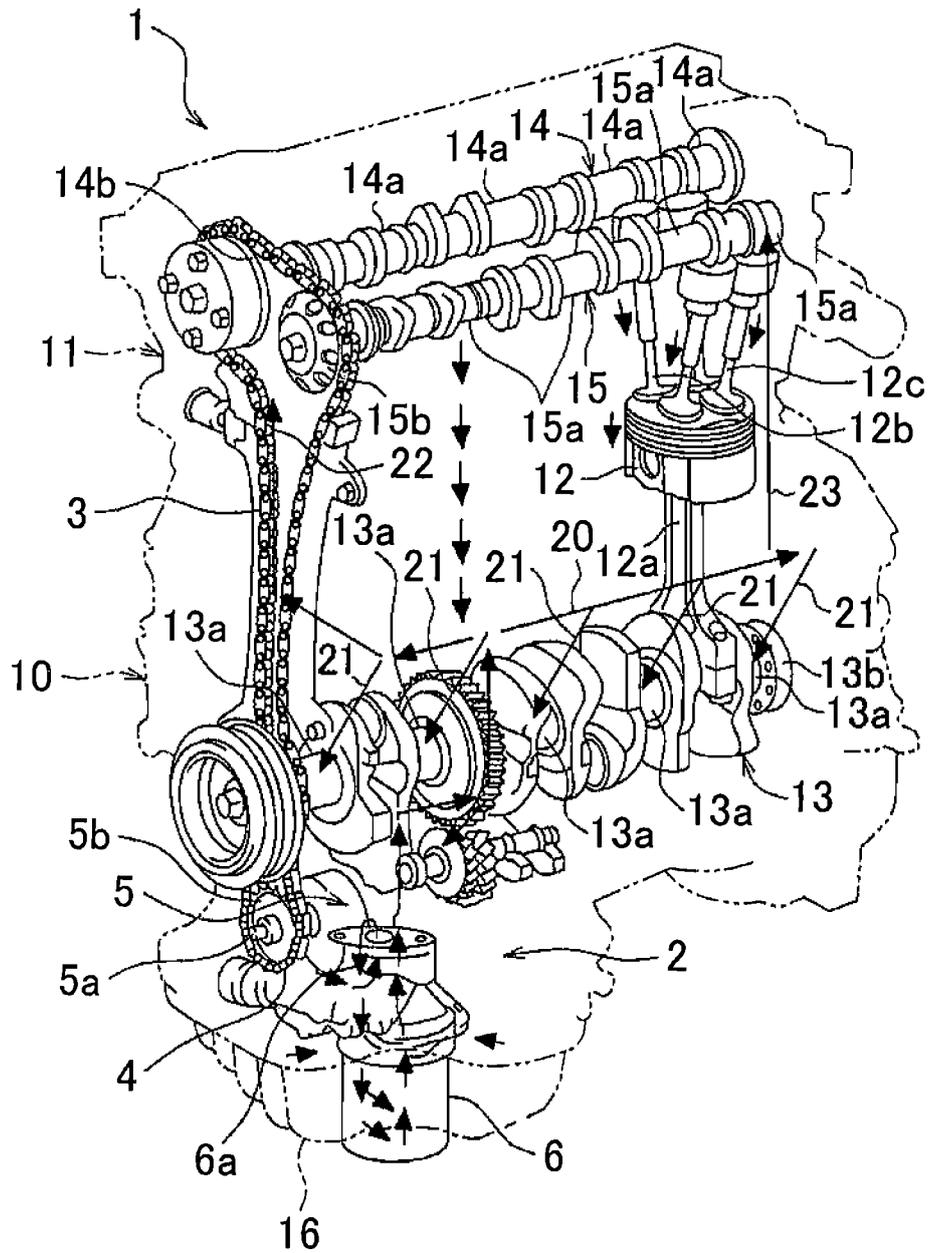


FIG. 2

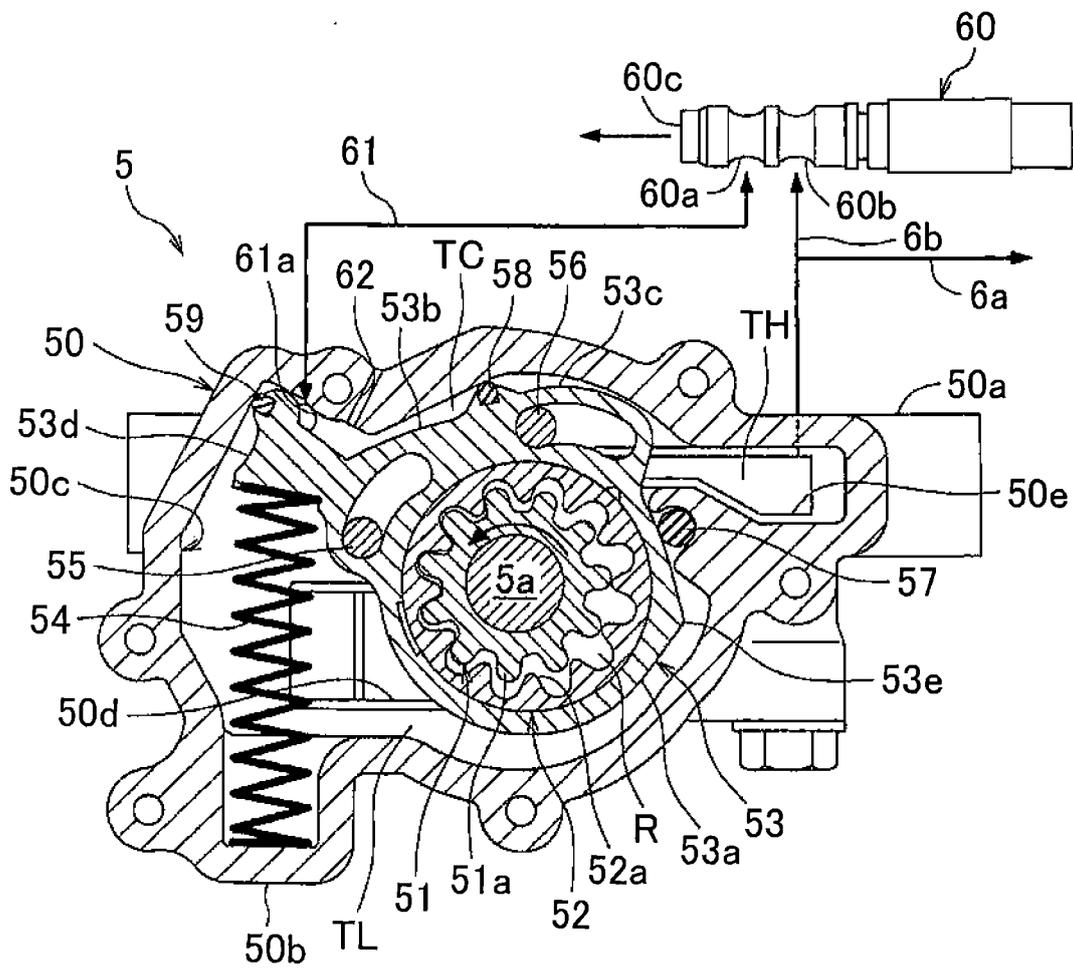


FIG. 3

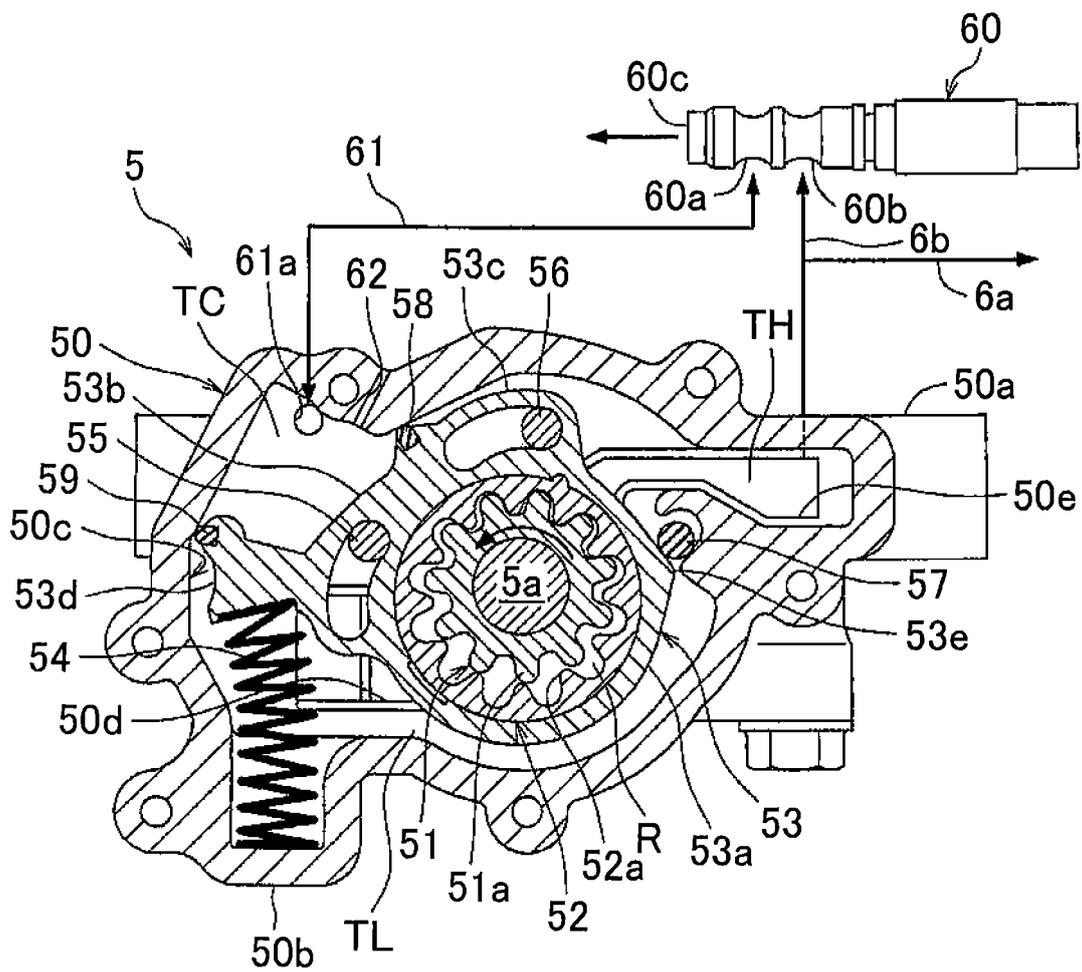


FIG. 4

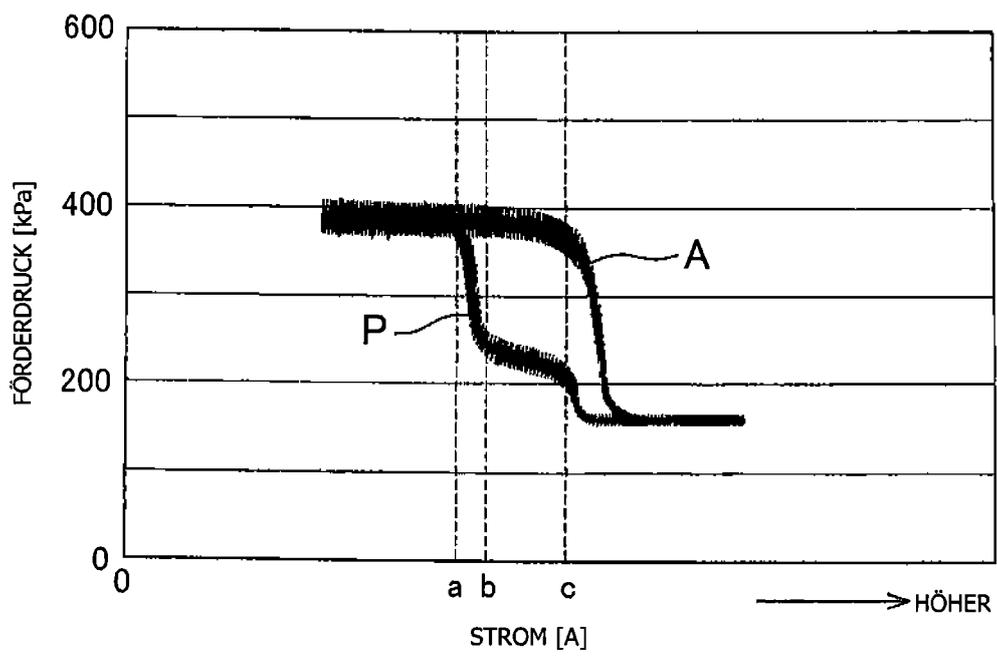


FIG. 5

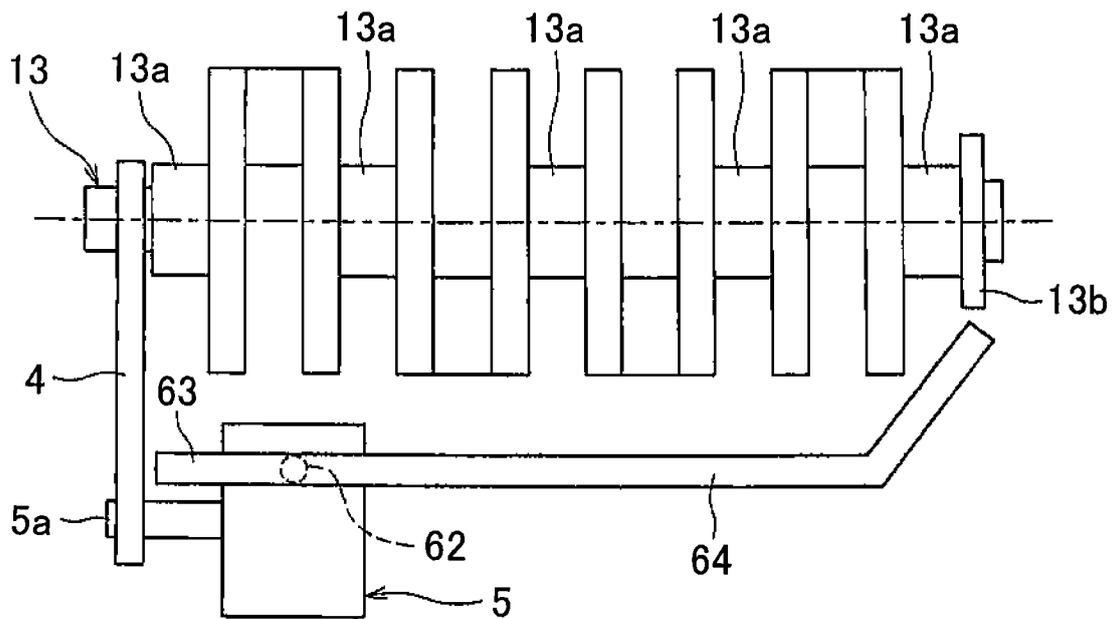


FIG. 6

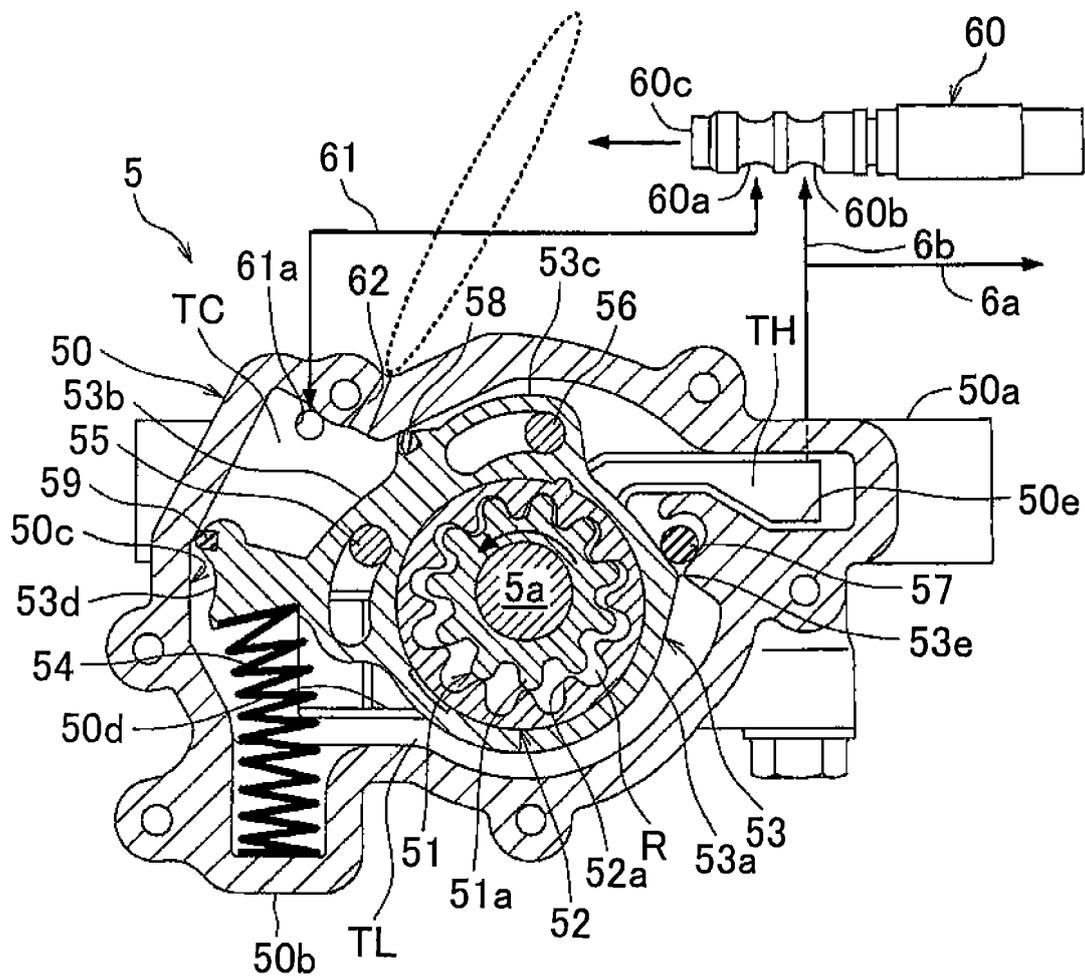


FIG. 7

