



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 38 613 T2** 2009.07.09

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 477 665 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 38 613.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 016 691.0**

(96) Europäischer Anmeldetag: **18.06.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.11.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **23.04.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.07.2009**

(51) Int Cl.⁸: **F02M 59/46** (2006.01)

F02M 59/36 (2006.01)

F02M 63/02 (2006.01)

F04B 49/24 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

3161999 **09.02.1999** **JP**

12990399 **11.05.1999** **JP**

(73) Patentinhaber:

Hitachi, Ltd., Tokyo, JP; Hitachi Car Engineering Co., Ltd., Hitachinaka, Ibaraki, JP

(74) Vertreter:

BEETZ & PARTNER Patentanwälte, 80538 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(72) Erfinder:

Yamada, Hiroyuki Automotive Products Divisio, Ibaraki 312-0062, JP; Saito, Atsuji Automotive Products Division, Ibaraki 312-0062, JP; Takahashi, Yukio Automotive Products Division c, Ibaraki 312-0062, JP; Tahara, Shigenori Hitachi Car Engineering Co, Ibaraki 312-0062, JP; Abe, Masami Hitachi Car Engineering Co.,L, Ibaraki 312-0062, JP

(54) Bezeichnung: **Hochdruckbrennstoffpumpe für eine Brennkraftmaschine**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

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

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe und insbesondere auf eine Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe, die geeignet ist, Hochdruckkraftstoff unter Druck einem Kraftstoffeinspritzventil einer Brennkraftmaschine zuzuführen.

[0002] Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe, die mit einem Mechanismus mit veränderlicher Kapazität zum Einstellen der Menge abgeführten Kraftstoffs versehen ist.

STAND DER TECHNIK

[0003] ① In einer herkömmlichen Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe, wie sie z. B. in der japanischen Patentschrift Nr. 2690734 gezeigt ist, wird Kraftstoff von einem Tank durch eine Niederdruckpumpe einer Hochdruckpumpe zugeführt, um seinen Druck auf einen hohen zu erhöhen, und einer gemeinsamen Kraftstoffleitung zugeführt. In der Hochdruckpumpe sind ein Einlasskanal und ein Auslasskanal mit einer oberen Endoberfläche einer Druckbeaufschlagungskammer bzw. mit einer Zwischenseitenwand der Druckbeaufschlagungskammer verbunden.

[0004] Ferner stehen in der weiteren herkömmlichen Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe, wie sie z. B. in der offengelegten japanischen Patentanmeldung Nr. Hei 10-318091 gezeigt ist, ein Einlasskanal und ein Auslasskanal mit einer Zwischenseitenwand oder mit einer oberen Endoberfläche einer Druckbeaufschlagungskammer bzw. mit einer oberen Endoberfläche der Druckbeaufschlagungskammer in Verbindung.

[0005] Übrigens ist in einer Kraftstoffleitung Dampf aus Luft oder Kraftstoff vorhanden, wenn der Motor zum ersten Mal gestartet wird oder nach einem Halt für eine lange Zeitdauer erneut gestartet wird. Somit neigt die Druckzunahmecharakteristik der Hochdruckpumpe dazu, sich unmittelbar nach dem Start zu verschlechtern. Um dies zu verhindern, ist es notwendig, Luft oder Kraftstoffdampf in der Druckbeaufschlagungskammer der Hochdruckpumpe schnell abzuführen, um dadurch die Druckerhöhungscharakteristik der Hochdruckpumpe sicherzustellen, und in die gemeinsame Kraftstoffleitung durch eine Niederdruckpumpe mit großem Auslasskapazität schnell Kraftstoff zuzuführen.

[0006] Allerdings sind in der Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe, die in der japanischen Patentschrift Nr. 2690734 beschrieben ist, ein Einlasskanal

und ein Auslasskanal an einer oberen Endoberfläche einer Druckbeaufschlagungskammer bzw. an einer Zwischenseitenwand der Druckbeaufschlagungskammer vorgesehen, was somit ein Problem aufwirft, dass in dem Einlasshub wegen des Einlasskraftstoffs Dampf oder dergleichen auf der Seite des Einlasskanals schwer abzuführen sind und dass in dem Auslasstakt der Dampf oder dergleichen dazu neigen, in der Druckbeaufschlagungskammer über dem Auslasskanal zu bleiben, wodurch die Versorgungseigenschaft mit Kraftstoff verringert wird.

[0007] Außerdem ist in dem in [Fig. 5](#) der offengelegten japanischen Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. Hei 10-318091 beschriebenen Aufbau an einem oberen Ende einer Druckbeaufschlagungskammer in der Hochdruckpumpe ein Auslasskanal vorgesehen, so dass Dampf in der Druckbeaufschlagungskammer dazu neigt, abgeführt zu werden.

[0008] Allerdings haben die beiden oben beschriebenen Stande der Technik ein Problem, dass selbst dann, wenn ein Versuch unternommen wird, der gemeinsamen Kraftstoffleitung Kraftstoff durch die Niederdruckpumpe zuzuführen, unmittelbar, nachdem der Motor gestartet ist, die Kolbenbewegung in der Druckbeaufschlagungskammer einen Widerstand erzeugt, der eine Zufuhr von Kraftstoff verzögert, da von der Niederdruckpumpe zugeführter Kraftstoff mit der Druckbeaufschlagungskammer in Verbindung steht, deren Volumen sich wegen der Kolbenbewegung in der Hochdruckpumpe ändert.

[0009] Da ferner in dem herkömmlichen Aufbau, der in [Fig. 1](#) der offengelegten japanischen Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. Hei 10-318091 beschrieben ist, eine obere flache Oberfläche eines Zylinderbefestigungsabschnitts komprimiert und eingepasst ist, fließt Kraftstoff in den Außenumfang eines Zufuhrventils, wobei er durch den Außenumfang eines Zylinders geht, wenn der Einlasskanal mit der Zwischenseitenwand der Druckbeaufschlagungskammer in Verbindung steht, weshalb zur Dichtung von außen ein O-Ring vorgesehen ist. Allerdings wirft dies ein Problem auf, dass sich ein O-Ring, wenn er aus einem elastischen Element gebildet ist, wegen der Druckänderung in der Druckbeaufschlagungskammer bewegt, so dass sich der Druckanstieg der Druckbeaufschlagungskammer verringert oder ein Reibungsverleiß oder ein Bruch des O-Rings auftritt.

[0010] ② Ferner wird in Bezug auf einen Dichtungsmechanismus gegen ein Entweichen von Hochdruckkraftstoff in der herkömmlichen Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe Kraftstoff in der Druckbeaufschlagungskammer durch Hin- und Herbewegung eines Tauchkolbens auf hohen Druck erhöht. Da der Kraftstoffdruck, mit dem beaufschlagt wird, ein beträchtlich hoher Druck ist, entweicht hier möglicher-

weise Kraftstoff aus einem Zwischenraum zwischen dem Tauchkolben und dem Zylinder.

[0011] Wie in der offengelegten japanischen Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. Hei 10-318068 und in der offengelegten japanischen Patentanmeldungsveröffentlichung Hei 8-368370 beschrieben ist, ist angesichts des Vorstehenden in der herkömmlichen Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe an dem Ende eines Gleitabschnitts eines Tauchkolbens ein Dichtungswerkstoff eines elastischen Elements angeordnet, um ein Entweichen von Kraftstoff zu verhindern. Auf der Seite der Kraftstoffkammer des Dichtungselements ist ein Kanal vorgesehen, der mit einem Kraftstofftank in Verbindung steht, der im Wesentlichen unter Luftdruck ist. Ferner ist ein Gleitabschnitt des Tauchkolbens darin mit einem Kraftstoffbehälter versehen, der zu einer Kraftstoffeinlassöffnung führt, die ein Niederdruckabschnitt ist. Durch die Bereitstellung dieser oben erwähnten Aufbaue steht dann, wenn ein Ende des Dichtungswerkstoffs mit dem Luftdruck in Kontakt ist, das andere Ende ebenfalls mit dem Kraftstofftank in Verbindung, so dass es im Wesentlichen unter Luftdruck ist, so dass der Dichtungswerkstoff nicht direkt mit dem Hochdruck der Druckbeaufschlagungskammer beaufschlagt wird, was ein Entweichen von Kraftstoff von dem Dichtungswerkstoff verhindert.

[0012] Allerdings besitzt die in [Fig. 1](#) der offengelegten japanischen Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. Hei 10-318068 beschriebene Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe ein Problem, dass möglicherweise eine große Menge Kraftstoff aus einem Zwischenraum des Tauchkolben-Gleitabschnitts nach außen fließt, wenn der Dichtungswerkstoff kaputt oder abgefallen ist, da die Strecke von dem Kraftstoffbehälter (einem Pulsationsverringerraum in [Fig. 1](#)) in Verbindung mit der Niederdruck-Kraftstoffkammer bis zu dem Gleitende des Tauchkolbens kurz ist.

[0013] Da andererseits in der in [Fig. 1](#) der offengelegten japanischen Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. Hei 8-68370 beschriebenen Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe die Strecke von dem Kraftstoffbehälter (einem Gleitloch **11a** eines Zylinders **11** in [Fig. 1](#)) in Verbindung mit der Niederdruck-Kraftstoffkammer bis zu dem Gleitende des Tauchkolbens lang ist, ist es möglich, die Menge des Kraftstoffs, der ausfließt, wenn der Dichtungswerkstoff kaputt oder abgefallen ist, klein zu machen. Da jedoch die Gleitstrecke des Tauchkolbens von der Druckbeaufschlagungskammer zu dem Kraftstoffbehälter nicht lang gemacht werden kann, wirft dies allerdings ein Problem auf, dass Kraftstoff, wenn er mit Druck beaufschlagt wird, aus einem Zwischenraum des Gleitabschnitts des Tauchkolbens in den Niederdruckabschnitt entweicht, was die Auslasseffizienz verschlechtert.

[0014] Ferner ist in der in [Fig. 1](#) der offengelegten japanischen Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. Hei 8-68370 beschriebenen Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe die Strecke von dem Druckbeaufschlagungselement bis zu dem Kraftstoffbehälter verlängert, um dadurch zu ermöglichen, dass ein Entweichen von Kraftstoff verhindert wird, wobei es zu diesem Zweck aber notwendig ist, die volle Länge des Gleitabschnitts zu verlängern, was somit ein Problem aufwirft, dass die gesamte Pumpe eine große Größe erhält.

[0015] Da ferner in den herkömmlichen Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpen, die in den offengelegten japanischen Patentanmeldungen Nr. Hei 10-318068 und Nr. Hei 8-68370 beschrieben sind, beide Enden des Dichtungswerkstoffs so hergestellt sind, dass sie im Wesentlichen unter Luftdruck sind, ist es notwendig, auf der Seite der Kraftstoffkammer des Dichtungswerkstoffs einen Kanal in Verbindung mit dem Kraftstofftank, der im Wesentlichen unter Luftdruck ist, vorzusehen, was es notwendig macht, einen Kanal für die Verbindung der Pumpe mit dem Kraftstofftank zu haben. Im Ergebnis gab es ein Problem, dass die Verarbeitung einer Pumpe kompliziert wurde und dass eine Rohrleitung für die Verbindung der Pumpe mit dem Tank notwendig war, was somit die Kosten erhöhte.

[0016] ③ Nachfolgend hat in Bezug auf den Mechanismus mit veränderlicher Kapazität eine zuvor bekannte Vorrichtung den Aufbau, in dem, wie z. B. im japanischen Patent Nr. 2690734 beschrieben ist, in einem Einlasskanal ein elektromagnetisches Ventil vorgesehen ist, wobei eine Zurückleitungsmenge zu der Einlassseite durch eine Öffnungs- und Schließoperation des elektromagnetischen Ventils gesteuert wird, um dadurch die Auslassmenge einzustellen.

[0017] Ferner ist z. B. aus der offengelegten japanischen Patentanmeldung Nr. Hei 10-153157 der Aufbau bekannt, bei dem in einem Einlasskanal ein Rückschlagventil vorgesehen ist und bei dem in einem Kraftstoffauslaufkanal (Kraftstoffüberlaufkanal) in Verbindung mit einer Druckbeaufschlagungskammer ein Auslaufventil (Überlaufventil) vorgesehen ist, wodurch die Menge des Kraftstoffauslaufs in einen Kraftstofftank durch Öffnen und Schließen des Ablaufventils gesteuert wird, um dadurch die Auslassmenge einzustellen.

[0018] Da die Drehung einer Pumpe um ein Vielfaches eines Nockens der Pumpe in Bezug auf die Drehzahl des Motors zunimmt, ist es notwendig, das Einlassventil oder das Auslaufventil in der Größenordnung von ms (Millisekunden) zu öffnen und zu schließen. Allerdings beeinflusst in einem solchen Zustand des schnellen Öffnens und Schließens die Masse des elektromagnetischen Ventils die Reaktion.

[0019] Des Weiteren offenbart EP 0 840 009 eine Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe umfassend einen durch eine Nocke betriebenen Pumpenkolben, der sich in einem Pumpenzylinder hin- und herbewegt, und ein elektromagnetisches Ventil, das den Kraftstofffluss zwischen dem Niederdruckkreislauf und der Arbeitskammer des Pumpenzylinders in beide Richtungen regelt. Die Hochdruckleitung zwischen der Pumpe und der gemeinsamen Kraftstoffleitung des Kraftstoffeinspritzsystems beinhaltet ein Rückschlagventil. Das Magnetventil umfasst einen durch eine Feder belasteten Ventilverschluss, der mit einem Ventilsitz kooperiert, um ein Rückschlagventil bereitzustellen, mit einem Ventilstab, betrieben durch einen Ventilmagneten

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0020] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe, die dazu geeignet ist, die Kraftstoffversorgungseigenschaft zu einer gemeinsamen Kraftstoffleitung zu steigern.

[0021] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe umfassend einem variablen Fassungsvermögensmechanismus mit einer hervorragenden Öffnungs- und Verschlussreaktion.

[0022] Zur Lösung der Aufgabe schafft die vorliegende Erfindung eine Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß Anspruch 1.

[0023] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0024] Ein Einlassventil ist an einem Einlassventilkanal vorgesehen, und eine kleine vorspannende Kraft wird auf das Einlassventil in eine schließende Richtung bis zu einem Grad aufgebracht, so dass das Einlassventil automatisch öffnet, sobald Kraftstoff in die Druckbeaufschlagungskammer fließt. Des Weiteren ist ein Eingriffselement, das eine vorbelastende Kraft zum Halten in eine öffnende Richtung hat, im Eingriff mit dem Einlassventil, und das Eingriffselement steuert das Öffnen und Schließen des Einlassventils entsprechend des Betriebs-Timings eines Aktuators.

[0025] Dadurch kann das Einlassventil während des Einlasshubs der Pumpe unabhängig von dem Betrieb des Aktuators geöffnet werden. Weil das Einlassventil seinen geöffneten Zustand beibehält, außer wenn der Aktuator betrieben wird (EIN), wird überflüssiger Kraftstoff in der Druckbeaufschlagungskammer, als Ergebnis der Kompression reduziert, auch während des Kompressionshubs zu der Einlassseite zurückgeführt. Dementsprechend wird Kraftstoff nicht unter

Druck zu dem Auslasskanal geführt, weil der Druck in der Druckbeaufschlagungskammer nicht erhöht wird. In diesem Zustand, wenn der Aktuator betrieben wird (EIN), wird das Einlassventil durch eine selbst-schließende Kraft geschlossen, so dass der Druck der Druckbeaufschlagungskammer ansteigt und der Kraftstoff unter Druck zu dem Auslasskanal geführt wird. Auf diese Weise kann die Auslassmenge durch Regeln des Betriebs-Timings des Aktuators angepasst werden.

[0026] Bei maximalem Auslassen wird der EIN-Zustand des Aktuators beibehalten, wodurch das Einlassventil synchron mit dem Druck der Druckbeaufschlagungskammer automatisch geöffnet und geschlossen wird, und somit der maximale Auslass ausgeführt werden kann, ohne von der Reaktion des Aktuators abzuhängen.

[0027] Des Weiteren wird der Aktuator bei niedrigem Auslassen von der letzten Hälfte des Kompressionshubs auf EIN geschaltet und bis zum Beenden des Einlasshubs auf AUS geschaltet, weshalb eine hohe Reaktion nicht notwendig ist.

[0028] Des Weiteren ist zum Zeitpunkt des Auslasses nur das Schließen des Einlassventils erforderlich, weshalb ein Aussickern von Kraftstoff von dem Sitz reduziert werden kann.

[0029] Vorzugsweise kann die Steuerung einfach durch eine Motorsteuereinheit erfolgen, wenn ein elektromagnetischer Aktuator eingesetzt wird. Des Weiteren kann auch ein Kraftstoffeinspritzventil für den Aktuator benutzt werden.

[0030] Weiterhin ist ein Eingriffsabschnitt zwischen einem Einlassventil und einem Eingriffselement vorzugsweise in der Form eines konkavkonvexen Eingriffs gefertigt, wodurch ein Abweichen, ein Herausrutschen oder derartiges des Eingriffselements verhindert werden kann, um einen positiven Betrieb sicherzustellen.

[0031] Weiterhin wird für das Einlassventil oder das Auslassventil vorzugsweise ein Kugelventil benutzt, wodurch die Bearbeitungsgenauigkeit des Sitzabschnitts leicht erhöht werden kann. Weiterhin ist ein zylinderförmiges Element im Eingriff mit dem Kugелеlement, und der äußere Umfang des zylinderförmigen Elements wird gehalten, geeignet um in dem Einlasskanal hin- und herbewegt und gleitbewegt zu werden, so dass die Schwingung des Kugelventils verhindert werden kann. Weil das zylinderförmige Element von dem Kugelventil getrennt ist, können beide des Weiteren in einem einfachen Verfahren angefertigt werden.

[0032] In einer Pumpe vom Hin- und Herbewegungs- und Gleit-Plungerkolben-Typus ist ein Gleit-

abschnitt eines Plungerkolbens vorzugsweise weiterhin als zylinderförmiges, vom Pumpenkörper getrenntes Element gefertigt, wodurch nur das Gleitelement aus einem Material, das zur Gleitbewegung geeignet ist, gefertigt sein kann. Weiterhin ist eine Innenwand des zylinderförmigen Elements mit einem Gleitloch eines Plungerkolbens und mit einem erweiterten Innenwandabschnitt mit einem größeren Innendurchmesser als letzteres geformt, und nur der äußere periphere Abschnitt der verbreiterten Innenwand kann in den Pumpenkörper gedrückt und eingepasst werden, wodurch es verhindert wird, dass das Gleitloch verformt wird. Entsprechend ist es nicht notwendig das Gleitloch wieder zu bearbeiten, nach dem Einpassen des zylinderförmigen Elements, so dass eine Fertigung bei niedrigen Kosten ermöglicht wird.

[0033] Vorzugsweise ist weiterhin eine Aussparung an einer anderen Position, als an dem Abschnitt an dem das zylinderförmige Element in den Pumpenkörper eingepasst ist, vorgesehen, und ein ringförmiger Kanal ist auf dem äußeren peripheren Abschnitt des zylinderförmigen Elements geformt, wobei der ringförmige Kanal gefertigt ist, um mit einem Ende des Gleitlochs des Plungerkolbens und einem Kraftstoffeinlasskanal verbunden zu sein, wodurch Kraftstoffeinlassdruck in den ringförmigen Kanal geführt wird, um einen Druckunterschied relativ zu der Druckbeaufschlagungskammer zu reduzieren, und somit eine Erniedrigung der Aussickermenge von Kraftstoff, der von der Druckbeaufschlagungskammer durch den Einpassungsabschnitt und den Gleitabschnitt leitet, zu ermöglichen. Weiterhin ist es möglich den Gleitabschnitt zu kühlen, da der Kraftstoff den äußeren Umfang des Gleitabschnitts überdeckt.

[0034] Außerdem ist vorzugsweise in dem Kraftstoffkanal ein Element im Eingriff mit dem Pumpenkörper und dem zylinderförmigen Element vorgesehen, wodurch das Herausfallen des zylinderförmigen Elements verhindert werden kann, während ein Aussickern von Kraftstoff von dem Eingriffsabschnitt zu der Außenseite der Pumpe oder ein Auftreten davon verhindert wird.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0035] [Fig. 1](#) ist eine horizontale Schnittansicht einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0036] [Fig. 2](#) ist eine vertikale Schnittansicht einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0037] [Fig. 3](#) ist eine Systemaufbauansicht eines Kraftstoffeinspritzsystems, das eine Hoch-

druck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet.

[0038] [Fig. 4](#) ist eine vertikale Schnittansicht einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0039] [Fig. 5](#) ist eine vergrößerte Teilansicht von [Fig. 4](#).

[0040] [Fig. 6](#) ist eine vergrößerte Teilansicht, die eine vertikale Schnittansicht einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0041] [Fig. 7](#) ist eine Gesamtsystemaufbauansicht eines Kraftstoffeinspritzsystems, das eine Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet.

[0042] [Fig. 8](#) ist eine Längsschnittansicht, die den Aufbau einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0043] [Fig. 9](#) ist eine Schnittansicht, wenn ein Rückschlagventil geöffnet ist, unter Verwendung einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0044] [Fig. 10](#) ist eine Schnittansicht, wenn ein Rückschlagventil geschlossen ist, unter Verwendung einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0045] [Fig. 11](#) ist eine Ansicht zur Erläuterung einer Konzeption eines Mechanismus mit veränderlicher Kapazität gemäß der vorliegenden Erfindung, indem konzeptionell die [Fig. 2](#) und [Fig. 8](#) gezeigt sind.

[0046] [Fig. 12](#) bis [Fig. 14](#) sind jeweils Ansichten, die weitere Ausführungsformen eines Auslaufventils (eines Überlaufventils) oder eines Einlassventils einer weiteren Ausführungsform zeigen.

[0047] [Fig. 15](#) ist eine konkrete vergrößerte Schnittansicht des Einlassventils aus [Fig. 2](#) und [Fig. 8](#) und eines Abschnitts, der einem Elektromagnetensteuerabschnitt entspricht.

[0048] [Fig. 16](#) ist eine vergrößerte Schnittansicht eines Abschnitts P aus [Fig. 15](#).

[0049] [Fig. 17](#) ist eine Seitenansicht eines Halters.

[0050] [Fig. 18](#) ist eine Querschnittsansicht eines Halters.

[0051] [Fig. 19A](#) ist eine Schnittansicht eines Einlassventils, während [Fig. 19B](#) eine rechte Seitenansicht davon ist.

BESTE AUSFÜHRUNGSART DER ERFINDUNG

[0052] Anhand der [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) wird im Folgenden der Aufbau einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0053] [Fig. 1](#) ist eine horizontale Schnittansicht einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß der vorliegenden Ausführungsform, [Fig. 2](#) ist eine vertikale Schnittansicht einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß der vorliegenden Ausführungsform und [Fig. 3](#) ist eine Systemaufbauansicht eines Kraftstoffeinspritzsystems, das eine Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß der vorliegenden Ausführungsform verwendet. Es wird angemerkt, dass die gleichen Bezugszeichen in der Zeichnung die gleichen Teile bezeichnen.

[0054] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, umfasst ein Pumpenkörper **1** einen Kraftstoffeinlasskanal **10**, einen Auslasskanal **11** und eine Druckbeaufschlagungskammer **12**. Der Einlasskanal **10** ist mit einem Einlassventil **5** in Form eines Rückschlagventils versehen, das durch eine Feder **5a** in einer Richtung gehalten wird, um eine Flussrichtung des Kraftstoffs von dem Kraftstoffeinlasskanal **10** zu einem Kraftstoffeinlasskanal **5b** zu beschränken. Der Auslasskanal **11** ist mit einem Auslassventil **6** in Form eines Rückschlagventils versehen, das durch eine Feder **6a** in einer Richtung gehalten wird, um eine Flussrichtung des Kraftstoffs von einem Kraftstoffauslasskanal **6b** zu dem Kraftstoffauslasskanal **11** zu beschränken.

[0055] In der vorliegenden Ausführungsform ist die Druckbeaufschlagungskammer **12** in eine Haupt-Druckbeaufschlagungskammer **12a** und in eine ringförmige Neben-Druckbeaufschlagungskammer **12b**, die an dem Außenumfang davon positioniert ist, unterteilt, die durch ein Verbindungsloch **12c** miteinander in Verbindung stehen. Die Neben-Druckbeaufschlagungskammer **12b** ist für die Verbindung zwischen dem Kraftstoffeinlasskanal **5b** und dem Kraftstoffauslasskanal **6b** vorgesehen.

[0056] Wie in [Fig. 2](#) gezeigt ist, wird in der Haupt-Druckbeaufschlagungskammer **12a** der Druckbeaufschlagungskammer **12** gleitfähig ein Tauchkolben **2** als ein Druckbeaufschlagungselement gehalten. Ein Heber **3**, der an dem unteren Ende des Tauchkolbens **2** vorgesehen ist, wird mittels einer Feder **4** gegen einen Nocken **100** gedrückt. Der Tauchkolben **2** wird durch den Nocken **100**, der

durch eine Motornockenwelle oder dergleichen gedreht wird, hin und her bewegt, um die Kapazität in der Druckbeaufschlagungskammer **12** zu ändern. Wenn das Einlassventil **5** während des Verdichtungs- hubs des Tauchkolbens **2** geschlossen ist, steigt der Druck in der Druckbeaufschlagungskammer **12**, wodurch das Auslassventil **6** automatisch geöffnet wird, um einer gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** Kraftstoff unter Druck zuzuführen. Während das Einlassventil **5** automatisch geöffnet wird, wenn der Druck der Druckbeaufschlagungskammer **12** niedriger als der einer Kraftstoffeinleitungsöffnung wird, wird sein Ventilschließbetrieb durch Betätigung eines Elektromagneten **200** entschieden.

[0057] Der Elektromagnet **200** ist in den Pumpenkörper **1** eingebaut. An dem Elektromagneten **200** sind ein Eingriffselement **201** und eine Feder **202** vorgesehen. Wenn der Elektromagnet **200** AUSgeschaltet ist, wird das Eingriffselement **201** mittels einer Feder **202** in einer Richtung der Öffnung des Einlassventils **5** vorbelastet. Die Vorbelastungskraft der Feder **202** ist größer als die der Einlassventilfeder **5a**, so dass das Einlassventil **5** in dem offenen Zustand ist, wenn der Elektromagnet **200**, wie in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt ist, AUSgeschaltet ist.

[0058] Die Erregung des Elektromagneten **200** wird so gesteuert, dass der Elektromagnet **200** einen EIN-Zustand (Erregungszustand) annimmt, wenn Hochdruckkraftstoff von dem Pumpenkörper **1** zugeführt wird, und dass der Elektromagnet **200** einen AUS-Zustand (Nichterregungszustand) annimmt, wenn eine Zufuhr von Kraftstoff beendet ist.

[0059] Wenn der Elektromagnet **200** den EIN-Zustand (Erregungszustand) aufrechterhält, wird eine elektromagnetische Kraft erzeugt, die größer als die Vorbelastungskraft der Feder **202** ist, um das Eingriffselement **201** zu dem Elektromagneten **202** zu ziehen, so dass das Eingriffselement **201** von dem Einlassventil **5** getrennt wird. In diesem Zustand dient das Einlassventil **5** als ein ungesteuertes Ventil, das synchron zur Hin- und Herbewegung des Tauchkolbens **2** geöffnet und geschlossen wird. Dementsprechend wird das Einlassventil **5** während des Verdichtungs- hubs geschlossen, wobei Kraftstoff für einen Abschnitt mit verringerter Kapazität der Druckbeaufschlagungskammer **12** das Auslassventil **6** aufschiebt und unter Druck der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** zugeführt wird.

[0060] Wenn der Elektromagnet **200** andererseits einen AUS-Zustand (Nichterregungszustand) aufrechterhält, ist das Eingriffselement **201** durch die Vorbelastungskraft der Feder **202** mit dem Einlassventil **5** in Eingriff, um das Einlassventil **5** in einem offenen Zustand zu halten. Dementsprechend hält der Druck der Druckbeaufschlagungskammer **12** auch in dem Verdichtungstakt einen Niederdruckzustand auf-

recht, der im Wesentlichen gleich dem der Kraftstoffeinleitungsöffnung ist, so dass das Auslassventil **6** nicht geöffnet werden kann, wobei Kraftstoff für einen Abschnitt mit verringerter Kapazität der Druckbeaufschlagungskammer **12** zu der Kraftstoffeinleitungsöffnung zurückgeleitet wird, wobei er durch das Einlassventil **5** geht.

[0061] Falls der Elektromagnet **200** inmitten des Verdichtungsakts in den EIN-Zustand geschaltet wird, wird der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** von diesem Zeitpunkt an Kraftstoff unter Druck zugeführt. Wenn die Druckzufuhr einmal begonnen hat, steigt der Druck in der Druckbeaufschlagungskammer **12** und somit, selbst, wenn der Elektromagnet **200** später in den AUS-Zustand geschaltet wird, behält das Einlassventil **5** seinen geschlossenen Zustand bei, wobei der Einlasshub mit dem Beginn synchronisiert ist, um das Ventil automatisch zu öffnen.

[0062] Im Folgenden wird anhand von [Fig. 3](#) der Systemaufbau eines Kraftstoffversorgungssystems beschrieben, das eine Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß der vorliegenden Ausführungsform verwendet.

[0063] Der Kraftstoff in einem Tank **50** wird durch eine Niederdruckpumpe **51** zu einem Kraftstoffversorgungsanschluss **10** des Pumpenkörpers **1** geführt. Der Druck des zu dem Kraftstoffversorgungsanschluss **10** geführten Kraftstoffs wird mittels eines Druckreglers **52** so geregelt, dass er einen festen Wert hat. Der dem Pumpenkörper **1** zugeführte Kraftstoff wird durch den Pumpenkörper **1** mit Druck beaufschlagt und unter Druck von einem Kraftstoffauslassanschluss **11** der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** zugeführt. An der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** sind eine Einspritzdüse **54**, ein Überdruckventil **55** und ein Drucksensor **56** angebracht. Die Einspritzdüse **54** ist so angebracht, dass ihre Anzahl auf die Anzahl der Zylinder des Motors eingestellt ist, wobei sie zu dem Zeitpunkt und mit der Menge gemäß einem Kraftstoffeinspritzsteuersignal einer Motorsteuereinheit ECU einspritzt. Wenn der Druck in der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** einen festen Wert übersteigt, öffnet das Überdruckventil **55**, um einen Bruch des Rohrleitungssystems zu verhindern.

[0064] Wenn der Motor erstmals startet oder für eine lange Zeitdauer angehalten wird, sind in der Kraftstoffrohrleitung (einschließlich des Innern einer Hochdruckpumpe und einer gemeinsamen Kraftstoffleitung) Luft oder Kraftstoffdampf vorhanden. Somit ist es notwendig, die gemeinsame Kraftstoffleitung **53** schnell mit Kraftstoff zu füllen, wenn der Motor gestartet wird.

[0065] In Bezug auf diesen Punkt umfasst die Druckbeaufschlagungskammer **12** in der vorliegenden Ausführungsform wie oben beschrieben die

Haupt-Druckbeaufschlagungskammer **12a** für die Druckbeaufschlagung von Kraftstoff durch Hin- und Herbewegung des Tauchkolbens **2** und die Neben-Druckbeaufschlagungskammer **12b** für die Verbindung zwischen dem Kraftstoffeinlasskanal **5b** und dem Kraftstoffauslasskanal **6b**.

[0066] Dementsprechend kann durch die Druckbeaufschlagungskammer **12b** selbst dann ein ausreichender Durchlass zwischen dem Einlasskanal **5b** und dem Auslasskanal **6b** gebildet werden, wenn der Tauchkolben **2** in dem oberen Totpunkt angehalten wird und gleitfähig bewegt wird. Somit kann der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** durch die Niederdruckpumpe **51** Kraftstoff unter niedrigem Druck zugeführt werden und die gemeinsame Kraftstoffleitung **53** augenblicklich mit Kraftstoff gefüllt werden, bevor die Hochdruckpumpe Kraftstoff unter hohem Druck zuzuführen beginnt. Wenn der Motor wie oben erwähnt startet, ist der Druck in der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** nahe dem Luftdruck, so dass das Auslassventil **6** selbst dann öffnet, wenn der Kraftstoffdruck des Kraftstoffauslassanschlusses **6b** in dem Zustand des Auslassdrucks der Niederdruck-Kraftstoffpumpe **51** ist, so dass Kraftstoff von dem Kraftstoffauslassanschluss **6** zu dem Kraftstoffauslassanschluss **11** fließt und der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** Kraftstoff zugeführt werden kann.

[0067] Wenn der Kraftstoff in der Rohrleitung durch die Niederdruckpumpe **61**, deren Auslasskapazität hoch ist, der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** zugeführt wird, können ferner Luft und Dampf der gemeinsamen Kraftstoffleitung gleichzeitig unter Druck zugeführt werden.

[0068] Wie in [Fig. 2](#) gezeigt ist, stehen in der vorliegenden Ausführungsform ferner der Kraftstoffeinlasskanal **5b** und der Kraftstoffauslasskanal **6b** mit der oberen Endseitenwand in Verbindung, wobei in der Druckbeaufschlagungskammer **12** kein Dampfbehälter vorgesehen ist. Somit werden Dampf oder dergleichen der Seite der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** von dem Auslasskanal **6b** unter Druck zugeführt, wobei sie nicht in der Druckbeaufschlagungskammer **12** bleiben. Dementsprechend wird die Druckbeaufschlagungskammer augenblicklich mit Kraftstoff gefüllt, was es ermöglicht, Kraftstoff unter hohem Druck zuzuführen, wobei es möglich ist, Luft und Kraftstoffdampf in der Druckbeaufschlagungskammer sicher abzuführen.

[0069] Ferner werden der Einlasskanal **5b** und der Auslasskanal **6b**, wenn der Tauchkolben **2** im oberen Totpunkt positioniert ist, nicht nur lediglich dadurch gesperrt, dass ein angemessener Zwischenraum (1 bis 2 mm) vorgesehen ist, um eine Störung zwischen dem oberen Ende des Tauchkolbens **2** und der oberen Oberfläche der Druckbeaufschlagungskammer **12** zu verhindern, wobei infolgedessen das Totvolu-

men der Druckbeaufschlagungskammer (das Volumen der Druckbeaufschlagungskammer in dem oberen Totpunkt) minimiert werden kann, ohne eine Versorgung der Druckbeaufschlagungskammer mit Kraftstoff zu beeinträchtigen, was eine Miniaturisierung einer Pumpe ermöglicht.

[0070] Da gemäß der vorliegenden Ausführungsform, wie oben beschrieben wurde, der gemeinsamen Kraftstoffleitung Kraftstoffdruck mit niedrigem Druck zugeführt werden kann, ohne die Kolbenbewegung der Hochdruckpumpe zu beeinträchtigen, wenn der Motor startet oder dergleichen, kann die Kraftstoffversorgungseigenschaft für die gemeinsame Kraftstoffleitung unmittelbar nach dem Start des Motors verbessert werden.

[0071] Im Folgenden wird anhand der [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) der Aufbau einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0072] [Fig. 4](#) ist eine vertikale Schnittansicht einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß der vorliegenden Ausführungsform und [Fig. 5](#) ist eine vergrößerte Teilansicht von [Fig. 4](#). In den [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) bezeichnen die gleichen Bezugszeichen wie jene der [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) die gleichen Teile.

[0073] Außerdem ist die Druckbeaufschlagungskammer **12** in der vorliegenden Ausführungsform mit der Haupt-Druckbeaufschlagungskammer **12a** und mit der Neben-Druckbeaufschlagungskammer **12b** versehen. Das Merkmal der vorliegenden Ausführungsform umfasst ein Verfahren zum Bilden der Druckbeaufschlagungskammer **12**.

[0074] Die Druckbeaufschlagungskammer **12** ist mit einem Zylinder **20**, der einen Gleitabschnitt eines Tauchkolbens **2** aufweist und ebenso ein Druckbeaufschlagungskammer-Bildungsabschnitt ist, und mit einem Befestigungselement **30** zum Befestigen des Zylinders **20** gebildet. Die Innenoberfläche eines oberen Endabschnitts **20a** des Zylinders **20** besitzt eine konisch zulaufende Form, in der das Befestigungselement **30** komprimiert und gehalten wird, wodurch der obere Endabschnitt **20a**, wie in [Fig. 5](#) gezeigt ist, aus einem Zustand (vor der Verformung) in einen Zustand (nach der Änderung) nach außen verformt und in den Pumpenkörper **1** eingepasst ist. Dadurch sind die Druckbeaufschlagungskammer **12**, der Einlasskanal **5b** und der Auslasskanal **6b** durch den oberen Endabschnitt **20a** des Zylinders von der äußeren Umgebung der Pumpe getrennt, so dass eine Druckbeaufschlagungskammer ohne Verwendung eines elastischen Elements wie etwa Gummi gebildet werden kann.

[0075] Da kein elastisches Element wie im Stand der Technik verwendet wird, tritt dementsprechend

selbst dann keine durch Bewegung des elastischen Elements verursachte Volumenänderung der Druckbeaufschlagungskammer auf, wenn sich der Druck in der Druckbeaufschlagungskammer ändert, wobei die Druckzunahmecharakteristik der Pumpe nicht verringert wird.

[0076] Da ein Zwischenraum zwischen dem Außenumfang des oberen Endabschnitts **20a** des Zylinders und dem Pumpenkörper **1** sehr klein ist, wird ferner selbst dann, wenn an dem Außenumfang des Befestigungselements **30** ein O-Ring als eine Sicherung der Dichtung angeordnet ist, der O-Ring nicht direkt mit der Druckänderung der Druckbeaufschlagungskammer beaufschlagt, so dass in dem O-Ring kein Reibungsverschleiß oder Bruch auftritt.

[0077] Da der obere Endabschnitt des Zylinders durch das Befestigungselement **30** gehalten wird und eine hohe Starrheit aufweist, ist ferner selbst dann, wenn für den Körper **1** und für den Zylinder **20** Elemente verwendet werden, die verschiedene lineare Ausdehnungskoeffizienten haben, und selbst dann, wenn sich der obere Endabschnitt des Zylinders wegen Wärmezusammenziehung zusammenzieht, der Betrag der Verformung klein, wobei kein Reiben oder dergleichen wegen der Verformung eines Gleitlochs des Tauchkolbens **2** auftritt.

[0078] Da gemäß der vorliegenden Ausführungsform wie oben beschrieben, der gemeinsamen Kraftstoffleitung Niederdruckkraftstoff zugeführt werden kann, ohne die Kolbenbewegung der Hochdruckpumpe zu gefährden, wenn der Motor startet, kann die Kraftstoffversorgungseigenschaft für die gemeinsame Kraftstoffleitung unmittelbar nach dem Start des Motors verbessert werden und kann die Druckerhöhungsscharakteristik der Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe verbessert werden.

[0079] Anhand von [Fig. 6](#) wird nun der Aufbau einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0080] [Fig. 6](#) ist eine vergrößerte Teilansicht, die eine vertikale Schnittansicht einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt. Der Gesamtaufbau der Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe ist ähnlich dem in [Fig. 4](#) gezeigten. Die gleichen Bezugszeichen wie jene aus den [Fig. 1](#) bis [Fig. 5](#) bezeichnen die gleichen Teile.

[0081] Außerdem ist die Druckbeaufschlagungskammer **12** in der vorliegenden Ausführungsform mit der Haupt-Druckbeaufschlagungskammer **12a** und mit der Neben-Druckbeaufschlagungskammer **12b** versehen. Das Merkmal der vorliegenden Ausführungsform umfasst ein Verfahren zum Bilden der

Druckbeaufschlagungskammer **12**, das das weitere Beispiel der in den [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) gezeigten ist.

[0082] In der vorliegenden Ausführungsform umfasst der Umfang der Druckbeaufschlagungskammer ein Element zum Bilden einer Druckbeaufschlagungskammer **21**, das ein von dem Zylinder **20** verschiedenes Element ist. Ein oberer Endabschnitt **21a** des Druckbeaufschlagungskammer-Bildungselements **21** besitzt eine ähnliche Funktion wie der obere Endabschnitt **20a** des in [Fig. 5](#) gezeigten Zylinders.

[0083] Ferner ist es gemäß der vorliegenden Ausführungsform möglich, die Verformung eines Gleitlochs eines Tauchkolbens des Zylinders **20** zu unterdrücken.

[0084] In den in den [Fig. 4](#) bis [Fig. 6](#) gezeigten Beispielen ist der Außenumfang des Befestigungselements **30** mit einem Gewinde gebildet, das in Gewindeeingriff ist, um dadurch eine Druckkraft auf den Zylinder **20** auszuüben, ohne aber auf das Gewinde beschränkt zu sein.

[0085] Da der gemeinsamen Kraftstoffversorgungsleitung gemäß der vorliegenden Ausführungsform wie oben beschrieben Niederdruckkraftstoff zugeführt werden kann, ohne die Kolbenbewegung der Hochdruckpumpe zu gefährden, wenn der Motor startet oder dergleichen, kann die Kraftstoffversorgungseigenschaft für die gemeinsame Kraftstoffleitung unmittelbar nach dem Start des Motors verbessert werden und kann die Druckerhöhungseigenschaft der Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe verbessert werden.

[0086] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann die Kraftstoffversorgungseigenschaft für die gemeinsame Kraftstoffleitung unmittelbar nach dem Start des Motors verbessert werden.

[0087] Ferner kann die Druckerhöhungseigenschaft für die gemeinsame Kraftstoffleitung unmittelbar nach dem Start des Motors in der Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe verbessert werden.

[0088] Im Folgenden wird anhand der [Fig. 7](#) bis [Fig. 10](#) der Aufbau eines Dichtungsmechanismus einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0089] Zunächst wird anhand von [Fig. 7](#) der Gesamtaufbau eines Kraftstoffeinspritzsystems unter Verwendung einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

[0090] Der Kraftstoff in einem Tank **50** wird durch

eine Niederdruckpumpe **51** zu einem Kraftstoffeinlasskanal **110** eines Pumpenkörpers **100** geführt. Zu jener Zeit wird der zu dem Kraftstoffeinlasskanal **110** geführte Kraftstoff mittels eines Druckreglers **52** auf einen festen niedrigen Druck geregelt. Zu dieser Zeit wird der Kraftstoffdruck zusammen mit dem Luftdruck als eine Referenz z. B. auf 0,3 MPa Relativdruck geregelt. Der zu der Pumpe **100** geführte Kraftstoff wird durch den Pumpenkörper **100** mit Druck beaufschlagt und unter Druck von dem Kraftstoffauslasskanal **111** der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** zugeführt. Zum Beispiel wird der von dem Kraftstoffauslasskanal **111** entladene Kraftstoff in Verbindung mit dem Luftdruck als eine Referenz auf 7 bis 10 MPa Relativdruck mit Druck beaufschlagt.

[0091] An der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** sind eine Einspritzdüse **54**, ein Überdruckventil **55** und ein Drucksensor **56** angebracht. Die Einspritzdüse **54** ist so angebracht, dass ihre Anzahl auf die Anzahl der Zylinder des Motors eingestellt ist, wobei sie zu einem festen Zeitpunkt gemäß einem Signal einer Motorsteuereinheit (ECU) eine feste Menge Kraftstoff einspritzt. Wenn der Druck in der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** einen festen Wert übersteigt, öffnet das Überdruckventil **56**, um einen Bruch eines Rohrleitungssystems zu verhindern.

[0092] Im Folgenden wird der schematische Aufbau des Pumpenkörpers **100** beschrieben. Der ausführliche Aufbau des Pumpenkörpers **100** wird später anhand von [Fig. 8](#) beschrieben.

[0093] Der Pumpenkörper **100** ist mit einem Kraftstoffeinlasskanal **110**, mit einem Kraftstoffauslasskanal **111** und mit einer Druckbeaufschlagungskammer **112** versehen. Der Kraftstoffeinlasskanal **110** und der Kraftstoffauslasskanal **111** sind mit einem Einlassventil **105** bzw. mit einem Auslassventil **106** versehen, die in Form eines Rückschlagventils zur Beschränkung einer Flussrichtung des Kraftstoffs durch Federn **105a** bzw. **106a** in einer Richtung gehalten sind.

[0094] Ein Tauchkolben **102** ist so unterstützt, dass er in einem Zylinder **108** hin und her bewegt und gleitfähig bewegt werden kann. Zwischen einem oberen Abschnitt in dem Zylinder **108** und einem Ende des Tauchkolbens **102** ist eine Druckbeaufschlagungskammer **112** gebildet.

[0095] In dem Außenumfangsabschnitt des Tauchkolbens **102** ist ein Dichtungswerkstoff **120** vorgesehen, der aus einer elastischen Substanz hergestellt ist, um zu verhindern, dass Kraftstoff in der Pumpe nach außen ausfließt. Der Außenumfangsabschnitt des Dichtungswerkstoffs **120** ist an dem Zylinder **108** befestigt. Der Innenumfangsabschnitt des Dichtungswerkstoffs **120** hält gleitfähig den Tauchkolben **102**.

[0096] Der Tauchkolben **102** wird hin und her bewegt, wodurch das Volumen in der Druckbeaufschlagungskammer **112** geändert wird. Wenn das Einlassventil **105** während des Verdichtungshubs des Tauchkolbens **102** geschlossen wird, steigt der Druck in der Druckbeaufschlagungskammer **112**, wodurch das Auslassventil **106** automatisch geöffnet wird, um der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** Kraftstoff unter Druck zuzuführen. Während das Einlassventil **105** automatisch geöffnet wird, wenn der Druck der Druckbeaufschlagungskammer **112** niedriger als der der Kraftstoffeinleitungsöffnung wird, wird ein Schließen des Ventils durch den durch die ECU **60** gesteuerten Betrieb eines Elektromagneten **130** entschieden.

[0097] Der Elektromagnet **130** ist an dem Pumpenkörper **100** angebracht. Der Elektromagnet **130** ist mit einem Eingriffselement **131** und mit einer Feder **132** versehen. Wenn der Elektromagnet **130** AUSgeschaltet wird, wird das Eingriffselement **131** mittels einer Feder **132** mit einer Vorbelastungskraft in einer Richtung des Öffnens des Einlassventils **105** angewendet. Da die Vorbelastungskraft der Feder **132** höher als die einer Einlassventilfeder **105a** ist, ist das Einlassventil **105** in dem offenen Zustand, wenn der Elektromagnet **130** AUSgeschaltet ist.

[0098] Die Erregung für den Elektromagneten wird so begrenzt, dass der Elektromagnet **130** in dem EINgeschalteten Zustand (Erregungszustand) ist, wenn Hochdruckkraftstoff von dem Pumpenkörper **100** zugeführt wird, während der Elektromagnet **130** in dem AUS-Zustand (Nichterregungszustand) ist, wenn eine Zufuhr von Kraftstoff angehalten ist. Wenn der Elektromagnet **130** den EIN-Zustand (Erregungszustand) aufrechterhält, wird eine elektromagnetische Kraft erzeugt, die die Vorbelastungskraft der Feder **132** übersteigt, um das Eingriffselement **131** zu dem Elektromagneten **132** zu ziehen, so dass das Eingriffselement **131** von dem Einlassventil **105** getrennt wird. In diesem Zustand hat das Einlassventil **105** die Form eines ungesteuerten Ventils, das synchron zur Hin- und Herbewegung des Tauchkolbens **102** geöffnet und geschlossen wird. Dementsprechend ist das Einlassventil **105** während des Verdichtungshubs geschlossen, wobei Kraftstoff für einen Abschnitt mit verringertem Volumen in der Druckbeaufschlagungskammer **112** das Auslassventil **106** aufschiebt und unter Druck der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** zugeführt wird.

[0099] Wenn der Elektromagnet **130** andererseits den AUS-Zustand (Nichterregungszustand) aufrechterhält, ist das Eingriffselement **131** durch die Vorbelastungskraft der Feder **132** mit dem Einlassventil **105** in Eingriff, um das Einlassventil **105** in dem offenen Zustand zu halten. Da dementsprechend auch in dem Verdichtungshub der Druck der Druckbeaufschlagungskammer **112** den Niederdruckzustand

aufrechterhält, der im Wesentlichen gleich dem der Kraftstoffeinleitungsöffnung ist, kann das Auslassventil **106** nicht geöffnet werden, wobei Kraftstoff für einen Abschnitt mit verringertem Volumen der Druckbeaufschlagungskammer **112** an die Seite der Kraftstoffeinleitungsöffnung zurückgeleitet wird, wobei er durch das Einlassventil **105** geht.

[0100] Falls der Elektromagnet **130** ferner inmitten eines Verdichtungshubs in einen EIN-Zustand geschaltet wird, wird von diesem Zeitpunkt an der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** Kraftstoff unter Druck zugeführt. Ferner steigt der Druck in der Druckbeaufschlagungskammer **112**, wenn die Kraftstoffzufuhr einmal begonnen wurde, so dass das Einlassventil **105** selbst dann seinen geschlossenen Zustand aufrechterhält und synchron mit dem Start des Einlasshubs automatisch geöffnet wird, wenn der Elektromagnet **130** in einen AUS-Zustand geschaltet wird.

[0101] Ferner ist gemäß der vorliegenden Ausführungsform ein Raum **107** auf der Seite der Kraftstoffkammer des Dichtungswerkstoffs **120** über einen Verbindungskanal **109** und ein Rückschlagventil **113** mit dem Kraftstoffeinlasskanal **110** verbunden. Das Rückschlagventil **300** ist so vorgesehen, dass es eine Flussrichtung des Kraftstoffs von der Seite des Kraftstoffeinlasskanals **110** zu dem Raum **107** der Seite der Kraftstoffkammer steuert. In dem Zustand, in dem das Rückschlagventil **112** geöffnet ist, wird niedriger Druck (z. B. Druck der um 0,3 MPa höher als der Luftdruck ist), der dem Kraftstoffeinlasskanal **110** zugeführt wird, an den Raum **107** der Seite der Kraftstoffkammer des Dichtungswerkstoffs **120** angelegt.

[0102] Dementsprechend kann in dem Druckbeaufschlagungshub Kraftstoff, der durch einen Spalt zwischen dem Zylinder **108** und dem Tauchkolben **102** von der Druckbeaufschlagungskammer **112** geht, auf die Seite des Kraftstoffeinlasskanals **110** fließen, die ein Niederdruckabschnitt ist, wobei der Druck auf der Seite der Kraftstoffkammer des Dichtungswerkstoffs **120** gleich dem des Kraftstoffeinlasskanals **110** wird, um zu ermöglichen, dass ein Entweichen von Kraftstoff verhindert wird, ohne die Starrheit des Dichtungswerkstoffs **120** wesentlich zu erhöhen.

[0103] Wenn andererseits der Dichtungswerkstoff **120** kaputt oder abgefallen ist, so dass Kraftstoff nach außen zu entweichen beginnt, ist der Druck des Raums **107** der Seite der Kraftstoffkammer niedriger als der der Seite des Kraftstoffeinlasskanals **110**, wodurch das Rückschlagventil **113** geschlossen wird, um einen Einfluss von Kraftstoff von der Seite des Kraftstoffeinlasskanals **110** zu verhindern. Somit fließt nur der durch den Spalt zwischen dem Zylinder **108** und dem Tauchkolben **102** von der Druckbeaufschlagungskammer **112** gehende Kraftstoff in den Abschnitt des Dichtungswerkstoffs **120**. Diese Durchflussmenge ist umgekehrt proportional zur Länge des

Gleitabschnitts zwischen dem Zylinder **108** und dem Tauchkolben **102**, wobei die Durchflussmenge auf eine kleine Menge unterdrückt werden kann, falls die Strecke, über die sich der Tauchkolben **102** gleitend bewegen kann, wie in der vorliegenden Ausführungsform gesichert ist. Dementsprechend ist es selbst dann möglich zu verhindern, dass in kurzer Zeit eine große Menge Kraftstoff ausfließt, wenn der Dichtungswerkstoff **120** kaputt oder abgefallen ist.

[0104] Da ferner wie oben beschrieben der Kraftstoffausfluss von der Druckbeaufschlagungskammer **112** durch den Spalt des Tauchkolben-Gleitabschnitts minimiert ist, kann die Auslasseffizienz der Pumpe während des normalen Betriebs verbessert werden.

[0105] Anhand von [Fig. 8](#) wird die Konstruktion der Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

[0106] [Fig. 8](#) ist eine Längsschnittansicht, die den Aufbau einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Die gleichen Bezugszeichen wie jene in [Fig. 7](#) bezeichnen die gleichen Teile.

[0107] Der Pumpenkörper **100** ist mit einem Kraftstoffeinlasskanal **110**, mit einem Kraftstoffauslasskanal **111** und mit einer Druckbeaufschlagungskammer **112** versehen. Der Kraftstoffeinlasskanal **110** und der Kraftstoffauslasskanal **111** sind mit einem Einlassventil **105** bzw. mit einem Auslassventil **106** versehen, die durch Federn **105a** bzw. **106a** in einer Richtung gehalten sind, um eine Flussrichtung des Kraftstoffs zu beschränken, wobei sie als ein Rückschlagventil dienen.

[0108] In einer innerhalb eines Zylinders **108** gebildeten Druckbeaufschlagungskammer **112** ist gleitfähig ein Tauchkolben **102** als ein Druckbeaufschlagungselement gehalten. Die Druckbeaufschlagungskammer **112** ist dadurch gebildet, dass der Zylinder **108** ein Gleitloch **108a** besitzt, um den Tauchkolben **102** zu unterstützen, damit er hin und her bewegt und gleitfähig bewegt werden kann. Der Innendurchmesserabschnitt des Zylinders **108** umfasst ein Gleitloch **108a**, dessen Durchmesser relativ zu dem Tauchkolben **102** gleich oder kleiner 10 µm ist, um ein Entweichen von Kraftstoff aus der Druckbeaufschlagungskammer zu minimieren, und eine Innenwand **108b** mit großem Durchmesser, die so gebildet ist, dass sie einen großen Durchmesser besitzt, um die Druckbeaufschlagungskammer zu bilden.

[0109] Der Zylinder **108** wird durch Presspassung eines Teils einer Außenwand **108c**, die der Innenwand **108b** mit großem Durchmesser entspricht, in dem Körper **1** gehalten. Dadurch tritt nur in dem Innenwandabschnitt **108b** mit großem Durchmesser eine durch die Presspassung verursachte Verfor-

mung der Dimension des Innendurchmessers des Zylinders auf, während das Gleitloch **108a** einen im Voraus verarbeiteten Dimensionszustand aufrechterhalten kann. Dementsprechend ist eine Endbearbeitung des Gleitlochs **108a** nach der Presspassung unnötig, wobei für den Gleitabschnitt lediglich ein Werkstoff mit einer guten Verschleißbeständigkeit ausgewählt werden kann, was somit die Kosten verringert. Selbst dann, wenn für den Körper **1** und für den Zylinder **108** Werkstoffe mit verschiedenen linearen Ausdehnungskoeffizienten verwendet werden, tritt eine durch eine Temperaturänderung verursachte Verformung des Innendurchmessers des Zylinders lediglich in der Innenwand **108b** mit großem Durchmesser auf, so dass sie keinen schädlichen Einfluss auf die Gleiteigenschaft des Tauchkolbens **2** ausübt.

[0110] Zwischen dem Zylinder **108** und dem Pumpenkörper **1** ist ein Ringkanal **109** vorgesehen, wobei der Ringkanal **109** mit dem Gleitloch **108a** in Verbindung steht und wobei der Einlasskanal **110** in Verbindung mit einer Kraftstoffeinleitungsöffnung **110a** und der Ringkanal **109** durch einen Kanal **109b** in Verbindung stehen. Da dadurch der Druck in dem Ringkanal **109** im Wesentlichen der gleiche Druck (Luftdruck + 0,3 MPa) wie der der Einleitungsöffnung **110a** ist, ist eine Druckdifferenz von der Druckbeaufschlagungskammer **112** verringert, so dass ein Entweichen von Kraftstoff aus einem Einpressabschnitt **108c** und aus dem Gleitloch **108a** verringert werden kann. Die Wärmeerzeugung an dem Gleitabschnitt kann durch Kraftstoff gekühlt werden und eine Reibschweißung des Gleitabschnitts verhindert werden.

[0111] An dem Außenumfangsabschnitt des Tauchkolbens **102** ist ein Dichtungswerkstoff **120** vorgesehen, der aus einer elastischen Substanz hergestellt ist, um zu verhindern, dass Kraftstoff in der Pumpe ausfließt, und um zu verhindern, dass Öl zur Schmierung eines Nockens **140** in die Pumpe fließt. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Dichtungswerkstoff **120** einteilig mit einem Metallrohr **120a** gebildet und in den Pumpenkörper **100** pressgepasst, wobei aber ein Verfahren zum Befestigen des Dichtungswerkstoffs **120** nicht auf das obige Verfahren beschränkt ist. Ein einteilig mit dem Dichtungswerkstoff **120** gebildetes Ende des Metallrohrs **120a** ist in den Pumpenkörper **100** eingepasst. Durch Verlängern der Länge des Dichtungswerkstoffs **120** kann ein Entweichen von Kraftstoff aus dem Gleitabschnitt zwischen dem Tauchkolben **102** und dem Dichtungswerkstoff **120** verringert werden. Da der Druck auf der Seite der Kraftstoffkammer des Dichtungswerkstoffs **120** der Druck des Niederdruckkraftstoffs (d. h. z. B. um 0,3 MPa höher als der Luftdruck) ist und da der Druck auf der anderen Seite des Dichtungswerkstoffs **120** der Luftdruck ist, ist eine Druckdifferenz zwischen beiden Endoberflächen des Dichtungswerkstoffs **120** klein, z. B. 0,3 MPa, so dass die Dichtungseigenschaft selbst dann verbessert sein kann,

wenn die volle Länge des Dichtungswerkstoffs **120** nicht so stark verlängert ist.

[0112] Ein am unteren Ende des Tauchkolbens **102** vorgesehener Heber **103** ist mittels einer Feder **104** gegen einen Nocken **140** gedrückt. Der Tauchkolben **102** wird dadurch, dass der Nocken **140** durch eine Motornockenwelle oder dergleichen gedreht wird, hin und her bewegt, um das Volumen in der Druckbeaufschlagungskammer **112** zu ändern. Wenn das Einlassventil **105** während des Verdichtungshubs des Tauchkolbens **102** geschlossen ist, steigt der Druck in der Druckbeaufschlagungskammer **112**, wodurch das Auslassventil **106** automatisch geöffnet wird, um der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** Kraftstoff unter Druck zuzuführen. Während das Einlassventil **105** automatisch geöffnet wird, wenn der Druck der Druckbeaufschlagungskammer **112** niedriger als der der Kraftstoffeinleitungsöffnung ist, wird das Schließen des Ventils durch den Betrieb eines Elektromagneten **130** entschieden.

[0113] Der Elektromagnet **130** ist an dem Pumpenkörper **100** angebracht. Der Elektromagnet **130** ist mit einem Eingriffselement **131** und mit einer Feder **132** versehen. Wenn der Elektromagnet **130** AUSgeschaltet ist, wird das Eingriffselement **131** durch eine Feder **132** mit einer Vorbelastungskraft in einer Richtung des Öffnens des Einlassventils **105** angewendet. Da die Vorbelastungskraft der Feder **132** größer als die einer Einlassventilfeder **105a** ist, ist das Einlassventil **105**, wie in der Figur gezeigt ist, in dem offenen Zustand, wenn der Elektromagnet AUSgeschaltet ist.

[0114] Die Erregung für den Elektromagneten **130** wird so beschränkt, dass der Elektromagnet **130** in den EIN-Zustand (Erregungszustand) geschaltet wird, wenn Hochdruckkraftstoff von dem Pumpenkörper **100** zugeführt wird, während der Elektromagnet **130** in den AUS-Zustand (Nichterregung) geschaltet wird, wenn eine Zufuhr von Kraftstoff angehalten ist.

[0115] Wenn der Elektromagnet **130** den EIN-Zustand (Erregungszustand) hält, wird eine größere elektromagnetische Kraft als die Vorbelastungskraft der Feder **132** erzeugt, um das Eingriffselement **131** zu dem Elektromagneten **132** zu ziehen, so dass das Eingriffselement **131** von dem Einlassventil **105** getrennt wird. In diesem Zustand nimmt das Einlassventil **105** die Form eines ungesteuerten Ventils an, das synchron zur Hin- und Herbewegung des Tauchkolbens **102** geöffnet und geschlossen wird. Dementsprechend ist das Einlassventil **105** während des Verdichtungshubs geschlossen, wobei Kraftstoff für einen Abschnitt mit verringertem Volumen der Druckbeaufschlagungskammer **112** das Auslassventil **106** aufschiebt und unter Druck der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** zugeführt wird.

[0116] Wenn der Elektromagnet **130** andererseits den AUS-Zustand (Nichterregungszustand) hält, ist das Eingriffselement **131** durch die Vorbelastungskraft der Feder **132** mit dem Einlassventil **105** in Eingriff, um das Einlassventil **105** in dem offenen Zustand zu halten. Da dementsprechend selbst in dem Verdichtungshub der Druck der Druckbeaufschlagungskammer **112** den Niederdruckzustand hält, der im Wesentlichen gleich dem der Kraftstoffeinleitungsöffnung ist, kann das Auslassventil **106** nicht geöffnet werden, wobei Kraftstoff für einen Abschnitt mit verringertem Volumen der Druckbeaufschlagungskammer **112** zu der Kraftstoffeinleitungsöffnung zurückgeleitet wird, wobei er durch das Einlassventil **105** geht.

[0117] Falls der Elektromagnet **130** inmitten des Verdichtungstakts in den EIN-Zustand geschaltet wird, wird von diesem Zeitpunkt an der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** Kraftstoff unter Druck zugeführt. Falls die Zufuhr unter Druck einmal begonnen wurde, steigt der Druck in der Druckbeaufschlagungskammer **112**, so dass das Einlassventil **105** selbst dann seinen geschlossenen Zustand aufrechterhält und synchron mit dem Start des Einlasshubs automatisch geöffnet wird, wenn der Elektromagnet **130** später in den AUS-Zustand geschaltet wird.

[0118] Ferner ist der Pumpenkörper **100** innen mit einem Längskanal **109b**, der mit dem Raum **107** der Seite der Kraftstoffkammer des Dichtungswerkstoffs **120** verbunden ist, und mit einem Querkanal **109a**, der mit dem Längskanal **109b** verbunden ist, versehen, um einen wie in [Fig. 7](#) gezeigten Verbindungskanal **109** zu bilden. Der Längskanal **109b** wird leicht gebildet, da er zwischen dem Außenumfangsabschnitt des Zylinders **108** und einem in dem Pumpenkörper **100** gebildeten Loch durch Einführen und Einpassen des Zylinders **108** in das in dem Pumpenkörper **100** gebildete Loch gebildet wird. Am Ende des Querkansals **109a** ist ein Rückschlagventil **113** vorgesehen. Das Rückschlagventil **113** ist aus einer kugelartigen elastischen Substanz gebildet. Für das Rückschlagventil **113** zu verwendende Werkstoffe sind jene, die Benzinbeständigkeit aufweisen, wie etwa z. B. Fluorkautschuk, Nitrilkautschuk usw. Das Rückschlagventil **113** ist normalerweise in dem offenen Zustand, wobei Einzelheiten davon später anhand der [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) beschrieben werden. Wie oben beschrieben wurde, ist der Raum **107** der Seite der Kraftstoffkammer des Dichtungswerkstoffs **120** durch den Verbindungskanal **109** und durch das Rückschlagventil **113** mit dem Kraftstoffeinlasskanal **110** verbunden. Das Rückschlagventil **113** ist vorgesehen, um eine Flussrichtung des Kraftstoffs von dem Kraftstoffeinlasskanal **110** zu dem Raum **107** auf der Seite der Kraftstoffkammer zu steuern. In dem Zustand, in dem das Rückschlagventil **113** geöffnet ist, wird niedriger Druck (z. B. Druck, der um 0,3 MPa höher als der Luftdruck ist), der dem Kraftstoffein-

lasskanal **110** zugeführt wird, an den Raum **107** der Seite der Kraftstoffkammer des Dichtungswerkstoffs **120** angelegt.

[0119] Dadurch kann Kraftstoff, der in dem Druckbeaufschlagungshub von der Druckbeaufschlagungskammer **112** durch einen Spalt zwischen dem Zylinder **108** und dem Tauchkolben **102** geht, auf die Seite des Kraftstoffeinlasskanals **110** fließen, die ein Niederdruckabschnitt ist, so dass der Druck auf der Seite der Kraftstoffkammer des Dichtungswerkstoffs **120** gleich dem des Kraftstoffeinlasskanals **110** ist, um zu ermöglichen, dass ein Entweichen von Kraftstoff nach außen unterdrückt wird, ohne die Starrheit des Dichtungswerkstoffs **120** wesentlich zu erhöhen.

[0120] Wenn andererseits der Dichtungswerkstoff **120** kaputt oder abgefallen ist, so dass Kraftstoff nach außen zu entweichen beginnt, ist der Druck des Raums **107** der Seite der Kraftstoffkammer niedriger als der des Kraftstoffeinlasskanals **110**, so dass das Rückschlagventil **300** geschlossen wird, um zu ermöglichen, dass verhindert wird, dass Kraftstoff von der Seite des Kraftstoffeinlasskanals **110** einfließt. Somit fließt nur der durch einen Spalt zwischen dem Zylinder **108** und dem Tauchkolben **102** gehende Kraftstoff von der Druckbeaufschlagungskammer **112** in den Abschnitt des Dichtungswerkstoffs **120**. Diese Durchflussmenge ist umgekehrt proportional zur Länge des Gleitabschnitts zwischen dem Zylinder **108** und dem Tauchkolben **102**, so dass die Durchflussmenge auf eine kleine Menge verringert werden kann, falls die Strecke, über die der Tauchkolben **102** gleitfähig bewegt werden kann, wie in der vorliegenden Ausführungsform ausreichend gesichert ist. Dementsprechend ist es selbst dann möglich zu verhindern, dass in kurzer Zeitdauer eine große Menge Kraftstoff ausfließt, wenn der Dichtungswerkstoff **120** kaputt oder abgefallen ist.

[0121] Da ferner wie oben beschrieben der Ausfluss von Kraftstoff in der Druckbeaufschlagungskammer **112** von dem Spalt des Tauchkolben-Gleitabschnitts auf das Minimum unterdrückt ist, kann die Abflusseffizienz der Pumpe während des normalen Betriebs verbessert werden.

[0122] Im Folgenden wird anhand der [Fig. 9](#) und [Fig. 10](#) die Konstruktion eines Rückschlagventils beschrieben, das für eine Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird.

[0123] [Fig. 9](#) ist eine Schnittansicht, wenn ein Rückschlagventil unter Verwendung einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung geöffnet ist, und [Fig. 10](#) ist eine Schnittansicht, wenn ein Rückschlagventil unter Verwendung einer Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe gemäß einer

Ausführungsform der vorliegenden Erfindung geschlossen ist.

[0124] Wie in [Fig. 9](#) gezeigt ist, wird die Bewegung eines Rückschlagventils **113**, das aus einer kugelförmigen elastischen Substanz gebildet ist, in einer richtigen Richtung in der Figur durch ein Ende eines Elektromagneten **130** gesteuert, um zu verhindern, dass es von einem Querkanal **109a** abfällt. An dem rechten Seitenende des Querkanal **109a** ist in der Figur eine Sitzoberfläche **113a** gebildet, mit der das Rückschlagventil **113** in Eingriff ist, um das Ventil zu schließen, wobei sie aber senkrecht zu dem in horizontaler Richtung verlaufenden Querkanal **109a** gebildet ist, weshalb sie eine im Wesentlichen vertikale Oberfläche bildet. In einem Pumpenkörper **100** ist die wie in der Figur gezeigte vertikale Richtung die Oben-Unten-Richtung. Dementsprechend ist das kugelförmige Rückschlagventil **113** in dem Zustand, in dem der Pumpenkörper **100** in der Oben-Unten-Richtung eingebaut ist, nicht in Kontakt mit der Sitzoberfläche **113a**, so dass es in den offenen Ventilzustand geschaltet werden kann, wenn der vordere und der hintere Druck des Rückschlagventils **113** einander gleich sind.

[0125] Eine Gegenmaßnahme, um das Abfallen des Rückschlagventils **113** zu verhindern, ist nicht auf die Einrichtung, die das Ende des Elektromagneten **130** verwendet, beschränkt, während z. B. ein getrenntes Element verwendet werden kann, um zu verhindern, dass das Rückschlagventil **113** abfällt. Alternativ kann der Querkanal **109a** so geneigt sein, dass die Sitzoberfläche **113a** in der unteren Richtung ist. Ferner ist alternativ die Sitzoberfläche **113a** nicht nur im Wesentlichen vertikal herzustellen, sondern kann ebenfalls geneigt sein. Ferner kann das Rückschlagventil **113** nicht nur an dem Auslass des Querkanal **109a**, sondern in dem Auslass eingebaut sein. Ferner kann zwischen das Rückschlagventil **113** und die Sitzoberfläche **113a** eine Feder oder dergleichen eingefügt sein, so dass das Rückschlagventil **113** nicht geschlossen ist, wenn der vordere und der hintere Druck des Rückschlagventils **113** einander gleich sind, wenn die Sitzoberfläche **113a** die horizontale Oberfläche bildet.

[0126] Wie oben beschrieben wurde, ist das Rückschlagventil **113** auch dann geöffnet, wenn die Pumpe angehalten ist, um dadurch zu verhindern, dass das Rückschlagventil **113** an der Sitzoberfläche **113a** anhaftet. Da ferner ebenfalls während des Betriebs der Öffnungsventildruck des Rückschlagventils **113** null ist, kann der Druck auf der Seite der Kraftstoffkammer des Dichtungswerkstoffs **120** gleich dem des Abschnitts des Kraftstoffeinlasskanals **110** gemacht werden.

[0127] Andererseits wird der Druck des Querkanal **109a** niedriger als der Druck des Kraftstoffeinlasska-

nals **110**, wenn der Druck auf der Seite der Kraftstoffkammer des Dichtungswerkstoffs **120**, wie in [Fig. 10](#) gezeigt ist, wegen des Abfallens des Dichtungswerkstoffs **120** abgesenkt ist. Somit wird das Rückschlagventil **113** so gegen die Sitzoberfläche **113a** gedrückt, dass das Rückschlagventil **113** unverzüglich geschlossen wird, um zu verhindern, dass Kraftstoff von der Seite des Kraftstoffeinlasskanals **110** ausfließt.

[0128] Ferner ist das Rückschlagventil **113** aus einer elastischen Substanz gebildet, wodurch die Härte der Sitzoberfläche **113a** nicht erhöht zu werden braucht und wodurch es preiswert hergestellt werden kann.

[0129] Wie oben beschrieben wurde, ist der Raum **107** der Seite der Kraftstoffkammer des Dichtungswerkstoffs **120** in der vorliegenden Ausführungsform mit dem Kraftstoffeinlasskanal **110** verbunden, um einen Kraftstoffbehälter zu bilden, an den niedriger Druck (z. B. Druck, der um 0,3 MPa höher als der Luftdruck ist) angelegt wird, der dem Kraftstoffeinlasskanal **110** zugeführt wird. Das heißt, der Kraftstoffbehälter ist nicht wie im Stand der Technik in dem Gleitabschnitt des Tauchkolbens vorgesehen. Das heißt, die Druckbeaufschlagungskammer **112**, die unter Hochdruck steht, ist in der Figur an dem oberen Ende des Zylinders **108** gebildet, während der Raum **107** der Seite der Kraftstoffkammer (der Kraftstoffbehälter), der unter niedrigem Druck steht, in der Figur am unteren Ende der Figur des Zylinders **108** gebildet ist, so dass die Strecke von der Druckbeaufschlagungskammer **112** bis zu dem Raum (Kraftstoffbehälter) **107** der Seite der Kraftstoffkammer verlängert sein kann, so dass ein Entweichen des Hochdruckkraftstoffs aus der Druckbeaufschlagungskammer **112** in den Raum **107** der Seite der Kraftstoffkammer leicht verringert werden kann. Dementsprechend kann die Pumpe miniaturisiert werden und kann das Entweichen während der Druckbeaufschlagung verringert werden, um die Auslasseffizienz zu erhöhen.

[0130] Da in der vorliegenden Ausführungsform ferner der Kanal mit im Wesentlichen Luftdruck wie im Stand der Technik auf der Seite der Kraftstoffkammer des Dichtungswerkstoffs nicht vorgesehen ist, ist eine Verarbeitung eines solchen Kanals unnötig und ist die Rohrleitung für die Verbindung von der Pumpe zu dem Kraftstofftank ebenfalls unnötig. Dementsprechend sind die Herstellungskosten niedrig.

[0131] Ferner besitzt der Dichtungswerkstoff **120** die Konstruktion, in der das einteilig geformte Metallrohr **120a** an dem Pumpenkörper **100** so befestigt ist, so dass die Länge des Dichtungswerkstoffs **120** dazu neigt verlängert zu sein, so dass sie über die Gleitstrecke relativ zu dem Tauchkolben **102** verläuft, was somit eine Verbesserung der Dichtungseigenschaft ermöglicht, wobei die Dichtungseigenschaft verbessert werden kann, da der auf beide Enden des Dich-

tungswerkstoffs **120** angewendete Druck niedriger Druck ist.

[0132] Wenn ferner der Dichtungswerkstoff **120** kaputt ist oder dergleichen, wird das an dem Verbindungskanal **109** für die Verbindung des Kraftstoffeinlasskanals **110** mit dem Raum **107** der Seite der Kraftstoffkammer vorgesehene Rückschlagventil **113** aktiviert, um unverzüglich zu verhindern, dass Kraftstoff von dem Kraftstoffeinlasskanal **110** auf die Seite der Atmosphäre entweicht.

[0133] Da das Rückschlagventil **113** während des Betriebs der Pumpe ferner in dem offenen Zustand ist, ist es möglich, leicht zu verhindern, dass das Rückschlagventil an der Sitzoberfläche anhaftet.

[0134] Selbst wenn der Dichtungswerkstoff des Gleitabschnitts kaputt oder abgefallen ist, kann gemäß der vorliegenden Erfindung ein externes Entweichen von Kraftstoff auf eine kleine Menge unterdrückt werden, während es eine kleine Größe hat und preiswert ist.

[0135] Obgleich einige Ausführungsformen beschrieben worden sind, wird im Folgenden anhand von [Fig. 11](#) der charakteristische Aufbau, der für diese Ausführungsformen gemeinsam ist, ausführlich weiter erläutert.

[0136] Ein Pumpenkörper **1** ist mit einem Kraftstoffeinlasskanal **10**, mit einem Auslasskanal **11** und mit einer Druckbeaufschlagungskammer **12** gebildet. Ein Tauchkolben **2** als ein Druckbeaufschlagungselement ist gleitfähig an der Druckbeaufschlagungskammer **12** gehalten. Der Einlasskanal **10** und der Auslasskanal **11** sind mit einer Einlasskammer **5A** bzw. mit einer Auslasskammer **6A** gebildet, die zu einem Einlassloch **5b** bzw. zu einer Auslassloch **6b** der Druckbeaufschlagungskammer **12** führen, wobei die jeweiligen Kammern mit einem Einlassventil **5** und mit einem Auslassventil **6** versehen sind. Das Einlassventil **5** und das Auslassventil **6** sind in einer Richtung durch Federn **5a** bzw. **6a** gehalten, um ein Rückschlagventil zu bilden, um eine Flussrichtung des Kraftstoffs zu beschränken. Genauer ist das Einlassventil **5** durch eine Feder **5a** so vorbelastet, dass es ein Loch **5Aa** von der Innenseite des Einlasslochs **5Aa** der Einlasskammern **5A** schließt. Ein Elektromagnet **200** als eine elektromagnetische Antriebsvorrichtung ist in einen rohrförmigen Gehäuseabschnitt **1A** gedrückt und gehalten, der einteilig mit dem Pumpenkörper **1** gebildet ist, wobei der Elektromagnet **200** mit einem als eine Tauchkolbenstange gebildeten Eingriffselement **201** und mit einer Feder **202** versehen ist. Wenn der Elektromagnet **200** AUSgeschaltet ist, ist das Eingriffselement **201** durch eine Feder **202** in eine vorstehende Stellung geführt, infolgedessen es mit dem Einlassventil **5** in Eingriff ist, um es in einer Richtung des Öffnens des Ventils vorzubelas-

ten. Da die Vorbelastungskraft der Feder **202** so eingestellt ist, dass sie größer als die der Feder **5a** zum Vorbelasten des Einlassventils **5** in eine geschlossene Stellung ist, wird das Einlassventil **5**, wenn der Elektromagnet **200** AUSgeschaltet wird, durch das Eingriffselement **201** aufgeschoben, um den offenen Zustand anzunehmen. Der Kraftstoff wird durch die Niederdruckpumpe **51** von dem Tank **50** in die Kraftstoffeinleitungsöffnung des Pumpenkörpers **1** geführt und durch den Druckregler **52** auf einen festen Druck geregelt. Anschließend wird der Kraftstoff durch den Pumpenkörper **1** mit Druck beaufschlagt und unter Druck von der Kraftstoffauslassöffnung **11** der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** in [Fig. 7](#) zugeführt.

[0137] Im Folgenden wird der Betrieb der wie oben beschrieben aufgebauten Hochdruckpumpe beschrieben.

[0138] Der am unteren Ende des Tauchkolbens **2** vorgesehene Heber **3** wird durch die Feder **4** gegen den Nocken **100** gedrückt. Dadurch, dass der Nocken **100** durch eine Motornockenwelle oder dergleichen gedreht wird, wird der Tauchkolben **2** hin und her bewegt, um das Volumen in der Druckbeaufschlagungskammer **12** zu ändern.

[0139] Wenn das Einlassventil **5** während des Verdichtungshubs des Tauchkolbens **2** geschlossen wird, steigt der Druck in der Druckbeaufschlagungskammer **12**, wodurch das Auslassventil **6** automatisch geöffnet wird, um der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** Kraftstoff unter Druck zuzuführen.

[0140] Wenn der Druck der Druckbeaufschlagungskammer **12** niedriger als der der Kraftstoffeinleitungsöffnung wird, wird das Einlassventil **5** automatisch geöffnet, während das Schließen des Ventils gemäß dem Betrieb des Eingriffselements **201** des Elektromagneten **200** entschieden wird.

[0141] Wenn der Elektromagnet **200** den EIN-Zustand (Erregungszustand) aufrechterhält, wird eine elektromagnetische Kraft erzeugt, die die Vorbelastungskraft der Feder **202** übersteigt, wobei das Eingriffselement **201** auf die Seite des Elektromagneten **202** gezogen wird, um eine Rückkehrstellung anzunehmen, wobei das Eingriffselement **201** zu diesem Zeitpunkt von dem Einlassventil **5** getrennt wird. In diesem Zustand arbeitet das Einlassventil **5** als ein ungesteuertes Ventil, das durch eine Druckdifferenz zwischen Eingangsseite und Ausgangsseite des Einlassventils **5** synchron zur Hin- und Herbewegung des Tauchkolbens **2** geöffnet und geschlossen wird. Dementsprechend wird das Einlassventil **5** während des Verdichtungshubs geschlossen, wobei Kraftstoff für einen Abschnitt mit verringertem Volumen der Druckbeaufschlagungskammer **12** das Auslassventil **6** aufschiebt und unter Druck der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** zugeführt wird. Dadurch kann un-

abhängig von der Reaktion des Elektromagneten **200** der maximale Auslass der Pumpe ausgeführt werden.

[0142] Wenn der Elektromagnet **200** andererseits in dem AUS-Zustand (Nichterregungszustand) ist, ist das Eingriffselement **201** durch die Vorbelastungskraft der Feder **202** mit dem Einlassventil **5** in Eingriff, um das Einlassventil **5** in dem offenen Zustand zu halten. Dementsprechend wird der Kraftstoff in dem Zylinder (in der Druckbeaufschlagungskammer) durch das während des Verdichtungshubs geöffnete Durchgangsloch **5Aa** zurückgeleitet, so dass der Druck der Druckbeaufschlagungskammer **12** den Niederdruckzustand hält, der im Wesentlichen gleich dem der Kraftstoffeinleitungsöffnung ist, weshalb das Auslassventil **6** nicht geöffnet werden kann. Dadurch kann die Pumpenauslassmenge zu null gemacht werden.

[0143] Falls der Elektromagnet **200** inmitten des Verdichtungshubs in den EIN-Zustand geschaltet wird, hat das Einlassventil **5** die durch das Eingriffselement **201** verursachte Vorbelastungskraft in der Öffnungsrichtung verloren, um das Durchgangsloch **5Aa** durch die Feder **5a** und durch den Druck des mit Druck beaufschlagten Kraftstoffs augenblicklich zu schließen. Dementsprechend wird von diesem Zeitpunkt an das Auslassventil **6** geöffnet, um der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** von dem Auslassloch **11** Kraftstoff unter Druck zuzuführen. Falls die Kraftstoffzufuhr einmal begonnen hat, steigt der Druck in der Druckbeaufschlagungskammer **12**, bis der nächste Einlasshub stattfindet, so dass das Einlassventil **5** selbst dann seinen geschlossenen Zustand aufrechterhält, bis der nächste Einlasshub beginnt, wenn der Elektromagnet **200** später in den AUS-Zustand geschaltet wird. Wenn der Einlasshub beginnt, wird der Druck in der Druckbeaufschlagungskammer niedriger als der des Niederdruckkanals, so dass das Einlassventil **5** automatisch geöffnet wird. Dadurch kann die Auslassmenge gemäß dem EIN-Zeitpunkt des Elektromagneten **200** (d. h. gemäß dem Anziehzeitpunkt des Eingriffselements) eingestellt werden. Da das Eingriffselement des Elektromagneten **200** in die hervorstehende Stellung (d. h. in die Stellung, in der der Elektromagnet AUSgeschaltet ist) zurückgestellt werden kann, bevor der Verdichtungshub beginnt, ist die schnelle Reaktion des Eingriffselements **201** nicht erforderlich. Dadurch kann die Vorbelastungskraft der Feder **202** klein gemacht werden und infolgedessen die AUS-EIN-Reaktion des Elektromagneten **200** (d. h. die Vorstehen-Anziehen-Reaktion des Eingriffselements) verbessert werden.

[0144] Wichtig ist, dass im Unterschied zu dem herkömmlichen elektromagnetischen Ansteuerventil der bewegliche Abschnitt leicht wird, da der Elektromagnet ausreicht, um nur die Tauchkolbenstange anzuziehen, wobei von diesem Punkt aus die Reaktion

verbessert wird. Die Ansteuerung kann durch einen kleinen Elektromagneten erfolgen.

[0145] Da der Ventilkörper im Unterschied zu dem elektromagnetischen Ventil nicht stark durch elektromagnetische Anziehung gegen den Sitz gestoßen wird, tritt ferner möglicherweise keine Beschädigung auf.

[0146] Die EIN-Zeit oder der EIN-Zeitpunkt des Elektromagneten **200** in dem VerdichtungsHub wird gesteuert, wodurch die Auslassmenge zu der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** veränderlich gesteuert werden kann. Ferner wird durch die ECU anhand des Signals eines Drucksensors **56** ein angemessener Auslasszeitpunkt berechnet, um den Elektromagneten **200** zu steuern, wodurch der Druck der gemeinsamen Kraftstoffleitung **53** auf einem im Wesentlichen konstanten Wert gehalten werden kann. Ferner kann die AUS-EIN-Reaktion verbessert werden, ohne den Elektromagneten **200** größer zu machen.

[0147] Nachfolgend werden anhand der [Fig. 12](#) bis [Fig. 14](#) Änderungen des Einlassventils **5**, des Eingriffselements **201** und des Ventilkörpers beschrieben. In diesen Ausführungsformen ist entweder das Einlassventil **5** oder das Eingriffselement **201** in einer konkaven Form hergestellt, während das andere in einer konvexen Form hergestellt ist, so dass der Konkav-Konvex-Eingriff geschaffen wird. Mit diesem Aufbau ist es möglich zu verhindern, dass der Eingriffsabschnitt verlagert wird und/oder abgestreift wird, wobei der sichere Betrieb des Einlassbetriebs **5** und des Eingriffselements **201** ausgeführt werden kann. Obgleich die Form des Einlassventils **5** in der vorliegenden Ausführungsform die eines Kugelventils und eines Zylinderventils ist, wird angemerkt, dass ein konisch zulaufendes Ventil, ein Zungenventil oder dergleichen ebenfalls genutzt werden kann.

[0148] In den [Fig. 12](#) und [Fig. 13](#) wird eine Stellung des Einlassventils **5** beim Öffnen durch einen an dem Eingriffselement **201** vorgesehenen Abschnitt eines Anschlags **201a** entschieden. Da damit die Solllast der Feder **202** konstant gehalten werden kann, kann die Anziehggeschwindigkeit (Ventilschließreaktion) des Eingriffselements **201** stabilisiert werden. Dementsprechend wird die Steuerung des Ventilschließzeitpunkts erleichtert.

[0149] Ferner wird in [Fig. 14](#) eine Stellung des Einlassventils **5** beim Öffnen durch einen an dem Einlassventil **5** vorgesehenen Abschnitt eines Anschlags **5b** entschieden. Da mit diesem Aufbau eine Positionsbeziehung zwischen dem Einlassventil **5** und dem Sitzabschnitt konstant gemacht werden kann, kann der Durchlasswiderstand, wenn das Ventil geöffnet ist, ebenfalls konstant gemacht werden. Dementsprechend braucht der Öffnungshub des Einlass-

ventils **5** nicht größer als der zum Erzielen einer Miniatursierung notwendige gemacht zu werden.

[0150] Die Stellung des Anschlags kann gemäß dem geforderten Inhalt der Pumpe ausgewählt werden.

[0151] Wieder anhand von [Fig. 8](#) wird eine weitere ausführliche Ausführungsform beschrieben. In der vorliegenden Ausführungsform wird für das Auslassventil **106** ein Kugelventil verwendet, wobei mittels einer Feder **106a** in Eingriff damit ein zylindrisches Element **106c** angeordnet ist, das für die Hin- und Herbewegung und für den gleitenden Eingriff in einem Auslasskanal **111** gehalten wird. Dadurch können die jeweiligen Elemente leicht hergestellt werden und kann das Kugelventil **106** festgehalten werden und können Schwingungen oder dergleichen des Kugelventils, die durch den Kraftstofffluss verursacht werden, wenn das Ventil geöffnet wird, unterdrückt werden. Um das Kugelventil fester zu halten, ist es ferner ebenfalls möglich, das zylindrische Element **106c** durch Schweißen oder dergleichen mit dem Kugelventil **106** zu integrieren. Diese Konstruktionen können auch in dem Einlassventil verwendet werden.

[0152] Anhand der [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#) wird der Mechanismus mit veränderlicher Kapazität ausführlicher beschrieben. An einem Teil an der Eingangsseite des Einlasslochs **5b** des Pumpenkörpers **1** ist ein ringförmiger Aussparungsabschnitt **5B** gebildet.

[0153] Ein Außenumfangsabschnitt eines Endes eines Halters **5C** zur Unterbringung eines Einlassventils **5** ist in der ringförmigen Aussparung **5B** durch eine Muffenverbindung verbunden, von denen beide fest eingepresst sind. Wie in den [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) gezeigt sind, sind auf der Seite des Einlasslochs **5b** des Halters **5C** fünf Durchgangslöcher **5D** gebohrt.

[0154] In der Mitte des Halters **5** wird eine Feder **105a** (**5a**) gehalten. Auf der Seite des Einlasslochs (**5b**) der Feder **105d** (**5a**) ist ein in den [Fig. 19A](#) und [Fig. 19B](#) gezeigtes becherförmiges Ventil **105** (**5**) so angebracht, dass es die Feder **105a** (**5a**) umgibt.

[0155] Ferner ist der Pumpenkörper **1** mit einer ringförmigen Kammer **110A** gebildet, deren Durchmesser größer als der der ringförmigen Aussparung **5B** ist. Folglich bildet die Kammer **110A** eine Einlasskammer in Verbindung mit einem Niederdruck-Kraftstoffkanal **110**.

[0156] Ferner ist der Pumpenkörper **1** mit einem ringförmigen Hohlraum **130B** mit einer Gewinderille **130A** gebildet, dessen Durchmesser größer als der der ringförmigen Kammer **110A** ist.

[0157] An dem ringförmigen Hohlraum **130A** ist ein Elektromagnet **200** (**130**) angebracht, der einen elek-

tromagnetischen Antriebsmechanismus bildet.

[0158] An dem Außenumfang des Elektromagneten **200 (130)** ist ein mit einem Gewinde **200a** gebildeter Adapter **200A** angebracht, wobei das Gewinde in der Gewinderille des Hohlraums **130A** in Eingriff ist, wodurch der Elektromagnet an dem Hohlraum **130A** angebracht ist.

[0159] Das Bezugszeichen **200b** bezeichnet einen Dichtungsring, der die Kraftstoffeinlasskammer **110A** von der Außenluft trennt.

[0160] In einem becherförmigen Außenkern **200D** mit geschlossenem Ende ist eine ringförmige Elektromagnetspule **200B** untergebracht. In die Mitte der ringförmigen Elektromagnetspule **200B** ist ein hohler rohrförmiger fester Innenkern **200C** eingefügt. Einteilig mit einem Seitenende des hohlen rohrförmigen festen Innenkerns **200C** ist ein scheibenartiger Kernabschnitt **200E** in radialer Richtung gebildet, wobei der Außenumfang des Kerns in Durchmesserrichtung durch eine Spannungsverbindung an der Innenumfangswand an der Seite des offenen Endes des becherartigen Außenkerns **200D** befestigt ist. Die Elektromagnetspule **200B** umfasst einen ringförmigen Spulenkörper **200c**, durch den der feste Innenkern **200C**, eine darum gewickelte Spule **200d** und eine gegossene Harzaußenschicht **200f** geführt sind, wobei der Außenumfang der Spule **200d** einem Gießen mit Harz ausgesetzt worden ist.

[0161] Die ringförmige Elektromagnetspule **200B** ist in einem Zustand untergebracht, in dem sie axial zwischen die innere Unterseite des becherförmigen Außenkerns **200D** und den scheibenartigen Kernabschnitt **200E** in radialer Richtung gepresst ist. In einen dem Spulenkörper **200c**, der Harzaußenschicht **200f** und dem inneren festen Kern **200C** zugewandten Hohlraum ist ein Dichtungsring **200g** gelegt. In einen der Harzaußenschicht **200f**, dem Kernabschnitt **200E** in radialer Richtung und dem becherförmigen Außenkern **200D** zugewandten Hohlraum ist ein Dichtungsring **200h** gelegt.

[0162] Um die Außenseite des Kernabschnitts **200E** in radialer Richtung abzudecken, ist die Seite des offenen Endes des becherförmigen Außenkerns **200D** durch Harzverguss abgedichtet, wobei gleichzeitig ein äußerer Entfernungsanschluss der Elektromagnetspule **200B** ebenfalls mitgegossen ist, um einen Verbinder **200F** zu bilden.

[0163] Der in [Fig. 15](#) eingekreiste Abschnitt P wird in [Fig. 16](#) in einem vergrößerten Maßstab ausführlicher beschrieben.

[0164] Ein Abschnitt **230** der Unterseite des becherförmigen Außenkerns **200D** mit geschlossenem Ende besitzt in der Mitte davon ein Durchgangsloch

231.

[0165] An der Außenseite des Durchgangslochs **231** ist ununterbrochen eine ringförmige Aussparung **232** gebildet. Der Durchmesser der ringförmigen Aussparung **232** ist größer als der des Durchgangslochs **231**.

[0166] In das Durchgangsloch **231** ist ein beweglicher Kern **131a** eingeführt. Einteilig mit dem beweglichen Kern **131a** ist ein Eingriffselement **201** in Form einer Tauchkolbenstange gebildet.

[0167] Außerdem ist an einer längsgerichteten Zwischenstelle des Eingriffselements **201** einteilig ein ringförmiger beweglicher Anschlag **201c** gebildet. Zwischen dem Anschlag **201c** und dem beweglichen Kern **131a** ist unter Verwendung einer Schnittrille in den Stangenabschnitt des Eingriffselements **201** in radialer Richtung ein C-Ringartiges festes Anschlagselement **233** eingepasst. In diesem Zustand wird der bewegliche Kern **131a** in das Durchgangsloch **231** eingeführt, wird das feste Anschlagselement **233** fest in die ringförmige Aussparung **232** gepresst und werden der bewegliche Kern **131a** und das Eingriffselement **201** in der Weise an dem Elektromagneten **200** angebracht, dass sie durch den unteren Abschnitt **230** des festen Außenkerns **200D** verlaufen.

[0168] Ferner ist in die ringförmige Aussparung **232** ein Führungselement **220** in der Weise pressgepasst, dass es einen befestigten C-Ring-Anschlag **233** hält.

[0169] Das Führungselement **220** ist mit einer Anschlagoberfläche **221** gebildet, die der Anschlagoberfläche **233a** des festen Anschlags **233** zugewandt ist, wobei ein beweglicher Anschlag **201c** um einen Hub von $S_s = 45$ Mikrometer zwischen diesen zwei Anschlagoberflächen hin und her bewegt werden kann.

[0170] Die Führung **220** ist in der Mitte mit einem Führungsloch **220b** gebohrt. Durch das Führungsloch **220b** verläuft das Eingriffselement **201**, um dadurch die radiale Bewegung für die Hin- und Herbewegung entlang der Mittelachse des Elektromagneten **200** zu steuern.

[0171] Die Führung **220** ist mit mehreren Durchgangslöchern **220C** in einer radialen Richtung gebohrt. Die Durchgangslöcher **220C** stehen mit einem Niederdruck-Kraftstoffkanal um die Führung **220** in Verbindung.

[0172] Die Durchgangslöcher **220C** sind mit einem Mittelloch **220A** der Führung **220** verbunden. Das Mittelloch **220A** ist zu dem axialen Ende der Führung **220** hin offen (**220B**), wobei eine Endoberfläche **220a** um die Öffnung **220B** eine Sitzoberfläche des Einlassventils **105 (5)** bildet.

[0173] Wie in [Fig. 15](#) gezeigt ist, kommt folglich in dem Zustand, in dem der Elektromagnet **200** (**130**) an dem Pumpenkörper **1** angebracht ist, der Außenumfang der Endoberfläche in axialer Richtung der Führung **220** in Druckkontakt mit der Endoberfläche des Halters **5C**, die beide einen Einlassventilmechanismus bilden.

[0174] Außerdem ist in dem Eingriffselement **201** an dem Ende des Tauchkolbenstangenabschnitts durch Schweißen eine Metallkugel befestigt.

[0175] In dem becherförmigen beweglichen Kern **131a** ist innen eine Feder **202** (**132**) untergebracht, wobei ein Seitenende der Feder **202** (**132**) mit der Endoberfläche einer Stellschraube **200G** in Kontakt ist, die durch ein Gewinde in die Mitte eines festen Kerns **200C** in der Mittelseite eingepasst ist.

[0176] Die Stellschraube **200G** stellt eine Sollast der Feder **202** (**132**) ein, um die Eigenschaften der Bewegungsoperation des Eingriffselements **201** einzustellen.

[0177] Die Feder **202** (**132**) belastet den beweglichen Kern **131a** und das Eingriffselement **201** (**131**) in der der Einstelleinrichtung **200G** entgegengesetzten Richtung vor, wobei infolgedessen die Anschlagoberfläche **201a** des Anschlags **201c** mit der Anschlagoberfläche **221** des Führungselements **220** in Kontakt ist.

[0178] Im Ergebnis steht das Kugelelement **210** an dem Ende des Eingriffselements **201** (**131**) um eine Dimension $S_g = 35$ Mikrometer von dem Ende **220a** der Führung **220** vor. Zu dieser Zeit veranlasst das Kugelelement **210**, dass der Ventilkörper **105** (**5**) gegen die Kraft der Feder **105a** (**5a**) um die Dimension $S_g = 35$ Mikrometer von der Sitzoberfläche des Führungselements **220** angehoben ist, um die Öffnung **220B** durch die fünf Löcher **5D** des Halters **5C** mit dem Einlassloch **5b** des Zylinders zu verbinden.

[0179] Die axiale Endoberfläche des beweglichen Kerns **131a** ist durch einen Spalt G_a von der Endoberfläche in axialer Richtung des inneren festen Kerns **200C** abgewandt. Andererseits ist die Außenumfangsoberfläche des beweglichen Kerns **131a** über einen kleinen Durchmesserspalt der Innenumfangsoberfläche des Durchgangslochs **231** des festen Außenkerns **200D** zugewandt.

[0180] Im Ergebnis wird ein geschlossener Magnetpfad gebildet, der durch den festen Außenkern **200D**, durch den beweglichen Kern **131a**, durch den festen Innenkern **200C** und durch das Scheibenelement **200E** geht, wenn einer Spule **200B** von einem Verbinder **200F** Leistung zugeführt wird (d. h. Erregung).

[0181] Im Ergebnis wird zwischen dem gegenüber-

liegenden Ende des beweglichen Kerns **131a** und dem festen Innenkern **200C** eine magnetische Anziehung erzeugt.

[0182] Diese magnetische Anziehung zieht den beweglichen Kern **131a** gegen die Kraft der Feder **132** zu dem festen Innenkern **200C**.

[0183] An einer Stelle, an der der Anschlag **201c** des Eingriffselements **201** mit der Anschlagoberfläche **233a** des festen Anschlags **233** in Kontakt gelangt, wird der Hub des beweglichen Kerns **131a** abgeschlossen. Diese Strecke ist $S_s = 45$ Mikrometer.

[0184] Am Ende des Hubs des beweglichen Kerns **131a** beträgt ein Spalt G_a zwischen dem beweglichen Kern **131a** und der Endoberfläche des festen Innenkerns **200C** 6 Mikrometer.

[0185] An dem Innenumfang des beweglichen Kerns **131a** ist ein nichtmagnetischer Ring **133** befestigt, wobei ein von dem beweglichen Kern **131a** des nichtmagnetischen Rings **133** vorstehender Abschnitt zu der Innenumfangsoberfläche des festen Innenkerns **200** geführt ist. Im Ergebnis wird die radiale Bewegung des beweglichen Kerns **131a** gesteuert.

[0186] Somit werden das Eingriffselement **201** und der bewegliche Kern **131** an zwei Stellen geführt, die in axialer Richtung voneinander beabstandet sind, um die stabile Bewegung zu ermöglichen.

[0187] Schließlich wird das Kugelelement **210** am Ende des Eingriffselements **201** (**131**) im Ergebnis des Hubs des beweglichen Kerns **131a** an einer Stelle gehalten, die um die Dimension $S_a = 10$ Mikrometer von der Sitzoberfläche **220a** des Führungselements **220** zurückgezogen ist.

[0188] Zu dieser Zeit wird das Einlassventil **105** (**5**) von dem Kugelelement **210** gelöst und durch die Kraft der Feder **105a** (**5a**) gegen die Sitzoberfläche **220a** des Führungselements **220** gedrückt. Im Ergebnis schließt das Einlassventil **105** (**5**) die Mittelöffnung **220B** des Führungselements **220**, um zwischen dem Niederdruck-Kraftstoffkanal und dem Halter **5** zu unterbrechen.

[0189] Wie in den [Fig. 19A](#) und [Fig. 19B](#) gezeigt ist, ist das Einlassventil **105** (**5**) becherförmig gebildet und in dem Zustand gehalten, in dem es um die Feder **105a** (**5a**) gelegt ist.

[0190] Die Endoberfläche in radialer Richtung, die die Dichtungsoberfläche sein soll, hat einen kreisförmigen konvexen Abschnitt **105A**, dessen Mitte mit dem Kugelelement **210** in Kontakt gelangt, und einen ringförmigen konvexen Abschnitt **105B** in Kontakt mit der Sitzoberfläche **220a** der Führung **220**. Zwischen den beiden konvexen Abschnitten ist eine Ringrinne

105 gebildet.

[0191] Die beiden konvexen Abschnitte werden einem Schneiden in der Weise ausgesetzt, dass ihre Höhen gleich sind.

[0192] Da die Sitzoberfläche durch den ringförmigen konvexen Abschnitt **105B** gebildet ist, wird die einseitige Angrenzung an die Sitzoberfläche an der Seite des Führungselements verringert, so dass der Kontakt dazwischen eng wird, um die Sitzeigenschaft zu verbessern.

[0193] Das Einlassventil **105 (5)**, das Führungselement **220** und das Kugelement **210** treffen aufeinander auf, wobei sich die Anzahl davon während der Nutzungsdauer der Brennkraftmaschine auf eine Million erstreckt. Der zulässige Verschleiß dieser Elemente liegt unter diesen Bedingungen nur in der Größenordnung von 10 Mikrometern. Insbesondere dann, wenn der Kontaktabschnitt zwischen dem Einlassventil **105 (5)** und dem Kugelement **210** um 35 Mikrometer verschliffen ist, kann das Einlassventil **105 (5)** nicht von der Dichtungsoberfläche angehoben werden, selbst wenn der bewegliche Kern **131a** und das Eingriffselement **201 (131)** einen Hub von 45 Mikrometern haben. Das heißt, in einem wie beschriebenen Zustand kann der Öffnungsventilzustand des Einlassventils **105 (5)** nicht aufrecht erhalten werden und kann die Steuerung der Kapazität nicht ausgeführt werden. Somit ist im Ergebnis verschiedener Untersuchungen von Bedingungen mit weniger Verschleiß festgestellt worden, dass die Verwendung eines Werkstoffs mit einer Härte gleich oder mehr als 30 H_{RC} auf der Vickers-Härteskala bevorzugt ist. Genauer ist festgestellt worden, dass ein Werkstoff zur Erfüllung dieser Bedingung rostfreier Stahl SUS440C, wie er in der japanischen Industrienorm (JIS) dargelegt ist, vorteilhaft ist.

[0194] Da andererseits der bewegliche Kern **131a** und der Tauchkolbenstangenabschnitt des Eingriffselements **201 (131)** einen magnetischen Pfad bilden, muss der Werkstoff ein magnetischer Werkstoff sein, wobei unter diesem Gesichtspunkt festgestellt worden ist, dass der magnetische rostfreie Stahl SUS420J2, wie er in der japanischen Industrienorm (JIS) dargelegt ist, vorteilhaft ist.

[0195] Somit kann eingestellt werden, dass die Kraft der Feder **132** in dem Nichterregungszustand der Spule des Elektromagneten **200 (130)** die Kraft der Feder **105a (5a)** überwindet, wobei das Eingriffselement **201 (131)** einen Hub von 35 Mikrometern hat, um das Einlassventil **105 (5)** von der Sitzoberfläche anzuheben.

[0196] Da in der vorliegenden Ausführungsform das Kugelement **210** von dem Tauchkolbenstangenabschnitt getrennt ist, können Werkstoffe verwendet

werden, die an die jeweiligen Funktionen angepasst sind.

[0197] Dort, wo der bewegliche Kern **131a** und der Tauchkolbenstangenabschnitt des Eingriffselements **201 (131)** getrennt aus verschiedenen Werkstoffe gebildet werden und daraufhin durch Nachverarbeitung durch ein Verfahren wie etwa Schweißen oder Spannungsverbinden miteinander integriert werden, ist es möglich, dass der Tauchkolbenstangenabschnitt und der Kugelabschnitt einteilig gebildet werden können. In diesem Fall werden der Kugelabschnitt, der Tauchkolbenstangenabschnitt und der Anschlagabschnitt durch Schneiden aus demselben Element ausgeschnitten.

[0198] Das Kugelement braucht nicht immer kugelförmig zu sein. Die Verbindungsoberfläche mit dem Eingriffselement **201 (131)** kann flach sein. Somit kann das Kugelement eine Halbkugel sein.

[0199] In der vorliegenden Ausführungsform ist das Eingriffselement an seinem Ende mit einer ringförmigen Aussparung gebildet, in der ein Teil eines Kugelements eingebettet und gehalten ist, wobei die Kontaktoberflächen davon zur Verbindung verschweißt sind, so dass die Verbindungsarbeit sehr leicht ist und die Mitten des Kugelements und des Eingriffselements dazu neigen, registriert zu sein.

[0200] In der vorliegenden Erfindung wird die Montage des Einlassventilmechanismus mit einer Funktion mit veränderlicher Kapazität lediglich durch Presspassung des Ventilhalters **5C** in die Aussparung **5B** des Pumpenkörpers **1** und Schrauben des getrennt zusammengesetzten Elektromagneten **200 (130)** in den Aussparungsabschnitt **130B** mit einer Gewinderille abgeschlossen, so dass eine gute Bearbeitbarkeit erzielt wird.

[0201] Das Bezugszeichen **200e** bezeichnet ein Schaumaustrittsloch. Wo in dem Niederdruck-Kraftstoffkanal wegen Wärme des Motors Dampf erzeugt wird, wird der Schaum vorübergehend in einem durch das Schaumaustrittsloch **200e** gehenden ringförmigen Hohlraum **200i** geschützt, um zu verhindern, dass der in die Druckbeaufschlagungskammer in dem Zylinder **8** eindringende Dampf durch das Einlassventil **105 (5)** geht.

[0202] In der Beschreibung der vorliegenden Ausführungsform ist die Gesamtheit einschließlich des beweglichen Kerns, des Tauchkolbenstangenabschnitts und des Kugelements auf Makroweise das Eingriffselement genannt. Allerdings kann der bewegliche Kern ebenfalls aus einem getrennten Element gebildet sein, wobei es gelegentlich notwendig sein kann, es in Bezug auf die Funktionalität von dem beweglichen Kern zu unterscheiden. Unter Berücksichtigung des Obigen sind der Tauchkolbenstangen-

abschnitt und der Kugelementabschnitt in einigen Passagen als das Eingriffselement erläutert worden.

[0203] In der vorliegenden Ausführungsform ist der Ventilkörper vollständig von dem elektromagnetischen Antriebsmechanismus getrennt, wobei die vorliegende Ausführungsform von diesem Standpunkt aus in Bezug auf Aufbau und Betrieb genau von dem Mechanismus mit veränderlicher Kapazität mittels eines elektromagnetischen Ventils (eines an dem Antriebsmechanismus befestigten Ventils) im Stand der Technik verschieden ist.

[0204] Da die zusätzliche Anziehung des Antriebsmechanismus, nachdem der Kontakt des Ventilkörpers mit dem Sitz fertig gestellt ist, nicht auf den Ventilkörper ausgeübt wird, werden der Ventilkörper und die Sitzoberfläche weniger verschlissen und wirkt keine mechanische Spannung zwischen dem Körper und dem Tauchkolben des Antriebsmechanismus. Die Kraft, die an der Öffnungsoperation des Ventilkörpers beteiligt ist, wenn der Ventilkörper wegen einer Druckdifferenz zwischen Eingangsseite und Ausgangsseite des Ventilkörpers geöffnet wird, ist nur die Federkraft zum Erzeugen einer Ventilschließkraft, was die Bewegung schnell macht.

[0205] Im Stand der Technik des elektromagnetischen Ventilsystems müssen sich nicht nur der Ventilkörper, sondern auch der Tauchkolben des Antriebsmechanismus und der bewegliche Kern zusammen bewegen, wobei es notwendig ist, die Antriebskraft der Feder um die für die Kraft der Feder erforderliche (die in einer Ventilöffnungsrichtung ausgeübt wird) auf der Seite des elektromagnetischen Antriebsmechanismus groß zu machen, wobei im Ergebnis beim Antreiben zu der Schließseite eine starke Kraft notwendig ist, wodurch der elektromagnetische Mechanismus groß wird.

[0206] Ferner wird die Bewegung des Ventilkörpers selbst ebenfalls gedämpft.

[0207] Aus den oben erwähnten Gründen sollte in der vorliegenden Ausführungsform trotz der Tatsache, dass der Ventilkörper und der elektromagnetische Tauchkolben unabhängig davon sind, die vorliegende Ausführungsform deutlich von dem elektromagnetischen Ventilsystem des Standes der Technik unterschieden werden.

[0208] Gemäß dem weiteren charakteristischen Aufbau ist die Einlassöffnung (**220a**), die durch das Einlassventil **105 (5)** geöffnet und geschlossen wird, auf der Seite des elektromagnetischen Antriebsmechanismus gebildet.

[0209] Dies ist der sehr wichtige Aufbau bei der Steuerung des Hubs der Tauchkolbenstange als das Eingriffselement **201 (131)** auf der Grundlage der

Sitzoberfläche, auf der das Einlassventil sitzt.

[0210] Das heißt, dies schafft den Nutzen, dass die Sitzoberfläche und der Hub des Eingriffselements unabhängig eingestellt und untersucht werden können, bevor sie in den Pumpenkörper integriert werden.

[0211] In der vorliegenden Ausführungsform bleibt die Beziehung zwischen der Sitzoberfläche des Einlassventils und dem Hub des Eingriffselements, auch nachdem der elektromagnetische Antriebsmechanismus in den Pumpenkörper integriert worden ist, genau ungeändert.

Patentansprüche

1. Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe für eine Brennkraftmaschine mit:

einem elektromagnetischen Betätigungsmechanismus (**200**), der durch ein Signal einer Steuereinheit der Brennkraftmaschine gesteuert wird, einem Eingriffselement (**201**), das in dem elektromagnetischen Betätigungsmechanismus vorgesehen ist und das durch ein Steuersignal der Steuereinheit eine vorgezogene erste Position und eine zurückgezogene zweite Position einnimmt, einem Ventilkörper (**5**) zum Öffnen und Schließen einer Kraftstoffeinführungsöffnung zum Verbinden einer Druckbeaufschlagungskammer einer Pumpe mit einem Niederdruck-Seitenkraftstoffkanal, und einer Feder (**5a**) zum Vorspannen des Ventilkörpers in eine Richtung, in der die Kraftstoffeinführungsöffnung schließt; wobei die Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe derart konfiguriert ist, dass der Ventilkörper (**5**) in einer Position gehalten wird, in der die Kraftstoffeinführungsöffnung geöffnet ist, wenn das Eingriffselement (**201**) in der ersten Position ist, und dass der Ventilkörper (**5**) aufgrund eines Druckunterschieds zwischen stromaufwärts und stromabwärts des Ventilkörpers geöffnet und geschlossen wird, wenn das Eingriffselement (**201**) in der zweiten Position ist, wobei das Eingriffselement (**201**) in der zweiten Position ist, wenn der elektromagnetische Betätigungsmechanismus (**200**) eingeschaltet ist, und wobei der geschlossene Zustand des Ventilkörpers sogar beibehalten bleibt, wenn die elektromagnetische Betätigungseinrichtung (**200**) ausgeschaltet ist, nach Einschalten der elektromagnetischen Betätigungseinrichtung (**200**) und Schließen des Ventilkörpers (**5**) bis zum Beginn des nächsten Einlasshubs.

2. Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, wobei der Ventilkörper das Wechseln des Eingriffselements in die erste Position verhindert, wenn der Kraftstoffdruck in der Druckbeaufschlagungskammer der Pumpe einen vorbestimmten Wert überschreitet, nachdem der Ventilkörper geschlossen wurde.

3. Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe für

eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Eingriffselement einen gedehnten Stab hat, und ein Kugelelement an das auf der Seite des Ventilkörpers liegende Ende des Stababschnitts angebracht ist.

4. Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 3, wobei das Material des Kugelelements einen gleichen oder größeren Härtegrad als HRC 30 auf der Rockwell Härtegradskala aufweist.

5. Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 3, wobei das Kugelelement aus rostfreiem Stahl SUS440C nach JIS Standard besteht.

6. Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, wobei das Material des Ventilkörpers einen größeren Härtegrad als HRC 30 auf der Rockwell Härtegradskala aufweist.

7. Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, wobei der Ventilkörper aus rostfreiem Stahl SUS440C nach JIS Standard besteht.

8. Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 3, wobei der Stababschnitt aus magnetischem Material besteht.

9. Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 3, wobei der Stababschnitt aus magnetischem rostfreiem Stahl SUS420J2 nach JIS Standard besteht.

10. Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, wobei ein Durchgangsöffnung (5Aa) umschließendes Element aus rostfreiem Stahl SUS440C nach JIS Standard besteht.

11. Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe für eine Brennkraftmaschine nach Anspruch 3, wobei der Ventilkörper und das Kugelelement aus rostfreiem Stahl SUS440C nach JIS Standard bestehen und der Stababschnitt aus magnetischem rostfreiem Stahl SUS420J2 nach JIS Standard besteht.

12. Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe nach Anspruch 1 mit:
einem Ventilbetätigungselement zum Drücken oder Ziehen des Ventilkörpers in Richtung der Achse einer Komponente der Feder, um die Position des Ventilkörpers in eine Öffnungs-Position oder eine Schliess-Position zu ändern, und
einem elektromagnetischen Mechanismus zum Betätigen des Ventilbetätigungselements und des Ven-

tilkörpers in einen Trennzustand und/oder einen Eingriffzustand, um den Ventilkörper durch das Ventilbetätigungselement in die Öffnungs- oder Schliess-Position zu bringen.

13. Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe nach Anspruch 1 mit:
einem Einlassrückschlagventil, angebracht in einem Kraftstoffzuleitungsabschnitt einer Druckbeaufschlagungskammer, einem Betätigungselement, dass mit dem

Einlassrückschlagventil in Kontakt kommt, um es zwangsweise in die Öffnungs-Position zu bringen, und

einem elektromagnetischen Mechanismus zum Wegziehen des Betätigungselements von dem Einlassrückschlagventil um das Einlassrückschlagventil in eine Nicht-Kontakt-Position zu bewegen.

14. Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe nach Anspruch 1 mit
einem elektromagnetischen Mechanismus, der einen mittels einer Feder in eine Herauspring-Position vorgespannten Plungerkolben und einen elektromagnetischen Solenoid-Magneten zum Verschieben des Plungerkolbens in eine zurückgezogene Position beinhaltet, und

einem Einlassrückschlagventil in einer Kraftstoffzuleitung einer Pumpe; wobei der elektromagnetische Mechanismus derart integral mit dem Pumpenkörper ausgebildet ist, dass er in Kontakt mit dem Rückschlagventil kommt, um das Rückschlagsventil in eine Öffnungsposition zu bringen, wenn sich der Plungerkolben in der Herauspringposition befindet und sich der Plungerkolben zum Verschieben des Rückschlagventils in die Schliess-Position vom Rückschlagventil wegbewegt, wenn er sich in der zurückgezogenen Position befindet.

15. Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe nach Anspruch 1 mit:
einem Ventilkörper, mit einer Feder gespannt, so dass eine Kraftstoffeinlassöffnung einer Druckbeaufschlagungskammer von der Seite der Verdichtungskammer der Druckbeaufschlagungskammer her verschlossen wird, und
einem Öffnungs- und Schliessbetätigungsmechanismus, der während des Hubs, in dem der Ventilkörper die Kraftstoffeinlassöffnung verschließt, vom Ventilkörper wegbewegt wird, und die Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe während des Hubs, in dem der Ventilkörper geöffnet wird, in Kontakt mit dem Ventilkörper kommt und dazu eine der Kraft der Feder entgegen gesetzte Kraft aufbringt.

16. Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe nach Anspruch 1 mit einer Druckbeaufschlagungskammer, die mit einem Kraftstoffeinlassabschnitt und einem Auslassabschnitt in Verbindung ist, einem Kolben zur Kraftstoffzuführung unter Druck in die Druck-

beaufschlagungskammer zu dem Auslassabschnitt, und ein im Einlassabschnitt angebrachtes Einlassventil, wobei eine Ventilschliesskraft in dem Einlassventil erzeugt wird, wenn der Druck stromabwärts des Einlassventils gleich oder größer als der Druck stromaufwärts ist; wobei die Versorgungspumpe ein Eingriffselement aufweist, auf das eine erste vorspannende Kraft aufgebracht wird, um entgegenzuwirken, wenn das Einlassventil sich in eine Schliessrichtung bewegt, und einen Aktuator zum Ausüben einer der ersten vorspannenden Kraft entgegen gesetzten zweiten vorspannenden Kraft auf das Eingriffselement durch eine externe Eingabe, wobei das Eingriffselement von dem Einlassventil weggezogen wird, wenn die erste vorspannende Kraft durch die zweite vorspannende Kraft kompensiert wird.

17. Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe nach Anspruch 16, wobei die resultierende Kraft aus der Schliesskraft des Einlassventils, die bei gleichem Druck stromaufwärts und stromabwärts des Einlassventils erzeugt wird, und der zweiten vorspannenden Kraft durch den Aktuator größer als die erste vorspannende Kraft gemacht wird.

18. Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe nach Anspruch 16, wobei der Aktuator die zweite vorspannende Kraft durch elektromagnetische Kraft erzeugt.

19. Hochdruck-Kraftstoffversorgungspumpe nach Anspruch 16, wobei ein Eingriffsabschnitt zwischen dem Einlassventil und dem Eingriffselement die Form eines konkav-konvexen Eingriffs hat.

Es folgen 14 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

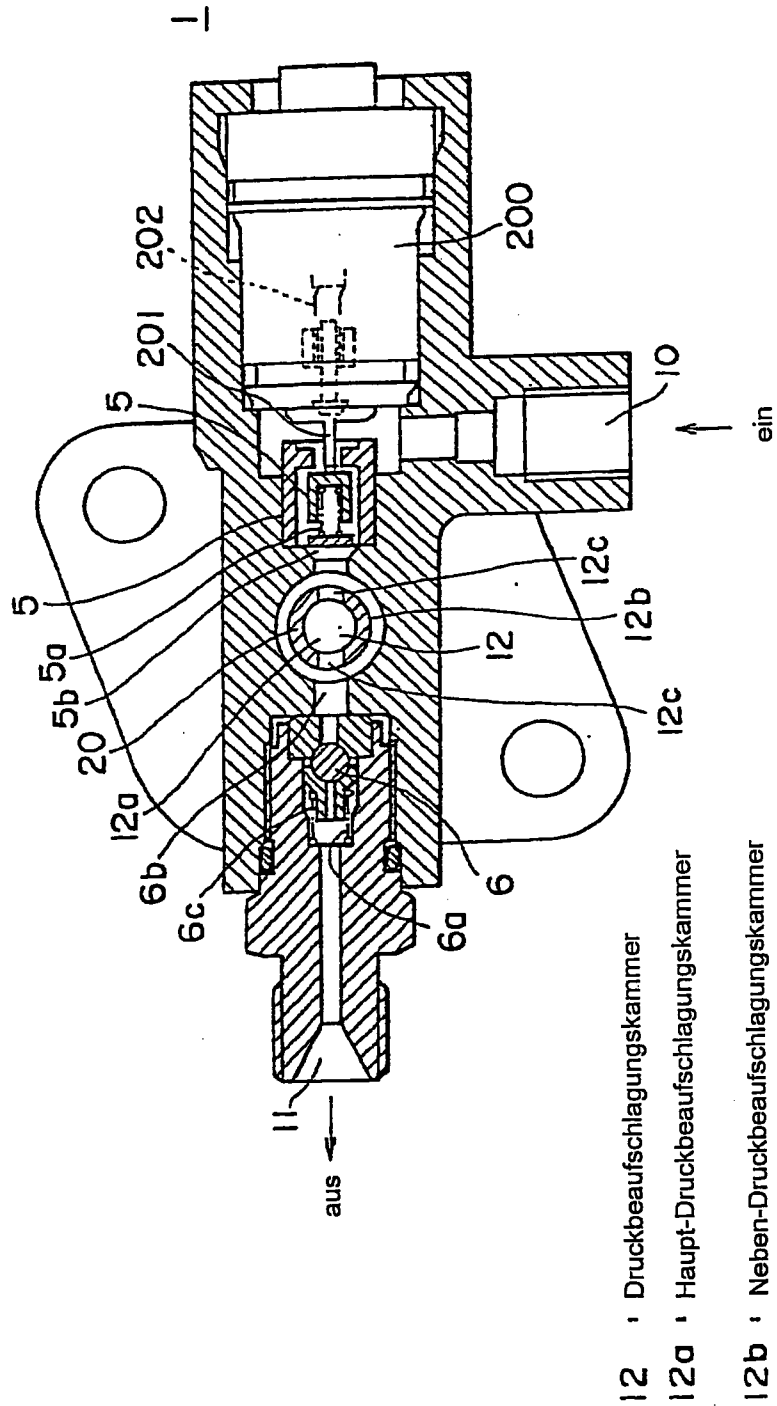


Fig. 2

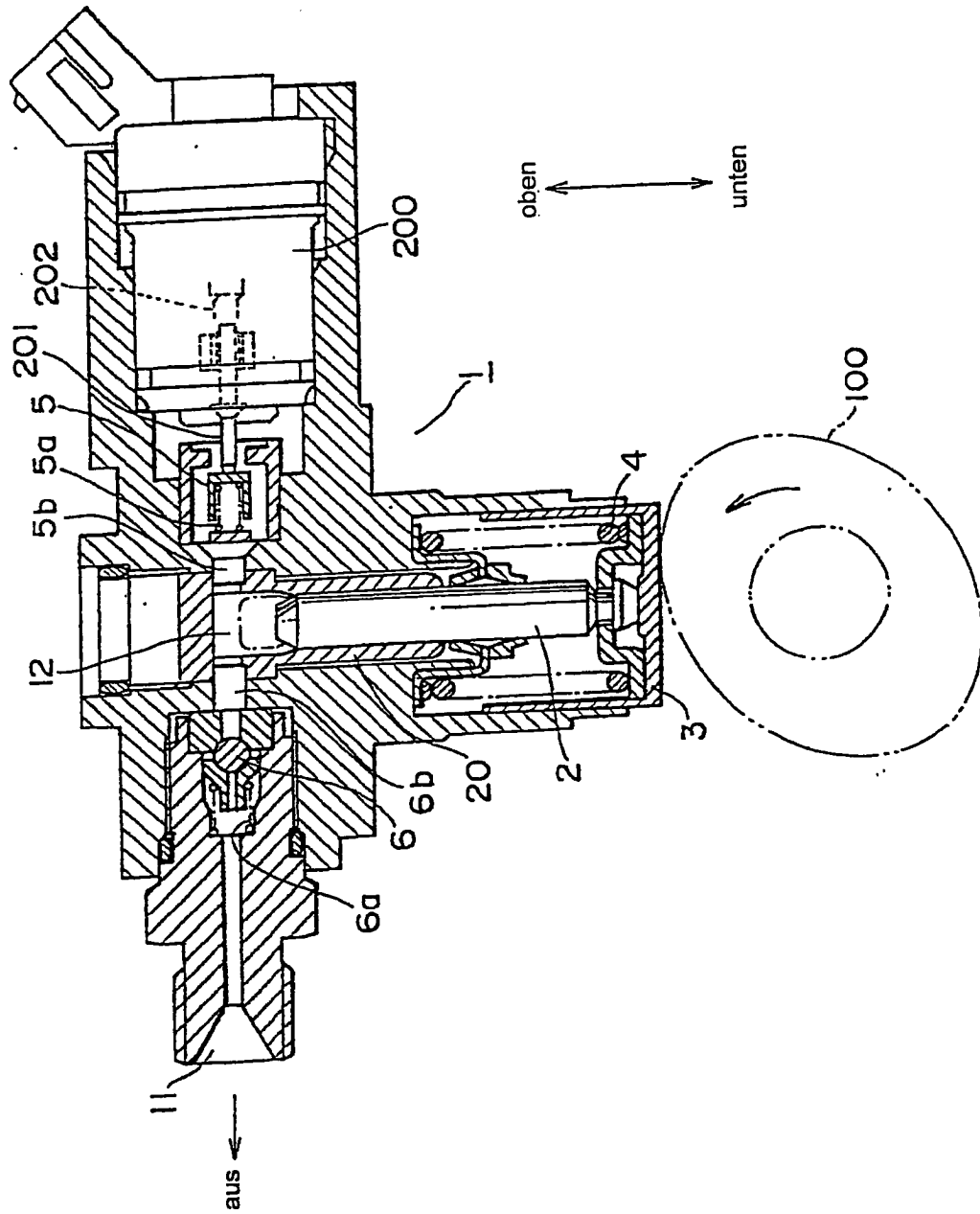


FIG. 3

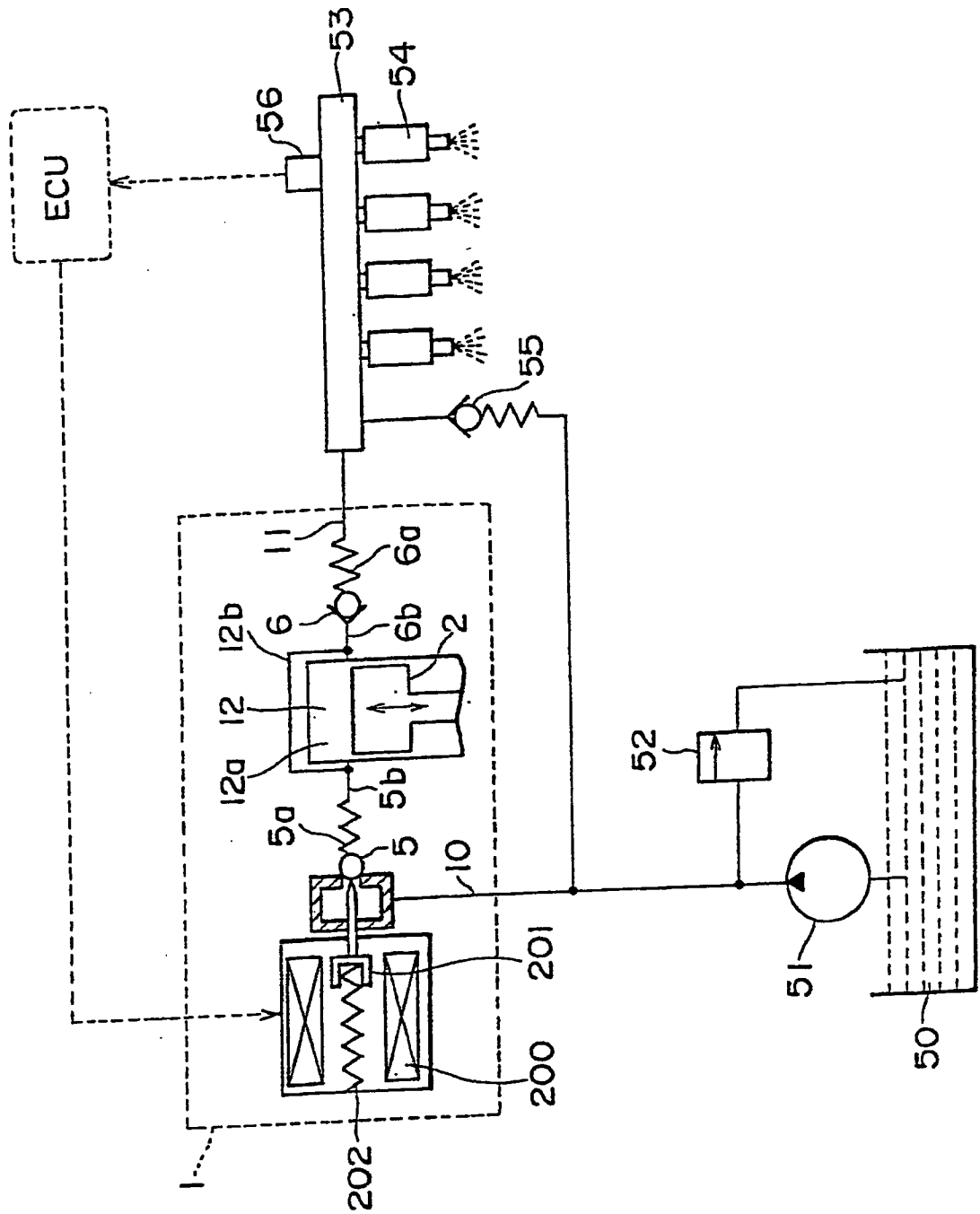


Fig. 4

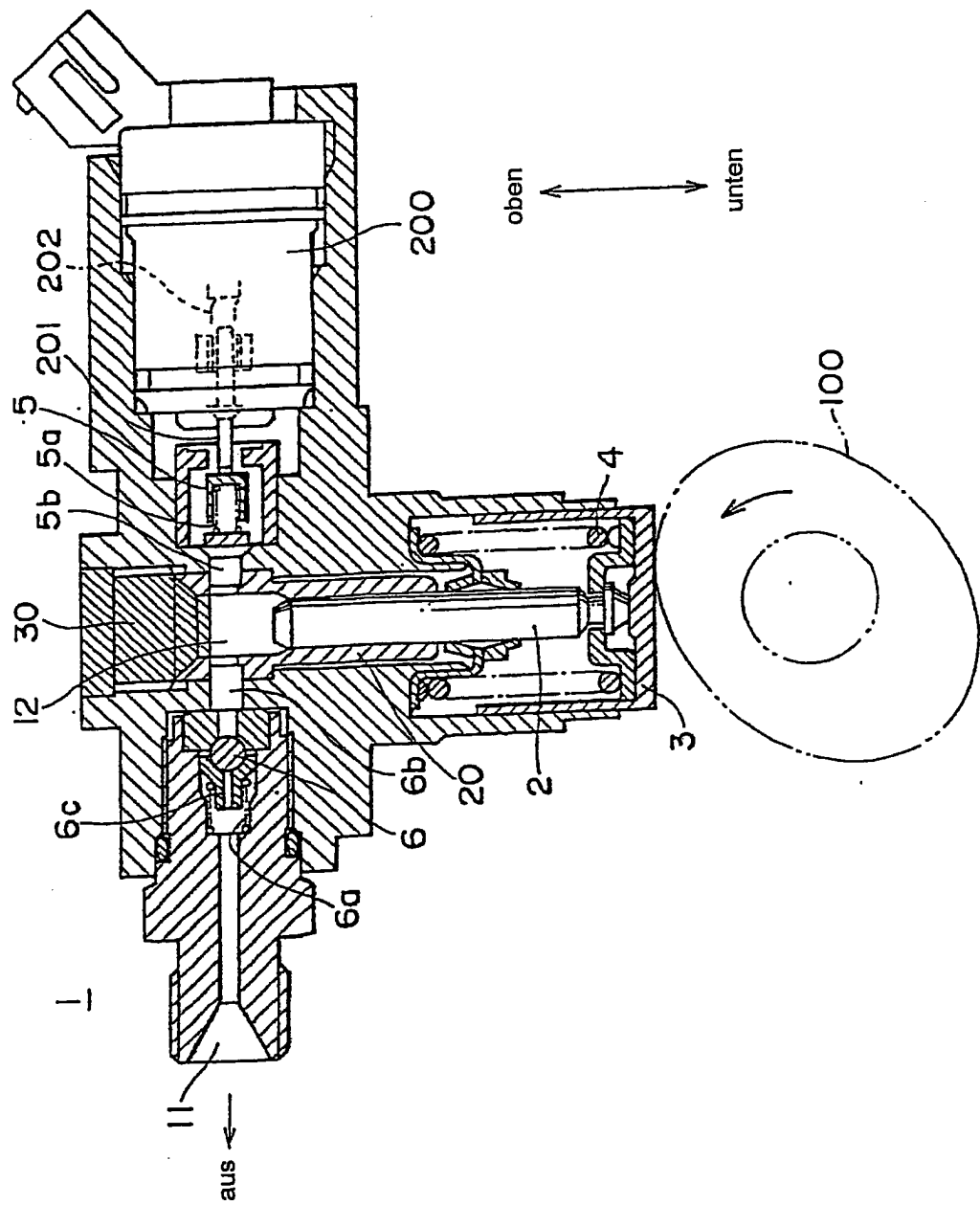


Fig. 5

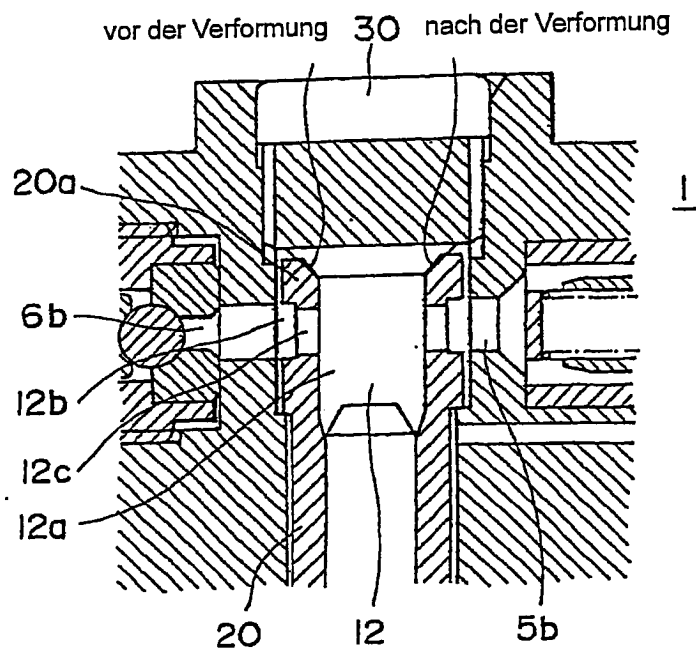


Fig. 6

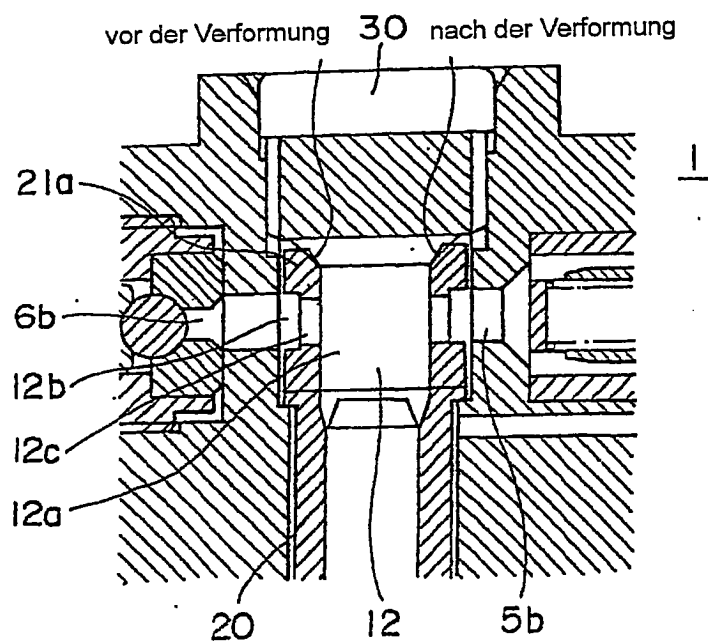


Fig. 7

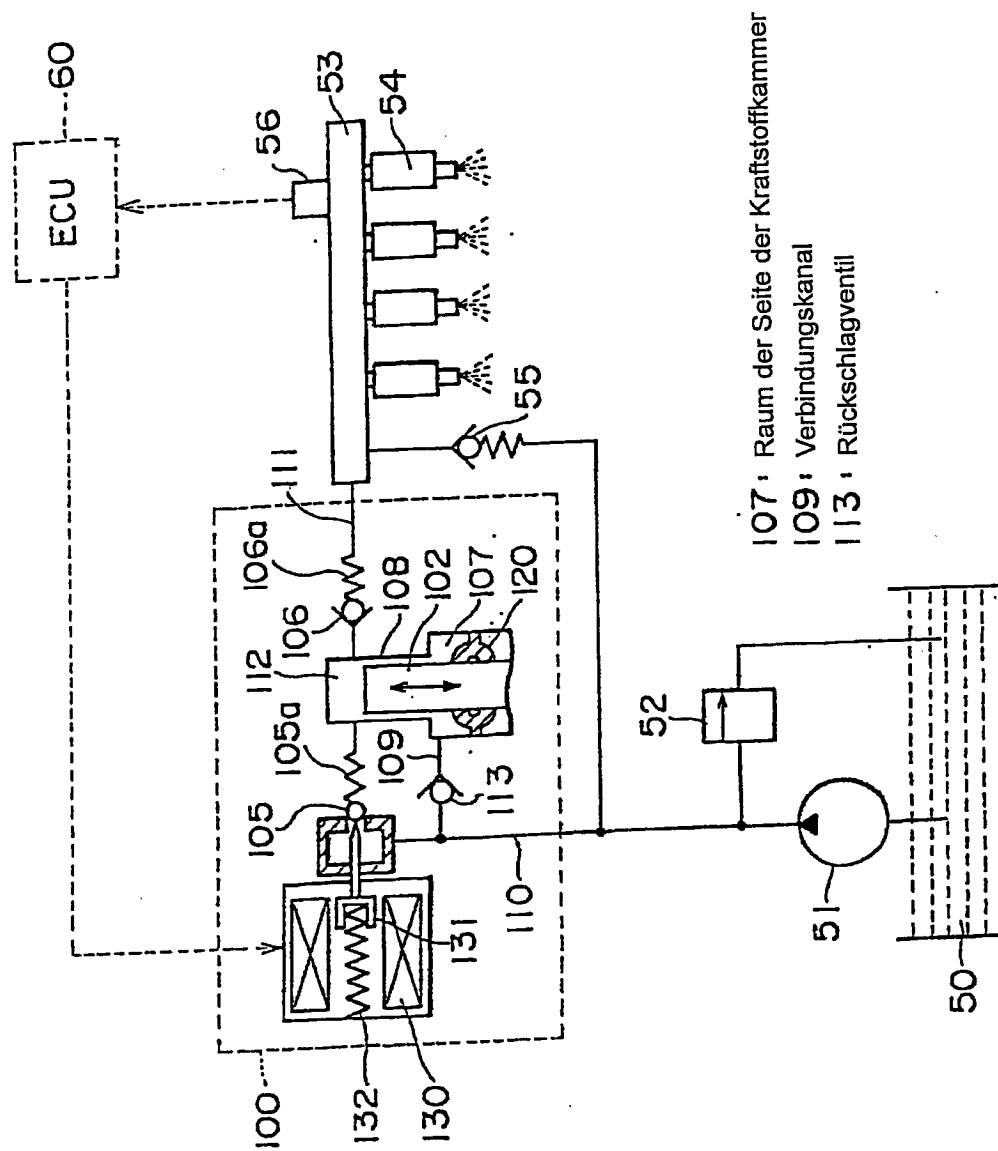


Fig. 8

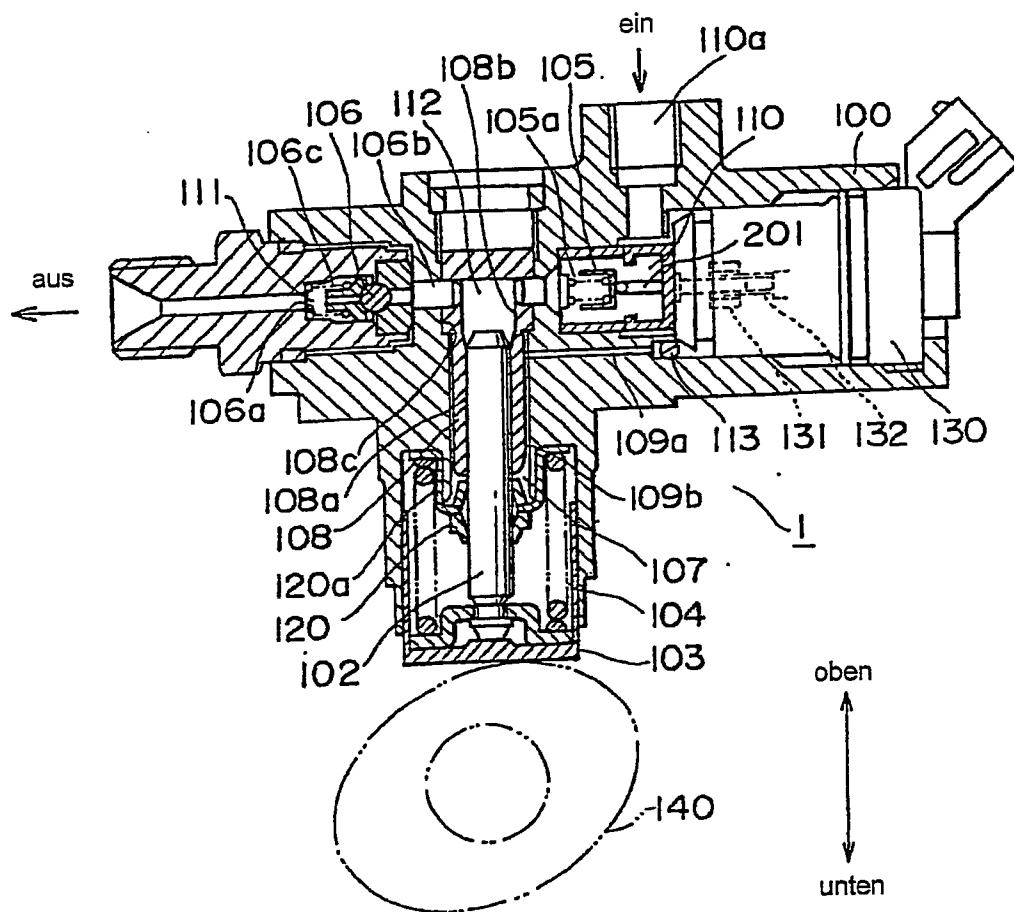


Fig. 9

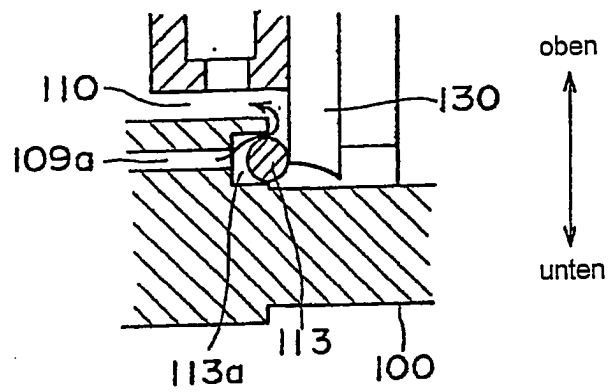


Fig. 10

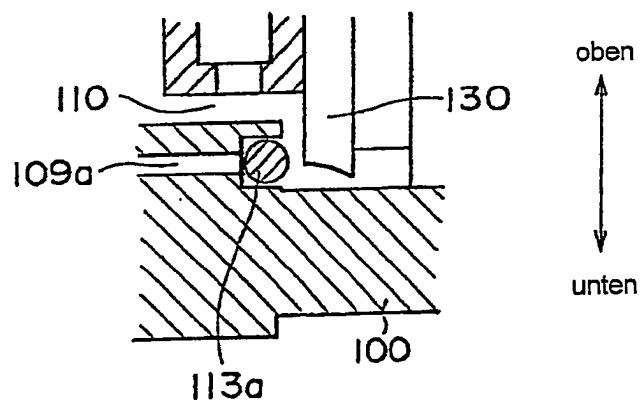


Fig. 11

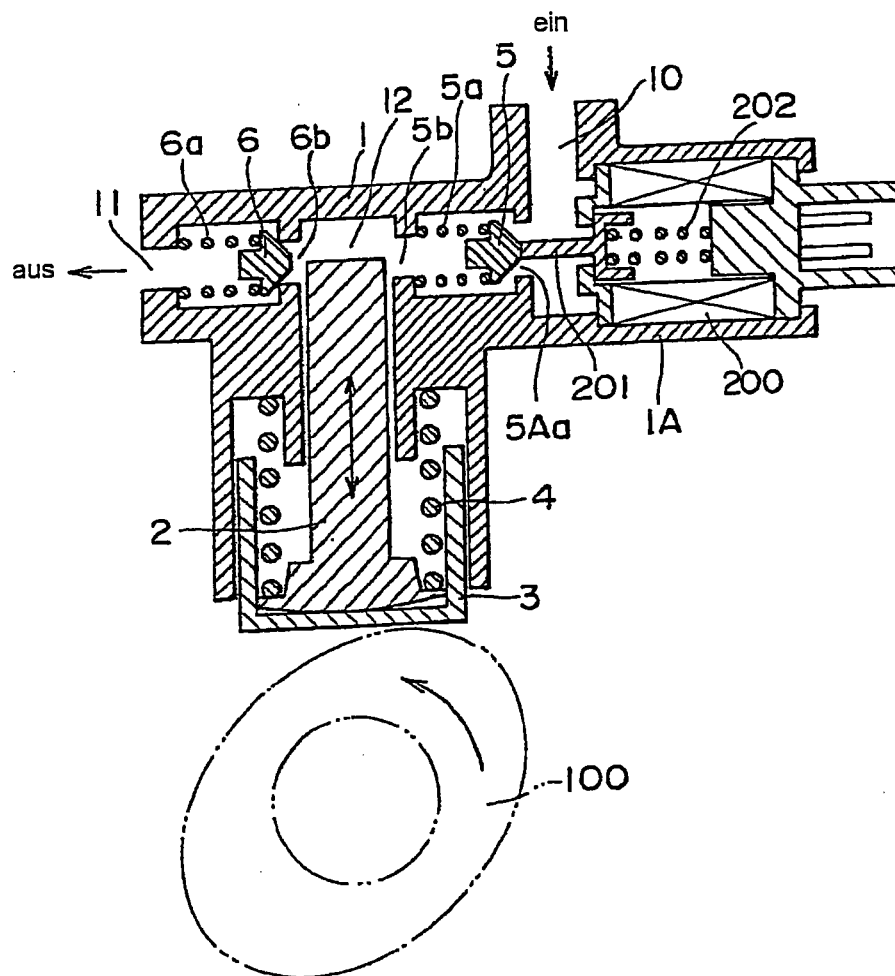


FIG. 12

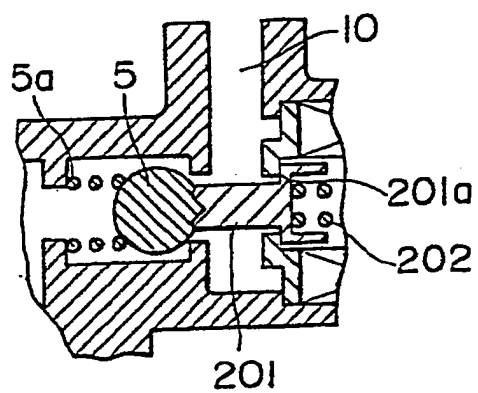


FIG. 13

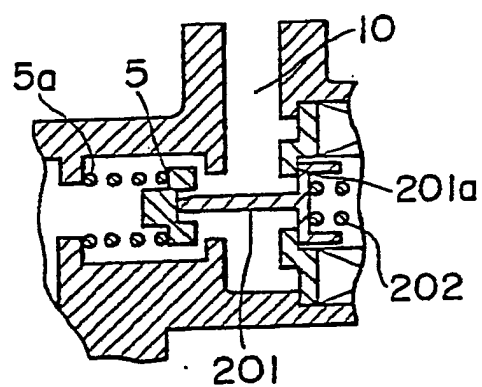


FIG. 14

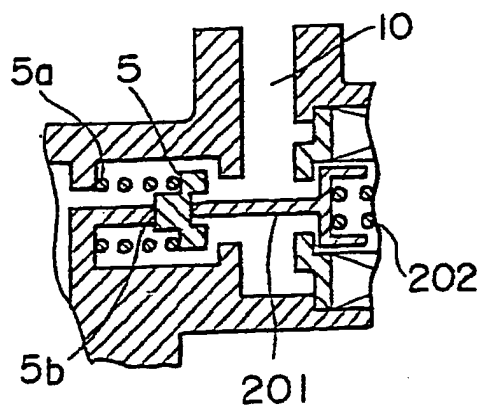


FIG. 15

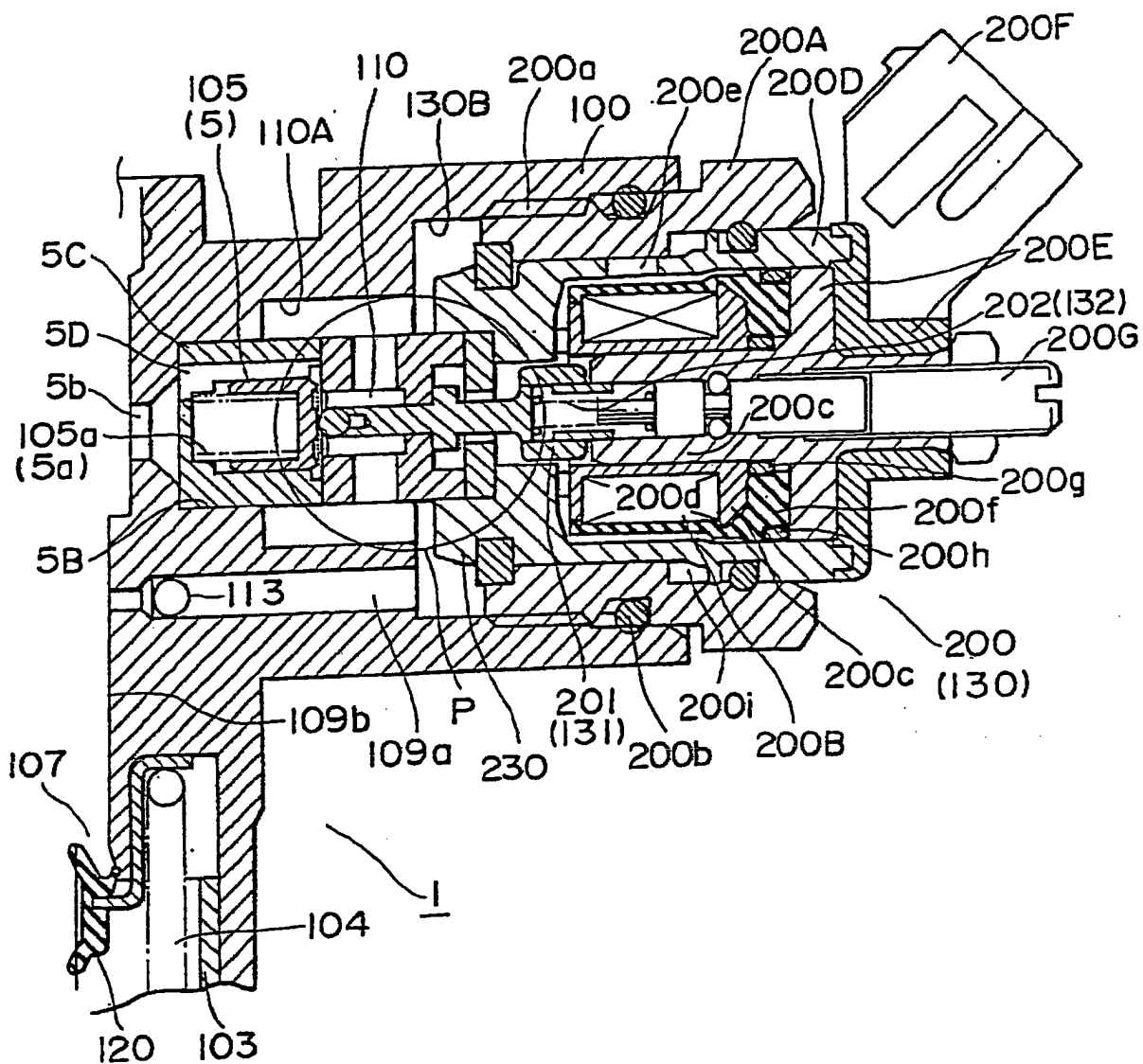


FIG. 16

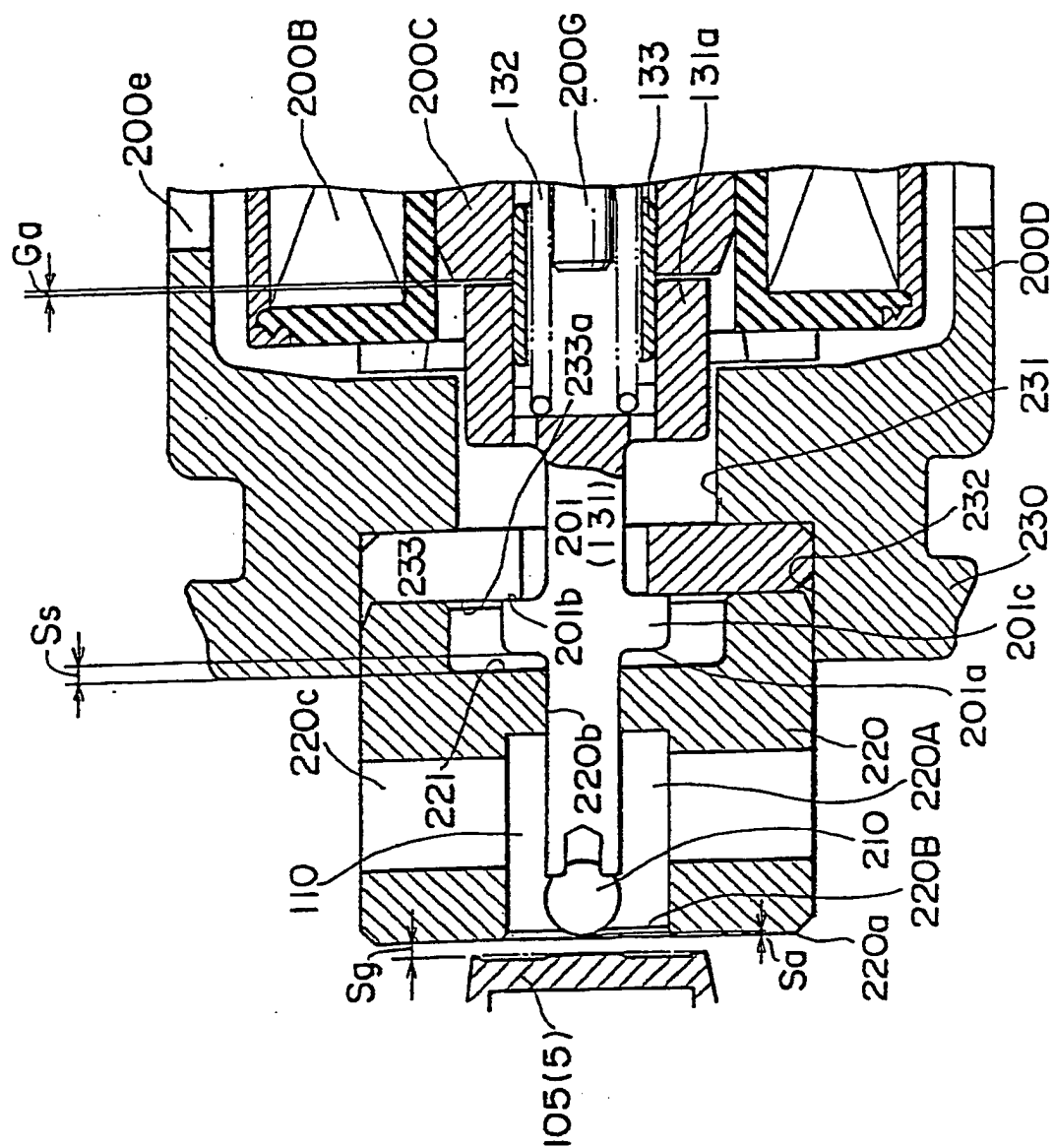


FIG. 17

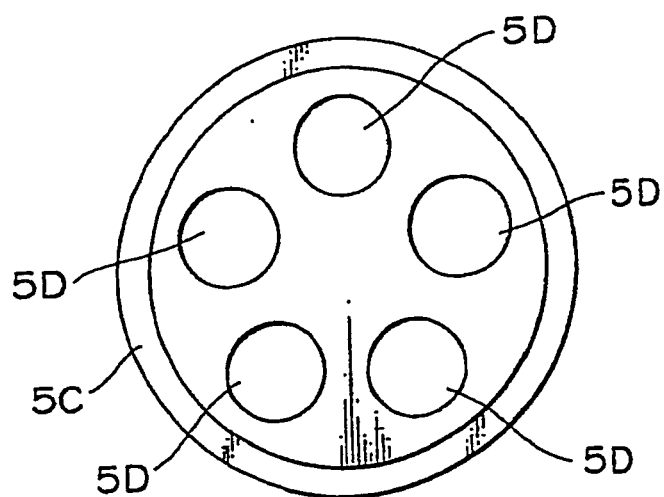


FIG. 18

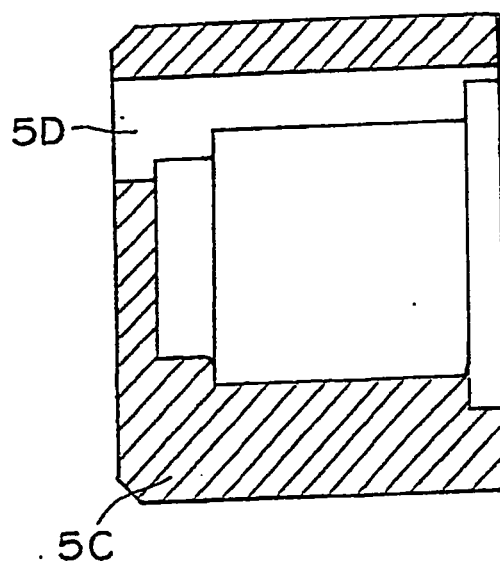


FIG. 19A

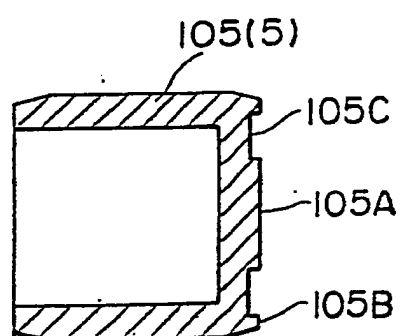


FIG. 19B

