



(10) **DE 11 2012 005 747 B4** 2022.12.15

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2012 005 747.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2012/080665**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2013/108489**
(86) PCT-Anmeldetag: **28.11.2012**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **25.07.2013**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **20.11.2014**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **15.12.2022**

(51) Int Cl.: **F02M 59/46** (2006.01)
F02M 51/00 (2006.01)
F02M 59/36 (2006.01)
F02M 59/34 (2006.01)

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

(30) Unionspriorität:
2012009538 **20.01.2012** **JP**

(73) Patentinhaber:
Hitachi Astemo, Ltd., Hitachinaka-shi, Ibaraki, JP

(74) Vertreter:
MERH-IP Matias Erny Reichl Hoffmann
Patentanwälte PartG mbB, 80336 München, DE

(72) Erfinder:
Hayatani, Masahiko, c/o Hitachi Autom. Systems Ltd., Hitachinaka-shi, Ibaraki, JP; Usui, Satoshi, c/o Hitachi Autom. Systems, Ltd., Hitachinaka-shi, Ibaraki, JP; Machimura, Hideki, c/o Hitachi Automotive Systems, Hitachinaka-shi, Ibaraki, JP; Kawano, Tatsuo, Hitachinaka-shi, Ibaraki, JP; Aritomi, Syunsuke, c/o Hitachi, Ltd., Chiyoda-ku, Tokyo, JP; Tamura, Shingo, c/o Hitachi Autom. Systems, Ltd., Hitachinaka-shi, Ibaraki, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Hochdruck-Kraftstoffzufuhrpumpe mit einem elektromagnetisch angetriebenen Einlassventil**

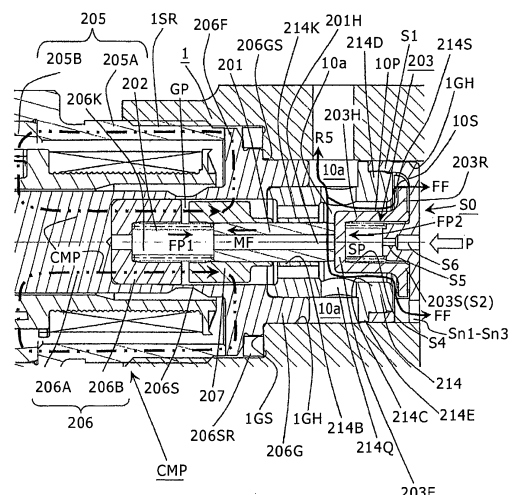
(57) Hauptanspruch: Hochdruck-Kraftstoffzufuhrpumpe mit einem elektromagnetisch angetriebenen Einlassventil (200), die umfasst:

ein Pumpengehäuse mit einer Druckbeaufschlagungskammer (12);

einen Tauchkolben (2), der am Pumpengehäuse abgestützt ist, wobei der Tauchkolben (2) eine Hin- und Herbewegung in der Druckbeaufschlagungskammer (12) wiederholt, um Fluid in die Druckbeaufschlagungskammer (12) zu bringen und das Fluid aus der Druckbeaufschlagungskammer (12) auszulassen, nachdem das Fluid mit Druck beaufschlagt ist; wobei

das Einlassventil (200) durch eine elektromagnetisch angetriebene Tauchkolbenstange (201) betätigt wird, das Einlassventil (200) einen Ventilsitz (214S) und ein Ventil (203), das einen Kraftstoffeinführungsdurchgang, öffnet und schließt, der an einem Eingang der Druckbeaufschlagungskammer (12) vorgesehen ist, umfasst, das Ventil (203) einen mit Boden versehenen röhrenförmigen Abschnitt (S1), der aus einem flachen Flächenabschnitt (203F), ausgebildet ist, der der elektromagnetisch angetriebenen Tauchkolbenstange (201) gegenüber liegt, und einen zylindrischen Abschnitt (203H), der mit dem flachen Flächenabschnitt (203F) verbunden ist, aufweist,

wobei das Ventil (203) ferner einen ringförmigen Flächenabschnitt (203R) aufweist, der auf einer Öffnungsseite des mit Boden versehenen röhrenförmigen Abschnitts (S1) vorgesehen ...



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	198 34 121	A1
DE	10 2008 000 658	A1
US	2006 / 0 222 518	A1
US	2009 / 0 097 991	A1
US	2010 / 0 209 274	A1
US	2011 / 0 123 376	A1
US	2012 / 0 090 708	A1
US	5 826 562	A
EP	1 701 031	A1
WO	2010/ 095 247	A1
CN	101 779 033	A
CN	101 424 236	A
JP	2007- 146 861	A
JP	2004- 218 633	A
JP	2010- 121 595	A
JP	2010- 156 256	A
JP	2009- 203 987	A
JP	2010- 209 907	A
JP	2006- 291 838	A
JP	2008- 248 788	A

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Hochdruck-Kraftstoffzufuhrpumpe mit einem elektromagnetisch angetriebenen Einlassventil und insbesondere auf eine Hochdruck-Kraftstoffzufuhrpumpe, wobei ein elektromagnetisch angetriebenes Einlassventil aus einem Ventil vom nach außen öffnenden Typ konfiguriert ist, das ein Ventilelement auf einer Druckbeaufschlagungskammerseite eines Ventilsitzes aufweist.

Stand der Technik

[0002] Eine herkömmliche Hochdruck-Kraftstoffzufuhrpumpe wie die vorstehend beschriebene ist in der folgenden Weise konfiguriert, wie beispielsweise im Patendokument 1 und Patendokument 2 offenbart. Insbesondere ist ein Ventil aus einem röhrenförmigen Element ausgebildet und ist auf einer Druckbeaufschlagungskammerseite in Bezug auf einen Ventilsitz (auf der Stromabwärtsseite des Ventilsitzes) angeordnet. Ein Ventilanschlag ist zwischen der Druckbeaufschlagungskammer und dem Ventil vorgesehen, wobei der Ventilanschlag die offene Position des Ventils einschränkt. Eine Feder ist zwischen dem Anschlag und dem Ventil angeordnet, wobei die Feder das Ventil in der Schließrichtung vorbelastet. Ein Raum, der eine Feder darin aufnimmt, ist zwischen dem Ventil und dem Ventilanschlag ausgebildet, wenn eine solche Konfiguration, wie vorstehend beschrieben, übernommen wird. Der Raum, ein abgeschlossener Raum, der von

[0003] Umgebungsfluid abgedichtet ist, weist einen Einfluss auf das Ansprechvermögen des Ventils auf. Ein Kommunikationspfad mit dem abgeschlossenen Raum, der mit einem Umgebungsfluiddurchgang verbunden ist, ist daher vorgesehen.

[0004] Die DE 10 2008 000 658 A1 zeigt eine hydraulische Pumpe mit einem Gehäuse, einem Sitzabschnitt und einem Ventilelement. Das Ventilelement ist zwischen einer Verdichtungskammer und einem Fluiddurchtritt angeordnet, wobei das Ventilelement ein zylindrisches Teil mit geschlossenem Ende ist, das einen Bodenabschnitt, einen zylindrischen Abschnitt und ein offenes Ende aufweist. Der zylindrische Abschnitt ist hierbei weiter weg von dem Sitzabschnitt eingeordnet als der Bodenabschnitt. Das Ventilelement sitzt auf dem Sitzabschnitt an dem Bodenabschnitt auf. Ein Anschlag schließt im Wesentlichen das offene Ende, wenn es mit dem offenen Ende in Berührung gerät, um die Bewegung des Ventilelements zu regulieren.

Literatur des Standes der Technik

Patentdokument

Patentdokument 1: JP-2009-203987-A

Patentdokument 2: JP-2006-291838-A

Zusammenfassung der Erfindung

Von der Erfindung zu lösende Probleme

[0005] Ein Einlassventil einer Hochdruckpumpe weist jedoch Kraftstoff mit einer sehr hohen Durchflussrate auf, der zu Zeiten des Einlasses und Überlaufs um ein sehr leichtes Ventil in entgegengesetzten Richtungen strömt. Das Ventil des Einlassventils wirkt nicht nur heftig in der Vorwärts- und Rückwärtsrichtung, sondern folglich auch in der Richtung nach links und rechts oder Umfangsrichtung in der Kraftstoffströmung. Um den Kraftstoffdruck um das Ventil in den abgeschlossenen Raum unter solchen Umgebungsbedingungen, wie vorstehend beschrieben, einzuführen, wurde der Umgebungskraftstoffdruck in den herkömmlichen Technologien aus einer Querrichtung des Ventils über die Feder eingeführt. Das Ventil mit leichtem Gewicht wiederholte unvorhersagbare instabile Bewegungen, was zur starken Auslassdurchflussratenveränderung des Kraftstoffs führt.

[0006] Folglich wird die Druckveränderung einer gemeinsamen Rohrleitung, wo die Pumpe des Standes der Technik verwendet wird, bei Messungen als so groß wie in **Fig. 7A** herausgefunden. Diese Veränderung hatte einen negativen Effekt auf die Kraftstoffeinspritzung der Einspritzdüse.

[0007] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Bewegung eines Ventils stetig zu halten, um die Auslassdurchflussrate von Kraftstoff gegen eine unbeabsichtigte Veränderung des Kraftstoffs als Folge zu stabilisieren und dadurch die Druckveränderung einer gemeinsamen Rohrleitung zu verringern.

Mittel zum Lösen der Probleme

[0008] Um die vorstehend beschriebene Aufgabe zu erreichen, bietet die vorliegende Erfindung ein Druckausgleichsloch, das einen Federlagerraum, der zwischen einem Ventil und einem Ventilanschlag vorgesehen ist, mit einem Umgebungsfluiddurchgang verbindet, wobei das Loch im Ventilanschlag vorgesehen ist, der zwischen dem Ventil und einer Druckbeaufschlagungskammer angeordnet ist. Das Druckausgleichsloch ist so konfiguriert, dass es eine Öffnung auf einer Seite des Federlagerraums aufweist, wobei die Öffnung an einer Innenseite eines Durchmessers der Feder angeordnet ist.

[0009] Das Druckausgleichsloch ist vorzugsweise derart vorgesehen, dass eine Mittelachsenlinie davon die Feder an der Innenseite der Feder nicht kreuzt.

[0010] Das Druckausgleichsloch ist vorzugsweise ein gerades Durchgangsloch das sich entlang der Mittelachsenlinie der Feder erstreckt.

[0011] Vorzugsweise weist der Ventilanschlag eine Ventilfehrung auf und das Druckausgleichsloch erstreckt sich durch die Ventilfehrung.

[0012] Das Druckausgleichsloch ist vorzugsweise zur Federlagerkammer über die Position eines Ventilsitzes hinaus offen.

[0013] Das Druckausgleichsloch ist vorzugsweise auf einer Mittelachsenlinie des Ventils angeordnet.

[0014] Das Druckausgleichsloch ist vorzugsweise auf einer Mittelachsenlinie eines Kraftstoffeinführungslochs angeordnet.

[0015] Das Druckausgleichsloch ist vorzugsweise auf einer Mittelachsenlinie einer Tauchkolbenstange angeordnet.

Effekt der Erfindung

[0016] Der Druck in der Druckbeaufschlagungskammer kann in die Innenseite der Feder eingeführt werden, ohne die Feder gemäß der vorliegenden Erfindung mit der vorstehend beschriebenen Konfiguration zu durchqueren. Ein instabiles Verhalten der Feder oder des Ventils durch den eingeführten Druck kann beseitigt werden. Da die auf das Ventil aufgebrachte Kraft, wenn sich das Ventil schließt, stabilisiert wird, kann der Schließzeitpunkt des Ventils stabil sein. Folglich tritt eine unbeabsichtigte Veränderung der Auslassmenge weniger wahrscheinlich auf.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine allgemeine vertikale Schnittansicht einer Hochdruck-Kraftstoffzufuhrpumpe, die ein elektromagnetisch angetriebenes Einlassventil gemäß einer ersten Ausführungsform umfasst, in der die vorliegende Erfindung ausgeführt ist.

Fig. 2 ist ein Systemblockdiagramm, das ein Beispiel eines Kraftstoffzufuhrsystems darstellt, das die Hochdruck-Kraftstoffzufuhrpumpe verwendet, in der die vorliegende Erfindung ausgeführt ist.

Fig. 3(A) ist eine vergrößerte Schnittansicht eines elektromagnetisch angetriebenen Einlassventils gemäß der ersten Ausführungsform,

in der die vorliegende Erfindung ausgeführt ist, und stellt einen Zustand des Einlassventils zum Zeitpunkt des Öffnens (zu Zeitpunkten von Kraftstoffeinlass und -Überlauf) dar.

Fig. 3(B) ist eine Ansicht in einer Richtung gesehen, die mit einer Pfeilmarkierung P in **Fig. 3(A)** angegeben ist, die eine Beziehung zwischen einem Anschlag und einem Ventil des elektromagnetisch angetriebenen Einlassventils gemäß der ersten Ausführungsform darstellt, in der die vorliegende Erfindung ausgeführt ist.

Fig. 3(C) ist eine Ansicht in der Richtung gesehen, die mit der Pfeilmarkierung P in **Fig. 3(A)** angegeben ist, des Ventils des elektromagnetisch angetriebenen Einlassventils gemäß der ersten Ausführungsform, in der die vorliegende Erfindung ausgeführt ist.

Fig. 4(A) ist eine vergrößerte Schnittansicht des elektromagnetisch angetriebenen Einlassventils gemäß der ersten Ausführungsform, in der die vorliegende Erfindung ausgeführt ist, und stellt einen Zustand des Einlassventils in einem Zustand zum Zeitpunkt des Kraftstoffauslasses (beim Ventilschließen) dar.

Fig. 4(B) ist eine vergrößerte Schnittansicht des elektromagnetisch angetriebenen Einlassventils gemäß der ersten Ausführungsform, in der die vorliegende Erfindung ausgeführt ist, und stellt einen Zustand des Einlassventils in einem Zustand zum Zeitpunkt des Kraftstoffauslasses (zu Zeitpunkten des Kraftstoffeinlasses und -überlaufs) dar.

Fig. 5(A) ist eine Schnittansicht, die ein elektromagnetisch angetriebenes Einlassventil gemäß einer zweiten Ausführungsform darstellt, in der die vorliegende Erfindung ausgeführt ist.

Fig. 5(B) ist eine Schnittansicht in der mit einer Pfeilmarkierung P in

Fig. 5(A) angegebenen Richtung gesehen, die einen Ventilanschlag des elektromagnetisch angetriebenen Einlassventils gemäß der zweiten Ausführungsform darstellt, in der die vorliegende Erfindung ausgeführt ist.

Fig. 6(A) ist eine Schnittansicht, die ein elektromagnetisch angetriebenes Einlassventil gemäß einer dritten Ausführungsform darstellt, in der die vorliegende Erfindung ausgeführt ist.

Fig. 6(B) ist eine Ansicht in der mit einer Pfeilmarkierung P in

Fig. 6(A) angegebenen Richtung gesehen, die einen Ventilanschlag des elektromagnetisch angetriebenen Einlassventils gemäß der dritten Ausführungsform darstellt, in der die vorliegende Erfindung ausgeführt ist.

Fig. 7(A) ist ein Graph, der eine Druckveränderung einer herkömmlichen gemeinsamen Rohrleitung darstellt.

Fig. 7(B) ist ein Graph, der eine Druckveränderung einer gemeinsamen Rohrleitung darstellt, wobei eine Hochdruck-Kraftstoffzufuhrpumpe, in der die vorliegende Erfindung ausgeführt ist, verwendet wird.

Art zur Ausführung der Erfindung

[0017] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden mit Bezug auf die Zeichnungen im Folgenden beschrieben.

[Erste Ausführungsform]

[0018] Eine erste Ausführungsform einer Hochdruck-Kraftstoffzufuhrpumpe, in der die vorliegende Erfindung ausgeführt ist, wird mit Bezug auf **Fig. 1** bis **Fig. 4** beschrieben. Diejenigen Bezugszeichen, die in der folgenden Beschreibung, aber nicht in **Fig. 1** verwendet werden, können nicht in **Fig. 1** auf die Details angewendet werden. Die Zeichen werden statt dessen in später beschriebenen vergrößerten Ansichten angewendet.

[0019] Ein Pumpengehäuse 1 ist mit einem vertieften Abschnitt 12A versehen, der einen mit Boden versehenen röhrenförmigen Raum bildet, der an einem Ende des Rohrs offen ist, wobei der vertiefte Abschnitt 12A einen Zylinder 20 aufweist, der in den Abschnitt von der offenen Endseite aus eingesetzt ist. Der Raum zwischen einem äußeren Umfang des Zylinders 20 und dem Pumpengehäuse 1 ist mit einem Druckkontaktabschnitt 20A abgedichtet. Ein Tauchkolben 2 ist verschiebbar in den Zylinder 20 eingefügt und folglich sind eine innere Umfangsfläche des Zylinders 20 und eine äußere Umfangsfläche des Tauchkolbens 2 dazwischen mit Kraftstoff abgedichtet, der zwischen den verschiebbaren Passflächen von ihnen eintritt. Folglich ist eine Druckbeaufschlagungskammer 12 zwischen einem Spitzenende des Tauchkolbens 2 einerseits und einer Innenwandfläche des vertieften Abschnitts 12A und einer äußeren Umfangsfläche des Zylinders 20 andererseits definiert:

[0020] Ein röhrenförmiges Loch 200H ist so ausgebildet, dass es sich von einer Umfangswand des Pumpengehäuses 1 in Richtung der Druckbeaufschlagungskammer 12 erstreckt. Eine Einlassventileinheit einer elektromagnetischen Antriebsmechanismuseinheit EMD und ein Teil eines elektromagnetisch angetriebenen Einlassventilmechanismus 200 sind in das röhrenförmige Loch 200H eingesetzt. Eine Verbindungsfläche 200R zwischen einer äußeren Umfangsfläche des elektromagnetisch angetriebenen Einlassventilmechanismus 200 und dem röhrenförmigen Loch 200H ist mit

einer Dichtung 300 verbunden, um das Innere des Pumpengehäuses 1 von der Atmosphäre abzudichten. Das röhrenförmige Loch 200H, das durch die Befestigung des elektromagnetisch angetriebenen Einlassventilmechanismus 200 abgedichtet ist, funktioniert als Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a.

[0021] In einer Position gegenüber dem röhrenförmigen Loch 200H über die Druckbeaufschlagungskammer 12 ist ein röhrenförmiges Loch 60H so vorgesehen, dass es sich von einer Umfangswand des Pumpengehäuses 1 in Richtung der Druckbeaufschlagungskammer 12 erstreckt. Eine Auslassventileinheit 60 ist im röhrenförmigen Loch 60H montiert. Die Auslassventileinheit 60 umfasst ein Ventilsitzelement 61B, das einen Ventilsitz 61 aufweist, der an einem Spitzenende davon ausgebildet ist, und umfasst ein Durchgangsloch 11A, das in der Mitte davon vorgesehen ist, wobei das Durchgangsloch 11A als Auslassdurchgang dient. Ein Ventilhalter 62 ist an einem äußeren Umfang des Ventilsitzelements 61B befestigt und umgibt den äußeren Umfang des Ventilsitzelements 61B auf der Seite des Ventilsitzes 61. Ein Ventil 63 und eine Vorbelastungsfeder 64 sind im Ventilhalter 62 vorgesehen und die Vorbelastungsfeder 64 belastet das Ventil 63 in einer Richtung vor, um das Ventil 63 in Richtung des Ventilsitzes 61 zu pressen. An einer Öffnung des röhrenförmigen Lochs 60H auf der entgegengesetzten Seite zur Druckbeaufschlagungskammer ist eine Auslassverbindung 11 vorgesehen, die am Pumpengehäuse 1 mittels einer Befestigungsschraube befestigt ist.

[0022] Der elektromagnetisch angetriebene Einlassventilmechanismus 200 umfasst eine elektromagnetisch angetriebene Tauchkolbenstange 201. Ein Ventil 203 ist an einem Spitzenende der Tauchkolbenstange 201 und gegenüber einem Ventilsitz 214S vorgesehen, der an einem Ventilgehäuse 214 ausgebildet ist. Das Ventilgehäuse 214 ist an einem Endabschnitt des elektromagnetisch angetriebenen Einlassventilmechanismus 200 vorgesehen.

[0023] Eine Tauchkolbenstangen-Vorbelastungsfeder 202 ist am anderen Ende der Tauchkolbenstange 201 vorgesehen und belastet die Tauchkolbenstange in einer Richtung vor, in der sich das Ventil 203 weiter vom Ventilsitz 214S weg bewegt. Ein Ventilanschlag S0 ist an einem inneren Umfangsabschnitt eines Spitzenendes des Ventilgehäuses 214 befestigt. Das Ventil 203 wird hin- und herbewegbar zwischen dem Ventilsitz 214S und dem Ventilanschlag S0 gehalten. Eine Ventilvorbelastungsfeder S4 ist zwischen dem Ventil 203 und dem Ventilanschlag S0 angeordnet, wobei das Ventil 203 durch die Ventilvorbelastungsfeder S4 in einer Richtung gedrängt wird, in der sich das Ventil 203 weiter vom Ventilanschlag S0 weg bewegt.

[0024] Obwohl das Ventil 203 und das Spitzenende der Tauchkolbenstange 201 mittels der individuellen Federn in den entgegengesetzten Richtungen zueinander gedrängt werden, schiebt die Tauchkolbenstange 201, da die Tauchkolbenstangen-Vorbelastungsfeder 202 eine stärkere Feder ist, das Ventil 203 in einer Richtung (Richtung nach rechts in **Fig. 1**), in der sich das Ventil 203 gegen die Kraft durch die Ventilverbelastungsfeder S4 weiter vom Ventilsitz 214S weg bewegt. Folglich wird das Ventil 203 in Richtung des Ventilanschlags SO gepresst.

[0025] Wenn sich der elektromagnetisch angetriebene Einlassventilmechanismus 200 in einem Zustand mit ausgeschalteter Leistung befindet (wenn eine elektromagnetische Spule 204 nicht erregt ist), wird daher das Ventil 203 durch die Tauchkolbenstangen-Vorbelastungsfeder 202 durch die Tauchkolbenstange 201 in seiner Öffnungsrichtung gedrängt. Wenn sich der elektromagnetisch angetriebene Einlassventilmechanismus 200 in einem Zustand mit ausgeschalteter Leistung befindet, werden die Tauchkolbenstange 201 und das Ventil 203 in ihrer Öffnungsposition gehalten, wie in **Fig. 1**, **Fig. 2** und **Fig. 3(A)** dargestellt (die detaillierte Konfiguration wird nachstehend beschrieben).

[0026] Wie in **Fig. 2** dargestellt, wird Kraftstoff in eine Einlassverbindung 10 als Kraftstoffzufuhröffnung des Pumpengehäuses 1 von einem Kraftstofftank 50 unter Verwendung einer Niederdruckpumpe 51 eingeführt.

[0027] Mehrere Einspritzdüsen 54 und ein Drucksensor 56 sind an einer gemeinsamen Rohrleitung 53 montiert. Die Einspritzdüsen 54 sind gemäß der Anzahl von Zylindern der Kraftmaschine montiert und spritzen Hochdruckkraftstoff, der zur gemeinsamen Rohrleitung 53 zugeführt wird, in die Zylinder in Reaktion auf ein Signal einer Kraftmaschinensteuerungseinheit (ECU) 600 ein. Ein Entlastungsventilmechanismus (nicht dargestellt), der in das Pumpengehäuse 1 eingebaut ist, öffnet sich, wenn der Druck in der gemeinsamen Rohrleitung 53 einen vorbestimmten Wert überschreitet, um den überschüssigen Hochdruckkraftstoff zur Stromaufwärtsseite der Auslassventileinheit 60 zurückzuführen.

[0028] Eine Hubvorrichtung 3, die an einem unteren Ende des Tauchkolbens 2 vorgesehen ist, wird einem Druck ausgesetzt, der mittels einer Feder 4 auf einen Nocken 7 einwirkt. Der Tauchkolben 2 ist verschiebbar im Zylinder 20 gehalten und wird durch den Nocken 7 hin und her bewegt, um das Volumen der Druckbeaufschlagungskammer 12 zu verändern. Der Nocken 7 wird durch eine Kraftmaschinen-Nockenwelle oder dergleichen gedreht. Der Zylinder 20 wird an einem äußeren Umfang eines unteren Endabschnitts davon durch einen Zylinderhalter 21 gehalten. Der Zylinder 20 wird dem Druck, der auf

das Pumpengehäuse 1 wirkt, am Druckkontaktabschnitt 20A infolge des Zylinderhalters 21, der am Pumpengehäuse 1 befestigt ist, ausgesetzt.

[0029] Eine Tauchkolbendichtung 5, die am Zylinderhalter 21 montiert ist, dichtet einen äußeren Umfang eines Abschnitts 2A mit kleinem Durchmesser ab, der auf einer Seite des unteren Endabschnitts des Tauchkolbens 2 ausgebildet ist. Eine Anordnung des Zylinders 20 und des Tauchkolbens 2 ist in die Druckbeaufschlagungskammer eingesetzt und ein Außengewindeabschnitt 21A, der an einem äußeren Umfang des Zylinderhalters 21 ausgebildet ist, ist in einen Gewindeabschnitt 1A eines Außengewindeabschnitts geschraubt, der an einem inneren Umfang eines Endabschnitts der offenen Seite des vertieften Abschnitts 12A der Druckbeaufschlagungskammer 12 ausgebildet ist. Nachdem der Zylinderhalter 21, der den Zylinder 20 zur Druckbeaufschlagungskammerseite in einem Zustand schiebt, in dem ein Stufenabschnitt 21D des Zylinderhalters 21 an einer Umfangskante eines Druckbeaufschlagungskammerseiten-Endabschnitts des Zylinders 20 verriegelt ist, wird der Druckkontaktabschnitt 20A in Richtung des Pumpengehäuses 1 gepresst, um den Dichtungsabschnitt infolge des Metallkontakts zu bilden.

[0030] Ein O-Sicherungsring 21B dichtet einen Bereich zwischen einer inneren Umfangsfläche eines Befestigungslochs EH, das in einem Kraftmaschinenblock ENB ausgebildet ist, und einer äußeren Umfangsfläche des Zylinderhalters 21 ab. Ein O-Sicherungsring 21C dichtet einen Bereich zwischen einer inneren Umfangsfläche eines Druckbeaufschlagungskammerseiten-Endabschnitts des vertieften Abschnitts 12A des Pumpengehäuses 1 und einer äußeren Umfangsfläche des Zylinderhalters 21 in einer Position der Seite entgegengesetzt zur Druckbeaufschlagungskammerseite des Gewindeabschnitts 21A (1A) ab.

[0031] Die Pumpe ist an einem Flansch (seine Details sind weggelassen) des Pumpengehäuses 1 an den Kraftmaschinenblock geschraubt. Die Pumpe ist folglich am Kraftmaschinenblock befestigt.

[0032] Eine Dämpferkammer 10b ist auf halbem Wege eines Durchgangs von der Einlassverbindung 10 zur Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a ausgebildet. Ein Dämpfer 80 vom zweilagigen Metallmembrantyp ist in der Dämpferkammer 10b in einem solchen Zustand gelagert, dass der Dämpfer 80 vom zweilagigen Metallmembrantyp zwischen einen Dämpferhalter 30 und eine Dämpferabdeckung 40 eingefügt ist. Der Dämpfer 80 vom zweilagigen Metallmembrantyp weist ein Paar von oberen und unteren Metallmembranen 80A und 80B auf, die aneinander angelegt sind und an äußeren Umfangsabschnitten des Stoßes über einen gesamten Umfang geschweißt sind, um das Innere des Dämp-

fers 80 vom zweilagigen Metallmembrantyp abdichten.

[0033] Inertgas wie z. B. Argongas ist in einem Hohlraum eingeschlossen, der durch die Metallmembranen 80A und 80B gebildet ist. Das Volumen des Hohlraums variiert in Reaktion auf eine Änderung des Außendrucks, wobei die Veränderung wiederum zu einer Pulsierungsdämpfungsfunktion führt.

[0034] Insbesondere ist ein Stufenabschnitt am inneren Umfang der Dämpferabdeckung 40 ausgebildet und eine ringförmige Nut ist am Stufenabschnitt vorgesehen. Der Dämpfer 80 vom zweilagigen Metallmembrantyp ist derart angeordnet, dass sein geschweißter Abschnitt am äußeren Umfang vollständig in die Nut passt, so dass eine externe Kraft nicht von der umliegenden Wandfläche auf den Dämpfer 80 vom zweilagigen Metallmembrantyp übertragen werden kann. Der Dämpfer 80 vom zweilagigen Metallmembrantyp ist ferner derart vorgesehen, dass ein Abschnitt der Fläche auf einer Seite des Dämpfers 80 vom zweilagigen Metallmembrantyp (Fläche auf der Seite, an der die Einlassverbindung 10 der Dämpferabdeckung befestigt ist), der sich an der Innenseite in Bezug auf den geschweißten Abschnitt am äußeren Umfang befindet, durch den Stufenabschnitt gehalten werden kann. Der Dämpferhalter 30 ist ein bodenloses becherförmiges Element (Element, das ein Loch aufweist, das in der Mitte davon durchbohrt ist, und um das Loch eine gekrümmte Fläche mit einem Querschnitt aufweist, der zur Innenseite gekrümmt ist). Der Dämpferhalter 30 sitzt kraftschlüssig an einem äußeren Umfang davon in der inneren Umfangsfläche der Dämpferabdeckung 40. Ein Endflächenabschnitt des gekrümmten Abschnitts liegt über einen gesamten Umfang davon an einer ringförmigen Fläche an der Innenseite in Bezug auf den geschweißten Abschnitt des äußeren Umfangs des Dämpfers 80 vom zweilagigen Metallmembrantyp an. In einem Zustand, in dem der Flanschabschnitt des Dämpfers 80 vom zweilagigen Metallmembrantyp zwischen das Widerlager und den vorstehend beschriebenen Stufenabschnitt eingefügt ist, ist der Dämpfer 80 vom zweilagigen Metallmembrantyp als eine Anordnung (Einheit) zusammen mit dem Dämpferhalter 30 und der Dämpferabdeckung 40 ausgebildet. Folglich ist die Dämpferkammer 10b infolge dessen ausgebildet, dass das Pumpengehäuse 1 und die Dämpferabdeckung 40 unter Verwendung von Schrauben miteinander verbunden sind. Die Einlassverbindung 10 ist in der vorliegenden Ausführungsform senkrecht zu einem zentralen Abschnitt einer oberen Fläche der Dämpferabdeckung 40 durch integrales Formen ausgebildet. Die Einlassverbindung 10 nimmt daher dieselbe Haltung in irgendeiner Position in der Drehrichtung an, selbst wenn der Gewindeabschnitt, der am äußeren Umfang der Dämpferabdeckung 40 ausgebildet ist, mit dem Gewindeabschnitt, der an einer

Innenwand des Pumpengehäuses 1 ausgebildet ist, verschraubt ist. Die geschraubte Position der Dämpferabdeckung ist nicht eingeschränkt und die Montageeigenschaften der Dämpferabdeckung 40 sind verbessert.

[0035] Ein Kraftstoffdurchgang 80U ist zwischen der Membran 80A auf einer Seite des Dämpfers 80 vom zweilagigen Metallmembrantyp und der Dämpferabdeckung 40 vorgesehen. Der Kraftstoffdurchgang 80U ist mit der Dämpferkammer 10b (Kraftstoffdurchgang, dem die Membran 80B auf der anderen Seite des Dämpfers 80 vom zweilagigen Metallmembrantyp zugewandt ist) als Kraftstoffdurchgang durch einen Nutdurchgang 80C verbunden, der an der inneren Umfangswand der Dämpferabdeckung 40 vorgesehen ist. Die Dämpferkammer 10b wird mit der Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a durch ein Verbindungsloch 10c, das im Pumpengehäuse 1 ausgebildet ist, das ein Teil einer Bodenwand der Dämpferkammer 10b ist, in Verbindung gebracht. Das elektromagnetisch angetriebene Einlassventil (Ventil 203) ist in der Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a angeordnet. Der vom Kraftstofftank 50 zugeführte Kraftstoff strömt von der Einlassverbindung 10 in die Dämpferkammer 10b und wirkt auf beide Metallmembranen 80A und 80B des Dämpfers 80 vom zweilagigen Metallmembrantyp. Unterdessen strömt der Kraftstoff in die Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a nach dem Durchgang durch das Verbindungsloch 10c.

[0036] Ein Verbindungsabschnitt zwischen dem Abschnitt 2A mit kleinem Durchmesser und einem Abschnitt 2B mit großem Durchmesser des Tauchkolbens 2 ist als konische Fläche 2K vorgesehen, der Abschnitt 2B mit großem Durchmesser passt verschiebbar in den Zylinder 20. Eine Kraftstoffhilfskammer 250 ist zwischen der Tauchkolbendichtung 5 und einer unteren Endfläche des Zylinders 20 um die konische Fläche ausgebildet. Die - Kraftstoffhilfskammer 250 fängt Kraftstoff ein, der von der verschiebbaren Kontaktfläche zwischen dem Zylinder 20 und dem Tauchkolben 2 austritt. Ein ringförmiger Durchgang 21G ist zwischen einer inneren Umfangsfläche des Pumpengehäuses 1 und einer äußeren Umfangsfläche des Zylinders 20 definiert und ausgebildet. Der ringförmige Durchgang 21G ist an einem Ende mit der Dämpferkammer 10b über einen vertikalen Durchgang 250B verbunden, der im Pumpengehäuse 1 ausgebildet ist und sich durch dieses erstreckt. Der ringförmige Durchgang 21G ist mit der Kraftstoffhilfskammer 250 durch einen Kraftstoffdurchgang 250A, der im Zylinderhalter 21 ausgebildet ist, verbunden. Folglich ist veranlasst, dass die Dämpferkammer 10b und die Kraftstoffhilfskammer 250 durch den vertikalen Durchgang 250B, den ringförmigen Durchgang 21G und den Kraftstoffdurchgang 250A miteinander in Verbindung stehen.

[0037] Wenn sich der Tauchkolben 2 nach oben und nach unten bewegt (sich hin und her bewegt), ändert sich das Volumen der Kraftstoffhilfskammer 250, da die verjüngte Fläche 2K sich in der Kraftstoffunterkammer hin und her bewegt. Der Kraftstoff strömt von der Dämpferkammer 10b in die Kraftstoffhilfskammer 250 durch den vertikalen Durchgang 250B, den ringförmigen Durchgang 21G und den Kraftstoffdurchgang 250A, wenn das Volumen der Kraftstoffhilfskammer 250 zunimmt. Der Kraftstoff strömt von der Kraftstoffhilfskammer 250 in die Dämpferkammer 10b durch den vertikalen Durchgang 250B, den ringförmigen Durchgang 21G und den Kraftstoffdurchgang 250A, wenn das Volumen der Kraftstoffhilfskammer 250 abnimmt. Wenn sich der Tauchkolben 2 vom unteren Totpunkt nach oben bewegt, wenn sich das Ventil 203 in einem Zustand befindet, in dem es in der offenen Position gehalten wird (wenn sich die Spule 204 in einem nicht erregten Zustand befindet), dann läuft der in die Druckbeaufschlagungskammer gebrachte Kraftstoff vom Ventil 203 in einem offenen Zustand in die Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a über (tritt aus) und strömt dann durch das Verbindungsloch 10c in die Dämpferkammer 10b. Folglich vereinigen sich der Kraftstoff von der Einlassverbindung 10, der Kraftstoff von der Kraftstoffhilfskammer 250, der überlaufende Kraftstoff von der Druckbeaufschlagungskammer 12 und der Kraftstoff von einem Entlastungsventil (nicht dargestellt) in der Dämpferkammer 10b. Folglich werden Kraftstoffpulsationen, die die Kraftstoffe aufweisen, die sich in der Dämpferkammer 10b vereinigen, durch den Dämpfer 80 vom zweilagigen Metallmembrantyp absorbiert.

[0038] Ein Bereich, der von einer gestrichelten Linie in **Fig. 2** umgeben ist, gibt den Pumpenkörperteil an. Ein Joch 205 ist auf der inneren Umfangsseite der Spule 204 vorgesehen, die ringförmig ausgebildet ist, und dient auch als Körper der elektromagnetischen Antriebsmechanismuseinheit EMD. Das Joch 205 weist einen stationären Kern 206 und einen Anker 207 auf, der in einem inneren Umfang davon gelagert ist, so dass die Tauchkolbenstangen-Vorbelastungsfeder 202 zwischen den stationären Kern 206 und den Anker 207 eingefügt ist.

[0039] Wie speziell in **Fig. 3(A)** dargestellt, ist das Joch 205 in der vorliegenden Ausführungsform in ein Seitenjoch 205A und ein oberes Joch 205B unterteilt, die durch Presspassen miteinander verbunden sind. Der stationäre Kern 206 ist aus Unterteilungsteilen eines äußeren Kerns 206A und eines inneren Kerns 206B ausgebildet, die durch Presspassen miteinander verbunden sind. Der Anker 207 ist an einem Endabschnitt der Tauchkolbenstange 201 auf der entgegengesetzten Seite zur Ventilseite durch Schweißen befestigt und liegt dem inneren Kern 206B mit einem Magnetspalt GP dazwischen gegenüber. Die Spule 204 ist im Joch 205 gelagert und ein

Gewindeabschnitt, der an einem äußeren Umfang eines offenen Endabschnitts des Seitenjochs 205A vorgesehen ist, ist mit einem Gewindeabschnitt 1SR des Pumpengehäuses 1 verschraubt und daran befestigt, um das Seitenjoch 205A und das Pumpengehäuse 1 aneinander zu befestigen. Durch diese Befestigungsarbeit schiebt der offene Endabschnitt des Seitenjochs 205A einen Flanschabschnitt 206F, der an einem äußeren Umfang des äußeren Kerns 206A ausgebildet ist, in Richtung des Pumpengehäuses. Daraufhin wird der äußere Umfang eines röhrenförmigen Abschnitts 206G des Endabschnitts der offenen Seite des äußeren Kerns 206A in eine innere Umfangsfläche eines Führungslochs 1GH des Pumpengehäuses 1 eingesetzt. Ferner wird ein ringförmiger Abschnitt 206GS mit vergrößertem Durchmesser, der als Stufenabschnitt am äußeren Umfang des röhrenförmigen Abschnitts 206G des Endabschnitts der offenen Seite des äußeren Kerns 206A ausgebildet ist, in Richtung eines ringförmigen Flächenabschnitts 1GS gepresst, der am Umfang auf der offenen Seite des Führungslochs 1GH des Pumpengehäuses 1 ausgebildet ist. Zu diesem Zeitpunkt wird ein Dichtungsring 206SR, der zwischen dem ringförmigen Flächenabschnitt 1GS, der am äußeren Umfang auf der Öffnungsseite des Führungslochs 1GH des Pumpengehäuses 1 ausgebildet ist, und dem Flanschabschnitt 206F, der am äußeren Umfang des äußeren Kerns 206A ausgebildet ist, angeordnet ist, komprimiert. Folglich wird der Raum auf der Niederdruckseite, einschließlich des Raums am inneren Umfangsabschnitt des stationären Kerns 206 und der Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a, von der Atmosphäre abgedichtet.

[0040] Ein geschlossener Magnetpfad cmP ist um die Spule 204 vom Seitenjoch 205A und oberen Joch 205B, äußeren Kern 206A und inneren Kern 206B und Anker 207 ausgebildet, so dass der geschlossene Magnetpfad cmP den Magnetspalt GP durchquert. Ein Abschnitt des äußeren Kerns 206A, der dem Umfang des Magnetspalts GP zugewandt ist, ist in einer geringfügigen Dicke ausgebildet (wenn er vom äußeren Umfang betrachtet wird, ist eine Nut ausgebildet) und dieser Nutabschnitt bildet eine magnetische Drossel 206S (mit einer Funktion eines Magnetwiderstandes) des geschlossenen Magnetpfades cmP. Folglich können diejenigen Magnetflüsse, die durch den äußeren Kern 206A austreten, verringert werden und diejenigen Magnetflüsse, die den Magnetspalt GP durchlaufen, können als Ergebnis verstärkt werden.

[0041] Wie in **Fig. 3(A)** bis **Fig. 3(C)**, **Fig. 4(A)** und **Fig. 4(B)** dargestellt, ist ein Lagerabschnitt 214B durch Presspassen am inneren Umfangsabschnitt des röhrenförmigen Abschnitts 206G befestigt, der an einem Endabschnitt der offenen Seite des äußeren Kerns 206A ausgebildet ist. Der Lagerabschnitt 214(B) ist an einem Ende des Ventilgehäuses 214

ausgebildet. Die Tauchkolbenstange 201 erstreckt sich durch das Lager 214(B) zur Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a im Ventilgehäuse 214. Unterdessen ist das Ventil 203 in einem zentralen Loch 214C (das als Kraftstoffzufuhröffnung fungiert) gelagert, das auf der anderen Endseite des Ventilgehäuses 214 ausgebildet ist. Das Ventil 203 erstreckt sich an einem Endabschnitt der linken Seite davon in den Figuren von der Position des Ventilsitzes 214S durch das zentrale Loch 214C zur Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a. Der Ventilsitz 214S ist an einem Endflächenabschnitt des Ventilgehäuses 214 auf der Seite der Druckbeaufschlagungskammer 12 ausgebildet. Folglich liegt das Spitzenende der Tauchkolbenstange 201 einem flachen Flächenabschnitt 203F des Ventils 203 in der Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a gegenüber.

[0042] Ein Durchgangsloch 201H ist in der Mitte der Tauchkolbenstange 201 ausgebildet. Das Durchgangsloch 201H ist an einem Ende davon mit einem Lagerraum für die Tauchkolben-Vorbelastungsfeder 202 in Verbindung gebracht, der zwischen dem inneren Kern 206B und dem Anker 207 ausgebildet ist. Das Durchgangsloch 201H ist am anderen Ende mit der Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a im Inneren des Ventilgehäuses verbunden. Wenn die elektromagnetische Antriebsmechanismuseinheit EMD erregt wird und der Anker 207 des elektromagnetischen Ventilmechanismus 200 an den inneren Kern 206B des stationären Kerns 206 angezogen wird, so dass das Ventil 203 in Richtung des Ventilsitzes 214S gepresst wird, um einen geschlossenen Ventilzustand herzustellen, ist das Spitzenende der Tauchkolbenstange 201 vom flachen Flächenabschnitt 203F des Ventils 203 beabstandet. Zu diesem Zeitpunkt werden die Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a und der Lagerraum für die Tauchkolbenstangen-Vorbelastungsfeder 202 durch das Durchgangsloch 201H miteinander in Verbindung gebracht. Folglich wird der Kraftstoff im Lagerraum für die Tauchkolbenstangen-Vorbelastungsfeder 202 durch das Durchgangsloch 201H in die Niederdruck-Kraftstoffkammer ausgelassen. Folglich wird die Bewegung des Ankers 207 und der Tauchkolbenstange 201 geglättet. Selbst wenn das Spitzenende der Tauchkolbenstange 201 als flache Fläche ausgebildet ist, kann ferner das Haftphänomen zwischen der Spitzenendfläche der Tauchkolbenstange 201 und dem flachen Flächenabschnitt 203F des Ventils 203 beseitigt werden und die Versorgungsleistung für die Spule 204 der elektromagnetischen Antriebsvorrichtung EMD kann verringert werden. Das hohle Ausbilden der Tauchkolbenstange 201 verringert das Gewicht der Tauchkolbenstange 201 und die Antriebsleistung für dieselbe ebenso.

[0043] Der Ventilanschlag S0 ist am Ventilgehäuse 214 infolge der Presspassung der inneren Umfangsfläche eines röhrenförmigen Abschnitts S1 {in **Fig. 3**

(A) dargestellt} an einem Endabschnitt davon auf der Seite des Ventils 203 mit einem äußeren Umfang einer äußeren Umfangsfläche 214D des Druckbeaufschlagungskammerseiten-Endabschnitts des Ventilgehäuses 214 befestigt. Ferner ist die äußere Umfangsfläche des röhrenförmigen Abschnitts S1 {in **Fig. 3(A)** dargestellt} des Ventilanschlags S0 in den inneren Umfang des Führungslochs 1GH (Durchmesser D4) des Pumpengehäuses 1 eingepresst. Das Ventil 203 ist hin und her bewegbar zwischen dem Spitzenendabschnitt der Tauchkolbenstange 201 und dem Ventilanschlag S0 montiert, wobei die Ventilvorbelastungsfeder S4 dazwischen eingefügt ist. Das Ventil 203 liegt an einer Fläche auf seiner einen Seite der Druckbeaufschlagungskammerseiten-Endfläche (Ventilsitz 214S) des Ventilgehäuses 214 gegenüber und weist an der Fläche der anderen Seite einen ringförmigen Flächenabschnitt 203R auf, der dem Ventilanschlag S0 gegenüberliegt. Das Ventil 203 weist an seinem mittleren Abschnitt des ringförmigen Flächenabschnitts 203R einen mit Boden versehenen röhrenförmigen Abschnitt auf, der sich zum Spitzenende der Tauchkolbenstange 201 erstreckt. Der mit Boden versehene röhrenförmige Abschnitt ist aus einem zylindrischen Abschnitt 203H und dem flachen Flächenabschnitt 203F konfiguriert, der am Boden des röhrenförmigen Abschnitts vorgesehen ist. Der zylindrische Abschnitt 203H ist im zentralen Loch 214C des Ventilgehäuses 214 gelagert und steht zum Inneren der Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a vor. Ein röhrenförmiger Kraftstoffeinführungsdurchgang 10P ist zwischen dem äußeren Umfang des zylindrischen Abschnitts 203H und der inneren Umfangsfläche des zentralen Lochs 214C des Ventilgehäuses 214 ausgebildet. Es ist zu beachten, dass ein Abschnitt des äußeren Umfangs, der mit schrägen Linien in **Fig. 3(B)** angegeben ist, zweckmäßigerweise einen Teil des Pumpengehäuses 1 als ringförmigen Abschnitt angibt. Das Ventilgehäuse 214 und der röhrenförmige Abschnitt S1 des Ventilanschlags S0 sind in Bereichen der Ausschnitte Sn1 bis Sn3 zu sehen.

[0044] Das Spitzenende der Tauchkolbenstange 201 ist so bemessen, dass es an der Oberfläche des flachen Flächenabschnitts 203F des Endabschnitts des Ventils 203 auf der Tauchkolbenstangenseite in der Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a anliegen kann. Das Spitzenende der Tauchkolbenstange 201 ist jedoch so bemessen, dass, wenn das Ventil 203 geschlossen ist {Zustand in **Fig. 4 (A)**}, das Spitzenende vorübergehend (innerhalb einer bestimmten Zeitdauer während der Erregung der elektromagnetischen Spule) um einen Abstand ΔS vom Ventil 203 entfernt sein kann. Vier Kraftstoffdurchgangslöcher 214Q sind in voneinander gleich beabstandeten Intervallen in einer Umfangsrichtung an einem röhrenförmigen Abschnitt des Ventilgehäuses 214 zwischen dem Lager 214B und dem zentra-

len Loch 214C des Ventilgehäuses 214 vorgesehen. Die vier Kraftstoffdurchgangslöcher 214Q sind mit der Innenseite des Ventilgehäuses 214 und der Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a an der Außenseite des Ventilgehäuses 214 verbunden. Der röhrenförmige Kraftstoffeinführungsdurchgang 10P ist zwischen der äußeren Umfangsfläche des zylindrischen Abschnitts 203H des Ventils 203 und der inneren Umfangsfläche des zentralen Lochs 214C des Ventilgehäuses 214 ausgebildet. Der Kraftstoffeinführungsdurchgang 10P ist an seinem einen Ende mit der Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a und am anderen Ende mit einem ringförmigen (scheibenförmigen) Kraftstoffdurchgang 10S verbunden, der zwischen dem Ventilsitz 214S und dem ringförmigen Flächenabschnitt 203R des Ventils 203 ausgebildet ist.

[0045] Der Ventilanschlag SO weist an seinem zentralen Abschnitt einen Vorsprung ST auf, der zur Seite des mit Boden versehenen röhrenförmigen Abschnitts des Ventils 203 vorsteht, wobei der Vorsprung ST einen zylindrischen Flächenabschnitt SG aufweist. Der zylindrische Flächenabschnitt SG fungiert als Führungsabschnitt zum Führen des Ventils 203 während eines Hubs in einer axialen Richtung. Die Ventilvorbelastungsfeder S4 wird zwischen einer Ventilseitenendfläche SH des Vorsprungs ST des Ventilanschlags SO und der Bodenfläche des mit Boden versehenen röhrenförmigen Abschnitts des Ventils 203 gehalten. Wenn das Ventil 203 unter der Führung des zylindrischen Flächenabschnitts SG des Ventilanschlags SO einen Hub in die vollständig offene Position durchführt, dann wird ein ringförmiger Vorsprung 203S, der an einem zentralen Abschnitt des ringförmigen Flächenabschnitts 203R des Ventils 203 ausgebildet ist, mit einer Bodenflächenabschnitt-Aufnahme fläche S2 (Breite HS2) des Ventilanschlags SO in Kontakt gebracht. Zu diesem Zeitpunkt ist ein ringförmiger Luftspalt SGP um den ringförmigen Vorsprung 203S ausgebildet. Der ringförmige Luftspalt SGP schafft eine frühe Abgangsfunktion zum Verursachen, wenn das Ventil 203 seine Bewegung in der Ventilschließrichtung startet, dass der Druck P4 des Kraftstoffs auf der Druckbeaufschlagungskammerseite auf das Ventil 203 wirkt, so dass das Ventil 203 schnell den Ventilanschlag SO verlässt.

[0046] Der Ventilanschlag S0, wie in Fig. (B) dargestellt, umfasst die drei Ausschnitte Sn1 bis Sn3, die in verschiedenen Positionen ausgebildet sind, die um einen speziellen Abstand voneinander beabstandet sind. Die Ausschnitte Sn1 bis Sn3 sind in einer solchen Weise konfiguriert, dass die gesamte Durchgangsquerschnittsfläche größer ist als jene des ringförmigen Kraftstoffdurchgangs 10S, der zwischen dem Ventilsitz 214S und dem ringförmigen Flächenabschnitt 203R des Ventils 203 ausgebildet ist. Folglich schaffen die Ausschnitte Sn1 bis Sn3 keinen Durchgangswiderstand beim Zustrom des Kraftstoffs

in die Druckbeaufschlagungskammer oder beim Überlaufen des Kraftstoffs aus der Druckbeaufschlagungskammer. Der Kraftstoff fließt dadurch reibungslos.

[0047] Mit Bezug auf **Fig. 3(C)** ist der Durchmesser D1 der äußeren Umfangsfläche des Ventils 203 so konfiguriert, dass er geringfügig kleiner ist als der Durchmesser D3 {siehe **Fig. 3(B)**} der Ausschnittabschnitte des Ventilanschlags SO. In einem Überlaufzustand, in dem der Kraftstoff von der Druckbeaufschlagungskammer 12 an der Einlassverbindung 10 vorbei entlang einer Kraftstoffströmung R5 (FF) in **Fig. 3(A)** und **Fig. 3(B)** in die Dämpferkammer 10b strömt, wirken folglich statische und dynamische Fluidkräfte des Kraftstoffs auf der Seite der Druckbeaufschlagungskammer 12, die mit einer Pfeilmarkierung P4 angegeben sind, weniger wahrscheinlich auf den ringförmigen Flächenabschnitt 203R des Ventils 203.

[0048] Ein Druckausgleichsloch S5 und ein Loch S6 mit großem Durchmesser sind im Vorsprung ST des Ventilanschlags SO vorgesehen, der an der Innenseite des ringförmigen Ventilvorsprungs 203S angeordnet ist. Das Druckausgleichsloch S5 ist mit der Druckbeaufschlagungskammer und einem Lagerraum SP für die Ventilvorbelastungsfeder S4 verbunden, der zwischen dem Ventil 203 und dem Ventilanschlag SO vorgesehen ist. Das Loch S6 mit großem Durchmesser weist einen Durchmesser auf, der größer ist als jener Druckausgleichslochs S5.

[0049] Der Druck im Lagerraum SP wird konstant gehalten, da der Kraftstoff folglich in den Federlagerraum SP, in dem die Ventilvorbelastungsfeder S4 gelagert ist, durch das Druckausgleichsloch S5 zugeführt wird, wenn sich das Ventil 203 schließt. Die auf das Ventil 203 aufgebrachte Kraft, wenn sich das Ventil 203 schließt, wird dadurch stabil, was wiederum den Schließzeitpunkt des Ventils 203 stabilisieren kann.

[0050] Das Druckausgleichsloch S5 ist auf der Mittelachse von allen des Ventilanschlags S0, des Vorsprungs ST, des Ventils 203, des ringförmigen Vorsprungs 203S, des Federlagerraums SP, der Ventilvorbelastungsfeder S4, des zentralen Ventilsitzlochs 214C, der Tauchkolbenstange 201 und des röhrenförmigen Kraftstoffeinführungsdurchgangs 10P angeordnet.

[0051] Wenn der Kraftstoff in den Lagerraum SP durch das Druckausgleichsloch S5 zu dem Zeitpunkt, zu dem sich das Ventil 203 schließt, zugeführt wird, wirkt folglich der Druck des Kraftstoffs nicht auf die Feder. Daher tritt eine solche Situation nicht auf, dass die Feder vibriert oder die Feder durch eine Wirkung des Kraftstoffs, der in den Lagerraum SP eintritt, teilweise verformt wird. Da die Kraft der Feder

nur ungefähr 300 Gramm ist, dann wird, wenn der Kraftstoff auf die Feder trifft, wenn er vom Druckausgleichsloch S5 eintritt, die Feder durch die Strömungskraft oder den Druck des Kraftstoffs leicht verformt. In einem Extremfall vibriert die Feder, was das Ventil 203 neigt oder unbeweglich macht. Der Kraftstoff kommt nicht mit der Feder in Kontakt und der Kraftstoffdruck wird in der vorliegenden Ausführungsform gleichmäßig in einer Umfangsrichtung des Ventils 203 von der Seite der Druckbeaufschlagungskammer 12 in den Lagerraum SP eingeführt. Der Schließzeitpunkt des Ventils 203 kann folglich stabilisiert werden. Da das Druckausgleichsloch S5 in der Mitte des Ventilanschlages SO vorgesehen ist, besteht außerdem keine Notwendigkeit, den Ventilanschlag SO zum Zeitpunkt der Montage des Ventilanschlages SO zu montieren, während das Druckausgleichsloch S5 geeignet für jedes Produkt positioniert ist. Die Montage ist nicht kompliziert.

[0052] Das Druckausgleichsloch S5 weist vorzugsweise einen kleinen Durchmesser auf. Dies soll verhindern, dass das Einlassventil (Ventil 203) zu einem unerwarteten Zeitpunkt durch einen Fluiddruck geschlossen wird, der aufgrund von überlaufendem Kraftstoff erzeugt wird, da die statische oder dynamische Fluidkraft des Kraftstoffs auf der Seite der Druckbeaufschlagungskammer 12, die mit einer Pfeilmarkierung P angegeben ist, weniger wahrscheinlich einwirkt. Obwohl es bevorzugt ist zu verhindern, dass eine dynamische Komponente in den Federlagerraum SP eintritt, aber zu ermöglichen, dass nur ein erforderlicher statischer Druck in den Lagerraum SP eingeführt wird, wird es nicht verweigert, dass der Kraftstoff in den Lagerraum SP strömt. Eine Menge des Kraftstoffs ist zulässig, solange er in Reaktion auf das Öffnen und Schließen des Ventils 203 reibungslos in den Lagerraum SP eingeführt und aus diesem ausgelassen wird.

[0053] Nicht nur ein Druckausgleichsloch S5 kann vorgesehen sein, sondern mehrere Druckausgleichslöcher S5 können in gleich beabstandeten Intervallen voneinander um die Mittelachse der Feder ausgebildet sein. In diesem Fall sollten die Druckausgleichslöcher S5 vorzugsweise in einer solchen Weise konfiguriert sein, dass der von den Druckausgleichslöchern S5 eingeführte Kraftstoff parallel zur Mittelachsenlinie der Feder eingeführt wird. Der Kraftstoff kann alternativ in Richtung der Mittelachse der Ventilvorbelastungsfeder S4 in Richtung der hinteren Fläche des flachen Flächenabschnitts 203F des Ventils 203 eingeführt werden, so dass Druckwirkungsachsen des Kraftstoffs (Mittelachsenlinien der Druckausgleichslöcher S5) nicht direkt auf die Feder treffen können. Es sollte berücksichtigt werden, dass der Druck des von den Druckausgleichslöchern S5 eingeführten Kraftstoffs gleichermaßen in einer Umfangsrichtung wirken kann, wie vom Ventil 203 aus gesehen. Gemäß einer opti-

malen Ausführungsform kann das Ventil 203 derart konfiguriert sein, dass die Mittelachsenlinie davon mit der Mittelachsenlinie der Ventilvorbelastungsfeder S4 überlappt. Ferner kann die Ventilfehrung SG, die vom äußeren Umfang des Vorsprungs ST, der am Ventilanschlag S0 vorgesehen ist, ausgebildet ist, so konfiguriert sein, dass sie das Ventil 203 so führt, dass die Mittelachsenlinie mit der Mittelachsenlinie des Ventils 203 überlappt. Ferner sind die Druckausgleichslöcher S5 vorzugsweise so konfiguriert, dass die Mittelachsenlinien mit der Mittelachsenlinie der Ventilfehrung SG überlappen. Wenn das Spitzenende des Druckausgleichslochs S5 zur Position der Seite des flachen Flächenabschnitts 203F des Ventils 203 jenseits der Position des Ventilsitzes 214S zu diesem Zeitpunkt offen ist, dann kann überdies eine automatische Zentrierwirkung wie jene eines Gleichgewichtsspielzeugs in einem Zustand erwartet werden, in dem das Ventil 203 an einer Druckleitung des Druckfluids des Kraftstoffs, der von den Druckausgleichslöchern S5 eingeführt wird, abgestützt ist.

[0054] Das Ventil 203 in der Ausführungsform weist ein Gewicht von mehreren Milligramm, einen Durchmesser von 10,8 (mm) am ringförmigen Flächenabschnitt 203R {D1 in Fig. 3(C)} und einen Durchmesser von 6,1 (mm) an einem äußeren Umfang des zylindrischen Abschnitts 203H und eine axiale Länge von 7,4 (mm) von einer Anschlagseitenendfläche des ringförmigen Vorsprungs 203S zur Seitenendfläche der Tauchkolbenstange 201 des flachen Flächenabschnitts 203F davon auf. Wenn die Durchgangsquerschnittsfläche des Kraftstoffeinführungsdurchgangs 10P berechnet wird, dann ist sie $2,1 \cdot \text{fünfte Potenz von } 10$ (Quadratmeter), da der Innendurchmesser des Führungslochs 1GH 8,0 (mm) ist und der Außendurchmesser des röhrenförmigen Abschnitts des Ventils 6,1 mm ist. Wenn angenommen wird, dass die Drehzahl der Kraftmaschine 6000 min^{-1} ist, dann ist die Drehperiode des Nockens 50 (Hz) und die Drehzahl des Nockens ist 314,2 (rad/s). Wenn der Nocken ein Nocken mit vier Flügeln ist, dann ist aus diesen Informationen die maximale Geschwindigkeit des Tauchkolbens 2 zu Zeitpunkten des Überlaufs und Einlasses ungefähr 7,6 (rad/mm), nämlich 2383 (mm/s). Die maximale Strömungsgeschwindigkeit ist ungefähr 8,9 (m/s) und die Durchflussrate zu diesem Zeitpunkt ist $1,9 \cdot \text{vierte Potenz von } 10$ (Kubikmeter). Wenn der Nocken ein Nocken mit drei Flügeln ist, dann ist die maximale Geschwindigkeit des Tauchkolbens 2 zu Zeiten des Überlaufs und des Ansaugens ungefähr 8,1 (rad/mm), nämlich 2553 m (m/s). Die maximale Strömungsgeschwindigkeit ist ungefähr 9,5 (m/s) und die Durchflussrate zu diesem Zeitpunkt ist $1,9 \cdot \text{vierte Potenz von } 10$ (Kubikmeter). Die Kraft der Ventilvorbelastungsfeder S4 ist ungefähr 3 (Nm).

[0055] In dieser Weise strömt Kraftstoff mit einer sehr hohen Durchflussrate um das ziemlich leichte

Ventil 203 in den entgegengesetzten Richtungen zu Zeiten des Ansaugens und Überlaufens. Das Ventil 203 wirkt aus diesem Grund heftig nicht nur in der Rückwärts- und Vorwärtsrichtung, sondern auch in den Umfangsrichtungen nach links und nach rechts im Fluid, was zu der großen Veränderung der Auslassdurchflussrate des Kraftstoffs geführt hat. Es wurde herausgefunden, dass die Druckveränderung groß ist, wie in **Fig. 7A** dargestellt, bei der Messung der Druckveränderung an der gemeinsamen Rohrleitung zu dem Zeitpunkt, zu dem eine Pumpe des Standes der Technik verwendet wird. Insbesondere wenn versucht wurde, den Druck auf 20 MPa zu steuern, trat eine große Druckveränderung zwischen 23 MPa im Maximum - 18 MPa im Minimum auf. Dagegen wurde die Druckveränderung an der gemeinsamen Rohrleitung unter Verwendung der Hochdruck-Kraftstoffzufuhrpumpe, auf die die vorliegende Erfindung angewendet wird, als nächstes gemessen. Und die Druckveränderung, wenn versucht wurde, den Druck auf 20 MPa zu steuern, wurde erfolgreich auf eine winzige Veränderung unterdrückt, wie in **Fig. 7B** dargestellt.

[0056] Der Betrieb der ersten Ausführungsform wird mit Bezug auf **Fig. 1**, **Fig. 2**, **Fig. 3(A)**, **Fig. 3B**, **Fig. 4 (A)** und **Fig. 4(B)** beschrieben.

<<Kraftstoffansaugzustand>>

[0057] Ein Kraftstoffeinlasszustand wird nun mit Bezug auf **Fig. 1**, **Fig. 2** 3(A) und 4(B) beschrieben. In einem Einlassvorgang, in dem sich der Tauchkolben 2 nach unten in einer Richtung, die mit einer Pfeilmarkierung Q2 angegeben ist, von der oberen Totpunktposition, die mit einer gestrichelten Linie in **Fig. 2** angegeben ist, bewegt, befindet sich die Spule 204 in einem nicht erregten Zustand. Die Vorbelastungskraft SP1 der Tauchkolbenstangen-Vorbelastungsfeder 202 belastet die Tauchkolbenstange 201 in Richtung des Ventils 203 vor, wie mit einer Pfeilmarkierung angegeben. Unterdessen belastet die Vorbelastungskraft SP2 der Ventilvorbelastungsfeder S4 das Ventil 203 in einer Richtung vor, die mit einer Pfeilmarkierung angegeben ist. Da die Vorbelastungskraft SP1 der Tauchkolbenstangen-Vorbelastungsfeder 202 höher festgelegt ist als die Vorbelastungskraft SP2 der Ventilvorbelastungsfeder S4, belastet die Vorbelastungskraft der Federn zu diesem Zeitpunkt das Ventil 203 in der Ventilöffnungsrichtung vor. Das Ventil 203 wird einer Kraft in der Ventilöffnungsrichtung infolge einer Druckdifferenz zwischen einem statischen Druck P1 des Kraftstoffs, der auf die äußere Oberfläche des Ventils 203 wirkt, die durch den flachen Flächenabschnitt 203F des Ventils 203 dargestellt ist, der in der Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a angeordnet ist, und einem Druck P12 des Kraftstoffs in der Druckbeaufschlagungskammer ausgesetzt. Eine Fluidreibungskraft P2, die zwischen der Kraftstoffströmung, die in die

Druckbeaufschlagungskammer 12 entlang einer Pfeilmarkierung R4 durch den Kraftstoffeinführungsdurchgang 10P strömt, und der Umfangsfläche des zylindrischen Abschnitts 203H des Ventils 203 erzeugt wird, belastet ferner das Ventil 203 in der Ventilöffnungsrichtung vor. Ferner wirkt ein dynamischer Druck P3 der Kraftstoffströmung, die durch den Kraftstoffdurchgang 10S strömt, der zwischen dem Ventilgehäuse 214 und dem ringförmigen Flächenabschnitt 203R des Ventils 203 ausgebildet ist, auf den ringförmigen Flächenabschnitt 203R des Ventils 203, um das Ventil 203 in der Ventilöffnungsrichtung vorzubelasten. Das Ventil 203, dessen Gewicht mehrere Milligramm ist, wird aufgrund der Vorbelastungskräfte schnell geöffnet, sobald der Tauchkolben 2 beginnt sich nach unten zu bewegen. Das Ventil 203 führt danach einen Hub durch, bis es mit dem Ventilanschlag S0 zusammenstößt.

[0058] Das Ventilgehäuse 214 ist an der Außenseite in Bezug auf den zylindrischen Abschnitt 203H des Ventils 203 und den Kraftstoffeinführungsdurchgang 10P in einer diametralen Richtung ausgebildet. Folglich ist es möglich, die Fläche zu vergrößern, auf die der statische Druck P1, die Fluidreibungskraft P2 und der dynamische Druck P3 wirken, und die Öffnungsgeschwindigkeit des Ventils 203 zu verbessern. Da zu diesem Zeitpunkt der Umfangsbereich der Tauchkolbenstange 201 und des Ankers 207 mit residentem Kraftstoff gefüllt ist, und die Reibungskraft des Kraftstoffs mit dem Lagerabschnitt 214B wirkt, verzögert sich der Hub der Tauchkolbenstange 201 und des Ankers 207 in der Richtung nach rechts in den Figuren etwas von der Öffnungsgeschwindigkeit des Ventils 203. Folglich wird ein kleiner Spalt zwischen der Spitzenendfläche der Tauchkolbenstange 201 und dem flachen Flächenabschnitt 203F des Ventils 203 erzeugt. Folglich fällt die Ventilöffnungskraft, die von der Tauchkolbenstange 201 aufgebracht wird, für einen Moment ab. Da jedoch der statische Druck P1 des Kraftstoffs in der Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a auf den Spalt ohne Verzögerung wirkt, wird der Abfall der Ventilöffnungskraft, die von der Tauchkolbenstange 201 (Tauchkolbenstangen-Vorbelastungsfeder 202) aufgebracht wird, durch die Fluidkraft in der Öffnungsrichtung des Ventils 203 kompensiert. Zum Zeitpunkt des Öffnens des Ventils 203 wirken folglich der statische Druck und der dynamische Druck des Fluids auf die gesamte Oberfläche des Ventils 203 auf der Seite der Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a und folglich wird die Ventilöffnungsgeschwindigkeit beschleunigt.

[0059] Zum Zeitpunkt des Öffnens des Ventils 203 wird die innere Umfangsfläche des zylindrischen Abschnitts 203H des Ventils 203 durch die Ventilfehrung geführt, die vom zylindrischen Flächenabschnitt SG des Vorsprungs ST des Ventilanschlages SO ausgebildet ist. Das Ventil 203 führt sanft einen Hub durch, ohne dass es in einer diametralen Richtung

verlagert wird. Der zylindrische Flächenabschnitt SG, der die Ventilfehrung bildet, ist über die Stromaufwärtsseite und die Stromabwärtsseite über die Fläche ausgebildet, an der der Ventilsitz 214S ausgebildet ist. Daher kann nicht nur der Hub des Ventils 203 unterstützt werden, sondern auch der tote Raum an der inneren Umfangsseite des Ventils 203 kann effektiv genutzt werden. Die Abmessung der Einlassventileinheit in der axialen Richtung kann folglich verringert werden. Ferner ist die Ventilvorbelastungsfeder S4 zwischen der Ventilseitenendfläche SH des Ventilanschlages S0 und dem Seitenbodenflächenabschnitt des Ventilanschlages S0 des flachen Flächenabschnitts 203F des Ventils 203 installiert. Obwohl die Durchgangsfläche des Kraftstoffeinführungsdurchgangs 10P, der zwischen der Öffnung 204P und dem zylindrischen Abschnitt 203H des Ventils 203 ausgebildet ist, ausreichend sichergestellt werden kann, können das Ventil 203 und die Ventilvorbelastungsfeder S4 an der Innenseite der Öffnung 214P angeordnet sein. Da die Ventilvorbelastungsfeder S4 infolge des effektiv genutzten toten Raums an der inneren Umfangsseite des Ventils 203 angeordnet sein kann, das an der Innenseite der Öffnung 214P angeordnet ist, die den Kraftstoffeinführungsdurchgang 10P bildet, kann die Abmessung der Einlassventileinheit in der axialen Richtung verringert werden.

[0060] Das Ventil 203 weist eine Ventilfehrung (SG) an seinem zentralen Abschnitt auf und weist den ringförmigen Vorsprung 203S auf, der mit der Aufnahmefläche S2 für einen ringförmigen Flächenabschnitt S3 des Ventilanschlages SO unmittelbar am äußeren Umfang der Ventilfehrung (SG) in Kontakt steht. Ferner ist der Ventilsitz 214S in einer Position an der Außenseite in einer diametralen Richtung in Bezug auf den ringförmigen Vorsprung 203S ausgebildet und der ringförmige Luftspalt SGP erstreckt sich zu einer weiteren Außenseite in der radialen Richtung. Das Loch S6 mit großem Durchmesser ist von einer inneren Umfangsfläche des Ventilgehäuses an der Außenseite des ringförmigen Luftspalts SGP (an der äußeren Umfangsseite des Ventils 203 und des Ventilanschlages S0) ausgebildet. Da das Loch S6 mit großem Durchmesser an der Außenseite in der diametralen Richtung des Ventilgehäuses 214 ausgebildet ist, besteht ein Vorteil, dass sichergestellt werden kann, dass das Loch S6 mit großem Durchmesser ausreichend groß ist.

[0061] Ferner ist der ringförmige Vorsprung 203S, der mit der Aufnahmefläche S2 des Ventilanschlages SO in Kontakt steht, an der Innenseite des Ventilgehäuses 214 an der Innenseite des ringförmigen Luftspalts SGP vorgesehen. Daher ist es bei einer nachstehend beschriebenen Ventilschließbewegung möglich zu bewirken, dass ein Fluidruck P4 auf der Druckbeaufschlagungskammerseite auf den ringförmigen Luftspalt SGP schnell wirkt, um die Ven-

tilschließgeschwindigkeit zu erhöhen, wenn das Ventil 203 in Richtung des Ventilgehäuses 214 gepresst wird.

«Kraftstoffüberlaufzustand»

[0062] Ein Kraftstoffüberlaufzustand wird mit Bezug auf **Fig. 1**, **Fig. 2**, **Fig. 3(A)** und **Fig. 4(B)** beschrieben. Der Tauchkolben 2 beginnt sich in der Richtung einer Pfeilmarkierung Q1 von der unteren Totpunktposition nach oben zu bewegen. Da die Spule 204 sich in einem nicht erregten Zustand befindet, wird daraufhin ein Teil des in die Druckbeaufschlagungskammer 12 gebrachten Kraftstoffs in die Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a durch die Ausschnitte Sn1 bis Sn3, den Kraftstoffdurchgang 10S und den Kraftstoffeinführungsdurchgang 10P vergossen. Wenn die Strömung des Kraftstoffs im Loch S6 mit großem Durchmesser von der Richtung der Pfeilmarkierung R4 zur Richtung der Pfeilmarkierung R5 wechselt, stoppt die Strömung des Kraftstoffs für einen Moment und der Druck im ringförmigen Luftspalt SGP steigt an. Die Tauchkolbenstangen-Vorbelastungsfeder 202 presst jedoch zu diesem Zeitpunkt das Ventil 203 in Richtung des Ventilanschlages SO. Vielmehr wird das Ventil 203 fest in Richtung des Ventilanschlages SO mittels der zwei Typen von Fluidruck gepresst: wobei der erste das Ventil 203 in Richtung des Ventilanschlages S0 unter Verwendung des dynamischen Drucks durch den Kraftstoff presst, der in die Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a des Ventilgehäuses 214 strömt; und der zweite wirkt, um das Ventil 203 und den Ventilanschlag SO mittels des Saugeffekts der Kraftstoffströmung aneinander anzuziehen, die entlang des äußeren Umfangs des ringförmigen Luftspalts SGP strömt.

[0063] Nach einem Moment, in dem der Durchflussstrom zur R5-Richtung wechselt, strömt der Kraftstoff in die Druckbeaufschlagungskammer 12 in die Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a, wobei er nacheinander durch das Loch S6 mit großem Durchmesser, den ringförmigen Kraftstoffdurchgang 10S und den Kraftstoffeinführungsdurchgang 10P strömt. Hier ist die Kraftstoffströmungsweg-Querschnittsfläche des Kraftstoffdurchgangs 10S kleiner festgelegt als jene des Lochs S6 mit großem Durchmesser und des Kraftstoffeinführungsdurchgangs 10P. Mit anderen Worten, die Kraftstoffströmungsweg-Querschnittsfläche ist am ringförmigen Kraftstoffdurchgang 10S am kleinsten festgelegt. Daher wird ein Druckverlust am ringförmigen Kraftstoffdurchgang 10S erzeugt und der Druck in der Druckbeaufschlagungskammer 12 beginnt anzusteigen. Der Fluidruck P4 wird jedoch an der ringförmigen Fläche des Ventilanschlages S0 auf der Druckbeaufschlagungskammerseite aufgenommen und wirkt weniger wahrscheinlich auf das Ventil 203. Da das Druckausgleichsloch S5 einen kleinen Durchmesser aufweist, wirkt die dynamische Fluidkraft des Kraftstoffs auf der Seite der Druck-

beaufschlagungskammer 12, die mit der Pfeilmarkierung P4 angegeben ist, weniger wahrscheinlich auf das Ventil 203.

[0064] Im Überlaufzustand strömt der Kraftstoff von der Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a in die Dämpferkammer 10b durch den ringförmigen Luftspalt SGP und durch die vier Kraftstoffdurchgangslöcher 214Q. Da sich der Tauchkolben 2 nach oben bewegt und das Volumen der Kraftstoffhilfskammer 250 daraufhin zunimmt, wird ein Teil des Kraftstoffs von der Dämpferkammer 10b in die Kraftstoffhilfskammer 250 mittels einer Kraftstoffströmung in einer Abwärtspfeilmarkierungsrichtung einer Pfeilmarkierung R8 durch den vertikalen Durchgang 250B, den ringförmigen Durchgang 21G und den Kraftstoffdurchgang 250A eingeführt. Der kalte Kraftstoff wird folglich in die Kraftstoffunterkammer zugeführt und der Gleitbereich zwischen dem Tauchkolben 2 und dem Zylinder 20 wird dementsprechend gekühlt.

<Kraftstoffauslasszustand>>

[0065] Ein Kraftstoffauslasszustand wird mit Bezug auf **Fig. 4(A)** beschrieben. Wenn die Spule 204 gemäß einem Befehl von der Kraftmaschinensteuervorrichtung ECU im vorstehend beschriebenen Kraftstoffüberlaufzustand erregt wird, dann wird ein geschlossener Magnetpfad cmP erzeugt, wie in **Fig. 3(A)** dargestellt. Wenn der geschlossene Magnetpfad cmP gebildet wird, wird eine magnetische Anziehungskraft zwischen gegenüberliegenden Flächen des inneren Kerns 206B und des Ankers 207 im Magnetspalt GP erzeugt. Diese magnetische Anziehungskraft überwindet die Vorbelastungskraft der Tauchkolbenstangen-Vorbelastungsfeder 202, um den Anker 207 und die Tauchkolbenstange 201, die am Anker 207 befestigt ist, in Richtung des inneren Kerns 206B anzuziehen. Zu diesem Zeitpunkt strömt der Kraftstoff im Magnetspalt GP und in der Lagerkammer 206K für die Tauchkolbenstangen-Vorbelastungsfeder 202 durch das Durchgangsloch 201H und den Umfang des Ankers 207 und wird vom Kraftstoffdurchgang 214K zum Niederdruckdurchgang ausgelassen. Folglich werden der Anker 207 und die Tauchkolbenstange 201 zur Seite des inneren Kerns 206B reibungslos verlagert. Sobald der Anker 207 mit dem inneren Kern 206B in Kontakt gebracht wird, stoppt die Bewegung des Ankers 207 und der Tauchkolbenstange 201.

[0066] Da die Tauchkolbenstange 201 zum inneren Kern 206B angezogen wird und die Vorbelastungskraft, die das Ventil 203 zur Seite des Ventilanschlags S0 vorbelastet, verschwindet, wird das Ventil 203 in einer Richtung gedrängt, in der es sich aufgrund der Vorbelastungskraft durch die Ventilverbelastungsfeder S4 weiter vom Ventilanschlag S0 weg bewegt. Das Ventil 203 beginnt dann seine Bewegung. Zu diesem Zeitpunkt wird der Druck im ringförmigen

Luftspalt SGP, der auf der äußeren Umfangsseite des ringförmigen Vorsprungs 203S angeordnet ist, höher als der Druck auf der Seite der Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a, was vom Druckanstieg in der Druckbeaufschlagungskammer 12 begleitet ist, wodurch die Schließbewegung des Ventils 203 unterstützt wird. Das Ventil 203 wird mit dem Ventilgehäuse 214 in Kontakt gebracht, um einen geschlossenen Ventilzustand herzustellen. Dieser Zustand ist in **Fig. 4(A)** dargestellt. Wenn sich der Tauchkolben 2 anschließend nach oben bewegt, nimmt das Volumen der Druckbeaufschlagungskammer 12 ab und der Druck in der Druckbeaufschlagungskammer 12 nimmt zu. Folglich bewegt sich das Ventil 63 der Auslassventileinheit 60 vom Ventil Sitz 61 weg, wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt, nachdem die Kraft der Vorbelastungsfeder 64 überwunden wird. Der Kraftstoff wird dann vom Durchgangsloch 11A in Richtungen entlang Pfeilmarkierungen R6 und R7 durch die Auslassverbindung 11 ausgelassen.

[0067] In dieser Weise weist der ringförmige Luftspalt SGP einen Vorteil der Unterstützung der Schließbewegung des Ventils 023 auf. Es bestand ein Problem, dass die Ventilschließbewegung nicht stabilisiert ist, da die Ventilverbelastungsfeder S4 selbst eine äußerst geringe Schließkraft des Einlassventils ausübt.

[0068] Da der Kraftstoff in den Lagerraum SP durch das Druckausgleichsloch S5 zugeführt wird, wenn das Ventil 203 geschlossen ist, wird der Druck im Lagerraum SP konstant und die Kraft, die eingebracht wird, wenn das Ventil 203 geschlossen wird, wird stabilisiert. Der Schließzeitpunkt des Ventils 203 kann folglich stabil sein.

[0069] Folglich ist es möglich, die Streuung des Ventilschließzeitpunkts mit der vorliegenden Erfindung zu verringern, während das Ansprechvermögen zu Zeiten des Öffnens und Schließens des Ventils verbessert wird.

[Zweite Ausführungsform]

[0070] Eine zweite Ausführungsform wird mit Bezug auf **Fig. 5A** und **Fig. 5B** beschrieben. Diejenigen Elemente mit gleichen Funktionen wie jene in der ersten Ausführungsform sind mit gleichen Bezugszeichen in **Fig. 5A** und **Fig. 5B** bezeichnet. Ein elektromagnetisch angetriebenes Einlassventil der zweiten Ausführungsform, das in **Fig. 5A** und **Fig. 5B** dargestellt ist, ist als Ventil vom nach außen öffnenden Typ mit einem Ventil 203 auf einer Seite einer Druckbeaufschlagungskammer 12 eines Ventilsitzes 214S konfiguriert. Das Ventil 203 ist auf einer Druckbeaufschlagungskammerseite in Bezug auf den Ventilsitz 214S (auf einer Stromabwärtsseite des Ventilsitzes) angeordnet. Ein Ventilanschlag S0 ist zwischen der

Druckbeaufschlagungskammer 12 und dem Ventil 203 angeordnet und schränkt die Öffnungsposition des Ventils 203 ein. Durchgangslöcher SN1 bis SN6 (entsprechend den Ausschnitten Sn1 bis Sn3) sind im Ventilanschlag S0 vorgesehen und bilden Kraftstoffdurchgänge an einer Außenseite des Ventils 203 in einer Umfangsrichtung. Ein röhrenförmiger Kraftstoffeinführungsdurchgang 10P ist an seinem einen Ende mit einer Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a und am anderen Ende mit einem ringförmigen (scheibenförmigen) Kraftstoffdurchgang 10S verbunden, der zwischen dem Ventilsitz 214S und einem flachen Flächenabschnitt 203F des Ventils 203 ausgebildet ist. Die Durchgangslöcher SN1 bis SN6 konfigurieren Durchgänge zum Verbinden der Druckbeaufschlagungskammer 12 und des ringförmigen (scheibenförmigen) Kraftstoffdurchgangs 10S miteinander. Eine Ventilvorbelastungsfeder S4 ist zwischen dem Ventilanschlag S0 und dem Ventil 203 vorgesehen und belastet das Ventil 203 in seiner Schließrichtung vor. Ein Federlagerraum SP ist zwischen dem Ventil 203 und dem Ventilanschlag S0 ausgebildet und nimmt die Ventilvorbelastungsfeder S4 darin auf. Ein Druckausgleichsloch S5 als Verbindungsdurchgang zum Verbinden des Federlagerraums SP und der Druckbeaufschlagungskammer 12 miteinander ist in der Mitte des Ventilanschlags S0 vorgesehen.

[0071] Sobald der Tauchkolben in der Druckbeaufschlagungskammer 12 in einen Kompressionsvorgang eintritt und die Spule zum Ventilschließzeitpunkt erregt wird, wird die Tauchkolbenstange 201 gegen die Kraft der Tauchkolbenstangen-Vorbelastungsfeder 202 nach links in **Fig. 5A** und **Fig. 5B** gezogen. Das linke Ende der Tauchkolbenstange 201 bewegt sich dann vom flachen Flächenabschnitt 203F des Ventils 203 weg. Das Ventil 203 wird zu diesem Zeitpunkt mittels der Ventilvorbelastungsfeder S4 in der Schließrichtung gedrängt. Der Druck in der Druckbeaufschlagungskammer wird in die Innenseite, teilweise zur Mitte, der Ventilvorbelastungsfeder S4 durch das Druckausgleichsloch S5 eingeführt, ohne die Feder zu durchqueren. Der eingeführte Druck wird gleichmäßig auf die innere Umfangsfläche des Ventils 203 verteilt und unterstützt die Schließbewegung des Ventils 203, ohne einen negativen Einfluss auf die Schließbewegung des Ventils 203 zu haben. Wenn der Kompressionsvorgang endet und der Tauchkolben 2 in einen Einlassvorgang eintritt, dann wird das Ventil 203 gegen die Kraft der Ventilvorbelastungsfeder S4 mittels der Kraft der Tauchkolben-Vorbelastungsfeder 202 und der Druckdifferenz über dem ringförmigen (scheibenförmigen) Kraftstoffdurchgang 10S nach rechts in **Fig. 5(A)** und **Fig. 5(B)** geschoben. Das Ventil 203 tritt anschließend in einen offenen Zustand ein. Zu diesem Zeitpunkt wird der Kraftstoff im Federlagerraum SP vom Druckausgleichsloch S5 aufgrund der Bewegung des Ventils 203 abgelassen. Während in der vorliegenden Ausführungsform die äußere

Umfangsfläche des Ventils 203 durch die innere Umfangsfläche des Ventilanschlags S0 geführt wird, ist die Funktion des Druckausgleichslochs S5 grundsätzlich dieselbe wie jene in der ersten Ausführungsform.

[Dritte Ausführungsform]

[0072] Eine dritte Ausführungsform wird mit Bezug auf **Fig. 6A** und **Fig. 6B** beschrieben. Diejenigen Elemente mit gleichen Funktionen wie jene in der ersten Ausführungsform sind in **Fig. 6A** und **Fig. 6B** mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Ein elektromagnetisch angetriebenes Einlassventil der dritten Ausführungsform, das in **Fig. 6A** und **Fig. 6B** dargestellt ist, ist aus einem Ventil des nach außen öffnenden Typs mit einem Ventil 203 auf einer Seite der Druckbeaufschlagungskammer 12 eines Ventilsitzes 214S konfiguriert. Das Ventil 203 ist auf einer Druckbeaufschlagungskammerseite in Bezug auf den Ventilsitz 214S (auf einer Stromabwärtsseite des Ventilsitzes) angeordnet. Ein Ventilanschlag S0 ist zwischen der Druckbeaufschlagungskammer 12 und dem Ventil 203 angeordnet und schränkt die offene Position des Ventils 203 ein. Durchgangslöcher SN1 bis SN6 (entsprechend den Ausschnitten Sn1 bis Sn3 in der ersten Ausführungsform und entsprechend den Durchgangslöchern SN1 bis SN6 in der zweiten Ausführungsform) sind so vorgesehen, dass sie sich schräg nach außen von einer Endfläche des Ventilanschlags S0 auf der Druckbeaufschlagungskammerseite durch den Ventilanschlag S0 erstrecken. In der dritten Ausführungsform ist der Ventilanschlag S0 an einem äußeren Umfang davon eingepresst in und befestigt an einem inneren Umfang eines Spitzenendes eines Ventilgehäuses 214. Eine Führung SGV ist am äußeren Umfang des Ventilanschlags S0 auf der Seite des Ventils 203 vorgesehen, so dass sie die innere Umfangsfläche des Ventils 203 führt. Ein röhrenförmiger Kraftstoffdurchgang 12V ist zwischen dem äußeren Umfang des Ventils 203 und dem inneren Umfang des Ventilgehäuses ausgebildet. Ein röhrenförmiger Kraftstoffeinführungsdurchgang 10P ist an seinem einen Ende mit der Niederdruck-Kraftstoffkammer 10a und am anderen Ende mit einem ringartigen (ringförmigen) Kraftstoffdurchgang 10S verbunden, der zwischen dem Ventilsitz 214S und einem ringförmigen vorstehenden Flächenabschnitt 203M ausgebildet ist, der vom flachen Flächenabschnitt 203F des Ventils 203 vorsteht. Die Durchgangslöcher SN1 bis SN6 konfigurieren Durchgänge zur Verbindung der Druckbeaufschlagungskammer 12 und des röhrenförmigen Kraftstoffdurchgangs 12V miteinander und der ringartige (ringförmige) Kraftstoffdurchgang 10S wird mit dem röhrenförmigen Kraftstoffdurchgang 12V in Verbindung gebracht. Eine Ventilvorbelastungsfeder S4 ist zwischen dem Ventilanschlag S0 und dem Ventil 203 vorgesehen und belastet das Ventil 203 in der Schließrichtung vor. Ein Federlager-

raum SP ist zwischen dem Ventil 203 und dem Ventilanschlag S0 ausgebildet und nimmt die Ventilvorbelastungsfeder S4 darin auf. Ein Druckausgleichsloch S5 als Verbindungsweg für die Verbindung des Federlagerraums SP und der Druckbeaufschlagungskammer 12 miteinander ist in der Mitte des Ventilanschlags S0 vorgesehen. Ein Loch S6 mit großem Durchmesser, das einen Durchmesser hat, der größer ist als jener des Druckausgleichslochs S5, ist auf der Seite der Druckbeaufschlagungskammer 12 des Druckausgleichslochs S5 vorgesehen. Das Druckausgleichsloch S5 erstreckt sich von der Unterseite des Lochs S6 mit großem Durchmesser zum Federlagerraum SP. Die Konfiguration des Druckausgleichslochs S5 aus einem Loch mit einem anderen Durchmesser in dieser Weise ist dieselbe wie jene im Fall der ersten Ausführungsform. In der vorliegenden Ausführungsform ist das Ventilgehäuse 214 an einem äußeren Umfang seines einen Endes in den inneren Umfang eines Führungslochs 1GH eingepresst, das im Pumpengehäuse 1 vorgesehen ist, und ist am anderen Ende in der axialen Richtung mittels eines C-Sicherungsringes CR befestigt, der am Pumpengehäuse 1 verriegelt ist.

[0073] Sobald der Tauchkolben in der Druckbeaufschlagungskammer 12 in einen Kompressionsvorgang eintritt und die Spule zu einem Ventilschließzeitpunkt erregt wird, wird die Tauchkolbenstange 201 gegen die Kraft einer nicht gezeigten Feder nach links in **Fig. 6(A)** gezogen. Das Spitzenende der Tauchkolbenstange 201 bewegt sich dann vom ringförmigen vorstehenden Flächenabschnitt 203M weg. Zu diesem Zeitpunkt wird das Ventil 203 mittels der Ventilvorbelastungsfeder S4 in der Schließrichtung gedrängt. Der Druck in der Druckbeaufschlagungskammer wird in die Innenseite, insbesondere in einen mittleren Bereich, der Ventilvorbelastungsfeder S4 durch das Druckausgleichsloch S5 eingeführt, ohne die Ventilvorbelastungsfeder S4 zu durchqueren. Der in den Federlagerraum SP eingeführte Druck wird gleichmäßig zur inneren Umfangsfläche des Ventils 203 verteilt und unterstützt die Schließbewegung des Ventils 203, ohne einen negativen Einfluss auf die Schließbewegung des Ventils 203 zu haben. Nachdem der Kompressionsvorgang endet und der Tauchkolben 2 in einen Einlassvorgang eintritt, wird das Ventil 203 gegen die Kraft der Ventilvorbelastungsfeder S4 mittels der Kraft der Feder (nicht dargestellt) der elektromagnetischen Antriebsvorrichtung und der Druckdifferenz über dem ringartigen (ringförmigen) Kraftstoffdurchgang 10S nach rechts in **Fig. 6(A)** und **Fig. 6(B)** geschoben und tritt in einen offenen Zustand ein. Zu diesem Zeitpunkt wird der Kraftstoff im Federlagerraum SP aus dem Druckausgleichsloch S5 aufgrund der Bewegung des Ventils 203 ausgelassen. Während die innere Umfangsfläche des Ventils 203 durch die Führung SGV geführt wird, die am äußeren Umfang des Ventilanschlags SO in der vorliegenden Ausführungsform ausgebildet ist, ist die Funktion des Druckausgleichslochs S5 grundsätzlich dieselbe wie jene in der ersten Ausführungsform.

Bezugszeichenliste

1	Pumpengehäuse
2	Tauchkolben
3	Hubvorrichtung
4	Feder
5	Tauchkolbendichtung
7	Nocken
10	Einlassverbindung
10a	Niederdruck-Kraftstoffkammer
10b	Dämpferkammer
10p	Kraftstoffeinführungsdurchgang
10S	ringförmiger Kraftstoffdurchgang
11	Auslassverbindung ,
12	Druckbeaufschlagungskammer
20	Zylinder
21	Zylinderhalter
22	Dichtungshalter
30	Dämpferhalter
40	Dämpferabdeckung
50	Kraftstofftank
51	Niederdruckpumpe
53	gemeinsame Rohrleitung
54	Einspritzdüse
56	Drucksensor
80	Metallmembrandämpfer (Anordnung)
200	elektromagnetisch angetriebener Einlassventilmechanismus
201	Tauchkolbenstange
203	Ventil
203H	zylindrischer Abschnitt
214	Ventilgehäuse
314P	Öffnung
214S	Ventilsitz
250	Kraftstoffhilfskammer
600	Kraftmaschinensteuereinheit (ECU)
EMD	elektromagnetische Antriebsmechanismuseinheit
SO	Ventilanschlag

SG Ventilführung

Patentansprüche

1. Hochdruck-Kraftstoffzufuhrpumpe mit einem elektromagnetisch angetriebenen Einlassventil (200), die umfasst:

ein Pumpengehäuse mit einer Druckbeaufschlagungskammer (12);

einen Tauchkolben (2), der am Pumpengehäuse abgestützt ist, wobei der Tauchkolben (2) eine Hin- und Herbewegung in der Druckbeaufschlagungskammer (12) wiederholt, um Fluid in die Druckbeaufschlagungskammer (12) zu bringen und das Fluid aus der Druckbeaufschlagungskammer (12) auszulassen, nachdem das Fluid mit Druck beaufschlagt ist; wobei

das Einlassventil (200) durch eine elektromagnetisch angetriebene Tauchkolbenstange (201) betätigt wird,

das Einlassventil (200) einen Ventilsitz (214S) und ein Ventil (203), das einen Kraftstoffeinführungsdurchgang, öffnet und schließt, der an einem Eingang der Druckbeaufschlagungskammer (12) vorgesehen ist, umfasst,

das Ventil (203) einen mit Boden versehenen röhrenförmigen Abschnitt (S1), der aus einem flachen Flächenabschnitt (203F), ausgebildet ist, der der elektromagnetisch angetriebenen Tauchkolbenstange (201) gegenüber liegt, und einen zylindrischen Abschnitt (203H), der mit dem flachen Flächenabschnitt (203F) verbunden ist, aufweist, wobei das Ventil (203) ferner einen ringförmigen Flächenabschnitt (203R) aufweist, der auf einer Öffnungsseite des mit Boden versehenen röhrenförmigen Abschnitts (S1) vorgesehen ist und dem Ventilsitz (214S) gegenüber liegt, wobei

- ein Ventilanschlag (S0) einen Führungsabschnitt zum Führen des Ventils (203) und eine Kontaktfläche für eine Feder (S4) aufweist,
- die Feder (S4) zwischen dem Ventil (203) und dem Ventilanschlag (S0) so angeordnet ist, dass das Ventil (203) durch die Feder (S4) in einer Richtung gedrängt wird, in der sich das Ventil (203) weiter vom Ventilanschlag (S0) weg in eine Schließrichtung bewegt, wobei das Ventil (203) enthält
- einen Kontaktabschnitt, der mit dem Ventilanschlag (S0) in einer vollständig offenen Position des Ventils (203) in Kontakt steht und
- einen Nicht-Kontaktabschnitt, der einen ringförmigen Luftspalt (SGP) zwischen dem Ventilanschlag (S0) und dem Ventil (203) in einer vollständig offenen Position des Ventils (203) bildet,
- wobei der Nicht-Kontaktabschnitt in einer Radialrichtung des Ventils (203) außerhalb des zylindrischen Abschnitts (203H) vorgesehen ist.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

FIG. 2

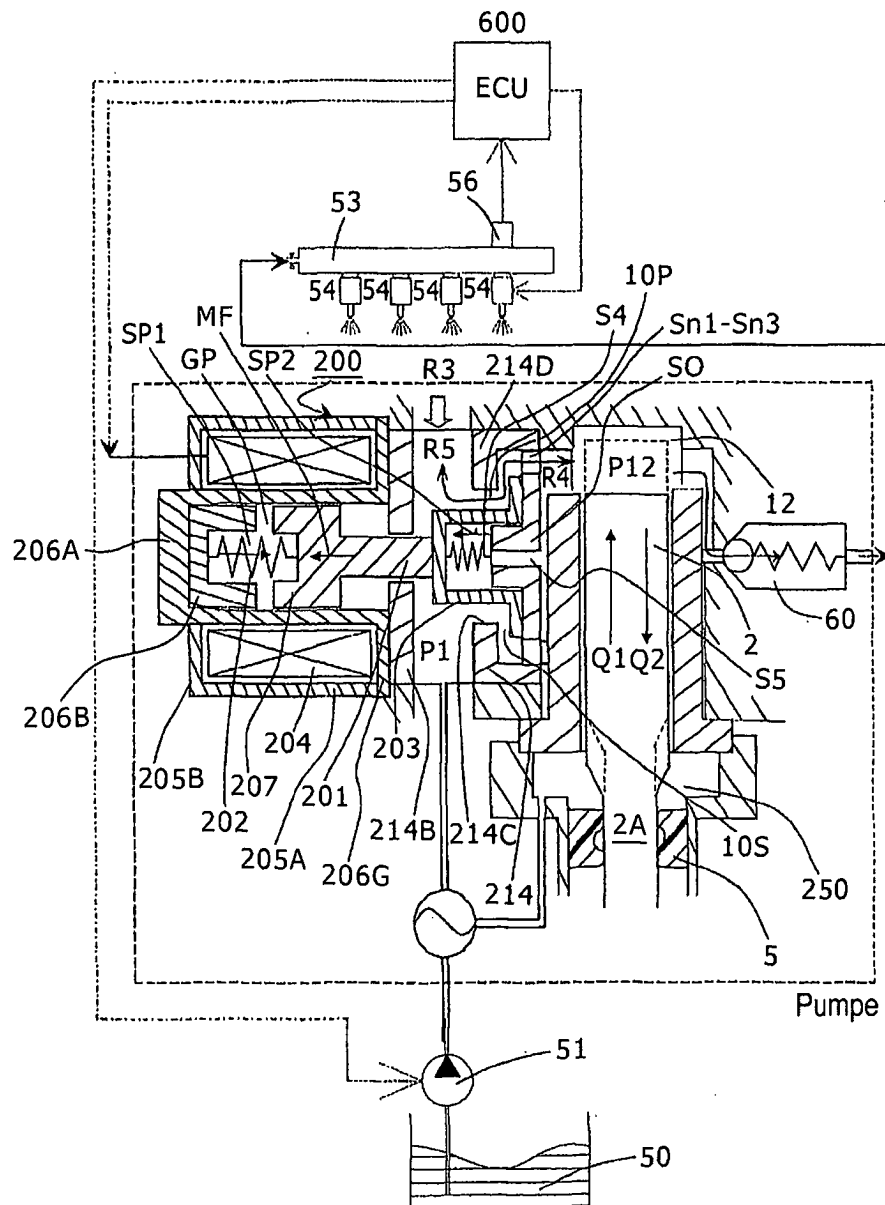


FIG. 3

(A)

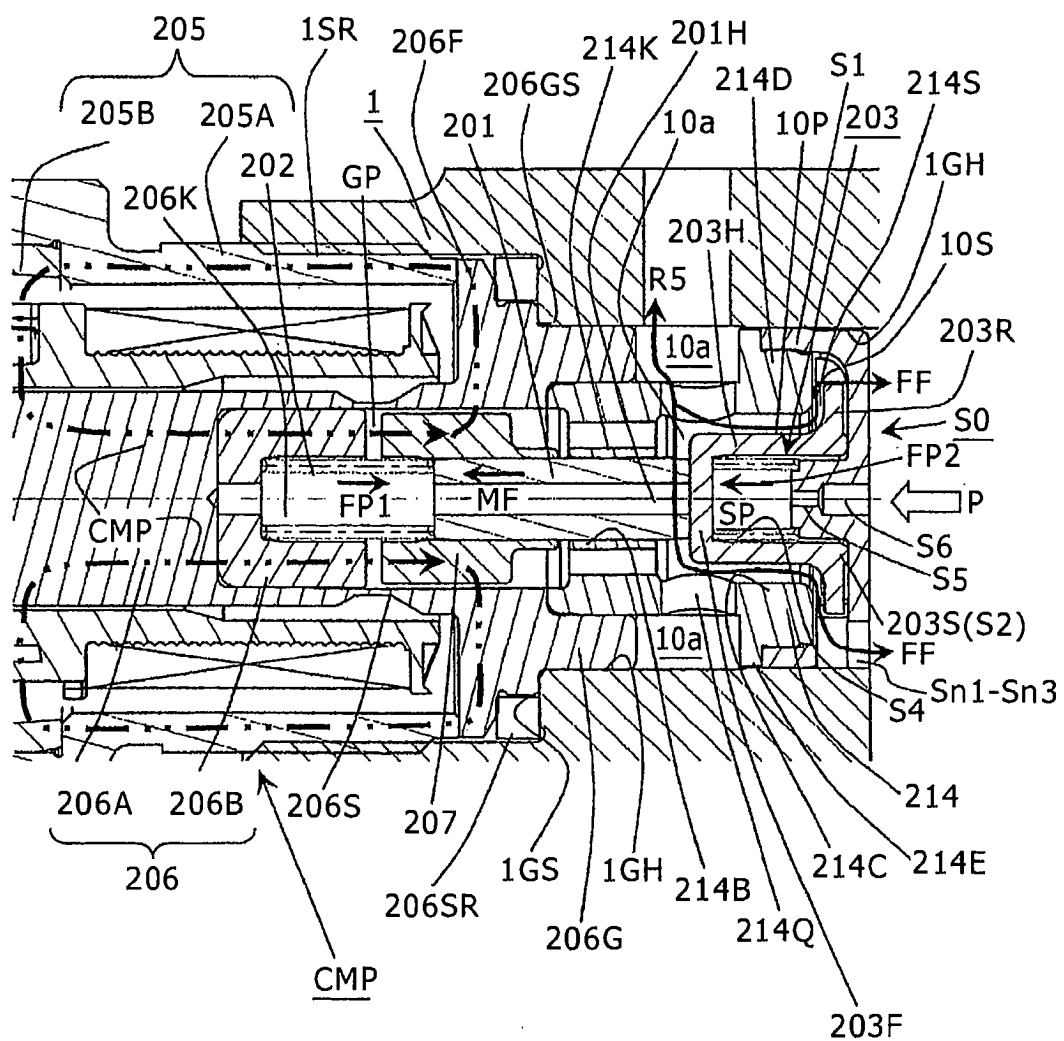


FIG. 3

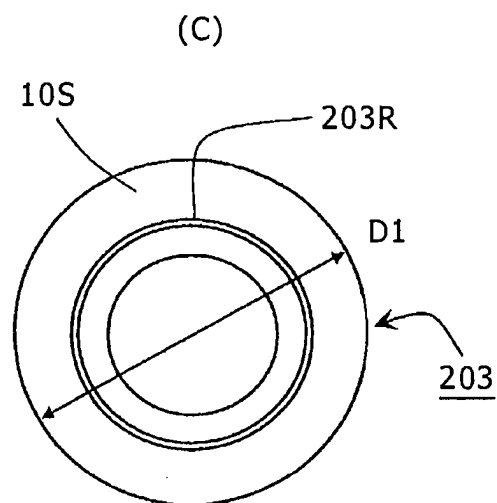
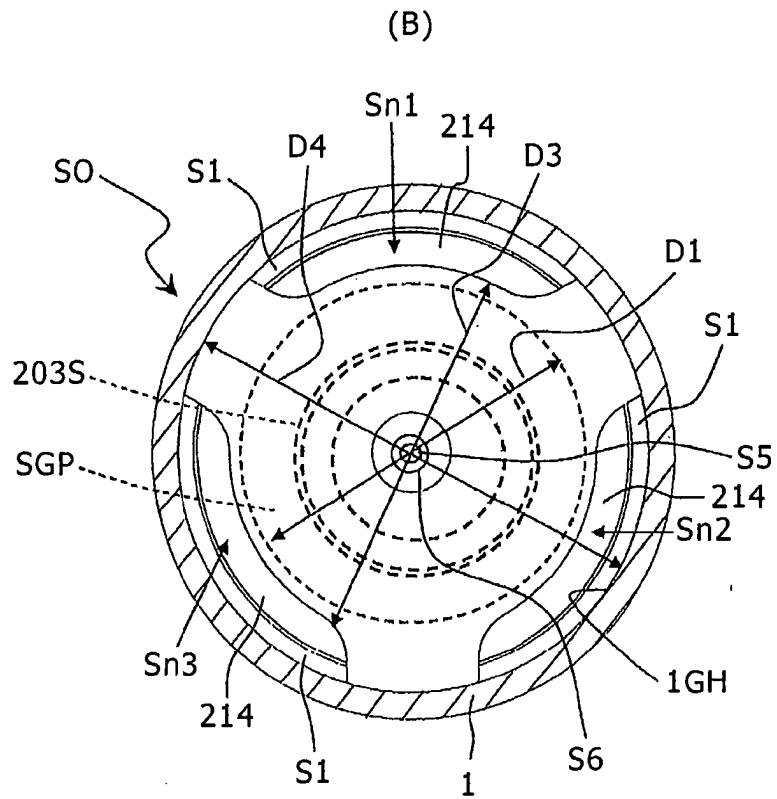


FIG. 4

(A)

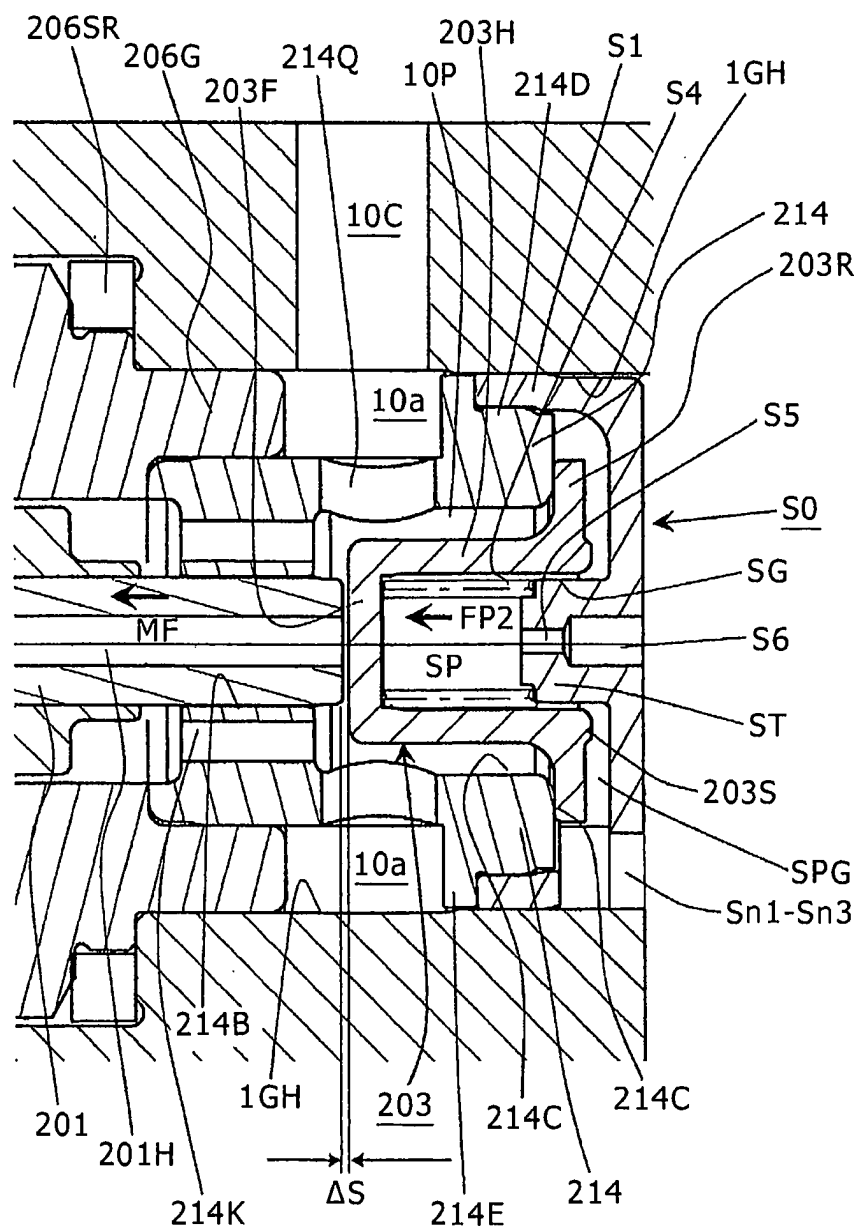


FIG. 4

(B)

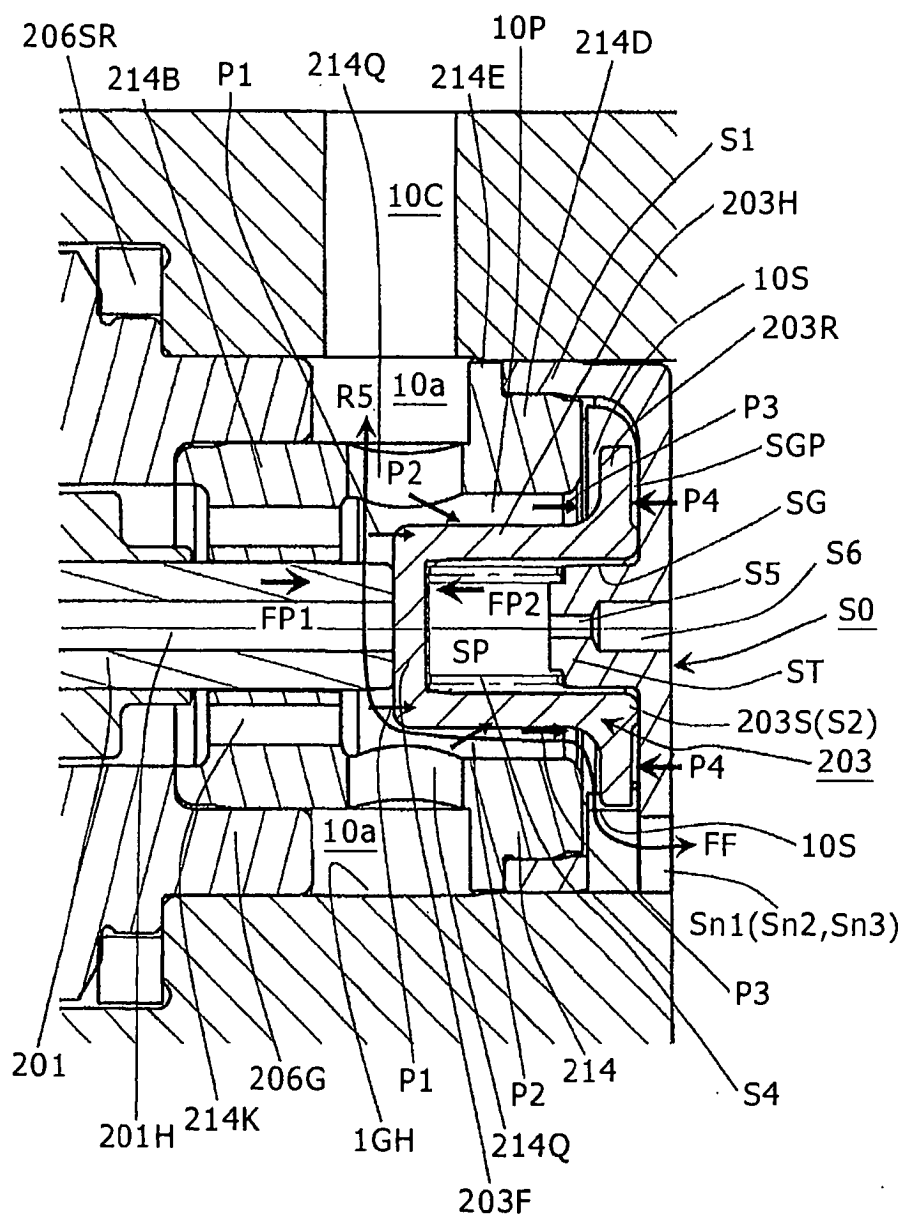


FIG. 5

(A)

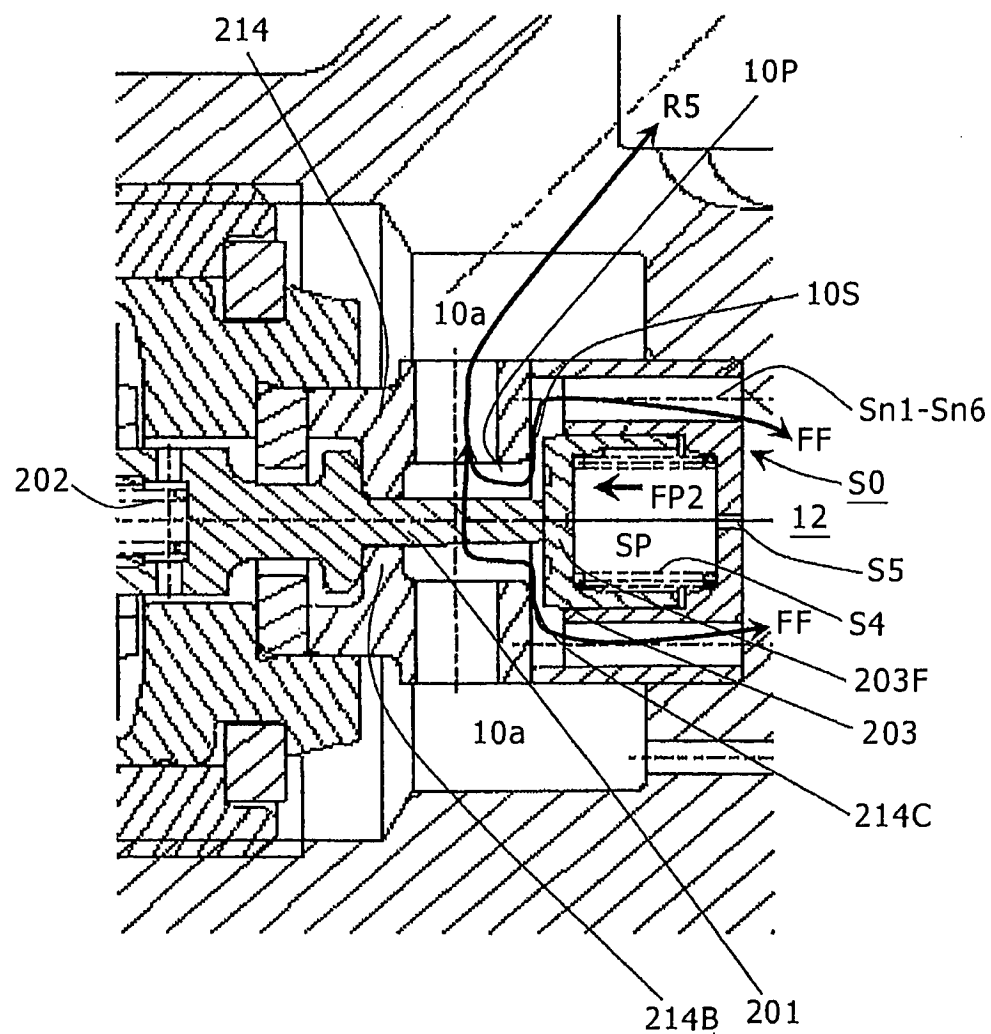


FIG. 5

(B)

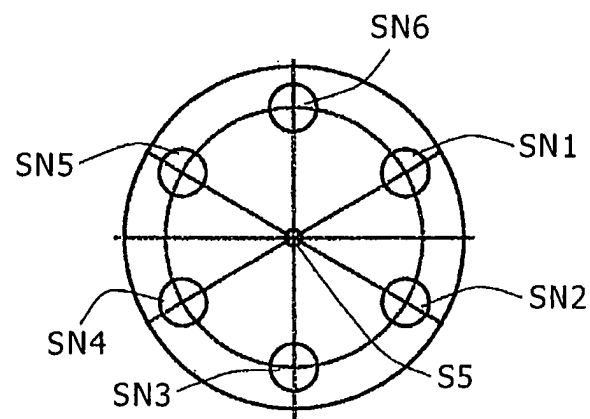


FIG. 6

(A)

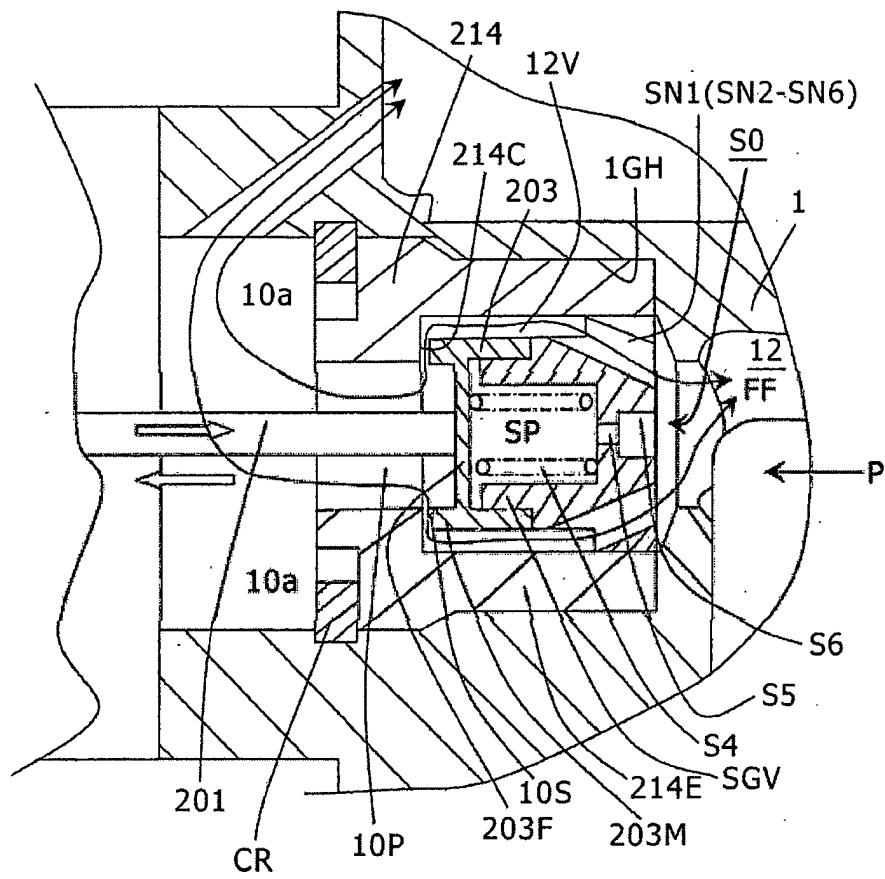


FIG. 6

(B)

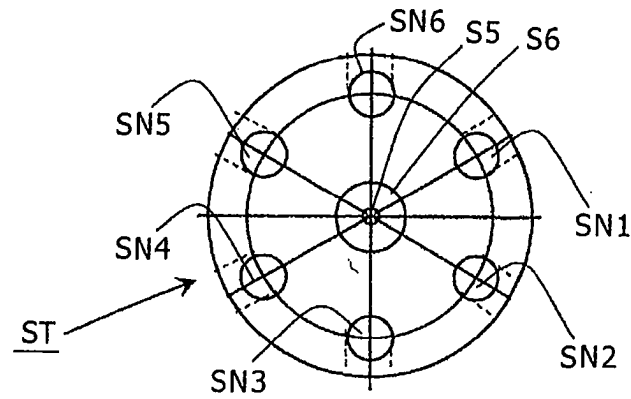
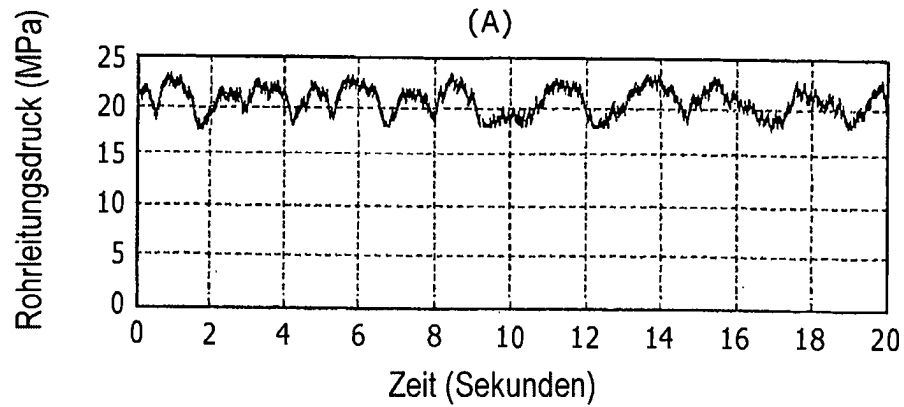


FIG. 7

(A)



(B)

