



(10) **DE 10 2012 201 122 A1** 2012.08.02

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 201 122.6**

(22) Anmeldetag: **26.01.2012**

(43) Offenlegungstag: **02.08.2012**

(51) Int Cl.: **F02M 59/44 (2012.01)**

(30) Unionspriorität:

**2011-015644**      **27.01.2011**    **JP**

**2011-186135**      **29.08.2011**    **JP**

(74) Vertreter:

**TBK, 80336, München, DE**

(71) Anmelder:

**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,  
JP**

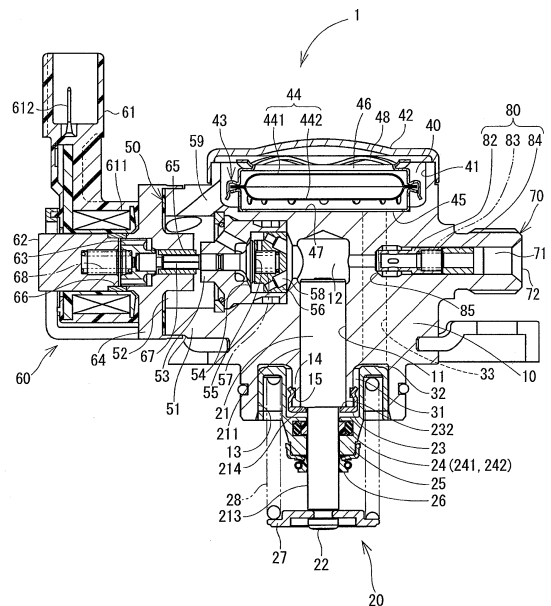
(72) Erfinder:

**Hishinuma, Osamu, Nishio, Aichi, JP; Matsumoto,  
Teppei, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Irino, Yuichi,  
Tokyo, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Hochdruckpumpe**

(57) Zusammenfassung: Ein Plungerkolbenanschlag (23, 23A, 29, 34, 34A–34E, 37, 38) ist an einem eine zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitt (14) eines einen Zylinder ausbildenden Elements (10, 90) installiert. Der Plungerkolbenanschlag (23, 23A, 29, 34A–34E, 37, 38) wirkt mit einem Stufenabschnitt (214, 214b) eines Plungerkolbens (21, 21A) zusammen, um die Bewegung des Plungerkolbens (21, 21A) in einem Zustand zu begrenzen, in dem eine Gleitfläche (211b) des Plungerkolbens (21, 21A) eine innere Randwandfläche (143, 91a) der zylindrischen Bohrung (11, 91) berührt.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Hochdruckpumpe.

**[0002]** Eine Hochdruckpumpe, die einen Kraftstoff zu einem Kraftstoffzufuhrsystem einer Brennkraftmaschine zuführt ist bekannt. Ein aus einem Kraftstofftank gezogener Kraftstoff wird aufgrund einer Abwärtsbewegung eines Kolbens in einer zylindrischen Bohrung der Hochdruckpumpe in eine Druckbeaufschlagungskammer zugeführt. Dann wird der Kraftstoff gemessen und in der Druckbeaufschlagungskammer aufgrund einer Aufwärtsbewegung des Kolbens in der zylindrischen Bohrung mit Druck beaufschlagt.

**[0003]** In einem Prozess zum Zusammenbauen einer derartigen Hochdruckpumpe oder in einem Prozess zum Einbauen der zusammengesetzten Hochdruckpumpe an der Maschine ist es erforderlich, das Abfallen des Kolbens aus der zylindrischen Bohrung zu begrenzen.

**[0004]** In einer in der Druckschrift JP 2008-525 713 A erwähnten Hochdruckkraftstoffpumpe oder einer in der Druckschrift JP H04-231 673 A (entsprechend der Druckschrift US 5,174,734) erwähnten Kraftstoffpumpe wird eine Gegenmaßnahme unternommen, um das Abfallen des Kolbens von der zylindrischen Bohrung zu begrenzen. Zum Beispiel wirkt in der Hochdruckpumpe der Druckschrift JP 2008-525 713 A ein Stufenabschnitt eines Kolbens (Plungerkolben), der in einem Gehäuse aufgenommen ist, mit einem Anschlag eines an dem Gehäuse befestigten Anschlagelements zusammen.

**[0005]** Darüber hinaus ist in der Kraftstoffpumpe der Druckschrift JP H04-231 673 A (entsprechend der Druckschrift US 5,174,734) ein Bewegungsbereich eines Plungerkolbens nach außen durch einen Sicherungsring begrenzt, der mit Zungen in Eingriff ist. Auf diese Weise ist es während des Transports der Kraftstoffpumpe oder während des Zusammenbaus der Kraftstoffpumpe mit der Maschine möglich, das Abfallen des Plungerkolbens aus der zylindrischen Bohrung (Bohrung) zu begrenzen.

**[0006]** Wenn jedoch in der Hochdruckkraftstoffpumpe der Druckschrift JP 2008-525 713 A der Stufenabschnitt, der zwischen einem Abschnitt großen Durchmessers und einem Abschnitt kleinem Durchmessers ausgebildet ist, den Anschlag des Anschlagelements berührt, ist ein Abschnitt einer äußeren Randwandfläche, d. h., eine Gleitfläche des Abschnitts großen Durchmessers des Kolbens, die entlang einer inneren Randwandfläche einer Kolbenbuchse gleitet, von der Kolbenbuchse freigelegt.

**[0007]** Deswegen kann die freigelegte Gleitfläche des Kolbens möglicherweise durch das Zusammentreffen mit einem anderen Gegenstand beschädigt werden, der eine Verformung der Gleitfläche des Kolbens verursacht, wenn der Stufenabschnitt des Kolbens den Anschlag berührt. Darüber hinaus kann sich ein Fremdkörper (z. B. Trümmerstücke) möglicherweise an der freigelegten Gleitfläche des Kolbens anhaften. In diesen beiden Situationen kann möglicherweise eine Fehlfunktion des Gleitens des Kolbens auftreten.

**[0008]** In der Kraftstoffpumpe der Druckschrift JP H04-231 673 A (entsprechend der Druckschrift US 5,174,734) ist der Sicherungsring, der den Bereich der Bewegung nach außen des Plungerkolbens begrenzt, an einer Stelle platziert, die von einem Körperteil beabstandet ist, das die zylindrische Bohrung (Bohrung) ausbildet. Wenn der Plungerkolben den Sicherungsring berührt, ist ein Abschnitt der äußeren Randwandfläche des Plungerkolbens, die entlang der inneren Randwandfläche der zylindrischen Bohrung (Bohrung) gleitet, von der zylindrischen Bohrung (Bohrung) freigelegt.

**[0009]** Deswegen kann sogar in der Kraftstoffpumpe der Druckschrift JP H04-231 673 A (entsprechend der Druckschrift US 5,174,734) ähnlich zu der Hochdruckkraftstoffpumpe der Druckschrift JP 2008-525 713 A die freigelegte Gleitfläche des Plungerkolbens möglicherweise durch das Zusammentreffen beschädigt werden, oder kann ein Fremdkörper (z. B. Trümmerstücke) möglicherweise an der freigelegten Gleitfläche des Plungerkolbens anhaften, so dass eine Fehlfunktion des Gleitens des Plungerkolbens möglicherweise auftreten kann.

**[0010]** Darüber hinaus ist in der Kraftstoffpumpe der Druckschrift JP H04-231 673 A (entsprechend der Druckschrift US 5,174,734) eine Größe der Anschlagstruktur, die das Abfallen des Plungerkolbens aus der zylindrischen Bohrung verhindert, groß. Ebenfalls ist diese Anschlagstruktur nicht ausgebildet, um eine Trennung zwischen einem Kraftstoffbereich und einem Maschinenölbereich in einem Fall zu implementieren, in dem der Kraftstoffbereich an dem unteren Ende des Plungerkolbens bereitgestellt ist, obwohl dies von der beabsichtigten Verwendung der Kraftstoffpumpe abhängt.

**[0011]** Die vorliegende Erfindung ist auf die voranstehend beschriebenen Nachteile gerichtet. Somit ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Hochdruckpumpe bereitzustellen, die ein Abfallen eines Plungerkolbens von einer zylindrischen Bohrung begrenzen kann, und eine Fehlfunktion des Gleitens des Plungerkolbens in einem geschützten Zustand begrenzen kann, in dem eine Beschädigung der Gleitfläche des Plungerkolbens durch ein Auftreffen und/oder ein Anhaften eines Fremdkörpers

an der Gleitfläche des Plungerkolbens, während eines Prozesses die Hochdruckpumpe zusammenzubauen, oder eines Prozesses, die zusammengebauete Hochdruckpumpe an einer Brennkraftmaschine zu installieren, oder während eines Betriebs der Hochdruckpumpe nach dem Zusammenbauen der Hochdruckpumpe begrenzt ist.

**[0012]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist eine Hochdruckpumpe bereitgestellt, die ein einen Zylinder ausbildendes Element, einen Plungerkolben und einen Plungerkolbenanschlag hat. Das den Zylinder ausbildende Element hat eine zylindrische Bohrung, eine Druckbeaufschlagungskammer und einen eine zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitt. Die Druckbeaufschlagungskammer ist mit der zylindrischen Bohrung in Verbindung. Der die zylindrische Bohrung ausbildende Abschnitt ist in einer rohrförmigen Form konfiguriert. Die zylindrische Bohrung ist in dem die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitt ausgebildet. Der die zylindrische Bohrung ausbildende Abschnitt ragt an einer Seite gegenüber der Druckbeaufschlagungskammer vor und weist ein zylindrisches Ende auf, das der Druckbeaufschlagungskammer gegenüberliegt. Der Plungerkolben hat eine Gleitfläche und einen Stufenabschnitt. Die Gleitfläche kann entlang einer inneren Randwandfläche der zylindrischen Bohrung gleiten. Der Stufenabschnitt ist an einer vorbestimmten Stelle des Plungerkolbens ausgebildet. Wenn der Plungerkolben in der zylindrischen Bohrung in einer axialen Richtung der zylindrischen Bohrung hin- und herbewegt wird, wird ein Kraftstoff in die Druckbeaufschlagungskammer hineingezogen und mit Druck beaufschlagt. Der Plungerkolbenanschlag ist an dem die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitt des den Zylinder ausbildenden Elements installiert. Der Plungerkolbenanschlag wirkt mit dem Stufenabschnitt des Plungerkolbens zusammen, um die Bewegung des Plungerkolbens in einem Zustand zu begrenzen, in dem die Gleitfläche des Plungerkolbens eine innere Randwandfläche der zylindrischen Bohrung berührt.

**[0013]** Die Erfindung wird zusammen mit zusätzlichen Aufgaben, Merkmalen und Vorteilen davon am besten aus der folgenden Beschreibung, den anhängenden Ansprüchen und den begleitenden Zeichnungen verstanden, in denen:

**[0014]** [Fig. 1](#) eine schematische Längsschnittansicht einer Hochdruckpumpe gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

**[0015]** [Fig. 2A](#) eine teilweise Querschnittsansicht ist, die einen Zustand zeigt, in dem ein Plungerkolbenanschlag in einer Plungerkolbenanordnung der Hochdruckpumpe der [Fig. 1](#) installiert ist;

**[0016]** [Fig. 2B](#) eine perspektivische Ansicht des Plungerkolbenanschlags ist, der in [Fig. 2A](#) gezeigt ist;

**[0017]** [Fig. 3](#) eine teilweise Querschnittsansicht ist, die einen Zustand zeigt, in dem ein Plungerkolbenanschlag an einer Plungerkolbenanordnung einer Hochdruckpumpe in einer Modifikation der ersten Ausführungsform installiert ist;

**[0018]** [Fig. 4A](#) eine teilweise Querschnittsansicht ist, die einen Zustand zeigt, in dem ein Plungerkolbenanschlag an einer Plungerkolbenanordnung einer Hochdruckpumpe gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung installiert ist;

**[0019]** [Fig. 4B](#) eine perspektivische Ansicht des Plungerkolbenanschlags ist, der in [Fig. 4A](#) gezeigt ist;

**[0020]** [Fig. 5](#) eine vergrößerte teilweise Querschnittsansicht ist, die eine Plungerkolbenanordnung einer Hochdruckpumpe gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0021]** [Fig. 6A](#) eine perspektivische Ansicht eines zweiten Rings eines Plungerkolbenanschlags der dritten Ausführungsform ist;

**[0022]** [Fig. 6B](#) eine perspektivische Ansicht eines ersten Rings des Plungerkolbenanschlags der dritten Ausführungsform ist;

**[0023]** [Fig. 7A](#) eine perspektivische Ansicht des Plungerkolbenanschlags der dritten Ausführungsform ist;

**[0024]** [Fig. 7B](#) eine Querschnittsansicht entlang einer Linie VIIIB-VIIIB in [Fig. 7A](#) ist;

**[0025]** [Fig. 8A](#) eine perspektivische Ansicht eines Plungerkolbenanschlags in einer ersten Modifikation der dritten Ausführungsform ist;

**[0026]** [Fig. 8B](#) eine Querschnittsansicht entlang einer Linie VIIIB-VIIIB in [Fig. 8A](#) ist;

**[0027]** [Fig. 9A](#) eine perspektivische Ansicht eines Plungerkolbenanschlags in einer zweiten Modifikation der dritten Ausführungsform ist;

**[0028]** [Fig. 9B](#) eine Querschnittsansicht entlang einer Linie IXB-IXB in [Fig. 9A](#) ist;

**[0029]** [Fig. 10A](#) eine perspektivische Ansicht eines Plungerkolbenanschlags in einer dritten Modifikation der dritten Ausführungsform ist;

**[0030]** [Fig. 10B](#) eine Querschnittsansicht entlang einer Linie XB-XB in [Fig. 10A](#) ist;

[0031] [Fig. 11A](#) eine perspektivische Ansicht eines Plungerkolbenanschlags in einer vierten Modifikation der dritten Ausführungsform ist;

[0032] [Fig. 11B](#) eine Querschnittsansicht entlang einer Linie XIB-XIB in [Fig. 11A](#) ist;

[0033] [Fig. 12A](#) eine perspektivische Ansicht eines Plungerkolbenanschlags in einer fünften Modifikation der dritten Ausführungsform ist;

[0034] [Fig. 12B](#) eine Querschnittsansicht entlang einer Linie XIIB-XIIB in [Fig. 12A](#) ist;

[0035] [Fig. 13A](#) eine perspektivische Ansicht eines Plungerkolbenanschlags gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

[0036] [Fig. 13B](#) eine Querschnittsansicht entlang einer Linie XIII B-XIII B in [Fig. 13A](#) ist;

[0037] [Fig. 14A](#) eine perspektivische Ansicht eines Plungerkolbenanschlags in einer Modifikation der vierten Ausführungsform ist;

[0038] [Fig. 14B](#) eine Querschnittsansicht entlang einer Linie XIV B-XIV B in [Fig. 14A](#) ist;

[0039] [Fig. 15](#) eine teilweise Querschnittsansicht ist, die einen Zustand zeigt, in dem ein Plungerkolbenanschlag an einer Plungerkolbenanordnung einer Hochdruckpumpe gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung installiert ist; und

[0040] [Fig. 16](#) eine schematische Längsquerchnittsansicht einer Hochdruckpumpe gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist.

[0041] Verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden mit Bezug auf die anhängenden Zeichnungen beschrieben.

(Erste Ausführungsform)

[0042] [Fig. 1](#) zeigt eine Hochdruckpumpe gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. [Fig. 2A](#) zeigt einen Zustand, in dem ein Plungerkolbenanschlag an einer Plungerkolbenanordnung installiert ist, und [Fig. 2B](#) zeigt den Plungerkolbenanschlag.

[0043] Die Hochdruckpumpe **1** der vorliegenden Ausführungsform wird mit Bezug auf [Fig. 1](#) beschrieben.

[0044] Die Hochdruckpumpe **1** ist in einem Kraftstoffzufuhrsystem bereitgestellt, das einen Kraftstoff in eine Brennkraftmaschine zuführt. Der aus einem Kraftstofftank gezogene Kraftstoff wird durch die

Hochdruckpumpe **1** mit Druck beaufschlagt und in einer Lieferleitung gespeichert. Der Kraftstoff wird von jedem entsprechenden Einspritzer, der mit der Lieferleitung verbunden ist, in einen entsprechenden Zylinder der Brennkraftmaschine eingespritzt.

[0045] Die Hochdruckpumpe **1** hat einen Pumpenkörper **10**, eine Plungerkolbenanordnung **20**, eine Dämpfungskammer **40**, eine Einlassventilanordnung **50**, eine elektromagnetische Antriebsanordnung **60** und eine Abgaveventilanordnung **70**. In der vorliegenden Ausführungsform bildet der Pumpenkörper **10** eine Außenschale (äußere Kontur) der Hochdruckpumpe **1**, und dient als den Zylinder ausbildendes Element (dabei ist das den Zylinder ausbildende Element in dieser Ausführungsform kontinuierlich und einstückig in dem Pumpenkörper **10** ausgebildet).

(a) Der Pumpenkörper **10** und die Plungerkolbenanordnung **20** werden beschrieben.

[0046] Der Pumpenkörper **10** weist eine zylindrische Bohrung **11** und eine Druckbeaufschlagungskammer **12** auf. Die zylindrische Bohrung **11** ist in einer zylindrischen Form konfiguriert. Die Druckbeaufschlagungskammer **12** ist mit der zylindrischen Bohrung **11** in Verbindung. Die zylindrische Bohrung **11** und die Druckbeaufschlagungskammer **12** sind einstückig ausgebildet. Ein die zylindrische Bohrung ausbildender Abschnitt **14** ist ein rohrförmiger Abschnitt des Pumpenkörpers **10**, der von dem Pumpenkörper **10** an einer Seite gegenüber der Dämpfungskammer **40** vorragt. Der die zylindrische Bohrung ausbildende Abschnitt **14** hat ein zylindrisches Ende **141**, das gegenüber der Druckbeaufschlagungskammer **12** liegt. Eine Aussparung **13**, die in einer ringförmigen Form konfiguriert ist, ist um den die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitt **14** herum ausgebildet. Ein Abschnitt eines Dichtelements **25**, mit dem eine Plungerkolbenfeder **28** in Eingriff ist, ist in der Aussparung **13** aufgenommen.

[0047] Eine äußere Aussparung **15**, die in einer ringförmigen Form konfiguriert ist (ringförmige Nut), und sich in einer Umfangsrichtung erstreckt, ist an einer äußeren Randwandfläche (äußere Wandfläche) **142** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** ausgebildet, der an einer Seite angeordnet ist, an der die Aussparung **13** ausgebildet ist.

[0048] Die Plungerkolbenanordnung **20** hat einen Plungerkolben **21**, einen Plungerkolbenanschlag **23**, ein Kraftstoffdichtelement **24**, das Dichtelement **25** und die Plungerkolbenfeder **28**.

[0049] Der Plungerkolben **21** ist derart in der zylindrischen Bohrung **11** aufgenommen, dass der Plungerkolben **21** angepasst ist, in einer axialen Richtung des Plungerkolbens **21** in der zylindrischen Bohrung hin- und herbewegt zu werden. Der Plungerkolben **21**

weist einen Abschnitt **211** großen Durchmessers und einen Abschnitt **213** kleinen Durchmessers auf. Ein Endteil des Abschnitts **211** großen Durchmessers ist zu der Druckbeaufschlagungskammer **12** hin freigelegt. Der Abschnitt **211** großen Durchmessers gleitet entlang einer inneren Randwand der zylindrischen Bohrung **11**. Der Abschnitt **213** kleinen Durchmessers weist einen Außendurchmesser auf, der kleiner ist als der des Abschnitts **211** großen Durchmessers. Der Abschnitt **213** kleinen Durchmessers erstreckt sich von dem Abschnitt **211** großen Durchmessers an einer Seite gegenüber von der Druckbeaufschlagungskammer **12**. Der Abschnitt **211** großen Durchmessers und der Abschnitt **213** kleinen Durchmessers liegen coaxial zueinander. Ein Stufenabschnitt (ebenfalls als erster Stufenabschnitt bezeichnet) **214** ist zwischen dem Abschnitt **211** großen Durchmessers und dem Abschnitt **213** kleinen Durchmessers bereitgestellt und bildet eine Grenze (genauer eine Grenzfläche, die sich in einer Richtung allgemein rechtwinklig zu der axialen Richtung des Plungerkolbens **21** erstreckt) zwischen dem Abschnitt **211** großen Durchmessers und dem Abschnitt **213** kleinen Durchmessers. Ein Federsitz **27** ist an einem Endteil des Plungerkolbens **21** bereitgestellt, wo der Abschnitt **213** kleinen Durchmessers angeordnet ist. Der Plungerkolbenanschlag **23** ist um den Abschnitt **213** kleinen Durchmessers des Plungerkolbens **21** herum bereitgestellt.

**[0050]** Als nächstes werden der Plungerkolbenanschlag **23** und die Anordnung des Plungerkolbenanschlags **23** um den Abschnitt **213** kleinen Durchmessers des Plungerkolbens **21** herum mit Bezug auf [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) beschrieben.

**[0051]** Der Plungerkolbenanschlag **23** weist einen ausgesparten Querschnitt auf. Eine Aufnahmebohrung **239** erstreckt sich durch ein Mittelteil einer Bodenwand **231** des Plungerkolbenanschlags **23**, um den Abschnitt **213** kleinen Durchmessers des Plungerkolbens **21** dadurch hindurch aufzunehmen. Eine innere Randfläche der Aufnahmebohrung **239** ist einer äußeren Randwandfläche des Abschnitts **213** kleinen Durchmessers derart gegenüberliegend angeordnet, dass ein vorbestimmter Spalt zwischen der inneren Randfläche der Aufnahmebohrung **239** und der äußeren Randwandfläche des Abschnitts **213** kleinen Durchmessers ausgebildet ist. Dieser Spalt dient der Verbindung zwischen einer Kammer **30** variablen Volumens und einem zylindrischen Durchtritt **31**.

**[0052]** Ein radial innerer Abschnitt einer Oberfläche der Bodenwand **231** des Plungerkolbenanschlags **23**, der der Seite der Druckbeaufschlagungskammer **12** gegenüberliegt, liegt dem Stufenabschnitt **214** des Plungerkolbens **21** gegenüber. Ein radial äußerer Abschnitt der Oberfläche der Bodenwand **231** des Plungerkolbenanschlags **23** berührt das zylindrische En-

de **141** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** des Pumpenkörpers **10**. Der radial innere Abschnitt der Oberfläche der Bodenwand **231** des Plungerkolbenanschlags **23**, der dem Stufenabschnitt **214** gegenüberliegt, dient als Anschlagabschnitt **232** gegen den Stufenabschnitt **214** des Plungerkolbens **21**.

**[0053]** Eine äußere Randwand **233** des Plungerkolbenanschlags **23**, die eine zylindrische Röhrenform konfiguriert ist, ist zu der Mittelseite hin radial nach innen gebogen, und dieser gebogene Abschnitt **234** der äußeren Randwand **233** ist mit der äußeren Aussparung **15** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** in Eingriff. Vier axiale Aussparungen (Kerben) **235** sind in der äußeren Randwand **233** des Plungerkolbenanschlags **23** ausgebildet, um die äußere Randwand **233**, die den gebogenen Abschnitt **234** hat, in vier Abschnitte zu unterteilen. Deswegen weist die äußere Randwand **233**, die in die vier Abschnitte unterteilt ist, einen gewissen Grad einer Biegefähigkeit auf, und dabei kann der gebogene Abschnitt **234** der äußeren Randwand **233** mit der äußeren Aussparung **15** in Eingriff gebracht werden oder von der äußeren Aussparung **15** außer Eingriff gebracht werden, um den Plungerkolbenanschlag **23** zu entfernen.

**[0054]** Der Plungerkolbenanschlag **23** ist an dem Pumpenkörper **10** durch das abnehmbare In-Eingriff-Bringen des gebogenen Abschnitts **234** mit der äußeren Aussparung **15** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** befestigt, und der Anschlagabschnitt **232** liegt dem Stufenabschnitt **214** des Plungerkolbens **21** an der Stelle gegenüber, an der der Anschlagabschnitt **232** das zylindrische Ende **141** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** berührt. Deswegen berührt der Stufenabschnitt **214** den Anschlagabschnitt **232** des Plungerkolbenanschlags **23**, wenn der Plungerkolben **21** in der zylindrischen Bohrung **11** bewegt wird, um die Bewegung des Plungerkolbens **21** zu begrenzen. Sogar wenn der Stufenabschnitt **214** des Plungerkolbens **21** den Anschlagabschnitt **232** berührt, berührt eine Gleitfläche **211b** des Abschnitts **211** großen Durchmessers insgesamt eine innere Randwandfläche **143** der zylindrischen Bohrung **11** und ist von der zylindrischen Bohrung **11** nicht freigelegt.

**[0055]** Das Kraftstoffdichtelement **24** ist um den Abschnitt **213** kleinen Durchmessers herum, derart an einer axialen Stelle installiert, die sich an der Seite des Federsitzes **27** des Plungerkolbenanschlags **23** befindet, dass das Kraftstoffdichtelement **24** den Abschnitt **213** kleinen Durchmessers umgibt. Das Kraftstoffdichtelement **24** hat einen Teflonring **241** (der Name „Teflon“ ist eine registrierte Handelsmarke der DuPont für Ihre Marke aus Fluorpolymerharzen) und einen großen O-Ring **242** (siehe [Fig. 5](#) einer dritten Ausführungsform). Der Teflonring **241** berührt gleitfä-

hig eine äußere Randfläche des Abschnitts **213** kleinen Durchmessers. Der O-Ring **242** ist an einer radial außen liegenden Seite des Teflonrings **241** platziert. Das Kraftstoffdichtelement **24** begrenzt eine Dicke eines Kraftstoffölfilms um den Abschnitt **213** kleinen Durchmessers und begrenzt ebenfalls ein durch die Gleitbewegung des Kolbens **21** verursachtes Ausströmen von Kraftstoff zu der Maschine.

**[0056]** Das Dichtelement **25** ist um den Abschnitt **213** kleinen Durchmessers herum installiert. Das Dichtelement **25** ist eine ringförmige Form konfiguriert. Ein Abschnitt des Dichtelements **25** berührt einen seitlichen Endabschnitt der Druckbeaufschlagungskammer **12**, einen seitlichen Endabschnitt des Federsitzes **27** und ein äußeres Randteil des Kraftstoffdichtelements **24**. Ein anderer Abschnitt des Dichtelements **25** ist in die Aussparung **13** eingepasst, die in dem Pumpenkörper **10** ausgebildet ist, und in eine ringförmige Form konfiguriert ist. Dieser Abschnitt des Dichtelements **25** ist z. B. durch Schweißen an der Aussparung **13** befestigt. Auf diese Weise dient das Dichtelement **25** als Halterung, die das Kraftstoffdichtelement **24** befestigt.

**[0057]** Eine Öldichtung **26** ist an einem Endabschnitt des Dichtelements **25** installiert, der axial an der Seite des Federsitzes **27** angeordnet ist. Die Öldichtung **26** umgibt den Abschnitt **213** kleinen Durchmessers in der Umfangsrichtung. Die Öldichtung **26** berührt die äußere Randfläche des Abschnitts **213** kleinen Durchmessers gleitbar. Die Öldichtung **26** begrenzt eine Dicke eines Ölfilms, der um den Abschnitt **213** kleinen Durchmessers herum ausgebildet ist, und begrenzt ein Ausfließen des Öls, das durch die gleitende Bewegung des Kolbens **21** verursacht wird.

**[0058]** Der Federsitz **27** ist mit dem unteren Abschnitt des Plungerkolbens **21** gefügt. Ein Endabschnitt der Plungerkolbenfeder **28** ist mit dem Federsitz **27** in Eingriff. Der andere Endabschnitt der Plungerkolbenfeder **28** ist mit einer vorbestimmten Endfläche des Dichtelements **25** in Eingriff, die an dem Pumpenkörper **10** befestigt ist. Dabei funktioniert das Dichtelement **25** ebenfalls als ein eingreifendes Element der Plungerkolbenfeder **28**.

**[0059]** Die Plungerkolbenfeder **28** ist mit dem Dichtelement **25** und dem Federsitz **27** an den jeweils gegenüberliegenden Enden der Plungerkolbenfeder **28** in Eingriff. Die Plungerkolbenfeder **28** funktioniert als Rückkehrfeder des Plungerkolbens **21**, um den Plungerkolben **21** gegen einen Zapfen (nicht gezeigt) zu drängen. Der Plungerkolben **21** wird durch den Zapfen durch die Rückkehrfederfunktion der Plungerkolbenfeder **28** gegen den Nocken der Nockenwelle gedrängt, d. h. durch die drängende Kraft der Plungerkolbenfeder **28**, so dass der Plungerkolben **21** in der zylindrischen Bohrung **11** axial hin- und herbewegt wird. Das Volumen der Druckbeaufschlagungskam-

mer **12** wird durch die Hin- und Herbewegung des Plungerkolbens **21** so geändert, dass der Kraftstoff in die Druckbeaufschlagungskammer **12** hineingezogen und in dieser mit Druck beaufschlagt wird.

**[0060]** Die Kammer **30** variablen Volumens ist ein ringförmiger Raum, der durch die äußere Randwandfläche des Abschnitts **213** kleinen Durchmessers, den Stufenabschnitt **214** des Plungerkolbens **21** und die innere Randwandfläche der zylindrischen Bohrung **11** ausgebildet ist (siehe eine punktierte Linie in [Fig. 2A](#)). Insbesondere umgibt die Kammer **30** variablen Volumens, die in der allgemein ringförmigen Form ausgebildet ist, den Abschnitt **213** kleinen Durchmessers. In Erwidern auf das Hin- und Herbewegen des Plungerkolbens **21** ändert sich ein Volumen der Kammer **30** variablen Volumens um eine Größe, die ein Wert ist, der durch das Multiplizieren eines Bewegungsabstands des Plungerkolbens **21** mit einem Unterschied zwischen einer Querschnittsfläche des Abschnitts **211** großen Durchmessers und einer Querschnittsfläche des Abschnitts **213** kleinen Durchmessers erhalten wird.

**[0061]** Darüber hinaus sind der zylindrische Durchtritt **31** und ein ringförmiger Durchtritt **32**, die miteinander in Verbindung sind, zwischen dem Dichtelement **25** und dem Pumpenkörper **10** ausgebildet. Ein Rückkehrdurchtritt **33**, der mit dem ringförmigen Durchtritt **32** in Verbindung ist, ist in dem Pumpenkörper **10** ausgebildet. Die Kammer **30** variablen Volumens ist mit der Dämpfungskammer durch den zylindrischen Durchtritt **31**, den ringförmigen Durchtritt **32** und den Rückkehrdurchtritt **33** in Verbindung.

(b) Als nächstes wird die Dämpfungskammer **40** beschrieben.

**[0062]** Die Dämpfungskammer **40** ist durch eine Aussparung **41**, eine Abdeckung **42** und eine Dämpfungseinheit **43** ausgebildet.

**[0063]** Der andere Endabschnitt des Pumpenkörpers **10**, der der zylindrischen Bohrung **11** axial gegenüberliegt, ist axial zu der Seite der zylindrischen Bohrung **11** hin ausgespart, um die Aussparung **41** auszubilden. Die Abdeckung **42**, die in Form einer Tasse konfiguriert ist (ein rohrförmiger Körper, der einen Boden aufweist), ist an dem Pumpenkörper **10** installiert, um die Aussparung **41** abzudecken und dabei ein Inneres der Aussparung **41** von einer Umgebung abzudichten.

**[0064]** Die Dämpfungseinheit **43** ist in der Dämpfungskammer **40** platziert. Die Dämpfungseinheit **43** hat einen Schwingungsdämpfer **44**, einen bodenseitigen Unterstütsungsabschnitt **45** und einen abdeckungsseitigen Unterstütsungsabschnitt **46**. Der Schwingungsdämpfer **44** hat zwei metallische Membranen **441**, **442**, die miteinander gefügt sind. Der bodenseitige Unterstütsungsabschnitt **45** ist an einem

Bodenabschnitt der Aussparung **41** platziert. Der abdeckungsseitige Unterstützungsabschnitt **46** ist an der Seite der Abdeckung **42** platziert.

**[0065]** In dem Schwingungsdämpfer **44** ist ein Gas eines vorbestimmten Drucks in dem Innenraum abgedichtet, der zwischen den metallischen Membranen **441**, **442** ausgebildet ist. Wenn die metallischen Membranen **441**, **442** elastisch in Erwidern auf eine Änderung in dem Druck der Dämpfungskammer **40** verformt werden, ist eine Druckschwingung der Dämpfungskammer **40** begrenzt oder verringert.

**[0066]** Eine Aussparung **47**, die konfiguriert ist, um dem bodenseitigen Unterstützungsabschnitt **45** zu entsprechen, ist in dem Bodenabschnitt der Aussparung **41** der Dämpfungskammer **40** ausgebildet. Der bodenseitige Unterstützungsabschnitt **45** ist durch die Aussparung **47** positioniert. Eine Öffnung eines Kraftstoffeinlasses (nicht gezeigt) ist in der Aussparung **47** so ausgebildet, dass der von der Niederdruckpumpe zugeführte Kraftstoff zu einem radial inneren Bereich des bodenseitigen Unterstützungsabschnitts **45** zugeführt wird. Insbesondere wird der Kraftstoff des Kraftstofftanks zu der Dämpfungskammer **40** von dem Kraftstoffeinlass zugeführt.

**[0067]** Eine Wellfeder **48** ist an der oberen Seite des abdeckungsseitigen Unterstützungsabschnitts **46** platziert. Deswegen drängt in dem installierten Zustand, in dem die Abdeckung **42** an dem Pumpenkörper **10** installiert ist, die Wellfeder **48** den abdeckungsseitigen Unterstützungsabschnitt **46** zu dem bodenseitigen Unterstützungsabschnitt **45**. Somit ist der Schwingungsdämpfer **44** derart gesichert, dass der Schwingungsdämpfer **44** zwischen dem abdeckungsseitigen Stützabschnitt **46** und dem bodenseitigen Stützabschnitt **45** durch eine allgemein gleichförmige Klemmkraft geklemmt ist, die allgemein in einer Umfangsrichtung gleichförmig ist, und von dem abdeckungsseitigen Unterstützungsabschnitt **46** und dem bodenseitigen Unterstützungsabschnitt **45** aufgebracht ist.

(c) Nun wird die Einlassventilanordnung **50** beschrieben.

**[0068]** Die Einlassventilanordnung **50** hat einen Zufuhrdurchtritt **52**, einen Ventilkörper **53**, einen Sitz **54** und ein Einlassventil **55**.

**[0069]** Der Pumpenkörper **10** weist einen rohrförmigen Abschnitt **51** auf, der sich in einer Richtung erstreckt, die allgemein rechtwinklig zu der Mittelachse der zylindrischen Bohrung **11** liegt. Der Zufuhrdurchtritt **52** ist in einem Inneren des rohrförmigen Abschnitts **51** ausgebildet. Der Ventilkörper **53** ist in dem rohrförmigen Abschnitt **51** aufgenommen und an einem eingreifenden Element befestigt. Der Sitz **54** ist in dem Inneren des Ventilkörpers **53** derart ausgebildet, dass der Sitz **54** eine abgeschrägte innere kon-

kave Randoberfläche aufweist. Das Einlassventil **55** ist derart platziert, dass das Einlassventil **55** dem Sitz **54** gegenüberliegt. Das Einlassventil **55** wird derart hin- und herbewegt, dass das Einlassventil **55** durch eine innere Randwand einer Bohrung geführt ist, die in einem Bodenabschnitt des Ventilkörpers **53** ausgebildet ist. Wenn das Einlassventil **55** von dem Sitz **54** weggehoben wird, wird der Zufuhrdurchtritt **52** geöffnet. Wenn im Gegensatz das Einlassventil **55** gegen den Sitz **54** aufsitzt, wird der Zufuhrdurchtritt **52** mit dem Einlassventil **55** geschlossen.

**[0070]** Ein Anschlag **56** ist an einer inneren Randwand des Ventilkörpers **53** derart befestigt, dass der Anschlag **56** die Bewegung des Einlassventils **55** in einer Ventilöffnungsrichtung (in [Fig. 1](#) die rechte Richtung) des Einlassventils **55** begrenzt. Eine erste Feder **57** ist zwischen einem inneren Abschnitt des Anschlags **56** und einer Endfläche des Einlassventils **55** platziert. Die erste Feder **57** drängt das Einlassventil **55** in eine Ventilschließrichtung (in [Fig. 1](#) die linke Richtung).

**[0071]** Eine Vielzahl von gekippten Durchritten **58** ist derart in dem Anschlag **56** ausgebildet, dass die gekippten Durchritte **58** relativ zu der Achse des Anschlags **56** gekippt sind und in einer Umfangsrichtung nacheinander bereitgestellt sind. Der durch den Zufuhrdurchtritt **52** zugeführte Kraftstoff wird durch die gekippten Durchritte **58** in die Druckbeaufschlagungskammer **12** gezogen. Darüber hinaus ist der Zufuhrdurchtritt **52** mit der Dämpfungskammer **40** durch einen druckbeaufschlagungsseitigen Durchtritt **59** in Verbindung.

(d) Die elektromagnetische Antriebsanordnung **60** wird beschrieben.

**[0072]** Die elektromagnetische Antriebsanordnung **60** hat einen Verbinder **61**, einen festen Kern **62**, einen beweglichen Kern **63** und einen Flansch **64**.

**[0073]** Der Verbinder **61** hat eine Spule **611** und Anschlüsse **612**. Wenn ein elektrischer Strom durch die Anschlüsse **612** zu der Spule **611** zugeführt wird, wird von der Spule **611** ein Magnetfeld erzeugt. Der feste Kern **62** ist aus einem magnetischen Material hergestellt und innerhalb der Spule **611** aufgenommen. Der bewegliche Kern **63** ist aus einem magnetischen Material hergestellt und liegt dem festen Kern **62** gegenüber. Der bewegliche Kern **63** ist angepasst, sich an einer Stelle radial innerhalb des Flanschs **64** axial hin- und herzubewegen.

**[0074]** Der Flansch **64** ist aus einem magnetischen Material hergestellt und an dem rohrförmigen Abschnitt **51** des Pumpenkörpers **10** installiert. Der Flansch **64** hält den Verbinder **61** in Zusammenwirkung mit dem Pumpenkörper **10** und schließt einen Endabschnitt des rohrförmigen Abschnitts **51**. Ein Führungsrohr **65** ist an einer inneren Randwand ei-

ner Bohrung installiert, die in einer Mitte des Flanschs **64** ausgebildet ist. Ein rohrförmiges Element **66**, das aus einem nicht magnetischen Material hergestellt ist, begrenzt einen magnetischen Kurzschluss zwischen dem festen Kern **62** und dem Flansch **64**.

**[0075]** Eine Nadel **67** ist als eine im Allgemeinen zylindrische rohrförmige Form konfiguriert und ist derart durch eine innere Randwand des Führungsrohrs **65** geführt, dass die Nadel **67** angepasst ist, entlang der inneren Randwand des Führungsrohrs **65** hin- und herbewegt zu werden. Ein Endabschnitt der Nadel **67** ist an dem beweglichen Kern **63** befestigt, und der andere Endabschnitt der Nadel **67** ist mit einer Endfläche des Einlassventils **55** in Verbindung bringbar, das an einer Seite angeordnet ist, an der die elektromagnetische Antriebsanordnung **60** lokalisiert ist.

**[0076]** Eine zweite Feder **68** ist zwischen dem festen Kern **62** und dem beweglichen Kern **63** platziert. Die zweite Feder **68** drängt den beweglichen Kern **63** durch eine drängende Kraft in die Ventilöffnungsrichtung, die größer als eine drängende Kraft der ersten Feder **57** ist, die das Einlassventil **55** in die Ventilschließrichtung drängt.

**[0077]** Wenn die Spule **611** nicht mit Energie beaufschlagt ist, sind der bewegliche Kern **63** und der feste Kern **62** durch eine elastische Kraft der zweiten Feder **68** voneinander beabstandet. Dabei wird die Nadel **67**, die mit dem beweglichen Kern **63** integriert ist, zu der Seite des Einlassventils **55** hinbewegt, um das Einlassventil **55** mit der Endfläche der Nadel **67** so zu drängen, dass das Einlassventil **55** geöffnet wird.

(e) Die Abgabeventilanordnung **70** wird beschrieben.

**[0078]** Die Abgabeventilanordnung **70** hat einen Abgabedurchtritt **71** und ein Abgabeventilgerät **80**.

**[0079]** Der Abgabedurchtritt **71** ist derart in dem Pumpenkörper **10** ausgebildet, dass der Abgabedurchtritt **71** sich in eine Richtung erstreckt, die allgemein rechtwinklig zu der Mittelachse der zylindrischen Bohrung **11** liegt. Ein Ende des Abgabedurchtritts **71** ist mit der Druckbeaufschlagungskammer **12** in Verbindung, und das andere Ende des Abgabedurchtritts **71** ist mit dem Kraftstoffauslass **72** in Verbindung. Das Abgabeventilgerät **80** ist in dem Abgabedurchtritt installiert.

**[0080]** Das Abgabeventilgerät **80** hat ein Abgabeventilelement **82**, eine Feder **83** und ein Einstellrohr **84**.

**[0081]** Das Abgabeventilelement **82** ist derart in dem Pumpenkörper **10** aufgenommen, dass das Abgabeventilelement **82** einem Ventilsitz **85** des Pumpenkörpers **10** gegenüberliegt.

**[0082]** Die Feder **83**, die als ein drängendes Element dient, ist in dem Pumpenkörper **10** an einer Seite des Kraftstoffauslasses **72** des Abgabeventilelements **82** aufgenommen. Ein Endabschnitt der Feder **83** berührt eine zweite Endfläche des Abgabeventilelements **82**. Das Einstellrohr **84**, das in eine zylindrisch rohrförmige Form konfiguriert ist, ist in dem Pumpenkörper **10** an einer Seite eines Kraftstoffauslasses **72** der Feder **83** aufgenommen. Das Einstellrohr **84** dient als Stützelement derart, dass der andere Endabschnitt der Feder **83** mit dem Einstellrohr **84** in Eingriff ist.

**[0083]** Wie voranstehend erwähnt wurde, hat die Abgabeventilanordnung **70** das Abgabeventilgerät **80**. Das Abgabeventilgerät **80** hat das Abgabeventilelement **82**, die Feder **83** und das Einstellrohr **84**, und das Abgabeventilelement **82** wird durch die drängende Kraft der Feder **83** gedrängt, die mit dem Einstellrohr **84** an dem anderen Endabschnitt der Feder **83** in Eingriff ist.

**[0084]** Das Abgabeventilgerät **80** der Abgabeventilanordnung **70** wird betätigt wie folgt.

**[0085]** Wenn der Kolben **21** in der zylindrischen Bohrung **11** nach oben bewegt wird, wird der Druck des Kraftstoffs in der Druckbeaufschlagungskammer **12** erhöht. Wenn die Kraft, die durch den Kraftstoff an der Seite der Druckbeaufschlagungskammer **12** (der stromaufwärts liegenden Seite) des Abgabeventilelements **82** auf das Abgabeventilelement **82** aufgebracht wird, größer als eine Summe der elastischen Kraft der Feder **83** und der Kraft des Kraftstoffs an der Seite des Kraftstoffauslasses **72** (stromabwärts liegenden Seite) des Abgabeventilelements **82** wird, wird das Abgabeventilelement **82** von dem Ventilsitz **85** weggehoben. Das Abgabeventilgerät **80** wird nämlich in einem offenen Ventilzustand platziert. In dieser Weise wird der Hochdruckkraftstoff, der in der Druckbeaufschlagungskammer **12** mit Druck beaufschlagt wird, durch den Abgabedurchtritt **71** zu dem Kraftstoffauslass **72** abgegeben.

**[0086]** Wenn im Gegensatz der Kolben **21** in der zylindrischen Bohrung **11** nach unten bewegt wird, wird der Druck des Kraftstoffs in der Druckbeaufschlagungskammer **12** verringert. Wenn die Kraft, die durch den Kraftstoff an der stromaufwärts liegenden Seite des Abgabeventilelements **82** auf das Abgabeventilelement **82** aufgebracht wird, kleiner als die Summe der elastischen Kraft der Feder **83** und die Kraft des Kraftstoffs an der stromabwärts liegenden Seite des Abgabeventilelements **82** wird, sitzt das Abgabeventilelement **82** gegen den Ventilsitz **85** des Pumpenkörpers **10** auf. Das Abgabeventilelement **80** ist nämlich in einem Zustand geschlossenen Ventils platziert. Auf diese Weise ist es möglich, ein Zurückströmen des Kraftstoffs von der stromabwärts liegenden Seite des Abgabeventilelements **82** in die Druck-



beaufschlagungskammer **12** zu begrenzen, die an der stromaufwärts liegenden Seite des Abgabeventilelements **82** angeordnet ist.

**[0087]** Wie voranstehend behandelt wurde, dient das Abgabeventilgerät **80** der Abgabeventilanordnung **70** als Sperrventil, das das Zurückströmen des Hochdruckkraftstoffs begrenzt, der von der Druckbeaufschlagungskammer **12** zu dem Kraftstoffauslass **72** abgegeben wird. Als nächstes wird der Betrieb der Hochdruckpumpe **1** beschrieben.

#### (1) Einlasshub

**[0088]** Wenn der Kolben **21** von dem oberen Totpunkt in der zylindrischen Bohrung **11** durch die Drehung der Nockenwelle zu dem unteren Totpunkt bewegt wird, wird das Volumen der Druckbeaufschlagungskammer **12** erhöht, und der Kraftstoff in der Druckbeaufschlagungskammer **12** wird in seinem Druck verringert. Zu dieser Zeit ist in der Abgabeventilanordnung **70** das Abgabeventilelement **82** des Abgabeventilgeräts **80** gegen den Ventilsitz **85** gesetzt, so dass der Abgabedurchtritt **71** geschlossen ist. Darüber hinaus wird in der Einlassventilanordnung **50** das Einlassventil **55** rechte Richtung aufgrund des Druckunterschieds zwischen der Druckbeaufschlagungskammer **12** und dem Zufuhrdurchtritt **52** gegen die drängende Kraft der ersten Feder **57** in die in [Fig. 1](#) bewegt, so dass das Einlassventil **55** in einem Zustand offenen Ventils platziert ist. Zu dieser Zeit wird die Energisierung der Spule **611** der elektromagnetischen Antriebsanordnung **60** beendet, so dass der bewegliche Kern **63** und die damit integrierte Nadel **67** durch die drängende Kraft der zweiten Feder **68** in die in [Fig. 1](#) rechte Richtung bewegt werden. Deswegen berühren die Nadel **67** und das Einlassventil **55** einander, und das Einlassventil **55** ist in dem Zustand offenen Ventils gehalten. Dabei wird der Kraftstoff von dem Zufuhrdurchtritt **52** in die Druckbeaufschlagungskammer **12** gezogen.

**[0089]** In dem Einlasshub wird der Plungerkolben **21** nach unten bewegt, so dass das Volumen der Kammer **30** variablen Volumens verringert wird. Dabei wird der Kraftstoff der Kammer **30** variablen Volumens durch den zylindrischen Durchtritt **31**, den ringförmigen Durchtritt **32** und den Rückkehrdurchtritt **33** zu der Dämpfungskammer **40** zugeführt.

**[0090]** In diesem Augenblick ist ein Verhältnis zwischen der Querschnittsfläche des Abschnitts **211** großen Durchmessers und der Querschnittsfläche der Kammer **30** variablen Volumens im Allgemeinen 1:0,6. Somit ist ein Verhältnis zwischen der Größe des Anstiegs des Volumens der Druckbeaufschlagungskammer **12** und der Größe der Verringerung des Volumens der Kammer **30** variablen Volumens im Allgemeinen 1:0,6. Deswegen werden ungefähr 60% des Kraftstoffs, der in die Druckbeaufschlagungskammer

**12** gezogen wird, von der Kammer **30** variablen Volumens zugeführt und ungefähr 40% des verbleibenden Kraftstoffs werden von dem Kraftstoffeinlass gezogen. In dieser Weise wird ein Einlasswirkungsgrad des Kraftstoffs in die Druckbeaufschlagungskammer **12** verbessert.

#### (2) Messhub

**[0091]** Wenn der Plungerkolben **21** von dem unteren Totpunkt in der zylindrischen Bohrung **11** durch die Drehung der Nockenwelle zu dem oberen Totpunkt nach oben bewegt wird, wird das Volumen der Druckbeaufschlagungskammer **12** verringert. Zu dieser Zeit wird die Beaufschlagung der Spule **611** mit Energie bis zu der vorbestimmten Zeit (vorbestimmter Zeitpunkt) beendet, so dass die Nadel **67** und das Einlassventil **55** durch die drängende Kraft der zweiten Feder **68** in die in [Fig. 1](#) rechte Richtung gedrängt werden und dabei an der in der [Fig. 1](#) Position an der rechten Seite platziert werden. Dabei wird der Zufuhrdurchtritt **52** in dem offenen Zustand gehalten. Somit wird der Kraftstoff niedrigen Drucks, der einmal in die Druckbeaufschlagungskammer **12** gezogen wurde, zu dem Zufuhrdurchtritt **52** zurückgeführt. Als Ergebnis wird der Druck der Druckbeaufschlagungskammer **12** nicht erhöht.

**[0092]** In dem Messhub wird der Kolben **21** nach oben bewegt, so dass das Volumen der Kammer **30** variablen Volumens erhöht wird. Dabei wird der Kraftstoff durch den zylindrischen Durchtritt **31**, den ringförmigen Durchtritt **32** und den Rückkehrdurchtritt **33** von der Dämpfungskammer **40** zu der Kammer **30** variablen Volumens zugeführt.

**[0093]** Zu dieser Zeit werden ungefähr 60% des Volumens des Niederdruckkraftstoffs, der von der Druckbeaufschlagungskammer **12** zu der Seite der Dämpfungskammer **40** abgegeben wird, von der Dämpfungskammer in die Kammer **30** variablen Volumens gezogen. Dabei werden ungefähr 60% der Kraftstoffdruckschwankung reduziert.

#### (3) Druckbeaufschlagungshub

**[0094]** Zu der vorbestimmten Zeit (vorbestimmter Zeitpunkt) während der Bewegung des Plungerkolbens **21** von dem unteren Totpunkt zu dem oberen Totpunkt in der zylindrischen Bohrung **11** wird die Spule **611** mit Energie beaufschlagt. Dann wird eine magnetische Anziehungskraft zwischen dem festen Kern **62** und dem beweglichen Kern **63** aufgrund der Erzeugung des Magnetfelds von der Spule **611** erzeugt. Wenn diese magnetische Anziehungskraft größer als ein Unterschied zwischen der elastischen Kraft der zweiten Feder **68** und der elastischen Kraft der ersten Feder **57** wird, werden der bewegliche Kern **63** und die Nadel **67** zu der Seite des festen Kerns **62** hinbewegt (in die in [Fig. 1](#) linke Richtung).

Dabei wird die drängende Kraft der Nadel **67** gegen das Einlassventil **55** freigegeben. Das Einlassventil **55** wird durch die elastische Kraft der ersten Feder **57** und die durch den Strom des Niederdruckkraftstoffs erzeugte Kraft zu der Seite des Sitzes **54** bewegt, der von der Druckbeaufschlagungskammer **12** zu der Dämpfungskammer **40** abgegeben wird. Somit wird das Einlassventil **55** gegen den Sitz **54** gesetzt, so dass der Zufuhrdurchtritt **52** geschlossen wird.

**[0095]** Seit der Zeit des Aufsitzens des Einlassventils **55** gegen den Sitz **54** wird der Druck des Kraftstoffs in der Druckbeaufschlagungskammer **12** erhöht, da der Kolben **21** zu dem oberen Totpunkt des Kolbens **21** nach oben bewegt wird. In der Abgabeventilanordnung **70** wird das Abgabeventilelement **82** des Abgabeventilgeräts **80** geöffnet, wenn die Kraft, die durch den Druck des Kraftstoffs an der stromaufwärts liegenden Seite des Abgabeventilelements **82** auf das Abgabeventilelement **82** aufgebracht wird, größer als eine Summe der drängenden Kraft der Feder **83** und der Kraft wird, die durch den Druck des Kraftstoffs an der stromabwärts liegenden Seite des Abgabeventilelements **82** auf das Abgabeventilelement **82** aufgebracht wird. Auf diese Weise wird der in der Druckbeaufschlagungskammer **12** mit Druck beaufschlagte Hochdruckkraftstoff von dem Kraftstoffauslass **72** durch den Abgabedurchtritt **71** abgegeben.

**[0096]** In der Mitte des Druckbeaufschlagungshubs wird das Beaufschlagen der Spule **611** mit Energie beendet. Die Kraft, die von dem Druck des Kraftstoffs in der Druckbeaufschlagungskammer **12** auf das Einlassventil **55** aufgebracht wird, ist größer als die drängende Kraft der zweiten Feder **68**, so dass das Einlassventil **55** in dem Zustand geschlossenen Ventils gehalten wird.

**[0097]** Die Hochdruckpumpe **1** wiederholt den Einlasshub, den Messhub und den Druckbeaufschlagungshub, so dass der Kraftstoff, der von der Brennkraftmaschine angefordert wird, von der Hochdruckpumpe **1** mit Druck beaufschlagt und abgegeben wird.

**[0098]** Wenn die Zeit des Beaufschlagens der Spule **611** mit Energie zu einer früheren Zeit verschoben wird, wird der Zeitraum des Messhubs verkürzt, und der Zeitraum des Druckbeaufschlagungshubs wird verlängert. Deswegen wird der Kraftstoff reduziert, der von der Druckbeaufschlagungskammer **12** zu dem Zufuhrdurchtritt **52** zurückgeführt wird, und der Kraftstoff erhöht, der von dem Abgabedurchtritt **71** abgegeben wird. Wenn im Gegensatz die Zeit der Beaufschlagung der Spule **611** mit Energie zu einer späteren Zeit verschoben wird, wird der Zeitraum des Messhubs verlängert und der Zeitraum des Abgabehubs wird verkürzt. Deswegen wird der Kraftstoff erhöht, der von der Druckbeaufschlagungskammer **12**

zu dem Zufuhrdurchtritt **52** zurückgeführt wird, und der Kraftstoff verringert, der von dem Abgabedurchtritt **71** abgegeben wird.

**[0099]** Wie voranstehend erwähnt wurde, wird die Menge des von der Hochdruckpumpe **1** abgegebenen Kraftstoffs auf die erforderliche Menge gesteuert, die durch die Brennkraftmaschine angefordert ist, indem die Zeit des Beaufschlagens der Spule **611** mit Energie gesteuert wird.

**[0100]** Als nächstes werden Vorteile der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

**[0101]** In der vorliegenden Ausführungsform ist der Plungerkolbenanschlag **23** durch das abnehmbare In-Eingriff-Bringen des gebogenen Abschnitts **234** des Plungerkolbenanschlags **23** mit der äußeren Aussparung **15** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** des Pumpenkörpers **10** an dem Pumpenkörper **10** befestigt, und der Anschlagabschnitt **232** des Plungerkolbenanschlags **23** liegt dem Stufenabschnitt **214** des Plungerkolbens **21** gegenüber.

**[0102]** Dabei implementiert der Anschlagabschnitt **232** des Plungerkolbenanschlags **23** nach dem Zusammenbauen der Hochdruckpumpe **1** die Anschlagfunktion zu der Zeit des Hin- und Herbewegens des Plungerkolbens **21** in der zylindrischen Bohrung **11**. Ebenfalls implementiert der Anschlagabschnitt **232** des Plungerkolbenanschlags **23** die Anschlagfunktion, das Abfallen des Plungerkolbens **21** von der zylindrischen Bohrung **11** während des Prozesses des Zusammenbauens der Hochdruckpumpe **1** und des Prozesses, die Hochdruckpumpe **1** an der Maschine zu installieren, zu begrenzen.

**[0103]** Darüber hinaus ist die axiale Position des Anschlagabschnitts **232** des Plungerkolbenanschlags **23** in der axialen Richtung der zylindrischen Bohrung **11** die gleiche wie die des zylindrischen Endes **141** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14**. Deswegen berührt die Gleitfläche **211b** des Abschnitts **211** großen Durchmessers insgesamt die innere Randwandfläche **143** der zylindrischen Bohrung **11** und ist sogar dann nicht von der zylindrischen Bohrung **11** freigelegt, wenn der Stufenabschnitt **214** des Plungerkolbens **21** den Anschlagabschnitt **232** des Plungerkolbenanschlags **23** aufgrund der Bewegung des Plungerkolbens **21** in der zylindrischen Bohrung **11** berührt. Deswegen ist die Gleitfläche **211b** des Plungerkolbens **21** in dem geschützten Zustand gehalten, in dem die Gleitfläche **211b** des Plungerkolbens **21** vor einer Beschädigung geschützt ist, die durch das Auftreffen oder durch das Anhaften eines fremden Gegenstands (z. B. Schmutzpartikel) verursacht wird.

**[0104]** Während des Betriebs der Hochdruckpumpe **1** ist es nämlich möglich, die Gleitfläche **211b** des Plungerkolbens **21** vor einer Beschädigung zu schützen, die durch ein Auftreffen oder das Anhaften eines fremden Gegenstands verursacht wird, und dabei ist es möglich, eine Fehlfunktion des Gleitens des Plungerkolbens **21** zu begrenzen. Darüber hinaus ist während des Prozesses des Zusammenbauens der Hochdruckpumpe **1** oder des Prozesses des Installierens der Hochdruckpumpe **1** an der Maschine das Abfallen des Plungerkolbens **21** aus der zylindrischen Bohrung **11** in dem geschützten Zustand begrenzt, in dem die Gleitfläche **211b** des Plungerkolbens **21** vor einer Beschädigung geschützt ist, die durch ein Auftreffen oder das Anhaften von fremden Gegenständen verursacht ist.

**[0105]** Nun wird eine Modifikation der ersten Ausführungsform beschrieben.

**[0106]** In der voranstehend beschriebenen Struktur ist die Position des Anschlagabschnitts **232** des Plungerkolbenanschlages **23** in der axialen Richtung der zylindrischen Bohrung **11** die gleiche wie die des zylindrischen Endes **141** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14**. Alternativ können sogar die Vorteile erreicht werden, die ähnlich zu den voranstehend erwähnten sind, wenn die Position des Anschlagabschnitts **232** des Plungerkolbenanschlages **23** von dem zylindrischen Ende **141** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts zu der Druckbeaufschlagungskammer **12** verschoben sind.

**[0107]** Wie z. B. aus [Fig. 3](#) ersichtlich ist, weist ein Plungerkolbenanschlag **23A** einer Modifikation der ersten Ausführungsform einen Vorsprung auf, der an einem mittelseitigen Bereich der Bodenwand **231** angeordnet ist und axial zu der Seite der Druckbeaufschlagungskammer **12** hin vorragt. Ein Anschlagabschnitt **232a** ist in diesem Vorsprung ausgebildet, der dem Stufenabschnitt **214** des Plungerkolbens **21** gegenüberliegt. Deswegen ist der Anschlagabschnitt **232a** an der Seite der Druckbeaufschlagungskammer **12** des radial außen liegenden Abschnitts der Oberfläche der Bodenwand **231** des Plungerkolbenanschlages **23** angeordnet, der das zylindrische Ende **141** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** berührt.

(Zweite Ausführungsform)

**[0108]** [Fig. 4A](#) zeigt einen Zustand, in dem ein Plungerkolbenanschlag an einem Pumpenkörper einer Hochdruckpumpe gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung installiert ist. [Fig. 4B](#) ist eine perspektivische Ansicht des Plungerkolbenanschlages, der in [Fig. 4A](#) gezeigt ist.

**[0109]** In den folgenden Ausführungsformen werden Bauteile, die denen der ersten Ausführungsform ähn-

lich sind, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet und werden nicht wiederholt beschrieben.

**[0110]** Eine innere Aussparung **16**, die als eine ringförmige Form konfiguriert ist (ringförmige Nut) und sich in der Umfangsrichtung erstreckt, ist in der inneren Randwandfläche der zylindrischen Bohrung **11**, d. h., in der inneren Randwandfläche **143** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** des Pumpenkörpers **10** der Hochdruckpumpe **2** der vorliegenden Ausführungsform ausgebildet.

**[0111]** Der Plungerkolbenanschlag **29** weist einen allgemein kreisförmigen Querschnitt auf und ist als fadenförmiges Element (ein C-förmiges Element) ausgebildet, das eine vorbestimmte Flexibilität aufweist. Der Plungerkolbenanschlag **29** ist in der inneren Aussparung **16** in Eingriff, die als die ringförmige Form konfiguriert ist. Ein Abschnitt des Plungerkolbenanschlages **29**, der mit der inneren Aussparung **16** in Eingriff ist, ragt radial von der inneren Aussparung zu der Mittelachse der zylindrischen Bohrung **11** nach innen vor. Ein zylindrischer Oberflächenabschnitt des Plungerkolbenanschlages **29**, der radial von der inneren Aussparung **16** nach innen vorragt und zu der Seite der Druckbeaufschlagungskammer **12** gerichtet ist, um dem Stufenabschnitt **214** des Plungerkolbens **21** gegenüberzuliegen, ist ein Anschlagabschnitt **292** des Plungerkolbenanschlages **29** gegen den Stufenabschnitt **214** des Plungerkolbens **21**.

**[0112]** Der Plungerkolbenanschlag **29** ist das fadenförmige Element (das C-förmige Element), das eine vorbestimmte Flexibilität aufweist. Deswegen kann der Plungerkolbenanschlag **29** in der inneren Aussparung **16** in Eingriff sein und kann von der inneren Aussparung **16** außer Eingriff sein, um den Plungerkolbenanschlag **29** zu entfernen.

**[0113]** Als nächstes werden Vorteile der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

**[0114]** In der vorliegenden Ausführungsform ist der Plungerkolbenanschlag **29** an dem Pumpenkörper **10** durch das abnehmbare In-Eingriff-Bringen des Plungerkolbenanschlages **29** in der inneren Aussparung **16** befestigt. Darüber hinaus liegt der Anschlagabschnitt **292** des Plungerkolbenanschlages **29** dem Stufenabschnitt **214** des Plungerkolbens **21** an einer Stelle gegenüber, die von dem zylindrischen Ende **141** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** zu der Druckbeaufschlagungskammer **12** verschoben ist.

**[0115]** Ähnlich zu der ersten Ausführungsform berührt deswegen die Gleitfläche **211b** des Abschnitts **211** großen Durchmessers vollständig die innere Randwandfläche **143** der zylindrischen Bohrung **11** und ragt sogar dann nicht von der zylindrischen Bohrung **11** vor, wenn der Stufenabschnitt **214** des Plun-

gerkolbens **21** den Anschlagabschnitt **292** aufgrund der Bewegung des Plungerkolbens **21** in der zylindrischen Bohrung **11** berührt.

**[0116]** Dabei ist es möglich, die Fehlfunktion des Gleitens des Plungerkolbens **21** während des Betriebs der Hochdruckpumpe **2** in dem geschützten Zustand zu begrenzen, in dem die Gleitfläche **211b** des Plungerkolbens **21** von einer Beschädigung durch Auftreffen oder das Anhaften eines fremden Gegenstands geschützt ist. Darüber hinaus ist es möglich, das Abfallen des Plungerkolbens **21** von der zylindrischen Bohrung **11** an den Prozess des Zusammenbauens der Hochdruckpumpe **2** oder an den Prozess des Installierens der Hochdruckpumpe **2** an der Maschine zu begrenzen.

(Dritte Ausführungsform)

**[0117]** **Fig. 5** ist eine vergrößerte teilweise Querschnittsansicht, die eine Plungerkolbenanordnung einer Hochdruckpumpe **3** gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. **Fig. 6A** ist eine perspektivische Ansicht eines zweiten Rings eines Plungerkolbenanschlages der dritten Ausführungsform. **Fig. 6B** ist eine perspektivische Ansicht eines ersten Rings des Plungerkolbenanschlages der dritten Ausführungsform. **Fig. 7A** ist eine perspektivische Ansicht des Plungerkolbenanschlages der dritten Ausführungsform. **Fig. 7B** ist eine Querschnittsansicht des Plungerkolbenanschlages, der in **Fig. 7A** gezeigt ist.

**[0118]** Wie aus **Fig. 5** ersichtlich ist, ist ähnlich dem Plungerkolbenanschlag **23** der ersten Ausführungsform der Plungerkolbenanschlag **34** der dritten Ausführungsform an der äußeren Randwandfläche **142** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** befestigt. Jedoch ist ungleich zu dem Plungerkolbenanschlag **23** der ersten Ausführungsform, in der der gebogene Abschnitt **234** mit der äußeren Aussparung **15** der äußeren Randwandfläche **142** in Eingriff ist, der Plungerkolbenanschlag **34** der dritten Ausführungsform an der äußeren Randwandfläche **142** befestigt, wie folgt. Insbesondere ist eine Vielzahl von Eingriffsabschnitten **351** durch die elastische Kraft davon radial nach innen gedrängt, um die äußere Randwandfläche **142** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** festzuhalten.

**[0119]** Der Plungerkolbenanschlag **34** hat einen ersten Ring **35** und einen zweiten Ring **36**, die in **Fig. 6A** und **Fig. 6B** gezeigt sind. In der vorliegenden Ausführungsform sind der erste Ring **35** und der zweite Ring **36** durch einen Pressbearbeitungsprozess oder einen Stanzprozess ausgebildet aus einem Metall wie z. B. einem rostfreien Stahl.

**[0120]** Insbesondere der erste Ring **35** ist z. B. aus einer dünnen Federstahlplatte hergestellt, die eine

relativ kleine Plattendicke aufweist. Eine Aufnahmebohrung **359**, die angepasst ist, den Abschnitt **213** kleinen Durchmessers des Plungerkolbens **21** aufzunehmen, ist um eine Achse Z an einem Mittelteil des Hauptkörpers **350** ausgebildet.

**[0121]** Drei Eingriffsabschnitte **351** sind einer nach dem anderen entlang einem äußeren Randkanteil des Hauptkörpers **350** in allgemein gleichen Abständen in einer Umfangsrichtung bereitgestellt, und ragen axial zu der Druckbeaufschlagungskammer **12** vor. Jeder Eingriffsabschnitt **351** ist in eine Richtung gebogen (in **Fig. 6B** die Richtung nach oben), die allgemein rechtwinklig zu einer Grundfläche **358** des Hauptkörpers **350** liegt. Insbesondere weist jeder Eingriffsabschnitt **351** ein Passteil **352** an einer radial inneren Oberfläche eines oberen Endteils des Eingriffsabschnitts **351** auf. Jeder Eingriffsabschnitt **351** ist radial relativ zu einer Richtung nach innen gekippt, die rechtwinklig zu der Grundfläche **358** liegt, so dass ein Durchmesser eines imaginären Kreises, der in die Passteile **352** der Eingriffsabschnitte **351** eingeschrieben ist, geringfügig kleiner als der Durchmesser der äußeren Randwandfläche **142** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** ist. Wenn der Plungerkolbenanschlag **34** an dem die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitt **14** installiert ist, üben dabei die Eingriffsabschnitte **351** die elastische Kraft radial einwärts aus.

**[0122]** Wenn die drei Eingriffsabschnitte **351** einer nach dem anderen in allgemein gleichen Abständen in der Umfangsrichtung bereitgestellt sind, kann die Anzahl der Eingriffsabschnitte **351** mit einem guten Gleichgewicht minimiert werden. Jedoch sind die Anzahl der Eingriffsabschnitte und die Stellen der Eingriffsabschnitte nicht auf die voranstehend diskutierten beschrieben, sondern können in jeder beliebigen geeigneten Weise in einer oder mehreren Modifikationen davon geändert werden.

**[0123]** Ein Vorsprung **354**, der radial einwärts vorragt, ist in einem Mittelteil von jedem Eingriffsabschnitt **351** in einer Biegerichtung des Eingriffsabschnitts **351** ausgebildet. Wenn der erste Ring **35** und der zweite Ring **36** zusammengebaut werden, ist der Vorsprung **354** mit einem Hauptkörper **360** des zweiten Rings **36** in Eingriff, um eine Trennung zu begrenzen, d. h. ein Ablösen des ersten Rings **35** und des zweiten Rings **36** voneinander. Zu dieser Zeit liegt eine Basis **353** von jedem eingreifenden Abschnitt **351** radial gegenüber einer äußeren Randwandfläche des Hauptkörpers **360** des zweiten Rings **36**.

**[0124]** Der zweite Ring **36** ist aus einem Plattenmaterial hergestellt, das eine relativ große Dicke aufweist, die größer ist als die des ersten Rings **35**. Eine Aufnahmebohrung **369**, die angepasst ist, den Abschnitt **213** kleinen Durchmessers des Plungerkolbens **21** dadurch hindurch aufzunehmen, ist an ei-

nem Mittelteil des Hauptkörpers **360** ausgebildet, um der Aufnahmebohrung **359** des ersten Rings **35** zu entsprechen. Wenn der erste Ring **35** und der zweite Ring **36** miteinander zusammengebaut werden, berührt eine untere Oberfläche **362** des Hauptkörpers **360** des zweiten Rings **36** die Grundfläche **358** des ersten Rings **35**. Die Plattendicke des Hauptkörpers **360**, die in der Richtung der Achse Z gemessen wird, ist im Vergleich zu dem Hauptkörper **350** des ersten Rings **35** relativ groß. Deswegen kann der zweite Ring **36** die Steifigkeit des Plungerkolbenanschlags **34** erhöhen, um z. B. eine Verformung des Plungerkolbenanschlags **34** zu begrenzen, die durch den Kraftstoffdruck verursacht wird.

**[0125]** Drei radiale Aussparungen **367** sind an den drei Stellen ausgebildet, die entsprechend den Stellen der Eingriffsabschnitts **351** des ersten Rings **35** entlang des äußeren Randkantenteils des Hauptkörpers **360** entsprechen. Wenn der erste Ring **35** und der zweite Ring **36** miteinander zusammengebaut werden, sind die Eingriffsabschnitte **351** mit den radialen Aussparungen **367** entsprechend in Eingriff, so dass die Eingriffsabschnitte **351** an einer radial innen liegenden Seite der äußeren Randfläche des zweiten Rings **36** angeordnet sind. Deswegen kann ein Außendurchmesser des zweiten Rings **36** mit dem Innendurchmesser des Dichtelements **25** zusammenfallend sein, und dabei der Raum wirkungsvoll genutzt werden (siehe [Fig. 5](#)). Ebenfalls kann eine relative Drehung zwischen dem ersten Ring **35** und dem zweiten Ring **36** begrenzt werden.

**[0126]** Darüber hinaus sind drei Vorsprünge **363**, die in [Fig. 6A](#) nach oben vorragen, in dem Hauptkörper **360** derart ausgebildet, dass jeder Vorsprung **363** zwischen entsprechenden angrenzenden zwei der radialen Aussparungen **367** in der Umfangsrichtung angeordnet ist. Eine Höhe einer oberen Oberfläche **364** von jedem Vorsprung **363**, die in der Richtung der Z-Achse gemessen wird, ist allgemein für alle Vorsprünge **363** gleich. Wenn die obere Oberfläche **364** von jedem Vorsprung **363** das zylindrische Ende **141** berührt, ist der Plungerkolbenanschlag **34** axial relativ zu dem die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitt **14** positioniert.

**[0127]** Ein Umfangsspalt zwischen jeweils zwei angrenzenden der Vorsprünge **363** bildet einen Verbindungsdurchtritt **366** aus. Eine Höhe (Tiefe) des Verbindungsdurchtritts **366** entspricht einem Unterschied zwischen einer oberen Oberfläche **361** des Hauptkörpers **360** und der oberen Oberfläche **364** von jedem Vorsprung **363**. Die Verbindungsdurchtritte **366** verbinden zwischen der Kammer variablen Volumens (radial innerer Bereich) **30**, die an einer radial innen liegenden Seite des Plungerkolbenanschlags **34** angeordnet ist, und dem zylindrischen Durchtritt (radial äußerer Bereich) **31**, der an der radial außen

liegenden Seite des Plungerkolbenanschlags **34** angeordnet ist.

**[0128]** Ein Innendurchmesser eines imaginären Kreises, der sich in Umfangsrichtung entlang der inneren Randwände **365** der Vorsprünge **363** erstreckt, ist geringfügig größer als der Außendurchmesser des Abschnitts **211** großen Durchmessers des Plungerkolbens **21**. Deswegen können die inneren Randwände **365** der Vorsprünge **363** den Abschnitt **211** großen Durchmessers des Plungerkolbens **21** führen. Ein Anschlagabschnitt **368**, der als eine ringförmige Form konfiguriert ist, ist in dem zweiten Ring **36** an einer radialen Stelle zwischen der Aufnahmebohrung **369** und dem imaginären Kreis ausgebildet, der sich in Umfangsrichtung entlang der inneren Randwände **365** der Vorsprünge **363** erstreckt. Der Anschlagabschnitt **368** ist axial von der oberen Oberfläche **361** des Hauptkörpers **360** an der unteren Seite der oberen Oberfläche **361** in [Fig. 6A](#) ausgespart, d. h., an der axialen Seite gegenüber von den Vorsprüngen **363**. Wenn der Plungerkolben **21** nach unten bewegt wird, berührt der Stufenabschnitt **214** des Plungerkolbens **21** den Anschlagabschnitt **368** so, dass der Anschlagabschnitt **368** die Bewegung des Plungerkolbens **21** begrenzt.

**[0129]** Dabei implementiert der Anschlagabschnitt **368** des Plungerkolbenanschlags **34** nach dem Zusammenbauen der Hochdruckpumpe **3** die Anschlagfunktion zu der Zeit des Hin- und Herbewegens des Plungerkolbens **21** in der zylindrischen Bohrung **11**. Ebenfalls implementiert der Anschlagabschnitt **368** des Plungerkolbenanschlags **34** die Anschlagfunktion, das Abfallen des Plungerkolbens **21** aus der zylindrischen Bohrung **11** bei dem Prozess des Zusammenbauens der Hochdruckpumpe **3** und bei dem Prozess des Installierens der Hochdruckpumpe **3** an der Maschine zu Begrenzen.

**[0130]** In der vorliegenden Ausführungsform berührt zu der Zeit des Abwärtsbewegens des Plungerkolbens **21** ein Kraftstoff, der durch die Verbindungsdurchtritte **366** zugeführt ist, ein Teil des Abschnitts **211** großen Durchmessers des Plungerkolbens **21**, das den Verbindungsdurchtritten **366** entspricht. Deswegen sieht es aus, als ob das Teil des Gleitabschnitts des Plungerkolbens **21** freigelegt ist. Jedoch ist zu der Zeit des Hin- und Herbewegens des Plungerkolbens **21** in der zylindrischen Bohrung **11** während des Betriebs der Hochdruckpumpe **3** nach dem Zusammenbauen der Hochdruckpumpe **3**, oder zu der Zeit des Begrenzens des Abfallens des Plungerkolbens **21** aus der zylindrischen Bohrung **11** in dem Prozess des Zusammenbauens der Hochdruckpumpe **3** oder in dem Prozess, die Hochdruckpumpe **3** an der Maschine zu installieren, die Gleitfläche **211b** des Plungerkolbens **21** in dem geschützten Zustand gehalten, in dem die Gleitfläche **211b** des Plun-

gerkolbens **21** vor z. B. der Beschädigung durch ein Zusammentreffen geschützt ist.

**[0131]** Darüber hinaus sind in der vorliegenden Ausführungsform der erste Ring **35**, der die Eingriffsabschnitte **351** hat, und der zweite Ring **36**, der die Vorsprünge **363** hat, miteinander zusammengebaut, um den Plungerkolbenanschlag **34** auszubilden. In dieser Weise kann der erste Ring **35**, der die Elastizität aufweisen muss, und der zweite Ring **36**, der die Steifigkeit aufweisen muss, aus dem entsprechenden Plattenmaterial ausgebildet werden, das die Plattendicke aufweist, die für die Pressbearbeitung davon geeignet ist. Somit kann der Herstellungswirkungsgrad verbessert werden, und die gesamten Herstellungskosten können reduziert werden.

**[0132]** Nun werden erste bis fünfte Modifikationen der dritten Ausführungsform mit Bezug auf [Fig. 8A](#) bis [Fig. 12B](#) beschrieben. Diese Modifikationen unterscheiden sich von der voranstehend diskutierten dritten Ausführungsform mit Bezug auf die Struktur des miteinander Eingreifens des ersten Rings und des zweiten Rings, und das Begrenzen der Ablösung zwischen dem ersten Ring und dem zweiten Ring. Insbesondere anstelle der Vorsprünge **354** der dritten Ausführungsform, die in [Fig. 6A](#) bis [Fig. 7B](#) gezeigt sind, werden z. B. Hilfskrallen bereitgestellt. In den ersten bis dritten Modifikationen ist der zweite Ring **36** der gleiche wie der der in [Fig. 6A](#) bis [Fig. 7B](#) gezeigten dritten Ausführungsform.

**[0133]** Mit Bezug auf [Fig. 8A](#) und [Fig. 8B](#) ist in einem Plungerkolbenanschlag **34A** der ersten Modifikation der dritten Ausführungsform ein Fenster **355a** in jedem von drei Eingriffsabschnitten **351a** eines ersten Rings **35A** ausgebildet, und eine Hilfskralle **356a** ist in dem Fenster **355a** des Eingriffsabschnitts **351a** bereitgestellt. Die Hilfskralle **356a** ist von einer Basis **353** des Eingriffsabschnitts **351a** getrennt von einer Hauptkralle des Eingriffsabschnitts **351a** (d. h. von dem Rest des Eingriffsabschnitts **351a**), die das Passteil **352** ausbildet, nach oben gebogen. Jede Hilfskralle **356a** übt die elastische Kraft radial einwärts aus und ist dabei gegen die entsprechende obere Oberfläche **361** oder die entsprechende radiale Aussparung **367** des Hauptkörpers **360** des zweiten Rings **36** gedrängt, um dabei das Ablösen des zweiten Rings **36** von dem ersten Ring **35A** zu begrenzen.

**[0134]** Mit Bezug auf [Fig. 9A](#) und [Fig. 9B](#) ist in einem Plungerkolbenanschlag **34B** der zweiten Modifikation der dritten Ausführungsform ein Fenster **355b** in jedem der drei Eingriffsabschnitte **351b** eines ersten Rings **35B** ausgebildet, und eine Hilfskralle **356b** ist in dem Fenster **355b** des Eingriffsabschnitts **351b** bereitgestellt. Die Hilfskralle **356b** ist von einem oberen Ende des Fensters **355b** schräg nach unten zu einer radial innen liegenden Seite getrennt von einer Hauptkralle des Eingriffsabschnitts **351b** gebogen,

die das Passteil **352** ausbildet. Jede Hilfskralle **356b** ist gegen die obere Oberfläche **361** des Hauptkörpers **360** des zweiten Rings **36** gedrängt, um das Ablösen des zweiten Rings **36** von dem ersten Ring **35B** zu begrenzen.

**[0135]** Mit Bezug auf [Fig. 10A](#) und [Fig. 10B](#) ist in einem Plungerkolbenanschlag **34C** der dritten Modifikation der dritten Ausführungsform ein Fenster **355c** in jedem der drei Eingriffsabschnitte **351c** eines ersten Rings **35C** ausgebildet, und eine Hilfskralle **356c** ist in dem Fenster **355c** des Eingriffsabschnitts **351c** bereitgestellt. Jede Hilfskralle **356c** ist von der Basis **353** des Eingriffsabschnitts **351c** getrennt von einer Hauptkralle des Eingriffsabschnitts **351c** nach oben gebogen, die das Passteil **352** ausbildet, und ein distales Endteil der Hilfskralle **356c** ist außerdem in eine Hakenform radial einwärts gebogen. Jede Hilfskralle **356c** wird gegen die obere Oberfläche **361** des Hauptkörpers **360** des zweiten Rings **36** gedrängt, um ein Ablösen des zweiten Rings **36** von dem ersten Ring **35C** zu begrenzen.

**[0136]** Als nächstes sind mit Bezug auf [Fig. 11A](#) und [Fig. 11B](#) in einem Plungerkolbenanschlag **34D** der vierten Modifikation der dritten Ausführungsform drei Hilfskrallen **357d** derart ausgebildet, dass jede Hilfskralle **357d** angrenzend an einen entsprechenden von den drei Eingriffsabschnitten **351d** in einer Umfangsrichtung platziert ist. Die Hilfskralle **357d** ist von der Grundfläche **358** des Hauptkörpers **350** nach oben gebogen. Ein zweiter Ring **36D** ist derart ausgebildet, dass sein Umfangsausmaß von jedem der drei radialen Aussparungen **367d** relativ zu einem Umfangsausmaß der radialen Aussparungen **367** des zweiten Rings **36** der in [Fig. 6A](#) bis [Fig. 7B](#) gezeigten dritten Ausführungsform verlängert ist, so dass der entsprechende Eingriffsabschnitt **351d** und die entsprechende Hilfskralle **357d** in die radiale Aussparung **367d** eingepasst sind. Jede Hilfskralle **357d** übt die elastische Kraft in eine radial einwärtige Richtung aus und ist dabei gegen die entsprechende obere Oberfläche **361** oder die entsprechende radiale Aussparung **367d** des Hauptkörpers **360** des zweiten Rings **36D** gedrängt, und begrenzt dabei das Ablösen des zweiten Rings **36D** von dem ersten Ring **35D**.

**[0137]** Außerdem sind mit Bezug auf [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) in einem Plungerkolbenanschlag **34E** der fünften Modifikation der dritten Ausführungsform drei Hilfskrallen **357e** derart ausgebildet, dass jede Hilfskralle **357e** in Umfangsrichtung zwischen entsprechenden angrenzenden zwei der drei Eingriffsabschnitte **351e** platziert ist. Die Hilfskralle **357e** ist von der Grundfläche **358** des Hauptkörpers **350** nach oben gebogen. Ähnlich zu dem zweiten Ring **36** der dritten Ausführungsform, die in [Fig. 6A](#) bis [Fig. 7B](#) gezeigt ist, hat ein zweiter Ring **36e** der fünften Modifikation die drei radialen Aussparungen **367**, in die die drei Eingriffsabschnitte **351e** entsprechend ein-

gepasst sind. Zusätzlich hat der zweite Ring **36e** außerdem drei radiale Aussparungen **367e**, die entsprechend als drei Vorsprünge **367e** ausgebildet sind, um die drei Hilfskrallen **357e** entsprechend aufzunehmen. Jede Hilfskralle **357e** übt die elastische Kraft in eine Richtung radial einwärts aus und wird dabei gegen eine äußere Randfläche der entsprechenden radialen Aussparung **367e** des zweiten Rings **36E** gedrängt, um dabei das Ablösen des zweiten Rings **36E** von dem ersten Ring **35E** zu begrenzen.

(Vierte Ausführungsform)

**[0138]** [Fig. 13A](#) und [Fig. 13B](#) zeigen einen Plungerkolbenanschlag gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Ähnlich dem Plungerkolbenanschlag **34** der dritten Ausführungsform, die in [Fig. 6A](#) bis [Fig. 7B](#) gezeigt ist, hat der Plungerkolbenanschlag **37** der vierten Ausführungsform die Eingriffsabschnitte **371**, die die elastische Kraft in eine Richtung radial einwärts ausüben und dabei gegen die äußere Randwandoberfläche **142** gedrängt sind, um dieselbe zu halten, ohne dass Bedarf besteht, die äußere Aussparung in dem die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitt **14** auszubilden.

**[0139]** Wie aus [Fig. 13A](#) und [Fig. 13B](#) ersichtlich ist, ist der Plungerkolbenanschlag **37** der vierten Ausführungsform als Einzelstückbauteil durch Pressbearbeiten eines metallischen Materials (z. B. rostfreier Stahl) ausgebildet.

**[0140]** Der Plungerkolbenanschlag **37** ist aus der relativ dünnen Federstahlplatte ausgebildet, die ähnlich der dünnen Federstahlplatte ist, die zum Ausbilden des ersten Rings **35** der in [Fig. 6A](#) bis [Fig. 7B](#) gezeigten dritten Ausführungsform verwendet wird. Eine Aufnahmebohrung **379** erstreckt sich durch ein Mittelteil eines Hauptkörpers **370** des Plungerkolbenanschlags **37**, um den Abschnitt **213** kleinen Durchmessers des Plungerkolbens **21** dadurch hindurch aufzunehmen.

**[0141]** Außerdem sind ähnlich der dritten Ausführungsform drei Eingriffsabschnitte **371** einer nach dem anderen entlang einem äußeren Randkanteil des Hauptkörpers **370** in allgemein gleichen Abständen in einer Umfangsrichtung bereitgestellt. Ebenfalls ist jeder Eingriffsabschnitt **371** in einer Richtung (in [Fig. 13A](#) und [Fig. 13B](#) die Richtung nach oben) gebogen, die allgemein rechtwinklig zu einer Grundfläche **377** des Hauptkörpers **370** liegt. Zusätzlich weist jeder Eingriffsabschnitt **371** ein Passteil **372** an einer radial innen liegenden Oberfläche eines oberen Endteils des Eingriffsabschnitts **371** auf, und das Passteil **372** berührt die äußere Randwandfläche **142** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14**.

**[0142]** In dem Plungerkolbenanschlag **37** der vierten Ausführungsform sind drei Vorsprünge **373** einstückig mit dem Hauptkörper **370** durch einen Biegeprozess ausgebildet, was ungleich zu der dritten Ausführungsform ist. Eine Höhe einer oberen Oberfläche **374** von jedem Vorsprung **373**, die in der Richtung der Achse Z gemessen wird, ist für alle Vorsprünge **373** allgemein gleich. Wenn die obere Oberfläche **374** von jedem Vorsprung **373** das zylindrische Ende **141** berührt, ist der Plungerkolbenanschlag **37** axial relativ zu dem die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitt **14** positioniert.

**[0143]** Ein Umfangsspalt zwischen jeweils zwei angrenzenden der Vorsprünge **373** bildet einen Verbindungsdurchtritt **376** aus. Eine Höhe (Tiefe) des Verbindungsdurchtritts **376** entspricht einem Unterschied zwischen der Grundfläche **377** des Hauptkörpers **370** und der oberen Oberfläche **374** von jedem Vorsprung **373**.

**[0144]** In der vierten Ausführungsform, wie aus [Fig. 13A](#) und [Fig. 13B](#) ersichtlich ist, dient ein Abschnitt der Grundfläche **377**, der radial innerhalb einer inneren Randwand (radial innere Wand) **375** von jedem Vorsprung **373** angeordnet ist, als Anschlagabschnitt.

**[0145]** Im Vergleich zu der dritten Ausführungsform, in der der Plungerkolbenanschlag **34** durch das Zusammenbauen der zwei Bauteile ausgebildet ist (d. h. des ersten und des zweiten Rings), kann dies mit Bezug auf die Steifigkeit der Vorsprünge und die Steifigkeit des Anschlagabschnitts einer vierten Ausführungsform nicht vorteilhaft sein. Jedoch ist gemäß der vierten Ausführungsform der Plungerkolbenanschlag **37** durch ein Einzelstückbauteil ausgebildet, so dass es möglich ist, die Anzahl der Bauteile zu reduzieren. Dabei können die Herstellungskosten reduziert werden.

**[0146]** Nun wird eine Modifikation der vierten Ausführungsform beschrieben.

**[0147]** Ein Plungerkolbenanschlag **37A** der [Fig. 14A](#) und [Fig. 14B](#), der die Modifikation der vierten Ausführungsform ist, unterscheidet sich von der in [Fig. 13A](#) und [Fig. 13B](#) gezeigten vierten Ausführungsform mit Bezug auf die Struktur der entsprechenden Vorsprünge **373a**. Insbesondere ist ein Anschlagabschnitt **378** durch das weitere Falten der inneren Randwand (radial innere Wand) **375** des Vorsprungs **373a** ausgebildet, wie in [Fig. 14A](#) und [Fig. 14B](#) ersichtlich ist.

**[0148]** In dieser Weise wird die Steifigkeit des Anschlagabschnitts **378** von jedem Vorsprung **373a** im Vergleich zu dem Anschlagabschnitt der Grundfläche **377** der in [Fig. 13A](#) und [Fig. 13B](#) gezeigten vierten Ausführungsform verbessert.

(Fünfte Ausführungsform)

[0149] **Fig. 15** zeigt eine Hochdruckpumpe **5** einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, in der ein Plungerkolbenanschlag an einer Plungerkolbenanordnung der Hochdruckpumpe **5** installiert ist.

[0150] Die Plungerkolbenanordnung **20A** der Hochdruckpumpe **5** der vorliegenden Ausführungsform wird mit Bezug auf **Fig. 15** beschrieben. Die andere verbleibende Struktur der Hochdruckpumpe **5** der vorliegenden Ausführungsform, die anders ist als die Plungerkolbenanordnung **20A**, ist die gleiche wie die der Hochdruckpumpe **1** der ersten Ausführungsform, die in **Fig. 1** gezeigt ist, und wird daher nicht weiter beschrieben.

[0151] Die Plungerkolbenanordnung **20A** hat einen Plungerkolben **21A**, einen Plungerkolbenanschlag **38**, ein Kraftstoffdichtelement **24**, ein Dichtelement **25A**, die Plungerkolbenfeder **28** und die Kammer **30** variablen Volumens.

[0152] Ein Endteil des Plungerkolbens **21A** ist zu der Druckbeaufschlagungskammer **12** freigelegt. Der Plungerkolben **21A** hat einen Abschnitt **211a** großen Durchmessers, einen Abschnitt **212a** mittleren Durchmessers und einen Abschnitt **213a** kleinen Durchmessers. Der Abschnitt **211a** großen Durchmessers gleitet entlang einer inneren Randwand der zylindrischen Bohrung **11**. Der Abschnitt **212a** mittleren Durchmessers erstreckt sich von dem Abschnitt **211a** großen Durchmessers an einer axialen Seite, die der Druckbeaufschlagungskammer **12** gegenüberliegt. Der Abschnitt **212a** mittleren Durchmessers weist einen Außendurchmesser auf, der kleiner als der Außendurchmesser **211a** großen Durchmessers ist. Der Abschnitt **213a** kleinen Durchmessers erstreckt sich von dem Abschnitt **212a** mittleren Durchmessers an einer axialen Seite, die der Druckbeaufschlagungskammer gegenüberliegt. Der Abschnitt **213a** kleinen Durchmessers weist einen Außendurchmesser auf, der kleiner ist als der des Abschnitts **212a** mittleren Durchmessers. Der Abschnitt **211a** großen Durchmessers, der Abschnitt **212a** mittleren Durchmessers und der Abschnitt **213a** kleinen Durchmessers liegen koaxial zueinander.

[0153] Ein erster Stufenabschnitt **214a** ist an einer Grenze zwischen dem Abschnitt **211a** großen Durchmessers und dem Abschnitt **212a** mittleren Durchmessers ausgebildet. Ein zweiter Stufenabschnitt **214b** ist an einer Grenze zwischen dem Abschnitt **212a** mittleren Durchmessers und dem Abschnitt **213a** kleinen Durchmessers ausgebildet.

[0154] Das Kraftstoffdichtelement **24** ist um den Abschnitt **212a** mittleren Durchmessers des Plungerkolbens **21A** herum installiert, um ein Ausfließen von

Kraftstoff zu der Maschine aufgrund der Hin- und Herbewegung (Gleitbewegung) des Plungerkolbens **21A** zu begrenzen. Das Dichtelement **25A** ist um den Abschnitt **213a** kleinen Durchmessers herum installiert. Das Dichtelement **25A** ist in einer ringförmigen Form konfiguriert. Ein Abschnitt des Dichtelements **25A** berührt einen Endabschnitt an der Seite der Druckbeaufschlagungskammer **12** des Kraftstoffdichtelements **24** und ein äußeres Randteil des Kraftstoffdichtelements **24**. Ein anderer Abschnitt des Dichtelements **25A** ist in die Aussparung **13** gepasst, die in dem Pumpenkörper **10** ausgebildet ist und in die ringförmige Form konfiguriert ist. Dieser Abschnitt des Dichtelements **25A** ist z. B. durch Schweißen an der Aussparung **13** befestigt.

[0155] Der Plungerkolbenanschlag **38**, der in eine ringförmige Form konfiguriert ist, ist um den Abschnitt **212a** mittleren Durchmessers und den Abschnitt **213a** kleinen Durchmessers an einer axialen Seite des Kraftstoffdichtelements **24** herum bereitgestellt, die gegenüber der Druckbeaufschlagungskammer **12** liegt. Eine Endfläche, die dem zweiten Stufenabschnitt **214b** des Plungerkolbens **21A** gegenüberliegt, ist in einer Innenwandoberfläche des Plungerkolbenanschlages **38** ausgebildet, und diese Endfläche dient als Anschlagabschnitt **382** gegen den zweiten Stufenabschnitt **214b** des Plungerkolbens **21A**.

[0156] Hier ist ein Abstand L1 zwischen dem Anschlagabschnitt **382** des Plungerkolbenanschlages **38** und dem zylindrischen Ende **141** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** gleich einer axialen Länge L2 des Abschnitts **212a** mittleren Durchmessers des Kolbens **21A**, d. h., dem Abstand L2 zwischen dem ersten Stufenabschnitt **214a** und dem zweiten Stufenabschnitt **214b** des Plungerkolbens **21A**.

[0157] Darüber hinaus ist eine äußere Randwandfläche des Plungerkolbenanschlages **38** mit dem Dichtelement **25A** verbunden. Insbesondere ist der Plungerkolbenanschlag **38** an dem Pumpenkörper **10** durch das Dichtelement **25A** befestigt. Darüber hinaus berührt ein Endabschnitt des Plungerkolbenanschlages **38**, der an der Seite der Druckbeaufschlagungskammer **12** angeordnet ist, einen Endabschnitt des Kraftstoffdichtelements **24**, das der Druckbeaufschlagungskammer **12** gegenüberliegt. In dieser Weise ist der Plungerkolbenanschlag **38** mit dem Dichtelement **25A** integriert und funktioniert als Halterung, an der das Kraftstoffdichtelement **24** befestigt ist.

[0158] Als Nächstes werden die Vorteile der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

[0159] In der vorliegenden Ausführungsform ist der Plungerkolbenanschlag **38** durch das Dichtelement **25A** an dem Pumpenkörper **10** befestigt. Darüber hin-



aus liegt der Anschlagabschnitt **382** des Plungerkolbenanschlags **38** dem zweiten Stufenabschnitt **214b** gegenüber. Zusätzlich ist der Abstand L1 zwischen dem Anschlagabschnitt **382** des Plungerkolbenanschlags **38** und dem zylindrischen Ende **141** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** gleich dem Abstand L2 zwischen dem ersten Stufenabschnitt **214a** und dem zweiten Stufenabschnitt **214b**, d. h., der axialen Länge L2 des Abschnitts **212a** mittleren Durchmessers des Plungerkolbens **21A**.

**[0160]** Daher berührt ähnlich zu der ersten Ausführungsform die Gleitfläche **211b** des Abschnitts **211a** großen Durchmessers insgesamt die innere Randwandfläche **143** der zylindrischen Bohrung **11** und ragt sogar dann nicht von der zylindrischen Bohrung **11** vor, wenn der zweite Stufenabschnitt **214b** des Plungerkolbens **21A** den Anschlagabschnitt **382** aufgrund der Bewegung des Plungerkolbens **21A** in der zylindrischen Bohrung **11** berührt. Dabei ist es möglich, die Fehlfunktion des Gleitens des Plungerkolbens **21A** während des Betriebs der Hochdruckpumpe **5** in dem geschützten Zustand zu begrenzen, in dem die Gleitfläche **211b** des Plungerkolbens **21A** vor einer Beschädigung durch ein Auftreffen oder das Anheften eines fremden Gegenstands geschützt ist. Darüber hinaus ist es möglich, das Abfallen des Plungerkolbens **21A** aus der zylindrischen Bohrung **11** während des Prozesses des Zusammenbauens der Hochdruckpumpe **5** oder des Prozesses des Installierens der Hochdruckpumpe **5** an der Maschine zu begrenzen.

**[0161]** Da darüber hinaus das Kraftstoffdichtelement **24** zwischen dem ersten Stufenabschnitt **214a** des Plungerkolbens **21A** und dem Anschlagabschnitt **382** des Plungerkolbenanschlags **38** eingefügt ist, ist der Anschlagabschnitt **382** vollständig von einer einen Kraftstoff enthaltenden Region wie z. B. der Kammer **30** variablen Volumens getrennt. Somit ist es sogar möglich, wenn die kleine Menge von Trümmerstücken zu der Zeit des Berührens des ersten Stufenabschnitts **214a** des Plungerkolbens **21A** gegen den Anschlagabschnitt **382** des Plungerkolbenanschlags **38** erzeugt wird, das Eindringen der erzeugten Trümmerstücke zwischen der Gleitfläche **211b** des Abschnitts **211a** großen Durchmessers und der inneren Randwandfläche **143** der zylindrischen Bohrung **11** zu begrenzen. Daher ist es möglich, das Auftreten der Fehlfunktion des Gleitens des Plungerkolbens **21A** während des Betriebs der Hochdruckpumpe **5** zu begrenzen.

(Sechste Ausführungsform)

**[0162]** **Fig. 16** zeigt eine Hochdruckpumpe gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Hochdruckpumpe **6** der vorliegenden Ausführungsform wird mit Bezug auf **Fig. 16** beschrieben.

**[0163]** Die Hochdruckpumpe **6** ist eine Hochdruckpumpe einer Art mit getrenntem Zylinder, in dem die zylindrische Bohrung aus einem getrennten Element hergestellt ist, das getrennt von dem Pumpenkörper **10** ausgebildet ist. Obwohl ein einen Zylinder ausbildendes Element (das ebenfalls als die zylindrische Bohrung ausbildender Abschnitt) **90** mit dem Pumpenkörper **10** verbunden ist, ist insbesondere das den Zylinder ausbildende Element **90** ein Element, das getrennt von dem Pumpenkörper **10** ausgebildet ist. Das den Zylinder ausbildende Element **90** hat eine zylindrische Bohrung **91** und eine Druckbeaufschlagungskammer **92**, die einstückig in dem den Zylinder ausbildenden Element **90** ausgebildet sind. Die zylindrische Bohrung **91** ist in einer zylindrischen Form konfiguriert. Die Druckbeaufschlagungskammer **92** ist mit der zylindrischen Bohrung **91** in Verbindung.

**[0164]** Eine äußere Aussparung **93**, die in eine ringförmige Form konfiguriert ist (ringförmige Nut) und sich in einer Umfangsrichtung erstreckt, ist in einer äußeren Randwandfläche des den Zylinder ausbildenden Elements **90** an einer Stelle ausgebildet, die an ein Ende (zylindrisches Ende) des den Zylinder ausbildenden Elements **90** angrenzt, das der Druckbeaufschlagungskammer **92** gegenüberliegt. Ähnlich zu der ersten Ausführungsform ist der Plungerkolbenanschlag **23**, der im Wesentlichen die gleiche Struktur aufweist wie der Plungerkolbenanschlag **23** der ersten Ausführungsform, an dem Ende des den Zylinder ausbildenden Elements **90** installiert, das der Druckbeaufschlagungskammer **92** gegenüberliegt.

**[0165]** Insbesondere ist der gebogene Abschnitt **234** des Plungerkolbenanschlags **23** abnehmbar mit der äußeren Aussparung **93** des den Zylinder ausbildenden Elements **90** in Eingriff und dabei an dem Pumpenkörper **10** befestigt. Darüber hinaus liegt der Anschlagabschnitt **232** des Plungerkolbenanschlags **23** dem Stufenabschnitt **214** des Plungerkolbens **21** an dem Ende des den Zylinder ausbildenden Elements **90** gegenüber, das der Druckbeaufschlagungskammer **92** gegenüberliegt.

**[0166]** Deswegen berührt ähnlich zu der ersten Ausführungsform, sogar wenn der Stufenabschnitt **214** des Plungerkolbens **21** den Anschlagabschnitt **232** des Plungerkolbenanschlags **23** aufgrund der Bewegung des Plungerkolbens **21** in der zylindrischen Bohrung **91** berührt, die Gleitfläche **211b** des Abschnitts **211** großen Durchmessers insgesamt eine innere Randwandfläche **91a** der zylindrischen Bohrung **91** und ragt nicht von der zylindrischen Bohrung **91** vor. Auf diese Weise ist der geschützte Zustand beibehalten, in dem die Gleitfläche **211b** des Plungerkolbens **21** vor der Beschädigung durch Auftreffen oder das Anhaften eines fremden Gegenstands geschützt ist.

**[0167]** Als Nächstes werden Vorteile der vorliegenden Ausführungsform beschrieben.

**[0168]** In der ersten Ausführungsform weist die Hochdruckpumpe **1** den Pumpenkörper derart mit integrierterem Zylinder auf, in dem der Zylinder einstückig in dem Pumpenkörper ausgebildet ist. Im Gegensatz weist die Hochdruckpumpe **6** der vorliegenden Ausführungsform den Pumpenkörper derart mit getrenntem Zylinder auf, in dem der Pumpenkörper **10** und das den Zylinder ausbildende Element **90** getrennt ausgebildet sind. Darüber hinaus ist in der ersten Ausführungsform die äußere Aussparung **15** in der Wandfläche des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** des Pumpenkörpers **10** ausgebildet. Im Gegensatz ist in der vorliegenden Ausführungsform die äußere Aussparung **93** in der äußeren Wand des den Zylinder ausbildenden Elements **90** ausgebildet.

**[0169]** Obwohl die vorliegende Ausführungsform sich von der ersten Ausführungsform mit Bezug auf die voranstehend beschriebenen Punkte unterscheidet, ist die Position des Anschlagabschnitts **232** des Plungerkolbenanschlags **23** in der axialen Richtung der zylindrischen Bohrung **91** die gleiche wie die Position des Endes des den Zylinder ausbildenden Elements **90**. Dabei können Vorteile erreicht werden, die zu denen der ersten Ausführungsform ähnlich sind. Mit anderen Worten ausgedrückt, kann der Plungerkolbenanschlag **23** vorteilhaft sowohl auf die Hochdruckpumpe **1**, die den Pumpenkörper derart mit integrierterem Zylinder aufweist, wie auch auf die Hochdruckpumpe **6**, die den Pumpenkörper derart mit getrenntem Zylinder aufweist, angewendet werden.

**[0170]** Nun werden weitere Modifikationen der voranstehend beschriebenen Ausführungsformen beschrieben.

**[0171]** In der ersten Ausführungsform ist der Plungerkolbenanschlag **23** abnehmbar an dem die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitt **14** an der Stelle angrenzend an das zylindrische Ende **141** installiert. Jedoch ist es nicht absolut notwendig, den Plungerkolbenanschlag **23** abnehmbar an dem die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitt **14** zu installieren. Zum Beispiel ist es in dem Fall, in dem der Plungerkolbenanschlag **23** sicher mit dem die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitt **14** an der Stelle angrenzend an das zylindrische Ende **141** verbunden oder gefügt ist, nicht notwendig, die äußere Aussparung **15** in der Wandfläche des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** auszubilden und den gebogenen Abschnitt **234** in dem Plungerkolbenanschlag **23** auszubilden. Die äußere Randwandfläche des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** und die innere Wandfläche der äußeren Randwand des Plungerkolbenanschlags **23** kann nämlich sicher durch z. B. Schwei-

ßen oder Presspassen miteinander verbunden oder gefügt werden. Dies trifft ebenfalls für die sechste Ausführungsform zu.

**[0172]** Darüber hinaus ist in der zweiten Ausführungsform das fadenförmige Element (das C-förmige Element), das die vorbestimmte Flexibilität aufweist, als Plungerkolbenanschlag **23A** verwendet. Alternativ kann ein anderes Element wie z. B. ein O-Ring als Plungerkolbenanschlag verwendet werden, solange es eine vorbestimmte Flexibilität aufweist. Sogar in dem Fall, in dem der Plungerkolbenanschlag aus dem O-Ring hergestellt ist, ist das Eingreifen eines solchen Plungerkolbenanschlags mit der inneren Aussparung **16**, die in der inneren Randwandfläche **143** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** ausgebildet ist, einfach, und das Abnehmen eines solchen Plungerkolbenanschlags ist möglich.

**[0173]** Darüber hinaus üben in der dritten und vierten Ausführungsform die Eingriffsabschnitte **351**, **371** der Plungerkolbenanschlüge **34**, **37** die radial nach innen wirkende elastische Kraft aus. Deswegen können sogar die Eingriffsabschnitte **351**, **371** des Plungerkolbenanschlags **34**, **37** gedrängt werden und mit der äußeren Randwandfläche **142** durch diese elastische Kraft in Eingriff gebracht werden, obwohl die äußere Aussparung nicht in der äußeren Randwandfläche **142** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** ausgebildet ist. Falls es jedoch erforderlich ist, kann die äußere Aussparung in der äußeren Randwandfläche **142** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** ausgebildet werden, und die Eingriffsabschnitte des Plungerkolbenanschlags können mit der äußeren Aussparung in Eingriff sein.

**[0174]** Darüber hinaus ist in der fünften Ausführungsform der Abstand L1 zwischen dem Anschlagabschnitt **382** des Plungerkolbenanschlags **38** und dem zylindrischen Ende **141** des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts **14** gleich dem Abstand L2 zwischen dem ersten Stufenabschnitt **214a** und dem zweiten Stufenabschnitt **214b** des Plungerkolbens **21A**, d. h., der axialen Länge L2 des Abschnitts **212a** mittleren Durchmessers des Plungerkolbens **21A**. Alternativ kann der Abstand L1 kleiner gemacht werden als die Länge L2, falls dies gewünscht ist. Sogar mit dieser Modifikation können die Vorteile erreicht werden, die ähnlich zu den in der fünften Ausführungsform diskutierten sind. In einem derartigen Fall muss die Einbaustelle des Plungerkolbenanschlags **38** geändert werden. Jedoch kann diese Modifikation einfach durch das Ändern der Form des Plungerkolbens **21A** implementiert werden.

**[0175]** Darüber hinaus ist in der sechsten Ausführungsform der Plungerkolbenanschlag, der im Wesentlichen die gleiche Struktur wie der Plungerkolbenanschlag **23** der ersten Ausführungsform auf-

weist, an dem den Zylinder ausbildenden Element **90** installiert, das getrennt von dem Pumpenkörper **10** ausgebildet ist. Alternativ kann ein Plungerkolbenanschlag, der im Wesentlichen die gleiche Struktur aufweist wie der Plungerkolbenanschlag **29, 34, 37, 38** von einer beliebigen der ersten bis fünften Ausführungsform und deren Modifikationen, an dem den Zylinder ausbildenden Element **90** installiert werden, falls dies gewünscht ist.

**[0176]** Zusätzliche Vorteile und Modifikationen werden Fachleuten ohne Weiteres erscheinen. Die Erfindung in ihren weiteren Begriffen ist daher nicht auf diese bestimmten Details, darstellende Vorrichtung und darstellenden Beispiele begrenzt, die gezeigt und beschrieben wurden. Zum Beispiel kann ein beliebiges oder mehr als ein beliebiges der voranstehend beschriebenen Ausführungsformen und Modifikationen davon mit einem beliebigen oder mehreren eines anderen der voranstehend beschriebenen Ausführungsformen und Modifikationen davon innerhalb eines Bereichs und Geists der vorliegenden Erfindung kombiniert werden.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2008-525713 A [[0004](#), [0004](#), [0006](#), [0009](#)]
- JP 04-231673 A [[0004](#), [0005](#), [0008](#), [0009](#),  
[0010](#)]
- US 5174734 [[0004](#), [0005](#), [0008](#), [0009](#), [0010](#)]

## Patentansprüche

1. Hochdruckpumpe mit:  
 einem einen Zylinder ausbildenden Element (**10, 90**), das hat:  
 eine zylindrische Bohrung (**11, 91**);  
 eine Druckbeaufschlagungskammer (**12, 92**), die mit der zylindrischen Bohrung (**11, 91**) in Verbindung ist; und  
 einen eine zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitt (**14**), der in eine rohrförmige Form konfiguriert ist, und in dem die zylindrische Bohrung (**11, 91**) ausgebildet ist, wobei der die zylindrische Bohrung ausbildende Abschnitt (**14**) an einer Seite gegenüber von der Druckbeaufschlagungskammer (**12, 92**) vorragt, und ein zylindrisches Ende (**141**) aufweist, das von der Druckbeaufschlagungskammer (**12, 92**) gegenüberliegt;  
 einem Plungerkolben (**21, 21A**), der hat:  
 eine Gleitfläche (**211b**), die entlang einer inneren Randwandfläche (**143, 91a**) der zylindrischen Bohrung (**11, 91**) gleitfähig ist; und  
 einen Stufenabschnitt (**214, 214b**), die an einer vorbestimmten Stelle des Plungerkolbens (**21, 21A**) ausgebildet ist, wobei, wenn der Plungerkolben (**21, 21A**) in der zylindrischen Bohrung (**11, 91**) in einer axialen Richtung der zylindrischen Bohrung (**11, 91**) hin- und herbewegt wird, Kraftstoff in die Druckbeaufschlagungskammer (**12, 92**) gezogen und mit Druck beaufschlagt wird; und  
 einem Plungerkolbenanschlag (**23, 23A, 29, 34, 34A–34E, 37, 38**), der an dem die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitt (**14**) des den Zylinder ausbildenden Elements (**10, 90**) installiert ist, wobei der Plungerkolbenanschlag (**23, 23A, 29, 34, 34A–34E, 37, 38**) mit dem Stufenabschnitt (**214, 214b**) des Plungerkolbens (**21, 21A**) zusammenwirkt, um die Bewegung des Plungerkolbens (**21, 21A**) in einem Zustand zu begrenzen, in dem die Gleitfläche (**211b**) des Plungerkolbens (**21, 21A**) eine innere Randwandfläche (**143, 91a**) der zylindrischen Bohrung (**11, 91**) berührt.
2. Hochdruckpumpe nach Anspruch 1, wobei:  
 der Plungerkolben (**21**) hat:  
 einen Abschnitt (**211**) großen Durchmessers, der die Gleitfläche (**211b**) und ein Endteil aufweist, das in die Druckbeaufschlagungskammer (**12, 92**) freigelegt ist; und  
 einen Abschnitt (**213**) kleinen Durchmessers, der sich von dem Abschnitt (**211**) großen Durchmessers an einer Seite gegenüber von der Druckbeaufschlagungskammer (**12, 92**) erstreckt, wobei ein Außendurchmesser des Abschnitts (**213**) kleinen Durchmessers kleiner als ein Außendurchmesser des Abschnitts (**211**) großen Durchmessers ist;  
 der Stufenabschnitt (**214**) eine Grenze zwischen dem Abschnitt (**211**) großen Durchmessers und dem Abschnitt (**213**) kleinen Durchmessers bildet; und

der Plungerkolbenanschlag (**23, 23A, 29, 34, 34A–34E, 37**) einen Anschlagabschnitt (**232, 232a, 292, 368, 377, 378**) hat, gegen den der Stufenabschnitt (**214**) aufgrund der Bewegung des Plungerkolbens (**21**) in der zylindrischen Bohrung (**11, 91**) in Berührung ist.

3. Hochdruckpumpe nach Anspruch 2, wobei der Plungerkolbenanschlag (**23, 23A, 29, 34, 34A–34E, 37**) abnehmbar an dem die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitt (**14**) des den Zylinder ausbildenden Elements (**10, 90**) installiert ist.

4. Hochdruckpumpe nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Anschlagabschnitt (**232, 232a, 292, 368, 377, 378**) des Plungerkolbenanschlages (**23, 23A, 29, 34, 34A–34E, 37**) an einer aus folgenden Stellen angeordnet ist:

einer Stelle, die die gleiche ist wie eine Stelle des zylindrischen Endes (**141**) des den Zylinder ausbildenden Elements (**10, 90**) in der axialen Richtung der zylindrischen Bohrung (**11, 91**); und

einer Stelle, die an einer Seite des zylindrischen Endes (**141**) des den Zylinder ausbildenden Elements (**10, 90**) liegt, an der die Druckbeaufschlagungskammer (**12, 92**) in der axialen Richtung der zylindrischen Bohrung (**11, 91**) angeordnet ist.

5. Hochdruckpumpe nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei:

eine äußere Aussparung (**15, 93**) in einer äußeren Randwandfläche (**142**) des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts (**14**) des den Zylinder ausbildenden Elements (**10, 90**) ausgebildet ist; und  
 der Plungerkolbenanschlag (**23, 23A**) in der äußeren Aussparung (**15, 93**) in Eingriff ist.

6. Hochdruckpumpe nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei:

eine innere Aussparung (**16**) in einer inneren Randwandfläche (**143**) des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts (**14**) des den Zylinder ausbildenden Elements (**10**) ausgebildet ist; und

der Plungerkolbenanschlag (**29**) in der inneren Aussparung (**16**) in Eingriff ist.

7. Hochdruckpumpe nach Anspruch 3, wobei der Plungerkolbenanschlag (**34, 34A–34E, 37, 37A**) eine Vielzahl von Eingriffsabschnitten (**351, 351a–351e, 371**) hat, die mit einer äußeren Randwandfläche (**142**) des die zylindrische Bohrung ausbildenden Abschnitts (**14**) des den Zylinder ausbildenden Elements (**10**) in Eingriff sind.

8. Hochdruckpumpe nach Anspruch 7, wobei die Vielzahl der Eingriffsabschnitte (**351, 351a–351e, 371**) durch eine radial einwärts wirkende elastische Kraft davon gegen die äußere Randwandfläche (**142**) des die zylindrische Bohrung ausbildenden

Abschnitts (14) des den Zylinder ausbildenden Elements (10) gedrängt ist.

9. Hochdruckpumpe nach Anspruch 7 oder 8, wobei der Plungerkolbenanschlag (34, 34A–34E, 37, 37A) zumindest einen Vorsprung (363, 363e, 373, 373a) hat, der in Umfangsrichtung zwischen entsprechenden angrenzenden zwei der Vielzahl der Eingriffsabschnitte (351, 351a–351e, 371) platziert ist, und das zylindrische Ende (141) des den Zylinder ausbildenden Elements (10) berührt.

10. Hochdruckpumpe nach Anspruch 9, wobei: der zumindest eine Vorsprung (363, 363e, 373, 373a) eine Vielzahl von Vorsprüngen (363, 363e, 373, 373a) hat; und ein Verbindungsdurchtritt (366, 376) zwischen jeden angrenzenden zwei der Vielzahl der Vorsprünge (363, 363e, 373, 373a) ausgebildet ist, um zwischen einem radial inneren Bereich, der an einer radial innen liegenden Seite des Plungerkolbenanschlags (34, 34A–34E, 37, 37A) angeordnet ist, und einem radial äußeren Bereich, der an einer radial außen liegenden Seite des Plungerkolbenanschlags (34, 34A–34E, 37, 37A) angeordnet ist, zu verbinden.

11. Hochdruckpumpe nach Anspruch 9 oder 10, wobei der Anschlagabschnitt (368, 377, 378) an einer Stelle ausgebildet ist, die radial innerhalb einer inneren Randwand (365, 375) des zumindest einen Vorsprungs (363, 363e, 373, 373a) liegt.

12. Hochdruckpumpe nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei der Plungerkolbenanschlag (34, 34A–34E) hat: einen ersten Ring (35, 35A–35E), der die Vielzahl der Eingriffsabschnitte (351, 351a–351e) hat; und einen zweiten Ring (36, 36D, 36E), der den zumindest einen Vorsprung (363, 363e) hat und getrennt von dem ersten Ring (35, 35A–35E) ausgebildet ist.

13. Hochdruckpumpe nach Anspruch 12, wobei: die Vielzahl der Eingriffsabschnitte (351, 351a–351e) des ersten Rings (35, 35A–35E) ausgebildet ist, von einem äußeren Randkantenteil eines Hauptkörpers (350), der in einer ringförmigen Form konfiguriert ist, zu der Druckbeaufschlagungskammer (12) vorzuragen; der zweite Ring (36, 36D, 36E) eine Vielzahl von radialen Aussparungen (367, 367d) hat, die in Umfangsrichtung angeordnet sind, um entsprechend der Vielzahl der Eingriffsabschnitte (351, 351a–351e) zu entsprechen, und zumindest ein Abschnitt von jedem der Vielzahl der Eingriffsabschnitte (351, 351a–351e) angepasst ist, mit einem entsprechenden der Vielzahl der radialen Aussparungen (367, 367d) in Eingriff zu sein; und der zweite Ring (36, 36D, 36E) so mit dem ersten Ring (35, 35A–35E) zusammengebaut ist, dass die Vielzahl der Eingriffsabschnitte (351, 351a–351e) mit

der Vielzahl der Aussparungen (367, 367d) entsprechend in Eingriff ist.

14. Hochdruckpumpe nach Anspruch 1, wobei: der Plungerkolben (21A) hat: einen Abschnitt (211a) großen Durchmessers, der die Gleitfläche (211b) und ein Endteil hat, das in die Druckbeaufschlagungskammer (12) freigelegt ist; einen Abschnitt (212a) mittleren Durchmessers, der sich von dem Abschnitt (211a) großen Durchmessers an einer Seite gegenüber von der Druckbeaufschlagungskammer (12) erstreckt, wobei ein Außendurchmesser des Abschnitts (212a) mittleren Durchmessers kleiner als ein Außendurchmesser des Abschnitts (211a) großen Durchmessers ist; und ein Abschnitt (213a) kleinen Durchmessers, der sich von dem Abschnitt (212a) mittleren Durchmessers an einer Seite gegenüber von der Druckbeaufschlagungskammer (12) erstreckt, wobei ein Außendurchmesser des Abschnitts (213a) kleinen Durchmessers kleiner als der Außendurchmesser des Abschnitts (212a) mittleren Durchmessers ist; der Stufenabschnitt (214b) eine Grenze zwischen dem Abschnitt (212a) mittleren Durchmessers und dem Abschnitt (213a) kleinen Durchmessers bildet; der Plungerkolbenanschlag (38) einen Anschlagabschnitt (382) hat, gegen den der Stufenabschnitt (214a) aufgrund einer Bewegung des Plungerkolbens (21A) in der zylindrischen Bohrung (11) in Berührung ist; und ein Abstand (L1) zwischen dem Anschlagabschnitt (382) des Plungerkolbenanschlags (38) und dem zylindrischen Ende (141) des den Zylinder ausbildenden Elements (10) gleich wie oder kleiner als eine axiale Länge (L2) des Abschnitts (212a) mittleren Durchmessers des Plungerkolbens (21A) in der axialen Richtung der zylindrischen Bohrung (11) ist.

15. Hochdruckpumpe nach Anspruch 14, wobei: ein Kraftstoffdichtelement (24) zwischen dem zylindrischen Ende (141) des den Zylinder ausbildenden Elements (10) und dem Anschlagabschnitt (382) des Plungerkolbenanschlags (38) bereitgestellt ist; und das Kraftstoffdichtelement (24) eine äußere Randwandfläche des Abschnitts (212a) mittleren Durchmessers gleitfähig berührt und ein Ausfließen des Kraftstoffs aufgrund der Hin- und Herbewegung des Plungerkolbens (21A) begrenzt.

16. Hochdruckpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei das den Zylinder ausbildende Element (10, 90) kontinuierlich und einstückig mit dem Pumpenkörper (10) ausgebildet ist, der eine Außenkontur der Hochdruckpumpe ausbildet.

Es folgen 16 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

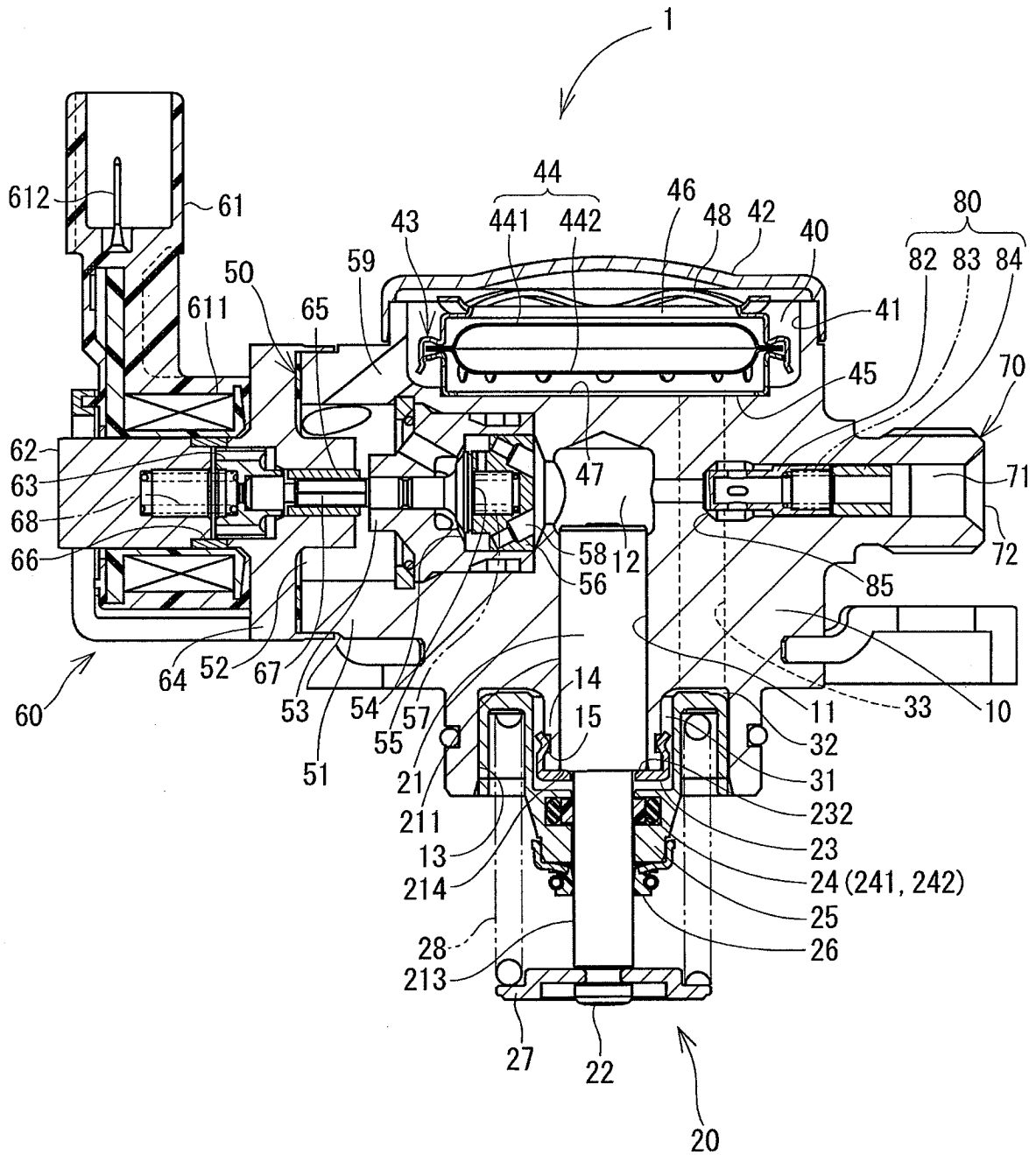


FIG. 2A

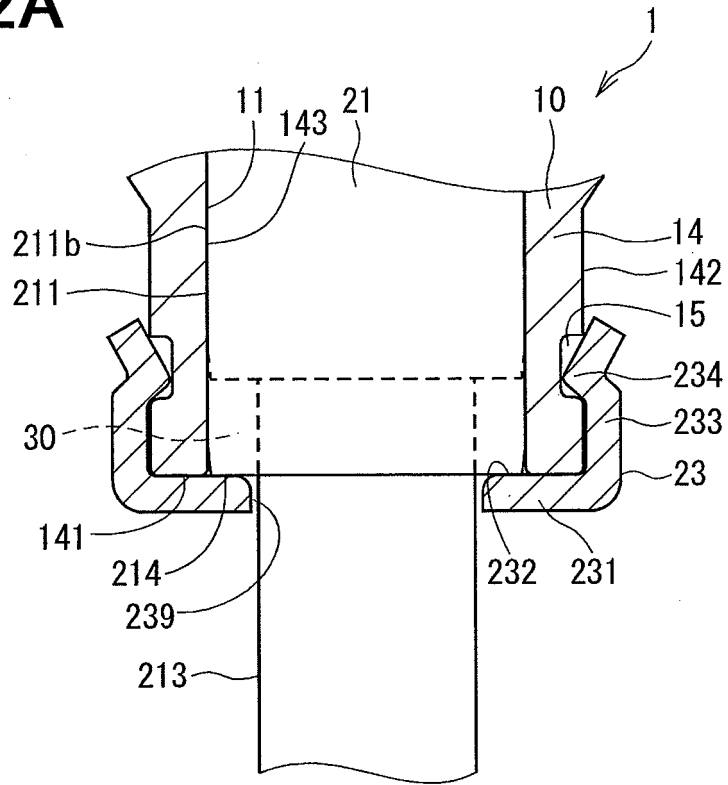


FIG. 2B

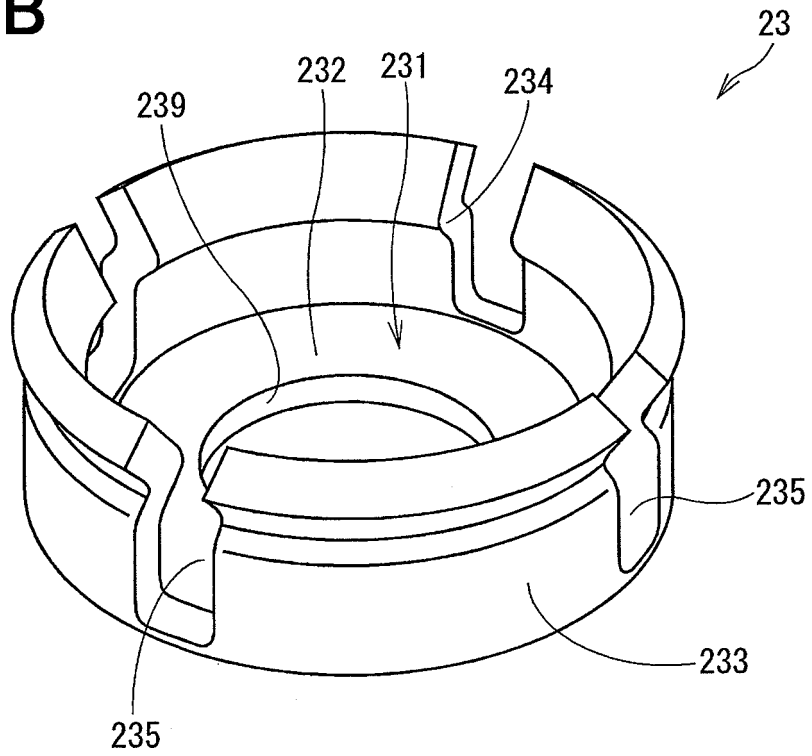
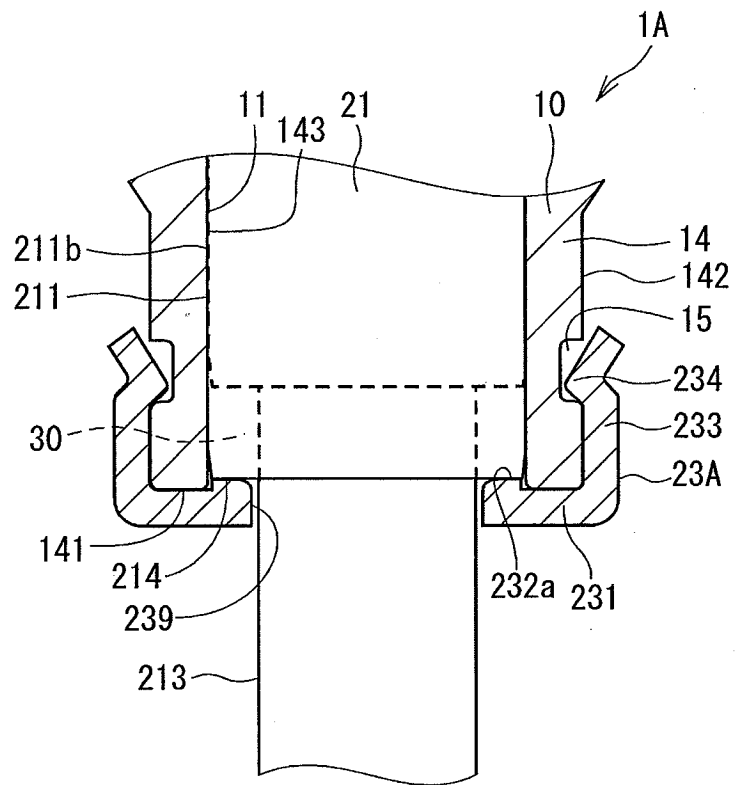
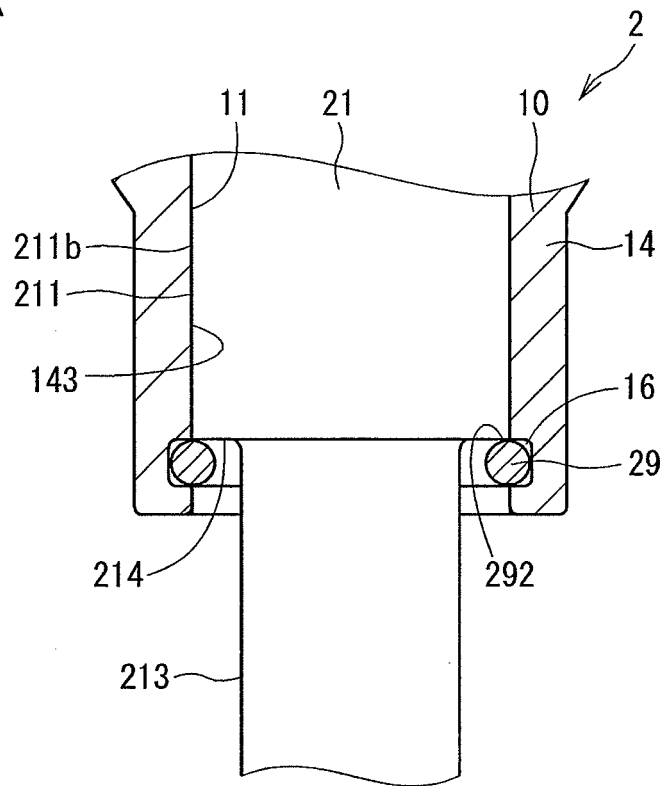




FIG. 3



**FIG. 4A**



**FIG. 4B**

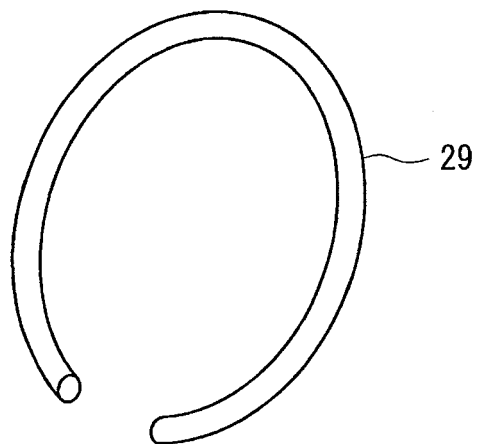
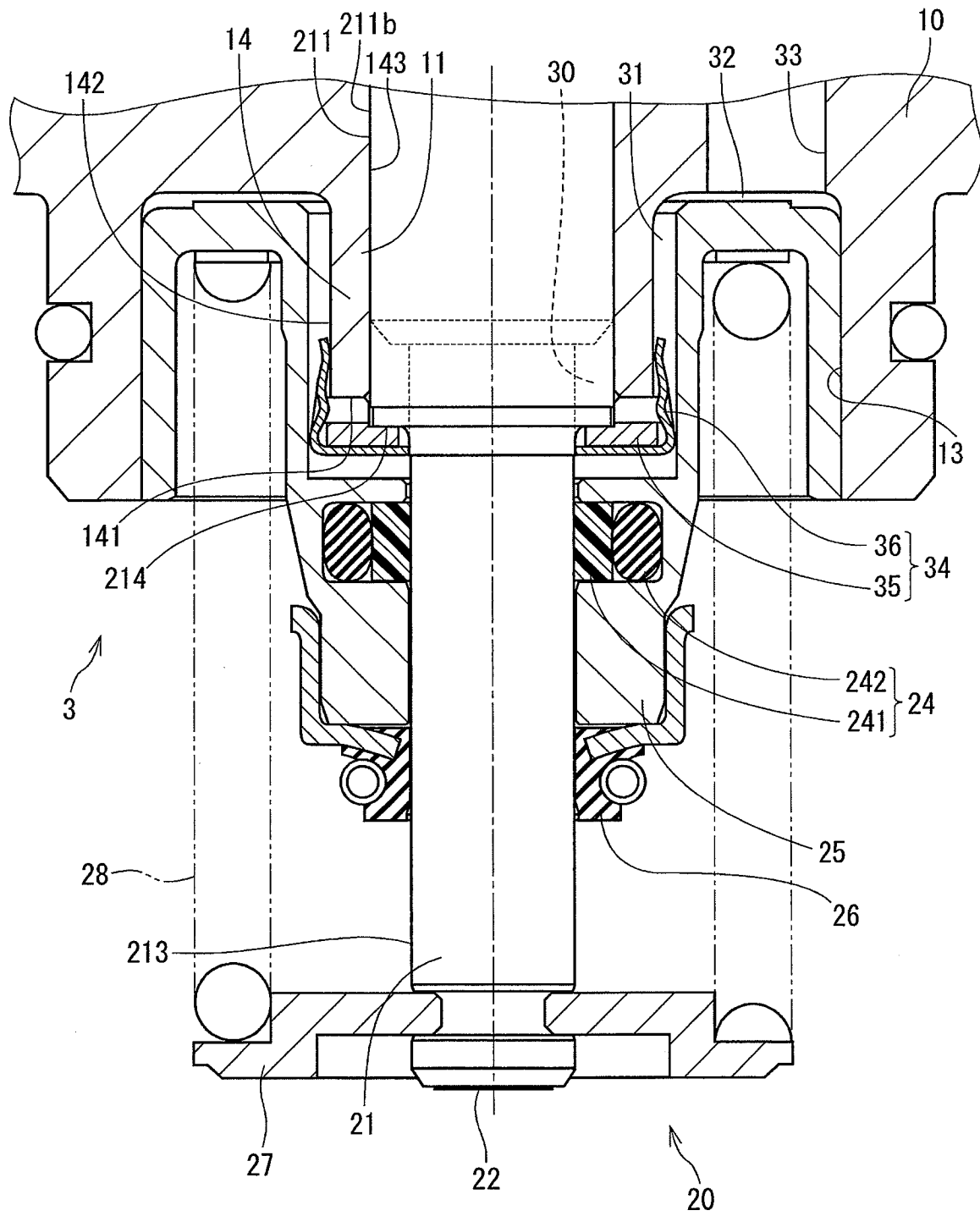
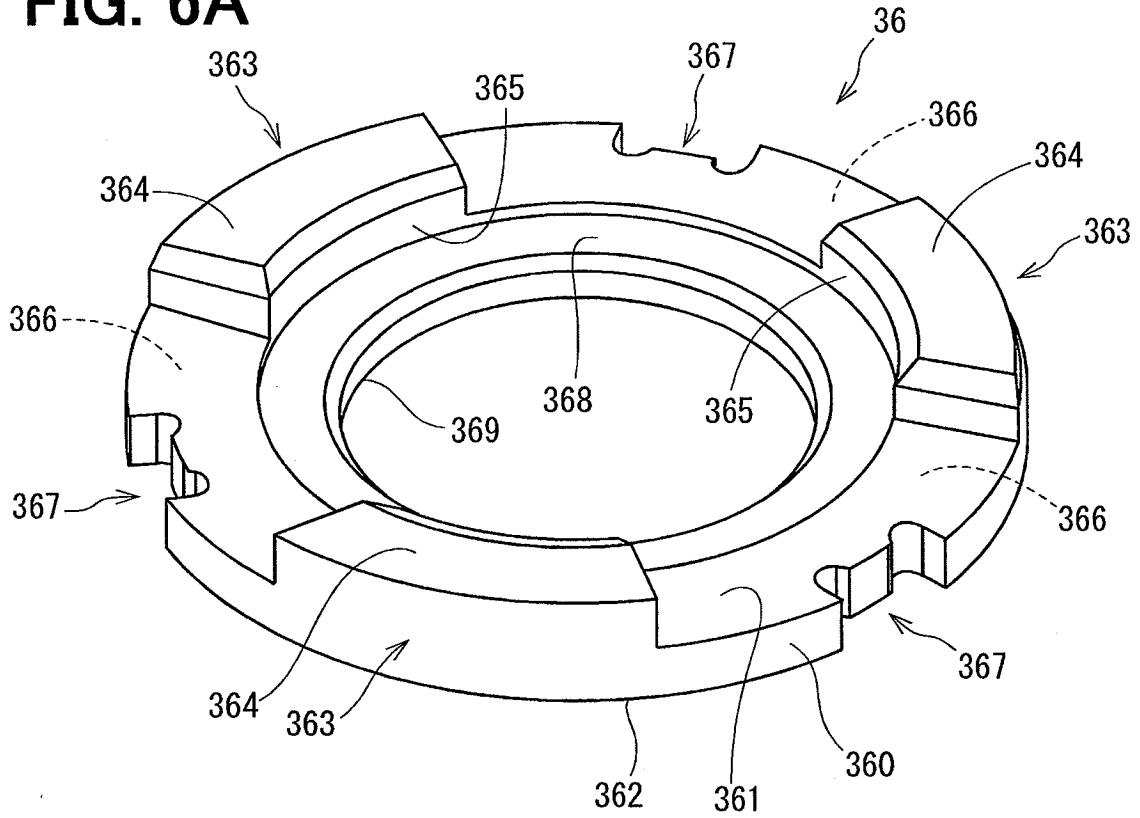


FIG. 5



**FIG. 6A**



**FIG. 6B**

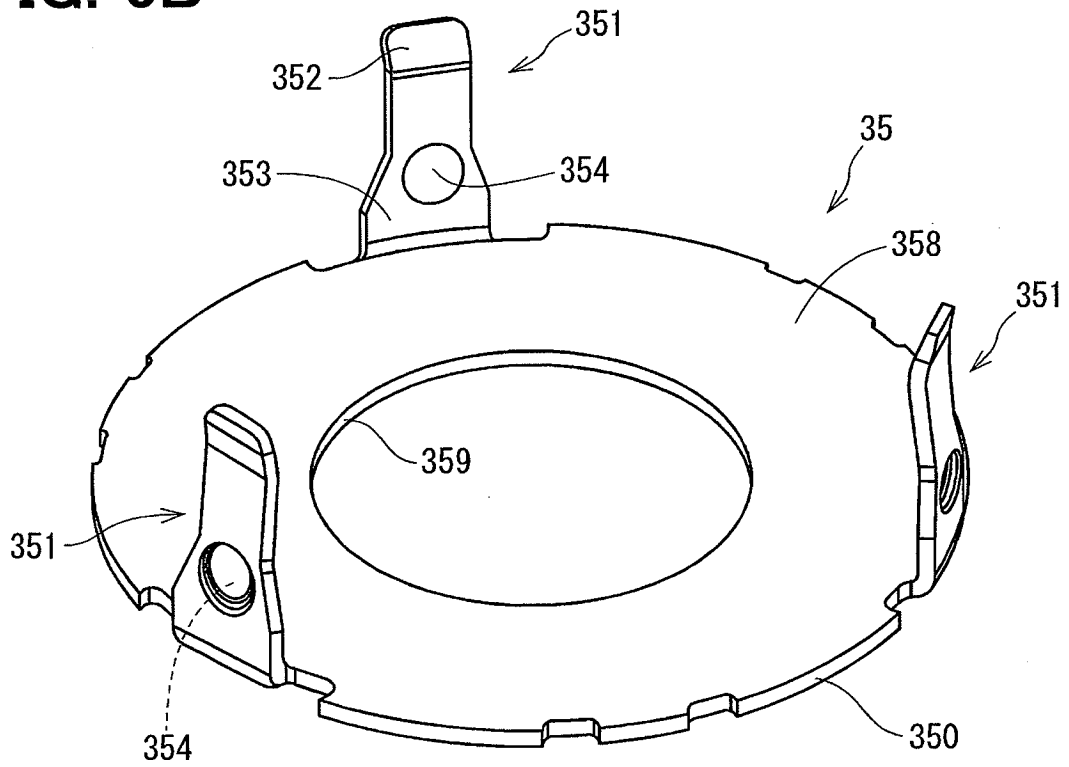


FIG. 7A

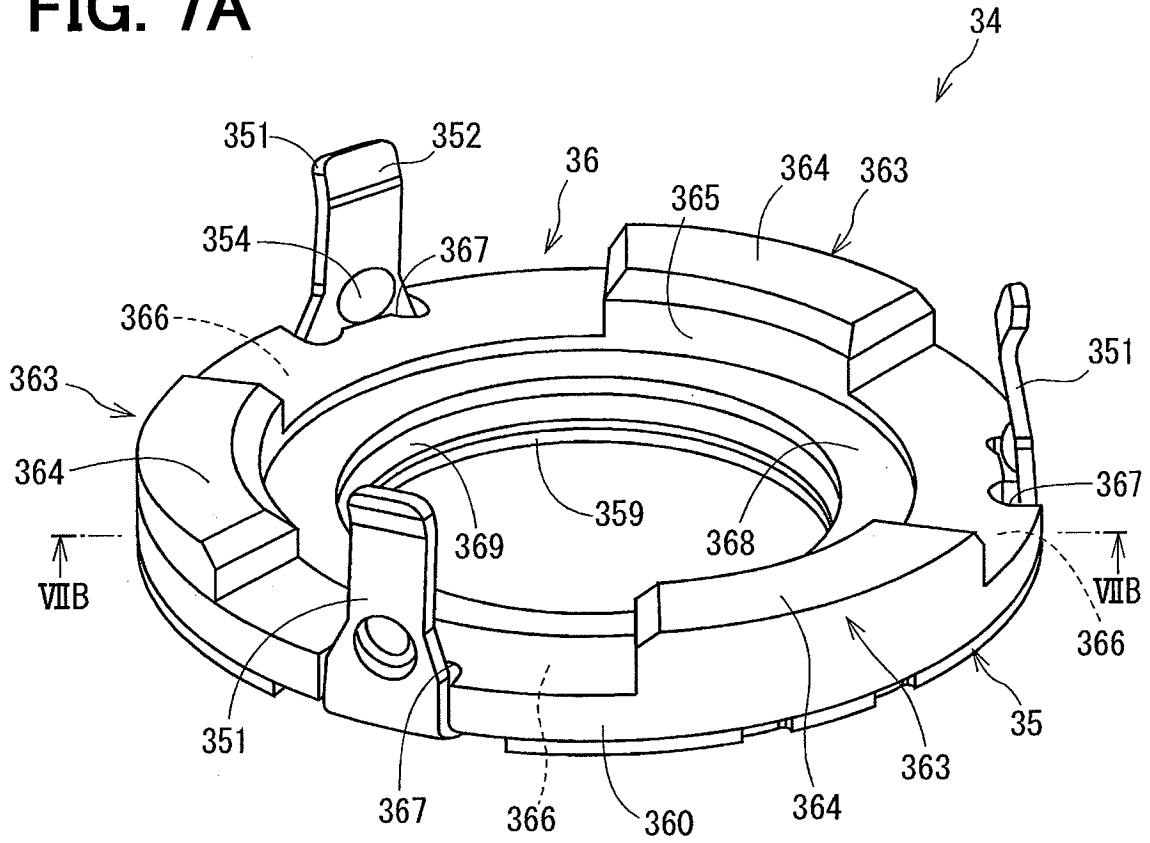
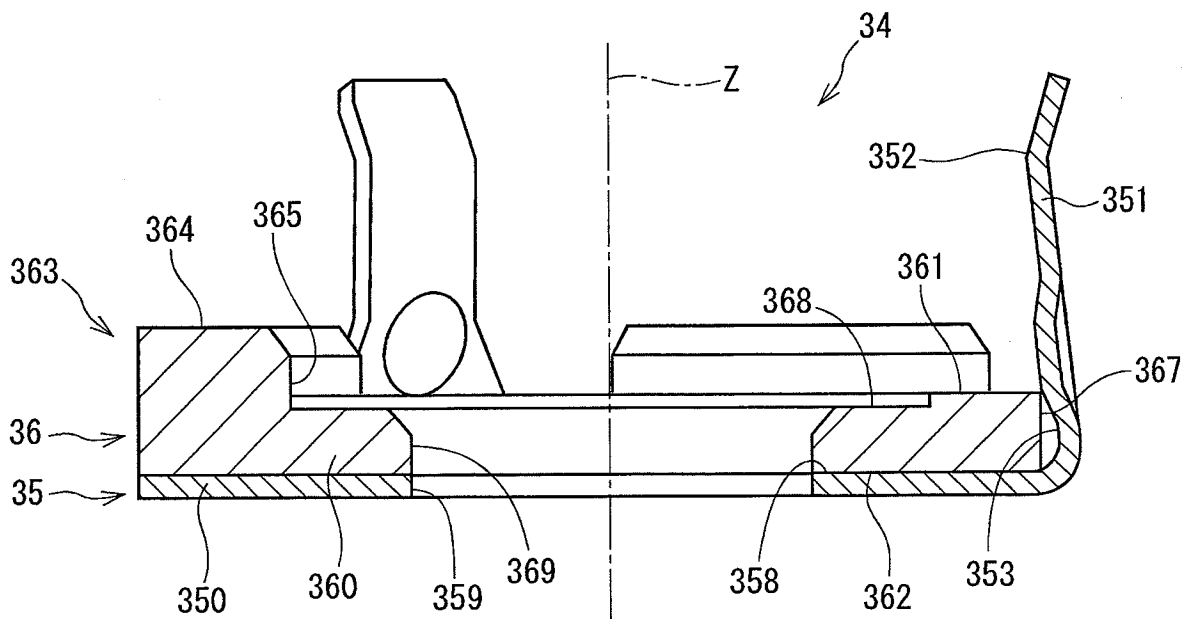
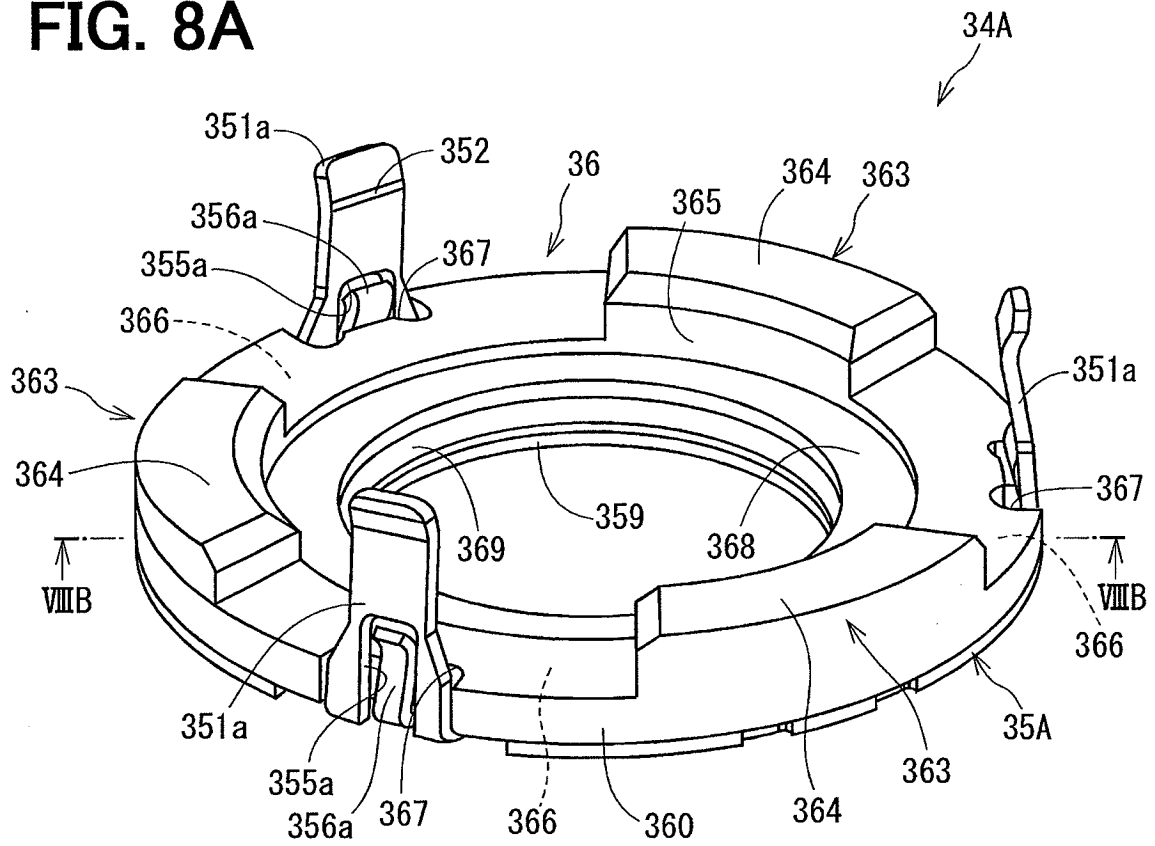


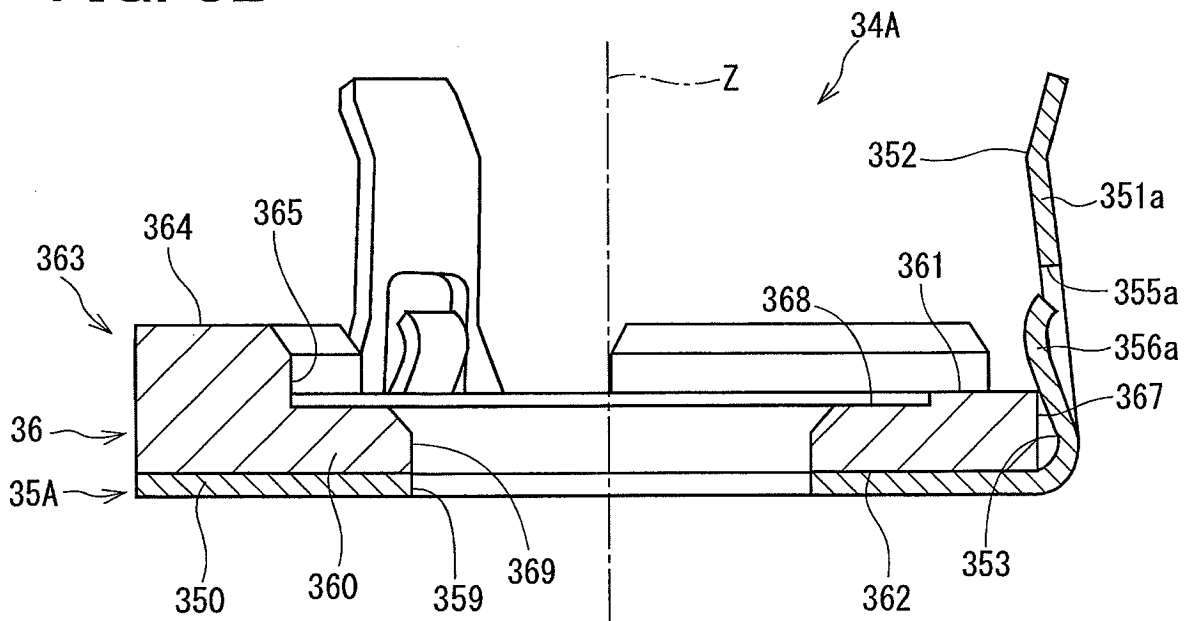
FIG. 7B



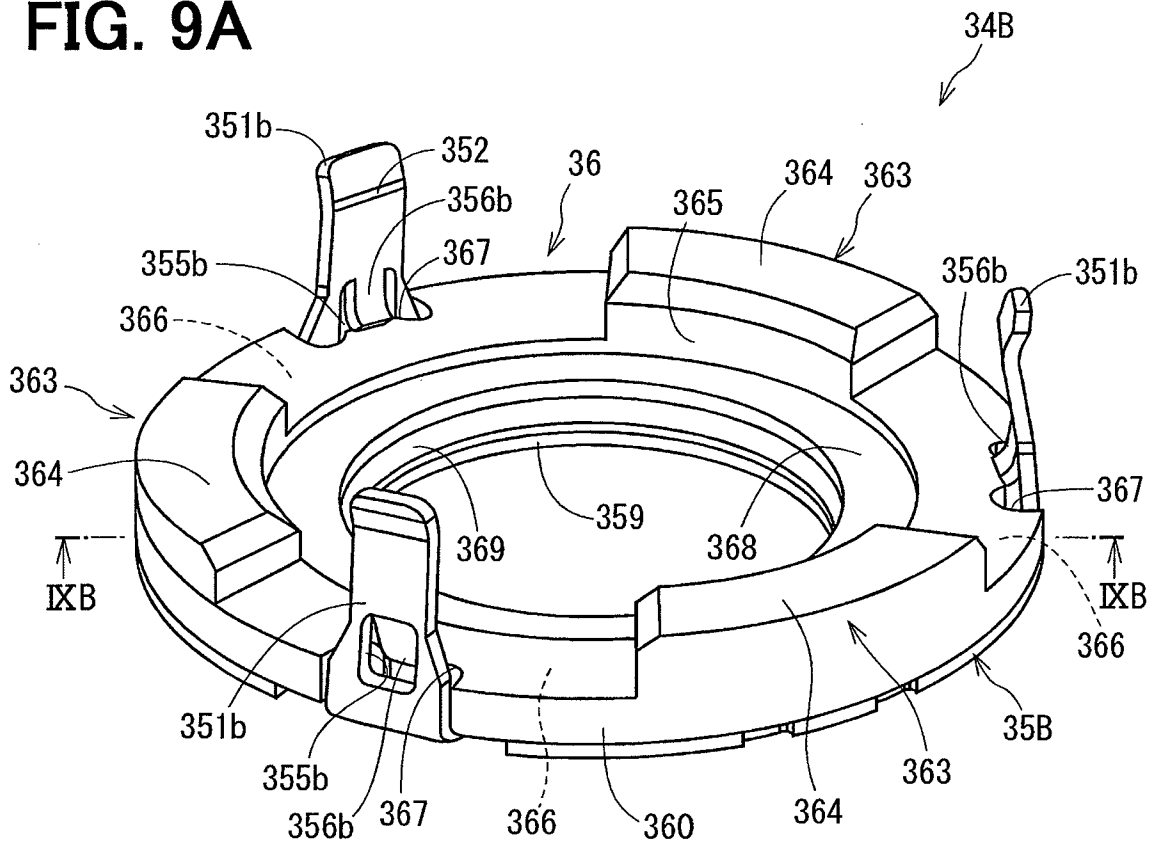
**FIG. 8A**



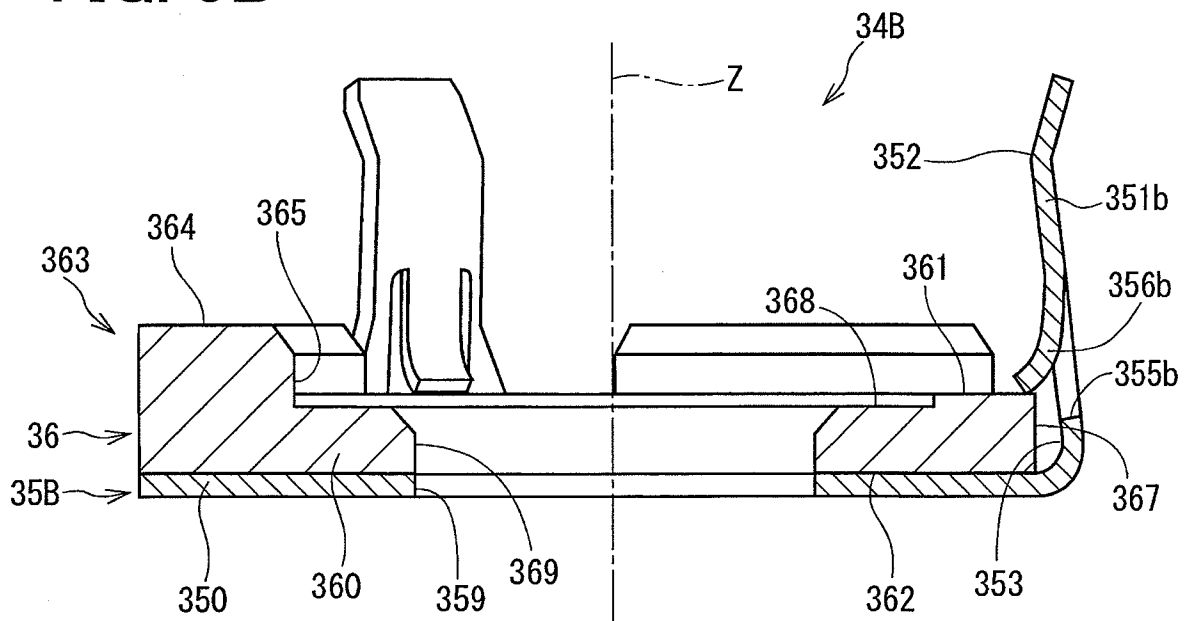
**FIG. 8B**



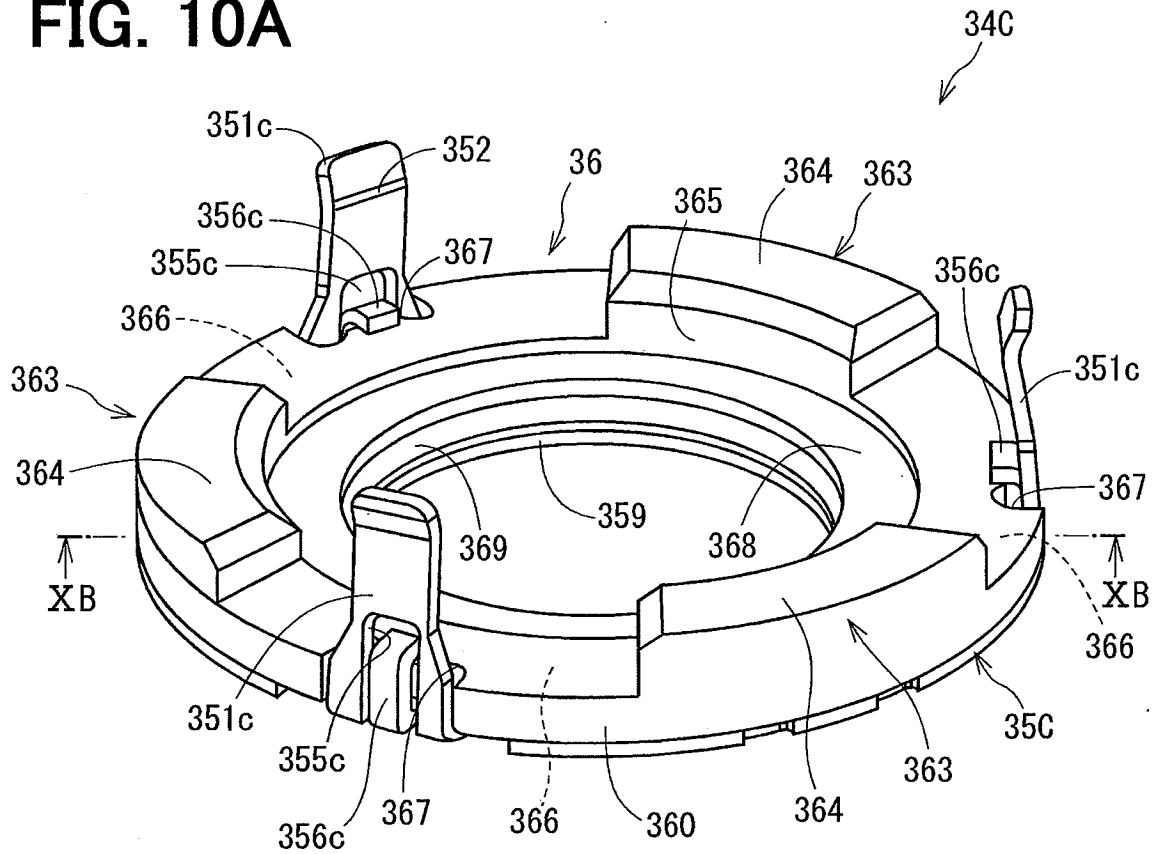
**FIG. 9A**



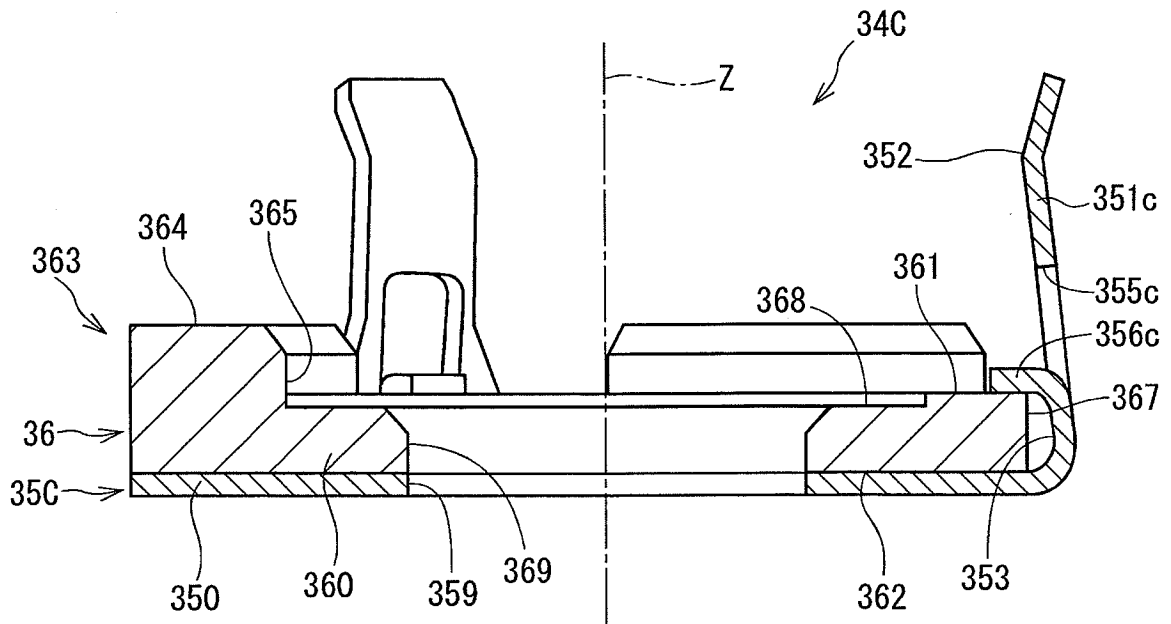
**FIG. 9B**



**FIG. 10A**

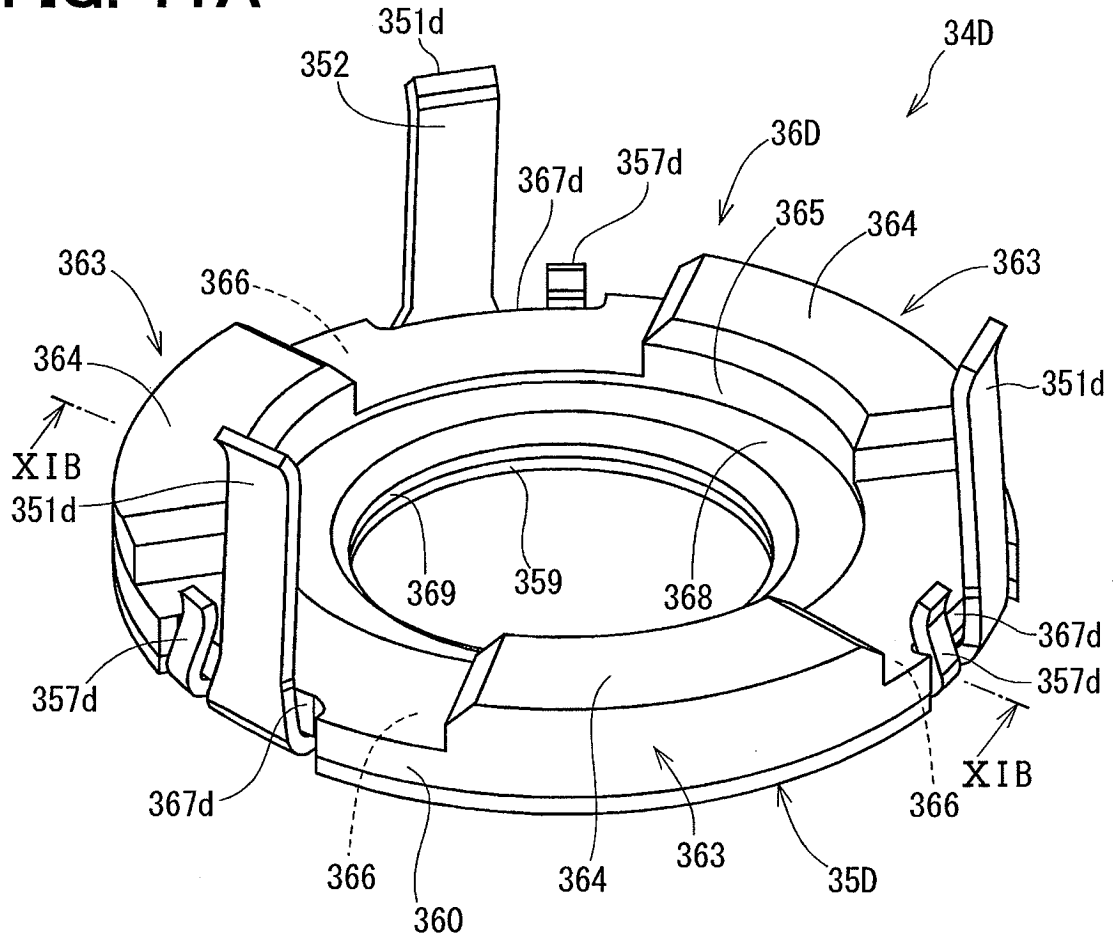


**FIG. 10B**

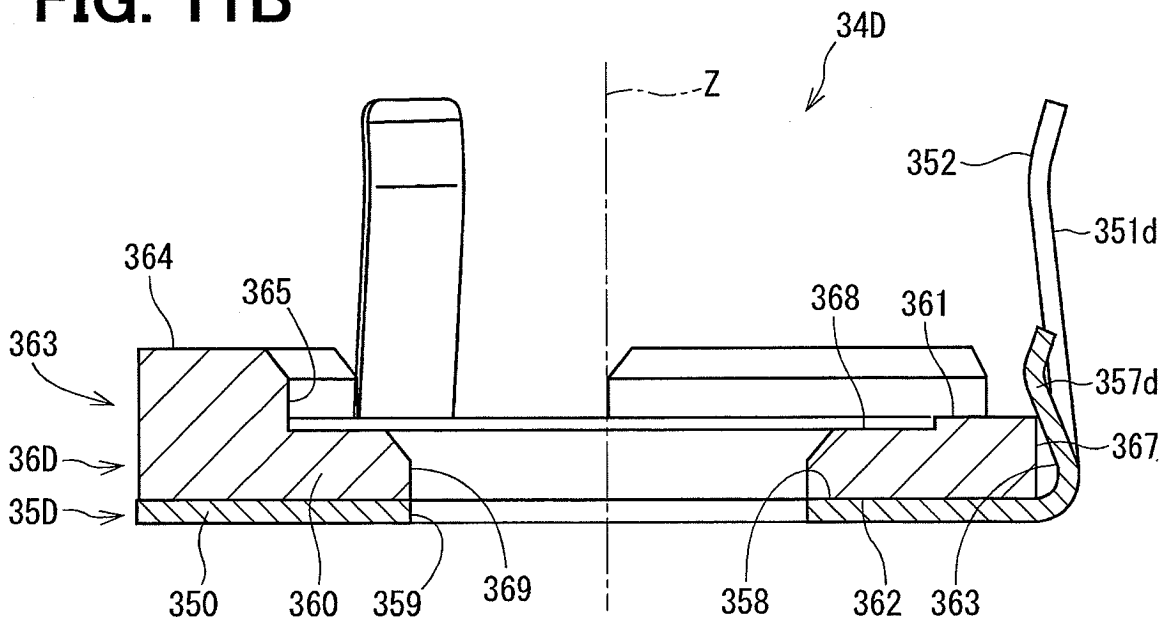




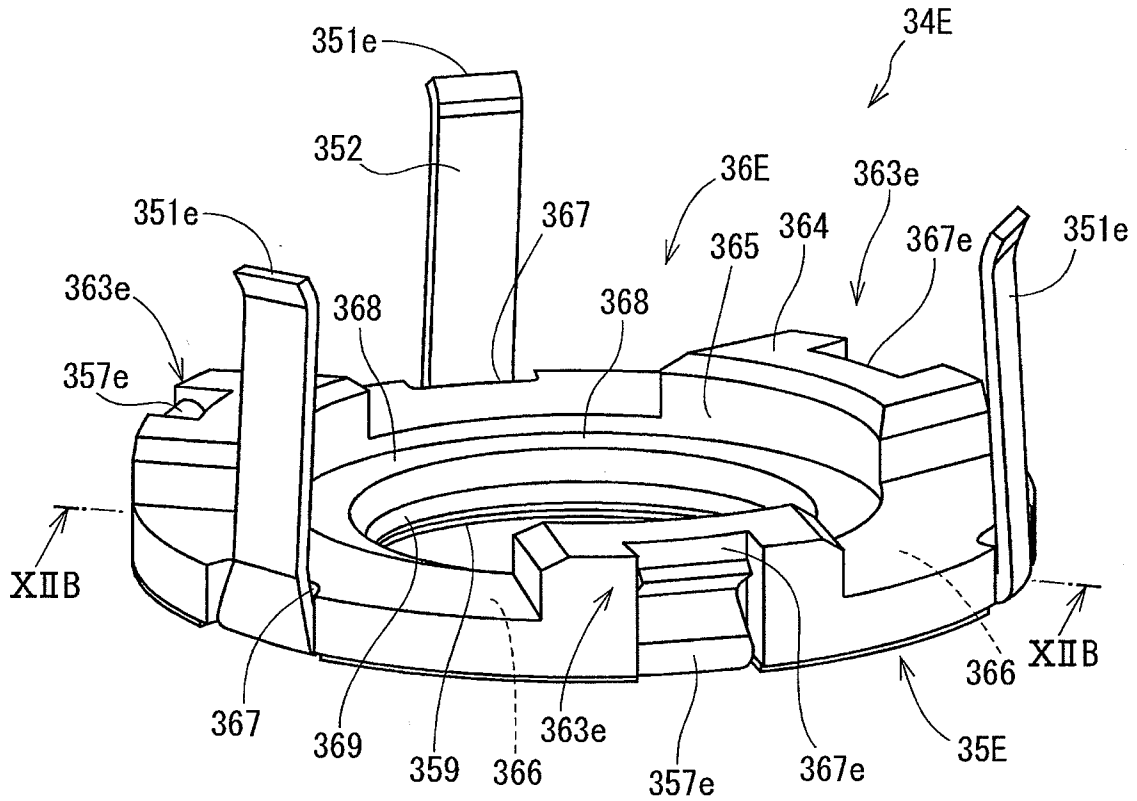
**FIG. 11A**



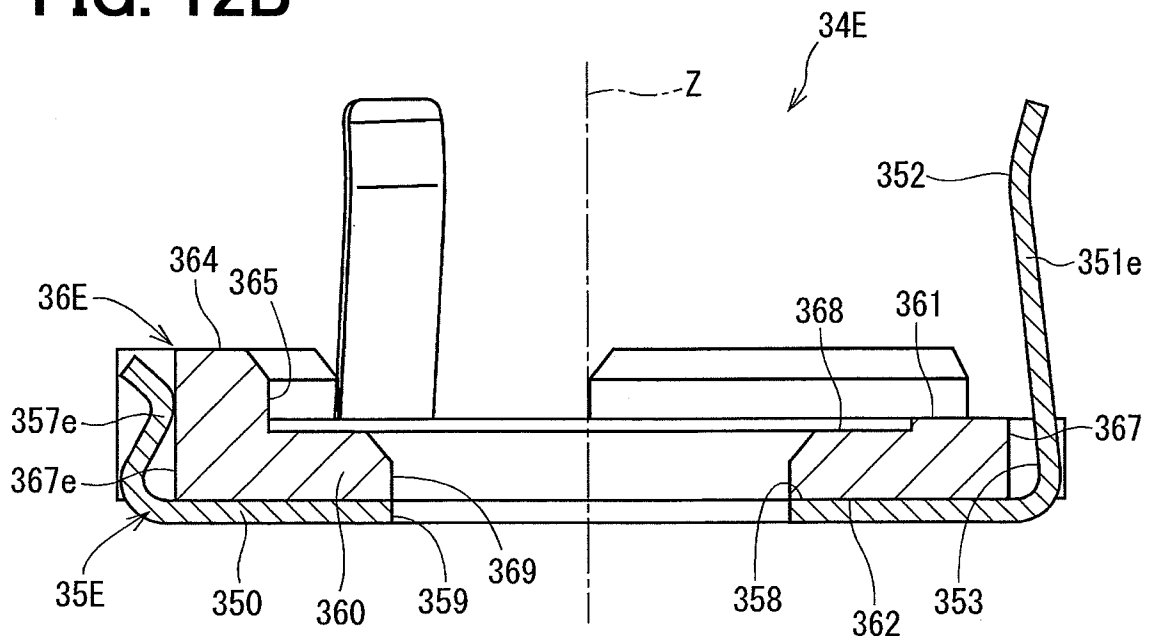
**FIG. 11B**



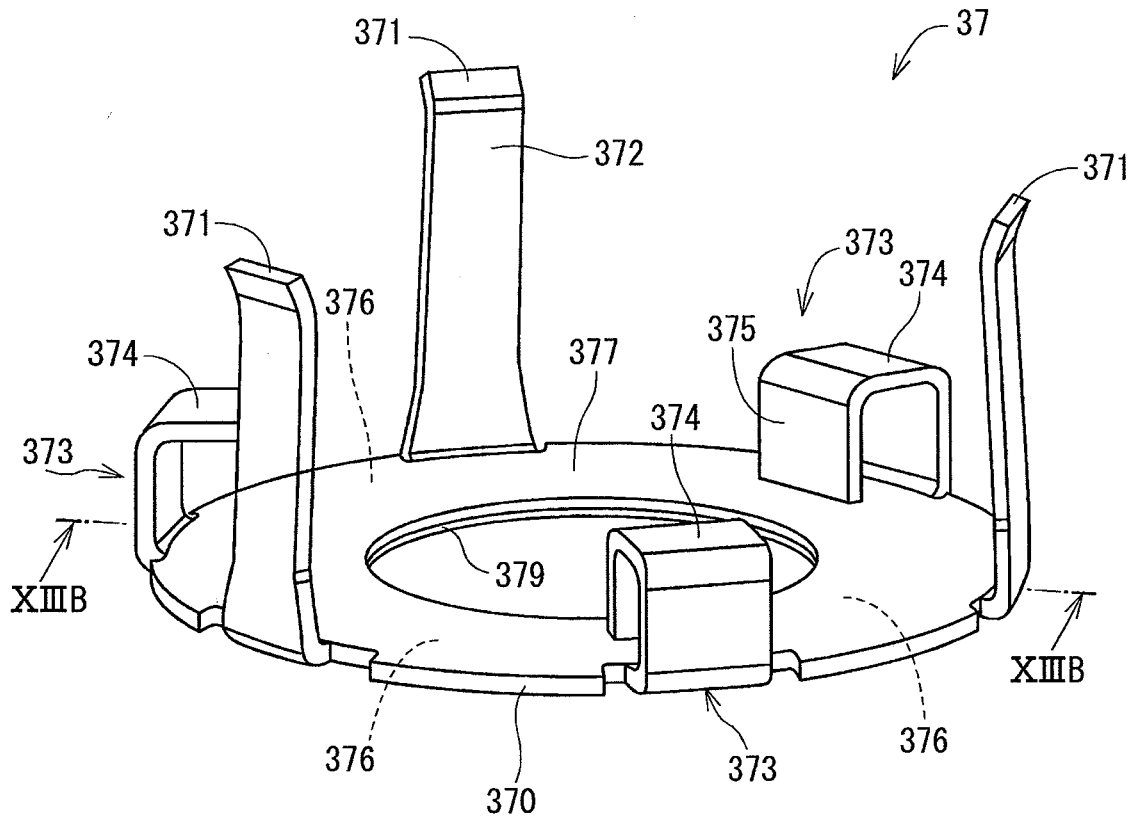
**FIG. 12A**



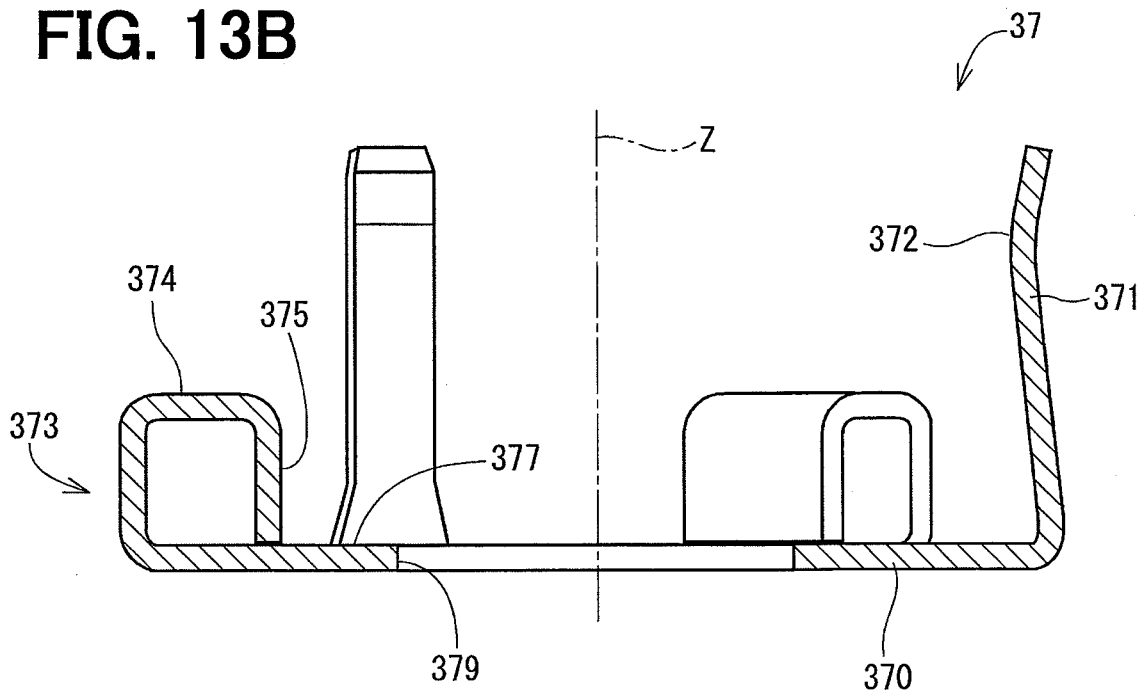
**FIG. 12B**



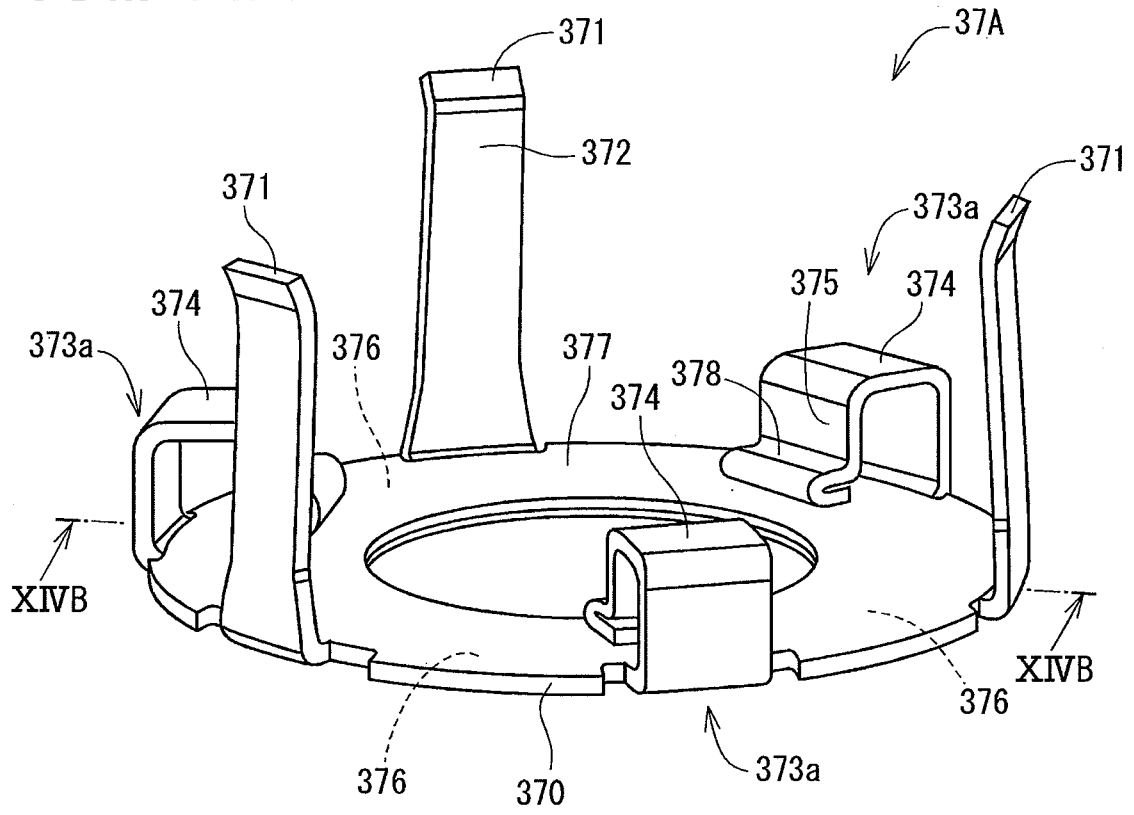
**FIG. 13A**



**FIG. 13B**



**FIG. 14A**



**FIG. 14B**

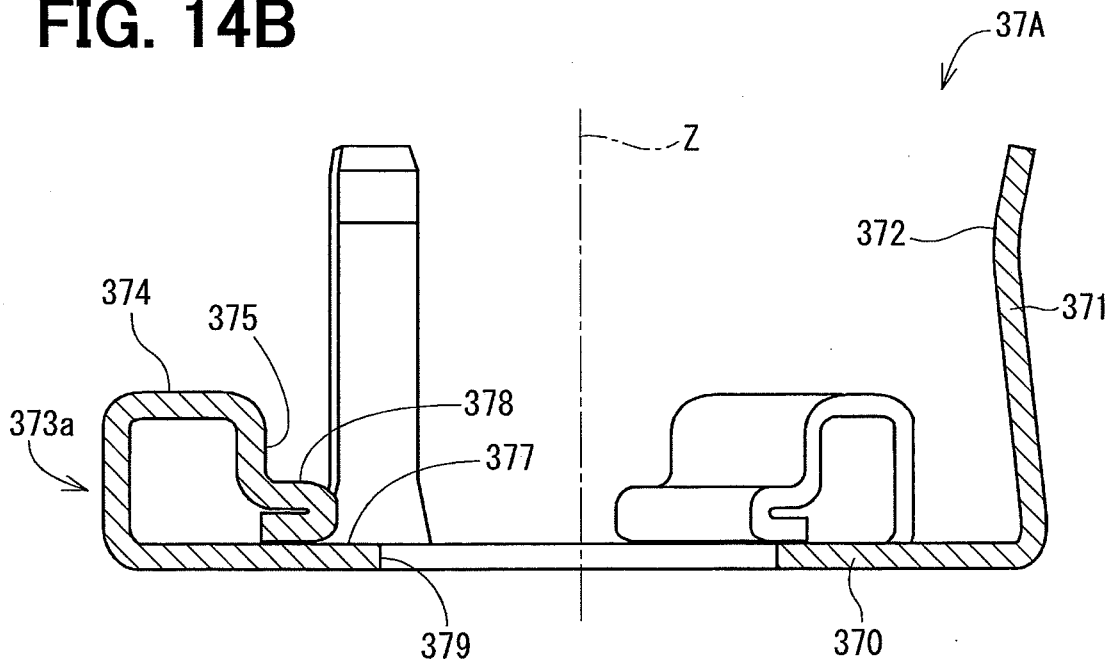


FIG. 15

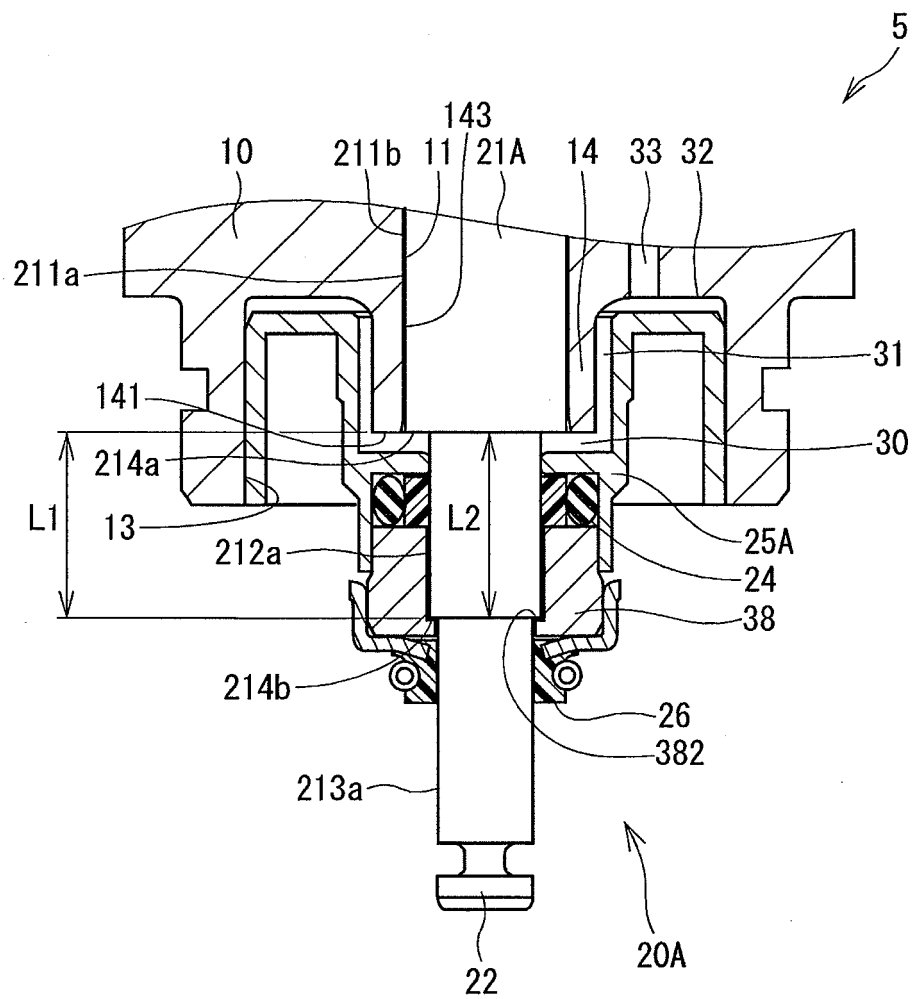


FIG. 16

