



(10) **DE 11 2016 003 860 B4** 2024.02.01

(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2016 003 860.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2016/002968**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2017/033370**
(86) PCT-Anmeldetag: **21.06.2016**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **02.03.2017**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **17.05.2018**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **01.02.2024**

(51) Int Cl.: **F02M 51/06** (2006.01)
F02M 61/10 (2006.01)
F02M 61/16 (2006.01)

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

(30) Unionspriorität:
2015-165656 **25.08.2015** **JP**

(73) Patentinhaber:
DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP

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

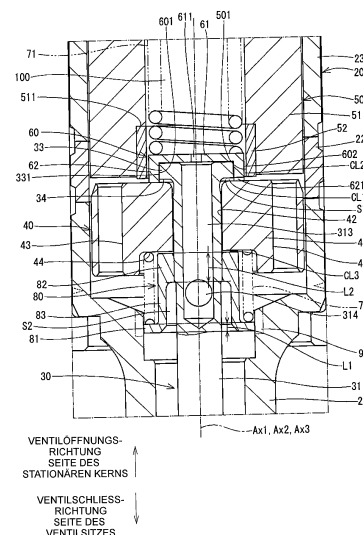
(72) Erfinder:
**Yamamoto, Shinsuke, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
Oikawa, Shinobu, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
Matsukawa, Tomoji, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
Gotoh, Moriyasu, Nishio-city, Aichi-pref., JP; Itoh,
Eiji, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Kraftstoffeinspritzvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Kraftstoffeinspritzvorrichtung, aufweisend:
eine Düse (10), die ein Einspritzloch (13) beinhaltet, durch welches Kraftstoff eingespritzt wird, und einen Ventilsitz (14), welcher um das Einspritzloch (13) ausgebildet und in eine Ringform geformt ist;
ein Gehäuse (20), das in eine rohrförmige Form geformt ist und ein Ende aufweist, das mit der Düse (10) verbunden ist, wobei das Gehäuse (20) einen Kraftstoffdurchlass (100) aufweist, welcher in einem Inneren des Gehäuses (20) ausgebildet ist und mit dem Einspritzloch (13) in Verbindung steht;
eine Nadel (30), die aufweist:
einen Nadel-Hauptkörper (31), welcher in eine Stabform geformt ist;
einen Dichtungsabschnitt (32), welcher derart an einem Ende des Nadel-Hauptkörpers (31) ausgebildet ist, dass der Dichtungsabschnitt (32) mit dem Ventilsitz (14) kontaktierbar ist; und
einen Flansch (33), welcher auf einer radial äußeren Seite des Nadel-Hauptkörpers (31) an einem anderen Ende des Nadel-Hauptkörpers (31) herum ausgebildet ist, wobei die Nadel (30) derart installiert ist, dass die Nadel (30) in dem Kraftstoffdurchlass (100) hin- und herbewegbar ist, und die Nadel (30) das Einspritzloch (13) öffnet oder schließt,

wenn der Dichtungsabschnitt (32) sich weg von dem Ventilsitz (14) bewegt oder diesen kontaktiert;
einen beweglichen Kern (40), der derart installiert ist, dass der bewegliche Kern (40) relativ zu dem Nadel-Hauptkörper (31) beweglich ist und eine Oberfläche aufweist, welche ...



(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2007 / 0 194 152	A1
US	2010 / 0 012 754	A1
US	2013 / 0 075 501	A1
JP	2014- 227 958	A

Beschreibung

Querverweis auf verwandte Anmeldung

[0001] Diese Anmeldung basiert auf der Japanischen Patentanmeldung mit der Nr. 2015-165 656, eingereicht am 25. August 2015, welche hierin durch Bezugnahme mit aufgenommen wird.

Technisches Gebiet

[0002] Die vorliegende Offenbarung betrifft eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung, die bei einer Maschine mit interner Verbrennung Kraftstoff zuführt.

Stand der Technik

[0003] Bisher ist eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung bekannt, die auf derartige Weise zwischen einem beweglichen Kern und einem Flansch einer Nadel in einer axialen Richtung einen Spalt ausbildet, dass der bewegliche Kern in dem Spalt beschleunigt wird und gegen den Flansch der Nadel stößt, um eine Ventilöffnung der Nadel umzusetzen. Zum Beispiel offenbart die Patentliteratur 1 die Kraftstoffeinspritzvorrichtung, die ein Spalt-Bildungselement beinhaltet, welches den Spalt zwischen dem beweglichen Kern und dem Flansch der Nadel in der axialen Richtung ausbilden kann. Bei dieser Kraftstoffeinspritzvorrichtung stößt der bewegliche Kern, welcher eine erhöhte kinetische Energie aufweist, die durch die Beschleunigung des beweglichen Kerns in dem Spalt erhöht wird, gegen den Flansch. Daher ist die Ventilöffnung der Nadel möglich, obschon ein Kraftstoffdruck in einem Kraftstoffdurchlass in einem Inneren eines Gehäuses, das die Nadel aufnimmt, hoch ist. Dabei kann der Hochdruckkraftstoff eingespritzt werden.

[0004] Bei der Kraftstoffeinspritzvorrichtung der Patentliteratur 1 ist das Spalt-Bildungselement in eine mit einem Boden versehene rohrförmige Form geformt. Eine Innenwand eines rohrförmigen Abschnitts des Spalt-Bildungselements ist relativ zu einer Außenwand des Flansches verschiebbar und eine Außenwand des rohrförmigen Abschnitts ist relativ zu einer Innenwand des stationären Kerns verschiebbar. Auf diese Weise wird eine Hin- und Herbewegung der Nadel in einer axialen Richtung geführt. Die Nadel ist durch das Spalt-Bildungselement und den stationären Kern nur an einem Endteil der Nadel gelagert, welches in der axialen Richtung gegenüber zu einem Ventilsitz angeordnet ist.

[0005] Wie vorstehend erörtert, weist das Spalt-Bildungselement bei der Kraftstoffeinspritzvorrichtung der Patentliteratur 1 eine doppelte Gleitstruktur auf, von welcher sowohl die Innenwand als auch die Außenwand des rohrförmigen Abschnitts des Spalt-Bildungselements dazu konfiguriert sind, entlang der

anderen Elemente zu gleiten. Daher kann ein gesamter Gleitwiderstand, welcher auf das Spalt-Bildungselement angewendet wird, möglicherweise erhöht werden, oder eine Abnutzung oder ungleichmäßige Abnutzung der Gleitoberflächen kann bei einer Langzeitverwendung möglicherweise auftreten. Auf diese Weise kann sich die Reaktion der Nadel möglicherweise verschlechtern oder eine Hin- und Herbewegung der Nadel in der axialen Richtung kann möglicherweise instabil werden. Daher kann es möglicherweise Variationen hinsichtlich der Kraftstoffeinspritzmenge verursachen, die von der Kraftstoffeinspritzvorrichtung eingespritzt wird. Außerdem kann der Abnutzungsabrieb möglicherweise zwischen entsprechende Elemente geraten, welche dazwischen eine Relativbewegung machen, um möglicherweise ein Betriebsversagen zu verursachen.

[0006] Außerdem weist das Spalt-Bildungselement bei der Kraftstoffeinspritzvorrichtung der Patentliteratur 1 die doppelte Gleitstruktur auf, sodass das Größenmanagement schwierig werden kann, und der Gleitwiderstand kann möglicherweise von Produkt zu Produkt variieren. Somit kann die Kraftstoffeinspritzmenge zwischen den Kraftstoffeinspritzvorrichtungen möglicherweise variieren.

[0007] Außerdem ist bei der Kraftstoffeinspritzvorrichtung der Patentliteratur 1 ein Federsitz eines Vorspannelements, welches den beweglichen Kern hin zu dem stationären Kern vorspannt, derart integral mit dem Gehäuse ausgebildet, dass der Federsitz sich ausgehend von der Innenwand des Gehäuses hin zu der radial inneren Seite erstreckt. Daher ist es schwierig, einen Abstand zwischen dem Federsitz und dem beweglichen Kern genau einzustellen, und dabei kann eine Vorspannkraft des Vorspannelements zwischen den Kraftstoffeinspritzvorrichtungen möglicherweise variieren. Dabei kann die Kraftstoffeinspritzmenge zwischen den Kraftstoffeinspritzvorrichtungen möglicherweise variieren. Hier ist allerdings festzuhalten, dass zwischen einer Innenwand des Federsitzes und einer Außenwand der Nadel ein zylindrischer Spalt ausgebildet ist, und dabei gleiten der Federsitz und die Nadel nicht relativ zu einander.

Liste der Entgegenhaltungen

Patentliteratur

[0008] Patentliteratur 1: JP 2014-227 958 A

[0009] Druckschrift US 2010 / 0 012 754 A1 zeigt, dass es wichtig ist bei Einspritzdüsen für Verbrennungsmotoren, die Verzögerungszeit beim Schließen des Ventils und auch die Mindesteinspritzmenge zu verringern, wobei diese durch den remanenten Magnetismus im festen Kern, die Oberflächenspannung des Kraftstoffs usw. beeinflusst werden. In

Bezug auf ein Kraftstoffeinspritzventil mit einem rohrförmigen Element, das einen festen Kern und ein bewegliches Teil umschließt, und ferner mit Spulen und Jochen, die das obige rohrförmige Element abdecken, hat der Anker zum Antrieb des beweglichen Elements eine Vielzahl von Durchgangslöchern für den Kraftstoffdurchgang, die sich in der axialen Richtung erstrecken. Diese Durchgangslöcher sind in bestimmten Abständen in der Umfangsrichtung angeordnet, und Vorsprünge, die so ausgebildet sind, dass sie eine Kontaktfläche zum Berühren des festen Kerns bilden, sind zufällig zwischen den Durchgangslöchern angeordnet.

[0010] US 2007 / 0 194 152 A1 zeigt ein Einspritzventil für eine Brennkraftmaschine. Die Brennkraftmaschine umfasst eine Ventilnadel, die einen Kraftstoffdurchlass schließt, indem sie auf einem Ventilsitz aufliegt, und den Kraftstoffdurchlass öffnet, indem sie sich von dem Ventilsitz löst, eine Spule und einen Magnetkern, die als Antriebsmittel der Ventilnadel vorgesehen sind, einen Anker, der in einem relativ verschiebbaren Zustand in Bezug auf die Ventilnadel gehalten wird, ein erstes Vorspannmittel, das die Ventilnadel in einer Richtung entgegengesetzt zu einer Richtung einer Antriebskraft vorspannt, ein zweites Vorspannmittel, das den Anker in der Richtung der Antriebskraft mit einer eingestellten Last vorspannt, die kleiner ist als die des ersten Vorspannmittels, und ein Begrenzungsmittel, das die relative Verschiebung des Ankers in Bezug auf die Ventilnadel in der Richtung der Antriebskraft begrenzt.

[0011] US 2013 / 0 075 501 A1 zeigt, dass es notwendig ist, die Genauigkeit der Kraftstoffeinspritzung zu verbessern und dass die Einspritzdüse das Öffnen und Schließen des Sitzventils schnell durchführt. Wenn die Formen eines festen Kerns und eines Ankers optimiert werden, um die Reaktionsfähigkeit eines magnetischen Flusses zu verbessern, ist es notwendig, einen ausreichenden Kraftstoffpfadbereich sicherzustellen und gleichzeitig Adhäsion zu verhindern, indem das Adhäsionsphänomen zwischen einer Endfläche des Ankers und einer Endfläche des festen Kerns weniger wahrscheinlich auftritt. Ein Durchgangsloch geht durch einen Anker, der einen Anker einer elektromagnetischen Kraftstoffeinspritzvorrichtung bildet. Das Durchgangsloch geht von einer Fläche des Ankers, an der der Anker einem festen Kern zugewandt ist, zu einer Rückseite des Ankers. An der Rückseite weist das Durchgangsloch einen Abschnitt mit großem Durchmesser und einen Abschnitt mit kleinem Durchmesser auf, wobei sich der Abschnitt mit großem Durchmesser in einem stromaufwärts gelegenen Teil befindet und in Bezug auf den Abschnitt mit kleinem Durchmesser zum Außenumfang versetzt ist.

Kurzfassung der Erfindung

[0012] Die vorliegende Offenbarung wird im Hinblick auf den vorstehenden Nachteil getätigt und es ist eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung vorzusehen, die Variationen hinsichtlich einer Kraftstoffeinspritzmenge beschränken kann.

[0013] Eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung der vorliegenden Offenbarung beinhaltet eine Düse, ein Gehäuse, eine Nadel, einen beweglichen Kern, einen stationären Kern, ein Vorspannelement auf der Seite des Ventilsitzes, eine Spule, einen Federsitz, ein Vorspannelement auf der Seite des stationären Kerns und eine Führung.

[0014] Die Düse beinhaltet ein Einspritzloch, durch welches Kraftstoff eingespritzt wird, und einen Ventilsitz, welcher um das Einspritzloch ausgebildet und in eine Ringform geformt ist.

[0015] Das Gehäuse ist in eine rohrförmige Form geformt und weist ein Ende auf, das mit der Düse verbunden ist. Das Gehäuse weist einen Kraftstoffdurchlass auf, welcher in einem Inneren des Gehäuses ausgebildet ist und mit dem Einspritzloch in Verbindung steht.

[0016] Die Nadel weist auf: einen Nadel-Hauptkörper, welcher in eine Stabform geformt ist; einen Dichtungsabschnitt, welcher derart an einem Ende des Nadel-Hauptkörpers ausgebildet ist, dass der Dichtungsabschnitt mit dem Ventilsitz kontaktierbar ist; und einen Flansch, welcher auf einer radial äußeren Seite des Nadel-Hauptkörpers an einem anderen Ende des Nadel-Hauptkörpers oder um das andere Ende des Nadel-Hauptkörpers herum ausgebildet ist. Die Nadel ist derart installiert, dass die Nadel in dem Kraftstoffdurchlass hin- und herbewegbar ist. Wenn der Dichtungsabschnitt sich weg von dem Ventilsitz bewegt oder diesen kontaktiert, öffnet oder schließt die Nadel das Einspritzloch.

[0017] Der bewegliche Kern ist derart installiert, dass der bewegliche Kern relativ zu dem Nadel-Hauptkörper beweglich ist und eine Oberfläche aufweist, welche gegenüber zu dem Ventilsitz angeordnet ist und mit einer Oberfläche des Flansches, die sich auf der Seite des Ventilsitzes befindet, kontaktierbar ist.

[0018] Der stationäre Kern ist auf einer gegenüberliegenden Seite des beweglichen Kerns, welche gegenüber zu dem Ventilsitz angeordnet ist, in dem Inneren des Gehäuses installiert.

[0019] Das Vorspannelement auf der Seite des Ventilsitzes ist auf der gegenüberliegenden Seite der Nadel platziert, welche gegenüber zu dem Ventilsitz

angeordnet ist. Das Vorspannelement auf der Seite des Ventilsitzes kann betrieben werden, um die Nadel und den beweglichen Kern hin zu dem Ventilsitz vorzuspannen.

[0020] Die Spule kann betrieben werden, um den beweglichen Kern derart hin zu der Seite des stationären Kerns zu ziehen, dass der bewegliche Kern den Flansch kontaktiert und die Nadel hin zu der gegenüberliegenden Seite antreibt, welche gegenüber zu dem Ventilsitz angeordnet ist, wenn die Spule erregt wird.

[0021] Der Federsitz ist in eine Ringform geformt und ist auf einer radial äußeren Seite des Nadel-Hauptkörpers auf der Seite des Ventilsitzes des beweglichen Kerns platziert.

[0022] Das Vorspannelement auf der Seite des stationären Kerns ist zwischen dem beweglichen Kern und dem Federsitz platziert und weist eine Vorspannkraft auf, welche kleiner ist als eine Vorspannkraft des Vorspannelements auf der Seite des Ventilsitzes. Das Vorspannelement auf der Seite des stationären Kerns kann betrieben werden, um den beweglichen Kern hin zu dem stationären Kern vorzuspannen.

[0023] Die Führung ist auf der Seite des Ventilsitzes des beweglichen Kerns in dem Inneren des Gehäuses platziert. Eine Innenwand der Führung ist relativ zu einer Außenwand des Federsitzes verschiebbar, um eine Hin- und Herbewegung der Nadel zu führen. Bei der vorstehenden Konfiguration wird die Hin- und Herbewegung der Nadel in der axialen Richtung stabilisiert.

[0024] Wie vorstehend erörtert, wird die Hin- und Herbewegung des Nadel-Hauptkörpers bei der vorliegenden Offenbarung durch die Führung durch den Federsitz geführt. Das heißt, dass der Federsitz nicht die doppelte Gleitstruktur des Spalt-Bildungselements der Patentliteratur 1 aufweist. Daher ist es möglich, den Gleitwiderstand zu verringern, welcher auf den Federsitz und die Nadel angewendet wird, und dabei ist es möglich, die Abnutzung oder ungleichmäßige Abnutzung der Gleitoberfläche bei einer Langzeitverwendung zu beschränken. Auf diese Weise ist es möglich, eine Verschlechterung der Reaktion der Nadel zu beschränken und die axiale Hin- und Herbewegung der Nadel kann für eine lange Zeit stabilisiert werden. Somit ist es möglich, Variationen hinsichtlich der Kraftstoffeinspritzmenge zu beschränken, welche von der Kraftstoffeinspritzvorrichtung eingespritzt wird. Außerdem ist es möglich, die Erzeugung von Abnutzungsabrieb zu beschränken. Somit ist es möglich, das Klemmen des Abnutzungsabriebs zwischen Elementen zu beschränken, welche dazwischen eine Relativbewe-

gung machen, und dabei ist es möglich, Fehlfunktionen zu beschränken.

[0025] Außerdem wird gemäß der vorliegenden Offenbarung zu dem Zeitpunkt, wenn die Hin- und Herbewegung der Nadel geführt wird, die Außenwand des Federsitzes relativ zu der Innenwand der Führung verschoben. Daher wird im Vergleich zu der doppelten Gleitstruktur das Dimensionierungsmanagement der Komponenten erleichtert und es ist möglich, Variationen hinsichtlich des Gleitwiderstands von Produkt zu Produkt zu beschränken. Somit ist es möglich, Variationen hinsichtlich der Kraftstoffeinspritzmenge von einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung zu einer anderen Kraftstoffeinspritzvorrichtung zu beschränken.

[0026] Außerdem ist der Federsitz gemäß der vorliegenden Ausführungsform bei dem Nadel-Hauptkörper anstatt bei dem Gehäuse vorgesehen. Daher kann der Abstand zwischen dem Federsitz und dem beweglichen Kern genau eingestellt werden. Somit ist es möglich, die Variationen hinsichtlich der Vorspannkraft des Vorspannelements auf der Seite des stationären Kerns von einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung zu einer anderen Kraftstoffeinspritzvorrichtung zu beschränken. Auf diese Weise ist es möglich, die Variationen hinsichtlich der Kraftstoffeinspritzmenge von einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung zu einer anderen Kraftstoffeinspritzvorrichtung zu beschränken.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0027] Es zeigt/es zeigen:

Fig. 1 eine Querschnittsansicht, die eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt.

Fig. 2 eine Querschnittsansicht, die einen beweglichen Kern und dessen benachbarten Bereich bei der Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zu einem Zeitpunkt zeigt, wenn eine Nadel mit einem Ventilsitz kontaktiert.

Fig. 3 eine Querschnittsansicht, die den beweglichen Kern und dessen benachbarten Bereich bei der Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zu einem Zeitpunkt zeigt, wenn ein beweglicher Kern während einer Ventilöffnungszeit mit einem Flansch kontaktiert.

Fig. 4 eine Querschnittsansicht, die den beweglichen Kern und dessen benachbarten Bereich bei der Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zu einem Zeitpunkt zeigt, wenn der bewegliche Kern während der Ventilöff-

nungszeit mit einem stationären Kern kontaktiert.

Fig. 5 eine Querschnittsansicht, die den beweglichen Kern und dessen benachbarten Bereich bei der Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zu einem Zeitpunkt zeigt, wenn der bewegliche Kern während einer Ventilschließzeit mit einem Befestigungsabschnitt kontaktiert.

Fig. 6 eine Querschnittsansicht, die einen beweglichen Kern und dessen benachbarten Bereich bei einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt.

Fig. 7 eine Querschnittsansicht, die einen beweglichen Kern und dessen benachbarten Bereich bei einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt.

Fig. 8 eine Querschnittsansicht, die einen beweglichen Kern und dessen benachbarten Bereich bei einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt.

Fig. 9 eine Querschnittsansicht, die einen beweglichen Kern und dessen benachbarten Bereich bei einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt.

Fig. 10 eine Querschnittsansicht, die einen beweglichen Kern und dessen benachbarten Bereich bei einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0028] Nachfolgend werden verschiedene Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben werden. Bei den folgenden Ausführungsformen werden im Wesentlichen identische strukturelle Abschnitte durch die gleichen Bezugszeichen angegeben werden und diese werden der Einfachheit halber nicht redundant beschrieben werden.

Erste Ausführungsform

[0029] **Fig. 1** zeigt ein Kraftstoffeinspritzventil gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung 1 wird zum Beispiel bei einer nicht näher dargestellten Direkteinspritz-Benzinmaschine (die als eine Maschine mit interner Verbrennung dient) verwendet und spritzt Benzin als Kraftstoff in die Maschine ein.

[0030] Die Kraftstoffeinspritzvorrichtung 1 beinhaltet eine Düse 10, ein Gehäuse 20, eine Nadel 30, einen beweglichen Kern 40, einen stationären Kern 50, ein Spalt-Bildungselement 60, eine Feder (die als ein Vorspannelement auf der Seite des Ventilsitzes dient) 71, eine Spule 72, einen Federsitz 81, einen Befestigungsabschnitt 82, einen rohrförmigen Abschnitt 83, eine Feder (die als ein Vorspannelement auf der Seite des stationären Kerns dient) 73 und eine Führung 90.

[0031] Die Düse 10 ist aus einem Material wie martensitischem Edelstahl hergestellt, welcher einen relativ hohen Härtegrad aufweist. Die Düse 10 wird abgeschreckt, um einen vorgegebenen Härtegrad aufzuweisen. Die Düse 10 beinhaltet einen rohrförmigen Düsenabschnitt 11 und einen Düsenbodenabschnitt 12, während der Düsenbodenabschnitt 12 ein Ende des rohrförmigen Düsenabschnitts 11 schließt. Der Düsenbodenabschnitt 12 beinhaltet eine Mehrzahl von Einspritzlöchern 13, von welchen jedes eine Innenoberfläche des Düsenbodenabschnitts 12, welche sich auf der Seite des rohrförmigen Düsenabschnitts 11 befindet, mit einer gegenüberliegenden Oberfläche des Düsenbodenabschnitts 12, welche gegenüber zu dem rohrförmigen Düsenabschnitt 11 angeordnet ist, verbindet. Die Innenoberfläche des Düsenbodenabschnitts 12, welche sich auf der Seite des rohrförmigen Düsenabschnitts 11 befindet, weist einen Ventilsitz 14 auf, welcher um die Einspritzlöcher 13 herum ausgebildet und in eine Ringform geformt ist.

[0032] Das Gehäuse 20 beinhaltet einen ersten rohrförmigen Abschnitt 21, einen zweiten rohrförmigen Abschnitt 22, einen dritten rohrförmigen Abschnitt 23, einen Einlassabschnitt 24 und einen Filter 25.

[0033] Der erste rohrförmige Abschnitt 21, der zweite rohrförmige Abschnitt 22 und der dritte rohrförmige Abschnitt 23 sind jeweils in eine allgemein zylindrische rohrförmige Form geformt. Der erste rohrförmige Abschnitt 21, der zweite rohrförmige Abschnitt 22 und der dritte rohrförmige Abschnitt 23 sind einer nach dem anderen in dieser Reihenfolge angeordnet, um eine gemeinsame Achse (eine Achse Ax1) zu teilen, und sind zusammengefügt.

[0034] Der erste rohrförmige Abschnitt 21 und der dritte rohrförmige Abschnitt 23 sind aus einem magnetischen Material wie beispielsweise ferritischem Edelstahl hergestellt und werden durch einen magnetischen Stabilisierungsprozess magnetisch stabilisiert. Der erste rohrförmige Abschnitt 21 und der dritte rohrförmige Abschnitt 23 weisen einen relativ niedrigen Härtegrad auf. Im Gegensatz dazu ist der zweite rohrförmige Abschnitt 22 aus einem nicht-magnetischen Material wie beispielsweise austenitischem Edelstahl hergestellt. Ein Härtegrad des zwei-

ten rohrförmigen Abschnitts 22 ist höher als der Härtegrad des ersten rohrförmigen Abschnitts 21 und des dritten rohrförmigen Abschnitts 23.

[0035] Ein Endteil des rohrförmigen Düsenabschnitts 11, welches gegenüber zu dem Düsenbodenabschnitt 12 angeordnet ist, ist mit einer Innenseite eines Endteils des ersten rohrförmigen Abschnitts 21 zusammengefügt, welches gegenüber zu dem zweiten rohrförmigen Abschnitt 22 angeordnet ist. Der erste rohrförmige Abschnitt 21 und die Düse 10 sind zum Beispiel durch Schweißen zusammengefügt.

[0036] Der Einlassabschnitt 24 ist in eine rohrförmige Form geformt und ist aus Metall wie Edelstahl hergestellt. Ein Ende des Einlassabschnitts 24 ist mit einem Inneren eines Endteils des dritten rohrförmigen Abschnitts 23 zusammengefügt, welches gegenüber zu dem zweiten rohrförmigen Abschnitt 22 angeordnet ist. Der Einlassabschnitt 24 und der dritte rohrförmige Abschnitt 23 sind zum Beispiel durch Schweißen zusammengefügt.

[0037] Der Kraftstoffdurchlass 100 ist in einem Inneren des Gehäuses 20 und des rohrförmigen Düsenabschnitts 11 ausgebildet. Der Kraftstoffdurchlass 100 ist mit den Einspritzlöchern 13 verbunden. Ein (nicht näher dargestelltes) Rohr ist mit einer gegenüberliegenden Seite des Einlassabschnitts 24 verbunden, welche gegenüber zu dem dritten rohrförmigen Abschnitt 23 angeordnet ist. Auf diese Weise strömt der Kraftstoff, welcher ausgehend von einer Kraftstoffzufuhrquelle zugeführt wird, durch das Rohr in den Kraftstoffdurchlass 100. Der Kraftstoffdurchlass 100 führt den Kraftstoff zu den Einspritzlöchern 13.

[0038] Der Filter 25 ist in einem Inneren des Einlassabschnitts 24 platziert. Der Filter 25 erfasst Fremdobjekte, die in dem Kraftstoff enthalten sind, welcher in den Kraftstoffdurchlass 100 strömt.

[0039] Die Nadel 30 ist aus einem Material wie martensitischem Edelstahl hergestellt, welcher einen relativ hohen Härtegrad aufweist. Die Nadel 30 wird abgeschreckt, um einen vorgegebenen Härtegrad aufzuweisen. Der Härtegrad der Nadel 30 ist derart eingestellt, dass dieser im Wesentlichen der gleiche wie der Härtegrad der Düse 10 ist.

[0040] Die Nadel 30 wird auf eine Weise in dem Inneren des Gehäuses 20 aufgenommen, die in dem Kraftstoffdurchlass 100 eine Hin- und Herbewegung der Nadel 30 in der axialen Richtung der Achse Ax1 des Gehäuses 20 ermöglicht. Die Nadel 30 beinhaltet einen Nadel-Hauptkörper 31, einen Dichtungsabschnitt 32 und einen Flansch 33.

[0041] Der Nadel-Hauptkörper 31 ist in eine Stabform, genauer gesagt eine langgestreckte zylindrische Form, geformt. Der Dichtungsabschnitt 32 ist an einem Ende des Nadel-Hauptkörpers 31 ausgebildet, das heißt, der Dichtungsabschnitt 32 ist an einem Endteil auf der Seite des Ventilsitzes 14 des Nadel-Hauptkörpers 31 ausgebildet. Der Dichtungsabschnitt 32 ist mit dem Ventilsitz 14 kontaktierbar bzw. kann mit diesem Kontakt gebracht werden. Der Flansch 33 ist in eine Ringform geformt und an dem anderen Ende des Nadel-Hauptkörpers 31 ausgebildet, das heißt, der Flansch 33 ist an einer radial äußeren Seite eines gegenüberliegenden Endteils des Nadel-Hauptkörpers 31 ausgebildet, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist der Flansch 33 in einem Stück integral mit dem Nadel-Hauptkörper 31 ausgebildet.

[0042] Ein Abschnitt 311 mit großem Durchmesser ist an einer Stelle ausgebildet, die sich um das eine Ende des Nadel-Hauptkörpers 31 befindet. Ein Außendurchmesser einer Endseite des Nadel-Hauptkörpers 31 ist kleiner als ein Außendurchmesser der anderen Endseite des Nadel-Hauptkörpers 31. Der Außendurchmesser des Abschnitts 311 mit großem Durchmesser ist größer als der Außendurchmesser der einen Endseite des Nadel-Hauptkörpers 31. Der Abschnitt 311 mit großem Durchmesser ist derart ausgebildet, dass eine Außenwand des Abschnitts 311 mit großem Durchmesser relativ zu einer Innenwand des rohrförmigen Düsenabschnitts 11 der Düse 10 verschiebbar ist. Auf diese Weise wird eine Hin- und Herbewegung des Endteils auf der Seite des Ventilsitzes 14 der Nadel 30 in der axialen Richtung der Achse Ax1 geführt. Der Abschnitt 311 mit großem Durchmesser weist angefastete Abschnitte 312 auf, die ausgebildet werden, indem eine Mehrzahl von Umfangsteilen der Außenwand des Abschnitts 311 mit großem Durchmesser angefast wird. Dabei kann der Kraftstoff durch Spalte strömen, von welchen jeder zwischen einem entsprechenden der angefasteten Abschnitte 312 und der Innenwand des rohrförmigen Düsenabschnitts 11 ausgebildet ist.

[0043] Wie in **Fig. 2** gezeigt wird, ist ein axiales Loch 313, welches sich entlang einer Achse Ax2 des Nadel-Hauptkörpers 31 erstreckt, an dem anderen Ende des Nadel-Hauptkörpers 31 ausgebildet. Das heißt, dass das andere Ende des Nadel-Hauptkörpers 31 in eine hohle rohrförmige Form geformt ist. Außerdem weist der Nadel-Hauptkörper 31 radiale Löcher 314 auf, von welchen jedes sich derart in einer radialen Richtung des Nadel-Hauptkörpers 31 erstreckt, dass das radiale Loch 314 zwischen einem Endteil auf der Seite des Ventilsitzes 14 des axialen Lochs 313 und einem Raum, der sich an der Außenseite des Nadel-Hauptkörpers 31 befindet, eine Verbindung herstellt. Dabei kann der Kraftstoff in dem

Kraftstoffdurchlass 100 durch das axiale Loch 313 und die radialen Löcher 314 strömen. Wie vorstehend erörtert, weist der Nadel-Hauptkörper 31 das axiale Loch 313 auf. Das axiale Loch 313 erstreckt sich in der axialen Richtung der Achse Ax2 ausgehend von einer gegenüberliegenden Endoberfläche des Nadel-Hauptkörpers 31, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist, und das axiale Loch 313 steht durch die radialen Löcher 314 mit dem Raum außerhalb des Nadel-Hauptkörpers 31 in Verbindung.

[0044] Wenn der Dichtungsabschnitt 32 der Nadel 30 sich weg von dem Ventilsitz 14 bewegt (weggehoben wird) oder den Ventilsitz 14 kontaktiert (daran anliegt), öffnet oder schließt die Nadel 30 die Einspritzlöcher 13. Nachfolgend wird eine Richtung des Bewegens Nadel 30 weg von dem Ventilsitz 14 als eine Ventilöffnungsrichtung bezeichnet werden und eine Richtung des Kontaktierens der Nadel 30 mit dem Ventilsitz 14 wird als eine Ventilschließrichtung bezeichnet werden.

[0045] Der bewegliche Kern 40 beinhaltet einen beweglichen Kern-Hauptkörper 41, ein axiales Loch 42, Durchgangslöcher 43 und eine Aussparung 44. Der bewegliche Kern-Hauptkörper 41 ist in eine allgemein zylindrische Form geformt und aus einem magnetischen Material wie beispielsweise ferritischem Edelstahl hergestellt. Der bewegliche Kern-Hauptkörper 41 ist durch einen magnetischen Stabilisierungsprozess magnetisch stabilisiert. Ein Härtegrad des beweglichen Kern-Hauptkörpers 41 ist relativ niedrig und ist im Wesentlichen der gleiche wie der Härtegrad des ersten rohrförmigen Abschnitts 21 und des dritten rohrförmigen Abschnitts 23 des Gehäuses 20.

[0046] Das axiale Loch 42 erstreckt sich entlang einer Achse Ax3 des beweglichen Kern-Hauptkörpers 41. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird eine Innenwand des axialen Lochs 42 durch einen Härteprozess (z. B. Ni-P-Beschichtung) und einen Gleitwiderstand-Verringerungsprozess bearbeitet. Die Durchgangslöcher 43 sind ausgebildet, um eine Endoberfläche des beweglichen Kern-Hauptkörpers 41, welche sich auf der Seite des Ventilsitzes 14 befindet, mit einer gegenüberliegenden Endoberfläche des beweglichen Kern-Hauptkörpers 41, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist, zu verbinden. Jedes der Durchgangslöcher 43 weist eine zylindrische Innenwand auf. Bei der vorliegenden Ausführungsform beträgt die Anzahl der Durchgangslöcher 43 vier, und diese Durchgangslöcher 43 sind in gleichen Intervallen eines nach dem anderen in der Umfangsrichtung des beweglichen Kern-Hauptkörpers 41 angeordnet.

[0047] Die Aussparung 44 ist derart an einem Mittelpunkt des beweglichen Kern-Hauptkörpers 41 aus-

gebildet, dass die Aussparung 44 kreisförmig ist und von der Endoberfläche des beweglichen Kern-Hauptkörpers 41, welche sich auf der Seite des Ventilsitzes 14 befindet, hin zu der gegenüberliegenden Seite, die gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist, ausgespart ist. Das axiale Loch 42 öffnet sich an einem Boden der Aussparung 44.

[0048] Der bewegliche Kern 40 ist in einem Zustand, in dem der Nadel-Hauptkörper 31 der Nadel 30 durch das axiale Loch 42 des beweglichen Kerns 40 eingefügt ist, in dem Gehäuse 20 aufgenommen. Ein Innendurchmesser des axialen Lochs 42 des beweglichen Kerns 40 ist derart eingestellt, dass dieser gleich oder etwas größer als der Außendurchmesser des Nadel-Hauptkörpers 31 der Nadel 30 ist. Daher ist der bewegliche Kern 40 relativ zu der Nadel 30 derart beweglich, dass die Innenwand des axialen Lochs 42 des beweglichen Kerns 40 relativ zu einer Außenwand des Nadel-Hauptkörpers 31 der Nadel 30 verschoben wird. Ähnlich wie die Nadel 30 wird der bewegliche Kern 40 auf eine Weise in dem Inneren des Gehäuses 20 aufgenommen, die eine Hin- und Herbewegung des beweglichen Kerns 40 in dem Kraftstoffdurchlass 100 in der axialen Richtung Ax1 des Gehäuses 20 ermöglicht. Der Kraftstoff in dem Kraftstoffdurchlass 100 kann durch die Durchgangslöcher 43 strömen.

[0049] Bei der vorliegenden Ausführungsform wird eine Oberfläche des beweglichen Kern-Hauptkörpers 41, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist, durch einen Härteprozess (z. B. Hartverchromung) und einen Verschleißschutzprozess bearbeitet.

[0050] Ein Außendurchmesser des beweglichen Kern-Hauptkörpers 41 ist derart eingestellt, dass dieser kleiner ist als ein Innendurchmesser des ersten rohrförmigen Abschnitts 21 und ein Innendurchmesser des zweiten rohrförmigen Abschnitts 22. Daher wird eine Außenwand des beweglichen Kerns 40 nicht relativ zu einer Innenwand des ersten rohrförmigen Abschnitts 21 und einer Innenwand des zweiten rohrförmigen Abschnitts 22 verschoben, wenn der bewegliche Kern 40 in dem Kraftstoffdurchlass 100 hin- und herbewegt wird.

[0051] Eine Oberfläche des Flansches 33 der Nadel 30, welche sich auf der Seite des Ventilsitzes 14 befindet, ist mit der Oberfläche des beweglichen Kern-Hauptkörpers 41 kontaktierbar, welche sich auf der Seite befindet, die gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist. Das heißt, dass die Nadel 30 eine Kontaktoberfläche 34 aufweist, die mit der Oberfläche des beweglichen Kern-Hauptkörpers 41 kontaktierbar ist, welche sich auf der Seite befindet, die gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist. Der bewegliche Kern 40 ist derart ausgebildet, dass der bewegliche Kern 40 auf eine derartige Weise relativ

zu der Nadel 30 beweglich ist, dass der bewegliche Kern 40 mit der Kontaktfläche 34 kontaktierbar ist oder von der Kontaktfläche 34 weg beweglich ist.

[0052] Im Hinblick auf den beweglichen Kern 40, der in dem Inneren des Gehäuses 20 platziert ist, ist der stationäre Kern 50 koaxial zu dem Gehäuse 20 angeordnet und befindet sich auf der gegenüberliegenden Seite des beweglichen Kerns 40, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist. Der stationäre Kern 50 beinhaltet einen stationären Kern-Hauptkörper 51 und eine Buchse 52. Der stationäre Kern-Hauptkörper 51 ist in eine allgemein zylindrische rohrförmige Form geformt und aus einem magnetischen Material wie beispielsweise ferritischem Edelstahl hergestellt. Der stationäre Kern-Hauptkörper 51 ist durch einen magnetischen Stabilisierungsprozess magnetisch stabilisiert. Ein Härtegrad des stationären Kern-Hauptkörpers 51 ist relativ niedrig und ist im Wesentlichen der gleiche wie der Härtegrad des beweglichen Kern-Hauptkörpers 41. Der stationäre Kern-Hauptkörper 51 ist an der inneren Seite des Gehäuses 20 befestigt. Der stationäre Kern-Hauptkörper 51 und der dritte rohrförmige Abschnitt 23 des Gehäuses 20 sind aneinander geschweißt.

[0053] Die Buchse 52 ist in eine allgemein zylindrische rohrförmige Form geformt und ist aus einem Material wie martensitischem Edelstahl hergestellt, welcher einen relativ hohen Härtegrad aufweist. Die Buchse 52 ist an einer Aussparung 511 installiert, die ausgehend von einer Innenwand eines Endteils auf der Seite des Ventilsitzes 14 des stationären Kern-Hauptkörpers 51 radial nach außen ausgespart ist. Ein Innendurchmesser der Buchse 52 ist allgemein der gleiche wie ein Innendurchmesser des stationären Kern-Hauptkörpers 51. Eine Endoberfläche der Buchse 52, welche sich auf der Seite des Ventilsitzes 14 befindet, ist auf der Seite des Ventilsitzes 14 einer Endoberfläche des stationären Kern-Hauptkörpers 51 platziert, welche sich auf der Seite des Ventilsitzes 14 befindet. Daher ist die Oberfläche des beweglichen Kern-Hauptkörpers 41, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist, mit der Endoberfläche der Buchse 52 kontaktierbar, welche sich auf der Seite des Ventilsitzes 14 befindet.

[0054] Der stationäre Kern 50 ist derart ausgebildet, dass in dem Zustand, in dem der Dichtungsabschnitt 32 den Ventilsitz 14 kontaktiert, der Flansch 33 der Nadel 30 in dem Inneren der Buchse 52 platziert ist. Ein Einstellrohr 53, welches in eine zylindrische rohrförmige Form geformt ist, wird an einer inneren Seite des stationären Kern-Hauptkörpers 51 pressgepasst (vergleiche **Fig. 1**).

[0055] Das Spalt-Bildungselement 60 ist zum Beispiel aus einem nicht-magnetischen Material hergestellt. Ein Härtegrad des Spalt-Bildungselements 60

ist derart eingestellt, dass dieser allgemein der gleiche wie der Härtegrad der Nadel 30 und der Härtegrad der Buchse 52 ist.

[0056] Das Spalt-Bildungselement 60 ist auf der gegenüberliegenden Seite der Nadel 30 und des beweglichen Kerns 40 platziert, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist. Das Spalt-Bildungselement 60 beinhaltet einen Plattenabschnitt 61 und einen Erstreckungsabschnitt 62. Der Plattenabschnitt 61 ist in eine allgemein kreisförmige Plattenform geformt. Der Plattenabschnitt 61 ist in dem Inneren des stationären Kerns 50 derart auf der gegenüberliegenden Seite der Nadel 30 platziert, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist, dass eine Endoberfläche des Plattenabschnitts 61 mit der Nadel 30 kontaktierbar ist, genauer gesagt mit einer Endoberfläche des Nadel-Hauptkörpers 31, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist, und einer Endoberfläche des Flansches 33 der Nadel 30, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist.

[0057] Der Erstreckungsabschnitt 62 ist derart integral in einem Stück mit dem Plattenabschnitt 61 ausgebildet, dass der Erstreckungsabschnitt 62 in eine zylindrische rohrförmige Form geformt ist und sich ausgehend von einem äußeren peripheren Randteil der einen Endoberfläche des Plattenabschnitts 61 hin zu dem Ventilsitz 14 erstreckt. Das heißt, dass das Spalt-Bildungselement 60 bei der vorliegenden Ausführungsform in eine mit einem Boden versehene zylindrische rohrförmige Form geformt ist. Das Spalt-Bildungselement 60 ist derart platziert, dass der Flansch 33 der Nadel 30 in dem Inneren des Erstreckungsabschnitts 62 platziert ist. Außerdem ist ein Endteil des Erstreckungsabschnitts 62, welches gegenüber zu dem Plattenabschnitt 61 angeordnet ist, mit der Oberfläche des beweglichen Kern-Hauptkörpers 41, welche sich auf der Seite des stationären Kerns 50 befindet, kontaktierbar.

[0058] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist der Erstreckungsabschnitt 62 derart ausgebildet, dass eine axiale Länge des Erstreckungsabschnitts 62 größer ist als eine axiale Länge des Flansches 33. Daher ist in einem Zustand, in dem der Plattenabschnitt 61 die Nadel 30 kontaktiert und der Erstreckungsabschnitt 62 den beweglichen Kern 40 kontaktiert, ein axialer Spalt CL1, welcher ein Spalt in der axialen Richtung der Achse Ax1 ist, zwischen dem Flansch 33 und dem beweglichen Kern 40 ausgebildet.

[0059] Ein Innendurchmesser des Erstreckungsabschnitts 62 ist derart eingestellt, dass dieser gleich oder etwas größer als ein Außendurchmesser des Flansches 33 ist. Daher ist eine Wandoberfläche 601 auf der inneren Seite des Spalt-Bildungselements 60, welche eine Wandoberfläche einer Innen-

wand des Erstreckungsabschnitts 62, d. h. eine Wandoberfläche ist, die einer Außenwandoberfläche 331 des Flansches (einem Abschnitt einer Außenwand des Flansches 33) gegenüberliegt, relativ zu der Außenwandoberfläche 331 des Flansches verschiebbar.

[0060] Außerdem sind ein Außendurchmesser des Plattenabschnitts 61 und des Erstreckungsabschnitts 62 derart eingestellt, dass dieser kleiner ist als der Innendurchmesser der Buchse 52 des stationären Kerns 50. Daher bildet eine Wandoberfläche 602 auf der äußeren Seite des Spalt-Bildungselements 60, welche eine Wandoberfläche einer Außenwand des Plattenabschnitts 61 und des Erstreckungsabschnitts 62 ist, die einer Innenwandoberfläche 501 des stationären Kerns eines Abschnitts einer Innenwand der Buchse 52 des stationären Kerns 50 gegenüberliegt, zwischen der Wandoberfläche 602 auf der äußeren Seite und der Innenwandoberfläche 501 des stationären Kerns einen radialen Spalt CL2 (ein Spalt, der in der radialen Richtung ausgebildet ist) aus. Somit wird die Wandoberfläche 602 auf der äußeren Seite des Spalt-Bildungselements 60 nicht relativ zu der Innenwandoberfläche 501 des stationären Kerns (der Innenwand der Buchse 52) verschoben.

[0061] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist ein kranzförmiger Raum S1 (ein Raum, der in eine kranzförmige Form geformt ist) durch die Kontakt-oberfläche 34 des Flansches 33, den beweglichen Kern 40 und die Innenwand des Erstreckungsabschnitts 62 in dem Zustand ausgebildet, in dem der Erstreckungsabschnitt 62 und der bewegliche Kern 40 miteinander kontaktieren, da der Erstreckungsabschnitt 62 in die rohrförmige Form geformt ist.

[0062] Das Spalt-Bildungselement 60 beinhaltet ferner ein Loch 611. Das Loch 611 verbindet eine Endoberfläche des Plattenabschnitts 61 mit der anderen Endoberfläche des Plattenabschnitts 61 und kann mit dem axialen Loch 313 der Nadel 30 in Verbindung gebracht werden. Daher kann der Kraftstoff, welcher sich auf der gegenüberliegenden Seite des Spalt-Bildungselements 60 befindet, die gegenüber zu dem Ventilsitz 14 in dem Kraftstoffdurchlass 100 angeordnet ist, durch das Loch 611, das axiale Loch 313 der Nadel 30 und die radialen Löcher 314 der Nadel 30 zu der Seite des Ventilsitzes 14 des beweglichen Kerns 40 strömen. Ein Innendurchmesser des Lochs 611 ist kleiner als der Innendurchmesser der Buchse 52 und ein Innendurchmesser des axialen Loches 313. Daher strömt der Kraftstoff, welcher sich auf der gegenüberliegenden Seite des Spalt-Bildungselements 60 befindet, die gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist, in das axiale Loch 313, nachdem eine Strömung des Kraftstoffs durch das Loch 611 eingeschränkt wird, wenn die Nadel 30 zusammen mit dem Spalt-Bildungselement 60 zu

der gegenüberliegenden Seite bewegt wird, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist, d. h. wenn die Nadel 30 in der Ventilöffnungsrichtung bewegt wird. Auf diese Weise ist es möglich, einen exzessiven Anstieg der Bewegungsgeschwindigkeit der Nadel 30 in der Ventilöffnungsrichtung zu beschränken.

[0063] Die Feder 71 ist zum Beispiel eine Schraubendruckfeder und ist auf der gegenüberliegenden Seite des Spalt-Bildungselements 60 platziert, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist. Ein Ende der Feder 71 kontaktiert die Endoberfläche des Plattenabschnitts 61 des Spalt-Bildungselements 60, welche gegenüber zu dem Erstreckungsabschnitt 62 angeordnet ist. Das andere Ende der Feder 71 kontaktiert das Einstellrohr 53. Die Feder 71 spannt das Spalt-Bildungselement 60 hin zu dem Ventilsitz 14 vor.

[0064] In dem Zustand, in dem der Plattenabschnitt 61 des Spalt-Bildungselements 60 die Nadel 30 kontaktiert, kann die Feder 71 die Nadel 30 hin zu dem Ventilsitz 14, d. h. durch das Spalt-Bildungselement 60 in der Ventilschließrichtung, vorspannen. Außerdem kann in dem Zustand, in dem der Erstreckungsabschnitt 62 des Spalt-Bildungselements 60 den beweglichen Kern 40 kontaktiert, die Feder 71 den beweglichen Kern 40 durch das Spalt-Bildungselement 60 hin zu dem Ventilsitz 14 vorspannen. Das heißt, dass die Feder 71 die Nadel 30 und den beweglichen Kern 40 durch das Spalt-Bildungselement 60 hin zu dem Ventilsitz 14 vorspannen kann. Eine Vorspannkraft der Feder 71 wird angepasst, indem eine Stelle des Einstellrohrs 53 relativ zu dem stationären Kern 50 angepasst wird.

[0065] Die Spule 72 ist in eine allgemein zylindrische rohrförmige Form geformt und derart angeordnet, dass die Spule 72 eine radial äußere Seite des Gehäuses 20 umgibt, insbesondere eine radial äußere Seite des zweiten rohrförmigen Abschnitts 22 und des dritten rohrförmigen Abschnitts 23. Wenn die Spule 72 eine elektrische Leistung aufnimmt (damit erregt wird), erzeugt die Spule 72 eine magnetische Kraft. Wenn die Spule 72 die magnetische Kraft erzeugt, bilden der stationäre Kern-Hauptkörper 51, der bewegliche Kern-Hauptkörper 41, der erste rohrförmige Abschnitt 21 und der dritte rohrförmige Abschnitt 23 eine magnetische Schaltung aus. Auf diese Weise wird zwischen dem stationären Kern-Hauptkörper 51 und dem beweglichen Kern-Hauptkörper 41 eine magnetische Anziehungskraft erzeugt, sodass der bewegliche Kern 40 magnetisch zu der Seite des stationären Kerns 50 hingezogen wird. Zu diesem Zeitpunkt wird der bewegliche Kern 40 in der Ventilöffnungsrichtung bewegt, während der bewegliche Kern 40 in dem axialen Spalt CL1 beschleunigt wird, und danach stößt der bewegliche Kern 40 gegen die Kontakt-oberfläche 34 des

Flansches 33 der Nadel 30. Daher wird die Nadel 30 in der Ventilöffnungsrichtung bewegt, sodass der Dichtungsabschnitt 32 weg von dem Ventilsitz 14 bewegt wird, wobei dies in der Ventilöffnung der Nadel 30 resultiert. Im Ergebnis sind die Einspritzlöcher 13 geöffnet. Wie vorstehend erörtert, wird der bewegliche Kern 40 magnetisch zu der Seite des stationären Kerns 50 gezogen, und dabei kontaktiert der bewegliche Kern 40 den Flansch 33 und bewegt die Nadel 30 hin zu der gegenüberliegenden Seite, die gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist, indem die Spule 72 erregt wird.

[0066] Wie vorstehend erörtert, bildet gemäß der vorliegenden Ausführungsform das Spalt-Bildungselement 60 in dem Ventilschließzustand zwischen dem Flansch 33 und dem beweglichen Kern 40 den axialen Spalt CL1 aus. Daher kann der bewegliche Kern 40 zu dem Zeitpunkt, zu dem die Spule 72 erregt wird, nach einer Beschleunigung des beweglichen Kerns 40 in dem axialen Spalt CL1 mit dem Flansch 33 zusammenstoßen. Auf diese Weise ist die Ventilöffnung selbst in einem Fall möglich, in dem der Druck in dem Kraftstoffdurchlass 100 relativ hoch ist, ohne die elektrische Leistung zu erhöhen, die der Spule 72 zugeführt wird.

[0067] Wenn der bewegliche Kern 40 durch die magnetische Anziehungskraft magnetisch hin zu dem stationären Kern 50 (in der Ventilöffnungsrichtung) gezogen wird, stößt die Endoberfläche des beweglichen Kern-Hauptkörpers 41, welche sich auf der Seite des stationären Kerns 50 befindet, mit der Endoberfläche der Buchse 52 zusammen, welche sich auf der Seite des Ventilsitzes 14 befindet. Auf diese Weise ist die Bewegung des beweglichen Kerns 40 in der Ventilöffnungsrichtung beschränkt.

[0068] Wie in **Fig. 1** gezeigt wird, sind eine radial äußere Seite des Einlassabschnitts 24 und eine radial äußere Seite des dritten rohrförmigen Abschnitts 23 mit Harz ausgeformt. An diesem ausgeformten Abschnitt ist ein Verbinder 27 ausgebildet. Anschlüsse 271, welche der Spule 72 die elektrische Leistung zuführen, sind in dem Verbinder 27 einsatzgeformt. Ein Halter 26, welcher in eine rohrförmige Form geformt ist, ist derart auf einer radial äußeren Seite der Spule 72 platziert, dass der Halter 26 die Spule 72 abdeckt.

[0069] Bei der vorliegenden Ausführungsform sind der Federsitz 81 und der Befestigungsabschnitt 82 durch den rohrförmigen Abschnitt 83 zusammengefügt. Der Federsitz 81, der Befestigungsabschnitt 82 und der rohrförmige Abschnitt 83 sind aus Metall hergestellt, wie beispielsweise Edelstahl, und sind integral in einem Stück ausgebildet. Bei der folgenden Beschreibung der vorliegenden Ausführungsform wird ein Element, in welchem der Federsitz 81, der Befestigungsabschnitt 82 und der rohrförmige

Abschnitt 83 integral in einem Stück ausgebildet sind, auch als ein spezifisches Element 80 bezeichnet werden. Das heißt, dass das spezifische Element 80 den Federsitz 81, den Befestigungsabschnitt 82 und den rohrförmigen Abschnitt 83 beinhaltet. Ein Härtegrad des spezifischen Elements 80 ist derart eingestellt, dass dieser niedriger ist als der Härtegrad der Nadel 30 und der gleiche wie der Härtegrad des ersten rohrförmigen Abschnitts 21 ist.

[0070] Der Federsitz 81 ist in eine kreisförmige Ringplattenform geformt und auf der Seite des Ventilsitzes 14 des beweglichen Kerns 40 an einer Stelle platziert, die auf der radial äußeren Seite des Nadel-Hauptkörpers 31 angeordnet ist.

[0071] Der Befestigungsabschnitt 82 ist in eine kreisförmige Ringform geformt und an einer Stelle, die sich auf der radial äußeren Seite des Nadel-Hauptkörpers 31 befindet, zwischen dem beweglichen Kern 40, welcher sich auf einer Seite des Befestigungsabschnitts 82 befindet, und dem Federsitz 81 und dem radialen Loch 314, welche sich auf der anderen Seite des Befestigungsabschnitts 82 befinden, platziert. Eine Innenwand des Befestigungsabschnitts 82 ist an die Außenwand des Nadel-Hauptkörpers 31 eingepasst, und dabei ist der Befestigungsabschnitt 82 an dem Nadel-Hauptkörper 31 befestigt.

[0072] Der rohrförmige Abschnitt 83 ist in eine zylindrische rohrförmige Form geformt. Ein Ende des rohrförmigen Abschnitts 83 ist mit dem Federsitz 81 verbunden, und das andere Ende des rohrförmigen Abschnitts 83 ist mit dem Befestigungsabschnitt 82 verbunden. Auf diese Weise ist der Federsitz 81 an der radial äußeren Seite des Nadel-Hauptkörpers 31 an der Stelle befestigt, welche sich auf der Seite des Ventilsitzes 14 des beweglichen Kerns 40 befindet. Das heißt, dass das spezifische Element 80 durch das Presspassen des Befestigungsabschnitts 82 an den Nadel-Hauptkörper 31 an dem Nadel-Hauptkörper 31 befestigt ist.

[0073] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist der Federsitz 81 derart ausgebildet, dass eine Plattendicke des Federsitzes 81, d. h. eine axiale Länge L1 des Federsitzes 81, kleiner ist als eine axiale Länge L2 des Befestigungsabschnitts 82.

[0074] Die Feder 73 ist zum Beispiel eine Schraubendruckfeder und ist derart platziert, dass ein Ende der Feder 73 den Federsitz 81 kontaktiert und das andere Ende der Feder 73 den Boden der Aussparung 44 des beweglichen Kerns 40 kontaktiert. Die Feder 73 kann den beweglichen Kern 40 hin zu dem stationären Kern 50 vorspannen. Eine Vorspannkraft der Feder 73 ist kleiner als die Vorspannkraft der Feder 71. Die Vorspannkraft der Feder 73 ist durch Anpassen einer relativen Position des Feder-

sitzes 81 relativ zu dem Nadel-Hauptkörper 31, d. h. einer Presspass-Position des Befestigungsabschnitts 82 an den Nadel-Hauptkörper 31, anpassbar.

[0075] Die Führung 90 ist auf der Seite des Ventilsitzes 14 des beweglichen Kerns 40 an dem Inneren des Gehäuses 20 platziert. Die Führung 90 befindet sich an einer Position, die dem Federsitz 81 in der axialen Richtung der Achse Ax1 des Gehäuses 20 entspricht. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist die Führung 90, ähnlich wie der erste rohrförmige Abschnitt 21 des Gehäuses 20, aus einem magnetischen Material wie beispielsweise ferritischem Edelstahl hergestellt und diese ist in eine zylindrische rohrförmige Form geformt. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist die Führung 90 integral mit dem ersten rohrförmigen Abschnitt 21 ausgebildet.

[0076] Ein Innendurchmesser der Führung 90 ist derart eingestellt, dass dieser gleich oder etwas größer als der Außendurchmesser des Federsitzes 81 ist. Daher ist eine Innenwand der Führung 90 relativ zu einer Außenwand des Federsitzes 81 verschiebbar. Auf diese Weise kann die Führung 90 die Hin- und Herbewegung der Nadel 30 in der axialen Richtung durch den Federsitz 81 führen.

[0077] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist das Endteil auf der Seite des Ventilsitzes 14 der Nadel 30 durch die Innenwand des rohrförmigen Düsenabschnitts 11 der Düse 10 hin- und herbewegbar gelagert und ein Teil auf der Seite des stationären Kerns 50 (ein Teil, das der Position des Federsitzes 81 entspricht) der Nadel 30 ist durch die Führung 90 hin- und herbewegbar gelagert. Wie vorstehend erörtert, wird die Hin- und Herbewegung der Nadel 30 in der axialen Richtung an zwei Stellen geführt, die eine nach der anderen in der axialen Richtung der Achse Ax1 des Gehäuses 20 platziert sind.

[0078] Die Feder 71 spannt das Spalt-Bildungselement 60 hin zu dem Ventilsitz 14 vor, sodass der Plattenabschnitt 61 des Spalt-Bildungselements 60 die Nadel 30 kontaktiert, und dabei wird der Dichtungsabschnitt 32 der Nadel 30 gegen den Ventilsitz 14 vorgespannt. Zu diesem Zeitpunkt spannt die Feder 73 den beweglichen Kern 40 hin zu dem stationären Kern 50 vor, sodass der Erstreckungsabschnitt 62 des Spalt-Bildungselements 60 den beweglichen Kern 40 kontaktiert. In diesem Zustand ist der axiale Spalt CL1 zwischen der Kontaktoberfläche 34 des Flansches 33 der Nadel 30 und dem beweglichen Kern 40 ausgebildet, und ein Spalt CL3 ist zwischen dem Boden der Aussparung 44 des beweglichen Kerns 40 und dem Befestigungsabschnitt 82 ausgebildet (vergleiche Fig. 2).

[0079] Der bewegliche Kern 40 ist in der axialen Richtung zwischen dem Flansch 33 (der Kontakt-

oberfläche 34) der Nadel 30 und dem Befestigungsabschnitt 82 hin- und herbewegbar. Der Boden der Aussparung 44 des beweglichen Kerns 40 ist mit einem Endteil auf der Seite des beweglichen Kerns 40 des Befestigungsabschnitts 82 kontaktierbar. Der Befestigungsabschnitt 82 kann die Relativbewegung des beweglichen Kerns 40 relativ zu der Nadel 30 hin zu dem Ventilsitz 14 durch Kontakt des Befestigungsabschnitts 82 mit dem beweglichen Kern 40 beschränken.

[0080] Außerdem ist bei der vorliegenden Ausführungsform ein zylindrischer Raum S2, welcher ein Raum in einer zylindrischen Form ist, zwischen dem rohrförmigen Abschnitt 83 und dem Federsitz 81, welche sich auf einer Seite des zylindrischen Raums S2 befinden, und dem Nadel-Hauptkörper 31, welcher sich auf der anderen Seite des zylindrischen Raums S2 befindet, ausgebildet. Die radialen Löcher 314 der Nadel 30 stehen mit dem zylindrischen Raum S2 Verbindung. Somit kann der Kraftstoff in dem axialen Loch 313 durch die radialen Löcher 314 und den zylindrischen Raum S2 hin zu der Seite des Ventilsitzes 14 des Federsitzes 81 strömen.

[0081] Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die Nadel 30 und der bewegliche Kern 40 in einem Zustand, in dem der bewegliche Kern 40 magnetisch hin zu dem stationären Kern 50 gezogen wird, wenn die Erregung der Spule 72 gestoppt wird, hin zu dem Ventilsitz 14 vorgespannt, indem die Vorspannkraft der Feder 71 über das Spalt-Bildungselement 60 übertragen wird. Auf diese Weise bewegt sich die Nadel 30 in der Ventilschließrichtung, sodass der Dichtungsabschnitt 32 den Ventilsitz 14 kontaktiert, und dabei ist das Ventil geschlossen. Somit sind die Einspritzlöcher 13 geschlossen.

[0082] Nach dem Kontaktieren des Dichtungsabschnitts 32 mit dem Ventilsitz 14 wird der bewegliche Kern 40 durch Massesträgheit relativ zu der Nadel 30 hin zu dem Ventilsitz 14 bewegt. Zu diesem Zeitpunkt kann der Befestigungsabschnitt 82 eine überschüssige Bewegung des beweglichen Kerns 40 hin zu dem Ventilsitz 14 durch Kontakt des Befestigungsabschnitts 82 mit dem beweglichen Kern 40 beschränken. Auf diese Weise kann die Verschlechterung der Reaktion zu dem nächsten Ventilöffnungszeitpunkt beschränkt sein. Außerdem kann der Schlag zu dem Zeitpunkt, wenn der bewegliche Kern 40 mit dem Befestigungsabschnitt 82 kontaktiert, durch die Vorspannkraft der Feder 73 verringert werden, und dabei ist es möglich, die sekundäre Ventilöffnung zu begrenzen, welche durch Aufprallen der Nadel 30 an dem Ventilsitz 14 verursacht wird. Außerdem ist die Bewegung des beweglichen Kerns 40 hin zu dem Ventilsitz 14 durch den Befestigungsabschnitt 82 beschränkt, sodass es möglich ist, eine exzessive Kompression der Feder 73 zu beschränken. Somit

ist es möglich, die sekundäre Ventilöffnung, die aufgrund des Vorspannens des beweglichen Kerns 40 in der Ventilöffnungsrichtung durch eine Rückstellkraft der Feder 73, welche exzessiv komprimiert wird, durch eine Rekollision des beweglichen Kerns 40 gegen den Flansch 33 verursacht wird, zu beschränken.

[0083] Bei der vorliegenden Ausführungsform beinhaltet das Spalt-Bildungselement 60 ferner einen Durchlass 621. Der Durchlass 621 ist in einer Form einer Nut ausgebildet, die von einem Endteil auf der Seite eines beweglichen Kerns 40 des Erstreckungsabschnitts 62 hin zu dem Plattenabschnitt 61 ausgespart ist. Der Durchlass 621 verbindet die Innenwand mit der Außenwand des Erstreckungsabschnitts 62. Auf diese Weise kann der Kraftstoff zu dem Zeitpunkt, wenn der Erstreckungsabschnitt 62 mit dem beweglichen Kern 40 kontaktiert, in dem kranzförmigen Raum S1 durch den Durchlass 621 zu der Außenseite des Erstreckungsabschnitts 62 strömen. Außerdem kann der Kraftstoff an der Außenseite des Erstreckungsabschnitts 62 durch den Durchlass 621 in das Innere des Erstreckungsabschnitts 62 d. h. den kranzförmigen Raum S1 strömen. Somit ist es zu dem Zeitpunkt, wenn der Erstreckungsabschnitt 62 mit dem beweglichen Kern 40 kontaktiert, möglich, eine Dämpferwirkung zu beschränken, die aufgrund einer Gegenwart des Kraftstoffs in dem kranzförmigen Raum S1 erzeugt wird. Daher ist es möglich, eine Verringerung einer kinetischen Energie des beweglichen Kerns 40 zu dem Zeitpunkt zu beschränken, zu dem der bewegliche Kern 40 gegen die Kontaktoberfläche 34 des Flansches 33 stößt.

[0084] Der Kraftstoff, welcher ausgehend von dem Einlassabschnitt 24 zugeführt wird, strömt durch den stationären Kern 50, das Einstellrohr 53, das Loch 611 des Spalt-Bildungselements 60, das axiale Loch 313 der Nadel 30, die radialen Löcher 314, den zylindrischen Raum S2, den Spalt zwischen dem ersten rohrförmigen Abschnitt 21 und der Nadel 30, und den Spalt zwischen der Düse 10 und der Nadel 30, d. h. den Kraftstoffdurchlass 100, und wird zu den Einspritzlöchern 13 geführt. Zu dem Zeitpunkt des Betriebs der Kraftstoffeinspritzvorrichtung 1 wird ein Bereich um den beweglichen Kern 40 herum mit dem Kraftstoff gefüllt. Außerdem strömt der Kraftstoff zu dem Zeitpunkt des Betriebs der Kraftstoffeinspritzvorrichtung 1 durch die Durchgangslöcher 43 des beweglichen Kerns 40. Daher kann der bewegliche Kern 40 sich in der axialen Richtung an dem Inneren des Gehäuses 20 geschmeidig hin- und herbewegen.

[0085] Als nächstes wird ein Zusammenbauverfahren der Nadel 30, des beweglichen Kerns 40, des

spezifischen Elements 80 und der Feder 73 beschrieben werden.

Zusammenbauschritt für einen beweglichen Kern

[0086] Zuallererst werden der bewegliche Kern 40 und die Nadel 30 zusammengebaut, indem der Nadel-Hauptkörper 31 derart durch das axiale Loch 42 des beweglichen Kerns 40 eingefügt wird, dass das Endteil auf der Seite des Dichtungsabschnitts 32 des Nadel-Hauptkörpers 31 zuerst in das axiale Loch 42 des beweglichen Kerns 40 eingefügt wird.

Zusammenbauschritt für eine Feder

[0087] Als nächstes wird die Feder 73 zusammengebaut, indem der Nadel-Hauptkörper 31 derart durch das Innere der Feder 73 eingefügt wird, dass das Endteil auf der Seite des Dichtungsabschnitts 32 des Nadel-Hauptkörpers 31 zuerst in das Innere der Feder 73 eingefügt wird.

Zusammenbauschritt für ein spezifisches Element

[0088] Als nächstes wird der Befestigungsabschnitt 82 an den Nadel-Hauptkörper 31 pressgepasst, indem der Nadel-Hauptkörper 31 derart in das Innere des Befestigungsabschnitts 82 des spezifischen Elements 80 eingefügt wird, dass das Endteil auf der Seite des Dichtungsabschnitts 32 des Nadel-Hauptkörpers 31 zuerst in das Innere des Befestigungsabschnitts 82 des spezifischen Elements 80 eingefügt wird. Zu diesem Zeitpunkt wird eine relative Position (eine Presspass-Position) des spezifischen Elements 80 relativ zu dem Nadel-Hauptkörper 31 derart angepasst, dass ein Abstand zwischen dem Flansch 33 und dem Befestigungsabschnitt 82 eine vorgegebene Größe annimmt.

[0089] Es ist möglich eine Anordnung zu erhalten, welche die Nadel 30, den beweglichen Kern 40, das spezifische Element 80 und die Feder 73 beinhaltet, die zusammengebaut werden, indem die vorstehenden Schritte ausgeführt werden.

[0090] Als nächstes wird der Betrieb der Kraftstoffeinspritzvorrichtung 1 der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf die **Fig. 2** bis **Fig. 5** beschrieben werden.

[0091] Wie in **Fig. 2** gezeigt wird, kontaktiert der Dichtungsabschnitt 32 der Nadel 30 den Ventilsitz 14, wenn die Spule 72 nicht erregt wird, während der Plattenabschnitt 61 des Spalt-Bildungselements 60 die Nadel 30 kontaktiert und der Erstreckungsabschnitt 62 des Spalt-Bildungselements 60 den beweglichen Kern 40 kontaktiert. Zu diesem Zeitpunkt ist der axiale Spalt CL1, welcher die vorgegebene Größe aufweist, zwischen der Kontaktoberfläche

che 34 des Flansches 33 und dem beweglichen Kern 40 ausgebildet.

[0092] Wenn die Spule 72 in dem Zustand, der in **Fig. 2** gezeigt wird, erregt wird, dann wird der bewegliche Kern 40 magnetisch zu dem stationären Kern 50 gezogen und wird dabei hin zu dem stationären Kern 50 bewegt, während der bewegliche Kern 40 das Spalt-Bildungselement 60 nach oben drückt und in dem axialen Spalt CL1 beschleunigt wird. Der bewegliche Kern 40, welcher in dem axialen Spalt CL1 beschleunigt wird und sich dabei in dem Zustand erhöhter kinetischer Energie befindet, stößt gegen die Kontaktoberfläche 34 des Flansches 33 (vergleiche **Fig. 3**). Auf diese Weise wird die Nadel 30 in der Ventilöffnungsrichtung bewegt, sodass der Dichtungsabschnitt 32 weg von dem Ventilsitz 14 bewegt wird, wobei dies in der Ventilöffnung resultiert. Somit beginnt die Kraftstoffeinspritzung ausgehend von den Einspritzlöchern 13. Zu diesem Zeitpunkt wird der axiale Spalt CL1 gleich null. Außerdem ist der Spalt CL3 im Vergleich zu dem Zustand erhöht, der in **Fig. 2** gezeigt wird.

[0093] Wenn der bewegliche Kern 40 ausgehend von dem Zustand, der in **Fig. 3** gezeigt wird, weiter hin zu dem stationären Kern 50 bewegt wird, kontaktiert der bewegliche Kern 40 die Buchse 52. Dabei ist die Bewegung des beweglichen Kerns 40 in der Ventilöffnungsrichtung beschränkt. Zu diesem Zeitpunkt wird die Nadel 30 durch die Masseträgheit weiter in der Ventilöffnungsrichtung bewegt und kontaktiert den Plattenabschnitt 61 des Spalt-Bildungselements 60 (vergleiche **Fig. 4**).

[0094] In einem Zustand, der in **Fig. 4** gezeigt wird, werden der bewegliche Kern 40 und die Nadel 30 durch die Vorspannkraft der Feder 71, die über das Spalt-Bildungselement 60 übertragen wird, in der Ventilschließrichtung bewegt, wenn die Erregung der Spule 72 gestoppt wird. Wenn der Dichtungsabschnitt 32 der Nadel 30 den Ventilsitz 14 kontaktiert und das Ventil dabei geschlossen ist, wird der bewegliche Kern 40 durch die Masseträgheit weiter in der Ventilschließrichtung bewegt und kontaktiert den Befestigungsabschnitt 82 (vergleiche **Fig. 5**). Dabei ist die Bewegung des beweglichen Kerns 40 in der Ventilschließrichtung beschränkt. Zu diesem Zeitpunkt ist der bewegliche Kern 40 von dem Erstreckungsabschnitt 62 des Spalt-Bildungselements 60 beabstandet. Außerdem wird der Spalt CL3 gleich null. Danach wird der bewegliche Kern 40 durch die Vorspannkraft der Feder 73 in der Ventilöffnungsrichtung bewegt und kontaktiert den Erstreckungsabschnitt 62 des Spalt-Bildungselements 60 (vergleiche **Fig. 2**).

[0095] Wie vorstehend erörtert, beinhaltet (1) die Düse 10 gemäß der vorliegenden Ausführungsform die Einspritzlöcher 13, durch welche der Kraftstoff

eingespritzt wird, und den Ventilsitz 14, welcher um die Einspritzlöcher 13 ausgebildet und in die Ringform geformt ist.

[0096] Das Gehäuse 20 ist in die rohrförmige Form geformt und weist das eine Ende auf, das mit der Düse 10 verbunden ist, und das Gehäuse 20 weist den Kraftstoffdurchlass 100 auf, welcher in dem Inneren des Gehäuses 20 ausgebildet ist und mit den Einspritzlöchern 13 in Verbindung steht.

[0097] Die Nadel 30 weist auf: den Nadel-Hauptkörper 31, welcher in die Stabform geformt ist; den Dichtungsabschnitt 32, welcher derart an dem einen Ende des Nadel-Hauptkörpers 31 ausgebildet ist, dass der Dichtungsabschnitt 32 mit dem Ventilsitz 14 kontaktierbar ist; und den Flansch 33, welcher auf der radial äußeren Seite des anderen Endes des Nadel-Hauptkörpers 31 ausgebildet ist. Die Nadel 30 ist derart installiert, dass die Nadel 30 in dem Kraftstoffdurchlass 100 hin- und herbewegbar ist, und wenn der Dichtungsabschnitt 32 sich weg von dem Ventilsitz 14 bewegt oder diesen kontaktiert, öffnet oder schließt die Nadel 30 die Einspritzlöcher 13.

[0098] Der bewegliche Kern 40 ist derart installiert, dass der bewegliche Kern 40 relativ zu dem Nadel-Hauptkörper 31 beweglich ist und die Oberfläche aufweist, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist und mit der Oberfläche (der Kontaktoberfläche 34) des Flansches 33, die sich auf der Seite des Ventilsitzes 14 befindet, kontaktierbar ist.

[0099] Der stationäre Kern 50 ist auf der gegenüberliegenden Seite des beweglichen Kerns 40, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist, in dem Inneren des Gehäuses 20 installiert.

[0100] Die Feder 71 ist auf der gegenüberliegenden Seite der Nadel 30 platziert, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist, und die Feder 71 kann betrieben werden, um die Nadel 30 und den beweglichen Kern 40 hin zu dem Ventilsitz 14 vorzuspannen.

[0101] Die Spule 72 kann betrieben werden, um den beweglichen Kern 40 derart hin zu dem stationären Kern 50 zu ziehen, dass der bewegliche Kern 40 den Flansch 33 kontaktiert und die Nadel 30 hin zu der gegenüberliegenden Seite antreibt, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist, wenn die Spule 72 erregt wird.

[0102] Der Federsitz 81 ist in die Ringform geformt und auf der radial äußeren Seite des Nadel-Hauptkörpers 31 auf der Seite des Ventilsitzes 14 des beweglichen Kerns 40 platziert.

[0103] Die Feder 73 ist zwischen dem beweglichen Kern 40 und dem Federsitz 81 platziert und weist die Vorspannkraft auf, welche kleiner ist als die Vorspannkraft der Feder 71. Die Feder 73 kann betrieben werden, um den beweglichen Kern 40 hin zu dem stationären Kern 50 vorzuspannen.

[0104] Die Führung 90 ist auf der Seite des Ventilsitzes 14 des beweglichen Kerns 40 in dem Inneren des Gehäuses 20 platziert. Die Innenwand der Führung 90 ist relativ zu der Außenwand des Federsitzes 81 verschiebbar, um eine Hin- und Herbewegung der Nadel 30 zu führen. Bei der vorstehenden Konstruktion wird die Hin- und Herbewegung der Nadel 30 in der axialen Richtung stabilisiert.

[0105] Wie vorstehend erörtert, ist die Hin- und Herbewegung des Nadel-Hauptkörpers 31 gemäß der vorliegenden Ausführungsform durch die Führung 90 durch den Federsitz 81 geführt. Das heißt, dass der Federsitz 81 nicht die doppelte Gleitstruktur des Spalt-Bildungselements der Patentliteratur 1 aufweist. Daher ist es möglich, den Gleitwiderstand zu verringern, welcher auf den Federsitz 81 und die Nadel 30 angewendet wird, und dabei ist es möglich, die Abnutzung oder ungleichmäßige Abnutzung der Gleitoberfläche bei einer Langzeitverwendung zu beschränken. Auf diese Weise ist es möglich, eine Verschlechterung der Reaktion der Nadel 30 zu beschränken und die axiale Hin- und Herbewegung der Nadel 30 kann für eine lange Zeit stabilisiert werden. Somit ist es möglich, Variationen hinsichtlich der Kraftstoffeinspritzmenge zu beschränken, welche von der Kraftstoffeinspritzvorrichtung 1 eingespritzt wird. Außerdem ist es möglich, die Erzeugung von Abnutzungsabrieb zu beschränken. Somit ist es möglich, das Klemmen des Abnutzungsabriebs zwischen den Elementen zu beschränken, welche dazwischen eine Relativbewegung machen, und dabei ist es möglich, Fehlfunktionen zu beschränken.

[0106] Außerdem wird gemäß der vorliegenden Ausführungsform zu dem Zeitpunkt, wenn die Hin- und Herbewegung der Nadel 30 geführt wird, die Außenwand des Federsitzes 81 relativ zu der Innenwand der Führung 90 verschoben. Daher wird im Vergleich zu der doppelten Gleitstruktur das Dimensionierungsmanagement der Komponenten erleichtert und es ist möglich, Variationen hinsichtlich des Gleitwiderstands von Produkt zu Produkt zu beschränken. Somit ist es möglich, Variationen hinsichtlich der Kraftstoffeinspritzmenge von einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung 1 zu einer anderen Kraftstoffeinspritzvorrichtung 1 zu beschränken.

[0107] Außerdem ist der Federsitz 81 gemäß der vorliegenden Ausführungsform bei dem Nadel-Hauptkörper 31 anstatt bei dem Gehäuse 20 vorgesehen. Daher kann der Abstand zwischen dem Federsitz 81 und dem beweglichen Kern 40 genau

eingestellt werden. Somit ist es möglich, die Variationen hinsichtlich der Vorspannkraft der Feder 73 von einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung 1 zu einer anderen Kraftstoffeinspritzvorrichtung 1 zu beschränken. Auf diese Weise ist es möglich, die Variationen hinsichtlich der Kraftstoffeinspritzmenge von einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung 1 zu einer anderen Kraftstoffeinspritzvorrichtung 1 zu beschränken.

[0108] Außerdem beinhaltet die Kraftstoffeinspritzvorrichtung 1 der vorliegenden Ausführungsform ferner das Spalt-Bildungselement 60. Das Spalt-Bildungselement 60 beinhaltet: den Plattenabschnitt 61, der derart auf der gegenüberliegenden Seite der Nadel 30 platziert ist, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist, dass die eine Endoberfläche des Plattenabschnitts 61 mit der Nadel 30 kontaktierbar ist; und den Erstreckungsabschnitt 62, der ausgebildet ist, um sich ausgehend von dem Plattenabschnitt 61 hin zu der Seite des Ventilsitzes 14 zu erstrecken, während das gegenüberliegende Endteil des Erstreckungsabschnitts 62, welches gegenüber zu dem Plattenabschnitt 61 angeordnet ist, mit der Oberfläche des beweglichen Kerns 40, die sich auf der Seite des stationären Kerns 50 befindet, kontaktierbar ist. Das Spalt-Bildungselement 60 ist dazu konfiguriert, den axialen Spalt CL1 auszubilden, welcher ein Spalt ist, der in der axialen Richtung zwischen dem Flansch 33 und dem beweglichen Kern 40 definiert ist, wenn der Plattenabschnitt 61 und der Erstreckungsabschnitt 62 jeweils die Nadel 30 und den beweglichen Kern 40 kontaktieren. Daher kann zu dem Zeitpunkt, zu dem der bewegliche Kern 40 durch die Erregung der Spule 72 magnetisch hin zu dem stationären Kern 50 gezogen wird, der bewegliche Kern 40 gegen den Flansch 33 stoßen, nachdem der bewegliche Kern 40 in dem axialen Spalt CL1 beschleunigt wird. Auf diese Weise kann der bewegliche Kern 40, welcher durch die Beschleunigung des beweglichen Kerns 40 in dem axialen Spalt CL1 die erhöhte kinetische Energie aufweist, gegen den Flansch 33 stoßen. Daher ist die Ventilöffnung der Nadel 30 möglich, selbst wenn der Kraftstoffdruck in dem Kraftstoffdurchlass 100 hoch ist. Somit kann der Hochdruckkraftstoff eingespritzt werden.

[0109] Außerdem (3) ist das Spalt-Bildungselement 60 gemäß der vorliegenden Ausführungsform derart ausgebildet, dass die Wandoberfläche 601 auf der inneren Seite des Spalt-Bildungselements 60, welche eine Wandoberfläche gegenüber der Außenwandoberfläche 331 des Flansches ist, die ein Teil der Außenwand des Flansches 33 ist, relativ zu der Außenwandoberfläche 331 des Flansches verschiebbar ist, und die Wandoberfläche 602 auf der äußeren Seite des Spalt-Bildungselements 60, welche eine Wandoberfläche gegenüber der Innenwandoberfläche 501 des stationären Kerns ist, die ein Teil der Innenwand des stationären Kerns 50 ist,

zwischen der Wandoberfläche 602 auf der äußeren Seite des Spalt-Bildungselements 60 und der Innenwandoberfläche 501 des stationären Kerns den radialen Spalt CL2 ausbildet, welcher ein Spalt ist, der in der radialen Richtung definiert ist.

[0110] Wie vorstehend erörtert, gleitet gemäß der vorliegenden Ausführungsform zwischen der Wandoberfläche 601 auf der inneren Seite und der Wandoberfläche 602 auf der äußeren Seite des Spalt-Bildungselements 60 nur die Wandoberfläche 601 auf der inneren Seite relativ zu dem anderen Element (dem Flansch 33) und die Wandoberfläche 602 auf der äußeren Seite gleitet nicht relativ zu dem anderen Element (dem stationären Kern 50). Somit kann der gesamte Gleitwiderstand, welcher auf das Spalt-Bildungselement 60 angewendet wird, reduziert werden.

[0111] Bei der vorstehend erörterten Ausführungsform wird das Spalt-Bildungselement 60 derart konstruiert, dass die Wandoberfläche 601 auf der inneren Seite relativ zu der Außenwandoberfläche 331 des Flansches gleitet. Daher ist die radiale Bewegung des Spalt-Bildungselements 60 relativ zu der Nadel 30 beschränkt. Dabei ist es möglich, das Gleiten der Wandoberfläche 602 auf der äußeren Seite des Spalt-Bildungselements 60 relativ zu der Innenwandoberfläche 501 des stationären Kerns (der Innenwand der Buchse 52) zu beschränken.

[0112] Außerdem (4) beinhaltet die Kraftstoffeinspritzvorrichtung 1 der vorliegenden Ausführungsform ferner den Befestigungsabschnitt 82. Der Befestigungsabschnitt 82 ist in die Ringform geformt. Der Befestigungsabschnitt 82 ist an der radial äußeren Seite des Nadel-Hauptkörpers 31 an der Stelle zwischen dem beweglichen Kern 40 und dem Federsitz 81 befestigt und ist mit dem Federsitz 81 verbunden. Auf diese Weise ist der Federsitz 81 an der radial äußeren Seite des Nadel-Hauptkörpers 31 befestigt.

[0113] Außerdem (5) ist gemäß der vorliegenden Ausführungsform der Befestigungsabschnitt 82 mit der Oberfläche des beweglichen Kerns 40, die sich auf der Seite des Ventilsitzes 14 befindet, kontaktierbar, um eine Bewegung des beweglichen Kerns 40 hin zu der Seite des Ventilsitzes 14 zu beschränken. Auf diese Weise kann die Verschlechterung der Reaktion zu dem nächsten Ventilöffnungszeitpunkt beschränkt sein. Außerdem kann der Schlag zu dem Zeitpunkt, wenn der bewegliche Kern 40 mit dem Befestigungsabschnitt 82 kontaktiert, durch die Vorspannkraft der Feder 73 verringert werden, und dabei ist es möglich, die sekundäre Ventilöffnung zu begrenzen, welche durch Aufprallen der Nadel 30 an dem Ventilsitz 14 verursacht wird. Außerdem ist die Bewegung des beweglichen Kerns 40 hin zu dem Ventilsitz 14 durch den Befestigungsabschnitt 82

beschränkt, sodass es möglich ist, eine exzessive Kompression der Feder 73 zu beschränken. Somit ist es möglich, die sekundäre Ventilöffnung zu beschränken, die aufgrund des Vorspannens des beweglichen Kerns 40 in der Ventilöffnungsrichtung durch die Rückstellkraft der Feder 73, welche exzessiv komprimiert wird, durch eine Rekollision des beweglichen Kerns 40 gegen den Flansch 33 verursacht wird.

[0114] Außerdem (6) beinhaltet die Kraftstoffeinspritzvorrichtung 1 der vorliegenden Ausführungsform ferner den rohrförmigen Abschnitt 83. Der rohrförmige Abschnitt 83 ist in die rohrförmige Form geformt und fügt den Federsitz 81 mit dem Befestigungsabschnitt 82 zusammen. Der rohrförmige Abschnitt 83 und die Innenwand des Federsitzes 81 bilden den zylindrischen Raum S2 aus zwischen: dem rohrförmigen Abschnitt 83 und der Innenwand des Federsitzes 81; und der Außenwand des Nadel-Hauptkörpers 31. Daher strömt der Kraftstoff ausgehend von der Seite des Ventilsitzes 14 in den zylindrischen Raum S2, wenn die Nadel 30 in der Ventilschließrichtung bewegt wird. Auf diese Weise ist es möglich, einen exzessiven Anstieg der Bewegungsgeschwindigkeit der Nadel 30 zu dem Zeitpunkt, wenn die Nadel 30 sich in der Ventilschließrichtung bewegt, zu beschränken. Daher ist es möglich, die sekundäre Ventilöffnung zu beschränken, die durch das Abprallen der Nadel 30 an dem Ventilsitz 14 verursacht wird.

Zweite Ausführungsform

[0115] Fig. 6 zeigt einen Abschnitt der Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform im Hinblick auf die Form des Federsitzes 81.

[0116] Bei der zweiten Ausführungsform ist der Federsitz 81 derart ausgebildet, dass die Plattendicke, d. h. die axiale Länge L1 des Federsitzes 81, mit der axialen Länge L2 des Befestigungsabschnitts 82 zusammenfällt.

[0117] Außerdem sind Ecken von zwei gegenüberliegenden Endteilen des Federsitzes 81, welche einander in der axialen Richtung gegenüberliegen, angefast.

[0118] Wie vorstehend erörtert, (7) ist bei der vorliegenden Ausführungsform der Federsitz 81 derart ausgebildet, dass die axiale Länge L1 des Federsitzes 81 mit der axialen Länge L2 des Befestigungsabschnitts 82 zusammenfällt. Somit ist eine Gleitlänge, entlang welcher der Federsitz 81 und die Führung 90 relativ zu einander verschoben werden, länger als die bei der ersten Ausführungsform. Dabei kann die

Führung 90 die axiale Hin- und Herbewegung der Nadel 30 stabiler führen.

[0119] Außerdem sind die Ecken bei der vorliegenden Ausführungsform von den gegenüberliegenden Endteilen des Federsitzes 81, welche einander in der axialen Richtung gegenüberliegen, angefast. Daher ist es zu dem Zeitpunkt, wenn die Nadel 30 in der axialen Richtung hin- und herbewegt wird, möglich, ein Anhaften der Ecken des Federsitzes 81 an der Innenwand der Führung 90 zu beschränken. Auf diese Weise ist es möglich, ein Betriebsversagen der Nadel 30 zu beschränken.

Dritte Ausführungsform

[0120] Fig. 7 zeigt einen Abschnitt der Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Die dritte Ausführungsform unterscheidet sich von der zweiten Ausführungsform im Hinblick auf die Form des Federsitzes 81.

[0121] Bei der dritten Ausführungsform ist der Federsitz 81 derart ausgebildet, dass ein Umriss der Außenwand des Federsitzes 81 in einer Form einer gekrümmten Linie vorliegt, die hin zu der Innenwand der Führung 90 in einem Querschnitt des Federsitzes 81 vorragt, welcher entlang einer gedachten Ebene PL1 vorgenommen worden ist, welche die Achse Ax1 beinhaltet. Das heißt, dass die Außenwand des Federsitzes 81, welche relativ zu der Innenwand der Führung 90 verschoben wird, in einer Form einer gekrümmten Oberfläche vorliegt, die in der axialen Richtung der Achse Ax1 gekrümmt ist.

[0122] Wie vorstehend erörtert, (9) ist der Federsitz 81 bei der vorliegenden Ausführungsform derart ausgebildet, dass der Umriss der Außenwand des Federsitzes 80 in der Form der gekrümmten Linie vorliegt, die hin zu der Innenwand der Führung 90 in dem Querschnitt des Federsitzes 81 vorragt, welcher entlang der gedachten Ebene PL1 vorgenommen worden ist, welche die Achse Ax1 beinhaltet. Daher ist es möglich, die Struktur umzusetzen, welche die Gleitbewegung der Ecken der äußeren peripheren Ränder der Endteile des Federsitzes 81, welche einander in der axialen Richtung gegenüberliegen, entlang der Innenwand der Führung 90 beschränkt. Auf diese Weise ist es zu dem Zeitpunkt, wenn die Nadel 30 in der axialen Richtung hin- und herbewegt wird, möglich, ein Anhaften der Ecken des Federsitzes 81 an der Innenwand der Führung 90 zu beschränken. Somit ist es möglich, das Betriebsversagen der Nadel 30 zu beschränken.

Vierte Ausführungsform

[0123] Fig. 8 zeigt einen Abschnitt der Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Die vierte Ausführungsform unterscheidet sich von der zweiten Ausführungsform im Hinblick auf die Form des spezifischen Elements 80 und die Form der Nadel 30.

[0124] Bei der vierten Ausführungsform beinhaltet die Kraftstoffeinspritzvorrichtung nicht den Befestigungsabschnitt 82 und den rohrförmigen Abschnitt 83, die bei der zweiten Ausführungsform gezeigt werden. Das heißt, dass das spezifische Element 80 nur aus dem Federsitz 81 hergestellt ist.

[0125] Die Innenwand des Federsitzes 81 ist an die Außenwand des Nadel-Hauptkörpers 31 eingepasst, und dabei ist der Federsitz 81 an dem Nadel-Hauptkörper 31 befestigt. Das heißt, dass der Federsitz 81 an den Nadel-Hauptkörper 31 pressgepasst ist, und dabei ist das spezifische Element 80 an dem Nadel-Hauptkörper 31 befestigt. Außerdem sind Ecken von zwei gegenüberliegenden Endteilen des Federsitzes 81, welche einander in der axialen Richtung gegenüberliegen, angefast.

[0126] Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die radialen Löcher 314 der Nadel 30 auf der Seite des Ventilsitzes 14 des Federsitzes 81 ausgebildet. Daher kann der Kraftstoff in dem axialen Loch 313 durch die radialen Löcher 314 hin zu der Seite des Ventilsitzes 14 des Federsitzes 81 strömen.

[0127] Außerdem ist bei der vorliegenden Ausführungsform die Feder 73 derart ausgebildet, dass eine Festkörperlänge SL2 der Feder 73 zu einer vorgegebenen Länge wird, während die Festkörperlänge SL2 der Feder 73 eine Länge der Feder 73 in der axialen Richtung ist, die in einem Zustand gemessen wird, in dem ein Spalt zwischen axial benachbarten spiralförmigen Segmenten eines Drahtes der Feder 73 null wird, indem dieser die axial benachbarten spiralförmigen Segmente des Drahtes der Feder 73 in der axialen Richtung fest miteinander kontaktiert. Die Festkörperlänge SL1 ist derart eingestellt, dass diese in einem Zustand, in dem der Plattenabschnitt 61 des Spalt-Bildungselements 60 die Nadel 30 kontaktiert und der Erstreckungsabschnitt 62 den beweglichen Kern 40 kontaktiert, kleiner ist als ein Abstand zwischen dem beweglichen Kern 40 und dem Federsitz 81. Das heißt, dass die Festkörperlänge SL1 derart eingestellt ist, dass diese kleiner ist als die Länge SL2 der Feder 73, in diesem Zustand. Daher wird die Länge der Feder 73 zu der Ventilschließzeit zu der Festkörperlänge SL1, wenn der bewegliche Kern 40 durch die Masseträgheit in der Ventilschließrichtung bewegt wird, nachdem dieser den Dichtungsabschnitt 32 mit dem Ventilsitz 14 kontaktiert. Somit ist

die Bewegung des beweglichen Kerns 40 in der Ventilschließrichtung, d. h. hin zu dem Ventilsitz 14, beschränkt. Auf diese Weise kann die Verschlechterung der Reaktion zu dem nächsten Ventilöffnungszeitpunkt beschränkt sein.

[0128] Das Zusammenbauverfahren der Nadel 30, des beweglichen Kerns 40, des spezifischen Elements 80 und der Feder 73 der vorliegenden Ausführungsform ist das gleiche wie das der ersten Ausführungsform und dieses wird darum der Einfachheit halber nicht beschrieben werden.

[0129] Wie vorstehend erörtert, ist gemäß der vorliegenden Ausführungsform der Federsitz 81 vorgesehen, der relativ zu der Innenwand der Führung 90 verschiebbar ist, obwohl der Befestigungsabschnitt 82 und der rohrförmige Abschnitt 83 nicht vorgesehen sind. Auf diese Weise wird die Hin- und Herbewegung des Nadel-Hauptkörpers 31 durch die Führung 90 durch den Federsitz 81 geführt.

Fünfte Ausführungsform

[0130] Fig. 9 zeigt einen Abschnitt der Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Die fünfte Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform im Hinblick auf die Strukturen des Flansches 33, des spezifischen Elements 80 und der Führung 90.

[0131] Bei der fünften Ausführungsform ist der Flansch 33 getrennt von dem Nadel-Hauptkörper 31 ausgebildet. Der Flansch 33 ist aus dem gleichen Material wie das des Nadel-Hauptkörpers 31 hergestellt, d. h. dieser ist aus dem Material wie dem martensitischen Edelstahl hergestellt, welcher den relativ hohen Härtegrad aufweist. Der Flansch 33 ist mittels Presspassen oder Schweißen an einem Endteil des Nadel-Hauptkörpers 31 befestigt, welches gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist.

[0132] Außerdem ist bei der vorliegenden Ausführungsform das spezifische Element 80 aus dem gleichen Material wie das des Nadel-Hauptkörpers 31 hergestellt, d. h. dieses ist aus dem Material wie dem martensitischen Edelstahl hergestellt, welcher den relativ hohen Härtegrad aufweist. Das spezifische Element 80 ist zum Beispiel durch Presspassen oder Schweißen des Befestigungsabschnitts 82 relativ zu dem Nadel-Hauptkörper 31 an dem Nadel-Hauptkörper 31 befestigt.

[0133] Außerdem ist die Führung 90 bei der vorliegenden Ausführungsform von dem ersten rohrförmigen Abschnitt 21 getrennt ausgebildet. Die Führung 90 ist aus dem gleichen Material wie das des Federsitzes 81 hergestellt, d. h. diese ist aus dem Material wie dem martensitischen Edelstahl hergestellt, wel-

cher den relativ hohen Härtegrad aufweist. Die Führung 90 ist in eine zylindrische rohrförmige Form geformt und diese ist an einer Aussparung 211 installiert, die ausgehend von der Innenwand des ersten rohrförmigen Abschnitts 21 radial nach außen ausgespart ist.

[0134] Als nächstes wird ein Zusammenbauverfahren der Nadel 30, des beweglichen Kerns 40, des spezifischen Elements 80 und der Feder 73 beschrieben werden.

Zusammenbauschritt für ein spezifisches Element

[0135] Das spezifische Element 80 wird zusammengebaut, indem der Nadel-Hauptkörper 31 durch das Innere des Befestigungsabschnitts 82 des spezifischen Elements 80 eingefügt wird und der Befestigungsabschnitt 82 anschließend an den Nadel-Hauptkörper 31 pressgepasst oder geschweißt wird. Zu diesem Zeitpunkt wird eine relative Position (eine Presspass-Position oder eine Schweißposition) des spezifischen Elements 80 relativ zu dem Nadel-Hauptkörper 31 derart angepasst, dass ein Abstand zwischen einer Endoberfläche des Nadel-Hauptkörpers 31, welche gegenüber zu dem Dichtungsabschnitt 32 angeordnet ist, und dem Befestigungsabschnitt 82 eine vorgegebene Größe annimmt.

Zusammenbauschritt für eine Feder

[0136] Als nächstes wird die Feder 73 zusammengebaut, indem der Nadel-Hauptkörper 31 derart durch das Innere der Feder 73 eingefügt wird, dass das Endteil des Nadel-Hauptkörpers 31, welches gegenüber zu dem Dichtungsabschnitt 32 angeordnet ist, zuerst in das Innere der Feder 73 eingefügt wird.

Zusammenbauschritt für einen beweglichen Kern

[0137] Als nächstes wird der bewegliche Kern 40 zusammengebaut, indem der Nadel-Hauptkörper 31 derart in das axiale Loch 42 des beweglichen Kerns 40 eingefügt wird, dass das Endteil des Nadel-Hauptkörpers 31, welches gegenüber zu dem Dichtungsabschnitt 32 angeordnet ist, zuerst in das axiale Loch 42 des beweglichen Kerns 40 eingefügt wird.

Zusammenbauschritt für einen Flansch

[0138] Als nächstes wird der Nadel-Hauptkörper 31 derart in den Flansch 33 eingefügt, dass das Endteil des Nadel-Hauptkörpers 31, welches gegenüber zu dem Dichtungsabschnitt 32 angeordnet ist, zuerst in den Flansch 33 eingefügt wird, und der Flansch 33 an den Nadel-Hauptkörper 31 pressgepasst oder geschweißt wird. Zu diesem Zeitpunkt wird die relative Position (die Presspass-Position oder die Schweißposition) des Flansches 33 relativ zu dem

Nadel-Hauptkörper 31 derart angepasst, dass die Endoberfläche des Flansches 33, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist, allgemein bündig zu der Endoberfläche des Nadel-Hauptkörpers 31 ist, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist.

[0139] Es ist möglich die Anordnung zu erhalten, die ausgebildet wird, indem die Nadel 30, das spezifische Element 80, die Feder 73, der bewegliche Kern 40 und der Flansch 33 integral zusammengebaut werden, indem die vorstehenden Schritte ausgeführt werden.

[0140] Wie vorstehend beschrieben ist die Führung 90 gemäß der vorliegenden Ausführungsform von dem ersten rohrförmigen Abschnitt 21 getrennt ausgebildet und diese ist aus dem gleichen Material wie das des Federsitzes 81 hergestellt, d. h. diese ist aus dem Material wie dem martensitischen Edelstahl hergestellt, welcher den relativ hohen Härtegrad aufweist. Daher ist es möglich, eine Abnutzung zu beschränken, die durch die Gleitbewegung zwischen der Außenwand des Federsitzes 81 und der Innenwand der Führung 90 verursacht wird.

Sechste Ausführungsform

[0141] Fig. 10 zeigt einen Abschnitt der Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung. Die sechste Ausführungsform unterscheidet sich im Hinblick darauf von der ersten Ausführungsform, dass kein Spalt-Bildungselement 60 vorgesehen ist.

[0142] Bei der sechsten Ausführungsform ist das Spalt-Bildungselement 60, welches bei der ersten Ausführungsform erörtert wird, nicht vorgesehen. Somit ist die Feder 71 derart angeordnet, dass das Endteil auf der Seite des Ventilsitzes 14 der Feder 71 den Flansch 33 kontaktiert und die Feder 71 die Nadel 30 hin zu dem Ventilsitz 14 vorspannt. Außerdem ist der Flansch 33 derart ausgebildet, dass die Kontaktoberfläche 34 des Flansches 33 in dem Zustand (Ventilschließzeit), in dem der Dichtungsabschnitt 32 den Ventilsitz 14 kontaktiert, auf der Seite des Ventilsitzes 14 der Endoberfläche der Buchse 52 platziert ist, welche sich auf der Seite des Ventilsitzes 14 befindet (vergleiche Fig. 10). Daher kontaktiert in dem Zustand, in dem der Dichtungsabschnitt 32 den Ventilsitz 14 kontaktiert, die Oberfläche des beweglichen Kerns 40, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist, die Kontaktoberfläche 34. Genauer gesagt beträgt der axiale Spalt CL1 zwischen dem Flansch 33 und dem beweglichen Kern 40 null. Außerdem ist zu diesem Zeitpunkt der Spalt CL3 zwischen dem Boden der Aussparung 44 des beweglichen Kerns 40 und dem Befestigungsabschnitt 82 ausgebildet.

[0143] Außerdem bildet der Flansch 33 bei der vorliegenden Ausführungsform einen radialen Spalt CL4 aus, welcher ein Spalt ist, der zwischen der Außenwand des Flansches 33 und der Innenwand der Buchse 52 in der radialen Richtung ausgebildet ist. Daher gleitet die Außenwand des Flansches 33 nicht entlang der Innenwand der Buchse 52.

[0144] Bei der vorliegenden Ausführungsform beträgt der axiale Spalt CL1 zu der Ventilschließzeit null. Daher wird der bewegliche Kern 40 anders als bei der ersten Ausführungsform in dem axialen Spalt CL1 nicht beschleunigt, wenn der bewegliche Kern 40 durch den Betrieb der Spule 72 magnetisch angezogen wird. Im Ergebnis ist die vorliegende Ausführungsform im Hinblick auf die Einspritzung des Hochdruckkraftstoffs im Vergleich zu der ersten Ausführungsform weniger vorteilhaft. Allerdings ist der bewegliche Kern 40 bei der sechsten Ausführungsform, ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform, derart angeordnet, dass dieser relativ zu dem Nadel-Hauptkörper 31 beweglich ist und dieser kann den Spalt CL3 zwischen dem beweglichen Kern 40 und dem Befestigungsabschnitt 82 ausbilden. Außerdem ist die Feder 73 vorgesehen, welche den beweglichen Kern 40 hin zu dem stationären Kern 50 vorspannt. Daher ist es möglich, das Abprallen der Nadel 30 zu dem Zeitpunkt zu beschränken, wenn der Dichtungsabschnitt 32 mit dem Ventilsitz 14 zusammenstößt und dabei ist es möglich, eine nicht beabsichtigte sekundäre Ventilöffnung zu beschränken.

Andere Ausführungsformen

[0145] Bei einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung kann der Abstand zwischen der Endoberfläche des Befestigungsabschnitts 82, welche sich auf der Seite des stationären Kerns 50 befindet, und der Endoberfläche des Federsitzes 81, welche sich auf der Seite des stationären Kerns 50 befindet, kleiner sein als die Festkörperlänge der Feder 73. In einem derartigen Fall wird die Länge der Feder 73 zu der Festkörperlänge, wenn der bewegliche Kern 40 sich durch die Masseträgheit in der Ventilschließrichtung bewegt, nachdem dieser zu der Ventilschließzeit den Dichtungsabschnitt 32 mit dem Ventilsitz 14 kontaktiert. Dabei ist die Bewegung des beweglichen Kerns 40 in der Ventilschließrichtung beschränkt. Zu diesem Zeitpunkt kontaktiert der bewegliche Kern 40 den Befestigungsabschnitt 82 nicht.

[0146] Außerdem wird bei der vorstehenden Ausführungsform das Beispiel erörtert, bei dem die Ecken von den zwei gegenüberliegenden Endteilen des Federsitzes 81, welche einander in der axialen Richtung gegenüberliegen, angefasst sind. Im Gegensatz dazu kann bei einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung die Ecke von nur

einem der zwei gegenüberliegenden Endteile des Federsitzes 81, welche einander in der axialen Richtung gegenüberliegen, angefast sein.

[0147] Ferner kann bei einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung der Federsitz 81 derart ausgebildet sein, dass die Ecke von zumindest einem der zwei gegenüberliegenden Endteile des Federsitzes 81, welche einander in der axialen Richtung gegenüberliegen, wie bei der zweiten Ausführungsform angefast ist und der Umriss der Außenwand des Federsitzes 81 wie bei der dritten Ausführungsform in der Form der gekrümmten Linie vorliegt, die hin zu der Innenwand der Führung 90 in dem Querschnitt des Federsitzes 81 vorragt, welcher entlang der gedachten Ebene PL 1 vorgenommen worden ist, welche die Achse Ax1 beinhaltet.

[0148] Außerdem kann der stationäre Kern-Hauptkörper 51 bei einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung auch nicht die Aussparung 511 aufweisen und der stationäre Kern 50 kann die Buchse 52 auch nicht aufweisen. Bei einem derartigen Fall kann die Endoberfläche des beweglichen Kerns 40, welche gegenüber zu dem Ventilsitz 14 angeordnet ist, dazu konfiguriert sein, die Endoberfläche des stationären Kern-Hauptkörpers 51 zu kontaktieren, welche sich auf der Seite des Ventilsitzes 14 befindet.

[0149] Außerdem wird bei der vorstehenden Ausführungsform das Beispiel erörtert, bei dem der Erstreckungsabschnitt 62 des Spalt-Bildungselements 60 in die rohrförmige Form geformt ist. Im Gegensatz dazu sollte die Form des Erstreckungsabschnitts 62 bei einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung nicht auf die rohrförmige Form beschränkt sein. Zum Beispiel kann der Erstreckungsabschnitt 62 in einer Form einer Mehrzahl von Stäben vorliegen, von welchen jede die Wandoberfläche 601 auf der inneren Seite und die Wandoberfläche 602 auf der äußeren Seite aufweist.

[0150] Außerdem wird bei der vorstehenden Ausführungsform das Beispiel erörtert, bei dem die Düse 10 und das Gehäuse 20 (der erste rohrförmige Abschnitt 21) getrennt ausgebildet sind. Im Gegensatz dazu können bei einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung die Düse 10 und das Gehäuse 20 (der erste rohrförmige Abschnitt 21) integral in einem Stück ausgebildet sein. Außerdem können der dritte rohrförmige Abschnitt 23 und der stationäre Kern-Hauptkörper 51 integral in einem Stück ausgebildet sein.

[0151] Außerdem wird bei der vorstehenden Ausführungsform das Beispiel erörtert, bei dem der Flansch 33 an dem anderen Ende des Nadel-Hauptkörpers 31 ausgebildet ist. Im Gegensatz dazu kann der Flansch 33 bei einer anderen Ausführungsform

der vorliegenden Offenbarung an einer radial äußeren Seite eines benachbarten Teils des Nadel-Hauptkörpers 31 ausgebildet sein, welches zu dem anderen Ende des Nadel-Hauptkörpers 31 benachbart ist. In einem derartigen Fall kontaktiert der Plattenabschnitt 61 des Spalt-Bildungselements 60 nicht den Flansch 33 und kontaktiert nur mit dem Nadel-Hauptkörper 31.

[0152] Außerdem wird bei der vorstehenden Ausführungsform das Beispiel erörtert, bei dem die Durchgangslöcher 43 in dem beweglichen Kern 40 ausgebildet sind. Im Gegensatz dazu können bei einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung die Durchgangslöcher 43 auch nicht in dem beweglichen Kern 40 ausgebildet sein. In einem derartigen Fall kann die überschüssige Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen Kerns 40 beschränkt werden, obwohl die Bewegungsgeschwindigkeit des beweglichen Kerns 40 bei der anfänglichen Stufe der Erregung verringert ist. Dabei ist diese Struktur hinsichtlich eines Beschränkens des Überschreitens des Bedarfs zu der vollen Hubzeit bzw. Vollhubzeit, eines Beschränkens des Abprallens des beweglichen Kerns 40 zu der Vollhubzeit bzw. vollen Hubzeit und eines Beschränkens des Abprallens zu der Ventilschließzeit vorteilhaft.

[0153] Die Anwendung der vorliegenden Offenbarung sollte nicht auf eine Direkteinspritz-Benzinmaschine beschränkt werden. Zum Beispiel kann die vorliegende Offenbarung auf eine Portinjektions-Benzinmaschine oder eine Dieselmachine angewendet werden.

[0154] Wie vorstehend erörtert, sollte die vorliegende Ausführungsform nicht auf die vorstehenden Ausführungsformen beschränkt werden, sondern kann in verschiedenen anderen Formen ausgeführt werden, ohne sich von dem Prinzip der vorliegenden Offenbarung zu entfernen.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzvorrichtung, aufweisend:
eine Düse (10), die ein Einspritzloch (13) beinhaltet, durch welches Kraftstoff eingespritzt wird, und einen Ventilsitz (14), welcher um das Einspritzloch (13) ausgebildet und in eine Ringform geformt ist;
ein Gehäuse (20), das in eine rohrförmige Form geformt ist und ein Ende aufweist, das mit der Düse (10) verbunden ist, wobei das Gehäuse (20) einen Kraftstoffdurchlass (100) aufweist, welcher in einem Inneren des Gehäuses (20) ausgebildet ist und mit dem Einspritzloch (13) in Verbindung steht;
eine Nadel (30), die aufweist:
einen Nadel-Hauptkörper (31), welcher in eine Stabform geformt ist;
einen Dichtungsabschnitt (32), welcher derart an einem Ende des Nadel-Hauptkörpers (31) ausgebil-

det ist, dass der Dichtungsabschnitt (32) mit dem Ventilsitz (14) kontaktierbar ist; und einen Flansch (33), welcher auf einer radial äußeren Seite des Nadel-Hauptkörpers (31) an einem anderen Ende des Nadel-Hauptkörpers (31) oder um das andere Ende des Nadel-Hauptkörpers (31) herum ausgebildet ist, wobei die Nadel (30) derart installiert ist, dass die Nadel (30) in dem Kraftstoffdurchlass (100) hin- und herbewegbar ist, und die Nadel (30) das Einspritzloch (13) öffnet oder schließt, wenn der Dichtungsabschnitt (32) sich weg von dem Ventilsitz (14) bewegt oder diesen kontaktiert; einen beweglichen Kern (40), der derart installiert ist, dass der bewegliche Kern (40) relativ zu dem Nadel-Hauptkörper (31) beweglich ist und eine Oberfläche aufweist, welche gegenüber zu dem Ventilsitz (14) angeordnet ist und mit einer Oberfläche (34) des Flansches (33), die sich auf der Seite des Ventilsitzes (14) befindet, kontaktierbar ist; einen stationären Kern (50), der auf einer gegenüberliegenden Seite des beweglichen Kerns (40), welche gegenüber zu dem Ventilsitz (14) angeordnet ist, in dem Inneren des Gehäuses (20) installiert ist; ein Vorspannelement (71) auf der Seite des Ventilsitzes, das auf der gegenüberliegenden Seite der Nadel (30) platziert ist, welche gegenüber zu dem Ventilsitz (14) angeordnet ist, wobei das Vorspannelement (71) auf der Seite des Ventilsitzes betrieben werden kann, um die Nadel (30) und den beweglichen Kern (40) hin zu dem Ventilsitz (14) vorzuspannen; eine Spule (72), die betrieben werden kann, um den beweglichen Kern (40) derart hin zu dem stationären Kern (50) zu ziehen, dass der bewegliche Kern (40) den Flansch (33) kontaktiert und die Nadel (30) hin zu der gegenüberliegenden Seite antreibt, welche gegenüber zu dem Ventilsitz (14) angeordnet ist, wenn die Spule (72) erregt wird; und einen Federsitz (81), der in eine Ringform geformt ist und auf einer radial äußeren Seite des Nadel-Hauptkörpers (31) auf der Seite des Ventilsitzes (14) des beweglichen Kerns (40) platziert ist; ein Vorspannelement (73) auf der Seite des stationären Kerns (50), das zwischen dem beweglichen Kern (40) und dem Federsitz (81) platziert ist und eine Vorspannkraft aufweist, welche kleiner ist als eine Vorspannkraft des Vorspannelements (71) auf der Seite des Ventilsitzes, wobei das Vorspannelement (73) auf der Seite des stationären Kerns betrieben werden kann, um den beweglichen Kern (40) hin zu dem stationären Kern (50) vorzuspannen; und eine Führung (90), die auf der Seite des Ventilsitzes (14) des beweglichen Kerns (40) in dem Inneren des Gehäuses (20) platziert ist, wobei eine Innenwand der Führung (90) relativ zu einer Außenwand des Federsitzes (81) verschiebbar ist, um eine Hin- und Herbewegung der Nadel (30) zu führen.

2. Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß Anspruch 1, ferner aufweisend ein Spalt-Bildungselement (60), das aufweist: einen Plattenabschnitt (61), der derart auf der gegenüberliegenden Seite der Nadel (30) platziert ist, welche gegenüber zu dem Ventilsitz (14) angeordnet ist, dass eine Endoberfläche des Plattenabschnitts (61) mit der Nadel (30) kontaktierbar ist; und einen Erstreckungsabschnitt (62), der ausgebildet ist, um sich ausgehend von dem Plattenabschnitt (61) hin zu der Seite des Ventilsitzes (14) zu erstrecken, während ein gegenüberliegendes Endteil des Erstreckungsabschnitts (62), welches gegenüber zu dem Plattenabschnitt (61) angeordnet ist, mit der Oberfläche des beweglichen Kerns (40), die sich auf der Seite des stationären Kerns (50) befindet, kontaktierbar ist, wobei das Spalt-Bildungselement (60) dazu konfiguriert ist, einen axialen Spalt (CL1) auszubilden, welcher ein Spalt ist, der in einer axialen Richtung zwischen dem Flansch (33) und dem beweglichen Kern (40) definiert ist, wenn der Plattenabschnitt (61) und der Erstreckungsabschnitt (62) jeweils die Nadel (30) und den beweglichen Kern (40) kontaktieren.

3. Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß Anspruch 2, wobei das Spalt-Bildungselement (60) derart ausgebildet ist, dass eine Wandoberfläche (601) auf der inneren Seite des Spalt-Bildungselements (60), welche eine Wandoberfläche gegenüber einer Außenwandoberfläche (331) des Flansches (33) ist, relativ zu der Außenwandoberfläche (331) des Flansches verschiebbar ist, und eine Wandoberfläche (602) auf der äußeren Seite des Spalt-Bildungselements (60), welche eine Wandoberfläche gegenüber einer Innenwandoberfläche (501) des stationären Kerns ist, die ein Teil einer Innenwand des stationären Kerns (50) ist, zwischen der Wandoberfläche (602) auf der äußeren Seite des Spalt-Bildungselements (60) und der Innenwandoberfläche (501) des stationären Kerns einen radialen Spalt (CL2) ausbildet, welcher ein Spalt ist, der in einer radialen Richtung definiert ist.

4. Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, ferner aufweisend: einen Befestigungsabschnitt (82), der in eine Ringform geformt ist, wobei der Befestigungsabschnitt (82) an einer radial äußeren Seite des Nadel-Hauptkörpers (31) an einer Stelle zwischen dem beweglichen Kern (40) und dem Federsitz (81) befestigt ist und mit dem Federsitz (81) verbunden ist.

5. Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß Anspruch 4, wobei der Befestigungsabschnitt (82) mit der Oberfläche des beweglichen Kerns (40), die sich auf der Seite des Ventilsitzes (14) befindet, kontaktierbar ist, um eine Bewegung des beweglichen Kerns (40) zu verhindern.

chen Kerns (40) hin zu dem Ventilsitz (14) zu beschränken.

6. Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß Anspruch 4, ferner aufweisend einen rohrförmigen Abschnitt (83), welcher in eine rohrförmige Form geformt ist und den Federsitz (81) mit dem Befestigungsabschnitt (82) zusammenfügt, wobei der rohrförmige Abschnitt (83) und eine Innenwand des Federsitzes (81) einen zylindrischen Raum (S2) ausbilden zwischen:
dem rohrförmigen Abschnitt (83) und der Innenwand des Federsitzes (81); und
einer Außenwand des Nadel-Hauptkörpers (31).

7. Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß Anspruch 4 oder 5, wobei der Federsitz (81) derart ausgebildet ist, dass eine axiale Länge (L1) des Federsitzes (81) gleich einer axialen Länge (L2) des Befestigungsabschnitts (82) ist.

8. Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei eine Ecke von zumindest einem von zwei gegenüberliegenden Endteilen des Federsitzes (81), welche einander in einer axialen Richtung gegenüberliegen, angefast ist.

9. Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Federsitz (81) derart ausgebildet ist, dass ein Profil der Außenwand des Federsitzes (81) gekrümmt ist, um hin zu der Innenwand der Führung (90) in einem Querschnitt davon hervorzustehen, welcher entlang einer gedachten Ebene (PL1) vorgenommen worden ist, welche eine Achse (Axl) beinhaltet.

10. Kraftstoffeinspritzvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Führung (90) von dem Gehäuse (20) getrennt ausgebildet ist.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

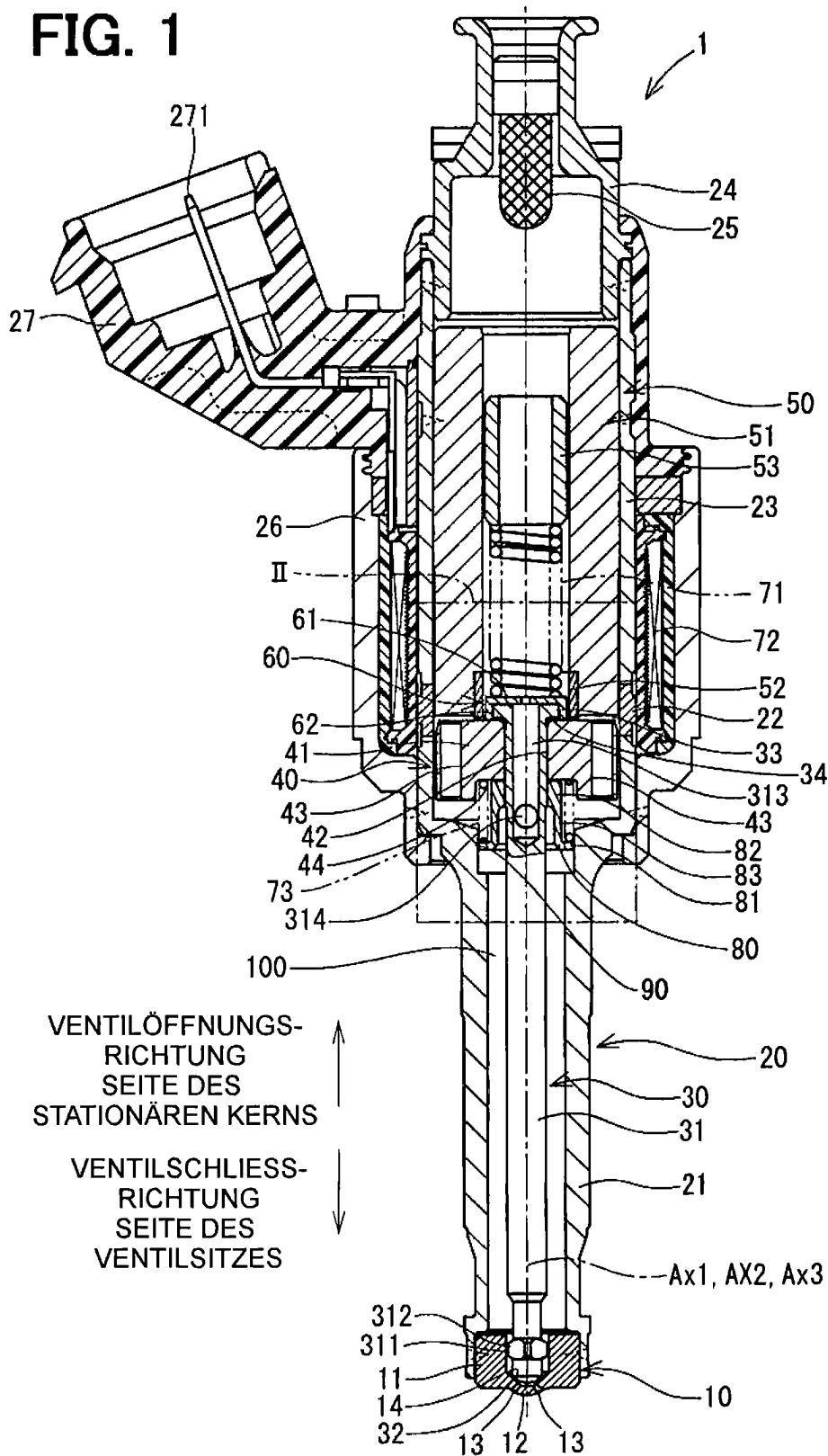


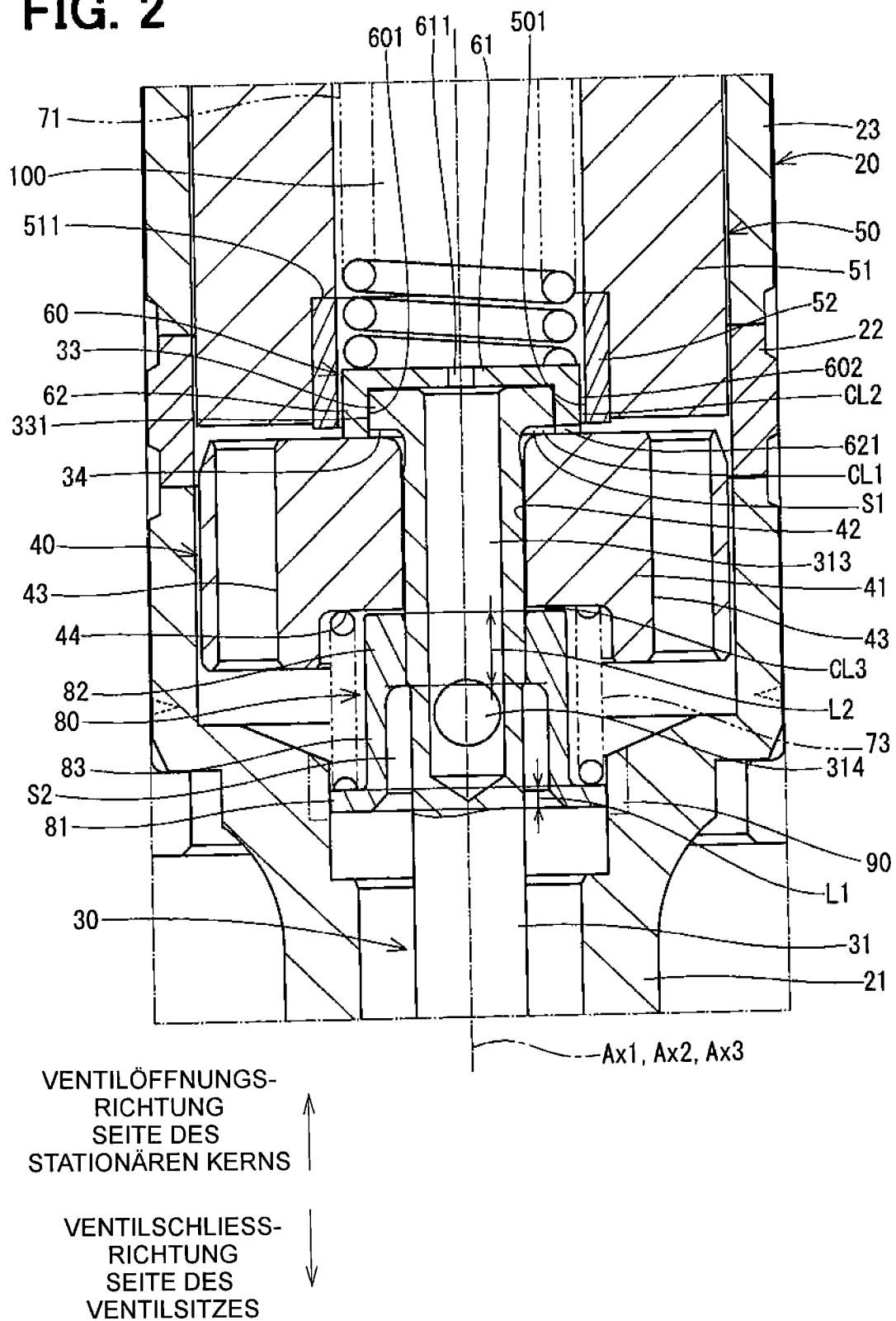
FIG. 2

FIG. 3

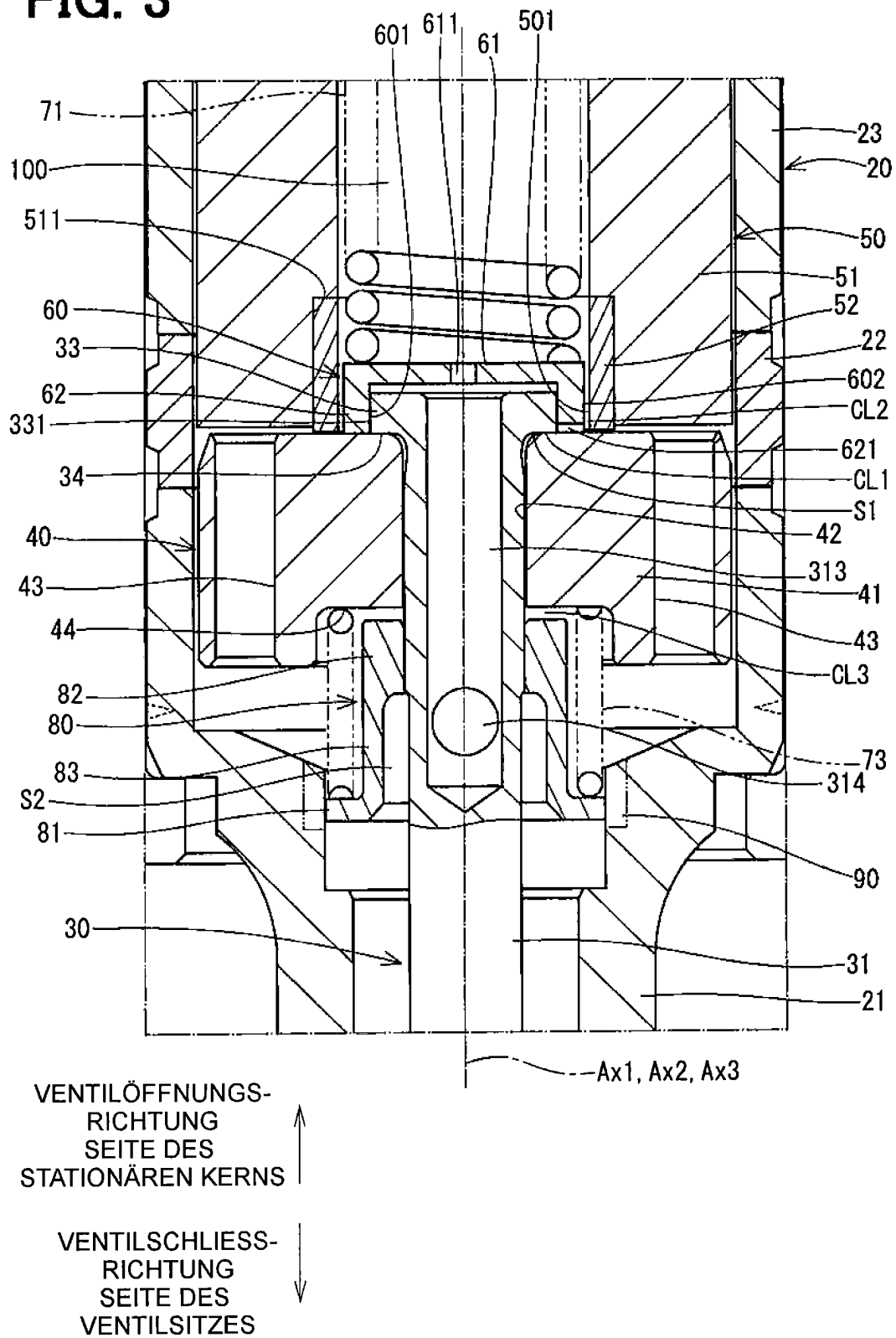


FIG. 4

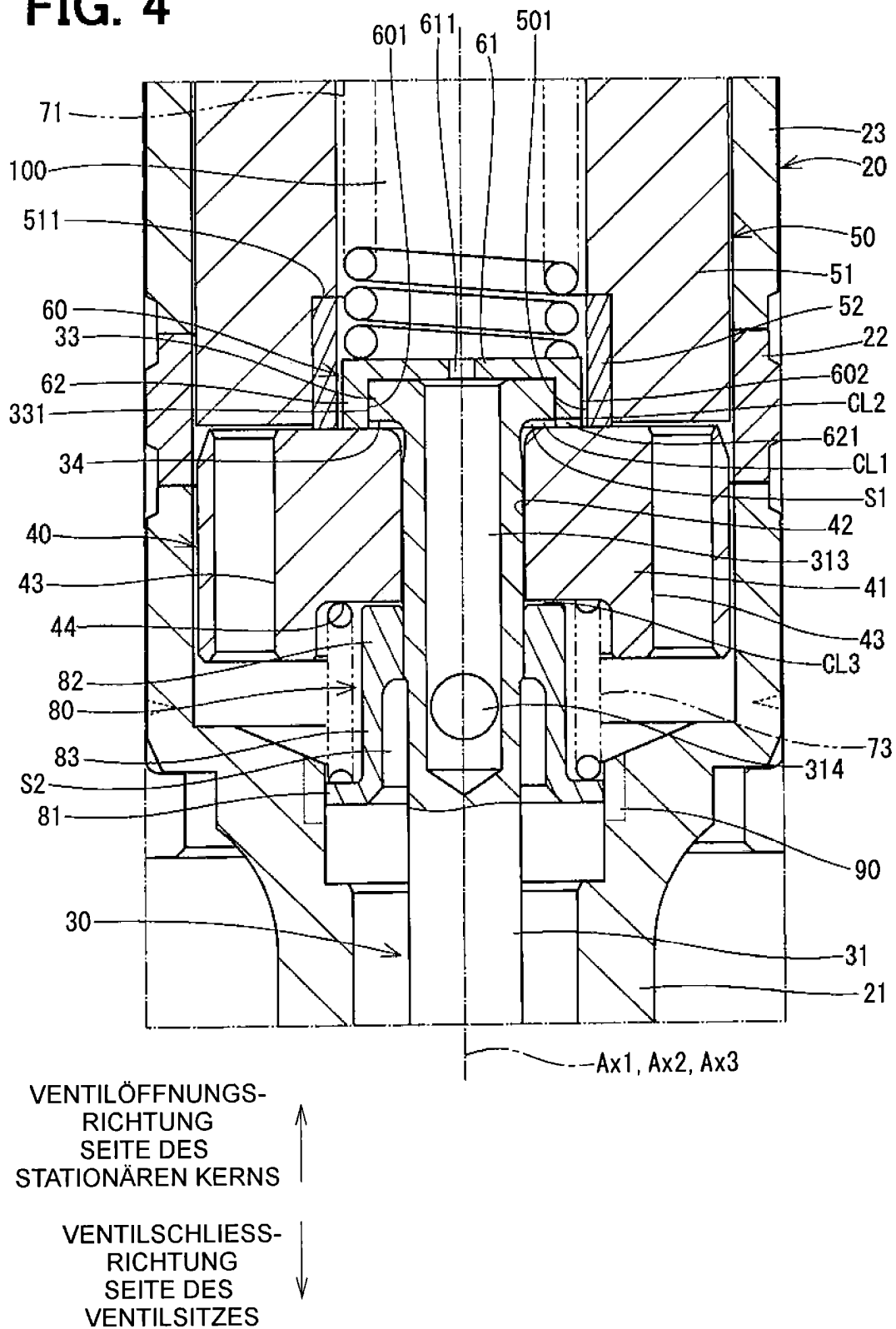


FIG. 5

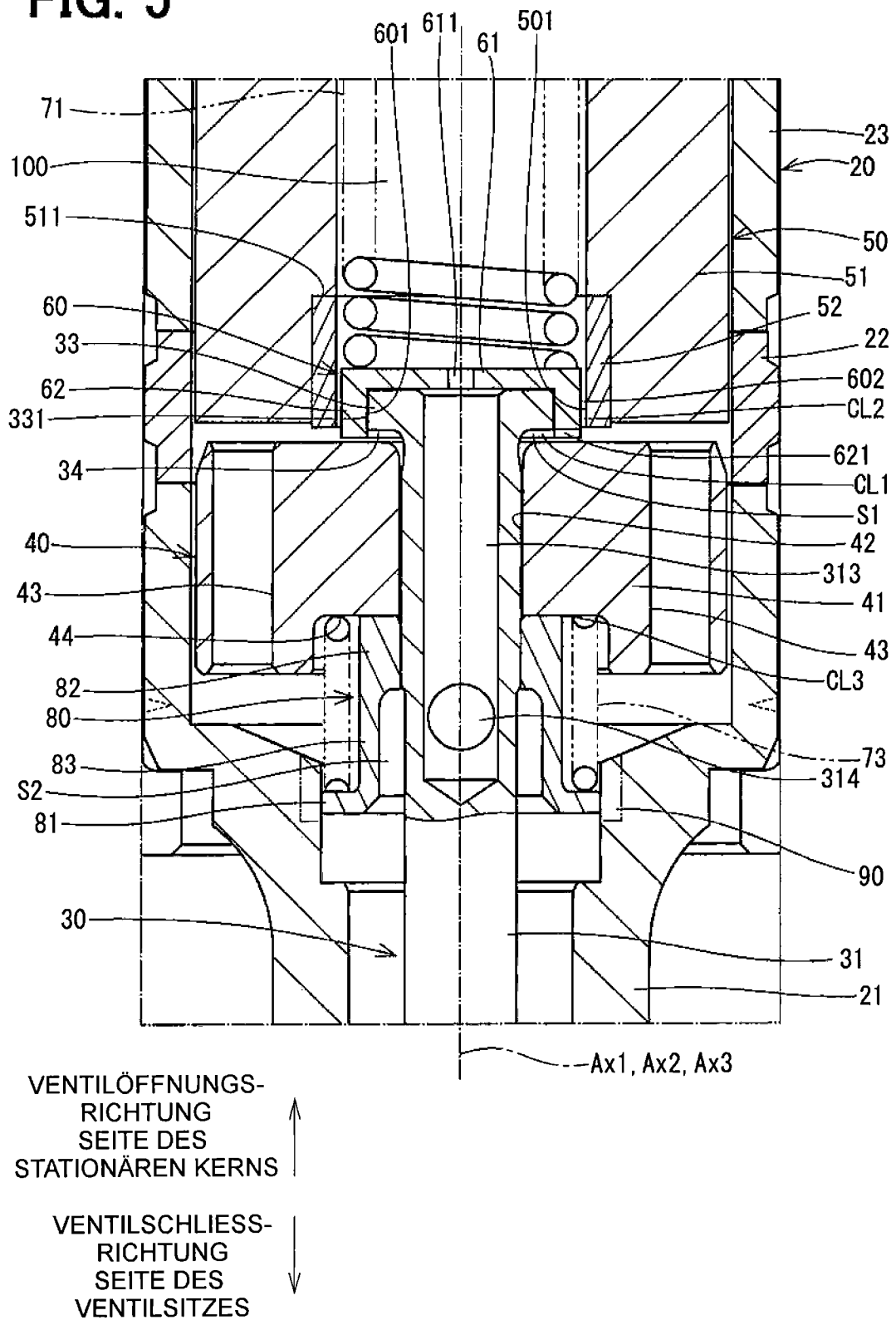


FIG. 6

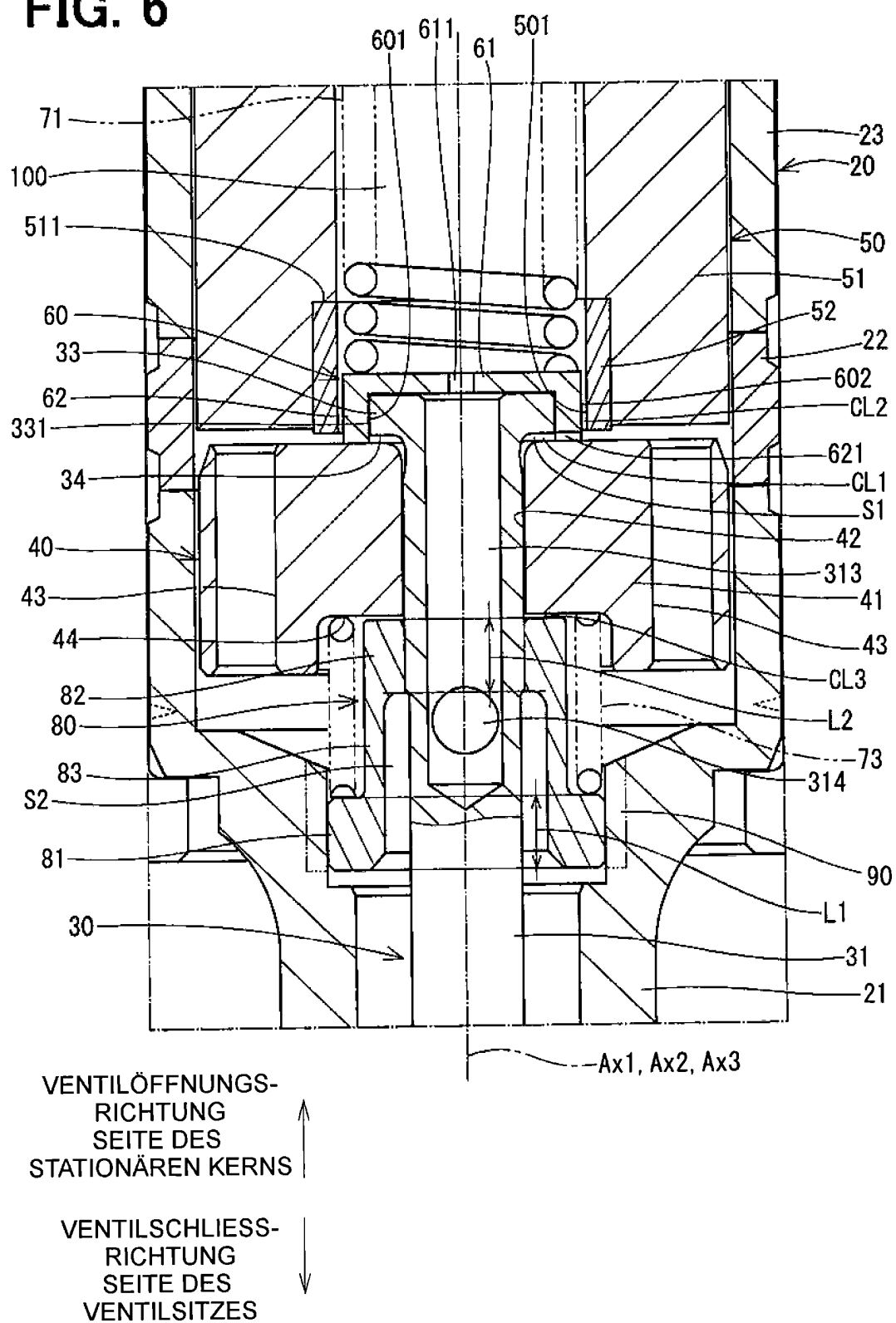


FIG. 7

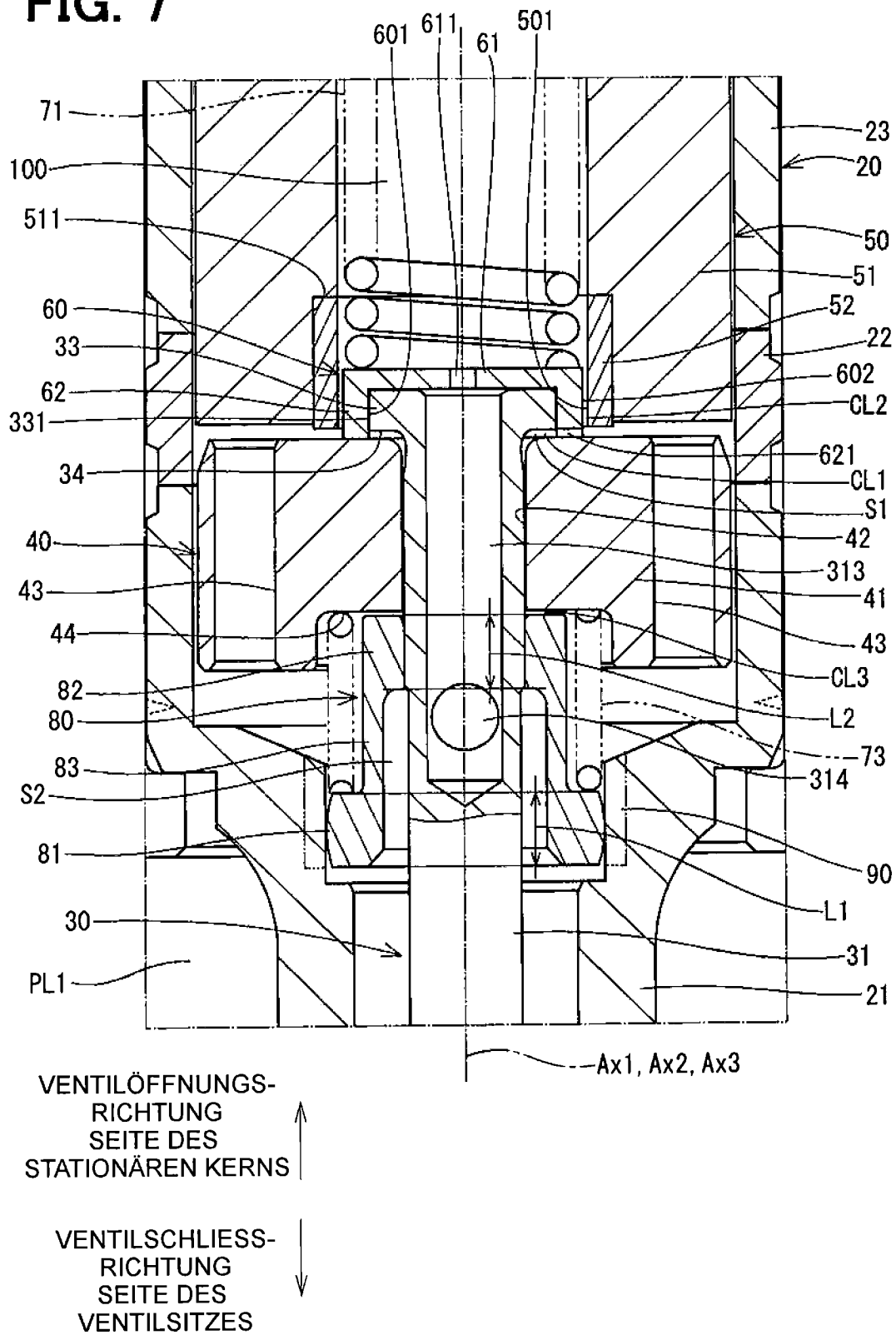


FIG. 8

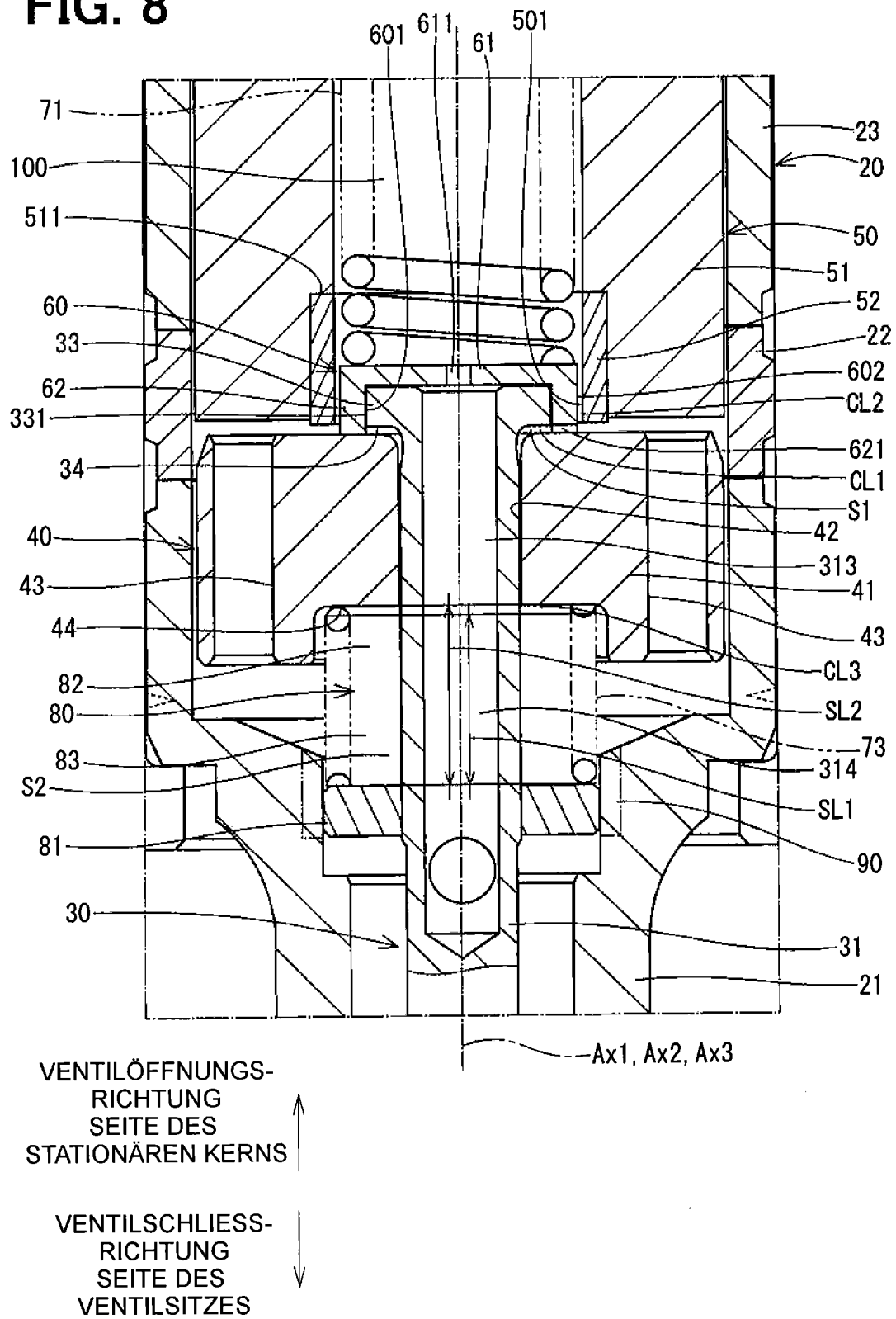


FIG. 9

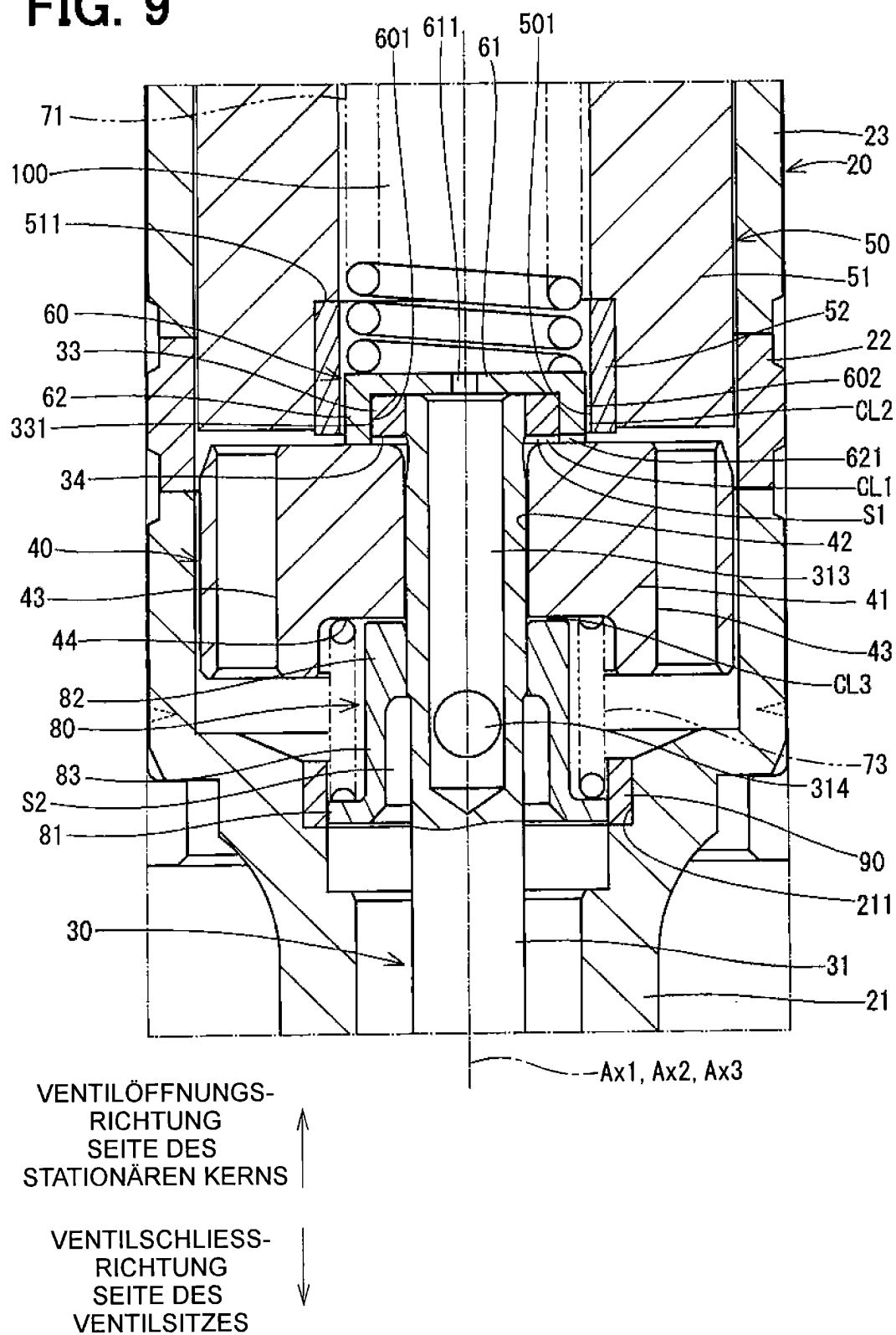


FIG. 10

