



(10) **DE 10 2010 043 869 A1** 2011.06.09

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 043 869.3**

(22) Anmeldetag: **12.11.2010**

(43) Offenlegungstag: **09.06.2011**

(51) Int Cl.: **F02M 37/00 (2006.01)**

F02D 1/02 (2006.01)

F02D 41/38 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2009-268971 26.11.2009 JP

2010-117173 21.05.2010 JP

(74) Vertreter:

TBK, 80336 München

(71) Anmelder:

DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP; NIPPON SOKEN, INC., Nishio-shi, Aichi-ken, JP

(72) Erfinder:

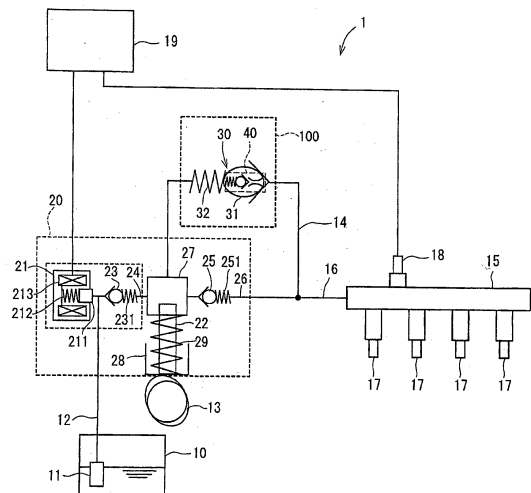
Suzuki, Takashi, Nishio-cit, Aichi-pref., JP; Kobayashi, Masayuki, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Itoh, Yoshihiko, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Oikawa, Shinobu, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Inoue, Hiroshi, Kariya-city, Aichi-pref., JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Kraftstoffzufuhrsystem mit einem Drucksteuerungsventil**

(57) Zusammenfassung: Ein Drucksteuerungsventil (100) ist in einer Kraftstoffrückföhrleitung (14) vorgesehen, die zwischen einer Hochdruckkraftstoffleitung (16) und einer Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer (27) einer Hochdruckpumpe (20) verbunden ist. Ein Druckentlastungsventil (30) wird geöffnert, wenn ein Kraftstoffdruck in einer Kraftstoffversorgungsleitung (15) höher ist als ein erster Druck. Ein erster Ventilkörper (31) des Druckentlastungsventils (30) wird mit einem Anschlag (33) in Kontakt gebracht, so dass eine Bewegung des ersten Ventilkörpers (31) begrenzt wird. Ein Druckhalteventil (40), das in einem Inneren des ersten Ventilkörpers (31) vorgesehen ist, wird geöffnert, wenn der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung (15) größer ist als ein zweiter Druck. Wenn das Druckentlastungsventil (30) geöffnert wird und der erste Ventilkörper (31) an den Anschlag (33) anschlägt, wird ein Hubausmaß eines zweiten Ventilkörpers (43) des Druckhalteventils (40) durch eine Trägheitskraft des zweiten Ventilkörpers (43) erhöht, so dass Fremdstoffe, die an dem zweiten Ventilkörper (43) anhaften, entfernt werden können.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Kraftstoffzufuhrsystem für eine Brennkraftmaschine, insbesondere bezieht sie sich auf ein Drucksteuerungsventil, das in dem Kraftstoffzufuhrsystem vorgesehen ist.

[0002] In einem üblichen Kraftstoffzufuhrsystem für eine Ottomaschine einer Direkteinspritzbauart wird ein Kraftstoff von einem Kraftstofftank durch eine Hochdruckpumpe mit Druck beaufschlagt und der mit hohem Druck beaufschlagte Kraftstoff (Hochdruckkraftstoff) wird zu einer Kraftstoffversorgungsleitung zugeführt und in dieser gespeichert, so dass der mit hohem Druck beaufschlagte Kraftstoff in Brennkammern der Maschine durch Kraftstoffeinspritzvorrichtungen, die mit der Kraftstoffversorgungsleitung verbunden sind, eingespritzt wird.

[0003] In dem Kraftstoffzufuhrsystem dieser Art ist ein Druckentlastungsventil vorgesehen, um den Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung zu verringern, wenn der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung auf einen derartigen Wert erhöht wird, der höher als ein vorbestimmter Druck ist, bei dem die Kraftstoffeinspritzung durch die Kraftstoffeinspritzvorrichtungen nicht mehr ausgeführt werden kann.

[0004] Des Weiteren ist ein Druckventil für einen konstanten Restdruck (nachstehend auch als ein Druckhalteventil bezeichnet) in dem Kraftstoffzufuhrsystem vorgesehen, um den Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung zu verringern, wenn ein Beschleunigungspedal von einer Betätigung freigegeben wird oder ein Maschinenbetrieb gestoppt wird, und um den Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung auf einen vorbestimmten konstanten Wert zu halten.

[0005] Ein Drucksteuerungsventil besteht aus dem vorstehenden Druckentlastungsventil und dem Druckventil für einen konstanten Restdruck (dem Druckhalteventil).

[0006] Das Druckventil für einen konstanten Restdruck (das Druckhalteventil) ist in einem Kraftstoffzufuhrsystem vorgesehen, um ein Auftreten der nachstehenden Probleme (1) und (2) zu verhindern:

(1) Ein Problem, das in dem Fall auftreten kann, in dem der Kraftstoffdruck auf dem konstanten hohen Wert in der Kraftstoffversorgungsleitung gehalten wird, wenn das Beschleunigungspedal freigegeben wird:

Wenn das Beschleunigungspedal von der Betätigung während eines Maschinenbetriebs freigegeben wird, wird die Kraftstoffeinspritzung von einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung gestoppt. Wenn der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungs-

leitung auf dem hohen Druck während eines derartigen Falls (Druckfreigabe des Beschleunigungspedals) gehalten wurde, kann es schwierig sein, eine Menge einer Kraftstoffeinspritzung von den Kraftstoffeinspritzvorrichtungen in die Brennkammern gleichmäßig zu steuern, wenn das Beschleunigungspedal wieder betätigt wird. Dadurch kann die Kraftstoffeinspritzmenge, die von den Kraftstoffeinspritzvorrichtungen in die jeweiligen Brennkammern eingespritzt wird, größer als ein Sollwert sein. Als Ergebnis kann ein Kraftstoffverbrauchsverhältnis verschlechtert sein, kann ein Stoß während eines Fahrzeugbeschleunigungsbetriebs erzeugt werden und so weiter.

(2) Ein Problem, das durch eine Erhöhung des Kraftstoffdrucks in der Kraftstoffversorgungsleitung nach dem Stoppen des Maschinenbetriebs verursacht wird:

Wenn der Maschinenbetrieb gestoppt wird, wird auch eine Zirkulation des Maschinenkühlwassers gestoppt. Als Ergebnis erhöht sich die Temperatur in einem Maschinenraum eines Fahrzeugs für eine vorbestimmte Dauer nach dem Stopp des Maschinenbetriebs und dann wird sich die Temperatur allmählich verringern. Demgemäß wird der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung entsprechend für eine vorbestimmte Dauer nach dem Stopp des Maschinenbetriebs erhöht und danach verringert. Wenn der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung erhöht wird, kann der Kraftstoff von den Kraftstoffeinspritzvorrichtungen in die Brennkammern ausströmen. Der in die Brennkammern ausgeströmte Kraftstoff kann in die Luft als unverbrannte Komponenten bei dem erneuten Start der Maschine abgegeben werden, wodurch sich die Emissionen verschlechtern.

[0007] Gemäß einem Druckventil für einen konstanten Restdruck (ein Druckhalteventil) des Stands der Technik, wie zum Beispiel in der japanischen Patentanmeldungsoffenlegungsschrift mit der Nummer 2009-121395 offenbart ist, ist das Druckhalteventil in einer Hochdruckkraftstoffleitung vorgesehen, die eine Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer einer Hochdruckpumpe mit einer Kraftstoffversorgungsleitung verbindet. Das Druckhalteventil wird geöffnet, wenn der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung um einen vorbestimmten Druck höher wird als der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer. Das Druckhalteventil verringert nicht nur den Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung, wenn das Beschleunigungspedal freigegeben wird oder der Maschinenbetrieb gestoppt wird, sondern hält den Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung auch auf einem vorbestimmten niedrigeren Wert. Das Kraftstoffhalteventil des genannten Stands der Technik verhindert, dass die vorstehend erwähnten Probleme (1) und (2) auftreten.

[0008] Gemäß dem Druckhalteventil des vorstehend genannten Stands der Technik ist eine Öffnung zum Drosseln der Kraftstoffströmung an einer Seite eines Ventilkörpers zum Öffnen oder Schließen der Kraftstoffleitung vorgesehen, die eine Seite ist, die näher an der Kraftstoffversorgungsleitung liegt. Daher ist ein Hubausmaß des Ventilkörpers, wenn die Kraftstoffleitung geöffnet wird, klein. Zusätzlich ist eine Richtung des Kraftstoffs, die an dem Ventilkörper strömt, eine Einwegrichtung. Demgemäß können, wenn die Maschine für eine lange Dauer betrieben wird, Fremdstoffe, die in dem Kraftstoff beinhalten sind, an einem Abschnitt zwischen dem Ventilkörper und dessen Ventilsitz anhaften und können derartige Fremdstoffe dort angesammelt werden. Wenn dies auftritt, kann sich die Fluidität (Abdichtverhalten) zwischen dem Ventilkörper und dem Ventilsitz verschlechtern, und dadurch kann sich die Funktion des Druckhalteventils zum Halten des Kraftstoffdrucks auf dem konstanten Wert verschlechtern.

[0009] Wenn sich die Funktion des Druckhalteventils zum Halten des Kraftstoffdrucks auf dem konstanten Wert verschlechtert, können die nachstehenden Probleme (3) und (4) auftreten:

(3) Ein Problem, das durch eine Kraftstoffdruckverringerung in der Kraftstoffdruckversorgungsleitung verursacht werden kann, wenn das Fahrzeug wieder beschleunigt wird, nachdem das Beschleunigungspedal freigegeben wurde:

In dem Fall, in dem der Kraftstoffdruck übermäßig verringert wurde, nachdem das Beschleunigungspedal freigegeben worden ist, kann eine Emission verschlechtert sein, wenn das Fahrzeug wieder beschleunigt wird. Dies basiert darauf, dass die Kraftstoffeinspritzung gestartet wird bevor der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung wieder auf seinen Kraftstoffeinspritzdruck rückgeführt (erhöht) wird. In einem derartigen Fall kann eine Zerstäubung des Kraftstoffs, der von den Kraftstoffeinspritzvorrichtungen eingespritzt wird, nicht ausreichend erreicht werden.

(4) Ein Problem, das durch die Kraftstoffdruckverringerung in der Kraftstoffversorgungsleitung verursacht wird, wenn die Maschine bei einer hohen Temperatur wieder gestartet wird:

Wenn die Maschine innerhalb einer Dauer von zum Beispiel einigen zehn Minuten oder auch weniger nach dem Stoppen des Maschinenbetriebs wieder gestartet wird, ist die Temperatur der Maschine noch hoch. Wenn der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung auf einen gesättigten Dampfdruck verringert wird, kann Dampf in dem Kraftstoff erzeugt werden. Als Ergebnis kann eine Druckbeaufschlagung des Kraftstoffs nicht ausreichend erreicht werden, dies kann eine Verschlechterung des Kraftstoffverbrauchs und des Startverhaltens verursachen.

[0010] Die vorliegende Erfindung ist in Anbetracht der vorstehenden Probleme bereitgestellt. Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Drucksteuerungsventil bereitzustellen, in dem Fremdstoffe kaum oder überhaupt nicht an dem Drucksteuerungsventil anhaften können, um dadurch die Funktion eines Druckhalteventils in einem zufriedenstellenden Zustand aufrechtzuerhalten.

[0011] Gemäß einem Merkmal der Erfindung (wie zum Beispiel in dem angefügten Anspruch 1 definiert ist) weist ein Kraftstoffzufuhrsystem für eine Brennkraftmaschine Folgendes auf; eine Hochdruckpumpe (20) mit einer Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer (27) zum Druckbeaufschlagen eines Niederdruckkraftstoffs von einem Kraftstofftank (10); eine Kraftstoffversorgungsleitung (15) zum Speichern eines Hochdruckkraftstoffs, der durch die Hochdruckpumpe (20) mit Druck beaufschlagt wird; eine Kraftstoffeinspritzvorrichtung (17) zum Einspritzen des Hochdruckkraftstoffs, der in der Kraftstoffversorgungsleitung (15) gespeichert wird, in einen Zylinder der Maschine; und ein Drucksteuerungsventil (100, 101, 102) zum Steuern des Kraftstoffdrucks in der Kraftstoffversorgungsleitung (15).

[0012] Das Drucksteuerungsventil (100, 101, 102) hat ein Druckentlastungsventil (30, 301) und ein Druckhalteventil (40).

[0013] Das Druckentlastungsventil (30, 301) ist in einer Kraftstoffrückführleitung (14, 141) vorgesehen, die zwischen einer Hochdruckseite (16) einer Kraftstoffleitung (12, 24, 27, 26, 16) für die Hochdruckpumpe (20) und einer Niederdruckseite (27) der Kraftstoffleitung (12, 24, 27, 26, 16) für die Hochdruckpumpe (20) verbunden ist. Das Druckentlastungsventil (30, 301) hat einen ersten Ventilkörper (31), der in der Kraftstoffrückführleitung (14, 141) beweglich aufgenommen ist. Der erste Ventilkörper (31) ist operativ von einem ersten Ventilsitz (35) getrennt, der an einer Innenumfangswand der Kraftstoffrückführleitung (14, 141) ausgebildet ist, wenn der Kraftstoffdruck an der Hochdruckseite (16) der Kraftstoffleitung (12, 24, 27, 26, 16) höher wird als ein erster Druck, um das Kraftstoffentlastungsventil (30, 301) zu öffnen, so dass ein Kraftstoff von der Hochdruckseite (16) der Kraftstoffleitung (12, 24, 27, 26, 16) zu der Niederdruckseite (27) der Kraftstoffleitung (12, 24, 27, 26, 16) strömt.

[0014] Wenn der erste Ventilkörper (31) von dem ersten Ventilsitz (35) getrennt wird, wird der erste Ventilkörper (31) mit einem Anschlag (33), der in der Kraftstoffrückführleitung (14, 141) vorgesehen ist, in Kontakt gebracht, so dass eine Bewegung des ersten Ventilkörpers (31) begrenzt wird.

[0015] Das Druckhalteventil (40) ist in einem inneren Kraftstoffdurchgang (41), der in dem ersten Ventilkörper

per (31) ausgebildet ist, vorgesehen und hat einen zweiten Ventilkörper (43), der in dem inneren Kraftstoffdurchgang (41) beweglich aufgenommen ist. Der zweite Ventilkörper (43) ist operativ von einem zweiten Ventilsitz (47), der an einer Innenumfangswand des inneren Kraftstoffdurchgangs (41) ausgebildet ist, getrennt, wenn der Kraftstoffdruck an der Hochdruckseite (16) der Kraftstoffleitung (12, 24, 27, 26, 16) höher wird als ein zweiter Druck, der niedriger als der erste Druck ist, um das Druckhalteventil (40) zu öffnen, so dass ein Kraftstoff von der Hochdruckseite (16) der Kraftstoffleitung (12, 24, 27, 26, 16) zu der Niederdruckseite (27) der Kraftstoffleitung (12, 24, 27, 26, 16) strömt.

[0016] Die Richtung der Ventilbewegung zum Öffnen des Druckentlastungsventils (30) ist die gleiche wie die für das Druckhalteventil (40). Wie vorstehend erläutert ist, ist das Druckhalteventil (40) in dem inneren Kraftstoffdurchgang (41) vorgesehen, die an dem ersten Ventilkörper (31) ausgebildet ist. Wenn das Druckentlastungsventil (30) geöffnet wird, wird das Druckhalteventil (40) gemeinsam mit dem ersten Ventilkörper (31) in die Richtung zu dem Anschlag (33) hin bewegt. Wenn der erste Ventilkörper (31) an den Anschlag (33) anschlägt, wird der zweite Ventilkörper (43) weiter in die Richtung zu dem Anschlag (33) durch die Trägheitskraft des zweiten Ventilkörpers (43) bewegt, die von dessen Masse abhängt. Als Ergebnis kann ein Hubausmaß des zweiten Ventilkörpers (43) größer gemacht werden als das in einem Normalbetrieb des Druckhalteventils (40). Die Fremdstoffe, die an dem zweiten Ventilkörper (43) anhaften (und sich daran ansammeln), können durch die Kraftstoffströmung durch den Raum zwischen dem zweiten Ventilkörper (43) und dem zweiten Ventilsitz (47) entfernt werden. Zusätzlich können die Fremdstoffe, die an dem zweiten Ventilkörper (43) anhaften, durch eine Schwingung, die durch das Anschlagen (den Stoß) zwischen dem ersten Ventilkörper (31) und dem Anschlag (33) erzeugt wird, in Stücke gebrochen werden. Das Druckhalteventil kann sein Antifremdstoffverhalten erhöhen, um dadurch das Druckhalteverhalten aufrechtzuerhalten. Somit ist es möglich, eine Verschlechterung des Verhaltens des Druckhalteventils zu verhindern.

[0017] Bei den vorstehenden Merkmalen der Erfindung ist es möglich, den ersten Druck auf einen beliebigen wünschenswerten Wert festzulegen. Zum Beispiel wird der erste Druck auf einen derartigen Wert festgelegt, bei dem ein Normalbetrieb für die Kraftstoffeinspritzung der Kraftstoffeinspritzvorrichtung aufrechterhalten werden kann. In anderen Worten wird der erste Druck auf den Wert festgelegt, der höher ist als der Kraftstoffdruck in der Hochdruckseite der Kraftstoffleitung für den Normalbetrieb aber niedriger als der Kraftstoffdruck, bei dem die Kraftstoffeinspritzung durch die Kraftstoffeinspritzvorrichtung nicht mehr ausgeführt werden kann.

[0018] Der Druck, bei dem die Kraftstoffeinspritzung durch die Kraftstoffeinspritzvorrichtung nicht mehr ausgeführt werden kann, ist ein derartig hoher Kraftstoffdruck, gemäß dem eine Ventilbetätigungskraft (Ventilschließkraft) höher ist als eine Ventilhubkraft (eine Ventilöffnungskraft). Die Ventilbetätigungskraft ist eine Kraft, die durch den hohen Kraftstoffdruck auf ein Ventilbauteil zum Öffnen/Schließen von Einspritzanschlüssen der Kraftstoffeinspritzvorrichtung und auf ein Bewegungsbauteil in eine Ventilschließrichtung aufgebracht wird, wobei eine Kraft, die auf eine Querschnittsfläche des Einspritzanschlusses aufgebracht wird, abgezogen wird. Die Ventilhubkraft ist eine Kraft, die auf das Ventilbauteil und das Bewegungsbauteil durch den hohen Kraftstoffdruck und eine elektromagnetische Kraft in eine Ventilöffnungsrichtung aufgebracht wird.

[0019] Es ist ferner möglich, den zweiten Druck auf einen beliebigen, wünschenswerten Wert festzulegen. Zum Beispiel wird der zweite Druck auf einen derartigen Wert festgelegt, der höher ist als der gesättigte Dampfdruck aber niedriger als ein Kraftstoffdruck in der Hochdruckseite der Kraftstoffleitung während eines Leerlaufbetriebs der Maschine.

[0020] Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung (wie zum Beispiel in dem angefügten Anspruch 2 definiert ist) hat das Kraftstoffzufuhrsystem einen Kraftstoffdrucksensor (18) und eine elektronische Steuerungseinheit (19). Der Kraftstoffdrucksensor (18) erfasst einen Kraftstoffdruck an der Hochdruckseite (16) der Kraftstoffleitung (12, 24, 27, 26, 16) oder den Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung (15). Die elektronische Steuerungseinheit (19) betreibt direkt oder indirekt das Druckentlastungsventil (30, 301), um das Druckentlastungsventil (30, 301) zu öffnen, wenn der Kraftstoffdruck, der durch den Kraftstoffdrucksensor (18) erfasst wird, niedriger ist als der zweite Druck, so dass der erste Ventilkörper (31) an den Anschlag (33) anschlägt.

[0021] Wenn der Kraftstoffdruck, der durch den Kraftdrucksensor (18) erfasst wird, niedriger ist als der zweite Druck, ist es wahrscheinlich, dass die Fremdstoffe an einem Raum zwischen dem zweiten Ventilkörper (43) und dem zweiten Ventilsitz (47) anhaften oder dort angesammelt werden. Daher betreibt die elektronische Steuerungseinheit (19) das Druckentlastungsventil (30, 301), um das Druckentlastungsventil (30, 301) zu öffnen, und dadurch schlägt der erste Ventilkörper (31) an den Anschlag (33) an. Als Ergebnis können die Fremdstoffe, die an dem zweiten Ventilkörper (43) anhaften (und sich an diesem ansammeln) entfernt werden.

[0022] Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung (wie zum Beispiel in dem angefügten Anspruch 3 definiert ist) erfasst (bestimmt) die elektronische Steuerungseinheit (19), ob der Kraftstoffdruck, der

durch den Kraftstoffdrucksensor (18) erfasst wird, niedriger ist als der zweite Druck, nachdem der Maschinenbetrieb gestoppt wird.

[0023] Die elektronische Steuerungseinheit (19) und ihre zugehörigen Komponenten werden für eine bestimmte Dauer in Betrieb gehalten, selbst nachdem der Maschinenbetrieb gestoppt ist, um eine beliebige Charakteristikänderung und/oder Verhaltensverschlechterung des Druckhalteventils (40) genau zu erfassen.

[0024] Gemäß noch einem weiteren Merkmal der Erfindung (wie zum Beispiel in dem angefügten Anspruch 4 definiert ist) betreibt die elektronische Steuerungseinheit (19) das Druckentlastungsventil (30, 301) wenn die Maschine gestartet wird, so dass der erste Ventilkörper (31) in eine Ventilöffnungsrichtung bewegt wird und dadurch der erste Ventilkörper (31) an den Anschlag (33) anschlägt.

[0025] Kurz nachdem der Maschinenbetrieb gestartet wird, wird die Maschine mit einer höheren Drehzahl gedreht. Da das Betriebsgeräusch des Druckentlastungsventils (30) mit dem Betriebsgeräusch der Maschine überlagert wird, ist es möglich, eine Verschlechterung hinsichtlich der Ruhe und des Fahrverhaltens des Fahrzeugs zu verhindern.

[0026] Gemäß noch einem weiteren Merkmal der Erfindung (wie zum Beispiel in dem angefügten Anspruch 5 definiert ist) betreibt die elektronische Steuerungseinheit (19) das Druckentlastungsventil (30, 301) während des Maschinenbetriebs, wenn der Kraftstoffdruck, der durch den Kraftstoffdrucksensor (18) erfasst wird, einen vorbestimmten Wert erreicht, der nahe dem ersten Wert ist, so dass der erste Ventilkörper (31) in eine Ventilöffnungsrichtung bewegt wird und dadurch der erste Ventilkörper (31) an den Anschlag (33) anschlägt.

[0027] Wenn der Kraftstoffdruck, der durch den Kraftstoffdrucksensor (18) erfasst wird, einen vorbestimmten Wert erreicht, der nahe an dem ersten Druck liegt, wird in den meisten Fällen die Maschine mit einer hohen Drehzahl gedreht. Daher kann als ein Ergebnis, dass das Betriebsgeräusch des Druckentlastungsventils (30) und das Betriebsgeräusch der Maschine miteinander überlagert werden, die Verschlechterung hinsichtlich der Ruhe und des Fahrverhaltens des Fahrzeugs verhindert werden.

[0028] Gemäß noch einem weiteren Merkmal der Erfindung (wie zum Beispiel in dem angefügten Anspruch 6 definiert ist) steuert die elektronische Steuerungseinheit (19) eine Abgabemenge des Kraftstoffs von der Hochdruckpumpe (20), um den Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung (15) über den ersten Druck zu erhöhen, so dass der erste Ven-

tilkörper (31) in eine Ventilöffnungsrichtung bewegt wird.

[0029] Da der erste Ventilkörper (31) des Druckentlastungsventils (30) durch Steuern der Abgabemenge des Kraftstoffs von der Hochdruckpumpe (20) angetrieben wird, um sich zu bewegen, ist es möglich, die Fremdstoffe, die an dem zweiten Ventilkörper (43) anhaften oder sich an diesem ansammeln, durch einen einfachen Aufbau und Struktur zu entfernen.

[0030] Gemäß noch einem weiteren Merkmal der Erfindung (wie zum Beispiel in dem angefügten Anspruch 7 definiert ist) stoppt die elektronische Steuerungseinheit (19) eine Kraftstoffeinspritzung von der Kraftstoffeinspritzvorrichtung (17) in die Zylinder und steuert gleichzeitig die Hochdruckpumpe (20), um den Hochdruckkraftstoff kontinuierlich abzugeben, um dadurch den Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung (15) oberhalb des ersten Drucks zu erhöhen.

[0031] Da der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung (15) durch Stoppen der Kraftstoffeinspritzung von der Kraftstoffeinspritzvorrichtung (17) in die Zylinder erhöht wird, ist es möglich, den Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung (15) schnell über den ersten Druck zu erhöhen.

[0032] Wenn das Druckentlastungsventil (30) geöffnet wird, wird der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung (15) verringert. Als Ergebnis kann eine Zerstäubung des Kraftstoffs, der von der Kraftstoffeinspritzvorrichtung eingespritzt wird, verschlechtert werden und/oder kann eine Kraftstoffeinspritzmenge verschlechtert werden. Daher können die Emission des Abgases und das Fahrverhalten verschlechtert sein. Jedoch wird gemäß dem vorstehenden Merkmal der Betrieb für das Druckentlastungsventil (30) zu einem Zeitpunkt gestoppt, zu dem ein Auftreten der Verschlechterung für die Emission und/oder des Fahrverhaltens vermieden werden kann.

[0033] Gemäß noch einem weiteren Merkmal der Erfindung (wie zum Beispiel in dem angefügten Anspruch 8 definiert ist) ist eine elektromagnetische Spule (60) zum Erzeugen eines magnetischen Felds während einer Zufuhr eines elektrischen Stroms um das Druckentlastungsventil (30) herum vorgesehen, und wird der erste Ventilkörper (31) des Druckentlastungsventils (30) in eine Richtung zu dem Anschlag (33) hin durch das magnetische Feld bewegt, das an der elektromagnetischen Spule (60) erzeugt wird.

[0034] Als Ergebnis ist es möglich, das Druckentlastungsventil (30) zu betätigen, das heißt den ersten Ventilkörper (31) zu bewegen, zu jedem wünschenswerten Zeitpunkt, ohne dass der Betrieb zum Steuern der Abgabemenge von der Hochdruckpumpe (20) und/oder der Kraftstoffeinspritzung von der Kraftstoff-

einspritzvorrichtung (17) gestoppt werden/wird. Es ist daher möglich, die Gefahr der Verschlechterung der Emission und/oder des Fahrverhaltens auszuschließen.

[0035] Gemäß noch einem weiteren Merkmal der Erfindung (wie zum Beispiel in dem angefügten Anspruch 9 definiert ist) ist eine elektromagnetische Spule (60) zum Erzeugen eines elektromagnetischen Felds während einer Zufuhr eines elektrischen Stroms um das Druckentlastungsventil (30) herum vorgesehen, und ist ein Flussanziehabschnitt (461) (engl. "flux drawing portion") in dem Druckhalteventil (40) vorgesehen. Der zweite Ventilkörper (43) des Druckhalteventils (40) wird in eine Richtung weg von dem zweiten Ventilsitz (47) durch das magnetische Feld bewegt, das an der elektromagnetischen Spule (60) erzeugt wird.

[0036] Gemäß einem derartigen Merkmal ist es möglich, den zweiten Ventilkörper direkt zu öffnen, ohne den ersten Ventilkörper zu öffnen. Es ist möglich, nicht nur den zweiten Ventilkörper zu jedem wünschenswerten Zeitpunkt zu öffnen, sondern auch die Gefahr der Verschlechterung der Emission und/oder des Fahrverhalten kann ausgeschlossen werden.

[0037] Gemäß noch einem weiteren Merkmal der Erfindung (wie zum Beispiel in dem angefügten Anspruch 10 definiert ist) ist eine Öffnung (70) in der Kraftstoffleitung (16) vorgesehen, die zwischen der Hochdruckpumpe (20) und der Kraftstoffversorgungsleitung (15) verbunden ist, und sie ist an einer derartigen Position zwischen der Kraftstoffrückführleitung (14) und der Kraftstoffversorgungsleitung (15) vorgesehen, so dass die Öffnung (70) eine Pulsierung des Kraftstoffdrucks in der Kraftstoffversorgungsleitung (15) verringert und auch Druckwellen, die durch die Kraftstoffabgabe von der Hochdruckpumpe (20) erzeugt werden, reflektiert. Bei der vorstehenden Struktur ist der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffleitung (16) höher als der erste Druck und schwingen die Druckwellen, die durch die Kraftstoffabgabe von der Hochdruckpumpe (20) erzeugt werden, gemeinsam mit bzw. in Erwidern zu den Druckwellen, die durch die Öffnung (70) reflektiert werden, wenn die Druckwellen, die durch die Kraftstoffabgabe von der Hochdruckpumpe (20) erzeugt werden, eine vorbestimmte Frequenz erreichen.

[0038] Gemäß der vorstehenden Struktur ist es möglich, das Druckentlastungsventil (30) zu öffnen, ohne einen spezifischen Betrieb zum Öffnen des Druckentlastungsventils auszuführen.

[0039] Gemäß noch einem weiteren Merkmal der Erfindung (wie zum Beispiel in dem angefügten Anspruch 11 definiert ist) weist die Kraftstoffrückführleitung (14, 141) Folgendes auf: eine erste Kraftstoffrückführleitung (14), deren Ende mit der Hochdruck-

seite (16) der Kraftstoffleitung verbunden ist und deren anderes Ende mit der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer (27) der Hochdruckpumpe (20) verbunden ist; und eine zweite Kraftstoffrückführleitung (141), deren Ende mit der Kraftstoffversorgungsleitung (15) verbunden ist und deren anderes Ende mit dem Kraftstofftank (10) verbunden ist. Zusätzlich weist das Drucksteuerungsventil (100, 101) ein erstes Drucksteuerungsventil (100), das in der ersten Kraftstoffrückführleitung (14) vorgesehen ist, und ein zweites Drucksteuerungsventil (101) auf, das in der zweiten Kraftstoffrückführleitung (141) vorgesehen ist.

[0040] Gemäß der vorstehenden Struktur kann, selbst wenn eines von dem ersten Drucksteuerungsventil und dem zweiten Drucksteuerungsventil (100, 101) brechen (versagen) würde, das andere Drucksteuerungsventil den Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung (15) steuern.

[0041] Die vorstehenden und weiteren Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung sind aus der nachstehenden ausführlichen Beschreibung, die in Bezug auf die beigefügten Zeichnungen zu verstehen ist, besser ersichtlich, wobei in den Zeichnungen Folgendes gezeigt ist:

[0042] [Fig. 1](#) ist eine schematische Ansicht, die eine Struktur eines Kraftstoffzufuhrsystems zeigt, bei dem ein Drucksteuerungsventil gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung angewandt ist;

[0043] [Fig. 2](#) ist eine schematische Schnittansicht, die das Drucksteuerungsventil gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel zeigt;

[0044] [Fig. 3](#) ist eine schematische Schnittansicht entlang einer Linie III-III in [Fig. 2](#);

[0045] [Fig. 4](#) ist ein Diagramm, das einen Normalbetrieb eines Druckhalteventils des Drucksteuerungsventils zeigt;

[0046] [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) sind jeweils schematische Schnittansichten, die Betriebsbedingungen des Druckhalteventils zeigen;

[0047] [Fig. 6](#) ist ein Diagramm, das einen abnormalen Betrieb des Druckhalteventils des Drucksteuerungsventils zeigt;

[0048] [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) sind jeweils Ablaufschemata, die Prozesse für das Kraftstoffzufuhrsystem zeigen, bei dem das Drucksteuerungsventil der vorliegenden Erfindung angewandt ist;

[0049] **Fig. 8** ist ein Diagramm, das Betriebe von jeweiligen Teilen des Kraftstoffzufuhrsystems der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0050] **Fig. 9A** bis **Fig. 9C** sind jeweils schematische Schnittansichten, die Betriebsbedingungen des Druckhalteventils in einem Reinigungsmodusbetrieb zeigen;

[0051] **Fig. 10A** und **Fig. 10B** sind jeweils Ablaufschaubilder, die Prozesse für das Kraftstoffzufuhrsystem gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigen;

[0052] **Fig. 11** ist eine schematische Schnittansicht, die das Drucksteuerungsventil gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0053] **Fig. 12** ist ein Ablaufschaubild, das Prozesse für das Kraftstoffzufuhrsystem gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0054] **Fig. 13** ist ein Ablaufschaubild, das Prozesse für das Kraftstoffzufuhrsystem gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0055] **Fig. 14** ist eine schematische Ansicht, die eine Struktur des Kraftstoffzufuhrsystems zeigt, bei dem ein Drucksteuerungsventil gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung angewandt ist;

[0056] **Fig. 15** ist eine schematische Ansicht, die eine Struktur des Kraftstoffzufuhrsystems zeigt, bei dem ein Drucksteuerungsventil gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung angewandt ist;

[0057] **Fig. 16** ist eine schematische Schnittansicht, die das Drucksteuerungsventil gemäß dem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0058] **Fig. 17** ist eine schematische Schnittansicht, die das Drucksteuerungsventil gemäß einem achten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0059] **Fig. 18** ist eine schematische Ansicht, die eine Struktur des Kraftstoffzufuhrsystems zeigt, bei dem ein Drucksteuerungsventil gemäß einem neunten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung angewandt ist; und

[0060] **Fig. 19** ist eine schematische Ansicht, die eine Struktur des Kraftstoffzufuhrsystems zeigt, bei dem ein Drucksteuerungsventil gemäß einem zehnten

Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung angewandt ist.

[0061] Die Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sind nachstehend in Bezug auf die Zeichnungen erläutert. Die gleichen Bezugszeichen werden in verschiedenen Ausführungsbeispielen für derartige Komponenten oder Abschnitte verwendet, die zueinander identisch oder ähnlich sind, so dass sich überschneidende Erläuterungen weggelassen werden können.

(Erstes Ausführungsbeispiel)

[0062] Ein Kraftstoffzufuhrsystem, bei dem ein Drucksteuerungsventil gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung angewandt ist, ist ein Kraftstoffzufuhrsystem **1** für eine Brennkraftmaschine einer Direkteinspritzbauart, bei der Kraftstoff direkt in Zylinder (Brennkammern) der Maschine eingespritzt wird. Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, weist das Kraftstoffzufuhrsystem **1** einen Kraftstofftank **10**, eine Hochdruckpumpe **20**, eine Kraftstoffzufuhrleitung **15**, Kraftstoffeinspritzvorrichtungen (Injektoren) **17**, ein Druckentlastungsventil **30**, ein Druckhalteventil **40** (das nachstehend auch als ein Druckventil für einen konstanten Restdruck bezeichnet ist), einen Kraftstoffdrucksensor **18**, ein Steuerungsgerät (eine elektronische Steuerungseinheit) **19** und so weiter auf. Ein Drucksteuerungsventil **100** weist das Druckentlastungsventil **30**, das Druckhalteventil **40** und so weiter auf.

[0063] Kraftstoff wird durch eine Niederdruckkraftstoffpumpe **11** von dem Kraftstofftank **10** angesaugt und zu der Hochdruckkraftstoffpumpe **20** über eine Niederdruckkraftstoffleitung **12** zugeführt. Der Druck wird durch die Hochdruckkraftstoffpumpe **20** mit Druck beaufschlagt und zu der Kraftstoffversorgungsleitung **15** über eine Hochdruckkraftstoffleitung **16** zugeführt. Die Kraftstoffversorgungsleitung **15** speichert den Hochdruckkraftstoff. Der Hochdruckkraftstoff, der in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** gespeichert wird, wird in die Zylinder (nicht gezeigt) der Brennkraftmaschine über die Injektoren **17** eingespritzt, die mit der Kraftstoffversorgungsleitung **15** verbunden sind.

[0064] Der Kraftstoffdrucksensor **18** erfasst einen Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** und sendet seine erfassten Informationen zu dem Steuerungsgerät **19**. Das Steuerungsgerät **19** weist eine Maschinensteuerungseinheit (ECU), Antriebschaltkreise und so weiter auf. Das Steuerungsgerät **19** steuert eine Energiezufuhr zu einem elektromagnetischen Stellglied **21** der Hochdruckkraftstoffpumpe **20** (nachstehend erläutert) und weitere Komponenten und Vorrichtungen für die Maschine auf der Grundlage von Signalen von einem Beschleunigungspedalsensor (nicht gezeigt), einem Drehwinkel-

sensor einer Nockenwelle (nicht gezeigt) und so weiter.

[0065] Eine Struktur der Hochdruckkraftstoffpumpe **20** ist nachstehend erläutert. Die Hochdruckkraftstoffpumpe **20** weist einen Kolben **22**, ein Kraftstoffströmungssteuerungsventil **23**, das elektromagnetische Stellglied **21**, ein Abgabeventil **25** und so weiter auf.

[0066] Der Kolben **22** ist in einer zylindrischen Form ausgebildet und in einem Pumpengehäuse (nicht gezeigt) beweglich aufgenommen, um sich in dessen axialer Richtung hin- und her zu bewegen. Eine Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** ist an einer oberen Endseite des Kolbens **22** ausgebildet. Die Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** verändert ihr Arbeitskammervolumen in Übereinstimmung mit einer Hin- und Herbewegung des Kolbens **22**.

[0067] Eine Hubvorrichtung **28** ist an einer unteren Endseite des Kolbens **22** gegenüber der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** vorgesehen. Die Hubvorrichtung **28** wird durch eine Spiralfeder **29** in eine nach unten gerichtete Richtung gedrängt, so dass die Hubvorrichtung **28** mit einer Nockenwelle **13** in Kontakt ist. Demgemäß wird der Kolben **22** in die axiale Richtung in Übereinstimmung mit der Drehung der Nockenwelle **13** hin- und herbewegt.

[0068] Das Kraftstoffströmungssteuerungsventil **23** ist in einem Kraftstoffzufuhrdurchgang **24** vorgesehen, der einen Kraftstoffeinlass der Hochdruckpumpe **20** und die Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** verbindet. Das Kraftstoffströmungssteuerungsventil **23** steuert ein Öffnen und/oder Schließen des Kraftstoffzufuhrdurchgangs **24** abhängig von einem Betrieb des elektromagnetischen Stellglieds **21**.

[0069] Eine Last an einer Feder **212**, die einen beweglichen Kern **211** des elektromagnetischen Stellglieds **21** zu der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** hin drängt, ist auf einen Wert festgelegt, der größer als eine Last an einer Feder **231** ist, die das Kraftstoffströmungssteuerungsventil **23** in eine Richtung entgegengesetzt zu der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** drängt. Daher wird, wenn kein elektrischer Strom zu dem elektromagnetischen Stellglied **21** zugeführt wird, der bewegliche Kern **211** durch die Federkraft der Feder **212** in die Richtung zu der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** bewegt. Ein Ventilkörper des Kraftstoffströmungssteuerungsventils **23** wird dadurch in die Richtung zu der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** durch eine Nadel (nicht gezeigt) bewegt, die zwischen dem beweglichen Kern **211** und dem Kraftstoffströmungssteuerungsventil **23** vorgesehen ist. Als Ergebnis wird der Ventilkörper des Kraftstoffströmungssteuerungsventils **23** von einem Ventilsitz getrennt, um den Kraftstoffzufuhrdurchgang **24** zu öffnen.

[0070] Wenn der elektrische Strom zu dem elektromagnetischen Stellglied **21** zugeführt wird, wird der bewegliche Kern **211** durch eine elektromagnetische Kraft, die an einer Spule **213** erzeugt wird, in die Richtung weg von der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** bewegt. Dann wird der Ventilkörper des Kraftstoffströmungssteuerungsventils **23** in die Richtung weg von der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** durch die Federkraft der Feder **231** und den Kraftstoffdruck in der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** bewegt, so dass der Ventilkörper des Kraftstoffströmungssteuerungsventils **23** auf den Ventilsitz gesetzt wird, um den Kraftstoffzufuhrdurchgang **24** zu schließen.

[0071] Das Abgabeventil **25** ist in einem Kraftstoffabgabedurchgang **26** vorgesehen, der die Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** mit einem Kraftstoffauslass der Hochdruckpumpe **20** verbindet. Ein Ventilkörper des Abgabeventils **25** wird bewegt, um den Kraftstoffabgabedurchgang **26** zu öffnen, wenn der Kraftstoffdruck von der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** größer wird als eine Summe der Federkraft einer Feder **251** und des Kraftstoffdrucks von der Kraftstoffversorgungsleitung **15**.

[0072] Das Abgabeventil **25** schließt den Kraftstoffabgabedurchgang **26**, wenn der Kraftstoffdruck von der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** kleiner wird als die Summe der Federkraft der Feder **251** und des Kraftstoffdrucks von der Kraftstoffversorgungsleitung **15**.

[0073] Ein Betrieb der Hochdruckkraftstoffpumpe **20** ist nachstehend erläutert.

[0074] Der Betrieb der Hochdruckkraftstoffpumpe **20** wird in einen Saughub, einen Rückföhrhub und einen Verdichtungshub unterteilt.

[0075] In dem Saughub wird der Kolben **22** von seinem oberen Totpunkt zu seinem unteren Totpunkt bewegt. Während dieses Hubs wird die Energiezufuhr zu dem elektromagnetischen Stellglied **21** gestoppt, so dass das Kraftstoffströmungssteuerungsventil **23** den Kraftstoffzufuhrdurchgang **24** öffnet, wie vorstehend erläutert ist. Da der Druck in der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** in Übereinstimmung mit einer nach unten gerichteten Bewegung des Kolbens **22** verringert wird, wird der Kraftstoff in die Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** von dem Kraftstoffzufuhrdurchgang **24** angesaugt.

[0076] In dem Rückföhrhub wird der Kolben **22** von dem unteren Totpunkt zu dem oberen Totpunkt hin bewegt. Während dieses Hubs ist die Energiezufuhr zu dem elektromagnetischen Stellglied **21** noch immer unterbrochen, so dass das Kraftstoffströmungssteuerungsventil **23** kontinuierlich den Kraftstoffzufuhrdurchgang **24** öffnet. Daher wird der Kraftstoff

von der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** zurück in den Kraftstoffzufuhrdurchgang **24** abgegeben.

[0077] In dem Verdichtungshub wird der elektrische Strom zu dem elektromagnetischen Stellglied **21** zugeführt, wenn der Kolben **22** auf einem Weg von dem unteren Totpunkt zu dem oberen Totpunkt ist, um den Kraftstoffzufuhrdurchgang **24** durch das Kraftstoffströmungssteuerungsventil **23** zu schließen. Wenn der Kolben **22** weiter zu dem oberen Totpunkt hin bewegt wird, während der Kraftstoffzufuhrdurchgang **24** geschlossen ist, wird der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** erhöht. Wenn der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** höher wird als ein vorbestimmter Druck, öffnet das Abgabeventil **25** den Kraftstoffabgabedurchgang **26**. Als Ergebnis wird der Hochdruckkraftstoff von dem Kraftstoffabgabedurchgang **26** in die Hochdruckkraftstoffleitung **16** abgegeben.

[0078] Eine Kraftstoffrückführleitung **14** ist zwischen der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27**, der Hochdruckkraftstoffpumpe **20** und der Hochdruckkraftstoffleitung **16** vorgesehen. Ein Ende der Kraftstoffrückführleitung **14** kann mit einer Kraftstoffleitung einer Seite mit höherem Druck der Hochdruckkraftstoffpumpe **20** verbunden sein, während das andere Ende der Kraftstoffrückführleitung **14** mit der Kraftstoffleitung einer Seite mit niedrigerem Druck der Hochdruckkraftstoffpumpe **20** verbunden sein kann. Die Kraftstoffleitung der Seite mit höherem Druck der Hochdruckkraftstoffpumpe **20** kann Folgendes aufweisen: den Kraftstoffabgabedurchgang **26** zwischen dem Abgabeventil **25** und dem Kraftstoffauslass der Hochdruckkraftstoffpumpe **20**; die Hochdruckkraftstoffleitung **16**; die Kraftstoffversorgungsleitung **15**; und noch weitere Bauteile. Andererseits kann die Kraftstoffleitung der Seite mit niedrigerem Druck der Hochdruckkraftstoffpumpe **20** Folgendes aufweisen: den Kraftstoffabgabedurchgang **26** zwischen dem Abgabeventil **25** und der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27**; die Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27**; den Kraftstoffzufuhrdurchgang **24**; die Niederdruckkraftstoffleitung **12**; den Kraftstofftank **11**; und noch weitere Bauteile.

[0079] Das Druckentlastungsventil **30** ist in der Kraftstoffrückführleitung **14** vorgesehen. Das Druckhalteventil **40** ist an einer Innenseite (im Inneren) eines ersten Ventilkörpers **31** vorgesehen, der das Druckentlastungsventil **30** ausbildet.

[0080] Das Drucksteuerungsventil **100**, das das Druckentlastungsventil **30** und das Druckhalteventil **40** aufweist, ist nachstehend in Bezug auf [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) erläutert.

[0081] Das Druckentlastungsventil **30** hat den ersten Ventilkörper **31**, eine erste Feder **32**, einen Anschlag **33** und noch weitere Bauteile.

[0082] Der erste Ventilkörper **31** ist in einer zylindrischen Form ausgebildet und in der Kraftstoffrückführleitung **14** beweglich aufgenommen, so dass der erste Ventilkörper **31** in seine axiale Richtung bewegbar ist. Der erste Ventilkörper **31** hat einen konischen Ventilflächenabschnitt **34** an einem axialen Ende an einer Seite an der Kraftstoffversorgungsleitung **15**. Der konische Ventilflächenabschnitt **34** ist geeignet, um an einen ersten Ventilsitz **35** gesetzt zu werden, der an einer Innenumfangswand der Kraftstoffrückführleitung **14** ausgebildet ist.

[0083] Ein schräger (ausgenommener) Abschnitt **36** ([Fig. 3](#)) ist an einer Außenumfangswand des ersten Ventilkörpers **31** ausgebildet, so dass ein Kraftstoff durch einen Raum zwischen der Innenumfangswand der Kraftstoffrückführleitung **14** und des ausgenommenen Abschnitts (der ausgenommenen Abschnitte) **36** strömen kann.

[0084] Der Anschlag **33** ist in einer zylindrischen Form mit einem Bodenabschnitt ausgebildet und an der Innenumfangswand der Kraftstoffrückführleitung **14** befestigt. Der Anschlag **33** ist an einer Seite des ersten Ventilkörpers **31** an der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** angeordnet. Ein Durchgangsloch **37** ist an dem Bodenabschnitt des Anschlags **33** ausgebildet, so dass der Kraftstoff durch das Durchgangsloch **37** strömen kann.

[0085] Die erste Feder **24** ist eine Druckspiralfeder. Ein Ende der ersten Feder **32** ist an einem Endflächenabschnitt **39** des ersten Ventilkörpers **31** arretiert, der an einem Ende des ersten Ventilkörpers **31** gegenüber dem Ventilflächenabschnitt **34** ausgebildet ist. Das andere Ende der ersten Feder **32** ist an einer Innenwand des Anschlags **33** (dem Bodenabschnitt) an einem Abschnitt benachbart zu dem Durchgangsloch **37** arretiert. Die erste Feder **32** drängt den ersten Ventilkörper **31** zu dem ersten Ventilsitz **35** hin.

[0086] Ein Bewegungsraum L1 ist zwischen dem Endflächenabschnitt **39** des ersten Ventilkörpers **31** und einem Endflächenabschnitt **38** des Anschlags **33** ausgebildet, der an einem axialen Ende des Anschlags **33** ausgebildet ist, der zu dem ersten Ventilkörper **31** zugewandt ist. Der erste Ventilkörper **31** ist innerhalb des Bereichs des Bewegungsraums L1 beweglich. Der Bewegungsraum L1 korrespondiert zu einem maximalen Hubausmaß des Druckentlastungsventils **30**, wenn die Kraftstoffrückführleitung **14** geöffnet wird.

[0087] Der Kraftstoffdruck an der Seite der Kraftstoffversorgungsleitung **15** wird auf den ersten Ventilkörper

per **31** aufgebracht, der von dem ersten Ventilsitz **35** getrennt werden soll, wenn der Kraftstoffdruck an der Seite der Kraftstoffversorgungsleitung **15**, der auf den ersten Ventilkörper **31** aufgebracht wird, größer wird als eine Summe des Kraftstoffdrucks an der Seite der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27**, der auf den ersten Ventilkörper **31** aufgebracht wird, und der Federkraft der ersten Feder **32**. Insbesondere wird der erste Ventilkörper **31** zum Öffnen der Kraftstoffrückföhrleitung **14** bewegt, wenn der Kraftstoffdruck an der Seite der Kraftstoffversorgungsleitung **15** höher wird als ein erster Grenzwert (ein erster Druck). In anderen Worten ist eine Last der ersten Feder **32** so festgelegt, dass der erste Ventilkörper **31** zum Öffnen der Kraftstoffrückföhrleitung **14** bewegt wird, nur wenn der Kraftstoffdruck an der Seite der Kraftstoffversorgungsleitung höher wird als der erste Grenzwert. Zum Beispiel ist der erste Grenzwert auf einen derartigen Wert festgelegt, der höher ist als der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** für den Normalbetrieb der Brennkraftmaschine aber niedriger als der Kraftstoffdruck, bei dem die Injektoren **17** nicht mehr in der Lage sind, eine Kraftstoffeinspritzung geeignet auszuführen.

[0088] Ein innerer Kraftstoffdurchgang **41** ist an einer Innenseite (im Inneren) des ersten Ventilkörpers **31** ausgebildet. Das Druckhalteventil **40** ist in dem inneren Kraftstoffdurchgang **41** vorgesehen. Das Druckhalteventil **40** weist einen Kraftstoffdrosselabschnitt **42**, einen zweiten Ventilkörper **43**, ein Gleitbauteil **44**, eine zweite Feder **45**, ein Anschlagsbauteil **46** und weitere Bauteile auf.

[0089] Der Kraftstoffdrosselabschnitt **42** ist in dem inneren Kraftstoffdurchgang **41** an einer Seite an der Kraftstoffversorgungsleitung **15** ausgebildet, die ein vorderes Ende des ersten Ventilkörpers **31** ist. Eine Querschnittsfläche des Kraftstoffdrosselabschnitts **32** ist auf einen derartigen Wert festgelegt, dass der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** innerhalb einer vorbestimmten Zeitdauer verringert werden kann.

[0090] Der zweite Ventilkörper **43** ist in einer Kugelform ausgebildet. Der zweite Ventilkörper **43** ist auf einen zweiten Ventilsitz **47** einer Konusfläche gesetzt, die an einer Innenumfangswand des inneren Kraftstoffdurchgangs **41** ausgebildet ist. Das Gleitbauteil **44** ist an einer Seite des zweiten Ventilkörpers **43** vorgesehen, die an der Seite an der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** liegt. Der zweite Ventilkörper **43** ist in Gleitkontakt mit einer vertieften Fläche einer halbkugelförmigen Form des Gleitbauteils **44**. Ein schräger Abschnitt (ausgesparter bzw. ausgehobener Abschnitt) **48** (**Fig. 3**) ist an einem Außenumfangsabschnitt des Gleitbauteils **44** ausgebildet, so dass ein Kraftstoff durch einen Raum, der zwischen der Innenumfangswand des inneren Kraftstoffdurchgangs **41** und dem ausgesparten Abschnitt

(den ausgesparten Abschnitten) **48** ausgebildet ist, ausströmen kann.

[0091] Das Anschlagsbauteil **46** ist an einem Ende des ersten Ventilkörpers **31** an einer Seite an der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** befestigt, das heißt an einer Rückseite des ersten Ventilkörpers **31**. Ein Durchgangsloch **49** ist an dem Anschlagsbauteil **46** ausgebildet, so dass der Kraftstoff durch das Durchgangsloch **49** strömen kann.

[0092] Die zweite Feder **45** ist eine Druckspiralfeder. Ein Ende der zweiten Feder **45** ist an einen Endflächenabschnitt des Gleitbauteils **44** arretiert, der an der Seite an der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** liegt. Das andere Ende der zweiten Feder **45** ist an einer Endwand des Anschlagsbauteils **46** an einem Abschnitt benachbart zu dem Durchgangsloch **49** arretiert. Die zweite Feder **45** drängt den zweiten Ventilkörper **43** zu dem zweiten Ventilsitz **47** hin.

[0093] Der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** wird auf den zweiten Ventilkörper **43** aufgebracht und der zweite Ventilkörper **43** wird von dem zweiten Ventilsitz **47** getrennt, wenn der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15**, der auf den zweiten Ventilkörper **43** aufgebracht wird, größer wird als eine Summe des Kraftstoffdrucks in der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27**, der auf den zweiten Ventilkörper **43** aufgebracht wird, und der Federkraft der zweiten Feder **45**. Insbesondere wird der zweite Ventilkörper **43** zum Öffnen des Kraftstoffdrosselabschnitts **42** bewegt, wenn der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung höher wird als ein zweiter Grenzwert (ein zweiter Druck). In anderen Worten ist eine Last der zweiten Feder **45** so festgelegt, dass der zweite Ventilkörper **43** zum Öffnen des Kraftstoffdrosselabschnitts **42** bewegt wird, nur wenn der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** höher wird als der zweite Grenzwert. Zum Beispiel ist der zweite Grenzwert auf einen derartigen Wert festgelegt, der höher ist als ein gesättigter Dampfdruck des Kraftstoffs aber niedriger als der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** bei einem Leerlaufbetrieb der Brennkraftmaschine.

[0094] Ein Betrieb des Druckhalteventils **40** ist nachstehend erläutert.

[0095] **Fig. 4** zeigt Veränderungen des Kraftstoffdrucks in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** in einem Fall, in dem das Kraftstoffzuföhrsystem das Druckhalteventil einerseits hat, und in einem Fall, in dem das Kraftstoffzuföhrsystem ein derartiges Druckhalteventil andererseits nicht hat. Wenn der Maschinenbetrieb zu einem Zeitpunkt T1 gestoppt wird, wird der Betrieb der Hochdruckkraftstoffpumpe **20** in Übereinstimmung mit dem Betriebsstopp der Nockenwelle gestoppt. In dem Fall, in dem das

Kraftstoffzufuhrsystem das Druckhalteventil nicht hat, wird der Kraftstoffdruck in der Versorgungsleitung **15** auf dem hohen Druck gehalten, wie durch eine gestrichelte Linie A angezeigt ist. In dieser Situation kann, wenn der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** weiter in Übereinstimmung mit der Temperaturerhöhung des Maschinenraums erhöht wird, die auftritt, wenn die Zirkulation des Maschinenkühlwassers als ein Ergebnis des Stopps des Maschinenbetriebs gestoppt ist, eine Kraftstoffleckage von den Injektoren in die Zylinder der Maschine auftreten.

[0096] Andererseits wird in dem Fall, in dem das Kraftstoffzufuhrsystem das Druckhalteventil hat, der Kraftstoffdruck in der Versorgungsleitung **15** während einer Dauer zwischen den Zeitpunkten T1 und T2 verringert und wird auf einem niedrigeren zweiten Druck (der zu dem zweiten Grenzwert korrespondiert) gehalten, wie durch eine durchgezogene Linie B angezeigt ist.

[0097] Ein allgemeiner Betrieb des Druckhalteventils **40** ist nachstehend in Bezug auf die [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) erläutert.

[0098] Der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** wird auf den zweiten Ventilkörper **43** aufgebracht. Jedoch wird der zweite Ventilkörper **43** auf den zweiten Ventilsitz **47** gesetzt, wie in [Fig. 5A](#) gezeigt ist, wenn der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15**, der auf den zweiten Ventilkörper **43** aufgebracht wird, kleiner ist als die Summe des Kraftstoffdrucks in der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27**, der auf den zweiten Ventilkörper **43** aufgebracht wird, und der Federkraft der zweiten Feder **45**.

[0099] Der zweite Ventilkörper **43** wird von dem zweiten Ventilsitz **47** getrennt, wie in [Fig. 5B](#) gezeigt ist, wenn der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15**, der auf den zweiten Ventilkörper **43** aufgebracht wird, größer wird als die Summe des Kraftstoffdrucks in der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27**, der auf den zweiten Ventilkörper **43** aufgebracht wird, und der Federkraft der zweiten Feder **45**. In dieser Situation strömt der Kraftstoff von der Kraftstoffversorgungsleitung **15** zu der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** durch den Kraftstoffdrosselabschnitt **42** und den Raum zwischen dem zweiten Ventilkörper **43** und dem zweiten Ventilsitz **47**. Als Ergebnis wird der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** verringert.

[0100] Danach wird, wenn der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** auf den zweiten Druck (der zu dem zweiten Grenzwert korrespondiert) verringert wird, der zweite Ventilkörper **43** wieder auf den zweiten Ventilsitz **47** gesetzt, wie in [Fig. 5A](#) gezeigt ist. Daher wird eine Kraftstoffströ-

mung in dem inneren Kraftstoffdurchgang **41** unterbrochen. Als Ergebnis wird der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** auf dem zweiten Druck gehalten.

[0101] Nicht nur nach dem Stopp des Maschinenbetriebs sondern auch während des Normalbetriebs der Hochdruckkraftstoffpumpe **20**, wiederholt das Druckhalteventil **40** den EIN-AUS Betrieb, insbesondere einen Schließbetrieb während des Verdichtungshubs und einen Öffnungsbetrieb während des Saughubs.

[0102] Wenn das Druckhalteventil **40** betrieben (betätigt) wird, wird die Strömungsmenge des Kraftstoffs gesteuert, die durch den Kraftstoffdrosselabschnitt **42** strömt. Daher wird das Hubausmaß des zweiten Ventilkörpers **43** auf einen kleinen Wert begrenzt. Als Ergebnis können Fremdstoffe, die in dem Kraftstoff beinhaltet sind, an dem Raum zwischen dem zweiten Ventilkörper **43** und dem zweiten Ventilsitz **47** anhaften, wenn die Maschine für viele Stunden betrieben wird. Da die Kraftstoffströmung in dem inneren Kraftstoffdurchgang **41** eine Einwegströmung ist, können die Fremdstoffe, die an dem Raum zwischen dem zweiten Ventilkörper **43** und dem zweiten Ventilsitz **47** anhaften, nicht entfernt werden, sondern sie sammeln sich dort an. Wenn sich die Fremdstoffe in dem Raum zwischen dem zweiten Ventilkörper **43** und dem zweiten Ventilsitz **47** anhaften und sich dort ansammeln, kann sich die Funktion des Druckhalteventils **40** zum Halten (Aufrechterhalten) des Kraftstoffdrucks auf den zweiten Druck verschlechtern.

[0103] [Fig. 6](#) zeigt die Veränderung des Kraftstoffdrucks in der Kraftstoffversorgungsleitung in den Fällen, in denen das Druckhalteventil **40** normal betrieben wird und in denen die Funktion des Druckhalteventils **40** verschlechtert ist.

[0104] In dem Fall, in dem das Druckhalteventil **40** normal betrieben wird, wird der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** während der Dauer zwischen den Zeitpunkten T1 und T2 verringert, nachdem der Maschinenbetrieb zu dem Zeitpunkt T1 gestoppt wurde. Der Kraftstoffdruck wird auf dem zweiten Druck nach dem Zeitpunkt T2 gehalten, wie durch eine gestrichelte Linie C angezeigt ist.

[0105] Andererseits wird, wenn die Fremdstoffe, die in dem Kraftstoff beinhaltet sind, in dem Raum zwischen dem zweiten Ventilkörper **43** und dem zweiten Ventilsitz **47** anhaften oder sich in diesem ansammeln und sich dadurch die Funktion des Druckhalteventils **40** verschlechtert, der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** während der Dauer zwischen den Zeitpunkten T1 und T2 verringert. Jedoch kann selbst nach dem Zeitpunkt T2 der Kraftstoff verringert werden, ohne dass er auf dem zweiten Druck gehalten wird, wie durch eine durchgezogene Linie D angezeigt ist. In dieser Situation kann Dampf

in dem Kraftstoff erzeugt werden, kann die Kraftstoff-
erhöhung mit der Hochdruckkraftstoffpumpe **20** nicht
ausreichend erreicht werden und kann das Startver-
halten der Maschine verschlechtert sein.

[0106] Gemäß der vorliegenden Erfindung steuert,
wenn die Funktion des Druckhalteventils **40** zum Hal-
ten des Kraftstoffdrucks auf den gewünschten Wert
verschlechtert ist, das Steuerungsgerät **19** die Ener-
giezufuhr zu dem elektromagnetischen Stellglied **21**
der Hochdruckkraftstoffpumpe **20**, um einen Reini-
gungsmodusbetrieb zu starten, in dem das Druckent-
lastungsventil **30** betrieben (betätigt) wird.

[0107] Ein Steuerungsprozess für den Reinigungs-
modusbetrieb ist nachstehend mit Bezug auf die
[Fig. 1](#), [Fig. 6](#), [Fig. 7A](#) und [Fig. 7B](#) erläutert.

[0108] Wie in [Fig. 7A](#) gezeigt ist, wird die Ener-
giezufuhr zu dem Steuerungsgerät **19** für eine vor-
bestimmte Zeitdauer aufrechterhalten, selbst nach-
dem der Maschinenbetrieb gestoppt wurde. In ein-
em Schritt S1 überwacht das Steuerungsgerät **19**
den Ausgang des Kraftstoffdrucksensors **18**, um den
Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15**
zu erfassen.

[0109] In einem Schritt S2 wird, wenn der Kraftstoff-
druck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** auf dem
zweiten Druck für eine vorbestimmte Dauer gehalten
wird, nach dem Zeitpunkt T2, der in [Fig. 6](#) gezeigt ist,
das heißt JA in dem Schritt S2, die Energiezufuhr zu
dem Steuerungsgerät **19** unterbrochen.

[0110] Andererseits legt, wenn der Kraftstoffdruck in
der Kraftstoffversorgungsleitung **15** auf den Wert ver-
ringert wird, der niedriger als der zweite Druck ist,
nach dem Zeitpunkt T2, der in [Fig. 6](#) gezeigt ist, das
heißt NEIN in dem Schritt S2, das Steuerungsgerät
19 in einem Schritt S3 ein Flag für die abnormale Be-
dingung auf "1", speichert dieses in seiner Speicher-
vorrichtung und dann wird die Energiezufuhr zu dem
Steuerungsgerät **19** unterbrochen.

[0111] Wenn die Maschine wieder gestartet wird, be-
stimmt das Steuerungsgerät **19** in einem Schritt S4
in [Fig. 7B](#), ob das Flag für die abnormale Bedingung,
das in dem Speicher gespeichert ist, "1" ist oder nicht.
Wenn das Flag nicht "1" ist (NEIN in dem Schritt S4),
schreitet der Prozess zu einem Ende voran.

[0112] Andererseits steuert, wenn das Flag "1" ist
(JA in dem Schritt S4), das Steuerungsgerät **19**
die Energiezufuhr zu dem elektromagnetischen Stell-
glied **21** der Hochdruckpumpe **20** (in einem Schritt
S5), so dass die Hochdruckkraftstoffpumpe **20** in ih-
rem Pumpbetrieb zum Abgeben des Hochdruckkraft-
stoffs gebracht wird. Als Ergebnis wird der Kraftstoff-
druck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** auf den
Druck erhöht, der höher als der erste Druck (der ers-

te Grenzwert) ist. In dieser Situation wird die Kraft-
stoffabgabemenge auf einen Wert gesteuert, der grö-
ßer als die Kraftstoffmenge ist, die in die Zylinder
der Maschine durch die Injektoren **17** bei dem Star-
ten des Maschinenbetriebs eingespritzt werden soll.
Als Ergebnis wird, wenn der Kraftstoffdruck in der
Kraftstoffversorgungsleitung **15** auf den Druck erhöht
wird, der höher als der erste Druck (der erste Gren-
wert) ist, das Druckentlastungsventil **30** in die Ventil-
öffnungsrichtung bewegt, um den Reinigungsmodus-
betrieb durchzuführen.

[0113] Der Reinigungsmodusbetrieb ist nachste-
hend mit Bezug auf die [Fig. 1](#) und [Fig. 8](#) erläutert.

[0114] In [Fig. 8](#) wird, wie durch eine durchgezoge-
ne Linie E angezeigt ist, wenn eine Nockenhubposi-
tion (das heißt eine Kolbenposition) von dem unte-
ren Totpunkt zu dem oberen Totpunkt während ein-
er Dauer von T3 zu T4 verändert wird, der Verdicht-
ungshub durchgeführt. Wenn die Nockenhubposi-
tion von dem oberen Totpunkt zu dem unteren Tot-
punkt während einer Dauer von T4 bis T8 verändert
wird, wird der Saughub durchgeführt. Während des
Verdichtungshubs wird der elektrische Strom zu dem
elektromagnetischen Stellglied **21** von dem Steu-
erungsgerät zugeführt, so dass die Hochdruckpumpe
20 den gesamten angesaugten Kraftstoff mit Druck
beaufschlagt und weiterpumpt.

[0115] Wie durch eine durchgezogene Linie F ange-
zeigt ist, wird, wenn das Abgabeventil **25** auf dem
Weg von T3 bis T4 geöffnet wird, der Kraftstoffdruck
an dem Pumpenauslass erhöht. Wenn das Abga-
beventil **25** geschlossen wird, wird der Kraftstoffdruck
an dem Pumpenauslass auf den Kraftstoffdruck ver-
ringert, der gleich zu dem Kraftstoffdruck in der Kraft-
stoffversorgungsleitung **15** ist.

[0116] Wie durch eine gestrichelte Linie G angezeigt
ist, wird der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffdruckbe-
aufschlagungskammer **27** in Übereinstimmung mit
der Nockenhubposition erhöht, insbesondere da der
Kolben **22** während der Dauer von T3 bis T4 nach
oben bewegt wird, und wird der Kraftstoffdruck in
der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** ver-
ringert, wenn das Abgabeventil **15** geöffnet wird. Zu-
sätzlich wird der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffdruck-
beaufschlagungskammer **27** während der Dauer von
T4 bis T8 verringert, während der Kolben **22** von dem
oberen Totpunkt zu dem unteren Totpunkt in Überein-
stimmung mit der Nockenhubposition bewegt wird.

[0117] Wie vorstehend gezeigt ist, werden während
der Dauer von T3 bis T4 der Kraftstoffdruck an
dem Pumpenauslass und der Kraftstoffdruck in der
Druckbeaufschlagungskammer **27** in einem ähnli-
chen Muster zueinander verändert. Andererseits wird
während der Dauer von T4 bis T8 der Kraftstoffdruck
an dem Pumpenauslass viel höher als der Kraftstoff-

druck in der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27**.

[0118] Wie bereits erläutert ist, ist ein Ende der Kraftstoffrückführleitung **14**, in der das Druckentlastungsventil **30** vorgesehen ist, mit der Hochdruckkraftstoffleitung **16** verbunden, während das andere Ende der Kraftstoffrückführleitung **14** mit der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** verbunden ist. Ein Ende der Hochdruckkraftstoffleitung **16** ist mit dem Kraftstoffabgabedurchgang **26** der Hochdruckpumpe **20** verbunden, während das andere Ende der Hochdruckkraftstoffleitung **16** mit der Kraftstoffversorgungsleitung **15** verbunden ist. Als Ergebnis ist der Kraftstoffdruck in dem Kraftstoffrückführdurchgang **14** an der Seite der Kraftstoffversorgungsleitung **15** nahezu gleich zu dem Kraftstoffdruck an dem Pumpenauslass und dem Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15**.

[0119] Während der Dauer von T3 bis T4 liegt der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffrückführleitung **14** an der Seite an der Kraftstoffversorgungsleitung **15** nahe dem Kraftstoffdruck in der Kraftstoffrückführleitung **14** an der Seite an der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** und ist die Druckdifferenz zwischen diesen Drücken kleiner als der erste Druck. Das Druckentlastungsventil **30** ist daher geschlossen.

[0120] Während der Dauer von T4 bis T8 wird der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffrückführleitung **14** an der Seite an der Kraftstoffversorgungsleitung **15** viel höher als der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffrückführleitung **14** an der Seite an der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27**. Die Differenz des Kraftstoffdrucks zwischen dem Kraftstoffdruck an dem Pumpenauslass und dem Kraftstoffdruck in der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer wird zu dem Zeitpunkt T5 größer als der erste Druck. Daher beginnt zu dem Zeitpunkt T5 das Öffnen des Druckentlastungsventils **30**. Ein Hubausmaß des Druckentlastungsventils **30** wird von dem Zeitpunkt T5 aus erhöht, wie durch eine durchgezogene Linie H angezeigt ist. Zu dem Zeitpunkt T6 wird, wenn das Druckentlastungsventil **30** (genauer gesagt dessen erster Ventilkörper **31**) in Kontakt mit dem Anschlag **33** gebracht wird, das Hubausmaß des Druckentlastungsventils **30** ein Maximum. Wenn das Druckentlastungsventil **30** danach geschlossen wird, wird das Hubausmaß des Druckentlastungsventils **30** kleiner.

[0121] Eine Ventilgeschwindigkeit des Druckentlastungsventils **30** erhöht sich allmählich während der Dauer von T5 bis T6, wie durch eine durchgezogene Linie I angezeigt ist. Zu dem Zeitpunkt T6 wird das Druckentlastungsventil **30** (der erste Ventilkörper **31**) in Kontakt mit dem Anschlag **33** gebracht (stößt daran an) und dadurch wird die Ventilgeschwindigkeit des Druckentlastungsventils **30** schnell verrin-

gert. Das Druckentlastungsventil **30** schlägt nach dem Zeitpunkt T6 zurück und das Anstoßen zwischen dem Druckentlastungsventil **30** und dem Anschlag **33** wird mehrere Male wiederholt. Daher entsteht eine schwingende Ventilgeschwindigkeit des Druckentlastungsventils **30**. Wenn das Druckentlastungsventil **30** geschlossen wird, ist die Ventilgeschwindigkeit durch eine Negativfigur ausgedrückt.

[0122] Eine Ventilbeschleunigung des Druckentlastungsventils **30** wird während der Dauer von T5 bis T6 erhöht, wie durch eine durchgezogene Linie J angezeigt ist. Zu dem Zeitpunkt T6 wird die Ventilbeschleunigung null. Da der Stoß zwischen dem Druckentlastungsventil **30** und dem Anschlag **33** mehrere Male wiederholt wird, wird auch die Ventilbeschleunigung des Druckentlastungsventils **30** zu einem Schwingen gebracht. Wenn das Druckentlastungsventil **30** geschlossen wird, wird die Ventilbeschleunigung des Druckentlastungsventils **30** eine Großfigur.

[0123] Wie vorstehend erläutert ist, ist der innere Kraftstoffdurchgang **41**, in dem das Druckhalteventil **40** vorgesehen ist, in dem Inneren des ersten Ventilkörpers **31** des Druckentlastungsventils **30** ausgebildet. Während der Dauer von T3 bis T4 liegt der Kraftstoffdruck in dem inneren Kraftstoffdurchgang **41** an der Seite an der Kraftstoffversorgungsleitung **15** nahe an dem Kraftstoffdruck in dem inneren Kraftstoffdurchgang **41** an der Seite an der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** und ist die Druckdifferenz zwischen diesen Drücken kleiner als der zweite Druck. Das Druckhalteventil **40** ist daher während der Dauer T3 bis T4 geschlossen.

[0124] Während der Dauer von T4 bis T8 wird der Kraftstoffdruck in dem inneren Kraftstoffdurchgang **41** an der Seite einer Kraftstoffversorgungsleitung **15** viel höher als der Kraftstoffdruck in dem inneren Kraftstoffdurchgang **41** an der Seite an der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27**. Da der Druck des Kraftstoffdrucks zwischen dem Kraftstoffdruck an dem Pumpenauslass und dem Kraftstoffdruck in der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** größer wird als der zweite Druck, wird das Druckhalteventil **40** geöffnet. Als Ergebnis wird, wie durch eine durchgezogene Linie K angezeigt ist, ein Hubausmaß des Druckhalteventils **40** (insbesondere des zweiten Ventilkörpers **43**) nach dem Zeitpunkt T4 auf ein derartiges Hubausmaß erhöht, das in einem Normalbetrieb erhalten wird.

[0125] Während der Dauer von T5 bis T6 wird das Druckhalteventil **40** gemeinsam mit dem ersten Ventilkörper **31** des Druckentlastungsventils **30** in eine Richtung zu der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** hin bewegt (nach links in [Fig. 2](#)). Wenn das Druckentlastungsventil **30** (der erste Ventilkörper **31**) an dem Anschlag **33** zu dem Zeitpunkt T6

anschlägt, wird der zweite Ventilkörper **43** weiter in die Richtung zu der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** aufgrund einer Trägheitskraft abhängig von einer Masse des zweiten Ventilkörpers **43** bewegt. Als Ergebnis wird das Hubausmaß des Druckhalteventils **40** nach dem Zeitpunkt T6 schnell verringert und es wird ein maximaler Wert zu dem Zeitpunkt T7. Danach wird das Druckentlastungsventil **30** geschlossen und wird das Hubausmaß des Druckhalteventils **40** auf das Hubausmaß verringert, das in dem Normalbetrieb erhalten wird.

[0126] Nach dem Zeitpunkt T8, das heißt während des nachfolgenden Verdichtungs hubs, ist das Druckhalteventil **40** geschlossen. Insbesondere ist das Hubausmaß des Druckhalteventils **40** verringert.

[0127] Der Betrieb des Druckentlastungsventils **30** und des Druckhalteventils **40** ist nachstehend in Bezug auf die [Fig. 8](#) und [Fig. 9A](#) bis [Fig. 9C](#) weiter erläutert.

[0128] Während der Dauer von T3 bis T4 sind das Druckentlastungsventil **30** und das Druckhalteventil **40** geschlossen, wie vorstehend erläutert ist.

[0129] Während der Dauer von T4 bis T5, wie in [Fig. 9A](#) gezeigt ist, wird das Druckhalteventil **40** geöffnet, während das Hubausmaß des Druckhalteventils **40** zu dem Hubausmaß korrespondiert, das in dem Normalbetrieb erhalten wird.

[0130] Nach der Dauer nach dem Zeitpunkt T5, wie in [Fig. 9](#) gezeigt ist, wird, wenn der erste Ventilkörper **31** des Druckentlastungsventils **30** in die Richtung zu der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** bewegt wird, das Druckhalteventil **40** auch in die Richtung zu der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** gemeinsam mit dem ersten Ventilkörper **31** bewegt. Während diesem Betrieb wird der zweite Ventilkörper **43** des Druckhalteventils **40** von dem zweiten Ventilsitz **47** getrennt und/oder auf diesen gesetzt. Die Ventilbeschleunigung des zweiten Ventilkörpers **43** wird durch den ersten Ventilkörper **31** erhöht.

[0131] Zu dem Zeitpunkt T6 wird einerseits, wenn der Endflächenabschnitt **39** des ersten Ventilkörpers **31** an den Endflächenabschnitt **38** des Anschlags **33** anschlägt, die Ventilbeschleunigung des ersten Ventilkörpers **31** verringert. Andererseits wird, während die Beschleunigung des zweiten Ventilkörpers **43** nicht verringert wird, der zweite Ventilkörper **43** weiter in der Richtung (nach links) zu der Druckbeaufschlagungskammer **27** aufgrund der Trägheitskraft abhängig von der Masse des zweiten Ventilkörpers **43** hin bewegt.

[0132] Dann wird zu dem Zeitpunkt T7, wie in [Fig. 9C](#) gezeigt ist, das Hubausmaß des zweiten Ventilkörpers **43** ein maximaler Wert "L2". In dieser Situati-

on können die Fremdstoffe, die in dem Raum zwischen dem zweiten Ventilkörper **30** und dem zweiten Ventilsitz **47** angehaftet sein können (oder sich in diesem angesammelt haben können), von einem derartigen Raum durch die Kraftstoffströmung durch den Raum zwischen dem zweiten Ventilkörper **43** und dem zweiten Ventilsitz **47** entfernt werden. Zusätzlich können die Fremdstoffe, die an dem zweiten Ventilkörper **43** und/oder dem zweiten Ventilsitz **47** anhaften, von dem zweiten Ventilkörper **43** und/oder dem zweiten Ventilsitz **47** durch die Schwingung, die bei dem Stoß zwischen dem ersten Ventilkörper **31** und dem Anschlag **33** erzeugt wird, von diesen Bauteilen weg gebrochen (entfernt) werden.

[0133] Gemäß dem vorstehenden Ausführungsbeispiel überwacht das Steuerungsgerät **19** den Ausgang des Kraftstoffdrucksensors **18**, nachdem der Maschinenbetrieb gestoppt wird. In dem Fall, in dem der Kraftstoffdruck in der Versorgungsleitung **15** niedriger wird als der zweite Druck, steuert das Steuerungsgerät **19** die Energiezufuhr zu dem elektromagnetischen Stellglied **21** der Hochdruckpumpe **20**, wenn der Maschinenbetrieb wieder gestartet wird, so dass der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** oberhalb des ersten Drucks erhöht wird. Als Ergebnis wird das Druckentlastungsventil **30** geöffnet und wird das Hubausmaß des Druckhalteventils **40** (das in dem Inneren des Druckentlastungsventils **30**) vorgesehen ist, größer gemacht als das Hubausmaß, das in dem Normalbetrieb erhalten wird, durch die Trägheitskraft abhängig von der Masse des zweiten Ventilkörpers **43**. Demgemäß können die Fremdstoffe (die in dem Raum zwischen dem zweiten Ventilkörper **43** und dem zweiten Ventilsitz **47** angehaftet sein können oder sich in diesen angesammelt haben können) von dem Raum zwischen dem zweiten Ventilkörper **43** und dem zweiten Ventilsitz **47** entfernt werden.

[0134] Wie vorstehend gezeigt ist, kann, wenn das charakteristische Merkmal des Druckhalteventils **40** verändert wird oder sich dessen Verhalten verschlechtert, das Verhalten des Druckhalteventils **40** zum Halten des Drucks wieder auf dessen normale Betriebsbedingung durch Betreiben (Betätigen) des Druckentlastungsventils **30** zurückgestellt werden. Daher ist es möglich, die Erzeugung von Dampf in dem Kraftstoff des Kraftstoffzufuhrsystems zu verhindern, nachdem der Maschinenbetrieb gestoppt wurde. Zusätzlich ist es möglich, die abnormale Verringerung des Kraftstoffdrucks in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** zu verhindern, wenn das Beschleunigungspedal von dem Pedalbetätigungsbetrieb freigegeben wird. Als Ergebnis kann das Druckhalteventil **40** sein Verhalten selbst in dem Fall aufrechterhalten, in dem die Fremdstoffe daran anhaften, und dadurch verbessert sich in dem Kraftstoffzufuhrsystem das Kraftstoffsverbrauchsverhältnis und das Startverhalten der Maschine.

[0135] Des Weiteren erhöht das Steuerungsgerät **19** den Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** oberhalb des ersten Drucks bei einem erneuten Starten des Maschinenbetriebs. Es ist dadurch durch ein Überlagern von Betriebsgeräuschen des Druckentlastungsventils **30** mit Betriebsgeräuschen der Maschine möglich, eine Verschlechterung der Ruhe und des Fahrverhaltens zu verhindern.

(Zweites Ausführungsbeispiel)

[0136] Ein Kraftstoffzufuhrsystem, bei dem ein Drucksteuerungsventil gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung angewandt ist, ist nachstehend in Bezug auf die [Fig. 10A](#) und [Fig. 10B](#) erläutert.

[0137] Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel wird, wenn das Steuerungsgerät **19** in dem Schritt S4 ([Fig. 10B](#)) bestimmt, dass das Flag für die abnormale Bedingung, das in dem Speicher gespeichert ist, "1" ist, JA in dem Schritt S4, der Prozess fortgesetzt, bis der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** höher wird als ein vorbestimmter Wert (NEIN in dem Schritt S6 in [Fig. 10B](#)), und dann wird der Prozess in den Reinigungsmodusbetrieb verändert, wenn der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** höher wird als der vorbestimmte Wert (JA in dem Schritt S6 in [Fig. 10B](#)).

[0138] Der vorbestimmte Wert bedeutet hier einen Druck, der nahe aber nicht unterhalb des ersten Drucks liegt. Des Weiteren bedeutet der vorbestimmte Wert einen Druck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15**, der nahe einem maximalen Kraftstoffspritzdruck für die Injektoren **17** während der Fahrzeugbeschleunigungsdauer liegt. In dem Reinigungsmodusbetrieb steuert das Steuerungsgerät **19** die Energiezufuhr zu dem elektromagnetischen Stellglied **21** der Hochdruckpumpe **20**, so dass die Hochdruckpumpe **20** den gesamten angesaugten Kraftstoff herauspumpt (das heißt, eine Vollpumpbedingung). In diesem Fall ist die Kraftstoffabgabemenge der Hochdruckpumpe **20** größer als die Kraftstoffmenge, die durch die Injektoren **17** während der Fahrzeugbeschleunigungsdauer eingespritzt wird. Daher wird der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** oberhalb des ersten Drucks erhöht.

[0139] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel steuert, wenn der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** erhöht wird, um näher an dem maximalen Kraftstoffspritzdruck der Injektoren **17** während der Fahrzeugbeschleunigungsdauer zu liegen, das Steuerungsgerät **19** die Energiezufuhr zu der Hochdruckpumpe **20**, um das Druckentlastungsventil **30** zu betreiben (betätigen). In diesem Fall ist, obwohl die Drehzahl der Maschine erhöht ist, es durch ein Überlagern der Betriebsgeräusche des Druckentlastungsventils **30** mit den Betriebsgeräuschen

der Maschine möglich, eine Verschlechterung der Ruhe und des Fahrverhaltens zu verhindern.

(Drittes Ausführungsbeispiel)

[0140] Ein Drucksteuerungsventil gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist nachstehend in Bezug auf die [Fig. 11](#) erläutert. Formen eines Anschlags **50** und einer ersten Feder **55** des Druckentlastungsventils **30** gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel unterscheiden sich von denen des ersten Ausführungsbeispiels.

[0141] Der Anschlag **50** ist in einer zylindrischen Form mit einem Abschnitt **51** mit großem Durchmesser und einem Abschnitt **52** mit kleinem Durchmesser ausgebildet. Eine Außenumfangswand des Abschnitts **51** mit großem Durchmesser ist an der Innenumfangswand der Kraftstoffrückführleitung **14** befestigt. Der Abschnitt **52** mit kleinem Durchmesser erstreckt sich von einem Ende des Abschnitts **51** mit großem Durchmesser in die Richtung zu der Kraftstoffversorgungsleitung **15**.

[0142] Ein erstes Durchgangsloch **53** ist in dem Anschlag **50** ausgebildet, das sich in dessen axialer Richtung erstreckt, so dass beide axialen Endräume miteinander in Verbindung sind. Ein zweites Durchgangsloch **54** ist in dem Abschnitt **52** mit kleinem Durchmesser ausgebildet, wobei sich das zweite Durchgangsloch **54** in einer radialen Richtung erstreckt. Das erste Durchgangsloch **53** und das zweite Durchgangsloch **54** sind miteinander verbunden, so dass ein Kraftstoff durch die Durchgangslöcher strömen kann.

[0143] Die erste Feder **55** ist zwischen einer Außenumfangswand des Abschnitts **52** mit kleinem Durchmesser und der Innenumfangswand der Kraftstoffrückführleitung **14** vorgesehen. Ein Ende der ersten Feder **55** ist an dem Endflächenabschnitt **39** des ersten Ventilkörpers **31** arretiert, der an dem Ende des ersten Ventilkörpers an der Seite an der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer ausgebildet ist. Das andere Ende der ersten Feder **55** ist an einem äußeren Ende des Abschnitts **51** mit großem Durchmesser an der Seite an der Kraftstoffversorgungsleitung **15** arretiert. Die erste Feder **55** drängt den ersten Ventilkörper **31** zu dem ersten Ventilsitz **35** hin.

[0144] Ein Bewegungsraum L3 ist zwischen einem Endflächenabschnitt **56** des Anschlags **50** (an der Seite an der Kraftstoffversorgungsleitung **15**) und dem Endflächenabschnitt **39** des ersten Ventilkörpers **31** (an der Seite der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer) ausgebildet. Der erste Ventilkörper **31** ist innerhalb des Bereichs des Bewegungsraums L3 beweglich. Der Bewegungsraum L3 korrespondiert zu einem maximalen Hubausmaß des Druckent-

lastungsventils **30**, wenn es die Kraftstoffrückföhrleitung **14** öföfnet.

[0145] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die erste Feder **55** an der Außenumfangswand des Anschlags **50** vorgesehen. Der Anschlag **50** und der erste Ventilkörper **31** werden in einem radial innenliegenden Raum der ersten Feder **55** in Kontakt gebracht.

[0146] Selbst gemäß der vorstehenden Struktur wird, wenn das charakteristische Merkmal des Druckhalteventils **40** verändert wird oder sich dessen Verhalten verschlechtert, das Druckentlastungsventil **30** geöffnet, so dass der Endflächenabschnitt **39** des ersten Ventilkörpers **31** an dem Endflächenabschnitt **56** des Anschlags **50** anschlägt. Als Ergebnis kann das Ventilhubausmaß des zweiten Ventilkörpers **43** größer gemacht werden als das Ventilhubausmaß, das in dem Normalbetrieb erhalten wird.

[0147] In dieser Situation können die Fremdstoffe, die in dem Raum zwischen dem zweiten Ventilkörper **43** und dem zweiten Ventilsitz **47** anhaften können (oder sich in diesen angesammelt haben können), von einem derartigen Raum durch die Kraftstoffströmung durch den Raum zwischen dem zweiten Ventilkörper **43** und dem zweiten Ventilsitz **47** entfernt werden. Das Druckhalteventil **40** kann dadurch dessen Verhalten selbst in dem Fall aufrechterhalten, in dem die Fremdstoffe daran anhaften.

(Viertes Ausführungsbeispiel)

[0148] Ein Prozess für den Reinigungsmodusbetrieb für das Kraftstoffzuföhrsystem, bei dem das Drucksteuerungsventil gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel angewandt ist, ist nachstehend in Bezug auf die [Fig. 12](#) erläutert.

[0149] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel erfasst eine Maschinen ECU (oder das Steuerungsgerät **19** in [Fig. 1](#)) in einem Schritt S10 unverbrannte Komponenten des Kraftstoffs wie zum Beispiel Kohlenwasserstoffe (HC), die in dem Abgas beinhaltet sind. Wenn sich der Kraftstoffdruck innerhalb der Kraftstoffversorgungsleitung **15** als ein Ergebnis verringert, dass das Verhalten des Druckhalteventils **40** zum Halten des Kraftstoffdrucks verringert ist, wird eine Zerstäubung des Kraftstoffs, der durch die Injektoren **17** eingespritzt wird, verschlechtert. Dann erhöht sich die Menge der unverbrannten Komponenten des Kraftstoffs, die in dem Abgas beinhaltet sind. Daher können, wenn sich die Menge an Kohlenwasserstoffen (HC), die in dem Abgas beinhaltet ist, erhöht, die Fremdstoffe in dem Raum zwischen dem zweiten Ventilsitz **47** und dem zweiten Ventilkörper **43** des Druckhalteventils **40** anhaften oder sich in diesem ansammeln.

[0150] Wenn die erfasste HC Menge größer ist als eine vorbestimmte Menge (JA in einem Schritt S11), wird das Flag für die abnormale Bedingung auf "1" festgelegt und wird diese Information in dem Speicher gespeichert (in einem Schritt S12). Wenn die erfasste HC Menge kleiner ist als die vorbestimmte Menge (NEIN in dem Schritt S11), schreitet der Prozess zu dem Ende voran.

[0151] In dem Fall, in dem das Flag für die abnormale Bedingung, das in dem Speicher gespeichert ist, "1" ist, erfasst das Steuerungsgerät **19**, ob sich die Maschine in einem Verzögerungsbetrieb befindet. In einem Fall, in dem in einem Schritt S13 JA beurteilt wird, nämlich wenn sich die Maschine in dem Verzögerungsbetrieb befindet, stoppt das Steuerungsgerät **19** die Kraftstoffeinspritzung von den Injektoren **17** in die Zylinder, während das Steuerungsgerät **19** die Hochdruckpumpe **20** kontinuierlich antreibt, um den mit Druck beaufschlagten Kraftstoff abzugeben. Als Ergebnis wird der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** oberhalb des ersten Drucks erhöht und wird das Druckentlastungsventil **30** in die Ventilöffnungsrichtung bewegt, um den Reinigungsmodusbetrieb auszuführen.

[0152] Wie vorstehend gezeigt ist, wird gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel der Reinigungsmodusbetrieb während des Maschinenverzögerungsbetriebs ausgeführt. Da Kraftstoffeinspritzanschlüsse der Injektoren **17** während des Maschinenverzögerungsbetriebs geschlossen sind, kann der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** schnell erhöht werden.

[0153] Wenn der Reinigungsmodusbetrieb ausgeführt wurde, kann der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** aufgrund des Ventilöffnungsbetriebs des Druckentlastungsventils **30** verringert werden und dadurch kann die Zerstäubung des Kraftstoffs, der von den Injektoren **17** in die Zylinder eingespritzt wird, nicht ausreichend erreicht werden. Jedoch ist, da die Kraftstoffeinspritzung von den Injektoren in die Zylinder während des Maschinenverzögerungsbetriebs gestoppt ist, es möglich, eine Verschlechterung der Emission des Abgases zu verhindern.

(Fünftes Ausführungsbeispiel)

[0154] Ein Prozess für den Reinigungsmodusbetrieb des Kraftstoffzuföhrsystems gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel ist nachstehend in Bezug auf die [Fig. 13](#) erläutert.

[0155] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel erfasst, wenn das Flag für die abnormale Bedingung, das in dem Speicher gespeichert ist, "1" ist (S12 in [Fig. 13](#)), das Steuerungsgerät in einem Schritt S15, ob eine Rev-Begrenzersteuerung (engl.

"rev limiter control") betrieben wird oder nicht, als ein Ergebnis davon, dass die Maschinendrehzahl erhöht wird. In einem Fall, dass in dem Schritt S15 JA beurteilt wird, nämlich wenn die Rev-Begrenzersteuerung betrieben wird, stoppt das Steuerungsgerät **19** die Kraftstoffeinspritzung von den Injektoren **17** in die Zylinder, während das Steuerungsgerät **19** die Hochdruckpumpe **20** kontinuierlich antreibt, um den mit Druck beaufschlagten Kraftstoff abzugeben. Als Ergebnis wird der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** oberhalb des ersten Drucks erhöht und wird das Druckentlastungsventil **30** in die Ventilöffnungsrichtung bewegt.

[0156] Da Kraftstoffeinspritzanschlüsse der Injektoren **17** während des Betriebs für die Rev-Begrenzersteuerung geschlossen sind, kann der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** schnell erhöht werden. Zusätzlich ist, da die Kraftstoffeinspritzung von den Injektoren in die Zylinder während des Betriebs für die Rev-Begrenzersteuerung gestoppt ist, es möglich, eine Verschlechterung der Emission des Abgases zu verhindern. Des Weiteren ist, da die Maschinendrehzahl während des Betriebs für die Rev-Begrenzersteuerung hoch ist, es durch ein Überlagern der Betriebsgeräusche des Druckentlastungsventils **30** mit den Betriebsgeräuschen der Maschine möglich, die Verschlechterung der Ruhe und des Fahrverhaltens zu verhindern.

(Sechstes Ausführungsbeispiel)

[0157] **Fig. 14** zeigt schematisch ein Kraftstoffzufuhrsystem, bei dem ein Drucksteuerungsventil gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung angewandt ist. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist eine Öffnung **70** in der Hochdruckkraftstoffleitung **16** für die Kraftstoffversorgungsleitung **15** vorgesehen. Die Öffnung **70** verringert ein Pulsieren des Kraftstoffdrucks in der Kraftstoffversorgungsleitung **15**, das durch Ein-Aus Betriebe der Kraftstoffeinspritzanschlüsse der Injektoren **17** verursacht werden kann. Zusätzlich reflektiert die Öffnung **70** Druckwellen, die in der Hochdruckkraftstoffleitung **16** durch einen Ein-Aus Betrieb des Abgabeventils **25** der Hochdruckpumpe **20** erzeugt werden. Wenn die Drehzahl der Maschine eine vorbestimmte Drehzahl erreicht, können die Druckwellen, die durch den Ein-Aus Betrieb des Abgabeventils **25** erzeugt werden, das durch die Drehung der Nockenwelle **13** angetrieben wird, in Erwiderung zu bzw. gemeinsam mit den Druckwellen schwingen, die durch die Öffnung **70** reflektiert werden.

[0158] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Spezifikationen für die Öffnung **70**, die Kraftstoffversorgungsleitung **15** und die Hochdruckkraftstoffleitung **16** (wie zum Beispiel ein Innendurchmesser der Öffnung **70**; eine Länge, eine Kapazität, ein Federkoeffizient des Materials und eine Wand-

dicke der Kraftstoffversorgungsleitung **15**; eine Länge, ein Innendurchmesser, ein Federkoeffizient des Materials und eine Wanddicke der Hochdruckkraftstoffleitung **16**; und so weiter) derart gestaltet, dass ein maximaler Wert des Kraftstoffdrucks, der durch die Resonanz verursacht wird, höher ist als der erste Druck.

[0159] Als Ergebnis ist es möglich, das Druckentlastungsventil **30** ohne einen spezifischen Betrieb zum Zwangsweiseöffnen des Druckentlastungsventils **30** zu öffnen, wie zum Beispiel jene Betriebe, die jeweils in den vorstehenden ersten bis fünften Ausführungsbeispiel erläutert sind. Daher stößt der erste Ventilkörper **31** des Druckentlastungsventils **30** an den Anschlag **33** an und wird das Hubausmaß des zweiten Ventilkörpers **43** des Druckhalteventils **40** größer gemacht als das Hubausmaß, das in den Normalbetrieb erhalten wird, durch die Trägheitskraft, die abhängig von der Masse des zweiten Ventilkörpers **43** ist. Wie vorstehend gezeigt, ist es möglich, die Verschlechterung des Verhaltens des Druckhalteventils **40** zum Halten des Kraftstoffdrucks zu verhindern.

(Siebtes Ausführungsbeispiel)

[0160] **Fig. 15** und **Fig. 16** zeigen schematisch ein Kraftstoffzufuhrsystem, bei dem ein Drucksteuerungsventil gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel der Erfindung angewandt ist.

[0161] Gemäß einem Drucksteuerungsventil **102** des vorliegenden Ausführungsbeispiels ist eine elektromagnetische Spule **60** an einem Außenumfang der Kraftstoffrückführleitung **14** vorgesehen. Die Kraftstoffrückführleitung **14** hat einen ersten zylindrischen Abschnitt **61**, der aus einem magnetischen Material hergestellt ist, einen zweiten zylindrischen Abschnitt **62**, der aus einem nicht magnetischen Material hergestellt ist, und einen dritten zylindrischen Abschnitt **63**, der aus einem magnetischen Material hergestellt ist, wobei der erste bis dritte Abschnitt in dieser Reihenfolge angeordnet sind. Der zweite zylindrische Abschnitt **62** ist an einer Position angeordnet, die zu einem Außenflächenabschnitt des Raums korrespondiert, der zwischen dem ersten Ventilkörper **31** des Druckentlastungsventils **30** und dem Anschlag **33** korrespondiert. Der erste Ventilkörper **31** des Druckentlastungsventils **30** und der Anschlag **33** sind aus magnetischem Material hergestellt.

[0162] Wenn der elektrische Strom von dem Steuerungsgerät **19** zu der Spule **60** über Anschlüsse **65** eines Verbindungsglieds **64** zugeführt wird, wird ein elektromagnetisches Feld an der Spule **60** erzeugt, so dass ein magnetischer Fluss durch einen magnetischen Kreis strömt, der durch den ersten zylindrischen Abschnitt **61**, den ersten Ventilkörper **31**, den Anschlag **33** und den dritten zylindrischen Abschnitt **63** ausgebildet ist. Eine elektromagnetische Kraft

wird dadurch zwischen dem ersten zylindrischen Abschnitt **61** und dem Anschlag **33** erzeugt, so dass der erste Ventilkörper **31** zu dem Anschlag **33** hin angezogen wird.

[0163] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist es möglich, den ersten Ventilkörper **31** in die Ventilöffnungsrichtung durch eine Zufuhr des elektrischen Stroms zu der Spule **60** zu bewegen. Insbesondere ist es weder erforderlich, einen Ein-Aus-Betrieb der Kraftstoffeinspritzanschlüsse der Injektoren **17** zu steuern, noch ist es erforderlich, eine Abgabe der Kraftstoffmenge der Hochdruckpumpe **20** zu steuern. Als Ergebnis ist es möglich, den Reinigungsmodusbetrieb zu einem beliebig gewünschten Zeitpunkt, während die Maschine in einem Zeitraum gestoppt ist, oder zu einer beliebigen anderen Maschinenbetriebsdauer auszuführen, in der die Verschlechterung der Emission und des Fahrverhaltens nicht auftreten können.

(Achstes Ausführungsbeispiel)

[0164] **Fig. 17** zeigt schematisch einen Teil eines Kraftstoffzufuhrsystems, bei dem ein Drucksteuerungsventil gemäß einem achten Ausführungsbeispiel der Erfindung angewandt ist.

[0165] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel hat das Druckhalteventil **40** einen Flussanziehabschnitt (engl. „flux drawing portion“) **461**, der sich von dem Anschlagsbauteil **46** zu dem Gleitbauteil **44** hin erstreckt. Der zweite Ventilkörper **43**, das Gleitbauteil **44**, der Flussanziehabschnitt **461** und das Anschlagsbauteil **46** sind aus einem magnetischen Material hergestellt.

[0166] Der erste Ventilkörper **31** des Druckentlastungsventils **30** weist einen ersten Ventilabschnitt **311**, der aus einem magnetischen Material hergestellt ist, einen zweiten Ventilabschnitt **312**, der aus einem nicht magnetischen Material hergestellt ist, und einen dritten Ventilabschnitt **313** auf, der aus einem magnetischen Material hergestellt ist, wobei der erste bis dritte Ventilabschnitt in dieser Reihenfolge angeordnet sind. Der zweite Ventilabschnitt **312** ist an einer Position angeordnet, die zu einem Außenumfangabschnitt des Raums korrespondiert, der zwischen dem Flussanziehabschnitt **461** und dem Gleitbauteil **44** des Druckentlastungsbauteils **30** ausgebildet ist.

[0167] Der zweite zylindrische Abschnitt **62** der Kraftstoffrückführleitung **14** ist an einer Position angeordnet, die zu einem Außenflächenabschnitt des zweiten Ventilabschnitts **312** korrespondiert.

[0168] Wenn der elektrische Strom von dem Steuerungsgerät **19** zu der Spule **60** über die Anschlüsse **65** des Verbindungsglieds **64** zugeführt wird, wird das elektromagnetische Feld an der Spule **60** erzeugt,

so dass ein magnetischer Fluss durch einen magnetischen Kreis strömt, der durch den ersten zylindrischen Abschnitt **61**, den ersten Ventilabschnitt **311**, den zweiten Ventilkörper **43**, das Gleitbauteil **44**, den Flussanziehabschnitt **461** und das Anschlagsbauteil **46**, den dritten Ventilabschnitt **313** und den dritten zylindrischen Abschnitt **43** ausgebildet ist. Eine elektromagnetische Kraft wird dadurch zwischen dem Flussanziehabschnitt **461** und dem Gleitbauteil **44** erzeugt, so dass das Gleitbauteil **44** und der zweite Ventilkörper **43** zu dem Flussanziehabschnitt **461** hin angezogen werden.

[0169] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist es möglich, den zweiten Ventilkörper **43** des Druckhalteventils **40** in der Ventilöffnungsrichtung durch eine Zufuhr des elektrischen Stroms zu der Spule **60** zu bewegen. Demgemäß ist es möglich, den Reinigungsmodusbetrieb zu einem beliebigen, wünschenswerten Zeitpunkt während der Dauer, in der die Maschine gestoppt ist, oder bei einer beliebigen anderen Maschinenbetriebsdauer auszuführen. Als Ergebnis ist es möglich, die Gefahr der möglichen Verschlechterung der Emission und des Fahrverhaltens auszuschließen.

(Neuntes Ausführungsbeispiel)

[0170] **Fig. 18** zeigt schematisch ein Kraftstoffzufuhrsystem, bei dem ein Drucksteuerungsventil gemäß einem neunten Ausführungsbeispiel der Erfindung angewandt ist.

[0171] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist eine Kraftstoffrückführleitung **141** zwischen der Kraftstoffversorgungsleitung **15** und dem Kraftstofftank **10** vorgesehen. Ein Drucksteuerungsventil **101** ist in der Kraftstoffrückführleitung **141** vorgesehen. Selbst mit einer derartigen Struktur für das neunte Ausführungsbeispiel können die gleichen oder ähnlichen Effekte erreicht werden, die in den vorstehenden ersten bis achten Ausführungsbeispiel beschrieben sind.

(Zehntes Ausführungsbeispiel)

[0172] **Fig. 19** zeigt schematisch ein Kraftstoffzufuhrsystem, bei dem ein Drucksteuerungsventil gemäß einem zehnten Ausführungsbeispiel der Erfindung angewandt ist.

[0173] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die erste Kraftstoffrückführleitung **14** zwischen der Hochdruckkraftstoffleitung **16** und der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer **27** der Hochdruckpumpe **20** auf dieselbe Art und Weise wie in dem ersten Ausführungsbeispiel vorgesehen. Eine zweite Kraftstoffrückführleitung **141** ist des Weiteren zwischen der Kraftstoffversorgungsleitung **15** und dem Kraftstofftank **10** vorgesehen.

[0174] Das erste Drucksteuerungsventil **100**, das das erste Druckentlastungsventil **30**, den ersten Anschlag und das erste Druckhalteventil **40** aufweist, ist in der ersten Kraftstoffrückföhrleitung **14** vorgesehen. Ein zweites Drucksteuerungsventil **101**, das ein zweites Druckentlastungsventil **301**, einen zweiten Anschlag und ein zweites Druckhalteventil **401** aufweist, ist in der zweiten Kraftstoffrückföhrleitung **141** vorgesehen. Jedes Ventil von dem ersten Drucksteuerungsventil **100** und dem zweiten Drucksteuerungsventil **101** weist im Wesentlichen die gleiche Struktur auf, wie jene des Drucksteuerungsventils, das hinsichtlich dem ersten bis neunten Ausführungsbeispiel erläutert ist.

[0175] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann, selbst wenn eines von dem ersten Drucksteuerungsventil **100** und dem zweiten Drucksteuerungsventil **101** brechen würde (beschädigt sein könnte), das andere Drucksteuerungsventil den Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung **15** steuern.

(Weitere Ausführungsbeispiele)

[0176] Gemäß den vorstehenden Ausführungsbeispielen wird das Druckentlastungsventil betrieben (betätigt), wenn die Maschine gestartet, beschleunigt oder verzögert wird oder wenn die Rev-Begrenzerteuerung ausgeführt wird. Jedoch kann das Drucksteuerungsventil zu einem beliebigen anderen Zeitpunkt bewegt werden.

[0177] Gemäß einigen der vorstehenden Ausführungsbeispiele wird der Betrieb des Steuerungsgeräts für die vorbestimmte Dauer aufrechterhalten, nachdem der Maschinenbetrieb gestoppt ist und eine Fehlfunktion (oder eine beliebige abnormale Bedingung) des Druckhalteventils erfasst wird. Gemäß der Erfindung kann es jedoch möglich sein, eine Fehlfunktion (oder eine beliebige abnormale Bedingung) des Druckhalteventils bei jeder Maschinenbetriebsbedingung zum Beispiel bei einem Maschinenleerlaufbetrieb zu erfassen.

[0178] Gemäß einigen der vorstehenden Ausführungsbeispiele ist das Drucksteuerungsventil als eine Vorrichtung erläutert, die bei der Maschine angewandt werden soll. Jedoch kann das Drucksteuerungsventil auch bei beliebig anderen Vorrichtungen angewandt werden, die sich von der Maschine unterscheiden.

[0179] Wie vorstehend gezeigt ist, ist die vorliegende Erfindung nicht auf die vorstehenden Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern kann auf verschiedene Arten modifiziert werden, ohne von dem Schutzzumfang der Erfindung abzuweichen.

[0180] Ein Drucksteuerungsventil (**100**) ist in einer Kraftstoffrückföhrleitung (**14**) vorgesehen, die zwischen einer Hochdruckkraftstoffleitung (**16**) und einer Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer (**27**) einer Hochdruckpumpe (**20**) verbunden ist. Ein Druckentlastungsventil (**30**) wird geöffnet, wenn ein Kraftstoffdruck in einer Kraftstoffversorgungsleitung (**15**) höher ist als ein erster Druck. Ein erster Ventilkörper (**31**) des Druckentlastungsventils (**30**) wird mit einem Anschlag (**33**) in Kontakt gebracht, so dass eine Bewegung des ersten Ventilkörpers (**31**) begrenzt wird. Ein Druckhalteventil (**40**), das in einem Inneren des ersten Ventilkörpers (**31**) vorgesehen ist, wird geöffnet, wenn der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung (**15**) größer ist als ein zweiter Druck. Wenn das Druckentlastungsventil (**30**) geöffnet wird und der erste Ventilkörper (**31**) an den Anschlag (**33**) anschlägt, wird ein Hubausmaß eines zweiten Ventilkörpers (**43**) des Druckhalteventils (**40**) durch eine Trägheitskraft des zweiten Ventilkörpers (**43**) erhöht, so dass Fremdstoffe, die an dem zweiten Ventilkörper (**43**) anhaften, entfernt werden können.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- JP 2009-121395 [[0007](#)]

Patentansprüche

1. Kraftstoffzufuhrsystem für eine Brennkraftmaschine mit:

einer Hochdruckpumpe (20) mit einer Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer (27) zum Beaufschlagen mit Druck von Niederdruckkraftstoff von einem Kraftstofftank (10);

einer Kraftstoffversorgungsleitung (15) zum Speichern von Hochdruckkraftstoff, der durch die Hochdruckpumpe (20) mit Druck beaufschlagt wird;

einer Kraftstoffeinspritzvorrichtung (17) zum Einspritzen des Hochdruckkraftstoffs, der in der Kraftstoffversorgungsleitung (15) gespeichert wird, in einen Zylinder der Maschine; und

einem Drucksteuerungsventil (100, 101, 102) zum Steuern eines Kraftstoffdrucks in der Kraftstoffversorgungsleitung (15),

wobei das Drucksteuerungsventil (100, 101, 102) Folgendes aufweist:

ein Druckentlastungsventil (30, 301), das in einer Kraftstoffrückführleitung (14, 141) vorgesehen ist, die zwischen einer Hochdruckseite (16), einer Kraftstoffleitung (12, 24, 27, 26, 16) für die Hochdruckpumpe (20) und einer Niederdruckseite (27) der Kraftstoffleitung (12, 24, 27, 26, 16) für die Hochdruckpumpe (20) verbunden ist, wobei das Druckentlastungsventil (30, 301) einen ersten Ventilkörper (31) hat, der in der Kraftstoffrückführleitung (14, 141) beweglich aufgenommen ist;

den ersten Ventilkörper (31), der von dem ersten Ventilsitz (35), der an einer Innenumfangswand der Kraftstoffrückführleitung (14, 141) ausgebildet ist, operativ getrennt ist, wenn ein Kraftstoffdruck an der Hochdruckseite (16) der Kraftstoffleitung (12, 24, 27, 26, 16) höher wird als ein erster Druck, um das Druckentlastungsventil (30, 301) zu öffnen, so dass ein Kraftstoff von der Hochdruckseite (16) der Kraftstoffleitung (12, 24, 27, 26, 16) zu der Niederdruckseite (27) der Kraftstoffleitung (12, 24, 27, 26, 16) strömt; einen in der Kraftstoffrückführleitung (14, 141) vorgesehenen Anschlag (33) zum Begrenzen einer Bewegung des ersten Ventilkörpers (31), wenn das Druckentlastungsventil (30, 301) geöffnet ist, wobei der erste Ventilkörper (31) mit dem Anschlag (33) in Kontakt gebracht wird, so dass die Bewegung des ersten Ventilkörpers (31) durch den Anschlag (33) begrenzt wird; und

ein Druckhalteventil (40), das in einem inneren Kraftstoffdurchgang (41) vorgesehen ist, der in dem ersten Ventilkörper (31) ausgebildet ist, und einen zweiten Ventilkörper (43) hat, der in dem inneren Kraftstoffdurchgang (41) beweglich aufgenommen ist,

wobei der zweite Ventilkörper (43) von einem zweiten Ventilsitz (47), der an einer Innenumfangswand des inneren Kraftstoffdurchgangs (41) ausgebildet ist, operativ getrennt wird, wenn der Kraftstoffdruck an der Hochdruckseite (16) der Kraftstoffleitung (12, 24, 27, 26, 16) höher wird als ein zweiter Druck, der niedriger als der erste Druck ist, um das Druckhal-

teventil (40) zu öffnen, so dass ein Kraftstoff von der Hochdruckseite (16) der Kraftstoffleitung (12, 24, 27, 26, 16) zu der Niederdruckseite (27) der Kraftstoffleitung (12, 24, 27, 26, 16) strömt.

2. Kraftstoffzufuhrsystem nach Anspruch 1, das des Weiteren Folgendes aufweist:

einen Kraftstoffdrucksensor (18) zum Erfassen eines Kraftstoffdrucks an der Hochdruckseite (16) der Kraftstoffleitung (12, 24, 27, 26, 16) oder eines Kraftstoffdrucks in der Kraftstoffversorgungsleitung (15); und eine elektronische Steuerungseinheit (19) zum direkten oder indirekten Betreiben des Druckentlastungsventils (30, 301), um das Druckentlastungsventil (30, 301) zu öffnen, wenn ein Kraftstoffdruck, der durch den Kraftstoffdrucksensor (18) erfasst wird, niedriger ist als der zweite Druck, so dass der erste Ventilkörper (31) an den Anschlag (33) anschlägt.

3. Kraftstoffzufuhrsystem nach Anspruch 2, wobei die elektronische Steuerungseinheit (19) bestimmt, ob der Kraftstoffdruck, der durch den Kraftstoffdrucksensor (18) erfasst wird, niedriger ist als der zweite Druck, nachdem ein Maschinenbetrieb gestoppt wird.

4. Kraftstoffzufuhrsystem nach Anspruch 2 oder 3, wobei die elektronische Steuerungseinheit (19) das Druckentlastungsventil (30, 301) betreibt, wenn die Maschine gestartet wird, so dass der erste Ventilkörper (31) in eine Ventilöffnungsrichtung bewegt wird und dadurch der erste Ventilkörper (31) an den Anschlag (33) anschlägt.

5. Kraftstoffzufuhrsystem nach Anspruch 2 oder 3, wobei die elektronische Steuerungseinheit (19) das Druckentlastungsventil (30, 301) während des Maschinenbetriebs betreibt, wenn der Kraftstoffdruck, der durch den Kraftstoffdrucksensor (18) erfasst wird, einen vorbestimmten Wert erreicht, der nahe an dem ersten Druck liegt, so dass der erste Ventilkörper (31) in eine Ventilöffnungsrichtung bewegt wird und dadurch der erste Ventilkörper (31) an den Anschlag (33) anschlägt.

6. Kraftstoffzufuhrsystem nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei die elektronische Steuerungseinheit (19) eine Abgabemenge des Kraftstoffs von der Hochdruckpumpe (20) steuert, um dadurch den Kraftstoffdruck in der Kraftstoffversorgungsleitung (15) oberhalb des ersten Drucks zu erhöhen, so dass der erste Ventilkörper (31) in eine Ventilöffnungsrichtung bewegt wird.

7. Kraftstoffzufuhrsystem nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei die elektronische Steuerungseinheit (19) eine Kraftstoffeinspritzung von der Kraftstoffeinspritzvorrichtung (17) in den Zylinder stoppt und gleichzeitig die Hochdruckpumpe (20) steuert, um den Hochdruckkraftstoff kontinuierlich abzugeben, um dadurch den Kraftstoffdruck in der Kraftstoff-

versorgungsleitung (15) oberhalb des ersten Drucks zu erhöhen.

8. Kraftstoffzufuhrsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, das des Weiteren Folgendes aufweist: eine um das Druckentlastungsventil (30) herum vorgesehene elektromagnetische Spule (60) zum Erzeugen eines elektromagnetischen Felds während eines Empfangens eines elektrischen Stroms, wobei der erste Ventilkörper (31) des Druckentlastungsventils (30) in eine Richtung zu dem Anschlag (33) hin durch das magnetische Feld bewegt wird, das an der elektromagnetischen Spule (60) erzeugt wird.

9. Kraftstoffzufuhrsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, das des Weiteren Folgendes aufweist: eine um das Druckentlastungsventil (30) herum vorgesehene elektromagnetische Spule (60) zum Erzeugen eines magnetischen Felds während eines Empfangens eines elektrischen Stroms, und einen Flussanziehabschnitt (461), der in dem Druckhalteventil (40) vorgesehen ist, wobei der zweite Ventilkörper (43) des Druckhalteventils (40) in eine Richtung weg von dem zweiten Ventilsitz (47) durch das magnetische Feld bewegt wird, das an der elektromagnetischen Spule (60) erzeugt wird.

10. Kraftstoffzufuhrsystem nach Anspruch 1, das des Weiteren Folgendes aufweist: eine Öffnung (70), die in der Kraftstoffleitung (16) vorgesehen ist, die zwischen der Hochdruckpumpe (20) und der Kraftstoffversorgungsleitung (15) verbunden ist, und an einer derartigen Position zwischen der Kraftstoffrückföhrleitung (14) und der Kraftstoffversorgungsleitung (15) angeordnet ist, so dass die Öffnung (70) ein Pulsieren des Kraftstoffdrucks in der Kraftstoffversorgungsleitung (15) verringert und auch Druckwellen reflektiert, die durch eine Kraftstoffabgabe von der Hochdruckpumpe (20) erzeugt werden, wobei der Kraftstoffdruck in der Kraftstoffleitung (16) höher ist als der erste Druck und die Druckwellen, die durch die Kraftstoffabgabe von der Hochdruckpumpe (20) erzeugt werden, in Erwiderung zu den Druckwellen schwingen, die durch die Öffnung (70) reflektiert werden, wenn die Druckwellen, die durch die Kraftstoffabgabe von der Hochdruckpumpe (20) erzeugt werden, eine vorbestimmte Frequenz erreichen.

11. Kraftstoffzufuhrsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Kraftstoffrückföhrleitung (14, 141) Folgendes aufweist: eine erste Kraftstoffrückföhrleitung (14), deren Ende mit der Hochdruckseite (16) der Kraftstoffleitung verbunden ist und deren anderes Ende mit der Kraftstoffdruckbeaufschlagungskammer (27) der Hochdruckpumpe (20) verbunden ist; und

eine zweite Kraftstoffrückföhrleitung (141), deren Ende mit der Kraftstoffversorgungsleitung (15) verbunden ist und deren anderes Ende mit dem Kraftstofftank (10) verbunden ist, und wobei das Drucksteuerungsventil (100, 101) ein erstes Drucksteuerungsventil (100), das in der ersten Kraftstoffrückföhrleitung (14) vorgesehen ist, und ein zweites Drucksteuerungsventil (101) aufweist, das in der zweiten Kraftstoffrückföhrleitung (141) vorgesehen ist.

12. Kraftstoffzufuhrsystem nach Anspruch 1, das des Weiteren Folgendes aufweist: einen Kraftstoffdrucksensor (18) zum Erfassen eines Kraftstoffdrucks an der Hochdruckseite (16) der Kraftstoffleitung (12, 24, 27, 26, 16) oder eines Kraftstoffdrucks in der Kraftstoffversorgungsleitung (15); und eine elektronische Steuerungseinheit (19) zum direkten oder indirekten Betreiben des Druckentlastungsventils (30, 301) bei einem erneuten Start der Maschine, um das Druckentlastungsventil (30, 301) zu öffnen, in dem Fall, in dem der Kraftstoffdruck, der durch den Kraftstoffdrucksensor (18) erfasst wird, niedriger ist als der zweite Druck, wenn ein Maschinenbetrieb gestoppt wird, in einem vorangegangenen Maschinenbetrieb, wobei der erste Ventilkörper (31) an den Anschlag (33) anschlägt, wenn das Druckentlastungsventil (30, 301) betrieben wird.

13. Kraftstoffzufuhrsystem nach Anspruch 1, das des Weiteren Folgendes aufweist: eine elektronische Steuerungseinheit (19) zum Bestimmen, ob eine Menge an Kohlenwasserstoffen (HC), die in einem Abgas beinhaltet ist, das von einer Maschine ausgestoßen wird, eine vorbestimmte Menge überschreitet, wobei die elektronische Steuerungseinheit (19) direkt oder indirekt das Druckentlastungsventil (30, 301) betreibt, wenn die erfasste Menge an Kohlenwasserstoffen (HC) größer ist als die vorbestimmte Menge und wenn die Maschine in einer Verzögerungsbedingung ist, in der eine Kraftstoffeinspritzung von der Kraftstoffeinspritzvorrichtung (17) in den Zylinder gestoppt ist, so dass der erste Ventilkörper (31) zu dem Anschlag (33) hin bewegt wird und an den Anschlag (33) anschlägt.

14. Kraftstoffzufuhrsystem nach Anspruch 1, das des Weiteren Folgendes aufweist: eine elektronische Steuerungseinheit (19) zum Bestimmen, ob eine Menge an Kohlenwasserstoffen (HC), die in einem Abgas beinhaltet ist, das von einer Maschine ausgestoßen wird, eine vorbestimmte Menge überschreitet, wobei die elektronische Steuerungseinheit (19) direkt oder indirekt das Druckentlastungsventil (30, 301) betreibt, wenn die erfasste Menge an Kohlenwasserstoffen (HC) größer ist als die vorbestimmte Menge und wenn die Maschine in einer Rev-Begrenzerbe-

triebsbedingung ist, in der eine Kraftstoffeinspritzung von der Kraftstoffeinspritzvorrichtung (17) in den Zylinder gestoppt ist, so dass der erste Ventilkörper (31) zu dem Anschlag (33) hin bewegt wird und an den Anschlag (33) anschlägt.

Es folgen 18 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

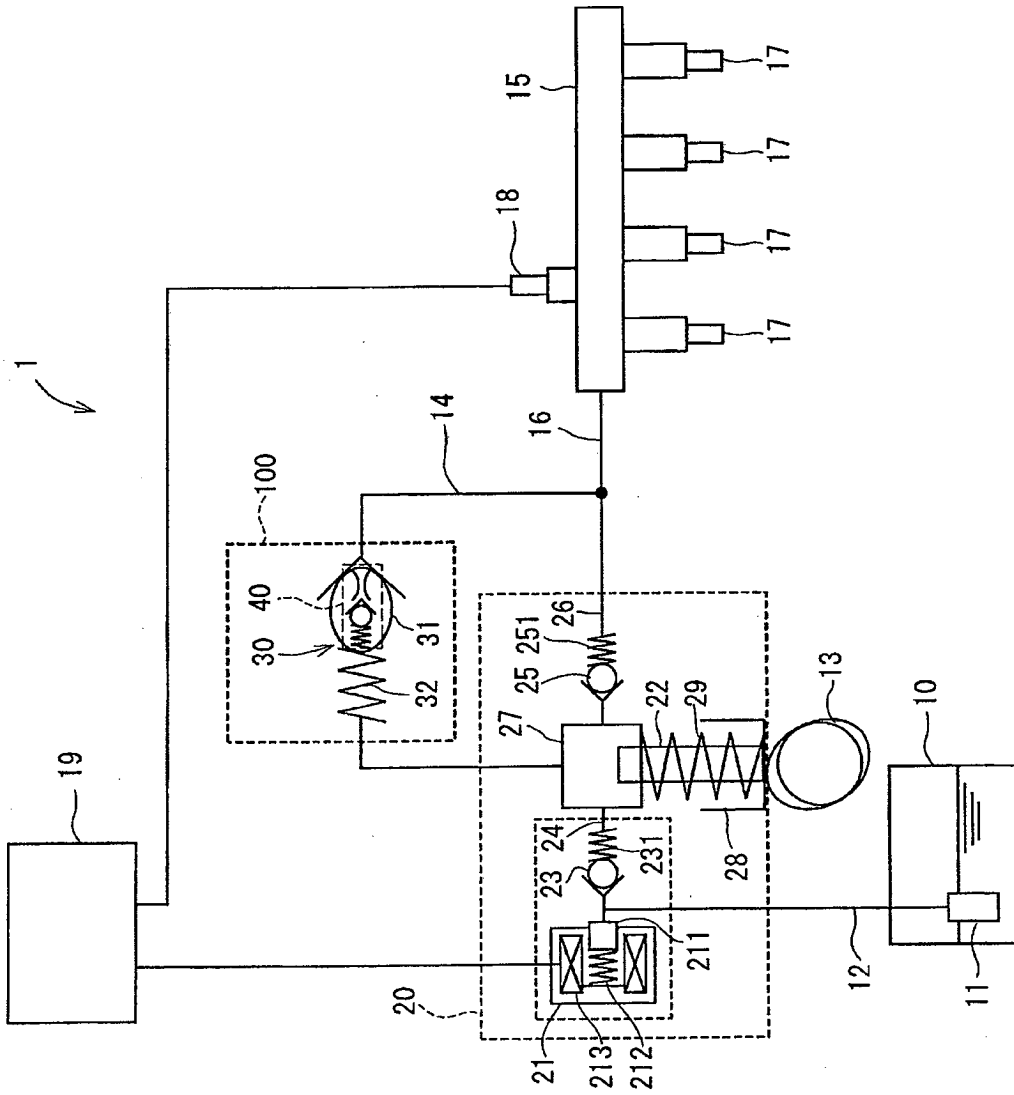


FIG. 1

FIG. 2

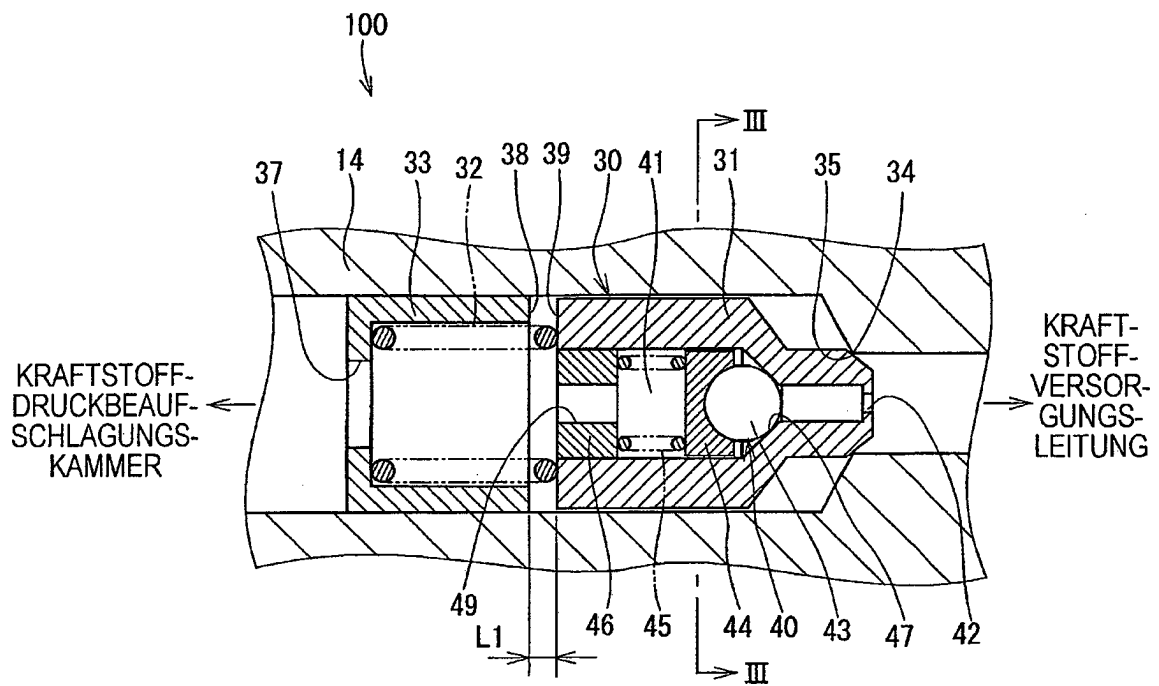


FIG. 3

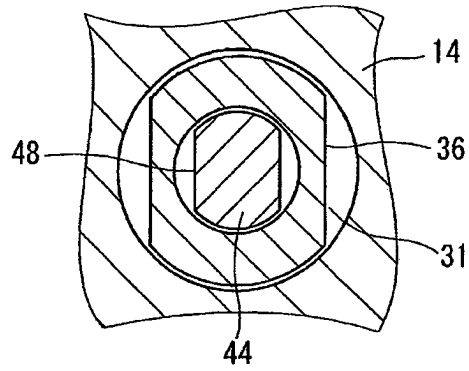


FIG. 4

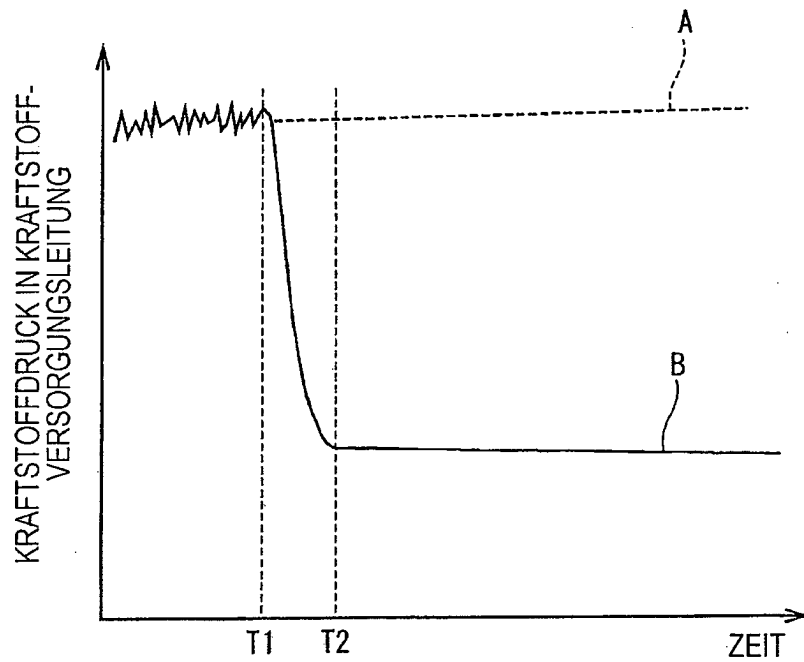


FIG. 5A

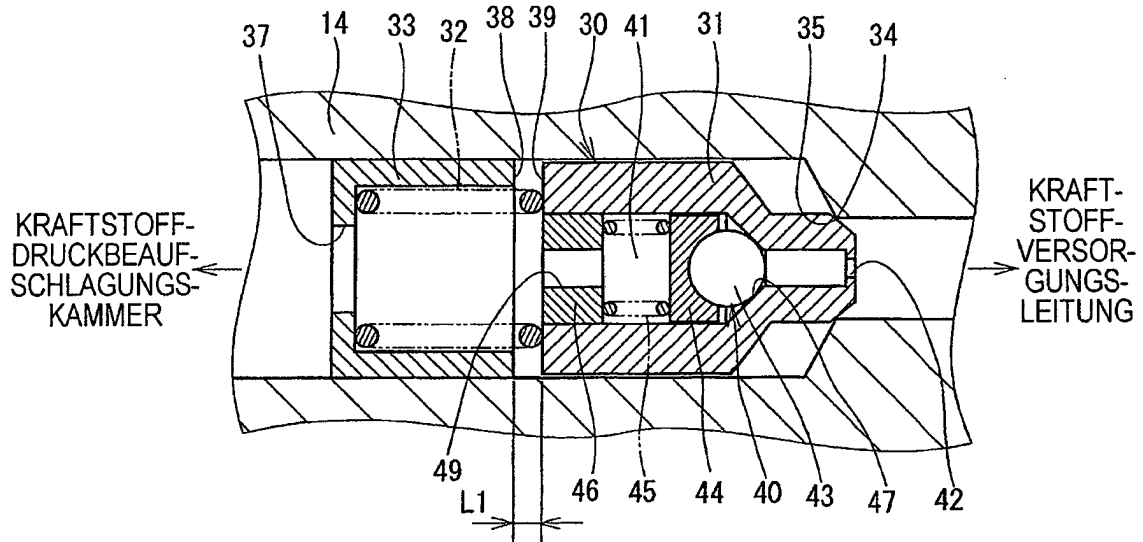


FIG. 5B

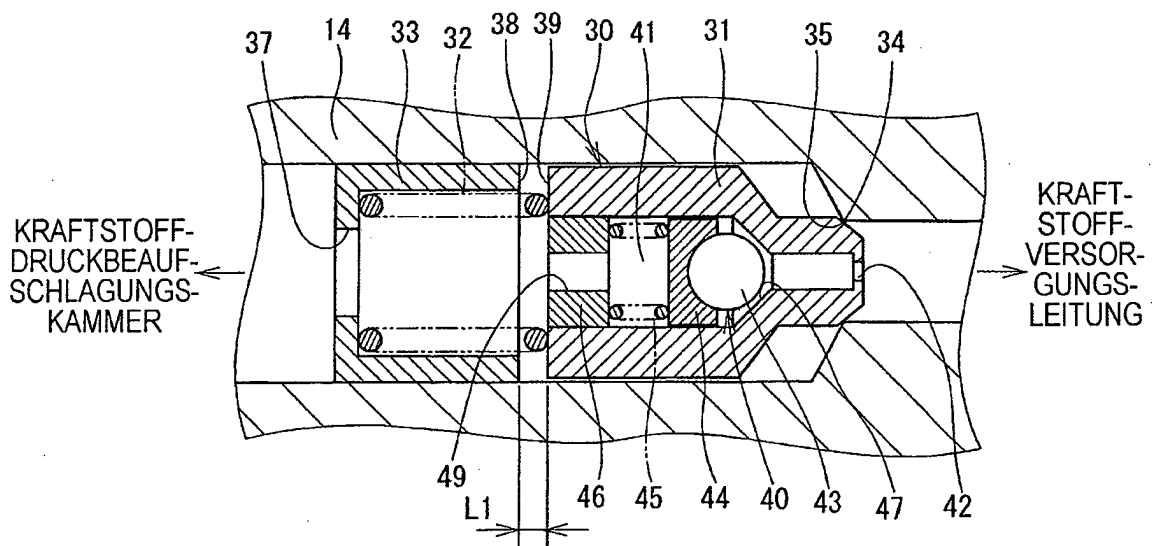


FIG. 6

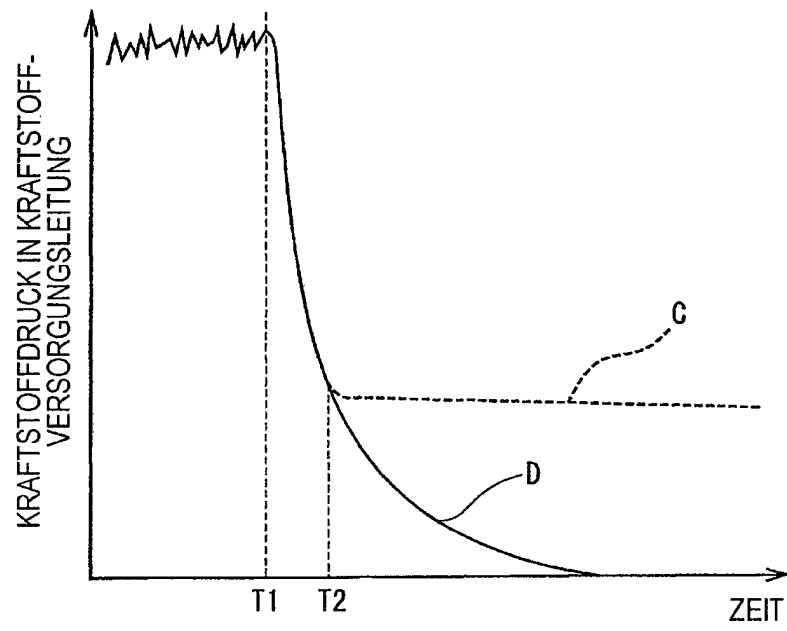


FIG. 7A

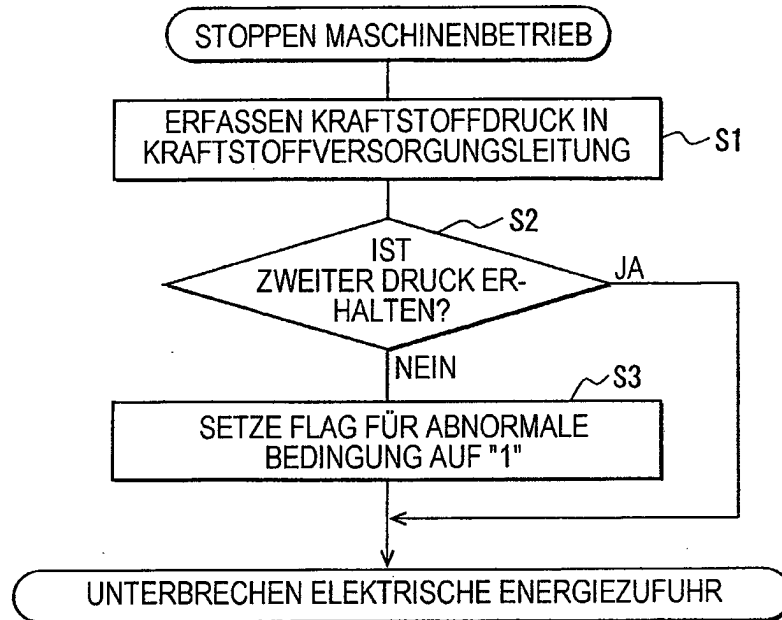


FIG. 7B

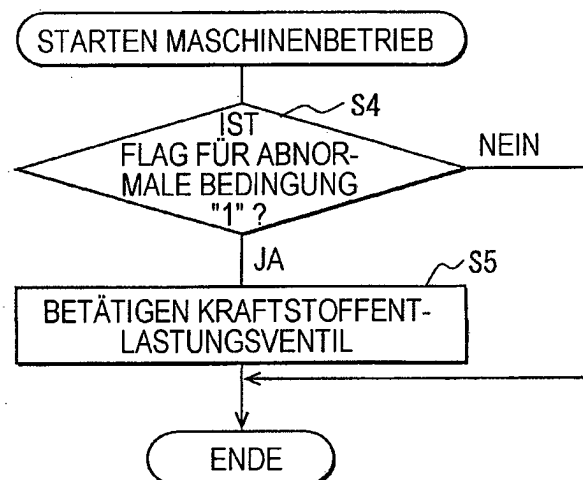


FIG. 8

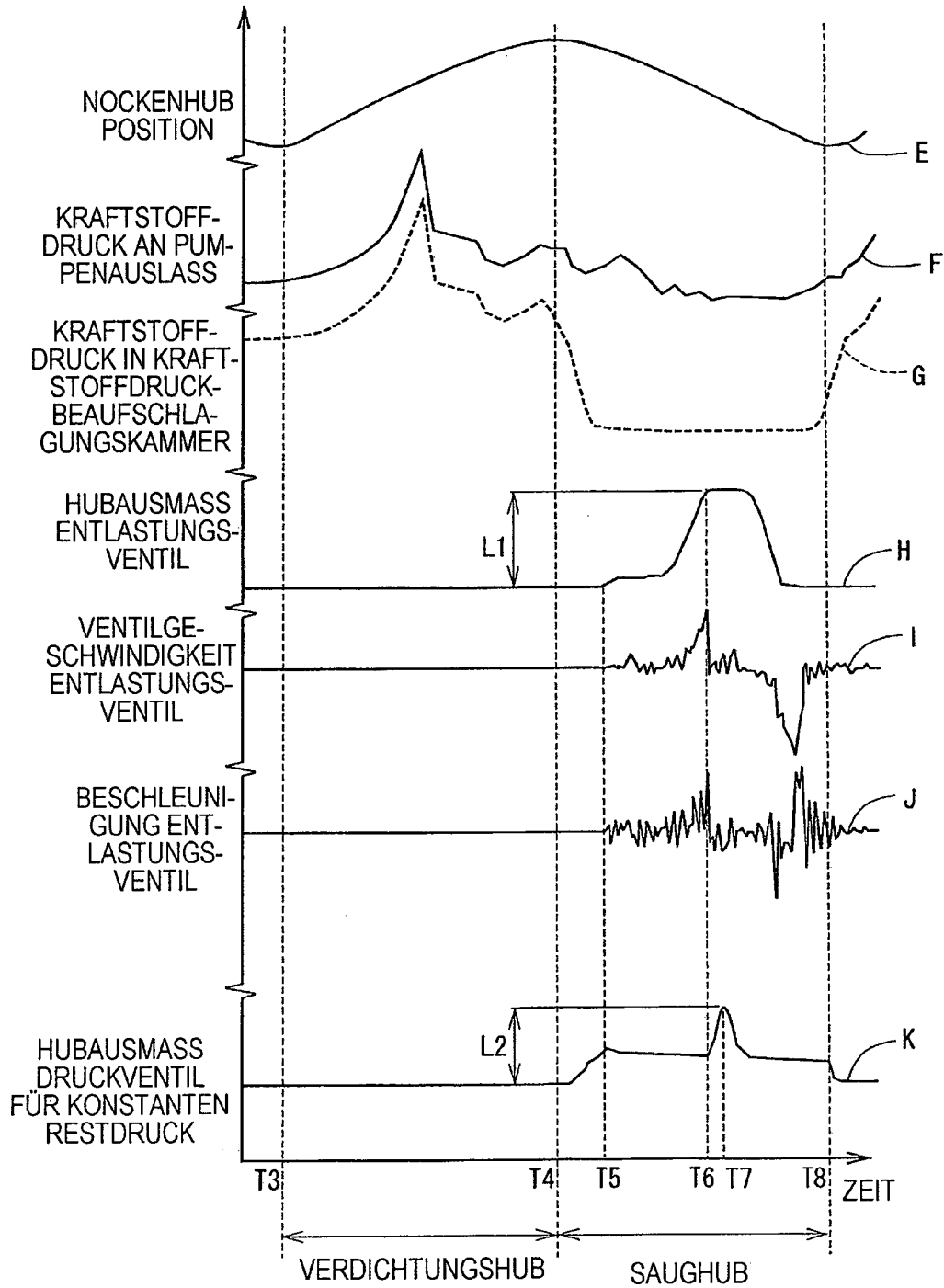


FIG. 9A

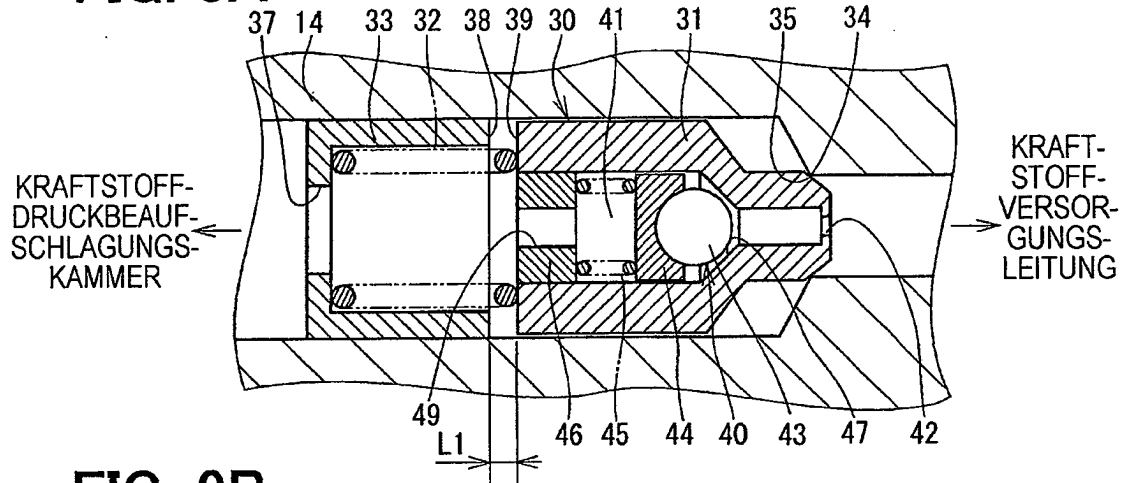


FIG. 9B

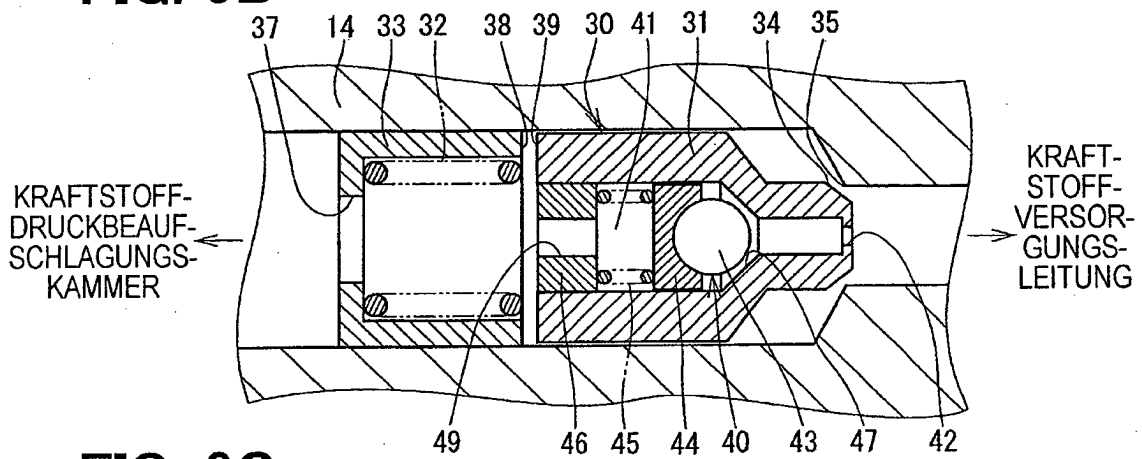


FIG. 9C

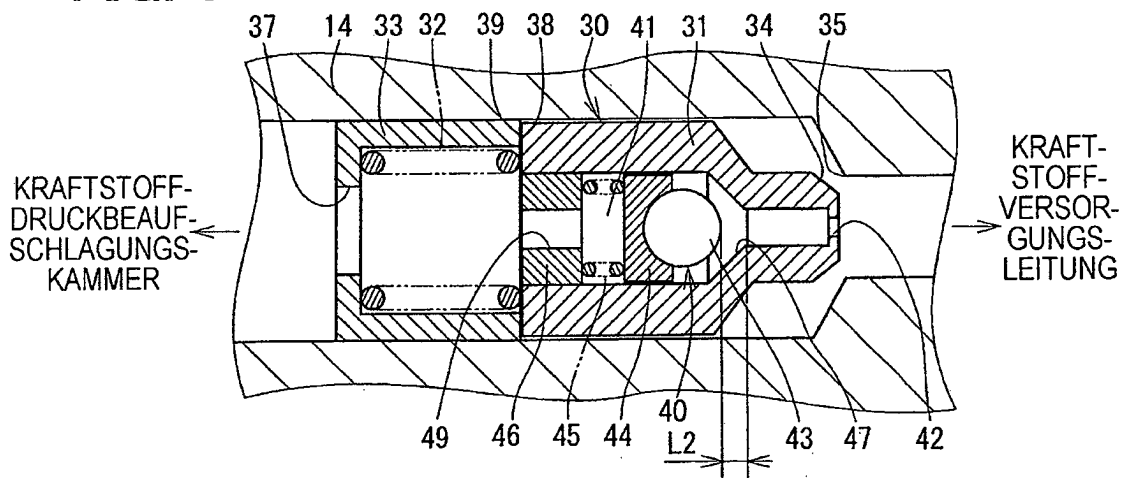


FIG. 10A

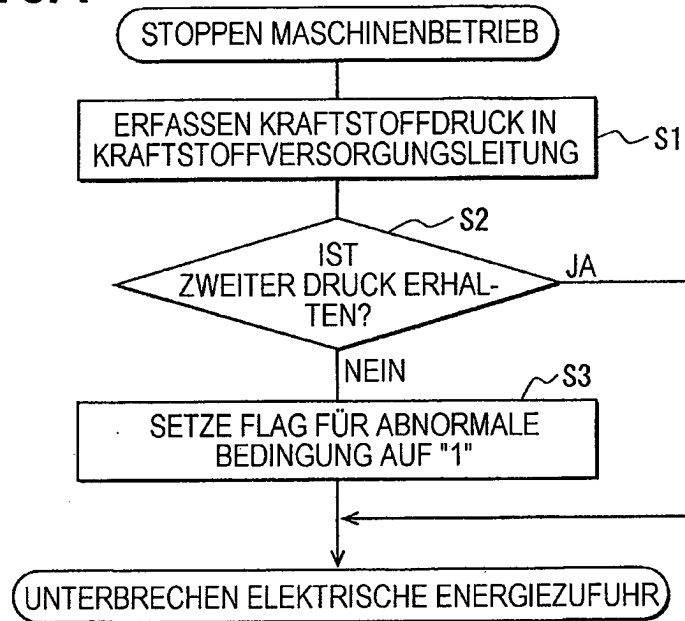


FIG. 10B

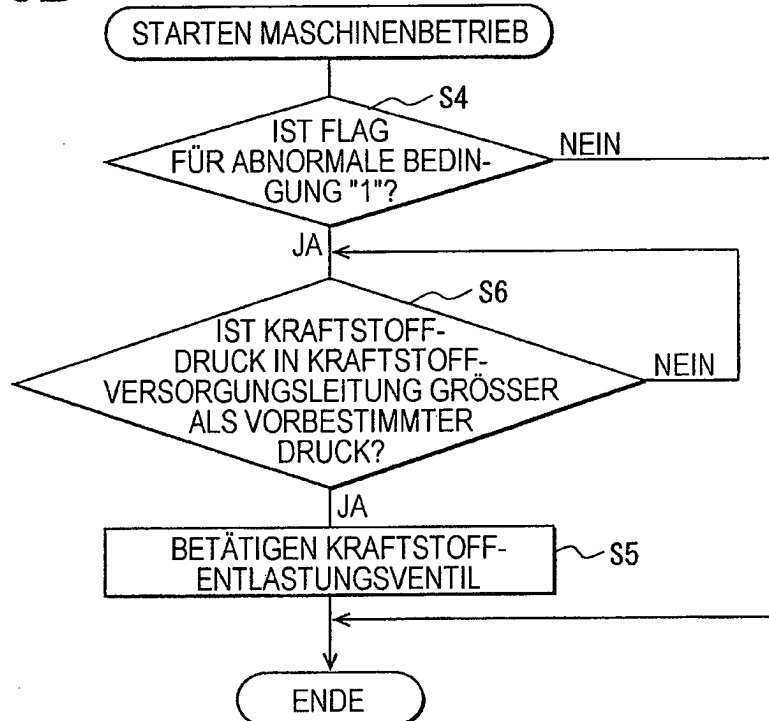


FIG. 11

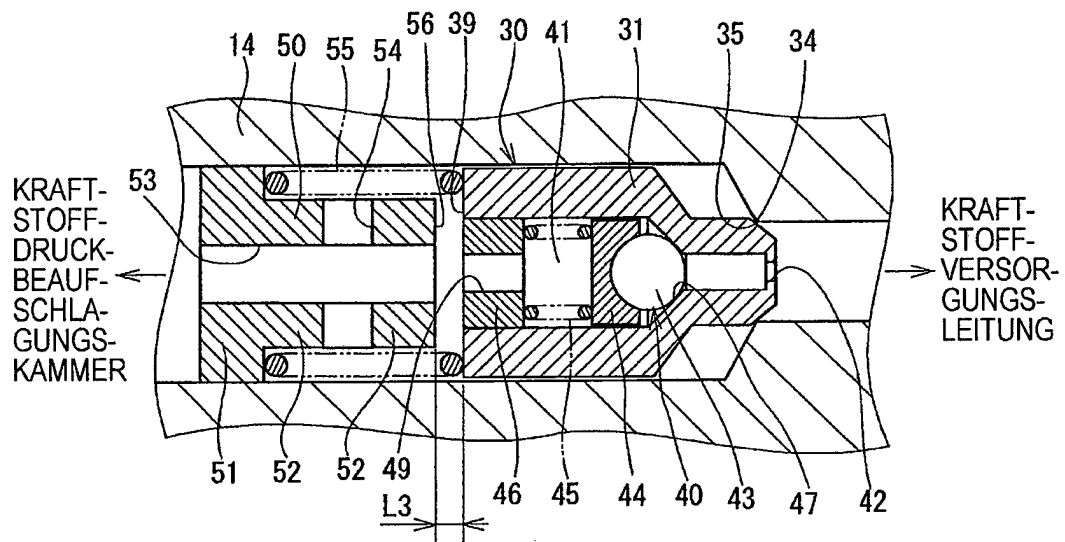


FIG. 12

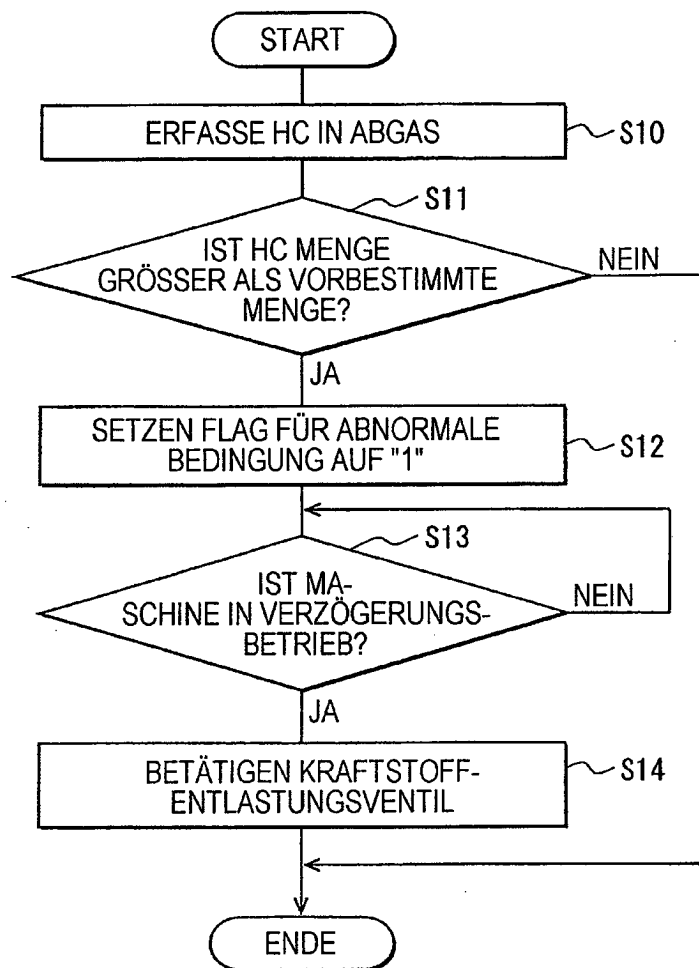


FIG. 13

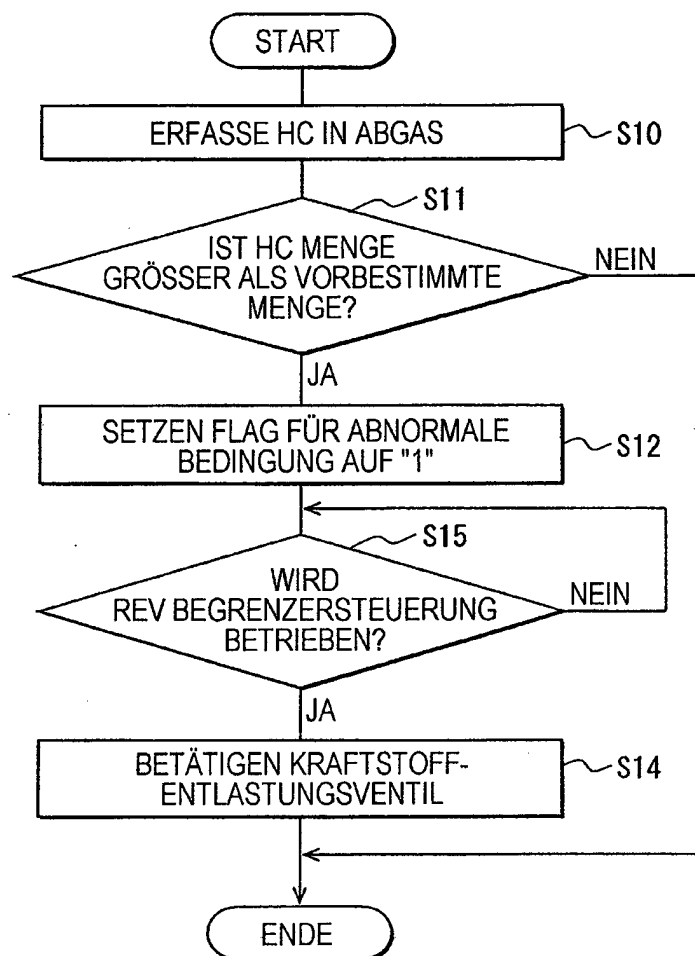
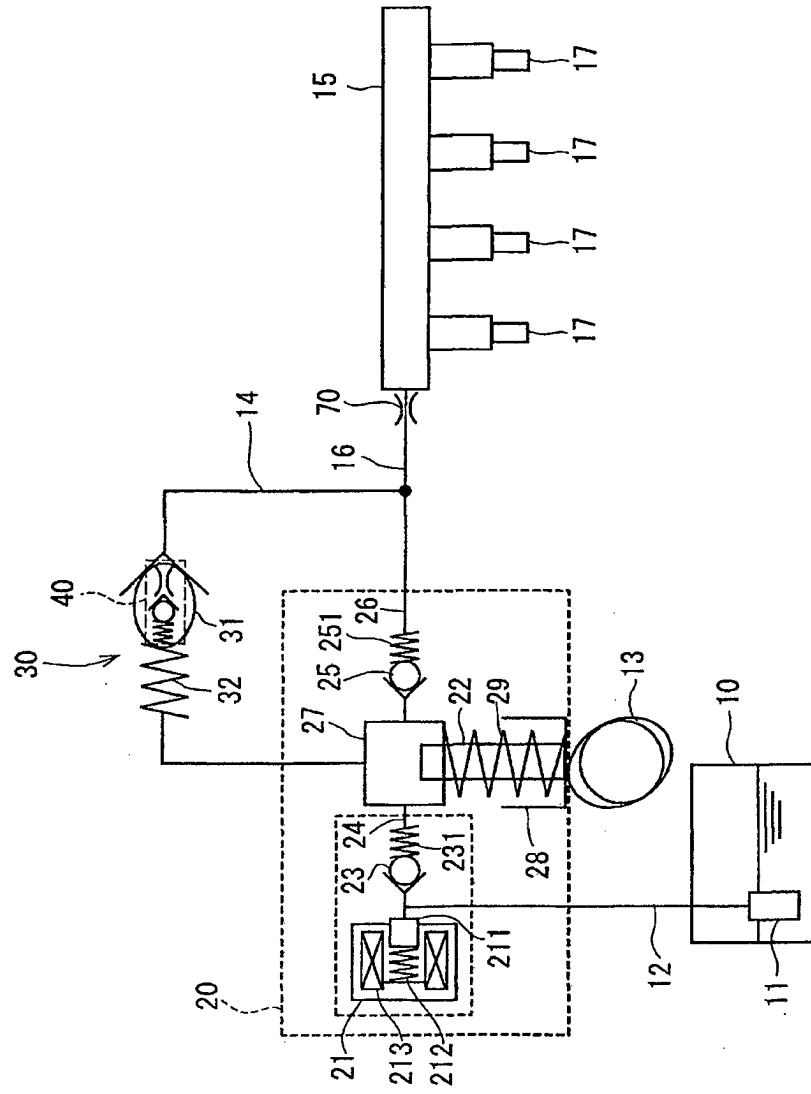


FIG. 14



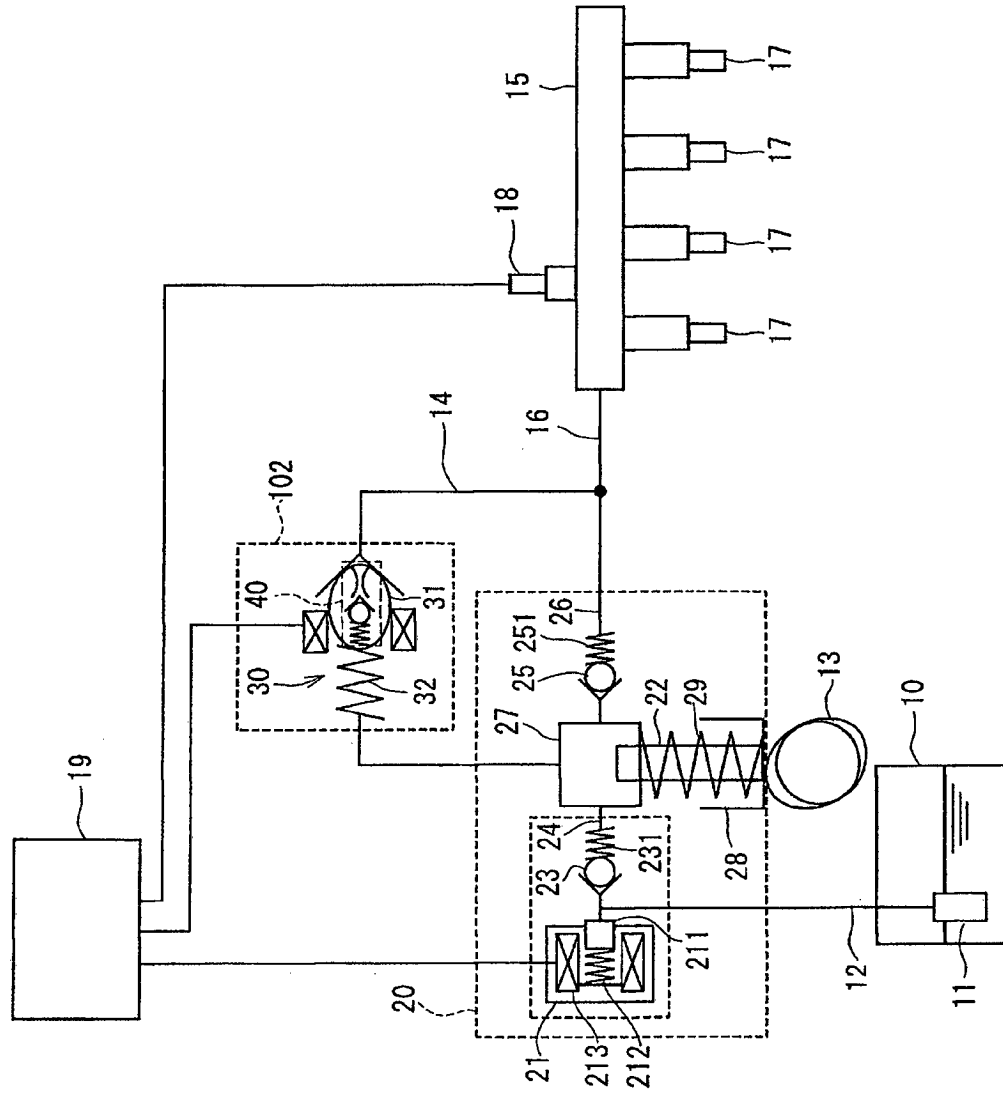


FIG. 15

FIG. 16

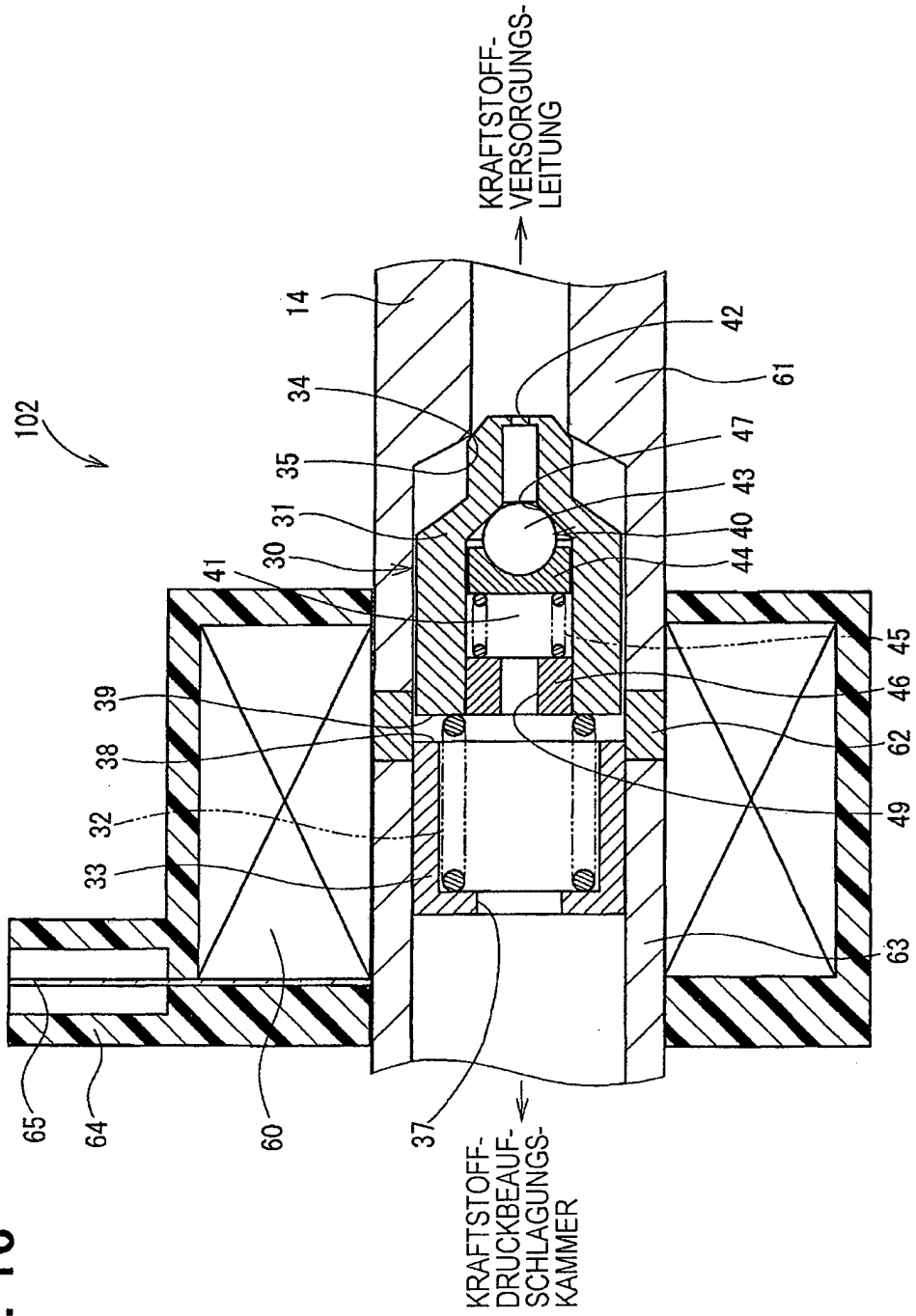


FIG. 17

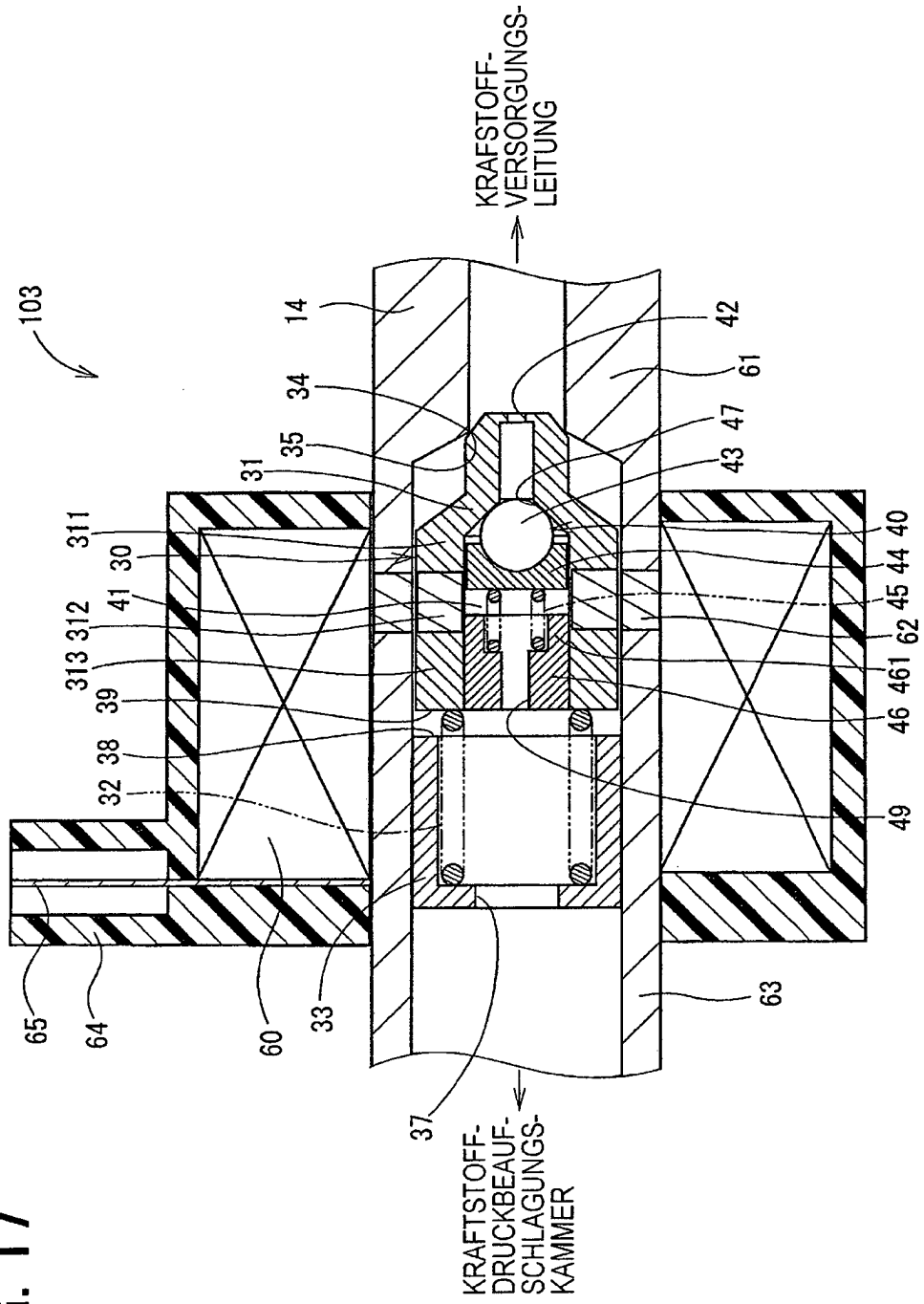


FIG. 18

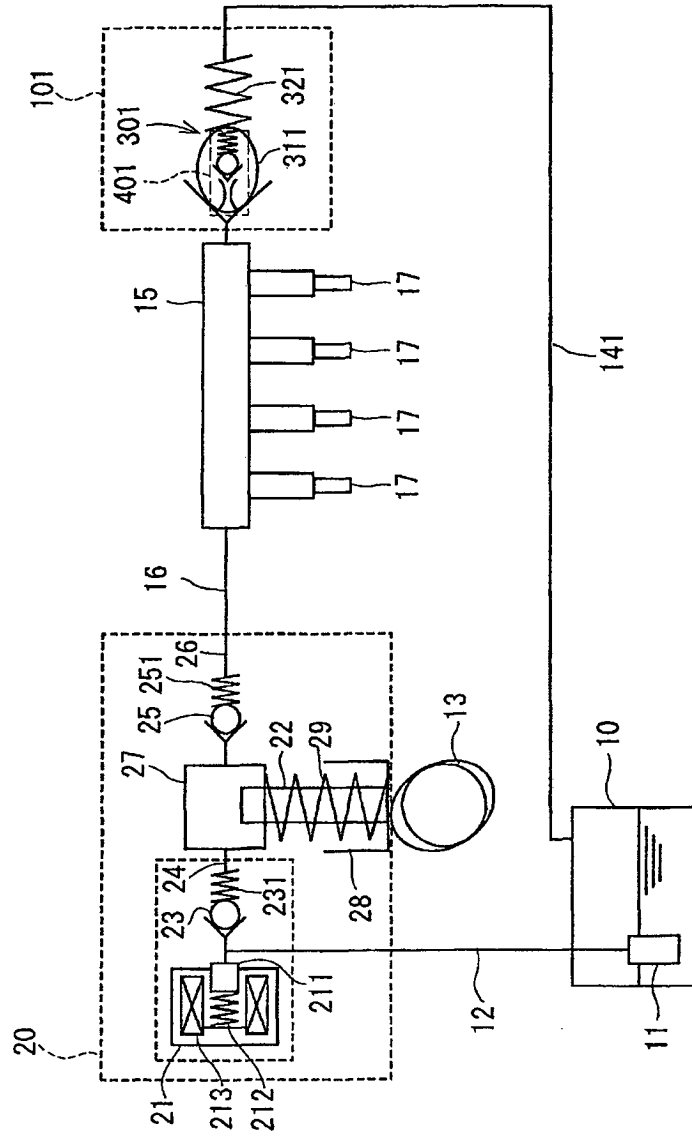


FIG. 19

