



(10) **DE 10 2014 205 302 B4** 2022.03.03

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 205 302.1**  
(22) Anmeldetag: **21.03.2014**  
(43) Offenlegungstag: **02.10.2014**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **03.03.2022**

(51) Int Cl.: **F16F 9/46 (2006.01)**  
**F16F 9/34 (2006.01)**

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

(30) Unionspriorität:  
**2013-073889 29.03.2013 JP**

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

(74) Vertreter:  
**HOFFMANN - EITLE Patent- und Rechtsanwälte  
PartmbB, 81925 München, DE**

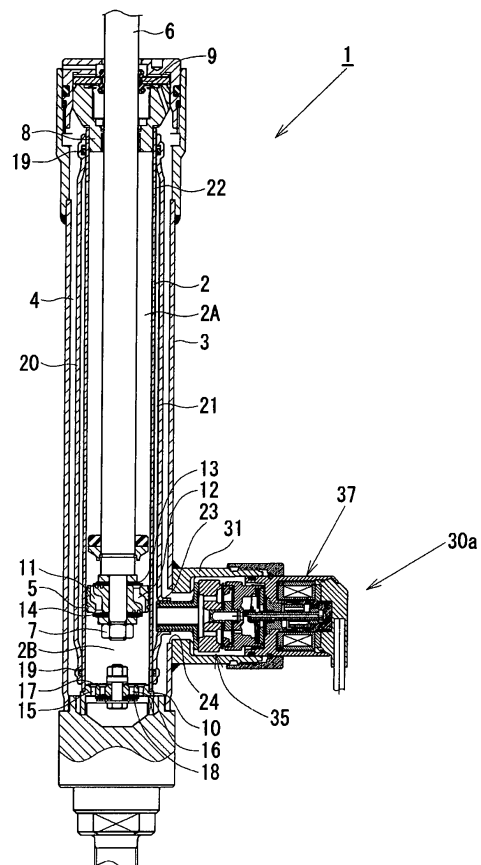
(72) Erfinder:  
**Katayama, Yohei, Kawasaki-shi, Kanagawa, JP;  
Ohara, Hiroki, Kawasaki-shi, Kanagawa, JP;  
Matsumura, Sadatomo, Kawasaki-shi, Kanagawa, JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>10 2012 209 065</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>2011/ 099 143</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Stossdämpfer**

(57) Hauptanspruch: Stoßdämpfer (1) mit:  
einem Zylinder (2), der Hydraulikfluid versiegelt enthält;  
einem Kolben (5), der verschiebbar und auf Passung in den Zylinder eingeführt ist;  
einer Kolbenstange (6), die mit dem Kolben verbunden ist und sich aus dem Zylinder erstreckt; und  
einem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus (30a, 30b, 30c, 30d, 30e, 30f), der ausgelegt ist, eine Dämpfungskraft durch Steuern einer Strömung des Hydraulikfluids zu erzeugen, welche durch eine Gleitbewegung des Kolbens erzeugt ist, wobei der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus aufweist:  
ein Hauptventil (32), das ausgelegt ist, die Dämpfungskraft zu erzeugen, eine Gegendruckkammer (78), die ausgelegt ist, einen Gegendruck in einer Richtung zum Schließen des Hauptventils aufzubringen, einen Eingabedurchgang (62, 63, 64, 86) der ausgelegt ist, den Gegendruck in die Gegendruckkammer zu leiten, einen Ablassdurchgang (64, 76, 79, 86, 122, 125, 45, 31A) der ausgelegt ist, den Gegendruck in der Gegendruckkammer abzulassen, und ein Steuerventil (95, 106a, 131, 132, 133, 134, 105), das in dem Ablassdurchgang angeordnet ist, wobei das Steuerventil aufweist: einen Ventilkörper (95), der in dem Ablassdurchgang angeordnet ist, einen Ventilsitz (83), einen Aktuator (131, 132, 133, 134, 105), der ausgelegt ist, eine Kraft zum Bewegen des Ventilkörpers entsprechend eines Stroms zu erzeugen, und eine Federeinheit, die ausgelegt ist, den Ventilkörper in einer Richtung entgegen einer Richtung zu drängen, in welcher ...



**Beschreibung****HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Stoßdämpfer, der eine Dämpfungskraft dadurch erzeugt, dass er eine Hydraulikfluid-Strömung während eines Einfederns einer Kolbenstange steuert.

**[0002]** Im Allgemeinen weist ein Stoßdämpfer, der an einer Aufhängungsvorrichtung oder dergleichen von einem Fahrzeug angebracht ist, einen Kolben mit einer daran gekoppelten Kolbenstange auf, der verschiebbar und auf Passung in einen Zylinder eingeführt ist, welcher Hydraulikfluid versiegelt enthält, und erzeugt eine Dämpfungskraft, indem er eine Strömung des Fluids, welche während eines Einfederns der Kolbenstange durch eine gleitende Bewegung des Kolbens in dem Zylinder erzeugt ist, unter Verwendung eines Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus steuert, welcher aus einer Öffnung, einem Scheibenventil und dergleichen ausgebildet ist.

**[0003]** Beispielsweise weist ein in seiner Dämpfungskraft einstellbarer Stoßdämpfer, welcher in der WO 2011/ 099 143 A1 erörtert wird, auf: eine Steuerkammer hinter einem den Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus darstellenden Hauptventil, und ein Federelement, um ein Steuerventil in einer Richtung zum Öffnen eines Ablassdurchgangs aus der Steuerkammer vorzuspannen, und stellt eine Dämpfungskraft durch Betätigen eines Aktuators derart ein, dass das Steuerventil in einer Richtung zum Schließen des Ablassdurchgangs gegen die Vorspannkraft des Federelements bewegt wird, um dadurch einen Teil einer Hydraulikfluid-Strömung derart in die Steuerkammer einzuleiten, dass ein Innendruck der Steuerkammer eingestellt wird.

**[0004]** Ferner ist das Federelement aus zwei Elementen ausgebildet, d.h. einer Schraubenfeder, welche eine geringe Federkonstante aufweist und ausgelegt ist, während des gesamten Einfederns auf das Steuerventil zu wirken, und einer Scheibenfeder mit einer hohen Federkonstante, welche ausgelegt ist, nur nahe einer aufsitzenden Position, welche den Ablassdurchgang verschließt, auf das Steuerventil zu wirken, wodurch eine nicht-lineare Kraft-Weg-Kennlinie angenommen wird. Mit anderen Worten gestattet die Schraubenfeder dem Schraubenelement, als Feder zur Rückführung des Steuerventils in eine Störungsposition zu wirken, und die Schraubenfeder und die Scheibenfeder gestatten es dem Federelement, als eine Feder zum Steuern des Auslenkungsbetrags des Steuerventils zu wirken.

**[0005]** Ein weiteres Beispiel eines bisher bekannten Stoßdämpfers geht aus DE 10 2012 209 065 A1 hervor. Darin wird ein Stoßdämpfer durch eine Montier-

barkeit eines Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus verbessert. Ein Fluss eines Hydrauliköls, der durch eine Gleitbewegung eines Kolbens in einem Zylinder hervorgerufen wird, wird durch ein Hauptventil vom Steuertyp und ein Steuerventil zum Erzeugen einer Dämpfungskraft gesteuert. Der Ventilöffnungsbetrieb des Hauptventils wird durch Einstellen des Drucks in einer Steuerkammer mit dem Steuerventil gesteuert. Ein Ventilblock, der das Hauptventil und das Steuerventil und einen Magnetblock aufweist, die einen Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus ausbilden, werden jeweils als Unterbaugruppe montiert. Der Ventilblock und der Magnetblock werden miteinander zu einer Einheit verbunden und in ein Gehäuse eingeführt, bevor sie mit einer Mutter befestigt werden. Zu diesem Zeitpunkt rückt eine Betätigungsstange des Magnetblocks in Eingriff mit einem Steuerventilelement, das von einer Steuerfeder und einer ausfallsicheren Feder in einem zylindrischen Abschnitt des Steuerkörpers des Ventilblocks gehalten wird.

**Darstellung der Erfindung**

**[0006]** Gemäß dem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus, welcher in der oben beschriebenen WO 2011/ 099 143 A1 erläutert ist, ist das Federelement aus zwei Elementen ausgebildet, d.h. der Schraubenfeder, welche ausgelegt ist, während des gesamten Einfederns auf das Steuerventil zu wirken, und der Scheibenfeder, welche ausgelegt ist, lediglich nahe der aufsitzenden Position, welche den Ablassdurchgang verschließt, auf das Steuerventil zu wirken. Wenn die Scheibenfeder daher nicht auf das Steuerventil einwirkt, während das Steuerventil von der Sitzposition getrennt ist, ist ein Betätigungsabschnitt der Scheibenfeder (eine Endseite der Feder) in einem freien Zustand, wodurch durch eine Strömung des Fluids eine Vibration an der Scheibenfeder auftritt. Diese Vibration kann die Quelle eines Geräuschs sein oder kann, selbst wenn ein Geräusch kein Problem darstellt, zu Problemen mit der Dauerhaltbarkeit der Feder und dergleichen führen, und ist deshalb unerwünscht.

**[0007]** Ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, einen Stoßdämpfer bereitzustellen, der in der Lage ist, eine Vibration einer Feder zu verhindern.

**[0008]** Um das oben beschriebene Ziel zu erreichen, wird ein Stoßdämpfer gemäß dem Hauptanspruch vorgesehen. Weitere Ausführungsformen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

**[0009]** Insbesondere weist ein Stoßdämpfer gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung auf: einen Zylinder, der Hydraulikfluid versiegelt enthält, einen Kolben, der verschiebbar und auf Passung in den Zylinder eingeführt ist, eine Kolbenstange, die mit dem Kolben verbunden ist und sich nach außerhalb

des Zylinders erstreckt, und einen Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus, der ausgelegt ist, durch Steuern einer Strömung des Hydraulikfluids, welche durch eine gleitende Bewegung des Kolbens erzeugt ist, eine Dämpfungskraft zu erzeugen. Der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus weist auf: ein Hauptventil, das ausgelegt ist, die Dämpfungskraft zu erzeugen, eine Gegendruckkammer, die ausgelegt ist, einen Gegendruck in einer Richtung zum Schließen des Hauptventils aufzubringen, einen Eingabedurchgang, der ausgelegt ist, den Gegendruck in die Gegendruckkammer zu leiten, einen Ablassdurchgang, der ausgelegt ist, den Gegendruck in der Gegendruckkammer abzulassen, und ein Steuerventil, das in dem Ablassdurchgang angeordnet ist. Das Steuerventil weist auf: einen Ventilkörper, der in dem Ablassdurchgang angeordnet ist, einen Ventilsitz, einen Aktuator, der ausgelegt ist, eine Kraft zum Bewegen des Ventilkörpers entsprechend einem Strom zu erzeugen, und eine Federeinheit, die ausgelegt ist, den Ventilkörper in einer Richtung entgegen einer Richtung zu drängen, in welche der Ventilkörper durch den Aktuator bewegt wird. Die Federeinheit weist auf: ein Federelement, das ausgelegt ist, auf den Ventilkörper während eines gesamten Bewegungsbereichs des Ventilkörpers zu wirken, und ein Begrenzungselement, das ausgelegt ist, eine Auslenkung eines Teils des Federelements zu begrenzen, wenn ein Anlageabschnitt des Federelements aufgrund einer Auslenkung des Federelements an dem Begrenzungselement anliegt, und wobei eine Federkonstante des Federelements, die auf den Ventilkörper wirkt, höher wird, als bevor das Begrenzungselement die Auslenkung des Federelements begrenzt hat.

**[0010]** Der Stoßdämpfer gemäß der vorliegenden Erfindung kann Dauerhaltbarkeit und dergleichen verbessern.

#### Figurenliste

**Fig. 1** ist eine Querschnittsansicht eines Stoßdämpfers gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**Fig. 2** ist eine vergrößerte Querschnittsansicht, die einen Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus gemäß einer ersten Ausführungsform darstellt.

**Fig. 3** ist eine Draufsicht eines Federelements, das in dem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus gemäß der ersten Ausführungsform verwendet wird.

**Fig. 4(a)-(c)** sind Querschnittsansichten, die eine Betriebsweise des Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus gemäß der ersten Ausführungsform darstellen, wenn einer Wicklung Energie zugeführt ist.

**Fig. 5** stellt eine Kraft-Weg-Kennlinie des in dem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus gemäß der ersten Ausführungsform verwendeten Federelements dar.

**Fig. 6** ist eine Draufsicht eines Federelements, das in einem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus gemäß einer zweiten Ausführungsform verwendet ist.

**Fig. 7(a)-(c)** sind Querschnittsansichten, die eine Betriebsweise des Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus gemäß der zweiten Ausführungsform darstellen, wenn der Wicklung Energie zugeführt ist.

**Fig. 8** ist eine Querschnittsansicht, die wesentliche Bauteile eines Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus gemäß einer dritten Ausführungsform darstellt.

**Fig. 9** ist eine Draufsicht eines Federelements, das in einem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus gemäß einer vierten Ausführungsform verwendet ist.

**Fig. 10** ist eine Draufsicht eines Federelements, das in einem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus gemäß einer fünften Ausführungsform verwendet ist.

**Fig. 11(a)-(c)** sind Querschnittsansichten, die eine Betriebsweise eines Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus gemäß einer sechsten Ausführungsform darstellen, wenn der Wicklung Energie zugeführt ist.

#### Ausführliche Darstellung von Ausführungsformen der Erfindung

**[0011]** In der folgenden Beschreibung wird eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Detail in Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben. Wie in **Fig. 1** dargestellt ist, weist ein in seiner Dämpfungskraft einstellbarer Stoßdämpfer 1, der einem Stoßdämpfer gemäß der vorliegenden Ausführungsform entspricht, eine Doppelröhrenstruktur mit einer außerhalb eines Zylinders 2 liegenden äußeren Röhre 3 auf. Zwischen dem Zylinder 2 und der äußeren Röhre 3 ist ein Reservoir 4 definiert. Ein Kolben 5 ist verschiebbar und auf Passung in den Zylinder 2 eingeführt und das Innere des Zylinders 2 ist durch diesen Kolben 5 in zwei Kammern, eine obere Zylinderkammer 2A und eine untere Zylinderkammer 2b aufgeteilt. Ein Ende der Kolbenstange 6 ist durch eine Mutter 7 mit dem Kolben 5 verbunden. Eine entgegengesetzte Endseite der Kolbenstange 6 erstreckt sich durch die obere Zylinderkammer 2A, ist durch eine Stangenführung 8, eine Öldichtung 9, welche an oberen Enden des Zylinders 2 angebracht ist, und die äußere Röhre 3 geführt, und erstreckt sich von dem Zylinder 2 nach außen. Ein Bodenventil 10, das die untere Zylinder-

kammer 2B und das Reservoir 4 voneinander trennt, ist am unteren Ende des Zylinders 2 angeordnet.

**[0012]** Durchgänge 11 und 12, welche zwischen der oberen Zylinderkammer 2A und der unteren Zylinderkammer 2B Verbindung herstellen, sind an dem Kolben 5 ausgebildet. Ein Rückschlagventil 13 ist in dem Durchgang 12 angeordnet. Das Rückschlagventil 13 gestattet eine Hydraulikfluid-Strömung nur von der unteren Zylinderkammer 2B zur oberen Zylinderkammer 2A. Andererseits ist in dem Durchgang 11 ein Scheibenventil 14 angeordnet. Das Scheibenventil 14 öffnet, wenn der Druck des Hydraulikfluids in der oberen Zylinderkammer 2A einen vorbestimmten Druck erreicht und lässt diesen Druck hin zur unteren Zylinderkammer 2B ab.

**[0013]** Durchgänge 15 und 16, welche zwischen der unteren Zylinderkammer 2B und dem Reservoir 4 Verbindung herstellen, sind an dem Bodenventil 10 ausgebildet. Ein Rückschlagventil 17 ist an dem Durchgang 15 angeordnet. Das Rückschlagventil 17 erlaubt eine Hydraulikfluid-Strömung lediglich von dem Reservoir 4 zur unteren Zylinderkammer 2B. Andererseits ist an dem Durchgang 16 ein Scheibenventil 18 angeordnet. Das Scheibenventil 18 öffnet, wenn der Hydraulikfluidruck in der unteren Zylinderkammer 2B einen vorbestimmten Druck erreicht und lässt diesen Druck hin zum Reservoir 4 ab. Als das Hydraulikfluid in dem Zylinder 2 Öl versiegelt enthalten, und in dem Reservoir 4 sind Öl und Gas versiegelt enthalten.

**[0014]** Eine Trennröhre 20 ist von außen über Dichtelemente 19 und 19, die sowohl an oberen als auch an unteren Enden angeordnet sind, von außen um den Zylinder 2 befestigt und zwischen dem Zylinder 2 und der Trennröhre 20 ist ein ringförmiger Durchgang 21 definiert. Der ringförmige Durchgang 21 steht mit der oberen Zylinderkammer 2A über einen Durchgang 22 in Verbindung, der an einer Seitenwand des Zylinders 2 nahe dem oberen Ende ausgebildet ist. Ein zylindrischer Verbindungsanschluss 23 ist an einem unteren Abschnitt der Trennröhre 20 derart ausgebildet, dass er sich öffnet, während er zur Seite vorsteht. Ferner ist an einer Seitenwand der äußeren Röhre 3 eine Öffnung 24 ausgebildet. Die Öffnung 24 ist mit dem Verbindungsanschluss 23 konzentrisch und weist einen größeren Durchmesser als der Verbindungsanschluss 23 auf. Ein zylindrisches Gehäuse 31 ist derart durch Schweißen oder dergleichen angebracht, dass es die Öffnung 24 umgibt. Ein Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a gemäß der ersten Ausführungsform ist in dem Gehäuse 31 angebracht.

**[0015]** Als nächstes wird der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a gemäß der ersten Ausführungsform mit Bezugnahme auf **Fig. 2** bis **Fig. 5** beschrieben werden. Aus Gründen der Einfachheit

der Beschreibung wird hernach der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a gemäß der ersten Ausführungsform, der in **Fig. 2** dargestellt ist, so beschrieben werden, dass auf ein nahe dem Zylinder 2 liegendes Ende (der linken Seite in **Fig. 2**) als eine Endseite Bezug genommen wird, und auf ein Ende nahe des Spulenblocks 37 als eine entgegengesetzte Endseite Bezug genommen wird. Wie in **Fig. 2** dargestellt, weist der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a gemäß der ersten Ausführungsform auf: einen Ventilblock 35 mit einem (durch Gegendruck) gesteuerten Hauptventil 32 und einem störungssicheren Ventil 33, das ausgelegt ist, dann zu wirken, wenn eine Störung auftritt, und einen Spulenblock 37, der ausgelegt ist, ein Steuerventil 36 zu betätigen, welches ein Drucksteuerventil ist, das ausgelegt ist, von einer Spule betrieben zu werden, um einen Ventilöffnungsdruck des Hauptventils 32 zu steuern. Ein Durchgangselement 40 ist an einer Endseite des Ventilblocks 35 angeordnet. Das Durchgangselement 40 weist einen zylindrischen Abschnitt 41 auf, der wiederum einen Verbindungsdurchgang 43 und einen Flanschabschnitt 42 aufweist, der sich von einem Außenumfang eines entgegengesetzten Endes des Zylinderabschnitts 41 radial erstreckt. Eine Innenumfangsfläche und eine Außenumfangsfläche des zylindrischen Abschnitts 41 des Durchgangselements 40 und eine Endfläche und eine entgegengesetzte Endfläche des Flanschabschnitts 42 sind auf einer Innenumfangsseite von einem Dichtelement 44 bedeckt. Die Befestigung wird dann durch Einführen des Durchgangselements 40 in das Zylindergehäuse 31, Verbinden des Ventilblocks 35 und des Spulenblocks 37, um diese zusammenzufassen und dann in das Gehäuse 31 einzuführen, und verschraubendes Anbringen der Mutter 38 an dem Gehäuse 31 erreicht.

**[0016]** Ein Innenflansch 31A, welcher nach innen vorsteht, ist an einer Endseite des Gehäuses 31 ausgebildet. Eine Öffnung 31C an einem Ende ist innerhalb des Innenflanschs 31A ausgebildet. Mehrere Ausschnitte 31B sind an einer entgegengesetzten Endfläche des inneren Flansches 31A zum Ausbilden einer Verbindung zwischen dem Inneren des Reservoirs 4 und einer Fluidkammer 45 in dem Gehäuse 31 ausgebildet. Ein Inneres eines Hauptkörpers 46 des Ventilblocks 35, welcher unten beschrieben werden wird, und der Verbindungsanschluss 23 der Trennröhre 20 stehen miteinander über das Durchgangselement 40 in Verbindung. Dann ist der Flanschabschnitt 42 des Durchgangselements 40 mit dem Hauptkörper 46 in engem Kontakt und befindet sich mit dem inneren Flansch 31A des Gehäuses 31 in Anlage. Ferner tritt der zylindrische Abschnitt 41 durch die Öffnung 31C an einem Ende des Gehäuses 31, und ein Spitzenabschnitt des zylindrischen Abschnitts 41 ist in den Verbindungsanschluss 23 eingeführt. Im Ergebnis stehen der Verbindungsanschluss 23 und das Innere des

Hauptkörpers 46 über das Durchgangselement 40 miteinander in Verbindung, und ein Abschnitt, in dem der Verbindungsabschnitt 23 und der Hauptkörper 46 miteinander verbunden sind, ist mit dem Dichtelement 44 abgedichtet.

**[0017]** Der Ventilblock 35 weist das Hauptventil 32, den Hauptkörper 46, als ein Element auf dem das Hauptventil 32 sitzt, das störungssichere Ventil 33, einen Steuerstift 47, das Steuerventil 36 und einen Steuerkörper 49 als ein Element auf, auf dem das Steuerventil 36 sitzt. Der Hauptkörper 46 ist in eine ringförmige Form ausgebildet, der eine Unterstützungsausnehmung 48 zum Abstützen des Steuerstifts aufweist, welcher an einem radial mittig gelegenen Abschnitt eintritt. Mehrere axial durchtretende Durchgänge 50 sind an dem Hauptkörper 46 entlang einer Umfangsrichtung ausgebildet. Eine kreisförmige Ausnehmung 51 ist an einem Ende des Hauptkörpers 46 ausgebildet. Der Flanschabschnitt 42 des Durchgangselements 40 befindet sich mit einer Fläche des Hauptkörpers 46 um die kreisförmige Ausnehmung 51 auf einer Endflächen­seite in Anlage. Die jeweiligen Durchgänge 50 sind an einer radial außen gelegenen Seite der kreisförmigen Ausnehmung 51 ausgebildet. Die jeweiligen Durchgänge 50 des Hauptkörpers 46 stehen mit dem Verbindungsdurchgang 43 des Durchgangselements 40 über die kreisförmige Ausnehmung 51 in Verbindung.

**[0018]** Ein Hauptscheibenventil 55 als das Hauptventil 32 ist an einem entgegengesetzten Ende des Hauptkörpers 46 angeordnet. Das Hauptscheibenventil 55 ist durch Schichten einer mit einem verschiebbaren Dichtelement versehenen Scheibe 55A und einer Schlitzscheibe 55B ausgebildet. Die mit dem verschiebbaren Dichtelement versehene Scheibe 55A ist an einer entgegengesetzten Endseite des Hauptscheibenventils 55 angeordnet, und ein verschiebbares Dichtelement 57 ist an einem Außenumfangsabschnitt der Scheibe 55A auf einer rückwärtigen Flächenseite fest angebracht. Die Schlitzscheibe 55B ist auf einer Endseite des Hauptscheibenventils 55 angeordnet, und mehrere Schlitze, die als Öffnungen zum Einstellen einer Dämpfungskraft in einem Bereich geringer Kolbengeschwindigkeit dienen, sind an einer Kante eines Außenumfangs der Scheibe 55B derart ausgebildet, dass sie voneinander umfänglich beabstandet sind. Das verschiebbare Dichtelement 57 ist mit dem Außenumfangsabschnitt der mit dem verschiebbaren Dichtelement versehenen Scheibe 55A auf der rückwärtigen Flächenseite beispielsweise durch ein Verback-Verfahren fest angebracht. Ferner sind ein ringförmiger Sitzabschnitt 58 und ein ringförmiger Klemmabschnitt 59 an dem entgegengesetzten Ende des Hauptkörpers 46 ausgebildet. Der Sitzabschnitt 58 steht auf der Außenumfangsseite der jeweiligen Durchgänge 50 hin zur entgegengesetz-

ten Endseite (hin zum Hauptventil 32) vor. Der Klemmabschnitt 59 steht auf der Innenumfangsseite der jeweiligen Durchgänge 50 hin zur entgegengesetzten Endseite (hin zum Hauptventil 32) vor. Ein Außenumfangsabschnitt der Schlitzscheibe 55B des Hauptscheibenventils 55 sitzt auf dem Sitzabschnitt 58 des Hauptkörpers 46, und ein Innenumfangsabschnitt der Schlitzscheibe 55B befindet sich mit dem Klemmabschnitt 59 in Anlage. Andererseits sind ein scheibenförmiges Rückhalteelement 53 und eine Beilegscheibe 54 derart angeordnet, dass sie in dieser Reihenfolge gegen einen Innenumfangsabschnitt der mit einem gleitbaren Dichtelement versehenen Scheibe 55A des Hauptscheibenventils 55 anliegen.

**[0019]** Der Steuerstift 47 ist zylindrisch ausgebildet. Ein ringförmig vorstehender Abschnitt 60 ist derart vorgesehen, dass er von einer Außenumfangsfläche des Steuerstifts 47 an einer axialen Zwischenposition radial nach außen vorsteht. Ein Ende des Steuerstifts 47 wird durch die Abstützungsausnehmung 48 des Hauptkörpers 46 eingespannt, wodurch das Hauptscheibenventil 55, das Rückhalteelement 53 und die Beilegscheibe 54 zwischen dem ringförmig vorstehenden Abschnitt 60 des Steuerstifts 47 und dem Einspannabschnitt 59 des Hauptkörpers 46 eingespannt sind. Ferner sind in dem Steuerstift 47 eine sich axial erstreckende Durchgangsöffnung 62 und ein sich axial erstreckender Strömungsdurchgang 63 großen Durchmessers ausgebildet. Die Durchgangsöffnung 62 weist an einem Ende des Steuerstifts 47 eine Öffnung auf. Der Strömungsdurchgang 63 steht mit dem Öffnungsdurchgang 62 in Verbindung und weist an einem entgegengesetzten Ende des Steuerstifts 47 eine Öffnung auf. Mehrere sich axial erstreckende Ausschnitte 64 sind an einer Außenumfangsfläche des Steuerstifts 47 an einem entgegengesetzten Ende davon derart ausgebildet, dass sie voneinander umfänglich beabstandet sind. Beispielsweise ist das entgegengesetzte Ende des Steuerstifts 47 derart ausgebildet, dass es durch Abschrägen dreier Flächen eines Außenumfangs davon einen im Wesentlichen dreieckigen Querschnitt aufweist, wodurch die Ausschnitte 64 als Formen ausgebildet werden können, welche abge­schrägte Abschnitte aufweisen.

**[0020]** Der Steuerkörper 49 ist an der entgegengesetzten Endseite des Steuerstifts 47 angeordnet. Der Steuerkörper 49 ist derart ausgebildet, dass er einen im Wesentlichen H-förmigen Querschnitt mit einem im Wesentlichen kreisförmigen Bodenabschnitt 70, einem zur entgegengesetzten Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitt 71, der sich von einer Außenumfangsfläche des Bodenabschnitts 70 zur entgegengesetzten Endseite erstreckt, und einem zu der einen Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitt 72 aufweist, der sich von der Außenumfangskante des Bodenabschnitts 70 zu der einen

Endseite erstreckt. Der zur entgegengesetzten Endseite gerichtete zylindrische Wandabschnitt 71 des Steuerkörpers 49 weist einen Innendurchmesser auf, der hin zu einer Öffnungsseite in einer abgestuften Weise zunimmt, und hat an einer Innenumfangsfläche davon zwei ringförmige, gestufte Abschnitte 73 und 74. Stufenflächen 73a und 74a der jeweiligen ringförmigen Stufenabschnitte 73 und 74 erstrecken sich in einer Richtung senkrecht zu einer Axialrichtung, d.h. sie erstrecken sich in einer Radialrichtung des Steuerkörpers 49. Die Stufenfläche 74a des ringförmigen Stufenabschnitts 74a dient als ein Anlageabschnitt und bildet ein Begrenzungselement aus. Eine Öffnung des Steuerkörpers 49 am entgegengesetzten Ende ist durch eine Halteplatte 75 verschlossen. Im Ergebnis ist zwischen dem zur entgegengesetzten Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitt 71 des Steuerkörpers 49 und der Halteplatte 75 eine Ventilkammer 76 definiert. Ein Durchgangsloch 79 ist an einer radialen Mittelposition der Halteplatte 75 ausgebildet. Andererseits ist eine Innenumfangsfläche des zu der einen Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitts 72 des Steuerkörpers 49 auf eine derartige Weise ausgelegt, dass ein Außenumfangsabschnitt des verschiebbaren Dichtelements 57 der mit dem verschiebbaren Dichtelement versehenen Scheibe 55A des Hauptscheibenventils 55 verschiebbar und flüssigkeitsdicht in engen Kontakt damit kommt. Im Ergebnis ist in einem Bereich, der von dem verschiebbaren Dichtelement 57 und dem zur einen Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitt 72 des Steuerkörpers 49 umgeben ist, eine Gegendruckkammer 78 definiert. Eine Abstützungsausnehmung großen Durchmessers 82 und eine Verbindungsausnehmung 81 geringen Durchmessers sind an einer radial mittigen Position des Bodenabschnitts 70 des Steuerkörpers 49 ausgebildet. Die Abstützungsausnehmung 82 großen Durchmessers stützt das entgegengesetzte Ende des Steuerstifts 47 ab. Die Verbindungsausnehmung 81 geringen Durchmessers steht mit der Abstützungsausnehmung 82 großen Durchmessers in Verbindung und ist an einer entgegengesetzten Endseite des Steuerkörpers 49 geöffnet. Ein Abschnitt um die Verbindungsausnehmung 81 kleinen Durchmessers auf einer Fläche des Bodenabschnitts 70 an der entgegengesetzten Endseite ist als ein ringförmiger Sitzabschnitt 83 ausgebildet, der als ein Ventilsitz dient, auf dem ein Steuerventilelement 95 sitzt. Das Steuerventilelement 95 ist ein Ventilkörper, der ein wesentliches Element des Steuerventils 36 ist, das nachstehend beschrieben wird. Ferner sind mehrere axial durchtretende Durchgänge 84 um die Abstützungsausnehmung 82 großen Durchmessers und die Verbindungsausnehmung 81 kleinen Durchmessers an dem Bodenabschnitt 70 des Steuerkörpers 49 entlang einer Umfangsrichtung ausgebildet. Die jeweiligen Durchgänge 84 stehen mit der Ventilkammer 76 in Verbindung. Die jeweiligen Durchgänge 84 sind zwischen

einem zweiten Sitzabschnitt 91 und einem Einspannabschnitt 92, der an einer Endseite des Bodenabschnitts 70 des Steuerkörpers 49 angeordnet ist, geöffnet. Eine Schlitzscheibe 85A und eine flexible Scheibe 85B zum Einstellen einer Auslenkungshärte sind dadurch angeordnet, dass sie von der einen Endseite in dieser Reihenfolge zwischen der einen Endseite des Bodenabschnitts 70 des Steuerkörpers 49 und dem ringförmig vorstehenden Abschnitt 60 des Steuerstifts 47 geschichtet sind. Ein Innenumfangsabschnitt der Schlitzscheibe 85A befindet sich mit einer Fläche des ringförmig vorstehenden Abschnitts 60 an einer entgegengesetzten Endseite davon in Anlage. Mehrere sich radial erstreckende, längliche Schlitze 86 sind an einer Innenumfangskante der Schlitzscheibe 85A ausgebildet. Die Verbindungsausnehmung 81 geringen Durchmessers des Steuerkörpers 49 und die Gegendruckkammer 78 stehen dann über die jeweiligen Ausschnitte 64, die an dem Steuerstift 47 ausgebildet sind, und die Schlitze 86 der Schlitzscheibe 85A miteinander in Verbindung. Die Durchgangsöffnung 62, der Verbindungsdurchgang 63 großen Durchmessers und die Ausschnitte 64 des Steuerstifts 47 und die Schlitze 86 der Schlitzscheibe 85A entsprechen einem Einlassdurchgang, der einen Gegendruck in die Gegendruckkammer 78 eingibt.

**[0021]** Ein erster ringförmiger Sitzabschnitt 90, der zweite Sitzabschnitt 91 und der ringförmige Einspannabschnitt 92 sind auf der Fläche des Bodenabschnitts 70 des Steuerkörpers 49 auf der einen Endseite ausgebildet. Der erste Sitzabschnitt 90 steht an einem Außenumfangsende dieser Fläche hin zu der einen Endseite vor. Der zweite Sitzabschnitt 91 ist auf einer Innenseite des ersten Sitzabschnitts 90 derart angeordnet, dass er von dem ersten Sitzabschnitt 90 beabstandet ist und steht hin zu der einen Endseite vor. Ein Einspannabschnitt 92 steht auf einer Innenumfangsseite der jeweiligen Durchgänge 84 hin zu der einen Endseite vor. Ein Außenumfangsende und ein radial zwischenliegender Abschnitt der flexiblen Scheibe 85B sitzen jeweils auf dem ersten und zweiten Sitzabschnitt 90 und 91 des Steuerkörpers 49, und ein Innenumfangsabschnitt der flexiblen Scheibe 85B befindet sich mit dem Einspannabschnitt 92 des Steuerkörpers 49 in Anlage. Das entgegengesetzte Ende des Steuerstifts 47 ist durch die Abstützungsausnehmung 82 des Steuerkörpers 49 eingespannt, wodurch die Schlitzscheibe 85A und die flexible Scheibe 85B zwischen dem ringförmigen, vorstehenden Abschnitt 60 des Steuerstifts 47 und dem Einspannabschnitt 92 des Steuerkörpers 49 eingespannt sind. Im Ergebnis verleiht eine Auslenkung der flexiblen Scheibe 85B durch einen Innendruck der Gegenkammer 78 der Gegendruckkammer 78 Volumenelastizität. Mit anderen Worten wird die flexible Scheibe 85B ausgelenkt, um das Volumen der Gegendruckkammer 78 derart zu vergrößern, dass das Hauptscheibenventil 55 daran

gehindert wird, sich durch einen übermäßigen Anstieg im Innendruck der Gegendruckkammer 78 durch einen Ventilöffnungsbetrieb des Hauptscheibenventils 55 auf eine instabile Weise zu öffnen. Ferner sind die Durchgänge 84 bereitgestellt, um Luft in der Gegendruckkammer 78 über die Durchgänge 84 in die Ventilkammer 76 zu leiten. Wenn geeignete Maßnahmen ergriffen werden, Luft daran zu hindern, während des Zusammenbaus in die Gegendruckkammer 78 einzutreten, oder ein Ventilöffnungsbetrieb des Hauptventils 55 nicht dazu neigt, instabil zu werden, kann lediglich ein Durchgang als der Durchgang 84 vorgesehen sein, oder der Durchgang 84 kann weggelassen werden.

**[0022]** Der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a weist das Steuerventil 36 auf, das von dem Sitzabschnitt 83 des Steuerkörpers 49 getrennt ist bzw. auf diesem sitzt. Das Steuerventil 36 weist das Steuerventilelement 95, welches der Ventilkörper ist, und ein Federelement 106a auf, welches eine Federeinheit zum Vorspannen des Steuerventils 95 in einer Richtung zum Trennen des Steuerventilelements 95 vom Sitzelement 83 ist (eine Richtung entgegen einer Richtung in der sich das Steuerventilelement 95 durch Energiezufuhr zu einem Spulenaktor bewegt, der aus einer Wicklung 131 und einer Betätigungsstange 105 und dergleichen ausgebildet ist). Das Steuerventilelement 95 wird von dem ringförmigen Sitzabschnitt 83, der an dem Steuerkörper 49 ausgebildet ist, getrennt und auf diesen aufgesetzt, wodurch es die Verbindungsausnehmung 81 geringen Durchmessers des Steuerkörpers 49 öffnet und schließt. Das Steuerventilelement 95 ist im Wesentlichen in eine zylindrische Form ausgebildet und weist ein Durchgangsloch 96, das an einer Endseite davon ausgebildet ist, und eine Aufnahmeausnehmung 97 auf. Die Aufnahmeausnehmung 97 steht mit dem Durchgangsloch 96 in Verbindung und erstreckt sich derart radial, dass es ein Ende der Betätigungsstange 105 aufnimmt. Eine Kante einer Öffnung der Aufnahmeausnehmung 97 weitet sich in einer angeschrägten Weise auf. Ein Stangenaufnahmeabschnitt 100, der die Betätigungsstange 105 abstützt, ist zwischen dem Durchgangsloch 96 und der Aufnahmeausnehmung 97 innerhalb des Steuerventilelements 95 ausgebildet. Ein Ventilspitzenabschnitt 98 ist auf einer Fläche des Steuerventils 95 an einem Ende davon ausgebildet. Der Ventilspitzenabschnitt 98 erstreckt sich ringförmig, während er einen im Wesentlichen dreieckigen Querschnitt aufweist, und ist von dem Sitzabschnitt 83 des Steuerkörpers 49 getrennt bzw. sitzt auf diesem. Ferner ist ein flanschartiger Federaufnahmeabschnitt 99, der sich radial erstreckt, an einem Außenumfangsabschnitt des Steuerventilelements 95 näher an einer entgegengesetzten Endseite davon ausgebildet. Es ist erwünscht, dass der Federaufnahmeabschnitt 99 einen Durchmesser aufweist, der soweit wie möglich reduziert ist, um den Strömungswiderstand in der Ventilkammer 76 zu verringern, während ein ausreichend großer Durchmesser sichergestellt ist, der es dem Federaufnahmeabschnitt 99 gestattet, gegen die nachstehend beschriebenen, störungssicheren Scheiben 107 und das Federelement 106a anzuliegen. Der Federaufnahmeabschnitt 99 des Steuerventilelements 95 ist derart ausgebildet, dass ein Außendurchmesser davon kleiner als ein Innendurchmesser der Durchgangsausnehmung 79 der Halteplatte 75 ist.

mungswiderstand in der Ventilkammer 76 zu verringern, während ein ausreichend großer Durchmesser sichergestellt ist, der es dem Federaufnahmeabschnitt 99 gestattet, gegen die nachstehend beschriebenen, störungssicheren Scheiben 107 und das Federelement 106a anzuliegen. Der Federaufnahmeabschnitt 99 des Steuerventilelements 95 ist derart ausgebildet, dass ein Außendurchmesser davon kleiner als ein Innendurchmesser der Durchgangsausnehmung 79 der Halteplatte 75 ist.

**[0023]** Das Steuerventilelement 95 wird von dem Federelement 106a derart elastisch gehalten, dass es axial bewegbar ist, während es zum Sitzabschnitt 83 um die Verbindungsausnehmung 81 geringen Durchmessers des Steuerkörpers 49 gerichtet ist. Das Federelement 106a, welches die Federeinheit ist, wird von einem dünnen tellerartigen Element ausgebildet. Das Federelement 106a weist eine Federfunktion zum Rückführen des Steuerventils 36 (des Steuerventilelements 95) zu einer Störungsposition und eine Federfunktion zur Steuerung eines Hubbetrags des Steuerventils 36 auf. Wie in **Fig. 3** dargestellt ist, weist das Federelement 106a einen äußeren ringförmigen Abschnitt 115, einen inneren ringförmigen Abschnitt 116, ein Paar sich radial erstreckende Federabschnitte 117 und sich umfänglich erstreckende Federabschnitte 118 auf. Der äußere ringförmige Abschnitt 115 erstreckt sich in einer bandartigen Weise an einer Außenseite in Form eines Ringes. Der innere ringförmige Abschnitt 116 ist in Radialrichtung an einer Mittelposition angeordnet, und erstreckt sich in bandartiger Weise in Form eines Ringes. Die sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 erstrecken sich in einer bandartigen Weise von einem Außenumfang des inneren ringförmigen Abschnitts 116 jeweils radial in entgegengesetzte Richtungen. Die sich umfänglich erstreckenden Federelemente 118 erstrecken sich jeweils auf eine bandartige Weise von entgegengesetzten Abschnitten an einer Innenumfangsfläche des äußeren ringförmigen Abschnitts 115 und sind jeweils mit Spitzen des Paares sich radial erstreckender Federabschnitte 117 verbunden. Ein Außendurchmesser des äußeren ringförmigen Abschnitts 115 stimmt im Wesentlichen mit einem Innendurchmesser des zur entgegengesetzten Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitts 71, in einem Bereich, der relativ zum ringförmigen Stufenabschnitt 73 des Steuerkörpers 49 auf der entgegengesetzten Endseite liegt, überein. Ein Innendurchmesser des inneren ringförmigen Abschnitts 116 stimmt im Wesentlichen mit einem Außendurchmesser des Steuerventilelements 95 überein. Ein Außendurchmesser des inneren ringförmigen Abschnitts 116 ist derart eingestellt, dass er größer als ein Außendurchmesser des Federaufnahmeabschnitts 99 des Steuerventilelements 95 ist. Die jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 sind derart angeordnet, dass sie sich zwischen dem äußeren ringförmigen

Abschnitt 115 und dem Paar sich radial erstreckender Federelemente 117 erstrecken. Zwischen den jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitten 118 und dem äußeren ringförmigen Abschnitt 115 sind jeweils äußere Freiräume 126 definiert. Andererseits sind zwischen jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitten 118 und dem inneren ringförmigen Abschnitt 116 innere Freiräume 127 definiert. Die inneren Freiräume 127 dienen als Strömungsdurchgang für das Öl. Die jeweiligen äußeren Freiräume 126 sind derart ausgebildet, dass sie Weiten aufweisen, die schmaler als die jeweiligen inneren Freiräume 127 sind. Die Weiten der jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 sind schmaler als eine Weite des äußeren ringförmigen Abschnitts 115 und sind insbesondere derart eingestellt, dass sie die halbe Weite des äußeren ringförmigen Abschnitts 115 aufweisen oder schmaler sind. Ferner sind Weiten der jeweiligen sich radialen erstreckenden Federelemente 117 derart eingestellt, dass sie weiter als die Weiten der jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 sind. Deshalb sind Federkonstanten der jeweiligen, sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 derart eingestellt, dass sie geringer als Federkonstanten der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 sind. Die jeweiligen, sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 entsprechen einem ersten Federbetätigungsabschnitt und die jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 entsprechen einem zweiten Federabschnitt. Damit gestattet es diese Anordnung jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitten 118 und den jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitten 117 des Federelements 106a, Vorspannungskräfte auszuüben, die dynamisch linear wirken, sodass das Federelement 106a als eine Feder ausgelegt ist, die eine Federkraft ausübt, die über einen gesamten Bereich hinweg wirkt, in dem sich der Ventilkörper bewegt, und eine nicht-lineare Kraft-Weg-Kennlinie bereitstellt (siehe **Fig. 5**). Falls das Federelement 106a aus einem metallischen Federstahl mit einer konstanten Dicke ausgebildet ist, werden die Weiten der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 und der jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 auf diese Weise derart eingestellt, dass der Bedingung „die jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 > die jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118“ genüge getan wird, was es erlaubt, zwischen den Federkonstanten zu differenzieren. Selbst wenn die Federkonstante gleichbleibend ist, weist das Federelement 106a gemäß der vorliegenden Erfindung als die gesamte Feder nach Anlage gegen den ringförmigen Stufenabschnitt 74 eine hohe Federkonstante auf, wodurch das Federelement 106a auf diese Weise ausgelegt werden kann. Ferner kann die Struktur der Tellerfeder beliebig gemäß einer Kennlinie ausgestaltet werden, und die Tellerfeder kann

jedwede Struktur annehmen. Ferner kann die vorliegende Erfindung eine konische Schraubenfeder verwenden.

**[0024]** Ferner ist ein Radius L1 hin zu einer Spitze des sich radial erstreckenden Federabschnitts 117 derart eingestellt, dass er größer als ein Radius R1 (siehe **Fig. 4(a)**) des zur entgegengesetzten Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitts 71 des Steuerkörpers 49 ist, welcher sich bezogen auf den ringförmigen Stufenabschnitt 74 auf der einen Endseite befindet, und kürzer als ein Radius R2 (siehe **Fig. 4(a)**) des zur entgegengesetzten Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitts 71 des Steuerkörpers 49 ist, welcher sich bezogen auf den ringförmigen Stufenabschnitt 74 auf der entgegengesetzten Endseite befindet. Damit wirken in dem Federelement 106a die jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 und die jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 als eine Feder, um das Steuerventil 36 zur Störungsposition zurückzuführen, und wirken ferner als eine Feder zum Steuern des Hubbetrags des Steuerventils 36. Allerdings sind die Federkräfte der jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 konstant und steigen während der Steuerung des Hubbetrags des Steuerventils 36 nicht an, wodurch der Hubbetrag des Steuerventils 36 nahe des Ventilsitzes basieren auf einem Gleichgewicht zwischen einem Anstieg einer Vorschubkraft von dem Spulenaktuator und einem Anstieg in den Federkräften der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 verändert ist.

**[0025]** Wie in **Fig. 2** und **Fig. 4** dargestellt, ist dann der äußere ringförmige Abschnitt 115 des Federelements 106a von der Stufenfläche 73a des ringförmigen Stufenabschnitts 73 des zur entgegengesetzten Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitts 71 des Steuerkörpers 49 abgestützt, während die eine Endseite des Steuerventilelements 95 in den inneren ringförmigen Abschnitt 116 des Federelements 106a eingeführt ist, und sich der innere ringförmige Abschnitt 116 mit einer an dem einen Ende befindlichen Fläche des Federaufnahmeabschnitts 99 in Anlage befindet. Ferner sind mehrere störungssichere Scheiben 107, welche das störungssichere Ventil 33 darstellen, an einer entgegengesetzten Endseite des Federaufnahmeabschnitts 99 geschichtet. Dann sind eine Beilegscheibe 108 und Außenumfangsabschnitte der jeweiligen störungssicheren Scheiben 107 jeweils auf den äußeren ringförmigen Abschnitt 115 des Federelements 106a geschichtet, und innere Umfangsabschnitte der jeweiligen störungssicheren Scheiben 107 befinden sich mit einer entgegengesetzten Endfläche des Federaufnahmeabschnitts 99 in Anlage. Ferner sind ein Rückhalteelement 109 und ein Abstandselement 110 auf die Außenumfangsabschnitte der jeweiligen störungssicheren Scheiben 107 geschichtet, und



eine Öffnung am entgegengesetzten Ende des zur entgegengesetzten Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitts 71 des Steuerkörpers 49 ist durch die Halteplatte 75 und eine nachstehend beschriebene Kappe 111 verschlossen. Im Ergebnis sind die jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 und die jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 des Federelements 106a elastisch axial ausgelenkt, wodurch sie gegen eine Bewegung des Steuerventilelements 95 hin zu der einen Endseite in der Axialrichtung eine Drangkraft bereitstellen. Das Steuerventil ist aus dem Steuerventilelement 95 als der Hauptkörper, dem Spulenaktor als dem Aktuator, welcher eine Kraft zum Bewegen des Steuerventilhauptkörpers 95 entsprechend einer elektrischen Spannung erzeugt, dem Federelement 106a als die Federeinheit, die auf das Steuerventilelement 95 in einer Richtung wirkt, in der sich das Steuerventilelement 95 bewegt, und dergleichen ausgebildet.

**[0026]** Wie in **Fig. 2** dargestellt, ist die Kappe 111 in eine zylindrische Form mit einem Boden, die einen Scheibenabschnitt 120 mit einer Einführungsausnehmung 122 aufweist, der die Halteplatte 75 fixiert, und einen zylindrischen Körperabschnitt 121 ausgebildet, der sich von einer Außenumfangskante des Scheibenabschnitts 120 hin zu der einen Endseite erstreckt. Der zylindrische Körperabschnitt 121 weist einen Körperabschnitt 123 kleinen Durchmessers und einen Körperabschnitt 124 großen Durchmessers auf, die entlang der Umfangsrichtung wechselseitig ausgebildet sind. An dem Scheibenabschnitt 120 sind Ausschnitte 125 derart ausgebildet, dass sie sich von der Einführungsausnehmung 122 zu einer Umfangskante des Körperabschnitts 124 großen Durchmessers radial erstrecken. Die Kappe 111 ist auf eine derartige Weise ausgelegt, dass eine Innenumfangsfläche des Körperabschnitts 123 kleinen Durchmessers an einer Außenumfangsfläche des zur entgegengesetzten Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitts 71 des Steuerkörpers 49 befestigt ist, und eine Außenumfangsfläche des Körperabschnitts 124 großen Durchmessers an einer Innenumfangsfläche eines zylindrischen Abschnitts 142 eines Spulengehäuses 130 befestigt ist, welches nachstehend beschrieben wird. In diesem Befestigungszustand stehen die Ventilkammer 76 und die Fluidkammer 45 in dem Gehäuse 31 über die jeweiligen Ausschnitte 125 der Kappe 111 miteinander in Verbindung. Die Schlitzescheibe 85A, die Ausschnitte 64 des Steuerstifts 47, die Verbindungsausnehmung 81 geringen Durchmessers des Steuerkörpers 49, die Ventilkammer 76, das Durchgangsloch 79 der Halteplatte 75, die Einführungsausnehmung 122 der Kappe 111, die Ausschnitte 125 der Kappe 111, die Fluidkammer 45 in dem Gehäuse 32 und der innere Flansch 31A des Gehäuses 31 entsprechen einem Auslassdurchgang

zum Ablassen des Gegendrucks in der Gegendruckkammer 78.

**[0027]** Der Spulenblock 37 ist durch Befestigen eines Ringelements 201 und eines Kerns 133 durch Schweißen oder dergleichen und Presspassen und Befestigen eines Kerns 132 in einem derartigen Zustand, dass ein Kolben 134 axial bewegbar in dem Spulengehäuse 130 abgestützt ist, ausgebildet, und die hohle Betätigungsstange 105, welche mit dem Kolben 134 verbunden ist, ist in dem Spulengehäuse 130 angebracht. Ferner sind sie durch ein ringförmiges Abstandselement 135 und eine becherartige Abdeckung 136, welche an ein entgegengesetztes Ende des Spulengehäuses 130 durch Verpressen angebracht ist, befestigt. Die Spule 131, die Kerne 132 und 133, der Kolben 134 und die Betätigungsstange 105 stellen den Spulenaktor dar. Gemäß einem Strom durch Zufuhr von Energie zur Spule 131 über einen Verbindungsdraht 145 wird dann an dem Kolben 134 eine axiale Vorschubkraft erzeugt. Ein Ende der Betätigungsstange 105 weist einen Außenumfangsabschnitt auf, der in einer abgeschrägten Weise ausgebildet ist, sodass er einen sich reduzierenden Durchmesser aufweist. Der Strömungsdurchgang 63 großen Durchmessers des Steuerstifts 47 und eine Kammer 138 hinter der Betätigungsstange 105 stehen miteinander über einen Verbindungsdurchgang 137 in Verbindung, der in der hohlen Betätigungsstange 105 ausgebildet ist. Ferner weist auch der Kolben 134 einen Verbindungsdurchgang 141 zum Herstellen von Verbindung zwischen den Kammern 139 und 140 auf, welche auf beiden Endseiten definiert sind. Diese Verbindungsdurchgänge 137 und 141 gestatten es, dass eine ausgeglichene Fluidkraft auf die Betätigungsstange 105 und den Kolben 134 wirkt, und eine geeignete Dämpfungskraft auf ihre Bewegungen aufgebracht wird.

**[0028]** Das Spulengehäuse 130 weist den zylindrischen Abschnitt 142 auf, der auf einer Endseite davon in das Gehäuse 31 eingepasst ist. Der Körperabschnitt 124 großen Durchmessers der Kappe 111, welche an dem Steuerkörper 49 angebracht ist, ist in den zylindrischen Abschnitt 142 eingepasst. Ein O-Ring 143 dichtet zwischen dem Zylinderabschnitt 142 und dem Gehäuse 31 ab. Das Spulengehäuse 130 ist mit dem Ventilblock 35 in einem derartigen Zustand verbunden, dass ein Ende der Betätigungsstange 105, welche in den zylindrischen Abschnitt 142 vorsteht, in Anlage mit dem Kolbenaufnahmeabschnitt 100 ist, während dieser in die Aufnahmeausnehmung 97 des Steuerventilelements 95 eingeführt ist, das in dem zur entgegengesetzten Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitt 71 des Steuerkörpers 49 angebracht ist, und der Körperabschnitt 124 großen Durchmessers der Kappe 111, der an dem Steuerkörper 49 angebracht ist, in den zylindrischen Abschnitt 142 eingepasst ist. Dann ist

das Spulengehäuse 130 dadurch an dem Gehäuse 31 befestigt, dass ein Rückhaltering 144, der in einer Außenumfangsnut des Spulengehäuses 130 angebracht ist, durch eine Mutter 38 gehalten wird.

**[0029]** Als nächstes wird ein Betrieb des in seiner Dämpfungskraft einstellbaren Stoßdämpfers 1 beschrieben werden. Der in seiner Dämpfungskraft einstellbare Stoßdämpfer 1 ist zwischen einer gefederten Seite und einer ungefederten Seite einer Aufhängungsvorrichtung eines Fahrzeugs angebracht. Der Zufuhrdraht 145 ist mit einem im Fahrzeug verbauten Steuerelement oder dergleichen verbunden. Wenn sich der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a gemäß der ersten Ausführungsform, wie in **Fig. 4** gezeigt, in einem normalen Betriebszustand befindet, wird der Wicklung 131 Energie zugeführt, wodurch das Steuerventilelement 95 (der Ventilkörper) des Steuerventils 36 durch die Betätigungsstange 105 hin zum Sitzabschnitt 83 (des Ventilsitzes) des Steuerkörpers 49 vorgeschoben wird. Zu diesem Zeitpunkt werden die jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 des Federelements 106a elastisch deformiert, und Verbindungsabschnitte zwischen den jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitten 118 und den jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitten 117 (die Spitzenabschnitte der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117) liegen gegen den ringförmigen Stufenabschnitt 74 des zur entgegengesetzten Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitts 71 des Steuerkörpers 49 an (eine Auslenkung des Federelements zu diesem Zeitpunkt entspricht einer vorbestimmten Auslenkung gemäß der vorliegenden Erfindung). Danach sind nur die jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 des Federelements 106a elastisch deformiert und das Steuerventilelement 95 wird gegen die Vorspannkraft der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 derart vorgeschoben, dass der Ventilsitzenabschnitt 98 auf dem Sitzabschnitt 83 des Steuerkörpers 49 aufsteht. Im Ergebnis wird durch Steuern des Ventilöffnungsdrucks des Steuerventils 36 basierend auf dem der Wicklung 131 zugeführten Strom Drucksteuerung durch das Steuerventil 36 ausgeführt. Auf diese Weise entsprechen die Verbindungsabschnitte zwischen den jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitten 118 und den jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitten 117 dem Anlageabschnitt gemäß der vorliegenden Erfindung. Dieser Anlageabschnitt kann entsprechend einer benötigten Kennlinie beliebig eingestellt werden und kann bezüglich der Verbindungsabschnitte der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 hin zur radialen Innenseite verschoben werden. Ferner muss der Anlageabschnitt nicht notwendigerweise direkt gegen den ringförmigen Stufenabschnitt 74 anliegen. Beispielsweise kann eine Beilegscheibe auf dem ringförmigen Stufenabschnitt

74 vorgesehen sein, und der Anbringabschnitt kann gegen die Beilegscheibe anliegen. In diesem Fall kann die Kennlinie durch Bereitstellen von Beilegscheiben mit unterschiedlichen Innendurchmessern justiert werden.

**[0030]** Während normaler Ansteuerung wird das Steuerventilelement 95 von einem in **Fig. 4(a)** dargestellten Zustand zu einem in **Fig. 4(b)** dargestellten Zustand betrieben, wenn der Wicklung 131 während normaler Ansteuerung insbesondere ein geringer Strom zugeführt wird, sodass auf das Steuerventilelement 95 eine geringe Vorschubkraft aufgebracht wird. Mit anderen Worten wird das Steuerventilelement 95 auf eine Position vorgeschoben, bei der die jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 und die jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 des Federelements 106a derart elastisch deformiert sind, dass die Verbindungsabschnitte zwischen den jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitten 118 und den jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitten 117 gegen die Stufenfläche 74a des ringförmigen Stufenabschnitts 74 anliegen, welcher an dem zur entgegengesetzten Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitt 71 des Steuerkörpers 49 ausgebildet ist. Wenn ein Gleichgewichtszustand zwischen der auf das Steuerventilelement 95 aufgebrachten Vorschubkraft und der Vorspannkraft der jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 und der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 des Federelements 106a etabliert ist, wird dann die Position des Steuerventilkörpers 95 festgestellt (ein Punkt B auf einer Federauslenkungskurve, welche in **Fig. 5** dargestellt ist). Zu diesem Zeitpunkt wirken die jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 und die jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 als eine dynamisch lineare Feder. Falls ein großer Unterschied zwischen den Federkonstanten der jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 und der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 vorliegt, weist deshalb das Federelement 106a als ein Ganzes eine Federkonstante auf, die näher bei der geringeren Federkonstante liegt (ein Wert der geringer als die geringere Federkonstante ist). Gemäß der vorliegenden Ausführungsform weist das Federelement 106a deshalb eine in **Fig. 5** dargestellte Federkennlinie auf.

**[0031]** Ein allmähliches Ansteigen des der Wicklung 131 zugeführten Stroms führt danach ferner zu einem Anstieg in der Vorschubkraft, welche auf den Steuerventilkörper 95 aufgebracht ist, und der Steuerventilkörper 95 wird gemäß diesem Anstieg vorgeschoben. Ausgehend von dem in **Fig. 4(b)** dargestellten Zustand werden insbesondere die jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 des Federelements 106a davon abgehalten,

sich weiter zu deformieren, während die jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 beginnen, sich elastisch zu deformieren, was es dem Steuerventilelement 95 gestattet, sich weiter vorzuschieben. Wenn ein Gleichgewichtszustand zwischen der auf das Steuerventilelement 95 aufgebrachten Vorschubkraft und der Vorspannkraft der jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 und der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 des Federelements 106a eingenommen ist, wird dann die Position des Steuerventilelements 95 festgestellt (ein Punkt C in der Federauslenkungskurve, welche in **Fig. 5** dargestellt ist). Zu diesem Zeitpunkt hat das Federelement 106a als ein Ganzes eine Federkonstante, die den Federkonstanten der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 entspricht, und die Federkraft steigt nur entsprechend eines Betrags an, welcher der Auslenkung der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 entspricht (die Federkräfte der jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 sind konstant und unverändert).

**[0032]** Danach führt ein Erhöhen des der Wicklung 131 zugeführten Stroms ferner zu einem Anstieg in der Vorschubkraft, welche auf das Steuerventilelement 95 aufgebracht ist, und das Steuerventilelement 95 wird gemäß diesem Anstieg vorgeschoben. Wie ferner in **Fig. 4(c)** gezeigt, sind die jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 des Federelements 106a insbesondere weitgehend elastisch deformiert, und der Ventilspitzenabschnitt 98 des Steuerventilelements 95 sitzt gegen die Vorspannkraft des Federelements 106a und insbesondere der jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 und der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 auf dem Sitzabschnitt 83 des Steuerkörpers 49 auf (ein Punkt D auf der Federauslenkungskurve, welche in **Fig. 5** dargestellt ist). Wenn mit anderen Worten der Wicklung 131 ein geringer Strom zugeführt ist, um eine Dämpfungskraft im weichen Bereich zu erzeugen, wird das Steuerventilelement 95 auf eine derartige Position bewegt, dass die Verbindungsabschnitte zwischen den jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitten 118 und den jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitten 117 des Federelements 106a gegen den ringförmigen Stufenabschnitt 74 des zur entgegengesetzten Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitts 71 des Steuerkörpers 49 anliegen. Wenn der Wicklung 131 andererseits ein großer Strom zugeführt wird, um eine Dämpfungskraft im harten Bereich zu erzeugen, wird das Steuerventilelement 95 auf eine derartige Position bewegt, dass die jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 des Federelements 106a elastisch maximal derart deformiert sind, dass der Ventilspitzenabschnitt 98 auf dem Sitzabschnitt 83 des Steuerkörpers 49 aufsitzt. Mit anderen Worten

ist der Bewegungsbereich des Steuerventilelements 95 von der Position, bei der die Verbindungsabschnitte zwischen den jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitten 118 und den jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitten 117 des Federelements 106a gegen den ringförmigen Stufenabschnitt 74 des zur entgegengesetzten Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitts 71 des Steuerkörpers 49 anliegen, zu der Position, bei der die jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 des Federelements 106a maximal elastisch derart deformiert sind, dass der Ventilspitzenabschnitt 98 auf dem Sitzabschnitt 83 des Steuerkörpers 49 aufsitzt, wenn der Wicklung 131 entsprechend ein hoher oder geringer Strom zugeführt ist, ein Bereich der in der Dämpfungskraftsteuerung verwendet wird (ein Bereich von dem Punkt B zu dem Punkt D in der Federauslenkungskurve, welche in **Fig. 5** dargestellt ist). In dem Bereich der Dämpfungskraftsteuerung wirken die Vorspannkraften der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 und der jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 des Federelements 106a deshalb auf das Steuerventilelement 95, und das Federelement 106a weist eine Federkonstante auf, die gleich den Federkonstanten der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 ist, d.h. eine hohe Federkonstante, wodurch eine große Vorspannkraft erzeugt wird. Entsprechend wird das Steuerventilelement 95 bezogen auf eine Veränderung in dem Strom um einen geringen Betrag bewegt, wodurch das Auftreten einer Fluktuation in der Dämpfungskraft verhindert wird.

**[0033]** Während eines Ausfahrhubs der Kolbenstange 6 veranlasst eine Bewegung des Kolbens 5 in dem Zylinder 2 das Rückschlagventil 13 des Zylinders 5 dann dazu, sich zu schließen, und das Öl in der oberen Zylinderkammer 2A wird unter Druck gesetzt und dadurch durch den Durchgang 22 und den ringförmigen Durchgang 21 weitergegeben, um von dem Verbindungsanschluss 23 der Trennröhre 20 in das Durchgangselement 40 des Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a eingegeben zu werden, bevor das Scheibenventil 14 geöffnet ist.

**[0034]** Zu diesem Zeitpunkt drückt das Öl gegen das Rückschlagventil 17 des Bodenventils 10 und öffnet es und fließt von dem Reservoir 4 in die untere Zylinderkammer 2B, und zwar in einer Menge, die der Bewegung des Kolbens 5 entspricht. Sobald der Druck in der oberen Zylinderkammer 2A den Ventilloffnungsdruck des Scheibenventils 14 des Kolbens 5 erreicht, wird das Scheibenventil 14 geöffnet, sodass der Druck in der oberen Zylinderkammer 2A in die untere Zylinderkammer 2B abgelassen wird, wodurch ein übermäßiger Anstieg im Druck in der oberen Zylinderkammer 2A vermieden wird.

**[0035]** In dem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a gemäß der ersten Ausführungsform wird dann das von dem Durchgangselement 40 eingegebene Öl durch die Durchgangsöffnung 62 und den Strömungsdurchgang 63 großen Durchmessers des Steuerstifts 47 und die Verbindungsausnehmung 81 geringen Durchmessers des Steuerkörpers 49 weitergegeben, und durch Drücken und Öffnen des Steuerventilelements 95 des Steuerventils 36 in die Ventilkammer 76 eingegeben, bevor das Hauptscheibenventil 55 des Hauptventils 32 geöffnet ist (in einem geringen Geschwindigkeitsbereich des Kolbens). Dann wird das Öl in der Ventilkammer 76 durch das Durchgangsloch 79 der Halteplatte 75, die Ausschnitte 125 der Kappe 111, die Fluidkammer 45 in dem Gehäuse 31 und die Ausschnitte 31B des inneren Flansches 31A in das Reservoir 4 eingegeben. Wenn die Kolbengeschwindigkeit hernach ansteigt, und der Druck in der oberen Zylinderkammer 2A des Zylinders 2 den Ventilöffnungsdruck des Hauptscheibenventils 55 erreicht, wird das in das Durchgangselement 40 eingegebene Öl direkt in die Fluidkammer 45 des Gehäuses 31 eingegeben, und zwar dadurch, dass es durch die ringförmige Ausnehmung 51 und die jeweiligen Durchgänge 50 des Hauptkörpers 46 weitergegeben wird, und drückt gegen das Hauptscheibenventil 55 und öffnet es.

**[0036]** Während eines Einfahrhubes der Kolbenstange 6 veranlasst eine Bewegung des Kolbens 5 in dem Zylinder 2 andererseits das Rückschlagventil 13 des Kolbens 5 dazu, sich zu öffnen, das Rückschlagventil 17 an dem Durchgang 15 des Bodenventils 10 dazu, sich zu schließen, und das Öl in der unteren Kolbenkammer 2B dazu, in die obere Zylinderkammer 2A eingegeben zu werden, bevor das Scheibenventil 18 geöffnet ist. Dann wird das Öl von der oberen Zylinderkammer 2A um einen Betrag in das Reservoir 4 eingegeben, der dem Eintreten der Kolbenstange 6 in den Zylinder 2 entspricht, während es auf dem gleichen Weg, wie der Weg während des oben beschriebenen Ausfahrhubes weitergeleitet wird. Sobald der Druck in der unteren Zylinderkammer 2B den Ventilöffnungsdruck des Scheibenventils 18 des Bodenventils 10 erreicht, wird das Scheibenventil 18 geöffnet, um den Druck in der unteren Zylinderkammer 2B in das Reservoir 4 abzulassen, wodurch ein übermäßiger Anstieg im Druck in der unteren Zylinderkammer 2B vermieden wird.

**[0037]** Auf diese Weise wird sowohl während des Ausfahrhubes als auch während des Einfahrhubes der Kolbenstange 6 in dem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a gemäß der ersten Ausführungsform durch die Durchgangsöffnung 62 des Steuerstifts 47 und den Ventilöffnungsdruck des Steuerventilelements 95 des Steuerventils 36 eine Dämpfungskraft erzeugt, bevor das Hauptscheibenventil 55 des Hauptventils 32 geöffnet ist (im Bereich geringer Kolbengeschwindigkeit). Nachdem ferner

das Hauptscheibenventil 55 geöffnet ist (im Bereich hoher Kolbengeschwindigkeit) wird eine Dämpfungskraft gemäß dem Öffnungsgrad des Hauptscheibenventils 55 erzeugt. Dann wird der Ventilöffnungsdruck des Steuerventils 36 basierend auf dem der Wicklung 131 zugeführten Strom eingestellt, wodurch Dämpfungskraft direkt unabhängig von der Kolbengeschwindigkeit gesteuert werden kann. Mit anderen Worten wird das Öl über die Verbindungsausnehmung 81 geringen Durchmessers des Steuerkörpers 49, die Ausschnitte 64 des Steuerstifts 47 und die Schlitze 86 der Schlitzscheibe 85A durch den Ventilöffnungsdruck des Steuerventils 36 abgelassen, wodurch der Innendruck der Gegendruckkammer 78 geändert wird. Da der Innendruck der Gegendruckkammer 78 auf das Hauptscheibenventil 55 in einer Ventilschließrichtung wirkt, kann der Ventilöffnungsdruck des Hauptscheibenventils 55 gleichzeitig durch Steuern des Ventilöffnungsdrucks des Steuerventils 36 eingestellt werden, wodurch ein einstellbarer Bereich der Dämpfungskrafteigenschaft erweitert werden kann.

**[0038]** Wenn die Vorschubkraft des Kolbens 134 wegen des Auftretens einer Störung, wie eines Trennens der Verbindung zur Wicklung 131 oder einer Fehlfunktion in der Fahrzeugsteuereinrichtung verloren geht, wird das Steuerventilelement 95 durch die Vorspannkräfte der jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 und der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 des Federelements 106a zurückgezogen, und die entgegengesetzte Endfläche des Federaufnahmeabschnitts 99 wird mit den jeweiligen störungssicheren Scheiben 107 des störungssicheren Ventils 33 in Anlage gebracht (der Zustand, welcher in **Fig. 4(a)** dargestellt ist; die Federauslenkung befindet sich an einem Punkt A, welcher in **Fig. 5** dargestellt ist). Befindet sich das Steuerventilelement 95 in diesem Zustand, drückt das Öl in der Ventilkammer 76 dann gegen die jeweiligen störungssicheren Scheiben 107, öffnet sie und wird über die Durchgangsausnehmung 79 der Halteplatte 75 und die Ausschnitte 125 der Kappe 111 in die Fluidkammer 45 in dem Gehäuse 31 eingegeben. Auf diese Weise wird die Strömung des Öls von der Ventilkammer 76 in die Fluidkammer 45 in dem Gehäuse 31 durch die jeweiligen störungssicheren Scheiben 107 gesteuert, wodurch eine gewünschte Dämpfungskraft entsprechend den Einstellungen der Ventilöffnungsdrücke der jeweiligen störungssicheren Scheiben 107 erzeugt werden kann, und der Innendruck der Gegendruckkammer 78, d.h. der Ventilöffnungsdruck des Hauptscheibenventils 55, kann eingestellt werden. Im Ergebnis kann eine geeignete Dämpfungskraft selbst dann erzeugt werden, wenn eine Störung auftritt.

**[0039]** In dem oben beschriebenen Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a gemäß der ersten

Ausführungsform ist das Federelement 106a durch die jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118, welche geringe Federkonstanten aufweisen, und die jeweiligen, sich radial erstreckenden Federabschnitte 117, welche höhere Federkonstanten als die jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 aufweisen, als eine Feder ausgebildet. Deshalb wird auf die gesamte Feder konstant Spannung aufgebracht, wodurch, verglichen mit der herkömmlichen Technik, bei der diese als separate Körper ausgelegt sind, eine Vibration der Feder selbst reduziert werden kann. Im Ergebnis kann ein Geräusch durch die Vibration der Feder verhindert werden, und ferner kann die Dauerhaltbarkeit verbessert werden. Darüber hinaus kann die Zusammenbaubarkeit verbessert werden, sodass die Produktivität im Vergleich zu zwei Federn verbessert werden kann. Ferner sind im Bereich der Dämpfungskraftsteuerung nur die jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 des Federelements 106a elastisch deformiert und die jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 sind, nachdem das Steuerventilelement 95 hin zum Sitzabschnitt 83 relativ zu den Positionen vorgeschoben ist, an denen die jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 gegen den ringförmigen Stufenabschnitt 74 anliegen, der in dem Steuerkörper 49 ausgebildet ist, nicht elastisch deformiert. Deshalb können die Deformationsbeiträge der jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 reduziert werden, um die Federkonstanten zu reduzieren, wodurch die Dauerhaltbarkeit der jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 verbessert werden kann. Im Ergebnis können die Federkonstanten durch weiteres Reduzieren der Weiten und Dicken der jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 reduziert werden, wodurch die Gestaltungsflexibilität erhöht werden kann. Ferner sind die inneren Freiräume 127 in dem Federelement 106a als die Strömungsdurchgänge des Öls derart ausgebildet, dass sie Querschnittsflächen aufweisen, die größer als gemäß der herkömmlichen Technik sind. Diese Ausgestaltung reduziert eine Widerstandskraft gegen eine Bewegung des Steuerventilelements 95 hin zum Sitzabschnitt 83 und verbessert daher das Ansprechverhalten der Dämpfungskraft. Wenn das Öl durch die inneren Freiräume 127 durchtritt, wird ferner eine Trägheitskraft des Öls, welche auf das Federelement 106a wirkt, reduziert, sodass das Steuerventilelement 95 daran gehindert werden kann, sich weg vom Sitzabschnitt 83 zu bewegen. Die jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 sind derart ausgelegt, dass sie, nachdem das Steuerventilelement 95 hin zum Sitzabschnitt 83 relativ zu den Positionen vorgeschoben ist, an denen die jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 gegen den ringförmigen Stufenabschnitt, der in dem Steuerkörper 49 ausgebildet ist, anliegen, nicht elastisch deformiert werden.

Allerdings können die Formen der jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 und des ringförmigen Stufenabschnitts 74 derart verändert werden, um es den jeweiligen, sich umfänglich erstreckenden Federabschnitten 118 zu gestatten, sich geringfügig elastisch zu deformieren. Mit anderen Worten kann ein Anstiegsbetrag des Hubs der jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 mit den niedrig eingestellten Federkonstanten durch den ringförmigen Stufenabschnitt 74 als das Begrenzungselement auf Null gesetzt werden, oder die Form des ringförmigen Stufenabschnitts 74 kann derart verändert werden, dass der Anstiegsbetrag verringert wird.

**[0040]** Als nächstes wird ein Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30b gemäß einer zweiten Ausführungsform mit Bezugnahme auf **Fig. 6** und **Fig. 7** beschrieben werden. In der folgenden Beschreibung des Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30b gemäß der zweiten Ausführungsform wird lediglich ein Unterschied zwischen dem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a gemäß der ersten Ausführungsform beschrieben werden. Bei dem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30b gemäß der zweiten Ausführungsform ist die Stufenfläche 74a des ringförmigen Stufenabschnitts 74, der an dem zur entgegengesetzten Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitt 71 des Steuerkörpers 49 ausgebildet ist, wie in **Fig. 7(a)** gezeigt, durch eine geneigte Fläche ausgebildet, die hin zu der einen Endseite auf eine Innenseite davon geneigt ist. In der vorliegenden Ausführungsform entspricht ein innerster Umfang der geneigten Fläche dem Anlageabschnitt gemäß der vorliegenden Erfindung. Wie in **Fig. 6** ferner dargestellt ist, sind die jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 des Federelements 106 auf eine derartige Weise ausgebildet, dass die Weiten W2 davon schmaler sind als die Weiten W1 der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 des Federelements 106a, das in dem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a gemäß der ersten Ausführungsform verwendet wird. Wenn das Steuerventilelement 95 deshalb durch einen der Wicklung 131 zugeführten Strom wie in **Fig. 7(b)** dargestellt, vorgeschoben wird, werden zunächst die jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 des Federelements 106a elastisch deformiert, während sie entlang der Stufenfläche 74a anliegen, welche die geneigte Fläche des ringförmigen Stufenabschnitts 74 des zur entgegengesetzten Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitts 71 ist. Bei einer Erhöhung des der Wicklung 131 zugeführten Stroms werden, wie in **Fig. 7(c)** dargestellt, demgemäß nur die jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 des Federelements 106a gemäß dem Vorschub des Steuerventilelements 95 elastisch deformiert. Schließlich sitzt der Ventilspitzenabschnitt 98 des

Steuerventilelements 95 auf dem Sitzabschnitt 83 des Steuerkörpers 49 auf.

**[0041]** Dann kann der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30b gemäß der zweiten Ausführungsform eine Wirkung dahingehend bereitstellen, dass die Bewegung des Steuerventilelements 95 geglättet wird, da durch das Verwenden der geneigten Fläche als die Stufenfläche 74a des ringförmigen Stufenabschnitts 74, der an dem zur entgegengesetzten Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitt 71 des Steuerkörpers 49 ausgebildet ist, die elastische Deformation des Federelements 106a kontinuierlich von den jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitten 118 mit geringen Federkonstanten hin zu den jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitten 117 mit hohen Federkonstanten verschoben werden kann (die Auslenkung kann allmählich begrenzt werden), wenn das Steuerventilelement 95 vorgeschoben wird. Ferner werden die jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 der Federelemente 106a entlang der Stufenfläche 74a als die geneigte Fläche des ringförmigen Stufenabschnitts 74 des zur entgegengesetzten Endseite gerichteten Wandabschnitts 71 elastisch deformiert, wodurch die Deformationsbeträge der jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 reduziert werden können, sodass die Dauerhaltbarkeit verbessert werden kann.

**[0042]** Als nächstes wird ein Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30c gemäß einer dritten Ausführungsform mit Bezugnahme auf **Fig. 8** beschrieben. In der folgenden Beschreibung des Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30c gemäß der dritten Ausführungsform wird lediglich ein Unterschied zu dem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a gemäß der ersten Ausführungsform beschrieben. In dem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a gemäß der ersten Ausführungsform wird das Steuerventil 36 als Drucksteuerventil verwendet. In dem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30c gemäß der dritten Ausführungsform ist das Steuerventil 36 demgegenüber als ein Strömungsbetrag-Steuerventil ausgelegt. Insbesondere ist das Steuerventil 36 derart ausgelegt, dass der Ventilspitzenabschnitt 98 des Steuerventilelements 95 des Steuerventils 36 in eine zylindrische Form ausgebildet ist, und der Druck zwischen diesem zylindrischen Abschnitt und der entgegengesetzten Endseite der nicht dargestellten Betätigungsstange 105 ausgeglichen wird. Die vorliegende Ausführungsform stimmt eine Strömungsdurchgangsfläche eines Steueranschlusses zwischen dem einen Ende des Ventilspitzenabschnitts 98 und dem entgegengesetzten Ende der Durchgangsausnehmung 81 geringen Durchmessers des Steuerkörpers 49 entsprechend dem der Wicklung 131 zugeführten Strom ab. Der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30c gemäß der dritten Ausführungsform kann dann ebenso ähnliche

Effekte wie der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a gemäß der ersten Ausführungsform bereitstellen.

**[0043]** Als nächstes wird ein Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30d gemäß einer vierten Ausführungsform mit Bezugnahme auf **Fig. 9** beschrieben. In der folgenden Beschreibung des Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30d gemäß der vierten Ausführungsform wird nur ein Unterschied von dem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a gemäß der ersten Ausführungsform beschrieben werden. In dem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30d gemäß der vierten Ausführungsform sind Radian L2 der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 des Federelements 106d derart eingestellt, dass sie länger als die Radian L1 (siehe **Fig. 3**) der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 des Federelements 106a sind, das in dem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a gemäß der ersten Ausführungsform verwendet wird. Diese Einstellung kann Deformationsbeträge der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 des Federelements 106d reduzieren, wodurch die Dauerhaltbarkeit erhöht werden kann. Ferner sind die Freiräume 127 größer als die Freiräume 127 der jeweiligen, sich radial erstreckenden Federabschnitte 117, welche in dem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a gemäß der ersten Ausführungsform verwendet werden, wodurch dieses Federelement 106d von einer Fluidkraft weniger beeinflusst wird, wodurch wiederum eine stabilere Leistungsabgabe bereitgestellt wird.

**[0044]** Als nächstes wird ein Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30e (ein Federelement 106e) gemäß einer fünften Ausführungsform mit Bezugnahme auf **Fig. 10** beschrieben werden. In der folgenden Beschreibung des Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30e gemäß der fünften Ausführungsform wird nur ein Unterschied vom Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a gemäß der ersten Ausführungsform beschrieben werden. In dem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30e gemäß der fünften Ausführungsform sind die jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 des Federelements 106e an radialen Zwischenpositionen der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 verbunden, und vorstehende Abschnitte 150 sind derart ausgebildet, dass sie von den Verbindungsabschnitten zwischen den jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitten 117 und den jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitten 118 radial vorstehen. Wenn eine geringe Vorschubkraft auf das Steuerventilelement 95 aufgebracht ist, liegen dann, während elastischer Deformationen der jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 des Federelements 106e entsprechend einer Bewegung des Steuerventilelements 95 in dem Federelement 106e

gemäß der fünften Ausführungsform, die jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 nicht gegen die Stufenfläche 74a der ringförmigen Stufenabschnitte 74 an, welche an dem zur entgegengesetzten Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitt 71 des Steuerkörpers 49 ausgebildet sind, sondern die vorstehenden Abschnitte 150 (der Anlageabschnitt) der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 liegen gegen die Stufenfläche 74a an. Deshalb kann die vorliegende Ausführungsform eine Belastung, die auf die Verbindungsabschnitte zwischen den jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitte 118 und den jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 aufgebracht ist, verringern, wodurch die Dauerhaltbarkeit erhöht wird.

**[0045]** Als nächstes wird ein Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30f gemäß einer sechsten Ausführungsform mit Bezugnahme auf **Fig. 11** beschrieben werden. In der folgenden Beschreibung des Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30f gemäß der sechsten Ausführungsform wird lediglich ein Unterschied zu dem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a gemäß der ersten Ausführungsform beschrieben werden. Der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30a gemäß der ersten Ausführungsform verwendet ein sogenanntes Tellerventil (ein Hubregelventil), bei dem der Ventilspitzenabschnitt 98 des Steuerventilelements 95 des Steuerventils 36 von dem Sitzabschnitt 83 des Ventilkörpers 49 getrennt wird und auf diesen aufgesetzt wird, wodurch der Ablassdurchgang geöffnet und geschlossen wird. Der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30f gemäß der sechsten Ausführungsform verwendet demgegenüber ein sogenanntes Schieberventil, bei dem ein zylindrischer Abschnitt 160, der an der einen Endseite des Steuerventilelements 95 des Steuerventils 36 einstückig und vorstehend ausgebildet ist, in die Verbindungsausnehmung 81 geringen Durchmessers eines Steuerkörpers 49g eingeführt ist, wodurch ein Strömungsdurchgang 161 geöffnet und geschlossen wird, welcher mit der Verbindungsausnehmung 81 geringen Durchmessers in Verbindung steht.

**[0046]** Der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus 30f gemäß der sechsten Ausführungsform weist insbesondere den Strömungsdurchgang 161 auf, der derart ausgebildet ist, dass er am Bodenabschnitt 70 des Steuerkörpers 49g vorsteht. Der Strömungsdurchgang 161 steht mit der Verbindungsausnehmung 81 geringen Durchmessers in Verbindung. Der Strömungsdurchgang 161 steht ebenso mit der Fluidkammer 45 in Verbindung. Ferner ist der zylindrische Abschnitt 160 geringen Durchmessers, der ein sich axial erstreckendes Durchgangsloch 164 aufweist, einstückig an der einen Endseite des Steuerventilelements 95 ausgebildet. Das Durchgangsloch 164 steht mit der Aufnahmeausnehmung 97 des

Steuerventilelements 95 in Verbindung und weist einen geringeren Durchmesser als die Aufnahmeausnehmung 97 auf. Im Ergebnis steht das Durchgangsloch 164 mit dem Verbindungsdurchgang 137 in Verbindung, welcher an der Betätigungsstange 105 ausgebildet ist. Ein Außendurchmesser des zylindrischen Abschnitts 160 stimmt im Wesentlichen mit einem Innendurchmesser der Verbindungsausnehmung 81 geringen Durchmessers des Steuerkörpers 49g überein. Nahe einer Endseite des zylindrischen Abschnitts 160 sind sich radial erstreckende Öffnungen 165 und 166 geringen und großen Durchmessers mit dem Durchgangsloch 164 in Verbindung stehend ausgebildet. Die Öffnung 165 geringen Durchmessers ist näher an dem Durchgangsloch 164 angeordnet. Wie in **Fig. 11(a)** dargestellt, ist dann der äußere ringförmige Abschnitt 115 des Federelements 160a an der Stufenfläche 73a des ringförmigen Stufenabschnitts 73 des zur entgegengesetzten Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitts 71 des Steuerkörpers 49g durch ein Einspannelement 163 eingespannt, und der innere ringförmige Abschnitt 116 des Federelements 160a befindet sich in Anlage mit der einen Endseitenfläche des Federaufnahmeabschnitts 99 des Steuerventilelements 95. Ferner wird die Ventilkammer 76 durch das Einspannelement 163 geschlossen. In der sechsten Ausführungsform ist die störungssichere Scheibe nicht an der entgegengesetzten Endfläche des Federaufnahmeabschnitts 99 des Steuerventilelements 95 angeordnet. Deshalb weist die sechste Ausführungsform eine Anordnung auf, die in der Lage ist, eine optimale Dämpfungskraftkennlinie anzunehmen, wenn eine Störung auftritt, was einen Ausschnitt 161c involviert, der teilweise an einer Oberseite 161a (wie in **Fig. 11** dargestellt) einer Öffnung des Strömungsdurchgangs 161 derart ausgebildet ist, die der Öffnung 166 großen Durchmessers gegenüberliegt, dass eine verengte Verbindung zwischen der Öffnung 166 großen Durchmessers und dem Strömungsdurchgang 161 mittels des Ausschnitts 161c selbst dann geschaffen wird, wenn sich der zylindrische Abschnitt 160 maximal nach oben bewegt, und daher eine vorbestimmte Dämpfungskraft selbst dann erzeugen kann, wenn kein Strom eingegeben ist. Ferner ist der zylindrische Abschnitt 160 des inneren Steuerventilelements 95 in die Verbindungsausnehmung 81 geringen Durchmessers des Steuerkörpers 49g eingeführt, was Verbindung zwischen dem Durchgangsloch 164 des zylindrischen Abschnitts 160 und dem Strömungsdurchgang 161 über die Öffnung 165 geringen Durchmessers und die Öffnung 166 großen Durchmessers herstellt. In dem in **Fig. 11(a)** dargestellten Zustand ist ein unterer Abschnitt 166b der Öffnung 166 großen Durchmessers an einer Position über der Oberseite 161a des Strömungsdurchgangs 161 angeordnet, und das Durchgangsloch 164 des zylindrischen Abschnitts 160 und der Strömungsdurchgang 161 stehen miteinander über eine vorbe-

stimmte Verbindungsquerschnittsfläche durch den Ausschnitt 161c in Verbindung. Der untere Abschnitt 166d der Öffnung 166 großen Durchmessers bildet einen störungssicheren Ventilkörper aus, und das obere Ende 161a des Strömungsdurchgangs 161 bildet einen störungssicheren Ventilsitz aus.

**[0047]** Wenn der Wicklung 131 Energie zugeführt ist, wird das Steuerventilelement 95 dann von dem in **Fig. 11(a)** zu dem in **Fig. 11(b)** dargestellten Zustand getrieben. Insbesondere wird das Steuerventilelement 95 auf eine derartige Position vorgeschoben, dass die Verbindungsabschnitte zwischen den jeweiligen sich umfänglich erstreckenden Federabschnitten 118 und den jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitten 117 des Federelements 106a gegen die Stufenfläche 74a des ringförmigen Stufenabschnitts 74 anliegen, der an dem zur entgegengesetzten Endseite gerichteten zylindrischen Wandabschnitt 71 des Steuerkörpers 49 ausgebildet ist. Im Ergebnis ist die Verbindungsquerschnittsfläche zwischen dem Durchgangsloch 164 des zylindrischen Abschnitts 160 und dem Strömungsdurchgang 161 verglichen mit dem in **Fig. 11(a)** dargestellten Zustand vergrößert. In diesem in **Fig. 11(b)** dargestellten Zustand wird das Öl in dem Durchgangsloch 164 des zylindrischen Abschnitts 160 des Steuerventilelements 95 über den Strömungsdurchgang 161 von der Öffnung 165 geringen Durchmessers und der Öffnung 166 großen Durchmessers des zylindrischen Abschnitts 160 in die Fluidkammer 45 eingegeben, und durch den Anstieg der Verbindungsquerschnittsfläche zwischen dem Durchgangsloch 164 des zylindrischen Abschnitts 160 und dem Strömungsdurchgang 161 wird eine geringe Dämpfungskraft erzeugt. Hernach führt ein Anstieg in dem der Wicklung 131 zugeführten Strom zu einem Anstieg in der Vorschubkraft auf das Steuerventilelement 95, wodurch das Steuerventilelement 95 in den in **Fig. 11(c)** dargestellten Zustand getrieben wird. Insbesondere wird das Steuerventilelement 95 gegen die Vorspannkraft der jeweiligen sich radial erstreckenden Federabschnitte 117 des Federelements 106a vorgeschoben, und die Verbindung zwischen dem Durchgangsloch 164 des zylindrischen Abschnitts 160 und dem Strömungsdurchgang 161 ist nahezu abgeschnitten. Ein oberer Abschnitt 166a der Öffnung 166 großen Durchmessers bildet einen Ventilkörper aus, und eine Unterseite 161b des Strömungsdurchgangs 161 bildet einen Ventilsitz aus. Das oben beschriebene Schieberventil wurde basierend auf dem Beispiel beschrieben, bei dem der Strömungsdurchgang 161 mit dem Reservoir verbunden ist und sich das Durchgangsloch 164 mit der Steuerkammer 78 in Verbindung befindet. Allerdings kann die vorliegende Ausführungsform auch eine Durchgangs-Ausgestaltung aufweisen, bei der ein mit der Ventilkammer 76 in Verbindung stehender Strömungsdurchgang an der Betätigungsstange 105 ausgebildet ist, die Ver-

bindung zwischen dem Durchgangsloch 164 und der Steuerkammer 78 abgeschnitten ist, und der Strömungsdurchgang 161 mit der Steuerkammer 78 in Verbindung steht.

**[0048]** Ferner wurden die jeweiligen oben beschriebenen Ausführungsformen basierend auf dem Beispiel erläutert, bei dem diese auf einen Doppelröhren-artigen Stoßdämpfer mit dem Reservoir 4 angewandt wurden. Allerdings ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt und kann auch auf die Erzeugung einer Dämpfungskraft durch einen Einzelröhrenartigen Stoßdämpfer angewandt werden, bei dem in einem Zylinder durch einen freien Kolben eine mit Gas gefüllte Kammer definiert ist, solange der Stoßdämpfer einen ähnlichen Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus wie die oben beschriebenen Ausführungsformen aufweist. In diesem Fall ist der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus gemäß der vorliegenden Erfindung am Kolbenabschnitt angeordnet. Ferner ist das Hydraulikfluid nicht auf das Öl begrenzt, sondern kann ein anderes Fluid, wie Wasser sein. Alternativ kann die vorliegende Erfindung lediglich Gas, wie Luft und Stickstoffgas, ohne den Gebrauch einer Flüssigkeit verwenden. In diesem Fall können das Reservoir 4, das Bodenventil 10, der freie Kolben und dergleichen weggelassen werden.

**[0049]** Ferner wurden die oben beschriebenen Ausführungsformen basierend auf dem Beispiel eines Vorsteuerartigen Stoßdämpfers getätigt, bei dem der Ventilkörper das Steuerventilelement 95 ist, das ausgelegt ist, den Vorsteuerdruck zu steuern, und der Ventilblock 35 durch den Steuerkörper 49 ausgebildet ist. Allerdings ist die vorliegende Erfindung nicht hierauf beschränkt und kann ebenso auf einen Stoßdämpfer angewandt werden, der eine Strömung des Hydraulikfluids im Zylinder durch direktes Öffnen und Schließen des Ventilkörpers unter Verwendung der Spulenordnung anstatt des Steuerdrucks steuert, wodurch die Dämpfungskraft eingestellt wird. Ferner wurden die oben beschriebenen Ausführungsformen basierend auf dem Beispiel beschrieben, bei dem die Federeinheit ausgelegt ist, derart zu wirken, dass sie das Steuerventilelement 95 in der Richtung zum Öffnen des Ablassdurchgangs drängt. Allerdings ist die vorliegende Erfindung nicht hierauf beschränkt und die Federeinheit kann ausgelegt sein, derart zu wirken, dass sie das Steuerventilelement 95 in der Richtung zum Schließen des Ablassdurchgangs drängt. D.h. die Federeinheit kann auf jedwede beliebige Weise angeordnet werden, solange die Federeinheit so wirken kann, dass sie das Steuerventilelement 95 in die Richtung drängt, in die sich das Steuerventilelement 95 bewegt. In diesem Fall kann die vorliegende Erfindung unter Verwendung einer Ausgestaltung ausgeführt werden, die das Steuerventilelement 95 dazu veranlasst, sich in der Richtung zum Öffnen des



Ablassdurchgangs zu bewegen, d.h. eine Ausgestaltung bei welcher der Spulenaktuator von anziehender Wirkung ist. Ferner wurden die oben beschriebenen Ausführungsformen basierend auf dem Beispiel beschrieben, bei dem das Hauptventil ein Scheibenventil ist, das mit einem verschiebbaren Dichtelement 57 versehen ist. Allerdings kann das Steuerventil durch eine Scheibe abgedichtet sein. Ferner kann die vorliegende Erfindung ein nicht-auslenkbares Plattenventil verwenden, ohne das Scheibenventil zu verwenden, und das Hauptventil kann von jedwedem Ventiltyp sein.

**[0050]** Obwohl nur einige beispielhafte Ausführungsformen diese Erfindung im Detail oben beschrieben wurden, werden es die Fachleute ohne Weiteres zu würdigen wissen, dass viele Abwandlungen in den beispielhaften Ausführungsformen möglich sind, ohne wesentlich von der neuen Lehre und den Vorteilen dieser Erfindung abzuweichen. Entsprechend sind alle derartigen Modifikationen angebracht, innerhalb des Rahmens dieser Erfindung umfasst zu sein.

### Patentansprüche

1. Stoßdämpfer (1) mit:  
 einem Zylinder (2), der Hydraulikfluid versiegelt enthält;  
 einem Kolben (5), der verschiebbar und auf Passung in den Zylinder eingeführt ist;  
 einer Kolbenstange (6), die mit dem Kolben verbunden ist und sich aus dem Zylinder erstreckt; und  
 einem Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus (30a, 30b, 30c, 30d, 30e, 30f), der ausgelegt ist, eine Dämpfungskraft durch Steuern einer Strömung des Hydraulikfluids zu erzeugen, welche durch eine Gleitbewegung des Kolbens erzeugt ist, wobei der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus aufweist:  
 ein Hauptventil (32), das ausgelegt ist, die Dämpfungskraft zu erzeugen, eine Gegendruckkammer (78), die ausgelegt ist, einen Gegendruck in einer Richtung zum Schließen des Hauptventils aufzubringen, einen Eingabedurchgang (62, 63, 64, 86) der ausgelegt ist, den Gegendruck in die Gegendruckkammer zu leiten, einen Ablassdurchgang (64, 76, 79, 86, 122, 125, 45, 31A) der ausgelegt ist, den Gegendruck in der Gegendruckkammer abzulassen, und ein Steuerventil (95, 106a, 131, 132, 133, 134, 105), das in dem Ablassdurchgang angeordnet ist, wobei das Steuerventil aufweist: einen Ventilkörper (95), der in dem Ablassdurchgang angeordnet ist, einen Ventilsitz (83), einen Aktuator (131, 132, 133, 134, 105), der ausgelegt ist, eine Kraft zum Bewegen des Ventilkörpers entsprechend eines Stroms zu erzeugen, und eine Federeinheit, die ausgelegt ist, den Ventilkörper in einer Richtung entgegen einer Richtung zu drängen, in welcher der Ventilkörper durch den Aktuator bewegt wird,

wobei die Federeinheit ein Federelement (106a), das ausgelegt ist, auf den Ventilkörper während eines gesamten Bewegungsbereichs des Ventilkörpers zu wirken, und ein Begrenzungselement (74, 74a) aufweist, das ausgelegt ist, eine Auslenkung eines Teils des Federelements (106a) zu begrenzen, wenn ein Anlageabschnitt des Federelements (106a) aufgrund einer Auslenkung des Federelements (106a) an dem Begrenzungselement (74, 74a) anliegt, und wobei eine Federkonstante des Federelements (106a), die auf den Ventilkörper wirkt, höher wird, als bevor das Begrenzungselement die Auslenkung des Federelements begrenzt.

2. Stoßdämpfer nach Anspruch 1, bei dem das Federelement (106a) aus einer ringförmigen, Teller-artigen Feder ausgebildet ist, und bei dem das Begrenzungselement (70,74a) auf einer Ventilsitzseite angeordnet ist und ausgelegt ist, gegen den Anlageabschnitt zwischen einem Außenumfang und einem Innenumfang der Teller-artigen Feder anzuliegen, wenn die Teller-artige Feder um einen vorbestimmten Betrag ausgelenkt ist.

3. Stoßdämpfer nach Anspruch 2, bei dem das Federelement (106a) derart angeordnet ist, dass der Ventilkörper (95) an einer Innenumfangsseite davon angebracht ist, und eine Außenumfangsseite davon durch die Ventilsitzseite gehalten ist.

4. Stoßdämpfer nach Anspruch 3, bei dem bezogen auf den Anlageabschnitt des Federelements (106a), die Außenumfangsseite des Federelements (106a) auf eine geringere Federkonstante als eine Federkonstante einer Innenseite des Federelements (106a) eingestellt ist.

5. Stoßdämpfer nach Anspruch 4, bei dem das Federelement (106a) einen äußeren ringförmigen Abschnitt (115), der ausgelegt ist, von der Ventilsitzseite gehalten zu werden, und, wo der Ventilkörper (95) angeordnet ist, einen inneren ringförmigen Abschnitt (116) aufweist, und wobei ein sich umfänglich erstreckender Federabschnitt (118) und ein sich radial erstreckender Federabschnitt (117) zwischen dem äußeren ringförmigen Abschnitt (115) und dem inneren ringförmigen Abschnitt (116) angeordnet sind, wobei sich der sich umfänglich erstreckende Federabschnitt (118) umfänglich erstreckt und ein Ende aufweist, das mit dem äußeren ringförmigen Abschnitt (115) verbunden ist, und sich der sich radial erstreckende Federabschnitt (117) radial erstreckt und ein Ende, das mit dem sich umfänglich erstreckenden Federabschnitt (118) verbunden ist, und ein entgegengesetztes Ende aufweist, das mit dem inneren ringförmigen Abschnitt (116) verbunden ist.

6. Stoßdämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem das begrenzende Element derart ausgelegt ist, dass es die Auslenkung fortschreitend begrenzt, bevor die Teller-artige Feder um den vorbestimmten Betrag ausgelenkt ist.

7. Stoßdämpfer nach Anspruch 5, wobei der Anlageabschnitt des Federelements (106a) als ein Verbindungsabschnitt (23) ausgelegt ist, durch den der sich umfänglich erstreckende Federabschnitt und der sich radial erstreckende Federabschnitt verbunden sind.

8. Stoßdämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und 7, wobei der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus (30a, 30b, 30c, 30d, 30e, 30f) ein störungssicheres Ventil (33) aufweist, das geschlossen ist, wenn der Ventilkörper (95) durch eine Vorspannkraft des Federelements (106a) zurückgezogen ist, wenn der Aktuator (131, 132, 133, 134, 105) keine Kraft erzeugt.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1

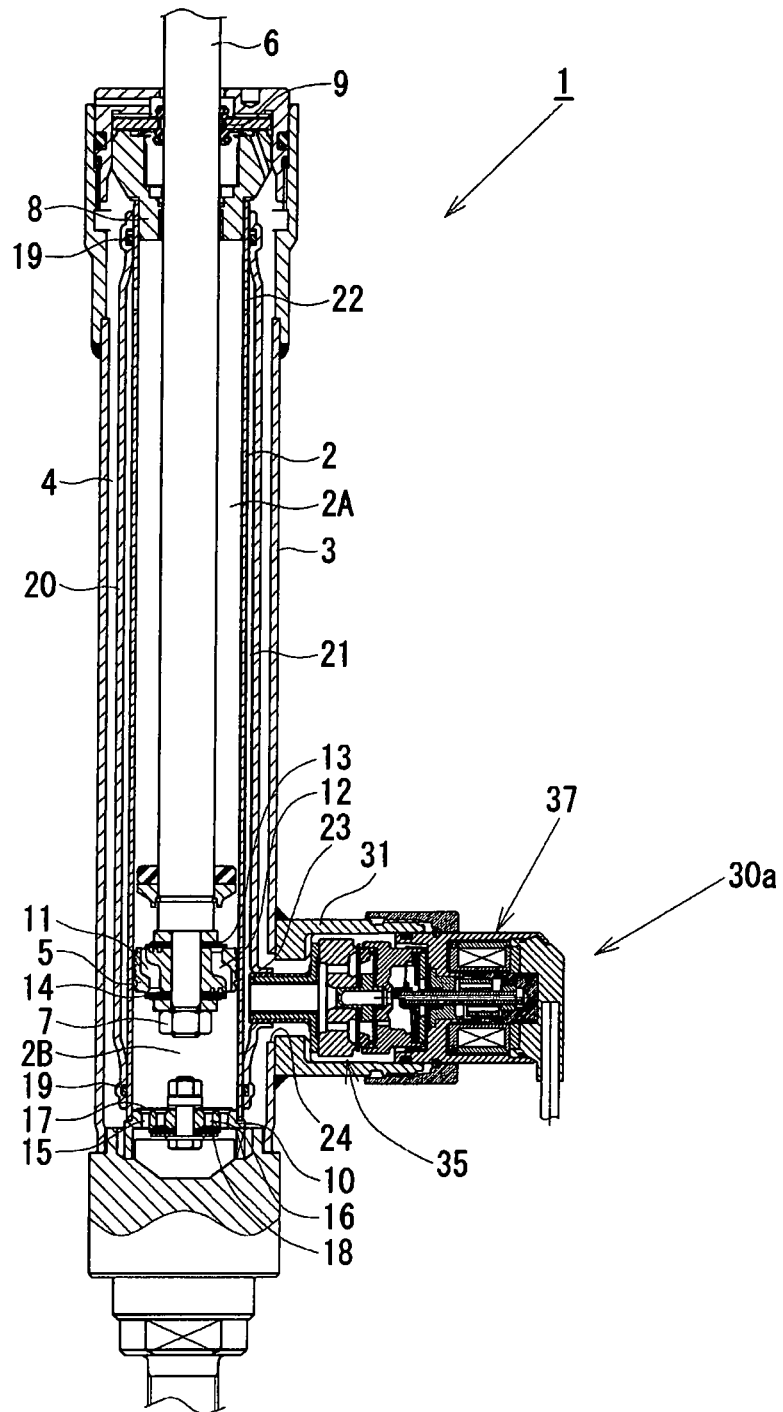


Fig. 2

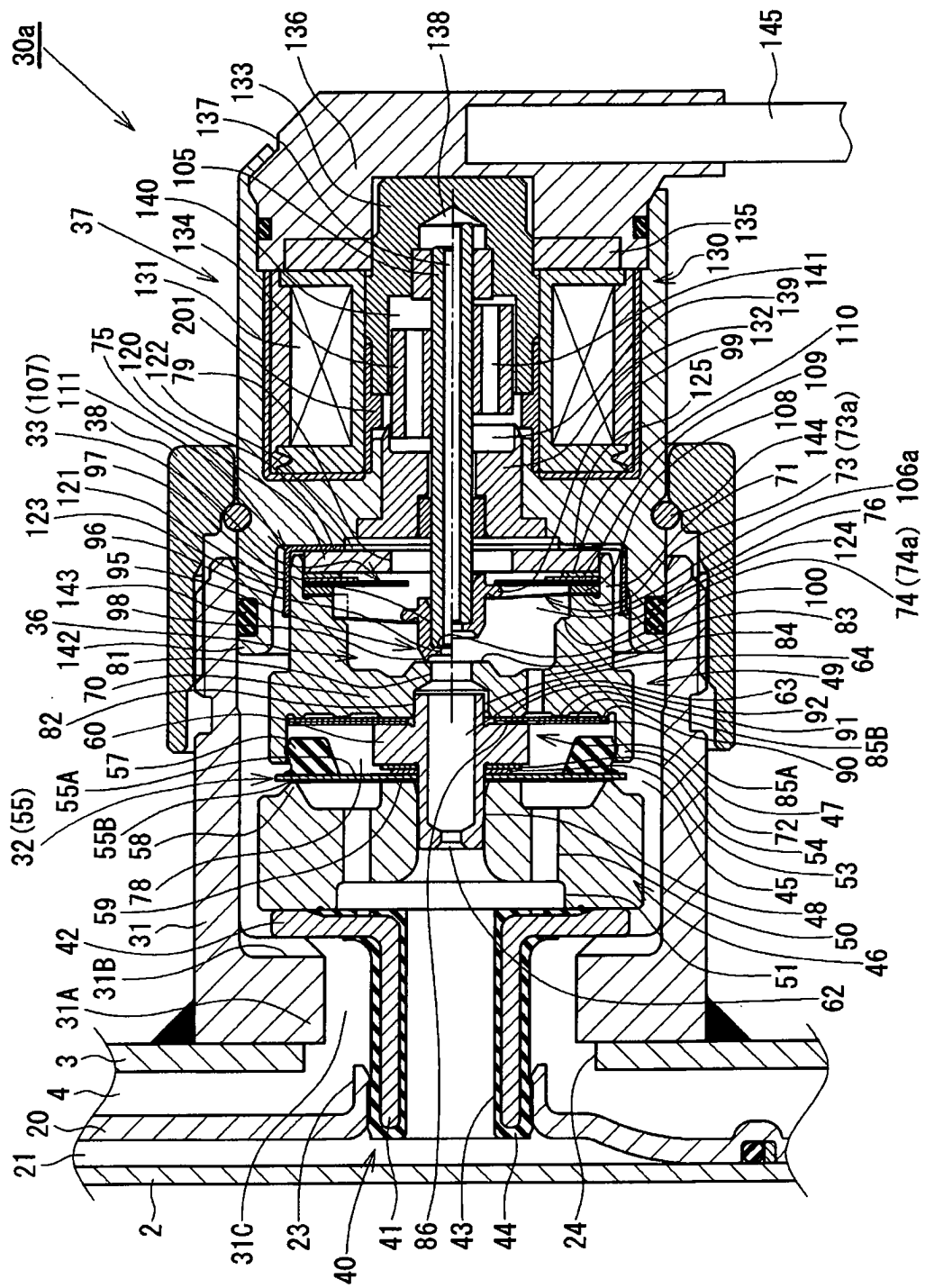


Fig.3

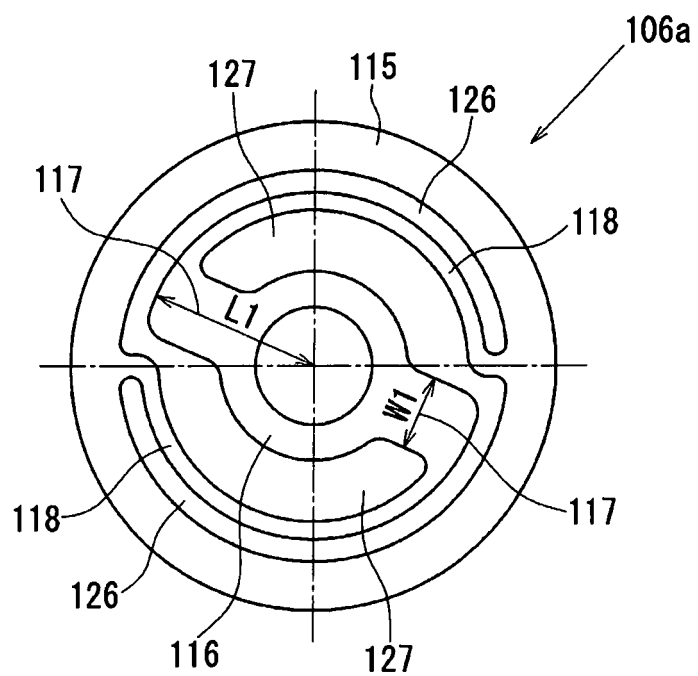


Fig.4

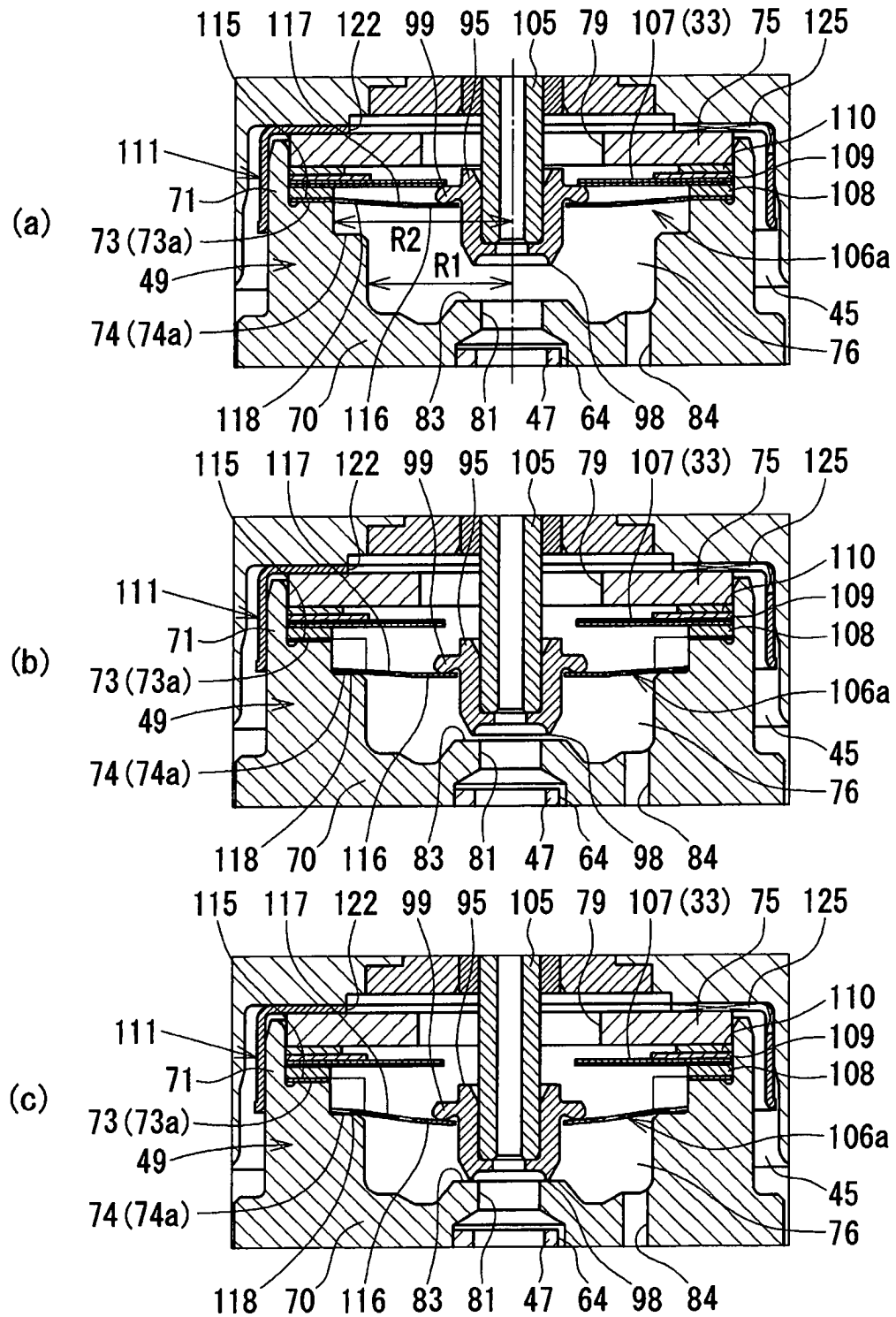


Fig.5

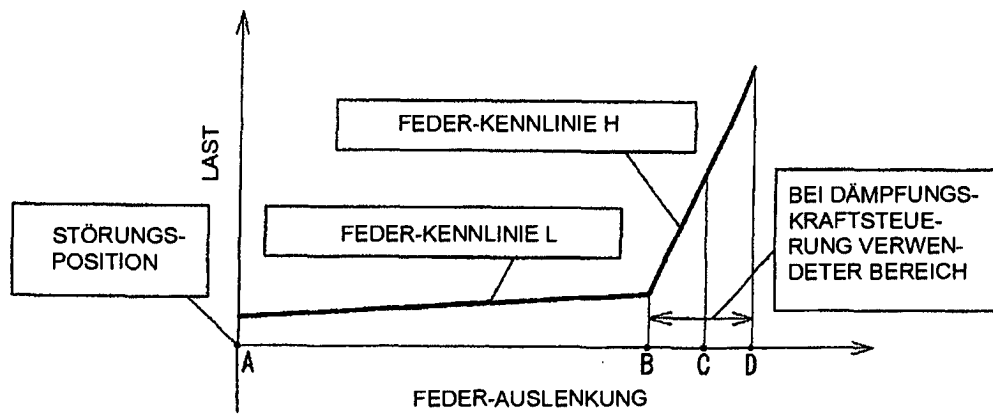


Fig.6

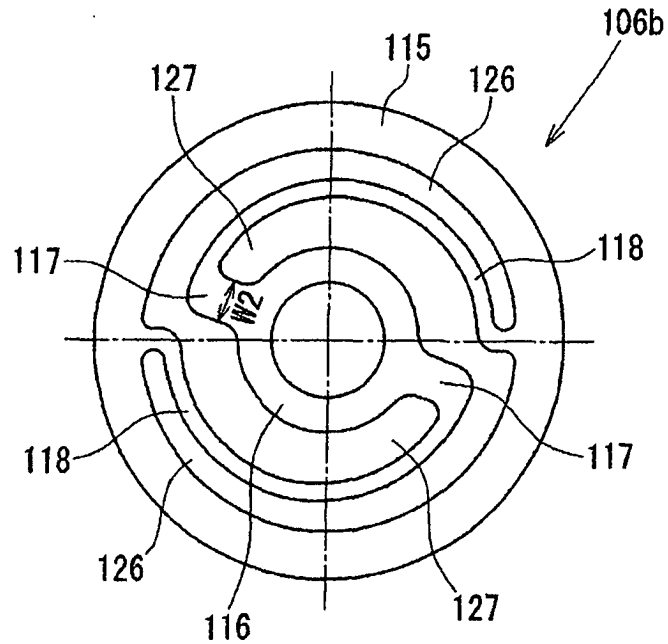


Fig.7

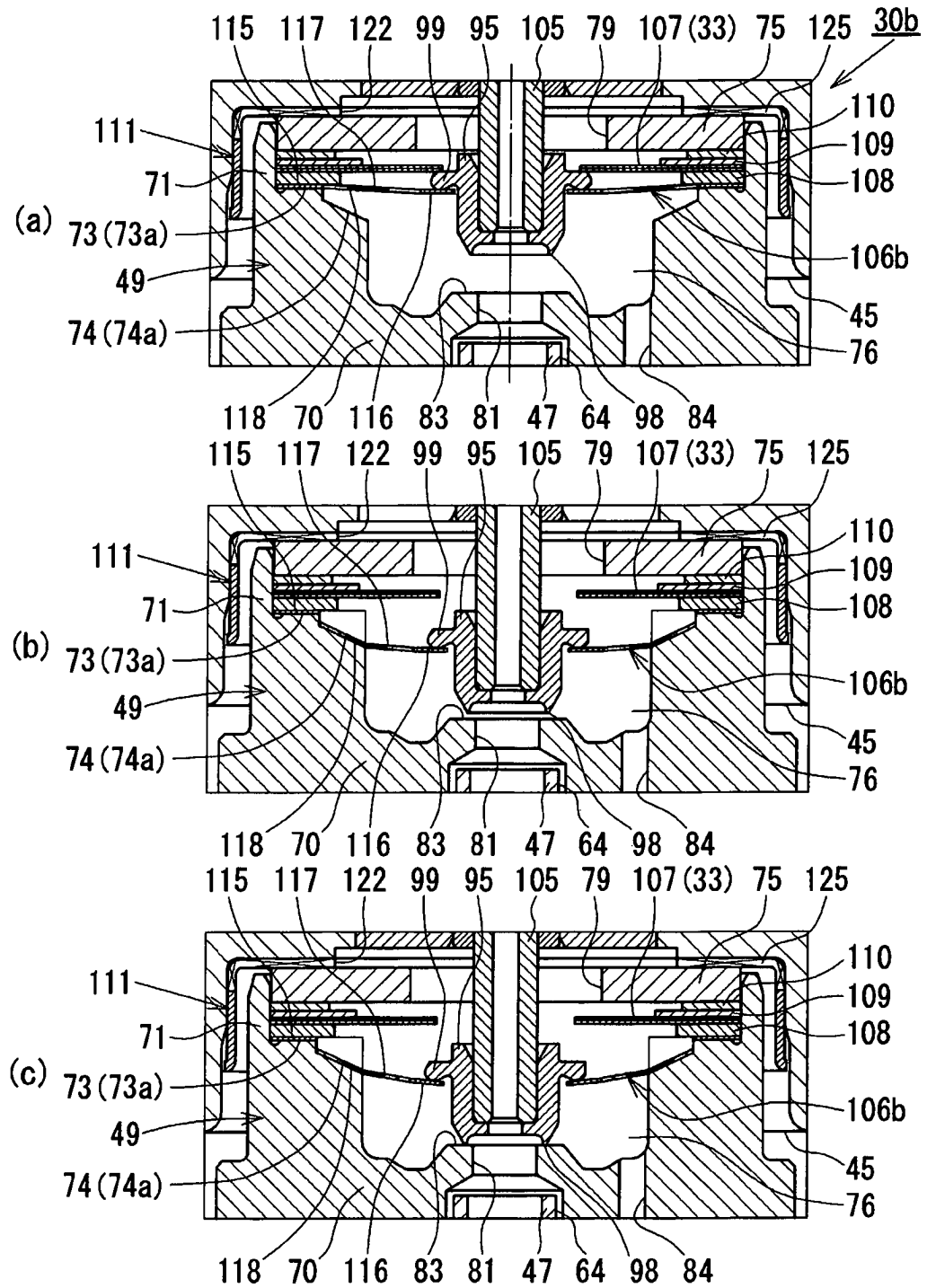




Fig.8

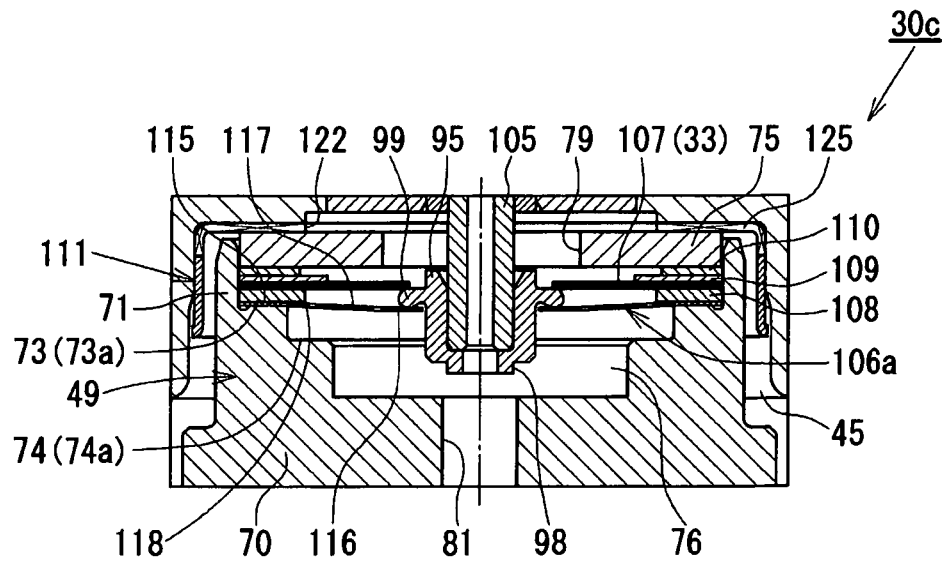


Fig.9

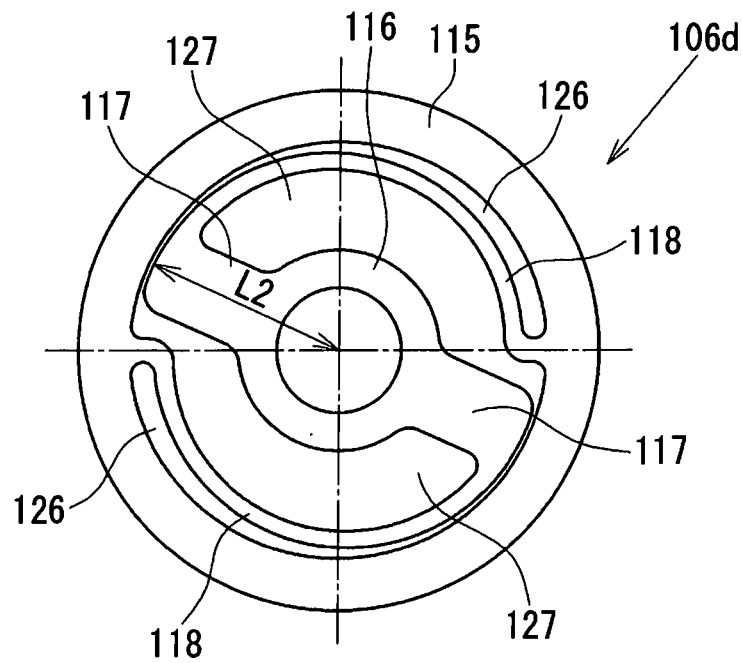


Fig.10

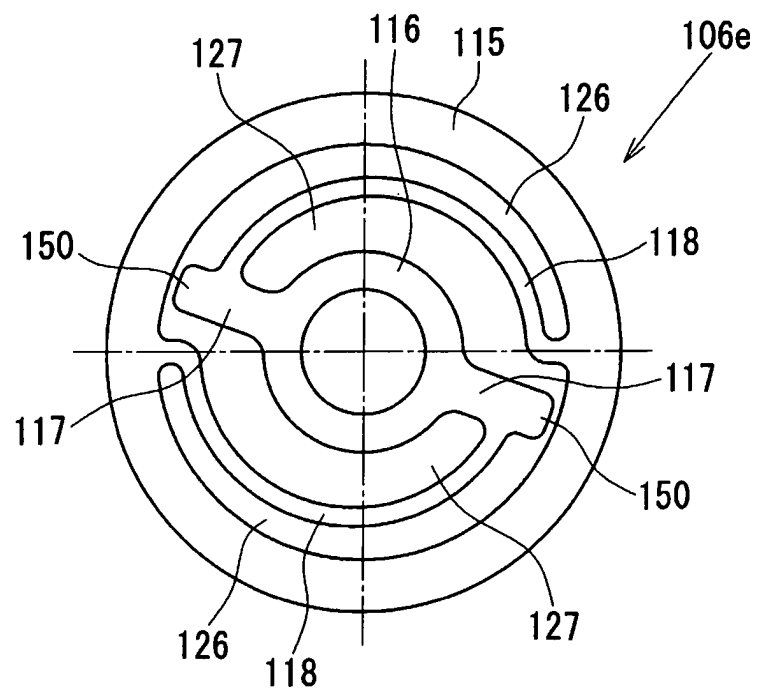


Fig.11

