



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2013/011812**
 in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2012 002 999.2**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2012/066359**
 (86) PCT-Anmeldetag: **27.06.2012**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **24.01.2013**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **12.06.2014**

(51) Int Cl.: **F16F 9/46 (2006.01)**
F16F 9/32 (2006.01)
F16F 9/34 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
JP2011157306 **17.07.2011** **JP**
JP2011157297 **17.07.2011** **JP**
JP2011157299 **17.07.2011** **JP**

(74) Vertreter:
**Patentanwälte Weickmann & Weickmann, 81679,
 München, DE**

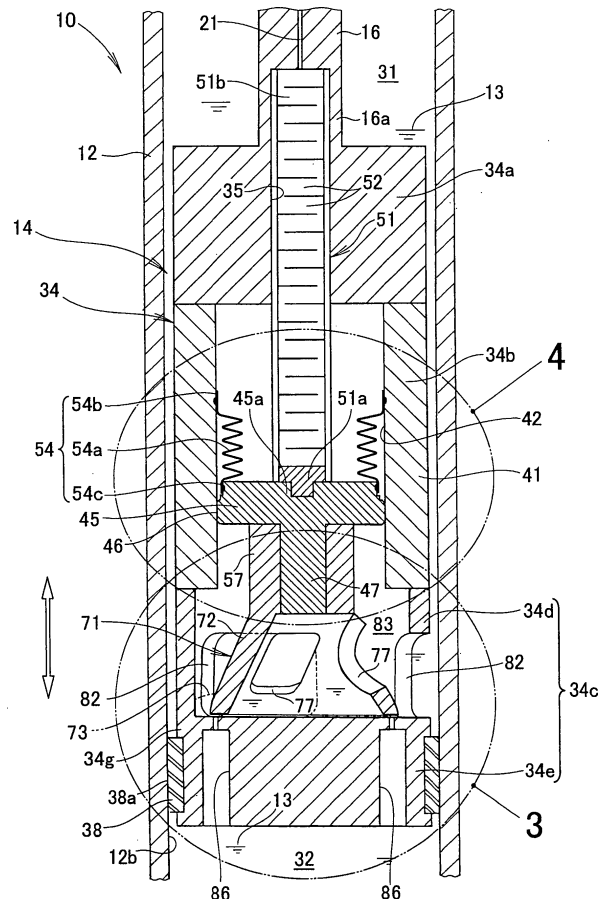
(71) Anmelder:
Honda Motor Co., Ltd., Tokyo, JP

(72) Erfinder:
Fujimoto, Gakuyo, Wako-shi, Saitama, JP;
Mikami, Shinji, Wako-shi, Saitama, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Dämpfer mit variabler Dämpfungskraft**

(57) Zusammenfassung: Offenbart ist ein Dämpfer (10) mit variabler Dämpfungskraft, welcher in einem Fahrzeugaufhängungssystem verwendet wird und dessen Dämpfungskraft verändert werden kann. Dieser Dämpfer (10) ist mit einem Kolben (34) ausgestattet, welcher gleitend verschiebbar in einem mit einem Fluid (13) gefüllten Zylinder (12) aufgenommen ist und welcher den Zylinder (12) in eine erste Fluidkammer (31) und eine zweite Fluidkammer (32) unterteilt und Fluiddurchgänge (86) aufweist, welche den ersten und den zweiten Fluiddurchgang (31, 32) verbinden. Ventilmittel (71) sind in dem Kolben (34) bereitgestellt und sind dazu in der Lage, die Fluiddurchgänge (86) zu blockieren, und sind dazu in der Lage, die Fluiddurchgänge (86) zu öffnen, wenn der Kolben gleitet. Ein piezoelektrischer Körper (51) ist mit den Ventilmitteln (71) verbunden und drückt die Ventilmittel (71) in Richtung der Fluiddurchgänge (86), wenn eine Spannung angelegt ist. Ein Faltenbalg (54) ist an den Ventilmitteln (71) angeordnet, um den piezoelektrischen Körper (51) vor dem Fluid (13) abzudichten, und der Faltenbalg spannt den Kolben (34) in die Richtung vor, in welcher der piezoelektrische Körper (51) zusammengezogen ist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Dämpfer mit variabler Dämpfungskraft zur Verwendung in einem Fahrzeugaufhängungssystem, wobei der Dämpfer einen Zylinder und einen Kolben umfasst, welcher innerhalb des Zylinders gleitend verschiebbar ist, um eine Dämpfungskraft zu variieren.

Stand der Technik

[0002] Ein Dämpfer mit variabler Dämpfungskraft des obigen Typs umfasst, wie aus der nachfolgenden Patentliteratur 1 bekannt, einen eine erste und eine zweite Fluidkammer aufweisenden Zylinder, einen die erste Fluidkammer und die zweite Fluidkammer voneinander trennenden Kolben und einen piezoelektrischen Körper, welcher betreibbar ist, um eine Dämpfungskraft zu variieren, indem ein Fluiddurchgang geregelt/gesteuert wird, durch welchen die erste und die zweite Kammer miteinander in Verbindung stehen.

[0003] Wie bei einem in Patentliteratur 1 offenbarten Dämpfer mit variabler Dämpfungskraft definiert ein Kolben eine abgedichtete Kammer, um einen Verformungsbetrag eines piezoelektrischen Körpers zu erhöhen. Die abgedichtete Kammer umfasst einen Durchgang mit einem vergrößerten Durchmesser, in welchem ein erstes Kolbenelement gleitend verschiebbar angeordnet ist, und einen Durchgang mit einem verringerten Durchmesser, in welchem ein zweites Kolbenelement gleitend verschiebbar angeordnet ist.

[0004] Der piezoelektrische Körper drückt das erste Kolbenelement, um zu bewirken, dass ein viskoses Fluid (nachfolgend als „hydraulisches Öl“ bezeichnet) in der abgedichteten Kammer den zweiten Kolben drückt. Dabei wird ein Verlagerungsbetrag des ersten Kolbenelements (d. h. der Verformungsbetrag des piezoelektrischen Körpers) in der abgedichteten Kammer erhöht, um den zweiten Kolben um den erhöhten Verlagerungsbetrag des ersten Kolbenelements zu bewegen. Wenn sich das zweite Kolbenelement bewegt, bewegt sich ein Ventilelement, um einen Fluiddurchgang zu regeln/steuern, um eine Dämpfungskraft zu variieren.

[0005] Der Dämpfer mit variabler Dämpfungskraft der Patentliteratur 1 umfasst einen an dem ersten Kolbenelement angeordneten O-Ring zum Abdichten der Kammer. Der an dem ersten Kolbenelement angeordnete O-Ring verhindert, dass hydraulisches Öl in der abgedichteten Kammer zu dem piezoelektrischen Körper hin austritt. Der Dämpfer umfasst ferner eine Rückstellfeder zum Rückstellen des ersten Kolbens (d. h. des piezoelektrischen Körpers) in eine ur-

sprüngliche, nicht verlagerte Position, wenn eine an dem piezoelektrischen Körper angelegte Spannung abgeschaltet wird.

Literatur des Standes der Technik

Patentliteratur:

[0006]

Patentliteratur 1: JP-A-4-175533

INHALT DER ERFINDUNG

Technische Aufgabe

[0007] Wie bei dem Dämpfer mit variabler Dämpfungskraft in der obigen Patentliteratur 1 ist der O-Ring bereitgestellt, um das Austreten des hydraulischen Öls zu dem piezoelektrischen Körper hin zu verhindern, und die Rückstellfeder ist bereitgestellt, um den piezoelektrischen Körper in die ursprüngliche Position vor einer Verformung zurückzustellen. Aufgrund des O-Rings und der Rückstellfeder nimmt die Anzahl der Teile des Dämpfers ungewollt zu.

[0008] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Dämpfer mit variabler Dämpfungskraft bereitzustellen, welcher aus einer verringerten Anzahl von Teilen gebildet und eingerichtet ist, ein Austreten von hydraulischem Öl in Richtung eines piezoelektrischen Körpers zu verhindern und um den piezoelektrischen Körper in eine ursprüngliche Position vor einer Verformung zurückzustellen.

Lösung der Aufgabe

[0009] Gemäß einem in Anspruch 1 definierten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Dämpfer mit variabler Dämpfungskraft bereitgestellt zur Verwendung in einem Fahrzeugaufhängungssystem, wobei der Dämpfer eine variable Dämpfungskraft bereitstellt und umfasst: einen mit einem Fluid gefüllten und eine erste Fluidkammer und eine zweite Fluidkammer aufweisenden Zylinder; einen innerhalb des Zylinders gleitend verschiebbar angeordneten Kolben, wobei der Kolben die erste Fluidkammer und die zweite Fluidkammer voneinander trennt und einen Fluiddurchgang aufweist, durch welchen die erste Fluidkammer mit der zweiten Fluidkammer in Verbindung steht; Ventilmittel, welche in dem Kolben bereitgestellt sind, um den Fluiddurchgang zu schließen, wobei die Ventilmittel den Fluiddurchgang öffnen, wenn der Kolben gleitet; einen mit den Ventilmitteln verbundenen piezoelektrischen Körper zum Drücken der Ventilmittel zu dem Fluiddurchgang hin, wenn eine Spannung an dem piezoelektrischen Körper angelegt ist; und einen Faltenbalg, welcher an den Ventilmitteln bereitgestellt ist, um den piezoelektrischen Körper von dem Fluid dicht zu trennen, wobei der Faltenbalg einen Kolben in eine Richtung treibt,

um den piezoelektrischen Körper zusammenzuziehen.

[0010] Vorzugsweise ist, wie in Anspruch 2 definiert, der Fluiddurchgang ein Langloch und weist einen zu einer axialen Richtung des Zylinders orthogonalen Querschnitt auf, wobei der Querschnitt eine längliche gekrümmte Form entlang einem Außenumfang des Kolbens aufweist, und wobei eine Änderung der an dem piezoelektrischen Körper angelegten Spannung eine auf die Ventilmittel drückende Kraft ändert, und wobei die Änderung der Kraft die Dämpfungskraft ändert.

[0011] Vorzugsweise ist der Kolben, wie in Anspruch 3 definiert, rohrförmig und der Faltenbalg ist radial nach innen von dem Kolben beabstandet, wobei der Faltenbalg einen radial einwärts des Kolbens angeordneten Endabschnitt aufweist.

[0012] Vorzugsweise umfasst der Fluiddurchgang, wie in Anspruch 4 definiert, einen oberen Fluiddurchgangsabschnitt, welcher von den Ventilmitteln zu drücken ist, und einen unteren Fluiddurchgangsabschnitt, welcher von dem oberen Fluiddurchgangsabschnitt verschieden ist und eine größere Querschnittfläche aufweist als der obere Fluiddurchgangsabschnitt.

[0013] Vorzugsweise umfassen die Ventilmittel, wie in Anspruch 5 definiert, einen hohlen Schürzenabschnitt mit einer allgemeinen Kegelstumpfform, wobei der Schürzenabschnitt ein Schließende aufweist, um den Fluiddurchgang zu schließen, wenn der Fluiddurchgang gedrückt wird, wobei der Schürzenabschnitt Ventilöffnungen aufweist, welche durch eine Umfangswand desselben gebildet sind, um aus dem Schürzenabschnitt das durch den Fluiddurchgang in den Schürzenabschnitt eingeleitete Fluid nach außen zu leiten.

[0014] Vorzugsweise umfasst der Kolben, wie in Anspruch 6 definiert, einen zylindrischen unteren Wandabschnitt, welcher außerhalb des Schürzenabschnitts angeordnet ist, wobei der untere Wandabschnitt eine Umfangswand umfasst mit durch sie hindurch derart gebildeten Kolbenöffnungen, dass ein Inneres des unteren Wandabschnitts mit einem Äußeren des unteren Wandabschnitts durch die Kolbenöffnungen in Verbindung steht, wobei die Kolbenöffnungen die Ventilöffnungen in Umfangsrichtung überlappen.

[0015] Vorzugsweise ist der Schürzenabschnitt, wie in Anspruch 7 definiert, von dem unteren Wandabschnitt beabstandet.

[0016] Vorzugsweise steht der Schürzenabschnitt, wie in Anspruch 8 definiert, in Gleitkontakt mit dem unteren Wandabschnitt.

Vorteilhafte Effekte der Erfindung

[0017] Wie in Anspruch 1 definiert, ist der Faltenbalg an einem Kolbenzylinder angebracht, um den piezoelektrischen Körper abzudichten, um zu verhindern, dass Fluid zu dem piezoelektrischen Körper geleitet wird, um den piezoelektrischen Körper vor dem Fluid zu schützen.

[0018] Im Stand der Technik macht ein zwischen einem piezoelektrischen Körper und einem Ventil verbleibendes hydraulisches Fluid oder ein sich von dazwischen bewegendes (austretendes) hydraulisches Fluid das Ventil funktionsunfähig. In der vorliegenden Erfindung treibt der an dem Kolben angeordnete Faltenbalg den Kolben in eine Richtung, um den piezoelektrischen Körper zusammenzuziehen, wodurch die Ventilmittel in eine Richtung getrieben werden, um die Fluiddurchgänge gegen den piezoelektrischen Körper zu öffnen. Es wird dadurch sichergestellt, dass die Ventilmittel geöffnet werden. Da der piezoelektrische Körper eine Kraft erzeugen kann, welche ausreichend größer als die treibende Kraft des Faltenbalgs ist, übt die treibende Kraft den geringsten Einfluss auf eine Regelung/Steuerung des piezoelektrischen Körpers aus. Zudem kann der Kolben (d. h. der piezoelektrische Körper) in eine ursprüngliche nicht verformte Position unter der treibenden Kraft des Faltenbalgs zurückkehren, wenn eine an dem piezoelektrischen Körper angelegte Spannung abgeschaltet wird. Daher können die Funktionen zweier Elemente, d. h. eines O-Rings und einer Rückstellfeder, welche beide im Stand der Technik notwendig sind, durch ein einzelnes Element, d. h. den Faltenbalg, bereitgestellt werden. Dies ermöglicht es, die Anzahl der Teile des Dämpfers zu reduzieren.

[0019] Wie im Anspruch 2 definiert, ist der Fluiddurchgang das Langloch und weist den zu der axialen Richtung des Zylinders orthogonalen Querschnitt auf, wobei der Querschnitt die längliche gekrümmte Form entlang dem Außenumfang des Kolbens aufweist. Durch Ändern der an dem piezoelektrischen Körper angelegten Spannung, um die auf die Ventilmittel drückende Kraft zu ändern, kann die Dämpfungskraft leicht verändert werden.

[0020] Hinsichtlich Anspruch 3 ist es möglich zu verhindern, dass der Faltenbalg mit der Zylinderbohrung während eines Gleitens des Kolbens in der Zylinderbohrung in Kontakt tritt. Daher kann der Kolben sanft gleiten, ohne eine Austrittsverhinderungsfunktion und eine Rückstellfunktion des Faltenbalgs zu beeinträchtigen, wodurch die Qualität des Dämpfers mit variabler Dämpfungskraft erfolgreich aufrecht erhalten wird.

[0021] Wie in Anspruch 4 definiert, weist der Fluiddurchgang den von den Ventilmitteln zu drückenden

Abschnitt und den anderen Abschnitt auf, welcher die größere Querschnittfläche als der von den Ventilmitteln zu drückende Abschnitt aufweist. Um einen geringen Widerstand des Fluiddurchgangs bereitzustellen, kann der Fluiddurchgang derart eingerichtet sein, dass er eine große Öffnungsfläche (Querschnittfläche) des Fluiddurchgangs entlang der gesamten Länge desselben aufweist. Jedoch müssen, wenn die Querschnittfläche des Fluiddurchgangs entlang der gesamten Länge desselben groß ist, die Ventilmittel zum Schließen des Fluiddurchgangs eine große Größe aufweisen. Zudem ist die Größe des piezoelektrischen Körpers groß. In der vorliegenden Erfindung weist der Fluiddurchgang die große Querschnittfläche lediglich an einem von den Ventilmitteln zu drückenden Abschnitt auf. Der Widerstand des Fluiddurchgangs, welcher die große Querschnittfläche mit Ausnahme des von den Ventilmitteln zu drückenden Abschnitts aufweist, ist nicht so groß. Daher ist es möglich, dem Fluid zu gestatten, sanft durch die Fluiddurchgänge zu strömen, wodurch eine angemessene Dämpfungskraft des Dämpfers mit variabler Dämpfungskraft bereitgestellt wird.

[0022] Da der von den Ventilmitteln zu drückende Abschnitt die kleine Querschnittfläche aufweist, kann ein Raum zum Aufnehmen der Ventilmittel und des piezoelektrischen Körpers klein gemacht werden. Daher kann der Dämpfer mit variabler Dämpfungskraft eine geringe Größe aufweisen, wodurch die Anordnungsfreiheit (Gestaltungsfreiheit) des Dämpfers mit variabler Dämpfungskraft erhöht wird.

[0023] Hinsichtlich Anspruch 5 weist der Fluiddurchgang eine große Gesamtumfangslänge auf, so dass eine „Strömungsdurchgangsquerschnittfläche“ des Fluiddurchgangs in einem weiten Bereich variabel ist.

[0024] Der Schürzenabschnitt der Ventilmittel bewegt sich weg von den Fluiddurchgängen, um die Fluiddurchgänge während eines Gleitens des Kolbens zu öffnen, so dass das Fluid in den Fluiddurchgängen zu der Innenseite und der Außenseite des Schürzenabschnitts geleitet werden kann.

[0025] Die Ventilöffnungen sind durch die Umfangswand des Schürzenabschnitts derart gebildet, dass das ins Innere des Schürzenabschnitts geleitete Fluid nach außen von dem Schürzenabschnitt durch die Ventilöffnungen geleitet werden kann. Wenn die Fluiddurchgänge während eines Gleitens des Kolbens geöffnet werden, kann das Fluid sanft durch die offenen Fluiddurchgänge zu dem Schürzenabschnitt hin geleitet werden.

[0026] Der Fluiddurchgang ist entlang einem Außenumfang des Kolbens gebildet, um einen weiten Bereich bereitzustellen, in welchem die Strömungsdurchgangsquerschnittfläche variieren kann, und die

Mehrzahl der Ventilöffnungen ist durch die Umfangswand des Schürzenabschnitts gebildet, um eine sanfte Strömung des Fluids durch die Fluiddurchgänge zu gestatten. Daher kann das Fluid sanft entsprechend dem Bereich der variablen Strömungsdurchgangsquerschnittfläche strömen. Der Dämpfer mit variabler Dämpfungskraft kann daher eine Dämpfungskraft in einem weiten Bereich variieren. Zudem kann die Dämpfungskraft mit einer leichten Regelung/Steuerung verändert werden. D. h., dass der weite Bereich, in welchem die Dämpfungskraft des Dämpfers mit variabler Dämpfungskraft variabel ist, mit einer leichten Regelung/Steuerung eingestellt werden kann.

[0027] Wie in Anspruch 6 definiert, weist der untere zylindrische Wandabschnitt des Kolbens die durch ihn hindurch gebildeten Kolbenöffnungen auf, so dass das Innere des unteren Wandabschnitts mit dem Äußeren des unteren Wandabschnitts durch die Kolbenöffnungen in Verbindung steht. Die Kolbenöffnungen überlappen sich in Umfangsrichtung mit den Ventilöffnungen des Schürzenabschnitts. Daher kann das in den Schürzenabschnitt geleitete Fluid durch die Ventilöffnungen und die Kolbenöffnungen zur Außenseite des unteren Wandabschnitts geleitet werden. Wenn die Fluiddurchgänge während eines Gleitens des Kolbens geöffnet werden, kann das Fluid sanft durch die offenen Fluiddurchgänge zu dem Schürzenabschnitt hin geleitet werden. Das Fluid kann daher sanft entsprechend dem Bereich der variablen Strömungsdurchgangsquerschnittfläche strömen. Der Dämpfer mit variabler Dämpfungskraft kann daher eine Dämpfungskraft in dem weiten Bereich variieren.

[0028] Wie in Anspruch 7 definiert, ist der Schürzenabschnitt von dem unteren Wandabschnitt beabstandet. Dies gestattet eine effektive Verwendung eines Strömungspfads, welcher in einem unteren Bereich der Außenseite des Schürzenabschnitts gebildet ist, wenn die Ventilmittel geöffnet sind.

[0029] Wie in Anspruch 8 definiert, steht der Schürzenabschnitt teilweise in Gleitkontakt mit dem unteren Wandabschnitt. Es ist daher unwahrscheinlich, dass die Ventilmittel sich beim Umfallen verformen. Als Ergebnis davon ist es möglich, ein teilweises Abnutzen der Ventilmittel zu verhindern.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0030] Fig. 1 ist eine Querschnittansicht eines Dämpfers mit variabler Dämpfungskraft in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0031] Fig. 2 ist eine Querschnittansicht einer Kolbenanordnung des in Fig. 1 gezeigten Dämpfers mit variabler Dämpfungskraft;

[0032] Fig. 3 ist eine vergrößerte Querschnittsansicht eines Bereichs 3 in Fig. 2;

[0033] Fig. 4 ist eine vergrößerte Querschnittsansicht eines Bereichs 4 in Fig. 2;

[0034] Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht, welche Beziehungen zwischen einer Zylinderbohrung, einem Kolben und einem Faltenbalg zeigt, welche in Fig. 2 gezeigt sind;

[0035] Fig. 6 ist eine Querschnittsansicht der in Fig. 3 gezeigten Kolbenanordnung, wenn die Kolbenanordnung auseinandergelagert ist;

[0036] Fig. 7 ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie 7-7 in Fig. 6;

[0037] Fig. 8 ist eine Querschnittsansicht, welche eine Beziehung zwischen Ventilmittel und einem Fluiddurchgang zeigt;

[0038] Fig. 9 ist eine Ansicht, welche zeigt, dass die Kolbenanordnung nach unten gleitet, um eine Dämpfungskraft bereitzustellen; und

[0039] Fig. 10 ist eine Ansicht, welche zeigt, dass die Kolbenanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung nach oben gleitet, um eine Dämpfungskraft bereitzustellen.

BESCHREIBUNG EINER AUSFÜHRUNGSFORM

[0040] Eine bestimmte bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend durch Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

Ausführungsform

[0041] Wie in Fig. 1 gezeigt, wird ein Dämpfer 10 mit variabler Dämpfungskraft in einem Aufhängungssystem eines Fahrzeugs 11 verwendet und stellt eine variable Dämpfungskraft bereit. Der Dämpfer 10 mit variabler Dämpfungskraft umfasst einen Zylinder (ein Zylinderrohr) 12, eine in dem Zylinder 12 gleitend verschiebbar aufgenommene Kolbenanordnung 14 und eine Kolbenstange 16, welche mit der Kolbenanordnung 14 verbunden ist und von einem oberen Endabschnitt 12a des Zylinders 12 nach außen vorsteht.

[0042] Die Kolbenanordnung 14 des Dämpfers 10 umfasst einen piezoelektrischen Körper 51, welcher durch einen Kabelbaum 21 mit einem Regelungs-/Steuerungsabschnitt 22 und einer Leistungsquelle (einer Batterie) 24 verbunden ist, welche mit einer elektrischen Komponente 25 verbunden ist.

[0043] Der Zylinder 12 ist mit einem hydraulischen Öl (einem Fluid) 13 gefüllt. Die Kolbenanordnung 14

ist in dem Zylinder 12 derart aufgenommen, dass sie längs des Zylinders 12, wie durch einen Pfeil angedeutet, gleitet. Der Zylinder 12 weist eine obere und eine untere Fluidkammer (erste und zweite Fluidkammer) 31, 32 auf, welche voneinander durch die in dem Zylinder 12 aufgenommene Kolbenanordnung 14 voneinander getrennt sind.

[0044] Wenn der Dämpfer 10 mit variabler Dämpfungskraft einem Druck ausgesetzt wird, gleitet die Kolbenanordnung 14 innerhalb des Kolbens 12 in die Richtungen des Pfeils, um dadurch das hydraulische Öl 13 zwischen der oberen Fluidkammer 31 und der unteren Fluidkammer 32 zu bewegen. Die Bewegung des hydraulischen Öls 13 zwischen der oberen Fluidkammer 31 und der unteren Fluidkammer 32 erzeugt eine Dämpfungskraft des Dämpfers 10.

[0045] Wie in den Fig. 2 und Fig. 3 gezeigt, umfasst die Kolbenanordnung 14 ein Kolbengehäuse (einen Kolben) 34, welches gleitend verschiebbar in dem Zylinder 12 aufgenommen ist, einen Kolbenzylinder 41, welcher in dem Kolbengehäuse 34 eingebaut ist, einen in dem Kolbenzylinder 41 angeordneten Kolben 45, den mit dem Kolben 45 verbundenen piezoelektrischen Körper 51 und einen rohrförmigen Faltenbalg 54, welcher den piezoelektrischen Körper 51 abdichtet.

[0046] Die Kolbenanordnung 14 umfasst ferner Ventilmittel 71, welche an einem unteren Abschnitt des Kolbens 45 angeordnet sind. Die Ventilmittel 71 umfassen einen zylindrischen Abschnitt 57, welcher an einem nach unten vorstehenden Abschnitt 47 angebracht ist, welcher an dem Kolben 45 gebildet ist.

[0047] Das Kolbengehäuse 34 ist ein zylindrisches Gehäuse, welches in dem Zylinder 12 in einer derartigen Weise aufgenommen ist, dass es in einer axialen (Oben-Unten-)Richtung des Zylinders 12 gleitet. Das Kolbengehäuse 34 umfasst einen oberen Abschnitt 34a, einen Wandabschnitt 34b und einen unteren Abschnitt 34c. Ein Kolbenring 38 ist an dem unteren Abschnitt 34c angeordnet. Das Kolbengehäuse 34 ist mit der Kolbenstange 16 durch eine Verbindung des oberen Abschnitts 34a mit einem unteren Abschnitt 16a der Kolbenstange 16 verbunden.

[0048] Der obere Abschnitt 34a des Kolbengehäuses 34 weist ein Verriegelungsloch 35 auf, welches im Zentrum desselben gebildet ist, und der piezoelektrische Körper 51 ist in dem Verriegelungsloch 35 verriegelt. Der Wandabschnitt 34b des Kolbengehäuses 34 weist ein hohles Inneres auf, welches den Kolbenzylinder 41 definiert. Der Kolbenzylinder 41 wird nachfolgend im Detail beschrieben werden.

[0049] Der untere Abschnitt 34c des Kolbengehäuses 34 umfasst einen unteren Wandabschnitt 34d, welcher an dem Wandabschnitt 34b angeordnet ist,

und einen Bodenabschnitt **34e**, welcher mit dem unteren Wandabschnitt **34d** durchgehend ist. Der untere Wandabschnitt **34d** ist außerhalb der Ventilmittel **71** angeordnet. Der untere Wandabschnitt **34d** ist zylindrisch und umfasst eine Umfangswand, welche eine Mehrzahl von durch sie hindurch gebildeten Kolbenöffnungen **82** aufweist. Durch die Kolbenöffnungen **82** des unteren Wandabschnitts **34d** steht ein Ventilaufnahmeraum **83**, welcher innerhalb des unteren Wandabschnitts **34d** gebildet ist, mit der oberen Fluidkammer **31** in Verbindung.

[0050] Der Bodenabschnitt **34e** trennt ein Inneres des Kolbengehäuses **34** (den Ventilaufnahmeraum **83**) und ein Äußeres des Kolbengehäuses **34** (die untere Fluidkammer **32**) voneinander. Der Bodenabschnitt **34e** weist eine Mehrzahl von Fluiddurchgängen **86** auf, welche unterhalb der Kolbenöffnungen **82** angeordnet sind. Die Fluiddurchgänge **86** sind entlang einem Außenumfang **34g** des Bodenabschnitts **34e** gebildet. Durch die Fluiddurchgänge **86** des Bodenabschnitts **34e** steht der Ventilaufnahmeraum **83** innerhalb des Kolbengehäuses **34** mit der unteren Fluidkammer **32** in Verbindung. Die Kolbenöffnungen **82** und die Fluiddurchgänge **86** werden nachfolgend im Detail beschrieben werden.

[0051] Der Kolbenring **38** ist an dem Außenumfang **34g** des Bodenabschnitts **34e** angeordnet. Der Kolbenring **38** ist ringförmig und weist eine Außenumfangsfläche **38a** auf, welche gleitend verschiebbar mit einer Innenumfangsfläche **12b** des Zylinders **12** in Kontakt steht. Daher wird die Kolbenanordnung **14** durch den Kolbenring **38** in einer derartigen Weise getragen, dass sie stabil in der axialen Richtung des Zylinders **12**, wie durch den Pfeil gezeigt, gleitet.

[0052] Durch den Gleitkontakt der Innenumfangsfläche **12b** des Zylinders **12** bilden die Außenumfangsfläche **38a** des Kolbenrings **38** und die Innenumfangsfläche **12b** eine Dichtung dazwischen, so dass der Kolbenring **38** die obere Fluidkammer **31** und die untere Fluidkammer **32** voneinander trennt.

[0053] Der hohle Kolbenzylinder **41** weist eine zylindrische Bohrung **42** mit einem vergrößerten Durchmesser auf. Die zylindrische Bohrung **42** mit vergrößertem Durchmesser weist einen großen Innendurchmesser auf, welcher eine große Querschnittfläche bereitstellt.

[0054] Der Kolben **45** ist axial gleitend verschiebbar innerhalb der Zylinderbohrung **42** angeordnet. Der Kolben **45** weist einen oberen Abschnitt **45a** auf, welcher mit einem unteren Endabschnitt **51a** des piezoelektrischen Körpers **51** verbunden ist. Der Kolben **45** ist gleitend verschiebbar innerhalb der Zylinderbohrung **42**, und der Faltenbalg **54** weist einen unteren Endabschnitt **54c** auf, welcher an einem Außenum-

fang des oberen Abschnitts **45a** des Kolbens **45** angeordnet ist.

[0055] Der piezoelektrische Körper **51** ist durch eine Mehrzahl von einzelnen piezoelektrischen Elementen **52** gebildet, welche vertikal miteinander laminiert sind. Der piezoelektrische Körper **51** weist einen oberen Abschnitt **51b** auf, welcher in dem unteren Abschnitt **16a** der Kolbenstange **16** in einer koaxialen Beziehung dazu aufgenommen und gegenüber dem Ventilaufnahmeraum **83** angeordnet ist. Der untere Endabschnitt **51a** des piezoelektrischen Körpers **51** ist mit dem oberen Abschnitt **45a** des Kolbens **45** verbunden, welcher in Kontakt damit steht.

[0056] Der piezoelektrische Körper **51** ist durch den Kabelbaum **21** mit dem Regelungs-/Steuerungsabschnitt **22** und der Leistungsquelle **24** verbunden (Fig. 1). Der in Fig. 1 gezeigte Regelungs-/Steuerungsabschnitt **22** weist eine Funktion auf zum Umschalten eines Zustands, in welchem eine Spannung der Leistungsquelle **24** an dem piezoelektrischen Körper **51** angelegt ist, in einen Zustand, in welchem die Spannung der Leistungsquelle **24** nicht an dem piezoelektrischen Körper **51** angelegt ist, und umgekehrt. Zudem weist der Regelungs-/Steuerungsabschnitt **22** eine Funktion auf zum Einstellen (Ändern) der Spannung der Leistungsquelle **24**, welche an dem piezoelektrischen Körper **51** angelegt ist.

[0057] Der in Fig. 2 gezeigte piezoelektrische Körper **51** weist eine Funktion auf, sich auszudehnen oder zu strecken, wenn die Spannung der Leistungsquelle **24** (Fig. 1) an den piezoelektrischen Körper **51** angelegt wird. Durch Strecken drückt der piezoelektrische Körper **51** den Kolben **45** nach unten.

[0058] Wie in den Fig. 4 und Fig. 5 gezeigt, ist der untere Endabschnitt **51a** des piezoelektrischen Körpers **51** mit dem Faltenbalg (den rohrförmigen treibenden Mitteln) **54** abgedeckt. Der Faltenbalg **54** ist aus einem Metall, wie etwa einem Stahlmaterial, hergestellt. Der Faltenbalg **54** weist eine zylindrische Form auf, umfassend einen treibenden Abschnitt **54a**, welcher eine faltenbalgförmige Umfangswand aufweist, einen ringförmigen oberen Anbringungsabschnitt **54b**, welcher durch ein oberes Ende des treibenden Abschnitts **54a** bereitgestellt ist, und einen ringförmigen unteren Anbringungsabschnitt **54c**, welcher durch den unteren Endabschnitt des Faltenbalgs **54** bereitgestellt ist. Der obere Anbringungsabschnitt **54b** ist mit der zylindrischen Bohrung **42** verbunden und der untere Anbringungsabschnitt **54c** ist mit dem Außenumfang des Kolbens **54** (dem oberen Abschnitt **45a**) verbunden. Der Faltenbalg **54** wirkt als ein Federelement aufgrund des faltenbalgförmigen treibenden Abschnitts **54a**.

[0059] Durch den oberen Anbringungsabschnitt **54b** des Faltenbalgs **54**, welcher mit der zylindrischen

Bohrung **42** verbunden ist, und den unteren Anbringungsabschnitt **54c**, welcher mit dem Außenumfang des oberen Abschnitts **45a** verbunden ist, wird eine Dichtung zwischen dem Kolben und der Zylinderbohrung **42** gebildet. D. h., dass ein Innenraum des Faltenbalgs **54** von einem Außenraum des Faltenbalgs **54** getrennt ist. Daher ist der untere Endabschnitt **51a** des piezoelektrischen Körpers **51**, welcher in dem Innenraum des Faltenbalgs **54** aufgenommen ist, von dem Außenraum des Faltenbalgs **54** getrennt.

[0060] Der obere Abschnitt **45a** des Kolbens **45** weist einen Außendurchmesser auf, welcher kleiner als ein Außendurchmesser einer unteren Hälfte des Kolbens **45** ist, d. h. einem Gleitabschnitt **45c** des Kolbens **45**. Der Kolben **45** ist gleitend verschiebbar in der Zylinderbohrung **42** des Kolbenzylinders **41** angeordnet. Genauer gesagt ist zwischen dem Kolben **45** und der Zylinderbohrung **42** eine Lücke **46** gebildet, um dem Kolben **45** zu gestatten, in der Zylinderbohrung **42** zu gleiten. Durch die Lücke **46** steht die Zylinderbohrung **42** mit dem Ventilaufnahmeraum **83** in Verbindung. Das hydraulische Öl **13** würde aus dem Ventilaufnahmeraum **83** durch die Lücke **46** in eine Richtung zu dem piezoelektrischen Körper **51** hin austreten, aber es wird durch den Faltenbalg **54** daran gehindert, auf den piezoelektrischen Körper **51** zu strömen.

[0061] Indem die Strömung des hydraulischen Öls **13** auf den piezoelektrischen Körper **51** verhindert wird, schützt der Faltenbalg **54** den piezoelektrischen Körper **51** vor dem hydraulischen Öl **13**. D. h., dass der Faltenbalg **54** als ein Dichtungselement, wie etwa ein O-Ring, wirkt.

[0062] Der treibende Abschnitt **54a** des Faltenbalgs **54** ist in einer Ausdehnungsstellung gehalten, wobei der obere Anbringungsabschnitt **54b** mit der Zylinderbohrung **42** verbunden ist und wobei der untere Anbringungsabschnitt **54c** mit dem Außenumfang des oberen Abschnitts **45a** des Kolbens **45** verbunden ist. Der treibende Abschnitt **54a** des Faltenbalgs **54** stellt eine Funktion eines Federelements aufgrund der Faltenbalgform bereit.

[0063] Der Kolben **45** ist gleitend verschiebbar in der Zylinderbohrung **42** des Kolbenzylinders **41** angeordnet, so dass der Kolben **45** durch eine treibende Kraft des treibenden Abschnitts **54a** des Faltenbalgs **54** nach oben gezogen werden kann.

[0064] Der untere Endabschnitt **51a** des piezoelektrischen Körpers **51** ist mit dem oberen Abschnitt **45a** des Kolbens **45** verbunden. Der treibende Abschnitt **54a** des Faltenbalgs **54** treibt den Kolben **45**, um den Kolben **45** nach oben zu ziehen, wodurch der piezoelektrische Körper **51** in eine Richtung getrieben wird, um den piezoelektrischen Körper **51** zusammenzuziehen (zu komprimieren). Dies gestattet es der trei-

benden Kraft des Faltenbalgs **54**, den piezoelektrischen Körper **51** zurück in eine ursprüngliche, nicht verformte (oder nicht gestreckte) Position zurückzustellen, wenn die angelegte Spannung an dem piezoelektrischen Körper **51** getrennt wird. D. h., dass der Faltenbalg **54** eine (Rückstell-)Funktion eines Federelements aufweist, welches eine treibende Kraft aufweist.

[0065] Indem es sowohl die Funktion, das hydraulische Öl daran zu hindern, auf den piezoelektrischen Körper auszutreten, als auch die Funktion aufweist, den piezoelektrischen Körper in die ursprüngliche Position zurückzustellen, dient der Faltenbalg **54** sowohl als ein Dichtungselement als auch als Federelement. D. h., dass Funktionen zweier Elemente, d. h. eines O-Rings und einer Rückstellfeder, welche beide im Stand der Technik notwendig sind, durch ein einzelnes Element, d. h. den Faltenbalg **54**, bereitgestellt werden können. Dies ermöglicht es, die Anzahl der Teile des Dämpfers zu reduzieren.

[0066] Die rohrförmigen treibenden Mittel stellen ein einfaches Element dar, da der Metallfaltenbalg **54** als die rohrförmigen treibenden Mittel verwendet wird. D. h. dass die Austrittsverhinderungsfunktion und die Rückstellfunktion durch eine einfache Struktur bereitgestellt werden können.

[0067] Der Außenumfang des oberen Abschnitts **45a** ist radial nach innen von der Zylinderbohrung **42** beabstandet und der untere Anbringungsabschnitt **54c** des Faltenbalgs **54** ist um den Außenumfang des oberen Abschnitts **45a** angepasst und an diesen geschweißt. Daher ist der untere Anbringungsabschnitt **54c** des Faltenbalgs **54** radial nach innen von der Zylinderbohrung **42** beabstandet.

[0068] Der treibende Abschnitt **54a** weist einen Außendurchmesser auf, welcher derart eingestellt ist, dass der treibende Abschnitt **54a** radial nach innen von der Zylinderbohrung **42** beabstandet ist. Genauer gesagt, verbleibt der treibende Abschnitt **54a** radial nach innen von dem Zylinder **42** während einer Streckung oder Kontraktion (Kompression) des treibenden Abschnitts **54a** beabstandet.

[0069] Da der untere Anbringungsabschnitt **54c** und der treibende Abschnitt **54a** radial nach innen von der Zylinderbohrung **42** beabstandet sind, ist der Faltenbalg **54** radial nach innen von der Zylinderbohrung **42** beabstandet, um zu verhindern, dass der Faltenbalg **45** mit der Zylinderbohrung **42** in Kontakt tritt, d. h. mit dem Kolbengehäuse **34** während eines Gleitens des Kolbens **45** in der Zylinderbohrung **42**. Es ist daher unwahrscheinlich, dass die Austrittsverhinderungsfunktion und die Rückstellfunktion des Faltenbalgs **54** beeinträchtigt werden. Da der Kolben **45** sanft gleiten kann, ohne die Austrittsverhinderungsfunktion und die Rückstellfunktion des Faltenbalgs **54**

zu beeinträchtigen, kann die Qualität des Dämpfers **10** mit variabler Dämpfungskraft erfolgreich gesichert werden.

[0070] Der Kolben **45** ist gleitend verschiebbar in der Zylinderbohrung **42** des Kolbenzylinders **41** angeordnet. Genauer gesagt ist die Lücke **46** zwischen dem Kolben **45** und der Zylinderbohrung **42** gebildet, um dem Kolben **45** zu gestatten, in der Zylinderbohrung **42** zu gleiten. Der Ventilaufnahmeraum **83** steht mit der Zylinderbohrung **42** durch die Lücke **46** in Verbindung. Durch Abdecken des unteren Endabschnitts **51a** des piezoelektrischen Körpers **51** trennt der Faltenbalg **53** den piezoelektrischen Körper **51** von dem Ventilaufnahmeraum **83**.

[0071] Der Kolben **45** ist mit dem unteren Endabschnitt **51a** des piezoelektrischen Körpers **51** verbunden. An dem unteren Abschnitt des Kolbens **45** sind die Ventilmittel **45** angeordnet. Daher werden, wenn sich der piezoelektrische Körper **51** streckt, die Ventilmittel **71** nach unten gedrückt.

[0072] Der piezoelektrische Körper **51** ist nämlich über den Kolben **45** und den Ventilaufnahmeraum **83** mit den Ventilmitteln **71** verbunden. Da der Kolben **45** und der Ventilaufnahmeraum **83** zwischen dem piezoelektrischen Körper **51** und den Ventilmitteln **71** bereitgestellt sind, können sich die Ventilmittel **71** um einen ausreichenden Betrag bewegen.

[0073] Als nächstes werden die Ventilmittel **71** durch Bezugnahme auf die **Fig. 2** und **Fig. 3** diskutiert. Die Ventilmittel **71** umfassen einen zylindrischen Abschnitt **57** und einen Schürzenabschnitt **72**, welcher sich nach unten von einem unteren Ende des zylindrischen Abschnitts **57** aufweitet. Der untere Wandabschnitt **34d** weist die Mehrzahl der durch ihn hindurch gebildeten Kolbenöffnungen **82** auf. Genauer gesagt, sind die Kolbenöffnungen **82** entlang dem Bodenabschnitt **34e** (einer Fläche **34f** des Bodenabschnitts **34e**) angeordnet und in Umfangsrichtung des unteren Wandabschnitts **34d** in vorgegebenen Abständen (z. B. 120° (**Fig. 7**)) voneinander beabstandet.

[0074] Die Kolbenöffnungen **82** weisen allgemeine rechtwinklige Formen auf. Durch die Mehrzahl der Kolbenöffnungen **82**, welche durch den unteren Wandabschnitt **34d** gebildet sind, steht eine Innenseite des unteren Wandabschnitts **34d** mit einer Außenseite des unteren Wandabschnitts **34d** in Verbindung. Genauer gesagt steht der Ventilaufnahmeraum **83** innerhalb des unteren Wandabschnitts **34d** über die Kolbenöffnungen **82** mit der oberen Fluidkammer **31** (**Fig. 2**) außerhalb des unteren Wandabschnitts **34d** in Verbindung.

[0075] Wie in den **Fig. 3** und **Fig. 7** gezeigt, definiert der Bodenabschnitt **34e** einen unteren Endabschnitt des unteren Wandabschnitts **34d** und die Mehrzahl

von Fluiddurchgängen **86** ist entlang dem Außenumfang **34g** des Bodenabschnitts **34e** in vorgegebenen Abständen gebildet. Beispielsweise kann die Mehrzahl von Fluiddurchgängen **86** um 120° voneinander beabstandet sein. Der Fluiddurchgang **86** umfasst einen oberen Fluiddurchgangsabschnitt **87** (welcher von den Ventilmitteln **71** zu drücken ist) und einen unteren Fluiddurchgangsabschnitt **88** (welcher verschieden von dem oberen Fluiddurchgangsabschnitt **87** ist). Der obere Fluiddurchgangsabschnitt **87** befindet sich an einer Seite des Ventilaufnahmeraums **83**. Der untere Fluiddurchgangsabschnitt **88** steht mit einem unteren Ende des oberen Fluiddurchgangsabschnitts **87** in Verbindung.

[0076] Der obere Fluiddurchgangsabschnitt **87**, welcher sich an der Seite des Ventilaufnahmeraums **83** innerhalb des unteren Wandabschnitts **34d** befindet, erstreckt sich in Form einer Kurve im Uhrzeigersinn von einem Ende **87a** zu einem gegenüberliegenden Ende **87b** entlang dem Außenumfang **34g** des Bodenabschnitts **34e**. Mit anderen Worten nimmt der obere Fluiddurchgangsabschnitt **87**, indem er sich entlang dem Außenumfang **34g** des Bodenabschnitts **34e** erstreckt, eine längliche (Schlitz-)Form an, welche einen gekrümmten Querschnitt in einer Richtung orthogonal zu einer Achse **15** des Zylinders **12** aufweist.

[0077] D. h., dass der obere Fluiddurchgangsabschnitt **87** ein Durchgang in Form eines gekrümmten Langlochs (einer schlitzförmigen Öffnung) ist. Durch die Fluiddurchgänge **86**, welche durch den Bodenabschnitt **34e** gebildet sind, steht der Ventilaufnahmeraum **83** innerhalb des unteren Wandabschnitts **34d** mit der unteren Fluidkammer **32** außerhalb des unteren Wandabschnitts **34d** in Verbindung.

[0078] Der untere Fluiddurchgangsabschnitt **88** erstreckt sich entlang der Achse **15** (nach unten) von einem unteren Ende des oberen Fluiddurchgangsabschnitts **87**. Der untere Fluiddurchgangsabschnitt **88** weist eine Breite W_2 auf, welche größer als eine Breite W_1 des oberen Fluiddurchgangsabschnitts **87** ist, so dass der untere Fluiddurchgangsabschnitt **88** eine Querschnittfläche (Öffnungsfläche) aufweist, welche größer als eine Querschnittfläche (Öffnungsfläche) des oberen Fluiddurchgangsabschnitts **87** ist. Als Ergebnis davon ist es möglich, zu verhindern, dass der Fluiddurchgang **86** einen sehr hohen Widerstand bereitstellt, wenn das hydraulische Öl **13** durch den Fluiddurchgang **86** strömt, und daher kann das hydraulische Öl **13** sanft durch den Fluiddurchgang **86** gespeist werden.

[0079] Zudem kann durch den unteren Fluiddurchgangsabschnitt **88**, welcher die große Querschnittfläche aufweist, um den angemessenen Widerstand des Fluiddurchgangs **86** bereitzustellen, die Querschnittfläche des oberen Fluiddurchgangsabschnitts

87 derart klein sein, dass die Ventilmittel **71** zum Öffnen und Schließen des oberen Fluiddurchgangsabschnitts **87** kompakt sind. Ein Grund, wieso die Querschnittfläche des oberen Fluiddurchgangsabschnitts **87** klein ist, wird nachfolgend im Detail beschrieben.

[0080] Wie in den **Fig. 3**, **Fig. 6** und **Fig. 7** gezeigt, steht der Ventilaufnahmeraum **83** innerhalb des unteren Wandabschnitts **34d** über die durch den unteren Wandabschnitt **34d** gebildeten Kolbenöffnungen **82** in Verbindung mit der oberen Fluidkammer **31**. Über die durch den Bodenabschnitt **34e** gebildeten Fluiddurchgänge **86** steht der Ventilaufnahmeraum **83** innerhalb des unteren Wandabschnitts **34d** mit der unteren Fluidkammer **32** in Verbindung.

[0081] D. h., dass die obere Fluidkammer **31** mit der unteren Fluidkammer **32** über die Kolbenöffnungen **82**, den Ventilaufnahmeraum **83** und die Fluiddurchgänge **86** in Verbindung steht. Mit anderen Worten wirken die Fluiddurchgänge **86** zusammen mit dem Ventilaufnahmeraum **83** und den Kolbenöffnungen **82**, um eine Verbindung der oberen Fluidkammer **31** mit der unteren Fluidkammer **32** herzustellen.

[0082] Wie in den **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigt, sind die Ventilmittel **71** oberhalb der Fluiddurchgänge **86** angeordnet. Der Schürzenabschnitt **72** ist integral mit dem zylindrischen Abschnitt **57** gebildet. Der Schürzenabschnitt **72** weist die Form eines allgemeinen Kegelstumpfes auf und weist einen darin gebildeten Ventilinnenraum **76** auf. Der Schürzenabschnitt **72** ist innerhalb des unteren Wandabschnitts **34d** in beabstandeter Beziehung dazu angeordnet, mit Ausnahme, dass der Schürzenabschnitt **72** einen Teil aufweist, welcher einen Gleitkontaktabschnitt **73** definiert, welcher in Gleitkontakt mit dem unteren Wandabschnitt **34d** steht. Es ist daher unwahrscheinlich, dass sich die Ventilmittel **71** (der Schürzenabschnitt **72**) beim Umfallen verformen. Als Ergebnis davon ist es möglich, ein teilweises Abnutzen der Ventilmittel **71** zu verhindern. Der Schürzenabschnitt **72** mit der allgemeinen Kegelstumpfform weist eine Mehrzahl von Ventilöffnungen **77** auf, welche durch eine Umfangswand desselben gebildet sind. Die Umfangswand des Schürzenabschnitts **72** weist ein unteres Ende auf, welches ein unteres Schließende **78** definiert.

[0083] Das hydraulische Öl **13**, welches durch die Fluiddurchgänge **86** in den Ventilinnenraum **76** innerhalb des Schürzenabschnitts **72** geliefert wird, wird durch die Ventilöffnungen **77** in den Ventilaufnahmeraum **83**, welcher außerhalb des Schürzenabschnitts **72** gebildet ist, geleitet. Die Ventilöffnungen **77** sind in Umfangsrichtung der Umfangswand des Schürzenabschnitts **72** in vorgegebenen Abständen (z. B. Abständen von 120°) wie die Kolbenöffnungen **82** beabstandet. Daher überlappt sich jede von der Mehrzahl

von Ventilöffnungen **77** mit den jeweiligen Kolbenöffnungen **82**.

[0084] Die Kolbenöffnung **82** weist eine größere Größe auf als die Ventilöffnung **77**, so dass die gesamte Fläche der Ventilöffnung **77** an der entsprechenden Kolbenöffnung **82** ausgerichtet ist.

[0085] Als Ergebnis davon kann das hydraulische Öl **13** innerhalb des Ventilinnenraums **76** sanft durch die Ventilöffnungen **77**, den Ventilaufnahmeraum **83** und die Kolbenöffnungen **82** in die außerhalb des unteren Wandabschnitts **34d** gebildete obere Fluidkammer **31** geleitet werden. Indem das hydraulische Öl **13** sanft innerhalb des Ventilinnenraums **76** zu der oberen Fluidkammer **31** geleitet wird, kann das hydraulische Öl **13** in der unteren Fluidkammer **32** sanft durch die Fluiddurchgänge **86** zu dem Schürzenabschnitt **72** hin geleitet werden.

[0086] Das untere Schließende **78** wird gegen die Fluiddurchgänge **86** gedrückt, um dadurch die Fluiddurchgänge **86** zu schließen. Genauer gesagt tritt das untere Schließende **78** in Anlage mit den Fluiddurchgängen **86** (den oberen Fluiddurchgangsabschnitten **87**), wenn der piezoelektrische Körper **51** (**Fig. 2**) sich in der Ausdehnungsstellung befindet, wobei die Spannung an dem piezoelektrischen Körper **51** anliegt. Das untere Schließende **78** schließt den oberen Fluiddurchgangsabschnitt **87** ab, wenn das untere Schließende **78** gegen die oberen Fluiddurchgangsabschnitte **87** gedrückt wird (mit diesen in Anlage tritt).

[0087] Wie vorangehend diskutiert, ist der Kolbenring **38** an dem Außenumfang **34g** des Bodenabschnitts **34e** angeordnet, wodurch die Dicke des Bodenabschnitts **34e** zunimmt. Aus diesem Grund würde der Fluiddurchgang **86** einer Strömung des hydraulischen Öls **13** durch den Fluiddurchgang **86** einen hohen Widerstand entgegensetzen, wenn das der Fall wäre.

[0088] Um den Widerstand des Fluiddurchgangs **86** gering zu halten, kann der Fluiddurchgang **86** derart eingerichtet sein, dass er eine große Querschnittfläche (Öffnungsfläche) entlang dessen gesamten Länge aufweist. Jedoch muss, wenn die Querschnittfläche des Fluiddurchgangs **86** entlang dessen gesamter Länge groß ist, das untere Schließende **78** (d. h. die Ventilmittel **71**) eine große Größe aufweisen, um den Fluiddurchgang **86** zu schließen. Zudem muss eine Last, welche der piezoelektrische Körper **51** ausüben muss, groß sein, und daher ist die Größe des piezoelektrischen Körpers **51** groß. Als Ergebnis davon wäre es schwierig, die Größe der Ventilmittel **71** und des piezoelektrischen Aufnahmeraums (d. h. des Verriegelungslochs **35** (**Fig. 2**) des oberen Abschnitts **34a**), d. h. des Dämpfers **10** mit variabler Dämpfungskraft zu verringern.

[0089] Angesichts dessen ist daher der Fluiddurchgang **86** derart eingerichtet, dass er eine große Querschnittfläche (Öffnungsfläche) lediglich entlang der Länge des unteren Fluiddurchgangsabschnitts **88** aufweist, und der obere Fluiddurchgangsabschnitt **87** weist eine kleine Querschnittfläche (Öffnungsfläche) auf. In diesem Beispiel stellt der Fluiddurchgang **86** einen kleinen Widerstand bereit und das untere Schließende **78**, welches dazu vorgesehen ist, den Fluiddurchgang **86** (d. h. den oberen Fluiddurchgangsabschnitt **87**) zu drücken, weist eine kleine Größe auf. Als Ergebnis davon weisen die Ventilmittel **71** und der piezoelektrische Speicherraum (das Verriegelungsloch **35** (Fig. 2)), d. h. der Dämpfer **10** mit variabler Dämpfungskraft eine kleine Größe auf, was wiederum die Anordnungsfreiheit (Gestaltungsfreiheit) des Dämpfers **10** mit variabler Dämpfungskraft erhöht.

[0090] Wie vorangehend diskutiert, ist die gesamte Fläche der Ventilöffnung **77** an der entsprechenden Kolbenöffnung **82** ausgerichtet. Wenn die Fluiddurchgänge **86** während eines Gleitens der Kolbenanordnung **14** geöffnet werden, kann das hydraulische Öl **13** sanft durch die offenen Fluiddurchgänge **86** zu dem Schürzenabschnitts **72** hin geleitet werden. Dies führt dazu, dass der Dämpfer **10** mit variabler Dämpfungskraft eine angemessene Dämpfungskraft bereitstellt.

[0091] Der in Fig. 1 gezeigte Regelungs-/Steuerungsabschnitt **22** stellt die Spannung der Leistungsquelle **24**, welche an den piezoelektrischen Körper **51** angelegt wird, ein, um einen Druck zum Bewegen des Schürzenabschnitts **72** in eine offene Position zu ändern. Selbst wenn der Schürzenabschnitt **72** sich um eine kleinere Entfernung in die offene Position unter dem geänderten Druck bewegt, wird die Querschnittfläche, welche größer als im Stand der Technik ist, eingestellt, um eine sanfte Strömung des hydraulischen Öls **13** zu gestatten. Als Ergebnis davon kann der Dämpfer **10** mit variabler Dämpfungskraft die Dämpfungskraft in einem weiten Bereich variieren.

[0092] Der Dämpfer **10** mit variabler Dämpfungskraft ist derart eingerichtet, dass die Fluiddurchgänge **86**, welche von dem unteren Schließende **78** geschlossen sind, welches von dem piezoelektrischen Körper **51** in der Ausdehnungsstellung gedrückt wird, entgegen einer Federkomponente des piezoelektrischen Körpers **51** und der Drückkraft, welche von dem piezoelektrischen Körper **51** auf die Ventilmittel **71** ausgeübt wird, geöffnet werden können. Zudem ist der Dämpfer **10** mit variabler Dämpfungskraft eingerichtet, um die an dem piezoelektrischen Körper **51** angelegte Spannung zu regeln/steuern, um die Drückkraft, welche auf die Ventilmittel **71** drückt, zu ändern.

[0093] Die Änderung der Drückkraft, welche auf die Ventilmittel **71** drückt, ändert den Druck, um die Ventilmittel **71** in Übereinstimmung mit der geänderten Drückkraft während eines Gleitens der Kolbenanordnung **14** zu öffnen. Die Änderung des Drucks, um die Ventilmittel **71** während des Gleitens der Kolbenanordnung **14** zu öffnen (oder in der nachfolgenden „Strömungsdurchgangsquerschnittfläche“ des Fluiddurchgangs **86** zu ändern), kann die Dämpfungskraft ändern, welche von dem Dämpfer **10** mit variabler Dämpfungskraft bereitgestellt wird. D. h., dass die Dämpfungskraft durch Ändern der Drückkraft, welche von dem piezoelektrischen Körper **51** auf die Ventilmittel **71** ausgeübt wird, geändert werden kann.

[0094] Ein allgemein bekannter Dämpfer mit variabler Dämpfungskraft ist dazu eingerichtet, wahlweise einen piezoelektrischen Körper mit einer an dem piezoelektrischen Körper angelegten Spannung zusammenzuziehen und auszudehnen, um eine Öffnungsfläche eines Fluiddurchgangs einzustellen, um eine Dämpfungskraft zu ändern. Bei einem derartigen Dämpfer ist für die Kontraktion und Ausdehnung des piezoelektrischen Körpers zum Einstellen der Öffnungsfläche des Fluiddurchgangs jedoch eine komplizierte Regelung/Steuerung der an dem piezoelektrischen Körper angelegten Spannung erforderlich.

[0095] Im Gegensatz zu dem allgemein bekannten Dämpfer ändert der Dämpfer **10** mit variabler Dämpfungskraft in der Ausführungsform die Dämpfungskraft durch Ändern der Drückkraft, welche von dem piezoelektrischen Körper **51** auf die Ventilmittel **71** ausgeübt wird. Daher muss im Gegensatz zu einem Dämpfer gemäß dem Stand der Technik ein Betrag, um welchen der piezoelektrische Körper **51** die Ventilmittel **71** bewegt, nicht genauer als notwendig eingestellt werden. Da kein Bedarf für eine derart genaue Einstellung des Bewegungsbetrags der Ventilmittel **71** besteht, ist es nicht erforderlich, dass die an dem piezoelektrischen Körper **51** angelegte Spannung beim Bewegen der Ventilmittel **71** in einer komplizierten Art und Weise geregelt/gesteuert wird.

[0096] Daher ist die an dem piezoelektrischen Körper **51** angelegte Spannung leicht zu regeln/steuern und die Dämpfungskraft des Dämpfers **10** mit variabler Dämpfungskraft kann durch eine einfache Regelung/Steuerung geändert werden. In dieser Hinsicht kann eine Karte einer Beziehung zwischen der an dem piezoelektrischen Körper **51** angelegten Spannung und der Dämpfungskraft, welche entsprechend der Spannung bereitgestellt wird, erstellt werden, um die Einstellung der Dämpfungskraft zu vereinfachen.

[0097] Wie in Fig. 8(a) und Fig. 8(b) gezeigt, wird, wenn das untere Schließende **78** von dem Fluiddurchgang **86** (dem oberen Fluiddurchgangsabschnitt **87**) beabstandet ist, die „Strömungsdurch-

gangsquerschnittfläche" S_3 des Fluiddurchgangs **86** durch einen Abstand H zwischen der Fläche **34f** des Bodenabschnitts **34e** und dem unteren Schließende **78** und einer Gesamtlänge L_3 eines Umfangs des oberen Fluiddurchgangsabschnitts **87** bestimmt. Genauer gesagt, ist die Strömungsdurchgangsquerschnittfläche S_3 durch $S_3 = H \times L_3$ gegeben.

[0098] Wenn die Strömungsdurchgangsquerschnittfläche S_3 ($H \times L_3$) eine Querschnittfläche S_4 des oberen Fluiddurchgangsabschnitts **87** überschreitet, ist die Querschnittfläche S_4 des oberen Fluiddurchgangsabschnitts **87** die Strömungsdurchgangsquerschnittfläche. D. h., dass die Strömungsdurchgangsquerschnittfläche S_3 ($H \times L_3$) in einem weiten Bereich von 0 bis S_4 variieren kann.

[0099] Der Abstand H zwischen dem oberen Fluiddurchgangsabschnitt **87** und dem unteren Schließende **78** des Schürzenabschnitts **72** der Ventilmittel **71** kann nicht so groß eingestellt werden. Das liegt daran, dass der piezoelektrische Körper **51** sich um einen kleinen Betrag, um welchen sich die Ventilmittel **71** bewegen, ausdehnt (und zusammenzieht).

[0100] Berücksichtigt man, dass der Abstand nicht so groß ist, ist der Fluiddurchgang **86** (der obere Fluiddurchgangsabschnitt **87**) in der Form eines gekrümmten Langlochs, welches sich entlang dem Außenumfang **34g** des Bodenabschnitts **34e** erstreckt. Dieser obere Fluiddurchgangsabschnitt **87** weist die Gesamtumfangslänge L_3 auf, welche größer ist als z. B. die Summe der Gesamtlängen der Umfänge der Mehrzahl von Kreisen. Da die Gesamtumfangslänge L_3 des oberen Fluiddurchgangsabschnitts **87** groß ist, kann der Bereich, in welchem die Strömungsdurchgangsquerschnittfläche S_3 des Fluiddurchgangs **86** variieren kann, breit sein.

[0101] Wie in **Fig. 3** gezeigt, wird zudem, wenn sich der Schürzenabschnitt **72** der Ventilmittel **71** von den Fluiddurchgängen **86** (den oberen Fluiddurchgangsabschnitten **87**) weg bewegt, um die Fluiddurchgänge **86** während eines Gleitens der Kolbenanordnung **14** zu öffnen, das hydraulische Öl **13**, welches aus der unteren Fluidkammer **32** in die Fluiddurchgänge **86** geströmt ist, in sowohl den Ventilaufnahmeraum **83** außerhalb des Schürzenabschnitts **72** als auch in den Ventillinraum **76** innerhalb des Schürzenabschnitts **72** geleitet.

[0102] Das hydraulische Öl **13**, welches in den Ventilaufnahmeraum **83** geleitet wird, wird dann durch die Kolbenöffnungen **82** des unteren Wandabschnitts **34d** in die obere Fluidkammer **31** geleitet.

[0103] Unterdessen wird das in den Ventillinraum **76** geleitete hydraulische Öl **13** anschließend durch die Ventilöffnungen **77** in den Ventilaufnahmeraum **83** geleitet und nachfolgend durch die Kolbenöffnun-

gen **82** in die obere Fluidkammer **31**. Dementsprechend wird sichergestellt, dass das hydraulische Öl **13** sanft durch die Fluiddurchgänge **86**, welche während des Gleitens der Kolbenanordnung **14** geöffnet sind, strömt.

[0104] Wie vorangehend diskutiert, ist der Bereich, in welchem die Fluiddurchgangsquerschnittfläche S_3 variieren kann, weit, da der Fluiddurchgang **86** die Form eines gekrümmten Langlochs aufweist, und die sanfte Strömung des hydraulischen Öls **13** durch die Fluiddurchgänge **86** wird aufgrund der Mehrzahl der durch die Umfangswand des Schürzenabschnitts **72** gebildeten Ventilöffnungen **77** hergestellt. D. h., dass das hydraulische Öl **13** sanft entsprechend dem Bereich der variablen Strömungsdurchgangsquerschnittfläche S_3 strömen kann. Der Dämpfer **10** mit variabler Dämpfungskraft kann daher eine Dämpfungskraft in einem weiten Bereich variieren.

[0105] Mit anderen Worten kann, da der Bereich, in welchem die Strömungsdurchgangsquerschnittfläche S_3 variieren kann, weit ist, da der Fluiddurchgang **86** die Form eines gekrümmten Langlochs aufweist, die Strömungsdurchgangsquerschnittfläche S_3 des Fluiddurchgangs **86** trotz eines kleinen Verformungsbetrags des piezoelektrischen Körpers **51** groß sein. Als Ergebnis davon kann der Dämpfer **10** mit variabler Dämpfungskraft eine minimale Dämpfungskraft bereitstellen, welche kleiner als die im Stand der Technik ist. D. h., dass die Dämpfungskraft des Dämpfers **10** mit variabler Dämpfungskraft in einem weiten Bereich variieren kann.

[0106] Darüber hinaus kann, wie vorangehend diskutiert, die Dämpfungskraft durch Ändern der Drückkraft eingestellt werden, welche von dem piezoelektrischen Körper **51** auf die Ventilmittel **71** ausgeübt wird. D. h., dass die Dämpfungskraft des Dämpfers **10** mit variabler Dämpfungskraft mit einer leichten Regelung/Steuerung geändert werden kann. Daher kann der weite Bereich, in welchem die Dämpfungskraft des Dämpfers **10** mit variabler Dämpfungskraft variiert, mit der einfachen Regelung/Steuerung eingestellt werden.

[0107] Als nächstes wird durch Bezugnahme auf die **Fig. 9** und **Fig. 10** der Fall diskutiert, in welchem die Kolbenanordnung **14** gleitet, um eine Dämpfungskraft während einer Ausdehnung und Kontraktion des Dämpfers **10** mit variabler Dämpfungskraft bereitzustellen. Zuerst wird nachfolgend durch Bezugnahme auf die **Fig. 9** der Fall diskutiert, in welchem die Kolbenanordnung **14** nach unten gleitet, um eine Dämpfungskraft während einer Kontraktion (Kompression) des Dämpfers **10** mit variabler Dämpfungskraft bereitzustellen.

[0108] Wie in **Fig. 9(a)** gezeigt, dehnt sich der piezoelektrische Körper **51** (**Fig. 2**) bei angelegter Span-

nung aus, um das untere Schließende **78** des Schürzenabschnitts **72** der Ventilmittel **71** zu zwingen, den oberen Fluiddurchgangsabschnitt **87** geschlossen zu halten. Wenn sich der Dämpfer **10** mit variabler Dämpfungskraft zusammenzieht, wobei das untere Schließende **78** den oberen Fluiddurchgangsabschnitt **87** geschlossen hält, gleitet die Kolbenanordnung **14** (bewegt sich) nach unten, wie durch einen Pfeil A gezeigt. Durch das Gleiten nach unten der Kolbenanordnung **14** wird ein differentieller Druck $Po1$ zwischen der oberen und der unteren Kammer **31**, **32** in der unteren Fluidkammer **32** erzeugt.

[0109] Der erzeugte differentielle Druck $Po1$ übt Druckkräfte $Fo1$ auf das untere Schließende **78** (erster druckbeaufschlagter Abschnitt) des Schürzenabschnitts **72** aus. Wenn die auf das untere Schließende **78** ausgeübten Druckkräfte $Fo1$ eine Gegengewichtslast Fb überschreiten, bewegt sich das untere Schließende **78** des Schürzenabschnitts **72** weg von dem oberen Fluiddurchgangsabschnitt **87**. Die Gegengewichtslast Fb ist eine Kraft, welche den Schürzenabschnitt **72** zu dem oberen Fluiddurchgangsabschnitt **87** hin drückt.

[0110] Wie in Fig. 9(b) gezeigt, wird das untere Schließende **78**, wie durch einen Pfeil B gezeigt, von den Fluiddurchgängen **86** (den oberen Fluiddurchgangsabschnitten **87**) nach oben gedrückt, um die Fluiddurchgänge **86** zu öffnen. Der Fluiddurchgang **86** (der obere Fluiddurchgangsabschnitt **87**) weist die Form des gekrümmten Langlochs (der schlitzförmigen Öffnung) auf, welches sich entlang dem Außenumfang **34g** des Bodenabschnitts **34e** erstreckt. Die Gesamtumfangslänge $L3$ (Fig. 8(b)) des oberen Fluiddurchgangsabschnitts **87** ist daher groß, und der Bereich, in welchem die Strömungsdurchgangsquerschnittfläche $S3$ des Fluiddurchgangs **86** variabel ist, ist ebenfalls groß.

[0111] Da die Fluiddurchgänge **86** offen sind, wird das hydraulische Öl **13** in der unteren Fluidkammer **32** durch die Fluiddurchgänge **86** in sowohl den Ventilaufnahmeraum **83** außerhalb des Schürzenabschnitts **72**, wie durch einen Pfeil C gezeigt, als auch in den Ventilinnenraum **76** innerhalb des Schürzenabschnitts **72**, wie durch einen Pfeil D gezeigt, geleitet. Das in den Ventilaufnahmeraum **83** geleitete hydraulische Öl **13** wird durch die Kolbenöffnungen **82** zur Außenseite des unteren Wandabschnitts **34d** (d. h. der oberen Fluidkammer **31**), wie durch einen Pfeil E gezeigt, geleitet.

[0112] Unterdessen wird das in den Ventilinnenraum **76** geleitete hydraulische Öl **13** durch die Ventilöffnungen **77** in den Ventilaufnahmeraum **83**, wie durch einen Pfeil F gezeigt, geleitet. Das in den Ventilaufnahmeraum **83** geleitete hydraulische Öl **13** wird durch die Kolbenöffnungen **82** zur Außenseite des

unteren Wandabschnitts **34d** (d. h. der oberen Fluidkammer **31**), wie durch einen Pfeil G gezeigt, geleitet.

[0113] Da die Ventilöffnung **77** vollständig an der entsprechenden Kolbenöffnung **82** ausgerichtet ist, wird das hydraulische Öl **13** in dem Ventilinnenraum **76** sanft durch die Ventilöffnungen **77**, den Ventilaufnahmeraum **83** und die Kolbenöffnungen **82** in die obere Fluidkammer **31** geleitet.

[0114] Dementsprechend wird das hydraulische Öl **13** in der unteren Fluidkammer **32** sanft durch die Fluiddurchgänge **86** in die obere Kammer **31** geleitet, wenn die Kolbenanordnung **14** während der Kontraktion des Dämpfers **10** mit variabler Dämpfungskraft nach unten gleitet (sich bewegt). Diese sanfte Strömung des hydraulischen Öls **13** durch die Fluiddurchgänge **86** stellt die Dämpfungskraft bereit, welche durch die Druckkräfte $Po1$ (Fig. 9(a)) bestimmt wird.

[0115] Als nächstes wird nachfolgend durch Bezugnahme auf Fig. 10 der Fall diskutiert, in welchem die Kolbenanordnung **14** nach oben gleitet, um eine Dämpfungskraft während einer Ausdehnung des Dämpfers **10** mit variabler Dämpfungskraft bereitzustellen. Wie in Fig. 10(a) gezeigt, gleitet die Kolbenanordnung **14**, wie durch einen Pfeil H gezeigt, nach oben (bewegt sich nach oben), wenn sich der Dämpfer **10** mit variabler Dämpfungskraft ausdehnt, wobei das untere Schließende **78** des Schürzenabschnitts **72** den Fluiddurchgang **86** schließt. Das Gleiten nach oben der Kolbenanordnung **14** erhöht einen Druck $Po2$ des hydraulischen Öls in der oberen Kammer **31**.

[0116] Der erhöhte Druck $Po2$ des hydraulischen Öls übt eine Druckkraft $Fo2$ auf eine innere Oberseite **79** (einen zweiten druckbeaufschlagten Abschnitt) des Schürzenabschnitts **72** aus. Wenn die Druckkraft $Fo2$, welche auf die innere Oberseite **79** des Schürzenabschnitts **72** ausgeübt wird, die Gegengewichtslast $Fb2$ überschreitet, bewegt sich das untere Schließende **78** des Schürzenabschnitts **72** weg von den oberen Fluiddurchgangsabschnitten **87**.

[0117] Wie in Fig. 10(b) gezeigt, wird das untere Schließende **78** von den Fluiddurchgängen **86** (den oberen Fluiddurchgangsabschnitten **87**), wie durch einen Pfeil I gezeigt, nach oben gedrückt, um die Fluiddurchgänge **86** zu öffnen. Wie vorangehend diskutiert, ist die Gesamtumfangslänge $L3$ (Fig. 8(b)) des oberen Fluiddurchgangsabschnitts **87** groß und der Bereich, in welchem die Fluiddurchgangsquerschnittfläche $S3$ des Fluiddurchgangs variabel ist, ist groß.

[0118] Das hydraulische Öl **13** in der oberen Fluidkammer **31** wird durch die Kolbenöffnungen **82** in sowohl die Fluiddurchgänge **86**, wie durch einen Pfeil J gezeigt, als auch in den Ventilaufnahmeraum **83**, wie durch einen Pfeil K gezeigt, geleitet. Das in die

Fluiddurchgänge **86** geleitete hydraulische Öl **13** wird dann in die untere Fluidkammer **32** geleitet.

[0119] Unterdessen wird, wie durch einen Pfeil L gezeigt, das in den Ventilaufnahmeraum **83** geleitete hydraulische Öl **13** anschließend durch die Ventilöffnungen **77** in den Ventillinnenraum **76** innerhalb des Schürzenabschnitts **72** geleitet. Das in den Ventillinnenraum **76** geleitete hydraulische Öl **13** wird, wie durch einen Pfeil M gezeigt, durch die Fluiddurchgänge **86** in die untere Fluidkammer **32** geleitet.

[0120] Die Ventilöffnung **77** ist vollständig an der entsprechenden Kolbenöffnung **82** ausgerichtet. Daher kann das hydraulische Öl **13** in der oberen Fluidkammer **31** sanft durch die Kolbenöffnungen **82**, den Ventilaufnahmeraum **83**, die Ventilöffnungen **77**, den Ventillinnenraum **76** und die Fluiddurchgänge **86** in die untere Fluidkammer **32** geleitet werden.

[0121] Dementsprechend wird das hydraulische Öl **13** in der oberen Fluidkammer **31** sanft durch die Fluiddurchgänge **86** in die untere Kammer **32** geleitet, wenn die Kolbenanordnung **14** während der Ausdehnung des Dämpfers **10** mit variabler Dämpfungskraft nach oben gleitet (sich bewegt). Diese sanfte Strömung des hydraulischen Öls **13** durch die Fluiddurchgänge **86** stellt die Dämpfungskraft bereit, welche durch die Druckkraft Po2 (**Fig. 10(a)**) bestimmt wird.

[0122] Obwohl die an dem piezoelektrischen Körper **51** angelegte Spannung in den **Fig. 9** und **Fig. 10** als konstant angesehen wurde, kann die an dem piezoelektrischen Körper **51** angelegte Spannung eingestellt (verändert) werden.

[0123] D. h., dass der in **Fig. 2** gezeigte Regels-/Steuerungsabschnitt **22** die an dem piezoelektrischen Körper **51** angelegte Spannung einstellt (ändert), um dadurch den Ausdehnungsbetrag des piezoelektrischen Körpers **51** einzustellen.

[0124] Die Einstellung des Ausdehnungsbetrags des piezoelektrischen Körpers **51** ändert (stellt ein) die Gegengewichtslast Fb (**Fig. 9(a)** und **Fig. 10(a)**). In diesem Beispiel wird die Strömungsdurchgangs-querschnittfläche S3 des Fluiddurchgangs **86** eingestellt, um die Dämpfungskraft einzustellen, wenn die Fluiddurchgänge **86** durch den differentiellen Druck Po1 zwischen der oberen und der unteren Fluidkammer **31**, **32** und den Druck Po2 geöffnet wird.

[0125] In dem in **Fig. 1** gezeigten Dämpfer **10** mit variabler Dämpfungskraft wird der piezoelektrische Körper **51** einer Reaktionskraft aufgrund einer Vibration ausgesetzt, welche auftritt, wenn das Fahrzeug **11** auf einer Straße fährt. Der piezoelektrische Körper **51**, welcher der Reaktionskraft ausgesetzt ist, verformt sich und erzeugt eine Spannung (elektrische

Leistung). Diese elektrische Leistung wird in der Leistungsquelle **24** gespeichert (Regeneration).

[0126] Der Dämpfer mit variabler Dämpfungskraft gemäß der vorliegenden Erfindung ist nicht auf die Ausführungsform beschränkt, sondern kann verändert oder verbessert werden. Beispielsweise kann die Mehrzahl der Fluiddurchgänge **86** in Winkelabständen beabstandet sein, welche verschieden von 120° sind, wie etwa 180°, obwohl die Fluiddurchgänge **86** in dieser Ausführungsform um 120° beabstandet sind.

[0127] Obwohl die Fluiddurchgänge **86** jeweils die Form eines Langlochs (Schlitz) entlang dem Außenumfang **34g** des Kolbengehäuses **34** in der Ausführungsform aufweisen, kann eine Mehrzahl von kreisförmigen Fluiddurchgängen entlang dem Außenumfang **34g** gebildet sein. Das Kolbengehäuse **34** weist eine relativ große Fläche an einem Abschnitt auf, welcher von dem Außenumfang **34g** eingeschlossen ist. Daher weist die Mehrzahl der kreisförmigen Fluiddurchgänge, welche entlang dem Außenumfang **34g** gebildet sind, große Gesamtumfangslängen auf. Die Mehrzahl der kreisförmigen Fluiddurchgänge, welche die großen Gesamtumfangslängen entlang dem Außenumfang **34g** aufweisen, stellen den gleichen Vorteil wie die vorangehend diskutierten Fluiddurchgänge **86** bereit.

[0128] Obwohl die Mehrzahl der Kolbenöffnungen **82** und die Mehrzahl der Ventilöffnungen **77** um 120° in der Ausführungsform beabstandet sind, kann die Mehrzahl der Kolbenöffnungen **82** und die Mehrzahl der Ventilöffnungen **77** um andere Winkel, wie etwa 180°, beabstandet sein.

[0129] Es wird angemerkt, dass der Dämpfer **10** mit variabler Dämpfungskraft das Fahrzeug **11**, der Zylinder **12**, die Kolbenanordnung **14**, das Kolbengehäuse **34**, der piezoelektrische Körper **51**, die Ventilmittel **71**, der Schürzenabschnitt **72**, die Ventilöffnungen **77**, das untere Schließende **78**, die Kolbenöffnungen **82** und die Fluiddurchgänge **86** angemessen veränderte Formen oder Konfigurationen aufweisen können, welche von denjenigen in der obigen Ausführungsform diskutierten verschieden sein können.

GEWERBLICHE ANWENDBARKEIT

[0130] Die vorliegende Erfindung wird in einem Fahrzeugaufhängungssystem verwendet und ist für ein Fahrzeug geeignet, welches einen Dämpfer mit variabler Dämpfungskraft umfasst, welcher eine variable Dämpfungskraft bereitstellt, in dem ein Kolben innerhalb eines Zylinders gleitet.

Liste der Bezugszeichen:

10 ... Dämpfer mit variabler Dämpfungskraft **11** ... Fahrzeug **12** ... Zylinder **13** ... hydraulisches Öl (ein Fluid) **14** ... Kolbenanordnung **15** ... Zylinderachse **31** ... eine obere Fluidkammer (eine erste Fluidkammer) **32** ... eine untere Fluidkammer (eine zweite Fluidkammer) **34** ... ein Kolbengehäuse (ein Kolben) **34d** ... ein unterer Wandabschnitt **34g** ... ein Außenumfang (des Kolbens) **51** ... ein piezoelektrischer Körper **54** ... ein Faltenbalg **71** ... Ventilmittel **72** ... Schürzenabschnitt **77** ... Ventilöffnungen **78** ... Schließende **82** ... Kolbenöffnungen **86** ... Fluiddurchgänge

Patentansprüche

1. Dämpfer mit variabler Dämpfungskraft zur Verwendung in einem Aufhängungssystem eines Fahrzeugs, wobei der Dämpfer eine variable Dämpfungskraft bereitstellt und umfasst:

einen Zylinder, welcher mit einem Fluid gefüllt ist und eine erste Fluidkammer und eine zweite Fluidkammer aufweist;

einen Kolben, welcher gleitend verschiebbar innerhalb des Zylinders angeordnet ist, wobei der Kolben die erste Fluidkammer und die zweite Fluidkammer voneinander trennt und einen Fluiddurchgang aufweist, durch welchen die erste Fluidkammer mit der zweiten Fluidkammer in Verbindung steht;

Ventilmittel, welche in dem Kolben angeordnet sind, um den Fluiddurchgang zu schließen, wobei die Ventilmittel den Fluiddurchgang öffnen, wenn der Kolben gleitet;

einen piezoelektrischen Körper, welcher mit den Ventilmitteln verbunden ist, um die Ventilmittel zu dem Fluiddurchgang hin zu drücken, wenn eine Spannung an dem piezoelektrischen Körper angelegt ist; und einen Faltenbalg, welcher an den Ventilmitteln angeordnet ist, um den piezoelektrischen Körper von dem Fluid dicht zu trennen, wobei der Faltenbalg einen Kolben in eine Richtung treibt, um den piezoelektrischen Körper zusammenzuziehen.

2. Dämpfer nach Anspruch 1, wobei der Fluiddurchgang ein Langloch ist und einen zu einer Axialrichtung des Zylinders orthogonalen Querschnitt aufweist, wobei der Querschnitt eine längliche gekrümmte Form entlang einem Außenumfang des Kolbens aufweist, und wobei eine Änderung der an dem piezoelektrischen Körper angelegten Spannung eine auf die Ventilmittel drückende Kraft ändert und wobei die Änderung der Kraft die Dämpfungskraft ändert.

3. Dämpfer nach Anspruch 1, wobei der Kolben rohrförmig ist und der Faltenbalg radial nach innen von dem Kolben beabstandet ist, wobei der Faltenbalg einen Endabschnitt aufweist, welcher radial einwärts des Kolbens angeordnet ist.

4. Dämpfer nach Anspruch 1, wobei der Fluiddurchgang umfasst: einen oberen, von den Ventilmitteln zu drückenden Fluiddurchgangsabschnitt und einen unteren Fluiddurchgangsabschnitt, welcher verschieden von dem oberen Fluiddurchgangsabschnitt ist und eine größere Querschnittfläche als der obere Fluiddurchgangsabschnitt aufweist.

5. Dämpfer nach Anspruch 1, wobei die Ventilmittel einen hohlen Schürzenabschnitt mit einer allgemeinen Kegelstumpfform umfassen, wobei der Schürzenabschnitt ein Schließende aufweist, um den Fluiddurchgang dann zu schließen, wenn der Fluiddurchgang gedrückt wird, wobei der Schürzenabschnitt Ventilöffnungen aufweist, welche durch eine Umfangswand desselben gebildet sind, um das durch den Fluiddurchgang in den Schürzenabschnitt eingeleitete Fluid aus dem Schürzenabschnitt nach außen zu leiten.

6. Dämpfer nach Anspruch 5, wobei der Kolben einen zylindrischen unteren Wandabschnitt umfasst, welcher außerhalb des Schürzenabschnitts angeordnet ist, wobei der untere Wandabschnitt eine Umfangswand umfasst mit durch sie hindurch derart gebildeten Kolbenöffnungen, dass ein Inneres des unteren Wandabschnitts mit einem Äußeren des unteren Wandabschnitts durch die Kolbenöffnungen in Verbindung steht, wobei die Kolbenöffnungen die Ventilöffnungen in Umfangsrichtung überlappen.

7. Dämpfer nach Anspruch 6, wobei der Schürzenabschnitt von dem unteren Wandabschnitt beabstandet ist.

8. Dämpfer nach Anspruch 6, wobei der Schürzenabschnitt teilweise in Gleitkontakt mit dem unteren Wandabschnitt steht.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

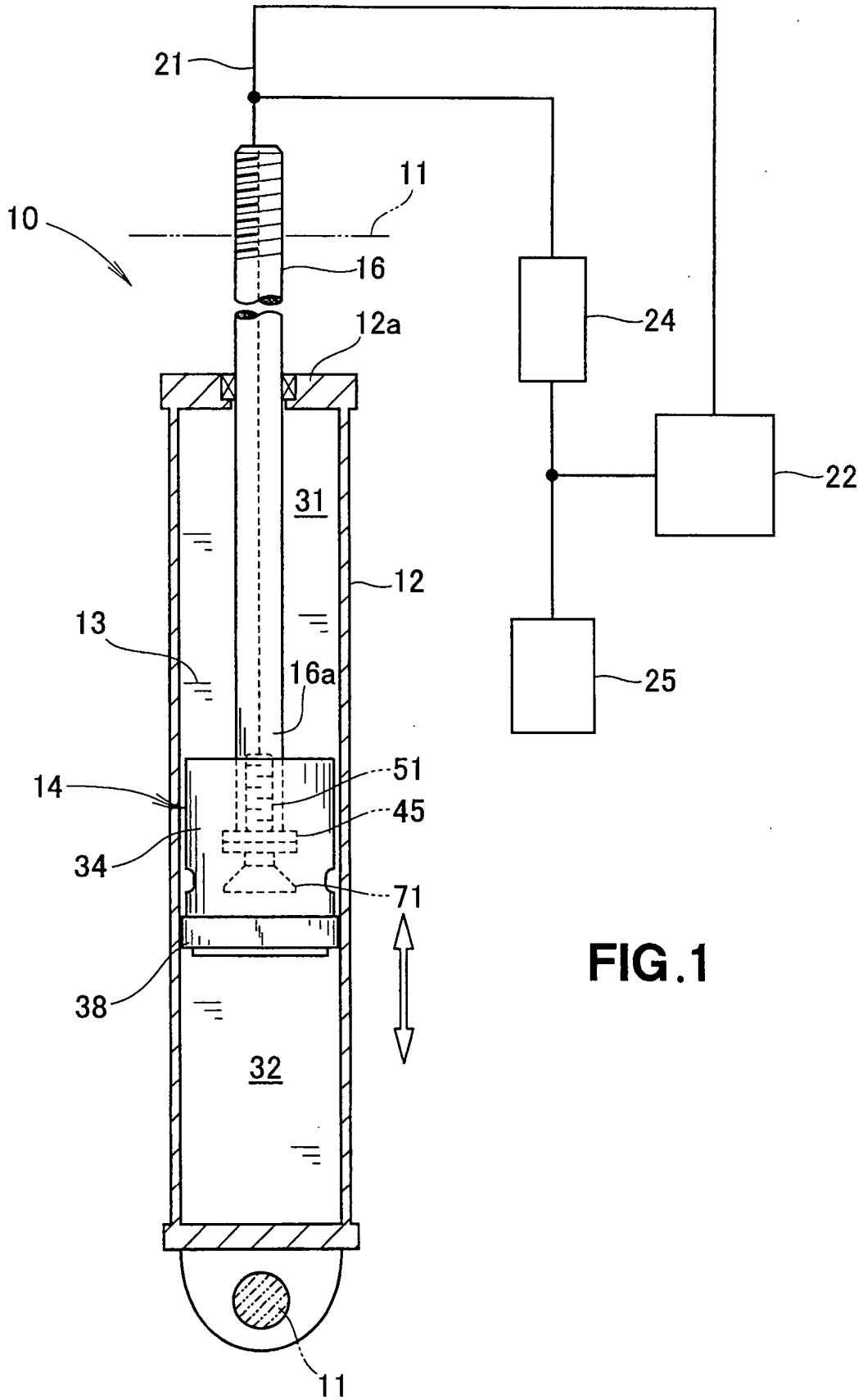
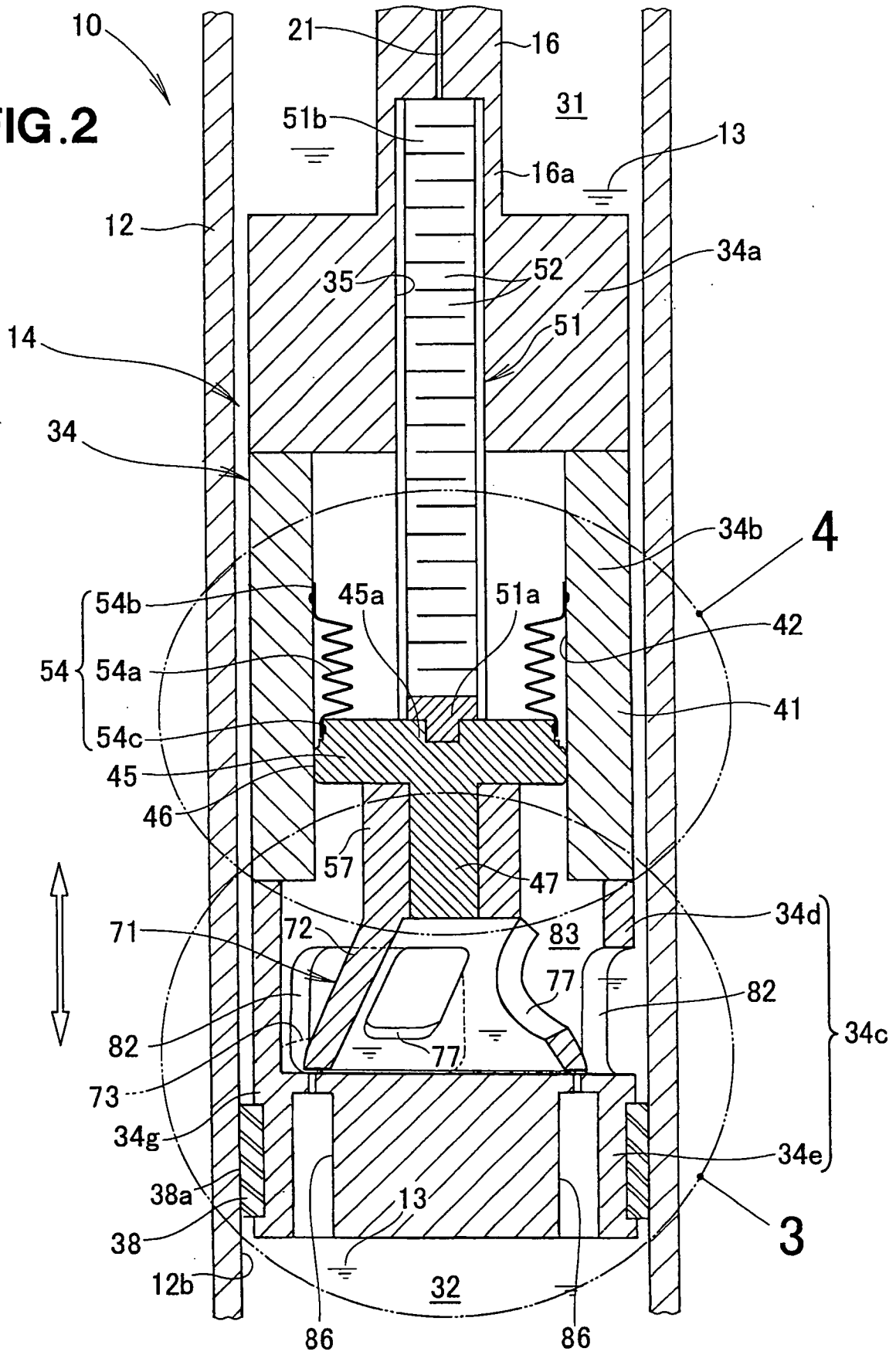


FIG. 2



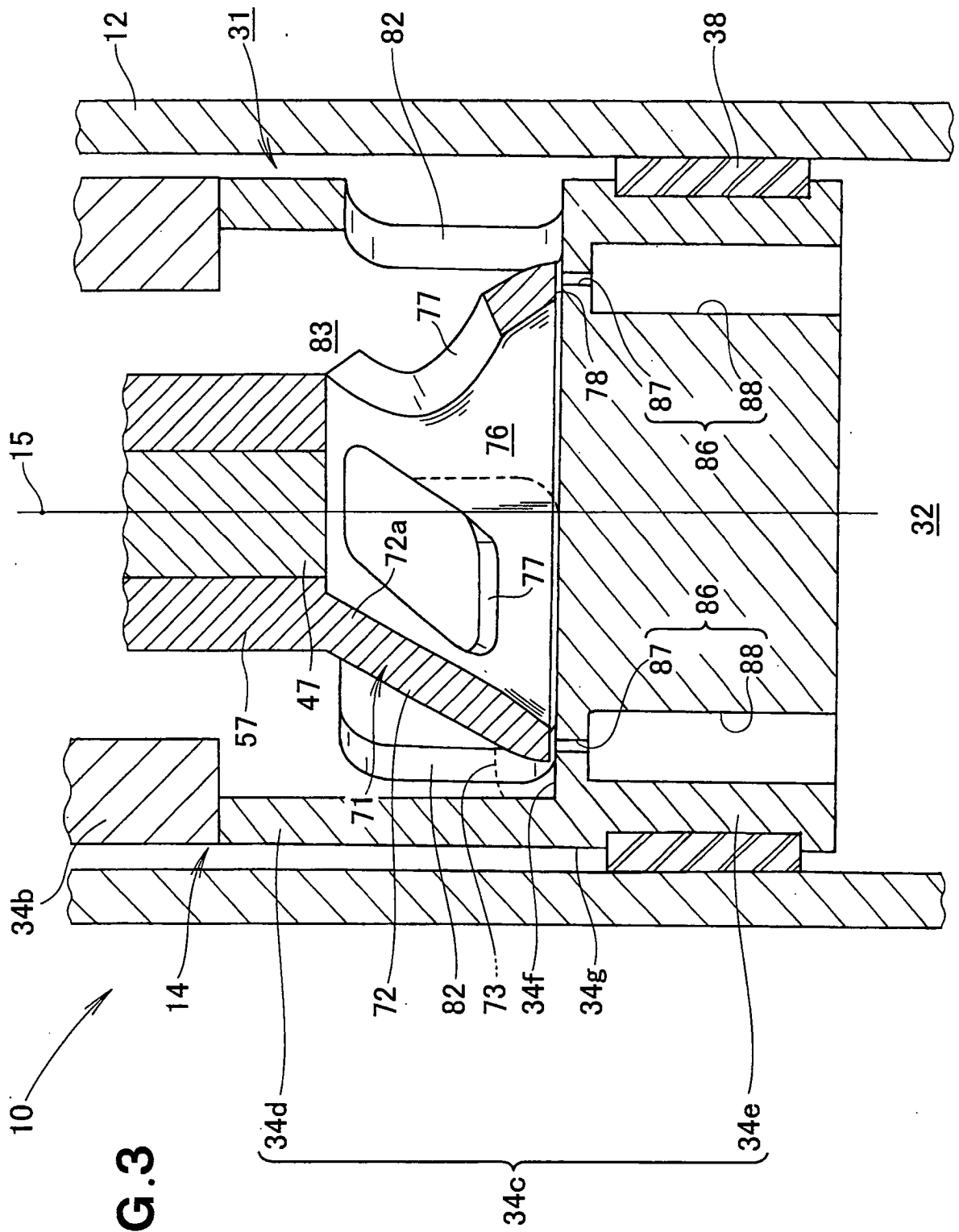


FIG. 3

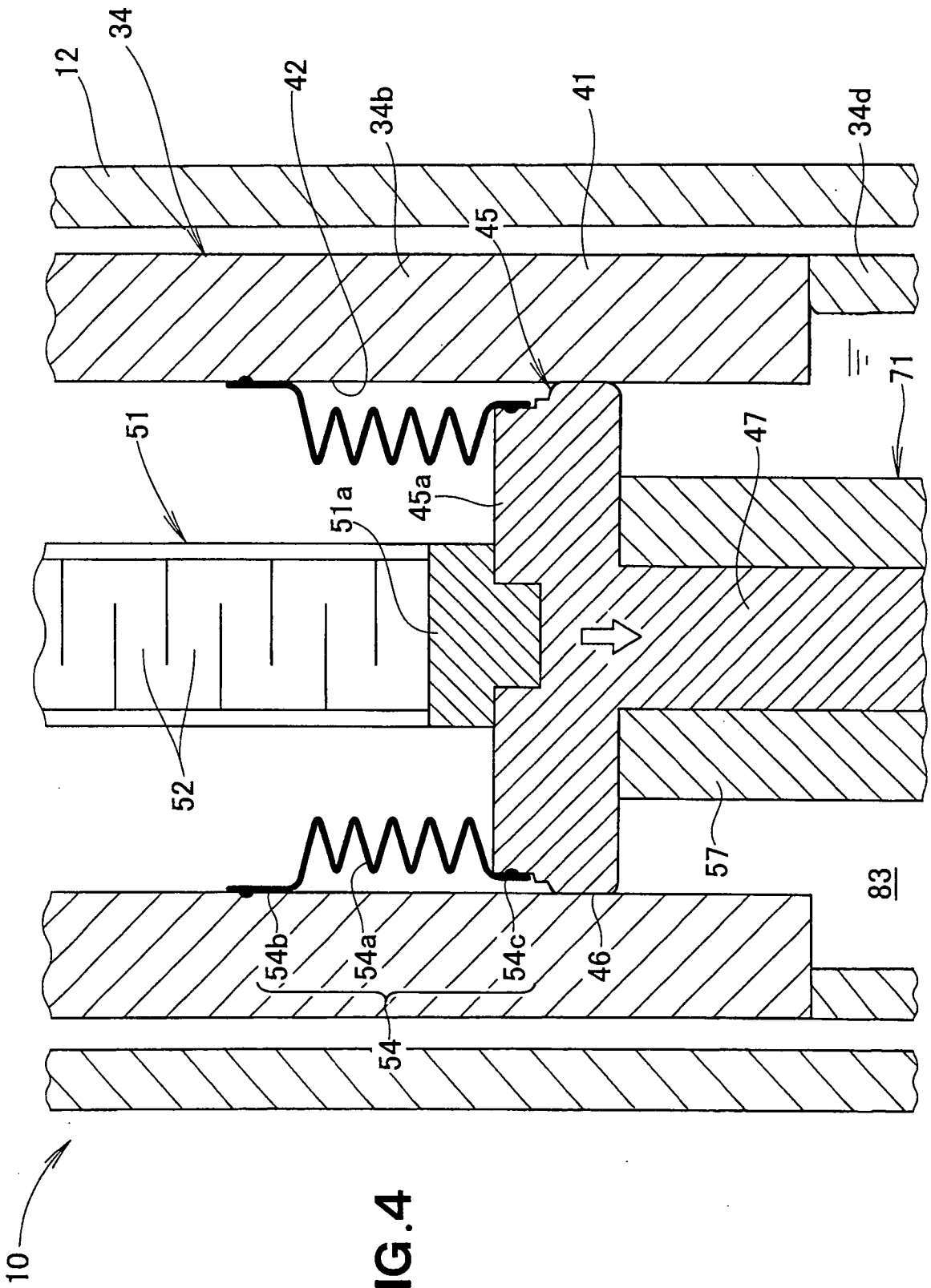


FIG. 4

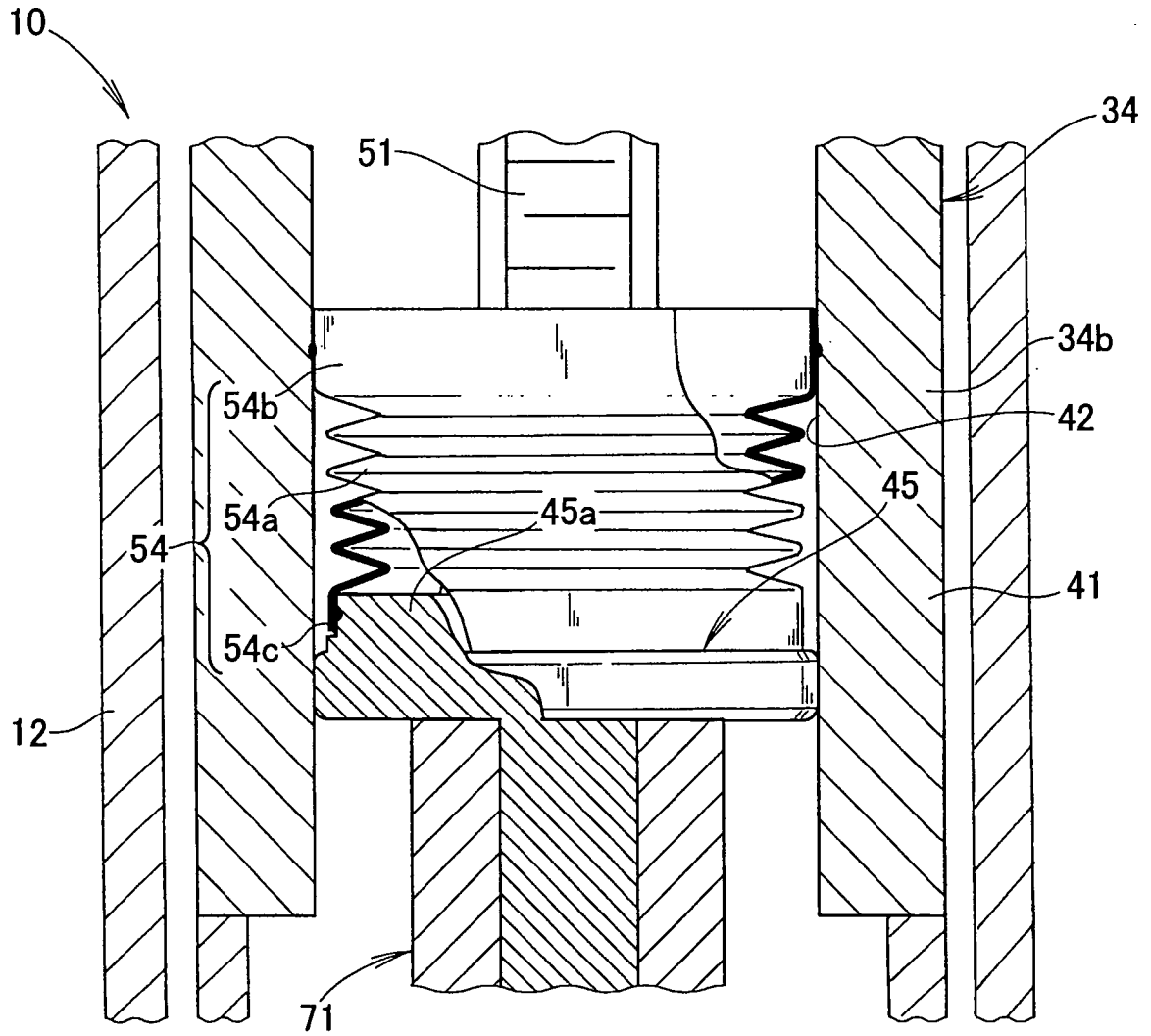


FIG. 5

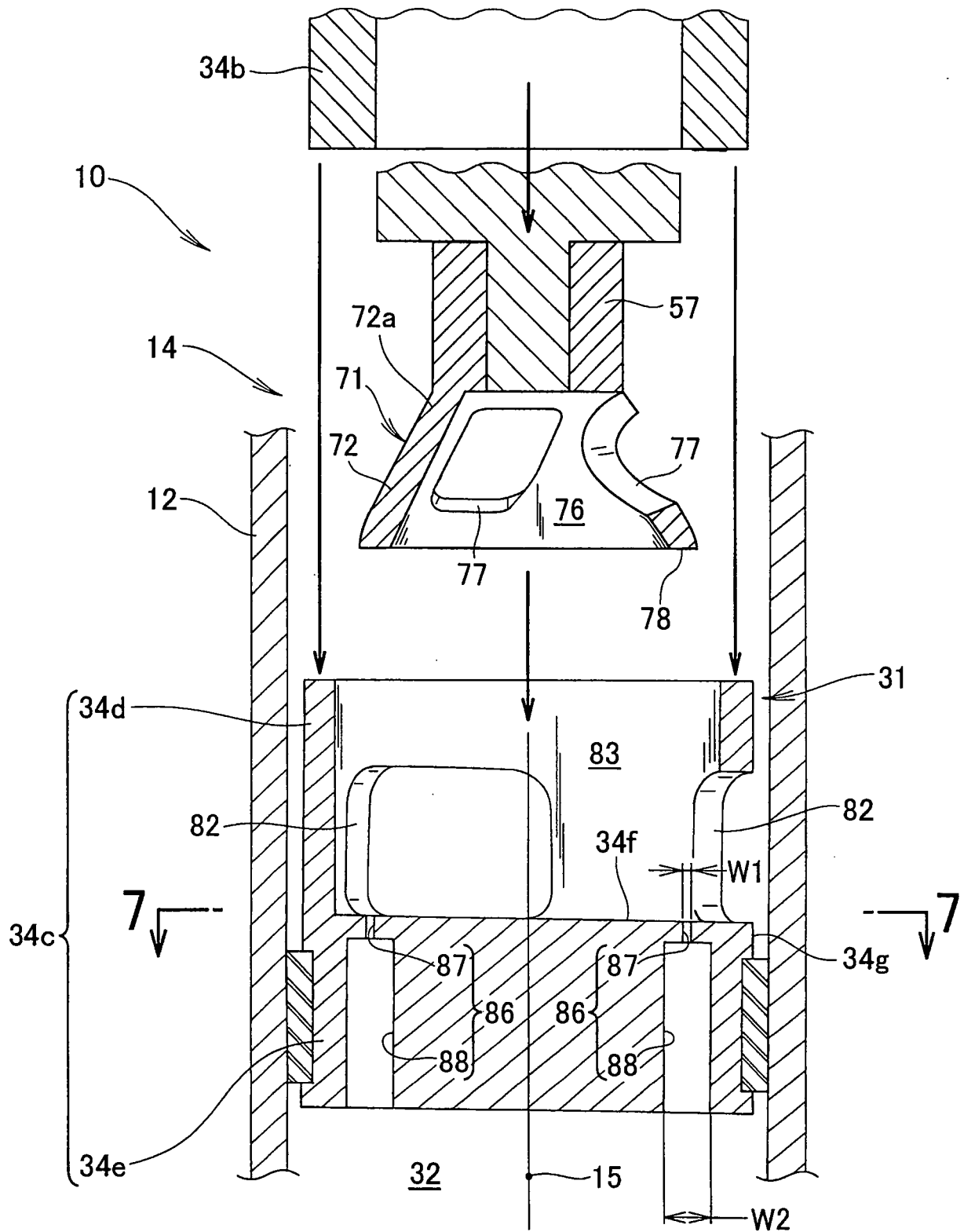


FIG. 6

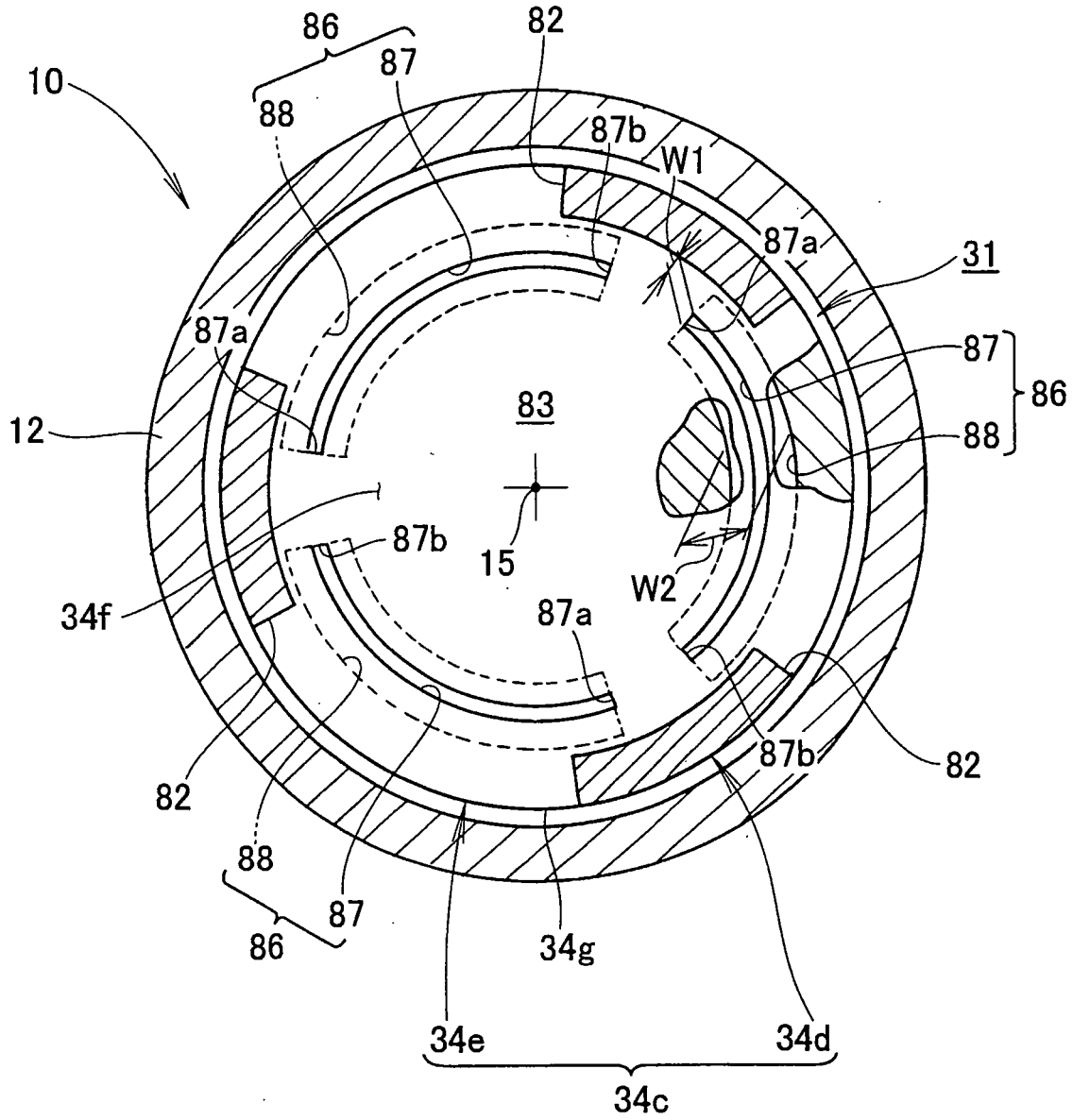


FIG. 7

FIG. 8

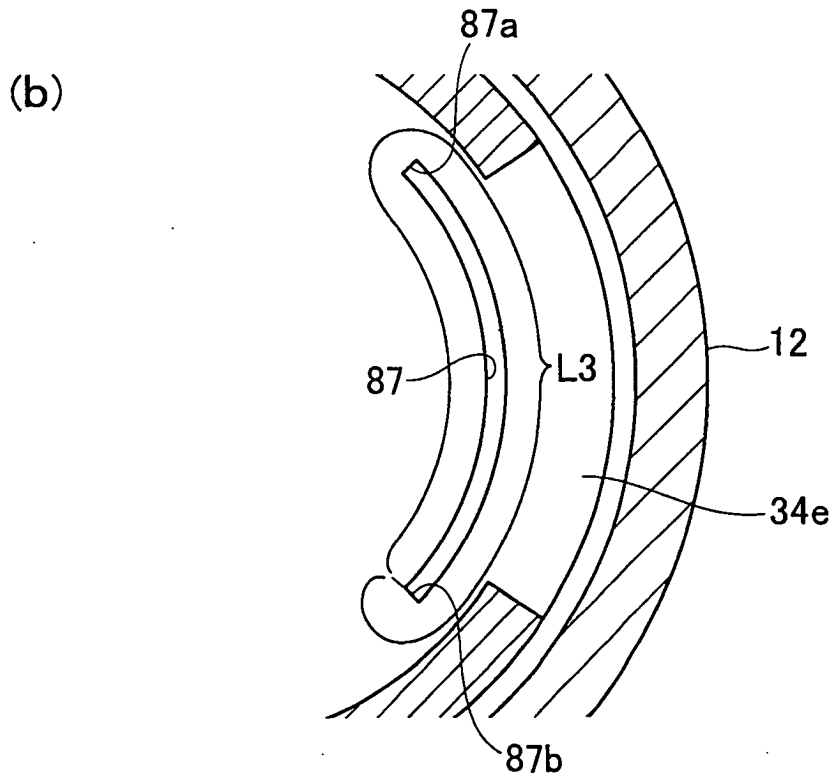
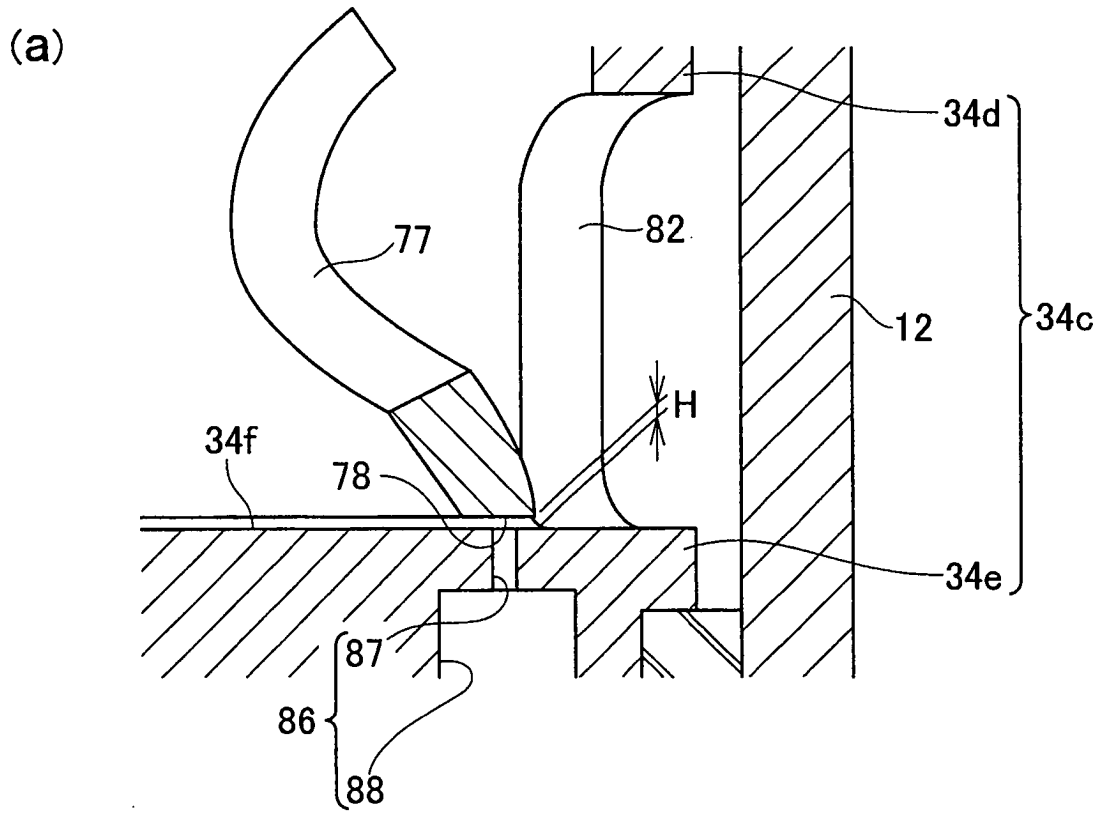


FIG. 9

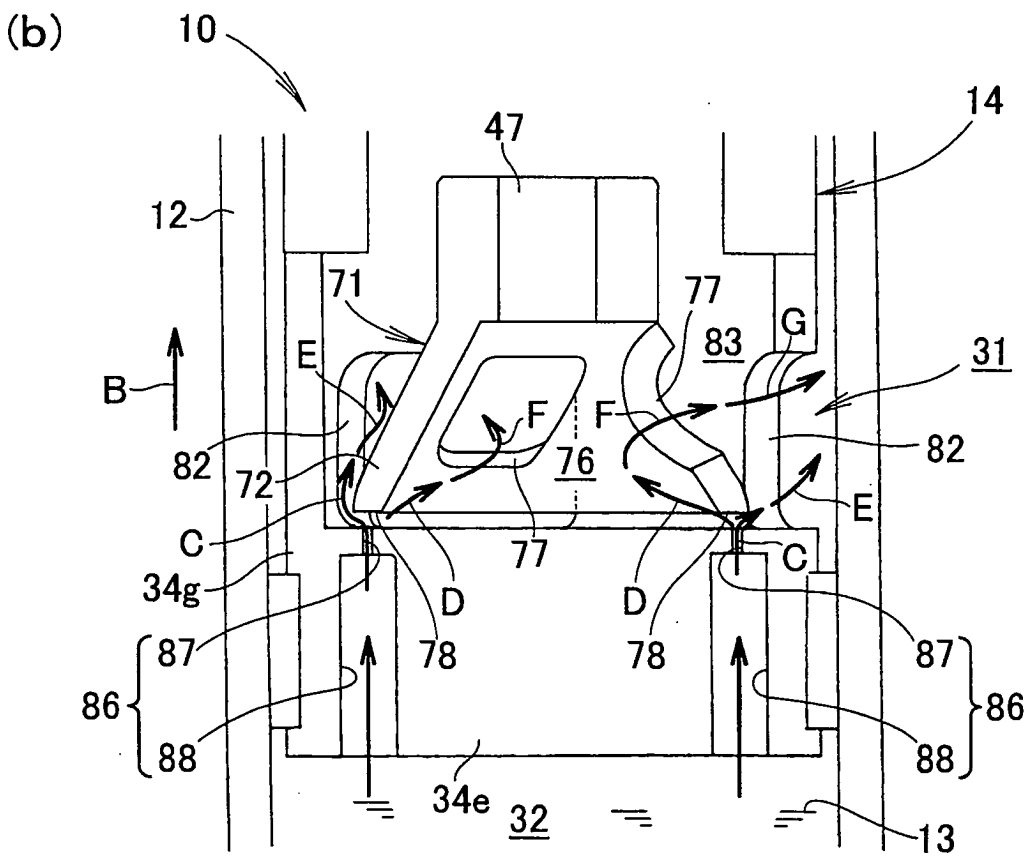
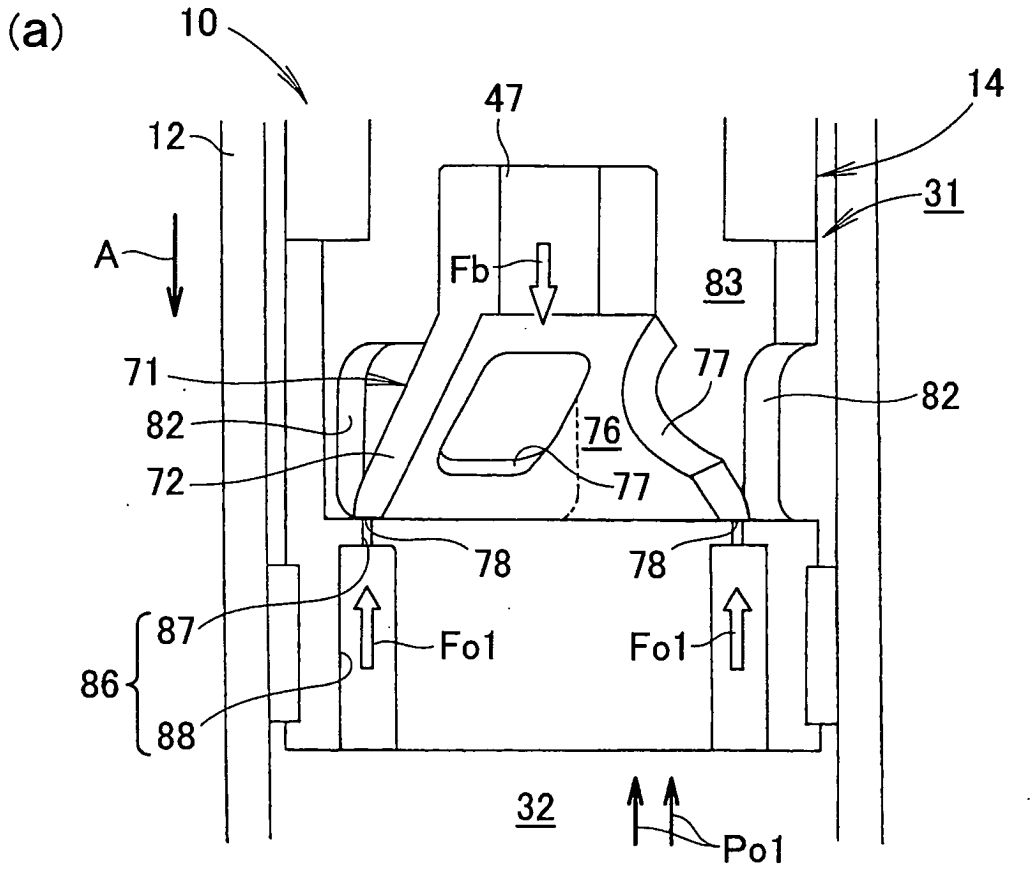


FIG. 10

