



(10) **DE 10 2014 203 076 A1** 2014.08.28

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 203 076.5**
(22) Anmeldetag: **20.02.2014**
(43) Offenlegungstag: **28.08.2014**

(51) Int Cl.: **F16F 9/24 (2006.01)**
F16F 9/32 (2006.01)
F16F 9/36 (2006.01)
F16F 9/50 (2006.01)

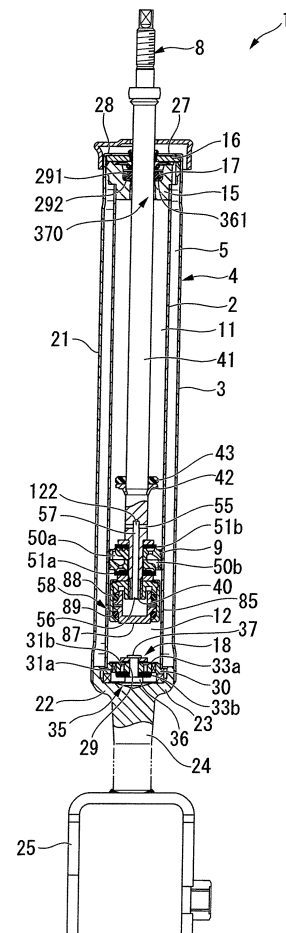
(30) Unionspriorität:
13/775,454 **25.02.2013** **US**
(71) Anmelder:
Hitachi Automotive Systems, Ltd., Hitachinaka-shi, Ibaraki, JP

(74) Vertreter:
HOFFMANN - EITLE, 81925, München, DE
(72) Erfinder:
Yamashita, Mikio, Kawasaki-shi, Kanagawa, JP;
Maeda, Atsushi, Kawasaki-shi, Kanagawa, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Stossdämpfer und Fahrzeug, das einen solchen verwendet**

(57) Zusammenfassung: Ein Stoßdämpfer weist einen ersten und einen zweiten Durchgang, die aufgebaut sind, um ein Arbeitsfluid aus einer Kammer heraus fließen zu lassen, einen ersten Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus, der an dem ersten Durchgang installiert ist und aufgebaut ist, um eine Dämpfungskraft zu erzeugen, ein Gehäuse, in dem wenigstens ein Teildurchgang des zweiten Durchgangs ausgebildet ist, einen freien Kolben, der aufgebaut ist, um den zweiten Durchgang in eine Stromaufwärtsseite und eine Stromabwärtsseite zu unterteilen, und ein Federelement auf, das aufgebaut ist, um den freien Kolben an einer neutralen Position zu halten, wobei ein zweiter Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus vorgesehen ist, der ein Reibungselement, das von einem ringförmigen elastischen Gummiabschnitt in Gleitkontakt mit dem Kolbenstab und einem ringförmigen Basisabschnitt, an dem der elastische Gummiabschnitt fixiert ist, aufgebaut ist, aufweist, um eine Druckdifferenz zwischen beiden Seiten in einer axialen Richtung des Reibungselements zu verringern.



Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****Gebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Stoßdämpfer und ein Fahrzeug, das einen solchen verwendet.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Bei Stoßdämpfern sind solche bekannt, die einen Dämpfungskraftänderungsmechanismus, der aufgebaut ist, um Dämpfungskrafteigenschaften als Antwort auf einen Schwingungszustand zu ändern, aufweisen (vgl. beispielsweise japanische ungeprüfte Patentanmeldung, erste Veröffentlichungs-Nr. 2011-202800). Ferner sind Stoßdämpfer bekannt, die ein Reibungselement aufweisen, das aufgebaut ist, um einen Reibungswiderstand bezüglich eines beweglichen Kolbenstabs zu erzeugen, getrennt von einem Dichtungselement, das aufgebaut ist, um ein Entweichen eines Arbeitsfluids zu vermeiden (vgl. beispielsweise japanische ungeprüfte Patentanmeldung, erste Veröffentlichungs-Nr. 2005-325997, japanische ungeprüfte Patentanmeldung, erste Veröffentlichungs-Nr. 2003-156093).

[0003] Bei Stoßdämpfern ist es wünschenswert, gute Dämpfungskrafteigenschaften zu erhalten.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0004] Die vorliegende Erfindung stellt einen Stoßdämpfer und ein Fahrzeug, das einen solchen verwendet, bereit, der imstande ist, gute Dämpfungskrafteigenschaften aufzuweisen.

[0005] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist ein Stoßdämpfer ein Dichtungselement, das aufgebaut ist, um mit einem Kolbenstab in Gleitkontakt zu geraten und ein Entweichen eines Arbeitsfluids bezüglich des Zylinders nach außen zu vermeiden; einen ersten Durchgang und einen zweiten Durchgang, die aufgebaut sind, dass das Arbeitsfluid durch Bewegung eines Kolbens aus einer Kammer in dem Zylinder heraus fließen kann; einen ersten Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus, der an dem ersten Durchgang installiert ist und aufgebaut ist, um eine Dämpfungskraft zu erzeugen; ein Gehäuse, in dem wenigstens ein Teildurchgang des zweiten Durchgangs ausgebildet ist; einen freien Kolben, der beweglich in dem Gehäuse installiert ist und aufgebaut ist, um den zweiten Durchgang in eine stromaufwärts gelegene Seite und eine stromabwärts gelegene Seite zu unterteilen; und ein Federelement auf, das in dem Gehäuse angeordnet ist und aufgebaut ist, um den freien Kolben an einer neutralen Position zu halten, wobei der Stoßdämpfer

einen zweiten Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus aufweist, der hat: ein Reibungselement, das auf einer Innenseite des Zylinders bezüglich des Dichtungselements installiert ist und von einem ringförmigen elastischen Gummiabschnitt in Gleitkontakt mit dem Kolbenstab und einem ringförmigen Basisabschnitt ausgebildet wird, an dem der elastische Gummiabschnitt fixiert ist; und einen Kommunikationsdurchgang, der aufgebaut ist, um eine Druckdifferenz zwischen beiden Seiten in einer axialen Richtung des Reibungselements zu verringern.

[0006] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der Basisabschnitt von einem scheibenförmigen Bodenabschnitt mit Bohrung und einem Röhrenabschnitt, der sich von einer Außenumfangsseite des Bodenabschnitts in der axialen Richtung erstreckt, ausgebildet sein. Der elastische Gummiabschnitt kann mit einem minimalen Innendurchmesserabschnitt und einem Durchmessererweiterungsabschnitt beider Seiten in der axialen Richtung des minimalen Innendurchmesserabschnitts, der auf einer Innenumfangsseite des elastischen Gummiabschnitts ausgebildet ist, einer Röhrenabschnittsanlagefläche, die an dem Röhrenabschnitt, der auf einer Außenumfangsseite des elastischen Gummiabschnitts ausgebildet ist, fixiert ist, und einem ausgeschnittenen Abschnitt vorgesehen sein, der wenigstens teilweise auf der Seite des Röhrenabschnitts einer offenen Fläche auf einer gegenüberliegenden Seite bezüglich der Bodenabschnittsanlagefläche, die an dem Bodenabschnitt in der axialen Richtung fixiert ist, ausgebildet ist. Ein tiefster Abschnitt des ausgeschnittenen Abschnitts kann flacher als eine Position in der axialen Richtung des minimalen Innendurchmesserabschnitts sein.

[0007] Gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung kann bei dem Stoßdämpfer ein maximaler Dämpfungskraftwert bei einer Ansteuerungsgeschwindigkeit von 0,05 m/s bei einer Frequenz von 10 Hz geringer oder höher als bei einer Frequenz von 1 Hz oder weniger sein und kann höher als bei einer Frequenz von ungefähr 5 Hz sein.

[0008] Gemäß einem vierten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird der Stoßdämpfer bei einem Fahrzeug in einem Fahrzeugkörper verwendet, der panensichere Reifen aufweist.

[0009] Gemäß einem fünften Aspekt der vorliegenden Erfindung wird der Stoßdämpfer bei einem Fahrzeug in einem Fahrzeugkörper verwendet, der Reifen aufweist, die einen Luftdruck von 240 kPa oder mehr aufweisen.

[0010] Gemäß dem Stoßdämpfer und dem Fahrzeug können gute Dämpfungskrafteigenschaften erhalten werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0011] Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht, die einen Stoßdämpfer gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0012] Fig. 2 ist eine vergrößerte Querschnittsansicht, die Umgebungsteile eines Kolbens des Stoßdämpfers gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0013] Fig. 3 ist eine vergrößerte Querschnittsansicht, die Umgebungsteile einer Stabführung des Stoßdämpfers gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0014] Fig. 4 ist eine transparente perspektivische Ansicht, die schematisch einen Zustand zeigt, in dem der Stoßdämpfer gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einem Fahrzeug installiert ist.

[0015] Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht von einer Seite, die ein Reibungselement des Stoßdämpfers gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0016] Fig. 6 ist ein Eigenschaftsdiagramm, das schematisch eine Beziehung zwischen einer Frequenz und einer Dämpfungskraft zeigt, wenn eine Kolbengeschwindigkeit des Stoßdämpfers gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung konstant ist.

[0017] Fig. 7 ist ein Eigenschaftsdiagramm, das gemessene Werte einer Beziehung zwischen einer Frequenz und einer Dämpfungskraft, wenn die Kolbengeschwindigkeit des Stoßdämpfers gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung konstant ist, zeigt.

[0018] Fig. 8 ist ein Eigenschaftsdiagramm, das eine Beziehung zwischen einer Hubposition und einer Dämpfungskraft des Stoßdämpfers gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0019] Fig. 9A ist eine Querschnittsansicht von einer Seite, die ein weiteres Reibungselement zum Zweck des Vergleichs zeigt.

[0020] Fig. 9B ist eine Querschnittsansicht von einer Seite, die ein anderes Reibungselement zum Zweck des Vergleichs zeigt.

[0021] Fig. 9C ist eine Querschnittsansicht von einer Seite, die ein weiteres Reibungselement zum Zweck des Vergleichs zeigt.

[0022] Fig. 9D ist eine Querschnittsansicht von einer Seite, die ein weiteres Reibungselement zum Zweck des Vergleichs zeigt.

[0023] Fig. 10 ist ein Eigenschaftsdiagramm, das eine Beziehung zwischen einer Dämpfungskraft bezüglich einer Kolbengeschwindigkeit des Stoßdämpfers gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und des Stoßdämpfers, der das andere Reibungselement verwendet, zeigt.

[0024] Fig. 11A zeigt ein Simulationsergebnis des Reibungselements des Stoßdämpfers gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0025] Fig. 11B zeigt ein Simulationsergebnis einer Belastungsverteilung des anderen Reibungselements.

[0026] Fig. 12 zeigt eine Lissajous-Wellenform, die eine Beziehung zwischen einem Hub und einer Dämpfungskraft des Stoßdämpfers gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und des Stoßdämpfers, der das andere Reibungselement verwendet, zeigt.

[0027] Fig. 13 ist ein Eigenschaftsdiagramm, das ein Simulationsergebnis von statistischen Reibungseigenschaften des Reibungselements des Stoßdämpfers gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und des anderen Reibungselements als eine Beziehung einer Reibungskraft bezüglich einer Verschiebungsversetzung zeigt.

[0028] Fig. 14 ist ein Eigenschaftsdiagramm, das ein experimentelles Ergebnis von dynamischen Reibungseigenschaften des Reibungselements des Stoßdämpfers gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und des anderen Reibungselements als eine Beziehung einer Reibungskraft bezüglich einer Frequenz zeigt.

[0029] Fig. 15 ist eine Querschnittsansicht einer Seite, die ein modifiziertes Beispiel des Reibungselements des Stoßdämpfers gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0030] Fig. 16 ist eine vergrößerte Querschnittsansicht, die Umgebungsteile eines Kolbens des modifizierten Beispiels des Stoßdämpfers gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG
DER ERFINDUNG

[0031] Ein Stoßdämpfer gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unten mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben.

[0032] Ein Stoßdämpfer **1** gemäß der Ausführungsform, die in **Fig. 1** gezeigt ist, ist ein Hydraulikstoßdämpfer, in dem Öl als Arbeitsfluid verwendet wird. Der Stoßdämpfer **1** weist einen Dual-Rohr-Zylinder auf, der ein Innenrohr **2** und ein Außenrohr **3** aufweist. Das Außenrohr **3** weist einen größeren Durchmesser als das Innenrohr **2** auf und ist konzentrisch zum Innenrohr **2** angeordnet, um das Innenrohr **2** zu umgeben. Ein Raum zwischen dem Innenrohr **2** und dem Außenrohr **3** wird eine Reservoirkammer **5**. Ferner ist die Ausführungsform nicht auf die Dual-Rohr-Art beschränkt, sondern diese kann auch in einem Einzel-Rohr-Stoßdämpfer verwendet werden.

[0033] Wie es in **Fig. 2** gezeigt ist, weist der Stoßdämpfer **1** eine Kolbenstange **8** und einen Kolben **9** auf. Wie es in **Fig. 1** gezeigt ist, ist der Kolben **9** mit einem Endabschnitt in einer axialen Richtung des Kolbenstabs **8** verbunden. Folglich bewegt sich der Kolben **9** integral mit dem Kolbenstab **8**. Der Kolbenstab **8** ist an einer Mittelachse des Innenrohrs **2** und des Außenrohrs **3** angeordnet. Ein Abschnitt des Kolbenstabs, von einem Ende in der axialen Richtung zu einem Zentrumsabschnitt, ist in das Innenrohr **2** und das Außenrohr **3** eingebracht (d.h. in den Zylinder **4**), und das andere Ende in der axialen Richtung erstreckt sich von dem Innenrohr **2** und dem Außenrohr **3** (d.h. dem Zylinder **4**) nach außen. Der Kolben **9** ist verschiebbar in das Innenrohr **2** des Zylinders **4** eingebracht und unterteilt den Innenbereich des Innenrohrs **2** in zwei Kammern **11** und **12**. Der Kolbenstab **8** ist vorgesehen, um durch die Kammer **11** der Kammern **11** und **12** zu treten. Mit anderen Worten ist die Kammer **11** eine stabseitige Kammer, in der der Kolbenstab **8** in dem Stoßdämpfer **1** angeordnet ist.

[0034] Das Öl ist in dem Innenrohr **2** des Zylinders **4** als das Arbeitsfluid eingeschlossen, und das Öl und ein Hochdruckgas (ungefähr das 20- bis 30-Fache des Atmosphärendrucks) sind in der Reservoirkammer **5** zwischen dem Innenrohr **2** und dem Außenrohr **3** des Zylinders **4** als Arbeitsfluid eingeschlossen. Das heißt, das Arbeitsfluid ist in dem Zylinder **4**, der das Innenrohr **2** und das Außenrohr **3** aufweist, eingeschlossen. Ferner kann Luft von atmosphärischem Druck in der Reservoirkammer **5** eingeschlossen sein, anstelle des Hochdruckgases.

[0035] Wie es in **Fig. 3** gezeigt ist, weist der Stoßdämpfer **1** eine Stabführung **15**, ein Dichtungselement **16** und ein Reibungselement **17** auf. Ferner weist der Stoßdämpfer **1** ein Basisventil **18** auf, wie es in **Fig. 1** gezeigt ist. Die Stabführung **15** ist an einer Endposition einer nach außen gerichteten Vorsprungsseite des Kolbenstabs **8** in dem Zylinder **4** angeordnet, in das Außenrohr **3** eingepasst und ferner in das Innenrohr **2** eingepasst. Das Dichtungselement **16** ist an einer Außenseite (eine obere Seite in einer Hoch/Runter-Richtung der **Fig. 1** bis **Fig. 3**) bezüglich der Stabführung **15** in einer Einwärts/Aus-

wärts-Richtung (einer Hoch/Runter-Richtung in den **Fig. 1** bis **Fig. 3**, im Folgenden als eine Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung bezeichnet) in der axialen Richtung des Zylinders **4** angeordnet, wobei es sich hierbei um einen Endabschnitt des Zylinders **4** handelt. Das Reibungselement **17** ist auf einer Innenseite (einer unteren Seite in der Hoch/Runter-Richtung der **Fig. 1** bis **Fig. 3**) in der Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung bezüglich des Dichtungselements **16** und zwischen dem Dichtungselement **16** und der Stabführung **15** angeordnet. Das Basisventil **18** ist an dem Endabschnitt in der axialen Richtung des Zylinders **4** gegenüber der Stabführung **15**, des Dichtungselements **16** und des Reibungselements **17** angeordnet.

[0036] Wie es in **Fig. 3** gezeigt ist, weisen die Stabführung **15**, das Dichtungselement **16** und das Reibungselement **17** jeweils eine Ringform auf. Der Kolbenstab **8** ist verschiebbar in den Innenbereich der Stabführung **15**, des Dichtungselements **16** und des Reibungselements **17** eingebracht. Die Stabführung **15** unterstützt den Kolbenstab **8** beweglich in der axialen Richtung, während diese die Bewegung in der radialen Richtung begrenzt, und führt die Bewegung des Kolbenstabs **8**. Ein Innenumfangsabschnitt des Dichtungselements **16** gerät mit einem Außenumfangsabschnitt des Kolbenstabs **8** in Gleitkontakt, der sich in der axialen Richtung bewegt, um ein Entweichen des Öls in dem Innenrohr **2** und des Hochdruckgases und des Öls der Reservoirkammer **5** in dem Außenrohr **3** nach draußen zu vermeiden. Ein Innenumfangsabschnitt des Reibungselements **17** gerät mit dem Außenumfangsabschnitt des Kolbenstabs **8** in Gleitkontakt, um einen Verschiebungswiderstand an dem Kolbenstab **8** zu erzeugen. Ferner ist das Reibungselement **17** nicht zum Zwecke der Abdichtung vorgesehen.

[0037] Wie es in **Fig. 1** gezeigt ist, ist das Außenrohr **3** des Zylinders **4** von einem zylindrischen Rohrelement **21** (barrel member) und einem Bodenabdeckelement **22** aufgebaut, und das Bodenabdeckelement **22** ist in der axialen Richtung des Rohrelements **21** in ein Ende eingepasst. Das Bodenabdeckelement **22** weist einen Bodenabdeckabschnitt **23** und einen stabförmigen Abschnitt **24** auf. Ein äußerer Umfangsabschnitt des Bodenabdeckabschnitts **23** ist in einen Innenumfangsabschnitt des Rohrelements **21** eingepasst. Der stabförmige Abschnitt **24** erstreckt sich zu einer gegenüberliegenden Seite des Rohrelements **21** von einem Zentrum in der radialen Richtung des Bodenabdeckabschnitts **23**. Das Bodenabdeckelement **22** ist an dem Rohrelement **21** durch Schweißen in einem Zustand fixiert, in dem der Bodenabdeckabschnitt **23** in das Rohrelement **21** eingepasst ist, wodurch ein abgedichteter Zustand erzielt wird. Ein Anbringelement **25** ist an dem stabförmigen Abschnitt **24** gegenüber dem Bodenabdeckabschnitt **23** durch Schweißen fixiert. Die Kammer **12** in der Nähe des Bodenabdeckabschnitts **23**

des Zylinders **4** der Kammern **11** und **12** ist eine bodenseitige Kammer in dem Zylinder **4**.

[0038] Wie es in **Fig. 3** gezeigt ist, weist das Rohrelement **21** einen Öffnungsabschnitt **27**, der auf einer gegenüberliegenden Seite des Bodenabdeckelements **22** ausgebildet ist, und einen Arretierabschnitt **28**, der an dem Öffnungsabschnitt **27** ausgebildet ist, auf. Das oben dargestellte Dichtungselement **16** und die Stabführung **15** sind in die Seite des Öffnungsabschnitts **27** des Rohrelements **21** eingepasst. Der Arretierabschnitt **28** steht in der radialen Richtung von der Endposition des Öffnungsabschnitts **27** in das Rohrelement **21** hervor, um das Dichtungselement **16** zwischen der Stabführung **15** und dem Arretierabschnitt **28** sandwichartig einzupassen.

[0039] Wie es in **Fig. 1** gezeigt ist, ist ein Basiskörper **30** des Basisventils **18** auf einer Innenseite in der Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung (einer oberen Seite in der Hoch/Runter-Richtung der **Fig. 1**) des Bodenabdeckabschnitts **23** des Außenrohrs **3** angeordnet. Der Basiskörper **30** unterteilt die Kammer **12** und die Reservoirkammer **5** in dem Zylinder **4**. Der Basiskörper **30** weist eine Stufenform auf, bei der eine Seite in der axialen Richtung einen kleineren Durchmesser als die andere Seite aufweist. Der Basiskörper **30** ist an dem Bodenabdeckabschnitt **23** auf einer Seite des großen Durchmessers davon angeordnet.

[0040] Das Innenrohr **2** des Zylinders **4** weist eine zylindrische Form auf. Bezüglich des Innenrohrs **2** ist eine Endseite in der axialen Richtung in die Seite des kleinen Durchmessers des Basiskörpers **30** des Basisventils **18** eingepasst und wird von dieser unterstützt, und die andere Endseite in der axialen Richtung ist in die Stabführung **15** in den Öffnungsabschnitt **27** des Außenrohrs **3** eingepasst und wird von dieser unterstützt.

[0041] Eine Durchgangsöffnung **29**, die in der axialen Richtung verläuft, ist in dem Basiskörper **30** des Basisventils **18** an einem Zentrum in der radialen Richtung ausgebildet, und Durchgänge **31a** und **31b**, die durch den Basiskörper **30** in der axialen Richtung treten, sind um die Durchgangsöffnung **29** ausgebildet. Diese Durchgänge **31a** und **31b** befinden sich mit der Kammer **12** in dem Innenrohr **2** und der Reservoirkammer **5** zwischen dem Außenrohr **3** und dem Innenrohr **2** in Kommunikation. Ferner ist ein Scheibenventil **33a** an dem Basiskörper **30** gegenüber dem Bodenabdeckabschnitt **23** angeordnet, und ein Scheibenventil **33b** ist an dem Basiskörper **30** auf der Seite des Bodenabdeckabschnitts **23** ausgebildet. Das Scheibenventil **33a** ist ein Sperrventil, das aufgebaut ist, um den Durchgang **31a** nach außen zu öffnen und zu schließen. Das Scheibenventil **33b** ist ein Dämpfungsventil, das aufgebaut ist, um den Durchgang **31b** darin zu öffnen und zu schlie-

ßen. Eine Niete **35** ist in die Durchgangsöffnung **29** des Basiskörpers **30** von der Seite des Bodenabdeckabschnitts **23** eingebracht. Die Scheibenventile **33a** und **33b** sind durch einen Kopfabschnitt **36** eines Endes der Niete **35** und eines gehämmerten Abschnitts (swaging section) **37** des anderen Endes an Innenabschnitten in der radialen Richtung davon geklemmt und an dem Basiskörper **30** angebracht.

[0042] Das Scheibenventil **33b** ermöglicht, dass das Öl von der Kammer **12** zur Reservoirkammer **5** über eine Durchgangsöffnung (nicht gezeigt) des Scheibenventils **33a** und den Durchgang **31b** des Basiskörpers **30** strömt, um eine Dämpfungskraft zu erzeugen, und der Strom des Öls in einer umgekehrten Richtung unterdrückt wird. Auf der Anderen Seite ermöglicht das Scheibenventil **33a**, dass das Öl von der Reservoirkammer **5** zur Kammer **12** über den Durchgang **31a** des Basiskörpers **30** strömt, ohne Widerstand, und begrenzt eine Strömung des Öls in der umgekehrten Richtung. Das Scheibenventil **33b** ist ein kompressionsseitiges Dämpfungsventil, das aufgebaut ist, um einen Durchgang **31** zu öffnen, wenn der Kolbenstab **8** zur Kompressionsseite bewegt wird, um einen Annäherungsbetrag an den Zylinder **4** zu vergrößern, und der Kolben **9** wird zur Seite der Kammer **12** bewegt, um einen Druck in der Kammer **12** zu erhöhen und eine Dämpfungskraft zu dieser Zeit zu erzeugen. Ferner ist das Scheibenventil **33a** ein Ansaugventil, das aufgebaut ist, um den Durchgang **31a** zu öffnen, wenn der Kolbenstab **8** zu einer Erweiterungsseite bzw. Auszugseite bewegt wird, um einen vorstehenden Betrag aus dem Zylinder **4** zu vergrößern, und der Kolben **9** wird zur Seite der Kammer **11** bewegt, um den Druck in der Kammer **12** zu verringern, aber eine Strömung des Öls, während zu dieser Zeit im Wesentlichen keine Dämpfungskraft erzeugt wird, von der Reservoirkammer **5** in die Kammer **12** ermöglicht.

[0043] Wenn der Kolbenstab **8** zur Erweiterungsseite bewegt wird, um den Vorsprungsbetrag aus dem Zylinder **4** zu vergrößern, strömt das entsprechende Öl von der Reservoirkammer **5** in die Kammer **12** über den Durchgang **31a**, während das Scheibenventil **33a** geöffnet wird. Auf der anderen Seite, wenn der Kolbenstab **8** zur Kompressionsseite bewegt wird, um einen Einbringbetrag des Zylinders **4** zu vergrößern, fließt das entsprechende Öl von der Kammer **12** über den Durchgang **31b** in die Reservoirkammer **5**, während das Scheibenventil **33b** geöffnet wird.

[0044] Ferner kann die Dämpfungskraft der Erweiterungsseite durch das Scheibenventil **33a**, das ein Sperrventil ist, positiv erzeugt werden. Ferner können diese Scheibenventile **33a** und **33b** weggelassen werden, wodurch eine Mündungsöffnung (orifice) ausgebildet wird.

[0045] Der Kolbenstab **8** weist einen Anbringschaftabschnitt **40** und einen Hauptschaftabschnitt **41** auf. Der Anbringschaftabschnitt **40** ist ein Abschnitt, an dem der Kolben **9** angebracht ist, und ist an einer vorderen Einbringseite des Kolbenstabs **8** in dem Zylinder **4** ausgebildet. Der Hauptschaftabschnitt **41** ist ein Abschnitt des Kolbenstabs **8**, der sich vom Anbringschaftabschnitt **40** unterscheidet, und weist einen größeren Durchmesser als der Anbringschaftabschnitt **40** auf. Ein Halter **42**, der sich in der radialen Richtung nach außen erweitert, ist an dem Hauptschaftabschnitt **41** fixiert, und ein Stoßabsorptionskörper **43**, der aus einem ringförmigen elastischen Material ausgebildet ist, ist an dem Halter **42** gegenüber dem Anbringschaftabschnitt **40** vorgesehen.

[0046] Wie es in **Fig. 2** gezeigt ist, sind mehrere (lediglich einer ist in der **Fig. 2** gezeigt, da eine Querschnittsansicht gezeigt ist) Durchgänge **50a** (erste Durchgänge) und mehrere (lediglich einer ist in **Fig. 2** gezeigt, da eine Querschnittsansicht gezeigt ist) Durchgänge **50b** (erste Durchgänge) in dem Kolben **9** ausgebildet. Diese Durchgänge **50a** und diese Durchgänge **50b** befinden sich mit der Kammer **11** und der Kammer **12** in Kommunikation. Bei der Bewegung des Kolbens **9** zur Kammer **11**, das heißt bei einem Erweiterungshub, bei dem der Kolbenstab **8** sich aus dem Zylinder **4** erstreckt, schließt ein Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51b** (später beschrieben), der bezüglich des Durchgangs **50b** installiert ist, den Durchgang **50b**. Aus diesem Grund strömt das Öl aus der Kammer **11**, die entweder die Kammer **11** oder die Kammer **12** ist, zur Kammer **12**, welche die andere derselben ist, durch den Durchgang **50a** durch Bewegung des Kolbens **9**. Ferner schließt bei der Bewegung des Kolbens **9** zur Kammer **12**, das heißt bei einem Kompressionshub, in dem der Kolbenstab **8** in den Zylinder **4** eintritt, ein Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51a** (später beschrieben), der bezüglich des Durchgangs **50a** installiert ist, den Durchgang **50a**. Aus diesem Grund fließt Öl aus der Kammer **12**, welche die andere von der Kammer **11** und der Kammer **12** ist, zur Kammer **11**, welche die eine derselben ist, durch den Durchgang **50b** durch die Bewegung des Kolbens **9**. Die Durchgänge **50a** und Durchgänge **50b**, welche in gleicher Anzahl vorgesehen sind, sind in dem Kolben **9** ausgebildet.

[0047] Die Durchgänge **50a** sind mit demselben Abstandsmaß ausgebildet, so dass die benachbarten Durchgänge **50a** einen der Durchgänge **50b** in der Umfangsrichtung sandwichartig einschließen. Eine Seite (die Seite der Kammer **11**) des Durchgangs **50a** in der axialen Richtung des Kolbens **9** ist nach außen hin in der radialen Richtung geöffnet, und die andere Seite in der axialen Richtung (die Seite der Kammer **12**) ist in der radialen Richtung nach innen hin geöffnet. Der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51** (ein erster Dämpfungskrafterzeugungsme-

chanismus), der aufgebaut ist, um eine Dämpfungskraft zu erzeugen, ist an diesen Durchgängen **50a** installiert. Der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51a** ist auf der Seite der Kammer **12** in der axialen Richtung des Kolbens **9** angeordnet. Der Durchgang **50a** bildet einen Durchgang in der Erweiterungsseite, in dem das Öl aus der Kammer **11** strömt, bei dem oben dargelegten Erweiterungshub. Der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51a**, der bezüglich des Durchgangs **50a** installiert ist, ist ein Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus der Erweiterungsseite, bei dem ein Strom des Öls des Durchgangs **50a** der Erweiterungsseite unterdrückt wird, um eine Dämpfungskraft zu erzeugen.

[0048] Ferner sind die Durchgänge **50b** mit demselben Abstandsmaß ausgebildet, so dass die benachbarten Durchgänge **50b** einen der Durchgänge **50a** in der Umfangsrichtung sandwichartig einschließen. Die andere Seite (die Seite der Kammer **12**) des Durchgangs **50b** in der axialen Richtung des Kolbens **9** ist in der radialen Richtung nach außen geöffnet, und eine Seite in der axialen Richtung (die Seite der Kammer **11**) ist in der radialen Richtung nach innen geöffnet. Der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51b** (ein erster Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus), der aufgebaut ist, um eine Dämpfungskraft zu erzeugen, ist an diesen Durchgängen **50b** installiert. Der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51b** ist auf der Seite der Kammer **11** in der axialen Richtung des Kolbens **9** angeordnet. Der Durchgang **50b** bildet einen Durchgang der Kompressionsseite aus, bei dem das Öl aus der Kammer **12** strömt, bei dem oben dargelegten Kompressionshub. Der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51b**, der bezüglich des Durchgangs **50b** installiert ist, ist ein Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus der Kompressionsseite, der aufgebaut ist, um einen Fluss des Öls des Durchgangs **50b** der Kompressionsseite zu unterdrücken, um eine Dämpfungskraft zu erzeugen.

[0049] Wie es in **Fig. 1** gezeigt ist, ist eine Durchgangsöffnung **55** in der radialen Richtung in dem Kolbenstab **8** an einer Position zwischen dem Kolben **9** des Hauptschaftabschnitts **41** und des Halters **42** ausgebildet. Ferner, wie es in **Fig. 2** gezeigt ist, ist eine Durchgangsöffnung **56**, die einen größeren Durchmesser als die Durchgangsöffnung **55** aufweist, in dem Kolbenstab **8** zum Anbringschaftabschnitt **40** in der axialen Richtung ausgebildet. Die Durchgangsöffnung **56** befindet sich mit der Durchgangsöffnung **55** in Kommunikation, um sich an dem vorderen Abschnitt des Anbringschaftabschnitts **40** zu öffnen. Diese Durchgangsöffnungen **55** und **56** bilden einen stabinternen Durchgang **57**, der in dem Kolbenstab **8** ausgebildet ist, und die Seite der Durchgangsöffnung **55** des stabinternen Durchgangs **57** befindet sich stets mit der Kammer **11** in Kommunikation.

[0050] Ein Dämpfungskraftänderungsmechanismus **58** ist an dem Kolbenstab **8** auf der gegenüberliegenden Seite des Hauptschaftabschnitts **41** bezüglich des Kolbens **9** des Anbringschaftabschnitts **40** ausgebildet. Der Dämpfungskraftänderungsmechanismus **58** ist angebracht, um die Durchgangsöffnung **56** des stabinternen Durchgangs **57** abzudecken, und der Innenbereich davon befindet sich mit dem stabinternen Durchgang **57** in Kommunikation.

[0051] Wie es schematisch in **Fig. 4** gezeigt ist, ist der oben dargelegte Stoßdämpfer **1** bezüglich jedes Rads **W** eines Fahrzeugs **V** installiert. Hier wird beispielsweise eine Seite des Stoßdämpfers **1** von einem Fahrzeugkörper **B** gehalten und ist die andere Seite auf der Seite des Rads **W** fixiert. Genauer gesagt ist der Stoßdämpfer **1** mit der Seite des Fahrzeugkörpers **B** an dem Kolbenstab **8** verbunden und mit der Seite des Rads **B** an dem Zylinder **4** gegenüber der Vorsprungsseite des Kolbenstabs **8** verbunden. Ferner kann die andere Seite des Stoßdämpfers von dem Fahrzeugkörper **B** gehalten werden und kann eine Seite des Stoßdämpfers mit der Seite des Rads **W** fixiert sein.

[0052] Wenn das Rad **W** aufgrund des Fahrens schwingt, während eine Relativposition zwischen dem Zylinder **4** und dem Kolbenstab **8** gemäß den Schwingungen variiert, wird die Schwingung durch einen Fluidwiderstand der Durchgänge, die in dem Kolben **9**, gezeigt in **Fig. 2**, ausgebildet sind, gemindert. Wie es unten beschrieben ist, da der Fluidwiderstand des Durchgangs, der in dem Kolben **9** ausgebildet ist, festgelegt ist, um entsprechend einer Geschwindigkeit oder einer Amplitude der Schwingungen unterschiedlich zu sein, wird der Fahrkomfort durch Unterdrücken der Schwingungen verbessert. Zusätzlich zu den Schwingungen, die von dem Rad **W** erzeugt werden, wird auch eine Trägheitskraft oder eine Zentrifugalkraft von dem Fahrzeugkörper **B**, der durch die Fahrt des Fahrzeugs **V** bewirkt wird, zwischen dem Zylinder **4** und dem Kolbenstab **8** aufgebaut. Beispielsweise wird die Zentrifugalkraft an dem Fahrzeugkörper **B** durch Ändern einer Fahrtrichtung durch eine Manipulation des Lenkrads erzeugt, und eine Kraft, basierend auf der Zentrifugalkraft, wirkt zwischen dem Zylinder **4** und dem Kolbenstab **8**. Wie es unten beschrieben ist, weist der Stoßdämpfer **1** der Ausführungsform gute Eigenschaften bezüglich der Schwingungen basierend auf der Kraft, die an dem Fahrzeugkörper **B** erzeugt wird, die durch die Fahrt des Fahrzeugs **V** bewirkt wird, auf, und eine hohe Stabilität beim Fahren des Fahrzeugs **V** kann erhalten werden.

[0053] Wie es in **Fig. 2** gezeigt ist, weist der Kolben **9** einen im Wesentlichen scheibenförmigen Kolbenhauptkörper **61** und ein Verschiebungskontaktelement **62** auf, das an der Außenumfangsfläche des Kolbenhauptkörpers **61** angebracht ist. Der Kolben **9**

gerät mit der Innenseite des Zylinders **4** an dem Verschiebungskontaktelement **62** in Kontakt. Eine Einbringöffnung **63** ist ausgebildet, um in der radialen Richtung des Kolbenhauptkörpers **61** durch ein Zentrum in der axialen Richtung zu verlaufen, und der Anbringschaftabschnitt **40** des Kolbenstabs **9** wird in die Einbringöffnung **63** eingebracht. Eine Seite in der axialen Richtung der Einbringöffnung **63** ist ein Öffnungsabschnitt des kleinen Durchmessers **64**, und die andere Seite in der axialen Richtung ist ein Öffnungsabschnitt des großen Durchmessers **65**, der einen größeren Durchmesser als der Öffnungsabschnitt des kleinen Durchmessers **64** aufweist. Ferner sind die Durchgänge **50a** und **50b** an dem Kolbenhauptkörper **61** ausgebildet, um die Einbringöffnung **63** zu umgeben.

[0054] Ein Sitzabschnitt **71a** ist an einem Endabschnitt der Seite der Kammer **12** in der axialen Richtung des Kolbenhauptkörpers **61** ausgebildet. Der Sitzabschnitt **71a** ist an der Außenseite einer Endöffnungsposition des Durchgangs **50a** der Erweiterungsseite ausgebildet. Ein Sitzabschnitt **71b** ist an einem Endabschnitt der Seite der Kammer **11** in der axialen Richtung des Kolbenhauptkörpers **61** ausgebildet. Der Sitzabschnitt **71b** ist ringförmig an der Außenseite einer Endöffnungsposition des Durchgangs **50b** der Kompressionsseite ausgebildet. Der Sitzabschnitt **71a** bildet den Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51a** aus. Der Sitzabschnitt **71b** bildet den Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51b** aus.

[0055] In dem Kolbenhauptkörper **61** ist ein Abschnitt des Sitzabschnitts **71a** gegenüber der Einbringöffnung **63** ein ringförmiger Stufenabschnitt **72b**, der eine geringere Höhe in der axialen Richtung als der Sitzabschnitt **71a** aufweist. Das andere Ende des Durchgangs **50b** der Kompressionsseite ist an einer Position des Stufenabschnitts **72b** offen. Ferner ist gleichermaßen in dem Kolbenhauptkörper **61** ein Abschnitt des Sitzabschnitts **71b** gegenüber der Einbringöffnung **63** ein ringförmiger Stufenabschnitt **72a**, der in der axialen Richtung eine geringere Höhe als der Sitzabschnitt **71b** aufweist. Das andere Ende des Durchgangs **50a** der Erweiterungsseite ist an einer Position des Stufenabschnitts **72a** offen.

[0056] Der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51a** ist ein Scheibenventil, das von dem Sitzabschnitt **71a** und einer ringförmigen Scheibe **75a** aufgebaut ist, das gleichzeitig an dem gesamten Sitzabschnitt **71a** anliegen bzw. darauf sitzen kann. Die Scheibe **75a** wird durch Überlappen mehrerer ringförmiger einzelner Scheiben aufgebaut. Ein Abstandhalter **76a**, der einen kleineren Durchmesser als die Scheibe **75a** aufweist, ist auf der Seite des Kolbenhauptkörpers **61** der Scheibe **75a** angeordnet, und das ringförmige Ventilbegrenzungselement **77a**, das einen kleineren Durchmesser als die Scheibe **75a**

aufweist, ist an einem Abschnitt der Scheibe **75a** gegenüber des Kolbenhauptkörpers **61** angeordnet.

[0057] Der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51a** weist eine feste Öffnung **78a** auf, die zwischen dem Sitzabschnitt **71** und der Scheibe **75a** angeordnet ist und aufgebaut ist, um den Durchgang **50a** mit der Kammer **12** in Kommunikation zu bringen, selbst wenn der Sitzabschnitt **71a** und die Scheibe **75a** gegeneinander angrenzen. Die feste Öffnung **78a** ist durch eine Nut, die in dem Sitzabschnitt **71a** ausgebildet ist, oder eine Öffnung, die in der Scheibe **75a** ausgebildet ist, ausgebildet. Die Scheibe **75a** wird von dem Sitzabschnitt **71a** getrennt, um den Durchgang **50a** zu öffnen. Hier begrenzt das Ventilbegrenzungselement **77a** eine Verformung der Scheibe **75a** in der Öffnungsrichtung, so dass diese einen bestimmten Betrag nicht übersteigt. Der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51a** ist an dem Durchgang **50a** installiert, um einen Fluss des Öls, der durch Verschiebung des Kolbens **9** in dem Durchgang **50a** erzeugt wird, zur Kammer **11** zu unterdrücken, wodurch die Dämpfungskraft erzeugt wird.

[0058] Gleichermaßen ist der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51b** ein Scheibenventil, das von dem Sitzabschnitt **71b** und der ringförmigen Scheibe **75b** ausgebildet wird, das gleichzeitig an dem gesamten Sitzabschnitt **71b** anliegen bzw. darauf sitzen kann. Auch die Scheibe **75b** ist durch Überlappen mehrerer ringförmiger einzelner Scheiben aufgebaut. Ein ringförmiges Ventilbegrenzungselement **77b**, das einen kleineren Durchmesser als die Scheibe **75b** aufweist, ist an einem Abschnitt der Scheibe **75b** gegenüber dem Kolbenhauptkörper **61** angeordnet. Das Ventilbegrenzungselement **77b** grenzt gegen eine Endfläche der Seite des Anbringschaftabschnitts **40** des Hauptschaftabschnitts **41** des Kolbenstabs **8** an.

[0059] Der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51b** weist eine feste Öffnung **78b** auf, die zwischen dem Sitzabschnitt **71b** und der Scheibe **75b** angeordnet ist und aufgebaut ist, um den Durchgang **50b** mit der Kammer **11** in Kommunikation zu bringen, selbst wenn der Sitzabschnitt **71b** und die Scheibe **75b** sich in einem Angrenzungs Zustand befinden. Die feste Öffnung **78b** ist durch eine Nut, die in dem Sitzabschnitt **71b** ausgebildet ist, oder eine Öffnung, die in der Scheibe **75b** ausgebildet ist, ausgebildet. Die Scheibe **75b** wird von dem Sitzabschnitt **71b** getrennt, um den Durchgang **50b** zu öffnen, und hier begrenzt das Ventilbegrenzungselement **77b** eine Verformung der Scheibe **75b** in der Öffnungsrichtung, so dass diese einen bestimmten Betrag nicht übersteigt. Der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51b** ist an dem Durchgang **50b** installiert, um einen Ölfluss, der durch Verschieben des Kolbens **9** in dem Durchgang **50b** zur Kammer **12** erzeugt wird, zu

unterdrücken, wodurch die Dämpfungskraft erzeugt wird.

[0060] Während in der Ausführungsform ein Beispiel, in dem die Dämpfungskrafterzeugungsmechanismen **51a** und **51b** Scheibenventile von inneren Umfangsklammern sind, beschrieben wurde, ist die vorliegende Erfindung nicht auf diese Ausführungsform beschränkt, sondern kann ein Mechanismus sein, der aufgebaut ist, um eine Dämpfungskraft zu erzeugen, beispielsweise ein Hub-Ventil, das aufgebaut ist, um ein Scheibenventil, das eine Spiralfeder verwendet, vorzuspannen, oder ein Tellerventil.

[0061] Ein Außengewinde **80** ist an einer Vorderseite des Anbringschaftabschnitts **40** des Kolbenstabs **8** ausgebildet, und der oben dargelegte Dämpfungskraftänderungsmechanismus **58** steht mit dem Außengewinde **80** im Gewindeeingriff. Der Dämpfungskraftänderungsmechanismus **58** ist eine Frequenzantwortereinheit, die vorgesehen ist, um die Dämpfungskraft durch eine Frequenz (ein Schwingungszustand) ohne Steuerung von außen zu ändern. Der Dämpfungskraftänderungsmechanismus **58** schließt das Ventilbegrenzungselement **77a**, die Scheibe **75a**, den Abstandhalter **76a**, den Kolben **9**, die Scheibe **75b** und das Ventilbegrenzungselement **77b** zwischen einer Endfläche des Hauptschaftabschnitts **41** des Kolbenstabs **8** in einem Zustand sandwichartig ein, in dem der Dämpfungskraftänderungsmechanismus **58** mit dem Außengewinde **80** im Gewindeeingriff steht, wodurch dieser auch als eine Mutter fungiert.

[0062] Der Dämpfungskraftänderungsmechanismus **58** wird von einem Gehäuse **85**, das aus einem Abdeckelement **32** und einem Gehäusehauptkörper **83** ausgebildet ist, einem freien Kolben **87**, einem O-Ring **88** (ein Federelement) und einem O-Ring **89** (ein Federelement) aufgebaut. Ein Innengewinde **81**, das mit dem Außengewinde **80** an der einen Endseite des Kolbenstabs **8** im Gewindeeingriff steht, ist an dem Abdeckelement **82** ausgebildet. Der Gehäusehauptkörper **83** weist eine im Wesentlichen zylindrische Form auf, so dass die eine Endöffnungsseite an dem Abdeckelement **82** angebracht ist, um geschlossen zu sein. Der freie Kolben **87** ist verschiebbar in das Gehäuse **85** eingebracht. Der O-Ring **88** ist ein elastischer Körper der Kompressionsseite, der zwischen dem freien Kolben **87** und dem Abdeckelement **82** des Gehäuses **85** vorgesehen ist, um komprimierend verformt zu werden, wenn der freie Kolben **87** zur Seite des Abdeckelements **82** in der axialen Richtung bezüglich des Gehäuses **85** bewegt wird. Der O-Ring **89** ist ein elastischer Körper der Erweitungsseite, der zwischen dem freien Kolben **87** und dem Gehäusehauptkörper **83** des Gehäuses **85** vorgesehen ist, um komprimierend verformt zu werden, wenn der freie Kolben **87** zu einer der obigen gegenüberliegenden Seite bezüglich des Gehäuses **85** be-

wegt wird. Ferner zeigt **Fig. 2** die O-Ringe **88** und **89** in einem natürlichen Zustand zur vereinfachten Darstellung. Insbesondere, da der O-Ring **89** auch als eine Dichtung fungiert, kann der O-Ring **89** vorgesehen sein, um in dem angebrachten Zustand stets in einen nicht-kreisförmigen Querschnitt verformt zu sein. Der oben dargelegte O-Ring **88** ist ein Widerstandselement, das aufgebaut ist, um komprimierend verformt zu werden, um eine Widerstandskraft bezüglich der Versetzung des freien Kolbens **87** zu erzeugen, wenn der freie Kolben **87** in einer Richtung bewegt wird, und der O-Ring **89** ist ein Widerstandselement, das komprimierend verformt wird, um eine Widerstandskraft bezüglich der Versetzung des freien Kolbens **87** zu erzeugen, wenn der freie Kolben **87** in der anderen Richtung bewegt wird.

[0063] Das Abdeckelement **82** wird hauptsächlich durch Schneiden ausgebildet. Das Abdeckelement **82** weist einen Abdeckinnenrohrabschnitt **91**, einen Abdeckbasisplattenabschnitt **92**, einen Abdeckaußenrohrabschnitt **93** und einen konvexen Passabschnitt **94** auf. Der Abdeckinnenrohrabschnitt **91** weist im Wesentlichen eine zylindrische Form auf, und das Innengewinde **81** ist an dem Innenumfangsabschnitt davon ausgebildet. Der Abdeckbasisplattenabschnitt **92** weist eine Scheibenform mit Bohrung auf, die sich von dem einen Endabschnitt in der axialen Richtung des Abdeckinnenrohrabschnitts **91** in der radialen Richtung nach außen erstreckt. Der Abdeckaußenrohrabschnitt **93** erstreckt sich von der Außenumfangsseite des Abdeckbasisplattenabschnitts **92** in derselben Richtung wie der Abdeckinnenrohrabschnitt **91**. Der konvexe Passabschnitt **94** weist eine Ringform auf, die von derselben Seite wie der Abdeckbasisplattenabschnitt **92** in der axialen Richtung des Abdeckaußenrohrabschnitts **93** nach außen in der radialen Richtung hervorsteht.

[0064] Der Innenumfangsabschnitt des Abdeckaußenrohrabschnitts **93** des Abdeckinnenrohrabschnitts **91** weist einen zylindrischen Flächenabschnitt **96** und einen geneigten Flächenabschnitt **97** hintereinander von der Seite des Abdeckbasisplattenabschnitts **92** auf. Der zylindrische Flächenabschnitt **96** weist einen konstanten Durchmesser auf. Der geneigte Flächenabschnitt **97** ist mit dem zylindrischen Flächenabschnitt **96** verbunden und weist eine Ringform auf, die einen Durchmesser hat, der mit Entfernung von dem zylindrischen Flächenabschnitt **96** in der axialen Richtung zunimmt. Der geneigte Flächenabschnitt **97** weist im Wesentlichen einen bogenförmigen Querschnitt auf, der eine zentrale Achse des Abdeckelements **82** enthält.

[0065] Der Gehäusehauptkörper **83** wird hauptsächlich durch Schneiden ausgebildet, und der Gehäusehauptkörper **83** weist im Wesentlichen eine zylindrische Form auf. Der Gehäusehauptkörper **83** weist einen inneren ringförmigen Vorsprung **100** auf,

der von einer Seite in der axialen Richtung in der radialen Richtung nach innen hervorsteht. Ein zylindrischer Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **101**, ein geneigter Flächenabschnitt **102**, ein zylindrischer Flächenabschnitt des großen Durchmessers **103** und ein zylindrischer Flächenpassabschnitt **104** sind an dem Innenumfangsabschnitt des Gehäusehauptkörpers **83** hintereinander von einer Seite in der axialen Richtung ausgebildet. Der zylindrische Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **101** weist einen konstanten Durchmesser auf. Der geneigte Flächenabschnitt **102** ist mit dem zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **101** verbunden und weist eine Ringform auf, die einen Durchmesser hat, der mit Zunahme des Abstands von dem zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **101** zunimmt. Der zylindrische Flächenabschnitt des großen Durchmessers **103** ist mit dem geneigten Flächenabschnitt **102** verbunden und weist einen konstanten Durchmesser auf, der größer als der des zylindrischen Flächenabschnitts des kleinen Durchmessers **101** ist. Der geneigte Flächenabschnitt **102** weist im Wesentlichen einen bogenförmigen Querschnitt auf, der eine zentrale Achse des Gehäusehauptkörpers **83** enthält. Der zylindrische Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **101** und der geneigte Flächenabschnitt **102** sind an dem inneren ringförmigen Vorsprung **100** ausgebildet. Ferner, während bezüglich des Gehäusehauptkörpers **83** beschrieben wurde, dass dieser eine zylindrische Form aufweist, kann der Innenumfangsabschnitt einen kreisförmigen Querschnitt aufweisen, und der Außenumfangsabschnitt kann einen nicht-kreisförmigen Querschnitt aufweisen, wie beispielsweise eine Polygonform.

[0066] In dem oben dargelegten Gehäusehauptkörper **83** ist in einem Zustand, in dem der zylindrische Flächenpassabschnitt **104** sich zum Endabschnitt gegenüber dem inneren ringförmigen Vorsprung **100** in der axialen Richtung erstreckt, der konvexe Passabschnitt **94** des Abdeckelements **82** in den zylindrischen Flächenpassabschnitt **104** eingepasst. Danach sind, indem ein Abschnitt des Gehäusehauptkörpers **83** gegenüber dem inneren ringförmigen Vorsprung **100** in der axialen Richtung, eher als der konvexe Passabschnitt **94**, nach innen gebogen ist, der Gehäusehauptkörper **83** und das Abdeckelement **82** integriert, um das Gehäuse **85** auszubilden. Der Abdeckaußenrohrabschnitt **93** des Abdeckelements **82** bildet einen ringförmigen Abschnitt des kleinen Durchmessers aus, der in der radialen Richtung stärker als der zylindrische Flächenabschnitt des großen Durchmessers **103** in dem Gehäuse **85** nach innen hervorsteht, und der geneigte Flächenabschnitt **97** ist an einem Abschnitt davon ausgebildet. Ferner bildet der innere ringförmige Vorsprung **100** des Gehäusehauptkörpers **83** einen ringförmigen Abschnitt des kleinen Durchmessers, der in der radialen Richtung stärker als der zylindrische Flächenabschnitt des gro-

ßen Durchmessers **103** in dem Gehäuse nach innen hervorsteht, und der geneigte Flächenabschnitt **102** ist an einem Abschnitt davon ausgebildet. Der geneigte Flächenabschnitt **97** und der geneigte Flächenabschnitt **102** sind in der axialen Richtung einander gegenüber angeordnet.

[0067] Der freie Kolben **87** wird hauptsächlich durch Schneiden ausgebildet. Der freie Kolben **87** weist im Wesentlichen einen zylindrischen Kolbenrohrabschnitt **108** und einen plattenförmigen Kolbenschießplattenabschnitt **109** auf. Der Kolbenschießplattenabschnitt **109** ist ausgebildet, um eine Seite in Axialrichtung des Kolbenrohrabschnitts **108** zu schließen. Ein äußerer ringförmiger Vorsprung **110** ist an dem Kolbenrohrabschnitt **108** an einer Zwischenposition in der axialen Richtung ausgebildet. Der äußere ringförmige Vorsprung **110** weist eine Ringform auf, die einen größeren Durchmesser als der andere Abschnitt des Kolbenrohrabschnitts **108** hat, und steht in der radialen Richtung nach außen hervor. Der äußere ringförmige Vorsprung **110** ist ausgebildet, um etwas zu einer gegenüberliegenden Seite des Kolbenschießplattenabschnitts **109** von der zentralen Position in der axialen Richtung des freien Kolbens **87** abzuweichen.

[0068] Ein zulaufender Flächenabschnitt **112**, ein zylindrischer Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **113**, ein geneigter Flächenabschnitt **114**, ein zylindrischer Flächenabschnitt des großen Durchmessers **115**, ein geneigter Flächenabschnitt **116**, ein zylindrischer Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **117** und ein zulaufender Flächenabschnitt **118** sind an der Außenumfangsfläche des Kolbenrohrabschnitts **108** hintereinander von der Seite des Kolbenschießplattenabschnitts **109** in der axialen Richtung ausgebildet. Der geneigte Flächenabschnitt **114**, der zylindrische Flächenabschnitt des großen Durchmessers **115** und der geneigte Flächenabschnitt **116** sind an dem äußeren ringförmigen Vorsprung **110** ausgebildet.

[0069] Der zulaufende Flächenabschnitt **112** weist eine zulaufende Form auf, die einen Durchmesser aufweist, der zur gegenüberliegenden Seite des zylindrischen Flächenabschnitts des kleinen Durchmessers **113** in der axialen Richtung abnimmt. Der zylindrische Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **113** ist mit der Seite des großen Durchmessers des zulaufenden Flächenabschnitts **112** verbunden und weist einen konstanten Durchmesser auf. Der geneigte Flächenabschnitt **114** ist mit dem zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **113** verbunden und weist eine Ringform auf, die einen Durchmesser hat, der mit Vergrößerung des Abstands von dem zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **113** in der axialen Richtung zunimmt. Der zylindrische Flächenabschnitt des großen Durchmessers **115** ist mit der Seite des großen

Durchmessers des geneigten Flächenabschnitts **114** verbunden und weist einen konstanten Durchmesser auf, der größer als der des zylindrischen Flächenabschnitts des kleinen Durchmessers **113** ist. Der geneigte Flächenabschnitt **114** weist im Wesentlichen einen bogenförmigen Querschnitt auf, der eine zentrale Achse des freien Kolbens **87** enthält.

[0070] Der geneigte Flächenabschnitt **116** ist mit dem zylindrischen Flächenabschnitt des großen Durchmessers **115** verbunden und weist eine Ringform auf, die einen Durchmesser hat, der mit Zunahme des Abschnitts von dem zylindrischen Flächenabschnitt des großen Durchmessers **115** zunimmt. Der zylindrische Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **117** ist mit der Seite des kleinen Durchmessers des geneigten Flächenabschnitts **116** verbunden. Der zylindrische Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **117** weist einen konstanten Durchmesser auf, der gleich einem Durchmesser des zylindrischen Flächenabschnitts des konstanten Durchmessers **113** ist. Der zulaufende Flächenabschnitt **116** ist mit dem zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **117** verbunden und weist eine zulaufende Form auf, die einen Durchmesser hat, der zu einer gegenüberliegenden Seite des zylindrischen Flächenabschnitts des kleinen Durchmessers **117** in der axialen Richtung abnimmt. Der geneigte Flächenabschnitt **116** weist im Wesentlichen einen bogenförmigen Flächenabschnitt auf, der eine zentrale Achse des freien Kolbens **87** enthält. Der äußere ringförmige Vorsprung **110** weist eine symmetrische Form bezüglich einer Ebene auf, die durch eine zentrale Position davon in der axialen Richtung tritt. Mehrere Durchgangsöffnungen **119** sind in dem freien Kolben **87** in bestimmten Abständen in der Umfangsrichtung des freien Kolbens **87** ausgebildet. Die Durchgangsöffnungen **119** sind an der zentralen Position in der axialen Richtung des äußeren ringförmigen Vorsprungs **110** ausgebildet und treten durch den äußeren ringförmigen Vorsprung **110** in der radialen Richtung.

[0071] Der freie Kolben **87** ist in dem Gehäuse **85** angeordnet, so dass der Kolbenschießplattenabschnitt **109** auf der Seite des inneren ringförmigen Vorsprungs **100** in der axialen Richtung angeordnet ist. In einem Zustand, in dem der freie Kolben **87** in dem Gehäuse **85** angeordnet ist, bewegt der zylindrische Flächenabschnitt des großen Durchmessers **115** eine Position des zylindrischen Flächenabschnitts des großen Durchmessers **103** des Gehäusehauptkörpers **83** in der axialen Richtung. Ferner bewegen in einem Zustand, in dem der freie Kolben **87** in dem Gehäuse **85** angeordnet ist, der zulaufende Flächenabschnitt **112** und der zylindrische Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **113** der einen Seite eine Position des zylindrischen Flächenabschnitts des kleinen Durchmessers **101** des Gehäusehauptkörpers **83** in der axialen Richtung. Ferner bewegen in einem Zu-

stand, in dem der freie Kolben **87** in dem Gehäuse **85** angeordnet ist, der zylindrische Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **117** und der zulaufende Flächenabschnitt **118** der anderen Seite eine Position des zylindrischen Flächenabschnitts **96** des Abdeckaußenrohrabschnitts **93** des Abdeckelements **82** in der axialen Richtung.

[0072] In einem Zustand, in dem der freie Kolben **87** in dem Gehäuse **85** angeordnet ist, überlappen sich der geneigte Flächenabschnitt **102** des Gehäusehauptkörpers **83** und der geneigte Flächenabschnitt **114** des freien Kolbens **87** in der radialen Richtung. Folglich stehen der geneigte Flächenabschnitt **102** des Gehäusehauptkörpers **83** und der geneigte Flächenabschnitt **114** des freien Kolbens **87** einander in einer Bewegungsrichtung des freien Kolbens **87** gegenüber. Ferner überlappen der geneigte Flächenabschnitt **97** des Abdeckaußenrohrabschnitts **93** des Abdeckelements **82** und der geneigte Flächenabschnitt **116** des freien Kolbens **87** einander in der radialen Richtung. Folglich stehen der geneigte Flächenabschnitt **97** des Abdeckelements **82** und der geneigte Flächenabschnitt **116** des freien Kolbens **87** einander in der Bewegungsrichtung des freien Kolbens **87** gegenüber.

[0073] Der O-Ring **89** (ein natürlicher Zustand ist in Fig. 2 gezeigt) ist zwischen dem zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **113** und dem geneigten Flächenabschnitt **114** des freien Kolbens **87**, und dem geneigten Flächenabschnitt **102** und dem zylindrischen Flächenabschnitt des großen Durchmessers **103** des Gehäusehauptkörpers **83** angeordnet. Mit anderen Worten ist der O-Ring **89** zwischen dem äußeren ringförmigen Vorsprung **110** des freien Kolbens **87** und dem inneren ringförmigen Vorsprung **100** des Gehäuses **85** angeordnet. Der O-Ring **89** weist einen kreisförmigen Querschnitt auf, der eine zentrale Achse enthält, wenn sich der O-Ring **89** in einem natürlichen Zustand befindet. Der O-Ring **89** weist einen Innendurchmesser, der kleiner als der zylindrische Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **113** des freien Kolbens **87** ist, und einen Außendurchmesser auf, der größer als der zylindrische Flächenabschnitt des großen Durchmessers **103** des Gehäusehauptkörpers **83** ist, wenn sich der O-Ring **89** in einem natürlichen Zustand befindet. Das heißt, der O-Ring **89** ist sowohl bezüglich des freien Kolbens **87** als auch des Gehäuses **85** in der radialen Richtung davon mit einer Überpassung bzw. einer Presspassung (interference-fitted) vorgesehen.

[0074] Ferner ist der O-Ring **88** (ein natürlicher Zustand ist in Fig. 2 gezeigt) zwischen dem zylindrischen Flächenabschnitt **103** des großen Durchmessers und dem geneigten Flächenabschnitt **97** des Gehäuses **85**, und dem geneigten Flächenabschnitt **116** und dem zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **117** des freien Kolbens **87** angeordnet.

Mit anderen Worten ist der O-Ring **88** zwischen dem äußeren ringförmigen Vorsprung **110** des freien Kolbens **87** und dem Abdeckaußenrohrabschnitt **93** des Gehäuses **85** angeordnet. Der O-Ring **88** weist einen kreisförmigen Querschnitt auf, der eine zentrale Achse enthält, wenn sich der O-Ring **88** in einem natürlichen Zustand befindet. Der O-Ring **88** weist einen Innendurchmesser, der kleiner als der zylindrische Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **117** des freien Kolbens **87** ist, und einen Außendurchmesser auf, der größer als der zylindrische Flächenabschnitt des großen Durchmessers **103** des Gehäuses **85** ist, wenn sich der O-Ring **88** in einem natürlichen Zustand befindet. Das heißt, auch der O-Ring **88** ist bezüglich sowohl des freien Kolbens **87** als auch des Gehäuses **85** in der radialen Richtung davon mit einer Überpassung bzw. einer Presspassung (interference-fitted) vorgesehen.

[0075] Beide O-Ringe **88** und **89** sind übliche Teile, welche dieselbe Größe aufweisen, und spannen den freien Kolben **87** gegen das Gehäuse **85** in dem Gehäuse **85** vor, um den freien Kolben **87** in einer bestimmten neutralen Position in der axialen Richtung zu halten. Ferner werden die O-Ringe **88** und **89** elastisch verformt, um eine Bewegung des freien Kolbens **87** bezüglich des Gehäuses **85** zu beiden Seiten in der axialen Richtung zu ermöglichen.

[0076] In dem freien Kolben **87** befindet sich der O-Ring **88** in Kontakt mit dem zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **117** und des geneigten Flächenabschnitts **116**. Zwischen dem geneigten Flächenabschnitt **116** und dem zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **117** ist der geneigte Flächenabschnitt **116** zur Bewegungsrichtung des freien Kolbens **87** geneigt. Ferner befindet sich in dem Gehäuse **85** der O-Ring **88** mit dem zylindrischen Flächenabschnitt des großen Durchmessers **103** und dem geneigten Flächenabschnitts **97** des Gehäuses **85** in Kontakt. Zwischen dem geneigten Flächenabschnitt **97** und dem zylindrischen Flächenabschnitt des großen Durchmessers **103** ist der geneigte Flächenabschnitt **97** zur Bewegungsrichtung des freien Kolbens **87** geneigt.

[0077] Mit anderen Worten ist der äußere ringförmige Vorsprung **110** an dem Außenumfangsabschnitt des freien Kolbens **87** installiert, und beide Flächen in der axialen Richtung des äußeren ringförmigen Abschnitts **110** bilden den geneigten Flächenabschnitt **114** und den geneigten Flächenabschnitt **116** aus. Ferner sind der innere ringförmige Vorsprung **100**, der den geneigten Flächenabschnitt **102** und den Abdeckaußenrohrabschnitt **93**, der den geneigten Flächenabschnitt **97** hat, aufweist, an beiden Seitenpositionen des äußeren ringförmigen Vorsprungs **110** in dem Innenumfang des Gehäuses **85** ausgebildet. Ferner sind der O-Ring **89** und der O-Ring **88** entsprechend zwischen dem äußeren ringförmigen Vor-

sprung **110** und dem inneren ringförmigen Vorsprung **100** und zwischen dem äußeren ringförmigen Vorsprung **110** und dem Abdeckaußenrohrabschnitt **93** installiert.

[0078] Ferner, wenn der Dämpfungskraftänderungsmechanismus **58** montiert ist, ist der O-Ring **89** beispielsweise in den Gehäusehaupteckkörper **83** an eine Position des geneigten Flächenabschnitts **102** eingebracht. Dann ist der freie Kolben **87** in den Gehäusehaupteckkörper **83** und den O-Ring **89** eingepasst. Hier wird in dem freien Kolben **87** der zylindrische Flächenabschnitt des großen Durchmessers **115** zum zylindrischen Flächenabschnitt des großen Durchmessers **103** des Gehäusehaupteckkörpers **83** geführt, und dann ist der geneigte Flächenabschnitt **112** in den O-Ring **89** und den zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **101** des Gehäusehaupteckkörpers **83** von der Seite des kleinen Durchmessers eingebracht. Als Nächstes wird der O-Ring **88** zwischen dem Gehäusehaupteckkörper **83** und dem freien Kolben **87** an eine Position des geneigten Flächenabschnitts **116** eingebracht. Anschließend wird das Abdeckelement **82** in den Gehäusehaupteckkörper **83** eingepasst und der Gehäusehaupteckkörper **83** wird mittels Hämmern bzw. Schmiedens geschlossen (swage). Der Dämpfungskraftänderungsmechanismus **58**, der wie oben beschrieben im Voraus montiert wird, wird durch Gewindeeingriff des Innengewindes **81** mit dem Außengewinde **80** des Anbringungsabschnitts **40** des Kolbenstabs **8** angebracht. Hier grenzt der Abdeckbasisplattenabschnitt **92** des Gehäuses **85** gegen das Ventilbegrenzungselement **77a** an. Ein äußerer Durchmesser des Dämpfungskraftänderungsmechanismus **58**, das heißt ein äußerer Durchmesser des Gehäuses **85**, ist festgelegt, um kleiner als ein Innendurchmesser des Innenrohrs **2** zu sein, so dass kein Strömungswegwiderstand erzeugt wird.

[0079] Der stabinterne Durchgang **57**, der sich mit der Kammer **11** wie oben beschrieben stets in Kommunikation befindet, ist in dem Kolbenstab **8** ausgebildet. Ein gehäuseinterner Durchgang **121**, der sich stets mit dem stabinternen Durchgang **57** in Kommunikation befindet, ist in dem Gehäuse **85** ausgebildet. Der stabinterne Durchgang **57** und der gehäuseinterne Durchgang **121** bilden einen stabseitigen Durchgang **122** (einen zweiten Durchgang). Folglich ist der gehäuseinterne Durchgang **121** in dem Gehäuse **85** als ein Abschnitt des Durchgangs des stabseitigen Durchgangs **122** ausgebildet. Der freie Kolben **87** ist beweglich in dem Gehäuse **85** installiert, um den stabseitigen Durchgang **122** in eine Stromaufwärtsseite und eine Stromabwärtsseite zu unterteilen. Der stabseitige Durchgang **122** befindet sich mit der Kammer **11** in Kommunikation, welche entweder die Kammer **11** oder die Kammer **12** in dem Innenrohr **2** ist. In dem stabseitigen Durchgang **122**, wenn der Druck der Kammer **11** durch Bewegung des Kolbens **9** zur

Kammer **11** erhöht wird, strömt Öl aus der Kammer **11** heraus. Das heißt, das Öl strömt durch den Durchgang **50a** und den stabseitigen Durchgang **122**, der eine separate Leitung bezüglich des Durchgangs **50a** ist, durch Bewegung des Kolbens **9** zur Kammer **11**.

[0080] Der gehäuseinterner Durchgang **121** wird durch den O-Ring **89**, den freien Kolben **87** und das Gehäuse **85** in einen stabseitigen Durchgangsabschnitt **123** in Kommunikation mit der Kammer **11** der Seite des Kolbenstabs **8** und einen bodenkammerseitigen Durchgangsabschnitt **124** in Kommunikation mit der Kammer **12** der Bodenseite unterteilt. Der stabseitige Durchgangsabschnitt **123** wird von der Kammer **125**, der Durchgangsöffnung **119** und der Kammer **126** gebildet. Die Kammer **125** wird von dem Abdeckelement **82**, dem freien Kolben **87** und dem O-Ring **88** umgeben, und der stabseitige Durchgang **57** ist offen. Die Durchgangsöffnung **119** ist in dem freien Kolben **87** ausgebildet, und ein Ende davon ist in der Kammer **125** offen. Die Kammer **126** wird von dem Gehäusehaupteckkörper **83**, dem O-Ring **88**, dem O-Ring **89** und dem freien Kolben **87** umgeben, und das andere Ende der Durchgangsöffnung **119** ist offen. Der bodenkammerseitige Durchgangsabschnitt **124** wird von einem Abschnitt gebildet, der von der Seite des inneren ringförmigen Vorsprungs **100** des Gehäusehaupteckkörpers **83**, dem O-Ring **89** und dem freien Kolben **87** umgeben ist.

[0081] Wenn der Kolben **9** bei dem Erweiterungshub zur Kammer **11** bewegt wird, strömt das Öl der Kammer **11** zum stabseitigen Durchgang **57** und den stabseitigen Durchgangsabschnitt **123**. Anschließend bewegt sich der freie Kolben **87** zur gegenüberliegenden Seite des Abdeckelements **82** in der axialen Richtung bezüglich des Gehäuses **85**, während das Öl aus dem bodenkammerseitigen Durchgangsabschnitt **124** in die Kammer **12** abgegeben wird. Hier grenzt der eine O-Ring **89**, der zwischen dem freien Kolben **87** und dem Gehäuse **85** installiert ist, gegen den geneigten Flächenabschnitt **114** des äußeren ringförmigen Vorsprungs **110**, der zwischen den O-Ringen **88** und **89** des Außenumfangsabschnitts des freien Kolbens **87** angeordnet ist, und den geneigten Flächenabschnitt **102** des inneren ringförmigen Vorsprungs **100** des Innenumfangsabschnitts des Gehäuses **85** an und ist zwischen diesen sandwichartig eingefasst, wodurch dieser elastisch verformt wird. Das heißt, der eine O-Ring **89** erzeugt bei dem Erweiterungshub eine elastische Kraft bezüglich der Bewegung des freien Kolbens **87** zu einer Seite.

[0082] Wenn beim Kompressionshub der Kolben **9** zur Kammer **12** bewegt wird, drückt das Öl der Kammer **12** den freien Kolben **87**. Anschließend wird der freie Kolben **87** in der axialen Richtung bezüglich des Gehäuses **85** zum Abdeckelement **82** bewegt, während das Öl in den bodenkammerseitigen Durchgangsabschnitt **124** eingespritzt wird. Hier grenzt der

anderen O-Ring **88**, der zwischen dem freien Kolben **87** und dem Gehäuse **85** installiert ist, gegen den geneigten Flächenabschnitt **116** des äußeren ringförmigen Vorsprungs **110** des Außenumfangsabschnitts des freien Kolbens **87** und den geneigten Flächenabschnitt **97** des Abdeckaußenrohrabschnitts **93** des Innenumfangsabschnitts des Gehäuses **85** an und wird dazwischen sandwichartig eingefasst, wodurch dieser elastisch verformt wird. Das heißt, der andere O-Ring **88** erzeugt beim Kompressionshub eine elastische Kraft bezüglich der Bewegung des freien Kolbens **87** zur anderen Seite.

[0083] Wie es in **Fig. 3** gezeigt ist, wird die Stabführung **15** von einem Stabführungshauptkörper **250** und einem Kragen **251** ausgebildet. Der Stabführungshauptkörper **250** ist aus einem Metall ausgebildet und weist im Wesentlichen eine stufenförmige zylindrische Form auf. Der Kragen **251** weist eine zylindrische Form auf und ist an den Innenumfangsabschnitt des Stabführungshauptkörpers **250** angepasst und an diesem fixiert. Der Kragen **251** wird durch Beschichten von Fluoro-Kunststoff-Imprägnierungs-Bronze (fluororesin impregnation bronze) auf einen Innenumfang zylindrischer Form, der aus einem Metall, wie beispielsweise SPCC- oder SPCE-Material ausgebildet ist, ausgebildet.

[0084] Der Stabführungshauptkörper **250** weist eine äußere Form auf, die einen Außendurchmesserabschnitt des großen Durchmessers **252**, der auf einer Seite in der axialen Richtung davon ausgebildet ist, und einen Außendurchmesserabschnitt des kleinen Durchmessers **253**, der auf der anderen Seite in der axialen Richtung ausgebildet ist und einen kleineren Durchmesser als der Außendurchmesserabschnitt des großen Durchmessers **252** aufweist, auf. Der Außendurchmesserabschnitt des großen Durchmessers **252** des Stabführungshauptkörpers **250** ist in den Innenumfangsabschnitt des Rohrelements **21** des Außenrohrs **3** eingepasst, und der Außendurchmesserabschnitt des kleinen Durchmessers **253** ist in den Innenumfangsabschnitt des Innenrohrs **2** eingepasst.

[0085] Ein Öffnungsabschnitt des großen Durchmessers **254**, ein Öffnungsabschnitt des mittleren Durchmessers **255** und ein Öffnungsabschnitt des kleinen Durchmessers **256** sind an einem Zentrum in der radialen Richtung des Stabführungshauptkörpers **250** ausgebildet. Der Öffnungsabschnitt des großen Durchmessers **254** ist auf der Seite des Außendurchmesserabschnitts des großen Durchmessers **252** in der axialen Richtung des Stabführungshauptkörpers **250** ausgebildet. Der Öffnungsabschnitt des mittleren Durchmessers **255** weist einen etwas kleineren Durchmesser als der Öffnungsabschnitt des großen Durchmessers **254** auf und ist näher auf der Seite des Außendurchmesserabschnitts des kleinen Durchmessers **253** als der Öffnungsabschnitt des

großen Durchmessers **254** in der axialen Richtung des Stabführungshauptkörpers **250** ausgebildet.

[0086] Der Öffnungsabschnitt des kleinen Durchmessers **256** weist einen kleineren Durchmesser als der Öffnungsabschnitt des mittleren Durchmessers **255** auf und ist näher auf der Seite des Außendurchmesserabschnitts des kleinen Durchmessers **253** als der Öffnungsabschnitt des mittleren Durchmessers in der axialen Richtung des Stabführungshauptkörpers **250** ausgebildet.

[0087] Eine Kommunikationsöffnung **257** ist in dem Öffnungsabschnitt des mittleren Durchmessers **255** kontinuierlich zu einem Innenumfangsabschnitt und einer Bodenfläche davon ausgebildet. Die Kommunikationsöffnung **257** ist in dem Innenumfangsabschnitt des Öffnungsabschnitts des mittleren Durchmessers **255** entlang der gesamten Länge in der axialen Richtung und an der Bodenfläche des Öffnungsabschnitts des mittleren Durchmessers **255** entlang der gesamten Länge in der radialen Richtung ausgebildet. Das heißt, die Kommunikationsnut **257** ist ausgebildet, um den Innenumfangsabschnitt des Öffnungsabschnitts des großen Durchmessers **254** und den Innenumfangsabschnitt des Öffnungsabschnitts des kleinen Durchmessers **256** miteinander zu verbinden.

[0088] Ein ringförmiger konvexer Abschnitt des kleinen Durchmessers **258** und ein ringförmiger konvexer Abschnitt des großen Durchmessers **259**, der einen größeren Durchmesser als der ringförmige konvexe Abschnitt des kleinen Durchmessers **258** aufweist, sind an dem Endabschnitt der Seite des Außendurchmesserabschnitts des großen Durchmessers **252** in der axialen Richtung des Stabführungshauptkörpers **250** ausgebildet. Sowohl der ringförmige konvexe Abschnitt des kleinen Durchmessers **258** als auch der ringförmige konvexe Abschnitt des großen Durchmessers **259** sind ausgebildet, um von dem Endabschnitt der Seite des Außendurchmesserabschnitts des großen Durchmessers **252** in der axialen Richtung des Stabführungshauptkörpers **250** in der axialen Richtung nach außen hervorzustehen. Eine Kommunikationsöffnung **261** ist in dem Stabführungshauptkörper **250** auf der Seite des ringförmigen konvexen Abschnitts des großen Durchmessers **259** zwischen dem ringförmigen konvexen Abschnitt des großen Durchmessers **259** und dem ringförmigen konvexen Abschnitt des kleinen Durchmessers **258** ausgebildet. Die Kommunikationsöffnung **261** tritt durch den Stabführungshauptkörper **250** in der axialen Richtung und gerät mit der Reservoirkammer **5** zwischen dem Außenrohr **3** und dem Innenrohr **2** in Kommunikation. Der Kragen **251** ist in den Öffnungsabschnitt des kleinen Durchmessers **256** des Stabführungshauptkörpers **250** eingepasst und daran fixiert. Der Kolbenstab **8** ist in die Stabführung **15** eingebracht, so dass der Kolben **8** sich mit dem Kra-

gen **251** an dem Außenumfangsbereich des Hauptschaftabschnitts **41** in Gleitkontakt befindet.

[0089] Das Dichtungselement **16** ist an dem einen Endabschnitt in der axialen Richtung des Zylinders **4** angeordnet, um sich mit dem Außenumfangsabschnitt des Hauptschaftabschnitts **41** des Kolbenstabs **8** in der Innenumfangsrichtung in Druckkontakt zu befinden. Das Dichtungselement **16** begrenzt ein Entweichen des Öls oder dergleichen, das aus der Lücke zwischen der Stabführung **15** und dem Hauptschaftabschnitt **41** des Kolbenstabs **8** nach außen entweicht.

[0090] Das Dichtungselement **16** wird von einem Dichtungselementhauptkörper **267**, das integral aus einem Dichtungsabschnitt **265** und einem ringförmigen Element **266**, das eine Ringform aufweist, ausgebildet ist, einer Ringfeder **268** und einer Ringfeder **269** aufgebaut. Der Dichtungsabschnitt **265** ist aus einem elastischen Gummimaterial ausgebildet, das eine gute Stabilität aufweist, wie beispielsweise Acrylkautschuk oder Fluorelastomer. Das ringförmige Element **266** ist in dem Dichtungsabschnitt **265** eingebettet, um eine Form des Dichtungselements **16** beizubehalten, um eine Festigkeit zum Fixieren zu erhalten, und ist aus einem Metall ausgebildet.

[0091] Die Feder **268** ist in den Außenumfangsabschnitt des Dichtungsabschnitts **265** des Dichtungselementhauptkörpers **267** in der Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung außen eingepasst. Die Feder **269** ist in den Außenumfangsabschnitt des Dichtungsabschnitts **265** in der Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung innen eingepasst. Ferner ist in **Fig. 3** das Dichtungselement **16** in einem natürlichen Zustand gezeigt, bevor der Kolbenstab **8** eingebracht ist (nicht eingebracht (dug) in den Kolbenstab **8**).

[0092] Der Dichtungsabschnitt **265** weist eine Schmutzlippe **272**, die eine ringförmige Rohrgestalt aufweist, und eine Öllippe **273** auf, die eine ringförmige Rohrform aufweist, die in der radialen Richtung des Dichtungsabschnitts **265** innen angeordnet sind. Die Schmutzlippe **272** erstreckt sich in der Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung der Innenumfangsseite des ringförmigen Elements **266** von außen in einer Richtung vom ringförmigen Element **266** in der axialen Richtung weg. Die Öllippe **273** erstreckt sich in der Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung der Innenumfangsseite des ringförmigen Elements **266** von innen in einer Richtung vom ringförmigen Element **266** in der axialen Richtung weg. Ferner weist das Dichtungselement **265** eine Außenumfangsdichtung **274** und eine ringförmige Dichtungslippe **275** auf, die in der radialen Richtung des Dichtungsabschnitts **265** außen angeordnet sind. Die Außenumfangsdichtung **274** deckt die Außenumfangsfläche des ringförmigen Elements **266** an der Außenendposition in der radialen Richtung des Dichtungsabschnitts **265** ab.

Die Dichtungslippe **275** erstreckt sich von der Außenumfangsdichtung **274** in der Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung nach innen. Ferner weist der Dichtungsabschnitt **265** eine ringförmige Sperrlippe **276** auf, die sich in der Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung des Zwischenabschnitts in der radialen Richtung von innen in der Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung einwärts erstreckt.

[0093] Die Sperrlippe **272** weist insgesamt eine zulaufende Röhrenform auf, die einen Innendurchmesser hat, der sich von dem ringförmigen Element **266** in der Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung nach außen verringert, und eine Ringnut **278**, in welche die Feder **268** eingepasst ist, ist in dem Außenumfangsabschnitt vorgesehen, um in der radialen Richtung nach innen konkav vorzuliegen.

[0094] Die Öllippe **273** weist insgesamt eine zulaufende Röhrenform auf, welche einen Durchmesser aufweist, der von dem ringförmigen Element **266** in der Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung nach innen abnimmt, und eine Ringnut **279**, in welche die Feder **269** eingepasst ist, ist in dem Außenumfangsabschnitt ausgebildet, um in der radialen Richtung nach innen konkav vorzuliegen. Ferner weist die Öllippe **273** eine Stufenform auf, die innen in der Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung des Innenumfangsabschnitts ausgebildet ist.

[0095] Das Dichtungselement **16** gerät mit dem Innenumfangsabschnitt des Rohrelements **21** des Außenrohrs **3** in der Außenumfangsdichtung **274** in einem Zustand in dichtenden Kontakt, in dem die Schmutzlippe **272** in der Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung außerhalb angeordnet ist und die Öllippe **273** in der Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung innerhalb angeordnet ist. In diesem Zustand ist in dem Dichtungselement **16** eine Position des ringförmigen Elements **266** sandwichartig zwischen dem konvexen Ringabschnitt des großen Durchmessers **259** der Stabführung **15** und dem Arretierabschnitt **78**, an den das Außenrohr **3** gehämmert (swaged) ist, sandwichartig vorgesehen und arretiert. Hier ist in dem Dichtungselement **16** die Dichtungslippe **275** zwischen dem konvexen Ringabschnitt des großen Durchmessers **269** der Stabführung **15** und dem Außenrohr **3** vorgesehen und gerät damit in abdichtenden Kontakt. Ferner ist die Öllippe **273** in dem Öffnungsabschnitt des großen Durchmessers **254** der Stabführung **15** angeordnet.

[0096] Der Hauptschaftabschnitt **41** des Kolbenstabs **8** ist in die Schmutzlippe **272** und die Öllippe **273** an dem Dichtungselement **16**, das an dem Zylinder **4** angebracht ist, eingebracht. In diesem Zustand steht ein Ende des Kolbenstabs **8** von einem Ende des Zylinders **4** hervor. Ferner ist in diesem Zustand die Schmutzlippe **272** an einer Endseite installiert, von welcher der Kolbenstab **8** des Zylinders **4** hervor-

steht, und die Öllippe **273** ist in der Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung der Schmutzlippe **272** innen installiert.

[0097] Die Feder **268**, die in die Ringnut **278** der Schmutzlippe **272** eingepasst ist, stellt eine Klemmkraft der Schmutzlippe **272** zum Kolbenstab **8** in einer Anhafrichtung bzw. Anlagerichtung (adhering direction) in einem konstanten Zustand bereit. Ferner wird die Feder **268** verwendet, um die Klemmkraft einzustellen, um Design-Spezifikationen zu erfüllen. Die Feder **269**, welche in die Ringnut **279** der Öllippe **273** eingepasst ist, stellt die Klemmkraft der Öllippe **273** zum Kolbenstab **8** in der Anlagerichtung bzw. Anhafrichtung bereit.

[0098] Die Sperrlippe **276** der Seite der Stabführung **15** des Dichtungsabschnitts **265** kann mit dem gesamten Umfang in Dichtungskontakt geraten, mit einer bestimmten Wechselwirkung an der Außenumfangsseite des konvexen Ringabschnitts des kleinen Durchmessers **258** der Stabführung **15**. Hier verbleibt das Öl, das von der Lücke zwischen der Stabführung **15** und dem Kolbenstab **8** entwichen ist, in einer Kammer **285**, die hauptsächlich durch den Öffnungsabschnitt des großen Durchmessers **254** ausgebildet ist, näher bei der Seite der Lücke als der Sperrlippe **276** des Dichtungselements **16**. Die Sperrlippe **276** öffnet sich, wenn der Druck der Kammer **285** um ein bestimmtes Niveau höher als der der Reservoirkammer **5** ist, so dass das Öl, das in der Kammer **285** verbleibt, über die Kommunikationsöffnung **261** zur Reservoirkammer **5** strömt. Das heißt, die Sperrlippe **276** fungiert als ein Sperrventil, das aufgebaut ist, um eine Zirkulation des Öls und des Gases lediglich in einer Richtung von der Kammer **285** zur Reservoirkammer **5** zu ermöglichen und eine Zirkulation in der entgegengesetzten Richtung zu begrenzen.

[0099] Die Schmutzlippe **272** des Dichtungselements **16** liegt an dem Kolbenstab **8** mit der Wechselwirkung derselben und einer Zwangskraft durch die Feder **268** an, um eine Luftdichtigkeit aufrecht zu erhalten. Ferner begrenzt die Schmutzlippe **272** des Dichtungselements **16** hauptsächlich das Eindringen von Fremdsubstanzen, die an dem Kolbenstab **8** aufgrund der Freisetzung nach außen anhaften. Die Öllippe **273** des Dichtungselements **16** liegt an dem Kolbenstab **8** mit der Wechselwirkung derselben und der Zwangskraft durch die Feder **269** an, um Luftdichtigkeit aufrecht zu erhalten. Ferner begrenzt bzw. verhindert die Öllippe **273** des Dichtungselements **16** hauptsächlich ein Entweichen des Öls, das an dem Kolbenstab **8** aufgrund der Freilegung des Kolbenstabs **8** nach außen anhaftet, beim Einbringen des Kolbenstabs **8** in das Innenrohr **2**.

[0100] Das Reibungselement **17** ist in den Öffnungsabschnitt des mittleren Durchmessers **255** der Stabführung **15** eingepasst und somit weiter als das

Dichtungselement **16** in dem Zylinder **4** angeordnet. Das Reibungselement **17** gerät mit dem Außenumfangsabschnitt des Hauptschaftabschnitts **41** des Kolbenstabs **8** in dem Innenumfangsabschnitt davon in Druckkontakt und erzeugt einen Reibungswiderstand bezüglich des Kolbenstabs **8**.

[0101] Das Reibungselement **17** ist ein integral ausgebildeter Körper, der durch einen ringförmigen elastischen Gummiabschnitt **291** und einen ringförmigen Basisabschnitt **292** aufgebaut ist. Der elastische Gummiabschnitt **291** ist aus einem elastischen Gummimaterial ausgebildet, wie beispielsweise Acrylkautschuk oder Fluorkautschuk, und an dem Basisabschnitt **292** fixiert. Der Basisabschnitt **292** ist ein Element, das aus einem Metallmaterial ausgebildet ist, um eine Form des elastischen Gummiabschnitts **291** beizubehalten und eine Festigkeit zum Fixieren zu erhalten. Ferner ist in **Fig. 3** das Reibungselement **17** in einem natürlichen Zustand gezeigt, bevor der Kolbenstab **8** eingebracht ist (nicht in den Kolbenstab **8** eingebracht (dug)).

[0102] Wie es in einer Querschnittsansicht einer Seite in **Fig. 5** gezeigt ist, wird in dem Reibungselement **17** der Basisabschnitt **292** von einem Bodenabschnitt **301** und einem Rohrabschnitt **302** aufgebaut. Der Bodenabschnitt **301** weist eine Scheibenform mit Bohrung auf und der Rohrabschnitt **302** weist eine zylindrische Form auf, die sich von einer Außenumfangsseite des Bodenabschnitts **301** in der axialen Richtung erstreckt. Der Bodenabschnitt **301** und der Rohrabschnitt **302** fallen mit einer zentralen Achse zusammen. Mit anderen Worten erstreckt sich der Rohrabschnitt **302** senkrecht zum Bodenabschnitt **301**.

[0103] Der Bodenabschnitt **301** weist eine Innenbodenfläche **303**, eine Innenendfläche **304** und eine Außenbodenfläche **305** auf. Die Innenbodenfläche **303** wird von einer kreisförmigen ebenen Fläche gebildet und ist auf der Seite des Rohrabschnitts **302** in der axialen Richtung angeordnet. Die Innenendfläche **304** wird von einer zylindrischen Fläche aufgebaut und ist an einer gegenüberliegenden Seite des Rohrabschnitts **302** in der radialen Richtung angeordnet. Die Außenbodenfläche **305** wird von einer kreisförmigen ebenen Fläche aufgebaut und ist auf einer gegenüberliegenden Seite des Rohrabschnitts **302** in der axialen Richtung angeordnet. Ein Innenumfangsendabschnitt der Innenbodenfläche **303** ist mit einem Endabschnitt der Innenendfläche **304** in der axialen Richtung verbunden, und ein Innenumfangsendabschnitt der Außenbodenfläche **305** ist mit dem anderen Endabschnitt in der axialen Richtung der Innenendfläche **304** verbunden.

[0104] Der Rohrabschnitt **302** weist einen Innenumfangsabschnitt **306**, eine vordere Fläche **307** und einen Außenumfangsabschnitt **308** auf. Der Innenumfangsabschnitt **306** wird von einer zylindrischen Flä-

che aufgebaut und ist auf der Seite des Bodenabschnitts **301** in der radialen Richtung angeordnet. Die vordere Fläche **307** wird von einer kreisförmigen ebenen Fläche aufgebaut und ist auf einer gegenüberliegenden Seite des Bodenabschnitts **301** in der axialen Richtung angeordnet. Die Außenumfangsfläche **308** wird von einer zylindrischen Fläche aufgebaut und ist auf der gegenüberliegenden Seite des Bodenabschnitts **301** in der radialen Richtung angeordnet. Ein Endabschnitt des Innenumfangsabschnitts **306** gegenüber dem Bodenabschnitt **301** ist mit einem Innendurchmesserabschnitt der vorderen Fläche **307** verbunden, und ein Endabschnitt der Außenumfangsfläche **308** gegenüber dem Bodenabschnitt **301** ist mit einem Außendurchmesserabschnitt der vorderen Fläche **307** verbunden. Eine ringförmige Innen-R-Abschrägung (inner R chamfer) **309** ist an der Seite, an der sich die Innenbodenfläche **303** und der Innenumfangsabschnitt **306** annähern, ausgebildet, und eine ringförmige Außen-R-Abschrägung (outer R chamfer) **310** ist an der Seite, an der sich die äußere Bodenfläche **305** und die Außenumfangsfläche **308** annähern, ausgebildet.

[0105] Der elastische Gummiabschnitt **291** weist eine Ringform auf, in der der Basisabschnitt **292** mit einer zentralen Achse übereinstimmt, und weist einen Hauptabschnitt **321**, einen Zwischenabschnitt **322** und einen Abdeckabschnitt **323** auf. Der Hauptabschnitt **321** ist in der radialen Richtung des Rohrabschnitts **302** des Basisabschnitts **292** und der Seite des Rohrabschnitts **302** in der axialen Richtung des Bodenabschnitts **301** innen ausgebildet. Der Zwischenabschnitt **322** erstreckt sich von dem Endabschnitt der Seite des Bodenabschnitts **301** in der axialen Richtung des Innenumfangsabschnitts des Hauptabschnitts **321** in der axialen Richtung nach außen und ist auf der Innenumfangsseite des Bodenabschnitts **301** ausgebildet. Der Abdeckabschnitt **323** erstreckt sich von einer gegenüberliegenden Seite des Hauptabschnitts **321** in der axialen Richtung des Zwischenabschnitts **322** nach außen und deckt einen Abschnitt der Innenumfangsseite der Außenbodenfläche **305** des Bodenabschnitts **301** ab.

[0106] Der Hauptabschnitt **321** ist an dem Innenumfangsabschnitt **306** des Rohrabschnitts **302** des Basisabschnitts **292** an einer Rohrabschnittkontaktfläche **326** der Außenumfangsseite fixiert. Ferner ist der Hauptabschnitt **321** an der Innen-R-Abschrägung **309** des Basisabschnitts **292** an einer Eckkontaktfläche **327**, die mit einer Seite in der axialen Richtung der Rohrabschnittkontaktfläche **326** verbunden ist, fixiert. Ferner ist der Hauptabschnitt **321** an der Innenbodenfläche **303** des Bodenabschnitts **301** des Basisabschnitts **292** an der Rohrabschnittkontaktfläche **338**, die mit der Eckkontaktfläche **327** gegenüber der Rohrabschnittkontaktfläche **326** verbunden ist, fixiert. Der Zwischenabschnitt **322** ist an der Inneneinfläche **304** des Bodenabschnitts **301** des Basis-

abschnitts **292** an einer Innenumfangskontaktfläche **329**, die mit der Bodenabschnittskontaktfläche **328** gegenüber der Eckkontaktfläche **327** verbunden ist, fixiert. Der Abdeckabschnitt **323** ist an der Außenbodenfläche **305** des Bodenabschnitts **301** des Basisabschnitts **292** an einer Außenflächenkontaktfläche **330**, die mit der Innenumfangskontaktfläche **329** verbunden ist, fixiert.

[0107] Der elastische Gummiabschnitt **291** weist eine offene Fläche **335** in einer gegenüberliegenden Seite in der axialen Richtung der Bodenabschnittskontaktfläche **328** des Hauptabschnitts **321** auf. Die offene Fläche **335** ist eine Fläche, die nicht an dem Basisabschnitt **292** fixiert ist, sondern elastisch verformt werden kann. Ferner weist der elastische Gummiabschnitt **291** einen Innenumfangsabschnitt **336** auf, der an den Innenumfangsseiten des Hauptabschnitts **321** und des Zwischenabschnitts **322** angeordnet ist. Auch der Innenumfangsabschnitt **336** ist eine Fläche, die nicht an dem Basisabschnitt **292** fixiert ist, sondern elastisch verformt werden kann.

[0108] Der Innenumfangsabschnitt des elastischen Gummiabschnitts **291** weist einen minimalen Innendurchmesserabschnitt **337**, einen Durchmessererweiterungsabschnitt **338**, einen Durchmessererweiterungsabschnitt **339** und einen konstanten Durchmesserabschnitt **340** auf. Der minimale Innendurchmesserabschnitt **337** weist den kleinsten Durchmesser des Reibungselements **17** auf. Der Durchmessererweiterungsabschnitt **338** ist auf einer Seite in der axialen Richtung des minimalen Innendurchmesserabschnitts **337** angeordnet und weist eine zulaufende Form auf, die einen Durchmesser hat, der sich mit Zunahme der Entfernung von dem minimalen Innendurchmesserabschnitts **337** vergrößert. Der Durchmessererweiterungsabschnitt **339** ist auf der anderen Seite in der axialen Richtung des minimalen Innendurchmesserabschnitts **337** angeordnet und weist eine zulaufende Form auf, die einen Durchmesser hat, der sich mit Zunahme der Entfernung von dem minimalen Innendurchmesserabschnitt **337** vergrößert. Der konstante Durchmesserabschnitt **340** weist einen konstanten Durchmesser auf und ist mit dem Durchmessererweiterungsabschnitt **339** gegenüber dem minimalen Innendurchmesserabschnitt **337** an der gegenüberliegenden Seite der offenen Fläche **335** in der axialen Richtung verbunden. Mit anderen Worten sind der minimale Innendurchmesserabschnitt **337**, die Durchmessererweiterungsabschnitte **338** und **339** beider Seiten in der axialen Richtung des minimalen Innendurchmesserabschnitts **337** und des konstanten Durchmesserabschnitts **340** auf der Innenumfangsseite des elastischen Gummiabschnitts **291** ausgebildet. Ein Grenzabschnitt der Durchmessererweiterungsabschnitte **338** und **339** bildet den minimalen Innendurchmesserabschnitt **337** in dem elastischen Gummiabschnitt **291** aus.

[0109] Folglich wird der Innenumfangsabschnitt **336** des elastischen Gummiabschnitts **291** durch eine Innenumfangsfläche **338A**, die eine zulaufende Flächenform des Durchmessererweiterungsabschnitts **338** aufweist, eine Innenumfangsfläche **339A** die eine zulaufende Flächenform des Durchmessererweiterungsabschnitts **339** aufweist, und einer Innenumfangsfläche **340A**, die eine zylindrische Flächenform des konstanten Durchmesserabschnitts **340** aufweist, aufgebaut. Ein Endabschnitt der Innenumfangsfläche **338A** des einen Durchmessererweiterungsabschnitts **338** gegenüber dem minimalen Innendurchmesserabschnitt **337** ist mit der offenen Fläche **335** verbunden. Ein Endabschnitt der Innenumfangsfläche **339A** des anderen Durchmessererweiterungsabschnitts **339** gegenüber dem minimalen Innendurchmesserabschnitt **337** ist mit der Innenumfangsfläche **340A** des konstanten Durchmesserabschnitts **340** verbunden.

[0110] Der minimale Innendurchmesserabschnitt **337** ist an dem Hauptabschnitt **321** ausgebildet, und eine Position in der axialen Richtung des minimalen Innendurchmesserabschnitts **337** überlappt den Rohrabschnitt **302** des Basisabschnitts **292**. Mit anderen Worten weicht die Position des minimalen Innendurchmesserabschnitts **337** in der axialen Richtung von dem Bodenabschnitt **301** des Basisabschnitts **292** ab.

[0111] Der Abdeckabschnitt **323** weist eine Abschrägung **345**, eine Außenfläche **346** und eine Außenumfangsfläche **347** auf. Die Abschrägung **345** ist mit dem Endabschnitt der Innenumfangsfläche **340A** des konstanten Durchmesserabschnitts **340** gegenüber dem Durchmessererweiterungsabschnitt **339** verbunden und weist eine zulaufende Form auf, die einen Durchmesser hat, der mit Zunahme des Abstands von dem konstanten Durchmesserabschnitt **340** in der axialen Richtung zunimmt. Die Außenfläche **346** erstreckt sich von dem Endabschnitt der Abschrägung **345** gegenüber dem konstanten Durchmesserabschnitt **340** in der radialen Richtung nach innen und wird von einer kreisförmigen ebenen Fläche gebildet. Die Außenumfangsfläche **347** bildet eine zylindrische Flächenform aus, die an der Außenfläche **346** gegenüber der Abschrägung **345** vorgesehen ist. Das heißt, indem der elastische Gummiabschnitt **291** mit dem Zwischenabschnitt **322** und dem Abdeckabschnitt **323** vorgesehen ist, weist der elastische Gummiabschnitt **291** eine Form auf, welche einen Abschnitt des Bodenabschnitts **301** des Basisabschnitts **292** zu einer gegenüberliegenden Seite des Hauptabschnitts **321** umgibt.

[0112] wie es oben beschrieben ist, fällt eine zentrale Achse des elastischen Gummiabschnitts **291** mit einer zentralen Achse des Basisabschnitts **292** zusammen, genauer gesagt fallen zentrale Achsen der offenen Fläche **335**, des minimalen Innendurchmes-

serabschnitts **337**, der Durchmessererweiterungsabschnitte **338** und **339**, welche die Innenumfangsflächen **338A** und **339A** aufweisen, des konstanten Durchmesserabschnitts **340**, der die Innenumfangsfläche **340A** aufweist, der Abschrägung **345**, der Außenfläche **346** und der Außenumfangsfläche **347** mit der zentralen Achse des Basisabschnitts **292** zusammen. Die zentrale Achse ist eine zentrale Achse des Reibungselements **17**.

[0113] Ein ausgeschnittener Abschnitt **351** ist in dem elastischen Gummiabschnitt **291** auf der Seite des Rohrabschnitts **302** der offenen Fläche **335** des Hauptabschnitts **321**, das heißt in der radialen Richtung außerhalb, ausgebildet. Der ausgeschnittene Abschnitt **351** ist ausgebildet, um in einem Bereich, in dem der ausgeschnittene Abschnitt **351** näher an dem Bodenabschnitt **301** in der axialen Richtung als ein Hauptflächenabschnitt **350** der offenen Fläche **335** ausgebildet ist, mit Ausnahme des ausgeschnittenen Abschnitts **351**, konkav vorgesehen zu sein und erreicht den Bodenabschnitt **301** nicht. Der Hauptflächenabschnitt **350** in der radialen Richtung der offenen Fläche **335** weist eine Ringform um die zentrale Achse des Reibungselements **17** auf. Der Hauptflächenabschnitt **350** weist eine kreisförmige ebene Fläche auf, die in einer Fläche senkrecht auf der zentralen Achse des Reibungselements **17** angeordnet ist. Der ausgeschnittene Abschnitt **351** weist eine Ringform auf, die in der Umfangsrichtung des Reibungselements **17** zum gesamten Umfang um die zentrale Achse des Reibungselements **17** kontinuierlich vorgesehen ist, und dieser ist ausgebildet, um Positionen der Seite des Rohrabschnitts **302** des Bodenabschnitts **301** und der Innen-R-Abschrägung **309** in der radialen Richtung zu überlappen.

[0114] Der ausgeschnittene Abschnitt **351** ist ausgebildet, um eine Tiefe aufzuweisen, die kleiner als die Hälfte einer Tiefe in der axialen Richtung des Hauptkörperabschnitts **321** ist. Der ausgeschnittene Abschnitt **351** weist eine konkave Bodenfläche **352**, eine sich nach außen erstreckende Fläche **353** und eine sich nach innen erstreckende Fläche **354** auf. Die konkave Bodenfläche **352** weist eine Bogenform auf, die einen Querschnitt hat, der eine Zentrumslinie des Reibungselements **17** aufweist, und ist zur Seite des Bodenabschnitts **301** in der axialen Richtung konkav vorgesehen. Die sich nach außen erstreckende Fläche **353** weist eine zulaufende Form auf, die sich von dem Endabschnitt der konkaven Bodenfläche **352** in der radialen Richtung außen zu einer gegenüberliegenden Seite des Bodenabschnitts **301** in der axialen Richtung erstreckt, um einen Durchmesser aufzuweisen, der sich mit Zunahme des Abstands von dem Bodenabschnitt **301** vergrößert. Die sich nach innen erstreckende Fläche **354** weist eine zulaufende Form auf, die sich von dem Endabschnitt der konkaven Bodenfläche **352** in der radialen Richtung innen zu einer gegenüberliegenden Seite des Boden-

abschnitts **301** in der axialen Richtung erstreckt, um einen Durchmesser aufzuweisen, der sich mit Zunahme des Abstands von dem Bodenabschnitt **301** verringert. Der ausgeschnittene Abschnitt **351** weist einen tiefsten Abschnitt **355** auf, dessen größte Tiefe an dem Endabschnitt der Seite des Bodenabschnitts **301** in der axialen Richtung der konkaven Bodenfläche **352** vorgesehen ist. Die konkave Bodenfläche **352**, die sich nach außen erstreckende Fläche **353** und die sich nach innen erstreckende Fläche **354** sind auch um die zentrale Achse des Reibungselements **17** ausgebildet, und auch der tiefste Abschnitt **355** weist eine Kreisform um die zentrale Achse des Reibungselements **17** auf.

[0115] Der Hauptabschnitt **321** des elastischen Gummiabschnitts **291** weist einen sich erstreckenden Abschnitt **360** auf, der auf der Seite des Rohrabschnitts **302** des ausgeschnittenen Abschnitts **351** ausgebildet ist. Der sich erstreckende Abschnitt **360** erstreckt sich an eine Position, die flacher als der tiefste Abschnitt **355** des ausgeschnittenen Abschnitts **351** in der axialen Richtung ist. Ein Innenumfangsabschnitt des sich erstreckenden Abschnitts **360** wird von einem Außenabschnitt in der radialen Richtung des tiefsten Abschnitts **355** des konkaven Bodenabschnitts **352** und der sich nach außen erstreckenden Fläche **353** aufgebaut, und eine Außenumfangsfläche wird von der Rohrabschnittkontaktfläche **326** aufgebaut. Eine vordere Position in der axialen Richtung des sich erstreckenden Abschnitts **360** fällt mit dem Hauptflächenabschnitt **350** zusammen und ist um einen bestimmten Betrag näher an dem Bodenabschnitt **301** als die vordere Fläche **307** des Rohrabschnitts **302** des Basisabschnitts **292** angeordnet. Mit anderen Worten wird der Innenumfangsabschnitt **306** des Rohrabschnitts **302** des Basisabschnitts **292** von dem elastischen Gummiabschnitt **291**, der den Erweiterungsabschnitt **360** aufweist, abgedeckt, mit Ausnahme eines Abschnitts in der Nähe der vorderen Fläche **307**.

[0116] Eine Tiefe des tiefsten Abschnitts **355** des ausgeschnittenen Abschnitts **351** ist kleiner als die der Position des minimalen Innendurchmesserabschnitts **337** in der axialen Richtung. Das heißt, der tiefste Abschnitt **355** ist auf einer gegenüberliegenden Seite des Bodenabschnitts **301** bezüglich des minimalen Innendurchmesserabschnitts **337** in der axialen Richtung des Reibungselements **17** positioniert und überlappt den Durchmessererweiterungsabschnitt **338**, der gegenüber dem Bodenabschnitt **301** der Durchmessererweiterungsabschnitte **338** und **339** liegt.

[0117] Der elastische Gummiabschnitt **291** ist so ausgebildet, dass ein Winkel α der sich nach innen erstreckenden Fläche **354** in der radialen Richtung innerhalb des ausgeschnittenen Abschnitts **351** bezüglich der Zentrumslinie des Reibungselements **17**

größer als ein Winkel β des Innenumfangsabschnitts **339A** des Durchmessererweiterungsabschnitts **339** ist, welcher die Seite der Bodenabschnittkontaktfläche **228** der Durchmessererweiterungsabschnitte **338** und **339** ist. Mit anderen Worten nähern sich eine Erweiterungsfläche der Innenumfangsfläche **339A** des Durchmessererweiterungsabschnitts **339** der Seite der Bodenabschnittkontaktfläche **328** gegenüber dem Bodenabschnitt **301** und die sich nach innen erstreckende Fläche **354** in der radialen Richtung des ausgeschnittenen Abschnitts **351** innen in der radialen Richtung entfernt von der Bodenabschnittkontaktfläche **328** in der axialen Richtung an. Der elastische Gummiabschnitt **291** ist so aufgebaut, dass ein Winkel γ , der zwischen der Innenumfangsfläche **338A** des Durchmessererweiterungsabschnitts **338** und der Innenumfangsfläche **339A** des Durchmessererweiterungsabschnitts **339** ausgebildet ist, 120° oder mehr beträgt, und ein Winkel β der Innenumfangsfläche **339a** bezüglich einer Richtung der Zentrumslinie des Reibungselements **17** größer als ein Winkel δ der Innenumfangsfläche **338A** ist.

[0118] Wie es in Fig. 3 gezeigt ist, ist in einem Zustand, in dem die offene Fläche **335** des elastischen Gummiabschnitts **291** in der Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung außen angeordnet ist und der Bodenabschnitt **301** des Basisabschnitts **292** in der Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung innen angeordnet ist, das Reibungselement **17**, welches die oben dargestellte Struktur aufweist, in den Öffnungsabschnitt des mittleren Durchmessers **255** von der Seite des Öffnungsabschnitts des großen Durchmessers **254** der Stabführung **15** eingepasst. Hier ist in dem Reibungselement **17** der Rohrabschnitt **302** des Basisabschnitts **292** in den Innenumfangsabschnitt des Öffnungsabschnitts des mittleren Durchmessers **255** eingepasst, und der Bodenabschnitt **301** grenzt an die Bodenfläche des Öffnungsabschnitts des mittleren Durchmessers **255** an, während der Abdeckabschnitt **323** des elastischen Gummiabschnitts **291** verformt wird.

[0119] In dem Reibungselement **17**, das an dem Zylinder **4** angebracht ist, ist der Hauptschaftabschnitt **41** des Kolbenstabs **8** in den elastischen Gummiabschnitt **291** mit einer bestimmten Wechselwirkung eingebracht. Folglich wird in dem Reibungselement **17** der elastische Gummiabschnitt **291** in der radialen Richtung elastisch nach außen verformt und mit dem Hauptschaftabschnitt **41** des Kolbenstabs **8** in Anlage gebracht. Wenn der Kolbenstab **8** sich in der Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung bewegt, gerät der elastische Gummiabschnitt **291** mit diesem in Kontakt. Hier stellt das Reibungselement **17** die Reibungseigenschaften ein.

[0120] Ein Kommunikationsdurchgang **361** ist zwischen dem Öffnungsabschnitt des mittleren Durch-

messers **255** der Stabführung **15** und dem Reibungselement **17** durch die Kommunikationsnut **257** ausgebildet, die in dem Öffnungsabschnitt des mittleren Durchmessers **255** in einem Zustand ausgebildet ist, in dem das Reibungselement **17** wie oben dargelegt eingepasst ist. Der Kommunikationsdurchgang **361** befindet sich mit der Seite des Öffnungsabschnitts des kleinen Durchmessers **256** und der Seite des Öffnungsabschnitts des großen Durchmessers **254**, das heißt, der Seite der Kammer **285**, der Stabführung **15** in Kommunikation. Die Seite des Öffnungsabschnitts des kleinen Durchmessers **256** der Stabführung **15** befindet sich mit der Kammer **11** über einen Mikro-Zwischenraum zwischen dem Kragen **251** und dem Kolbenstab **8** in Kommunikation. Folglich bringt der Kommunikationsdurchgang **361** die Kammer **285** mit der Kammer **11** in Kommunikation, um eine Druckdifferenz dazwischen zu verringern. Mit anderen Worten bringt der Kommunikationsdurchgang **361** beide Seiten in der axialen Richtung des Reibungselements **17** miteinander in Kommunikation, um eine Druckdifferenz zwischen beiden Seiten in der axialen Richtung des Reibungselements **17** zu verringern. Folglich fungiert das Reibungselement **17** nicht positiv als eine Dichtung. Das Reibungselement **17** und ein Kommunikationsdurchgang **361** bilden einen Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **370** aus (einen zweiten Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus), der aufgebaut ist, um für den Stoßdämpfer **1** eine Dämpfungskraft zu erzeugen, durch Bereitstellen eines Verschiebungswiderstands des Kolbenstabs **8** aufgrund des Reibungselements **17**.

[0121] Ferner kann anstelle des Kommunikationsdurchgangs **361** oder zusätzlich zu dem Kommunikationsdurchgang **361** ein Kommunikationsdurchgang, der aufgebaut ist, um eine Druckdifferenz zwischen beiden Seiten in der axialen Richtung zu verringern, an dem Innenumfang des Reibungselements **17** ausgebildet sein. Ferner, selbst wenn der Kommunikationsdurchgang **361** sich nicht stets in einem Kommunikationszustand befindet, können beispielsweise Sperrventile auf beiden Seiten in der axialen Richtung des Reibungselements **17** installiert sein. Mit anderen Worten muss das Reibungselement **17** nicht als eine perfekte Dichtung betrieben werden.

[0122] Als Nächstes wird ein Betrieb des oben dargelegten Stoßdämpfers **1** beschrieben.

[0123] Zunächst werden Funktionsweisen der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismen **51a** und **51b**, die an dem Kolben **9** installiert sind, und des Dämpfungskraftänderungsmechanismus **58**, der an dem Kolbenstab **8** installiert ist, und Eigenschaften des Stoßdämpfers **1**, die durch selbige erzeugt werden, mit Bezug hauptsächlich auf die **Fig. 2** beschrieben.

[0124] Bei dem Erweiterungshub, in dem der Kolbenstab **8** zur Erweiterungszeit bewegt wird, fließt Öl von der Kammer **11** zur Kammer **12** über den Durchgang **50a**. Wenn eine Kolbengeschwindigkeit sich in einem sehr niedrigen Geschwindigkeitsbereich befindet, fließt das Öl, das von der Kammer **11** in den Durchgang **50a** eingebracht wird, hauptsächlich über die feste Öffnung **78a**, die stets offen ist, die zwischen dem Sitzabschnitt **71a** und der Scheibe **75a**, die an den Sitzabschnitt **71a** angrenzt, ausgebildet ist, in die Kammer **12** und erzeugt hier eine Dämpfungskraft von Öffnungseigenschaften (die Dämpfungskraft ist im Wesentlichen proportional zum Quadrat der Kolbengeschwindigkeit). Ferner, wenn die Kolbengeschwindigkeit sich erhöht, um in einen niedrigen Geschwindigkeitsbereich einzutreten, fließt das Öl, das von der Kammer **11** in den Durchgang **50a** eingebracht wird, hauptsächlich zwischen der Scheibe **75a** und dem Sitzabschnitt **71a** zur Kammer **12**, während sich die Scheibe **75a** öffnet. Aus diesem Grund wird eine Dämpfungskraft von Ventileigenschaften erzeugt (die Dämpfungskraft ist im Wesentlichen proportional zur Kolbengeschwindigkeit).

[0125] Bei dem Kompressionshub, in dem der Kolbenstab **8** zur Kompressionsseite bewegt wird, fließt Öl von der Kammer **12** über den Durchgang **50b** in die Kammer **11**. Wenn die Kolbengeschwindigkeit sich in einem sehr niedrigen Geschwindigkeitsbereich befindet, fließt das Öl, das von der Kammer **12** in den Durchgang **50b** eingebracht wird, hauptsächlich zur Kammer **11** über die feste Öffnung **78b**, die stets offen ist, zwischen dem Sitzabschnitt **71b** und der Scheibe **75b**, die an den Sitzabschnitt **71b** angrenzt, ausgebildet ist, und erzeugt hier eine Dämpfungskraft von Öffnungseigenschaften (die Dämpfungskraft ist im Wesentlichen proportional zum Quadrat der Kolbengeschwindigkeit). Ferner, wenn sich die Kolbengeschwindigkeit erhöht, um in den niedrigen Geschwindigkeitsbereich einzutreten, fließt das Öl, das von der Kammer **12** in den Durchgang **50b** eingebracht wird, zur Kammer **11** durch einen Weg zwischen der Scheibe **75b** und dem Sitzabschnitt **71b**, während sich die Scheibe **75b** öffnet. Aus diesem Grund wird eine Dämpfungskraft von Ventileigenschaften erzeugt (die Dämpfungskraft ist im Wesentlichen proportional zur Kolbengeschwindigkeit).

[0126] Hier wird ein Bereich, in dem eine Frequenz, wenn die Kolbengeschwindigkeit gering ist, das heißt ein Bereich sehr geringer Geschwindigkeit (beispielsweise 0,05 m/s), eine relativ hohe Frequenz ist (beispielsweise 7 Hz oder mehr), beispielsweise aufgrund von Schwingungen, die von einer geringen Ungleichmäßigkeit einer Fahrbahnoberfläche herrühren, erzeugt, und unter solchen Umständen wird die Dämpfungskraft vorzugsweise verringert. Ferner, selbst wenn die Kolbengeschwindigkeit gleichermaßen niedrig ist, wird, umgekehrt, ein Bereich, in dem die Frequenz vergleichsweise niedrig ist (beispiels-

weise 2 Hz oder weniger), aufgrund von Schwingungen, wie beispielsweise ein Schütteln aufgrund des Rollens eines Fahrzeugkörpers, erzeugt, und unter solchen Umständen wird die Dämpfungskraft vorzugsweise erhöht. **Fig. 6** zeigt Eigenschaften, wenn die Kolbengeschwindigkeit, das heißt die Anregungsgeschwindigkeit des Stoßdämpfers **1**, 0,05 m/s beträgt.

[0127] Entsprechend dem oben Dargelegten variiert der Dämpfungskraftänderungsmechanismus **58** eine Dämpfungskraft als Antwort auf eine Frequenz, selbst wenn die Kolbengeschwindigkeit niedrig ist. Das heißt, wenn die Kolbengeschwindigkeit niedrig ist, wird, wenn eine wechselseitige Frequenz des Kolbens **9** erhöht wird, der Druck in der Kammer **11** während des Erweiterungshubs erhöht, und der freie Kolben **87** wird in der axialen Richtung bezüglich des Gehäuses **85** gegen eine Vorspannkraft des O-Rings **89** zur Kammer **12** bewegt, der auf der Seite der Kammer **12** in der axialen Richtung angeordnet ist, während das Öl von der Kammer **11** in den stabkammerseitigen Durchgangsabschnitt **123** des gehäuseinternen Durchgangs **121** des Dämpfungskraftänderungsmechanismus **58** über den stabinternen Durchgang **57** des Kolbenstabs **8** eingebracht wird. Indem der freie Kolben **87** in der axialen Richtung zur Seite der Kammer **12** bewegt wird, wie es oben beschrieben ist, wird Öl von der Kammer **11** in den gehäuseinternen Durchgang **121** eingebracht, und eine Strömungsrate des Öls, das von der Kammer **11** in den Durchgang **50a** eingebracht wird, das durch den Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51a** fließt und in die Kammer **12** fließt, wird verringert. Folglich, wie es in einem Bereich der **Fig. 6** gezeigt ist, indem eine Frequenz f_2 (beispielsweise 5 Hz) oder mehr beträgt, verringert sich die Dämpfungskraft.

[0128] Als Nächstes bewegt sich beim Kompressionshub, da der Druck der Kammer **12** sich erhöht, während das Öl von dem stabkammerseitigen Durchgangsabschnitt **123** des gehäuseinternen Durchgangs **121** des Dämpfungskraftänderungsmechanismus **58** über den stabinternen Durchgang **57** des Kolbenstabs **8** in die Kammer **11** abgegeben wird, der freie Kolben **87**, der sich zur Seite der Kammer **12** in der axialen Richtung bewegt, zur Kammer **11** in der axialen Richtung bezüglich des Gehäuses **85** gegen die Vorspannkraft des O-Rings **88**, der auf der Seite der Kammer **11** in der axialen Richtung angeordnet ist. Indem sich der freie Kolben **87** in der axialen Richtung zur Kammer **11** bewegt, wie es oben beschrieben ist, vergrößert sich die Kapazität der Kammer **12**, und die Strömungsrate des Öls, das von der Kammer **12** in den Durchgang **50b** eingebracht wird und durch den Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51b** tritt und in die Kammer **11** fließt, wird verringert. Folglich verringert sich die Dämpfungskraft.

[0129] In dem Bereich, in dem die Frequenz des Kolbens **9** groß ist, ist auch eine Bewegungsfrequenz des freien Kolbens **87** folglich erhöht. Als Folge davon fließt während des Erweiterungshubs das Öl von der Kammer **11** zum stabkammerseitigen Durchgangsabschnitt **123** des gehäuseinternen Durchgangs **121**, und während des Kompressionshubs vergrößert sich eine Kapazität der Kammer **12** um einen Bewegungsbetrag des freien Kolbens **87**, und beispielsweise wird die Dämpfungskraft in einem abgesenkten bzw. verringerten Zustand gehalten, wie es mit einer gestrichelten Linie in einem Bereich der **Fig. 6** gezeigt ist, in dem die Frequenz f_3 (beispielsweise 10 Hz) oder mehr beträgt.

[0130] Ferner, wenn die Kolbengeschwindigkeit niedrig ist, verringert sich, wenn die Frequenz des Kolbens **9** abnimmt, auch die Bewegungsfrequenz des Kolbens **87** entsprechend. Aus diesem Grund verringert sich die Strömungsrate des Öls, das in den Durchgang **50a** von der Kammer **11** eingebracht wird und durch den Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51a** tritt und in die Kammer **12** fließt, beim Beginn des Erweiterungshubs danach nicht, während das Öl von der Kammer **11** zum stabkammerseitigen Durchgangsabschnitt **123** des gehäuseinternen Durchgangs **121** fließt, da der freie Kolben **87** den O-Ring **89** komprimiert, so dass dieser auf der Seite der Kammer **12** in der axialen Richtung bezüglich des Gehäuses **85** gestoppt wird und das Öl nicht von der Kammer **11** zum stabkammerseitigen Durchgangsabschnitt **123** des gehäuseinternen Durchgangs **121** strömt, und die Dämpfungskraft wird beispielsweise erhöht, wie es in einem Bereich der **Fig. 6**, in dem die Frequenz f_1 (beispielsweise 2 Hz) oder weniger beträgt, gezeigt ist.

[0131] Als Nächstes, selbst beim Kompressionshub, beim Beginn desselben, während die Kapazität der Kammer **12** um einen Bewegungsbetrag des freien Kolbens **87** bezüglich des Gehäuses **85** vergrößert ist, verringert sich die Strömungsrate des Öls, das von der Kammer **12** in den Durchgang **50b** eingebracht wird und durch den Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **51b** fließt und in die Kammer **11** fließt, danach nicht, da der freie Kolben **87** den O-Ring **88** komprimiert, so dass dieser auf der Seite der Kammer **11** in axialer Richtung bezüglich des Gehäuses **85** stoppt und keinen Einfluss auf die Kapazität der Kammer **12** ausübt, und die Dämpfungskraft erhöht sich.

[0132] Wenn der Kolben **9** gestoppt wird und die Drücke in der Kammer **11** und der Kammer **12** gleich werden, wird der freie Kolben **87** durch eine elastische Kraft der O-Ringe **88** und **89**, die aus einem Gummimaterial ausgebildet sind, an einer neutralen Position, gezeigt in **Fig. 2**, positioniert. Wenn der freie Kolben **87** an der neutralen Position positioniert wird, wie es oben beschrieben ist, geraten die O-Rin-

ge **88** mit dem zylindrischen Flächenabschnitt des großen Durchmessers **103** und dem geneigten Flächenabschnitt **97** des Gehäuses **85** und dem zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **117** und dem geneigten Flächenabschnitt **116** des freien Kolbens **87** in Kontakt, und der O-Ring **89** gerät mit dem zylindrischen Flächenabschnitt des großen Durchmessers **103** und dem geneigten Flächenabschnitt **102** des Gehäuses **85** und dem zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **113** und dem geneigten Flächenabschnitt **114** des freien Kolbens **87** in Kontakt. Folglich drücken die O-Ringe **88** und **89** den freien Kolben **87** in entgegengesetzte Richtungen.

[0133] Wenn sich der freie Kolben **87** in der neutralen Position befindet, überlappen der zylindrische Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **101** des inneren ringförmigen Vorsprungs **100** des Gehäuses **85** und der zulaufende Flächenabschnitt **112** und der zylindrische Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **113** des freien Kolbens **87** an einer Position in der axialen Richtung und stehen sich in der radialen Richtung einander gegenüber. Hier stellt eine Lücke **131** zwischen dem zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **101**, dem zulaufenden Flächenabschnitt **112** und dem zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **113** einen Querschnittsflächenbereich A1 in der radialen Richtung bereit, der durch Subtrahieren eines Flächenbereichs eines Kreises, der einen Außendurchmesser des zylindrischen Flächenabschnitts des kleinen Durchmessers **113** als einen Durchmesser aufweist, von einem Flächenbereich eines Kreises, der einen Innendurchmesser des zylindrischen Flächenabschnitts des kleinen Durchmessers **101** als einen Durchmesser aufweist, erhalten wird.

[0134] Ferner, wenn der freie Kolben **87** von der neutralen Position an eine gegenüberliegende Seite des Abdeckelements **82** bewegt wird, da eine Position in der axialen Richtung des zulaufenden Flächenabschnitts **112** des freien Kolbens **87** bezüglich des zylindrischen Flächenabschnitts des kleinen Durchmessers **101** des Gehäuses **85** abweicht, überlappt die Position des zylindrischen Flächenabschnitts des kleinen Durchmessers **101** des Gehäuses **85** in der axialen Richtung lediglich den zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **113** des freien Kolbens **87**, so dass diese in der radialen Richtung gegenüberliegen. Folglich wird der Querschnittsflächenbereich A1 in der radialen Richtung wie beim neutralen Zustand konstant beibehalten. Ferner, wenn der freie Kolben **87** von der neutralen Position zum Abdeckelement **82** bewegt wird, weicht eine Position in der axialen Richtung des zylindrischen Flächenabschnitts des kleinen Durchmessers **113** des freien Kolbens **87** bezüglich des zylindrischen Flächenabschnitts des kleinen Durchmessers **101** des Gehäuses **85** ab. Dann überlappt die Po-

sition des zylindrischen Flächenabschnitts des kleinen Durchmessers **101** des Gehäuses **85** in der axialen Richtung lediglich den zulaufenden Flächenabschnitt **112** des freien Kolbens **87**, um einander in der radialen Richtung gegenüberzuliegen, wobei diese schließlich nicht dem freien Kolben **87** in der radialen Richtung gegenüberliegen. Folglich vergrößert sich der Querschnittsflächenbereich A1 in der radialen Richtung allmählich, im Vergleich zum neutralen Zustand, und erweitert sich dann unmittelbar.

[0135] Wenn sich der freie Kolben **87** in der neutralen Position befindet, überlappen der zylindrische Flächenabschnitt des großen Durchmessers **103** des Gehäuses **85** und der zylindrische Flächenabschnitt des großen Durchmessers **115** des äußeren ringförmigen Vorsprungs **110** des freien Kolbens **87** an einer Position in der axialen Richtung, so dass sich diese in der radialen Richtung gegenüber liegen. Hier stellt eine Lücke **132** zwischen dem zylindrischen Flächenabschnitt des großen Durchmessers **103** und dem zylindrischen Flächenabschnitt des großen Durchmessers **115** einen Querschnittsflächenbereich A2 in der radialen Richtung bereit, der durch Subtrahieren eines Flächenbereichs eines Kreises, der einen Außendurchmesser des zylindrischen Flächenabschnitts des großen Durchmessers **115** als einen Durchmesser aufweist, von einem Flächenbereich eines Kreises, der einen Innendurchmesser des zylindrischen Flächenabschnitts des großen Durchmessers **103** als einen Durchmesser aufweist, erhalten wird.

[0136] Ferner, selbst wenn der freie Kolben **87** von der neutralen Position in irgendeiner axialen Richtung bewegt wird, überlappen der zylindrische Flächenabschnitt des großen Durchmessers **103** des Gehäuses **85** und der zylindrische Flächenabschnitt des großen Durchmessers **115** des freien Kolbens **87** an der Position in der axialen Richtung, um einander in der radialen Richtung gegenüber zu liegen. Folglich wird der Querschnittsflächenbereich A2 in der radialen Richtung stets konstant beibehalten.

[0137] Wenn der freie Kolben **87** sich in der neutralen Position befindet, überlappen der zylindrische Flächenabschnitt **96** des Abdeckaußenrohrabschnitts **93** des Gehäuses **85** und der zulaufende Flächenabschnitt **118** des freien Kolbens **87** an der Position in der axialen Richtung, um einander in der radialen Richtung gegenüber zu liegen. Hier stellt eine Lücke **133** zwischen dem zylindrischen Flächenabschnitt **96** und dem zulaufenden Flächenabschnitt **118** einen Querschnittsflächenbereich A3 in der radialen Richtung bereit, der durch Subtrahieren eines Flächenbereichs eines Kreises, der einen Außendurchmesser eines Abschnitts des zulaufenden Flächenabschnitts **118**, in dem der Endabschnitt der Seite des geneigten Flächenabschnitts **97** des zylindrischen Flächenabschnitts **96** die Position in der

axialen Richtung trifft, als einen Durchmesser aufweist, von einem Flächenbereich eines Kreises, der einen Innendurchmesser des zylindrischen Flächenabschnitts **96** als einen Durchmesser aufweist, erhalten wird.

[0138] Ferner, wenn der freie Kolben **87** von der neutralen Position an eine gegenüberliegende Seite des Abdeckelements **82** bewegt wird, weicht die Position in der axialen Richtung des zulaufenden Flächenabschnitts **118** des freien Kolbens **87** allmählich bezüglich des zylindrischen Flächenabschnitts **96** des Gehäuses **85** ab, und schließlich überlappt der zylindrische Flächenabschnitt **96** des Gehäuses **85** nicht den freien Kolben **87** an der Position in der axialen Richtung. Folglich vergrößert sich der Querschnittsflächenbereich A3 in der radialen Richtung allmählich, im Vergleich mit dem neutralen Zustand, und erweitert sich dann unmittelbar. Ferner, wenn der freie Kolben **87** von der neutralen Position zum Abdeckelement **82** bewegt wird, weicht die Position der axialen Richtung des zulaufenden Flächenabschnitts **118** des freien Kolbens **87** allmählich bezüglich des zylindrischen Flächenabschnitts **96** des Gehäuses **85** ab, und überlappt schließlich den zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **117** des freien Kolbens **87** an der Position in der axialen Richtung, um einander in der radialen Richtung gegenüber zu liegen. Folglich verringert sich der Querschnittsflächenbereich A3 in der radialen Richtung allmählich, im Vergleich zum neutralen Zustand, und wird dann konstant.

[0139] In der Ausführungsform in einem Zustand, in dem der freie Kolben **87** sich an der neutralen Position befindet, weisen die Lücke **131**, die Lücke **132** und die Lücke **133** einen solchen Querschnittsflächenbereich der radialen Richtung auf, dass der Querschnittsflächenbereich A1 in der radialen Richtung der Lücke **131** kleiner als der Querschnittsflächenbereich A2 in der radialen Richtung der Lücke **132** und der Querschnittsflächenbereich A3 in der radialen Richtung der Lücke **133** ist. Das heißt, der Querschnittsflächenbereich A1 in der radialen Richtung < der Querschnittsflächenbereich A2 in der radialen Richtung, und der Querschnittsflächenbereich A1 in der radialen Richtung < der Querschnittsflächenbereich A3 in der radialen Richtung. Genauer gesagt, der Querschnittsflächenbereich A1 in der radialen Richtung < der Querschnittsflächenbereich A2 in der radialen Richtung < der Querschnittsflächenbereich A3 in der radialen Richtung. Mit anderen Worten wird in einem Zustand, in dem sich der freie Kolben **87** an der neutralen Position befindet, ein Minimalwert in der radialen Richtung der Lücke **131** verringert, um kleiner als ein Minimalwert in der radialen Richtung der Lücke **132** und ein Minimalwert in der radialen Richtung der Lücke **133** zu sein, und der Minimalwert in der radialen Richtung der Lücke **132** ist kleiner als der Minimalwert in der radialen Richtung der Lücke

133. Ferner wird, in anderen Worten, ein Zustand, in dem der freie Kolben **87** sich an der neutralen Position befindet, die Lücke **131** ein Abschnitt, der in der radialen Richtung eine kleinste Lücke aufweist, wird die Lücke **132** zum Abschnitt, der den nächst kleineren Zwischenraum in der radialen Richtung aufweist, und wird die Lücke **133** zu einem Abschnitt, der den nächst kleineren Zwischenraum in der radialen Richtung aufweist.

[0140] Die Lücke **132** zwischen dem zylindrischen Flächenabschnitt des großen Durchmessers **103** des Gehäuses **85** und dem zylindrischen Flächenabschnitt des großen Durchmessers **115** des äußeren ringförmigen Vorsprungs **110** des freien Kolbens **87** ist festgelegt, um einen Druckverlust an einem Auslass außerhalb der Durchgangsöffnung **119** zu verringern. Folglich, selbst wenn eine Druckänderung in einer oberen Kammer **6** stattfindet, können Drücke der Kammer **125** in dem freien Kolben **87** und der Kammer **126** außerhalb des freien Kolbens **87** gleich gemacht werden. Folglich kann mit einem stabilen Verhalten des freien Kolbens **87** und des O-Rings **88** gerechnet werden.

[0141] Wenn der freie Kolben **87** auf eine gegenüberliegende Seite des Abdeckelements **82** bezüglich des Gehäuses **85** bewegt wird, indem ein Niveau des Öls in der oberen Kammer **6** beim Erweiterungshub erhöht wird, wird die Lücke **131** zwischen dem zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **101** des Gehäuses **85** und des zylindrischen Flächenabschnitts des kleinen Durchmessers **113** des freien Kolbens **87** zu einem Abschnitt, der einen kleinsten Zwischenraum in der radialen Richtung der Lücken **131** bis **133** aufweist, und der Querschnittsflächenbereich A1 in der radialen Richtung wird durch Subtrahieren eines Flächenbereichs eines Kreises, der einen Außendurchmesser des zylindrischen Flächenabschnitts des kleinen Durchmessers **113** als einen Durchmesser aufweist, von einem Flächenbereich eines Kreises, der einen Innendurchmesser des zylindrischen Flächenabschnitts des kleinen Durchmessers **101** als einen Durchmesser aufweist, erhalten. In diesem Zustand, in dem der zylindrische Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **101** gegen den zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **113** angrenzt, wird eine Relativbewegung in der radialen Richtung des freien Kolbens **87** bezüglich des Gehäuses **85** begrenzt. Ferner, selbst wenn der O-Ring **89**, der zwischen der Kammer **126** des stabkammerseitigen Durchgangsabschnitts **123** und des bodenkammerseitigen Durchgangsabschnitts **124** angeordnet ist und aufgebaut ist, um eine Druckdifferenz in einer Richtung der Bewegung zur Lücke **131** beim Erweiterungshub zu erzeugen, weiter zur Lücke **131** bewegt wird, durch die Druckdifferenz, zusätzlich zur Kompression durch den äußeren ringförmigen Vorsprung **110** des freien Kolbens **87**, da der Querschnittsflächenbereich A1 in

der radialen Richtung des Zwischenraums **131** zwischen dem zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **101** und dem zylindrischen Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **113** klein ist, kann die Erzeugung einer "Aufschüttung" („digging“, die in dem Zwischenraum **131** sandwichartig vorliegt, unterdrückt werden. Folglich kann die Zuverlässigkeit beibehalten werden.

[0142] Ferner, wenn der freie Kolben **87** bezüglich des Gehäuses **85** zum Abdeckelement **82** bewegt wird, wird, indem ein Niveau des Öls in einer unteren Kammer **7** beim Kompressionshub erhöht wird, indem der zylindrische Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **101** des Gehäuses **85** und der zylindrische Flächenabschnitt des kleinen Durchmessers **113** des freien Kolbens **87** in der axialen Richtung abweichen, die Lücke **132** zwischen dem zylindrischen Flächenabschnitt des großen Durchmessers **103** des Gehäuses **85** und dem zylindrischen Flächenabschnitt des großen Durchmessers **115** des freien Kolbens **87** ein Abschnitt, der in der radialen Richtung die kleinste Lücke der Lücken **131** bis **133** wird, und der Querschnittsflächenbereich A2 in der radialen Richtung wird durch Subtrahieren eines Flächenbereichs eines Kreises, der einen Außendurchmesser des zylindrischen Flächenabschnitts des großen Durchmessers **115** als Durchmesser aufweist, von einem Flächenbereich eines Kreises, der einen Innendurchmesser des zylindrischen Flächenabschnitts des großen Durchmessers **103** als Durchmesser aufweist, erhalten. In diesem Zustand, in dem der zylindrische Flächenabschnitt des großen Durchmessers **103** gegen den zylindrischen Flächenabschnitt des großen Durchmessers **115** angrenzt, wird eine Relativbewegung in der radialen Richtung des freien Kolbens **87** bezüglich des Gehäuses **85** begrenzt. Hier, während eine Druckdifferenz in einer Bewegungsrichtung zur Lücke **132**, welche eine umgekehrte Richtung der oben dargelegten Richtung ist, an dem O-Ring **89** erzeugt wird, wird, da eine Kraft, die von dem freien Kolben **87** empfangen wird, klein ist, eine Bewegung des O-Rings **89** zur Lücke **132** unterdrückt, und obwohl der Querschnittsflächenbereich A2 in der radialen Richtung der Lücke **132** etwas weit ist, wird die Erzeugung einer "Anhäufung" („digging“) unterdrückt. Folglich kann die Zuverlässigkeit beibehalten werden.

[0143] Ferner werden in einem Zustand, in dem der Kolben **9** gestoppt ist und der freie Kolben **87** sich an der neutralen Position befindet, die Lücken **131** bis **133** so festgelegt, dass der Querschnittsflächenbereich A1 in der radialen Richtung der Lücke **131** kleiner als der Querschnittsflächenbereich A2 in der radialen Richtung der Lücke **132** und der Querschnittsflächenbereich A3 in der radialen Richtung der Lücke **133** ist. Wie es oben beschrieben ist, indem eine Korrelation der Größe bzw. des Betrags bei den Querschnittsflächenbereichen A1 bis A3 in der radia-

len Richtung der Lücken **131** bis **133** vorliegt, kann eine Konzentrität des zulaufenden Flächenabschnitts **112**, des zylindrischen Flächenabschnitts des kleinen Durchmessers **113**, des zylindrischen Flächenabschnitts des großen Durchmessers **115**, des zylindrischen Flächenabschnitts des kleinen Durchmessers **117** und des zulaufenden Flächenabschnitts **118**, welche die Lücken **131** bis **133** des freien Kolbens **87** ausbilden, abgemildert werden.

[0144] Folglich kann die Produktivität verbessert werden, während die Zuverlässigkeit beibehalten wird.

[0145] Bezüglich Eigenschaften des Stoßdämpfers **1**, die von den Dämpfungskrafterzeugungsmechanismen **51a** und **51b** und dem Dämpfungskraftänderungsmechanismus **58** erzeugt werden, wie es in **Fig. 6** gezeigt ist, während die Dämpfungskraft verringert wird, wenn die Frequenz auf f_2 (beispielsweise 5 Hz) oder mehr erhöht wird, wenn eine Dämpfungskraft von ungefähr 15 Hz (13 bis 17 Hz), die eine Resonanzfrequenz der ungedeuteten Masse des Fahrzeugs V ist, gering ist, werden Schwingungen der ungedeuteten Masse des Fahrzeugs V erhöht und eine Dämpfungseigenschaft der ungedeuteten Masse verschlechtert. Aus diesem Grund verschlechtert sich der Fahrkomfort. Ferner, wenn die Dämpfungskraft bei einer weichen Einstellung zu gering ist, wird eine ursprüngliche bzw. initiale Anwendung der Dämpfungskraft verschlechtert, selbst in einem Zustand, in dem die Frequenz gering ist, und das Antwortverhalten des Fahrverhaltens ist verschlechtert. Diese Probleme treten gleichermaßen selbst in dem Stoßdämpfer auf, der in der japanischen ungeprüften Patentanmeldung, erste Veröffentlichungs-Nr. 2011-202800 offenbart ist.

[0146] Auf der anderen Seite ist der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **370**, der das Reibungselement **17** und den Kommunikationsdurchgang **361** aufweist, wie es in **Fig. 3** gezeigt ist, in der Ausführungsform 1 vorgesehen, und eine bei Eingabe einer kleinen Amplitude, bei der die Kolbengeschwindigkeit eine sehr kleine Geschwindigkeit ist, auf den Kolbenstab **8** wirkende Kraft wird durch das Reibungselement **17** geeignet eingestellt. Das heißt, wenn das Reibungselement **17** verwendet wird, erzeugt bei Eingabe einer geringen Amplitude, bei der die Kolbengeschwindigkeit eine sehr geringe Geschwindigkeit ist, in einem Reibungsbereich, in dem die Kolbengeschwindigkeit von 0 beginnt, das Reibungselement **17** eine Federkraft durch elastische Verformung des elastischen Gummiabschnitts **291**, ohne einen Verschieben mit dem Kolbenstab **8** zu bewirken, und die Federkraft wird eine wirkende Kraft (ein dynamischer Federbereich). Danach, wenn der Kolbenstab **8** sich in einem bestimmten Ausmaß (0,1 mm) oder mehr bewegt, tritt eine Verschiebung zwischen dem Reibungselement **17** und dem Kolbenstab **8** auf, und

eine dynamischen Reibungskraft tritt auf (ein dynamischer Reibungsbereich). In der Ausführungsform kann eine dynamische Federkonstante bei der geringen Amplitude durch das Reibungselement **17** verbessert werden, wodurch ein dynamischer Reibungskoeffizient erhöht wird, und die Dämpfungskraft kann in einem Bereich, in dem die Frequenz hoch ist, erhöht werden, so dass diese größer als die Dämpfungskraft durch die Dämpfungskrafterzeugungsmechanismen **51a** und **51b** und den Dämpfungskraftänderungsmechanismus **58** ist. Das heißt, verglichen mit einem Fall, in dem der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **370** nicht installiert ist, wie dies mit einer gestrichelten Linie in einem Bereich gezeigt ist, in dem die Frequenz der **Fig. 6 f3** (beispielsweise 10 Hz) oder mehr ist, ist die Dämpfungskraft in einem Fall groß, in dem der Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **370** installiert ist, gezeigt als durchgezogene Linie, in dem Bereich, in dem die Frequenz von **Fig. 6 f3** bis **f4** (beispielsweise 13 Hz) oder größer ist, das heißt, sich diese einer harten Seite annähert. Folglich können gute Dämpfungseigenschaften erhalten werden, kann eine Dämpfungseigenschaft der ungefederten Masse verbessert werden und kann der Fahrkomfort verbessert werden.

[0147] Wenn ein Reifen T, der an dem Rad W des Fahrzeugkörpers B angebracht ist, wie es in **Fig. 4** gezeigt ist, ein pannensicherer Reifen (run flat tire) ist, der selbst mit einem Schaden einen bestimmten Weg laufen kann, oder ein Kraftstoff sparender Reifen mit einem Luftdruck von 240 kPa oder mehr ist, erhöht sich die Festigkeit (Federkonstante) des Reifens T, und Schwingungen der ungefederten Masse vergrößern sich, wodurch der Fahrkomfort vermindert wird. Im Besonderen, da der Stoßdämpfer **1** an dem Fahrzeugkörper B, der diese Reifen T aufweist, installiert ist, erhöht sich die Wirkung der Verbesserung der Dämpfungseigenschaft der ungefederten Masse.

[0148] Genauer gesagt, gemäß dem Stoßdämpfer **1** der Ausführungsform, sind gemessene Werte von Dämpfungskraftereigenschaften bei einer Anregungsgeschwindigkeit von 0,05 m/s Eigenschaften, die in **Fig. 7** gezeigt sind. Bei den Eigenschaften wird ein maximaler Dämpfungskraftwert zu einer weichen Seite, bei der die Dämpfungskraft bei der Frequenz von 10 Hz oder mehr kleiner als die bei der Frequenz von 1 Hz oder weniger ist, und wird eine harte Seite, bei der die Dämpfungskraft größer als die bei einer Frequenz von ungefähr 5 Hz (genauer gesagt 5 Hz) ist.

[0149] Ferner, bei Eingabe einer geringen Amplitude, bei der die Kolbengeschwindigkeit eine sehr niedrige Geschwindigkeit ist, kann, da die Dämpfungskraft durch das Reibungselement **17** des Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **370** rasch angelegt werden kann, das Antwortverhalten des Fahrverhaltens von einem Zustand, in dem die Lenkung

an einer neutralen Position gehalten wird, verbessert werden. Genauer gesagt kann bei dem Stoßdämpfer **1**, da eine Lissajous-Wellenform, die eine Beziehung zwischen dem Hub und der Dämpfungskraft darstellt, durch eine durchgezogene Linie in **Fig. 8** gezeigt ist, ein Zustand, in dem die Dämpfungskraft groß ist, in einem umgekehrten Anfangsstadium bzw. initialen Stadium bei Umkehr eines Hubs beibehalten werden, im Vergleich mit einem Fall, in dem kein Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus **370** installiert ist, der durch eine gestrichelte Linie in **Fig. 8** gezeigt ist.

[0150] In einem Bereich, in dem die Kolbengeschwindigkeit bezüglich des Hydraulikdämpfungsbereichs, der vorgesehen ist, um eine Hydraulikdämpfungskraft durch die Dämpfungskrafterzeugungsmechanismen **51a** und **51b** und den Dämpfungskraftänderungsmechanismus **58** zu erzeugen, kleiner ist, wird im Wesentlichen nahezu niemals die Dämpfungskraft durch die Dämpfungskrafterzeugungsmechanismen **51a** und **51b** und den Dämpfungskraftänderungsmechanismus **58** erzeugt. Aus diesem Grund werden eine elastische Kraft und ein Reibungswiderstand durch das Dichtungselement **16** und das Reibungselement **17** bezüglich des Kolbenstabs **8**, die stets erzeugt werden, und ein Reibungswiderstand bezüglich des Innenrohrs **2** des Kolbens **9** zu einer Hauptquelle der Dämpfungskraft. In einem solchen Reibungsbereich kann die wirkende Kraft auf den Kolbenstab **8** durch Festlegen des Reibungselements **17** geeignet eingestellt werden.

[0151] Die japanische ungeprüfte Patentanmeldung, erste Veröffentlichungsnummer 2005-325997, offenbart ein Reibungselement, das durch Vulkanisierungs-Adhäsion eines Reibungskörpers ausgebildet wird, der eine Lücke bezüglich eines zylindrischen Abschnitts aufweist und aus einem elastischen Gummimaterial an einem metallischen ringförmigen Bodenabschnitt ausgebildet ist, der eine bodenseitig geschlossene zylindrische Form aufweist, die einen Bodenabschnitt und einen zylindrischen Abschnitt aufweist (vgl. **Fig. 10** der japanischen ungeprüften Patentanmeldung, erste Veröffentlichungs-Nr. 2005-325997). Ferner offenbart die japanische ungeprüfte Patentanmeldung, erste Veröffentlichungs-Nr. 2003-156093 ein Reibungselement, das sich von dem oben dargelegten Reibungselement unterscheidet, das durch Brennen eines Gummis ausgebildet wird, so dass keine Lücke bezüglich des zylindrischen Abschnitts in einem bodenseitig geschlossenen Kernstab ausgebildet ist, der durch einen Bodenabschnitt und den zylindrischen Abschnitt ausgebildet ist (vgl. **Fig. 6(D)** der japanischen ungeprüften Patentanmeldung, erste Veröffentlichungs-Nr. 2003-156093).

[0152] In dem Stoßdämpfer, der ein solches Reibungselement verwendet, erzeugt in dem Reibungsbereich, in dem die Kolbengeschwindigkeit bei 0 beginnt, das Reibungselement eine Federkraft durch

elastische Verformung von Gummi, ohne ein Verschieben bezüglich des Kolbenstabs zu bewirken, und die Federkraft wird eine wirkende Kraft (ein dynamischer Federbereich). Danach, wenn der Kolbenstab sich um ein bestimmtes Maß (0,1 mm) oder mehr bewegt, tritt eine Verschiebung zwischen dem Reibungselement und dem Kolbenstab auf, und eine dynamische Reibungskraft tritt auf (ein dynamischer Reibungsbereich).

[0153] In jüngsten Entwicklungen wird, indem der dynamische Federbereich in dem Reibungsbereich erweitert ist und der dynamische Reibungsbereich verringert ist, eine Verbindung zum hydraulischen Dämpfungsbereich sanft, und eine Neigung einer Erhöhung der Dämpfungskraft bezüglich einer Erhöhung der Kolbengeschwindigkeit kann vergrößert werden. Als eine Folge wird anerkannt, dass starke bzw. harte Schwingungen einer Radiofrequenz unterdrückt werden, wodurch der Fahrkomfort verbessert wird, und eine Kraft beim Beginn oder Ende einer Rollbewegung wird erzeugt, wodurch die Fahrstabilität weiter verbessert wird.

[0154] Allerdings, wie es in der japanischen ungeprüften Patentanmeldung, erste Veröffentlichungs-Nr. 2005-325997 offenbart ist, wenn der Reibungskörper ausgebildet ist, um eine Lücke bezüglich des metallischen ringförmigen Zylinderabschnitts aufzuweisen, da die Festigkeit des Reibungskörpers gering ist und der Reibungskörper sich bezüglich der Bewegung des Kolbenstabs 8 rasch verschiebt, verringert sich der dynamische Federbereich in dem Reibungsbereich, und der dynamische Reibungsbereich vergrößert sich. Aus diesem Grund ist die Dämpfungskraft konstant, bis zum Eintritt in den Hydraulikdämpfungsbereich, und diese kann nicht sanft mit der Hydraulikdämpfungskraft verbunden werden. Ferner ist eine Neigung bzw. ein Anstieg der Erhöhung der Dämpfungskraft bezüglich einer Erhöhung der Kolbengeschwindigkeit in einem Bereich, in dem die Kolbengeschwindigkeit 0 bis zu einer sehr geringen Geschwindigkeit beträgt, klein, und auch eine Wirkung des dynamischen Federbereichs ist klein. Ferner, wie es in der japanischen ungeprüften Patentanmeldung, erste Veröffentlichungs-Nr. 2003-156093 offenbart ist, wenn Gummi installiert ist, bei dem keine Lücke bezüglich des zylindrischen Bereichs des Kernstabs vorliegt, indem eine Druckkraft des Gummis gegen den Kolbenstab erhöht ist, eine Neigung der Vergrößerung der Dämpfungskraft bezüglich einer Vergrößerung der Kolbengeschwindigkeit in einem Bereich erhöht ist, in dem die Kolbengeschwindigkeit 0 bis zu einer sehr geringen Geschwindigkeit beträgt, aber eine Kraft zum Start der Verschiebung der Reibungskraft bezüglich der Bewegung des Kolbenstabs 8 erhöht ist, ist eine Verformung des Gummis schwierig. Als Folge davon ist ein Hub bis zum Verschieben gering, ist der dynamische Federbereich nicht sehr groß, verringert sich der Reibungs-

widerstand beim Beginn des Verschiebens rasch und wird die Dämpfungskraft bis zum Eintritt in den hydraulischen Dämpfungsbereich konstant und kann nicht sanft mit dem hydraulischen Dämpfungsbereich verbunden werden. Eine Verbesserung der Dämpfungskrafteigenschaften bis zum Eintritt in den hydraulischen Dämpfungsbereich, das heißt bei einer kleinen Amplitude, geringen Schwingungen und Radiofrequenz, ist erforderlich.

[0155] Gemäß dem Stoßdämpfer 1 der Ausführungsform ist in dem elastischen Gummiabschnitt 291 des montierten Reibungselements 17 der tiefste Abschnitt 355 des ausgeschnittenen Abschnitts 351, der auf der Seite des Rohrabschnitts 302 der offenen Fläche 335 in einer entgegengesetzten Richtung bezüglich der axialen Richtung der Bodenabschnittskontaktfläche 328 ausgebildet ist, flacher als die Position in der axialen Richtung des minimalen Innendurchmesserabschnitts 337 zwischen den Durchmessererweiterungsabschnitten 338 und 339 beider Seiten in der axialen Richtung der Innenumfangsseite. Folglich ist eine Kompressionskraft bezüglich des Kolbenstabs 8 um ein Ausmaß erhöht, um das die Tiefe des ausgeschnittenen Abschnitts 351 reduziert ist, und eine Neigung bzw. eine Neigung der Erhöhung der Dämpfungskraft bezüglich einer Erhöhung der Kolbengeschwindigkeit in dem dynamischen Federbereich ist vergrößert. Ferner ist, bis zum Eintritt in den hydraulischen Dämpfungsbereich, während der minimale Innendurchmesserabschnitt 337, der aufgebaut ist, um die höchste Kompressionskraft zu erzeugen, an den Kolbenstab 8 angrenzt, der Hauptabschnitt 321 verformt, um sich um den tiefsten Abschnitt 355 zu drehen, durch Bewegung des Kolbenstabs 8, wie es mit einem Pfeil R in Fig. 5 gezeigt ist, und somit ist ein Bereich (ein Hub), in dem eine dynamische Federkraft erzeugt wird, vergrößert, ohne Verschiebung bezüglich des Kolbenstabs 8. Folglich ist der dynamische Reibungsbereich verringert, sind die Eigenschaften verändert, so dass die Dämpfungskraft bezüglich einer Erhöhung der Kolbengeschwindigkeit sanft zunimmt und sanft mit der Hydraulikdämpfungskraft verbunden ist, und können somit gute Dämpfungskrafteigenschaften erhalten werden. Folglich können insbesondere Dämpfungskrafteigenschaften bei geringer Amplitude, geringen Schwingungen und hoher Frequenz verbessert werden, und der Fahrkomfort und die Fahrstabilität eines Fahrzeugs, an dem der Stoßdämpfer angebracht ist, können verbessert werden. Ferner, während mehrere Gruppen von Reibungselementen verwendet werden können, um die Neigung (inclination) der Zunahme der Dämpfungskraft im Stand der Technik zu erhöhen, da die Neigung der Erhöhung der Dämpfungskraft durch ein Reibungselement 17 vergrößert werden kann, können Kosten verringert werden, im Vergleich zu dem Fall, in dem die mehreren Reibungselemente montiert sind, und auch eine Basislänge kann reduziert werden. Ferner, wäh-

rend der dynamische Federbereich nicht wesentlich vergrößert werden kann, selbst wenn die mehreren Reibungselemente montiert sind, kann der dynamische Federbereich in der Ausführungsform vergrößert werden. Ferner können die mehreren Gruppen von Reibungselementen **17** der Ausführungsform gemäß den Erfordernissen eines Hydraulikstoßdämpfers verwendet werden.

[0156] Für Fälle, in denen das Reibungselement **17** des Stoßdämpfers **1** gemäß der Ausführungsform und Reibungselemente von vergleichenden Beispielen, die in den **Fig. 9A** bis **Fig. 9D** gezeigt sind, montiert sind, wurden Eigenschaften der Dämpfungskraft bezüglich der Kolbengeschwindigkeit durch Experimente erhalten. Ferner betrifft das vergleichende Beispiel, das in **Fig. 9A** gezeigt ist, ein Reibungselement **17a** (entsprechend einem Element, das in **Fig. 10** des Patentedokuments **2** gezeigt ist), das einen elastischen Gummiabschnitt **291a** mit einer Lücke bezüglich des gesamten Rohrabchnitts **302** des Basisabschnitts **292** aufweist, im Gegensatz zur Ausführungsform. Das vergleichende Beispiel, das in **Fig. 9B** gezeigt ist, betrifft ein Reibungselement **17b**, das einen elastischen Gummiabschnitt **291b** aufweist, in dem ein minimaler Innendurchmesserabschnitt **337b** auf einer gegenüberliegenden Seite der Bodenabschnittskontaktfläche **328** bezüglich des tiefsten Abschnitts **355** angeordnet ist, im Unterschied zur Ausführungsform. Das vergleichende Beispiel, das in **Fig. 9C** gezeigt ist, betrifft ein Reibungselement **17c**, in dem ein elastischer Gummiabschnitt **291c** installiert ist, wobei eine Lücke bezüglich der Gesamtheit des Rohrabchnitts **302** des Basisabschnitts **292** vorhanden ist und ein minimaler Innendurchmesserabschnitt **337c** auf einer gegenüberliegenden Seite der Bodenabschnittskontaktfläche **328** abweicht, im Unterschied zur Ausführungsform. Das vergleichende Beispiel, das in **Fig. 9D** gezeigt ist, ist ein Reibungselement **17d**, das einen elastischen Gummiabschnitt **291d** ohne Lücke und ohne ausgeschnittenen Abschnitt bezüglich des Rohrabchnitts **302** des Basisabschnitts **292** aufweist. Ferner entspricht das Reibungselement **17d** dem Element, das in **Fig. 6(D)** der japanischen ungeprüften Patentanmeldung, erste Veröffentlichungs-Nr. 2003-156093 gezeigt ist.

[0157] Als ein Resultat, wie es mit einer gestrichelten Linie a1 der **Fig. 10** gezeigt ist, ist bezüglich aller Reibungselemente **17a**, **17b** und **17c** in dem Bereich, in dem die Kolbengeschwindigkeit 0 bis zu einer sehr geringen Geschwindigkeit V1 beträgt, während eine Federkraft durch elastische Verformung des elastischen Gummiabschnitts **291** bei dem dynamischen Federbereich in dem Reibungsbereich ohne Verschieben des elastischen Gummiabschnitts **291** bezüglich des Kolbenstabs erzeugt wird, da die Seite des Außendurchmessers des minimalen Innendurchmesserabschnitts **337** ein freier Raum wird, ei-

ne Druckkraft gering, und eine Neigung der Erhöhung der Dämpfungskraft bezüglich einer Erhöhung der Kolbengeschwindigkeit ist klein. Danach zeigt ein Abschnitt von V1 bis V2 Eigenschaften in dem dynamischen Reibungsbereich des Reibungsbereichs, in dem sich der elastische Gummiabschnitt **291** bezüglich des Kolbenstabs verschiebt bzw. gleitet, um sich in dem dynamischen Reibungszustand zu befinden, und die Dämpfungskraft ist konstant. Ferner, wenn die Kolbengeschwindigkeit V2 oder mehr beträgt, tritt diese in den hydraulischen Dämpfungsbereich ein, und die Dämpfungskraft durch eine Mündung bzw. Öffnung oder ein Dämpfungsventil überlappt die oben dargelegte dynamische Reibung, so dass diese dominant ist. Eine Änderung der Grenze zwischen dem Abschnitt von V1 bis V2 und der hydraulischen Dämpfungskraft, welche die Kolbengeschwindigkeit von V2 oder mehr aufweist, wurde erhöht und konnte nicht sanft mit der hydraulischen Dämpfungskraft, welche die Kolbengeschwindigkeit von V2 oder mehr aufweist, verbunden werden.

[0158] Das heißt, wenn der elastische Gummiabschnitt **291a** installiert ist, sodass eine Lücke bezüglich des gesamten Rohrabchnitts **302** des Basisabschnitts **292** wie das Reibungselement **17a** verbleibt, tritt der elastische Gummiabschnitt **291a** bei der Kompression gegen den Kolbenstab **8** in die Lücke ein, um die Festigkeit zu verringern, und die oben dargelegte durch Drehung bewirkte Verformung kann nicht einfach auftreten. Folglich, aufgrund einer unmittelbaren Verschiebung bezüglich des Kolbenstabs **8**, wird die Dämpfungskraft konstant. Ferner, wenn der minimale Innendurchmesserabschnitt **337b** des elastischen Gummiabschnitts **291b** auf einer gegenüberliegenden Seite der Bodenabschnittskontaktfläche **328** wie das Reibungselement **17b** abweicht, da ein Abschnitt entfernt von dem Basisabschnitt **292** mit dem Kolbenstab **8** mit einer großen Kompressionskraft in Gleitkontakt gerät, erhöht sich die Verformung des Abschnitts, der eine geringe Festigkeit aufweist, und die oben dargelegte durch Drehung bewirkte Verformung kann nicht einfach auftreten. Folglich wird aufgrund der unmittelbaren Verschiebung bezüglich des Kolbenstabs **8** die Dämpfungskraft konstant.

[0159] Ferner erhöht sich in dem Reibungselement **17d** die Festigkeit des elastischen Gummiabschnitts **291d** und, wie es mit einer Strich-Punkt-Linie d1 in der **Fig. 10** gezeigt ist, wird in dem Bereich, in dem die Kolbengeschwindigkeit 0 bis zu einer sehr geringen Geschwindigkeit V0 beträgt, die Federkraft durch die elastische Verformung des elastischen Gummiabschnitts **291** in dem dynamischen Federbereich des Reibungsbereichs erzeugt, ohne Verschiebung des elastischen Gummiabschnitts **291** bezüglich des Kolbenstabs. Hier tritt, während die Neigung der Vergrößerung der Dämpfungskraft bezüglich der Erhöhung der Kolbengeschwindigkeit vergrößert ist, indem eine Druckkraft des elastischen Gummiabschnitts **291d**

erhöht wird, da kein freier Raum außerhalb vorhanden ist, eine Verformung aufgrund der Drehung, wie es in der Ausführungsform beschrieben ist, kaum auf, und es tritt eine sofortige Verschiebung auf (früher als V1).

[0160] Danach verschiebt sich, in dem Abschnitt von V0 bis V2 in dem dynamischen Reibungsbereich des Reibungsbereichs, der elastische Gummiabschnitt **291** bezüglich des Kolbenstabs, um sich in dem dynamischen Reibungsbereich zu befinden, und die Dämpfungskraft wird konstant. Ferner, wenn die Kolbengeschwindigkeit V2 oder mehr beträgt, tritt diese in den hydraulischen Dämpfungsbereich ein, und die Dämpfungskraft Öffnung oder das Dämpfungsventil überlappt die oben dargelegte dynamische Reibung, so dass diese dominant wird. Eine Änderung der Grenze zwischen dem Abschnitt von V0 bis V2 und die hydraulische Dämpfungskraft, welche die Kolbengeschwindigkeit von V2 oder mehr aufweist, wurde erhöht und konnte nicht sanft mit der hydraulischen Dämpfungskraft, welche die Kolbengeschwindigkeit von V2 oder mehr aufweist, verbunden werden.

[0161] Auf der anderen Seite wird bei dem Reibungselement **17** der Ausführungsform, wie es mit einer durchgezogenen Linie x1 der **Fig. 10** gezeigt ist, in dem Bereich, in dem die Kolbengeschwindigkeit 0 bis zu einer sehr geringen Geschwindigkeit V2 beträgt, die Federkraft durch die elastische Verformung des elastischen Gummiabschnitts **291** in dem dynamischen Federbereich des Reibungsbereichs erzeugt, ohne Verschiebung des elastischen Gummiabschnitts **291** bezüglich des Kolbenstabs. Hier ist, indem eine Druckkraft des elastischen Gummiabschnitts **291** vergrößert ist, eine Neigung der Erhöhung der Dämpfungskraft bezüglich einer Erhöhung der Kolbengeschwindigkeit vergrößert.

[0162] Danach, vor und nach V2, verschiebt sich der elastische Gummiabschnitt **291** bezüglich des Kolbenstabs, um sich in dem dynamischen Reibungszustand zu befinden, und die Dämpfungskraft wird konstant. Ferner, wenn die Kolbengeschwindigkeit V2 oder mehr beträgt, tritt diese in den hydraulischen Dämpfungsbereich ein, und die Dämpfungskraft aufgrund der Öffnung oder des Dämpfungsventils überlappen die oben dargelegte dynamische Reibung, so dass diese dominant wird. Folglich kann die Kolbengeschwindigkeit sanft mit der Hydraulikdämpfungskraft von V0 bis V2 verbunden werden. Als Folge davon können gute Dämpfungskrafteigenschaften erhalten werden, und der Fahrkomfort und die Fahrstabilität des Fahrzeugs, an dem der Stoßdämpfer angebracht ist, können verbessert werden. Ferner, wenn der minimale Innendurchmesserabschnitt **337** sich der Bodenabschnittskontaktfläche **328** zu stark nähert, erhöht sich die Belastung in der Nähe des Basisabschnitts **292** und die Haltbarkeit ist vermindert.

[0163] Ferner, während das Beispiel, in dem kein dynamischer Reibungsbereich vorhanden ist, beschrieben wurde, ist die vorliegende Erfindung in der Ausführungsform vorgesehen, um den dynamischen Federbereich zu vergrößern, und der dynamische Reibungsbereich kann gemäß Produktspezifikationen vorgesehen werden.

[0164] Gemäß der obigen Beschreibung, wie es aus dem Resultat des Experiments ersichtlich wird, wenn die Lücke vollständig zwischen dem Rohrabschnitt **302** des Basisabschnitts **292** und dem elastischen Gummiabschnitt ausgebildet ist, ist eine Druckkraft unzureichend, und wenn der gesamte Raum zwischen dem Rohrabschnitt **302** des Basisabschnitts **292** und dem elastischen Gummiabschnitt eingebettet ist, während die Druckkraft erhöht sein kann, kann der dynamische Federbereich nicht einfach vergrößert werden, da eine Verformung der Drehrichtung nicht auftreten kann.

[0165] Hier, wenn der minimale Innendurchmesserabschnitt **337b** auf einer gegenüberliegenden Seite der Bodenabschnittskontaktfläche **328** bezüglich des tiefsten Abschnitts **355** angeordnet ist, im Unterschied zur Ausführungsform, das heißt der **Fig. 9B**, wurde eine Simulation der Belastung durchgeführt, um zu verifizieren, warum der dynamische Federbereich nicht erhöht werden kann. Das Resultat ist in den **Fig. 11A** und **Fig. 11B** gezeigt.

[0166] Die **Fig. 11A** und **Fig. 11B** zeigen Simulationsresultate, welche die Belastungsverteilung darstellen, die in dem elastischen Gummiabschnitt **291** erzeugt wird, wenn das Reibungselement mit dem Außenumfangsabschnitt des Kolbenstabs in Verschiebungskontakt bzw. Gleitkontakt gerät, für den gilt: $\phi = 12,5$ und $\mu = 0,3$. Die Belastung erhöht sich mit heller werdender Farbe und die Belastung verringert sich mit dunkel werdender Farbe. Ferner ist die vorliegende Erfindung nicht auf eine numerische Dimension und einen Reibungskoeffizienten beschränkt. **Fig. 11A** zeigt die Ausführungsform und **Fig. 11B** zeigt das vergleichende Beispiel der **Fig. 9B**.

[0167] In dem elastischen Gummiabschnitt **291**, der in **Fig. 11A** gezeigt ist, der das Reibungselement **17** der Ausführungsform ist, konzentriert sich ein heller Abschnitt in der Nähe des minimalen Innendurchmesserabschnitts **337** in Gleitkontakt mit dem Kolbenstab, so dass angenommen wird, dass eine Belastungskonzentration auftritt. Ferner tritt eine Belastung auch selbst in dem tiefsten Abschnitt **355** auf, und ein Abschnitt, der eine hohe Belastung aufweist, im Vergleich mit der Umgebung davon, ist von der Umgebung des minimalen Innendurchmesserabschnitts **337** zum tiefsten Abschnitt **355** schräg ausgebildet.

[0168] Daher wird eine ausreichende Druckkraft beibehalten, da sich der Kolbenstab erstreckt, selbst wenn der minimale Innendurchmesserabschnitt **337** sich nach oben bewegt, da sich der tiefste Abschnitt **355** einem Abschnitt annähert, der eine hohe Belastung aufweist, wodurch die Belastung weiter erhöht wird. Folglich wird angenommen, dass der elastische Gummiabschnitt **291** einen statischen Reibungszustand bezüglich des Kolbenstabs beibehalten kann, während die Drehverformung beibehalten wird, und als ein Resultat war der dynamische Federbereich vergrößert.

[0169] Auf der anderen Seite ist in dem elastischen Gummiabschnitt **291b**, der in **Fig. 11B** gezeigt ist, der Bereich hoher Belastung in einer Richtung nach links und rechts der **Fig. 11B** in einem Bereich von einem Kontaktabschnitt mit dem Kolbenstab in der Nähe des minimalen Innendurchmesserabschnitts **337b** zum tiefsten Abschnitt **355** konzentriert. Im Unterschied zu **Fig. 11A**, da der Bereich der hohen Belastung sich in einer im Wesentlichen radialen Richtung (Links- und Rechtsrichtung der **Fig. 11**) verteilt bzw. ausbreitet, kann keine ausreichende Druckkraft erhalten werden, wenn der minimale Innendurchmesserabschnitt **337** sich nach oben bewegt, wenn sich der Kolbenstab erweitert, da sich der tiefste Abschnitt **355** von dem Bereich der hohen Belastung weg bewegt, und der statische Reibungszustand kann nicht beibehalten werden. Aus diesem Grund wird angenommen, dass auch die Drehverformung des elastischen Gummiabschnitts **291** verringert ist, und als eine Folge verteilt bzw. verbreitert (spreads) sich der dynamische Federbereich unzureichend.

[0170] Ferner wird aus der Tatsache, dass der Kontaktabschnitt mit dem Kolbenstab nicht sehr hell ist und die Belastung gering ist, angenommen, dass der dynamische Federbereich unzureichend verteilt ist.

[0171] Bezug nehmend auf die Lissajou-Wellenform, welche die Beziehung zwischen dem Hub des Kolbenstabs und der Dämpfungskraft zeigt, wie es in **Fig. 12** dargestellt ist, wenn eines (either) der Reibungselemente **17a**, **17b** und **17c** verwendet wird, wird eine Differenz mit großem Schritt erzeugt, wenn die Dämpfungskraft erhöht wird, wie es durch eine gestrichelte Linie a2 der **Fig. 12** gezeigt ist. Wenn das Reibungselement **17d** verwendet wird, wie es mit einer Strich-Punkt-Linie d2 der **Fig. 12** gezeigt ist, tritt eine etwas verringerte Stufendifferenz auf. Auf der anderen Seite, wenn das Reibungselement **17** der Ausführungsform verwendet wird, wie es mit einer durchgezogenen Linie x2 der **Fig. 12** gezeigt ist, ist eine sanfte bzw. weiche Lissajous-Wellenform, die beinahe keine Stufendifferenz aufweist, gezeigt. Ferner, da die Dämpfungskraft sich sanft ändert, wenn die Lissajous-Wellenform weich bzw. sanft wird, ist dies vorzuziehen. Wenn die Dämpfungskraft

sich nicht sanft ändert, kann ein Fahrgast sich aufgrund des gestörten Bereichs unkomfortabel fühlen.

[0172] **Fig. 13** zeigt ein Simulationsresultat von statischen Reibungseigenschaften, wobei eine Beziehung der Reibungskraft bezüglich des Verschiebungswegs gezeigt ist. Das Reibungselement **17** der Ausführungsform, das Eigenschaften aufweist, die mit einer durchgezogenen Linie x3 der **Fig. 13** gezeigt sind, kann große statische Reibungseigenschaften im Vergleich mit den Reibungselementen **17a**, **17b** und **17c** erhalten, die Eigenschaften aufweisen, die mit einer gestrichelten Linie a3 der **Fig. 13** gezeigt sind, und ferner ist die Festigkeit erhöht und eine anfängliche bzw. initiale Neigung θ_x kann im Vergleich mit einer Neigung θ_a der Reibungselemente **17a**, **17b** und **17c** erhöht sein.

[0173] Indem die Festigkeit des Reibungselements **17** erhöht ist, vergrößert sich eine dynamische Federkonstante bei einem Betrieb mit kleiner Amplitude des Stoßdämpfers **1**, und eine Verbesserung der dynamischen Reibungseigenschaften wird möglich. **Fig. 14** zeigt ein Resultat eines Experiments dynamischer Reibungseigenschaften, wobei eine Beziehung einer Reibungskraft bezüglich einer Frequenz dargestellt ist. Wenn das Reibungselement **17** der Ausführungsform, welche die Eigenschaften aufweist, die mit einer durchgezogenen Linie x4 in **Fig. 14** gezeigt sind, eine hohe Frequenz im Vergleich mit den Reibungselementen **17a**, **17b** und **17b** aufweist, welche Eigenschaften haben, die mit einer gestrichelten Linie a4 in der **Fig. 14** gezeigt sind, kann die Reibungskraft der dynamischen Reibungseigenschaften erhöht werden. Folglich kann eine Dämpfung von geringen Schwingungen des Bereichs, in dem keine Dämpfung durchgeführt werden kann, durch die Hydraulikdämpfungskraft des Stoßdämpfers **1**, ausgeführt werden. Folglich können gute Dämpfungskraft-eigenschaften erhalten werden, und der Fahrkomfort und die Fahrstabilität des Fahrzeugs, an dem der Stoßdämpfer angebracht ist, kann verbessert werden. Bezüglich des Fahrkomforts wird der Beginn der Fahrt des Fahrzeugs, an dem der Stoßdämpfer angebracht ist, sanft bzw. weich, und ein Kurvengefühl, das durch eine abrupte Änderung der Dämpfungskraft bewirkt wird, und ein Schüttel- und Rüttelgefühl, das von einer Fahrbahnoberfläche zum Fahrzeugkörper übertragen wird, können verringert werden.

[0174] Da der elastische Gummiabschnitt **291** mit dem Erweiterungsabschnitt **260** vorgesehen ist, der auf der Seite des Rohrabschnitts **302** des ausgeschnittenen Abschnitts **351** angeordnet ist, und sich dieser an eine Position, die flacher als der tiefste Abschnitt **355** ist, in der axialen Richtung erstreckt, wird die Herstellung desselben einfach. Ferner, wie es in **Fig. 15** gezeigt ist, selbst wenn ein Bodenflächenabschnitt **365** parallel zum Hauptflächenabschnitt **350** von dem tiefsten Abschnitt **355** des ausgeschnitte-

nen Abschnitts **351** zum Rohrabschnitt **305** ausgebildet ist, ohne dass der Erweiterungsabschnitt **360** ausgebildet ist, wie es oben beschrieben ist, können die Eigenschaften der durchgezogenen Linien x1 bis x4, die in den **Fig. 10** und **Fig. 12** bis **Fig. 14** gezeigt sind, erhalten werden. Ferner wird die Abmessung des elastischen Gummiabschnitts **291** mit Bezug auf die **Fig. 15** beschrieben. In **Fig. 15** beträgt a 1,0 mm, beträgt b 1,9 mm, beträgt c 1,4 mm und beträgt d 3,1 mm. Es ist aus experimentellen Resultaten ersichtlich, dass, selbst wenn lediglich die Länge in der axialen Richtung des Hauptabschnitts **321** des elastischen Gummiabschnitts **291**, wie es in **Fig. 15** gezeigt ist, erhöht ist, die Neigung der Erhöhung der Dämpfungskraft oder der Dämpfungkrafteigenschaften im Wesentlichen gleich sind. Ferner ist die vorliegende Erfindung nicht auf die numerische Dimension und den Reibungskoeffizienten beschränkt.

[0175] In dem elastische Gummiabschnitt **291**, da die Erweiterungsfläche des Innenumfangsabschnitts **339A** des Durchmessererweiterungsabschnitts **339**, der Seite der Bodenabschnittskontaktfläche **228** und die sich einwärts erstreckende Fläche **354** in der radialen Richtung des ausgeschnittenen Abschnitts **351** einander in der radialen Richtung annähern, in der axialen Richtung weg von der Bodenabschnittskontaktfläche **328**, kann, selbst wenn der elastische Gummiabschnitt **291** durch den Kolbenstab **8** in der radialen Richtung nach außen komprimiert wird, der ausgeschnittene Abschnitt **351** geeignet beibehalten werden, und gute Eigenschaften können wie oben beschrieben erhalten werden. Das heißt, wenn ein Winkel α der sich einwärts erstreckenden Fläche **354** innerhalb bezüglich der radialen Richtung des ausgeschnittenen Abschnitts **351** verringert ist, ist die Festigkeit der Innenumfangsseite vermindert, und wenn eine Erhöhung vorliegt, kann der Hauptabschnitt **321** nicht einfach gedreht werden. Um einen Hub durch Kompression, welche die oben dargelegte Drehung aufweist, zu erhöhen, kann der Winkel α größer als ein Winkel β der Innenumfangsfläche **339A** des Durchmessererweiterungsabschnitts **339** der Seite der Bodenabschnittskontaktfläche **328** sein.

[0176] Während der Hub bis zum Eintritt des Reibungselements **17** in den hydraulischen Dämpfungsbereich ungefähr $\pm 0,5$ mm beträgt, können, da die dynamische Federkonstante bei einer solchen geringen Amplitude verbessert ist, verschiedene Effekte, wie beispielsweise ein sanfter Start eines Lenkvorgangs oder ein sanftes Ende eines Rollens bei Einfahrt auf eine gerade Straße von einer geneigten Straße im Hinblick auf die Fahrstabilität oder eine sanfte Fahrt aus einem angehaltenen Zustand, eine Verringerung des Schüttelns, das von einer Fahrbahnoberfläche übertragen wird, oder eine Verringerung der Übertragung von Fahrbaengeräuschen in das Fahrzeug im Hinblick auf den Fahrkomfort be-

werkstelligt werden. Insbesondere bei einem Oberklassefahrzeug werden der Fahrkomfort, die Fahrstabilität und Geräuschverminderung wichtig, und eine Verbesserung der Dämpfungskrafteigenschaften bei einer geringen Amplitude, das heißt hauptsächlich bei Schwingungen hoher Frequenz oder der geringen Amplitude, stellt eine absolute Verbesserung bzw. eine absolute Wirkung für das Fahrzeug bereit.

[0177] Während oben das Beispiel, in dem der ausgeschnittene Abschnitt **351** auf dem gesamten Umfang kontinuierlich ausgebildet ist, um in einer ringförmigen Gestalt ausgebildet zu sein, beschrieben wurde, kann der ausgeschnittene Abschnitt teilweise ausgebildet sein, um mit bestimmten Abständen in der Umfangsrichtung unterbrochen vorgesehen zu sein. In diesem Fall können drei oder mehr bogenförmig ausgeschnittene Abschnitte **351** in gleichen Abständen ausgebildet sein.

[0178] Ferner können in den Innenumfangsflächen **338A** und **339A** die Durchmessererweiterungsabschnitte **338** und **339** eher eine gekrümmte Oberflächenform als die zulaufende Form aufweisen. Ferner kann das Reibungselement **17** andererseits so installiert werden, dass der Bodenabschnitt **301** des Basisabschnitts **292** in der Zylinder-Einwärts/Auswärts-Richtung nach außen gerichtet ist. Ferner kann der Kommunikationsdurchgang **361** ausgebildet sein, um eine Druckdifferenz zwischen beiden Seiten in der axialen Richtung des Reibungselements **17** zu unterdrücken und kann ein Sperrventil aufweisen. Eine Kommunikationsnut, die sich in der axialen Richtung erstreckt, kann in der Innenumfangsseite des Reibungselements **17** ausgebildet sein, und der Kommunikationsdurchgang **361** kann von der Kommunikationsnut und dem Kolbenstab **8** aufgebaut sein.

[0179] In der Ausführungsform ist die Durchgangsöffnung **55** in der axialen Richtung näher an der Kammer **11** als der Kolben **9** des Kolbenstabs **8** ausgebildet, und die Durchgangsöffnung **56** ist ausgebildet, um die Durchgangsöffnung **55** zu queren, wodurch der stabinterne Durchgang **57** ausgebildet wird. Auf der anderen Seite, wie es in **Fig. 16** gezeigt ist, ist die Durchgangsöffnung **55** an einer Position des Kolbens **9** des Kolbenstabs **8** ausgebildet, und die Durchgangsöffnung **55** befindet sich mit dem Öffnungsabschnitt des großen Durchmessers **65** der Einbringöffnung **63** des Kolbens **9** in Kommunikation. Ferner ist eine Durchgangsnut **380** in dem Abstandhalter **76a** ausgebildet, und der Öffnungsabschnitt des großen Durchmessers **65** gerät mit dem Durchgang **50a** über die Durchgangsnut **380** in Kommunikation. Folglich befindet sich die Kammer **11** stets mit der Kammer **125** des Dämpfungskraftänderungsmechanismus **58** in Kommunikation. Gemäß dem oben dargelegten Aufbau kann eine Tiefe der Durchgangsöffnung **56** verringert sein, und die Herstellung der Durchgangsöffnung **56** wird einfach.

[0180] Während ein Beispiel beschrieben wurde, in dem die vorliegende Erfindung für einen Dualrohr-Hydraulikstoßdämpfer angewendet wird, ist die vorliegende Erfindung in der Ausführungsform darauf nicht beschränkt, sondern kann für einen Monorohr-Hydraulikstoßdämpfer angewendet werden, in dem kein Außenrohr an einem Außenumfang des Zylinders installiert ist, oder kann für andere Stoßdämpfer angewendet werden. Ferner können, während in der Ausführungsform ein Hydraulikstoßdämpfer beispielhaft beschrieben wurde, Wasser oder Luft als Fluid verwendet werden.

[0181] Der Stoßdämpfer der oben dargelegten Ausführungsform weist einen Zylinder, in dem ein Arbeitsfluid hermetisch abgedichtet enthalten ist, einen Kolben, der verschiebbar in den Zylinder eingepasst ist und aufgebaut ist, um den Innenbereich des Zylinders in zwei Kammern zu unterteilen, einen Kolbenstab, dessen eines Ende mit dem Kolben verbunden ist und dessen anderes Ende sich bezüglich des Zylinders nach außen erstreckt, ein Dichtungselement, das aufgebaut ist, um mit dem Kolbenstab in Gleitkontakt zu geraten und ein Entweichen des Arbeitsfluids bezüglich des Zylinders nach draußen zu vermeiden, einen ersten Durchgang und einen zweiten Durchgang, die aufgebaut sind, um ein Arbeitsfluid durch Bewegung des Kolbens aus einer Kammer herausströmen zu lassen, einen ersten Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus, der an dem ersten Durchgang installiert ist und aufgebaut ist, um eine Dämpfungskraft zu erzeugen, ein Gehäuse, in dem wenigstens ein Teildurchgang des zweiten Durchgangs ausgebildet ist, einen freien Kolben, der beweglich in dem Gehäuse installiert ist und aufgebaut ist, um den zweiten Durchgang in eine Stromaufwärtsseite und eine Stromabwärtsseite zu unterteilen, und ein Federelement auf, das in dem Gehäuse angeordnet ist und aufgebaut ist, um den freien Kolben an einer neutralen Position zu halten, wobei der Stoßdämpfer einen zweiten Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus, der ein Reibungselement hat, das auf einer Innenseite des Zylinders bezüglich des Dichtungselements installiert ist und durch ein ringförmiges elastisches Gummielement in Gleitkontakt mit dem Kolbenstab und einem ringförmigen Basisabschnitt aufgebaut ist, an dem der elastische Gummiabschnitt fixiert ist, und einen Kommunikationsdurchgang aufweist, der aufgebaut ist, um eine Druckdifferenz zwischen beiden Seiten in einer axialen Richtung des Reibungselements zu verringern. Da der zweite Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus, der das Reibungselement und den Kommunikationsdurchgang aufweist, installiert ist, kann eine Kraft, die bei Eingabe einer kleinen Amplitude, bei der die Kolbengeschwindigkeit eine sehr geringe Geschwindigkeit ist, auf den Kolbenstab wirkt, geeignet eingestellt werden. Folglich können gute Dämpfungskrafteigenschaften erhalten werden.

[0182] Ferner ist der Basisabschnitt von einem Bodenabschnitt der Art einer gebohrten Scheibe und einem Rohrabschnitt aufgebaut, der sich von einer Außenumfangsseite des Bodenabschnitts in der axialen Richtung erstreckt, sind ein minimaler Innendurchmesserabschnitt und Durchmessererweiterungsabschnitte beider Seiten in der axialen Richtung des minimalen Durchmesserabschnitts auf einer Innenumfangsseite des elastischen Gummiabschnitts ausgebildet, ist eine Rohrabschnittkontaktfläche, die an dem Rohrabschnitt fixiert ist, auf einer Außenumfangsseite davon ausgebildet und ist ein ausgeschnittener Abschnitt wenigstens teilweise an einer Bodenabschnittkontaktfläche ausgebildet, die an dem Bodenabschnitt und der Rohrabschnittsseite einer offenen Fläche auf einer gegenüberliegenden Seite in der axialen Richtung fixiert ist, und ein tiefster Abschnitt des ausgeschnittenen Abschnitts ist flacher als eine Position in der axialen Richtung des minimalen Innendurchmesserabschnitts. Folglich wird eine Kompressionskraft des Kolbenstabs vergrößert, indem die Tiefe des ausgeschnittenen Abschnitts verringert wird, und eine Neigung einer Erhöhung der Dämpfungskraft bezüglich einer Erhöhung der Kolbengeschwindigkeit in einem Bereich einer sehr geringen Geschwindigkeit ist erhöht. Ferner, während der minimale Innendurchmesserabschnitt, der aufgebaut ist, um die höchste Kompressionskraft zu erzeugen, an dem Kolbenstab anliegt, tritt durch Bewegung des Kolbenstabs bis zum Eintritt in den Hydraulikdämpfungsbereich eine Verformung durch Drehung in dem elastischen Gummiabschnitt um den tiefsten Abschnitt auf, und somit erweitert sich bzw. verteilt sich ein Bereich, in dem eine Reibungskraft erzeugt wird, ohne Verschiebung bezüglich des Kolbenstabs. Folglich werden Eigenschaften variiert, so dass die Dämpfungskraft sanft erhöht wird, bezüglich einer Erhöhung der Kolbengeschwindigkeit, so dass diese weich mit der Hydraulikdämpfungskraft verbunden ist, und gute Dämpfungskrafteigenschaften können erhalten werden.

[0183] Ferner können gute Dämpfungskrafteigenschaften bei Eingabe einer geringen Amplitude, bei der die Kolbengeschwindigkeit eine sehr geringe Geschwindigkeit ist, erhalten werden, da ein maximaler Dämpfungskraftwert bei einer Anregungsgeschwindigkeit von 0,05 m/s bei einer Frequenz von 10 Hz oder mehr kleiner als bei einer Frequenz von 1 Hz oder weniger ist und höher als bei einer Frequenz von 5 Hz ist.

[0184] Ferner wird der Stoßdämpfer in einem Fahrzeugkörper verwendet, der pannensichere Reifen aufweist, bei denen der Fahrkomfort verschlechtert ist, bezüglich Schwingungen einer ungefederten Masse, bei der die Festigkeit (eine Federkonstante) eines Reifens erhöht ist, und eine Wirkung der Verbesserung der Dämpfungseigenschaften unter Federwirkung wird erhalten.

[0185] Ferner wird der Stoßdämpfer für einen Fahrzeugkörper verwendet, der Reifen aufweist, die einen Luftdruck von 240 kPa oder mehr aufweisen, bei denen der Fahrkomfort verschlechtert ist, bezüglich Schwingungen einer ungefederten Masse, bei der die Festigkeit (eine Federkonstante) eines Reifens erhöht ist, und eine Wirkung der Verbesserung von Dämpfungseigenschaften unter Federwirkung wird erhalten.

[0186] Während beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben wurden, ist die vorliegende Erfindung darauf nicht beschränkt. Ferner können Auslassungen, Substitutionen und andere Modifikationen von Komponenten durchgeführt werden, ohne sich vom Gegenstand der vorliegenden Erfindung zu entfernen. Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben dargelegte Beschreibung beschränkt, sondern durch die begleitenden Ansprüche definiert.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- JP 2011-202800 [0002, 0145]
- JP 2005-325997 [0002, 0151, 0151, 0154]
- JP 2003156093 [0002]
- JP 2003-156093 [0151, 0151, 0154, 0156]

Patentansprüche**1. Stoßdämpfer, der aufweist:**

einen Zylinder, in dem ein Arbeitsfluid abgedichtet enthalten ist;
 einen Kolben, der verschiebbar in den Zylinder eingepasst ist und aufgebaut ist, um einen Innenbereich des Zylinders in zwei Kammern zu unterteilen;
 einen Kolbenstab, dessen eines Ende mit dem Kolben verbunden ist und dessen anderes Ende sich bezüglich des Zylinders nach außen erstreckt;
 ein Dichtungselement, das aufgebaut ist, um mit dem Kolbenstab in Gleitkontakt zu geraten und ein Entweichen des Arbeitsfluids bezüglich des Zylinders nach draußen zu vermeiden;
 einen ersten Durchgang und einen zweiten Durchgang, die aufgebaut sind, um das Arbeitsfluid durch Bewegung des Kolbens aus einer Kammer in dem Zylinder heraus fließen zu lassen;
 einen ersten Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus, der an dem ersten Durchgang installiert ist und aufgebaut ist, um eine Dämpfungskraft zu erzeugen;
 ein Gehäuse, in dem wenigstens ein Teildurchgang des zweiten Durchgangs ausgebildet ist;
 einen freien Kolben, der beweglich in dem Gehäuse installiert ist und aufgebaut ist, um den zweiten Durchgang in eine Stromaufwärtsseite und eine Stromabwärtsseite zu unterteilen; und
 ein Federelement, das in dem Gehäuse angeordnet ist und aufgebaut ist, um den freien Kolben an einer neutralen Position zu halten,
 wobei der Stoßdämpfer einen zweiten Dämpfungskrafterzeugungsmechanismus aufweist, der hat:
 ein Reibungselement, das an einer Innenseite des Zylinders bezüglich des Dichtungselements installiert ist und von einem ringförmigen elastischen Gummiabschnitt in Gleitkontakt mit dem Kolbenstab und einem ringförmigen Basisabschnitt, an dem der elastische Gummiabschnitt fixiert ist, aufgebaut ist; und
 einen Kommunikationsdurchgang, der aufgebaut ist, um eine Druckdifferenz zwischen beiden Seiten in einer axialen Richtung des Reibungselements zu verringern.

2. Stoßdämpfer nach Anspruch 1, bei dem der Basisabschnitt von einem Bodenabschnitt der Art einer gebohrten Scheibe und einem Rohrabschnitt, der sich von einer Außenumfangsseite des Bodenabschnitts in der axialen Richtung erstreckt, aufgebaut ist,
 ein minimaler Innendurchmesserabschnitt und Durchmessererweiterungsabschnitte beider Seiten in der axialen Richtung des minimalen Innendurchmesserabschnitts auf einer Innenumfangsseite des elastischen Gummiabschnitts ausgebildet sind, eine Rohrabschnittkontaktfläche, die an dem Rohrabschnitt fixiert ist, an einer Außenumfangsseite davon ausgebildet ist und ein ausgeschnittener Abschnitt wenigstens teilweise an einer Bodenabschnittkontaktfläche ausgebildet ist, die an dem Bodenabschnitt und der

Rohrabschnittsseite einer offenen Fläche auf einer gegenüberliegenden Seite in der axialen Richtung fixiert ist, und

ein tiefster Abschnitt des ausgeschnittenen Abschnitts flacher als eine Position in der axialen Richtung des minimalen Innendurchmesserabschnitts ist.

3. Stoßdämpfer nach Anspruch 1, bei dem ein maximaler Dämpfungskraftwert bei einer Anregungsgeschwindigkeit von 0,05 m/s bei einer Frequenz von 10 Hz oder mehr niedriger als bei einer Frequenz von 1 Hz oder weniger und höher als bei einer Frequenz von ungefähr 5 Hz ist.

4. Stoßdämpfer nach Anspruch 2, bei dem ein maximaler Dämpfungskraftwert bei einer Anregungsgeschwindigkeit von 0,05 m/s bei einer Frequenz von 10 Hz oder mehr niedriger als bei einer Frequenz von 1 Hz oder weniger und höher als bei einer Frequenz von ungefähr 5 Hz ist.

5. Fahrzeug, bei dem der Stoßdämpfer gemäß Anspruch 1 in einem Fahrzeugkörper, der pannensichere Reifen aufweist, verwendet wird.

6. Fahrzeug, bei dem der Stoßdämpfer gemäß Anspruch 2 in einem Fahrzeugkörper, der pannensichere Reifen aufweist, verwendet wird.

7. Fahrzeug, bei dem der Stoßdämpfer nach Anspruch 3 in einem Fahrzeugkörper, der pannensichere Reifen aufweist, verwendet wird.

8. Fahrzeug, bei dem der Stoßdämpfer nach Anspruch 4 in einem Fahrzeugkörper, der pannensichere Reifen aufweist, verwendet wird.

9. Fahrzeug, bei dem der Stoßdämpfer nach Anspruch 1 in einem Fahrzeugkörper, der Reifen aufweist, die einen Luftdruck von 240 kPa oder mehr haben, verwendet wird.

10. Fahrzeug, bei dem der Stoßdämpfer nach Anspruch 2 in einem Fahrzeugkörper, der Reifen aufweist, die einen Luftdruck von 240 kPa oder mehr haben, verwendet wird.

11. Fahrzeug, bei dem der Stoßdämpfer nach Anspruch 3 in einem Fahrzeugkörper, der Reifen aufweist, die einen Luftdruck von 240 kPa oder mehr haben, verwendet wird.

12. Fahrzeug, bei dem der Stoßdämpfer nach Anspruch 4 in einem Fahrzeugkörper, der Reifen aufweist, die einen Luftdruck von 240 kPa oder mehr haben, verwendet wird.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

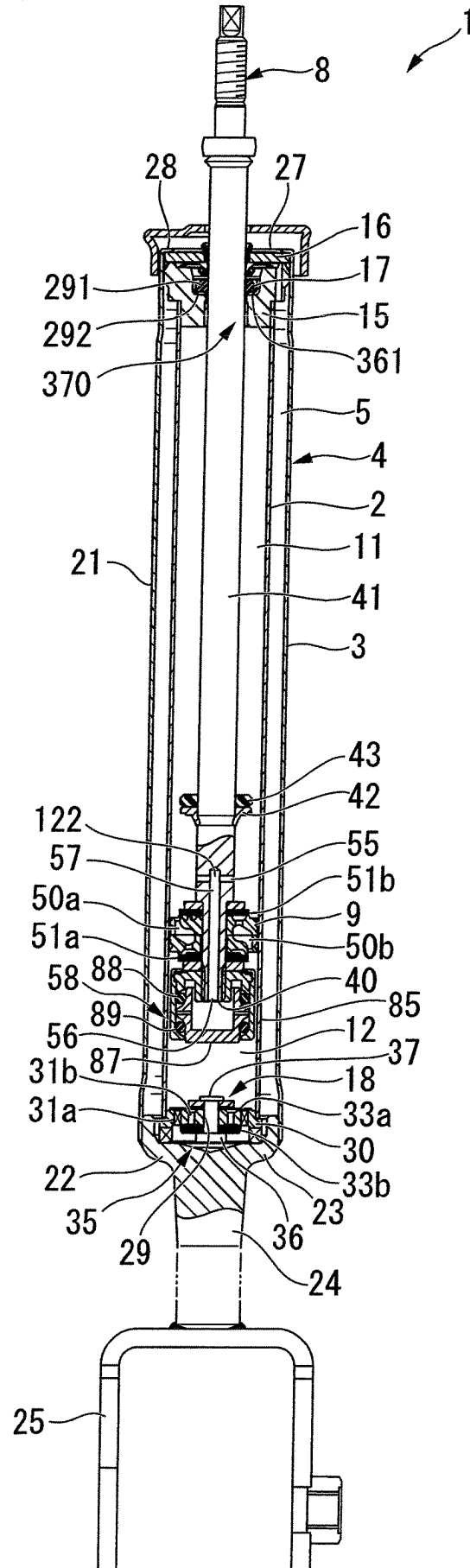


FIG. 2

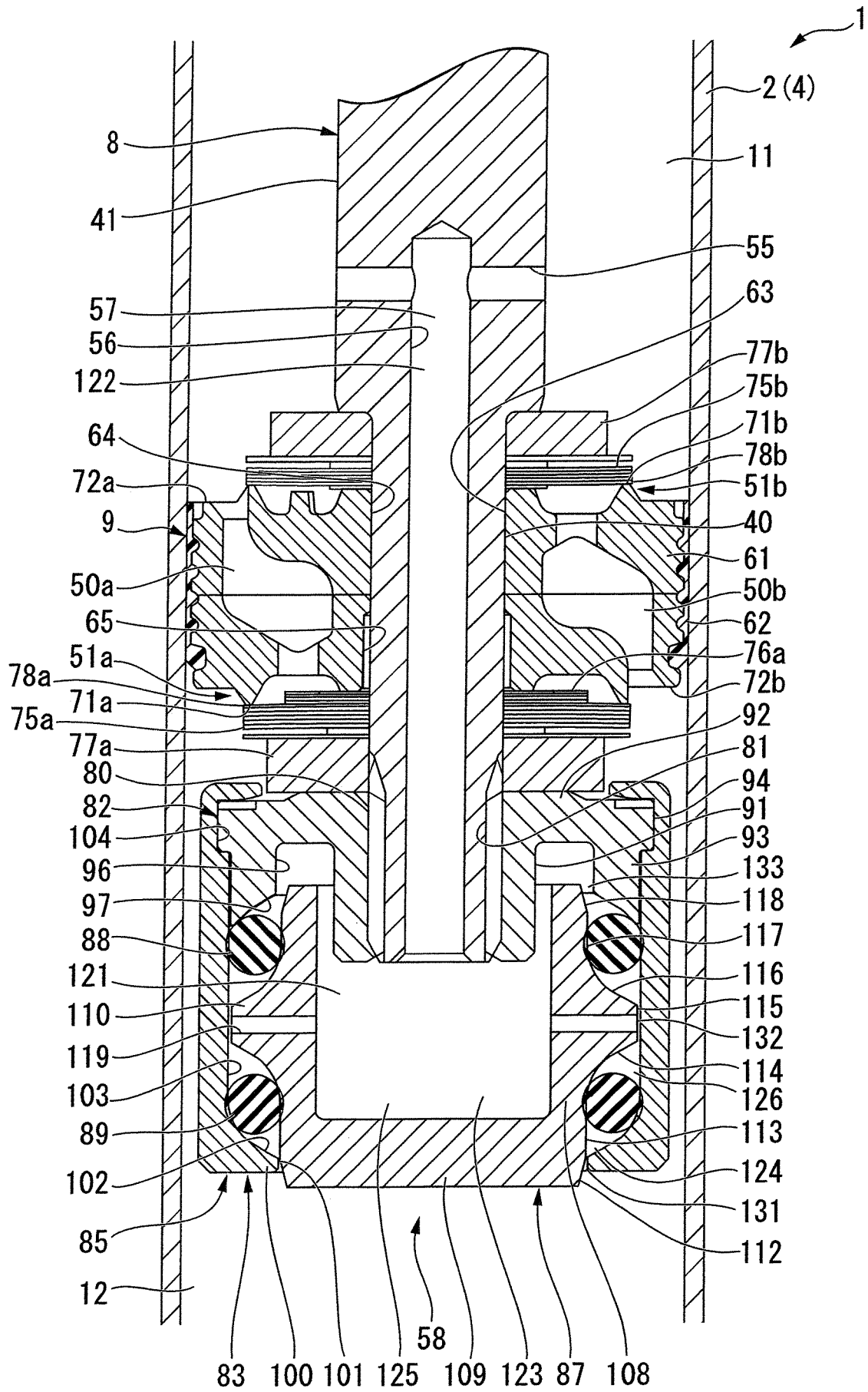


FIG. 3

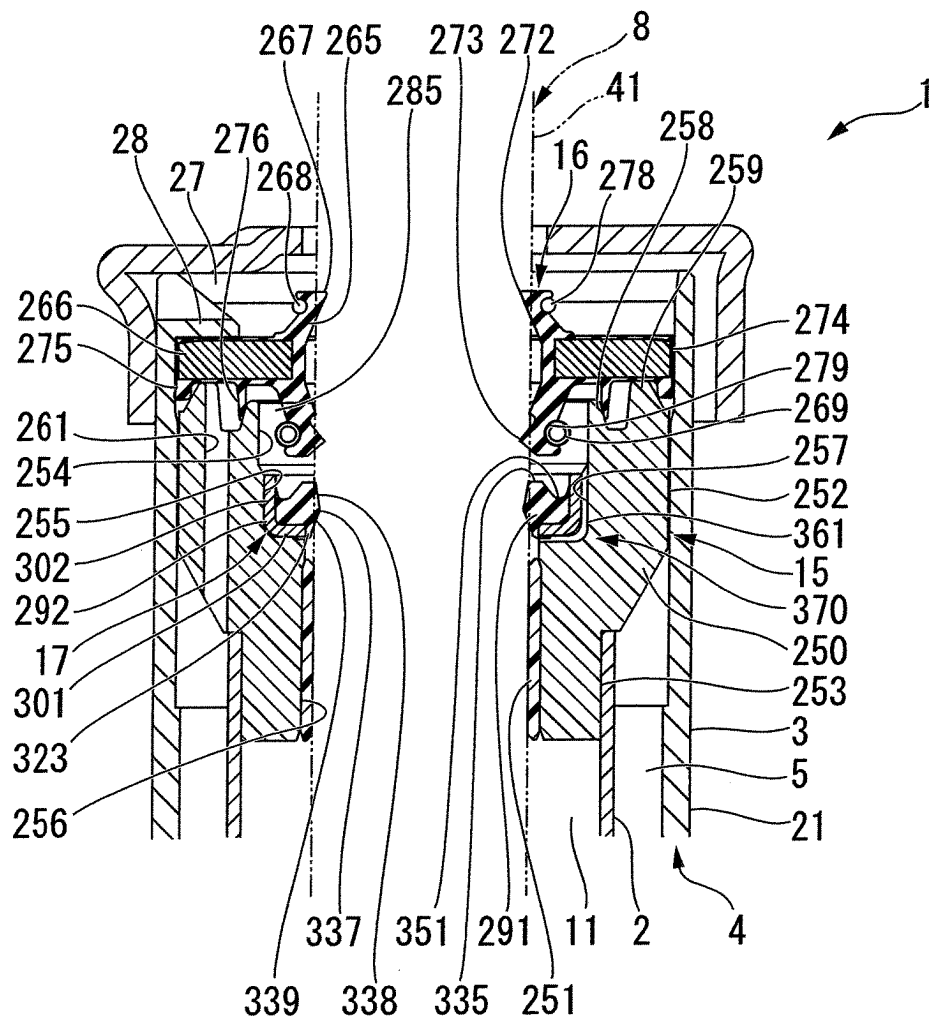


FIG. 4

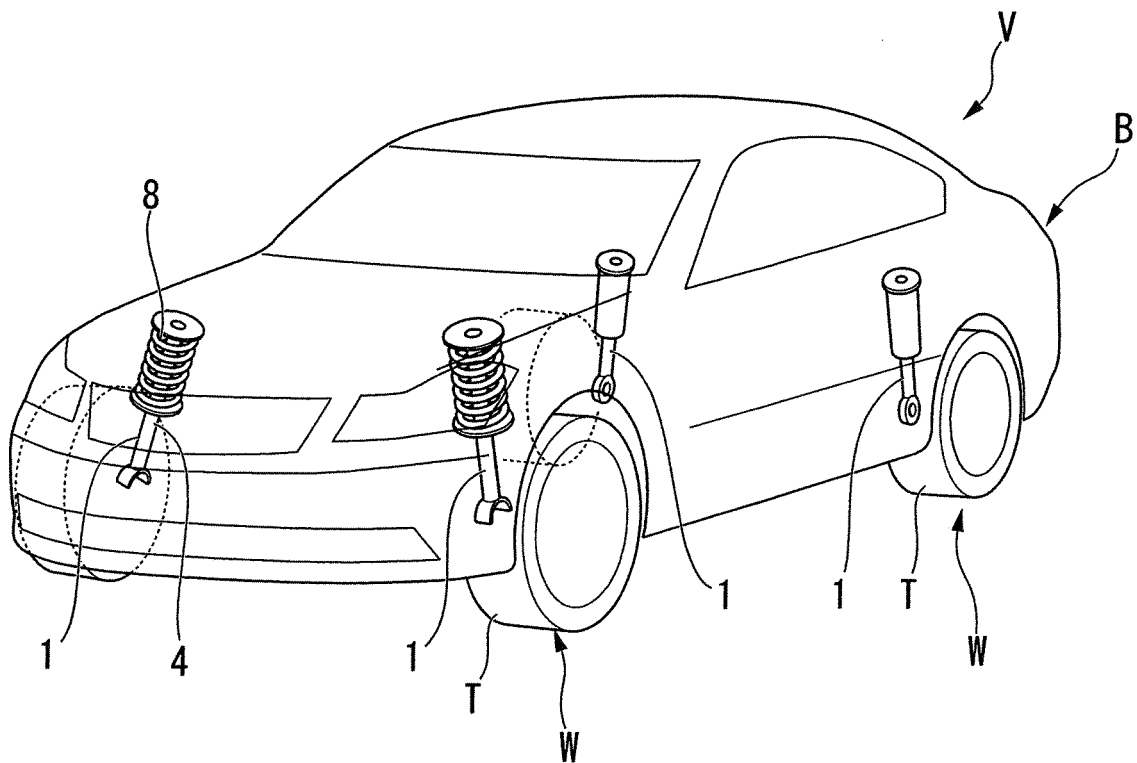


FIG. 5

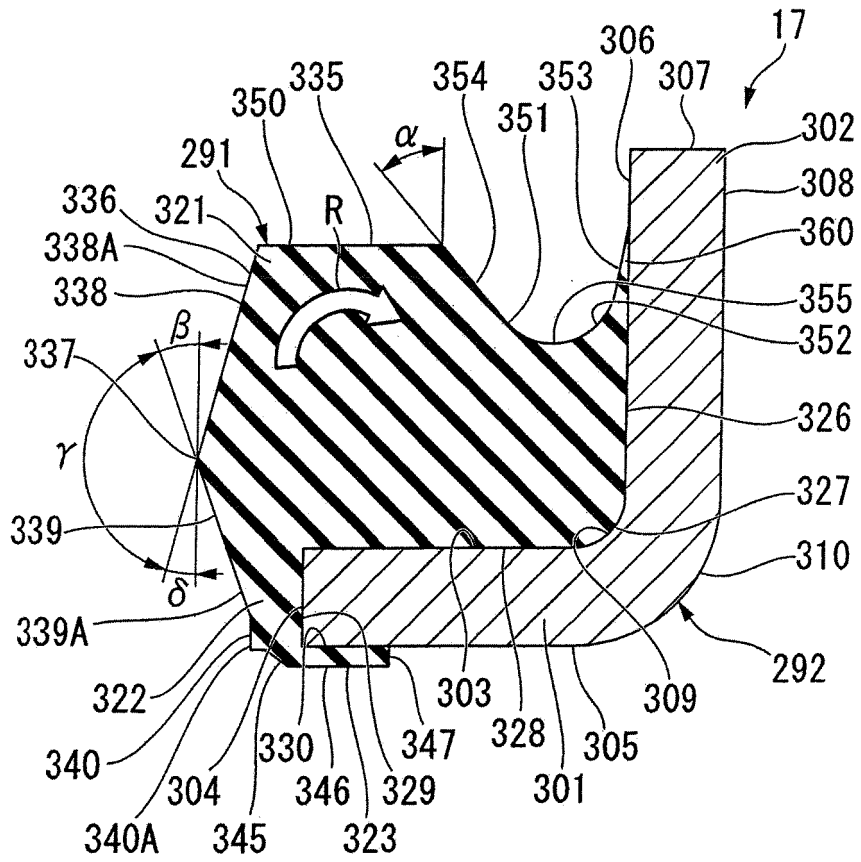


FIG. 6

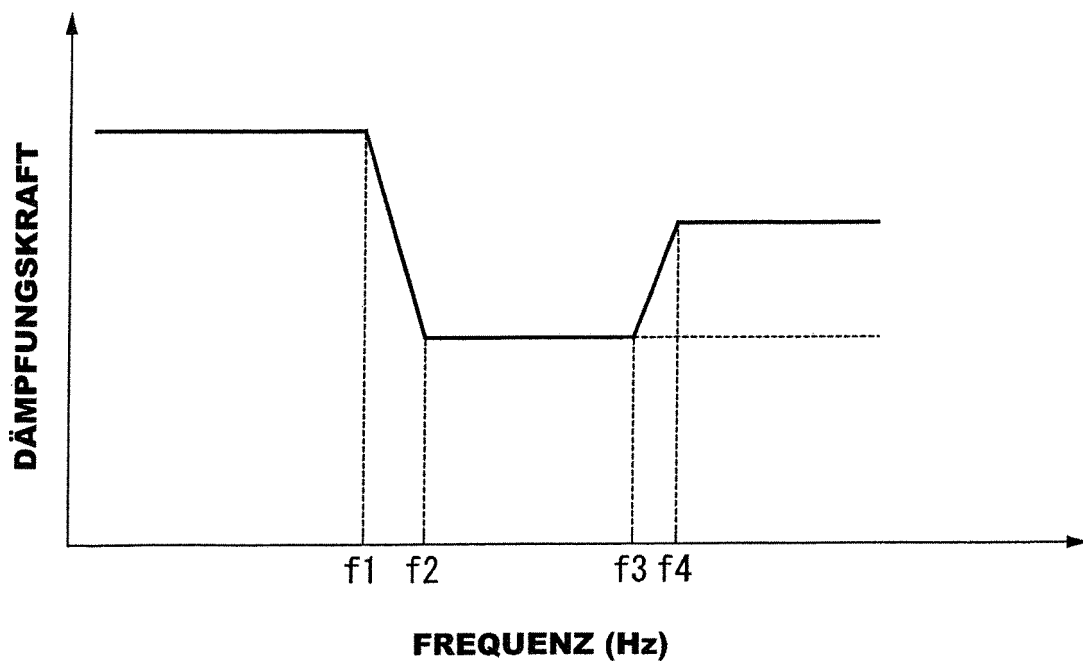


FIG. 7

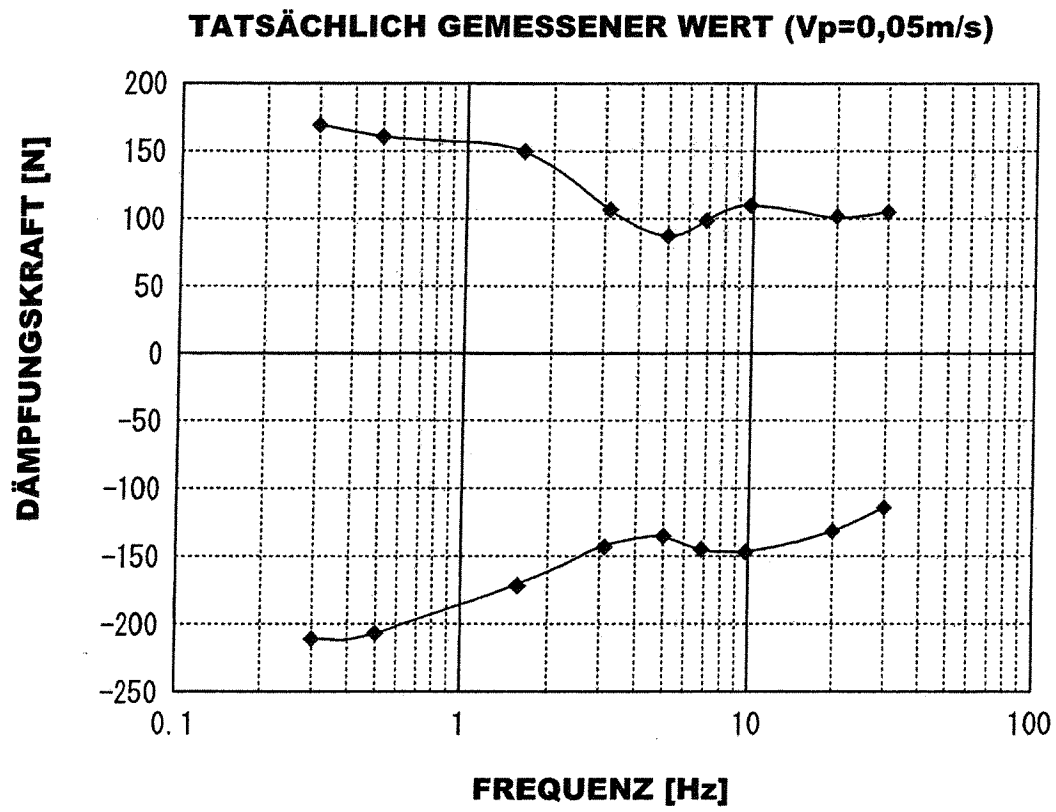


FIG. 8

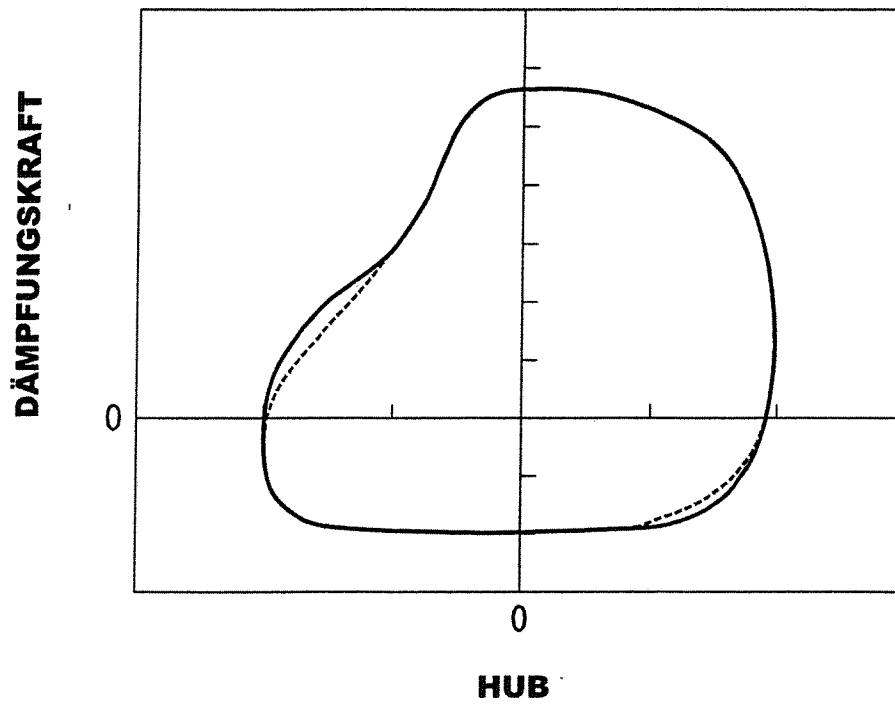


FIG. 9A

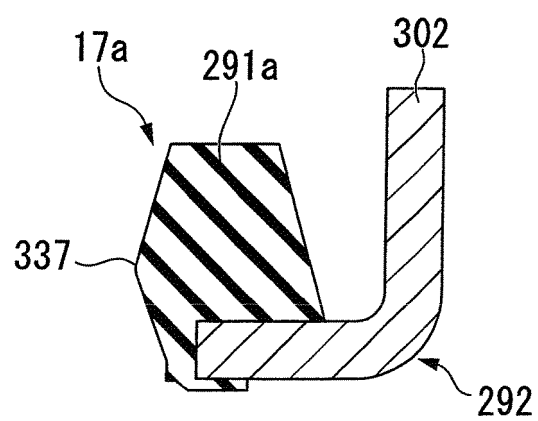


FIG. 9B

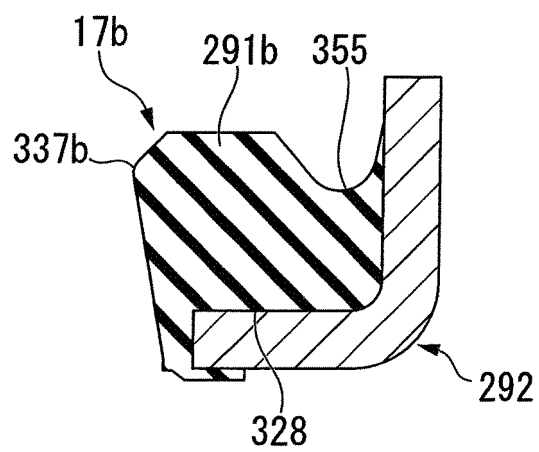


FIG. 9C

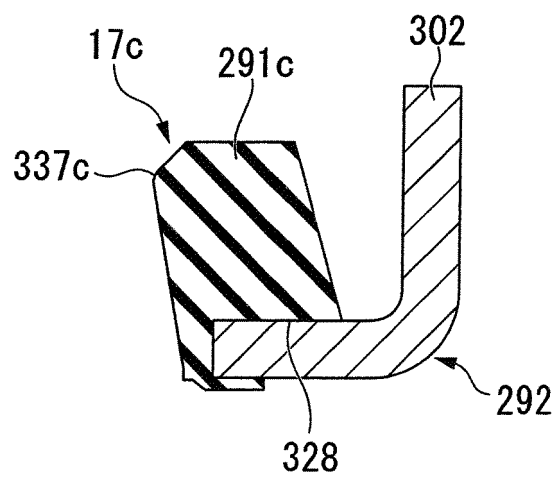


FIG. 9D

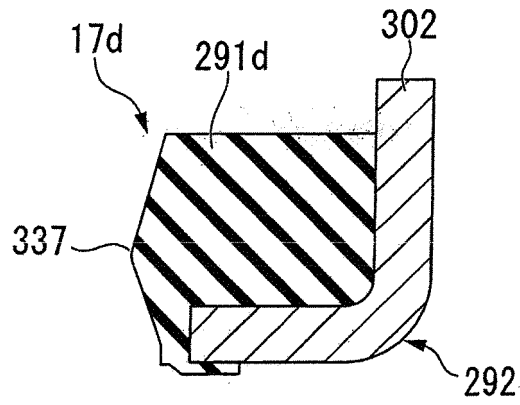


FIG. 10

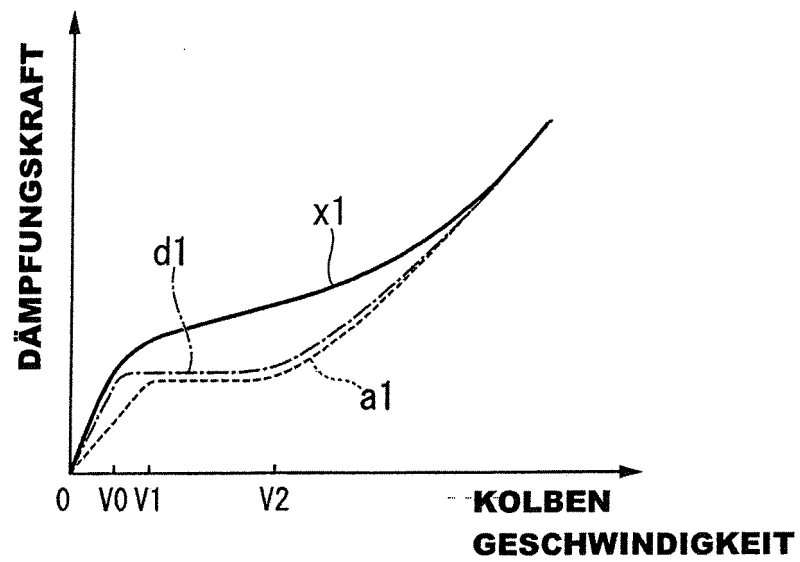


FIG. 11A

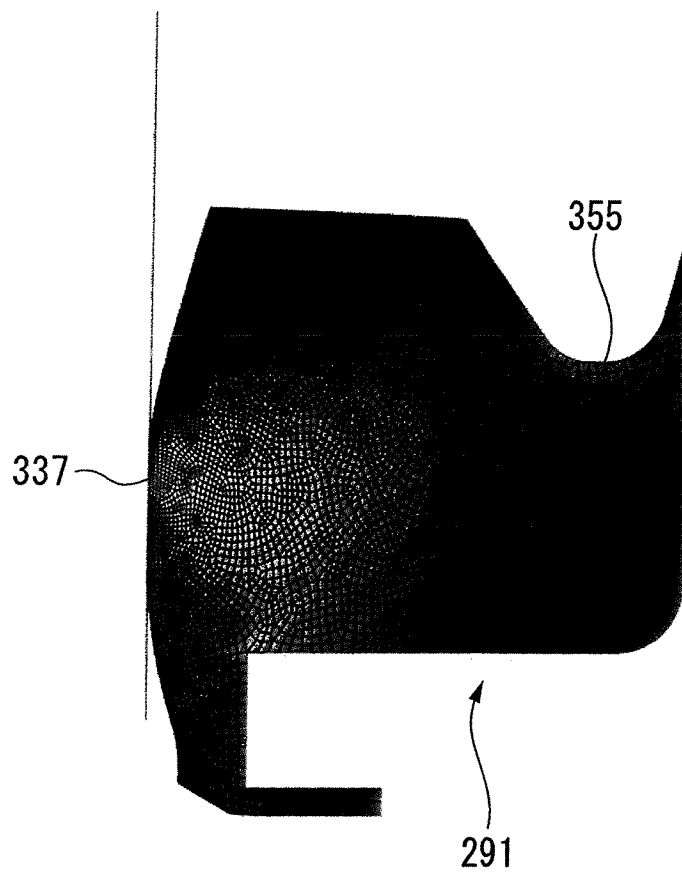


FIG. 11B

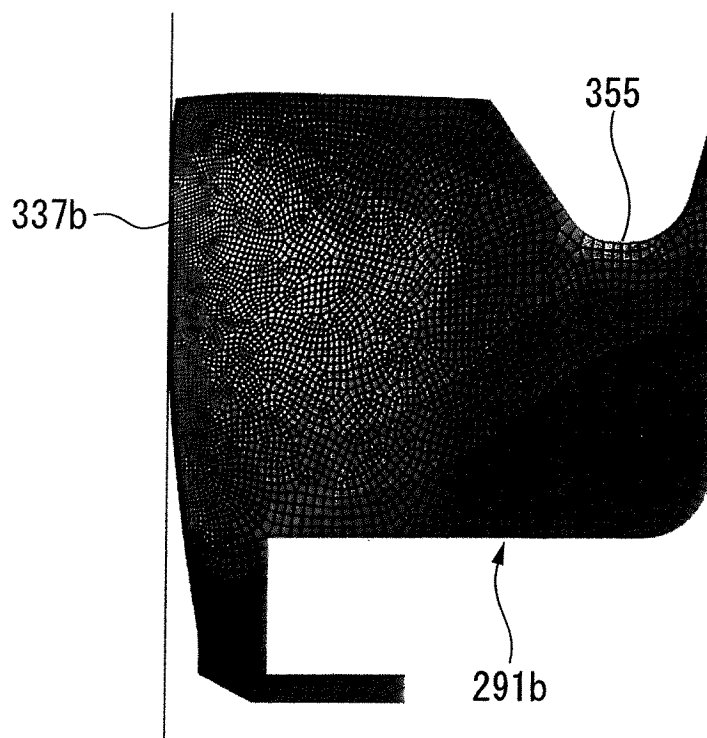


FIG. 12

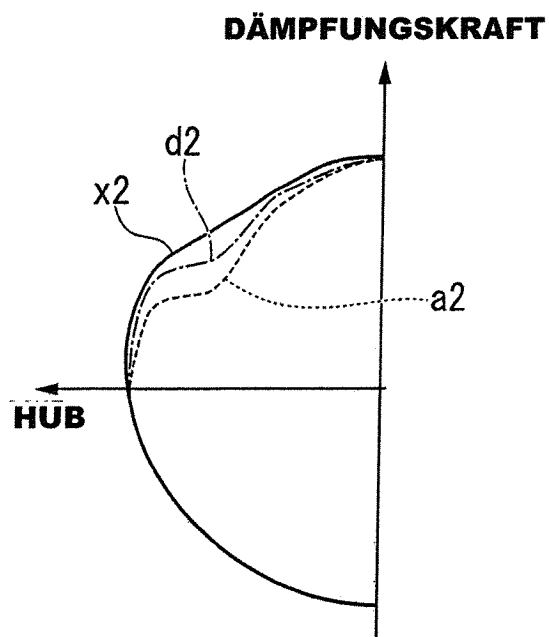


FIG. 13

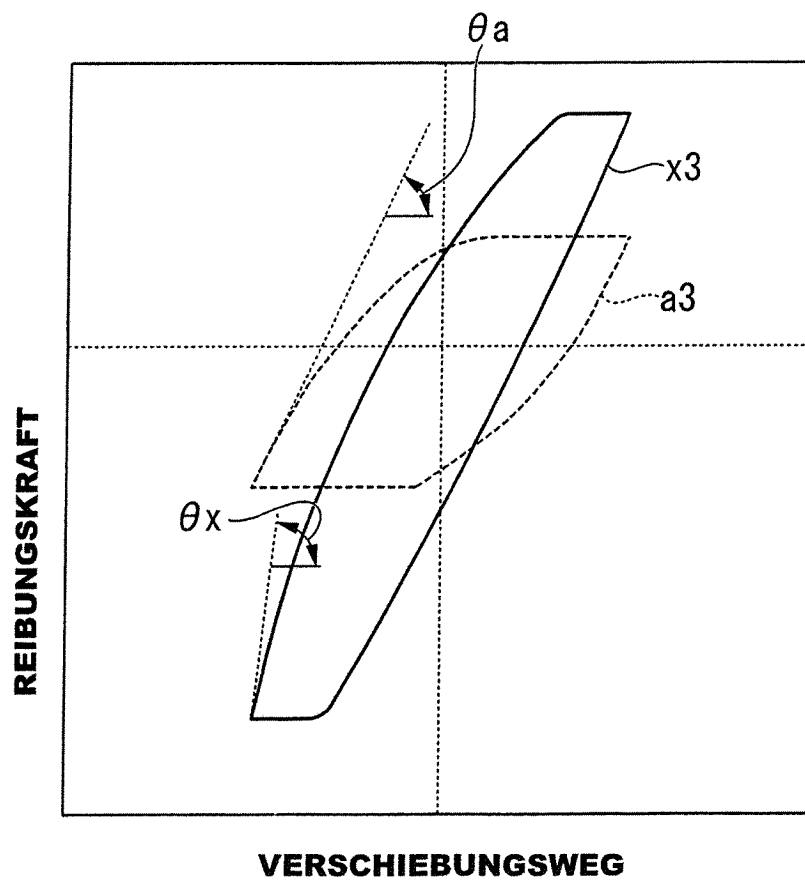


FIG. 14

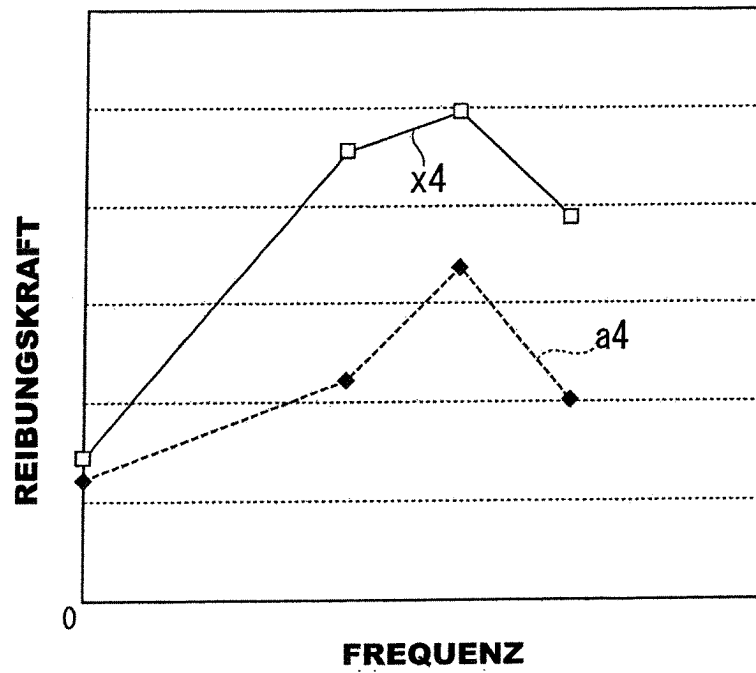


FIG. 15

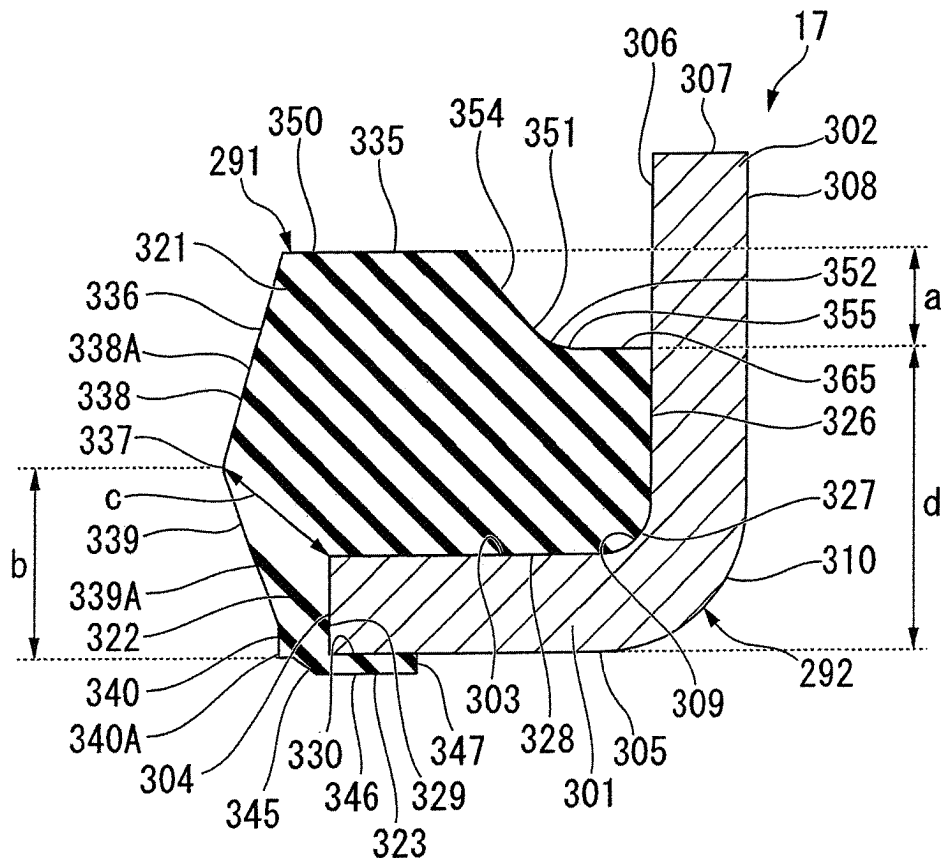


FIG. 16

