



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2019/111894**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 006 276.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2018/044557**
(86) PCT-Anmeldetag: **04.12.2018**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **13.06.2019**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **13.08.2020**

(51) Int Cl.: **B60T 13/122** (2006.01)
B60T 8/17 (2006.01)
B60T 11/20 (2006.01)
F16F 1/36 (2006.01)
F16F 3/10 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2017-234362 **06.12.2017** **JP**

(71) Anmelder:
Advics Co., Ltd., Kariya-shi, Aichi-ken, JP

(74) Vertreter:
TBK, 80336 München, DE

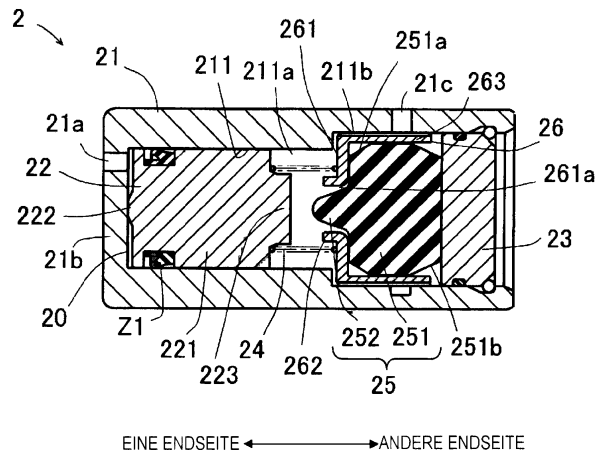
(72) Erfinder:
Li, Hongding, Kariya-shi, Aichi, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Hubsimulator**

(57) Zusammenfassung: Ein Hubsimulator umfasst Folgendes: einen Kolben (22), der in einem Zylinderloch (211) vorgesehen ist; ein Deckelelement (23), das eine Öffnung auf der anderen Seite des Zylinderlochs (211) verschließt; und elastische Elemente (24) und (25), die zwischen dem Kolben (22) und dem Deckelelement (23) vorgesehen sind. Die elastischen Elemente (24) und (25) umfassen ein erstes elastisches Element (24), das auf der Kolbenseite des Zylinderlochs (211) vorgesehen ist, und ein zweites elastisches Element (25), das auf der Deckelelementseite des Zylinderlochs (211) vorgesehen ist. Das zweite elastische Element (25) hat einen Basisabschnitt (251), der in Reihe mit dem ersten elastischen Element (24) vorgesehen ist, und einen vorstehenden Abschnitt (252), der von der kolbenseitigen Endfläche des Basisabschnitts (251) vorsteht. Wenn sich der Kolben (22) in der axialen Richtung zur Deckelelementseite bewegt hat, berührt der vorstehende Abschnitt (252) den Kolben (22), während er eine Pressverformung erfährt, und anschließend erfährt der Basisabschnitt (251) eine Pressverformung.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Hubsimulator.

STAND DER TECHNIK

[0002] Einige Fahrzeugbremsvorrichtungen enthalten einen Hubsimulator, der auf ein Bremsbetätigungselement eine Reaktionskraft aufbringt. Zum Beispiel beschreibt die JP 2012- 206 711 A einen Hubsimulator, der in einem Zylinder erste bis dritte elastische Elemente mit unterschiedlichen Elastizitätsmodulen aufweist. In diesem Hubsimulator werden eine lineare Reaktionskraftkennlinie des ersten elastischen Elements in der Anfangsphase der Eingabe (Anfangsphase der Bremsbetätigung) und eine lineare Reaktionskraftkennlinie des zweiten elastischen Elements in der späteren Phase der Eingabe mit einer nichtlinearen Reaktionskraftkennlinie des dritten elastischen Elements in der mittleren Phase der Eingabe verbunden, um das Gefühl des Unbehagens beim Bremsen zu lindern.

ENTGEGENHALTUNGSLISTE

PATENTLITERATUR

[0003] Patentliteratur 1: JP 2012- 206 711 A

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

TECHNISCHE PROBLEME

[0004] Allerdings sind in dem oben beschriebenen Hubsimulator drei elastische Elemente im Zylinder vorgesehen, weswegen die Anzahl der Bauteile steigt, und es bestehen Bedenken, dass der Zusammenbau schwerer fällt und die Kosten steigen können. Falls eine Metallfeder als das elastische Element verwendet wird, bestehen außerdem Bedenken, dass das Gewicht des Hubsimulators und die Größe des Hubsimulators in der axialen Richtung zunehmen.

[0005] Die Erfindung erfolgte angesichts dieser Umstände, und ihr liegt die Aufgabe zugrunde, einen Hubsimulator zur Verfügung zu stellen, der die Anzahl der Bauteile reduzieren kann, ohne das Bremsgefühl zu beeinträchtigen.

LÖSUNGEN DER PROBLEME

[0006] Ein erfindungsgemäßer Hubsimulator betrifft einen Hubsimulator zur Aufbringung einer Reaktionskraft auf ein Bremsbetätigungselement, wobei der Hubsimulator Folgendes umfasst: einen röhrenförmigen Zylinder, der mit einem Zylinderloch ausgebil-

det ist, das auf einer Endseite mit einem Strömungsweg verbunden ist, der mit einer Druckbeaufschlagungseinheit verbunden ist, die in Übereinstimmung mit einer Betätigung des Bremsbetätigungselements Flüssigkeitsdruck erzeugt; einen Kolben, der im Zylinderloch angeordnet ist; ein Deckelelement, das eine Öffnung auf der anderen Endseite des Zylinderlochs verschließt; und ein elastisches Element, das zwischen dem Kolben und dem Deckelelement angeordnet ist, wobei das elastische Element ein erstes elastisches Element, das auf der Kolbenseite des Zylinderlochs angeordnet ist, und ein zweites elastisches Element umfasst, das auf der Deckelelementseite des Zylinderlochs angeordnet ist, das Zylinderloch mit einem ersten Zylinderloch ausgebildet ist, in dem der Kolben und das erste elastische Element angeordnet sind und das auf der Strömungswegseite ausgebildet ist, und mit dem zweiten elastischen Element versehen ist und auf der Deckelelementseite ausgebildet ist und das zweite elastische Element einen Basisabschnitt, der in Reihe mit dem ersten elastischen Element angeordnet ist, und einen vorstehenden Abschnitt aufweist, der von einer Endfläche des Basisabschnitts auf der Kolbenseite vorsteht, und derart konfiguriert ist, dass der Basisabschnitt, wenn sich der Kolben in einer axialen Richtung zur Deckelelementseite bewegt, komprimiert und sich verformt, nachdem der vorstehende Abschnitt gegen den Kolben stößt und komprimiert und verformt wird.

VORTEILHAFTE WIRKUNGEN DER ERFINDUNG

[0007] Erfindungsgemäß wird eine Reaktionskraftkennlinie in der Anfangsphase der Eingabe (Anfangsphase der Bremsbetätigung) durch ein erstes elastisches Element realisiert, eine Reaktionskraftkennlinie in einer späteren Phase der Eingabe wird durch einen Basisabschnitt eines zweiten elastischen Elements realisiert, und eine Reaktionskraftkennlinie in einer mittleren Phase der Eingabe, die die Anfangsphase der Eingabe und die spätere Eingabephase verbindet, wird durch einen vorstehenden Abschnitt des zweiten elastischen Elements realisiert. Somit kann durch die zwei elastischen Elemente ein Bremsgefühl mit einem geringeren Gefühl von Unbehagen realisiert werden. Das heißt, dass die Anzahl der Bauteile erfindungsgemäß reduziert werden kann, ohne das Bremsgefühl zu beeinträchtigen.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine Konfigurationsansicht einer Fahrzeugbremsvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 2 ist eine schematische Schnittansicht eines Hubsimulators gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 3 ist eine erläuternde Ansicht, die eine Reaktionskraftkennlinie des ersten Ausführungsbeispiels zeigt.

Fig. 4 ist eine schematische Schnittansicht des Hubsimulators gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 5 ist eine schematische Schnittansicht eines Hubsimulators gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

Fig. 6 ist eine schematische Schnittansicht eines Hubsimulators gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

Fig. 7 ist eine schematische Schnittansicht eines Hubsimulators gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel.

Fig. 8 ist eine schematische Schnittansicht eines Hubsimulators gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel.

Fig. 9 ist eine schematische Schnittansicht eines abgewandelten Beispiels des Hubsimulators gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel.

Fig. 10 ist eine schematische Schnittansicht eines Hubsimulators gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel.

Fig. 11 ist eine Ansicht eines Halters gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel von einer Endseite gesehen.

Fig. 12 ist eine schematische Schnittansicht eines abgewandelten Beispiels des Hubsimulators des Ausführungsbeispiels.

BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

[0008] Im Folgenden werden beruhend auf den Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben. Jede der zur Beschreibung verwendeten Figuren ist eine Konzeptansicht, und die Form jedes Abschnitts ist in einigen Fällen nicht unbedingt exakt.

-- Erstes Ausführungsbeispiel --

[0009] Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, weist eine Fahrzeugbremsvorrichtung BF einen Hauptbremszylinder **1**, einen Hubsimulator **2**, ein erstes Steuerventil **82**, ein zweites Steuerventil **83**, eine Ansteuerdruckerzeugungsvorrichtung **4**, eine Stellvorrichtung **5**, Radzylinder **541** bis **544**, eine Brems-ECU **6** und verschiedene Sensoren **71** bis **76** auf.

[0010] Der Hauptbremszylinder **1** ist ein Teil, das der Stellvorrichtung **5** in Übereinstimmung mit dem Betätigungsbetrag eines (dem „Bremsbetätigungselement“ entsprechenden) Bremspedals **10** Bremsflüssigkeit zuführt und das einen Hauptzylinder **11**, einen

Abdeckzylinder **12**, einen Eingabekolben **13**, einen ersten Hauptkolben **14** und einen zweiten Hauptkolben **15** aufweist. Das Bremspedal **10** muss lediglich ein Bremsbetätigungsmittel sein, das von einem Fahrer als Bremse betätigt werden kann.

[0011] Der Hauptzylinder **11** ist ein mit Boden versehenes, im Wesentlichen zylinderförmiges Gehäuse, das auf der vorderen Seite geschlossen und auf der hinteren Seite geöffnet ist. Auf der Innenumfangsseite des Hauptzylinders **11** ist näher an der hinteren Seite ein Innenwandabschnitt **111** vorgesehen, der in einer nach innen gerichteten Flanschform vorsteht. Die Mitte des Innenwandabschnitts **111** ist ein Durchgangsloch **111a**, das in der von vorne nach hinten gehenden Richtung hindurchgeht. Darüber hinaus sind innerhalb des Hauptzylinders **11** auf der vorderen Seite des Innenwandabschnitts **111** Teile kleineren Durchmessers **112** (hintere Seite) und **113** (vordere Seite) vorgesehen, deren Innendurchmesser etwas kleiner sind. Und zwar springen die Teile kleineren Durchmessers **112** und **113** von der Innenumfangsfläche des Hauptzylinders **11** in einer nach innen gerichteten Ringform vor. Der erste Hauptkolben **14** ist innerhalb des Hauptzylinders **11** so angeordnet, dass er den Teil kleineren Durchmessers **112** gleitend berührt und in der axialen Richtung beweglich ist. Entsprechend ist der zweite Hauptkolben **15** so angeordnet, dass er den Teil kleineren Durchmessers **113** gleitend berührt und in der axialen Richtung beweglich ist.

[0012] Der Abdeckzylinder **12** wird durch einen im Wesentlichen zylinderförmigen Zylinderabschnitt **121**, eine röhrenförmige Faltenbalg-Manschette **122** und eine becherförmige Druckfeder **123** konfiguriert. Der Zylinderabschnitt **121** ist auf der hinteren Endseite des Hauptzylinders **11** angeordnet und koaxial auf eine Öffnung auf der hinteren Seite des Hauptzylinders **11** gepasst. Der Innendurchmesser eines vorderen Teils **121a** des Zylinderabschnitts **121** ist größer als der Innendurchmesser des Durchgangslochs **111a** des Innenwandabschnitts **111**. Darüber hinaus ist der Innendurchmesser eines hinteren Teils **121b** des Zylinderabschnitts **121** kleiner als der Innendurchmesser des vorderen Teils **121a**.

[0013] Die staubdichte Manschette **122** hat eine Faltenbalg-Röhrenform und kann in der von vorne nach hinten gehenden Richtung ausgedehnt und zusammengezogen werden, und sie ist so zusammengebaut, dass sie mit ihrer vorderen Seite die hintere Endöffnung des Zylinderabschnitts **121** berührt. In der Mitte der hinteren Seite der Manschette **122** ist ein Durchgangsloch **122a** ausgebildet. Die Druckfeder **123** ist ein spiralförmiges Vorspannelement, das um die Manschette **122** herum angeordnet ist, wobei die vordere Seite gegen das hintere Ende des Hauptzylinders **11** stößt und die hintere Seite im Durchmesser soweit reduziert ist, dass sie sich in der Nähe des

Durchgangslochs **122a** der Manschette **122** befindet. Das hintere Ende der Manschette **122** und das hintere Ende der Druckfeder **123** sind an einen Betätigungsstab **10a** gekoppelt. Die Druckfeder **123** spannt den Betätigungsstab **10a** zur hinteren Seite vor.

[0014] Der Eingabekolben **13** ist ein Kolben, der sich entsprechend der Betätigung des Bremspedals **10** innerhalb des Abdeckzylinders **12** gleitend bewegt. Der Eingabekolben **13** ist ein mit Boden versehener, im Wesentlichen zylinderförmiger Kolben, der auf der vorderen Seite eine Bodenfläche und auf der hinteren Seite eine Öffnung hat. Eine Bodenwand **131**, die die Bodenfläche des Eingabekolbens **13** bildet, hat einen größeren Durchmesser als andere Teile des Eingabekolbens **13**. Der Eingabekolben **13** ist so angeordnet, dass er auf dem hinteren Teil **121b** des Zylinderabschnitts **121** axial gleitend und flüssigkeitsdicht angeordnet ist, und die Bodenwand **131** ist in die Innenumfangsseite des vorderen Teils **121a** des Zylinderabschnitts **121** eingeführt.

[0015] Der Betätigungsstab **10a**, der zusammen mit dem Bremspedal **10** arbeitet, ist innerhalb des Eingabekolbens **13** angeordnet. Ein Drehzapfen **10b** am ferneren Ende des Betätigungsstabs **10a** kann den Eingabekolben **13** nach vorne drücken. Das hintere Ende des Betätigungsstabs **10a** springt durch die Öffnung auf der hinteren Seite des Eingabekolbens **13** und das Durchgangsloch **122a** der Manschette **122** zur Außenseite vor und ist mit dem Bremspedal **10** verbunden. Wenn das Bremspedal **10** niedergedrückt wird, bewegt sich der Betätigungsstab **10a** nach vorne, während er die Manschette **122** und die Druckfeder **123** in der axialen Richtung drückt. Der Eingabekolben **13** bewegt sich zusammen mit der Vorwärtsbewegung des Betätigungsstabs **10a** auch nach vorne.

[0016] Der erste Hauptkolben **14** ist so angeordnet, dass er axial auf dem Innenwandabschnitt **111** des Hauptzylinders **11** gleiten kann. Der erste Hauptkolben **14** ist von der vorderen Seite aus nacheinander einstückig mit einem Druckbeaufschlagungsrohrenabschnitt **141**, einem Flanschabschnitt **142** und einem vorspringenden Abschnitt **143** ausgebildet. Der Druckbeaufschlagungsrohrenabschnitt **141** ist in einer mit Boden versehenen, im Wesentlichen zylinderförmigen Form ausgebildet, die auf der vorderen Seite eine Öffnung hat, er hat einen mit der Innenumfangsfläche des Hauptzylinders **11** ausgebildeten Spalt und er befindet sich mit dem Teil kleineren Durchmessers **112** in Gleitkontakt. Zwischen dem zweiten Hauptkolben **15** ist in einem Innenraum des Druckbeaufschlagungsrohrenabschnitts **141** ein spiralfederförmiges Vorspannelement **144** angeordnet. Der erste Hauptkolben **14** wird durch das Vorspannelement **144** zur hinteren Seite vorgespannt. Mit anderen Worten wird der erste Hauptkolben **14**

durch das Vorspannelement **144** zu einer festgelegten Anfangsstellung hin vorgespannt.

[0017] Der Flanschabschnitt **142** hat einen größeren Durchmesser als der Druckbeaufschlagungsrohrenabschnitt **141** und befindet sich mit der Innenumfangsfläche des Hauptzylinders **11** in Gleitkontakt. Der vorspringende Abschnitt **143** hat einen kleineren Durchmesser als der Flanschabschnitt **142** und ist so angeordnet, dass er sich auf eine flüssigkeitsdichte Weise gleitend in das Durchgangsloch **111a** des Innenwandabschnitts **111** bewegt. Das hintere Ende des vorspringenden Abschnitts **143** geht durch das Durchgangsloch **111a** hindurch und springt in den Innenraum des Zylinderabschnitts **121** heraus, und es ist von der Innenumfangsfläche des Zylinderabschnitts **121** getrennt. Eine hintere Endfläche des vorspringenden Abschnitts **143** ist so konfiguriert, dass sie von der Bodenwand **131** des Eingabekolbens **13** beabstandet ist, sodass sein Trennungsabstand geändert werden kann.

[0018] Dabei wird durch die Innenumfangsfläche des Hauptzylinders **11**, die vordere Seite des Druckbeaufschlagungsrohrenabschnitts **141** des ersten Hauptkolbens **14** und die hintere Seite des zweiten Hauptkolbens **15** eine „erste Hauptkammer 1D“ definiert. Darüber hinaus wird durch die Innenumfangsfläche (den Innenumfangsabschnitt) des Hauptzylinders **11**, den Teil kleineren Durchmessers **112**, die vordere Fläche des Innenwandabschnitts **111** und die Außenumfangsfläche des ersten Hauptkolbens **14** auf der hinteren Seite der ersten Hauptkammer **1D** eine hintere Kammer definiert. Das vordere Ende und das hintere Ende des Flanschabschnitts **142** des ersten Hauptkolbens **14** teilen die hintere Kammer in vorne und hinten, wobei auf der vorderen Seite eine „zweite Flüssigkeitsdruckkammer 1C“ und auf der hinteren Seite eine „Ansteuerkammer 1A“ definiert werden. Das Volumen der zweiten Flüssigkeitsdruckkammer **1C** nimmt ab, wenn sich der erste Hauptkolben **14** nach vorne bewegt, und das Volumen nimmt zu, wenn sich der erste Hauptkolben **14** nach hinten bewegt. Darüber hinaus wird durch den Innenumfangsabschnitt des Hauptzylinders **11**, die hintere Fläche des Innenwandabschnitts **111**, die Innenumfangsfläche (den Innenumfangsabschnitt) des vorderen Teils **121a** des Zylinderabschnitts **121**, den vorspringenden Abschnitt **143** (das hintere Ende) des ersten Hauptkolbens **14** und das vordere Ende des Eingabekolbens **13** eine „erste Flüssigkeitsdruckkammer 1B“ definiert.

[0019] Der zweite Hauptkolben **15** ist im Hauptzylinder **11** so auf der vorderen Seite des ersten Hauptkolbens **14** angeordnet, dass er gleitend den Teil kleineren Durchmessers **113** berührt und in der axialen Richtung beweglich ist. Der zweite Hauptkolben **15** ist einstückig mit einem röhrenförmigen Druckbeaufschlagungsrohrenabschnitt **151**, der auf der vorde-

ren Seite eine Öffnung hat, und einer Bodenwand **152** ausgebildet, die die hintere Seite des Druckbeaufschlagungsröhrenabschnitts **151** verschließt. Die Bodenwand **152** hält das Vorspannelement **144** zwischen sich selbst und dem ersten Hauptkolben **14**. Zwischen der geschlossenen Innenbodenfläche **111d** des Hauptzylinders **11** ist im Innenraum des Druckbeaufschlagungsröhrenabschnitts **141** ein spiralförmiges Vorspannelement **153** angeordnet. Der zweite Hauptkolben **15** wird durch das Vorspannelement **153** zur hinteren Seite vorgespannt. Mit anderen Worten wird der zweite Hauptkolben **15** durch das Vorspannelement **153** zu einer festgelegten Anfangsstellung hin vorgespannt. Durch die Innenumfangsfläche des Hauptzylinders **11**, die innere Bodenfläche **111d** und den zweiten Hauptkolben **15** wird eine „zweite Hauptkammer 1E“ definiert.

[0020] Der Hauptbremszylinder **1** ist mit Anschlüssen **11a** bis **11i** ausgebildet, die Innen mit Außen verbinden. Der Anschluss **11a** ist auf der hinteren Seite des Innenwandabschnitts **111** des Hauptzylinders **11** ausgebildet. Der Anschluss **11b** ist dem Anschluss **11a** zugewandt in der axialen Richtung an einer ähnlichen Stelle wie der Anschluss **11a** ausgebildet. Der Anschluss **11a** und der Anschluss **11b** kommunizieren durch einen ringförmigen Raum zwischen der Innenumfangsfläche des Hauptzylinders **11** und der Außenumfangsfläche des Zylinderabschnitts **121**. Der Anschluss **11a** und der Anschluss **11b** sind mit einem Rohr **161** und einem Behälter **171** (einer Niederdruckquelle) verbunden.

[0021] Der Anschluss **11b** steht durch einen Durchlass **18**, der in dem Zylinderabschnitt **121** und dem Eingabekolben **13** ausgebildet ist, mit der ersten Flüssigkeitsdruckkammer **1B** in Verbindung. Der Durchlass **18** wird abgesperrt, wenn sich der Eingabekolben **13** nach vorne bewegt, sodass die erste Flüssigkeitsdruckkammer **1B** und der Behälter **171** abgesperrt sind. Der Anschluss **11c** ist auf der hinteren Seite des Innenwandabschnitts **111** und auf der vorderen Seite des Anschlusses **11a** ausgebildet und verbindet die erste Flüssigkeitsdruckkammer **1B** und ein Rohr **162**. Der Anschluss **11d** ist auf der vorderen Seite des Anschlusses **11c** ausgebildet und verbindet die Ansteuerkammer **1A** und ein Rohr **163**. Der Anschluss **11e** ist auf der vorderen Seite des Anschlusses **11d** ausgebildet und verbindet die zweite Flüssigkeitsdruckkammer **1C** und ein Rohr **164**.

[0022] Der Anschluss **11f** ist zwischen Dichtungselementen **G1** und **G2** des Teils kleineren Durchmessers **112** ausgebildet und verbindet den Speicher **172** und das Innere des Hauptzylinders **11**. Der Anschluss **11f** steht über einen Durchlass **145**, der im ersten Hauptkolben **14** ausgebildet ist, mit der ersten Hauptkammer **1D** in Verbindung. Der Durchlass **145** ist an einer Stelle ausgebildet, wo der Anschluss **11f** und die erste Hauptkammer **1D** abgesperrt werden, wenn

sich der erste Hauptkolben **14** nach vorne bewegt. Der Anschluss **11g** ist auf der vorderen Seite des Anschlusses **11f** ausgebildet und verbindet die erste Hauptkammer **1D** und einen Kanal **31**.

[0023] Der Anschluss **11h** ist zwischen Dichtungselementen **G3** und **G4** des Teils kleineren Durchmessers **113** ausgebildet und verbindet einen Speicher **173** und das Innere des Hauptzylinders **11**. Der Anschluss **11h** steht über einen Durchlass **154**, der im Druckbeaufschlagungsröhrenabschnitt **151** des zweiten Hauptkolbens **15** ausgebildet ist, mit der zweiten Hauptkammer **1E** in Verbindung. Der Durchlass **154** ist an einer Stelle ausgebildet, wo der Anschluss **11h** und die zweite Hauptkammer **1E** abgesperrt werden, wenn sich der zweite Hauptkolben **15** nach vorne bewegt. Der Anschluss **11i** ist an der vorderen Seite des Anschlusses **11h** ausgebildet und verbindet die zweite Hauptkammer **1E** und einen Kanal **32**.

[0024] Darüber hinaus ist in dem Hauptbremszylinder **1** passend ein Dichtungselement wie ein O-Ring angeordnet. Die Dichtungselemente **G1** und **G2** sind in dem Teil kleineren Durchmessers **112** angeordnet und liegen flüssigkeitsdicht an der Außenumfangsfläche des ersten Hauptkolbens **14** an. Entsprechend sind die Dichtungselemente **G3** und **G4** in dem Teil kleineren Durchmessers **113** angeordnet und liegen flüssigkeitsdicht an der Außenumfangsfläche des zweiten Hauptkolbens **15** an. Darüber hinaus sind auch zwischen dem Eingabekolben **13** und dem Zylinderabschnitt **121** Dichtungselemente **G5** und **G6** angeordnet.

[0025] Ein Hubsensor **71** ist ein Sensor, der einen Hub (Betätigungsbetrag) des Bremspedals **10** durch die Betätigung des Fahrers erfasst und ein Erfassungssignal an die Brems-ECU **6** überträgt. Ein Bremsschalter **72** ist ein Schalter, um als ein Binärsignal das Vorhandensein oder Fehlen der Betätigung des Bremspedals **10** durch den Fahrer zu erfassen, und er überträgt ein Erfassungssignal an die Brems-ECU **6**. Der Bremsschalter **72** ist ein sogenannter Bremsanschlagschalter.

[0026] Der Hubsimulator **2** ist eine Vorrichtung, die eine der Betätigungskraft entgegenwirkende Reaktionskraft erzeugt, wenn das Bremspedal **10** betätigt wird. Mit anderen Worten ist der Hubsimulator **2** eine Vorrichtung, die auf das Bremspedal **10** eine Reaktionskraft aufbringt. Der Hubsimulator **2** erzeugt in der ersten Flüssigkeitsdruckkammer **1B** und der zweiten Flüssigkeitsdruckkammer **1C** in Übereinstimmung mit der Betätigung des Bremspedals **10** einen Reaktionskraftflüssigkeitsdruck. Die Konfiguration des Hubsimulators **2** wird später beschrieben.

[0027] Das erste Steuerventil **82** ist ein elektromagnetisches Ventil mit einem Aufbau, der in einem

stromlosen Zustand geschlossen ist, und das Öffnen und Schließen des ersten Steuerventils **82** werden durch die Brems-ECU **6** gesteuert. Das erste Steuerventil **82** ist zwischen dem Rohr **164** und dem Rohr **162** angeschlossen. Dabei ist das Rohr **164** über den Anschluss **11e** mit der zweiten Flüssigkeitsdruckkammer **1C** verbunden, und das Rohr **162** ist über den Anschluss **11c** mit der ersten Flüssigkeitsdruckkammer **1B** verbunden. Wenn das erste Steuerventil **82** geöffnet wird, befindet sich die erste Flüssigkeitsdruckkammer **1B** in einem geöffneten Zustand, und wenn das erste Steuerventil **82** geschlossen wird, befindet sich die erste Flüssigkeitsdruckkammer **1B** in einem abgedichteten Zustand. Daher dienen das Rohr **164** und das Rohr **162** dazu, die erste Flüssigkeitsdruckkammer **1B** und die zweite Flüssigkeitsdruckkammer **1C** zu verbinden.

[0028] Das erste Steuerventil **82** ist in einem stromlosen Zustand, in dem kein Strom fließt, geschlossen, und zu diesem Zeitpunkt sind die erste Flüssigkeitsdruckkammer **1B** und die zweite Flüssigkeitsdruckkammer **1C** abgesperrt. Dadurch ist die erste Flüssigkeitsdruckkammer **1B** abgedichtet und es gibt keinen Platz für die Bremsflüssigkeit, um sich zu bewegen, und der Eingabekolben **13** und der erste Hauptkolben **14** bewegen sich gemeinsam miteinander, während sie einen konstanten Trennungsabstand halten. Darüber hinaus ist das erste Steuerventil **82** im stromführenden Zustand, in dem Strom fließt, geöffnet, und zu diesem Zeitpunkt sind die erste Flüssigkeitsdruckkammer **1B** und die zweite Flüssigkeitsdruckkammer **1C** verbunden. Deswegen wird die Volumenänderung der ersten Flüssigkeitsdruckkammer **1B** und der zweiten Flüssigkeitsdruckkammer **1C**, die mit der nach vorne und nach hinten gehenden Bewegung des ersten Hauptkolbens **14** verbunden ist, durch die Bewegung der Bremsflüssigkeit absorbiert.

[0029] Der Drucksensor **73** ist ein Sensor, der den Reaktionskraftdruck der zweiten Flüssigkeitsdruckkammer **1C** und der ersten Flüssigkeitsdruckkammer **1B** erfasst, und er ist mit dem Rohr **164** verbunden. Der Drucksensor **73** erfasst den Druck in der zweiten Flüssigkeitsdruckkammer **1C**, wenn sich das erste Steuerventil **82** in einem geschlossenen Zustand befindet, und er erfasst auch den Druck in der verbundenen ersten Flüssigkeitsdruckkammer **1B**, wenn sich das erste Steuerventil **82** in einem geöffneten Zustand befindet. Der Drucksensor **73** überträgt das Erfassungssignal zur Brems-ECU **6**.

[0030] Das zweite Steuerventil **83** ist ein elektromagnetisches Ventil mit einem Aufbau, der in einem stromlosen Zustand geöffnet ist, und das Öffnen und Schließen des zweiten Steuerventils **83** werden durch die Brems-ECU **6** gesteuert. Das zweite Steuerventil **83** ist zwischen dem Rohr **164** und dem Rohr **161** angeschlossen. Dabei ist das Rohr **164** über den Anschluss **11e** mit der zweiten Flüssigkeitsdruckkam-

mer **1C** verbunden, und das Rohr **161** ist über den Anschluss **11a** mit dem Behälter **171** verbunden. Daher verbindet das zweite Steuerventil **83** im stromlosen Zustand die zweite Flüssigkeitsdruckkammer **1C** und den Behälter **171**, damit nicht der Reaktionskraftdruck erzeugt wird, und es sperrt die zweite Flüssigkeitsdruckkammer und den Speicher im stromführenden Zustand ab, damit der Reaktionskraftdruck erzeugt wird.

[0031] Die Ansteuerdruckerzeugungsvorrichtung **4** ist ein sogenannter hydraulischer Verstärker (eine Verstärkervorrichtung) und sie weist ein Druckverringereventil **41**, ein Druckerhöhungsventil **42**, eine Druckversorgungseinheit **43** und einen Regler **44** auf. Das Druckverringereventil **41** ist ein normal offenes elektromagnetisches Ventil (ein normal offenes Ventil), das sich in einem stromlosen Zustand öffnet, und die Durchflussrate (oder der Druck) von ihm wird durch die Brems-ECU **6** gesteuert. Eine Seite des Druckverringereventils **41** ist über ein Rohr **411** mit dem Rohr **161** verbunden, und die andere Seite des Druckverringereventils **41** ist mit einem Rohr **413** verbunden. Das heißt, dass eine Seite des Druckverringereventils **41** über die Rohre **411** und **161** und die Anschlüsse **11a** und **11b** mit dem Behälter **171** in Verbindung steht. Die Bremsflüssigkeit wird daran gehindert, aus einer Vorsteuerkammer **4D** herauszufließen, wenn das Druckverringereventil **41** geschlossen wird. Auch wenn dies nicht gezeigt ist, stehen der Behälter **171** und ein Behälter **434** miteinander in Verbindung. Der Behälter **171** und der Behälter **434** können derselbe Behälter sein.

[0032] Das Druckerhöhungsventil **42** ist ein normal geschlossenes elektromagnetisches Ventil (ein normal geschlossenes Ventil), das sich in einem stromlosen Zustand schließt, und die Durchflussrate (oder der Druck) von ihm wird durch die Brems-ECU **6** gesteuert. Eine Seite des Druckerhöhungsventils **42** ist mit einem Rohr **421** verbunden, und die andere Seite des Druckerhöhungsventils **42** ist mit einem Rohr **422** verbunden. Die Druckversorgungseinheit **43** ist ein Teil, das hauptsächlich dem Regler **44** eine Hochdruckbetriebsflüssigkeit zuführt. Die Druckversorgungseinheit **43** weist einen Speicher **431**, eine Flüssigkeitsdruckpumpe **432**, einen Motor **433** und einen Behälter **434** auf. Ein Drucksensor **75** erfasst den Flüssigkeitsdruck des Speichers **431**. Da die Konfiguration der Druckversorgungseinheit **43** bekannt ist, wird ihre Beschreibung weggelassen.

[0033] Der Regler **44** ist ein mechanischer Regler und hat darin eine Vorsteuerkammer **4D** ausgebildet. Der Regler **44** hat eine Vielzahl von Anschlüssen **4a** bis **4h**. Die Vorsteuerkammer **4D** ist über einen Anschluss **4f** und ein Rohr **413** mit dem Druckverringereventil **41** und über einen Anschluss **4g** und ein Rohr **421** mit dem Druckerhöhungsventil **42** verbunden. Bei Öffnung des Druckerhöhungsventils **42** wird

der Vorsteuerkammer **4D** über Anschlüsse **4a**, **4b** und **4g** vom Speicher **431** Hochdruckbremsflüssigkeit zugeführt, der Kolben wird bewegt und die Vorsteuerkammer **4D** wird vergrößert. Das Ventilelement bewegt sich entsprechend der Vergrößerung, wodurch der Anschluss **4a** mit einem Anschluss **4c** verbunden wird und der Ansteuerkammer **1A** über das Rohr **163** Hochdruckbremsflüssigkeit zugeführt wird. Bei Öffnung des Druckverringerungsventils **41** nimmt andererseits der Flüssigkeitsdruck (Vorsteuerdruck) der Vorsteuerkammer **4D** ab und wird der Strömungsweg zwischen dem Anschluss **4a** und dem Anschluss **4c** durch das Ventilelement abgesperrt. Somit steuert die Brems-ECU **6** den Vorsteuerdruck entsprechend dem Ansteuerdruck und sie steuert somit den Ansteuerdruck, indem sie das Druckverringerungsventil **41** und das Druckerhöhungsventil **42** steuert. Der momentane Ansteuerdruck wird durch einen Drucksensor **74** erfasst. Das erste Ausführungsbeispiel hat eine By-Wire-Konfiguration, bei der ein Bremsbetätigungsmechanismus und ein Druckeinstellmechanismus getrennt sind.

[0034] Die Stellvorrichtung **5** ist eine Vorrichtung, die den Hauptbremsdruck einstellt, der durch die Kanäle **31** und **32** zugeführt wird, und sie führt den Radzylindern **541** bis **544** den eingestellten Hauptbremsdruck zu. Die Stellvorrichtung **5** ist eine Stellvorrichtung, die das ABS bildet und weist eine Vielzahl von elektromagnetischen Ventilen, einen Motor, eine Pumpe, einen Behälter und dergleichen (nicht gezeigt) auf. Die Stellvorrichtung **5** kann unter der Steuerung der Brems-ECU **6** bezüglich der Radzylinder **541** bis **544** eine Druckerhöhungssteuerung, eine Haltesteuerung und eine Druckverringerungssteuerung ausführen. Darüber hinaus kann die Stellvorrichtung **5** unter der Steuerung der Brems-ECU **6** eine Antiblockiersteuerung (ABS-Steuerung) oder dergleichen ausführen. Jedes Rad **W** ist mit einem Raddrehzahlsensor **76** versehen. Die Brems-ECU **6** ist eine elektronische Steuereinheit mit einer CPU und einem Speicher und steuert jedes elektromagnetische Ventil und dergleichen.

- Aufbau Hubsimulator -

[0035] Wie in **Fig. 2** gezeigt ist, weist der Hubsimulator **2** einen Zylinder **21**, einen Kolben **22**, ein Deckelelement **23**, ein erstes elastisches Element **24**, ein zweites elastisches Element **25** und einen Halter **26** auf. In der Beschreibung wird die axiale Richtung des Kolbens **22** als „axiale Richtung“ bezeichnet, ein Ende in der axialen Richtung wird einfach als „ein Ende“ bezeichnet und das andere Ende in der axialen Richtung wird einfach als „anderes Ende“ bezeichnet.

[0036] Der Zylinder **21** ist ein röhrenförmiges Metallelement, das mit einem Zylinderloch **211** ausgebildet ist, das auf einer Endseite mit einem (dem „Strömungsweg“ entsprechenden) Rohr **164** verbunden

ist, das mit einer Druckbeaufschlagungseinheit verbunden ist, die in Übereinstimmung mit der Betätigung des Bremspedals **10** Flüssigkeitsdruck erzeugt. Und zwar definiert der Zylinder **21** das mit dem Rohr **164** verbundene Zylinderloch **211**. Die Druckbeaufschlagungseinheit ist ein Abschnitt, der das Zylinderloch **211** in Übereinstimmung mit einem Bremsvorgang mit Druck beaufschlagt, und sie ist zum Beispiel das Bremspedal **10**, der Eingabekolben **13** und/oder die erste Flüssigkeitsdruckkammer **1B**. Die Druckbeaufschlagungseinheit kann auch als ein Abschnitt bezeichnet werden, der dem Rohr **164** entsprechend der Bremsbetätigung die Bremsflüssigkeit zuführt. An einem Ende des Zylinders **21** (hier der Bodenwand **21b**) ist ein Anschluss **21a** ausgebildet, der dem Rohr **164** erlaubt, mit dem Zylinderloch **211** verbunden zu sein. Das Zylinderloch **211** umfasst ein erstes Zylinderloch **211a**, das sich auf der einen Endseite befindet, und ein zweites Zylinderloch **211b**, das sich auf der anderen Endseite des ersten Zylinderlochs **211a** befindet und einen größeren Durchmesser als das erste Zylinderloch **211a** hat. Im Zylinderloch **211** wird durch das erste Zylinderloch **211a** und das zweite Zylinderloch **211b**, die koaxial angeordnet sind, eine Stufendifferenz ausgebildet. Der Zylinder **21** kann so ausgebildet sein (z. B. linear), dass er nicht die Stufendifferenz hat. Zum Beispiel können das erste Zylinderloch **211a** und das zweite Zylinderloch **211b** den gleichen Durchmesser haben.

[0037] Der Kolben **22** ist ein rundsäulenförmiges Metallelement, das im ersten Zylinderloch **211a** des Zylinderlochs **211** angeordnet ist. Der Kolben **22** ist so angeordnet, dass er bezüglich des Zylinders **21** in der axialen Richtung gleiten kann. Der Kolben **22** weist einen Hauptkörperabschnitt **221**, der mit einem Dichtungselement **Z1** versehen ist, einen ersten vorspringenden Abschnitt **222**, der von einer Endfläche des Hauptkörperabschnitts **221** vorspringt, und einen zweiten vorspringenden Abschnitt **223** auf, der von der anderen Endfläche des Hauptkörperabschnitts **221** vorspringt. In einer Anfangsstellung, wo das Bremspedal **10** nicht betätigt wird, stößt der erste vorspringende Abschnitt **222** gegen die Bodenwand **21b** des Zylinders **21**. Somit bilden der Zylinder **21** und der Kolben **22** an einem Ende des Zylinderlochs **211** die Flüssigkeitsdruckkammer **20** aus. Die Flüssigkeitsdruckkammer **20** kann auch als eine Reaktionskraftkammer zum Ausbilden eines Reaktionskraftdrucks bezeichnet werden. Das Deckelelement **23** ist ein rundsäulenförmiges Metallelement, das die Öffnung auf der anderen Endseite des Zylinderlochs **211** verschließt.

[0038] Die elastischen Elemente, das heißt das erste elastische Element **24** und das zweite elastische Element **25**, sind zwischen dem Kolben **22** und dem Deckelelement **23** angeordnet. Das erste elastische Element **24** ist eine Metallspiralfeder (Feder), die auf der Kolbenseite (Seite des Kolbens **22**) des Zylinder-

lochs **211** angeordnet ist. Ein Ende des ersten elastischen Elements **24** stößt gegen den Kolben **22**, und das andere Ende des ersten elastischen Elements **24** stößt gegen den Halter **26**. Das zweite elastische Element **25** ist ein Gummielement, das auf der Deckelementseite (Seite des Deckelementes **23**) des Zylinderlochs **211** angeordnet ist. Somit sind der Kolben **22** und das erste elastische Element **24** im ersten Zylinderloch **211a** angeordnet, während das zweite elastische Element **25** im zweiten Zylinderloch **211b** angeordnet ist.

[0039] Das zweite elastische Element **25** ist ein einstückig geformtes Produkt aus Gummi und weist einen Basisabschnitt **251**, der in Reihe mit dem ersten elastischen Element **24** angeordnet ist, und einen vorstehenden Abschnitt **252** auf, der von einer Endfläche des Basisabschnitts **251** auf der Kolbenseite (Seite des Kolbens **22**) vorsteht. Das zweite elastische Element **25** ist derart konfiguriert, dass der Basisabschnitt **251**, wenn sich der Kolben **22** in der axialen Richtung zur Deckelementseite (Seite des Deckelementes **23**) bewegt, komprimiert und sich verformt, nachdem der vorstehende Abschnitt **252** gegen den Kolben **22** (hier den zweiten vorstehenden Abschnitt **223**) stößt und komprimiert und verformt wird. Der Kolben **22** bewegt sich beruhend auf der Presskraft durch den Flüssigkeitsdruck der Flüssigkeitsdruckkammer **20**.

[0040] Der Basisabschnitt **251** ist in einer Rundsäulenform ausgebildet. An einem Ende des Basisabschnitts **251** (an einem Ende in der axialen Richtung) ist ein erster sich verjüngender Abschnitt **251a** ausgebildet, der einen Durchmesser hat, der sich zum einen Ende hin allmählich verringert, und an dem anderen Ende des Basisabschnitts **251** (dem anderen Ende in der axialen Richtung) ist ein zweiter sich verjüngender Abschnitt **251b** ausgebildet, der einen Durchmesser hat, der sich zum anderen Ende hin allmählich verringert. Die eine Endfläche des Basisabschnitts **251** stößt gegen den Halter **26**, und die andere Endfläche des Basisabschnitts **251** stößt gegen das Deckelement **23**. Der Basisabschnitt **251** ist mit dem ersten elastischen Element **24** in Reihe angeordnet. Der vorstehende Abschnitt **252** ist in einer konvexen Bogenform (Domform) ausgebildet, die zur einen Endseite hin einen kleineren Durchmesser hat, und er steht von einem zentralen Abschnitt einer Endfläche des Basisabschnitts **251** vor. Ein Teil des vorstehenden Abschnitts **252** ist parallel zum ersten elastischen Element **24** angeordnet. In der Ausgangsstellung sind das zweite elastische Element **25** und der Kolben **22** getrennt.

[0041] Im ersten Ausführungsbeispiel hat das erste elastische Element **24** einen ersten Elastizitätsmodul, der Basisabschnitt **251** hat einen zweiten Elastizitätsmodul und der vorstehende Abschnitt **252** hat einen dritten Elastizitätsmodul. Der zweite Elastizi-

tätsmodul ist größer als der erste Elastizitätsmodul. Der dritte Elastizitätsmodul nimmt einen Wert in einem Bereich ein, der kleiner als der zweite Elastizitätsmodul ist. Wie in **Fig. 3** gezeigt ist, erfolgt die Druckverformung des vorstehenden Abschnitt **252** in einem dritten Hubabschnitt **L3**, der einen ersten Hubabschnitt **L1**, in dem durch den ersten Elastizitätsmodul eine Reaktionskraft erzeugt wird, und einen zweiten Hubabschnitt **L2** verbindet, in dem durch den zweiten Elastizitätsmodul eine Reaktionskraft erzeugt wird, mit einer Reaktionskraftkennlinie, die ein Zusammenhang zwischen der Reaktionskraft und dem Hub ist. Der erste Elastizitätsmodul zeigt im ersten Ausführungsbeispiel eine lineare Reaktionskraftkennlinie, und die zweiten und dritten Elastizitätsmodule zeigen eine nichtlineare Reaktionskraftkennlinie. Der Basisabschnitt **251** erzeugt eine nichtlineare Reaktionskraftkennlinie, indem er als zweiten Elastizitätsmodul einen variablen Wert einnimmt, der mit fortschreitender Druckverformung allmählich zunimmt. Ebenso erzeugt der vorstehende Abschnitt **252** eine nichtlineare Reaktionskraftkennlinie, indem er als dritten Elastizitätsmodul einen variablen Wert einnimmt, der mit fortschreitender Druckverformung allmählich zunimmt.

[0042] Der Halter **26** ist ein zylinderförmiges Metallelement, das zwischen dem ersten elastischen Element **24** und dem Basisabschnitt **251** des zweiten elastischen Elements **25** vorgesehen ist. Im Einzelnen weist der Halter **26** einen plattenförmigen Abschnitt **261**, einen vorspringenden Abschnitt **262** und einen zylinderförmigen Abschnitt **263** auf. Der plattenförmige Abschnitt **261** ist ein scheibenförmiger Abschnitt, der an einer Stelle, die dem vorstehenden Abschnitt **252** entspricht, ein Loch **261a** ausgebildet hat und der so angeordnet ist, dass er der Endfläche des Basisabschnitts **251** auf der Kolbenseite (Seite des Kolbens **22**) zugewandt ist. Mit anderen Worten ist der plattenförmige Abschnitt **261** ein Kreisringabschnitt, der so angeordnet ist, dass er der Endfläche des Basisabschnitts **251** auf der Kolbenseite (Seite des Kolbens **22**) zugewandt ist, die vom vorstehenden Abschnitt **252** verschieden ist. Das erste elastische Element **24** stößt gegen eine Endfläche des plattenförmigen Abschnitts **261**, und der Basisabschnitt **251** stößt gegen die andere Endfläche des plattenförmigen Abschnitts **261**.

[0043] Der vorspringende Abschnitt **262** ist ein zylinderförmiger Abschnitt, der vom Umfang (auch als einen Innenumfangsabschnitt und das Loch **261a** des plattenförmigen Abschnitts **261** bildender Abschnitt bezeichnet) des Lochs **261a** des plattenförmigen Abschnitts **261** zur Kolbenseite (Seite des Kolbens **22**) (zur einen Endseite) vorspringt, so dass er den Basisendabschnitt (den anderen Endabschnitt) des vorstehenden Abschnitts **252** umgibt. Eine Endfläche (ferne Endfläche) des vorspringenden Abschnitts **262** befindet sich von dem einen Ende (fernen Ende) des

vorstehenden Abschnitts **252** aus auf der anderen Endseite. Mit anderen Worten springt der vorstehende Abschnitt **252** weiter als der vorspringende Abschnitt **262** zur Kolbenseite (Seite des Kolbens **22**) vor.

[0044] Der zylinderförmige Abschnitt **263** ist ein zylinderförmiges Element, das vom Außenumfangsabschnitt des plattenförmigen Abschnitts **261** zur Deckelementseite (Seite des Deckelements **23**) (zur anderen Endseite) vorspringt. Der zylinderförmige Abschnitt **263** ist zwischen der Außenumfangsfläche des Basisabschnitts **251** und der Innenumfangsfläche des Zylinders **21** vorgesehen. Das andere Ende des zylinderförmigen Abschnitts **263** ist in der Anfangsstellung vom Deckelement **23** getrennt. Zwischen der Außenumfangsfläche des Halters **26** (einschließlich einer Endfläche des plattenförmigen Abschnitts **261**) und der Innenumfangsfläche des Zylinders **21** (einschließlich der Stufendifferenzfläche zwischen dem ersten Zylinderloch **211a** und dem zweiten Zylinderloch **211b**) ist ein leichter Spalt ausgebildet. Über den Spalt und den im Zylinder **21** ausgebildeten Strömungsweg **21c** sind das zweite Zylinderloch **211b** und ein Behälter **200** miteinander verbunden. Der Behälter **200** wird nicht ausschließlich für den Hubsimulator verwendet und kann mit einem anderen Behälter (z. B. Behälter **172** usw.) geteilt werden.

[0045] Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, entspricht der Trennungsabstand (der axiale Abstand) zwischen einer Endfläche des vorspringenden Abschnitts **262** und der anderen Endfläche des Kolbens **22** (des zweiten vorstehenden Abschnitts **223**) der Größe des Hubs im ersten Hubabschnitt **L1**. Darüber hinaus entspricht der Trennungsabstand zwischen dem einen Ende des vorstehenden Abschnitts **252** und der einen Endfläche des vorspringenden Abschnitts **262** der Größe des Hubs im dritten Hubabschnitt **L3**. Ferner entspricht der Trennungsabstand zwischen der anderen Endfläche des zylinderförmigen Abschnitts **263** und der einen Endfläche des Deckelements **23** der Größe des Hubs im zweiten Hubabschnitt **L2**.

[0046] Wenn das Bremspedal **10** betätigt wird, wird dem Hubsimulator **2** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel die Bremsflüssigkeit über das Rohr **164** von der ersten Flüssigkeitsdruckkammer **1B** zugeführt. Die Bremsflüssigkeit fließt in die Flüssigkeitsdruckkammer **20** (beaufschlagt die Flüssigkeitsdruckkammer **20** mit Druck) und drückt den Kolben **22** zur anderen Endseite hin, so dass er sich (in der axialen Richtung) nach vorne bewegt. Aufgrund des Größenzusammenhangs der Elastizitätsmodule wird hinsichtlich der Vorwärtsbewegung des Kolbens **22** zunächst das erste elastische Element **24** komprimiert und verformt. Somit wird in der Anfangsphase des Bremsvorgangs (im ersten Hubabschnitt **L1**) eine lineare Reaktionskraftkennlinie realisiert.

[0047] Wenn sich der Kolben **22** nach vorne bewegt und gegen den vorstehenden Abschnitt **252** stößt, wird darüber hinaus in Bezug auf die anschließende Vorwärtsbewegung des Kolbens **22** aufgrund des dritten Elastizitätsmoduls eine nichtlineare Reaktionskraftkennlinie realisiert. Das heißt, dass in der mittleren Phase des Bremsvorgangs (im dritten Hubabschnitt **L3**) durch die Druckverformung des vorstehenden Abschnitts **252** eine nichtlineare Reaktionskraftkennlinie realisiert wird. Wie in **Fig. 3** gezeigt ist, wird im dritten Hubabschnitt **L3** verglichen mit der Konfiguration ohne den vorstehenden Abschnitt **252** in Bezug auf die lineare Reaktionskraft durch das erste elastische Element **24** die nichtlineare Reaktionskraft durch den vorstehenden Abschnitt **252** akkumuliert. Wenn sich der Kolben **22** nach vorne bewegt und gegen den vorspringenden Abschnitt **262** stößt, dann bewegt sich in Bezug auf die anschließende Vorwärtsbewegung des Kolbens **22** der Halter **26** mit dem Kolben **22** nach vorne und er komprimiert und verformt somit den Basisabschnitt **251**. Das heißt, dass in der letzten Phase des Bremsvorgangs (im zweiten Hubabschnitt **L2**) durch die Druckverformung des Basisabschnitts **251** eine nichtlineare Reaktionskraftkennlinie realisiert wird.

[0048] Wie oben beschrieben wurde, können die zwei elastischen Element, das erste elastische Element **24** und das zweite elastische Element **25**, gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ein Bremsgefühl realisieren, bei dem ein Gefühl der Unbehaglichkeit verringert wird. Und zwar kann gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel die Anzahl der Bauteile reduziert werden, ohne das Bremsgefühl zu beeinträchtigen.

[0049] Darüber hinaus können gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel verglichen mit zum Beispiel der herkömmlichen Konfiguration ein Stabelement und ein Federsitzelement weggelassen werden und es kann die Konfiguration vereinfacht werden. Darüber hinaus ist gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel zum Beispiel kein Verstemmen eines Stabelements mit einer Kappe und keine Federoberflächenbehandlung nötig, und es können die Anzahl an Mannstunden und die Bearbeitungskosten reduziert werden. Bei reduzierter Anzahl der Bauteile wird gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel außerdem der Zusammenbau leichter. Darüber hinaus wird die Funktion der zwei elastischen Elemente gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel durch ein elastisches Element (das zweite elastische Element **25**) gezeigt, weswegen die axiale Abmessung des Hubsimulators **2** reduziert werden kann und eine Miniaturisierung möglich wird. Da in dem Bereich hoher Pedalkraft als das elastische Element (das zweite elastische Element **25**) ein Gummielement verwendet wird, kann verglichen mit der herkömmlichen Technologie, die eine Metallfeder mit einem hohen Elastizitätsmodul verwendet, zusätzlich das Gewicht reduziert werden. Es

ist zu beachten, dass der Kolben **22** aus einer Aluminiumlegierung bestehen kann.

[0050] Die Anordnung des Halters **26** erleichtert das Einstellen von jedem Hubabschnitt **L1** bis **L3**, etwa des maximalen Verformungsbetrags des vorstehenden Abschnitts **252**. Da zudem die Presskraft des Kolbens **22** im zweiten Hubabschnitt **L2** über den Halter **26** verteilt wird und auf das zweite elastische Element **25** aufgebracht wird, wird zum Beispiel eine Stauchung des vorstehenden Abschnitts **252** unterdrückt und die Haltbarkeit des zweiten elastischen Elements **25** verbessert.

[0051] Außerdem sind an beiden Enden des Basisabschnitts **251** sich verjüngende Abschnitte **251a** und **251b** ausgebildet. Mit dieser Konfiguration wird auf der Außenumfangsseite beider Enden des Basisabschnitts **251** ein Raum ausgebildet. Der Basisabschnitt **251** kann zum Zeitpunkt der Pressverformung in den Raum flüchten (sich ausdehnen) und er kann problemlos in der axialen Richtung komprimieren und sich verformen. Der sich verjüngende Abschnitt kann nur an einem Ende in der axialen Richtung des Basisabschnitts **251** ausgebildet werden.

-- Zweites Ausführungsbeispiel --

[0052] Ein Hubsimulator **2A** gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom ersten Ausführungsbeispiel hinsichtlich der Konfiguration des Halters. Daher werden beruhend auf der Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels und den Zeichnungen nur die unterschiedlichen Abschnitte beschrieben. Wie in **Fig. 5** gezeigt ist, weist der vorspringende Abschnitt **262** des Halters **26** des zweiten Ausführungsbeispiels einen Abschnitt hoher Steifigkeit **262a** auf, der einen Durchmesser hat, der sich zum Kolben **22** hin allmählich verringert. Mit anderen Worten springt der vorspringende Abschnitt **262** vom Innenumfangsabschnitt (dem Abschnitt, wo das Loch **261a** ausgebildet ist) des plattenförmigen Abschnitts **261** so zur einen Endseite vor, dass der Durchmesser zum einen Ende hin allmählich abnimmt. Der Abschnitt hoher Steifigkeit **262a** hat eine sich verjüngende Außenumfangsfläche und eine verhältnismäßig hohe Steifigkeit. Die Steifigkeit ist die Schwierigkeit, sich in Bezug auf die aufgenommene Kraft zu verformen, das heißt einer Kraft, die benötigt wird, um sich um einen Einheitsverformungsbetrag zu verformen. Die Oberfläche des Basisabschnitts **251** auf der Halterseite (Seite des Halters **26**) (auch als die Seitenfläche des Basisendabschnitts des vorstehenden Abschnitts **252** bezeichnet) ist entlang des Abschnitts hoher Steifigkeit **262a** ausgebildet. Das zweite elastische Element **25** des zweiten Ausführungsbeispiels ist in einer Form ausgebildet, die mit der Form des Abschnitts hoher Steifigkeit **262a** übereinstimmt, und es ist so auf der Innenseite des Halters **26** angeordnet, dass es gegen den Abschnitt hoher Steifigkeit

262a stößt. Auch gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel werden Wirkungen erzielt, die ähnlich wie die des ersten Ausführungsbeispiels sind. Darüber hinaus erschwert gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel das Vorhandensein des Abschnitts hoher Steifigkeit **262a** es dem Halter **26**, bezogen auf die Vorwärtsbewegung des Kolbens **22** verformt zu werden, was die Haltbarkeit verbessert.

-- Drittes Ausführungsbeispiel --

[0053] Ein Hubsimulator **2B** gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom ersten Ausführungsbeispiel hauptsächlich hinsichtlich der Konfiguration des Kolbens. Daher werden beruhend auf der Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels und den Zeichnungen nur die unterschiedlichen Abschnitte beschrieben. Wie in **Fig. 6** gezeigt ist, ist der Kolben **22** des dritten Ausführungsbeispiels ein mit Boden versehenes, zylinderförmiges Element, das auf der einen Endseite eine Bodenfläche und auf der anderen Endseite eine Öffnung hat. Im Einzelnen weist der Kolben **22** einen Hauptkörperabschnitt **22a**, einen zylinderförmigen Anlageabschnitt **22b**, der vom Außenumfangsabschnitt des Hauptkörperabschnitts **22a** zur anderen Endseite (zur Seite des Deckelelements **23**) vorspringt, und einen vorspringenden Abschnitt **22c** auf, der von einer Endfläche des Hauptkörperabschnitts **22a** vorspringt.

[0054] Der Hauptkörperabschnitt **22a** entspricht dem Hauptkörperabschnitt **221** des ersten Ausführungsbeispiels und weist einen Teil größeren Durchmessers **22a1**, der mit dem Dichtungselement **Z1** versehen ist, und einen Teil kleineren Durchmessers **22a2** auf, der einen kleineren Durchmesser als der Teil größeren Durchmessers **22a1** hat. Der Teil kleineren Durchmessers **22a2** springt vom Teil größeren Durchmessers **22a1** so zum Deckelelement **23** vor, dass er dem vorstehenden Abschnitt **252** zugewandt ist. Das erste elastische Element **24** stößt auf der Außenumfangsseite des Teils kleineren Durchmessers **22a2** gegen den Teil größeren Durchmessers **22a1** des Hauptkörperabschnitts **22a**. Man kann sagen, dass ein Teil des Teils größeren Durchmessers **22a1** und des Teils kleineren Durchmessers **22a2** den Bodenabschnitt des Kolbens **22** bilden. Der Anlageabschnitt **22b** befindet sich auf der Außenumfangsseite des ersten elastischen Elements **24** und springt vom Außenumfangsabschnitt des Teils größeren Durchmessers **22a1** zur anderen Endseite vor. Das andere Ende (das Ende auf der Seite des Deckelelements **23**) des Anlageabschnitts **22b** befindet sich weiter auf der anderen Endseite als das andere Ende des Teils kleineren Durchmessers **22a2**. Der vorspringende Abschnitt **22c** entspricht dem ersten vorspringenden Abschnitt **222** des ersten Ausführungsbeispiels.

[0055] Wenn der Bremsvorgang erfolgt und die Flüssigkeitsdruckkammer **20** einen hohen Druck einnimmt und sich der Kolben **22** um einen vorbestimmten Hub (der dem ersten Hubabschnitt **L1** entspricht) nach vorne bewegt, während er das erste elastische Element **24** komprimiert und verformt, stoßen im dritten Ausführungsbeispiel der Teil kleineren Durchmessers **22a2** und der vorstehende Abschnitt **252** aneinander. Wenn sich der Kolben **22** um einen vorbestimmten Hub (der dem dritten Hubabschnitt **L3** entspricht) nach vorne bewegt, während er den vorstehenden Abschnitt **252** komprimiert und verformt, stoßen darüber hinaus der Anlageabschnitt **22b** des Kolbens **22** und der plattenförmige Abschnitt **261** des Halters **26** aneinander, bevor (oder zum gleichen Zeitpunkt wie) der Teil kleineren Durchmessers **22a2** und der vorspringende Abschnitt **262** des Halters **26** aneinanderstoßen. Wenn der Anlageabschnitt **22b** und der Halter **26** aneinanderstoßen, sind also der Teil kleineren Durchmessers **22a2** und der vorspringende Abschnitt **262** getrennt (oder stoßen gleichzeitig aneinander).

[0056] Wenn sich der Kolben **22** um einen vorbestimmten Hub (der dem zweiten Hubabschnitt **L2** entspricht) nach vorne bewegt, während er den Basisabschnitt **251** komprimiert und verformt, stößt der zylinderförmige Abschnitt **263** des Halters **26** gegen das Deckelelement **23**. Wie oben beschrieben wurde, ist das zweite elastische Element **25** derart konfiguriert, dass der vorstehende Abschnitt **252** gegen den Hauptkörperabschnitt **22a** (den Teil kleineren Durchmessers **22a2**) stößt und komprimiert und verformt wird, und der Basisabschnitt **251** wird, wenn sich der Kolben **22** in der axialen Richtung zur Deckelelementseite (Seite des Deckelelements **23**) bewegt, dann zumindest durch die Presskraft vom Anlageabschnitt **22b** komprimiert und verformt.

[0057] Auch gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel werden Wirkungen erzielt, die ähnlich wie die des ersten Ausführungsbeispiels sind. Darüber hinaus stößt der auf dem Außenumfangsabschnitt des Kolbens **22** liegende Anlageabschnitt **22b** gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel bei der Vorwärtsbewegung des Kolbens **22** gegen den Halter **26** und drückt gegen den Basisabschnitt **251**. Daher bewegt sich der Kolben **22** zum Beispiel im zweiten Hubabschnitt **L2** stabiler auf der Achse und es wird das Auftreten einer Verdrehung des Kolbens **22** unterdrückt. Darüber hinaus kann das erste elastische Element **24** auf der Innenseite des Kolbens **22** (dem Teil größeren Durchmessers **22a1**) angeordnet werden, und es kann die axiale Länge des Hubsimulators **2** reduziert werden. Das heißt, dass eine Miniaturisierung möglich wird. Da der Kolben **22** eine mit Boden versehene zylinderförmige Form hat, kann außerdem das Gewicht reduziert werden.

-- Viertes Ausführungsbeispiel --

[0058] Ein Hubsimulator **2C** gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom dritten Ausführungsbeispiel hauptsächlich hinsichtlich der Konfiguration des Teils kleineren Durchmessers **22a2**, des vorstehenden Abschnitts **252** und des vorspringenden Abschnitts **262**. Daher werden beruhend auf der Beschreibung des dritten Ausführungsbeispiels und den Zeichnungen nur die unterschiedlichen Abschnitte beschrieben. Wie in **Fig. 7** gezeigt ist, ist der Teil kleineren Durchmessers **22a2** des vierten Ausführungsbeispiels derart konfiguriert, dass der Überstand kleiner als der des dritten Ausführungsbeispiels ist und dass das ferne Ende (das andere Ende) am zentralen Abschnitt des Kolbens **22** liegt. Wie im dritten Ausführungsbeispiel ist das erste elastische Element **24** auf der Außenumfangsseite des Teils kleineren Durchmessers **22a2** angeordnet und hat der Teil kleineren Durchmessers **22a2** die Funktion, das erste elastische Element **24** zu positionieren. Die fernen Enden (die einen Enden) des vorstehenden Abschnitts **252** und des vorspringenden Abschnitts **262** haben einen größeren Überstand als im dritten Ausführungsbeispiel und befinden sich in der Anfangsstellung auf der Innenseite des Anlageabschnitts **22b**. Der Trennungsabstand zwischen dem Teil kleineren Durchmessers **22a2** und dem vorstehenden Abschnitt **252** entspricht dem ersten Hubabschnitt **L1**.

[0059] Auch gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel werden Wirkungen erzielt, die ähnlich wie die des dritten Ausführungsbeispiels sind. Darüber hinaus stoßen der Hauptkörperabschnitt **22a** (der Teil kleineren Durchmessers **22a2**) und der vorstehende Abschnitt **252** gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel im dritten Hubabschnitt **L3** nahe der Mitte des Kolbens **22** aneinander, sodass die Verdrehung des Kolbens **22**, der auf den vorstehenden Abschnitt **252** drückt, weiter unterdrückt wird. Da der Teil kleineren Durchmessers **22a2** kurz ist (z. B. kann der Kolben **22** in einer konkaven Form ausgebildet werden), wird außerdem die Herstellung leichter als im dritten Ausführungsbeispiel. Der Teil kleineren Durchmessers **22a2** kann eine planare Form (Überstand = 0) haben, die mit der Endfläche des Teils größeren Durchmessers **22a1** übereinstimmt.

-- Fünftes Ausführungsbeispiel --

[0060] Ein Hubsimulator **2D** gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom ersten Ausführungsbeispiel hauptsächlich hinsichtlich der Konfiguration des Kolbens **22** und des vorspringenden Abschnitts **262**. Daher werden beruhend auf der Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels und den Zeichnungen nur die unterschiedlichen Abschnitte beschrieben. Wie in **Fig. 8** gezeigt ist, ist der Kolben **22** des fünften Ausführungsbeispiels ein mit Bo-

den versehenes, zylinderförmiges Element, das auf der einen Endseite eine Öffnung und auf der anderen Endseite eine Bodenfläche hat. Das heißt, dass der Kolben **22** einen konkaven Abschnitt **22d** aufweist, der auf der einen Endseite geöffnet ist. Ein offenes Ende (das eine Ende) des Kolbens **22** stößt in der Anfangsstellung gegen die Bodenwand **21b** des Zylinders **21**. Der Anschluss **21a** ist so ausgebildet, dass er der Öffnung des Kolbens **22** zugewandt ist. Gemäß dieser Konfiguration wird die Flüssigkeitsdruckkammer **20** durch den konkaven Abschnitt **22d** und den Zylinder **21** ausgebildet, ohne dass beim Kolben **22** wie im ersten Ausführungsbeispiel der erste vorspringende Abschnitt **222** vorgesehen ist. Außerdem kann gemäß dieser Konfiguration das Gewicht des Kolbens **22** reduziert werden, und es kann auch das Gewicht des Hubsimulators **2** reduziert werden.

[0061] Der ferne Endabschnitt (das eine Ende) des vorspringenden Abschnitts **262** ist im fünften Ausführungsbeispiel ein dicker Abschnitt **262z**, der sich vom Basisendabschnitt radial nach außen erstreckt. Somit wird die Steifigkeit des fernen Endabschnitts des vorspringenden Abschnitts **262** verhältnismäßig hoch, und es verbessert sich die Haltbarkeit. Auch gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel werden Wirkungen erzielt, die ähnlich wie die des ersten Ausführungsbeispiels sind. Wie darüber hinaus in **Fig. 9** gezeigt ist, kann der vorspringende Abschnitt **262** einen Abschnitt hoher Steifigkeit **262y**, der einen Durchmesser hat, der sich zu einem Ende hin allmählich verringert, und einen dicken Abschnitt **262z** aufweisen, der am fernen Ende liegt und sich radial nach innen ausdehnt. Dies verbessert ebenfalls die Haltbarkeit.

-- Sechstes Ausführungsbeispiel --

[0062] Ein Hubsimulator **2E** gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom ersten Ausführungsbeispiel hauptsächlich hinsichtlich der Konfiguration des Kolbens **22**, des Deckelelements **23**, des vorstehenden Abschnitts **252** und des Halters **26**. Daher werden beruhend auf der Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels und den Zeichnungen nur die unterschiedlichen Abschnitte beschrieben. Wie in **Fig. 10** gezeigt ist, weist der Halter **26** des sechsten Ausführungsbeispiels einen plattenförmigen Abschnitt **261**, der ein Loch **261a** hat, das an einer Stelle ausgebildet ist, die dem vorstehenden Abschnitt **252** entspricht, und der so angeordnet ist, dass er der Endfläche des Basisabschnitts **251** auf der Kolbenseite (Seite des Kolbens **22**) zugewandt ist, und einen rundsäulenförmigen Führungsabschnitt **264** auf, der von der Mitte des plattenförmigen Abschnitts **261** zur Kolbenseite (Seite des Kolbens **22**) vorspringt. Wie in **Fig. 11** gezeigt ist, sind an der einen Endfläche des Basisabschnitts **251** in der Umfangsrichtung in (hier gleichen) Intervallen eine Vielzahl von (hier drei) vorstehenden Abschnitten **252** vorgesehen. Darüber hinaus ist der plattenförmige

Abschnitt **261** mit einer Vielzahl von (hier drei) Löchern **261a** versehen, die der Vielzahl von vorstehenden Abschnitten **252** entspricht.

[0063] Das Deckelelement **23** weist einen Verschlussabschnitt **231**, der die Öffnung des Zylinders **21** verschließt, und einen Halteabschnitt **232** auf, der vom Verschlussabschnitt **231** aus zur Kolbenseite (Seite des Kolbens **22**) vorspringt, während er gegen die Innenumfangsfläche des Zylinders **21** stößt. Der Halteabschnitt **232** ist in einer Zylinderform ausgebildet. In der Anfangsstellung sind der plattenförmige Abschnitt **261** und der Halteabschnitt **232** um den zweiten Hubabschnitt **L2** voneinander getrennt und so angeordnet, dass sie einander zugewandt sind.

[0064] Der Kolben **22** ist ein mit Boden versehenes, zylinderförmiges Element, das einen Hauptkörperabschnitt **22a** und einen zylinderförmigen Anlageabschnitt **22b** hat, der vom Hauptkörperabschnitt **22a** zur Deckelelementseite (Seite des Deckelelements **23**) vorspringt. Im Hauptkörperabschnitt **22a** ist ein konkaver Abschnitt **22a3** ausgebildet, in den der Führungsabschnitt **264** des Halters **26** in der axialen Richtung beweglich eingeführt ist. Das ferne Ende des Führungsabschnitts **264** ist in der Anfangsstellung im konkaven Abschnitt **22a3** angeordnet. Der Anlageabschnitt **22b** ist so ausgebildet, dass er den drei vorstehenden Abschnitten **252** mit einem Abstand, der dem ersten Hubabschnitt entspricht, zugewandt ist. Das erste elastische Element **24** befindet sich mit dem Hauptkörperabschnitt **22a** und dem plattenförmigen Abschnitt **261** in Kontakt.

[0065] Das zweite elastische Element **25** ist derart konfiguriert, dass der Basisabschnitt **251**, wenn sich der Kolben **22** in der axialen Richtung zur Deckelelementseite (Seite des Deckelelements **23**) bewegt, komprimiert und sich verformt, nachdem der vorstehende Abschnitt **252** gegen den Anlageabschnitt **22b** stößt und komprimiert und verformt wird. Mit der Vorwärtsbewegung des Kolbens **22** komprimiert und verformt der Anlageabschnitt **22b** den vorstehenden Abschnitt **252** und stößt dann (nachdem er sich um den dritten Hubabschnitt **L3** bewegt hat) gegen den plattenförmigen Abschnitt **261**, um mittels des plattenförmigen Abschnitts **261** gegen den Basisabschnitt **251** zu drücken. Der plattenförmige Abschnitt **261** bewegt sich zusammen mit dem Anlageabschnitt **22b** nach vorne und komprimiert und verformt den Basisabschnitt **251**, sodass er gegen den Halteabschnitt **232** stößt. Der Strömungsweg **21c** zur Verbindung des Inneren und Äußeren des Zylinders **21** ist auf der Seite des ersten Zylinderlochs **211a** des Zylinders **21** vorgesehen.

[0066] Auch gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel werden Wirkungen erzielt, die ähnlich wie die des ersten Ausführungsbeispiels sind. Darüber hinaus unterdrückt der Führungsabschnitt **264** gemäß

dem sechsten Ausführungsbeispiel die Verdrehung des Kolbens **22**. Da die Vielzahl von vorstehenden Abschnitten **252** in der Umfangsrichtung an anderen Abschnitten als dem mittleren Abschnitt des plattenförmigen Abschnitts **261** in gleichen Abständen angeordnet ist, kann der Kolben **22** zudem stabiler eine Kraft auf das zweite elastische Element **25** aufbringen. Da der Kolben **22** in einer mit Boden versehenen, zylinderförmigen Form ausgebildet ist, die an der anderen Endseite geöffnet ist, kann außerdem die axiale Länge des Hubsimulators **2** reduziert werden und es wird eine Miniaturisierung möglich.

spiel ist die äußere Form des Querschnitts nicht auf eine Kreisform beschränkt und kann zum Beispiel eine Rechteckform oder eine Form mit einer Kurve und einer Geraden sein. Es ist zu beachten, dass in den Zeichnungen (schematischen Schnittansichten) Linien, die hinter dem Querschnitt sichtbar sind, weggelassen sind.

-- Sonstiges --

[0067] Die Erfindung ist nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Zum Beispiel muss der Halter **26** nicht vorgesehen werden. In diesem Fall stößt das erste elastische Element **24** gegen den Basisabschnitt **251**, und das andere Ende des Kolbens **22** (der zweite vorspringende Abschnitt **223** oder der Anlageabschnitt **22b**) drückt den Basisabschnitt **251** über den vorstehenden Abschnitt **252** oder direkt. Auch dies ermöglicht es, die Anzahl der Bauteile zu verringern, ohne dass das Bremsgefühl beeinträchtigt wird. Wie in **Fig. 12** gezeigt ist, kann darüber hinaus der Zylinder **21** mit dem Hauptbremszylinder **1** (Hauptzylinder **11**) ein einstückig geformtes Produkt bilden. Dies ermöglicht es, die Größe der gesamten Fahrzeugbremsvorrichtung BF zu reduzieren und die Anzahl der Bauteile zu verringern. Die Konfiguration von **Fig. 12** kann bei jeder der Konfigurationen der ersten bis sechsten Ausführungsbeispiele angewandt werden. Darüber hinaus fehlt in dem Beispiel von **Fig. 12** der Behälter **200** und es wird der Behälter **172** des Hauptbremszylinders **1** als der Behälter des Hubsimulators **2** verwendet.

[0068] Darüber hinaus kann im Basisabschnitt **251** anstelle der sich verjüngenden Abschnitte **251a** und **251b** als Fluchtabschnitt zum Beispiel ein Schlitz ausgebildet werden, der sich in der axialen Richtung erstreckt. Außerdem müssen die sich verjüngenden Abschnitte **251a** und **251b** nicht vorgesehen werden. Darüber hinaus kann der vorspringende Abschnitt **262** mindestens einen von den Abschnitten hoher Steifigkeit **262a** und **262y**, die einen Durchmesser haben, der sich zum Kolben **22** hin allmählich verringert, und dem dicken Abschnitt **262z** umfassen, der eine dickere radiale Dicke als die anderen Abschnitte hat. Bei der Beschreibung der zweiten bis sechsten Ausführungsbeispiele kann auf die Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels und die Zeichnungen Bezug genommen werden. Außerdem können die Merkmale jedes Ausführungsbeispiels miteinander weitestgehend kombiniert werden. Ferner muss im Ausführungsbeispiel der „mit Boden versehene, zylinderförmige“ oder „zylinderförmige“ Abschnitt lediglich ein „mit Boden versehener, röhrenförmiger“ oder „röhrenförmiger“ Abschnitt sein, und zum Bei-

ZITATE ENHALTEN 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 2012 [0002, 0003]
- JP 206711 A [0002, 0003]

Patentansprüche

1. Hubsimulator zum Aufbringen einer Reaktionskraft auf ein Bremsbetätigungselement, wobei der Hubsimulator Folgendes umfasst:

einen röhrenförmigen Zylinder, der mit einem Zylinderloch ausgebildet ist, das auf einer Endseite mit einem Strömungsweg verbunden ist, der mit einer Druckbeaufschlagungseinheit verbunden ist, die in Übereinstimmung mit einer Betätigung des Bremsbetätigungselements Flüssigkeitsdruck erzeugt;

einen Kolben, der im Zylinderloch angeordnet ist;

ein Deckelelement, das eine Öffnung auf der anderen Endseite des Zylinderlochs verschließt; und

ein elastisches Element, das zwischen dem Kolben und dem Deckelelement angeordnet ist, wobei das elastische Element ein erstes elastisches Element, das auf der Kolbenseite des Zylinderlochs angeordnet ist, und ein zweites elastisches Element umfasst, das auf der Deckelelementseite des Zylinderlochs angeordnet ist,

das Zylinderloch mit einem ersten Zylinderloch ausgebildet ist, in dem der Kolben und das erste elastische Element angeordnet sind und das auf der Strömungswegseite ausgebildet ist, und mit dem zweiten elastischen Element versehen ist und auf der Deckelelementseite ausgebildet ist und

das zweite elastische Element einen Basisabschnitt, der in Reihe mit dem ersten elastischen Element angeordnet ist, und einen vorstehenden Abschnitt aufweist, der von einer Endfläche des Basisabschnitts auf der Kolbenseite vorsteht, und derart konfiguriert ist, dass der Basisabschnitt, wenn sich der Kolben in einer axialen Richtung zur Deckelelementseite bewegt, komprimiert und sich verformt, nachdem der vorstehende Abschnitt gegen den Kolben stößt und komprimiert und verformt wird.

2. Hubsimulator nach Anspruch 1, wobei das erste elastische Element ein erstes Elastizitätsmodul hat, der Basisabschnitt ein zweites Elastizitätsmodul hat, der vorstehende Abschnitt ein drittes Elastizitätsmodul hat, der zweite Elastizitätsmodul größer als der erste Elastizitätsmodul ist, der dritte Elastizitätsmodul einen Wert in einem Bereich einnimmt, der kleiner als der zweite Elastizitätsmodul ist, und die Druckverformung des vorstehenden Abschnitts in einem dritten Hubabschnitt, der einen ersten Hubabschnitt, in dem durch den ersten Elastizitätsmodul eine Reaktionskraft erzeugt wird, und einen zweiten Hubabschnitt, in dem durch den zweiten Elastizitätsmodul eine Reaktionskraft erzeugt wird, verbindet, mit einer Reaktionskraftkennlinie erfolgt, die ein Zusammenhang zwischen einer Reaktionskraft und einem Hub ist.

3. Hubsimulator nach Anspruch 1 oder 2, wobei

an einem Ende in einer axialen Richtung des Basisabschnitts ein sich verjüngender Abschnitt ausgebildet ist, der einen Durchmesser hat, der sich in der axialen Richtung allmählich zu einer Seite hin verringert, und/oder

an dem anderen Ende in der axialen Richtung des Basisabschnitts ein sich verjüngender Abschnitt ausgebildet ist, der einen Durchmesser hat, der sich in der axialen Richtung allmählich zur anderen Seite hin verringert.

4. Hubsimulator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, der außerdem Folgendes umfasst:

einen Halter, der zwischen dem ersten elastischen Element und dem Basisabschnitt des zweiten elastischen Elements angeordnet ist, wobei der Halter Folgendes aufweist:

einen plattenförmigen Abschnitt, der an einer Stelle, die dem vorstehenden Abschnitt entspricht, ein Loch hat und der so angeordnet ist, dass er einer Endfläche des Basisabschnitts auf der Kolbenseite zugewandt ist; und

einen vorspringenden Abschnitt, der vom Umfang des Lochs des plattenförmigen Abschnitts so zur Kolbenseite vorspringt, dass er einen Basisendabschnitt des vorstehenden Abschnitts umgibt.

5. Hubsimulator nach Anspruch 4, wobei der vorspringende Abschnitt zumindest einen von einem Abschnitt hoher Steifigkeit, der einen Durchmesser hat, der zum Kolben allmählich abnimmt, und einen dicken Abschnitt, der eine radiale Dicke hat, die größer als andere Abschnitte ist, aufweist.

6. Hubsimulator nach Anspruch 4 oder 5, wobei der Kolben ein mit Boden versehenes, röhrenförmiges Element ist, das einen Hauptkörperabschnitt und einen Anlageabschnitt aufweist, der von einem Außenumfangabschnitt des Hauptkörperabschnitts zur Deckelelementseite vorspringt,

ein fernes Ende des vorstehenden Abschnitts und ein fernes Ende des vorspringenden Abschnitts in einer Anfangsstellung, in der das Bremsbetätigungselement nicht betätigt wird, auf der Innenseite des Kolbens angeordnet sind und

das zweite elastische Element derart konfiguriert ist, dass der Basisabschnitt, wenn sich der Kolben in der axialen Richtung zur Deckelelementseite bewegt, komprimiert und sich verformt, nachdem der vorstehende Abschnitt gegen den Hauptkörperabschnitt stößt und komprimiert und verformt wird.

7. Hubsimulator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, der außerdem Folgendes umfasst:

einen Halter, der zwischen dem ersten elastischen Element und dem Basisabschnitt des zweiten elastischen Elements angeordnet ist, wobei der Halter einen plattenförmigen Abschnitt, der ein Loch hat, das an einer Stelle ausgebildet ist, die dem vorstehenden Abschnitt entspricht, und der so an-

geordnet ist, dass er einer Endfläche des Basisabschnitts auf der Kolbenseite zugewandt ist, und einen Führungsabschnitt aufweist, der vom plattenförmigen Abschnitt zum Kolben vorspringt,
das Deckelelement einen Verschlussabschnitt, der die Öffnung verschließt, und einen Halteabschnitt aufweist, der vom Verschlussabschnitt zum Kolben vorspringt, während er gegen eine Innenumfangsfläche des Zylinders stößt,
der plattenförmige Abschnitt und der Halteabschnitt in einer Anfangsstellung, in der das Bremsbetätigungselement nicht betätigt wird, voneinander getrennt sind und so angeordnet sind, dass sie einander zugewandt sind,
der Kolben ein mit Boden versehenes, röhrenförmiges Element ist, das einen Hauptkörperabschnitt und einen Anlageabschnitt aufweist, der von einem Außenumfangsabschnitt des Hauptkörperabschnitts zur Deckelelementseite hin vorspringt,
ein konkaver Abschnitt im Hauptkörperabschnitt so ausgebildet ist, dass der Führungsabschnitt in der axialen Richtung beweglich eingeführt ist, und
das zweite elastische Element derart konfiguriert ist, dass der Basisabschnitt, wenn sich der Kolben in der axialen Richtung zur Deckelelementseite bewegt, komprimiert und sich verformt, nachdem der vorstehende Abschnitt gegen den Anlageabschnitt stößt und komprimiert und verformt wird.

8. Hubsimulator nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Zylinder ein einstückiges Formprodukt mit einem Hauptbremszylinder ist.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

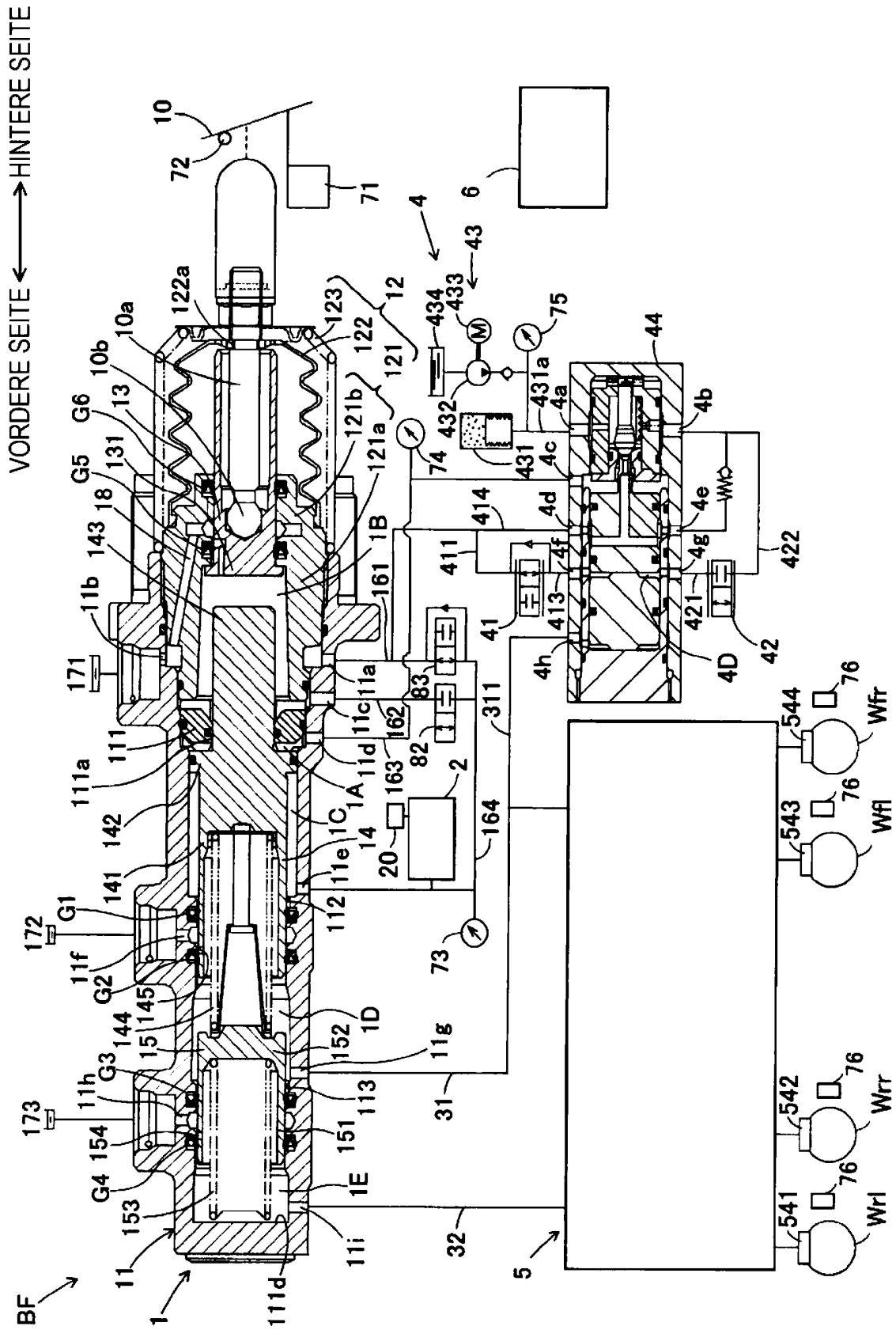


FIG. 2

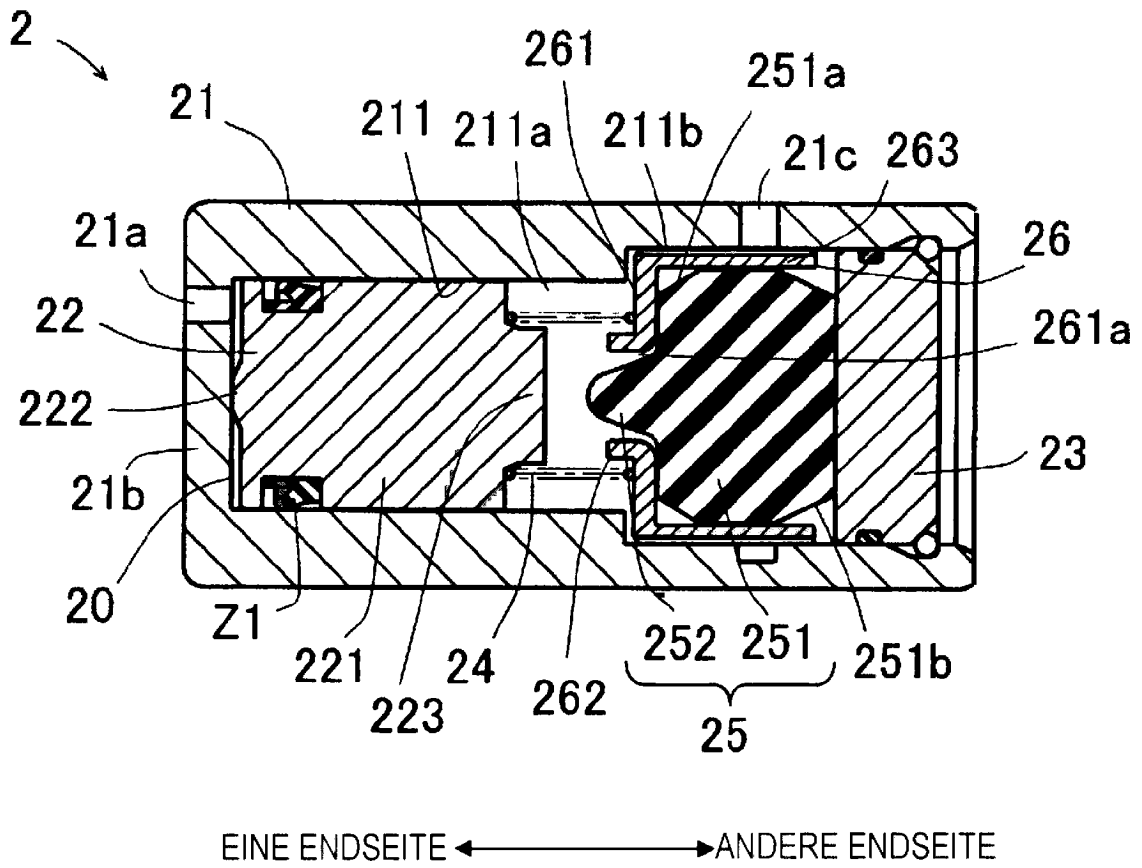


FIG. 3

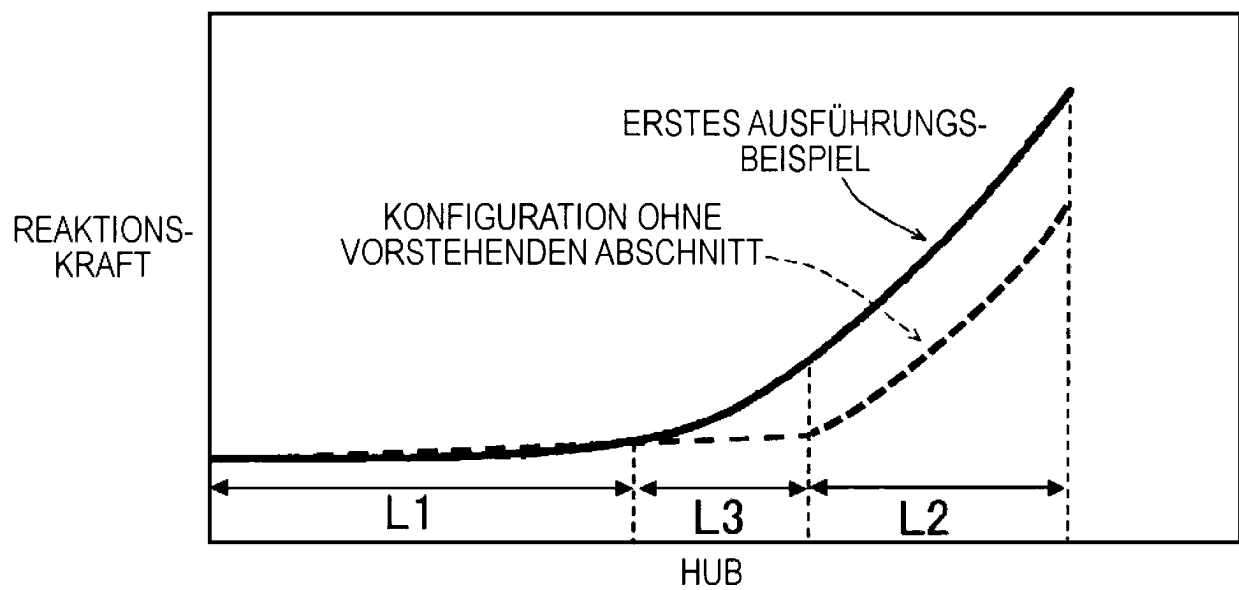


FIG. 4

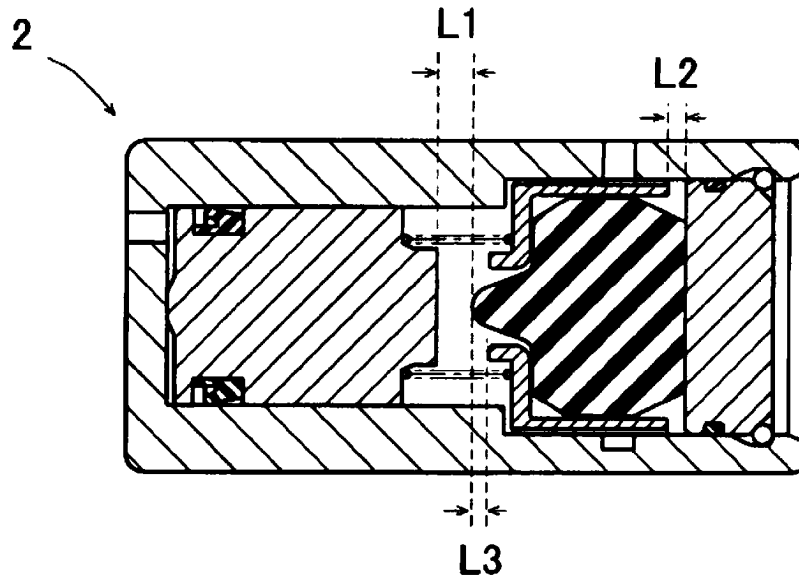


FIG. 5

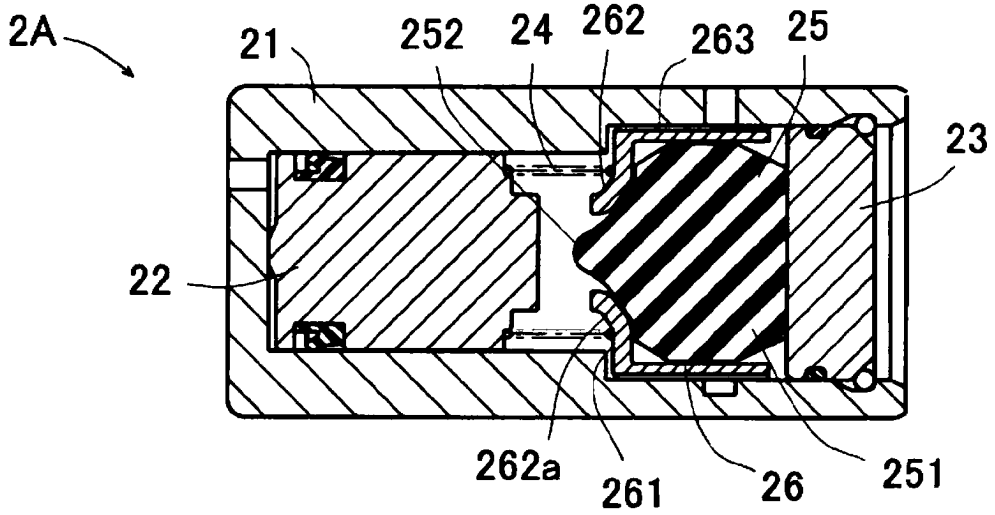


FIG. 6

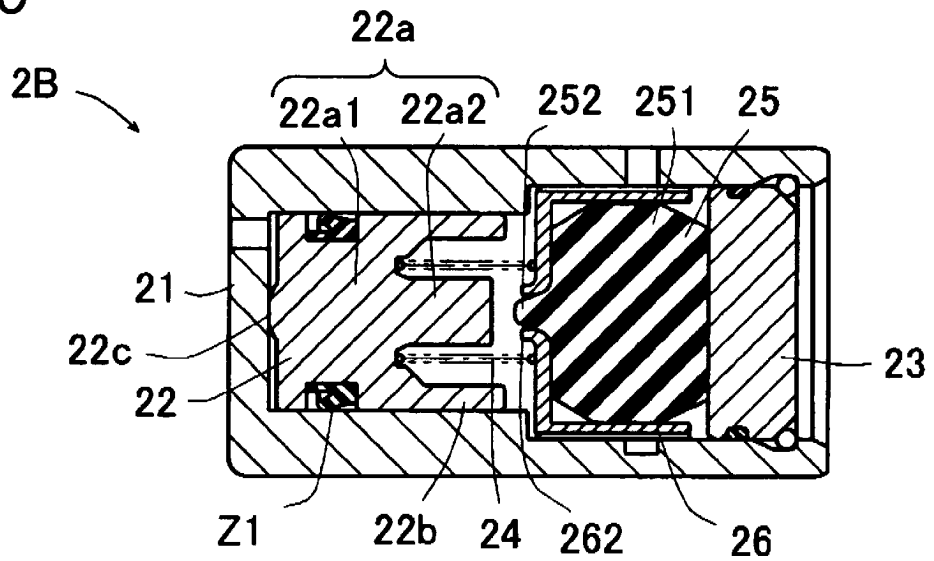


FIG. 7

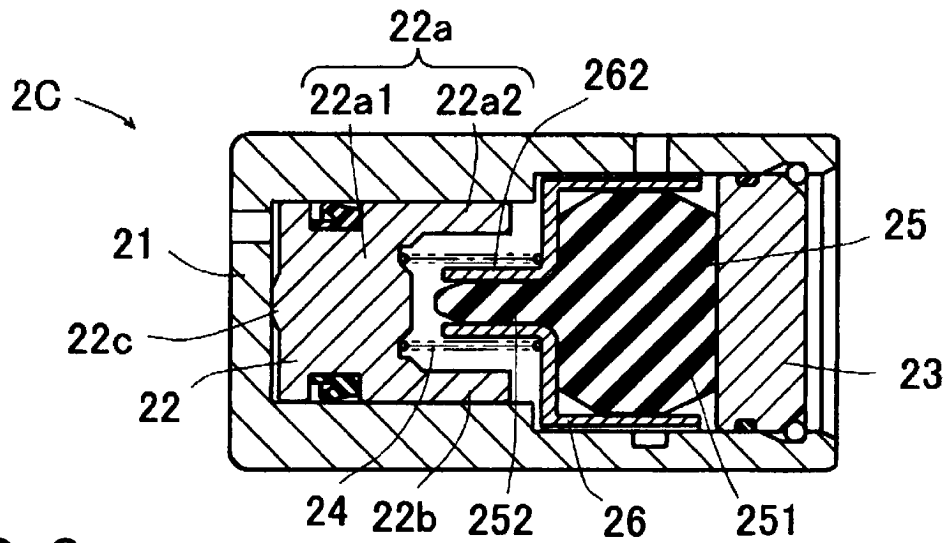


FIG. 8

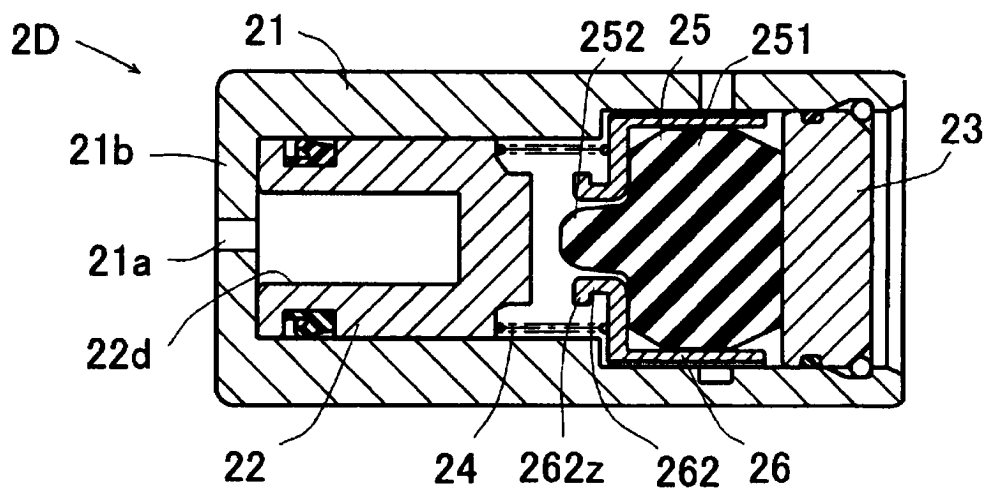


FIG. 9

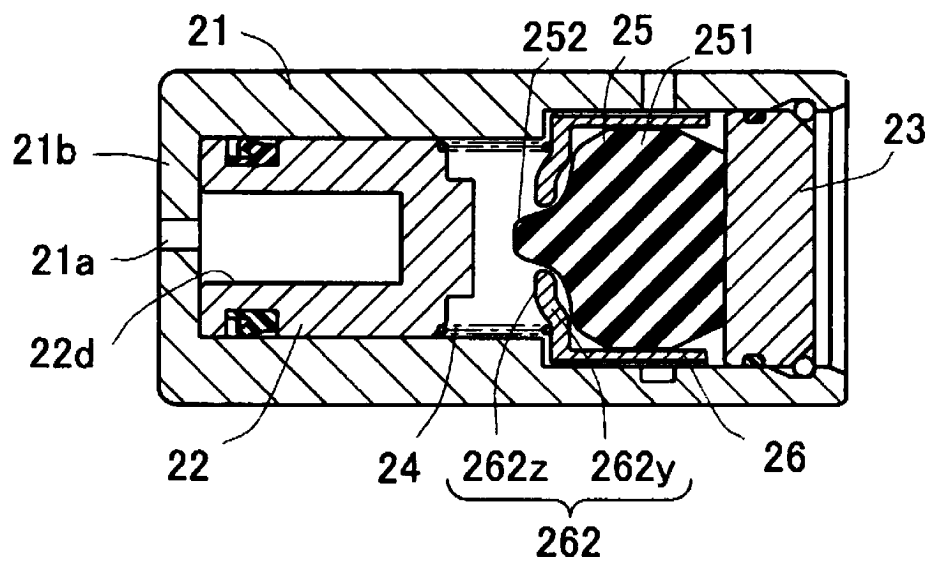


FIG. 10

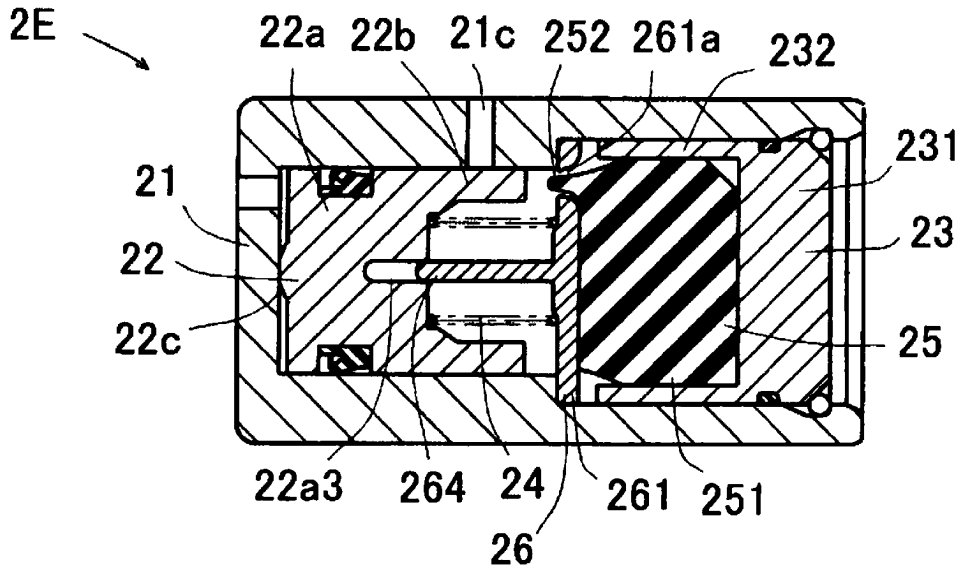


FIG. 11

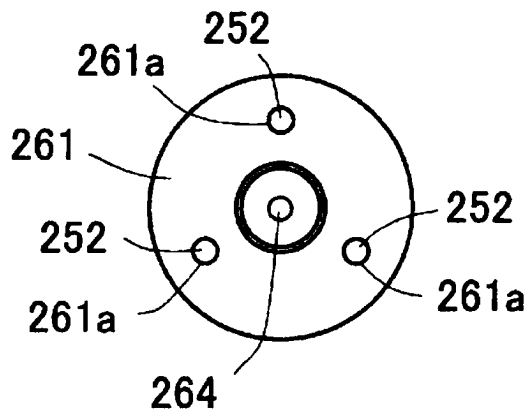


FIG. 12

