



(10) **DE 10 2006 015 104 B4** 2011.04.07

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 015 104.6**
(22) Anmeldetag: **31.03.2006**
(43) Offenlegungstag: **05.10.2006**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **07.04.2011**

(51) Int Cl.⁸: **B60T 13/12 (2006.01)**
F15B 3/00 (2006.01)

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

(30) Unionspriorität:

2005-105052	31.03.2005	JP
2005-105057	31.03.2005	JP
2005-105120	31.03.2005	JP
2005-105122	31.03.2005	JP
2005-105123	31.03.2005	JP

(72) Erfinder:

Tagata, Kazuhiro, Ueda, Nagano, JP; Sakai, Koji, Ueda, Nagano, JP; Shirase, Takaomi, Ueda, Nagano, JP; Aoki, Yasushi, Wako, Saitama, JP; Suzuki, Kenji, Wako, Saitama, JP; Nakano, Hiroshi, Wako, Saitama, JP

(73) Patentinhaber:

Nissin Kogyo Co. Ltd., Ueda, Nagano, JP; Honda Motor Co., Ltd., Tokyo, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

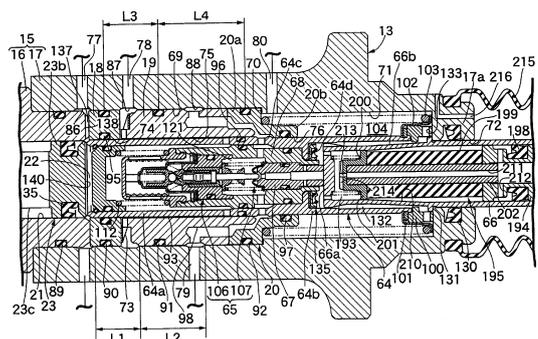
DE 26 10 586 A1
JP 2002-3 08 085 A

(74) Vertreter:

Weickmann & Weickmann, 81679 München

(54) Bezeichnung: **Fluiddruckverstärker**

(57) Hauptanspruch: Fluiddruckverstärker, umfassend: einen Steuerkolben (66), bei dem eine Bremsbetätigungseingabe von einem Bremsbetätigungselement (11) in einer vorschiebenden Richtung wirkt und basierend auf einer Reaktion auf Fluiddruck einer Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer (121), welche Fluiddruck zum Betätigen eines Hauptkolbens (23, 24) eines Hauptzylinders (M) erzeugt, in einer einziehenden Richtung wirkt; ein Druckerhöhungsventil (106), das zwischen der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer (121) und einer Fluidruckerzeugungsquelle (12) derart bereitgestellt ist, dass es zur Zeit des Vorschiebens des Steuerkolbens (66) öffnet und zur Zeit des Einziehens des Steuerkolbens (66) schließt; und ein Druckreduzierventil (107), das zwischen einer mit einem Reservoir (31) in Verbindung stehenden Freigabekammer (132) und der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer (121) derart bereitgestellt ist, dass es zur Zeit des Vorschiebens des Steuerkolbens (66) schließt und zur Zeit des Einziehens des Steuerkolbens (66) öffnet, wobei der Steuerkolben (66) derart vorwärts und rückwärts betätigt wird, dass die Bremsbetätigungseingabe und die auf dem Fluiddruck in der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer (121) basierende Reaktion ausgeglichen...



Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Fluiddruckverstärker gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein gattungsgemäßer Fluiddruckverstärker ist aus der DE 26 10 586 A1 bekannt.

[0003] Ein Fluiddruckverstärker ist auch aus der JP 2002-308085 A bekannt.

[0004] Bei einem solchen Fluiddruckverstärker wird eine Aktivierungskraft (eine zum Öffnen eines Ventils benötigte Kraft) des Druckerhöhungsventils reduziert durch Einstellen eines kleinen Dichtungsdurchmessers. Ein solches Einstellen des Dichtungsdurchmessers reduziert allerdings die Reaktion, wenn ein Bremsbetätigungselement stark betätigt wird, um einen Fluiddruck von einer Fluiddruckerzeugungsquelle in eine Verstärkungsfluiddruckerzeugungsquelle einzuführen. Das Einstellen eines großen Dichtungsdurchmessers erhöht im Gegensatz hierzu die Aktivierungskraft des Druckerhöhungsventils.

ÜBERBLICK ÜBER DIE ERFINDUNG

[0005] Die vorliegende Erfindung wurde im Hinblick auf die oben genannten Umstände gemacht und weist die Aufgabe auf, einen Fluiddruckverstärker bereitzustellen, der die anfängliche Reaktion des Druckerhöhungsventils verbessert und auch die Reaktion des Druckerhöhungsventils verbessert, wenn ein Bremsbetätigungselement stark betätigt wird.

[0006] Die Aufgabe wird durch einen Fluiddruckverstärker mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0007] Hierbei enthält das Druckerhöhungsventil das erste und zweite Ventilmittel, und entsprechend der Erhöhung bei der Bremsbetätigungseingabe durch das Bremsbetätigungselement öffnet sich das erste Ventilmittel, das den relativ kleinen Dichtungsdurchmessers aufweist, und dann öffnet sich das zweite Ventilmittel, welches den relativ großen Dichtungsdurchmesser aufweist. Die anfängliche Reaktion kann daher durch Öffnen des ersten Ventilmittels, das eine kleine Aktivierungskraft aufweist, in einem frühen Stadium der Bremsbetätigung gewährleistet werden, wobei eine niedrige Bremsbetätigungseingabe erforderlich ist, und die Reaktion kann erhöht werden durch das Öffnen sowohl des ersten als auch des zweiten Ventilmittels, wenn das Bremsbetätigungselement stark betätigt wird, wodurch die Erhöhung bei der anfänglichen Reaktion des Druckerhöhungsventils ermöglicht wird und auch die Erhö-

hung in Reaktion auf das Druckerhöhungsventil erhöht wird, wenn das Bremsbetätigungselement stark betätigt wird.

[0008] Vorzugsweise sind das erste Ventilmittel und das zweite Ventilmittel entlang der Achse des Steuerkolbens hintereinander angeordnet.

[0009] Hierdurch kann das Druckerhöhungsventil, welches das erste und das zweite Ventilmittel enthält, kompakt ausgeführt werden.

[0010] Vorzugsweise beginnt das zweite Ventilmittel das Öffnen, bevor eine Strömungsrate des ersten Ventilmittels ein Maximum erreicht.

[0011] Hierdurch öffnen sich das erste und das zweite Ventilmittel kontinuierlich und ruhig entsprechend der Erhöhung bei der Bremsbetätigungseingabe, wodurch ein Empfinden eines abgestuften Hubs verhindert wird, so dass eine gute Betätigungsempfindung bereitgestellt wird.

[0012] Ein Bremspedal **11** in einer Ausführungsform entspricht einem Bremsbetätigungselement der vorliegenden Erfindung.

[0013] Die Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand einer bevorzugten Ausführungsform ersichtlich, welche nachfolgend im Detail unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen beschrieben wird.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0014] **Fig. 1** ist eine Ansicht eines Bremsfluiddrucksystems und zeigt die gesamte Konfiguration einer Fahrzeugbremsvorrichtung.

[0015] **Fig. 2** ist eine vergrößerte vertikale Schnittdarstellung eines Hauptzylinders.

[0016] **Fig. 3** ist eine vertikale Schnittansicht eines Fluiddruckverstärkers und eines Hubsimulators.

[0017] **Fig. 4** ist eine vergrößerte vertikale Schnittansicht eines Druckerhöhungsventils und dessen Umgebung, das Teil des Fluiddruckverstärkers ist, und zwar in einem geschlossenen Zustand.

[0018] **Fig. 5** ist eine vergrößerte vertikale Schnittansicht eines Druckerhöhungsventils und dessen Umgebung, das Teil des Fluiddruckverstärkers ist, und zwar in einem offenen Zustand.

[0019] **Fig. 6** ist eine vergrößerte vertikale Schnittansicht eines Steuerkolbens und eines Hubsimulators.

[0020] [Fig. 7](#) ist eine Schnittansicht entsprechend der [Fig. 4](#) zur Zeit des Öffnens eines ersten Ventilmittels.

[0021] [Fig. 8](#) ist eine Schnittansicht entsprechend [Fig. 4](#) zur Zeit des Öffnens eines zweiten Ventilmittels.

[0022] [Fig. 9](#) ist eine vergrößerte Ansicht eines Teils 9 in [Fig. 5](#).

[0023] [Fig. 10](#) zeigt Änderungen in der Strömungsrate eines Arbeitsfluids, welche hervorgerufen werden durch Öffnen des Druckerhöhungsventils.

[0024] [Fig. 11](#) zeigt eine Funktionscharakteristik des Hubsimulators.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0025] Bezug nehmend auf [Fig. 1](#) enthält eine Bremsvorrichtung für ein vierrädriges Fahrzeug einen tandemartigen Zylinder M, einen Fluiddruckverstärker 13, der einen Fluiddruck in einer Fluiddruckerzeugungsquelle 12 entsprechend einer Bremsbetätigungskrafteingabe von einem Bremspedal 11 reguliert, welches ein Bremsbetätigungselement darstellt, um auf den Hauptzylinder M zu wirken, und einen Hubsimulator 14, der zwischen dem Bremspedal 11 und dem Fluiddruckverstärker 13 angebracht ist.

[0026] Ein gemeinsames Gehäuse 15 des Hauptzylinders M und des Fluiddruckverstärkers 13 enthält: einen einen Boden aufweisenden, zylindrischen Zylinderkörper 16 mit einem geschlossenen vorderen Ende und einen Körper 17 mit einer zylindrischen Form und mit einem nach innen gerichteten Flansch 17a an seinem hinteren Ende, wobei der Körper 17 koaxial mit einem hinteren Abschnitt des Zylinderkörpers 16 verbunden ist. Ein hinteres Ende des Zylinderkörpers 16 ist fluiddicht auf einen vorderen Abschnitt des Körpers 17 eingebaut. Ein Separator 18, eine erste Hülse 19 und eine zweite Hülse 20, welche fluiddicht am Körper 17 eingebaut sind, sind zwischen dem hinteren Ende des Zylinderkörpers 16 und dem Körper 17 gehalten, wobei die erste Hülse 19 zwischen dem Separator 18 und der zweiten Hülse 20 gehalten ist.

[0027] Bezug nehmend auf [Fig. 2](#) weist der Zylinderkörper 16 eine erste Zylinderbohrung 21 auf mit einem geschlossenen vorderen Ende. Der Hauptzylinder M enthält: einen hinteren Hauptkolben 23 mit einer hinteren Oberfläche, welche einer Verstärkungsfluiddruckarbeitskammer 22 zugewandt ist und durch eine Feder nach hinten gedrückt wird; und einen vorderen Hauptkolben 24, der durch eine Feder nach hinten gedrückt wird und vor dem hinteren Hauptkolben 23 angeordnet ist, wobei der hintere Haupt-

kolben 23 und der vordere Hauptkolben 24 in der ersten Zylinderbohrung 21 verschiebbar eingebaut sind. Eine hintere Fluiddruckabgabekammer 25 ist zwischen dem hinteren Hauptkolben 23 und dem vorderen Hauptkolben 24 ausgebildet, und eine vordere Fluiddruckabgabekammer 26 ist zwischen dem geschlossenen vorderen Ende des Zylinderkörpers 16 und dem vorderen Hauptkolben 24 ausgebildet.

[0028] Der Zylinderkörper 16 weist eine hintere Auslassöffnung 27 auf, welche mit der hinteren Fluiddruckabgabekammer 25 in Verbindung steht, und weist eine vordere Abgabeöffnung 28 auf, welche mit der vorderen Fluiddruckabgabekammer 26 in Verbindung steht. Eine hintere Rückholfeder 29, welche den hinteren Hauptkolben 23 nach hinten drückt, ist in einer zusammengedrückten Art und Weise zwischen dem hinteren Hauptkolben 23 und dem vorderen Hauptkolben 24 in der hinteren Fluiddruckabgabekammer 25 vorgesehen. Eine vordere Rückholfeder 30, welche den vorderen Hauptkolben 24 nach hinten drückt, ist in einer zusammengedrückten Art und Weise zwischen dem geschlossenen vorderen Ende des Zylinderkörpers 16 und dem vorderen Hauptkolben 24 in der vorderen Fluiddruckabgabekammer 26 vorgesehen.

[0029] Am Hauptzylinder M ist ein Reservoir 31 angeschlossen, und im Reservoir 31 sind eine erste, eine zweite und eine dritte Reservoirkammer 31a, 31b und 31c in aufgeteilter Art und Weise ausgebildet. Ein hinterer zylindrischer Verbindungsabschnitt, der mit der zweiten Reservoirkammer 31b in Verbindung steht, und ein vorderer zylindrischer Verbindungsabschnitt 33, der mit der ersten Reservoirkammer 31a in Verbindung steht, sind integral mit dem Zylinderkörper 16 vorgesehen, so dass sie nach oben vorstehen an Positionen, welche axial in einem Abstand vom Zylinderkörper 16 liegen.

[0030] Der hintere Hauptkolben 23 enthält vordere und hintere Kolbenabschnitte 23a und 23b, welche mittels eines Verbindungsabschnitts 23c, der einen kleinen Durchmesser aufweist, integral verbunden sind. Eine Manschettendichtung 34, welche es ermöglicht, dass ein Arbeitsfluid in die hintere Fluiddruckabgabekammer 25 strömt und in Gleitkontakt mit einer inneren Oberfläche der ersten Zylinderbohrung 21 kommt, ist am vorderen Kolbenabschnitt 23a angebracht. Eine Manschettendichtung 35, welche in Gleitkontakt mit der inneren Oberfläche der ersten Zylinderbohrung 21 kommt, ist am hinteren Kolbenabschnitt 23b angebracht.

[0031] Eine hintere Fluidversorgungskammer 36, welche eine Ringform aufweist, ist zwischen einem äußeren Umfang des hinteren Hauptkolbens 23 und der inneren Oberfläche der ersten Zylinderbohrung 21 und zwischen den vorderen und hinteren Kolbenabschnitten 23a und 23b ausgebildet, und eine Ver-

sorgungsöffnung **37**, welche normalerweise mit der hinteren Fluidversorgungskammer **36** in Verbindung steht und zum hinteren, zylindrischen Verbindungsabschnitt **32** geöffnet ist, ist in den Zylinderkörper **16** gebohrt, so dass ein Bremsfluid, das von der zweiten Reservoirkammer **31b** des Reservoirs **31** zugeführt wird, zur hinteren Fluidversorgungskammer **36** gespeist wird.

[0032] Ein Zentralventil **38** ist am hinteren Hauptkolben **23** angebracht, der die Verbindung zwischen der hinteren Fluidabgabedruckkammer **25** und der hinteren Fluidversorgungskammer **36** bereitstellt, wenn der hintere Hauptkolben **23** in eine zurückgezogene Anschlagstellung zurückkehrt.

[0033] Das Zentralventil **38** enthält: ein Ventilgehäuse **39**, das koaxial an einem vorderen Ende des hinteren Hauptkolbens **23** angebracht ist; einen axialen Durchgang **40**, der mit der hinteren Fluidversorgungskammer **36** in Verbindung steht, koaxial in den vorderen Kolbenabschnitt **23a** des hinteren Hauptkolbens **23** gebohrt ist und vom vorderen Ende des vorderen Kolbenabschnitts **23a** im Ventilgehäuse **39** geöffnet ist; einen Ventilkörper **41**, der eine vordere Endöffnung des axialen Durchgangs **40** schließen kann und im Ventilgehäuse **39** vorwärts und rückwärts beweglich untergebracht ist; eine Ventilsfeder **42**, die eine Federkraft ausübt, um den Ventilkörper **41** nach hinten zu drücken, d. h. in eine Schließrichtung des axialen Durchgangs **40**, und die in dem Ventilgehäuse **39** untergebracht ist; und einen Arretierstift **43**, der den Ventilkörper **41** in einer vorgeschobenen Position gegen eine Druckkraft der Ventilsfeder **42** hält, wenn der hintere Hauptkolben **23** am Rückzugsanschlag ist, und der das Zurückziehen ermöglicht, d. h. das Schließen des Ventilkörpers **41** durch die Ventilsfeder **42** zum Zeitpunkt des Vorschubens des hinteren Hauptkolbens **23**.

[0034] Eine lange Durchgangsbohrung **44** axial zum Verbindungsabschnitt mit kleinem Durchmesser **23c** ist im Verbindungsabschnitt mit kleinem Durchmesser **23c** des hinteren Hauptkolbens **23** entlang einer Durchmesserlinie des Verbindungsabschnitts **23c** mit kleinem Durchmesser vorgesehen, und gegenüberliegende Enden der Durchgangsbohrung **44** stehen mit der hinteren Fluidversorgungskammer **36** in Verbindung. Der Arretierstift **43** ist am Zylinderkörper **16** befestigt und geht durch die Durchgangsbohrung **44** hindurch, und ein hinteres Ende eines Ventilschafts **41a**, der mit dem Ventilkörper **41** verbunden und in den axialen Durchgang **40** eingeführt ist, liegt am Arretierstift **43** an.

[0035] Bei einem solchen Zentralventil **38** wird dann, wenn der hintere Hauptkolben **23** am Einziehschlag ist, der Ventilschaft **41a** durch den Arretierstift **43** gedrückt, und daher wird der Ventilkörper **41** in eine Stellung gebracht zum Öffnen des axialen Durch-

gangs **40**, so dass der axiale Durchgang **40** öffnet, um eine Verbindung zwischen der hinteren Fluidabgabedruckkammer **25** und der Durchgangsbohrung **44** bereitzustellen, wodurch ein Versorgungsfluid von der hinteren Fluidversorgungskammer **36** zur hinteren Fluiddruckabgabekammer **25** zugeführt wird. Wenn der hintere Hauptkolben **23** sich vom Einziehschlag vorschubt bzw. nach vorne bewegt, wird der Arretierstift **43** relativ zum hinteren Hauptkolben **23** bewegt, so dass er hinter der Durchgangsbohrung **44** angeordnet ist, wodurch der Ventilkörper **41** in eine Stellung bewegt wird zum Schließen des axialen Durchgangs **40** durch eine Federkraft des Ventilkörpers **42**, um die Verbindung zwischen der hinteren Fluidversorgungskammer **36** und der hinteren Fluiddruckabgabekammer **25** zu blockieren.

[0036] Der vordere Hauptkolben **24** enthält vordere und hintere Kolbenabschnitte **24a** und **24b**, welche über einen Verbindungsabschnitt **24c** mit kleinem Durchmesser integral verbunden sind. Eine Manschettendichtung **45**, welche es ermöglicht, dass ein Arbeitsfluid in die vordere Fluiddruckabgabekammer **26** strömt und in Gleitkontakt mit der inneren Oberfläche der ersten Zylinderbohrung **21** kommt, ist am vorderen Kolbenabschnitt **24a** angebracht. Eine Manschettendichtung **46**, die in Gleitkontakt mit einer inneren Oberfläche der ersten Zylinderbohrung **21** kommt, ist am hinteren Kolbenabschnitt **24b** angebracht.

[0037] Eine vordere Fluidversorgungskammer **47** mit einer Ringform ist zwischen einem Außenumfang des vorderen Hauptkolbens **24** und der inneren Oberfläche der ersten Zylinderbohrung **21** und zwischen den vorderen und hinteren Kolbenabschnitten **24a** und **24b** ausgebildet, und eine Versorgungsöffnung **48**, welche normalerweise mit der vorderen Fluidversorgungskammer **47** in Verbindung steht und zum vorderen, zylindrischen Verbindungsabschnitt **33** geöffnet ist, ist in den Zylinderkörper **16** gebohrt, so dass ein von der ersten Reservoirkammer **31a** des Reservoirs **31** zugeführtes Bremsfluid zur vorderen Fluidversorgungskammer **47** gespeist wird.

[0038] Ein Zentralventil **49** ist am vorderen Hauptkolben **24** angebracht, welches eine Verbindung zwischen der vorderen Fluiddruckabgabekammer **26** und der vorderen Fluidversorgungskammer **47** bereitstellt, wenn der vordere Hauptkolben **24** zu einer Einziehschlagsposition zurückkehrt.

[0039] Das Zentralventil **49** enthält: ein Ventilgehäuse **50**, das koaxial an einem vorderen Ende des vorderen Hauptkolbens **24** angebracht ist; einen axialen Durchgang **51**, der mit der vorderen Fluidversorgungskammer **47** in Verbindung steht, koaxial in den vorderen Kolbenabschnitt **24a** des vorderen Hauptkolbens **24** gebohrt ist und zum vorderen Ende des vorderen Kolbenabschnitts **24a** im Ventilgehäuse **50**

geöffnet ist; einen Ventilkörper **52**, der eine vordere Endöffnung des axialen Durchgangs **51** schließen kann und im Ventilgehäuse vorwärts und rückwärts beweglich untergebracht ist; eine Ventilfeeder **53**, die eine Federkraft ausübt, um den Ventilkörper **52** nach hinten zu drücken, das heißt in eine Schließrichtung des axialen Durchgangs **51**, und welche in dem Ventilgehäuse **50** untergebracht ist; und einen Arretierstift **54**, der den Ventilkörper **52** in einer vorgeschobenen Stellung gegen die Druckkraft der Ventilfeeder **53** hält, wenn der vordere Hauptkolben **24** in dem Einziehanschlag ist, und das Einziehen ermöglicht, das heißt, das Schließen des Ventilkörpers **52** durch die Ventilfeeder **53**, wenn der vordere Hauptkolben **24** vorgeschoben wird.

[0040] Eine lange Durchgangsbohrung **55**, welche axial zum Verbindungsabschnitt **24c** mit kleinem Durchmesser liegt, ist im Verbindungsabschnitt **24c** mit kleinem Durchmesser des vorderen Hauptkolbens **24** bereitgestellt entlang einer Durchmesserlinie des Verbindungsabschnitts **24c** mit kleinem Durchmesser, und gegenüberliegende Enden der Durchgangsbohrung **55** stehen mit der vorderen Fluidversorgungskammer **47** in Verbindung. Der Arretierstift **54** ist am Zylinderkörper **16** befestigt und geht durch die Durchgangsbohrung **55** hindurch, und ein hinteres Ende eines Ventilschafts **52a**, der mit dem Ventilkörper **52** verbunden und in den axialen Durchgang **51** eingeführt ist, ist am Arretierstift **54** im Anschlag.

[0041] Mit einem solchen Zentralventil **49** wird dann, wenn der vordere Hauptkolben **24** im Einziehanschlag ist, der Ventilschaft **52a** durch den Arretierstift **54** gedrückt, und der Ventilkörper **52** wird in eine Stellung gebracht, um den axialen Durchgang **51** zu öffnen, so dass sich der axiale Durchgang **51** öffnet, um eine Verbindung zwischen der vorderen Fluiddruckabgabekammer **26** und der Durchgangsbohrung **55** bereitzustellen, wodurch ein Versorgungsfluid von der vorderen Fluidversorgungskammer **47** zur vorderen Fluiddruckabgabekammer **26** zugeführt wird. Wenn der vordere Hauptkolben **24** vom Einziehanschlag vorgeschoben wird, wird der Arretierstift **54** relativ zum vorderen Hauptkolben **24** bewegt, so dass er hinter der Durchgangsbohrung **55** angeordnet ist, und so wird der Ventilkörper **52** in eine Stellung bewegt zum Schließen des axialen Durchgangs **51** durch eine Federkraft des Ventilkörpers **53**, um die Verbindung zwischen der vorderen Fluidversorgungskammer **47** und der vorderen Fluiddruckabgabekammer **26** zu blockieren.

[0042] Der Hauptzylinder M ist insbesondere ein Zentralventil, bei dem die Zentralventile **38** und **49** am hinteren Hauptkolben **23** und am vorderen Hauptkolben **24** angebracht sind, und sich öffnen, um das Bremsfluid von dem Reservoir **31** zu der hinteren und der vorderen Fluidabgabedruckkammer **25** und **26**

zur Zeit des Einziehens des hinteren Hauptkolbens **23** und des vorderen Hauptkolbens **24** zuzuführen.

[0043] Ein Maximalabstandbeschränkungsmittel **56**, das einen maximalen Abstand zwischen dem hinteren und dem vorderen Hauptkolben **23** und **24** beschränkt, ist zwischen den Hauptkolben **23** und **24** vorgesehen. Das Maximalabstandbeschränkungsmittel **56** enthält einen Halter **57**, der mit einer hinteren Oberfläche des hinteren Kolbenabschnitts **24b** im vorderen Hauptkolben **24** in Anschlag ist, eine Stange **58**, welche mit der Mitte eines vorderen Endes des Ventilgehäuses **39** im Zentralventil **38** verbunden ist, das am hinteren Hauptkolben **23** angebracht ist und sich nach vorne erstreckt, und welche einen vorderen Abschnitt aufweist, der beweglich in die Mitte des Halters **57** eingeführt ist, und ein Eingriffbauteil **59**, das in ein vorderes Ende der Stange **58** eingeschraubt ist, um in den Halter **57** von vorne einzugreifen. Ferner ist die hintere Rückholfeder **29** in zusammengedrückter Art und Weise zwischen dem Ventilgehäuse **39** und dem Halter **57** bereitgestellt, und der Halter **57** ist im Wesentlichen am vorderen Hauptkolben **24** befestigt.

[0044] Mit einem solchen Maximalabstandbeschränkungsmittel **56** steht das Eingriffbauteil **59** mit der Mitte des Halters **57** von vorne in Eingriff, um den maximalen Abstand zwischen dem hinteren und vorderen Hauptkolben **23** und **24** zu beschränken.

[0045] Unter erneuter Bezugnahme auf **Fig. 1** ist die hintere Auslassöffnung **27** im Hauptzylinder M mit einer rechten Vorderradbremse B1 und einer linken Hinterradbremse B2 über einen Fluiddruckmodulator **60** verbunden, und die vordere Auslassöffnung **28** ist mit einer linken Vorderradbremse B3 und einer rechten Hinterradbremse B4 über den Fluiddruckmodulator **60** verbunden. Der Fluiddruckmodulator **60** ist an sich bekannt und kann eine Bremsfluiddruckabgabe von der hinteren und vorderen Auslassöffnung **27** und **28** steuern/regeln, um eine Antiblockierbremssteuerung/regelung durchzuführen, wie beispielsweise eine Traktionskontrolle in einem nicht bremsenden Betriebszustand.

[0046] In **Fig. 3** enthält der Fluiddruckverstärker **13**: einen zylindrischen Hilfskolben **64**, der ein der Verstärkungsfluiddruckarbeitskammer **22** zugewandtes vorderes Ende aufweist und verschiebbar im Körper **17** des Gehäuses **15** untergebracht ist; Druckregulierungsventilmittel **65**, welche durch ein Druckerhöhungsventil **106** und ein Druckreduzierventil **107** gebildet sind und im Hilfskolben **64** integriert sind; einen Steuerkolben **66**, der die Druckregulierungsventilmittel **65** veranlasst, den Druck zu regulieren, und ein Gleichgewicht herstellt zwischen einer Reaktion basierend auf dem Fluiddruck in einer Verstärkungsfluiddruckarbeitskammer **121**, welche mit der Verstärkungsfluiddruckarbeitskammer **22** verbunden ist, und der Bremsbetätigungseingabe, welche eine

Eingabe vom Bremspedal **11** ist; einen ersten Reaktionskolben **67**, der zwischen dem Druckregulierventilmittel **65** und dem Steuerkolben **66** derart angebracht ist, dass die auf dem Fluiddruck in der Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **121** basierende Reaktion auf den Steuerkolben **66** angewendet wird; und einen zweiten Reaktionskolben **68**, der zwischen dem Hilfskolben **64** und dem ersten Reaktionskolben **67** derart angebracht ist, dass die durch die Fluiddruckabgabe von der Fluidrunderzeugungsquelle **12** hervorgerufene Reaktion und die durch eine Reaktionsfeder **112** hervorgerufene Reaktion auf den Steuerkolben **66** ausgeübt werden, und zwar zusätzlich zur Reaktion vom ersten Reaktionskolben **67**, wenn die Bremsbetätigungseingabe durch das Bremspedal **11** erhöht wird.

[0047] Der Körper **17**, der einen Teil des Gehäuses **15** bildet und koaxial mit dem hinteren Abschnitt des Zylinderkörpers **16** verbunden ist, umfasst: eine Bohrung **69** mit großem Durchmesser, die fluiddicht das hintere Ende des Zylinderkörpers **16**, den Separator **18**, die erste Hülse **19** und die zweite Hülse **20** von der vorderen Seite aufnimmt; und eine Bohrung **71** mit mittlerem Durchmesser, die eine ringförmige Stufe **70** mit einem hinteren Ende der Bohrung **69** mit großem Durchmesser bildet, ist koaxial mit dem hinteren Ende der Bohrung **69** mit großem Durchmesser verbunden und weist einen kleineren Durchmesser auf als die Bohrung **69** mit großem Durchmesser. Der nach innen gerichtete Flansch **17a**, der am hinteren Ende des Körpers **17** derart vorgesehen ist, dass er ein hinteres Ende der Bohrung **71** mit mittlerem Durchmesser definiert, bildet eine Bohrung **72** mit kleinem Durchmesser, die einen kleineren Durchmesser aufweist als die Bohrung **71** mit mittlerem Durchmesser.

[0048] Der Separator **18**, die erste Hülse **19** und die zweite Hülse **20** sind fluiddicht in der Bohrung **69** mit großem Durchmesser derart eingebaut, so dass sie zwischen dem hinteren Ende des Zylinderkörpers **16** des Hauptzylinders M und der Stufe **70** mittels einer Blattfeder **73** gehalten sind, welche zwischen dem Separator **18** und der ersten Hülse **19** angebracht ist. Der Separator **18**, die erste Hülse **19** und die zweite Hülse **20** sind somit zuverlässig am vorderen Abschnitt des Körpers **17** befestigt, wobei eine Dimensionstoleranz zu einem Abstand zwischen dem hinteren Ende des Zylinderkörpers **16** und der Stufe **70** durch eine durch die Blattfeder **73** ausgeübte Federkraft aufgenommen wird.

[0049] Der Separator **18** weist eine kurze zylindrische Form auf und einen inneren Umfang, der eine zweite Zylinderbohrung **74** bildet, die einen geringfügig kleineren Durchmesser als die erste Zylinderbohrung **21** des Zylinderkörpers **16** des Hauptzylinders M aufweist. Die erste Hülse **19** weist eine zylindrische Form auf, welche eine dritte Zylinderbohrung **75** bil-

det, die den gleichen Durchmesser aufweist wie die erste Zylinderbohrung **21**. Die zweite Hülse **20** weist ferner eine gestufte zylindrische Form auf und enthält integral einen Abschnitt **20a** mit großem Durchmesser, der in der Bohrung **69** mit großem Durchmesser des Körpers **17** eingebaut ist, und einen Abschnitt **20b** mit kleinem Durchmesser, der eine vierte Zylinderbohrung **76** bildet, die einen geringfügig kleineren Durchmesser als die zweite Zylinderbohrung **74** aufweist und sich vom Abschnitt **20a** mit großem Durchmesser nach hinten erstreckt. Das hintere Ende des Abschnitts **20a** mit kleinem Durchmesser liegt an der Stufe **70** an. Der Separator **18**, die erste Hülse **19** und die zweite Hülse **20**, welche fluiddicht im Körper **17** eingebaut und befestigt sind, bilden daher der Reihenfolge nach von der Vorderseite her und koaxial zur ersten Zylinderbohrung **21** die zweiten bis vierten Zylinderbohrungen **74**, **75** und **76**.

[0050] Der Hilfskolben **64** enthält integral einen vorderen Abschnitt **64a** mit kleinem Durchmesser, der verschiebbar in der zweiten Zylinderbohrung **74** eingebaut ist, einen hinteren Abschnitt **64b** mit kleinem Durchmesser, der einen geringfügig kleineren äußeren Durchmesser aufweist als der vordere Abschnitt **64a** mit kleinem Durchmesser und der verschiebbar in der vierten Zylinderbohrung **76** eingebaut ist, und einen mittleren Abschnitt **64c** mit großem Durchmesser, der den vorderen Abschnitt **64a** mit kleinem Durchmesser und den hinteren Abschnitt **64b** mit kleinem Durchmesser verbindet und der in der dritten Zylinderbohrung **75** mit einem Zwischenraum eingefügt ist. Der Hilfskolben **64** weist eine gestufte zylindrische Form auf, wobei der mittlere Abschnitt **64c** mit großem Durchmesser einen Durchmesser aufweist, der größer ist als diejenigen Durchmesser des vorderen Abschnitts **64a** mit kleinem Durchmesser und des hinteren Abschnitts **64b** mit kleinem Durchmesser.

[0051] Der Körper **17** weist auf: eine Verbindungsöffnung **77**, welche zu einer inneren Oberfläche der Bohrung **69** mit großem Durchmesser geöffnet ist an einer Position, welche einem Abschnitt zwischen dem Zylinderkörper **16** des Hauptzylinders M und dem Separator **18** entspricht; eine Einlassöffnung **78**, welche zur inneren Oberfläche der Bohrung **69** mit großem Durchmesser geöffnet ist in einer Position, welche einem Abschnitt zwischen dem Separator **18** und der ersten Hülse **19** entspricht; eine Auslassöffnung **79**, welche zur inneren Oberfläche der Bohrung **69** mit großem Durchmesser in einem axial mittleren Abschnitt der ersten Hülse **19** geöffnet ist; und eine Freigabeöffnung **80**, welche zu einer vorderen inneren Oberfläche der Bohrung **71** mit mittlerem Durchmesser geöffnet ist, wobei diese Öffnungen der Reihe nach von der Vorderseite mit dazwischen liegenden Abständen vorgesehen sind.

[0052] Wie in [Fig. 1](#) dargestellt, ist die Fluidrunderzeugungsquelle **12** mit der Einlassöffnung **78**

verbunden. Die Fluiddruckerzeugungsquelle **12** umfasst: eine Pumpe **81**, um das Arbeitsfluid aus der dritten Reservoirkammer **31c** des Reservoirs **31** anzusaugen; einen Speicher **82**, der mit einer Entladungsseite der Pumpe **81** verbunden ist; und einen Fluiddrucksensor **83** zum Erfassen des Fluiddrucks des Speichers **82**, um die Betätigung der Pumpe **81** zu steuern/regeln. Ein konstant hoher Fluiddruck wird von der Fluiddruckerzeugungsquelle **12** zur Einlassöffnung **78** gespeist. Die Freigabeöffnung **80** ist mit der dritten Reservoirkammer **31c** des Reservoirs **31** verbunden.

[0053] Die innere Oberfläche der Bohrung **69** mit großem Durchmesser im Körper **17** weist eine ringförmige Ausnehmung **86** auf, welche ein inneres Ende der Verbindungsöffnung **77** öffnet, eine ringförmige Ausnehmung **87**, welche ein inneres Ende der Einlassöffnung **78** öffnet, und eine ringförmige Ausnehmung **88**, welche ein inneres Ende der Auslassöffnung **79** öffnet. O-Ringe **89**, **90**, **91** und **92**, die ringförmige Dichtungselemente darstellen, welche die ringförmigen Ausnehmungen **86**, **87** und **88** gegenseitig abdichten, sind an jeweiligen äußeren Umfängen des Zylinderkörpers **16** des Hauptzylinders M, des Separators **18**, der ersten Hülse **19** und der zweiten Hülse **20** angebracht. Die O-Ringe **89** und **90**, welche die ringförmige Ausnehmung **86** von gegenüberliegenden Seiten abdichten, sind an den äußeren Umfängen des Zylinderkörpers **16** und des Separators **18** angebracht, so dass sie in abstoßenden Kontakt mit der inneren Oberfläche der Bohrung **69** mit großem Durchmesser kommen. Der O-Ring **91**, der mit dem O-Ring **90** die ringförmige Ausnehmung **87** einschließt, ist am äußeren Umfang der ersten Hülse **19** angebracht, so dass er in abstoßenden Kontakt mit der inneren Oberfläche der Bohrung **69** mit großem Durchmesser kommt. Der O-Ring **92**, der zusammen mit dem O-Ring **91** die ringförmige Ausnehmung **88** einschließt, ist am äußeren Umfang des Abschnitts **20a** mit großem Durchmesser in der zweiten Hülse **20** angebracht, so dass er in abstoßenden Kontakt mit der inneren Oberfläche der Bohrung **69** mit großem Durchmesser kommt.

[0054] Wenn der Separator **18**, die erste Hülse **19** und die zweite Hülse **20** in der Bohrung **69** mit großem Durchmesser eingebaut sind, muss der O-Ring **92**, der am äußeren Umfang der zweiten Hülse **20** angebracht ist, über die ringförmigen Ausnehmungen **86** bis **88** gehen, der O-Ring **91**, der am äußeren Umfang der ersten Hülse **19** angebracht ist, muss über die ringförmigen Ausnehmungen **86** und **87** gehen, und der O-Ring **90**, der am äußeren Umfang des Separators **18** angebracht ist, muss über die ringförmige Ausnehmung **86** gehen. Wenn zwei oder mehr O-Ringe von den drei O-Ringen **90** bis **92** gleichzeitig an mehreren vorderen Rändern in einer Einbaurichtung der ringförmigen Ausnehmungen **86** bis **88** gleichzeitig durchgehen, benötigt das Einbauen des Separators

18, der ersten Hülse **19** und der zweiten Hülse **20** eine große Kraft, wobei eine übermäßige Kraft die O-Ringe **90** bis **92** beschädigen kann, wodurch die Zusammenbaufähigkeit beeinträchtigt wird.

[0055] Daher sind Abstände L1 und L2 zwischen den vorderen Rändern der ringförmigen Ausnehmungen **86** bis **88** in der Richtung des Einbaus des Separators **18**, der ersten Hülse **19** und der zweiten Hülse **20** in den Körper **17** auf Werte gesetzt, welche verhindern, dass die mehreren O-Ringe **90** bis **92** gleichzeitig über den vorderen Rand gehen, wenn der Separator **18**, die erste Hülse **19** und die zweite Hülse **20** in den Körper **17** eingebaut werden. In der Ausführungsform ist der Abstand L1 zwischen dem vorderen Rand der ringförmigen Ausnehmungen **86** und **87** auf einen kleineren Wert eingestellt als der Abstand **13** zwischen den O-Ringen **90** und **91**, und der Abstand **12** zwischen den vorderen Rändern der ringförmigen Ausnehmungen **87** und **88** ist auf einen kleineren Wert eingestellt als der Abstand **14** zwischen den O-Ringen **91** und **92**.

[0056] Unter Bezugnahme auf **Fig. 4** ist der vordere Abschnitt **64a** mit kleinem Durchmesser im Hilfskolben **64** fluiddicht und verschiebbar in der zweiten Zylinderbohrung **74** des Separators **18** eingebaut. Der Abschnitt **64c** mit mittlerem Durchmesser des Hilfskolbens **64** ist fluiddicht und verschiebbar in der dritten Zylinderbohrung **75** der ersten Hülse **19** eingebaut. Ein ringförmiger Durchgang **93** ist zwischen dem äußeren Umfang des vorderen Abschnitts **64a** mit kleinem Durchmesser und dem inneren Umfang der ersten Hülse **19** ausgebildet. Ein Kanal **94**, der mit dem ringförmigen Durchgang **93** in Verbindung steht, ist zwischen dem Separator **18** und der ersten Hülse **19** ausgebildet, so dass der Kanal **94** eine Verbindung zwischen der ringförmigen Ausnehmung **87**, welche mit der Einlassöffnung **78** in Verbindung steht, und dem ringförmigen Durchgang **93** bereitstellt.

[0057] Ferner sind vordere und hintere Seiten des ringförmigen Durchgangs **93** durch einen O-Ring **95** abgedichtet, der ein ringförmiges Dichtungselement ist, das zwischen dem Separator **18** und dem Hilfskolben **64** angebracht ist, und durch einen O-Ring **96**, der ein ringförmiges Dichtungselement ist, das zwischen der ersten Hülse **19** und dem Hilfskolben **64** angebracht ist. Der O-Ring **95** ist an der inneren Oberfläche des Separators **18** angebracht, das heißt der inneren Oberfläche der zweiten Zylinderbohrung **74**, so dass er in abstoßenden Gleitkontakt mit dem äußeren Umfang des vorderen Abschnitts **64a** mit kleinem Durchmesser im Hilfskolben **64** kommt. Der O-Ring **96** ist an der äußeren Oberfläche des mittleren Abschnitts **64c** mit großem Durchmesser im Hilfskolben **64** angebracht, so dass er in abstoßenden Kontakt mit der inneren Oberfläche der dritten Zylinderbohrung **75** kommt, das heißt dem Innenumfang der ersten Hülse **19**.

[0058] Unter Bezugnahme auf [Fig. 5](#) ist ein O-Ring **97**, der in abstoßenden Kontakt mit dem äußeren Umfang des hinteren Abschnitts **64b** mit kleinem Durchmesser im Hilfskolben **64** kommt, am inneren Umfang des Abschnitts **20b** mit kleinem Durchmesser der zweiten Hülse **20** angebracht, das heißt der inneren Oberfläche der vierten Zylinderbohrung **76**. Ferner ist ein Kanal **98**, der ein mit der ringförmigen Ausnehmung **88** in Verbindung stehendes äußeres Ende aufweist, die an der inneren Oberfläche des Körpers **17** derart vorgesehen ist, dass sie mit der Auslassöffnung **79** in Verbindung steht, in der ersten und der zweiten Hülse **19** und **20** bereitgestellt. Eine ringförmige Ausnehmung **99**, welche mit dem Kanal **98** in Verbindung steht, ist am inneren Umfang der ersten Hülse **19** und am inneren Umfang des Abschnitts **20b** mit kleinem Durchmesser in der zweiten Hülse **20** zwischen der ersten und der zweiten Hülse **19** und **20** ausgebildet. Vordere und hintere Seiten der ringförmigen Ausnehmung **99** sind durch die O-Ringe **96** und **97** abgedichtet.

[0059] Wie in [Fig. 3](#) dargestellt, liegt ein ringförmiger Stopper **100** am nach innen gerichteten Flansch **17a** im Körper **17** an. Eine Schraubenfeder **103**, welche die hintere Hälfte des Hilfskolbens **64** umgibt, ist in einer zusammengedrückten Weise zwischen einem Halter **102** und der zweiten Hülse **20** vorgesehen, wobei der Halter **102** einen inneren Umfang aufweist, der von der Vorderseite mit einem Schnappring **101** in Anschlag und in Eingriff ist, der am äußeren Umfang des hinteren Endes des hinteren Abschnitts **64b** mit kleinem Durchmesser im Hilfskolben **64** angebracht ist. Der Hilfskolben **64** wird durch eine Federkraft der Feder **103** nach hinten gedrückt. Daher ist die Position, in der der Schnappring **101** am Stopper **100** anliegt, der gegen den nach innen gerichteten Flansch **17a** im Körper **17** anliegt, eine Einzugs- grenze des Hilfskolbens **64**, wobei das vordere Ende des Hilfskolbens **64** bei der Einzugs- grenze der Verstärkungsfluiddruckarbeitskammer **22** zugewandt ist und gegen den gesamten äußeren Umfangsrand der hinteren Oberfläche des hinteren Hauptkolbens **23** in einer Nicht-Betriebsstellung anliegt, und in diesem Zustand ist der hintere Hauptkolben **23** an der Einzugs- grenze.

[0060] Wie in [Fig. 4](#) klar dargestellt, ist eine Nut **138**, welche sich radial derart erstreckt, dass sie einen Durchgang **137** mit dem vorderen Ende des Körpers **17** bildet, der am hinteren Ende des Zylinderkörpers **16** anliegt, in einem oberen Abschnitt des hinteren Endes des Zylinderkörpers **16** des Hauptzylinders **M** vorgesehen, und der Durchgang **137** stellt die Verbindung zwischen der ringförmigen Ausnehmung **86**, welche mit der Verbindungsöffnung **77** in Verbindung steht, und der Verstärkungsfluiddruckarbeitskammer **22** bereit. Eine Nut **140** ist am hinteren Ende des hinteren Hauptkolbens **23** vorgesehen, so dass ein Durchgang **139** gebildet wird zum Füh-

ren von Verstärkungsfluiddruck zwischen die hintere Oberfläche des Hauptkolbens **23** und das vordere Ende des Hilfskolbens **64**, wobei das vordere Ende des Hilfskolbens **64** am hinteren Ende des Hauptkolbens **23** anliegt. Die Nut **140** ist so ausgebildet, dass sie entlang einer Durchmesserlinie des hinteren Hauptkolbens **23** parallel zu einer Achse der Durchgangsbohrung **44** verläuft, welche im hinteren Hauptkolben **23** vorgesehen ist, das heißt entlang einer Achse des Stopperstifts **43**.

[0061] Die Verbindungsöffnung **77** steht über die ringförmige Ausnehmung **86** und den Durchgang **137** in Verbindung mit der Verstärkungsfluiddruckarbeitskammer **22**, und der Durchgang **139** veranlasst, dass der Fluiddruck in der Verstärkungsfluiddruckarbeitskammer **22** auf einen Abschnitt zwischen dem hinteren Hauptkolben **23** und dem Hilfskolben **64** in einem Zustand wirkt, in dem der Hilfskolben **64** im hinteren Hauptkolben **23** anliegt.

[0062] Zwischen der zweiten Hülse **20** und dem nach innen gerichteten Flansch **17a** im Körper **17** ist eine Federkammer **104** ausgebildet, welche den Hilfskolben **64** umgibt, um die Feder **103** aufzunehmen, und die Federkammer **104** steht mit der Freigabeöffnung **80** in Verbindung. Der O-Ring **97** dichtet einen Abschnitt zwischen der Federkammer **104** und der ringförmigen Ausnehmung **99**, welche mit der Auslassöffnung **79** in Verbindung steht, ab.

[0063] Ein nach innen gerichteter Flansch **64d**, der radial nach innen vorsteht, ist integral an der inneren Oberfläche des axial mittleren Abschnitts des Hilfskolbens **64** bereitgestellt, und eine zum Hilfskolben **64** koaxiale Einführungsbohrung **108** ist am inneren Umfang des nach innen gerichteten Flansches **64d** ausgebildet. Der gestufte, zylindrische zweite Reaktionskolben **68** ist verschiebbar am Hilfskolben **64** vor dem nach innen gerichteten Flansch **64d** eingebaut, und der erste Reaktionskolben **67** ist koaxial und relativ verschiebbar am Reaktionskolben **68** eingebaut.

[0064] Ein Endwandbauteil **109**, das eine vordere Oberfläche aufweist, die der Verstärkungsfluiddruckarbeitskammer **22** zugewandt ist, ist fluiddicht am vorderen Ende des Hilfskolbens **64** eingebaut, und ein Schnappring **110**, der am äußeren Umfangsrand des Endwandbauteils **109** von der Vorderseite anliegt und in Eingriff ist, ist am inneren Umfang des vorderen Endes des Hilfskolbens **64** angebracht. Ferner ist ein Filter **111**, in dem ein Gitterelement **129** in einer inneren Oberfläche eines Filterrahmens **127** mit mehreren Öffnungen **128** in Umfangsrichtung und einer zylindrischen Form vorgesehen ist, am vorderen Ende des zweiten Reaktionskolbens **68** angebracht, und der zweite Reaktionskolben **68** wird durch die Federkraft der Reaktionsfeder **112**, welche in zusammengedrückter Weise zwischen dem Filter **111** und dem Endwandelement **109** bereitgestellt ist, gedrückt, um

gegen den nach innen gerichteten Flansch **64d** von vorne anzuliegen.

[0065] Eine Einlasskammer **113** ist im Hilfskolben **64** zwischen dem zweiten Reaktionskolben **68** und dem Filter **111** und dem Endwandelement **109** ausgebildet, und die Einlasskammer **113** steht mit dem ringförmigen Durchgang **93** über eine Verbindungsbohrung **114** in Verbindung, welche im Hilfskolben **64** bereitgestellt ist. Das Hochdruckarbeitsfluid von der Fluiddruckerzeugungsquelle **12** wird in die Einlasskammer **113** eingeführt, und ein O-Ring **115** ist an einem äußeren Umfang des Endwandelements **109** angebracht, um zwischen der Einlasskammer **113** und der Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **22** abzudichten und um in abstoßenden Kontakt mit dem inneren Umfang des Hilfskolbens **64** zu kommen.

[0066] Eine ringförmige Stufe **68a**, welche nach vorne weist, ist an der inneren Oberfläche der Mitte des zweiten Reaktionskolbens **68** vorgesehen. Ein gestuftes, zylindrisches Ventilsitzelement **117**, das an seinem äußeren Umfang einen O-Ring **116** aufweist, der in abstoßenden Kontakt mit dem inneren Umfang des zweiten Reaktionskolbens **68** kommt, ist am vorderen Abschnitt des zweiten Reaktionskolbens **68** eingebaut, so dass es an der Stufe **68a** anliegt. Ferner ist eine Blattfeder **119** zwischen dem Ventilsitzelement **117** und einem Schnapping **118** vorgesehen, der am Innenumfang des zweiten Reaktionskolbens **68** vor dem Ventilsitzelement **117** angebracht ist. Das Ventilsitzelement **117** ist daher fluiddicht am vorderen Abschnitt des zweiten Reaktionskolbens **68** eingebaut und befestigt und durch den Hilfskolben **64** mittels des zweiten Reaktionskolbens **68** abgestützt.

[0067] Der erste Reaktionskolben **67** weist an seinem äußeren Umfang ein ringförmiges Dichtungselement **120** auf, das in abstoßenden Kontakt mit dem inneren Umfang des hinteren Abschnitts des zweiten Reaktionskolbens **68** kommt, und ist verschiebbar am vorderen Abschnitt des zweiten Reaktionskolbens **68** eingebaut. Die Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **121** ist im zweiten Reaktionskolben **68** ausgebildet, so dass sie der hinteren Oberfläche des Ventilsitzelementes **117** und dem vorderen Ende des ersten Reaktionskolbens **67** zugewandt ist. Eine ringförmige Kammer **122** ist zwischen dem äußeren Umfang des zweiten Reaktionskolbens **68** und dem inneren Umfang des Hilfskolbens **64** ausgebildet. Die Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **121** steht in Verbindung mit der ringförmigen Kammer **122** über eine Verbindungsbohrung **123**, die im zweiten Reaktionskolben **68** vorgesehen ist. Ferner ist eine Verbindungsbohrung **124**, die die Verbindung zwischen der ringförmigen Kammer **122** und der ringförmigen Ausnehmung **99** bereitstellt, im mittleren Abschnitt **64c** mit großem Durchmesser im Hilfskolben **64** vorgesehen. Die Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **121** steht mit der Auslassöffnung **79** über die Ver-

bindungsbohrung **123**, die ringförmige Kammer **122**, die Verbindungsbohrung **124**, die ringförmige Ausnehmung **99** und den Kanal **98** in Verbindung. Ferner sind O-Ringe **125** und **126**, welche die ringförmige Kammer **122** von vorne und hinten halten, am äußeren Umfang des zweiten Reaktionskolbens **68** angebracht, so dass sie in abstoßenden Kontakt mit dem inneren Umfang des Hilfskolbens **64** kommen.

[0068] Bezug nehmend auf [Fig. 6](#) weist der Steuerkolben **66** eine einen Boden aufweisende, zylindrische Form mit einer Endwand **66a** auf einer Vorderseite auf und ist verschiebbar in das Loch **72** mit kleinem Durchmesser eingebaut, das durch den nach innen gerichteten Flansch **17a** im hinteren Ende des Körpers **17** ausgebildet ist, und ist koaxial in den hinteren Abschnitt **64b** mit kleinem Durchmesser im Hilfskolben **64** eingefügt. Ein ringförmiges Dichtungselement **130**, das in abstoßenden Kontakt mit dem äußeren Umfang des Steuerkolbens **66** kommt, ist am inneren Umfang des nach innen gerichteten Flansches **17a** angebracht, das heißt an der inneren Oberfläche der Bohrung **72** mit kleinem Durchmesser. Ein Begrenzungsvorsprung **131**, der am inneren Umfangsrand des nach innen gerichteten Flansches **17a** von vorne anliegt und in Eingriff ist, um die Einzugsgröße des Steuerkolbens **66** zu beschränken, ist integral an der äußeren Oberfläche des Steuerkolbens **66** in einer vorstehenden Art und Weise über den gesamten Umfang vorgesehen.

[0069] Eine Freigabekammer **132** ist hinter dem nach innen gerichteten Flansch **64d** und zwischen dem Hilfskolben **64** und dem Steuerkolben **66** ausgebildet. Diese Freigabekammer **132** steht mit der Federkammer **104** über eine Verbindungsbohrung **133** in Verbindung, die im Stopper **100** vorgesehen ist. Die Freigabekammer **132** steht mit der dritten Reservoirkammer **31c** des Reservoirs **31** über die Verbindungsbohrung **133**, die Federkammer **104** und die Freigabeöffnung **80** in Verbindung.

[0070] Der erste Reaktionskolben **67** enthält koaxial und integral einen verlängerten zylindrischen Abschnitt **67a**, der sich nach hinten durch die Einführungsbohrung **108** erstreckt. Ein hinteres Ende des verlängerten zylindrischen Abschnitts **67a** liegt normalerweise an der Endwand **66a** des vorderen Endes des Steuerkolbens **66** an. Eine Feder **134** ist in der Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **121** untergebracht, so dass sie eine Federkraft auswirkt, um auf das hintere Ende des ersten Reaktionskolbens **67** zu drücken, das heißt dass das hintere Ende des verlängerten zylindrischen Abschnitts **67a** in Kontakt mit der Endwand **66a** des Steuerkolbens **66** kommt. Die Federkraft der Feder **134** ist auf einen äußerst geringen Wert eingestellt.

[0071] Der zweite Reaktionskolben **68** enthält koaxial und integral einen verlängerten zylindrischen Ab-

schnitt **68b**, der den verlängerten zylindrischen Abschnitt **67a** des ersten Reaktionskolbens **67** coaxial umgibt und in das Einführungsloch **108** eingeführt ist. In einem Zustand, in dem der zweite Reaktionskolben **68** am nach innen gerichteten Flansch **64d** des Hilfskolbens **64** in der Einzugsrenzstellung anliegt, ist ein hinteres Ende des verlängerten zylindrischen Abschnitts **68b** des zweiten Reaktionskolbens **68** hinter einem Stopper **135** angeordnet, der am nach innen gerichteten Flansch **64d** des Hilfskolbens **64** anliegt und der am Hilfskolben **64** befestigt ist, und ist vor dem hinteren Ende des verlängerten zylindrischen Abschnitts **67a** des ersten Reaktionskolbens **67** angeordnet.

[0072] Bei einer vorschiebenden Betätigung des Steuerkolbens **66** relativ zum Hilfskolben **64** schiebt sich also der erste Reaktionskolben **67** zusammen mit dem Steuerkolben **66** vor, und das hintere Ende des zweiten Reaktionskolbens **68** liegt an der Endwand **66a** des vorderen Endes des Steuerkolbens **66** an, wenn die Bremsbetätigungseingabe durch das Bremspedal **11** erhöht wird und der Betrag der vorschiebenden Bewegung des Steuerkolbens **66** größer wird als ein vorbestimmter Wert.

[0073] Unter Bezugnahme auf [Fig. 4](#) umfasst das Druckerhöhungsventil **106** erste und zweite Ventilmittel **141** und **142**, welche entlang der Achse des Steuerkolbens **66** hintereinander angeordnet sind, so dass sie sich aufeinander folgend öffnen entsprechend der Zunahme bei der Bremsbetätigungseingabe vom Bremspedal **11**. Ein Dichtungsdurchmesser des zweiten Ventilmittels **142** ist größer als ein Dichtungsdurchmesser des ersten Ventilmittels **141**, und das zweite Ventilmittel **142** ist so gestaltet, dass es mit dem Öffnen beginnt, bevor eine Strömungsrate des geöffneten ersten Ventilmittels **141** ein Maximum erreicht.

[0074] Das erste Ventilmittel **141** umfasst: ein zylindrisches Gleitstückelement **144** mit einem ersten Ventilsitz **143** an seinem vorderen Ende; eine Aufnahme bzw. einen Halter **146**, der eine Ventilkammer **145** bildet, welche mit der Einlasskammer **113** in Verbindung steht, die mit der Fluidrunderzeugungsquelle **12** in Verbindung steht; einen Ventilkörper **147**, der auf den ersten Ventilsitz **143** gesetzt werden kann, welcher der Ventilkammer **145** zugewandt ist und verschiebbar am Halter **146** eingebaut ist; eine erste Ventildfeder **148**, welche den Ventilkörper **147** derart drückt, dass er auf dem ersten Ventilsitz sitzt und der zwischen dem Halter **146** und dem Ventilkörper **147** vorgesehen ist; und eine Drückstange **149**, welche in Anlage am Ventilkörper **147** sein kann und welche zusammen mit dem Steuerkolben **66** wirkt, mit diesem verbunden ist und in das Gleitstückelement **144** relativbeweglich in axialer Richtung eingeführt ist.

[0075] Das zweite Ventilmittel **142** umfasst: einen im Gleitstückelement **144** vorgesehenen Ventilabschnitt **150**, der die gemeinsame Komponente, welche mit dem ersten Ventilmittel **141** geteilt wird, darstellt; das gestufte zylindrische Ventilsitzelement **117**, das das Gleitstückelement **144** verschiebbar einbaut und ein vorderes Ende aufweist, an dem ein zweiter Ventilsitz **151** vorgesehen ist; den Halter **146**, der auch die Komponente des ersten Ventilmittels **141** ist; eine zweite Ventildfeder **152**, welche den Ventilabschnitt **150** derart drückt, dass er im zweiten Ventilsitz **151** sitzt, und welche zwischen dem Halter **146** und dem Gleitstückelement **144** vorgesehen ist; und die Drückstange **149**, welche ebenfalls eine Komponente des ersten Ventilmittels **141** ist.

[0076] Das Gleitstückelement **144** und das Ventilsitzelement **117** bilden ein eingeführtes Mittel **156**, das im zweiten Reaktionskolben **68** eingeführt ist und von diesem gelagert ist, wobei das Gleitstückelement **144** verschiebbar am Ventilsitzelement **117** eingebaut ist. Der zweite Reaktionskolben **68** ist verschiebbar am Hilfskolben **64** eingebaut, und daher ist das eingeführte Mittel **156** in den Hilfskolben **64** eingeführt und von diesem gestützt.

[0077] Der Halter **146** ist am äußeren Umfang des vorderen Endes des Ventilsitzelements **117** durch Presspassung angebracht, welches einen Teil des eingeführten Mittels **156** bildet. Die Ventilkammer **145** ist im Halter **146** derart ausgebildet, dass sie dem ersten Ventilsitz **143** im vorderen Ende des Gleitstückelements **144** und dem zweiten Ventilsitz **151** im vorderen Ende des Ventilsitzelements **117** zugewandt ist. Ein zylindrischer Führungsabschnitt **146b** ist integral am vorderen Abschnitt des Halters **146** vorgesehen. Der Halter **146** weist eine einen Boden aufweisende zylindrische Form auf und weist an seinem vorderen Ende eine Endwand **146a** auf mit einem Loch **153**, das mit der Einlasskammer **113** in ihrem mittleren Teil in Verbindung steht. Der Ventilkörper **147** des ersten Ventilmittels **141** ist durch eine Kugel **155** gebildet, die auf dem ersten Ventilsitz **143** gesetzt werden kann, der an einem hinteren Abschnitt eines Gleitstückelements **144** befestigt ist, das verschiebbar am zylindrischen Führungsabschnitt **146b** eingebaut ist. Im Speziellen ist der Ventilkörper **147** verschiebbar am Halter **146** eingebaut, und die erste Ventildfeder **148** ist in einer zusammengedrückten Art und Weise zwischen der Endwand **146a** und dem Gleitstückelement **144** bereitgestellt.

[0078] Das Gleitstückelement **144** weist coaxial auf: eine erste Ventilbohrung **157** mit einem vorderen Ende, das in einen mittleren Teil des ersten Ventilsitzes **143** geöffnet ist; eine Gleitbohrung **158** mit einem größeren Durchmesser als die erste Ventilbohrung **157**; ein vorderes Ende, das mit der ersten Ventilbohrung **157** in Verbindung steht; und ein offenes hinteres Ende. Das Ventilsitzelement **117** weist anderer-

seits koaxial auf: eine zweite Ventilbohrung **159** mit einem vorderen Ende, das in einen mittleren Teil des zweiten Ventilsitzes **151** geöffnet ist; eine Gleitbohrung **160**, welche den gleichen Durchmesser wie die zweite Ventilbohrung **159** aufweist; ein vorderes Ende, das mit der zweiten Ventilbohrung **159** in Verbindung steht; und ein offenes hinteres Ende. Das Gleitstückelement **144** geht koaxial und beweglich durch die zweite Ventilbohrung **159** hindurch und ist verschiebbar in die Gleitbohrung **160** eingebaut.

[0079] Die Drückstange **149** ist verschiebbar in die Gleitbohrung **158** des Gleitstückelements **144** eingebaut, wobei ihr vorderes Ende in der ersten Ventilbohrung **157** angeordnet ist. Ein Drückflansch **149a**, der am hinteren Ende des Gleitstückelements **144** anliegt, um das Gleitstückelement **144** vorwärts zu drücken und zu bewegen, ist integral an der Drückstange **149** im Ventilsitzelement **117** vorgesehen. Ein Beschränkungsflansch **117a**, der am Drückflansch **149a** von hinten anliegt, um eine Einzugsbeschränkung der Drückstange **149** zu begrenzen, ist integral in dem Ventilsitzelement **117** vorgesehen, so dass er von einer inneren Oberfläche eines hinteren Abschnitts der Gleitbohrung **160** radial nach innen vorsteht.

[0080] Ein Gleitstückabschnitt **149b**, der in Gleitkontakt mit einer inneren Oberfläche der Gleitbohrung **158** kommt, ist in der Drückstange **149** vor dem Drückflansch **149a** vorgesehen. Die Drückstange **149** weist vor dem Gleitstückabschnitt **149b** einen kleinen Durchmesser auf, so dass sie mit der inneren Oberfläche des Gleitstückelements **144** eine ringförmige Kammer **164** bildet.

[0081] Wenn, wie in [Fig. 7](#) dargestellt, der Ventilkörper **147** durch das vordere Ende der Drückstange **149** gedrückt wird, um den Ventilkörper **147** vom ersten Ventilsitz **143** zu trennen, steht die Ventilkammer **145** mit der Ringkammer **163** in Verbindung. In einem Zustand, in dem der Drückflansch **149a** an der Beschränkungsstufe **117a** anliegt, ist ein Abstand zwischen dem vorderen Ende der Drückstange **149** und dem Ventilkörper **147** kleiner als ein Abstand zwischen dem hinteren Ende des Gleitstückelements **144** und dem Drückflansch **149a**. Zum Zeitpunkt des Vorschiebens der Drückstange **149** schiebt sich die Drückstange **149** weiter vor, nachdem der Ventilkörper **147** von dem ersten Ventilsitz **143** getrennt ist, und daher drückt der Drückflansch **149a** das Gleitstückelement **144** weiter vorwärts.

[0082] Der Ventilabschnitt **150** des zweiten Ventilmittels **142** ist im Gleitstückelement **144** hinter dem ersten Ventilsitz **143** vorgesehen, weist einen Durchmesser auf, der größer ist als der Dichtungsdurchmesser, wenn der Ventilkörper **147** auf dem ersten Ventilsitz **143** sitzt, und kann auf den zweiten Ventilsitz **151** gesetzt werden. Nachdem sich das erste

Ventilmittel **141** öffnet, wie dies in [Fig. 8](#) dargestellt ist, schiebt sich die Drückstange **149** weiter vor, um das Gleitstückelement **144** vorwärts zu drücken, und daher wird der Ventilabschnitt **150** vom zweiten Ventilsitz **151** getrennt, um das zweite Ventilmittel **142** zu öffnen.

[0083] Mehrere Strömungsnuten **161**, welche hintere Enden aufweisen, die in das hintere Ende des Ventilsitzelements **117** geöffnet sind, sind an der inneren Oberfläche der Gleitbohrung **160** im Ventilsitzelement **117** vorgesehen. Mehrere Verbindungsbohrungen **164**, welche die Verbindung zwischen der Ringkammer **163** und den Strömungsnuten **161** bereitstellen, sind im Gleitstückelement **144** vorgesehen.

[0084] Die Gleitbohrung **160** und die mehreren Strömungsnuten **161** im Ventilsitzelement **117** bilden einen Strömungsdurchgang **162**, und zur Zeit des Öffnens des ersten Ventilmittels **141** fließt ein Arbeitsfluid, das von der Ventilkammer **145** in die Ringkammer **163** strömt, durch den Strömungsdurchgang **162** über die Verbindungsbohrungen **164** zur Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **121**, und zum Zeitpunkt des Öffnens des zweiten Ventilmittels **142** fließt das Arbeitsfluid in der Ventilkammer **145** durch den Strömungsdurchgang **162** zur Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **121**.

[0085] Mehrere Verbindungsbohrungen **165** sind in einer Seitenwand des Halters **146** vorgesehen, um eine Verbindung zwischen der Einlasskammer **113**, welche mit der Fluiddruckerzeugungsquelle **12** und der Ventilkammer **145** in Verbindung steht, bereitzustellen. Die Verbindungsbohrungen **165** sind in der Seitenwand des Halters **146** derart bereitgestellt, dass sie auf einer Seite gegenüber vom Ventilkörper **147** angeordnet sind, das heißt einer hinteren Seite relativ zu einer Sitzposition des Ventilkörpers **147** auf dem ersten Ventilsitz **143** im ersten Ventilmittel **141**.

[0086] Ein hinterer Abschnitt der Drückstange **149** steht in die Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **121** vor, und die Drückstange **149** ist verschiebbar in einer Mitte eines scheibenförmigen Aufrichtungselements **168** in der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **121** eingebaut. Das Aufrichtungselement **168** liegt an einer Oberfläche des Ventilsitzelements **117** an, welche der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **121** zugewandt ist, um ein offenes Ende des Strömungsdurchgangs **162** zu schließen, der in die Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **121** geöffnet ist, und seine axiale Bewegung wird nur durch die Drückstange **149** geführt. Eine dem Strömungsdurchgang **162** zugewandte Oberfläche des Aufrichtungselements **168** ist eine ebene Oberfläche **168a**.

[0087] Unter Bezugnahme auf [Fig. 5](#) ist ein Federaufnahmeelement **169** in die Drückstange **149** hinter

dem Aufrichtungselement **168** gedrückt und an dieser befestigt, und eine Feder **170** ist in einer zusammengedrückten Art und Weise zwischen dem Aufrichtungselement **168** und dem Federaufnahmeelement **169** bereitgestellt. Andererseits steht das vordere Ende des ersten Reaktionskolbens **67** ebenfalls in die Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **121** koaxial mit der Drückstange **149** vor, und die Feder **134** ist in einer zusammengedrückten Art und Weise zwischen einem Halter **171**, der am vorderen Abschnitt des ersten Reaktionskolbens **67** eingebaut ist und an diesem anliegt, und dem Aufrichtungselement **168** vorgesehen. Das Aufrichtungselement **168** wird also durch die Federkräfte der Federn **134** und **170** zum Ventilsitzelement **117** gedrückt. Die Federkräfte der Federn **134** und **170** sind derart eingestellt, dass das Aufrichtungselement **168** in Abstand vom Ventilsitzelement **117** gebracht werden kann entsprechend dem Fluiddruck von der Fluiddruckerzeugungsquelle **12**, welche auf den Strömungsdurchgang **162** beim Öffnen des ersten Ventilmittels **141** wirkt.

[0088] Der am vorderen Abschnitt des ersten Reaktionskolbens **67** eingebaute Halter **171** bildet eine Ventilkammer **172** mit dem ersten Reaktionskolben **67**, und mehrere Verbindungsbohrungen **173** sind im Halter **171** ausgebildet, um eine Verbindung zwischen der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **121** und der Ventilkammer **172** bereitzustellen. Ein zylindrischer Führungsabschnitt **174** ist in der Mitte des Halters **171** vorgesehen, und das hintere Ende der Drückstange **149** ist verschiebbar in dem zylindrischen Führungsabschnitt **174** eingebaut. Ein Ventilsitz **175** ist am vorderen Ende des ersten Reaktionskolbens **67** vorgesehen, so dass er der Ventilkammer **172** zugewandt ist, und ein Ventilabschnitt **176** mit einer Halbkugelform ist am hinteren Ende der Drückstange **149** derart vorgesehen, dass er auf den Ventilsitz **175** gesetzt werden kann.

[0089] Das Druckreduzierventil **107** umfasst den Ventilsitz **175** und den Ventilabschnitt **176**, der auf den Ventilsitz **175** gesetzt werden kann. Der erste Reaktionskolben **67** weist axial eine Ventilbohrung **177** auf, welche in einem mittleren Teil des Ventilsitzes **175** geöffnet ist, und einen Freigabedurchgang **178**, der einen größeren Durchmesser als die Ventilbohrung **177** und ein vorderes Ende aufweist, das mit der Ventilbohrung **177** in Verbindung steht, und der sich zum hinteren Ende des ersten Reaktionskolbens **67** erstreckt. Die Endwand **66a** des vorderen Endes des Steuerkolbens **66** liegt normalerweise am hinteren Ende des ersten Reaktionskolbens **67** an, um das hintere Ende des Freigabedurchgangs **178** im Allgemeinen zu schließen.

[0090] Mehrere Verbindungsbohrungen **179**, die innere Enden aufweisen, welche mit dem Freigabedurchgang **178** in Verbindung stehen, sind in der Mitte des ersten Reaktionskolbens **67** vorgesehen,

und zum Zeitpunkt des Öffnens des Druckreduzierventils **107** fließt ein Arbeitsfluid vom Freigabedurchgang **178** in die Freigabekammer **132** über die Verbindungsbohrungen **179**, eine temporäre Speicherkammer **180** und eine Öffnung **181**.

[0091] Die temporäre Speicherkammer **180** ist zwischen dem ersten und dem zweiten Reaktionskolben **67** und **68** ausgebildet und weist eine Ringform auf, welche den ersten Reaktionskolben **67** zwischen einer ringförmigen Stufe **67b**, welche am äußeren Umfang des ersten Reaktionskolbens **67** nach hinten ausgerichtet vorgesehen ist, und einer ringförmigen Stufe **68c** umgibt, welche am inneren Umfang des zweiten Reaktionskolbens **68** vorwärts ausgerichtet derart vorgesehen ist, dass sie der Stufe **67b** zugewandt ist.

[0092] Die Öffnung **181** ist zwischen einem äußeren Umfang des verlängerten zylindrischen Abschnitts **67a** des ersten Reaktionskolbens **67** und einem inneren Umfang des verlängerten zylindrischen Abschnitts **68b** des zweiten Reaktionskolbens **68** ausgebildet. Die Öffnung **181** ist durch Einstellen eines ringförmigen Abstands durch einen Toleranzbetrag zwischen dem äußeren Umfang des verlängerten zylindrischen Abschnitts **67a** und dem inneren Umfang des verlängerten zylindrischen Abschnitts **68b** ausgebildet.

[0093] Die Verbindungsbohrungen **179** sind ferner im ersten Reaktionskolben **67** vorgesehen, so dass sie in einer Position entsprechend der temporären Speicherkammer **180** angeordnet sind, wenigstens dann, wenn das Druckreduzierventil **107** das Öffnen aus einem Schließzustand beginnt.

[0094] In einem solchen Fluiddruckverstärker **13** ist die Bremsbetätigungseingabe vom Bremspedal **11** eine Eingabe auf den Steuerkolben **66** über den Hubsimulator **14**, und eine vorwärts drückende Kraft wirkt auf den ersten Reaktionskolben **67** vom Steuerkolben **66**. In einem Zustand, in dem der Betrag der vorschiebenden Bewegung des Steuerkolbens **66** relativ zum Hilfskolben **64** weniger als ein vorbestimmter Wert ist, liegt nur der erste Reaktionskolben **67** am Steuerkolben **66** an, der Ventilabschnitt **176** sitzt am Ventilsitz **175** entsprechend dem Vorschieben des ersten Reaktionskolbens **67**, um das Druckreduzierventil **107** zu schließen und um die Verbindung zwischen der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **121** und der Freigabekammer **132** zu blockieren, und der Steuerkolben **66**, der erste Reaktionskolben **67** und die Drückstange **149** schieben sich weiter vor. Entsprechend dem Vorschieben der Drückstange **149** wird im Druckerhöhungsventil **106** der Ventilkörper **147** zuerst vom ersten Ventilsitz **143** am vorderen Ende des Gleitstückelements **144** getrennt, um das erste Ventilmittel **141** zu öffnen, dann schiebt sich die Drückstange **149** weiter vor und

drückt auf das Gleitstückelement **144**, und der Ventilabschnitt **150** wird vom zweiten Ventilsitz **151** getrennt, um das zweite Ventilmittel **142** zu öffnen.

[0095] Im Schließzustand des Druckreduzierventils **107** wirkt der Fluiddruck in der Verstärkungsfluid-druckerzeugungskammer **121** auf das vordere Ende des ersten Reaktionskolbens **67**. Der erste Reaktionskolben **67** und der Steuerkolben **66** werden zurückgezogen, so dass die Bremsbetätigungseingabe vom Bremspedal **11** und der Fluiddruck basierend auf dem Fluiddruck in der Verstärkungsfluid-druckerzeugungskammer **121** ausgeglichen werden, um das Druckreduzierventil **107** zu öffnen und das Druckerhöhungsventil **106** zu schließen. Das Öffnen und Schließen des Druckerhöhungsventils **106** und des Druckreduzierventils **107** werden wiederholt und daher ist der Ausgabefluiddruck der Fluiddruckerzeugungsquelle **12** entsprechend der Bremsbetätigungseingabe vom Bremspedal **11** auf einen Verstärkungsfluiddruck reguliert und wird auf die Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **121** ausgeübt. Wenn der Betrag der Vorschiebewegung des Steuerkolbens **66** relativ zum Hilfskolben **64** einen vorbestimmten Wert oder mehr erreicht, liegen der erste Reaktionskolben **67** und auch der zweite Reaktionskolben **68** am Steuerkolben **66** an, und der Fluiddruck, der den zweiten Reaktionskolben **68** durch den Fluiddruck der Einlasskammer **113** nach hinten drückt, und die Federkraft der Reaktionsfeder **112** werden als Reaktionskräfte summiert, wodurch die Reaktion, welche auf den Steuerkolben **66** wirkt, erhöht wird.

[0096] Unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) ist die Verbindungsöffnung **77**, welche im Körper **17** derart vorgesehen ist, dass sie mit der Verstärkungsfluid-druckerzeugungskammer **22** in Verbindung steht, mit der Fluiddruckerzeugungsquelle **12** über ein normalerweise geschlossenes, automatisches Bremsdrucklinearmagnetventil **184** verbunden und mit der dritten Reservoirkammer **31c** des Reservoirs **31** über ein normalerweise geschlossenes, rückgekoppeltes, kooperatives druckreduzierendes Linearmagnetventil **185** verbunden. Das normalerweise geschlossene, automatische Bremsdrucklinearmagnetventil **184** ist zwischen der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **22** und der Fluiddruckerzeugungsquelle **12** vorgesehen, und das normalerweise geschlossene, rückgekoppelte, kooperative, druckreduzierende Linearmagnetventil **185** ist zwischen der Verstärkungsfluid-druckerzeugungskammer **22** und dem Reservoir **31** vorgesehen.

[0097] Die Auslassöffnung **79**, welche mit der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **121** in Verbindung steht, wird mit der Verbindungsöffnung **77** mittels eines normalerweise offenen, automatischen Bremsdruckreduzierlinearmagnetventils **186** und mittels eines normalerweise offenen, rückgekoppelten, kooperativen Drucklinearmagnetventils

187 verbunden, welche in Serie verbunden sind. Ein erstes Einwegventil **188** ist mit dem automatischen Bremsdruckreduzierlinearmagnetventil **186** parallel verbunden, um es dem Arbeitsfluid zu ermöglichen, von der Auslassöffnung **79** zur Verbindungsöffnung **77** zu fließen, und ein zweites Einwegventil **189** ist mit dem rückgekoppelten, kooperativen Drucklinearmagnetventil **187** parallel verbunden, um es dem Arbeitsfluid zu ermöglichen, von der Verbindungsöffnung **77** zur Auslassöffnung **79** zu fließen.

[0098] Das automatische Bremsdruckreduzierlinearmagnetventil **186**, mit dem das erste Einwegventil **188** parallel verbunden ist, und das rückgekoppelte, kooperative Drucklinearmagnetventil **187**, mit dem das zweite Einwegventil **189** parallel verbunden ist, sind zwischen der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **121** und der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **22** vorgesehen.

[0099] Ferner ist ein Erfassungssensor **190** für den Bremsbetätigungsfluiddruckbetrag zwischen der Auslassöffnung **79** und dem automatischen Bremsdruckreduzierlinearmagnetventil **186** angeschlossen, und ein automatischer Bremsfluiddruckregelsensor **191** ist zwischen dem rückgekoppelten, kooperativen Drucklinearmagnetventil **187** und der Verbindungsöffnung **77** angeschlossen.

[0100] Wie oben beschrieben, ist das normalerweise geschlossene, automatische Bremsdrucklinearmagnetventil **184** zwischen der Fluiddruckerzeugungsquelle **12** und der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **22** vorgesehen, und das normalerweise offene, automatische Bremsdruckreduzierlinearmagnetventil **186** und das erste Einwegventil **188**, das mit dem automatischen Bremsdruckreduzierlinearmagnetventil **186** parallel verbunden ist, um es dem Bremsfluid zu ermöglichen, von der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **121** zur Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **22** zu strömen, sind zwischen der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **121** und der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **22** vorgesehen. Das Öffnen und Schließen des automatischen Bremsdrucklinearmagnetventils **184** und des automatischen Bremsdruckreduzierlinearmagnetventils **186** werden gesteuert/geregelt, um den Fluiddruck in der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **22** auch zu dem Zeitpunkt zu regulieren, wenn das Bremspedal **11** nicht betätigt wird, das heißt zum Zeitpunkt der Nichtbetätigung des Druckreguliertventilmittels **65**, wodurch eine automatische Bremssteuerung/regelung durchgeführt wird, so dass der Bremsfluiddruck auf die Radbremsen B1 bis B4 im nicht bremsenden Betriebszustand wirkt. Wenn ferner das Bremspedal **11** betätigt wird, wobei das automatische Bremsdruckreduzierlinearmagnetventil **186** geschlossen ist, um das Druckreguliertventilmittel **65** zum Zeitpunkt vom automatischen Bremsen zu betätigen, so dass ein Fluiddruck in

der Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **121** erzeugt wird, der höher ist als der Fluiddruck in der Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **22**, kann der Fluiddruck in der Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **121** dazu veranlasst werden, auf die Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **22** über das erste Einwegventil **188** zu wirken, um den Hauptzylinder M in der gleichen Art und Weise zu betätigen wie im Falle einer normalen Bremsbetätigung.

[0101] Das normalerweise geschlossene, rückgekoppelte, kooperative Druckreduzierlinearmagnetventil **185** ist zwischen der Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **22** und dem Reservoir **31** vorgesehen, und das normalerweise offene, rückgekoppelte, kooperative Drucklinearmagnetventil **187** und das zweite Einwegventil **189**, das mit dem rückgekoppelten, kooperativen Drucklinearmagnetventil **187** parallel verbunden ist, um es dem Bremsfluid zu ermöglichen, von der Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **22** zur Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **121** zu fließen, sind zwischen der Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **121** und der Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **22** vorgesehen. Daher ist zum Zeitpunkt der Rückkopplung im Bremsbetätigungszustand das Öffnen und Schließen des rückgekoppelten, kooperativen Drucklinearmagnetventils **187** und das rückgekoppelte, kooperative Druckreduzierlinearmagnetventil **185** gesteuert/geregelt, um den Fluiddruck in der Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **22** zu regulieren, und daher kann der Bremsfluiddruck, der sich vom Druck zum Zeitpunkt vom normalen Bremsen unterscheidet, Ausgabe vom Hauptzylinder M sein, und wenn das Bremspedal **11** zum Zeitpunkt des Schließens des rückgekoppelten, kooperativen Drucklinearmagnetventils **187** zurückkehrt, kann der Fluiddruck in der Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **22** zum Reservoir **31** freigegeben werden über das zweite Einwegventil **189**.

[0102] Unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) bildet der Hubsimulator **14** eine Hubfluidkammer **193** mit der Endwand **66a** des vorderen Endes des Steuerkolbens **66**, und umfasst: einen Eingabekolben **194** als ein Eingabeelement, das am Steuerkolben **66** fluiddicht und in axialer Richtung verschiebbar eingebaut ist; und zurückstoßende Mittel **195**, welche zwischen dem Eingabekolben **194** und der Endwand **66a** des Steuerkolbens **66** angebracht sind und in der Hubfluidkammer **193** untergebracht sind. Der Hubsimulator ist im Steuerkolben **66** enthalten.

[0103] Der Eingabekolben **194** ist verschiebbar am hinteren Abschnitt des Steuerkolbens **66** angebracht, so dass eine Einzugsrenzstellung durch einen Schnapping **196** begrenzt ist, der am hinteren Ende des Steuerkolbens **66** angebracht ist. Ein vorderes Ende einer Eingabestange **97**, welche mit dem Bremspedal **11** verbunden ist, ist schwenkbar mit

dem Eingabekolben **194** verbunden. Im Speziellen ist die Bremsbetätigungskraft entsprechend der Betätigung des Bremspedals **11** eine Eingabe auf den Eingabekolben **194** über die Eingabestange **197**, und der Eingabekolben **194** schiebt sich entsprechend der Eingabe der Bremsbetätigungskraft vor. Ferner ist ein ringförmiges Dichtungselement **198**, das in Gleitkontakt mit dem inneren Umfang des Steuerkolbens **66** ist, am äußeren Umfang des Eingabekolbens **194** angebracht.

[0104] Das zurückstoßende Mittel **195** enthält einen elastischen Körper **199**, der aus einem elastischen Material, wie beispielsweise Gummi, hergestellt ist und eine zylindrische Form aufweist. Eine Metallschraubenfeder **200** mit einer kleineren Federkraft als der elastische Körper **199** ist in Serie über ein Gleitstückelement **201** verbunden, das verschiebbar im Steuerkolben **66** untergebracht ist. Der elastische Körper **199** ist zwischen dem Gleitstückelement **201** und dem Eingabekolben **194** vorgesehen, und die Schraubenfeder **200** ist zwischen der Endwand **66a** des vorderen Endes des Steuerkolbens **66** und dem Gleitstückelement **201** vorgesehen.

[0105] Ferner sind der elastische Körper **199** und die Schraubenfeder **200** zwischen dem Eingabekolben **194** und dem Steuerkolben **66** in Serie angebracht, so dass eine Federkraft, welche durch die Schraubenfeder **200** ausgeübt wird, auf den Steuerkolben **66** in frühen Phasen der Bremsbetätigung des Bremspedals **11** wirkt und das Gleitstückelement **201** an der Endwand **66a** des vorderen Endes des Steuerkolbens **66** anliegt, um eine elastische Deformation des elastischen Körpers **199** zu beginnen, nachdem die Wirkung der Federkraft der Schraubenfeder **200** auf den Steuerkolben **66** beendet ist.

[0106] Die Schraubenfeder **200** weist eine eingestellte Kraft auf, welche geringer ist als diejenige anderer Federelemente, welche mit der Schraubenfeder **200** in Serie verbunden sind, um Federkräfte nach vorne und nach hinten auszuüben. In dieser Ausführungsform ist die eingestellte Kraft kleiner als eine eingestellte Kraft der Feder **134**, welche mit der Schraubenfeder **200** über den ersten Reaktionskolben **67** und die Endwand **66a** des Steuerkolbens **66** in Serie verbunden ist und welche in der Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **121** untergebracht ist.

[0107] Ein vorderes Ende einer Führungswelle **202**, welche koaxial zum Steuerkolben **66** ist und durch den elastischen Körper **199** hindurchgeht, ist in die Mitte des Gleitstückelements **201** gepresst, und ein hinteres Ende der Führungswelle **202** ist verschiebbar am Eingabekolben **194** eingebaut. In der Mitte des Eingabekolbens **194** sind koaxial vorgesehen: eine Schlitzbohrung **203**, welche das hintere Ende der Führungswelle **202** verschiebbar aufnimmt; eine Sackbohrung **204** mit einem größeren Durchmesser

ser als die Gleitbohrung **203**; ein vorderes Ende, das mit einem hinteren Abschnitt der Gleitbohrung **203** verbunden ist; und ein geschlossenes hinteres Ende. Das hintere Ende der Führungswelle **202** steht in die Sackbohrung **204** vor entsprechend der Vorwärtsbewegung des Eingabekolbens **194** relativ zur Führungswelle **202**.

[0108] Mehrere Durchgangsbohrungen **205**, welche eine Verbindung zwischen der Freigabekammer **132**, welche der vorderen Oberfläche der Endwand **66a** zugewandt ist, und die Hubfluidkammer **193** bereitstellen, sind mit gleichem Abstand von der Mitte des Steuerkolbens **66** in die Endwand **66a** des vorderen Endes des Steuerkolbens **66** gebohrt. Das Arbeitsfluid wird in die Hubfluidkammer **193** im Steuerkolben **66** durch die Durchgangsbohrungen **205** eingeführt.

[0109] Die Durchgangsbohrungen **205** werden durch den Sitzstopper **135** geschlossen, der am Hilfskolben **64** befestigt ist, wenn der Steuerkolben **66** um einen vorbestimmten Vorschubhub oder mehr vorgeschoben wird. Der Sitzstopper **135** umfasst: einen Halter **206**, welcher am Hilfskolben **64** befestigt ist, um am nach innen gerichteten Flansch **64d** durch Presspassung eines äußeren Umfangs von diesem in einen inneren Umfang des hinteren Abschnitts **64b** mit kleinem Durchmesser im Hilfskolben **64** anzuliegen; und ein elastisches Dichtungselement **207**, das vom Halter **206** gehalten ist.

[0110] Bezug nehmend auf [Fig. 9](#) umfasst der Halter **206** integral: eine Ringplatte **206a**, welche am nach innen gerichteten Flansch **64d** von hinten anliegt; einen inneren zylindrischen Abschnitt **206b** mit einer zylindrischen Form, welche den verlängerten zylindrischen Abschnitt **68b** des zweiten Reaktionskolbens **68** umgibt und ein vorderes Ende aufweist, das mit einem inneren Umfang der Ringplatte **206a** verbunden ist; und einen äußeren zylindrischen Abschnitt **206c** mit einer zylindrischen Form, welche den inneren zylindrischen Abschnitt **206b** coaxial umgibt und ein vorderes Ende aufweist, das mit einem äußeren Umfang der Ringplatte **206a** verbunden ist; wobei der Halter aus einem Material hergestellt, das eine Steifigkeit wie Metall aufweist, und eine Ringform aufweist. Der äußere zylindrische Abschnitt **206c** ist im Hilfskolben **64** durch Presspassung eingefügt, um eine kleine, ringförmige Lücke **208** zwischen dem verlängerten zylindrischen Abschnitt **68b** und dem inneren zylindrischen Abschnitt **206b** zu bilden.

[0111] Ein elastisches Dichtungselement **207** umfasst innere und äußere zylindrische Lippen **207a** und **207b**, um in Kontakt mit der vorderen Oberfläche der Endwand **66a** auf inneren und äußeren Seiten der Durchgangsbohrungen **205** radial des Steuerkolbens **66** zu kommen und die Durchgangsbohrungen **205** zu schließen. Das elastische Dichtungselement **207** ist zwischen dem inneren zylindrischen Abschnitt **206b**

und dem äußeren zylindrischen Abschnitt **206c** eingefügt und durch Erwärmen (Baking) mit dem Halter **206** verklebt. Teile der Lippen **207a** und **207b** stehen vom Halter **206** in einem normalen Zustand, in dem die Endwand **66a** des Steuerkolbens **66** nicht an den Lippen anliegt, zum Steuerkolben **66** vor.

[0112] Wenn sich der Steuerkolben **66** weiter verschiebt von einem Zustand, in dem die Lippen **207a** und **207b** des elastischen Dichtungselements **207** in Kontakt mit der Endwand **66a** kommen, liegen der innere zylindrische Abschnitt **206b** und der äußere zylindrische Abschnitt **206c** im Halter **206** an der vorderen Oberfläche der Endwand **66a** außerhalb des elastischen Dichtungselements **207** an und können eine Metallberührung erreichen. Im Ergebnis kommt der äußere zylindrische Abschnitt **206c** radial außerhalb der Lippen **207a** und **207b** in Kontakt mit der vorderen Fläche der Endwand **66a** und in Kontakt mit der vorderen Fläche der Endwand **66a** an den inneren und äußeren Seiten der Durchgangsbohrungen **205** radial vom Steuerkolben **66**, und der innere zylindrische Abschnitt **206b** kommt in Kontakt mit der vorderen Fläche der Endwand **66a** radial innerhalb der Lippen **207a** und **207b**.

[0113] In einer hinteren Oberfläche des Halters **206**, das heißt den äußeren Oberflächen der Ringplatte **206a** und des äußeren zylindrischen Abschnitts **206c**, ist eine Verbindungsnut **209** vorgesehen zur Verbindung zwischen der Innenseite des Halters **206** und einem Abschnitt der Freigabekammer **132** außerhalb des Steuerkolbens **66**, wobei die Endwand **66a** des Steuerkolbens **66** in Kontakt kommt mit den Lippen **207a** und **207b** des elastischen Dichtungselements **207**.

[0114] In einem Zustand, in dem die Endwand **66a** des Steuerkolbens **66** in Kontakt mit den Lippen **207a** und **207b** des elastischen Dichtungselements **207** ist, kommt auch der verlängerte zylindrische Abschnitt **68b** des zweiten Reaktionskolbens **68** in Kontakt mit der Endwand **66a**. Ein Abschnitt zwischen dem Halter **206** und dem verlängerten zylindrischen Abschnitt **68b** steht in Verbindung mit dem Abschnitt der Freigabekammer **132** außerhalb des Steuerkolbens **66** über die kleine Lücke **208** und die Verbindungsnut **209**; und in einem Zustand, in dem die Endwand **66a** des Steuerkolbens **66** in Kontakt mit dem elastischen Dichtungselements **207** ist, wird in einem Raum, der dem hinteren Abschnitt des Halters **206** innerhalb des elastischen Dichtungselements **207** zugewandt ist, kein negativer Druck erzeugt entsprechend dem Zurückziehen des Steuerkolbens **66**, und der Atmosphärendruck wird beibehalten.

[0115] Unter erneuter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) weist der Steuerkolben **66** eine einen Boden aufweisende, zylindrische Form auf, wobei ein Teil seiner inneren Umfangsfläche eine konisch zulaufende Oberflä-

che **210** ist mit einem Durchmesser, der zum vorderen Ende des Eingabekolbens **194** abnimmt. In dieser Ausführungsform ist eine vordere Hälfte des Steuerkolbens **66** als ein konischer, zylindrischer Abschnitt **66b** ausgebildet, wobei die innere Umfangsfläche die konische Fläche **210** ist.

[0116] Das Gleitstückelement **201** ist verschiebbar im Steuerkolben **66** vor der konischen Oberfläche **210** untergebracht. Der elastische Körper **199**, der zwischen dem Gleitstückelement **201** und dem Eingabekolben **194** angebracht ist, weist eine zylindrische Form auf, so dass er entsprechend der Wirkung einer axialen Kompressionskraft beim Verschieben des Eingabekolbens **194** elastisch verformt wird, und dass mittels der Einspannung mit der konischen Oberfläche **210** verhindert wird, dass er von vorne sequenziell verformt entsprechend einer Zunahme der axialen Kompressionskraft. Die zylindrische Form weist in einem nicht wirkenden Zustand der Kraft den gleichen äußeren Durchmesser entlang ihrer axialen Länge auf.

[0117] Die Führungswelle **202**, welche am Eingabekolben **194** derart eingebaut ist, dass ihr hinteres Ende durch den Eingabekolben **194** abgestützt ist, weist eine zylindrische Form und einen koaxialen Freigabedurchgang **211** entlang der axialen Länge auf. Der Eingabekolben **194**, mehrere Durchgänge **212** mit inneren Enden, welche sich in die Sackbohrung **204** öffnen, die mit dem Freigabedurchgang **211** in Verbindung steht, sind radial vom Eingabekolben **194** vor einem Abschnitt vorgesehen, an dem das Dichtungselement **198** angebracht ist. Die Durchgänge **212** und die Sackbohrung **204** stellen daher die Verbindung zwischen dem Abschnitt, der zwischen dem elastischen Körper **199** und dem Steuerkolben **66** liegt, und dem Freigabedurchgang **211** der Führungswelle **202** in der Hubfluidkammer **193** bereit.

[0118] Ein Freigabedurchgang **213**, der koaxial mit dem vorderen Ende des Freigabedurchgangs **211** verbunden ist, ist im Gleitstückelement **201** vorgesehen. Mehrere Nuten **214** zum Verhindern, dass der Freigabedurchgang **213** durch die Endwand **66a** geschlossen wird, wenn das Gleitstückelement **201** an der Endwand **66a** des vorderen Endes des Steuerkolbens **66** anliegt, sind radial in einer vorderen Endfläche des Gleitstückelements **201** vorgesehen.

[0119] Mit einer solchen Konfiguration steht ein Abschnitt zwischen dem elastischen Körper **199** im Steuerkolben **66** und dem Steuerkolben **66** in Verbindung mit der Freigabekammer **132** über die Durchgänge **212**, die Sackbohrung **204**, die Freigabedurchgänge **211** und **213**, die Nut **214** und die Durchgangsbohrungen **205**, bis die Durchgangsbohrungen **205** durch den Sitzstopper **135** geschlossen werden zum Zeitpunkt des Verschiebens des Steuerkolbens **66**, und bis die Hubfluidkammer **193** einen Fluiddruck-

sperrzustand erreicht. Im Speziellen steht der Abschnitt zwischen dem elastischen Körper **199** und dem Steuerkolben **66** in Verbindung mit der Freigabekammer **132**, das heißt, dem Reservoir **31**, bei einem Vorschubhub des Steuerkolbens **66**, bis das Arbeitsfluid im Steuerkolben **66** abgedichtet wird.

[0120] Ein hinteres Ende einer Muffe **215**, welche einen vom Körper **17** vorstehenden Abschnitt des Steuerkolbens **66** abdeckt, ist an der Eingabestange **197** angebracht, welche mit dem Bremspedal **11** verbunden ist, und ein vorderes Ende der Muffe **215** ist am hinteren Ende des Körpers **17** angebracht. Ferner ist ein Freigabedurchgang **216**, der die Verbindung zwischen der Innenseite der Muffe **215** und der Außenseite bereitstellt, im hinteren Ende des Körpers **17** vorgesehen.

[0121] Als Nächstes wird ein Betrieb der Ausführungsform beschrieben. Beim tandemartigen Hauptzylinder M sind der hintere Hauptkolben **23**, der die hintere Fläche aufweist, welche der Verstärkungsfluiddruckarbeitskammer **22** zugewandt ist, und der vordere Hauptkolben **24**, der die hintere Fluidabgabedruckkammer **25** mit dem hinteren Hauptkolben **23** bildet und die vordere Fläche aufweist, welche der vorderen Fluidabgabedruckkammer **26** zugewandt ist, verschiebbar im Zylinderkörper **16** untergebracht. Der kurze zylindrische Separator **18**, die erste zylindrische Hülse **19**, welche mit dem Separator **18** den Kanal **94** bildet und hinter dem Separator **18** angeordnet ist, und die gestufte, zylindrische zweite Hülse **20**, welche hinter der ersten Hülse **19** angeordnet ist, sind fluiddicht am Körper **17** eingebaut und befestigt, der mit dem Zylinderkörper **16** derart verbunden ist, dass er das Gehäuse **15** mit dem Zylinderkörper **16** bildet. Der Hilfskolben **64**, der direkt auf den hinteren Hauptkolben **23** drücken kann zum Zeitpunkt der Reduktion des Fluiddrucks in der Fluiddruckerzeugungsquelle **12**, bildet den ringförmigen Durchgang **93**, der mit dem Kanal **94** mit dem inneren Umfang der ersten Hülse **19** in Verbindung steht, und ist mit dem Separator **18**, der ersten Hülse **19** und der zweiten Hülse **20** verschiebbar eingebaut. Der O-Ring **95**, der die vordere Seite des Ringdurchgangs **93** abdichtet, ist am inneren Umfang des Separators **18** derart angebracht, dass er in zurückstoßenden Kontakt mit dem äußeren Umfang des Hilfskolbens **64** kommt, und der O-Ring **96**, der die hintere Seite des ringförmigen Durchgangs abdichtet, ist derart am äußeren Umfang des Hilfskolbens **64** angebracht, dass er in zurückstoßenden Kontakt mit dem inneren Umfang der ersten Hülse **19** kommt.

[0122] Daher wird der O-Ring **95**, der zwischen dem Hilfskolben **64** und dem Separator **18** abdichtet, nicht bewegt, auch wenn der Hilfskolben **64** sich verschiebt, um direkt auf den hinteren Hauptkolben **23** zu drücken, wodurch es ermöglicht ist, eine axiale Länge des Separators **18** zu reduzieren und die axia-

le Länge des Gehäuses **15** reduzieren zu können, um zur Reduktion der gesamten axialen Länge der Fahrzeugbremsvorrichtung beizutragen.

[0123] Die erste Hülse **19** weist einen größeren inneren Durchmesser auf als der Separator **18** und weist den gleichen inneren Durchmesser über ihre gesamte axiale Länge auf. Der Hilfskolben **64** umfasst: den vorderen Abschnitt **64a** mit kleinem Durchmesser, der mit dem inneren Umfang der ersten Hülse **19** den ringförmigen Durchgang **93** bildet und verschiebbar in den Separator **18** eingebaut ist; und den mittleren Abschnitt **64c** mit großem Durchmesser, der einen größeren Durchmesser als der vordere Abschnitt **64a** mit kleinem Durchmesser aufweist und verschiebbar in der ersten Hülse **19** eingebaut ist. Der Hilfskolben weist die gestufte, zylindrische Form auf, wodurch in einfacher Weise der ringförmige Durchgang **93** gebildet wird.

[0124] Die ringförmige Ausnehmung **86**, welche sich zum inneren Ende der Verbindungsöffnung **77** öffnet, die ringförmige Ausnehmung **87**, welche sich zum inneren Ende der Einlassöffnung **78** öffnet, und die ringförmige Ausnehmung **88**, welche sich zum inneren Ende der Auslassöffnung **79** öffnet, sind am inneren Umfang des Körpers **17** vorgesehen, und die O-Ringe **89**, **90**, **91** und **92**, welche die ringförmigen Ausnehmungen **86**, **87** und **88** von gegenüberliegenden Seiten abdichten, sind an den äußeren Umfängen des Zylinderkörpers **16** des Hauptzylinders M, des Separators **18**, der ersten Hülse **19** und dem äußeren Umfang der zweiten Hülse **20** angebracht. Die Abstände L1 und L2 zwischen den vorderen Rändern der ringförmigen Ausnehmungen **86** bis **88** in Einbau-richtung des Separators **18**, der ersten Hülse **19** und der zweiten Hülse **20** im Körper **17** sind auf Werte eingestellt, die verhindern, dass die mehreren O-Ringe **90** bis **92** gleichzeitig durch die vorderen Ränder durchgehen müssen, wenn der Separator **18**, die erste Hülse **19** und die zweite Hülse **20** in den Körper **17** eingebaut werden. In der Ausführungsform ist der Abstand L1 zwischen den vorderen Rändern der ringförmigen Ausnehmungen **86** und **87** auf einen Wert eingestellt, der kleiner ist als der Abstand **13** zwischen den O-Ringen **90** und **91**, und der Abstand **12** zwischen den vorderen Rändern der ringförmigen Ausnehmungen **87** und **88** ist auf einen Wert eingestellt, der kleiner ist als der Abstand **14** zwischen den O-Ringen **91** und **92**.

[0125] Ein solches Einstellen der Abstände L1 bis L4 verhindert, dass zwei oder mehr O-Ringe der drei O-Ringe **90** bis **92** gleichzeitig durch die mehreren vorderen Ränder in der Einbau-richtung der ringförmigen Ausnehmungen **86** bis **88** hindurchgehen müssen, wenn der Separator **18**, die erste Hülse **19** und die zweite Hülse **20** eingebaut und im Körper zusammengebaut werden. Ferner wird die Notwendigkeit einer großen Kraft beim Einbauen des Separators **18**,

der ersten Hülse **19** und der zweiten Hülse **20** verhindert, und ermöglicht, dass der Separator **18**, die erste Hülse **19** und die zweite Hülse **20** ohne große Kraftanstrengung eingebaut werden können, wodurch eine Beschädigung an den O-Ringen **90** bis **92** verhindert wird und das Einbauen und Zusammenbauen des Separators **18**, der ersten Hülse **19** und der zweiten Hülse **20** im Körper **17** vereinfacht ist, um die Zusammenbaubarkeit zu verbessern.

[0126] Der Hilfskolben **64** ist in einer zusammengedrückten Art und Weise zwischen der zweiten Hülse **20** und dem Halter **102**, der am hinteren Abschnitt des Hilfskolbens **64** angebracht ist, vorgesehen und zur Einzugs- und Druckgrenze gedrückt, welche mittels des Stoppers **100** durch die Rückstellfeder **103**, welche die hintere Hälfte des Hilfskolbens **64** umgibt, an dem nach innen gerichteten Flansch **17a** anliegt. Die hintere Rückstellfeder **29** des Hauptzylinders M braucht keine Federkraft auszuüben, um den Hilfskolben **64** zur Einzugsbegrenzung zu drücken.

[0127] Es ist daher nur ein Flüssigkeitsdruck notwendig, der höher als eine relativ kleine Federkraft ist, um auf die Verstärkungsfluiddruckarbeitskammer **22** zum Verschieben des hinteren Hauptkolbens **23** zu wirken, wodurch die Verzögerung der Betätigung des Hauptzylinders M in frühen Zuständen der Bremsbetätigung verhindert wird. Durch das Einstellen der Federkraft der Rückstellfeder **103** auf einen relativ großen Wert zum Drücken des Hilfskolbens **64** zur Einzugs- und Druckgrenze kann der Hilfskolben **64** nach der Betätigung zuverlässig zur Einzugsbegrenzung zurückkehren.

[0128] Der Steuerkolben **66**, der im Fluiddruckverstärker **13** enthalten ist, ist getrennt vom Hilfskolben **64** ausgebildet, so dass er am Hilfskolben **64** anliegt, auf diesen drückt und ihn betätigt zum Zeitpunkt der Reduktion des Fluiddrucks in der Verstärkungsfluiddruckarbeitskammer **121**, und daher kann die Toleranz vom vorderen Ende des Hilfskolbens **64** zum hinteren Ende des Steuerkolbens **66** aufgenommen werden, um die Zusammenbaubarkeit zu verbessern. Das vordere Ende des Hilfskolbens **64** liegt im Nichtbetätigungs- und Druckzustand des Bremspedals **11** in der Einzugs- und Druckbegrenzung am hinteren Hauptkolben **23** an, und die Toleranz beim Zusammenbau des Hilfskolbens **64** selbst am Fluiddruckverstärker **13** ist daher gesteuert, um den Bedarf zum Anpassen eines unwirksamen Hubs zu eliminieren, wenn der Fluiddruckverstärker **13** und der Hauptzylinder M verbunden werden, wodurch die Zusammenbaubarkeit weiter verbessert wird.

[0129] Ferner liegt das vordere Ende des Hilfskolbens **64** am gesamten Umfangsrand der hinteren Fläche des hinteren Hauptkolbens im Nichtbetriebszustand des Bremspedals **11** an, wodurch eine weiche

Betätigung des hinteren Hauptkolbens **23** durch Drücken des Hilfskolbens **64** gewährleistet ist.

[0130] Ferner sind der Durchgang **139**, der den Fluiddruck von dem Fluiddruckverstärker **13** zum vorderen Ende des Hilfskolbens **64** leitet, und die hintere Fläche des hinteren Hauptkolbens zwischen anliegenden Abschnitten des vorderen Endes des Hilfskolbens **64** und der hinteren Fläche des hinteren Hauptkolbens **23** ausgebildet, so dass der Verstärkungsfluiddruck einfach veranlasst wird, im anliegenden Zustand des Hilfskolbens **64** auf die gesamte hintere Oberfläche des hinteren Hauptkolbens **23** zu wirken. Die Nut **140**, welche mit dem vorderen Ende des Hilfskolbens **64** den Durchgang **139** bildet, ist in der hinteren Fläche des hinteren Hauptkolbens **23** vorgesehen, und der Durchgang **139** kann daher einfach zwischen dem vorderen Ende des Hilfskolbens **64** und der hinteren Fläche des hinteren Hauptkolbens **23** ausgebildet werden.

[0131] Die lange Durchgangsbohrung **44** ist im hinteren Hauptkolben **23** entlang einer Durchmesserlinie des hinteren Hauptkolbens **23** und entlang der Achse des hinteren Hauptkolbens **23** bereitgestellt. Der Hauptzylinder M ist ein Zentralventiltyp, so dass der Arretierstift **43**, der am Zylinderkörper **16** befestigt ist, in die Durchgangsbohrung **44** eingeführt ist. Die Nut **140** ist in der hinteren Fläche des hinteren Hauptkolbens **23** parallel zur Achse der Durchgangsbohrung **44** vorgesehen, und daher kann die in der hinteren Fläche des hinteren Hauptkolbens **23** ausgebildete Nut **140** zum Positionieren zum Zeitpunkt des Einführens des hinteren Hauptkolbens **23** in den Zylinderkörper **16** verwendet werden, wodurch die Zusammenbaubarkeit verbessert wird.

[0132] Der Verstärkungsfluiddruck, der im Fluiddruckverstärker **13** erzeugt wird, wird aus dem Körper **17** entnommen und dann zur Verstärkungsfluiddruckarbeitskammer **22** im Zylinderkörper **16** geführt. Der Durchgang **137** ist zwischen dem hinteren Ende des Zylinderkörpers **16** und dem Separator **18** ausgebildet, so dass eine Verbindung zwischen der ringförmigen Ausnehmung **86**, welche mit der Verbindungsöffnung **77** in Verbindung steht, zu der der Verstärkungsfluiddruck vom Fluiddruckverstärker **13** geführt wird, und der Verstärkungsfluiddruckarbeitskammer **22** bereitgestellt wird, wodurch ein Durchlaufaufbau zum Leiten des Verstärkungsfluiddrucks von der Außenseite des Zylinderkörpers **16** und des Körpers **17** in die Verstärkungsfluiddruckarbeitskammer **22** vereinfacht wird. Ferner liegt der Separator **18** am hinteren Ende des Zylinderkörpers **16** an, und der Durchgang **137** wird durch die Nut **138** gebildet, welche am hinteren Ende des oberen Abschnitts des Zylinderkörpers **16** und des Separators **18** vorgesehen ist, so dass die obere Stellung des Zylinderkörpers **16** mit der Nut **138** den Zusammenbau des Zylinderkörpers **16** und des Körpers **17** vereinfacht, und die Ent-

lüftungseigenschaften der Verstärkungsfluiddruckarbeitskammer **22** verbessert.

[0133] Der Fluiddruckverstärker **13** umfasst: den Steuerkolben **66**, in dem die Bremsbetätigungseingabe vom Bremspedal **11** in der vorschiebenden Richtung wirkt, und die Reaktion, welche auf dem Fluiddruck in der Verstärkungsfluiddruckarbeitskammer **121** basiert, wirkt in der Einzugsrichtung; das Druckerhöhungsventil **106**, das zwischen der Verstärkungsfluiddruckarbeitskammer **121** und der Einlasskammer **113** vorgesehen ist, welche mit der Fluiddruckarbeitskammer **12** derart in Verbindung steht, dass sie geöffnet wird zum Zeitpunkt des Vorschiebens des Steuerkolbens **66** und geschlossen wird zum Zeitpunkt des Einziehens des Steuerkolbens **66**; und das Druckreduzierventil **107**, das zwischen der Freigabekammer **132**, welche mit dem Reservoir **31** in Verbindung steht, und der Verstärkungsfluiddruckarbeitskammer **121** vorgesehen ist, so dass es geschlossen wird zum Zeitpunkt des Vorschiebens des Steuerkolbens **66** und geöffnet wird zum Zeitpunkt des Einziehens des Steuerkolbens **66**. Der Fluiddruckverstärker **13** ist im Hilfskolben **64** eingebaut. Das Druckerhöhungsventil **106** enthält die ersten und zweiten Ventilmittel **141** und **142**, welche sich aufeinander folgend öffnen entsprechend der Zunahme bei der Bremsbetätigungseingabe. Der Dichtungsdurchmesser des zweiten Ventilmittels **142** ist größer als der Dichtungsdurchmesser des ersten Ventilmittels **141**.

[0134] Daher kann die anfängliche Reaktion in frühen Phasen der Bremsbetätigung, welche eine kleine Bremsbetätigungseingabe erforderlich macht, gewährleistet werden durch Öffnen des ersten Ventilmittels **141**, das eine kleine Aktivierungskraft (eine zum Öffnen des Ventils benötigte Kraft) aufweist, und die Reaktion kann erhöht werden durch Öffnen sowohl des ersten als auch des zweiten Ventilmittels **141** und **142**, wenn das Bremspedal **11** stark betätigt wird, wodurch die anfängliche Reaktion des Druckerhöhungsventils verbessert wird und auch die Reaktion des Druckerhöhungsventils **106**, wenn das Bremspedal **11** stark betätigt wird.

[0135] Die ersten und zweiten Ventilmittel **141** und **142** sind axial hintereinander entlang der Achse des Steuerkolbens **66** angeordnet, und daher kann das Druckerhöhungsventil **106**, das die ersten und zweiten Ventilmittel **141** und **142** enthält, kompakt gehalten werden, und das zweite Ventilmittel **142** ist derart konfiguriert, dass es mit dem Öffnen beginnt, bevor die Strömungsrate des geöffneten ersten Ventilmittels **141** ein Maximum erreicht. Daher öffnet sich das zweite Ventilmittel **142**, wie dies in der [Fig. 10](#) dargestellt ist, nachdem sich das erste Ventilmittel **141** öffnet, entsprechend dem Vorschieben der Drückstange **149** und bevor die Strömungsrate vom ersten Ventilmittel **141** ein Maximum erreicht, wodurch das ers-

te und das zweite Ventilmittel **141** und **142** kontinuierlich weich öffnen entsprechend der Zunahme bei der Bremsbetätigungseingabe, wodurch eine Empfindung eines gestuften Hubs verhindert wird und eine gute Betätigungsempfindung bereitgestellt ist.

[0136] Das erste Ventilmittel **141** des Druckerhöhungsventils **106** umfasst: das Gleitstückelement **144**, das wenigstens einen Teil des eingeführten Mittels **156** bildet, das in den Hilfskolben **64** eingeführt und darin abgestützt ist und den ersten Ventilsitz **143** aufweist; den Halter **146**, der die Ventilkammer **145** bildet, die mit der Fluiddruckerzeugungsquelle **12** in Verbindung steht, und der dem ersten Ventilsitz **143** zugewandt ist und am Ventilsitzelement **117** des eingeführten Mittels **156** angebracht ist; den Ventilkörper **147**, der auf den ersten Ventilsitz **143** gesetzt werden kann und verschiebbar in den Halter **146** eingebaut ist; die erste Ventilfeeder **148**, welche den Ventilkörper **147** drückt, so dass er auf den ersten Ventilsitz **143** gesetzt wird, und welche zwischen dem Halter **146** und dem Ventilkörper **147** vorgesehen ist; und die Drückstange **149**, welche am Ventilkörper **147** anliegen kann, wobei sie mit dem Steuerkolben **66** zusammenarbeitet und mit diesem verbunden ist und in das Gleitstückelement **144** eingeführt ist, das in axialer Richtung beweglich ist.

[0137] Mit einer solchen Konfiguration des ersten Ventilmittels **141** weist das Gleitstückelement **144**, das einen Teil des eingeführten Mittels **156** bildet bevor es in den Hilfskolben **64** eingeführt wird, den ersten Ventilsitz **143** auf. Der Ventilkörper **147** ist in der Ventilkammer **145** des Halters **146** untergebracht, der am eingeführten Mittel **156** angebracht ist, die erste Ventilfeeder **148** ist zwischen dem Ventilkörper **147** und dem Halter **146** vorgesehen, und die Drückstange **149** ist in das Gleitstückelement **144** eingeführt, wodurch die Komponenten des Druckerhöhungsventils **106** am eingeführten Mittel **156** zusammengebaut werden und wodurch die Zusammenbaubarkeit des Druckerhöhungsventils **106** verbessert wird.

[0138] Die Verbindungsbohrungen **165**, welche die Verbindung zwischen der Einlasskammer **113**, welche mit der Fluiddruckerzeugungsquelle **12** in Verbindung steht, und der Ventilkammer **145** bereitstellen, sind in der Seitenwand des Halters **146** vorgesehen, so dass sie auf der gegenüberliegenden Seite des Ventilkörpers **147** angeordnet sind relativ zur Sitzposition des Ventilkörpers **147** auf dem ersten Ventilsitz **143**. Daher fließt das Hochdruckarbeitsfluid, das von den Verbindungsbohrungen **165** in die Ventilkammer **145** fließt, nicht entlang der Seite des Ventilkörpers **147** zum ersten Ventilsitz **143**, wodurch verhindert wird, dass der Ventilkörper **147** durch den Fluss des Arbeitsfluids eingehüllt wird, und wodurch die Sitzigenschaften des Ventilkörpers **147** verbessert werden.

[0139] Das zweite Ventilmittel **142** umfasst: den Ventilabschnitt **150**, der in dem Gleitstückelement **144** bereitgestellt ist, das eine mit dem ersten Ventilmittel **141** geteilte gemeinsame Komponente darstellt; das Ventilsitzelement **117**, das den zweiten Ventilsitz **151** aufweist, auf den der Ventilabschnitt **150** gesetzt werden kann und das das Gleitstückelement **144** verschiebbar einbaut; den Halter **146**, der eine mit dem ersten Ventilmittel **141** geteilte gemeinsame Komponente darstellt; und die zweite Ventilfeeder **152**, welche den Ventilabschnitt **150** so drückt, dass er auf den zweiten Ventilsitz **151** gesetzt wird, und welche zwischen dem Halter **146** und dem Gleitstückelement **144** bereitgestellt ist. Die Drückstange **149**, welche den ersten und zweiten Ventilmitteln **141** und **142** gemein ist, ist ausgebildet, um das Gleitstückelement **144** derart zu drücken, dass der Ventilabschnitt **150** von dem zweiten Ventilsitz **151** getrennt wird, nachdem das erste Ventilmittel **141** geöffnet ist zum Zeitpunkt des Erhörens der Bremsbetätigungseingabe.

[0140] Obwohl das Druckerhöhungsventil **106** einen Ventilaufbau hat, der in zwei Stufen öffnet, sind das Gleitstückelement **144**, der Halter **146** und die Drückstange **149** dem ersten und dem zweiten Ventilmittel **141** und **142** gemein, wodurch die Anzahl von Komponenten reduziert wird, um eine kompakte Konfiguration bereitzustellen.

[0141] Ferner sind die axial verlaufenden Strömungsnuten **161**, von denen jede ein Ende aufweist, das mit der Ventilkammer **145** in Verbindung steht, und ein anderes Ende, das mit der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **121** in Verbindung steht, wenn der Ventilabschnitt **150** vom zweiten Ventilsitz **151** im zweiten Ventilmittel **142** getrennt ist, in der inneren Fläche des Ventilsitzelements **117** vorgesehen. Die Gleitbohrung **160** und die mehreren Strömungsnuten **161** im Ventilsitzelement **117** bilden den Strömungsdurchgang **162**. Das Arbeitsfluid kann daher dazu veranlasst werden, zum Zeitpunkt des Öffnens des zweiten Ventilmittels **142** von der Ventilkammer **145** durch den Strömungsdurchgang **162** in die Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **121** zu fließen, so dass eine ausreichende Strömungsrate von Arbeitsfluid gewährleistet werden kann, ohne den inneren Umfangsdurchmesser des Ventilsitzelements **117** zu vergrößern, das heißt ohne die Größe des Fluiddruckverstärkers **13** zu vergrößern. Zum Zeitpunkt des Öffnens des ersten Ventilmittels **141** fließt das Arbeitsfluid, das von der Ventilkammer **145** in die ringförmige Kammer **163** fließt, durch den Strömungsdurchgang **162** zur Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **121** über die Verbindungsbohrung **164**, so dass der Strömungswiderstand auch zum Zeitpunkt des Öffnens des ersten Ventilmittels **141** verringert werden kann, um es dem Arbeitsfluid der Ventilkammer **145** zu ermöglichen, zur Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer **121** zu fließen.

[0142] Die Drückstange **149** ist verschiebbar in der Mitte des scheibenförmigen Ausrichtelements **168** eingebaut, welches an der Oberfläche anliegen kann, welche der Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **121** des Ventilsitzelements **117** zugewandt ist, um das offene Ende des zur Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **121** geöffneten Strömungsdurchgangs **162** zu öffnen. Das Ausrichtelement **168**, dessen axiale Bewegung nur durch die Drückstange **149** geführt wird, wird zum Ventilsitzelement **117** durch eine derartige Federkraft gedrückt, dass das Ausrichtelement **168** vom Ventilsitzelement **117** getrennt wird entsprechend dem Fluidruck von der Fluidrunderzeugungsquelle **12**, das heißt von der Einlasskammer **113**, welche auf den Strömungsdurchgang **162** wirkt. Wenn das Hochdruckarbeitsfluid von der Fluidrunderzeugungsquelle **12** durch den Strömungsdurchgang **162** in die Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **121** fließt beim Öffnen des Druckerhöhungsventils **106**, stößt das Arbeitsfluid das Ausrichtelement **168** so weg, dass es vom Ventilsitzelement **117** getrennt wird, um den Fluss auszurichten, wodurch die Erzeugung von Betätigungsgeräusch oder Pulsieren aufgrund des Öffnens des Druckerhöhungsventils **106** unterdrückt ist. Ferner ist die axiale Bewegung des Ausrichtelements **168** nur durch die Drückstange **149** geführt, welche verschiebbar in der Mitte des Ausrichtelements **168** eingebaut ist, wodurch ein Widerstand oder Hängenbleiben bei der axialen Bewegung des Ausrichtelements **168** verhindert ist, um die weiche Betätigung des Ausrichtelements **168** zu gewährleisten.

[0143] Ein Druckaufnahmehereich, der dem Strömungsdurchgang **162** des Ausrichtelements **168** zugewandt ist, wird verändert, um den Ventilöffnungsdruck des Ausrichtelements **168** zu ändern, wodurch der Gestaltungsfreiheitsgrad vergrößert wird. Ferner ist die Oberfläche des Ausrichtelements **168**, welche dem Strömungsdurchgang **162** zugewandt ist, die ebene Oberfläche **168a**, und daher wird der innere Durchmesser oder die Form des Strömungsdurchgangs **162** einfach verändert, um den Ventilöffnungsdruck des Ausrichtelements **168** zu verändern, wodurch der Gestaltungsfreiheitsgrad weiter erhöht wird.

[0144] Der erste Reaktionskolben **67** ist koaxial mit dem Steuerkolben **66** derart verbunden, dass der Fluidruck in der Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **121** in der Einzugsrichtung wirkt, und der erste Reaktionskolben **67** ist am zweiten Reaktionskolben **68** relativ verschiebbar in axialer Richtung eingebaut. Der Freigabedurchgang **178**, der zum Zeitpunkt des Öffnens des Druckreduzierventils **107** mit der Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **121** in Verbindung steht, ist im ersten Reaktionskolben **67** vorgesehen, und der Freigabedurchgang **178** ist mit der Freigabekammer **132** verbunden durch die temporäre Speicherkammer **180**, welche temporär das

Arbeitsfluid vom Freigabedurchgang **178** speichert, und durch die Öffnung **181**, welche zwischen der Freigabekammer **132**, welche der vorderen Fläche des Steuerkolbens **66** zugewandt ist und welche mit dem Reservoir **31** in Verbindung steht, und der temporären Speicherkammer **180** vorgesehen ist.

[0145] Wenn also der Hochdruck in der Verstärkungsfluidrunderzeugungskammer **121** zur Freigabekammer **132** freigegeben wird beim Öffnen des Druckreduzierventils **107**, fließt das Arbeitsfluid vom Freigabedurchgang **179**, der im ersten Reaktionskolben **67** vorgesehen ist, zur Freigabekammer **132** über die temporäre Speicherkammer **180** und die Öffnung **181**, so dass der Fluidruck des Arbeitsfluids, das temporär in der temporären Speicherkammer **180** gespeichert wird, durch die Öffnung **181** eingeschränkt wird, wodurch der Fluidruckhochdruck langsam zur Freigabekammer **132** freigegeben wird, um die Erzeugung von Betriebsgeräusch zu verhindern.

[0146] Die Stufen **67b** und **68c**, welche einander gegenüberliegen, sind im äußeren Umfang des ersten Reaktionskolbens **67** und dem inneren Umfang des zweiten Reaktionskolbens **68** vorgesehen, und die temporäre Speicherkammer **180** weist die Ringform auf, welche den ersten Reaktionskolben **67** zwischen den Stufen **67b** und **68c** umgibt, so dass die temporäre Speicherkammer **180** einfach ausgebildet sein kann.

[0147] Die Öffnung **181** ist ferner gebildet durch Einstellen der ringförmigen Lücke durch den Toleranzbetrag zwischen dem äußeren Umfang des ersten Reaktionskolbens **67** und dem inneren Umfang des zweiten Reaktionskolbens **68**, so dass die Öffnung **181** einfach ausgebildet werden kann.

[0148] Der Hubsimulator **14** enthält den elastischen Körper **199**, der aus einem elastischen Material hergestellt ist, und die Metallschraubenfeder **200**, welche eine geringere Federkonstante aufweist als der elastische Körper **199**, wobei diese beiden in Serie verbunden sind zwischen dem Eingabekolben **194** und dem Steuerkolben **66**, der mit dem Bremspedal **11** verbunden ist, so dass die elastische Verformung des elastischen Körpers **199** nach Vollendung der Wirkung der Federkraft, welche durch die Schraubenfeder **200** ausgeübt wird, in den frühen Phasen der Bremsbetätigung am Steuerkolben **66** beginnt. Die Schraubenfeder **200** weist eine niedriger eingestellte Kraft auf als andere Federn **134**, welche mit der Schraubenfeder **200** in Serie verbunden sind, so dass vorwärts und rückwärts gerichtete Federkräfte ausgeübt werden.

[0149] Die Kraft von der Schraubenfeder **200** wirkt zuerst auf den elastischen Körper **199** und wenn die Elastizität des elastischen Körpers **199** verschlechtert ist, nimmt die Schraubenfeder **200** die Ver-

schlechterung bzw. Abnutzung auf und eliminiert den unwirksamen Hub zur Zeit des normalen Bremsens, und eine zweistufige Betätigungssimulationseigenschaft durch den elastischen Körper **199** und die Schraubenfeder **200** kann unabhängig von der Verschlechterung des elastischen Körpers **199** erreicht werden. In den frühen Phasen der Bremsbetätigung wird ferner die Schraubenfeder **200** des Hubsimulators **14** verformt, um den unwirksamen Hub zu erhalten, und es wird eine relativ geringe Bremsbetätigungseingabe in den frühen Phasen der Bremsbetätigung ausgeübt, um die Betätigungsempfindung zu verbessern.

[0150] Der Steuerkolben **66** weist die zylindrische Form auf, wobei ein Teil seiner inneren Umfangsfläche die konische Fläche **210** bildet, deren Durchmesser sich zur Vorderseite hin verjüngt. Der elastische Körper **199** des Hubsimulators **14** ist axial verschiebbar im Steuerkolben **66** hinter der konischen Oberfläche **210** untergebracht, wobei er zwischen dem Eingabekolben **194**, der mit dem Bremspedal **11** verbunden ist, und dem Steuerkolben **66** angebracht ist. Der elastische Körper **199** wird entsprechend der Wirkung der axialen Kompressionskraft elastisch verformt beim Verschieben des Eingabekolbens **194**, und wird durch die Einspannung mit der konischen Oberfläche **210** daran gehindert, von vorne sequenziell entsprechend der Zunahme der axialen Kompressionskraft verformt zu werden.

[0151] Wenn der Eingabekolben **194** entsprechend der Bremsbetätigung des Bremspedals **11** vorgeschoben wird, wird die Schraubenfeder **200** zusammengedrückt, um den Hub proportional zur Eingabekraft zu vergrößern, bis der Vorschubhub S1 erreicht ist, wie in [Fig. 11](#) dargestellt. Wenn der Eingabekolben **194** sich vorschiebt, während der elastische Körper **199** axial komprimiert wird, wird der elastische Körper **199** elastisch verformt entsprechend der axialen Kompression, aber die sequentielle elastische Verformung von vorne des elastischen Körpers **199** entsprechend der Zunahme der axialen Kompressionskraft wird durch die Einspannung mit der konischen Oberfläche **210** des Steuerkolbens **66** verhindert, wodurch die Zunahme beim Änderungsbetrag der Eingabekraft relativ zum Betätigungshub des Bremspedals **11** vergrößert wird. Wenn andererseits die Bremsbetätigungskraft durch das Bremspedal **11** nachlässt, wirkt eine durch die Einspannung mit der konischen Oberfläche **210** vergrößerte elastische Energie auf das Bremsbetätigungspedal **11** in Rückstellrichtung in einen Zustand, in dem die elastische Verformung des elastischen Körpers **199** durch die Einspannung verhindert ist. Daher kann ein Verhältnis zwischen dem Bremsbetätigungshub und der Betätigungskraft im Hubsimulator **14** eine nicht lineare Charakteristik und eine große Hysteresebreite aufweisen, wodurch eine Betätigungskraft auf den Fahrer reduziert wird. Dies stellt eine Betätigungsemp-

findung gleich zu derjenigen einer allgemeinen Fahrzeugbremsvorrichtung bereit, welche eine Kombination eines Hauptzylinders, eines Negativdruckverstärkers und einer Radbremse enthält, und reduziert unangenehme Empfindungen für den Fahrer.

[0152] Der elastische Körper **199** weist die zylindrische Form auf mit dem im nicht wirkenden Zustand der Kraft gleichen äußeren Durchmesser entlang seiner axialen Länge, wodurch die Form des elastischen Körpers **199** vereinfacht wird, um das Formen des elastischen Körpers **199** zu vereinfachen, und wodurch die Erzeugung von Kompensationskräften am elastischen Körper **199** verhindert wird, um die Dauerhaftigkeit des elastischen Körpers **199** zu vergrößern.

[0153] Das Arbeitsfluid wird in den Steuerkolben **66** eingeführt, und der Abschnitt, der zwischen dem elastischen Körper **199** und dem Steuerkolben **66** liegt, steht in Verbindung mit dem Reservoir **31** beim vorschiebenden Hub des Steuerkolbens **66**, bis das Arbeitsfluid im Steuerkolben **66** abgedichtet ist. Dies verhindert, dass das Arbeitsfluid im Steuerkolben **66** blockiert wird zwischen dem elastischen Körper **199** und dem Steuerkolben **66**, bevor der Steuerkolben **66** einen vorbestimmten Vorschubhub erreicht, was es ermöglicht, dass der elastische Körper **199** zuverlässig an der inneren Umfangsfläche des Steuerkolbens **66** anliegt, um die gewünschte Hysterese zu erreichen, und dass die Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit verhindert ist.

[0154] Die zylindrische Führungswelle **202**, welche koaxial den Freigabedurchgang **211** aufweist, der die Verbindung zwischen dem Abschnitt zwischen dem elastischen Körper **199** und dem Steuerkolben **66** und dem Reservoir **31** bereitstellt, und die durch den elastischen Körper **199** hindurchgeht, wird durch den Eingabekolben **194** abgestützt, das heißt, der Freigabedurchgang **211** kann durch eine einfache Konfiguration ausgebildet werden.

[0155] Der Steuerkolben **66** weist die einen Boden aufweisende, zylindrische Form auf und weist an seinem vorderen Ende die Endwand **66a** auf, welche die vordere Oberfläche hat, die der Freigabekammer **132** zugewandt ist, welche mit dem Reservoir **31** in Verbindung steht, und er ist im Hilfskolben **64** ausgebildet und den Durchgangsbohrungen **205** ausgebildet. Der Eingabekolben **194** bildet mit der Endwand **66a** die Hubfluidkammer **193** und ist fluiddicht und verschiebbar am Steuerkolben **66** eingebaut, und das elastische Dichtungselement **207**, das die Durchgangsbohrungen **205** beim vorschiebenden Hub um einen vorbestimmten Betrag oder mehr des Steuerkolbens **66** verschließt, ist durch den Halter **206** gehalten, der eine Steifheit aufweist und in den Hilfskolben **64** gepresst ist. Wenn daher die Durchgangsbohrungen **205** im vorderen Ende des Steuerkolbens

66 geschlossen werden beim vorschiebenden Hub um den vorbestimmten Betrag oder mehr des Steuerkolbens **66**, wird die Hubfluidkammer **193** abgedichtet, um die Bewegung des Eingabekolbens **194** relativ zum Steuerkolben **66** in vorschiebender Richtung zu verhindern, wodurch die Erhöhung beim Hub und die Reaktion des Bremspedals **11** unterdrückt wird, welche durch den Hubsimulator **14** zum Zeitpunkt des Versagens der Fluiddruckerzeugungsquelle **12** unwirksam sind. Die Struktur zum Abdichten des Arbeitsfluids im Steuerkolben **66** beim Vorschubhub um den vorbestimmten Betrag oder mehr des Steuerkolbens **66** wird vereinfacht, und ferner ist das elastische Dichtungselement **207** durch den Halter **206** gehalten, der eine Steifheit aufweist und in den Hilfskolben **64** gepresst ist, wodurch der Zusammenbau des Halters **206** vereinfacht ist, das heißt, des elastischen Dichtungselements **207** am Hilfskolben **64**.

[0156] Das elastische Dichtungselement **207** ist mit dem Metallhalter **206** durch Erwärmen (Baking) verschweißt, wodurch die Dichtfähigkeit des elastischen Dichtungselements **107** am Halter **206** verbessert wird.

[0157] Ferner weist die Endwand **66a** mehrere Durchgangsbohrungen **205** auf, um es dem Arbeitsfluid zu ermöglichen, zwischen der Hubfluidkammer **193** und der Freigabekammer **132** mit guter Reaktion entsprechend der Betätigung des Eingabekolbens **194** zu fließen, und das ringförmige elastische Dichtungselement **207**, welches die Durchgangsbohrungen **205** im allgemeinen schließen kann, ist durch den ringförmigen Halter **206** gehalten, wodurch es ermöglicht ist, dass die mehreren Durchgangsbohrungen **205** durch das einzelne elastische Dichtungselement **207** geschlossen werden können, so dass die Anzahl von Komponenten reduziert werden kann. Ferner ist die Verbindungsnut **209** in der hinteren Fläche des Halters **206** vorgesehen, so dass die Verbindung zwischen der inneren Seite des Halters **206** und des Abschnitts der Freigabekammer **132** außerhalb des Steuerkolbens **66** bereitgestellt ist in einem Zustand, in dem das elastische Dichtungselement **207** in Kontakt ist mit der Endwand **66a**. Daher steht die innere Seite des Halters **206** unter atmosphärischem Druck, wenn die Durchgangsbohrungen durch das elastische Dichtungselement **207** geschlossen sind, wodurch jede Druckdifferenz zwischen der Vorderseite und der Rückseite des Halters **206** verhindert ist, wenn der Steuerkolben **66** vom Kontaktzustand mit dem elastischen Dichtungselement **207** eingezogen wird, und wodurch verhindert wird, dass die Druckdifferenz einen nicht stabilen Zustand im Halter **206** erzeugt, der am Hilfskolben **64** befestigt ist.

[0158] Der Halter **206**, der das elastische Dichtungselement **207** hält, kann ferner an der vorderen Fläche der Endwand **66a** außerhalb des elastischen Dichtungselements **207** anliegen, um eine Metallberüh-

rung zu erreichen, und ein Vorstehen des elastischen Dichtungselements **207** vom Halter **206** oder eine durch das Vorstehen hervorgerufene Erosion kann verhindert werden, um die Dichtfähigkeit zu erhöhen, wenn das Arbeitsfluid im Steuerkolben **66** beim Vorschubhub um den vorbestimmten Betrag oder mehr des Steuerkolbens **66** abgedichtet ist.

[0159] Die Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wurde oben beschrieben, aber die vorliegende Erfindung ist nicht auf die Ausführungsform beschränkt, und verschiedene Änderungen bei der Gestaltung können durchgeführt werden, ohne von dem in den Ansprüchen definierten Schutzbereich abzuweichen.

[0160] In der Ausführungsform ist der Fluiddruckverstärker zum Verstärken des Tandemhauptzylinders M beschrieben worden, aber die vorliegende Erfindung kann auch bei einem Fluiddruckverstärker angewendet werden, um einen Hauptzylinder zu verstärken, bei dem ein einzelner Hauptkolben verschiebbar in einem Gehäuse untergebracht ist.

Patentansprüche

1. Fluiddruckverstärker, umfassend:
 einen Steuerkolben (**66**), bei dem eine Bremsbetätigungseingabe von einem Bremsbetätigungselement (**11**) in einer vorschiebenden Richtung wirkt und basierend auf einer Reaktion auf Fluiddruck einer Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer (**121**), welche Fluiddruck zum Betätigen eines Hauptkolbens (**23**, **24**) eines Hauptzylinders (M) erzeugt, in einer einziehenden Richtung wirkt;
 ein Druckerhöhungsventil (**106**), das zwischen der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer (**121**) und einer Fluiddruckerzeugungsquelle (**12**) derart bereitgestellt ist, dass es zur Zeit des Vorschiebens des Steuerkolbens (**66**) öffnet und zur Zeit des Einziehens des Steuerkolbens (**66**) schließt; und
 ein Druckreduzierventil (**107**), das zwischen einer mit einem Reservoir (**31**) in Verbindung stehenden Freigabekammer (**132**) und der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer (**121**) derart bereitgestellt ist, dass es zur Zeit des Vorschiebens des Steuerkolbens (**66**) schließt und zur Zeit des Einziehens des Steuerkolbens (**66**) öffnet,
 wobei der Steuerkolben (**66**) derart vorwärts und rückwärts betätigt wird, dass die Bremsbetätigungseingabe und die auf dem Fluiddruck in der Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer (**121**) basierende Reaktion ausgeglichen sind, um den Fluiddruck in der Fluiddruckerzeugungsquelle (**12**) zu regulieren, um auf die Verstärkungsfluiddruckerzeugungskammer (**121**) zu wirken,
 wobei das Druckerhöhungsventil (**106**) erste Ventilmittel (**141**) und zweite Ventilmittel (**142**) enthält, welche sich entsprechend einer Erhöhung bei der Bremsbetätigungseingabe sequenziell öffnen, und

ein Dichtungsdurchmesser des zweiten Ventilmittels (**142**) größer ist als derjenige des ersten Ventilmittels (**141**),

gekennzeichnet durch eine im ersten Ventilmittel (**141**) koaxial verschiebbliche Drückstange (**149**), die das sequenzielle Öffnen des ersten und des zweiten Ventilmittels (**141**, **142**) steuert und an ihrem dem Steuerkolben (**66**) zugewandten Ende einen Ventilabschnitt (**176**) aufweist, durch den das Druckreduzierventil (**107**) verschließbar ist.

2. Fluiddruckverstärker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Ventilmittel (**141**) und das zweite Ventilmittel (**142**) koaxial zur Achse des Steuerkolbens (**66**) hintereinander angeordnet sind.

3. Fluiddruckverstärker nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Ventilmittel (**142**) mit dem Öffnen beginnt, bevor eine Strömungsrate des ersten Ventilmittels (**141**) ein Maximum erreicht.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

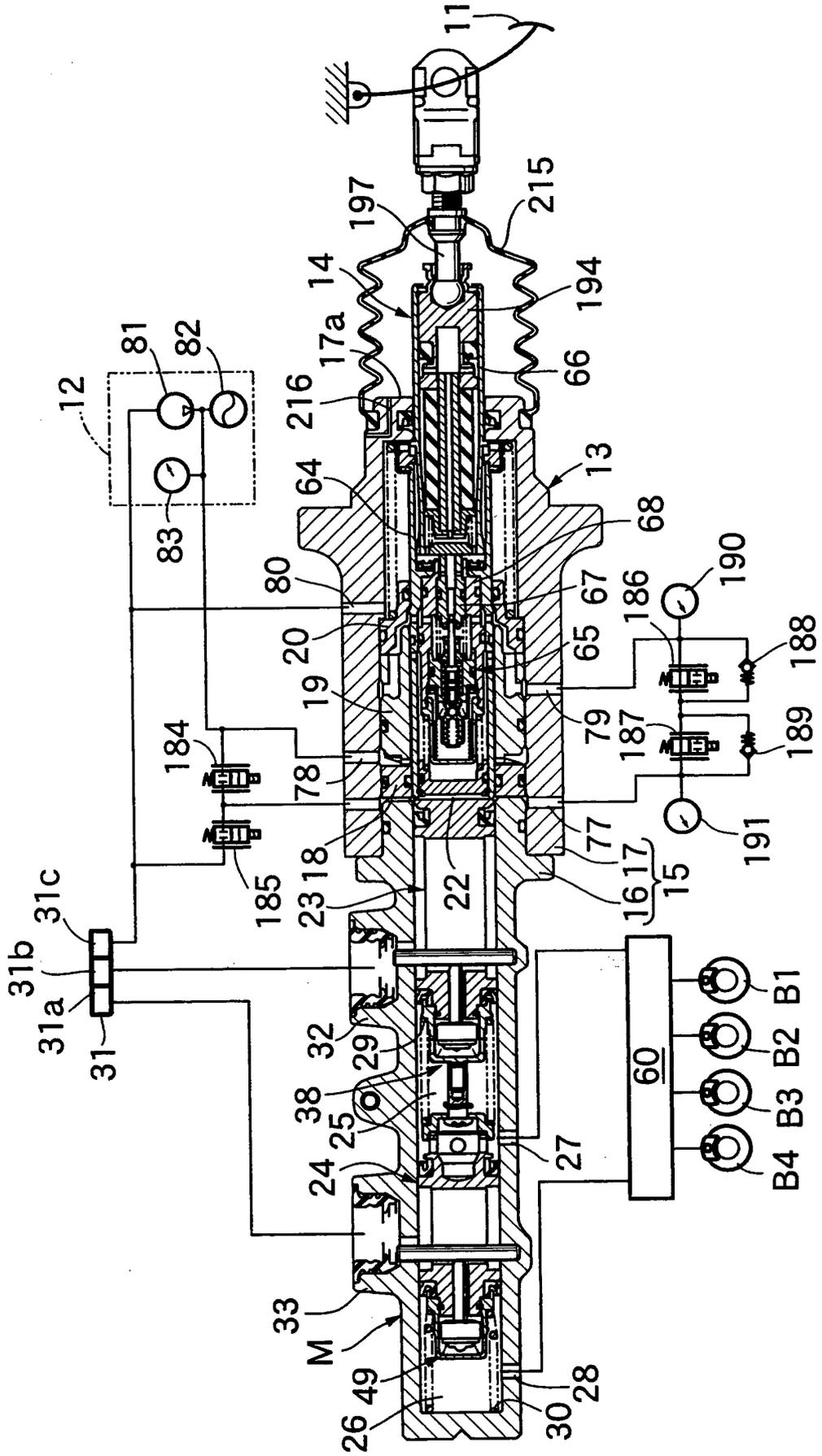


FIG.2

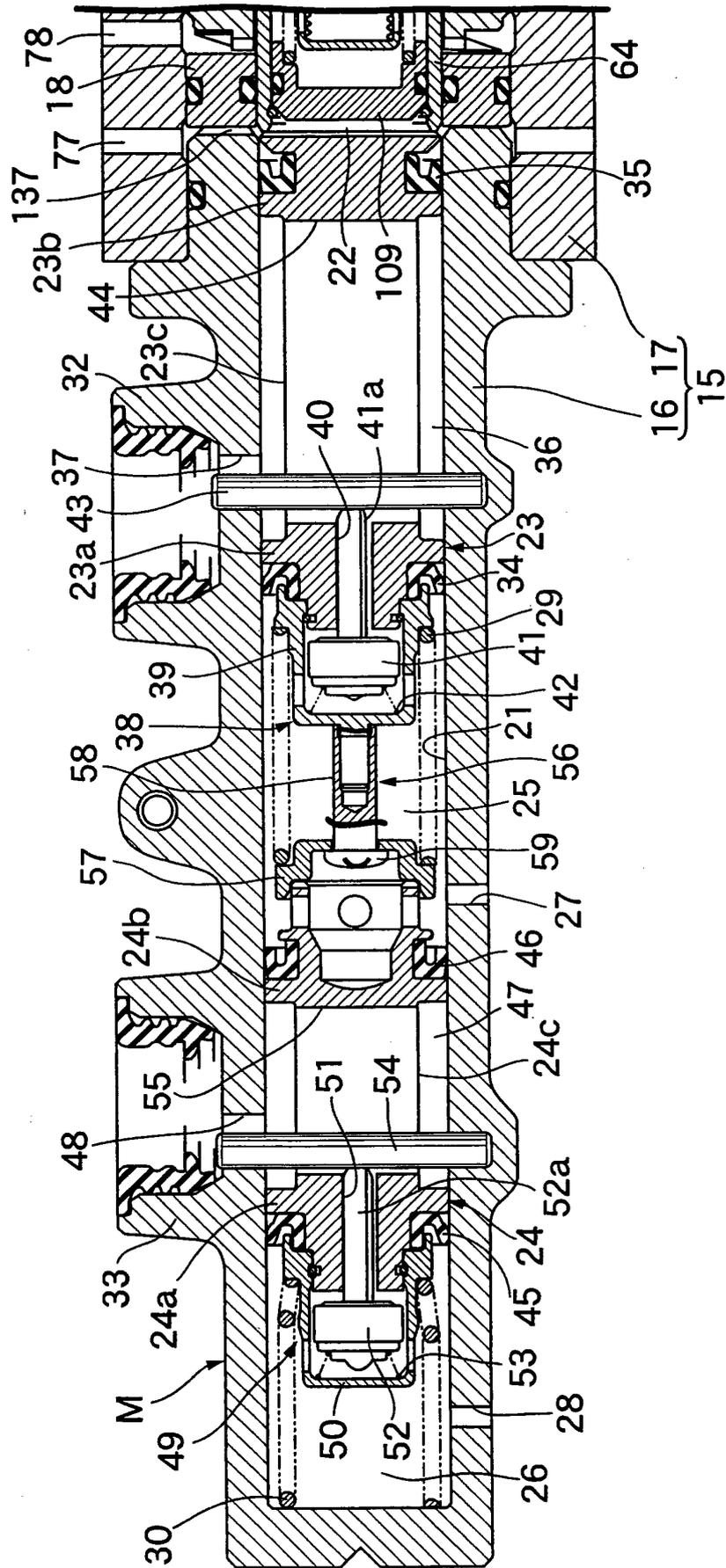


FIG.5

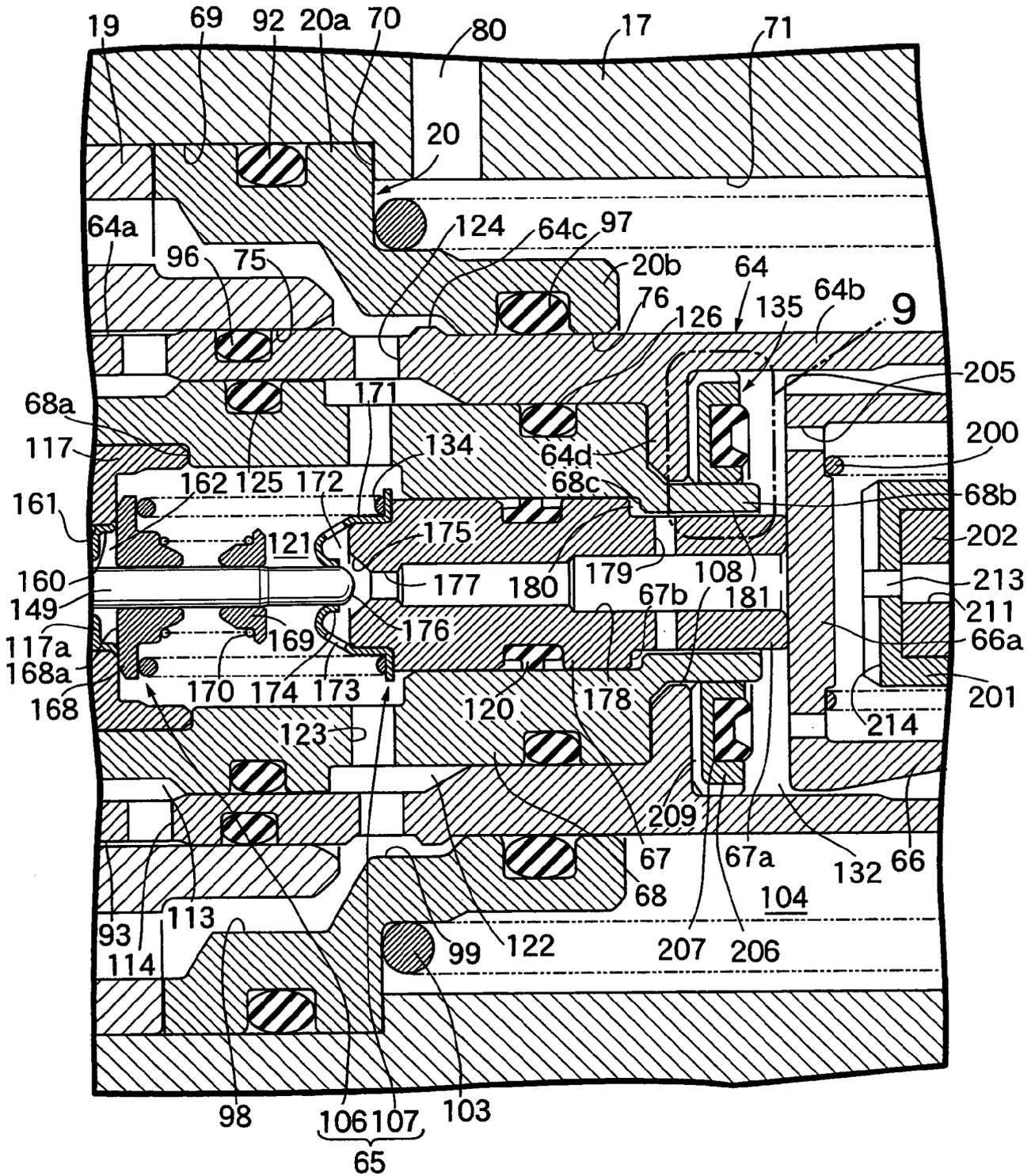


FIG. 7

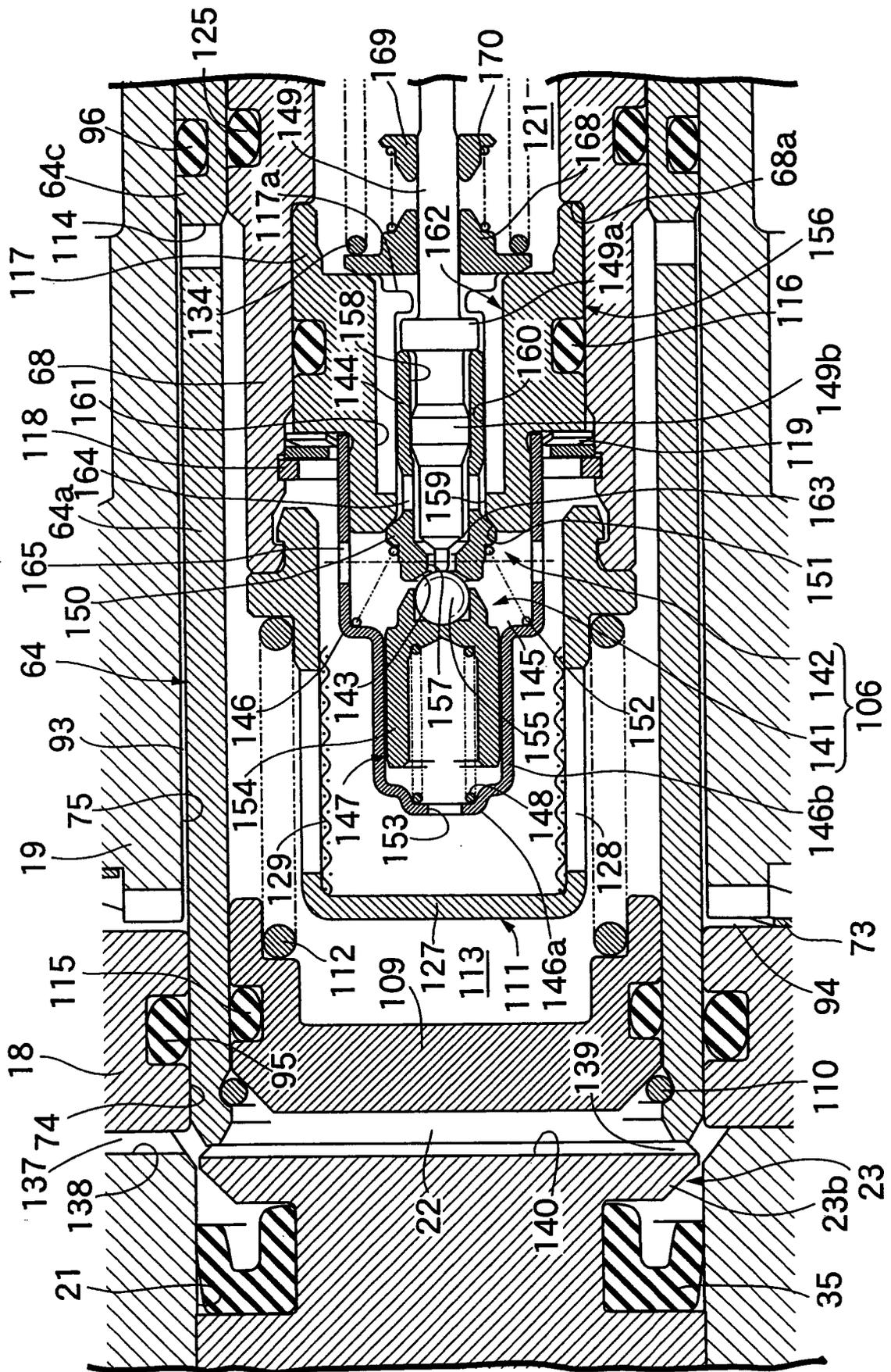


FIG.8

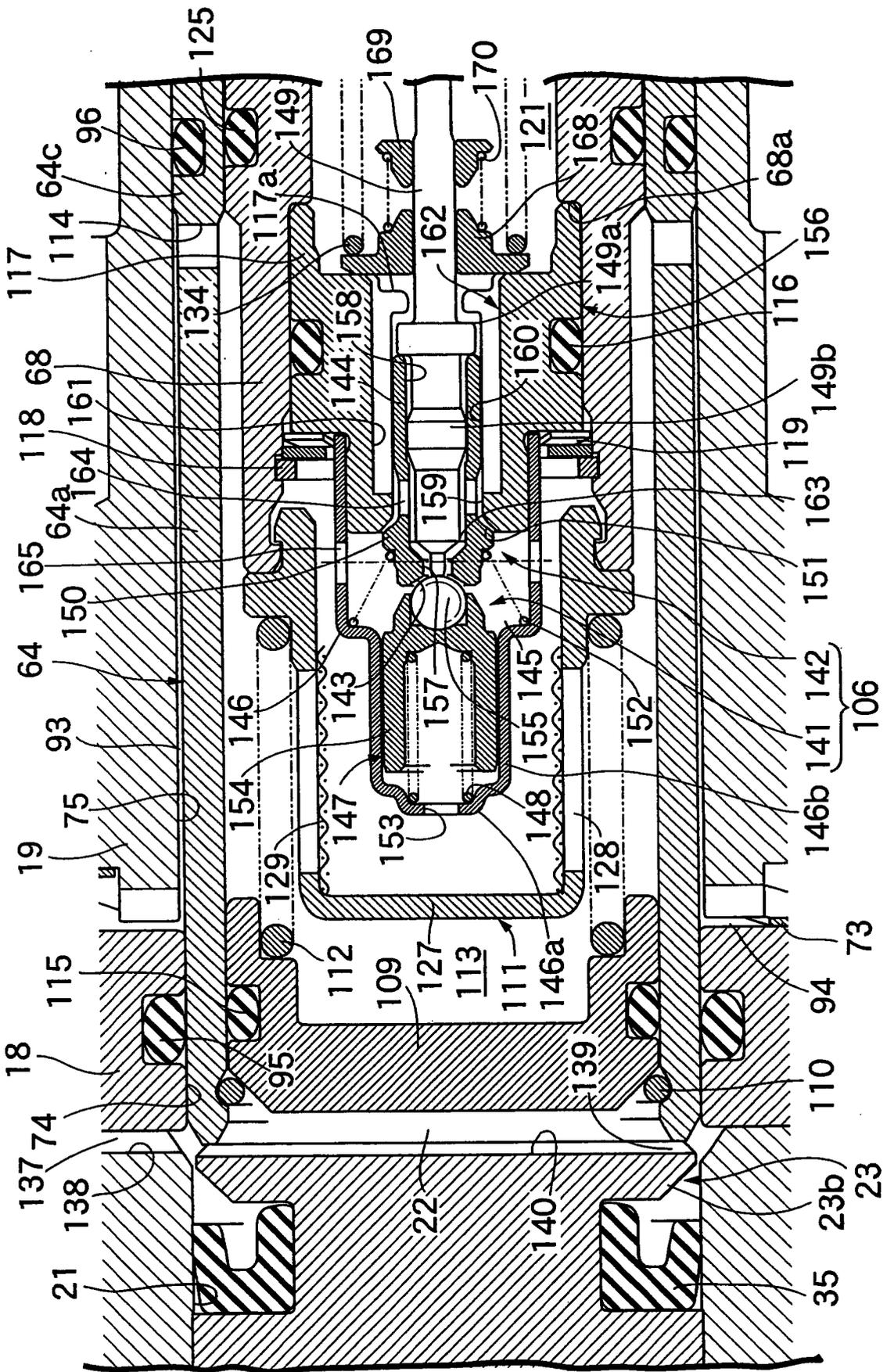


FIG.9

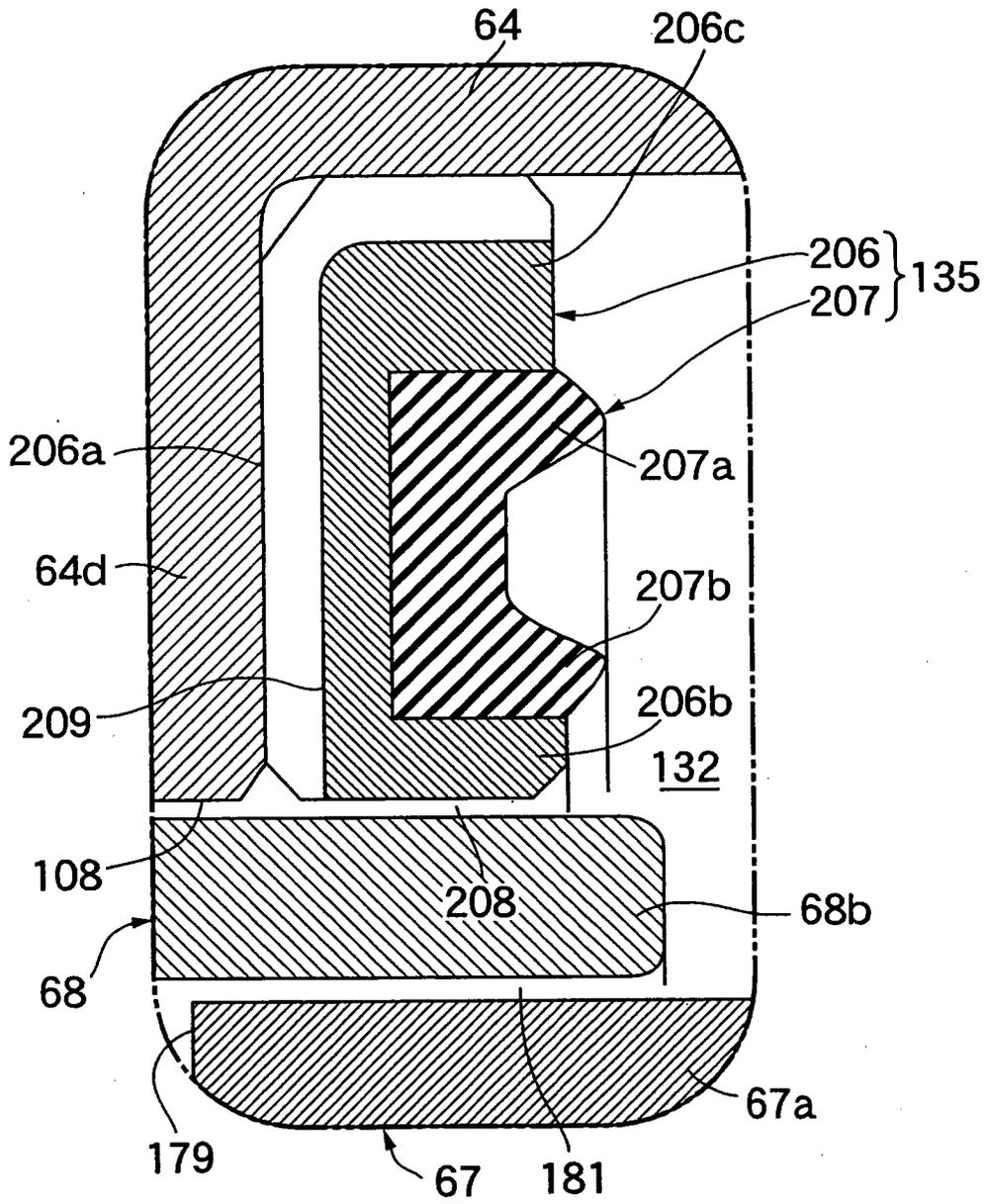


FIG.10

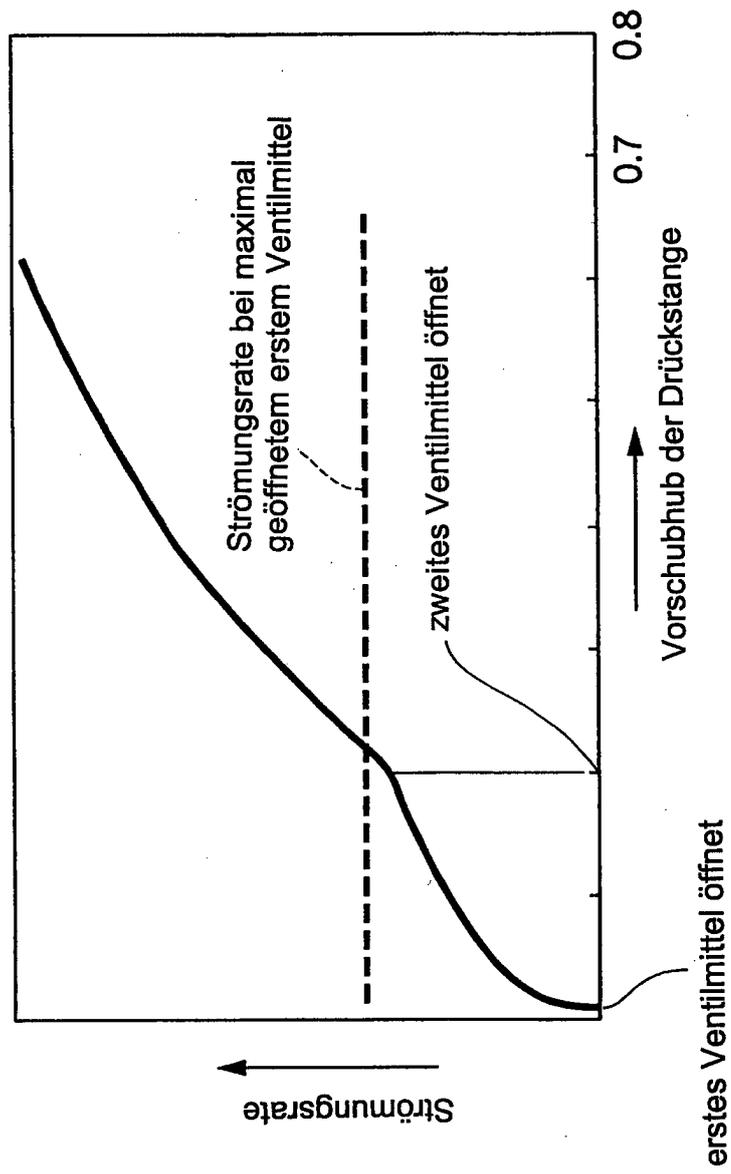


FIG.11

