



(10) **DE 10 2012 201 777 A1** 2012.08.09

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 201 777.1**

(22) Anmeldetag: **07.02.2012**

(43) Offenlegungstag: **09.08.2012**

(51) Int Cl.: **B60T 8/17 (2012.01)**

**B60T 8/48 (2012.01)**

**B60T 13/52 (2012.01)**

(30) Unionspriorität:

**2011-023869 07.02.2011 JP**

(74) Vertreter:

**HOFFMANN - EITLÉ, 81925, München, DE**

(71) Anmelder:

**Hitachi Automotive Systems, Ltd., Hitachinaka-shi, Ibaraki, JP**

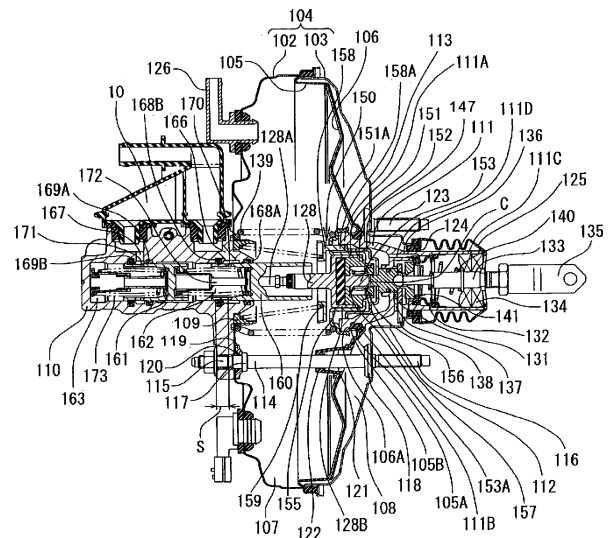
(72) Erfinder:

**Endo, Mitsuhiro, Kawasaki-shi, Kanagawa, JP;  
Owada, Hiroshi, Kawasaki-shi, Kanagawa, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verstärker**

(57) Zusammenfassung: Eine Eingabestange wird durch ein Bremspedal betätigt, um die Luft in eine Kammer variablen Drucks durch ein Steuerungsventil einzuführen, um einen Antriebskolben anzutreiben, wodurch ein Primärkolben vorangetrieben wird, um einen Bremsfluiddruck in einem Hauptzylinder zu erzeugen. Ein Teil der Reaktionskraft von dem Fluiddruck wird durch ein Reaktionselement auf die Eingabestange übertragen. Der Primärkolben wird mit einem Leerhub versehen, in dem kein Fluiddruck erzeugt wird, und die Reaktionskraft, die auf einen Kolben zu übertragen ist, wird durch eine Reaktionskrafteinstellfeder begrenzt. Im Bereich des Leerhubs wird ein Fluiddruck durch eine Fluiddrucksteuerungseinheit auf einen Radzylinder übertragen, um eine regenerative kooperative Steuerung durchzuführen, und eine Reaktionskraft von einer Reaktionsfeder wird an die Eingabestange angelegt.



## Beschreibung

### HINTERGRUND DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Verstärker, der eine Bremskraft verstärkt, mit einem Aktor.

**[0002]** Eine regenerative kooperative Steuerung ist eine bekannte Technik, die bei einer Bremsvorrichtung für Fahrzeuge eingesetzt wird, um eine gewünschte Bremskraft zu erhalten, indem die Bremskraftverteilung zwischen Reibungsbremsen unter Verwendung einer Fluiddruckbremse und regenerativen Bremsen unter Verwendung eines Dynamos, zum Beispiel eines Motorgenerators, gesteuert wird. Die japanische Patentanmeldungs-Veröffentlichung Nr. 2009-202678 offenbart eine Bremssteuervorrichtung mit einer Fluiddrucksteuerungseinheit, die zwischen einem Hauptzylinder und einer Fluiddruckbremse für jedes Rad eingesetzt ist. Die Fluiddrucksteuerungseinheit weist eine Pumpe, einen Akkumulator, ein elektromagnetisches Ventil usw. auf, um einen Fluiddruck, der der Fluiddruckbremse zuzuführen ist, wahlweise zu erhöhen, zu reduzieren oder zu halten. Während des regenerativen Bremsens stellt die Fluiddrucksteuerungseinheit einen Fluiddruck ein, der der Fluiddruckbremse zuzuführen ist, wodurch eine regenerative Kooperationssteuerung durchgeführt wird.

**[0003]** Das folgende Problem ist jedoch mit einer Bremssteuervorrichtung verbunden, die eine regenerative kooperative Steuerung unter Verwendung einer Fluiddrucksteuerungseinheit wie derjenigen, die in der japanischen Patentanmeldungs-Veröffentlichung Nr. 2009-202678 verwendet wird, durchführt. Wenn der Bremsfluiddruck durch die Fluiddrucksteuerungseinheit während der Ausübung der regenerativen Kooperationssteuerung erhöht oder reduziert wird, variiert der Fluiddruck in dem Hauptzylinder. Folglich variiert die Reaktionskraft der Betätigung eines Bremspedals, was das Bremspedalbetätigungsgefühl verschlechtert.

### DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0004]** Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Verstärker bereitzustellen, der dazu ausgestaltet ist, die Variation einer Reaktionskraft auf das Bremspedal während einer regenerativen kooperativen Steuerung zu reduzieren, um das Bremspedalbetätigungsgefühl zu verbessern.

**[0005]** Um das oben beschriebene Problem zu lösen, stellt die vorliegende Erfindung einen Verstärker bereit, der ein Eingabeelement, das als Antwort auf eine Betätigung eines Bremspedals beweglich ist, ein Assistenzelement, das dazu in der Lage ist, sich in Bezug auf das Eingabeelement vor und zurück zu

bewegen, einen Aktor, der angeordnet ist, um das Assistenzelement auf die Bewegung des Eingabeelements anzutreiben, sodass das Assistenzelement dem Eingabeelement folgt, einen Reaktionskraftverteilungsmechanismus, der dazu angeordnet ist, einen Schub des Eingabeelements und einen Schub des Assistenzelements in einen kombinierten Schub zu kombinieren und den kombinierten Schub auf einen Zylinder eines Hauptzylinders zu übertragen und ferner eine Reaktionskraft von dem Zylinder auf das Eingabeelement und auf das Assistenzelement zu verteilen, und ein Reaktionskraftanlegungselement, das dazu angeordnet ist, eine Reaktionskraft auf den Vortrieb des Eingabeelements anzulegen, aufweist. Während der Zeit, ab der ein Fluiddruck in dem Hauptzylinder als Antwort auf eine Betätigung des Bremspedals erzeugt wird bis der Schub des Aktors einen Volllastbereich erreicht, empfängt das Eingabeelement die Reaktionskraft von dem Reaktionskraftverteilungsmechanismus nicht, bis das Eingabeelement sich um einen vorbestimmten Hubweg aus einer Anfangsposition bewegt hat, aber empfängt die Reaktionskraft von dem Reaktionskraftverteilungsmechanismus für einen weiteren Hubweg des Eingabelements.

**[0006]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, die Variation der Reaktionskraft auf das Bremspedal während einer regenerativen kooperativen Steuerung zu reduzieren, um das Bremspedalbetätigungsgefühl zu verbessern.

### KURZE FIGURENBESCHREIBUNG

**[0007]** [Fig. 1](#) ist ein Konzeptblockdiagramm einer Bremsvorrichtung mit einem Verstärker gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

**[0008]** [Fig. 2](#) ist eine vertikale Schnittansicht des Verstärkers gemäß der ersten Ausführungsform und eines Hauptzylinders.

**[0009]** [Fig. 3](#) ist eine teilweise vergrößerte Ansicht des Verstärkers in [Fig. 1](#), die einen Zustand zeigt, in dem der Kolben des Hauptzylinders in einem Leerhubbereich ist, in dem der Hauptzylinder keinen Fluiddruck erzeugt.

**[0010]** [Fig. 4](#) ist eine teilweise vergrößerte Ansicht des Verstärkers in [Fig. 1](#), die einen Zustand zeigt, wo der Hauptzylinder einen Fluiddruck erzeugt und eine Reaktionskraft von dem Fluiddruck nicht auf eine Eingabestange übertragen wird.

**[0011]** [Fig. 5](#) ist eine teilweise vergrößerte Ansicht des Verstärkers in [Fig. 1](#), die einen Zustand zeigt, in dem der Hauptzylinder einen Fluiddruck erzeugt und eine Reaktionskraft von dem Fluiddruck auf die Eingabestange übertragen wird.

[0012] **Fig. 6** ist eine vergrößerte vertikale Schnittansicht eines Hauptteils eines Verstärkers gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0013] **Fig. 7** ist eine vertikale Schnittansicht eines Verstärkers gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0014] **Fig. 8** ist ein Graph, der die Eingabe-Ausgabecharakteristika des Verstärkers zeigt, der in **Fig. 1** gezeigt ist.

#### DETAILBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0015] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden unten im Detail mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen erklärt. Eine Autobremsvorrichtung **200**, die einen Verstärker **101** gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet, wird mit Bezug auf **Fig. 1** erklärt. Die Bremsvorrichtung **200** weist einen Verstärker **101**, eine Fluiddrucksteuerungseinheit **5**, die mit Fluiddruckanschlüssen **164** und **165** eines Hauptzylinders **110** verbunden ist, der auf dem Verstärker **101** installiert ist, um einen Bremsfluiddruck auf Radzylinder Ba bis Bd von Fluiddruckbremsen Wa bis Wd zu übertragen, eine Steuerung **7**, die die Fluiddrucksteuerungseinheit **5** steuert, und eine regenerative Bremsvorrichtung **8**, die ein regeneratives Bremsen durchführt, auf.

[0016] Die Fluiddrucksteuerungseinheit **5** weist einen Zweisystem-Fluiddruckkreislauf auf, der in der Form von „X-Röhren“ angeordnet ist. Der Zweisystem-Fluiddruckkreislauf enthält einen ersten Fluiddruckkreislauf **5A** (die rechte Seite der Mitte der Fluiddrucksteuerungseinheit **5**, wie in **Fig. 1** zu sehen ist) zum Zuführen eines Fluiddrucks von dem Primäranschluss **164** des Hauptzylinders **110** zu den Radzylindern Ba bis Bb der Bremsen für das linke Vorderad Wa und das rechte Hinterrad Wb, und einen zweiten Fluiddruckkreislauf **5B** (die linke Seite der Mitte der Fluiddrucksteuerungseinheit **5**, wie in **Fig. 1** zu sehen ist), um einen Fluiddruck von dem Sekundäranschluss **165** des Hauptzylinders **110** zu den Radzylindern Bc und Bd der Bremsen für das rechte Vorderad Wc und das linke Hinterrad Wd zuzuführen.

[0017] In dieser Ausführungsform sind die Bremsen Fluiddruck-Scheibenbremsen, die einen Fluiddruck auf die Radzylinder Ba bis Bd übertragen, um die hiermit verbundenen Kolben vorwärts zu bewegen, was bewirkt, dass Bremsklötze gegen entsprechende Bremsscheiben gepresst werden, die zusammen mit den Rädern rotieren, wodurch eine Bremskraft erzeugt wird. Die Bremsen können jedoch auch andere Typen von Fluiddruckbremsen sein, beispielsweise allgemein bekannte Trommelbremsen.

[0018] Der erste Fluiddruckkreislauf **5A** und der zweite Fluiddruckkreislauf **5B** haben ähnliche Anordnungen. Die Fluiddruckkreisläufe, die mit den Bremsen Ba bis Bd für die Räder Wa bis Wd verbunden sind, sind in ihrer Anordnung ebenfalls zueinander ähnlich. In der folgenden Beschreibung zeigen die Suffixe A und B und a bis d, die den Bezugszeichen hinzugefügt werden, an, dass die konstituierenden Elemente, die durch diese Bezugszeichen bezeichnet werden, jeweils zu dem ersten Fluiddruckkreislauf **5A** bzw. dem zweiten Fluiddruckkreislauf **5B** bzw. den Rädern Wa bis Wd gehören.

[0019] Die Fluiddrucksteuerungseinheit **5** weist Zuführungsventile **35A** und **35B** auf, die elektromagnetische An-Aus-Ventile sind, die die Zuführung eines Fluiddrucks von dem Hauptzylinder **110** zu den Radzylindern der Bremsen Ba bis Bd für die Räder Wa bis Wd steuern. Die Fluiddrucksteuerungseinheit **5** weist ferner Druckerhöhungsventile **36a** bis **36d**, die elektromagnetische An-Aus-Ventile sind, die die Zuführung von Fluiddruck zu den Bremsen Ba bis Bd steuern, Systemreservoirs **37A** und **37B** zum Lösen des Fluiddrucks von dem Bremsen Ba bis Bd, Druckverminderungsventile **38a** bis **38d**, die elektromagnetische An-Aus-Ventile sind, die das Lösen des Fluiddrucks von dem Bremsen Ba bis Bd zu dem Systemreservoir **37A** und **37B** steuern, Pumpen **39A** und **39B** zum Zuführen eines Fluiddrucks zu den Radzylindern Ba bis Bd der Bremsen, einen Pumpenmotor **40**, der die Pumpen **39A** und **39B** antreibt, Verstärkerventile **41A** und **41B**, die elektromagnetische An-Aus-Ventile sind, die die Zuführung von Fluiddruck von dem Hauptzylinder **110** zu den Ansaugseiten der Pumpen **39A** und **39B** steuern, Rückschlagventile **42A**, **42B**, **43A**, **43B**, **44A** und **44B**, um einen Rückfluss von der stromabwärtigen Seite der Pumpen **39A** und **39B** in Richtung der stromaufwärtigen Seite hiervon zu verhindern, und Fluiddrucksensoren **45A** und **45B**, die Fluiddrücke an dem Primäranschluss **164** und Sekundäranschluss **165** des Hauptzylinders **110** detektieren, auf.

[0020] Die folgenden Betriebsmodi können ausgeführt werden, indem die Operationen der Zuführventile **35A** und **35B**, der Druckerhöhungsventile **36a** bis **36d**, der Druckreduzierventile **38a** bis **38d** der Verstärkerventile **41A** und **41B** und des Pumpenmotors **40** durch die Fluiddrucksteuerungseinheit **5** gesteuert werden.

#### [Normalbremsmodus]

[0021] Während des normalen Bremsens werden die Zuführventile **35A** und **35B** und die Druckerhöhungsventile **36a** bis **36d** geöffnet, und die Druckreduzierventile **38a** bis **38d** und die Verstärkerventile **41A** und **41B** werden geschlossen, wodurch ein Fluiddruck von dem Hauptzylinder **110** zu den Rad-

zylindern Ba bis Bd der Räder Wa bis Wd bereitgestellt wird.

[Druckreduziermodus]

**[0022]** Die Druckreduzierventile **38a** bis **38d** werden geöffnet und die Zuführungsventile **35A** und **35B**, die Druckerhöhungsventile **36a** bis **36d** und die Verstärkerventile **41A** und **41B** werden geschlossen, wodurch der Fluiddruck von den Radzylindern Ba bis Bd in die Reservoirs **37A** und **37B** abgelassen wird, wodurch der Fluiddruck in den Radzylindern Ba bis Bd reduziert wird.

[Druckerhaltungsmodus]

**[0023]** Die Druckerhöhungsventile **36a** bis **36d** und die Druckreduzierventile **38a** bis **38d** sind geschlossen, wodurch der Fluiddruck in den Radzylindern Ba bis Bd aufrechterhalten wird.

[Druckerhöhungsmodus]

**[0024]** Die Druckerhöhungsventile **36a** bis **36d** werden geöffnet und die Zuführungsventile **35A** und **35B**, die Druckreduzierventile **38a** bis **38d** und die Verstärkerventile **41A** und **41B** werden geschlossen. In diesem Zustand wird der Pumpenmotor **40** betätigt, wodurch ein Zurückfließen von Bremsfluid aus dem Reservoir **37A** und **37B** zu dem Hauptzylinder **110** bewirkt wird, um den Fluiddruck in den Radzylindern Ba bis Bd zu erhöhen.

[Verstärkungsmodus]

**[0025]** Die Verstärkerventile **41A** und **41B** und die Druckerhöhungsventile **36a** bis **36d** werden geöffnet und die Druckverminderungsventile **38a** bis **38d** und die Zuführungsventile **35A** und **35B** werden geschlossen. In diesem Zustand wird der Pumpenmotor **40** betrieben, um die Pumpen **39A** und **39B** zu aktivieren, um Bremsfluid unabhängig vom Fluiddruck im Hauptzylinder **110** zu den Radzylindern Ba bis Bd zuzuführen.

**[0026]** Verschiedene Steuerungsoperationen können durchgeführt werden, indem die oben beschriebenen Betriebsmodi geeignet in Übereinstimmung mit den Fahrzeugzuständen ausgeführt werden. Beispielsweise ist es möglich, die folgende Steuerung auszuführen: Bremskraftverteilungssteuerung, um Bremskraft geeignet gemäß der Bodenhaftung usw. während des Bremsens auf jedes Rad zu übertragen; Antiblockierbremssteuerung, um ein Blockieren von Rädern zu verhindern, indem automatisch Bremskraft für jedes Rad während des Bremsens eingestellt wird; Fahrzeugstabilitätssteuerung, um ein Verhalten des Fahrzeugs durch Unterdrückung von Unerstern und Überstern durch automatisches Anlegen von Bremskraft auf jedes Rad

in geeigneter Weise, unabhängig von dem Betätigungsmaß des Bremspedals **19** zu stabilisieren; Berganfahrassistentensteuerung, um ein Anfahren an einer Steigung (insbesondere Aufwärtssteigung) zu unterstützen, während das Fahrzeug gebremst gehalten wird; Traktionssteuerung, um ein Durchdrehen eines Rads beim Anfahren usw. zu verhindern; Fahrzeugfolgesteuerung, um einen vorbestimmten Abstand zwischen dem betreffenden Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug einzuhalten; Uhrabweichungsverhinderungssteuerung, um das Fahrzeug in der Fahrspur zu halten; und Hindernisausweichsteuerung, um eine Kollision mit einem Hindernis zu vermeiden.

**[0027]** Als Pumpen **39A** und **39B** können herkömmlich bekannte Fluiddruckpumpen verwendet werden, beispielsweise Kolbenpumpen, Trochoidpumpen, Zahnradpumpen usw. Zahnradpumpen werden im Hinblick auf die Fahrzeugmontierbarkeit, geringe Lautstärke, Pumpeffizienz usw. bevorzugt verwendet. Der Pumpmotor **40** kann ein herkömmlich bekannter DC-Motor, bürstenloser DC-Motor oder beispielsweise ein Wechselstrommotor sein. Ein bürstenloser DC-Motor wird bevorzugt vom Standpunkt der Steuerbarkeit, geringen Lautstärke, Haltbarkeit, Fahrzeugmontierbarkeit usw. aus bevorzugt verwendet.

**[0028]** Charakteristika der elektromagnetischen An-Aus-Ventile der Fluiddrucksteuerungseinheit **5** können gemäß dem verwendeten Modus geeignet eingestellt werden. In diesem Zusammenhang ist jedoch die folgende Struktur im Hinblick auf eine Fehlersicherheit und Steuerungseffizienz zu bevorzugen. Diese sieht vor, dass die Zuführungsventile **35A** und **35B** und die Druckerhöhungsventile **36a** bis **36d** als normal-geöffnete Ventile ausgebildet sind und die Druckverminderungsventile **38a** bis **38d** und die Verstärkerventile **41A** und **41B** als normal-geschlossene Ventile ausgebildet sind. Wenn bei dieser Struktur kein Steuerungssignal von der Fluiddrucksteuerungseinheit **5** erhältlich ist, kann der erforderliche Fluiddruck von dem Hauptzylinder **110** zu den Bremsen Ba bis Bd zugeführt werden.

**[0029]** Die regenerative Bremsvorrichtung **8** treibt einen Dynamo (Elektromotor) durch die Rotation zumindest eines Rades während der Verzögerung und des Bremsens an, wodurch kinetische Energie als elektrische Energie zurück gewonnen wird. Die regenerative Bremsvorrichtung **8** und die Steuerung **7** tauschen Steuerungssignale aus, um eine regenerative Kooperationssteuerung auf der Grundlage eines Signals von einem Hubsensor **20** durchzuführen, der die Betätigung des Bremspedals **14** durch den Fahrer detektiert. Das heißt, während der regenerativen Bremsung wird ein erforderlicher Bremsfluiddruck berechnet, indem ein Fluiddruck, der einer Bremskraft entspricht, die durch die regenerative

Bremse erzeugt wird, von einem benötigten Bremsfluiddruck subtrahiert wird, der auf der Grundlage des Signals von einem Hubsensor **20** berechnet wird, und der Bremsfluiddruck, der damit erhalten wird, wird den Radzylindern Ba bis Bd zugeführt, wodurch eine gewünschte Bremskraft erhalten wird.

**[0030]** **Fig. 2** zeigt ein Fluiddruck-Erzeugungssystem inklusive den Verstärker **101** gemäß der ersten Ausführungsform und den Hauptzylinder **110**, der in dem Verstärker **101** angebracht ist. Der Verstärker **101** ist ein einzelner pneumatischer Verstärker mit einem pneumatischen Aktor als Verstärkerquelle. Der Verstärker **101** weist ein Gehäuse **104** auf. Das Gehäuse **104** ist ausgebildet, indem eine Vorderschale **102** und eine Rückenschale **103** miteinander verbunden werden, die aus einer dünnen Platte ausgebildet sind. Das Innere des Gehäuses **104** wird durch einen Leistungskolben **106** mit einer Membran **105** in zwei Kammern aufgeteilt, das heißt eine Konstantdruckkammer **107** und eine variable Druckkammer **108**. Die Vorderschale **102** und die Rückenschale **103** sind jeweils im Wesentlichen in der Form eines Kreiszylinders, von dem ein Ende geschlossen ist. Die Vorder- und Rückenschalen **102** und **103** sind luftdicht miteinander verbunden, indem die Öffnungskante des äußeren Umfangs der Rückenschale **103** in die Öffnungskante des äußeren Umfangs der Vorderschale **102** gefügt wird und ein äußerer Umfangsabschnitt der Membran **105** zwischen die Öffnungskanten der Vorder- und Rückenschalen **102** und **103** eingelegt wird.

**[0031]** Der Hauptzylinder **110** wird an der Vorderschale **102** befestigt, wobei das rückseitige Ende des Hauptzylinders **110** in eine Öffnung **109** in der Mitte des Bodens der Vorderschale **102** eingesetzt ist. Die Rückenschale **103** weist einen rückseitigen zylindrischen Abschnitt **112** auf, der von der Mitte ihres Bodens aus vorsteht, um es einem Ventilkörper **111** (Assistenzelement; später beschrieben) zu erlauben, hierin eingesetzt zu werden. Die Rückenschale **103** weist eine rückseitige Lageroberfläche **113** auf, die um den rückseitigen zylindrischen Abschnitt **112** herum ausgebildet ist. Die rückseitige Lageroberfläche **113** stößt gegen das Instrumentenbrett (nicht gezeigt) des Fahrzeugkörpers an.

**[0032]** Das Gehäuse **104** ist mit einer Verbindungsstange **114** versehen, die sich von der Vorderschale **102** zu der rückseitigen Lageroberfläche **113** der Rückenschale **103** hierdurch erstreckt. Die Verbindungsstange **114** weist einen Montagegewindeabschnitt **115** und einen Befestigungsgewindeabschnitt **116** an ihren gegenüberliegenden Enden auf. Die proximalen Endabschnitte des Montage- und des Befestigungsgewindeabschnitts **115** und **116** sind in ihrem Durchmesser vergrößert, um jeweils einen Frontflansch **117** und einen rückseitigen Flansch **118** zu bilden. Der Frontflansch **117** stößt luftdicht gegen die

Innenseite einer Frontlageroberfläche des Hauptzylinders **110**, mit einer Halterung **119** und einer Abdichtung **120** dazwischen eingefügt, an, und der rückseitige Flansch **118** stößt luftdicht gegen die Innenseite der rückseitigen Lageroberfläche **113** an. In diesem Zustand wird die Vorderschale **102** an der Rückenschale **103** durch eine Abdichtung befestigt. Der Mittelabschnitt der Verbindungsstange **114** erstreckt sich durch eine Öffnung **121**, die in dem Antriebskolben **106** vorgesehen ist, und durch eine im Wesentlichen kreisförmige zylindrische Stangendichtung **122** integral mit der Membran **105**, verschiebbar und luftdicht in Bezug auf den Antriebskolben **106** und die Membran **105**.

**[0033]** Es gibt zwei Verbindungsstangen **114** (nur eine von diesen ist in den Figuren gezeigt), die voneinander in der diametralen Richtung der Vorder- und Rückenschale **102** und **103** beabstandet sind. Der Montagegewindeabschnitt **115** jeder Verbindungsstange **114** wird verwendet, um den Hauptzylinder **110** an der Vorderschale **102** zu befestigen, und der Befestigungsgewindeabschnitt **116** wird verwendet, um die rückseitige Lageroberfläche **113** an dem oben beschriebenen Instrumentenbrett (nicht gezeigt) des Fahrzeugkörpers zu befestigen. Zusätzlich weist die rückseitige Lageroberfläche **113** rückseitige Bolzen **123** auf, die an ihr durch Abdichtung befestigt sind. Die rückseitigen Bolzen **123** werden dazu verwendet, die rückseitige Lageroberfläche **113** an dem Instrumentenbrett zu befestigen.

**[0034]** Das Frontende des im Wesentlichen kreiszylindrischen Ventilkörpers **111** ist im Durchmesser vergrößert, um einen kreiszylindrischen Abschnitt **111A** zu bilden. Der zylindrische Abschnitt **111A** wird in entsprechende zentrale Öffnungen **105A** und **106A** der Membran **105** und des Antriebskolbens **106** eingeführt. Eine innere umfangseitige Kante **105B** der zentralen Öffnung **105A** der Membran **105** wird in eine äußere umfangseitige Nut **111B** des Ventilkörpers **111** gefügt, wodurch es der Membran **105** und dem Ventilkörper **111** ermöglicht wird, luftdicht miteinander verbunden zu sein. Der Ventilkörper **111** weist einen zylindrischen Abschnitt mit verringertem Durchmesser **111C** an einem rückseitigen Ende auf. Der zylindrische Abschnitt mit verringertem Durchmesser **111C** erstreckt sich durch die Kammer mit variablem Druck **108** und wird durch den rückseitigen Zylinderabschnitt **112** der Rückenschale **103** eingesetzt, um sich nach außen zu erstrecken. Der zylindrische Abschnitt **112** weist ein Abdichtelement **124** auf, das an ihn gefügt ist, um den zylindrischen Abschnitt **112** und den zylindrischen Abschnitt mit reduziertem Durchmesser **111C** des Ventilkörpers **111** verschiebbar abzudichten. Zusätzlich ist eine faltenbalgförmige Staubabdichtung **125** zwischen dem zylindrischen Abschnitt **112** und dem zylindrischen Abschnitt mit reduziertem Durchmesser **111C** des Ventilkörpers **111** vorgesehen. Die Vorderschale **102** weist eine Ver-

bindungsrohre **126** auf, die hieran befestigt ist. Die Verbindungsrohre **126** ist mit einer Vakuumpumpe (nicht gezeigt) verbunden, zum Beispiel einer Motorsaugrohre, um die Kammer konstanten Drucks **107** zu jeder Zeit unter einem vorbestimmten Unterdruck zu halten.

**[0035]** Der zylindrische Abschnitt **111A** am Frontende des Ventilkörpers **111** ist mit einem Reaktionskrafteinstellmechanismus **150** versehen. Der Ventilkörper **111** überträgt den Schub hiervon über den Reaktionskrafteinstellmechanismus **150** an eine Ausgabestange **128**, die an einen Primärkolben (später beschrieben) des Hauptzylinders **110** anliegt. Die Ausgabestange **128** weist einen distalen Endabschnitt **128A** auf, der gegen den Primärkolben **160** anschlägt, und einen proximalen Endabschnitt **128B**, der in einer Becherform ausgebildet ist, um ein scheibenförmiges Reaktionselement **155** aufzunehmen (Reaktionskraftverteilungsmechanismus). Durch das Reaktionselement **155** empfängt die Ausgabestange **128** eine Kraft, die von dem Reaktionskrafteinstellmechanismus **150** übertragen wird, und überträgt eine Reaktionskraft von dem Hauptzylinder **110**.

**[0036]** Der Reaktionskrafteinstellmechanismus **150** weist ein becherförmiges Halteelement **151**, das an dem becherförmigen proximalen Endabschnitt **128B** der Ausgabestange **128** angebracht ist, ein im Wesentlichen kreiszylinderförmiges Reaktionskraftaufnahmeelement **152**, das dadurch befestigt ist, dass es in das Aufnahmeelement **151** gefügt ist, und ein im Wesentlichen säulenförmiges Reaktionskraftübertragungselement **153** (Reaktionskrafteinstellelement), das axial beweglich in dem Reaktionskraftaufnahmeelement **152** geführt wird, auf. Das Aufnahmeelement **151** weist eine stufenflanschförmige Federaufnahme **151A** auf, die am äußeren Umfang seiner Öffnung integral ausgebildet ist. Die Federaufnahme **151A** wird befestigt, indem sie am Frontende des Ventilkörpers **111** angefügt ist. Das Reaktionskraftaufnahmeelement **152** weist einen rückseitigen Endabschnitt auf, der sich von der Öffnung im Boden des Aufnahmeelements **151** aus erstreckt. Das Frontende des Reaktionskraftaufnahmeelements **152** ist an den proximalen Endabschnitt **128B** der Ausgabestange **128** gefügt, um gegen das Reaktionselement **125** anzuliegen. Das Reaktionskraftübertragungselement **153** wird gegen das Reaktionselement **155** durch eine Reaktionskrafteinstellfeder **157** gedrängt, die eine Kompressionsspulenfeder ist. Die Reaktionskrafteinstellfeder **157** wird zwischen einer Federaufnahme mit vergrößertem Durchmesser **153A**, die an einem axialen Zwischenabschnitt des Reaktionskraftübertragungselements **153** ausgebildet ist, und einem Führungsabschnitt **156** des Reaktionskraftaufnahmeelements **152**, das das Reaktionskraftübertragungselement **153** führt, eingesetzt. Der Führungsabschnitt **156** wird an dem Reaktionskraftaufnahmeelement **152** befestigt. Ein Anliegen der Federauf-

nahme **153A** gegen das Reaktionskraftaufnahmeelement **152** beschränkt das Reaktionskraftübertragungselement **153** darin, sich in Richtung des Reaktionselements **155** zu bewegen, wobei das Frontende der Federaufnahme **153A** gegen das Reaktionselement **155** anliegt. Es sollte bemerkt werden, dass, obwohl das Reaktionselement **155** in dieser Ausführungsform im becherförmigen proximalen Endabschnitt **128B** der Ausgabestange **128** enthalten ist, das Reaktionskraftaufnahmeelement **152** mit einer Ausnehmung versehen sein kann, um das Reaktionselement **155** aufzunehmen. In einem solchen Fall kann die Ausgabestange **128** in ihrer Konfiguration durch Ausbilden des proximalen Endabschnitts **128B** in einer scheibenförmigen Form vereinfacht werden.

**[0037]** Ein Kolben **131** wird in den zylindrischen Abschnitt **111C** mit reduziertem Durchmesser am rückseitigen Ende des Ventilkörpers **111** in dem Zustand eingebracht, indem er an seinem äußeren Umfang abgedichtet ist. Der Kolben **131** wird axial verschiebbar und luftdicht zwischen dem zylindrischen Abschnitt mit vergrößertem Durchmesser **111A** und dem zylindrischen Abschnitt mit reduziertem Durchmesser **111C** des Ventilkörpers **111** geführt. Der Kolben **131** weist einen Abschnitt mit reduziertem Durchmesser an seinem Frontende auf. Der Frontendabschnitt mit reduziertem Durchmesser des Kolbens **131** wird in den Führungsabschnitt **156** des Reaktionskraftaufnahmeelements **152** so eingesetzt, dass er dem Reaktionskraftübertragungselement **153** über einen Spalt C zugewandt ist. Der Kolben **131** ist mit dem distalen Ende einer Eingabestange **133** (Eingabeelement) verbunden, die von dem rückseitigen Ende des Ventilkörpers **111** in diesen eingeführt wird. Mit dieser Struktur wird der Kolben **131** durch die Eingabestange **133** betätigt. Der proximale Endabschnitt der Eingabestange **133** erstreckt sich nach außen durch eine luftdurchlässige Staubabdichtung **134**, die in den rückseitigen Endabschnitt des Ventilkörpers **111** gefügt ist. Eine Gabel **135** ist am proximalen Ende der Eingabestange **133** befestigt, um das Bremspedal **19** (siehe [Fig. 1](#)) mit der Eingabestange **133** zu verbinden. Zusätzlich wird ein Steuerungsventil **132** in den zylindrischen Abschnitt mit reduziertem Durchmesser **111C** des Ventilkörpers **111** eingesetzt. Das Steuerungsventil **132** wird durch den Kolben **131** anausgesteuert. Das Steuerungsventil **132** wird in eine Richtung zum Schließen des Ventils durch eine Ventilsfeder **141** gedrängt, die an einem Ende von ihm durch die Eingabestange **133** gehalten wird.

**[0038]** Der Ventilkörper **111** weist eine Seitenwand **111D** auf, die mit einem Durchgang konstanten Drucks **136** versehen ist, der sich in der axialen Richtung des Ventilkörpers **111** erstreckt, um mit der Kammer konstanten Drucks **107** verbunden zu sein. Die Seitenwand **111D** ist ferner mit einem Durchgang variablen Drucks **137** versehen, der sich in der radialen Richtung des Ventilkörpers **111** erstreckt, um

mit der Kammer variablen Drucks **108** verbunden zu sein. Das Steuerungsventil **132** schaltet zwischen Verbindung und Trennung des Durchgangs konstanten Drucks **136** und der Atmosphäre (Seite der Staubdichtung **134**) in Bezug auf den Durchgang variablen Drucks **137** gemäß der relativen Verschiebung zwischen dem Ventilkörper **111** und dem Kolben **131** um. Wenn das Bremspedal **19** nicht betätigt wird, werden der Durchgang konstanten Drucks **136** (das heißt die Kammer konstanten Drucks **107**) und die Atmosphäre (die Seite der Staubdichtung **134**) vom Durchgang variablen Drucks **137** (das heißt der Kammer variablen Drucks **108**) abgeschnitten. Wenn das Bremspedal **19** betätigt wird, um den Kolben **131** relativ zum Ventilkörper **111** vorwärts zu bewegen, ist der Durchgang variablen Drucks **137** mit der Atmosphäre (der Seite der Staubdichtung **134**) verbunden, wobei der Durchgang konstanten Drucks **136** von dem Durchgang variablen Drucks **137** abgeschnitten bleibt. Zu diesem Zeitpunkt ist der Durchgang variablen Drucks **137** gegenüber der Atmosphäre durch die Staubdichtung **134** geöffnet.

**[0039]** Ein Stoppschalter **138** wird in den Durchgang variablen Drucks **137** eingeführt, der sich radial durch die Seitenwand **111D** des Ventilkörpers **111** erstreckt. Der Stoppschalter **138** begrenzt die zurückgezogene Position des Ventilkörpers **111**, indem er in Eingriff mit einem Stufenabschnitt des zylindrischen Abschnitts **112** der Rückenschale **103** steht. Zusätzlich begrenzt der Stoppschalter **138** das Maß relativer Verschiebung zwischen dem Ventilkörper **111** und dem Kolben **131**, indem er beweglich in eine äußere umfangseitige Nut des Kolbens **131** eingreift.

**[0040]** Eine Rückführfeder **139** ist zwischen der Frontwand der Frontschale **102** und der Federaufnahme **151A** des Aufnahmeelements **151** vorgesehen, das an dem zylindrischen Abschnitt **111A** am Frontende des Ventilkörpers **111** befestigt ist. Die Rückführfeder **139** drängt den Ventilkörper **111** in eine zurückgezogene Position von ihm. Eine Rückführfeder **140** ist in dem zylindrischen Abschnitt von reduziertem Durchmesser **111C** am rückseitigen Ende des Ventilkörpers **111** vorgesehen, um die Eingabestange **133** in Richtung einer zurückgezogenen Position von ihr zu drängen.

**[0041]** Ein becherförmiges Druckelement **147** wird axial verschiebbar am äußeren Umfang des Aufnahmeelements **151** des Reaktionskrafteinstellmechanismus **150** befestigt. Das Druckelement **147** weist den Abschnitt von reduziertem Durchmesser am Frontende des Kolbens **131** auf, der durch eine Öffnung im Boden des Druckelements **147** eingeführt wird. Der Boden des Druckelements **147** schlägt gegen einen abgestuften Abschnitt des Kolbens **131** an. Das Rückhalteelement **151** ist mit einer ringförmigen Federaufnahme **158** an der inneren Umfangseite der Rückführfeder **139** weiter vorne als die Fe-

deraufnahme **151A** von ihr vorgesehen. Die Federaufnahme **158** ist integral mit einem anliegenden Abschnitt **158A** ausgebildet. Der anliegende Abschnitt **158A** erstreckt sich durch die Federaufnahme **151A** des Aufnahmeelements **151**, um gegen das Frontende des Druckelements **147** anzustoßen. Eine Reaktionsfeder **159** (Reaktionskraftanlegungselement) ist zwischen der Frontwand der Vorderschale **102** und der Federaufnahme **158** eingebracht. Die Reaktionsfeder **159** ist eine sich verjüngende Schraubenfeder, die in ihrem Durchmesser kleiner als die Rückführfeder **139** ist. In dieser Ausführungsform sind die Reaktionsfeder **159** und die Rückführfeder **139** so angeordnet, dass ihre axialen Positionen miteinander fluchten, sodass der Verstärker **101** kleiner ausgeführt wird. Es sollte bemerkt werden, dass, obwohl in dieser Ausführungsform die Reaktionsfeder **159** eine sich verjüngende Schraubenfeder ist, die vorliegende Erfindung nicht hierauf beschränkt ist. Es ist möglich, irgendein Reaktionskraftanlegungselement zu verwenden, zum Beispiel verschiedene Schraubenfedern, wie zum Beispiel eine fassförmige Feder und eine sanduhrförmige Feder, eine schraubenförmige Wellenfeder, eine Kombination von Kegelscheibenfedern und ein elastisches Element, das aus Gummi oder Kunststoff hergestellt ist.

**[0042]** Obwohl in dieser Ausführungsform die Reaktionsfeder **159** als ein Reaktionskraftanlegungselement in dem Gehäuse **104** vorgesehen ist, ist die vorliegende Erfindung nicht hierauf beschränkt. Die Reaktionsfeder **159** kann außerhalb des Gehäuses **104**, beispielsweise auf dem Bremspedal **119** oder zwischen der Eingabestange **133** und der rückseitigen Schale **103** vorgesehen werden. Das Reaktionskraftanlegungselement kann durch die Rückführfeder **140** ohne die Verwendung der Reaktionsfeder **159** ausgebildet werden.

**[0043]** Der Hauptzylinder **110** weist einen kreiszylindrischen Primärkolben **160** auf, der in einen öffnungsseitigen Teil von ihm eingefügt ist. Der Primärkolben **160** weist einen becherförmigen distalen Endabschnitt auf. Der Hauptzylinder **110** weist ferner einen becherförmigen Sekundärkolben **161** auf, der in einen bodenseitigen Teil von ihm gefügt ist. Der rückseitige Endabschnitt des Primärkolbens **160** steht von der Öffnung des Hauptzylinders **110** vor und stößt gegen das distale Ende der Ausgabestange **128** in der Kammer konstanten Drucks **107** an. Der Hauptzylinder **110** weist zwei Druckkammern, das heißt eine Primärkammer **162** und eine Sekundärkammer **163**, auf, die durch den Primärkolben **160** und den Sekundärkolben **161** in ihm ausgebildet sind. Die Primärkammer **162** und die Sekundärkammer **163** sind jeweils mit Fluiddruckanschlüssen **164** und **165** versehen (siehe [Fig. 1](#)). Die Fluiddruckanschlüsse **164** und **165** sind mit den Radzylindern Ba bis Bd der Fluiddruckbremsen für die Räder Wa bis Wd durch die Fluiddrucksteuerungseinheit **5** verbunden, die ei-

nen Zweisystem-Fluiddruckkreislauf aufweist (siehe [Fig. 1](#)).

**[0044]** Die Oberseite der Seitenwand des Hauptzylinders **110** ist mit Reservoiranschlüssen **166** und **167** zum Verbinden der Primärkammer **162** und der Sekundärkammer **163** mit einem Reservoir **10** versehen. Zwei Abdichtelemente **168A** und **168B** dichten zwischen der Zylinderbohrung des Hauptzylinders **110** und dem Primärkolben **160** ab. Ähnlich dichten zwei Abdichtelement **169A** und **169B** zwischen der Zylinderbohrung des Hauptzylinders **110** und dem Sekundärkolben **161** ab. Die Abdichtelemente **168A** und **168B** sind so angeordnet, dass sie einander über dem Reservoiranschluss **166** axial zugewandt sind. Wenn der Primärkolben **160** in einer Nicht-Bremsposition ist, die in [Fig. 2](#) gezeigt ist, ist die Primärkammer **162** mit dem Reservoiranschluss **166** durch einen Anschluss **170** verbunden, der in der Seitenwand des Primärkolbens **160** vorgesehen ist. Wenn sich der Primärkolben **160** aus der Nicht-Bremsposition über einen vorbestimmten Leerhub S vorwärts bewegt, wird die Primärkammer **162** von dem Reservoiranschluss **166** durch das Abdichtelement **168B** abgeschnitten. Folglich wird die Primärkammer **162** unter Druck gesetzt (siehe [Fig. 4](#)).

**[0045]** Ähnlich sind die Abdichtelemente **169A** und **169B** dazu angeordnet, einander über den Reservoiranschluss **167** zugewandt zu sein. Wenn der Sekundärkolben **161** in einer Nicht-Bremsposition ist, die in [Fig. 2](#) gezeigt ist, ist die Sekundärkammer **163** mit dem Reservoiranschluss **167** durch einen Anschluss **171** verbunden, der in der Seitenwand des Sekundärkolbens **161** vorgesehen ist. Wenn sich der Sekundärkolben **161** von der Nicht-Bremsposition über einen vorbestimmten Leerhub S vorwärts bewegt, wird die Sekundärkammer **163** von dem Reservoiranschluss **167** durch das Abdichtelement **169B** abgeschlossen. Folglich ist die Sekundärkammer **163** druckbeaufschlagt.

**[0046]** Eine Federanordnung **172** ist zwischen dem Primärkolben **160** und dem Sekundärkolben **161** in der Primärkammer **162** eingefügt. Eine Rückführfeder **173** wird zwischen dem Boden des Hauptzylinders **110** und dem Sekundärkolben **161** in der Sekundärkammer **163** eingefügt. Die Rückführfeder **173** ist eine Kompressionsspulenfeder. Die Federanordnung **172** umfasst eine Kompressionsspulenfeder, die in einem vorbestimmten komprimierten Zustand durch eine expandierbare Aufnahme so gehalten wird, dass die Federanordnung **172** gegen die Federkraft von ihr komprimiert werden kann. Der Primärkolben **160** und der Sekundärkolben **161** bewegen sich normalerweise gleichzeitig, um die Primärkammer **162** und die Sekundärkammer **163** gleichzeitig mit Druck zu beaufschlagen.

**[0047]** Obwohl in der vorhergehenden Ausführungsform ein Tandemhauptzylinder als Beispiel verwendet wird, kann ein einzelner Hauptzylinder verwendet werden, wenn beispielsweise ein Bremssystem verwendet wird, in dem die zwei Vorderräder hydraulisch gesteuert werden und die Hinterräder elektrisch gesteuert werden.

**[0048]** Als nächstes wird der Betrieb des Verstärkers **101** mit Bezug auf [Fig. 2](#) bis [Fig. 5](#) und [Fig. 8](#) beschrieben werden. Es sollte bemerkt werden, dass [Fig. 8](#) die Beziehung zwischen der Eingabe F auf die Eingabestange **133** (das heißt dem Pedaldruck, der auf das Bremspedal **19** angelegt wird) einerseits und dem Fluidruck P (und der Bremskraft) in dem Hauptzylinder **110** und dem Hub L der Eingabestange **133** andererseits zeigt.

**[0049]** Im Nicht-Bremszustand, der in [Fig. 2](#) gezeigt ist, ist der Kolben **131** in der Nicht-Bremsposition, die in der Figur gezeigt ist, und die Kammer konstanten Drucks **107** und die Kammer variablen Drucks **108** sind unter demselben Druck. Daher wird kein Schub in dem Antriebskolben **106** erzeugt. Zu diesem Zeitpunkt sind der Durchgang konstanten Drucks **136** (das heißt die Kammer konstanten Drucks **107**) und der Durchgang variablen Drucks **137** (das heißt die Kammer variablen Drucks **108**) durch das Steuerungsventil **132** abgeschnitten.

**[0050]** Wenn damit begonnen wird, das Bremspedal **19** einzudrücken (siehe Eingabe F1 in [Fig. 8](#)), und der Kolben **131** durch die Eingabestange **133** gegen die Federkraft der Reaktionsfeder **159**, die durch die Federaufnahme **158** und das Druckelement **147** angelegt wird, und die Federkraft der Rückführfeder **140** auf den Kolben **131** nach vorne bewegt wird, trennt sich der Kolben **131** von dem Steuerungsventil **132**, was dazu führt, dass der Durchgang variablen Drucks **137** zur Atmosphäre hin geöffnet wird, wodurch die Luft in die Kammer variablen Drucks **108** eingeführt werden kann. Folglich wird ein Differenzialdruck zwischen der Kammer konstanten Drucks **107** und der Kammer variablen Drucks **108** erzeugt und dieser Differenzialdruck erzeugt einen Schub auf den Antriebskolben **106**. Folglich bewegt sich der Ventilkörper **111** nach vorne, was bewirkt, dass die Ausgabestange **128** durch das Reaktionselement **155** vorwärts bewegt wird, um den Primärkolben **160** des Hauptzylinders **110** zu drücken. Wenn der Ventilkörper **111** sich nach vorne bewegt, wird der Durchgang variablen Drucks **137** von der Atmosphäre durch das Steuerungsventil **132** abgeschnitten. Folglich wird der Differenzialdruck zwischen der Kammer konstanten Drucks **107** und der Kammer variablen Drucks **108**, das heißt der Schub des Antriebskolbens **106**, aufrechterhalten. Folglich bewegt sich der Ventilkörper **111** der Bewegung des Kolbens **131** folgend.

[0051] Wie in [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) gezeigt ist, wird zu diesem Zeitpunkt kein Fluiddruck in dem Hauptzylinder **110** erzeugt und von dem Fluiddruck wird keine Reaktionskraft erzeugt, bis der Primärkolben **160** und der Sekundärkolben **161** die Leerhubposition S erreichen. Folglich wirkt nur eine Reaktionskraft von der Federkraft der Reaktionsfeder **159** auf das Bremspedal **19**.

[0052] Wenn das Bremspedal **19** weiter eingedrückt wird, sodass der Primärkolben **160** die Leerhubposition S erreicht, wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist, werden die Anschlüsse **170** und **171** durch die Dichtelemente **168B** und **169B** geschlossen, was zu einem Erzeugen von Fluiddruck im Hauptzylinder **110** führt (siehe die Eingabe F2 in [Fig. 8](#)), und eine Reaktionskraft von dem Fluiddruck wirkt auf den Ventilkörper **111** durch das Reaktionselement **155** und ferner durch das Reaktionskraftaufnahmeelement **152**. Zu diesem Zeitpunkt wirkt auch ein Teil der Reaktionskraft auf das Reaktionskraftübertragungselement **153** durch das Reaktionselement **155**. Das Reaktionskraftübertragungselement **153** wird jedoch durch die Reaktionskraft-einstellfeder **157** in Richtung des Reaktionselements **155** gedrängt. Daher bewegt sich das Reaktionskraftübertragungselement **153** nicht, bis die Reaktionskraft, die auf das Reaktionskraftübertragungselement **153** wirkt, die Federkraft der Reaktionskraft-einstellfeder **157** erreicht. Zusätzlich ist der Spalt C zwischen dem Reaktionskraftübertragungselement **153** und dem Kolben **131** vorgesehen. Daher wirkt die Reaktionskraft von dem Fluiddruck in dem Hauptzylinder **110** nicht auf den Kolben **131**, sondern die Reaktionskraft der Federkraft der Reaktionsfeder **159** und die derjenigen der Rückführfeder **140** wirken weiter auf den Kolben **131**. Damit ist es möglich, ein bevorzugtes Bremsbetätigungsgefühl auf dem Bremspedal **19** aufrechtzuerhalten, unabhängig vom Fluiddruck im Hauptzylinder **110**.

[0053] Wenn das Bremspedal **19** weiter eingedrückt wird, bewegt sich der Ventilkörper **111** weiter nach vorne, was den Fluiddruck in dem Hauptzylinder **110** dazu bringt, zu steigen, was zu einem Anstieg der Reaktionskraft von dem Fluiddruck führt. Wenn die Reaktionskraft, die von dem Reaktionselement **155** auf das Reaktionskraftübertragungselement **153** ausgeübt wird, die Federkraft der Reaktionskraft-einstellfeder **157** übersteigt, wie in [Fig. 5](#) gezeigt ist, zieht sich das Reaktionskraftübertragungselement **153** zurück und schlägt gegen den Kolben **131** an (siehe Eingabe F3 in [Fig. 8](#)). Folglich wirkt ein Teil der Reaktionskraft von dem Fluiddruck in dem Hauptzylinder **110** auf den Kolben **131**. Als eine Folge nimmt das Verstärkerverhältnis des Verstärkers **101** ab, aber die Reaktionskraft, die gemäß dem Fluiddruckanstieg im Hauptzylinder **110** ansteigt, wird auf das Bremspedal **19** übertragen, und es ist möglich, dem Fahrer ein angespanntes Bremsgefühl zu vermitteln, das nicht alleine durch die Reaktionsfeder **159** erhalten werden

kann. Wenn das Bremspedal **19** danach weiter eingedrückt wird, um den Vollastpunkt zu erreichen (siehe Eingabe F4 in [Fig. 8](#)), nimmt das Verstärkerverhältnis weiter ab.

[0054] Wenn das Bremspedal **19** zurückgenommen wird, um die Eingabe auf die Eingabestange **133** aufzuheben, zieht sich der Kolben **131** zurück und der Durchgang variablen Drucks **137** ist mit dem Durchgang konstanten Drucks **136** in dem Zustand verbunden, in dem sie von der Atmosphäre durch das Steuerungsventil **132** abgeschnitten sind. Damit wird der Differenzialdruck zwischen der Kammer konstanten Drucks **107** und der Kammer variablen Drucks **108** aufgehoben und der Schub in dem Antriebskolben **106** verschwindet. Folglich zieht sich der Antriebskolben **106** zurück, indem er der Bewegung des Kolbens **131** folgt, um zu der Nicht-Bremsposition, die in [Fig. 2](#) gezeigt ist, zurückzukehren.

[0055] Das Folgende ist eine Erklärung der Steuerung der Bremsvorrichtung **200** durch die Steuerung **7**.

[0056] Während der Zeit ab dem Beginn des Eindrückens des Bremspedals **19** bis der Hub des Primärkolbens **160** und des Sekundärkolbens **161** den Leerhub S erreicht, betreibt die Steuerung **7** die Fluiddrucksteuerungseinheit **5**, um das Bremsfluid den Radzylindern Ba bis Bd auf der Basis des Hubs der Eingabestange **133** (das heißt des Bremspedals **19**), der durch den Hubsensor **20** detektiert wird, zuzuführen, wodurch eine Bremskraft erzeugt wird, die dem Betätigungsmaß des Bremspedals **19** entspricht. Zu diesem Zeitpunkt wird eine Reaktionskraft, die dem Betätigungsmaß des Bremspedals **19** entspricht, auf das Bremspedal **19** durch die Federkraft der Reaktionsfeder **159** angelegt.

[0057] Normalerweise wird im oben beschriebenen Bremsbereich (Bereich der Eingaben F1 bis F3 in [Fig. 8](#)), nach einer kurzen Leerzeit von F1, ein regeneratives Bremsen durch die regenerative Bremsvorrichtung **8** durchgeführt und eine regenerative kooperative Steuerung wird durch die Steuerung **7** durchgeführt. Während der Ausführung regenerativer kooperativer Steuerung erzeugt die regenerative Bremsvorrichtung **8** eine regenerative Bremskraft entsprechend einer Zielbremskraft, die auf der Grundlage des Hubs der Eingabestange **133**, die durch den Hubsensor **20** detektiert wird, bestimmt wird. Wenn die regenerative Bremskraft nicht ausreicht, wird ein Bremsfluiddruck, der dem Unterschied zwischen der Zielbremskraft und der regenerativen Bremskraft entspricht, den Radzylindern Ba bis Bd zugeführt, wodurch eine gewünschte Bremskraft erhalten wird.

[0058] Während der regenerativen kooperativen Steuerung wird in dem Hauptzylinder **110** kein Fluiddruck erzeugt, bis der Hub der Eingabestange **133**

den Leerhub S (Eingabe F2 in [Fig. 8](#)) erreicht. Daher kann regeneratives Bremsen maximal verwendet werden, sodass Energie effizient wieder aufgenommen werden kann. Selbst wenn der Fluiddruck in dem Hauptzylinder **110** durch den regenerativen kooperativen Betrieb der Fluiddrucksteuerungseinheit **5** variiert wird, wird der Fluiddruck in dem Hauptzylinder **110** nicht ansteigen, weil die Primärkammer **162** und die Sekundärkammer **163** des Hauptzylinders **110** mit dem Reservoir **10** in Verbindung stehen. Folglich gibt es keinen Rückstoß auf das Bremspedal **19** aufgrund einer Reaktionskraft von dem Fluiddruck, und der Fahrer kann das Bremspedal **19** betätigen, ohne sich unwohl zu fühlen. Durch Konfigurieren des Systems, sodass die regenerative Bremsvorrichtung **8** einen maximale regenerativen Zustand im Bereich des Leerhubs S erreicht, kann regeneratives Bremsen maximal verwendet werden und die Energie kann effizient wieder aufgenommen werden. Wenn die regenerative Bremsvorrichtung **8** kein regeneratives Bremsen im Bereich des Leerhubs S ausführt, erzeugt die Fluiddrucksteuerungseinheit **5** einen Fluiddruck, der dem Hub der Eingabestange **133** entspricht. Es ist daher möglich, zu verhindern, dass der Fahrer ein unbequemes Gefühl hat, wenn er eine Verzögerung als Antwort auf die Betätigung des Bremspedals **19** erfährt.

**[0059]** Der Ausdruck „maximaler regenerativer Zustand“, wie er hierin verwendet wird, meint die maximale Bremskraft (häufig beschrieben durch Kraft oder Beschleunigung) der regenerativen Bremsvorrichtung, die bei der Konstruktion des Fahrzeugs eingestellt ist.

**[0060]** Obwohl es bevorzugt wird, dass die regenerative Bremsvorrichtung **8** den maximalen regenerativen Zustand im Bereich der Eingaben F1 bis F3 in [Fig. 8](#) erreicht, kann das regenerative Maß sogar für dieselbe Eingabe von der Eingabestange in Abhängigkeit der Fahrzustände des Fahrzeugs abweichen, weil die regenerative Menge in Übereinstimmung mit der Fahrzeuggeschwindigkeit, dem Batterieladezustand, der Straßenoberfläche  $\mu$  usw. eingestellt wird. Es gibt Fälle, in denen die regenerative Bremsung in Abhängigkeit der Fahrzustände des Fahrzeugs angehalten wird.

**[0061]** Wenn das Bremspedal **19** weiter eingedrückt wird, sodass der Hub des Primärkolbens **160** den Leerhub S erreicht (siehe Eingabe F2 in [Fig. 8](#)), wird der Reservoiranschluss **166** geschlossen, und ein Fluiddruck wird in dem Hauptzylinder **110** erzeugt. Folglich wirkt eine Reaktionskraft von dem Fluiddruck auf das Reaktionskraftaufnahmeelement **152** und das Reaktionskraftübertragungselement durch das Reaktionselement **155**. Zu diesem Zeitpunkt bewegt sich das Reaktionskraftübertragungselement **153** nicht, bis die Reaktionskraft, die auf das Reaktionskraftübertragungselement **153** wirkt, die Feder-

kraft der Reaktionskrafteinstellfeder **157** erreicht. Zusätzlich wird der Spalt C zwischen dem Reaktionskraftübertragungselement **153** und dem Kolben **131** vorgesehen. Daher wirkt die Reaktionskraft von dem Fluiddruck in dem Hauptzylinder **110** nicht auf den Kolben **131**, sondern nur die Reaktionskraft von der Federkraft der Reaktionsfeder **159** und der Rückführfeder **140** wirkt durchgehend auf den Kolben **131**. Damit ist es möglich, ein bevorzugtes Betätigungsgefühl auf dem Bremspedal **19** unabhängig vom Fluiddruck im Hauptzylinder **110** aufrecht zu erhalten.

**[0062]** Daher wird, in Bezug auf den schraffierten Bereich R in [Fig. 8](#), kein Hauptzylinder-Fluiddruck erzeugt, sondern durch die regenerative Bremsvorrichtung **8** oder die Fluiddrucksteuerungseinheit **5** wird eine Bremskraft erzeugt. Hierdurch ist es möglich, eine gewünschte Bremskraft zu erhalten (Strichpunktlinie in [Fig. 8](#)), die dem Betätigungsmaß des Bremspedals **19** entspricht, das äquivalent einer Bremskraft ist, die erhalten wird, wenn der Hauptzylinder-Fluiddruck in dem schraffierten Bereich R erzeugt wird.

**[0063]** Wenn das Bremspedal **19** weiter eingedrückt wird, bewegt sich der Ventilkörper **111** weiter nach vorne, was bewirkt, dass der Fluiddruck in dem Hauptzylinder **110** ansteigt, was wiederum zu einem Anstieg der Reaktionskraft von dem Fluiddruck führt. Wenn die Reaktionskraft, die von dem Reaktionselement **155** auf das Reaktionskraftübertragungselement **153** übertragen wird, die Federkraft der Reaktionskrafteinstellfeder **157** übersteigt, wie in [Fig. 5](#) gezeigt ist, zieht sich das Reaktionskraftübertragungselement **153** zurück und stößt an den Kolben **131** an (siehe Eingabe F3 (vorbestimmte Hubposition; vorbestimmter Pedaldruck) in [Fig. 8](#)). Folglich wirkt ein Teil der Reaktionskraft von dem Fluiddruck in dem Hauptzylinder **110** auf den Kolben **131**.

**[0064]** Zu diesem Zeitpunkt beendet die regenerative Bremsvorrichtung **8** das regeneratives Bremsen und die Steuerung **7** erlaubt es, dass die Fluiddrucksteuerungseinheit **105** auf den Normalbremsmodus umschaltet, um den Fluiddruck im Hauptzylinder **110** auf die Radzylinder Ba bis Bd zu übertragen. Folglich wird eine Negativdruckverstärkung durch den Verstärker **101** durchgeführt, um den Volllastpunkt zu erreichen (siehe Eingabe F4 in [Fig. 8](#)). Die Negativdruckverstärkung ermöglicht ein weiches Bremspedalbetätigungsgefühl. Wenn eines der Fluiddrucksysteme des ersten und zweiten Fluiddruckkreislaufs **5A** und **5B** der Fluiddrucksteuerungseinheit **5** versagen sollte, kann das andere Fluiddrucksystem den erforderlichen Fluiddruck erzeugen. Daher kann die Bremsfunktion aufrechterhalten werden.

**[0065]** In der vorhergehenden Beschreibung wird der normale Bremsmodus bei der Eingabe F3 oder mehr in [Fig. 8](#) durchgeführt. Es sollte bemerkt werden, dass der normale Bremsmodus kein Bremsmo-

das ist, der während des normalen Fahrens des Fahrzeugs durchgeführt wird, sondern ein Bremsmodus, in dem das Bremsen durch die Bremsdrucksteuerungseinheit **5** oder die regenerative Bremsvorrichtung **8** nicht durchgeführt werden, sondern der Druck in dem Hauptzylinder als der Druck auf die Radzylinder wie bei herkömmlichen manuellem Bremsen wirkt (während der Zustandsstabilisierungssteuerung arbeitet die Fluiddrucksteuerungseinheit **5** jedoch auch im normalen Bremsmodus). Für die Bremsbetätigung während des normalen Fahrens des Fahrzeugs wird ein Bremsen in etwa um die Eingabe F3 herum oder weniger durchgeführt.

**[0066]** Ferner sind in der vorhergehenden Beschreibung beispielsweise die Eingabe, bei der sich das Reaktionskraftübertragungselement **153** zurückzieht, um gegen den Kolben **131** anzustoßen, und ein Teil der Reaktionskraft von dem Fluiddruck in dem Hauptzylinder **110** auf den Kolben **131** wirkt, und die Eingabe, bei der die regenerative Bremsvorrichtung **8** das regenerative Bremsen beendet, dieselben Eingaben F3. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht hierauf beschränkt. Das regenerative Bremsen kann selbst dann, nachdem ein Teil der Reaktionskraft auf den Kolben **131** gewirkt hat, fortgesetzt werden. In diesem Fall ist es jedoch nötig, ein Schema zu entwickeln, um ein weiches Bremspedalbetätigungsgefühl bereitzustellen.

**[0067]** Als nächstes wird eine zweite Ausführungsform des Verstärkers gemäß der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf [Fig. 6](#) erklärt werden. In der folgenden Beschreibung werden Elemente oder Abschnitte, die ähnlich denjenigen in [Fig. 2](#) sind, durch dieselben Bezugszeichen bezeichnet, die in [Fig. 2](#) verwendet werden, und nur die Punkte, in denen die zweite Ausführungsform von der ersten Ausführungsform abweicht, werden im Detail erklärt werden.

**[0068]** [Fig. 6](#) zeigt einen Hauptteil pf eines pneumatischen Verstärkers **201** gemäß der zweiten Ausführungsform. Bei dem Verstärker **201** ist der Hauptzylinder **110** (in [Fig. 6](#) nicht gezeigt) nicht mit dem Leerhub S versehen (in diesem Punkt unterscheidet sich die zweite Ausführungsform von der ersten Ausführungsform). Das heißt, der Verstärker **201** verwendet einen Hauptzylinder mit einem kleinen ineffizienten Hub (Leerhub S) des Typs, der herkömmlich in einem Fahrzeug montiert wurde. Ein Leerhub S1 ist in einem Steuerungsventil **132A** des Verstärkers **201** vorgesehen, anstatt in dem Hauptzylinder **110** vorgesehen zu sein. Folglich sind der Durchgang konstanten Drucks **136** und der Durchgang variablen Drucks **137** ab dem Zeitpunkt, wo der Verstärker **201** in einer Nicht-Bremsposition ist, wo das Bremspedal **19** nicht betätigt wird, wie in [Fig. 6](#) gezeigt ist, miteinander verbunden. Der Durchgang konstanten Drucks **136** und der Durchgang variablen Drucks **137** werden nicht voneinander abgeschnitten, bis die Eingabe

bestange **133** sich relativ zu dem Ventilkörper **111** über einen Weg, der dem Leerhub S1 entspricht, bewegt. Zusätzlich ist ein Spalt C1 zwischen dem Reaktionskraftübertragungselement **153** und dem Kolben **131** vorgesehen. Der Spalt C1 ist größer als der Spalt C des Verstärkers **101**, der in [Fig. 2](#) gezeigt ist.

**[0069]** Folglich wird kein Differenzialdruck zwischen der Kammer konstanten Drucks **107** und der Kammer variablen Drucks **108** erzeugt, bis der Verfahrweg der Eingabestange **133** relativ zu dem Ventilkörper **111** den Leerhub S1 erreicht, nachdem das Bremspedal **19** gedrückt wurde. Daher bewegt sich der Ventilkörper **111** nicht nach vorne. Zusätzlich schlägt der Kolben **131** nicht gegen das Reaktionskraftübertragungselement **153** an. Folglich drückt die Ausgabestange **128** nicht den Primärkolben **160** des Hauptzylinders **110**.

**[0070]** Wenn das Bremspedal **19** weiter gedrückt wird, sodass der Hub des Primärkolbens **160** den Leerhub S1 erreicht, schneidet das Steuerungsventil **132A** den Durchgang konstanten Drucks **136** und den Durchgang variablen Drucks **137** voneinander ab. Wenn der Kolben **131** sich weiter vorwärts bewegt, wird der Durchgang **137** variablen Drucks durch die Staubdichtung **134** zu der Atmosphäre geöffnet. Folglich wird ein Differenzialdruck zwischen der Kammer konstanten Drucks **107** und der Kammer variablen Drucks **108** erzeugt. Der Differenzialdruck erzeugt einen Schub in dem Antriebskolben **106**. Der Schub bewirkt, dass sich der Ventilkörper **111** vorwärts bewegt, was die Ausgabestange **128** dazu bringt, den Primärkolben **160** anzutreiben, wodurch ein Bremsfluidruck in dem Hauptzylinder **110** erzeugt wird. Damit bietet der Verstärker **201** vorteilhafte Effekte ähnlich denjenigen des Verstärkers **101**, der in [Fig. 2](#) gezeigt ist. Zusätzlich muss ein ineffizienter Hub des Hauptzylinders **110** nicht verlängert werden. Folglich erweitert sich der Bereich zum Einstellen eines Hauptzylinders, der mit dem Verstärker **201** kombiniert werden soll, sodass die Gestaltung vereinfacht werden kann.

**[0071]** Als nächstes wird eine dritte Ausführungsform des Verstärkers gemäß der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf [Fig. 7](#) erklärt werden. In der folgenden Beschreibung werden Elemente oder Abschnitte, die ähnlich denjenigen aus [Fig. 2](#) sind, durch dieselben Bezugszeichen bezeichnet, wie sie in [Fig. 2](#) verwendet werden, und nur die Punkte, in denen sich die dritte Ausführungsform von der ersten Ausführungsform unterscheidet, werden im Detail erklärt werden.

**[0072]** Ein Verstärker **301** gemäß der dritten Ausführungsform, die in [Fig. 7](#) gezeigt ist, ist ein elektromotorbetriebener Verstärker unter Verwendung eines Elektromotors **180** als Verstärkerquelle, der ein elektrischer motorbetriebener Aktor ist, anstelle eines

pneumatischen Aktors. Der Ventilkörper **111** weist einen ringförmigen Stator **182** auf, der an seinem äußeren Umfang befestigt ist. Der Stator **182** bildet den Elektromotor **180** am inneren Umfang eines Gehäuses **181**. Der Stator **182** weist einen kreiszylindrischen Rotor **183** auf, der hierdurch eingesetzt wird. Der Rotor **183** wird durch Lager **184** von dem Gehäuse **181** drehbar gehalten. Der Rotor **183** und der Ventilkörper **111** sind mit einem Kugelgewindemechanismus **185** als einem Rotations-Linearbewegungs-Umwandlungsmechanismus versehen, der die Drehbewegung des Rotors **183** in eine lineare Bewegung umwandelt. Der Kugelgewindemechanismus **185** umfasst ein kreiszylindrisches Rotationselement **186**, das integral am rückseitigen Ende des Rotors **183** ausgebildet ist, ein linear bewegliches Element **187**, das integral am rückseitigen Ende des Ventilkörpers **111** ausgebildet ist, und Kugeln **188** (Stahlkugeln), die in spiralförmigen Kugelnuten aufgenommen sind, die auf den jeweils gegenüberliegenden inneren und äußeren Umfangsoberflächen des Rotationselements **186** und des linear beweglichen Elements **187** ausgebildet sind. Wenn sich das Rotationselement **186** zusammen mit dem Rotor **183** als eine Einheit dreht, rollen die Kugeln **188** in den Kugelnuten, wodurch das linear bewegliche Element **187** dazu gebracht wird, sich linear in der axialen Richtung zusammen mit dem Ventilkörper **111** als eine Einheit zu bewegen. Das Gehäuse **181** ist mit einem Rotationspositionssensor **189**, zum Beispiel einem Drehmelder, zum Detektieren der Rotationsposition des Rotors **183** versehen.

**[0073]** Der Betrieb des Elektromotors **180** wird auf der Grundlage des Hubs der Eingabestange **133** gesteuert, die durch den Hubsensor **20** detektiert wird (siehe [Fig. 1](#)), der auf dem Bremspedal **19** vorgesehen ist, wodurch der Ventilkörper **111** durch den Kugelgewindemechanismus **185** angetrieben wird, um der Eingabestange **133** zu folgen. Folglich treibt die Ausgabestange **128** den Primärkolben **160** in dem Hauptzylinder **110** an, um einen Fluiddruck zu erzeugen. Damit kann der Verstärker **301** vorteilhafte Effekte ähnlich denjenigen des Verstärkers **101**, der in [Fig. 2](#) gezeigt ist, bieten.

**[0074]** Obwohl in den vorhergehenden Ausführungsformen die Vakuumquelle ein Motoransaugrohr ist, ist die vorliegende Erfindung nicht hierauf beschränkt. Die Vakuumquelle kann eine Vakuumpumpe oder dergleichen sein. Obwohl in den vorhergehenden Ausführungsformen der Verstärker einen pneumatischen Aktor oder einen elektromotorbetriebenen Aktor als Verstärkerquelle verwendet, ist die vorliegende Erfindung nicht hierauf beschränkt. Es ist auch möglich, einen Fluiddruck betriebenen oder anderen Typ Aktor zu verwenden.

**[0075]** Die Verstärker der vorhergehenden Ausführungsformen weisen jeweils ein Eingabeelement, das

als Antwort auf eine Betätigung eines Bremspedals beweglich ist, ein Assistenzelement, das dazu in der Lage ist, sich relativ zu dem Eingabeelement vorwärts und rückwärts zu bewegen, einen Aktor, der das Assistenzelement als Antwort auf die Bewegung des Eingabelements antreibt, sodass das Assistenzelement dem Eingabeelement folgt, einen Reaktionskraftverteilungsmechanismus, der einen Schub des Eingabelements und einen Schub des Assistenzelements zu einem kombinierten Schub kombiniert und den kombinierten Schub auf einen Kolben eines Hauptzylinders überträgt und ferner eine Reaktionskraft von dem Kolben auf das Eingabeelement und auf das Assistenzelement verteilt, und ein Reaktionskraftanlegungselement, das eine Reaktionskraft auf den Vortrieb des Eingabelements anlegt, auf. Das Eingabeelement erhält keine Reaktionskraft von dem Reaktionskraftverteilungsmechanismus, bis sich das Eingabeelement über einen vorbestimmten Hub aus einer Anfangsposition bewegt hat, aber erhält die Reaktionskraft von dem Reaktionskraftverteilungsmechanismus für einen weiteren Hub des Eingabelements während des Zeitraums, von dem an ein Fluiddruck in dem Hauptzylinder als Antwort auf die Betätigung des Bremspedals erzeugt wird, bis der Schub des Aktors einen Volllastzustand erreicht.

**[0076]** Mit der oben beschriebenen Struktur ist es möglich, die Variation einer Reaktionskraft auf das Bremspedal während der regenerativen kooperativen Steuerung zu reduzieren und daher das Bremspedalbetätigungsgefühl zu verbessern.

**[0077]** In den Verstärkern der ersten und zweiten Ausführungsformen ist der Aktor ein pneumatischer Aktor.

**[0078]** Im Verstärker der dritten Ausführungsform ist der Aktor ein elektromotorbetriebener Aktor.

**[0079]** In den Verstärkern der vorhergehenden Ausführungsformen ist der Hauptzylinder durch eine Fluiddrucksteuerungseinheit mit einem Radzylinder verbunden. Der Radzylinder erzeugt eine Bremskraft, nachdem er mit einem Fluiddruck beaufschlagt wurde. Die Fluiddrucksteuerungseinheit steuert den Fluiddruck, der dem Radzylinder zuzuführen ist. Der Verstärker jeder Ausführungsform wird in Kombination mit einer regenerativen Ausführungsform verwendet. Der Verstärker kann eine regenerative kooperative Steuerung durch Steuern des Fluiddrucks, der dem Radzylinder zuzuführen ist, durch die Fluiddrucksteuerungseinheit, in Übereinstimmung mit der regenerativen Bremskraft, die durch die regenerative Bremsvorrichtung erzeugt wird, steuern. Es wird eingestellt, dass die Reaktionskraft von dem Fluiddruck auf das Eingabeelement übertragen wird, nachdem die regenerative Bremskraft, die durch die regenerative Bremsvorrichtung erzeugt wird, einen vorbe-

stimmten maximalen regenerativen Zustand erreicht hat.

**[0080]** Es soll bemerkt werden, dass der Ausdruck „nachdem der maximale regenerative Zustand erreicht wurde“, wie er hierin verwendet wird, nicht bedeutet, dass die Reaktionskraft in jedem Fahrzustand des Fahrzeugs auf das Eingabeelement übertragen wird, nachdem der maximale regenerative Zustand erreicht wurde. Es bedeutet, dass eine maximale Bremskraft (z. B. 0,1 g) der regenerativen Bremsvorrichtung und ein Pedaldruck (Eingabe für die Eingabestange) zum Erzeugen der maximalen Bremskraft im Stadium der Konstruktion des Fahrzeugs eingestellt werden, und der Reaktionskraftverteilungsmechanismus und das Reaktionskraftanlegungselement werden so eingestellt, dass die Reaktionskraft von dem Fluiddruck in dem Hauptzylinder auf das Eingabeelement bei einem Pedaldruck (F3) übertragen wird, der höher ist als der eingestellte Pedaldruck.

**[0081]** Mit der oben beschriebenen Struktur ist es möglich, die Variation der Reaktionskraft auf das Bremspedal während der regenerativen kooperativen Steuerung zu reduzieren, um das Bremspedalbetätigungsgefühl zu verbessern.

**[0082]** Bei den Verstärkern der vorhergehenden Ausführungsformen ist der vorbestimmte Hub des Eingabeelements gleich einer Länge zwischen einer Anfangsposition und einer Position, die durch das Eingabeelement erreicht wird, wenn die regenerative kooperative Steuerung durch die Fluiddrucksteuerungseinheit endet. Es soll bemerkt werden, dass der vorbestimmte Hub geeignet eingestellt werden kann.

**[0083]** Die Verstärker der ersten und zweiten Ausführungsform weisen ein Gehäuse, das durch einen Antriebskolben in eine Kammer konstanten Drucks und eine Kammer variablen Drucks aufgeteilt wird, einen Ventilkörper, der in dem Gehäuse vorgesehen ist, um dazu geeignet zu sein, sich vor- und zurückzubewegen und mit dem Antriebskolben verbunden ist, eine Eingabestange, die in den Ventilkörper eingesetzt ist, um dazu in der Lage zu sein, sich vor- und zurückzubewegen und mit einem Bremspedal verbunden ist, einen Kolben, der in dem Ventilkörper vorgesehen und mit der Eingabestange verbunden ist, eine Ventilvorrichtung, die wahlweise durch Bewegung des Kolbens geöffnet und geschlossen wird, um ein Arbeitsfluid in die Kammer variablen Drucks einzuführen und von ihr abzulassen, eine Ausgabestange, auf die Schub des Antriebskolbens durch ein Reaktionselement übertragen wird, ein Reaktionskraftanlegungselement, das eine Reaktionskraft an den Vortrieb der Eingabestange anlegt, und ein Reaktionskrafteinstellelement, das zwischen dem Reaktionselement und dem Kolben angeordnet ist, um die Reaktionskraft einzustellen, die von dem Reaktionselement auf den Kolben übertragen wird, auf.

Der Kolben weist einen Spalt auf, der zwischen ihm und dem Reaktionskrafteinstellelement vorgesehen ist, sodass der Kolben nicht gegen das Reaktionskrafteinstellelement anstößt, bis die Eingabestange sich um einen vorbestimmten Hub aus einer Anfangsposition bewegt hat. Das Reaktionskrafteinstellelement stößt gegen den Kolben an, wenn sich die Reaktionskraft von der Ausgabestange um ein vorbestimmtes Maß erhöht hat, um die Reaktionskraft von dem Reaktionselement auf den Kolben zu übertragen.

**[0084]** Mit der oben beschriebenen Struktur ist es möglich, die Variation einer Reaktionskraft auf das Bremspedal während regenerativer kooperativer Steuerung zu reduzieren, um das Bremspedalbetätigungsgefühl zu verbessern.

**[0085]** Bei den Verstärkern der ersten und zweiten Ausführungsform treibt die Ausgabestange einen Kolben in dem Hauptzylinder an. Der Hauptzylinder erzeugt einen Fluiddruck, nachdem der Kolben aus einer Anfangsposition eine vorbestimmte Leerhubposition erreicht hat. Der Kolben stößt gegen das Reaktionskrafteinstellelement an, nachdem der Kolben die Leerhubposition erreicht hat.

**[0086]** Bei den Verstärkern der ersten und zweiten Ausführungsform ist der Hauptzylinder durch eine Fluiddrucksteuerungseinheit mit einem Radzylinder verbunden. Der Radzylinder erzeugt eine Bremskraft, nachdem er mit einem Fluiddruck beaufschlagt wurde. Die Fluiddrucksteuerungseinheit steuert den Fluiddruck, der dem Radzylinder zuzuführen ist. Der Verstärker jeder Ausführungsform wird in Kombination mit einer regenerativen Bremsvorrichtung verwendet. Der Verstärker kann eine regenerative kooperative Steuerung durch Steuern des Fluiddrucks durch die Fluiddrucksteuerungseinheit steuern, der dem Radzylinder in Übereinstimmung mit regenerativer Bremskraft, die durch die regenerative Bremsvorrichtung erzeugt wird, zuzuführen ist. Der Kolben stößt gegen das Reaktionskrafteinstellelement an, nachdem die regenerative Bremskraft, die durch die regenerative Bremsvorrichtung erzeugt wird, einen vorbestimmten maximalen regenerativen Zustand erreicht hat.

**[0087]** In den Verstärkern der ersten und zweiten Ausführungsform stößt der Kolben gegen das Reaktionskrafteinstellelement an, wenn der Hub der Eingabestange eine Position erreicht hat, an der die regenerative kooperative Steuerung durch die Fluiddrucksteuerungseinheit endet.

**[0088]** Im Verstärker der zweiten Ausführungsform führt die Ventilvorrichtung nicht das Arbeitsfluid in die Kammer variablen Drucks ein, bis der Hub der Eingabestange eine vorbestimmte Hubposition erreicht.

**[0089]** Mit der oben beschriebenen Struktur muss der ineffektive Hub des Hauptzylinders nicht verlängert werden. Folglich erweitert sich der Bereich zum Einstellen eines Hauptzylinders, der mit dem Verstärker zu kombinieren ist, sodass die Gestaltung vereinfacht werden kann.

**[0090]** Die Bremsvorrichtung jeder der vorhergehenden Ausführungsformen ist eine Bremsvorrichtung zur Verwendung in einem Fahrzeug mit einer regenerativen Bremsvorrichtung, die für zumindest ein Rad vorgesehen ist, um eine regenerative Bremskraft zu erzeugen. Die Bremsvorrichtung enthält einen Hauptzylinder, der durch Antreiben eines Kolbens einen Fluiddruck erzeugt, und einen Verstärker, der eine Betätigungskraft eines Bremspedals auf ein Eingabeelement eingibt, um die Betätigungskraft zu verstärken und den Kolben des Hauptzylinders mit der verstärkten Betätigungskraft voranzutreiben. Der Verstärker weist ein Reaktionskraftanlegungs-element auf, das eine Reaktionskraft auf den Vortrieb des Eingabeelements überträgt. Die Bremsvorrichtung weist ferner einen Hubsensor, der einen Hub des Bremspedals detektiert, und eine Fluiddrucksteuerungseinheit, die zwischen dem Hauptzylinder und einem Radzylinder, der das Rad mit einem ihm zugeführten Fluiddruck bremst, zwischengeschaltet ist, auf. Die Fluiddrucksteuerungseinheit steuert den Fluiddruck, der dem Radzylinder zuzuführen ist. Ferner enthält die Bremsvorrichtung eine regenerative kooperative Vorrichtung, die eine Bremskraft erzeugt, die dem Hub des Bremspedals entspricht, indem zwischen einer Bremskraft, die durch die regenerative Bremsvorrichtung erzeugt wird, und einer Bremskraft, die durch die Zuführung von Fluiddruck von der Fluiddrucksteuerungseinheit zu dem Radzylinder erzeugt wird, verteilt wird. Zumindest einer des Hauptzylinders und des Verstärkers hindert den Hauptzylinder daran, einen Fluiddruck zu erzeugen, bis das Bremspedal sich aus einer Anfangsposition in eine Hubposition hinter einer vorbestimmten maximalen regenerativen Position bewegt, bei der die Bremskraft der regenerativen Bremsvorrichtung einen vorbestimmten maximalen regenerativen Zustand erreicht. Der Verstärker empfängt keine Reaktionskraft von dem Fluiddruck in dem Hauptzylinder, bis der Fluiddruck in dem Hauptzylinder einen vorbestimmten Fluiddruck erreicht, oder bis der Hub des Bremspedals die maximale regenerative Position erreicht. Der Verstärker empfängt eine Reaktionskraft von dem Fluiddruck in dem Hauptzylinder, nachdem der Fluiddruck in dem Hauptzylinder einen vorbestimmten Fluiddruck erreicht hat, oder nachdem der Hub des Bremspedals die maximale regenerative Position erreicht hat.

**[0091]** Obwohl die Fluiddrucksteuerungseinheit **5** in den vorhergehenden Ausführungsformen vorgesehen ist, kann die Fluiddrucksteuerungseinheit **5** eliminiert werden, indem die Funktion des Kooperierens in

der regenerativen Bremsvorrichtung auf der Hauptzylinderseite bereitgestellt wird.

**[0092]** Obwohl nur einige beispielhafte Ausführungsformen dieser Erfindung oben im Detail beschrieben wurden, wird der Fachmann erkennen, dass viele Modifikationen an den beispielhaften Ausführungsformen möglich sind, ohne materiell von der neuen Lehre und den Vorteilen dieser Erfindung abzuweichen. Folglich ist vorgesehen, dass alle derartigen Modifikationen im Schutzbereich der Erfindung enthalten sind.

**[0093]** Die gesamte Offenbarung der japanischen Patentanmeldung Nr. 2011-23869, angemeldet am 7. Februar 2011, inklusive Beschreibung, Ansprüche, Zeichnungen und Zusammenfassung wird durch Bezugnahme vollständig hierin aufgenommen.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2009-202678 [[0002](#), [0003](#)]
- JP 2011-23869 [[0093](#)]

## Patentansprüche

1. Verstärker umfassend:
  - ein Eingabeelement (133), das als Antwort auf eine Betätigung eines Bremspedals beweglich ist;
  - ein Assistenzelement (111), das dazu in der Lage ist, sich relativ zu dem Eingabeelement (133) vor- und zurückzubewegen;
  - einen Aktor (101, 201, 301), der dazu angeordnet ist, das Assistenzelement (101) als Antwort auf eine Bewegung des Eingabeelements (133) so anzutreiben, dass das Assistenzelement dem Eingabeelement folgt;
  - einen Reaktionskraftverteilungsmechanismus (155), der dazu angeordnet ist, einen Schub des Eingabeelements (133) und einen Schub des Assistenzelements (111) zu einem kombinierten Schub zu kombinieren und den kombinierten Schub auf einen Kolben (160) in einem Hauptzylinder (110) zu übertragen und ferner eine Reaktionskraft von dem Kolben (160) auf das Eingabeelement (133) und auf das Assistenzelement (111) zu verteilen; und
  - ein Reaktionskraftanlegungselement (159), das dazu angeordnet ist, eine Reaktionskraft auf einen Antrieb des Eingabeelements (133) anzulegen;
  - wobei das Eingabeelement (133) die Reaktionskraft von dem Reaktionskraftverteilungsmechanismus nicht empfängt, bis sich das Eingabeelement aus einer Anfangsposition in eine vorbestimmte Hubposition (F3) bewegt hat, nachdem ein Fluidruck in dem Hauptzylinder als Antwort auf die Betätigung des Bremspedals erzeugt wurde, aber die Reaktionskraft von dem Reaktionskraftverteilungsmechanismus für einen weiteren Hub des Eingabeelements empfängt.
2. Verstärker nach Anspruch 1, wobei der Aktor ein pneumatischer Aktor (101, 201) ist.
3. Verstärker nach Anspruch 1, wobei der Aktor ein elektromotorbetriebener Aktor (301) ist.
4. Verstärker nach einem der Ansprüche 1 bis 3, der in Kombination mit einer regenerativen Bremsvorrichtung (8) verwendet wird; wobei die vorbestimmte Hubposition (F3) des Eingabeelements an einer Position eingestellt wird, die durch das Eingabeelement erreicht wird, nachdem eine regenerative Bremskraft, die durch die regenerative Bremsvorrichtung erzeugt wird, einen maximalen regenerativen Zustand erreicht hat.
5. Verstärker nach Anspruch 4, wobei die vorbestimmte Hubposition (F3) des Eingabeelements eine Position ist, die durch das Eingabeelement erreicht wird, wenn das regenerative Bremsen endet.
6. Verstärker nach Anspruch 2, wobei das Assistenzelement (111) in einem Gehäuse (104) vorgesehen ist,

- wobei der Verstärker einen Antriebskolben (106) enthält, der das Gehäuse in eine Kammer konstanten Drucks (107) und eine Kammer variablen Drucks (108) aufteilt,
  - wobei der Verstärker ferner einen Ventilkörper (111) enthält, der in dem Gehäuse so vorgesehen ist, dass er dazu in der Lage ist, sich vor- und zurückzubewegen, und der mit dem Antriebskolben verbunden ist;
  - wobei das Eingabeelement (133) eine Eingabestange (133) ist, die in dem Ventilkörper (111) angeordnet ist, sodass sie dazu in der Lage ist, sich vor- und zurückzubewegen, und die mit dem Bremspedal verbunden ist;
  - wobei der Reaktionskraftverteilungsmechanismus (155) enthält:
    - einen Kolben (131), der in dem Ventilkörper (111) angeordnet und mit der Eingabestange (133) verbunden ist;
    - eine Ausgabestange (128), der ein Schub des Antriebskolbens (106) durch ein Reaktionselement (155) übertragen wird; und
    - ein Reaktionskrafteinstellelement (153), das zwischen dem Reaktionselement (155) und dem Kolben (131) angeordnet ist, um die Reaktionskraft einzustellen, die von dem Reaktionselement (155) auf den Kolben (131) übertragen wird;
  - wobei der pneumatische Aktor (101, 201) inklusive einer Ventilvorrichtung (132) wahlweise durch Bewegung des Kolbens geöffnet und geschlossen wird, um ein Arbeitsfluid in die Kammer variablen Drucks (108) einzubringen und hieraus abzugeben, um den Antriebskolben (106) zu betreiben;
  - wobei der Kolben (131) einen Spalt (C, C1) zwischen sich und dem Reaktionskrafteinstellelement (153) enthält, sodass der Kolben nicht gegen das Reaktionskrafteinstellelement (153) anstößt, bis sich die Eingabestange (133) aus einer Anfangsposition in eine vorbestimmte Hubposition (F3) bewegt, und das Reaktionskrafteinstellelement (153) gegen den Kolben (131) anstößt, wenn sich die Reaktionskraft von der Ausgabestange (128) um ein vorbestimmtes Maß erhöht hat, um die Reaktionskraft von dem Reaktionselement (155) auf den Kolben (131) zu übertragen.
7. Verstärker nach Anspruch 6, wobei die Ausgabestange (128) einen Kolben (160) in dem Hauptzylinder (110) antreibt, wobei der Hauptzylinder (110) einen Fluidruck erzeugt, nachdem der Kolben (160) eine vorbestimmte Leerhubposition (S) aus einer Anfangsposition erreicht hat, wobei der Kolben (131) gegen das Reaktionskrafteinstellelement (153) anstößt, nachdem der Kolben (160) die Leerhubposition (S) erreicht hat.
  8. Verstärker nach Anspruch 7, der in Kombination mit einer regenerativen Bremsvorrichtung (8) verwendet wird, wobei der Kolben (131) gegen das Reaktionskrafteinstellelement (153) anschlägt, nachdem eine regenerative Bremskraft, die durch die re-

generative Bremsvorrichtung erzeugt wird, einen maximalen regenerativen Zustand erreicht hat.

9. Verstärker nach Anspruch 8, wobei die vorbestimmte Hubposition (F3) der Eingabestange (**133**) eine Position ist, in der der Kolben (**131**) gegen das Reaktionskrafteinstellelement (**153**) anstößt, wenn das regenerative Bremsen endet.

10. Verstärker nach Anspruch 6, wobei die Ventilverrichtung (**132**) kein Arbeitsfluid in die Kammer variablen Drucks einführt, bis die Eingabestange (**133**) eine vorbestimmte Hubposition (S1) erreicht.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

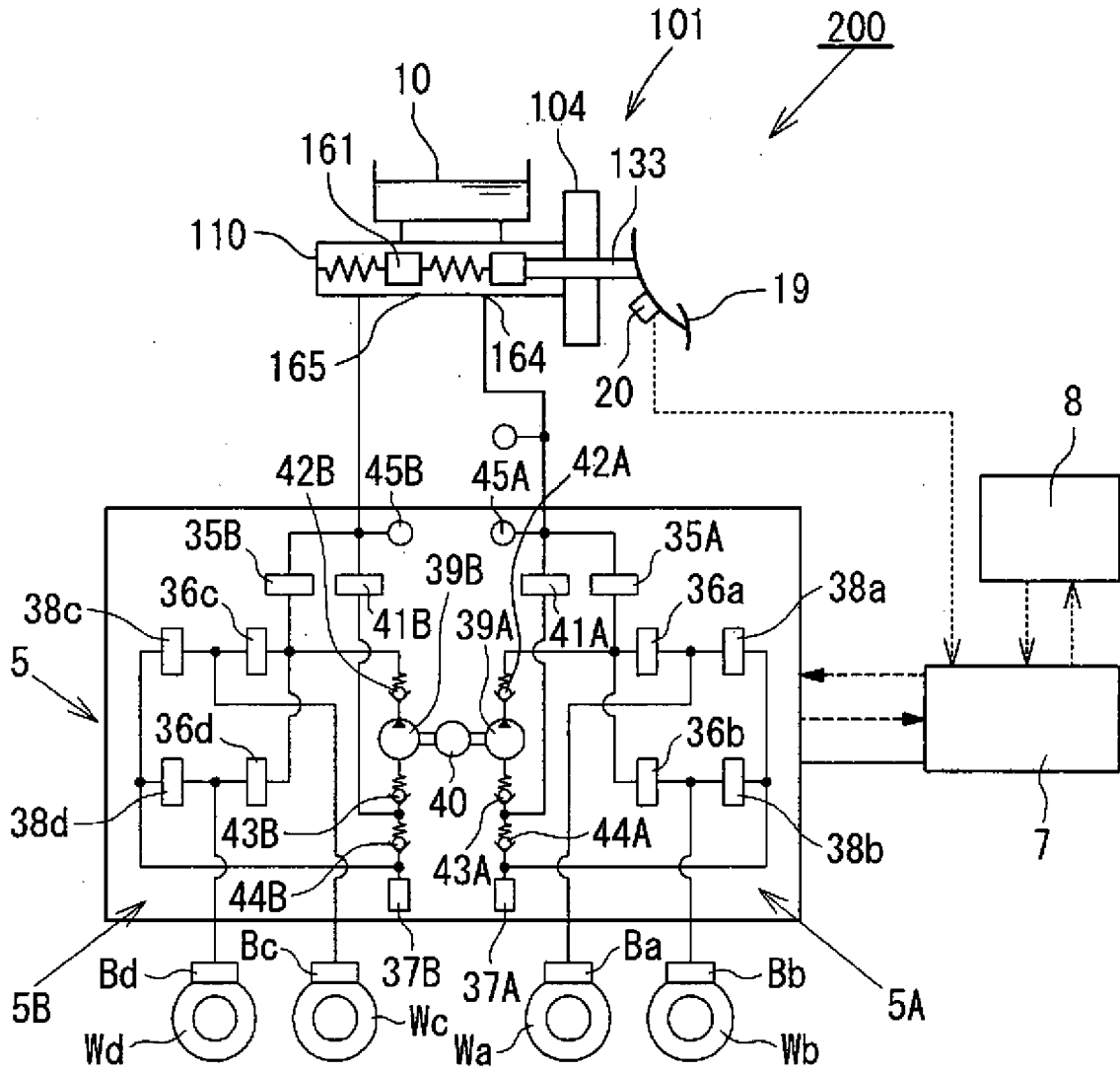


Fig.2

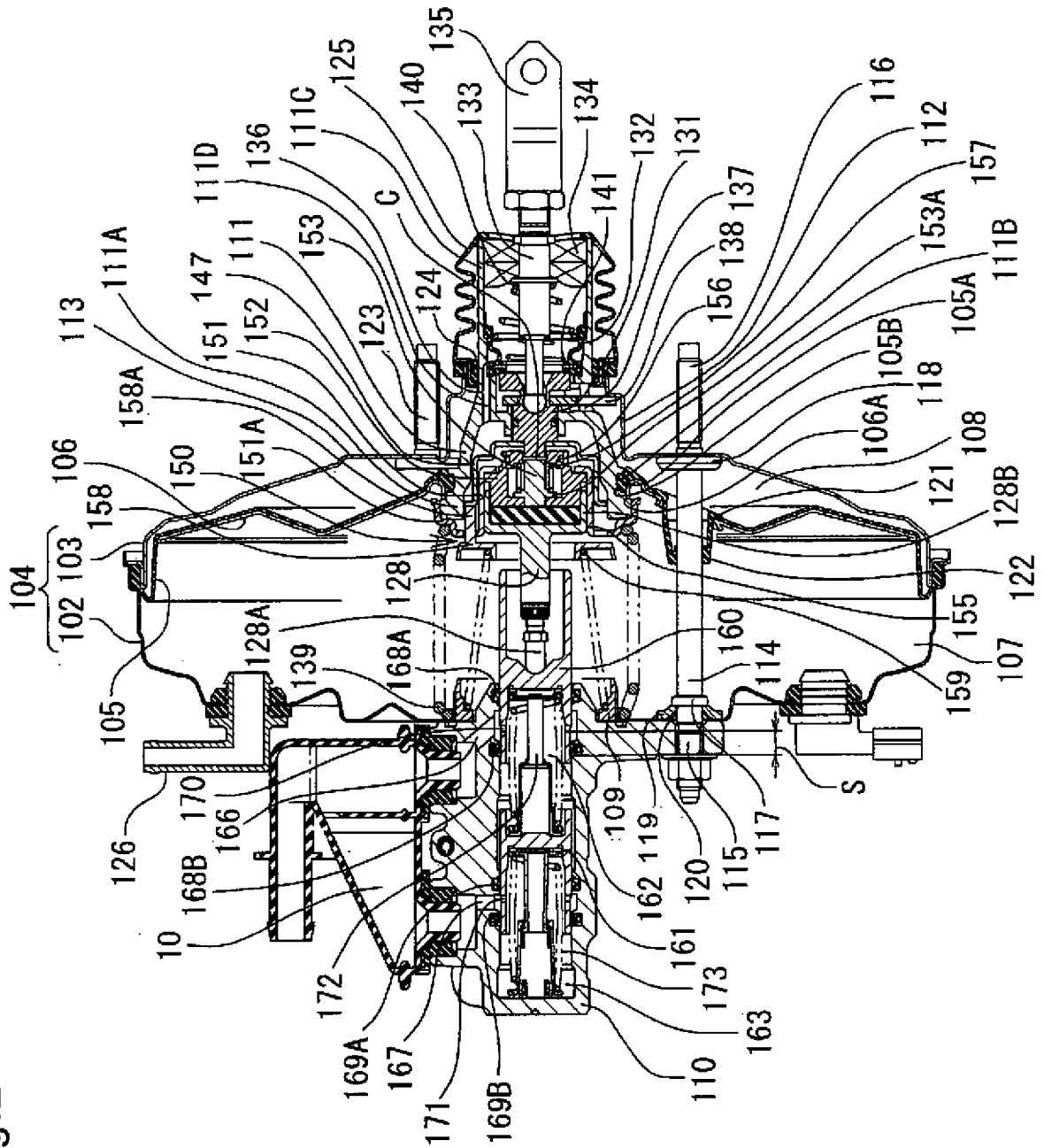


Fig.3

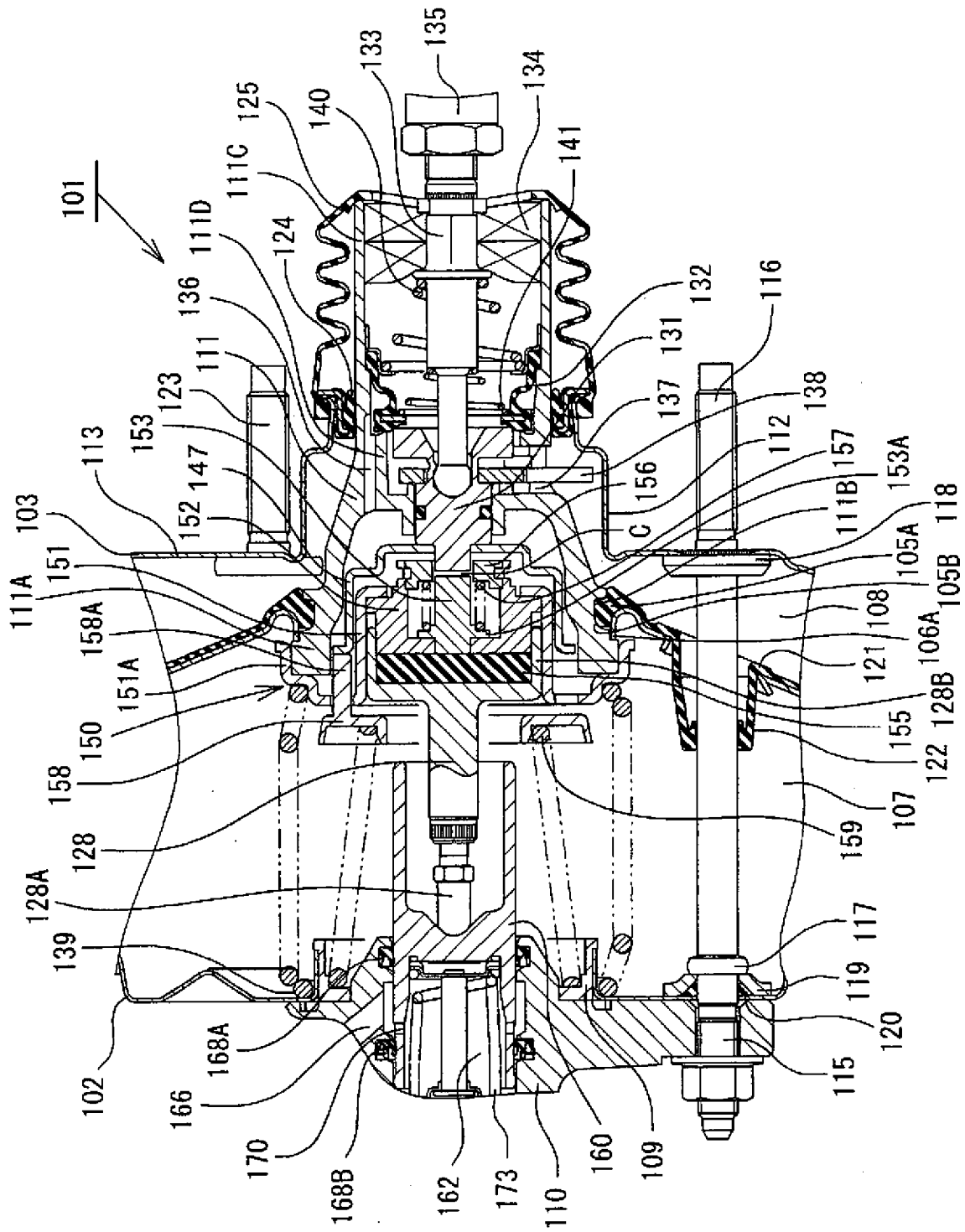


Fig.4

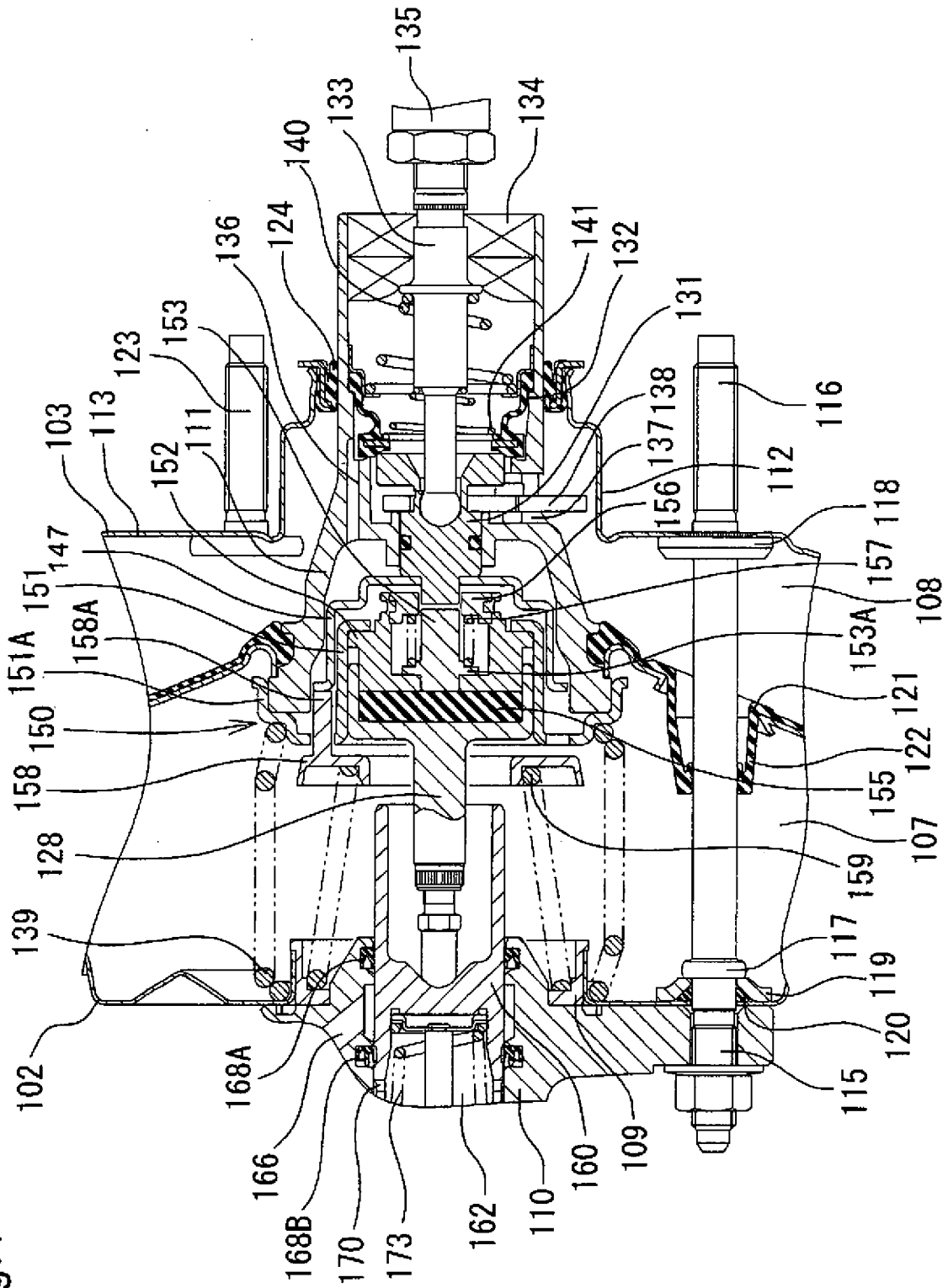




Fig.6

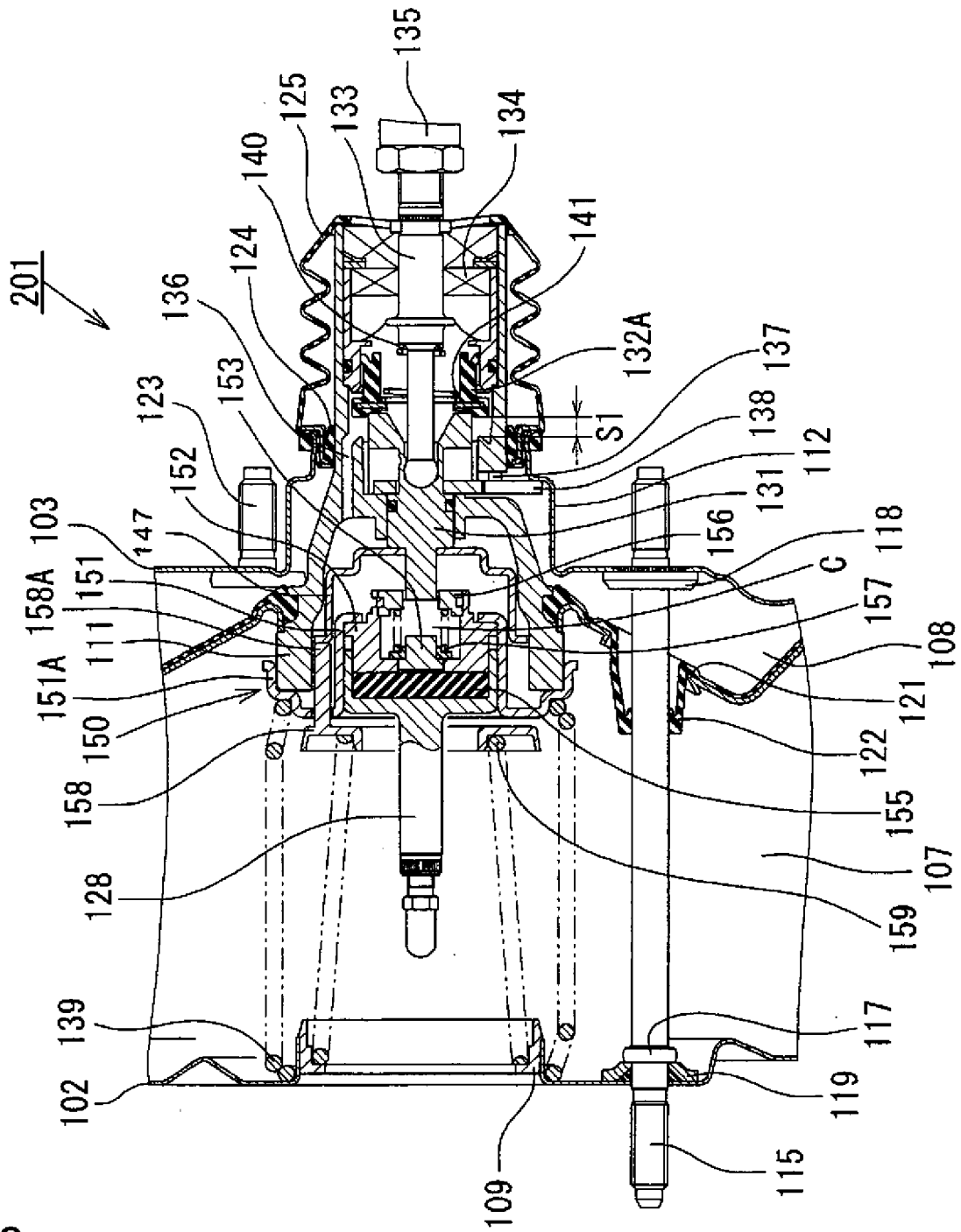




Fig.8

