



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 199 12 866 B4 2004.02.19**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **199 12 866.9**
 (22) Anmeldetag: **22.03.1999**
 (43) Offenlegungstag: **30.09.1999**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **19.02.2004**

(51) Int Cl.7: **B60T 8/58**
B60T 8/32, B60T 13/66, B60T 8/00

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(30) Unionspriorität:
P 10-74308 23.03.1998 JP

(72) Erfinder:
Aoyama, Yutaka, Hadano, Kanagawa, JP

(71) Patentinhaber:
Nissan Motor Co., Ltd., Yokohama, Kanagawa, JP

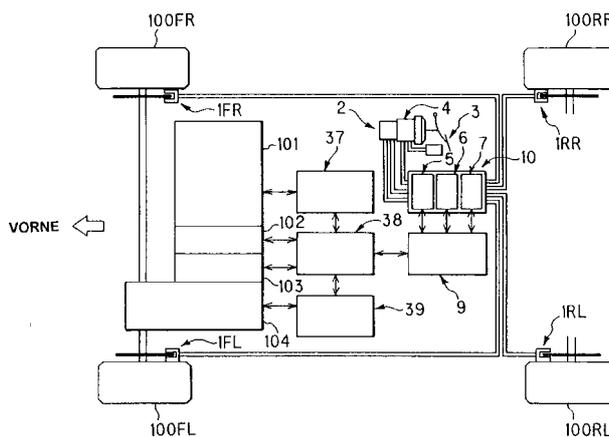
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 198 42 472 A1
US 54 72 265 A
JP 06-2 19 259 A

(74) Vertreter:
**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
 Schwanhäusser, 80538 München**

(54) Bezeichnung: **Bremskraftsteuerung**

(57) Hauptanspruch: Bremskraftsteuerung für ein Fahrzeug, das Räder (100FR-100FL), einen Generator (103), der eine elektrische Bremskraft auf eines der Räder ausübt, und hydraulische Radbremsen (1FL-1RR), die jeweils eine Bremskraft auf die Räder aufbringen, aufweist, mit: einem Fluiddrucksteuerungskreis (5) zum Bereitstellen eines ersten Fluiddruckes auf alle Radbremsen (1FL-1RR); einem Bremssteuerungsschaltkreis (7) zum Bereitstellen eines zweiten Fluiddruckes, basierend auf dem ersten Fluiddruck, auf einzelnen Radbremsen (1FL-1RR); einem Antiblockierbremssteuerungskreis (6) zum Bereitstellen eines dritten Fluiddruckes, der niedriger ist als der zweite Fluiddruck auf einer Radbremse (1FR-1RR), entsprechend einem Rad mit Schlupf; einer Steuervorrichtung (9) zum Steuern des Fluiddrucksteuerungskreises (5), um den ersten Fluiddruck herabzusetzen, wenn der Generator (103) elektrische Bremskraft auf eines der Räder (100FR-100FL) ausübt; zum Steuern des Generators (103), um das Aufbringen der elektrischen Bremskraft auf eines der Räder (100FR-100FL) zu beenden, und zum Steuern des Fluiddrucksteuerungskreises (5), um den ersten Fluiddruck anzuheben, wenn der Antiblockierbremssteuerungskreis (6) den dritten Fluiddruck der Radbremse (1FR-1RR) entsprechend einem Rad mit Schlupf zuführt; sowie zum Steuern des Bremssteuerungsschaltkreises (7), um den zweiten Fluiddruck mit einer Verzögerung zu der Zunahme des ersten Fluiddruckes durch den Fluiddrucksteuerungskreis (5) zu erhöhen, wenn der Generator (103) das Aufbringen der elektrischen Bremskraft auf eines der Räder (100FR-100FL) beendet hat; einem Hauptzylinder (2) und einer Druckquelle (4) jeweils zum Bereitstellen eines Fluiddruckes entsprechend ein Niederdrücken eines Bremspedals (3) an dem Fluiddrucksteuerungskreis (5); und Leitungen (105P, 105S) zum Verbinden der Radbremsen (1FL-1RR), wobei der Fluiddrucksteuerungskreis (5) zwi-

schen dem Fluiddruck vom Hauptzylinder (2) und dem Fluiddruck von der Druckquelle (4) umschaltet, um den auf die Leitungen (105P, 105S) aufgebrachten Fluiddruck zu steuern und die Leitungen (105P, 105S) eine Hauptleitung (105P) und eine Sekundärleitung (105S) aufweist, wobei die Hauptleitung (105P) die Radbremse (1FR) für das rechte Vorderrad (100FR) mit der Radbremse (1RL) für das linke Hinterrad (100RL) verbindet, und die Sekundärleitung (105S) die Radbremse (1FL) für das linke Vorderrad (100FL) mit der Radbremse (1RR) für das rechte Hinterrad (100RR) verbindet.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Bremskraftsteuerung für ein Fahrzeug, das Rädern, einen Generator, der eine elektrische Bremskraft auf eines der Räder ausübt, und hydraulischen Radbremsen, die jeweils eine Bremskraft auf die Räder aufbringen, aufweist.

Stand der Technik

[0002] Zusätzlich zu einem hydraulischen Bremssystem weisen einige Hybridfahrzeuge und elektrische Fahrzeuge mit Motorgeneratoren auch ein regeneratives Bremssystem auf. Das regenerative Bremssystem verwendet einen Motorgenerator als Generator, wenn ein Fahrer seinen Fuß vom Beschleunigungspedal nimmt oder wenn ein Bremspedal niedergedrückt wird, und verlangsamt das Fahrzeug durch Transformieren von kinetischer Energie in elektrische Energie (regenerative Bremsen). Der elektrische Strom, der dann erzeugt wird, wird in einer Batterie oder einem Transistor gespeichert. JP 6-219259 A bzw. korrespondierende US 5,472,265 offenbart ein elektrisches Fahrzeug, das mit solch einem regenerativen Bremssystem und einem hydraulischen Bremssystem ausgestattet ist, wobei das hydraulische Bremssystem aus einem Hauptzylinder, einer Druckquelle jeweils zum Bereitstellen eines Fluiddruckes entsprechend ein Niederdrücken eines Bremspedals an einem zweiten Bremsabschnitt, der den Fluiddruck auf alle Radbremsen aufbringt, und einem Antiblockierbremsabschnitt, der entweder die Bremskraft des regenerativen Bremssystems oder des zweiten Bremskreises auf die Radbremsen derart reduziert, daß ein Blockieren der Räder verhindert ist.

[0003] Während der Motorgenerator als ein Generator funktioniert, wird die Bremskraft aufgrund der Hydraulikbremse entsprechend der Größe der regenerativen Bremskraft reduziert, d.h., die Menge Strom, die durch den Motorgenerator erzeugt wird. Es wird daher sichergestellt, daß die Gesamtbremskraft vor und nach dem regenerativen Bremsen nicht variiert. Dies ist bekannt als regenerationskooperative Steuerung.

[0004] Die nicht vorveröffentlichte DE 198 42 472 A1 betrifft ein Fahrzeugbremssystem mit Reibungs- und regenerativen Bremsvorrichtungen mit einer Reibungsbremsvorrichtung, einer regenerativen Bremsvorrichtung, einer Antiblockierbremsvorrichtung und einer Gesamtbremsdrehmomentsteuerungseinrichtung zur Steuerung eines gesamten Bremsdrehmomentes, welches sich aus dem regenerativen Bremsdrehmoment und/oder dem Reibungsbremsdrehmoment zusammensetzt, um einen Einfluß des Abnehmens des regenerativen Bremsdrehmomentes auf das Gesamtbremsdrehmoment zu reduzieren. Hierbei wirkt die regenerative Bremsvorrichtung auf die Vorderräder, und die Reibungsbremsvorrichtung

über eine erste Flüssigkeitsleitung auf die Vorderräder und über eine zweite Flüssigkeitsleitung auf die Hinterräder, d.h. die Flüssigkeitsleitungen zwischen einer Flüssigkeitsdruckkammer und jeweiligen Radbremszylindern sind in einer H-Anordnung angeordnet.

[0005] Einige dieser Fahrzeuge sind mit einem Antiblockierbremssteuerungssystem ausgestattet, so daß die Räder nicht blockieren, sogar wenn die Bremse plötzlich auf einer eisigen Straße oder einer anderen rutschigen Straße benutzt wird.

[0006] Um die Steuerbarkeit einer Antiblockierbremssteuerung in solchen Fahrzeugen zu verbessern, ist es wünschenswert, das oben genannte regenerative Bremsen während der Antiblockierbremssteuerung anzuhalten und das Bremsen nur mit der Hydraulikbremse durchzuführen.

[0007] Bei regenerativer kooperativer Steuerung ist die Hydraulikbremskraft niedrig aufgrund der Kooperation mit dem regenerativen Bremsen, wenn die Antiblockierbremssteuerung hervorgerufen wird. Daher sollte der Fluiddruck der Hydraulikdruckbremse simultan mit dem Start der Antiblockierbremssteuerung erhöht werden, um den Mangel an regenerativer Bremskraft zu kompensieren, wenn das regenerative Bremsen gestoppt wird.

[0008] Jedoch, während der Fluiddruck der Hydraulikdruckbremse sich sofort erhöht, wird die regenerative Bremskraft des Motorgenerators nicht sofort Null, so daß der Fluiddruck der Hydraulikdruckbremse temporär höher ist und die Gesamtbremskraft ansteigt.

[0009] Konsequenterweise erhöht sich der Fluiddruck der Hydraulikdruckbremse zu weit für die Räder, für die der Fluiddruck durch die Antiblockierbremssteuerung nicht begrenzt oder herabgesetzt wurde. Da die Räder leicht dazu neigen zu blockieren, kann die Antiblockierbremssteuerung zu früh durchgeführt werden. Dieses Problem ist insbesondere ernst, wenn Fluiddruck für alle Zylinder der vier Räder zusammen in Strömungsrichtung oder dem Antiblockierbremssteuerungskreis erhöht oder herabgesetzt wird.

Aufgabenstellung

[0010] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Bremskraftsteuerung für ein Fahrzeug der eingangs genannten Art zu verbessern, derart, daß der Fluiddruck einer hydraulischen Bremse für Räder, die sich nicht unter Antiblockierbremssteuerung befinden, am exzessiven Ansteigen gehindert wird, wenn das regenerative Bremsen während der Antiblockiersteuerung unterbrochen wird und die Fahrzeugsstabilität während des Bremsens sichergestellt ist.

[0011] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Bremskraftsteuerung mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruches 1 gelöst.

Ausführungsbeispiel

[0012] Weitere bevorzugte Ausgestaltungen des Erfindungsgegenstandes sind in den übrigen Unteransprüchen dargelegt. Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen und zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. In diesen zeigen:

[0013] **Fig. 1** ein schematisches Diagramm an Fahrzeugbremskraftsteuerungen gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0014] **Fig. 2** ein Schaltungsdiagramm eines Bremsbetätigersteuerungskreises gemäß dem Ausführungsbeispiel.

[0015] **Fig. 3** eine Längsschnittansicht eines Verstärkers gemäß dem Ausführungsbeispiel.

[0016] **Fig. 4** eine teilweise vergrößerte Längsschnittansicht des Verstärkers.

[0017] **Fig. 5** ein Flußdiagramm, welches einen Rechenvorgang darstellt, der durch die Bremssteuerung durchgeführt wird.

[0018] **Fig. 6** ein schematisches Diagramm, welches die Anordnung einer Bremsleitung des Fahrzeugs darstellt.

[0019] Bezug nehmend auf **Fig. 1** der Zeichnungen ist ein paralleles Hybridfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor **101** und einem Dreiphaseninduktionsmotorgenerator **103** als Quelle der Antriebskraft ausgerüstet.

[0020] Der Motor **101** ist mit einem stufenlos schaltenden Getriebe (CVT) **104** über eine elektromagnetische Pulverkupplung **102** verbunden. Der Motorgenerator **103** ist zwischen der Kupplung **102** und CVT **104** angeordnet. Die Antriebswelle des CVT **104** ist mit den Vorderrädern **100FL**, **100FR** verbunden, die die Antriebsräder sind.

[0021] Die Vorderräder **100FL**, **100FR** können durch den Motor **101** oder durch den Motorgenerator **103** angetrieben werden. Umgekehrt, wenn der Motorgenerator **103** als ein Generator verwendet wird, wirkt eine regenerative Bremskraft auf die Vorderräder **100FL**, **100FR**. Der elektrische Strom, der durch den Motorgenerator **103** erzeugt wird, lädt eine nicht dargestellte Batterie auf.

[0022] Eine Kupplung **102** wird angezogen, wenn das Drehmoment des Motors **101** auf das Antriebssystem übertragen wird. Wenn das Drehmoment des Motors **101** nicht benötigt wird, wird der Motor **101** gestoppt und die Kupplung **102** freigegeben.

[0023] Der Motor **101** wird durch eine Motorsteuerung **37** gesteuert, die einen Mikroprozessor aufweist. Signale für eine Einlaßmenge, Drosselklappenöffnung, Sauerstoffkonzentration des Abgases, Kühlmitteltemperatur, Fahrzeuggeschwindigkeit, Motordrehzahl und Motordrehphasensignal werden der Motorsteuerung **37** eingegeben.

[0024] Die Motorsteuerung **37** vollführt bestimmte Operationen unter Verwendung dieser Signale. Sie gibt ein Ansaugmengensteuerungssignal an den Drosselklappenbetätiger in einem Einlaßrohr, ein Luft/Brennstoffsteuerungssignal an eine Einspritzvor-

richtung, und ein Zündzeitpunktsteuerungssignal an einen Verteiler aus. Die Motorsteuerung **37** treibt auch den Motor **101** gemäß einem Signal an, welches den Motorstart und -stop von einer Motorgeneratorsteuerung **38** aus steuert, die nachfolgend beschrieben wird.

[0025] Die Kupplung **102** und der Motorgenerator **103** werden durch die Motorgeneratorsteuerung **38** gesteuert. Das CVT **104** wird durch eine CVT-Steuerung **39** gesteuert. Die Steuerungen **38** und **39** umfassen auch Mikroprozessoren. Sie kommunizieren mit der Motorsteuerung **37** und einer Bremssteuerung **9**, die nachfolgend beschrieben werden.

[0026] Eine Schalthebelstellung, eine Angabe für die Stärke des Niederdrückens des Beschleunigerpedals, eine Angabe für die Stärke des Niederdrückens des Bremspedals, die Antriebsdrehzahl und Abtriebsdrehzahl des CVT **104** und andere Signale werden in die CVT-Steuerung **39** eingegeben. Die CVT-Steuerung **39** vollführt vorher bestimmte Operationen unter Verwendung dieser Signale. Sie gibt ein Drehzahlverhältnissteuerungssignal, ein Fluiddrucksteuerungssignal und ein Leitungsdrucksteuerungssignal an ein Fluiddrucksteuerungsventil aus.

[0027] Die CVT-Steuerung **39** führt die Drehzahlverhältnissteuerung durch, so daß ein Drehzahlverhältnis aus der Antriebsdrehzahl und der Abtriebsdrehzahl des CVT **104** ermittelt wird, die mit einem Zieldrehzahlverhältnis zusammenfällt, das z.B. auf der Fahrzeuggeschwindigkeit wird, einer Antriebsdrehzahl und einer Stärke des Niederdrückens des Beschleunigerpedals basierend festgelegt. Hierbei wird das Drehzahlverhältnis als Wert ermittelt durch Teilen der Antriebsdrehzahl durch die Abtriebsdrehzahl des CVT **104**. Das Zieldrehzahlverhältnis ist z.B. auf eine vorher bestimmte Karte basiert. Es wird in der Art festgelegt, daß es größer wird, je niedriger die Fahrzeuggeschwindigkeit ist, je mehr die Stärke des Niedergedrücktseins des Beschleunigerpedals zunimmt und je mehr die Antriebsdrehzahl zunimmt.

[0028] Die Fahrzeuggeschwindigkeit, die Stärke des Niedergedrücktseins des Beschleunigerpedals, ein Ladezustand einer Batterie, eine Batterietemperatur und die Antriebsdrehzahl und andere Signale werden der Motorgeneratorsteuerung **38** zugeführt. Die Motorgeneratorsteuerung **38** vollführt vorher bestimmte Operationen unter Verwendung dieser Signale. Sie gibt ein Kupplungssteuerungssignal aus, das die Kupplung **102** steuert, und gibt ein Motorgeneratorsteuerungssignal an einen Inverter aus, der nicht dargestellt ist, aus, der den Motorgenerator **103** antreibt. Der Inverter steuert die Richtung und Größe des Zuführstroms zum Motorgenerator **103** entsprechend zu diesem Steuerungssignal.

[0029] Darüber hinaus bestimmt die Motorgeneratorsteuerung **38** durch Nachschauen in einer vorbestimmten Karte, ob der gegenwärtige Betriebszustand des Fahrzeugs sich in einem Bereich mit laufendem Elektromotor, einem Bereich mit laufendem Verbrennungsmotor oder einem Hybridlaufbereich

befindet, wenn festgestellt wird, daß das Beschleunigerpedal niedergedrückt ist. Hierbei ist ein Bereich mit laufendem Elektromotor ein Bereich, in welchem das Fahrzeug nur mit der Kraft des Motorgenerators **103** fährt, der Bereich mit laufendem Verbrennungsmotor ein Bereich ist, in welchem das Fahrzeug nur unter der Antriebskraft des Verbrennungsmotors **101** läuft, und in der Hybridlaufbereich ein Bereich ist, der durch den Verbrennungsmotor **101** und einen Motor-generator **103** während des Beschleunigens geteilt wird. Die Motorgeneratorsteuerung **38** steuert auch den Motorgenerator **103** und die Kupplung **102** gemäß dem vorher bestimmten Laufbereich, und gibt ein Steuerungssignal an die Motorsteuerung **37** aus.

[0030] Auf der anderen Seite, wenn festgestellt wird, daß das Beschleunigerpedal losgelassen wird, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit Null ist, bestimmt die Motorgeneratorsteuerung **38**, daß das Fahrzeug gestoppt wurde und gibt die Kupplung **102** frei.

[0031] Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit nicht Null ist und eine Antiblockierbremssteuerung nicht durchgeführt wird durch die Bremssteuerung **9**, die nachfolgend beschrieben wird, rechnet die Motorgeneratorsteuerung **38** eine Zielstromerzeugungsstärke gemäß der Fahrzeuggeschwindigkeit, der Schalterstellung und anderer Signalen durch Nachschauen in der vorbestimmten Karte aus. Der Motor-generator **103** wird dazu veranlaßt, Strom entsprechend dieser Zielstromerzeugungsstärke zu erzeugen. Der elektrische Strom wird in einer nicht dargestellten Batterie gespeichert. Die Motorgeneratorsteuerung **38** erkennt die berechnete Zielstromerzeugungsstärke als einen Wert, der die Größe der regenerativen Bremskraft der Bremssteuerung **9** zeigt.

[0032] Wenn eine Antiblockierbremssteuerung durchgeführt wird durch die Bremssteuerung **9**, beendet die Motorgeneratorsteuerung **38** das regenerative Bremsen durch den Motorgenerator **103** und setzt ein regeneratives kooperatives Steuerungsstoppzeichen $F_{REG-STP}$, das später beschrieben wird. Wenn das regenerative Bremsen vollständig beendet wurde, wird dieses Zeichen zurückgesetzt.

[0033] Radbremsen **1FL-1RR** zum Bremsen sind an den Rädern **100FL-100FR** jeweils angebracht. Ein Bremsbetätigersteuerungskreis **10** zum Steuern des Fluiddrucks an den Radbremsen **1FL-1RR** ist zwischen den Radbremsen **1FL-1RR** und Druckquellen (Hauptzylinder **2** und Verstärker **4**) vorgesehen. Der Hauptzylinder **2** und der Verstärker **4** erhöhen den Fluiddruck entsprechend der Stärke des Niederdrückens eines Bremspedals **3**. Der Bremsbetätigersteuerungskreis **10** wird nachfolgend detaillierter beschrieben. Der Bremsbetätigersteuerungskreis **10** wird durch die Bremssteuerung **9** gesteuert, die einen Mikroprozessor aufweist. Die Bremssteuerung **9** vollführt eine Fluiddrucksteuerung und tauscht daher Daten mit der Motorsteuerung **37**, Motorgeneratorsteuerung **38** und CVT-Steuerung **39** aus.

[0034] Als nächstes wird der Bremsbetätigersteuerungskreis **10** mit Bezug auf **Fig. 2** beschrieben. Der

Bremsbetätigersteuerungskreis **10** weist einen allgemeinen Vierradsteuerungskreis (Fluiddrucksteuerungskreis) **5**, einen Antiblockierbremssteuerungskreis **6** und einen Vorderradsteuerungsschaltkreis (Bremssteuerungsschaltkreis) **7** auf.

[0035] Der allgemeine Vierradsteuerungskreis **5** erhöht und erniedrigt Fluiddruck an den Radbremsen aller vier Räder getrennt vom Hauptzylinder **2**. Der Antiblockierbremssteuerungskreis **6** hindert die Räder am Blockieren, um einen kürzeren Bremsweg zu erhalten, sowie auch um das Steuern zu stabilisieren. Der Vorderradsteuerungskreis **7** erniedrigt den Fluiddruck an den Vorderrädern **100FR**, **100FL** unter vorher bestimmten Bedingungen.

[0036] Der Hauptzylinder **2** gibt einen Fluiddruck entsprechend der Stärke des Niederdrückens des Bremspedals **3** auf die beiden Leitungen **105P**, **105S** auf. Die beiden Leitungen **105P**, **105S** vom Hauptzylinder **2** sind in einer sogenannten X-Linienanordnung (**Fig. 6**) angeordnet. Das heißt, die vordere rechte Radbremse **1FR** und die hintere linke Radbremse **1RL** sind mit der Leitung **105P** und die vordere linke Radbremse **1FL** und die hintere rechte Radbremse **1RR** sind mit der Leitung **105S** verbunden. Aufgrund dieser X-Leitungsanordnung, sogar wenn eine Abnormalität in einer Leitung auftreten sollte, ist es möglich, die Bremskraft zwischen vorne und hinten und zwischen der rechten und linken Seite des Fahrzeugs auszubalancieren unter Verwendung der verbleibenden Leitung, wodurch die Fahrzeugstabilität sichergestellt wird. Der Verstärker **4** ist zwischen dem Bremspedal **3** und dem Hauptzylinder **2** vorgesehen. Der Verstärker **4** wird später beschrieben.

[0037] Die Struktur des Drucksteuerungsventils in dem Antiblockierbremssteuerungskreis **6** ist die gleiche wie bei einem konventionellen Rezirkulationstyp. Die Hauptleitung **105P** vom Hauptzylinder **2** verzweigt sich in zwei Teile und die Sekundärleitung **105S** verzweigt sich ebenfalls in zwei Teile. Die Radbremsen **1FL-1RR** sind mit den Enden dieser Abzweigungen über die druckerhöhenden Steuerungsventile **51FL-51RR** verbunden.

[0038] Die druckerhöhenden Steuerungsventile **51FL-51RR** sind Solenoid-Ventile, die zwischen zwei Stellungen hin- und herschalten und normalerweise offen sind. Rückschlagventile **52FL-52RR**, die nur eine Rezirkulation des Fluids zum Hauptzylinder **2** von den Radbremsen **1FL-1RR** aus zulassen, sind jeweils mit den druckerhöhenden Steuerungsventilen **51FL-51RR** parallel geschaltet.

[0039] Druckerniedrigende Steuerungsventile **53FL-53RR** sind ebenso in Fließrichtung hinter den druckerhöhenden Steuerungsventilen **51FL-51RR** angeordnet. Die druckerniedrigenden Steuerungsventile **53FL-53RR** sind Solenoid-Ventile, die zwischen zwei Stellungen hin- und herschalten, die normalerweise geschlossen sind. Die Ausgänge der druckerniedrigenden Steuerungsventile **53FL-53RR** sind mit Reservoirs **54P**, **54S** und Pumpen **55P**, **55S** verbunden. Die Auslaßanschlüsse der Pumpen

55P, 55S sind mit den Leitungen **105P, 105S** über Dämpfer **56P, 56S** verbunden. Die Fluiddrücke der Radbremsen **1FL-1RR** sind hierbei zu den Leitungen **105P, 105S** über druckerniedrigende Steuerungsventile **53FL-53RR**, Pumpen **55P, 55S** und Dämpfer **56P, 56S** zurückgeführt.

[0040] Der Antiblockierbremssteuerungskreis **6** wird normalerweise entsprechend einem Rechnungsvorgang gesteuert, der in der Bremssteuerung **9** basierend auf Raddrehzahlensignalen von Raddrehzahlsensoren berechnet wird, die an jedem Rad vorgesehen sind oder durch andere Signale. Das heißt, er beobachtet das Verhältnis der Raddrehzahlen zur Fahrzeuggeschwindigkeit. Wenn ein Rad, das einen Schlupf aufweist, der größer ist als ein vorher bestimmter Wert, beginnt zu blockieren, werden die druckerhöhenden Steuerungsventile **51FL-51RR** des Rades geschlossen und der Fluiddruck der Radbremsen **1FL-1RR** für das Rad wird aufrechterhalten. Wenn der Blockierzustand des Rades sich nicht ändert, wird das druckerniedrigende Steuerungsventil **53FL-53RR** des Rades geöffnet, während die Pumpe **55P, 55S** betrieben wird und der Fluiddruck der Radbremsen **1FL-1RR** wird reduziert durch Rückführen zum Hauptzylinder **2**.

[0041] Wenn die Raddrehzahl aufgrund dieses Vorgangs wieder erreicht wurde, wird das druckerniedrigende Steuerungsventil **53FL-53RR** temporär geschlossen, um den Fluiddruck der Radbremsen **1FL-1RR** zu halten. Nachfolgend wird das druckerhöhende Steuerungsventil **51FL-51RR** für eine vorbestimmte Zeit für ein vorher bestimmtes Intervall geöffnet, um verzögert den Fluiddruck der Radbremsen **1FL-1RR** des Rades zu erhöhen.

[0042] Durch Wiederholen dieser Abfolge von Vorgängen kann das Fahrzeug ohne zu versagen abgebremst werden, während eine Reduktion des Bremswegs sowie ein Sicherstellen der Steuerungskontrolle wirkt.

[0043] Die Steuerung, die auf die anderen Radbremsen aufgebracht wird, die sich nicht unter Antiblockiersteuerung befinden, wenn der Motorgenerator regeneratives Bremsen durchführt, und die Antiblockierbremssteuerung für eine der Radbremsen begonnen wird, wird wie nachfolgend beschrieben.

[0044] Gemäß dieser Ausführungsform ist der Vorderradsteuerungskreis **7** zwischen den druckerhöhenden Steuerungsventilen **51FL-51RR** und den Radbremsen **1FL, 1FR** der Vorderräder angeordnet. Der Vorderradsteuerungskreis **7** umfaßt Umschaltventile **41FL, 41FR**, Rückschlagventile **42FL, 42FR** und Proportionalventile **43FL, 43FR**.

[0045] Die Umschaltventile **41FL, 41FR** sind Solenoid-Ventile, die zwischen zwei Stellungen hin- und herschalten und die normalerweise geöffnet sind, und zwischen den druckerhöhenden Steuerungsventilen **51FL-51RR** und den Radbremsen der Vorderräder **1FL, 1FR** angeordnet sind. Die Rückschlagventile **42FL, 42FR** sind mit den Umschaltventilen **41FL, 41FR** parallel geschaltet. Dies erlaubt nur ein Rück-

führen von den Radbremsen **1FL, 1FR** zum Hauptzylinder **2**. Die Proportionalventile **43FL, 43FR** sind mit den Rückschlagventilen **42FL, 42FR** parallel geschaltet. Der Fluiddruck, der den Radbremsen **1FL, 1FR** zugeführt wird, kann auf diese Weise herabgesetzt werden.

[0046] Wenn der Auslaßdruck der Proportionalventile **43FL, 43FR** niedriger ist als der Einlaßdruck auf der Seite des Hauptzylinders **2**, wird er graduell bei einer Rate erhöht, die niedriger ist als die Zuwachsrates des Einlaßdrucks. Wenn der Einlaßdruck größer wird als ein vorher bestimmter Wert, wird er mit der gleichen Rate wie der Einlaßdruck erhöht.

[0047] Der Vorderradsteuerungskreis **7** wird entsprechend einem Rechnungsvorgang durchgeführt, der durch die Bremssteuerung **9** durchgeführt wird. Wenn der Motorgenerator **103** ein regeneratives Bremsen durchführt, werden die Umschaltventile **41FL, 41FR** geschlossen. Der Fluiddruck der Radbremsen **1FL, 1FR** wird erniedrigt auf weniger als der Versorgungsdruck auf der Seite des Hauptzylinders **2** durch die Proportionalventile **43FL, 43FR**.

[0048] Wie bereits erläutert, ist dieses Fahrzeug ein Fahrzeug mit Vorderradantrieb, und nicht nur der Motor **101**, sondern auch der Motorgenerator **103** ist nur mit den Vorderrädern **100FL, 100FR** verbunden. Die regenerative Bremskraft aufgrund des Motorgenerators **103** wirkt nur auf die Vorderräder **100FL, 100FR**. Daher sollte der Fluiddruck der Radbremsen **1FL, 1FR** um die Stärke dieser regenerativen Bremskraft reduziert werden.

[0049] Wenn eine regenerative Bremskraft nur auf die Vorderräder aufgebracht wird, wird die Bremskraft der Vorderräder größer als die Bremskraft der hinteren Räder, wenn die Fluiddrücke aller Radbremsen simultan herabgesetzt werden. Dies kann z.B. verursachen, daß die Antiblockierbremssteuerung zu früh gestartet wird.

[0050] Daher wird der Fluiddruck der Vorderradzyylinder **1FL, 1FR** durch die Proportionalventile **43FL, 43FR** um die Stärke der regenerativen Bremskraft herabgesetzt. Hier variiert die regenerative Bremskraft aufgrund des Motorgenerators **103** in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit. Daher wird der Fluiddruck durch die Proportionalventile **43FL, 43FR** z.B. um die Stärke einer relativ stabilen, jedoch kleinen regenerativen Bremskraft herabgesetzt, die z.B. bei mittleren und hohen Geschwindigkeiten auftreten kann.

[0051] Als nächstes wird der Verstärker **4** und die Fluiddruckquelle für den Verstärker **4** beschrieben.

[0052] Bei einem Hybridfahrzeug, wie es in dieser Ausführungsform beschrieben ist, wird der Verbrennungsmotor **101** häufig ausgeschaltet, so daß eine Elektropumpe **11** als Fluiddruckquelle für den Verstärker **4** verwendet wird. Fluid aus einem Hauptreservoir **8** wird durch die Elektropumpe **11** angesaugt und wird über Rückschlagventile **12** ausgelassen. Ein Sammler **13** ist zwischen dem Auslaßanschluß der elektrischen Pumpe **11** und dem Einlaßanschluß

des Verstärkers **4** verbunden.

[0053] Druckschalter **14** und **15** sind jeweils in Strömungsrichtung vor und hinter dem Sammler **13** vorgesehen. Die elektrische Pumpe **11** ist in Betrieb, egal, welcher Druck z.B. der Druck in Strömungsrichtung vor oder hinter dem Sammler **13**, unterhalb des vorher bestimmten Wertes fällt, so daß der Versorgungsfluiddruck für den Verstärker **4** auf einem Wert gehalten wird, der größer ist als ein vorher bestimmter Wert.

[0054] **Fig. 3** und **4** zeigen den Verstärker **4** in einem Zustand, wo das Bremspedal **3** niedergedrückt ist.

[0055] Wenn das Bremspedal **3** nicht niedergedrückt wird, zieht sich eine Antriebswelle **71** nach rechts in dem Diagramm zurück. Dies veranlaßt eine Stahlkugel **72** dazu, gegen einen Ventilsitz **73** durch eine Feder **74** gedrückt zu werden. Der Fluiddruck vom Sammler **13**, welcher vom äußeren Umfang eines Kolbens **75** abgenommen wird, fließt nicht in eine Zylinderkammer **76** in dem Kolben **75**, so daß keine Kraft erzeugt wird, um den Kolben **75** niederzudrücken. Die Zylinderkammer **76** ist auch mit der Innenseite eines Verstärkerkörpers **70** verbunden. Eine Stange **77**, die mit dem Hauptzylinder **2** verbunden ist, erstreckt sich von Kolben **75** aus. Wenn das Bremspedal **3** nicht niedergedrückt ist, veranlassen Rückholfedern **78**, **79** den Kolben **75** und die Stange **77** dazu, sich nach rechts in dem Diagramm zurückzuziehen.

[0056] Wenn das Bremspedal **3** dann niedergedrückt wird, bewegt sich die Antriebswelle **71** nach links im Diagramm entgegengesetzt zu einer Feder **80**, die zwischen der Antriebswelle **71** und dem Ventilsitz **73** angeordnet ist. Wenn die Spitze der Antriebswelle **71** die Stahlkugel **72** nach links in dem Diagramm zusammen mit einem Halter **82** gegen die elastische Kraft der Feder **74** drückt, wird die Stahlkugel **72** von dem Ventilsitz **73** beabstandet. Als Ergebnis fließt Fluid in die Zylinderkammer **76** des Kolbens **75** vom Sammler **13** über den Anschluß **81**, der in der Antriebswelle **71** ausgebildet ist, von der Lücke zwischen der Antriebswelle **71** und dem Ventilsitz **73**, und dies drückt den Kolben **75** nach links in dem Diagramm, zusammen mit dem Ventilsitz **73**. Die Stange **77** bewegt sich zum Hauptzylinder **2** und der Fluiddruck in dem Hauptzylinder **2** erhöht sich.

[0057] Der Kolben **75** kann auch nach links in dem Diagramm mit dem Ventilsitz **73** durch die Antriebswelle **71** gedrückt werden, jedoch wird der Kolben **75** immer zuerst durch den Fluiddruck gedrückt. Daher, sogar wenn die Niederdrückkraft für das Bremspedal **3** klein ist, wird die Stange **77** kräftig gedrückt. Der Fluiddruck im Hauptzylinder **2** wird dadurch erhöht.

[0058] Wenn das Niederdrücken des Bremspedals **3** beendet wird in einem Zustand, wo das Bremspedal **3** um einen geringen Betrag niedergedrückt wurde, trennen sich der Ventilsitz **73** und die Antriebswelle **71** aufgrund der elastischen Feder **80**. Die Antriebswelle **71** zieht sich in Richtung nach rechts im

Diagramm relativ zum Ventilsitz **73** zurück. Jedoch, wenn die Antriebswelle **71** in den Kontakt mit der Stahlkugel **72** gelangt, wird dadurch die Stahlkugel **72** wiederum gegen den Ventilsitz **73** aufgrund der elastischen Kraft der Feder **74** gedrückt. Dies schließt die Lücke zwischen den beiden und dichtet den Fluiddruck innerhalb der Zylinderkammer **76** ab. Aufgrund dieses abgedichteten Drucks wird ein Hilfsdruck erhalten, der den Kolben **75** und die Stange **77** in einem Zustand hält, wo sie in Richtung zum Hauptzylinder **2** versetzt sind.

[0059] Wenn auf der anderen Seite der Fahrer seinen Fuß vom Bremspedal **3** nimmt, zieht sich die Antriebswelle **71**, die frei wurde, nach rechts in dem Diagramm zurück aufgrund der Feder **80**. Die Stahlkugel **72** und Antriebswelle **71** trennen sich dann, während die Stahlkugel **72** in Kontakt bleibt mit dem Ventilsitz **73**. Wenn dies auftritt, wird der Fluiddruck in der Zylinderkammer **75** zu dem Hauptreservoir **8** zurückgeführt aus dem Spalt zwischen der Antriebswelle **71** und dem Ventilsitz **73** über den Durchgang **83**, der an der Spitze der Antriebswelle **71** angeordnet ist und Durchgängen **85**, **86**, die in einer Antriebswellenführung **84** ausgebildet sind und einem Durchgang **87**, der in dem Verstärkerkörper **70** ausgebildet ist.

[0060] Somit fließt in dem Verstärker **4** Fluiddruck vom Sammler **13** immer in die Zylinderkammer **76**, nachdem damit begonnen wurde, das Bremspedal **3** niederzudrücken, und erhöht damit den Druck. Ein Durchgang **88** ist daher in dem Ventilkörper **70** ausgebildet. Der Fluiddruck in der Kammer **76** erhöht den Druck in Verbindung mit dem Niederdrücken des Bremspedals **3**, und wird als Fluiddruck von einer Fluiddruckquelle, die sich vom Hauptzylinder **2** unterscheidet, abgenommen. Der so abgenommene Fluiddruck wird im allgemeinen Vierradsteuerungskreis **5** zugeführt, der später beschrieben wird und wird zur Zeit des regenerativen Bremsens verwendet.

[0061] Als nächstes wird die Struktur des allgemeinen Vierradsteuerungskreises **5** beschrieben, wiederum mit Bezug auf **Fig. 2**.

[0062] Umschaltventile **21P**, **21S** für das regenerative Bremsen, die Servoventile sind, die zwischen zwei Stellungen hin- und herschalten, die den vom Verstärker **4** entnommenen Fluiddruck als Servodruck verwenden, sind zwischen den Leitungen **105P**, **105S** vom Hauptzylinder **2** angeordnet.

[0063] Anschlüsse P der Umschaltventile **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen sind mit Leitungen **105P**, **105S** verbunden. Anschluß A der Umschaltventile **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen sind mit den druckerhöhenden Steuerungsventilen **51FL-51RR** verbunden. Anschlüsse B in den Umschaltventilen **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen sind mit Hubsimulatoren **22P**, **22S** verbunden, die eine Art von Sammler sind.

[0064] Die Umschaltventile **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen verbinden die Anschlüsse P mit den Anschlüssen A im Normalzustand, wenn kein Servodruck und Rückführen nur von den Anschlüssen B zu

den Anschlüssen P oder Anschlüssen A aufgrund der Rückschlagventile **20P**, **20S** erlaubt ist. Zudem sind Anschlüsse A abgesperrt und die Anschlüsse P und Anschlüsse B sind verbunden, wenn die Umschaltventile **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen vom Normalzustand aus durch den Servodruck umgeschaltet sind.

[0065] Rückholfedern der Hubsimulatoren **22P**, **22S** weisen einen Elastizitätskoeffizient auf, der äquivalent ist zur Reaktion des Fluiddrucks, der in dem Verstärker **4** oder Hauptzylinder **2** erzeugt wird, und überschüssiges Fluid wird zum Hauptreservoir **8** zurückgeführt. Drucksensoren **23P**, **23S** und Drucksensoren **24P**, **24S** sind jeweils in Strömungsrichtung vor und hinter den Umschaltventilen **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen angeordnet.

[0066] Der Fluiddruck vom Verstärker **4** wird als Servodruck der Umschaltventile **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen über das betriebssichere Ventil **25** zugeführt, welches ein Umschaltventil ist, das zwischen zwei Stellungen hin- und herschaltet und normalerweise geschlossen ist.

[0067] Das Rückschlagventil **26**, welches nur Rezirkulation zum Verstärker **4** erlaubt, und das Vorbeileitventil **27**, welches ein Umschaltventil ist, das zwischen zwei Stellungen hin- und herschaltet, und normalerweise geschlossen ist, sind mit dem betriebssicheren Ventil **25** parallel geschaltet. Der Druck in Strömungsrichtung hinter dem betriebssicheren Ventil **25** oder der Druck in Strömungsrichtung hinter dem Vorbeileitventil **27** selbst wird als Servodruck für das Vorbeileitventil **27** verwendet.

[0068] Daher, wenn das betriebssichere Ventil **25** öffnet, ist sein in Strömungsrichtung hinterer Druck, d.h. der Servodruck des Vorbeileitventils **27**, erhöht und das Vorbeileitventil **27** öffnet ebenso. Wenn das betriebssichere Ventil **25** geschlossen ist, wenn der Fluiddruck vom Verstärker **4** niedrig ist, nimmt sein in Strömungsrichtung hinterer Druck, d.h. der Servodruck für das Vorbeileitventil **27**, ab, so daß das Vorbeileitventil **27** ebenso schließt.

[0069] Eine Öffnung **28** ist zwischen dem betriebssicheren Ventil **25** und den Umschaltventilen **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen angeordnet. Ein Rückschlagventil **29**, welches nur einen Zufluß zum Servodruck der Umschaltventile **21P** und **21S** fürs regenerative Bremsen erlaubt, ist mit der Öffnung **28** parallel geschaltet. Diese Öffnungen **28** und Rückschlagventile **29** können jeweils für die Umschaltventile **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen vorgesehen sein.

[0070] Darüber hinaus, ein druckerhöhendes Steuerungsventil **30**, welches ein Umschalt-Solenoid-Ventil ist, das zwischen zwei Stellungen hin- und herschaltet und normalerweise geöffnet ist, ein druckerniedrigendes Steuerungsventil **31**, welches ein Umschalt-Solenoid-Ventil ist, das zwischen zwei Stellungen hin- und herschaltet und normalerweise geschlossen ist und ein Reservoir **32**, sind in Strömungsrichtung hinter dem betriebssicheren Ventil **25** oder in Strömungsrichtung hinter dem Vorbeileitventil

27 in Serie geschaltet. Der Rückfluß vom Reservoir **32** wird zum Hauptreservoir **8** zurückgeführt.

[0071] Der Teil zwischen dem druckerhöhenden Steuerungsventil **30** und dem druckerniedrigenden Steuerungsventil **31** ist mit dem Einlaßanschluß des Drucksteuerungszyinders **16** verbunden. Ein Rückschlagventil **33**, welches nur ein Rückführen vom Drucksteuerungszyinder **16** erlaubt, und ein Reduzierventil **34**, welches den in Strömungsrichtung vorderen Fluiddruck des druckerhöhenden Steuerungsventils **30** oberhalb eines vorherbestimmten Wertes reduziert, sind mit dem druckerhöhenden Steuerungsventil **30** parallel geschaltet.

[0072] Ein Rückschlagventil **35**, welches nur ein Rückführen von Reservoir **32** erlaubt, ist mit dem reduzierenden Steuerungsventil **31** parallel geschaltet. Darüber hinaus, ein Drucksensor **36** zum Erfassen des Einlaßfluiddrucks des Drucksteuerungszyinders **16** ist vorgesehen, wenn notwendig.

[0073] Der Drucksteuerungszyinder **16** ist vorgesehen, so daß er den Zylindern **18P**, **18S** gegenüberliegt, die die Kolben **17P**, **17S** in gleicher Form in einen Zylinderkörper aufnehmen. Die Kolben **17P**, **17S** haben zumindest die gleiche einlaßdruckaufnehmende Oberfläche und die gleiche auslaßdruckaufnehmende Oberfläche.

[0074] Die Auslaßanschlüsse der Zylinder **18P**, **18S** sind jeweils mit den Leitungen **105P**, **105S** in Strömungsrichtung hinter den Umschaltventilen **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen angeordnet. Die Rückholfedern **19P**, **19S** der Zylinder **18P**, **18S** haben den gleichen Elastizitätskoeffizienten und identische Spezifikationen. Daher kann der gleiche Fluiddruck in Leitungen **105P**, **105S** durch die beiden Zylinder **18P**, **18S** zugeführt werden.

[0075] Ebenso ist das Druckaufnahmeoberflächenverhältnis der Einlaßdruckaufnahmeoberfläche zur Auslaßdruckaufnahmeoberfläche der Kolben **17P**, **17S** identisch oder im wesentlichen identisch zum Verhältnis des Auslaßdrucks des Hauptzylinders **2** zum Fluiddruck vom Verstärker **4**.

[0076] Der allgemeine Vierradsteuerungskreis **5** wird gesteuert entsprechend eines Rechenvorganges, der durch die Bremssteuerung **9** ausgeführt wird.

[0077] Wenn keine Abnormitäten festgestellt werden, wird das betriebssichere Ventil **25** geöffnet. Wenn das Bremspedal **3** niedergedrückt wird, während keine Antiblockierbremssteuerung durchgeführt wird, nimmt der Fluiddruck von Verstärker **4** zu. Daher schaltet das Vorbeileitventil **27**, welches den Druck in Strömungsrichtung hinter dem betriebssicheren Ventil **25** als Servodruck aufnimmt, vom Normalzustand um und öffnet.

[0078] Der Druck in Strömungsrichtung hinter dem betriebssicheren Ventil **25** wird auch als Servodruck zu den Umschaltventilen **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen über das Rückschlagventil **29** zugeführt und die Umschaltventile **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen werden umgeschaltet. Dies schaltet die in

Strömungsrichtung hinten liegenden Radbremsen **1FL-1RR** von der Versorgung ab.

[0079] Die Leitungen **105P**, **105S** sind mit den Hub-simulatoren **22P**, **22S** verbunden, wodurch die Fluid-drücke in den Leitungen **105P**, **105S** die Kolben in den Hubsimulatoren **22P**, **22S** betreiben. Eine Rück-holfeder erzeugt eine Reaktionskraft, die äquivalent zu der des Hauptzylinders **2** oder des Verstärkers **4** ist, so daß der Fahrer keine unkomfortable Wahrnehmung erfährt, wenn das Bremspedal **3** niedergedrückt wird.

[0080] Auf der anderen Seite wird die regenerative Bremskraft, welche auf die Vorderräder **100FR**, **100FL** aufgrund des Motorgenerators wirkt, von der Fahrzeuggeschwindigkeit oder dem Drehzahlverhältnis errechnet und die Bremskraft wird für den Fall berechnet, wenn der Fluiddruck, der durch die Drucksensoren **23P**, **23S** erfaßt wird, den Radbremsen **1FL-1RR** ohne Modifikationen zugeführt wird. Der Auslaßdruck des Drucksteuerungszyinders **16** wird derart gesteuert, daß ein Wert erhalten wird, durch Abziehen der regenerativen Bremskraft und der Bremskraft in Abhängigkeit vom Fluiddruck, der durch die Drucksensoren **24P**, **24S** ermittelt wird.

[0081] Hier kann der Drucksteuerungszyinder **16** den gleichen Fluiddruck den beiden Leitungen **105P**, **105S** zuführen. Daher, wenn der Einlaßdruck des Drucksteuerungszyinders **16** abnimmt oder zunimmt, werden diese Drücke in gleicher Weise fluktuieren.

[0082] Nun ist das Verhältnis des Auslaßdrucks und des Einlaßdrucks des Drucksteuerungszyinders **16** umgekehrt proportional zum Verhältnis der Druckaufnahmeoberfläche der Kolben **17P**, **17S** der beiden Zylinder **18P**, **18S**. Somit wird der gewünschte Fluiddruck, d.h. die Zunahme und Abnahme des Einlaßdrucks relativ zur Zunahme und Abnahme des Auslaßdrucks, festgelegt. Das druckerhöhende Steuerungsventil **30** und das druckreduzierende Steuerungsventil **31** werden in Abhängigkeit dieser Fluktuation des Einlaßdrucks geöffnet und geschlossen.

[0083] PWM (Pulsweitenmodulation), die das Belastungsverhältnis verwendet, kann z.B. angewendet werden, um den Einlaßdruck zu diesem Drucksteuerungszyinder **16** zu erhöhen und zu senken. Eine Fluiddruckabnahme durch das drucksenkende Steuerungsventil **31** wird durch das Reservoir **32** gespeichert.

[0084] Hier können die Umschaltventile **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen auch durch Solenoide betrieben werden. Jedoch, in solch einem Fall, ist ein entsprechender elektrischer Schaltkreis nötig. Darüber hinaus, wenn die regenerative Bremszeit lang wird, kann ein Problem darin liegen, daß die Reaktionszeit der Solenoide lang wird, Wärmeverluste und Energieverluste zunehmen.

[0085] Auf der anderen Seite, gemäß dieser Ausführungsform, werden die Umschaltventile **21P**, **21S** für das regenerative Bremsen unter Verwendung des Fluiddrucks angetrieben, der immer durch den Ver-

stärker **4** als Servodruck während des Niederdrückens des Bremspedals **3** erzeugt wird. Die Struktur ist dadurch vereinfacht und exzessive thermische Energieverluste werden verhindert.

[0086] Wenn das Bremspedal **3** während des regenerativen Bremsens niedergedrückt wird, wird das Bremspedal **3** nur geringfügig zurückgeführt. Sogar wenn der Fluiddruck von Verstärker **4** dazu neigt, abzunehmen, nimmt der Servodruck der Umschaltventile **21P**, **21S** für das regenerative Bremsen nur schrittweise durch die Öffnung **28** ab. Daher wird ein falsches Rückkehren der Umschaltventile **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen in ihre Normalposition verhindert, und die regenerative kooperative Steuerung kann fortgesetzt werden.

[0087] Auch wenn das Bremspedal **3** niedergedrückt ist, fließt der Fluiddruck vom Verstärker **4** vom Rückschlagventil **29** als Servodruck der Umschaltventile **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen, ohne über die Öffnung **28** zu fließen, und die notwendige Reaktion kann sichergestellt werden.

[0088] Darüber hinaus, wenn der Fuß von Bremspedal **3** abgenommen wird, nimmt der Fluiddruck von Verstärker **4** ab. Daher nimmt der Servodruck der Umschaltventile **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen ebenso über die Öffnung **28** langsam ab. Wenn die Umschaltventile **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen in ihre Normalstellung zurückkehren, ist der Hauptzylinder **2** wiederum mit den Radbremsen **1FL-1RR** verbunden. Das Fluid im Reservoir **32** fließt durch das Rückschlagventil **35** und wird durch das Rückschlagventil **33** und das Rückschlagventil **26** zum Verstärker **4** zurückgeführt, zusammen mit dem Fluid im Drucksteuerungszyinder **16**.

[0089] Wenn eine Abnormalität in einem Zustand festgestellt wird, in dem das Bremspedal **3** nicht niedergedrückt ist, wird das betriebssichere Ventil **25** geschlossen. Wenn das Bremspedal **3** dann niedergedrückt wird, bleibt das Vorbeileitventil **27** geschlossen, so daß Fluiddruck im Verstärker **4** nicht weiter in Strömungsrichtung zugeführt wird. Die Umschaltventile **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen halten den Hauptzylinder **2** und die Radbremsen **1FL-1RR** in dem verbundenen Zustand, wodurch eine betriebssichere Funktion bereitgestellt wird.

[0090] Auf der anderen Seite, wenn eine Abnormalität festgestellt wird, wenn das Bremspedal **3** niedergedrückt ist, schließt das betriebssichere Ventil **25** sofort. Obwohl das betriebssichere Ventil **25** schließt, bleibt der in Strömungsrichtung hinter dem betriebssicheren Ventil **25** liegende Druck, d. h. der Fluiddruck, auf der Seite des Verstärkers **4** des Umschlagventiles **26**, hoch. Daher, ist der Servodruck der Umschaltventile **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen von der Versorgung abgeschnitten und der Fluiddruck nimmt nicht ab. Die Umschaltventile **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen blockieren auch weiterhin die Leitungen **105P**, **105S** vom Hauptzylinder **2**.

[0091] Der Servodruck der Umschaltventile **21P**, **21S** fürs regenerative Bremsen, der von der Versor-

gung abgeschnitten ist, d.h., der in Strömungsrichtung hinter dem betriebssicheren Ventil **25** anliegende Druck, wirkt als Pilotdruck auf das Vorbeileitventil **27**, wodurch das Vorbeileitventil **27** offen bleibt.

[0092] Daher bleibt das druckerhöhende Steuerungsventil **31** offen und das druckreduzierende Steuerungsventil **31** bleibt geschlossen.

[0093] Als Ergebnis wird der Fluidruck, der vom Verstärker **4** entnommen wird, auch weiterhin den Leitungen **105P**, **105S** über den Drucksteuerungszyylinder **16** zugeführt. Bremsen aufgrund des Fluiddruckes wird beibehalten, zumindest, bis der Fuß vom Bremspedal **3** abgenommen wird.

[0094] Das Druckaufnahmeoberflächenverhältnis zwischen den beiden Kolben **17P**, **17S** wird festgelegt als das Verhältnis des Auslaßdrucks vom Hauptzylinder **2** und des Fluiddruckes, der vom Verstärker **4** abgenommen wird. Daher, wird der Fluiddruck, der vom Drucksteuerungszyylinder **16** erhalten wird, zu diesem Zeitpunkt gleich dem Druck vom Hauptzylinder **2** gesetzt, wird die Bremskraft stabilisiert und der Fahrer erfährt kein unkomfortables Gefühl. Darüber hinaus wird der Fluiddruck vom Drucksteuerungszyylinder **16** gleich dem Druck vom Hauptzylinder **2**, kann der Steuerungskreis **6**, **7**, der in Strömungsrichtung hinter dem allgemeinen Vierradsteuerungskreis **5** angeordnet ist, entsprechend dem Fluiddruck-Steuerungszyylinder **16** und Hauptzylinder **2** ausgebildet werden.

[0095] Als nächstes, bezugnehmend auf **Fig. 5**, wird die Steuerung, die die Bremssteuerung **9** auf die Radbremsen der Räder ausübt, für welche die Antiblockierbremssteuerung nicht ausgeführt wird, wenn die Antiblockierbremssteuerung begonnen wird während des regenerativen Bremsens, beschrieben.

[0096] Dieser Berechnungsvorgang ist ein Unterprogramm, welches auf die Radbremsen der Räder angewendet wird, für die die Antiblockierbremssteuerung noch nicht begonnen hat, wenn regeneratives Bremsen durch den Motorgenerator **103** unterbrochen wird, wenn die Antiblockierbremssteuerung begonnen wird zu wirken, auf eines der Räder gemäß des nicht dargestellten Hauptprogramms.

[0097] Einmal gestartet wird dieser Vorgang durch einen Zeitgeber-Unterbrecher für eine vorbestimmte Abtastzeit ΔT durchgeführt, bis der Druck in den Radbremsen mit dem Druck vom Hauptzylinder übereinstimmt.

[0098] In diesem Rechnungsvorgang ist kein Schritt für eine Kommunikation vorgesehen. Verschiedene Information, die für diesen Berechnungsvorgang festgelegt ist, ist in einem Speicher gespeichert und die benötigten Programme und Karten werden aus dem Speicher ausgelesen.

[0099] Nun werden die Zeichen beschrieben, die in dem Berechnungsvorgang verwendet werden, wobei ein Zeichen F_{ABS} ein Antiblockierbremssteuerungszeichen ist. Es wird auf "1" gesetzt, wenn die Antiblockierbremssteuerung für die Radbremse eines der Räder begonnen wird, und es wird zurückgesetzt auf

"0", wenn die Antiblockierbremssteuerung schließlich beendet wurde.

[0100] Ein Zeichen F_{ABS-i} ($i = FL-RR$) ist ein Antiblockierbremssteuerungszeichen für jedes Rad. Es wird auf "1" gesetzt, wenn die Antiblockierbremssteuerung auf eine Radbremse **1i** ($i = FL-RR$) auf ein Rad **100i** ($i = FL-RR$) begonnen wird, und wird auf "0" zurückgesetzt, wenn die Antiblockierbremssteuerung schließlich beendet wurde.

[0101] Ein Zeichen $F_{REG-STP}$ ist ein Zeichen für ein Beenden der regenerativen kooperativen Steuerung. Es wird auf "1" gesetzt, wenn das Beenden des regenerativen Bremsens begonnen wird, wenn die Antiblockierbremssteuerung begonnen wird. Nach Beendigung des Beendens, wird es auf "0" zurückgesetzt.

[0102] Bei diesem Vorgang, einem Schritt S1, wird zunächst bestimmt, ob das Zeichen F_{ABS} "1" ist. Wenn das Zeichen F_{ABS} "1" ist, schreitet die Routine zu einem Schritt S2 fort, ansonsten geht sie zum Hauptprogramm zurück.

[0103] In dem Schritt S2 wird bestimmt, ob das Zeichen F_{ABS-i} "0" ist. Wenn das Zeichen F_{ABS-i} "0" ist, schreitet die Routine fort zu einem Schritt S3, ansonsten kehrt sie zum Hauptprogramm zurück.

[0104] In dem Schritt S3 wird bestimmt, ob das Zeichen $F_{REG-STP}$ "1" ist oder nicht. Wenn das Zeichen $F_{REG-STP}$ "1" ist, schreitet die Routine fort zu einem Schritt S4, ansonsten kehrt sie zum Hauptprogramm zurück.

[0105] In dem Schritt S4, nachdem eine Steuerung zum verzögerten Erhöhen des Druckes für die zugehörigen Radbremse **1i** durchgeführt wurde, kehrt die Routine zum Hauptprogramm zurück. Insbesondere ein Zähler CNT_{INC} für die Steuerung zum verzögerten Erhöhen des Druckes wird bei einem vorher bestimmten Intervall inkrementiert und wenn der Zähler CNT_{INC} niedriger ist als ein vorher bestimmter Wert CNT_{INC-0} , wird ein druckerhöhendes Steuerungsventil **51i** ($i = FL-RR$) und drucksenkendes Steuerungsventil **53i** ($i = FL-RR$) geschlossen und der Radbremsendruck wird gehalten.

[0106] Während des kurzen Intervalls, von dem Punkt, wo der inkrementierte Zähler CNT_{INC} gleich einem vorherbestimmten Wert CNT_{INC-0} , wird bis zu dem Punkt, wo er größer wird als ein vorherbestimmter Wert CNT_{INC-1} , der größer ist als der Wert CNT_{INC-0} , wird das druckerhöhende Steuerungsventil **51i** geöffnet und der Radbremsendruck erhöht.

[0107] Wenn der Zähler CNT_{INC} größer ist als den vorherbestimmten Wert CNT_{INC-1} , wird der Steuerungszähler CNT_{INC} auf "0" gesetzt und der Radbremsendruck wird wiederum beibehalten.

[0108] Durch Wiederholen dieses Vorganges steigt der Radbremsendruck des Rades **100i**, für welches die Antiblockierbremssteuerung nicht durchgeführt wird, für eine vorherbestimmte Zeitspanne (= $CNT_{INC-1} - CNT_{INC-0}$) für ein vorherbestimmtes Intervall (= CNT_{INC-0}) an, und der Radbremsendruck nimmt daher verzögert zu der Zunahme des in Strömungsrichtung vorliegenden Druckes des Antiblockierbremssteue-

rungskreises **6** als Ergebnis.

[0109] Bei diesem Berechnungsvorgang, wenn das Zeichen F_{ABS} "1" ist, das Zeichen F_{ABS-i} "0" ist und das Zeichen $F_{REG-STP}$ "1" ist, d.h., die Antiblockierbremssteuerung für ein anderes Rad begonnen wird, jedoch wenn die Antiblockierbremssteuerung für das zugehörige Rad **100i** noch nicht begonnen wurde und das regenerative Bremsen durch den Motor-generator **103** beendet wurde, schreitet die Routine fort zu Schritt S4 über die Schritte S1, S2 und S3 des Berechnungsvorganges aus Fig. 5 und der Radbremsendruck des Rades **100i** nimmt verzögert zu.

[0110] Wie oben erwähnt, wenn die Antiblockierbremssteuerung auf einer Straßenoberfläche mit sehr niedrigem Reibungskoeffizienten μ begonnen wird, kann das regenerative Bremsen des Motor-generator **103** nicht sofort beendet werden. Der in Strömungsrichtung vorliegende Druck des Antiblockierbremssteuerungskreises **6** nimmt unmittelbar zu, wenn das druckerhöhende Steuerungsventil **51FL-51RR** geöffnet ist und das druckerniedrigende Steuerungsventil **53FL-53RR** geschlossen wird, während die regenerative Bremskraft immer noch wirkt.

[0111] In diesem Fall, wenn die Erfindung nicht angewendet wird, wenn z.B. der Fluiddruck, der auch auf die vordere linke Radbremse **1FL** aufgebracht wird, gehalten wird oder abnimmt aufgrund der Antiblockierbremssteuerung, wird der in Strömungsrichtung hinten liegende Druck des Antiblockierbremssteuerungskreises **6** nicht der vorderen linken Radbremse **1FL** zugeführt, wie dies in Fig. 6 dargestellt ist. Daher wird der Fluiddruck, der auf die rechte hintere Radbremse **1RR** wirkt, die mit der gleichen Leitung **105S** verbunden ist, auf einen Druck zunehmen, der höher ist als der Hauptzylinderdruck.

[0112] Darüber hinaus, wenn der Fluiddruck in Strömungsrichtung vor dem Antiblockierbremssteuerungskreis **6** zu stark ansteigt, wird der Kolben **17S** des Drucksteuerungszyinders **16** zurückgedrängt. Konsequenterweise nimmt der Einlaßdruck zu und der Kolben **17P** wird herausgedrückt. Der Auslaßdruck wird ebenso auf einen Druck erhöht, der als Ergebnis höher ist als der Hauptzylinderdruck.

[0113] Wenn der Fluiddruck höher wird als der Hauptzylinderdruck, wird die Bremskraft zu groß. Dieses Phänomen verschwindet in kurzer Zeit, jedoch neigen die Räder dazu, leicht zu blockieren und die Antiblockierbremssteuerung kann früh starten.

[0114] Auf der anderen Seite, durch Anwendung dieser Erfindung, sogar wenn regeneratives Bremsen des Motor-generator **103** langsam herabgesetzt wird, wenn die Antiblockierbremssteuerung begonnen wird, wird durch Steuern der druckerhöhenden Steuerungsventile **51FR, 51RL, 51RR**, für welche die Antiblockierbremssteuerung noch nicht begonnen wurde, der Fluiddruck, der auf die Radbremsen **1FR, 1RL, 1RR** wirkt, für welche die Antiblockierbremssteuerung noch nicht durchgeführt wurde, graduell erhöht, und eine exzessive Bremskraft wird daran ge-

hindert, auf die Räder **100FR, 100RL** und **100RR** zu wirken.

[0115] Die oben beschriebene Ausführungsform wurde für den Fall beschrieben, wo ein Vorderrad-Druck-Vermindierungssteuerungskreis vorgesehen wurde, jedoch kann diese Erfindung auch verwendet werden auf eine Bremskraftsteuerung, die keinen Vorderrad-Druck-Reduziersteuerungskreis aufweist.

[0116] Obwohl die Erfindung zuvor mit Bezug auf bestimmte Ausführungsformen der Erfindung beschrieben wurde, ist die Erfindung nicht auf die oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Modifikationen und Variationen der oben beschriebenen Ausführungsformen können für den Fachmann im Licht der obigen Lehren vorgenommen werden.

Patentansprüche

1. Bremskraftsteuerung für ein Fahrzeug, das Räder (**100FR-100FL**), einen Generator (**103**), der eine elektrische Bremskraft auf eines der Räder ausübt, und hydraulische Radbremsen (**1FL-1RR**), die jeweils eine Bremskraft auf die Räder aufbringen, aufweist, mit:
 einem Fluiddrucksteuerungskreis (**5**) zum Bereitstellen eines ersten Fluiddruckes auf alle Radbremsen (**1FL-1RR**);
 einem Bremssteuerungsschaltkreis (**7**) zum Bereitstellen eines zweiten Fluiddruckes, basierend auf dem ersten Fluiddruck, auf einzelnen Radbremsen (**1FL-1RR**);
 einem Antiblockierbremssteuerungskreis (**6**) zum Bereitstellen eines dritten Fluiddruckes, der niedriger ist als der zweite Fluiddruck auf einer Radbremse (**1FR-1RR**), entsprechend einem Rad mit Schlupf;
 einer Steuervorrichtung (**9**) zum Steuern des Fluiddrucksteuerungskreises (**5**), um den ersten Fluiddruck herabzusetzen, wenn der Generator (**103**) elektrische Bremskraft auf eines der Räder (**100FR-100FL**) ausübt; zum Steuern des Generators (**103**), um das Aufbringen der elektrischen Bremskraft auf eines der Räder (**100FR-100FL**) zu beenden, und zum Steuern des Fluiddrucksteuerungskreises (**5**), um den ersten Fluiddruck anzuheben, wenn der Antiblockierbremssteuerungskreis (**6**) den dritten Fluiddruck der Radbremse (**1FR-1RR**) entsprechend einem Rad mit Schlupf zuführt; sowie zum Steuern des Bremssteuerungsschaltkreises (**7**), um den zweiten Fluiddruck mit einer Verzögerung zu der Zunahme des ersten Fluiddruckes durch den Fluiddrucksteuerungskreis (**5**) zu erhöhen, wenn der Generator (**103**) das Aufbringen der elektrischen Bremskraft auf eines der Räder (**100FR-100FL**) beendet hat;
 einem Hauptzylinder (**2**) und einer Druckquelle (**4**) jeweils zum Bereitstellen eines Fluiddruckes entsprechend ein Niederdrücken eines Bremspedals (**3**) an dem Fluiddrucksteuerungskreis (**5**); und
 Leitungen (**105P, 105S**) zum Verbinden der Radbremsen (**1FL-1RR**), wobei der Fluiddrucksteue-

rungskreis (5) zwischen dem Fluiddruck vom Hauptzylinder (2) und dem Fluiddruck von der Druckquelle (4) umschaltet, um den auf die Leitungen (105P, 105S) aufgebrachten Fluiddruck zu steuern und die Leitungen (105P, 105S) eine Hauptleitung (105P) und eine Sekundärleitung (105S) aufweist, wobei die Hauptleitung (105P) die Radbremse (1FR) für das rechte Vorderrad (100FR) mit der Radbremse (1RL) für das linke Hinterrad (100RL) verbindet, und die Sekundärleitung (105S) die Radbremse (1FL) für das linke Vorderrad (100FL) mit der Radbremse (1RR) für das rechte Hinterrad (100RR) verbindet.

2. Bremskraftsteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Fluiddrucksteuerungskreis (5) einen Steuerungszyylinder (16) aufweist, wobei der Steuerungszyylinder (16) zwei Kolben (17P, 17S) jeweils mit identischen Druckaufnahmeoberflächen auf einer Ein- und Auslaßseite, und zwei die Kolben (17P, 17S) aufnehmende Zylinder (18P, 18S) aufweist, und wobei Fluiddruck von der Druckquelle (4) der Einlaßseite der Kolben (17P, 17S) zugeführt wird und Druck, der an der Auslaßseite der Kolben (17P, 17S) erzeugt wird, den Leitungen (105P, 105S) zugeführt wird.

3. Bremskraftsteuerung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckquelle (4) ein Fluiddruckverstärker ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

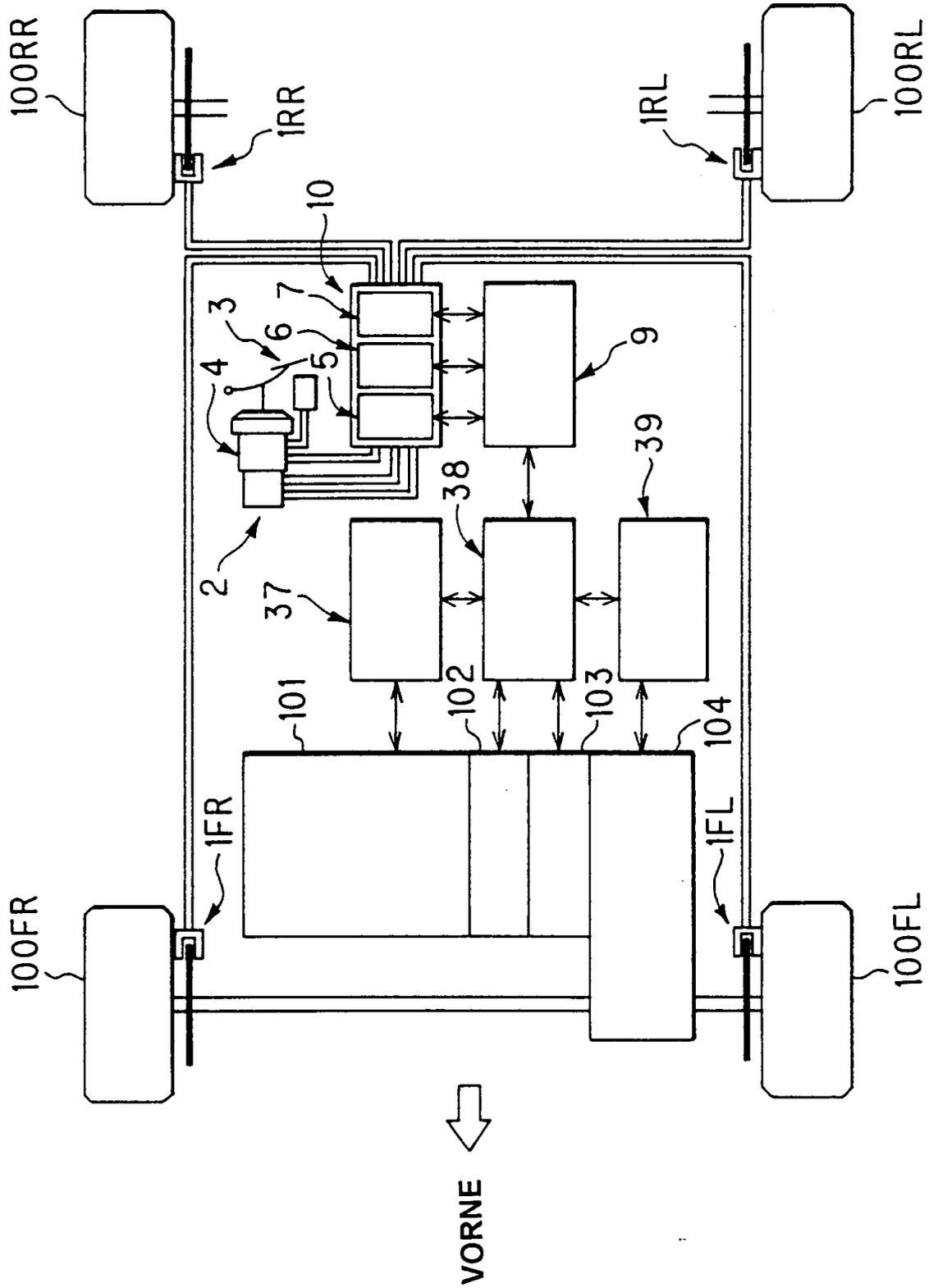


FIG. 1

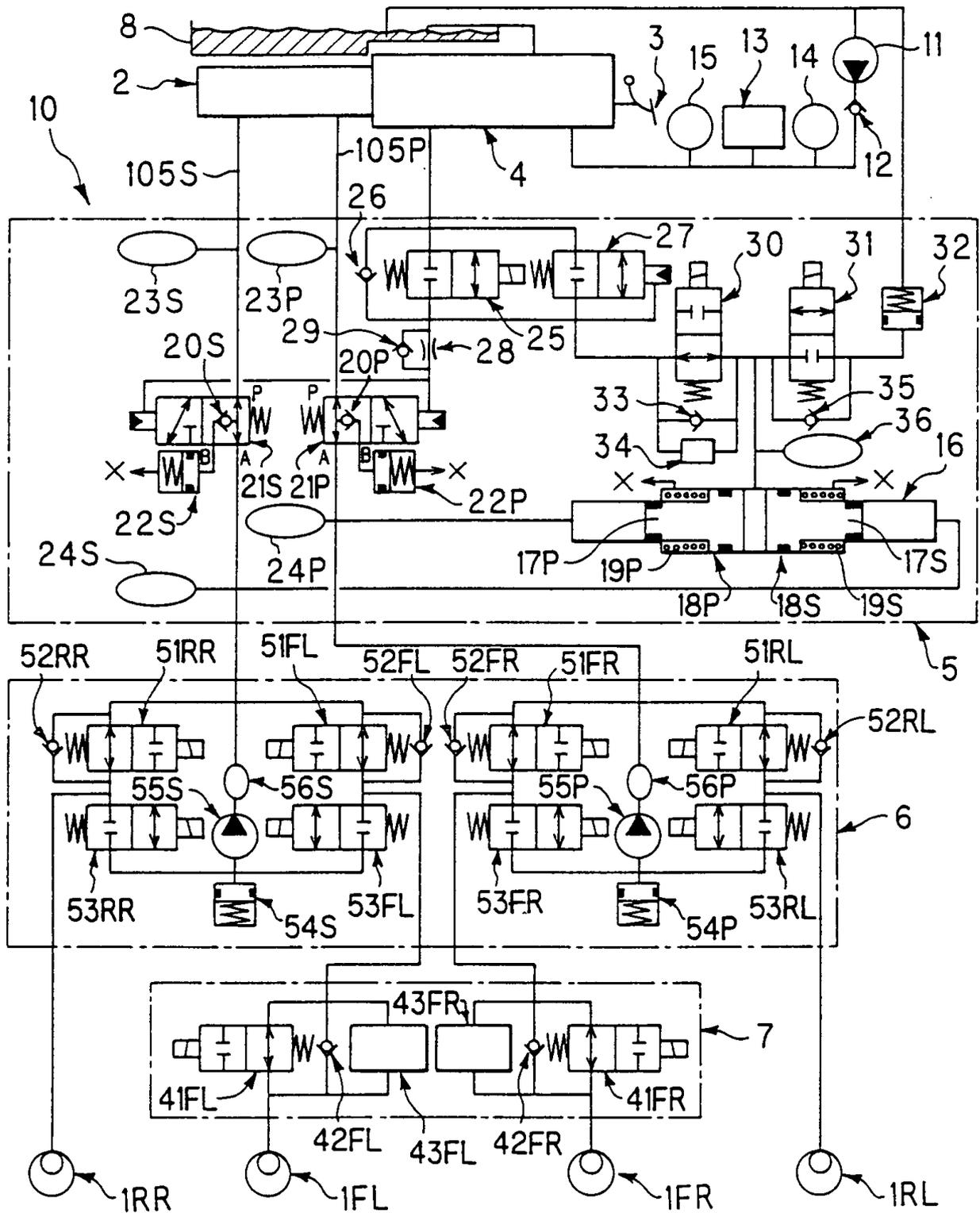
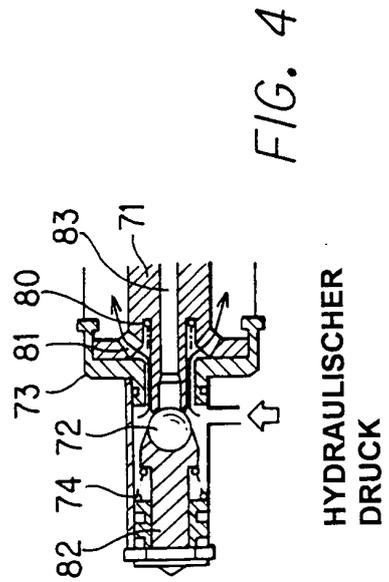
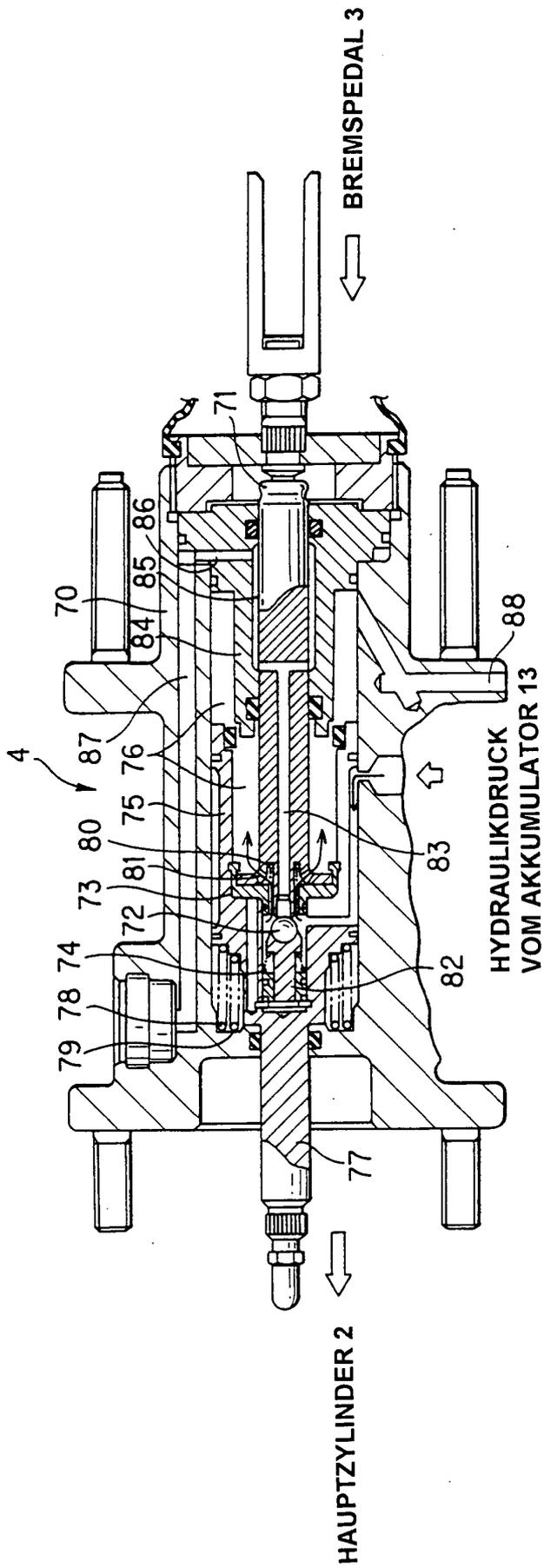


FIG. 2



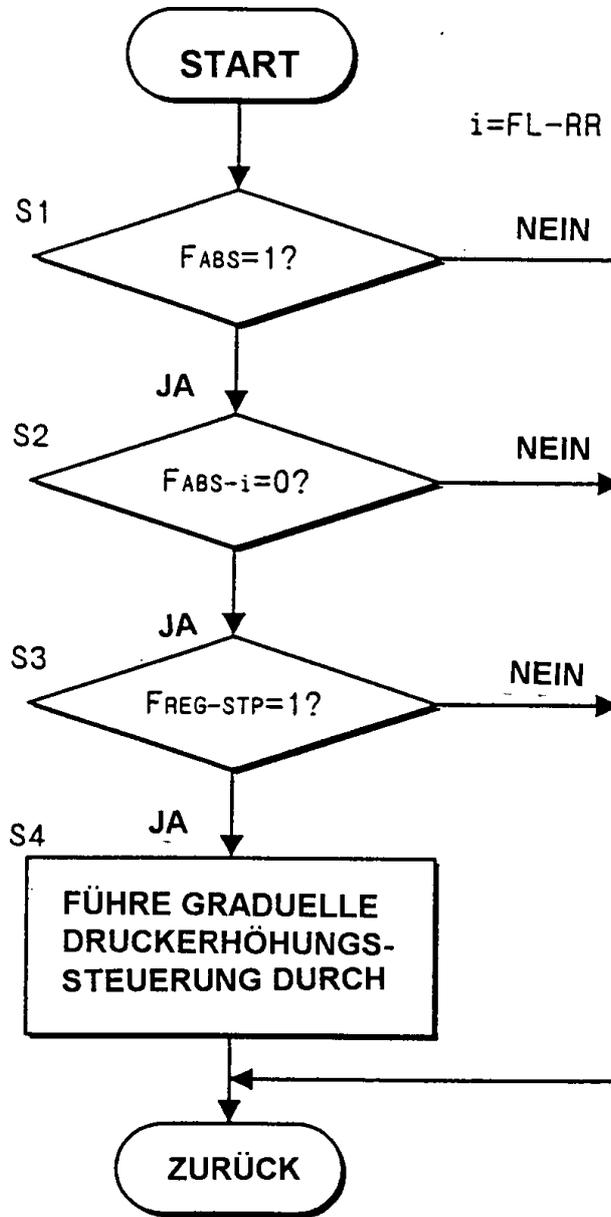


FIG. 5

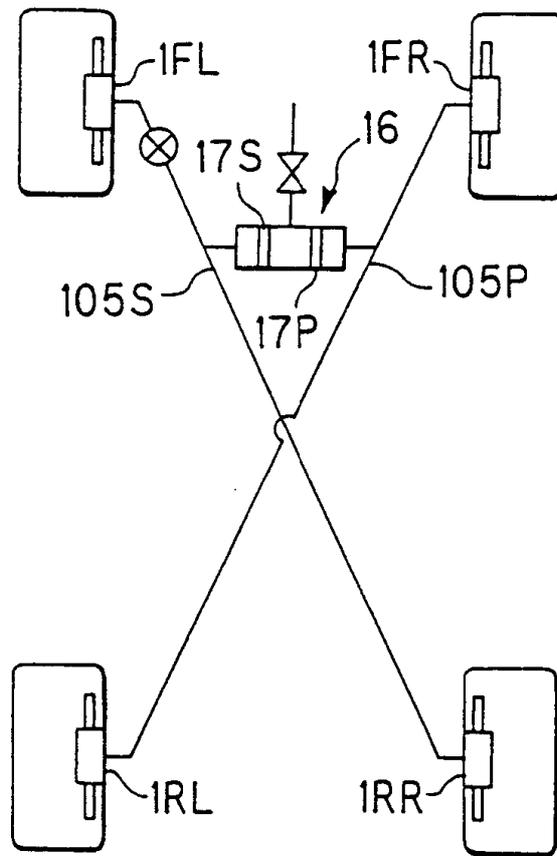


FIG. 6