



(10) **DE 10 2009 046 629 A1** 2010.05.20

Offenlegungsschrift

B60T 13/66 (2006.01)

**Kato, Tomohiro, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
Yamaguchi, Masanobu, Kariya-city, Aichi-pref.,
JP; Tomida, Koichi, Toyota-city, Aichi-pref., JP**

(54) Bezeichnung: **Steuervorrichtung für ein Bremsgerät**

[illegible]

Beschreibung

[0001] Diese Anmeldung basiert auf der und beansprucht die Priorität unter 35 U. S. C § 119 der am 13. November 2008 eingereichten japanischen Patentanmeldung 2008-290726, deren Inhalt hiermit durch Bezugnahme eingegliedert ist.

GEBIET DER ERFINDUNG

[0002] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Steuervorrichtung für ein Bremsgerät.

HINTERGRUND

[0003] Als ein Beispiel aus dem Stand der Technik offenbart eine Patentdruckschrift (japanisches Patent mit der Nr. 1999-20671 A) eine für ein Bremsgerät angepasste Steuervorrichtung, in welcher bei Schritt S4 (siehe [Fig. 6](#) der Patentdruckschrift) beurteilt wird, ob sich ein Unterdruckbremskraftverstärker **12** in einem Verstärkungsgrenzzustand befindet oder nicht. Falls die Steuervorrichtung beurteilt, dass sich der Verstärker **12** in dem Verstärkungsgrenzzustand befindet, dann wird eine Druckerhöhungssteuerung initiiert (Schritte S8 bis S13). Genauer gesagt betätigt die Steuervorrichtung eine Pumpe **112** und erzeugt einen Hydraulikdruck, der um eine Druckdifferenz ΔP höher als ein Hauptzylinderdruck P_M ist und führt den erzeugten Hydraulikdruck während des Bremsbetriebs zu einem Bremszylinder **50** zu. Somit steuert die Steuervorrichtung einen Druckerhöhungsgradienten (eine Steigung) so, dass sie ungeachtet dessen konstant ist, ob sich der Verstärker **12** während der Zeitspanne vor oder nach dem Verstärkungsgrenzzustand befindet. Der Druckerhöhungsgradient gibt einen Gradienten einer Änderungsrate eines Bremszylinderdrucks P_B über die Zeit an. (Die vorstehend verwendeten Bezugszeichen und Symbole sind in [Fig. 6](#) oder [Fig. 1](#) der Patentdruckschrift, also dem japanischen Patents mit der Nummer Nr. 1999-20671 A gezeigt).

[0004] Die in der Patentdruckschrift gezeigte herkömmliche Steuervorrichtung ist so aufgebaut, dass sie auf Grundlage eines Verstärkungsdrucksignals von einem Verstärkungsdruckschalter **304** beurteilt, ob sich der Unterdruckbremsverstärker **12** in dem Verstärkungsgrenzzustand befindet. Dieser Aufbau hat den Nachteil, dass die Pumpe **112** infolge einer Erfassungsabweichung des Verstärkungsdruckschalters **304** oder einer mechanischen Abweichung des Verstärkers **12** selbst dann fehlerhafter Weise betätigt werden kann, wenn der Unterdruckverstärker **12** den Verstärkungsgrenzzustand tatsächlich nicht erreicht hat. Ein solcher fehlerhafter Betrieb kann dazu führen, dass eine gewünschte Bremsleistung nicht zufriedenstellend bereitgestellt wird.

[0005] Es besteht somit Bedarf für eine für ein

Bremsgerät angepasste Steuervorrichtung, die die vorstehend erwähnten Nachteile nicht hat.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Die Steuervorrichtung, die für ein Fahrzeugbremsgerät (A) angepasst ist, ist ausgestattet mit einem Hauptzylinder zum Aufstellen eines Hydraulikbremsdrucks in Antwort auf eine Betätigung eines Bremsbetätigungselements, einem Unterdruckverstärker, der eine Betätigungskraft des Bremsbetätigungselements unter Verwendung von dazu zugeführtem Unterdruck verstärkt und eine verstärkte Kraft zu dem Hauptzylinder ausgibt, einem Radzylinder, der nach einer Zufuhr des Hydraulikbremsdrucks von dem Hauptzylinder eine Bremskraft auf ein Rad eines Fahrzeugs aufbringt, einem Druckdifferenzialsteuerventil, das in einem Hydraulikdruckdurchlass vorgesehen ist, der den Hauptzylinder und den Radzylinder verbindet, um einen radzylinderseitigen Hydraulikdruck so zu steuern, dass er um einen gesteuerten Druckdifferenzbetrag höher als ein hauptzylinderseitiger Hydraulikdruck ist, einer Hydraulikdruckpumpe, die an dem den Hauptzylinder und den Radzylinder verbindenden Hydraulikdruckdurchlass angeschlossen ist, um unabhängig von dem durch den Hauptzylinder aufgestellten Hydraulikbremsdruck nach dem Empfang einer Ausgabe von einem Elektromotor einen Hydraulikbremsdruck aufzustellen und den aufgestellten Hydraulikbremsdruck zu dem Radzylinder zuzuführen, einem Unterdruckerfassungsmittel zum Erfassen des zu dem Unterdruckverstärker zugeführten Unterdrucks und einem Hauptzylinderdruckerfassungsmittel zum Erfassen des Hauptzylinderdrucks. Die erfindungsgemäße Steuervorrichtung hat ein Unterdruckermittlungsmittel, das den zu dem Unterdruckverstärker zugeführten Unterdruck mittels des Unterdruckerfassungsmittels ermittelt, ein Hauptzylinderdruckerfassungsmittel zum Ermitteln des Hauptzylinderdrucks mittels des Hauptzylinderdruckerfassungsmittels und ein Verstärkungssteuermittel, das einen Verstärkungsdruck als einen zusätzlichen Hydraulikbremsdruck aufstellt und den Verstärkungsdruck zusätzlich zu dem in Antwort auf die Betätigung des Bremsbetätigungselements aufgestellten Hauptzylinderdruck zu dem Radzylinder zuführt. Die Hydraulikdruckpumpe und das Druckdifferenzialsteuerventil werden ab dem Zeitpunkt gesteuert, zu dem der durch das Hauptzylinderdruckerfassungsmittel ermittelte Hauptzylinderdruck einen Wert erreicht hat, der gleich oder größer als ein Verstärkungsgrenzdruck ist, welcher ein Hauptzylinderdruck ist, der einer Verstärkungsgrenze des Unterdruckverstärkers an dem durch das Unterdruckermittlungsmittel ermittelten Unterdruck entspricht, so dass der Verstärkungsdruck mit einem Sollverstärkungsdruck übereinstimmt, der mit einem Sollverstärkungsstellfaktor ermittelt wird, der kleiner als ein Grundverstärkungsstellfaktor ist, der dem Seroverhältnis des Unterdruckverstärkers für eine Zeit-

spanne entspricht, bis der Verstärker die Verstärkungsgrenze erreicht.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0007] Die vorgenannten und weitere Merkmale und Kennzeichen der vorliegenden Erfindung werden unter Berücksichtigung der beiliegenden Zeichnungen aus der folgenden ausführlichen Beschreibung ersichtlich, wobei:

[0008] [Fig. 1](#) eine schematische Ansicht eines Fahrzeugs zeigt, an welchem ein Ausführungsbeispiel einer Steuervorrichtung eines Hydraulikbremsgeräts gemäß der Erfindung angepasst ist;

[0009] [Fig. 2](#) eine schematische Ansicht eines Aufbaus des in [Fig. 1](#) gezeigten Hydraulikbremsgeräts ist;

[0010] [Fig. 3](#) ein Steuerungsblockdiagramm ist, das den Aufbau der in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigten Steuervorrichtung zeigt;

[0011] [Fig. 4](#) ein Steuerungsblockdiagramm ist, das den Aufbau eines Verstärkungssteuerungsabschnitts der in [Fig. 3](#) gezeigten Steuervorrichtung zeigt;

[0012] [Fig. 5](#) ein Graph ist, der ein Unterdruckverstärkungsgrenzdruckkennfeld (Einganskennfeld) zeigt;

[0013] [Fig. 6](#) ein Graph (Kennfeld) ist, das eine Beziehung zwischen einer Bremspedalbetätigungskraft unter verschiedenen Unterdruckniveaus und einem Hauptzylinderdruck zeigt;

[0014] [Fig. 7](#) ein Graph (Kennfeld) ist, das eine Differenzialdruckverstärkungstellfaktorbeziehung zeigt, wenn die Bremspedalniederdruckgeschwindigkeit relativ langsam ist;

[0015] [Fig. 8](#) ein zu [Fig. 7](#) ähnliches Kennfeld ist, das jedoch die Differenzialdruckverstärkungstellfaktorbeziehung zeigt, wenn die Bremspedalniederdruckgeschwindigkeit schneller als jene aus [Fig. 7](#) ist;

[0016] [Fig. 9](#) ein Graph (Kennfeld) ist, das einen Druckerhöhungsbetrag (Berechnungsergebnis) bezüglich des Differenzialdrucks zeigt, wenn die Bremspedalniederdruckgeschwindigkeit langsam ist;

[0017] [Fig. 10](#) ein zu [Fig. 8](#) ähnlicher Graph (Kennfeld) ist, jedoch den Druckerhöhungsbetrag (Berechnungsergebnis) bezüglich des Differenzialdrucks zeigt, wenn die Bremspedalniederdruckgeschwindigkeit schnell ist;

[0018] [Fig. 11](#) ein Ablaufdiagramm eines Steuer-

programms (einer Verstärkungssteuerung) ist, die durch die in [Fig. 1](#) gezeigte Steuervorrichtung auszuführen ist;

[0019] [Fig. 12](#) ein Ablaufdiagramm ist, das eine in [Fig. 11](#) gezeigte Endverarbeitungsroutine zeigt;

[0020] [Fig. 13](#) ein Ablaufdiagramm ist, das eine in [Fig. 11](#) gezeigte Druckerhöhungssteuererroutine zeigt;

[0021] [Fig. 14](#) ein Ablaufdiagramm ist, das eine in [Fig. 13](#) gezeigte Solldruckverstärkungstellfaktorberechnungsroutine zeigt; und

[0022] [Fig. 15](#) ein Graph ist, der eine Beziehung zwischen einer Betätigungskraft und verschiedenen Druckniveaus (Hauptzylinderdruck, Radzylinderdruck, $P_{st} + (P_{mc} - P_{st}) \times G_{std}$, $P_{st} + (P_{mc} - P_{st}) \times G^*$) zeigt, welche die Vorgänge und Wirkungen der vorliegenden Erfindung zeigt.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0023] Unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen werden im weiteren Verlauf Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert. Die erfindungsgemäße Steuervorrichtung ist an ein Fahrzeugbremsgerät angepasst. [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Ansicht des Fahrzeugaufbaus, bei dem die Steuervorrichtung an das hydraulische Bremsgerät angepasst ist. [Fig. 2](#) zeigt einen Aufbau eines in [Fig. 1](#) gezeigten hydraulischen Bremsgeräts, wobei das Fahrzeug M ein Fahrzeug mit Vorderradantrieb angibt und eine Antriebskraft einer als Antriebsquelle im vorderen Teil des Fahrzeugs installierte Kraftmaschine 11 zu den Vorderrädern (nicht zu den Hinterrädern) übertragen wird. Jedoch kann die Steuervorrichtung für das Hydraulikbremsgerät auf jede andere Art von Kraftfahrzeugen, beispielsweise auf ein Fahrzeug mit Hinterradantrieb oder auf ein Fahrzeug mit Allradantrieb angewendet werden.

[0024] Das Fahrzeug M hat die Kraftmaschine 11, ein Getriebe 12, ein Differenzial 13 und eine linke Antriebswelle 14a sowie eine rechte Antriebswelle 14b. Die Antriebskraft von der Kraftmaschine 11 wird durch das Getriebe 12, das Differenzial 13 und die linke und die rechte Antriebswelle 14a und 14b jeweils zu einem vorderen linken Rad Wfl und einem vorderen rechten Rad Wfr übertragen. Die Kraftmaschine 11 hat ein Einlassrohr 11a, durch welches die Luft in eine (nicht gezeigte) Kraftmaschinenbrennkammer einströmt. In dem Einlassrohr 11a ist ein Drosselventil 15a zum einstellbaren Steuern der durch das Rohr 11a strömenden Luftströmungsrate vorgesehen.

[0025] Das in diesem Fahrzeug M vorgesehene Drosselventil 15a ist ein elektronisch gesteuertes Drosselventil und kein auf mechanische Weise durch ein Kabel an einem Beschleunigungspedal 16 ange-

geschlossenes Drosselventil. Mit anderen Worten wird das Drosselventil **15a** durch die Betätigung eines Motors **15b** nach dem Empfang eines Befehlssignals von einer Kraftmaschinensteuerungs-ECU **17** so gesteuert, dass offen oder geschlossen ist. Der Drosselöffnungsgrad wird durch einen Drosselöffnungsgradsensor **15c** erfasst und das erfasste Signal wird für eine Rückkopplungssteuerung zu der Kraftmaschinensteuerungs-ECU **17** geschickt. Im Wesentlichen empfängt die Kraftmaschinensteuerungs-ECU **17** ein Signal, das dem Beschleunigungspedalniederdruckbetrag entspricht, welches durch einen Beschleunigungspedalniederdruckgraderfassungssensor **16a** erfasst wird, und sendet ein Befehlssignal zu dem Motor **15b**. Das Befehlssignal von der ECU **17** entspricht dem Öffnungsgrad des Drosselventils **15a** in Antwort auf den Pedalniederdruckbetrag. Ferner empfängt die Kraftmaschinensteuerungs-ECU **17** ein Signal, das einen Kraftmaschinenzustand anzeigt, und die ECU **17** bestimmt einen Befehlswert, der dem Drosselöffnungsgrad entspricht. Der erfasste Kraftmaschinenzustand wurde beim Bestimmen des Befehlswerts berücksichtigt.

[0026] Das Getriebe **12** ist ein Automatikgetriebe, welches eine Antriebskraft von der Kraftmaschine **11** durch Ändern der Drehzahl zu den antriebsseitigen Rädern (in diesem Ausführungsbeispiel den Rädern Wfl, Wfr) ausgibt. Das Getriebe **12** hat mehrere Vorwärtsgänge, beispielsweise vier Vorwärtsgänge und einen Rückwärtsgang. Das Getriebe **12** führt eine Drehzahlgangänderung innerhalb des durch den Fahrer ausgewählten Drehzahländerungsbereichs auf Grundlage der Fahrzeuglast und der Fahrzeuggeschwindigkeit durch.

[0027] Das Fahrzeug M ist mit einem Hydraulikdruckbremsgerät (einem Bremsgerät) A zum Bremsen (Stoppen) des Fahrzeugs ausgestattet. Das Hydraulikdruckbremsgerät A hat Radzylinder WCfl, WCfr, WCrl und WCrr ([Fig. 2](#)) an einem jeweiligen Rad, ein Bremspedal **21** (ein Bremsbetätigungselement), einen Unterdruckverstärker **22**, einen Hauptzylinder **23**, einen Speichertank **24**, ein Bremsstellglied (eine einen Hydraulikdruck automatisch erzeugende Vorrichtung) und eine Bremssteuerungs-ECU **26** (Steuervorrichtung) für das Bremsgerät.

[0028] Jeder Bremszylinder WCfl, WCfr, WCrl und WCrr beschränkt die Drehung eines jeweiligen entsprechenden Rads Wfl, Wfr, Wrl und Wrr und jeder Zylinder ist in einem jeweiligen Bremssattel CLfl, CLfr, CLrl, CLrr vorgesehen. Wenn zu jedem Radbremszylinder WCfl, WCfr, WCrl und WCrr ein Grundhydraulikdruck (erster Hydraulikdruck), ein Hilfshydraulikdruck (zweiter Hydraulikdruck), oder ein gesteuerter Hydraulikdruck (dritter Hydraulikdruck) zugeführt wird, dann wird ein jeweiliger (in den Figuren nicht gezeigter) Kolben, der im jeweiligen Radzylinder unterzubringen ist, in dem Zylinder so bewegt, dass er

ein Paar Bremsbeläge (Reibmaterialien) drückt, wodurch ein jeweiliger Scheibenrotor (Rotationselement) DRfl, DRfr, DRrl und DRrr, der sich einstückig mit jedem Rad Wfl, Wfr, Wrl und Wrr dreht, von beiden Seiten gedrückt wird, um die Drehung des Rads zu stoppen. Der in [Fig. 2](#) gezeigte Radzylinder ist ein Radbremszylinder der Scheibenbremsenbauweise, es kann jedoch auch ein Radbremszylinder der Trommelbremsenbauweise verwendet werden.

[0029] Der Unterdruckverstärker **22** unterstützt einen Bremsbetrieb zum Aufstellen eines Hilfshydraulikdrucks (eines durch die Kraft des Kraftkolbens erzeugten Drucks) durch Verstärkung der durch das Niederdrücken des Bremspedals **21** erzeugten Betätigungskraft in Antwort auf die Pedalbetätigungskraft unter Verwendung eines Unterdrucks von der Kraftmaschine **11** (einer Unterdruckzuführvorrichtung). Der aufgestellte Hilfshydraulikdruck wird zu den Radbremszylindern WCfl, WCfr, WCrl und WCrr zugeführt, um einen zweiten Reibungsbremsdruck an jedem Rad Wfl, Wfr, Wrl und Wrr zu erzeugen.

[0030] Genauer gesagt hat der Unterdruckbremsverstärker **22** einen Kraftzylinder **22a** oder ein Gehäuse, einen Kraftkolben **22b**, der in dem Kraftzylinder **22a** angeordnet ist und sich darin hin- und herbewegt, eine in dem Kraftzylinder **22a** zwischen dem Kraftkolben **22b** und dem Kraftzylinder **22a** angeordneten Membran **22c**, eine Unterdruckkammer **22d** und eine Atmosphärendruckkammer **22e**. Der Kraftkolben **22b** und die Membran **22c** sind in dem Kraftzylinder **22a** angeordnet und teilen das Innere des Zylinders **22a** in die Unterdruckkammer **22d** und die Atmosphärendruckkammer **22e**. Die Unterdruckkammer **22d** ist mit dem Kraftmaschineneinlassrohr **11a** durch ein Verbindungsrohr **22f** in Fluidverbindung, um Unterdruck von der Kraftmaschine zuzuführen. Die Atmosphärendruckkammer **22e** ist wahlweise zu der Atmosphäre offen, um Luft in die Atmosphärendruckkammer **22e** einzubringen. Wenn die Atmosphärendruckkammer **22e** zu der Luft offen ist, dann bewegt sich der Kraftkolben **22b** infolge des Druckunterschieds zwischen den Kammern **22d** und **22e** (des Druckunterschieds zwischen dem Unterdruck und dem Atmosphärendruck) nach links in [Fig. 2](#), um eine mit dem Kraftkolben **22b** verbundene Druckstange **22g** zu drücken. Dann werden die Kolben in dem Hauptzylinder **23** wiederum nach links in [Fig. 2](#) bewegt, um den Bremsverstärkungsbetrieb zu erreichen. In dem Verbindungsrohr **22f** ist ein Rückschlagventil **22f1** (siehe [Fig. 1](#)) zwischen geordnet, um einem Fluid lediglich zu ermöglichen, in eine Richtung zu strömen (nämlich von der Seite der Unterdruckkammer **22d** zu der Seite des Kraftmaschineneinlassrohrs **11a**), und um den Fluidstrom in der anderen Richtung (von der Seite des Einlassrohrs zu der Seite der Unterdruckkammer) zu beschränken.

[0031] Das Hydraulikdruckbremsgerät A ([Fig. 1](#)) hat

einen Unterdrucksensor **22f2** (Unterdruckerfassungsmittel) zum Erfassen eines Unterdruckniveaus in dem Einlassrohr **11a** der Kraftmaschine **11**, d. h., des Unterdrucks in dem Verbindungsrohr **22f**. Der Sensor **22f2** sendet ein den erfassten Unterdruck anzeigendes Signal zu der Bremssteuerungs-ECU **26**.

[0032] Der Hauptzylinder **23** führt den Hydraulikdruck (Grundhydraulikdruck + Hilfshydraulikdruck) zu jedem Radbremszylinder WCfl, WCfr, WCrl und WCrr zu. Mit anderen Worten gibt der Hauptzylinder **23** eine gesamte Kraft aus der Bremsbetätigungskraft (der Pedalniederdruckkraft durch den Fahrer) und einer Kraft des Kraftkolbens **22b** des Unterdruckverstärkers **22**, die von der Pedalbetätigung herrührt, ein. Die gesamte Kraft ist eine aus der Pedalniederdruckkraft und der durch den Unterdruckverstärker verstärkten Verstärkungsbremsbetätigungskraft resultierende Kraft. Der Hauptzylinder **23** gibt den Hydraulikdruck (den Grundhydraulikdruck und den Hilfshydraulikdruck) aus, indem die eingegebene Kraft in Hydraulikdruck umgewandelt wird. Der Grundhydraulikdruck ist eine durch die Niederdruckkraft des Bremspedals **21** aufgestellte Druckkomponente, wohingegen der Hilfshydraulikdruck eine Druckkomponente ist, die durch eine durch die Bewegung des Kraftkolbens **2b** des Bremsverstärkers **22** erzeugte Kraft aufgestellt ist. Die erste Reibbremskraft wird an den Rädern Wfl, Wfr, Wrl und Wrr durch den Grundhydraulikdruck erzeugt.

[0033] Der Speichertank **24** hält ein Bremsfluid zum Zuführen des Fluids zu dem Hauptzylinder **23** vor.

[0034] In einem Bremsfluiddurchlass zwischen dem Hauptzylinder **23** und jedem Radzylinder WCfl, WCfr, WCrl und WCrr ist ein Bremsstellglied **25** angeordnet und führt einen Steuerhydraulikdruck zu den Radzylindern WCfl, WCfr, WCrl und WCrr zu, welcher unabhängig und ungeachtet des Niederdrückens des Bremspedals aufgestellt wird. Die dritte Reibungsbremskraft wird an den entsprechenden Rädern Wfl, Wfr, Wrl und Wrr durch den Steuerhydraulikdruck erzeugt, der durch das Bremsstellglied **25** aufgestellt wird.

[0035] Das Bremsstellglied **25** wird nun unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) detaillierter erläutert. Das Bremsstellglied **2** ist aus einer Vielzahl unabhängig betriebener Hydraulikdruckkreise (Bremsysteme) ausgebildet. Genauer gesagt hat das Bremsstellglied **25** einen ersten Bremskreis **25a** und einen zweiten Bremskreis **25b**, wobei jeder Kreis mit einer Diagonalverrohrung ausgebildet ist. Mit anderen Worten verbindet der erste Bremskreis **25a** eine erste Hydraulikdruckkammer **23a** des Hauptzylinders **23** hydraulisch mit dem hinteren linken Radzylinder WCrl an dem hinteren linken Rad Wrl und dem vorderen rechten Radzylinder WCfr an dem vorderen rechten Rad Wfr zum Bremsen der beiden diagonalen positionierten Räder.

Der andere Bremskreis **25b** verbindet die zweite Hydraulikammer **23b** des Hauptzylinders **23** hydraulisch mit dem vorderen linken Radzylinder WCfl an dem vorderen linken Rad Wfl und den hinteren rechten Radzylinder WCrr an dem hinteren rechten Rad Wrr zum Bremsen der beiden anderen diagonal positionierten Räder.

[0036] Der erste Bremskreis (das erste Bremssystem) **25a** hat ein Druckdifferenzialsteuerventil **41**, einen Drucksteuerabschnitt **42** für das hintere linke Rad, einen Drucksteuerabschnitt **43** für das vordere rechte Rad und einen ersten Druckverringerungsabschnitt **44**.

[0037] Das Druckdifferenzialsteuerventil **41** ist ein normalerweise offenes lineares elektromagnetisches Ventil, das zwischen dem Hauptzylinder **23** und einer stromaufwärtigen Seite des Drucksteuerabschnitts **42** für das hintere linke Rad und einer stromaufwärtigen Seite des Drucksteuerabschnitts **43** für das vordere rechte Rad angeordnet ist. Dieses Druckdifferenzialsteuerventil **41** wird durch die Bremssteuerungs-ECU **26** zum Öffnen/Schließen gesteuert. Der in [Fig. 2](#) gezeigte Zustand zeigt einen druckdifferenzialfreien Zustand an (es wird kein Druckdifferenzial erzeugt). Wenn das Druckdifferenzialsteuerventil **41** erregt wird, um die Verbindung zwischen dem Hauptzylinder **23** und den Radzylindern WCrl und WCfr zu schließen (der Druckdifferenzialzustand **Is** wird erzeugt), dann kann der Hydraulikdruck an der Seite des Radzylinders um ein vorbestimmtes gesteuertes Druckdifferenzial höher als der Hauptzylinderdruck gehalten werden. Dieser vorbestimmte, gesteuerte Druckdifferenzialwert kann in Antwort auf den gesteuerten elektrischen Strom von der Bremssteuerungs-ECU **26** eingestellt werden. Somit kann der gesteuerte Hydraulikbremsdruck aufgestellt werden, der dem gesteuerten Druckdifferenzial mit der Druckerhöhung durch Antreiben der Pumpe **44a** (und **54a**) entspricht.

[0038] Der Drucksteuerabschnitt **42** für das hintere linke Rad steuert die Bremsdruckzufuhr zu dem hinteren linken Radzylinder WCrl und beinhaltet ein Druckerhöhungsventil **42a**, welches ein normalerweise offenes elektromagnetisches Auf/Zu-Ventil mit zwei Anschlüssen und zwei Schaltpositionen ist, sowie ein Druckverringerungsventil **42b**, welches ein normalerweise geschlossenes elektromagnetisches Auf/Zu-Ventil mit zwei Anschlüssen und zwei Schaltstellungen ist. Das Druckerhöhungsventil **42a** ist zwischen dem Druckdifferenzialsteuerventil **41** und dem hinteren linken Radzylinder WCrl angeordnet, um die Fluidverbindung zwischen dem Druckdifferenzialsteuerventil **41** und dem Radzylinder WCrl in Antwort auf ein Befehlssignal von der Bremssteuerungs-ECU **26** aufzustellen oder zu unterbrechen. Das Druckverringerungsventil **42b** ist zwischen dem Radzylinder WCrl und dem Druckregelbehälter **44c** angeordnet,

um eine Fluidverbindung zwischen dem Radzylinder WCrl und dem Druckregelbehälter **44c** in Antwort auf ein Befehlssignal von der Bremssteuerungs-ECU **26** aufzustellen oder zu unterbrechen. Dementsprechend kann der Druck in dem hinteren linken Radzylinder WCrl so gesteuert werden, dass er zunimmt, beibehalten wird oder abnimmt.

[0039] Der Drucksteuerabschnitt **43** für das vordere rechte Rad steuert die Bremsdruckzufuhr zu dem vorderen rechten Radzylinder WCfr und hat ein Druckerhöhungsventil **43a** und ein Druckverringerungsventil **43b**. Diese Ventile **43a** und **43b** werden durch die Bremssteuerungs-ECU **26** so gesteuert, dass sie den Druck in dem vorderen rechten Radzylinder WCfr erhöhen, beibehalten oder verringern.

[0040] Der erste Druckverringerungsabschnitt **44** hat die Pumpe **44a** (Ölpumpe), einen Motor **44b** für die Pumpe **44a** und einen Druckregelbehälter **44c**. Die Pumpe **44a** pumpt das Bremsfluid in dem Bremsregelbehälter **44c** hoch und führt das Fluid zu dem Fluiddurchlass zwischen dem Druckdifferenzialsteuerventil **41** und den Druckerhöhungsventilen **42a** und **43a** zu. Die Pumpe **44a** ist durch den Motor **44b** angetrieben, der in Antwort auf einen Befehl von der Bremssteuerungs-ECU **26** angetrieben wird.

[0041] Der Druckregelbehälter **44c** speichert das von den Radzylindern WCrl und WCfr durch die Druckverringerungsventile **42b** und **43b** rückgeführte Bremsfluid temporär. Der Druckregelbehälter **44c** ist mit dem Hauptzylinder **43** direkt in Verbindung und der Hauptzylinder **23** führt das Bremsfluid zu dem Behälter **44c** zu, wenn das Fluid in dem Behälter **44c** ein vorbestimmtes Niveau unterschreitet, und stoppt die Zufuhr, wenn das Fluid das vorbestimmte Niveau erreicht.

[0042] Der Druckdifferenzialzustand kann durch das Druckdifferenzialsteuerventil **41** aufgestellt werden. Wenn die Pumpe **44a** zum Durchführen der Fahrzeugstabilitätssteuerung, der Traktionssteuerung oder einer anderen Bremssteuerung angetrieben wird, dann kann das Bremsfluid von dem Hauptzylinder **23** zu der stromaufwärtigen Seite der Druckerhöhungsventile **42a** und **43a** durch den Druckregelbehälter **44c** zugeführt werden.

[0043] Der zweite Bremskreis (das zweite Bremssystem) **25b** hat ein Druckdifferenzialsteuerventil **51**, den Hydraulikdrucksteuerabschnitt **52** für das vordere linke Rad, den Hydraulikdrucksteuerabschnitt **53** für das hintere rechte Rad und einen zweiten Druckverringerungsabschnitt **54**.

[0044] Das Druckdifferenzialsteuerventil **51** ist ein normalerweise geöffnetes lineares elektromagnetisches Ventil, das zwischen dem Hauptzylinder **23** und einer stromaufwärtigen Seite des Drucksteuer-

abschnitts **52** für das vordere linke Rad und einer stromaufwärtigen Seite des Drucksteuerabschnitts **53** für das hintere rechte Rad angeordnet ist. Dieses Druckdifferenzialsteuerventil **51** wird durch die Bremssteuerungs-ECU **26** gesteuert, um den Bremsdruck an der Seite der Radbremszylinder WCfl und WCrr um eine vorbestimmte Druckdifferenz höher als an der Seite des Hauptzylinders **23** zu halten.

[0045] Der Drucksteuerabschnitt **52** für das vordere linke Rad und der Drucksteuerabschnitt **53** für das hintere rechte Rad steuern die Bremsdruckzufuhr zu dem vorderen linken Radzylinder WCfl und zu dem hinteren rechten Radzylinder WCrr und jeder Steuerabschnitt **52**, **53** hat ein Druckerhöhungsventil **52a**, **53a** und ein Druckverringerungsventil **52b**, **53b**, ähnlich wie die Steuerabschnitte **42**, **43** für das hintere linke und das vordere rechte Rad. Die Druckerhöhungsventile **52a**, **53a** und die Druckverringerungsventile **52b**, **53b** stellen eine Fluidverbindung zwischen dem Druckdifferenzialsteuerventil **51** und dem Radzylinder WCfl und WCrr in Antwort auf ein Befehlssignal von der Bremssteuerungs-ECU **26** her oder unterbrechen diese. Dementsprechend können die Hydraulikdrücke in dem vorderen linken Radzylinder WCfl und dem hinteren rechten Radzylinder WCrr so gesteuert werden, dass sie erhöht, beibehalten oder verringert werden.

[0046] Der zweite Druckerhöhungsabschnitt **54** hat die Pumpe **54a** (Ölpumpe), den Motor **44b** (der gemeinsam mit dem ersten Druckverringerungsabschnitt **44** verwendet wird) für die Pumpen **54a** und einen Druckregelbehälter **54c**. Die Pumpe **54a** pumpt das Bremsfluid in den Druckregelbehälter **54c** hoch und führt das Fluid zu dem Fluiddurchlass zwischen dem Druckdifferenzialsteuerventil **51** und den Druckerhöhungsventilen **52a** und **53a** zu. Die Pumpe **54a** ist durch den Motor **44b** angetrieben, der in Antwort auf einen Befehl von der Bremssteuerungs-ECU **26** angetrieben wird.

[0047] Gemäß dem Aufbau des Bremsstellglieds **25** sind im normalen Bremsbetrieb alle elektromagnetischen Ventile nicht erregt (in [Fig. 2](#) gezeigter Zustand) und ein Bremsdruck wird erzeugt und zu jedem Radzylinder WCfl, WCrr, WCrl und WCfr zugeführt. Dieser Bremsdruck ist die Summe aus dem Grundhydraulikdruck und dem Hilfshydraulikdruck in Antwort auf die Bremspedalniederdrückkraft. Es ist anzumerken, dass die Suffixe fl, fr, rl und rr jeweils eine vordere linke, vordere rechte, hintere linke und hintere rechte Position des Fahrzeugs mit Bezug auf den Fahrzeugkörper angeben.

[0048] Wenn das Bremsstellglied **25** den Motor **44b** und dementsprechend gleichzeitig die Pumpen **44a** und **54a** antreibt, die Druckdifferenzialsteuerventile **41** und **51** erregt, wird der Steuerhydraulikbremsdruck zusätzlich zu dem Hydraulikdruck von dem

Hauptzylinder **23** (Grundhydraulikdruck + Hilfshydraulikdruck) zu jedem Radzylinder WC** zugeführt. Das Suffix „**“ gibt lediglich eines von fl, fr, rl oder rr an, wobei „fl“ die Abkürzung für vorne links, „fr“ für vorne rechts, „rl“ für hinten links und „rr“ für hinten rechts ist.

[0049] Ferner steuert das Bremsstellglied **25** die Druckerhöhungsventile **42a**, **43a**, **52a** und **53a** und die Druckverringerungsventile **42b**, **43b**, **52b** und **53b** um den Bremsdruck unabhängig in jedem der Radbremszylinder WC** einzustellen und dementsprechend können nach Empfang eines Befehls von der Bremssteuerungs-ECU **26** viele Fahrzeugverhaltenssteuerungen, etwa eine Antischlupfregelung, eine Vorderrad/Hinterrad-Bremsverteilungssteuerung, eine Fahrzeugstabilitätssteuerung (eine Untersteuerungsbeschränkungssteuerung, eine Übersteuerungsbeschränkungssteuerung), eine Traktionssteuerung, eine Fahrzeugabstandssteuerung durchgeführt werden.

[0050] Das Bremsstellglied **25** hat ferner einen Drucksensor **25a1** (ein Hauptzylinderdruckerfassungsmittel) zum Erfassen eines Drucks des Hauptzylinders **23**. Der Sensor erfasst den Hauptzylinderdruck und sendet ein Erfassungssignal zu der Bremssteuerungs-ECU **26**. In diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist der Drucksensor **25a1** in einem Fluiddurchlass zwischen dem Hauptzylinder **23** und dem Druckdifferenzialsteuerventil **41** in dem ersten Bremskreis **25a** angeordnet, jedoch kann der Hauptzylinderdrucksensor in dem Fluiddurchlass in dem zweiten Bremskreis **25b** angeordnet sein.

[0051] Das Hydraulikdruckbremsgerät A hat einen Bremspedalhubsensor **21a** (ein Bremsbetätigungszustandserfassungsmittel) zum Erfassen eines Hubbetrags des Bremspedals **21**, wie dies in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt ist. Der Pedalhubsensor erfasst den Hubbetrag des Bremspedals und sendet ein Erfassungssignal zu der Bremssteuerungs-ECU **26**. Der Hubbetrag des Bremspedals **21** entspricht dem Betätigungszustand des Bremspedals **21**. Der Bremspedalhubsensor **21a** entspricht einem Bremsbetätigungszustandserfassungsmittel.

[0052] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, hat das Hydraulikdruckbremsgerät A einen Fahrzeuggradrehzahlsensor Sfl, Sfr, Srl und Srr, die jeweils in der Nähe des entsprechenden Rads Wfl, Wfr, Wrl und Wrr montiert sind. Der Fahrzeuggradrehzahlsensor S** erfasst die Drehzahl eines jeden Rads W** und sendet ein Impulssignal mit einer der Drehzahl entsprechenden Frequenz zu der Bremssteuerungs-ECU **26**.

[0053] Die Bremssteuerungs-ECU **26** hat einen (nicht gezeigten) Mikroprozessor und der Mikroprozessor hat eine Eingabe/Ausgabe-Schnittstelle, eine CPU, einen RAM und einen ROM (die alle nicht ge-

zeigt sind), die mit (nicht gezeigten) Busleitungen verbunden sind. Die ECU führt das Programm gemäß dem in [Fig. 11](#) bis [Fig. 14](#) gezeigten Ablaufdiagramm durch, wobei die CPU das Bremsstellglied **25** dann steuert, wenn das zu dem Unterdruckverstärker **22** zugeführte Unterdruck zum Durchführen einer vorbestimmten Bremskraft unzureichend ist, um diesen Mangel zu kompensieren und einen Sollbremsdruck zu dem Radzylinder WC** zuführt, der der Bremspedalniederdrückkraft entspricht.

[0054] Die Bremssteuerungs-ECU **26** ist eine Steuervorrichtung zum Steuern des Hydraulikdruckbremsgeräts A. In [Fig. 3](#) hat die Bremssteuerungs-ECU **26** einen Unterdruckermittlungsabschnitt (ein Unterdruckermittlungsmittel) **26a** zum Ermitteln des zu dem Unterdruckverstärker **22** zugeführten Unterdrucks auf Grundlage des Erfassungssignals von dem Unterdrucksensor (Vcc-Sensor) **22f2**, einen Hauptzylinderdruckermittlungsabschnitt (Hauptzylinderdruckermittlungsmittel) **26b** zum Ermitteln eines Hydraulikdrucks in dem Hauptzylinder **23** auf Grundlage des Hauptzylinderdrucksensors (M/C-Drucksensors) **25a1** und einen ersten Speicherabschnitt (ein erstes Speichermittel) **26c**, das ein Unterdruckverstärkungsgrenzdruckkennfeld speichert, welches eine Beziehung zwischen zufällig angegebenen Unterdruckniveaus, die von der Kraftmaschine zu dem Unterdruckverstärker **22** zugeführt werden, und dem Verstärkungsgrenzdruck für jedes Unterdruckniveau angibt, welches dem Hauptzylinderdruck entspricht, der dem Verstärkungsgrenzwert des Unterdruckverstärkers **22** an dem Unterdruckniveau entspricht.

[0055] Das im Vorfeld in dem ersten Speicherabschnitt **26c** gespeicherte Unterdruckverstärkungsgrenzdruckkennfeld ist ein in [Fig. 5](#) gezeigtes anfänglich festgelegtes Kennfeld. Das anfänglich festgelegte Kennfeld gibt einen Entwurfswert aus und kann durch Simulation oder tatsächliche Versuchsarbeit im Vorfeld erhalten werden. Dieses Kennfeld kann aus einer Beziehung der Betätigungskraft F1 relativ zu dem Hauptzylinderdruck Pmc an verschiedenen Unterdruckniveaus erhalten werden, wie dies in [Fig. 6](#) gezeigt ist.

[0056] Wenn die Bremspedalbetätigungskräfte F1 (Pedalniederdrückkraft) auf einen bestimmten Wert ansteigen, dann erreicht der Druck in der Atmosphärendruckkammer **22e** des Unterdruckverstärkers **22** das Atmosphärenniveau. Selbst wenn das Bremspedal **21** niedergedrückt gehalten wird, um die Außenluft in die Atmosphärenkammer **22e** einzubringen, würde daher eine weitere Druckdifferenz zwischen der Unterdruckkammer **22d** und der Atmosphärendruckkammer **22e** erzeugt werden. Dementsprechend wird an dem Kraftkolben **22b** keine weitere Verstärkungskraft F2 erzeugt. Mit anderen Worten gibt der Unterdruckverstärker **22** die Gesamtkraft (F1 + F2: die Bremspedalbetätigungskraft F1 und die an

dem Kraftkolben **22b** erzeugte Verstärkungskraft F_2) aus, bis der Druck in der Atmosphärendruckkammer **22e** so ansteigt, dass er das Atmosphärendruckniveau erreicht hat. Nachdem der Druck in der Atmosphärenkammer **22e** den Atmosphärendruck erreicht hat, gibt der Unterdruckverstärker **22** die erhöhte neue Pedalbetätigungskraft F_1 und die Verstärkungskraft F_2 an dem Atmosphärendruckniveau der Kammer **22e** aus. Der Punkt, an dem der Druck in der Atmosphärendruckkammer **22e** das Atmosphärendruckniveau erreicht, ist die Verstärkungsgrenze des Unterdruckverstärkers **22**. Mit anderen Worten bedeutet die Verstärkungsgrenze, dass der Unterdruckverstärker **22** die Verstärkungsfunktionsgrenze erreicht hat und nicht weiter als Verstärker funktioniert. Diese Grenze wird gemäß dem Unterdruck bestimmt, welcher dem Druckdifferential zwischen dem Atmosphärendruck in der Kammer **22e** und dem Unterdruck in der Kammer **22d** zugeordnet ist.

[0057] Dementsprechend kann der Verstärkungsgrenzdruck an jedem zufällig ausgewählten Unterdruckniveau berechnet werden, indem ein der Verstärkungsgrenze des Unterdruckverstärkers **22** entsprechender Hauptzylinderdruck ermittelt wird, indem die Pedalbetätigungskraft F_1 bei dem zufällig ausgewählten Unterdruck variiert wird. Beispielsweise wird in dem in [Fig. 6](#) gezeigten Kennfeld unter der Annahme dass das zufällig ausgewählte Unterdruckniveau den Wert P_{nn} hat (das Unterdruckniveau wird verwendet, um einen Sollbremsdruck gemäß dem Bremsgerät dieses Ausführungsbeispiels zu bestimmen), der Verstärkungsgrenzdruck zu P_{mc} (n), und wenn das Unterdruckniveau zufällig als P_{n3} ausgewählt wird, welches ein Wert ist, der kleiner als P_{nn} ist, hat der Verstärkungsgrenzdruck den Wert P_{mc} (3). Wenn der zufällig ausgewählte Unterdruck den Wert P_{n2} hat, der kleiner als P_{n3} ist, hat die Verstärkungsgrenze den Wert P_{mc} (2), und wenn der Unterdruck den Wert P_{n1} hat, der kleiner als P_{n2} ist, hat die Verstärkungsgrenze den Wert P_{mc} (1). Wenn der Unterdruck den Wert null hat, wird die Pedalbetätigungskraft F_1 zu dem Hauptzylinderdruck und daher gibt es bei jeder zufällig ausgewählten Pedalbetätigungskraft F_1 keine Verstärkungsgrenze und keinen Verstärkungsbetrieb.

[0058] Somit können das berechnete Unterdruckniveau und die Verstärkungsgrenze an diesem Unterdruckniveau einander zugeordnet werden und dementsprechend kann aus dieser Vielzahl an zugeordneter Daten (dem Unterdruck und dessen Verstärkungsgrenzdruck) das in [Fig. 5](#) gezeigte Kennfeld ermittelt werden, das die Beziehung zwischen dem Unterdruck und dem Verstärkungsgrenzdruck zeigt. Der Verstärkungsgrenzdruck bedeutet der in dem Hauptzylinderdruck, der der Verstärkungsgrenze des Unterdruckverstärkers **22** entspricht, indem die Pedalbetätigungskraft F_1 bei einem zufällig ausgewählten Unterdruckniveau variiert wird.

[0059] Zurück zu [Fig. 3](#) hat die Bremssteuerungs-ECU **26** ferner einen Abschnitt **26d** zur Berechnung des für eine Beurteilung verwendeten Verstärkungsdrucks. Der Abschnitt **26d** zur Berechnung des für eine Beurteilung verwendeten Verstärkungsdrucks berechnet den Verstärkungsgrenzdruck, der durch den an dem Unterdruckermittlungsabschnitt **26a** erhaltene Unterdruck und das in dem ersten Speicherabschnitt **26c** gespeicherte Unterdruckverstärkungsgrenzdruckbeziehungskennfeld ermittelt wird, und verwendet den berechneten Verstärkungsgrenzdruck als einen Verstärkungsgrenzdruck zur Beurteilung auf Grundlage des Hauptzylinderdrucks darüber, ob die Verstärkungssteuerung gestartet werden soll oder nicht.

[0060] Ferner hat die Bremssteuerungs-ECU **26** einen Verstärkungssteuerabschnitt **26e** (ein Verstärkungssteuerermittel), der die Verstärkungssteuerung ausführt, bei der der Sollbremsdruck gemäß der Bremspedalbetätigung zusätzlich zu dem Hauptzylinderdruck auf den Radzylinder WC** aufgebracht wird, indem die Pumpen **44a** und **54a** betrieben werden, wenn der bei dem Hauptzylinderdruckermittlungsabschnitt **26b** ermittelte Hauptzylinderdruck gleich wie oder größer als der an dem Abschnitt **26d** zur Berechnung des für eine Beurteilung verwendeten Verstärkungsdrucks berechnete Verstärkungsgrenzdruck ist.

[0061] Wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist, hat der Verstärkungssteuerabschnitt **26e** einen Verstärkungsstartdruckermittlungsabschnitt **26f**, einen Druckdifferenzialberechnungsabschnitt **26g**, einen zweiten Speicher **26h**, einen Sollverstärkungsstellfaktorberechnungsabschnitt **26i**, einen Sollverstärkungsdruckberechnungsabschnitt **26j**, einen Sollstromwertberechnungsabschnitt **26k**, einen Pumpenantriebssteuerabschnitt **26l** und einen Druckdifferenzialsteuerventilantriebssteuerabschnitt **26m**.

[0062] Der Verstärkungsstartdruckermittlungsabschnitt **26f** ermittelt einen Verstärkungsstartdruck P_{st} durch Eingeben des bei dem Abschnitt **26d** zur Berechnung des für eine Beurteilung verwendeten Verstärkungsdrucks berechneten Verstärkungsgrenzdrucks, der für die Beurteilung verwendet wird. Der Druckdifferenzialberechnungsabschnitt **26g** berechnet ein Druckdifferenzial ΔP_1 ($P_{mc} - P_{st}$), welches eine Druckdifferenz zwischen dem an dem Hauptzylinderdruckermittlungsabschnitt **26b** ermittelten Hauptzylinderdruck P_{mc} und dem an dem Verstärkungsstartdruckermittlungsabschnitt **26f** ermittelten Verstärkungsstartdruck P_{st} ist.

[0063] Der zweite Speicherabschnitt **26h** speichert ein Kennfeld oder einen Berechnungsausdruck zum Angeben der Beziehung zwischen dem Druckdifferenzial ΔP_1 und einem Verstärkungsstellfaktor G (ein Druckdifferenzialverstärkungsstellfaktorkennfeld).

Das Druckdifferenzialverstärkungsstellfaktorkennfeld wird im Vorfeld in dem zweiten Speicherabschnitt **26h** gespeichert. **Fig. 7** zeigt die Beziehung zwischen dem Druckdifferenzial $\Delta P1$ und dem Stellfaktor G . In dieser Beziehung ist der Verstärkungsstellfaktor G umso größer festgelegt, je größer das Druckdifferenzial $\Delta P1$ ist. Der maximale Verstärkungsstellfaktorwert ist auf einen Wert festgelegt, der dem Grundverstärkungsstellfaktorwert G_{std} entspricht. Der Grundverstärkungsstellfaktor G_{std} ist in **Fig. 7** mit einer gestrichelten Linie gezeigt und ist ungeachtet des Werts des Druckdifferenzials $\Delta P1$ ein konstanter Wert. Der Grundverstärkungsstellfaktor G_{std} gibt einen Stellfaktor an, der ein Servoverhältnis des Unterdruckverstärkers **22** für eine Zeitspanne ist, bis der Verstärker die Verstärkungsgrenze erreicht. Das Servoverhältnis ist ein Verhältnis aus einer Ausgabe des Unterdruckverstärkers **22** relativ zu der Bremspedalniederdruckkraft. Mit anderen Worten ist es das Verhältnis des gesamten Drucks aus dem Grunddruck und dem Hilfsdruck relativ zu dem Hilfsdruck. Der Verstärkungsstellfaktor ist ein Verhältnis (ein Stellfaktor), der zum Berechnen des Druckerhöhungsbetrags (Verstärkungsdruckbetrags) von dem Druckdifferenzial $\Delta P1$ verwendet wird. Der Druckerhöhungsbetrag ist ein Druckbetrag, der zu dem Verstärkungsstartdruck P_{st} hinzu zu addieren ist, um einen Bremsdruck, der durch den Unterdruckverstärker **22** verstärkt hätte werden sollen, zu dem Radzylinder** zuzuführen. Dieser Erhöhungsbetrag kann aus der folgenden mathematischen Formel berechnet werden (1):

$$\text{Druckerhöhungsbetrag} = (P_{mc} - P_{st}) \times G \quad (1)$$

[0064] Dabei kann der Radzylinderdruck durch Addieren des Druckerhöhungsbetrags auf den Verstärkungsstartdruck P_{st} erhalten werden, was durch die folgende Gleichung (2) angegeben ist:

$$\text{Radzylinderdruck} = P_{st} + (P_{mc} - P_{st}) \times G \quad (2)$$

[0065] **Fig. 7** zeigt ein Beispiel. Wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ in dem Bereich von null bis $\Delta P11$ liegt, dann wird der Stellfaktor G als der Wert von $G1$ wiedergegeben, und wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ in dem Bereich von $\Delta P11$ bis $\Delta P12$ liegt, dann gibt der Stellfaktor G den Wert $G2$ wieder. Wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ in dem Bereich von $\Delta P12$ bis $\Delta P13$ liegt, dann gibt der Stellfaktor G den Wert $G3$ wieder. Wenn ferner das Druckdifferenzial $\Delta P1$ gleich oder größer als $P13$ ist, dann wird der Stellfaktor G zu dem Grundverstärkungsstellfaktor G_{std} . Der Wert $G1$ ist auf ein Viertel des Grundverstärkungsstellfaktors G_{std} festgelegt und dementsprechend beträgt der Wert $G2$ die Hälfte des Werts G_{std} und der Wert $G3$ beträgt Dreiviertel des Werts G_{std} . Der Wert jedes Stellfaktors G hat folgende Beziehung: $G1 < G2 < G3 < G_{std}$. In **Fig. 7** gibt die Horizontalachse das Druckdifferenzial $\Delta P1$ an und die Vertikalachse gibt den Verstärkungsstellfaktor G an.

[0066] Ferner zeigt **Fig. 8** ein Kennfeld für die Beziehung zwischen dem Druckdifferenzial und dem Verstärkungsstellfaktor unter der Bedingung, dass die Niederdrückgeschwindigkeit des Bremspedals **21** (des Bremsbetätigungselements) relativ hoch ist, mit anderen Worten, die Niederdrückgeschwindigkeit gleich oder höher als ein vorbestimmter Wert ist. **Fig. 7** zeigt das Kennfeld für die Beziehung zwischen dem Druckdifferenzial und dem Verstärkungsstellfaktor unter der Bedingung, dass die Bremspedalniederdrückgeschwindigkeit niedriger als der vorbestimmte Wert ist. Die Bremspedalniederdrückgeschwindigkeit hat eine sehr gute Korrelation mit der Druckerhöhungsgeschwindigkeit des Hauptzylinderdrucks.

[0067] Wie in **Fig. 8** gezeigt ist, hat der Verstärkungsstellfaktor G einen größeren Wert für den gleichen Druckdifferenzialwert in dem in **Fig. 7** gezeigten Kennfeld. Wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ innerhalb des Bereichs von null bis $\Delta P11$ liegt, dann hat der Stellfaktor G den Wert $G2$, der größer als $G1$ ist, und wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ innerhalb des Bereichs von $\Delta P11$ bis $\Delta P12$ liegt, dann hat der Stellfaktor W den Wert $G3$ der größer als $G2$ ist. Wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ in dem Bereich von $\Delta P12$ bis $\Delta P13$ liegt, dann hat der Stellfaktor G den Wert G_{std} der größer als $G3$ ist. Wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ gleich oder größer als $\Delta P13$ ist, dann bleibt der Stellfaktor G der Grundverstärkungsstellfaktor G_{std} . In **Fig. 8** gibt die Horizontalachse das Druckdifferenzial $\Delta P1$ wieder und die Vertikalachse gibt den Verstärkungsstellfaktor G wieder.

[0068] Wie dies erläutert wurde, wird das Druckdifferenzial $\Delta P1$, an welchem der Verstärkungsstellfaktor G den Grundverstärkungsstellfaktorwert G_{std} erreicht, auf $\Delta P13$ festgelegt, wenn die Bremspedalniederdrückgeschwindigkeit niedrig ist (**Fig. 7**). Wenn andererseits die Bremspedalniederdrückgeschwindigkeit schnell ist, dann wird das Druckdifferenzial $\Delta P1$, bei dem der Verstärkungsstellfaktor G den Grundverstärkungsstellfaktorwert G_{std} erreicht, der Wert $\Delta P12$, der kleiner als der Wert $\Delta P13$ ist. Wie dies später erläutert wird, wird dementsprechend der Sollverstärkungsstellfaktor G^* so festgelegt, dass er verglichen mit dem Fall, dass die Pedalniederdrückgeschwindigkeit langsamer ist, schnell auf den Grundverstärkungsstellfaktor G_{std} zurückkehrt, wenn die Bremspedalniederdrückgeschwindigkeit schnell ist.

[0069] Der Sollverstärkungsstellfaktorberechnungsabschnitt **26i** berechnet den Sollverstärkungsstellfaktor G^* , der dem bei dem Druckdifferenzialberechnungsabschnitt **26g** berechneten Druckdifferenzial $\Delta P1$ entspricht, auf Grundlage des bei dem Druckdifferenzialberechnungsabschnitt **26g** berechneten Druckdifferenzials $\Delta P1$ und des Druckdifferenzialverstärkungsstellfaktorkennfelds. Wenn, wie dies beispielsweise in **Fig. 7** gezeigt ist, das Druckdifferenzi-

al $\Delta P1$ in dem Bereich von null bis $\Delta P11$ liegt, hat der Sollverstärkungsstellfaktor G^* den Wert $G1$, und wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ in dem Bereich von $\Delta P11$ bis $\Delta P12$ liegt, hat der Sollverstärkungsstellfaktor G^* den Wert $G2$. Wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ in dem Bereich von $\Delta P12$ bis $\Delta P13$ liegt, dann hat der Sollverstärkungsstellfaktor G^* den Wert $G3$. Wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ gleich oder größer als $\Delta P13$ ist, dann wird der Sollverstärkungsstellfaktor G^* zu dem Grundverstärkungsstellfaktor G_{std} .

[0070] Der Sollverstärkungsdruckberechnungsabschnitt **26j** berechnet den Sollverstärkungsdruck $Past^*$ auf Grundlage des zu dem Sollverstärkungsstellfaktorberechnungsabschnitt **26i** berechneten Sollverstärkungsstellfaktor G^* und des an dem Druckdifferenzialberechnungsabschnitt **26g** berechneten Druckdifferenzials $\Delta P1$. Der Sollverstärkungsdruck $Past^*$ ist der Steuersollwert für den Verstärkungsdruck und der Verstärkungsdruck ist gleich dem Druckerhöhungsbetrag und der Sollverstärkungsdruck $Past$ kann durch die folgende mathematische Gleichung (3) erhalten werden:

$$\text{Sollverstärkungsdruck } Past^* = (P_{mc} - P_{st}) \times G^* = \Delta P1 \times G^* \quad (3)$$

[0071] [Fig. 9](#) zeigt die Beziehung (das Berechnungsergebnis) zwischen dem Druckdifferenzial $\Delta P1$ und dem Sollverstärkungsdruck $Past^*$ (dem Druckerhöhungsbetrag). In [Fig. 9](#) sind folgende Berechnungsergebnisse gezeigt: das Berechnungsergebnis $f(G_{std})$ unter dem Sollverstärkungsstellfaktor G^* , der konstant der Grundverstärkungsstellfaktor G_{std} ist, das Berechnungsergebnis $f(G3)$ unter dem Sollverstärkungsstellfaktor G^* , der konstant den Wert $G3$ hat, das Berechnungsergebnis $F(G2)$ unter dem Sollverstärkungsstellfaktor G^* der konstant den Wert $G2$ hat, und das Berechnungsergebnis $f(G1)$ unter dem Sollverstärkungsstellfaktor G^* der konstant den Wert $G1$ hat. Diese Ergebnisse sind jeweils mit gestrichelten Linien in [Fig. 9](#) gezeigt. Die Steigungen (Gradienten) der Ergebnisse $f(G1)$, $f(G2)$ und $f(G3)$ sind jeweils ein Viertel, eine Hälfte, und Dreiviertel der Neigungen der Ergebnislinie $f(G_{std})$.

[0072] Ferner zeigt [Fig. 9](#) die Beziehung zwischen dem Druckdifferenzial $\Delta P1$ und dem Sollverstärkungsdruck $Past^*$ (Druckerhöhungsbetrag), der durch das in [Fig. 7](#) gezeigte Druckverstärkungsstellfaktorkennfeld berechnet wird (Berechnungsergebnis: $f(G_{map})$). Dieses Ergebnis $f(G_{map})$ ist in [Fig. 9](#) mit einer durchgezogenen Linie angezeigt. Wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ in dem Bereich von null bis $\Delta P11$ liegt, dann hat der Sollverstärkungsstellfaktor G^* den Wert $G1$ und das Berechnungsergebnis $f(G_{map})$ in diesem Bereich (Druckdifferenzial $\Delta P1$ zwischen null und $\Delta P11$) die gleiche Steigung wie das Berechnungsergebnis $f(G1)$. Wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ zwischen den Werten $\Delta P11$ und $\Delta P12$

liegt, dann hat der Sollverstärkungsstellfaktor G^* den Wert $G2$ und das Berechnungsergebnis $f(G_{map})$ in diesem Bereich hat die gleiche Steigung wie das Berechnungsergebnis $f(G2)$. Wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ zwischen den Werten $\Delta P12$ und $\Delta P13$ liegt, dann hat der Sollverstärkungsstellfaktor G^* den Wert $G3$ und das Berechnungsergebnis $f(G_{map})$ in diesem Bereich hat die gleiche Steigung wie das Berechnungsergebnis $f(G3)$. Wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ über dem Wert von $\Delta P13$ liegt, dann hat der Sollverstärkungsstellfaktor G^* den Wert G_{std} und das Berechnungsergebnis $f(G_{map})$ hat die gleiche Steigung wie das Berechnungsergebnis $f(G_{std})$. Die Berechnungsergebnisse sind ohne Unterbrechung untereinander der Reihe nach wiedergegeben. Verglichen mit dem Fall, dass der Sollverstärkungsstellfaktor G mit Bezug auf das Druckdifferenzial $\Delta P1$ konstant ist, ist der Sollverstärkungsstellfaktor G^* mit Bezug auf das Druckdifferenzial $\Delta P1$ variabel, wie dies in [Fig. 9](#) gezeigt ist. Dementsprechend kann der Sollverstärkungsdruck $Past^*$ gesenkt werden, indem der Sollverstärkungsstellfaktor G^* unmittelbar nach dem Start der Verstärkungssteuerung verkleinert wird, wodurch die Druckerhöhung zum Zeitpunkt des Verstärkungssteuerungsbetriebs zurückgehalten wird.

[0073] Ferner zeigt [Fig. 10](#) die Beziehung zwischen dem Druckdifferenzial $\Delta P1$ und dem Sollverstärkungsdruck $Past^*$ (Druckerhöhungsbetrag), der durch das in [Fig. 8](#) gezeigte Druckverstärkungsstellfaktorkennfeld berechnet wird (Berechnungsergebnis: $f(G_{map})$). Dieses Ergebnis $f(G_{map})$ ist in [Fig. 10](#) mit einer durchgezogenen Linie angezeigt. Wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ in dem Bereich von null bis $\Delta P11$ liegt, dann hat der Sollverstärkungsstellfaktor G^* den Wert $G2$ und das Berechnungsergebnis $f(G_{map})$ in diesem Bereich (Druckdifferenzial $\Delta P1$ liegt zwischen null und $\Delta P11$) hat die gleiche Steigung wie das Berechnungsergebnis $f(G2)$. Wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ zwischen den Werten $\Delta P11$ und $\Delta P12$ liegt, dann hat der Sollverstärkungsstellfaktor G^* den Wert $G3$ und das Berechnungsergebnis $f(G_{map})$ in diesem Bereich hat die gleiche Steigung wie das Berechnungsergebnis $f(G3)$. Wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ über dem Wert $\Delta P12$ liegt, dann hat der Sollverstärkungsstellfaktor G^* den Wert G_{std} und das Berechnungsergebnis $f(G_{map})$ hat die gleiche Steigung wie das Berechnungsergebnis $f(G_{std})$. Die Berechnungsergebnisse sind ohne Unterbrechung der Reihe nach wiedergegeben.

[0074] Verglichen mit dem Fall, dass der Sollverstärkungsstellfaktor G^* mit Bezug auf das Druckdifferenzial $\Delta P1$ konstant ist, ist der Sollverstärkungsstellfaktor G^* so festgelegt, dass er mit Bezug auf das Druckdifferenzial $\Delta P1$ variabel ist. Dementsprechend kann der Sollverstärkungsdruck $Past^*$ minimiert werden, indem der Sollverstärkungsstellfaktor G^* unmittelbar nach dem Start der Verstärkungssteuerung minimiert wird, wodurch die Druckerhöhung zum Zeit-

punkt des Verstärkungssteuerungsbetriebs zurückgehalten wird. Zusätzlich ist der Sollverstärkungsfaktor G^* so festgelegt, dass er schnell auf den Grundverstärkungsfaktor G_{std} zurückkehrt, wenn die Bremspedalniederdrückgeschwindigkeit schnell ist, und zwar verglichen mit dem Fall, wenn die Pedalniederdrückgeschwindigkeit langsam ist.

[0075] Unter Bezugnahme auf [Fig. 4](#) berechnet der Sollbestromungswertberechnungsabschnitt **26k** einen Bestromungswert I , der einem Solenoid des Druckdifferenzials **41** (und/oder **51**) zugeführt werden soll, in Antwort auf den Sollverstärkungsdruck P_{ast}^* , der durch den Sollverstärkungsdruckberechnungsabschnitt **26j** berechnet wird. Die Beziehung zwischen dem Sollverstärkungsdruck P_{ast}^* und dem Solenoidbestromungswert I wird in dem ROM der Bremssteuerungs-ECU **26** gespeichert. Der dem Sollverstärkungsdruck P_{ast}^* entsprechende Solenoidbestromungswert I wird auf Grundlage der gespeicherten Beziehung bestimmt.

[0076] Der Pumpenantriebssteuerabschnitt **26l** gibt ein Antriebssignal zu dem Motor **44b** aus, um die Pumpen **44a**, **54a** anzutreiben.

[0077] Der Druckdifferenzialsteuerventilantriebssteuerabschnitt **26m** steuert das Druckdifferenzialsteuerventil **41** (und/oder **51**), so dass der Verstärkungsdruck zu dem an dem Sollverstärkungsdruckberechnungsabschnitt **26j** berechneten Sollverstärkungsdruck P_{ast}^* wird. Somit erhält jeder Radzylinder WC** einen Bremsdruck, der um den Sollverstärkungsdruck P_{ast}^* höher als der Verstärkungsstartdruck P_{st} ist.

[0078] Es ist hier anzumerken, dass der Sollbestromungswertberechnungsabschnitt **26k** so aufgebaut sein kann, dass er den zu dem Motor **44b** für die Pumpen **44a** und **54a** zuzuführenden Bestromungswert I in Antwort auf den bei dem Sollverstärkungsdruckberechnungsabschnitt **26j** berechneten Sollverstärkungsdruck P_{ast}^* berechnet. In diesem Fall steuert der Pumpenantriebssteuerabschnitt **26l** den Motor **44b** derart, dass der Verstärkungsdruck zu dem an dem Sollverstärkungsdruckberechnungsabschnitt **26j** berechneten Sollverstärkungsdruck P_{ast}^* wird, und der Druckdifferenzialsteuerventilantriebssteuerabschnitt **26m** steuert das Druckdifferenzialsteuerventil **41** (und/oder **51**) in die geschlossene Stellung.

[0079] Als nächstes wird der Betrieb des Hydraulikdruckbremsgeräts A unter Bezugnahme auf die in [Fig. 11](#) bis [Fig. 14](#) gezeigten Ablaufdiagramme beschrieben.

[0080] In [Fig. 11](#) führt die Bremssteuerungs-ECU **26** ein den Ablaufdiagrammen entsprechendes Programm zu jeder vorbestimmten kurzen Zeitspanne (beispielsweise 10 msek) durch, während der (nicht

gezeigte) Zündschalter des Fahrzeugs eingeschaltet ist. Die Brems-ECU **26** empfängt ein den Hauptzylinderdruck anzeigendes Hauptzylinderdrucksignal von dem Hauptzylinderdrucksensor **25a1** (Schritt **102**) und empfängt dann ein den Unterdruck anzeigendes Unterdrucksignal von dem Unterdrucksensor **22f2** (Schritt **104**). Dann berechnet die Bremssteuerungs-ECU **26** den Verstärkungsgrenzdruck als den zur Beurteilung verwendeten Verstärkungsgrenzdruck, der aus dem bei Schritt **104** ermittelten Unterdruck und dem in dem ersten Speicherabschnitt **26c** gespeicherten Unterdruckverstärkungsgrenzdruckkennfeld ermittelt wird (Schritt **106**).

[0081] Dann beurteilt die Bremssteuerungs-ECU **26**, ob sich der Unterdruckverstärker **22** in einem verstärkungsbetriebsfähigen Zustand befindet oder nicht (Schritt **108**). Genauer gesagt beurteilt die Bremssteuerungs-ECU **26**, dass sich der Verstärker **22** nicht im verstärkungsbetriebsfähigen Zustand befindet, wenn der in Schritt **106** ermittelte Hauptzylinderdruck gleich oder größer als der bei Schritt **106** berechnete für die Beurteilung verwendete Verstärkungsgrenzdruck ist (JA-Entscheidung). Dahingegen entscheidet die Bremssteuerungs-ECU **26**, dass sich der Verstärker **22** in dem verstärkungsbetriebsfähigen Zustand befindet, wenn der in Schritt **106** ermittelte Hauptzylinderdruck kleiner als der bei Schritt **106** berechnete für die Beurteilung verwendete Verstärkungsgrenzdruck ist (NEIN-Entscheidung). Der verstärkungsbetriebsfähige Zustand bedeutet, dass der Unterdruckverstärker **22** den Verstärkungsbetrieb mittels des in den Verstärker zugeführten Unterdrucks durchführen kann.

[0082] Wenn sich der Unterdruckverstärker **22** in dem verstärkungsbetriebsfähigen Zustand befindet, dann entscheidet die Bremssteuerungs-ECU **26** bei Schritt **108** „NEIN“ und führt bei Schritt **110** die Endverarbeitung durch. Genauer gesagt führt die Bremssteuerungs-ECU **26** die Endverarbeitung der Druckerhöhungssteuerung (Verstärkungssteuerung) gemäß der Subroutine der Endverarbeitung durch, die in dem Ablaufdiagramm von [Fig. 12](#) gezeigt ist. Bei dieser Subroutinenverarbeitung wird ein Signal ausgegeben, um das Solenoid des Druckdifferenzialsteuerventils **41** (und/oder **51**) auszuschalten, und dadurch wird das Druckdifferenzialsteuerventil **41** (und/oder **51**) (das offen ist) bei Schritt **202** ausgeschaltet. Der Motor **44b** empfängt ein Signal, um den Motor auszuschalten und dementsprechend den Antrieb der Pumpe **44a** (und/oder **54**) bei Schritt **204** zu stoppen. Nach einer Zeitspanne endet die Endverarbeitungsroutineausführung. Dieses Ende der Endverarbeitungsroutine beendet zudem eine Zeitspannenausführung der Verstärkungssteuerroutine, wie dies in [Fig. 11](#) gezeigt ist. Die in [Fig. 12](#) gezeigte Endverarbeitungsroutine funktioniert als die Endverarbeitung der Druckerhöhungssteuerung und funktioniert zudem als eine normale Bremsverarbeitung ab

dem Start des Niederdrückens des Bremspedals **21** bis zum Verstärkungsgrenzwertzeitpunkt. Die „normale Bremsverarbeitung“ bedeutet, dass der Bremsdruck von dem Hauptzylinder **23** zu dem Radzylinder WC** zugeführt wird, so wie er ist, wobei das Druckdifferenzialsteuerventil **41** (und/oder **51**) offen ist, so dass zwischen der stromaufwärtigen Seite und der stromabwärtigen Seite des Druckdifferenzialsteuerventils **41** keine Hydraulikdruckdifferenz erzeugt wird.

[0083] Wenn sich der Unterdruckverstärker **22** andererseits nicht in dem verstärkungsbetriebsfähigen Zustand befindet, dann entscheidet die Bremssteuerungs-ECU **26** bei Schritt **108** „JA“ und führt bei Schritt **112** (Verstärkungssteuermittel) die Verstärkungssteuerung aus. Die Verstärkungssteuerung ist eine Steuerung, bei der die Bremssteuerungs-ECU **26** die Pumpen **44a**, **54a** antreibt und gleichzeitig das Druckdifferenzialsteuerventil **41** (und/oder **51**) steuert, um einen Verstärkungsdruck als einen Bremsdruck aufzustellen und führt somit den Verstärkungsdruck zusätzlich zu dem in Antwort auf die Bremspedalniederdrückkraft aufgestellten Hauptzylinderdruck zu dem Radzylinder WC** zu, nachdem der bei dem Hauptzylinderdruckermittlungsabschnitt (**26b**, Schritt **102**) ermittelte Hauptzylinderdruck gleich oder größer als der Verstärkungsgrenzdruck wird, der ein Hauptzylinderdruck ist, der der Verstärkungsgrenze des Unterdruckverstärkers **22** entspricht. Die Bremssteuerungs-ECU **26** treibt die Pumpen **44a**, **54a** an und steuert das Druckdifferenzialsteuerventil **41** (und/oder **51**) so, dass der Verstärkungsdruck erreicht wird, wobei der Sollverstärkungsdruck P_{st}^* verwendet wird, der bei dem Sollverstärkungsstellfaktor G^* erhalten wird, der kleiner als der Grundverstärkungsstellfaktor G_{std} ist, der bisher das Servoverhältnis des Unterdruckverstärkers **22** war.

[0084] Genauer gesagt führt die Bremssteuerungs-ECU **26** die Verstärkungssteuerung zusammen mit der in dem Ablaufdiagramm aus [Fig. 13](#) gezeigten Druckerhöhungssubroutine aus. Die Bremssteuerungs-ECU **26** liest den für die Beurteilung verwendeten Verstärkungsgrenzdruck ein, der vorher bei Schritt **106** berechnet wurde, und ermittelt bei Schritt **302** (Verstärkungsstartdruckermittlungsmittel) einen Verstärkungsstartdruck P_{st} . Die Bremssteuerungs-ECU **26** berechnet bei Schritt **304** (Druckdifferenzialberechnungsmittel) das Druckdifferenzial $\Delta P1$, das dem gegenwärtigen Hauptzylinderdruck P_{mc} entspricht, der vorher bei Schritt **102** ermittelt wurde. Die Bremssteuerungs-ECU **26** berechnet das Druckdifferenzial $\Delta P1$ durch Abziehen des bei Schritt **302** ermittelten Verstärkungsstartdrucks P_{st} von dem bei Schritt **102** ermittelten Hauptzylinderdruck P_{mc} ($\Delta P1 = P_{mc} - P_{st}$).

[0085] Als nächstes berechnet die Bremssteuerungs-ECU **26** bei Schritt **306** den Sollverstärkungsstellfaktor G^* , der dem bei Schritt **304** berechneten

Druckdifferenzial $\Delta P1$ entspricht, auf Grundlage des bei Schritt **304** berechneten Druckdifferenzials $\Delta P1$ und des (Sollverstärkungsstellfaktorberechnungsmittel) in dem zweiten Speicherabschnitt **26h** gespeicherten Druckdifferenzialverstärkungsstellfaktorkennfelds. Die Bremssteuerungs-ECU **26** führt die Sollverstärkungsstellfaktorberechnungsverarbeitung gemäß der in dem Ablaufdiagramm von [Fig. 14](#) gezeigten Sollverstärkungsstellfaktorberechnungssubroutine aus. Der Sollverstärkungsstellfaktor wird unter Verwendung des Druckdifferenzialverstärkungsstellfaktorkennfelds in den zwei Fällen berechnet, wobei in dem einem Fall die Bremspedalniederdrückgeschwindigkeit (die Druckerhöhungsgeschwindigkeit des Hauptzylinders) relativ langsam ist und in dem anderen Fall die Pedalniederdrückgeschwindigkeit relativ schnell ist.

[0086] Die Bremssteuerungs-ECU **26** berechnet die Druckerhöhungsgeschwindigkeit des Hauptzylinders bei Schritt **402** in [Fig. 14](#). Die Druckerhöhungsgeschwindigkeit des Hauptzylinders kann als der Wert ΔP_{mc} erhalten werden, der der Druck ist, bei dem der vorher ermittelte Hauptzylinderdruck P_{mc} von dem gegenwärtig ermittelten Hauptzylinderdruck P_{mc} abgezogen wird. Die Drucksteuer-ECU **26** entscheidet bei Schritt **404**, dass die Bremspedalniederdrückgeschwindigkeit niedrig ist, wenn die Druckerhöhungsgeschwindigkeit des Hauptzylinders kleiner als ein vorbestimmter Wert D_{pmch} ist, und entscheidet, dass die Bremspedalniederdrückgeschwindigkeit schnell ist, wenn die Druckerhöhungsgeschwindigkeit des Hauptzylinders größer als der vorbestimmte Wert D_{pmch} ist.

[0087] Wenn die Bremspedalniederdruckgeschwindigkeit als langsam beurteilt wird, dann entscheidet die Bremssteuerungs-ECU **26** bei Schritt **404** „JA“ und berechnet den Sollverstärkungsstellfaktor G^* unter Verwendung des Druckdifferenzialverstärkungsstellfaktorkennfelds in [Fig. 7](#). Wenn sich das Druckdifferenzial $\Delta P1$ in dem Bereich zwischen null und $\Delta P11$ befindet, dann entscheidet die Bremssteuerungs-ECU **26** bei Schritt **406** „JA“ und berechnet den Wert $G1$ als den Sollverstärkungsstellfaktor G^* (Schritt **408**), und wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ in dem Bereich zwischen $\Delta P11$ und $\Delta P12$ liegt, dann entscheidet die Bremssteuerungs-ECU **26** bei Schritt **406** „NEIN“ und bei Schritt **410** „JA“ und berechnet den Wert $G2$ als den Sollverstärkungsstellfaktor G^* (Schritt **412**). Wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ in dem Bereich zwischen $\Delta P12$ und $\Delta P13$ liegt, dann beurteilt die Bremssteuerungs-ECU **26** in den Schritten **406**, **410** und **414** jeweils „NEIN“, „NEIN“ und „JA“ und berechnet den Wert $G3$ als den Sollverstärkungsstellfaktor G^* (Schritt **416**). Wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ größer als $\Delta P13$ ist, dann beurteilt die Bremssteuerungs-ECU **26** in allen Schritten **406**, **410** und **414** „NEIN“ und berechnet den Wert G_{std} als den Sollverstärkungsstellfaktor G^* (Schritt **418**).

[0088] Wenn die Bremspedalniederdrückgeschwindigkeit als schnell beurteilt wird, dann entscheidet die Bremssteuerungs-ECU **26** bei Schritt **404** „NEIN“ und berechnet den Sollverstärkungsstellfaktor G^* unter Verwendung des in **Fig. 8** gezeigten Druckdifferenzialverstärkungsstellfaktorkennfelds. Wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ in dem Bereich zwischen null und $\Delta P11$ liegt, dann entscheidet die Bremssteuerungs-ECU **26** bei Schritt **420** „JA“ und berechnet den Wert $G2$ als den Sollverstärkungsstellfaktor G^* (Schritt **422**), und wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ in dem Bereich zwischen $\Delta P11$ und $\Delta P12$ liegt, dann beurteilt die Bremssteuerungs-ECU **26** bei Schritt **420** „NEIN“ und bei Schritt **424** „JA“ und berechnet den Wert $G3$ als den Sollverstärkungsstellfaktor G^* (Schritt **426**). Wenn das Druckdifferenzial $\Delta P1$ größer als der Wert $\Delta P12$ ist, dann entscheidet die Bremssteuerungs-ECU **26** bei allen Schritten **420** und **424** „NEIN“ und berechnet den Wert $Gstd$ als den Sollverstärkungsstellfaktor G^* (Schritt **428**).

[0089] Als nächstes berechnet die Bremssteuerungs-ECU **26** in Schritt **308** den Sollverstärkungsdruck $Past^*$ entsprechend dem gegenwärtigen Hauptzylinderdruck Pmc unter Verwendung der mathematischen Gleichung (3) auf Grundlage des bei Schritt **306** berechneten Sollverstärkungsstellfaktors G^* und des bei Schritt **304** berechneten Druckdifferenzials $\Delta P1$ (Sollverstärkungsdruckberechnungsmittel).

[0090] Dann bestimmt die Bremssteuerungs-ECU **26** den zu dem Solenoid des Druckdifferenzialsteuerventils **41** (und/oder **51**) zuzuführenden elektrischen Bestromungswert I in Antwort auf den entschiedenen Sollverstärkungsdruck $Past^*$ (Schritt **310** in **Fig. 13**). Da die Beziehung zwischen dem Sollverstärkungsdruck $Past^*$ und dem Solenoidbestromungswert I in dem ROM der Bremssteuerungs-ECU **26** gespeichert ist, wird der Solenoidbestromungswert I , der dem Sollverstärkungsdruck $Past^*$ entspricht, auf Grundlage der Beziehung bestimmt. Als nächstes führt die Bremssteuerungs-ECU **26** den entschiedenen Solenoidbestromungswert I zu dem Solenoid des Druckdifferenzialsteuerventils **41** (und/oder **51**) zu, wodurch das Ventil **41** (und/oder **51**) gesteuert wird (Steuerung des Druckdifferenzials) (Schritt **312**).

[0091] Nach dem Steuern des Druckdifferenzialsteuerventils gibt die Bremssteuerungs-ECU **26** ein Signal zu dem Motor **44b** aus, um diesen einzuschalten (Schritt **314**). Dann pumpt die Pumpe **44a** (und/oder **54a**) das Arbeitsfluid von dem Regelbehälter **44c** (und/oder **54c**) hoch, so dass das gepumpte Fluid zu einem jeden Radzylinder WC^{**} zugeführt wird. Als ein Ergebnis wird zu dem Radzylinder WC^{**} ein Bremsdruck zugeführt, der um den Sollverstärkungsdruck $Past^*$ höher als der Hauptzylinderdruck ist. Die für eine Zeitspanne währende Bremsdruckroutine endet und dementsprechend endet eine Zeit-

spanne der in **Fig. 11** gezeigten Verstärkungssteueroutine.

[0092] Wie dies vorstehend erläutert ist, treibt das Verstärkungssteuermittel (**26e**, Ablaufdiagramm in **Fig. 11**) gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung die Pumpen **44a**, **54a** an und steuert gleichzeitig das Druckdifferenzialsteuerventil **41** (und/oder **51**) um einen Verstärkungsdruck als einen Bremsdruck aufzustellen, und führt somit den Verstärkungsdruck zusätzlich zu dem in Antwort auf die Bremspedalniederdrückkraft aufgestellten Hauptzylinderdruck zu dem Radzylinder WC^{**} zu, nachdem der bei dem Hauptzylinderdruckermittlungsabschnitt (**26b**, Schritt **102**) ermittelte Hauptzylinderdruck gleich oder größer als der Verstärkungsgrenzdruck wird, der ein Hauptzylinderdruck ist, der der Verstärkungsgrenze des Unterdruckverstärkers **22** bei dem durch das Unterdruckermittlungsmittel (**26a**, Schritt **104**) ermittelten Unterdruck entspricht. Das Verstärkungssteuermittel **26** treibt die Pumpen **44a**, **54a** und steuert das Druckdifferenzialsteuerventil **41** (und/oder **51**), so dass der Verstärkungsdruck erhalten wird, unter Verwendung des Sollverstärkungsdrucks $Past^*$, der bei dem Sollverstärkungsstellfaktor G^* ermittelt wurde, der kleiner als der Grundverstärkungsstellfaktor $Gstd$ ist, der bisher das Servoverhältnis des Unterdruckverstärkers **22** war.

[0093] In der Nähe des ermittelten Hauptzylinderdrucks, der den Verstärkungsgrenzdruck überschritten hat, oder mit anderen Worten, unmittelbar nach dem Start der Verstärkungssteuerung, kann der Sollverstärkungsdruck $Past^*$ so beschränkt werden, dass er klein ist, indem der Wert des Sollverstärkungsstellfaktors G^* beschränkt wird, was zu der Beschränkung der Druckerhöhung durch die Drucksteuerung führt. Dementsprechend kann die Verstärkungssteuerung, während ein Bremsbetätigungselement (Bremspedal **21**) (während des Fahrzeugstoppbetriebs) betätigt wird, mit einem Verstärkungsstellfaktor gestartet werden, der kleiner als der Verstärkungsstellfaktor (Grundverstärkungsstellfaktor $Gstd$) ist, der ein Verstärkungsstellfaktor war, bevor der Unterdruckverstärker den tatsächlichen Verstärkungsgrenzwert erreicht hat, selbst wenn die Verstärkungssteuerung gestartet wird, bevor der Unterdruckverstärker **22** den tatsächlichen Verstärkungsgrenzwert erreicht.

[0094] Gemäß einem herkömmlichen Verfahren der Verstärkungssteuerung stellt das Bremsstellglied **25** einen Hydraulikdruck, der ein Druckerhöhungsbetrag oder ein Verstärkungsdruckbetrag ist, unmittelbar zu dem Zeitpunkt nach dem Start der Verstärkungssteuerung auf, indem das Druckdifferenzial $\Delta P1$ zwischen dem Verstärkungsstartdruck Pst zum Zeitpunkt des Starts und dem Hauptzylinderdruck Pc mit dem Verstärkungsstellfaktor multipliziert wird, der der Wert vor dem Start der Verstärkungssteuerung ist. Der auf-

gestellte Hydraulikdruck wird auf den Verstärkungsstartdruck P_{st} addiert. Falls der Verstärkungsstartdruck P_{st} den gleichen Wert wie der tatsächliche Verstärkungsgrenzdruck hat, ist dementsprechend das Druckdifferential ΔP_1 nach dem Verstärkungsstart das Druckdifferential auf Grundlage des tatsächlichen Verstärkungsgrenzdrucks. Somit kann ein gewünschter Radzylinderdruck (in [Fig. 15](#) mit einer Strichpunktlinie gezeigt) erhalten werden, indem auf den Verstärkungsstartdruck P_{st} der Druck addiert wird, der durch Multiplizieren des Druckdifferenzials mit dem gleichen Verstärkungsgrenzdruck erhalten wird. Falls im Gegensatz dazu die Verstärkungssteuerung gestartet wird, bevor der Unterdruckverstärker **22** die tatsächliche Verstärkungsgrenze erreicht, ist der Verstärkungsstartdruck P_{st} kleiner als der tatsächliche Verstärkungsgrenzdruck und daher wird das Druckdifferential ΔP_1 unmittelbar nach dem Verstärkungssteuerungsstart größer als das Druckdifferential auf Grundlage des tatsächlichen Verstärkungsgrenzdrucks, wie dies in [Fig. 15](#) gezeigt ist. Daher wird ein Radzylinderdruck, der größer als der gewünschte Druck ist, erhalten, indem auf den Verstärkungsstartdruck P_{st} der Druck addiert wird, der durch Multiplizieren des Druckdifferenzials mit dem gleichen Verstärkungsstellfaktor erhalten wird (siehe gestrichelte Linie in [Fig. 15](#)).

[0095] Der Grund, aus dem das Druckdifferential ΔP_1 unmittelbar nach dem Verstärkungssteuerungsstart größer als das Druckdifferential auf Grundlage des tatsächlichen Verstärkungsgrenzdrucks wird, wird nachfolgend beschrieben. Der Grundverstärkungsstellfaktor G_{std} ist das Servoverhältnis während sich der Unterdruckverstärker in dem verstärkungsbetriebsfähigen Zustand befindet. Unter Verwendung dieser Beziehung wird der erwünschte Radzylinderdruck selbst dann erhalten, wenn sich der Unterdruckverstärker nicht in dem verstärkungsbetriebsfähigen Zustand befindet, indem auf den Verstärkungsstartdruck der Druck addiert wird, der durch Multiplizieren des Anteils des Hauptzylinderdrucks (Druckdifferenzials ΔP_1), der durch den Niederdrückvorgang des Bremspedals **21** aufgestellt wird, mit dem Grundverstärkungsstellfaktor G_{std} erhalten wird. Wie dies in [Fig. 15](#) gezeigt ist, wird jedoch dann, wenn die Verstärkungssteuerung gestartet wird, bevor der Unterdruckverstärker **22** den tatsächlichen Verstärkungsgrenzwert erreicht, der Verstärkungsteildruck unmittelbar ab dem Start der Verstärkungssteuerung auf das Druckdifferential ΔP_1 addiert wird, da der durch den Unterdruckverstärker erzeugte Verstärkungsteildruck zusätzlich zu dem durch die Bremsniederdrückkraft erzeugten Druck in dem Hauptzylinder enthalten ist.

[0096] Jedoch wird gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung die Verstärkungssteuerung unmittelbar nach dem Start der Verstärkungssteuerung mit einem kleineren Stellfaktor (an dem

Sollverstärkungsstellfaktorberechnungsabschnitt **26i** berechneten Sollverstärkungsstellfaktor G^*) als der Verstärkungsstellfaktor vor dem Erreichen des Verstärkungsgrenzwerts (des Grundverstärkungsstellfaktor G_{std}) durchgeführt. Dementsprechend kann verglichen mit dem Sollverstärkungsstellfaktor G^* , der mit Bezug auf das Druckdifferential ΔP_1 konstant ist, der Sollverstärkungsdruck P_{st}^* klein gehalten werden, indem der Stellfaktorwert G^* des Sollverstärkungsstellfaktor beschränkt wird, wodurch die Druckerhöhung durch die Verstärkungssteuerung auf einen kleineren Wert beschränkt wird (siehe [Fig. 15](#) mit einer dünneren durchgezogenen Linie).

[0097] Dementsprechend kann der Druckerhöhungsbetrag durch die Verstärkungssteuerung auf einen kleineren Wert als der Druckerhöhungsbetrag durch die herkömmliche Verstärkungssteuerung begrenzt werden, welcher bereits ab dem Beginn der Verstärkungssteuerung groß geworden ist, falls die Verstärkungssteuerung fehlerhafter Weise gestartet wird, bevor der Unterdruckverstärker **22** die tatsächliche Verstärkungsgrenze erreicht, was durch Produktionsabweichungen des Unterdrucksensors **22f2**, des Hauptzylinderdrucksensors **25a1** oder des Unterdruckverstärkers **22** hervorgerufen wird. Dies kann die Einflüsse der Abweichungen der Sensoren minimieren und den Verstärker präzise den Bremsbetrieb durchführen lassen, um eine gewünschte Bremsleistung zu erhalten.

[0098] Ferner ist der in dem Verstärkungssteuermittel (**26e**, der Schritt **112**) verwendete Sollverstärkungsstellfaktor G^* so festgelegt, dass er dann groß ist, wenn das Druckdifferential ΔP_1 zwischen dem erhaltenen Hauptzylinderdruck und dem Verstärkungsgrenzdruck (dem Verstärkungsstartdruck P_{st}) groß ist. Mit anderen Worten wird der Sollverstärkungsstellfaktor G^* umso größer festgelegt, je größer das Druckdifferential ΔP_1 ist (siehe [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#)). Somit wird der Verstärkungsstellfaktor so festgelegt, dass er unmittelbar nach dem Start der Verstärkungssteuerung (unmittelbar nach dem sich das Druckdifferential eingestellt hat und von Null angestiegen ist) klein ist, und in Antwort auf die verstrichene Zeit (in Antwort auf die Erhöhung des Druckdifferenzials) wird der Verstärkungsstellfaktor groß festgelegt. Dies wird das Bremsbetätigungsgefühl verbessern, so dass ein problemloser Bremsbetrieb erreicht wird.

[0099] Ferner wird der in dem Verstärkungssteuermittel (**26e**, Schritt **112**) verwendete Sollverstärkungsstellfaktor G^* so festgelegt, dass er dann schnell auf den Grundverstärkungsstellfaktorwert zurückkehrt, wenn die Niederdrückgeschwindigkeit des Bremspedals **21** verglichen mit dem Fall schnell ist, in dem die Bremspedalniederdrückgeschwindigkeit langsam ist (siehe [Fig. 7](#), [Fig. 8](#) und das Ablaufdiagramm in [Fig. 14](#)). Gemäß diesem Festlegen wird die

Zeit ab dem Verstärkungsstart bis zu der Zeit, zu der der Basisverstärkungsfaktor erreicht wird, dann, wenn der Fahrer schnell auf das Bremspedal tritt, beispielsweise bei einem Notfall, verkürzt, um den Druck so zu erhöhen, dass die für die Notbremsung erforderliche Bremskraft schnell erhalten wird. Falls das Bremspedal schnell niedergedrückt wird, kann die Verstärkungsgrenze verringert werden. Es ist jedoch nützlich, den Verstärkungsfaktor G schnell auf den Grundverstärkungsfaktor G_{std} zurückzustellen, um die Bremskraft in einem solchen Fall beizubehalten.

[0100] Der in dem Verstärkungssteuermittel (26e und Schritt 112) verwendete maximale Sollverstärkungsfaktor G^* ist auf den Grundverstärkungsfaktor G_{std} festgelegt. Dann kann, nachdem der Verstärkungsfaktor die Verstärkungsgrenze erreicht hat, verglichen mit dem Fall, in dem der Verstärkungsfaktor den Grenzwert nicht erreicht, eine unnötige Erhöhung vermieden werden.

[0101] Das Ausführungsbeispiel gibt zwei Fälle zum Berechnen des Sollverstärkungsfaktors G^* an, wobei in einem Fall, die Bremspedalniederdrückgeschwindigkeit schnell ist und im anderen Fall die Bremspedalniederdrückgeschwindigkeit langsam ist, wobei die jeweiligen Kennfelder verwendet werden. Jedoch kann auch ein dreidimensionales Kennfeld verwendet werden, das den Druckdifferenzialverstärkungsfaktor per Bremspedalniederdrückgeschwindigkeit angibt.

[0102] Gemäß dem Aufbau des Ausführungsbeispiels der Erfindung kann der Sollverstärkungsdruck P_{ast}^* in der Nähe des ermittelten Hauptzylinderdrucks, der den Verstärkungsgrenzdruck überschritten hat, oder mit anderen Worten, unmittelbar nach dem Start der Verstärkungssteuerung, auf einen kleinen Wert beschränkt werden, indem der Wert des Sollverstärkungsfaktors G^* beschränkt wird, was zu der Beschränkung der Druckerhöhung durch die Verstärkungssteuerung führt. Dementsprechend kann die Verstärkungssteuerung während der Bremspedalbetätigung (während der Fahrzeugstoppbetätigung) mit einem Verstärkungsfaktor gestartet werden, der kleiner als der Grundverstärkungsfaktor G_{std} ist, welcher ein Verstärkungsfaktor ist, bevor der Unterdruckverstärker den tatsächlichen Verstärkungsgrenzwert erreicht hat, selbst wenn die Verstärkungssteuerung gestartet wird, bevor der Unterdruckverstärker 22 die tatsächliche Verstärkungsgrenze erreicht.

[0103] Gemäß der Steuervorrichtung 26 des Ausführungsbeispiels der Erfindung ist der in dem Verstärkungssteuermittel (26e, Schritt 306 in Ablaufdiagramm aus Fig. 13) verwendete Sollverstärkungsfaktor G^* so festgelegt, dass er dann größer wird, wenn das Druckdifferenzial ΔP_1 zwischen dem ermit-

telten Hauptzylinderdruck P_{mc} und dem Verstärkungsgrenzdruck größer wird. (Druckdifferenzialverstärkungsfaktorkennfeld in Fig. 7).

[0104] Somit ist der Verstärkungsfaktor so festgelegt, dass er unmittelbar nach dem Start der Verstärkungssteuerung (unmittelbar nachdem sich das Druckdifferenzial eingestellt hat und von Null größer geworden ist) klein ist, und in Antwort auf die verstrichene Zeit (in Antwort auf die Erhöhung des Druckdifferenzials) wird der Verstärkungsfaktor groß festgelegt. Dies wird das Bremsbetätigungsgefühl verbessern, um einen problemlosen Bremsbetrieb zu erreichen.

[0105] Gemäß der Steuervorrichtung 26 des Ausführungsbeispiels der Erfindung ist der in dem Verstärkungssteuermittel 26e verwendete Sollverstärkungsfaktor G^* so festgelegt, dass er schnell auf den Grundverstärkungsfaktor G_{std} zurückkehrt, wenn eine Betätigungsgeschwindigkeit des Bremsbetätigungselements 21 schnell ist, und zwar schneller als in einem Fall, in dem die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremsbetätigungselements 21 langsam ist (jeweils in Fig. 7 und Fig. 8 gezeigtes Druckdifferenzialverstärkungsfaktorkennfeld).

[0106] Gemäß diesem Festlegen wird dann, wenn der Fahrer das Bremspedal 21 schnell niederdrückt, beispielsweise nach einem Notfall, die Zeit ab dem Verstärkungsstart bis zum Zeitpunkt des Erreichens des Grundverstärkungsfaktors G_{std} verkürzt, so dass der Druck schnell zunimmt, um die für die Notbremsung erforderliche Bremskraft schnell zu erreichen.

[0107] Gemäß der Steuervorrichtung 26 des Ausführungsbeispiels der Erfindung ist ein Maximalwert des Sollverstärkungsfaktors G^* , der in dem Verstärkungssteuermittel 26e verwendet wird, so festgelegt, dass er mit dem Grundverstärkungsfaktor übereinstimmt (jeweils in Fig. 7 und Fig. 8 gezeigtes Druckdifferenzialverstärkungsfaktorkennfeld).

[0108] Der in dem Verstärkungssteuermittel (26e und Schritt 112) verwendete maximale Sollverstärkungsfaktor G^* ist auf den Grundverstärkungsfaktor festgelegt. Nachdem der Verstärkungsfaktor die Verstärkungsgrenze erreicht hat, kann verglichen mit dem Fall, in dem der Verstärkungsfaktor den Grenzwert nicht erreicht, eine unnötige Erhöhung vermieden werden.

[0109] Die Prinzipien, bevorzugte Ausführungsbeispiele und Betriebsmodi der vorliegenden Erfindung wurden in der vorstehenden Patentbeschreibung beschrieben. Jedoch ist die zu schützende Erfindung nicht auf die hier offenbarten besonderen Ausführungsbeispiele beschränkt zu betrachten. Ferner sind die hier beschriebenen Ausführungsbeispiele eher

als veranschaulichend und nicht als beschränkend zu betrachten. Variationen und Abänderungen können durch Andere durchgeführt werden und Äquivalente verwendet werden, ohne von dem Wesen der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Dementsprechend ist es ausdrücklich beabsichtigt, dass alle diese Variationen, Änderungen und Äquivalente, die in den Umfang der durch die Ansprüche definierten vorliegenden Erfindung fallen, davon umfasst sind.

[0110] Die an ein Fahrzeugbremsgerät angepasste Steuervorrichtung hat einen Unterdruckermittlungsabschnitt, einen Hauptzylinderdruckermittlungsabschnitt und einen Verstärkungssteuerabschnitt zum Ausführen einer Verstärkungssteuerung, die die Zufuhr eines durch Antrieb der Hydraulikdruckpumpe aufgestellten Verstärkungsdrucks und die Steuerung des Druckdifferenzialsteuerventils derart steuert, dass der Verstärkungsdruck mit einem durch einen Sollverstärkungsstellfaktor ermittelten Sollverstärkungsdruck übereinstimmt, welcher kleiner als der Grundverstärkungsstellfaktor ist, der ein Servoverhältnis des Unterdruckverstärkers bis zu dem Zeitpunkt angibt, zu dem der Hauptzylinderdruck gleich oder größer als ein Verstärkungsgrenzdruck wird, welcher ein Hauptzylinderdruck ist, der einer Verstärkungsgrenze des Unterdruckverstärkers bei dem durch den Unterdruckdruckermittlungsabschnitt ermittelten Unterdruck entspricht, und zwar zusätzlich zu dem in Antwort auf die Betätigung des Bremsbetätigungselements aufgestellten Hauptzylinderdruck.

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 2008-290726 [\[0001\]](#)
- JP 1999-20671 A [\[0003\]](#), [\[0003\]](#)

Patentansprüche

1. Steuervorrichtung (26), die an ein Fahrzeugbremsgerät (A) angepasst ist, welches mit folgendem ausgestattet ist:
 einem Hauptzylinder (23) zum Aufstellen eines Hydraulikbremsdrucks in Antwort auf eine Betätigung eines Bremsbetätigungselements (21);
 einem Unterdruckverstärker (22), der eine Betätigungskraft des Bremsbetätigungselements durch Verwendung eines dazu zugeführten Unterdrucks verstärkt und zu dem Hauptzylinder eine Verstärkungskraft ausgibt;
 einem Radzylinder (WC**), der nach der Zufuhr des Hydraulikbremsdrucks von dem Hauptzylinder eine Bremskraft auf ein Rad (W**) eines Fahrzeugs (M) aufbringt;
 einem Druckdifferenzialsteuerventil (41, 51), das in einem den Hauptzylinder mit dem Radzylinder verbindenden Hydraulikdruckdurchlass (25a, 25b) vorgesehen ist, um einen radzylinderseitigen Hydraulikdruck so zu steuern, dass er um einen gesteuerten Druckdifferenzialbetrag höher als ein hauptzylinderseitiger Hydraulikdruck ist;
 einer Hydraulikdruckpumpe (44a, 54a), die an dem Hydraulikdruckdurchlass (25a, 25b) angeschlossen ist, der nach dem Empfangen einer Ausgabe von einem Elektromotor den Hauptzylinder und den Radzylinder zum Aufstellen eines Hydraulikbremsdrucks verbindet und den aufgestellten Hydraulikbremsdruck unabhängig von dem durch den Hauptzylinder aufgestellten Hydraulikbremsdruck zu dem Radzylinder zuführt;
 einem Unterdruckerfassungsmittel (22f2) zum Erfassen des zu dem Unterdruckverstärker (22) zugeführten Unterdrucks; und
 einem Hauptzylinderdruckerfassungsmittel (25a1) zum Erfassen des Hauptzylinderdrucks, wobei die Steuervorrichtung (26) folgendes aufweist:
 ein Unterdruckdruckermittlungsmittel (26a, Schritt 104), das den zu dem Unterdruckverstärker zugeführte Unterdruck mittels des Unterdruckerfassungsmittels ermittelt;
 einem Hauptzylinderdruckerfassungsmittel (26b, Schritt 102) zum Ermitteln des Hauptzylinderdrucks mittels des Hauptzylinderdruckerfassungsmittels; und
 einem Verstärkungssteuermittel (26e, Schritt 306 im Ablaufdiagramm von Fig. 13), das zusätzlich zu dem in Antwort auf die Betätigung des Bremsbetätigungselements aufgestellten Hauptzylinderdruck einen Verstärkungsdruck als einen zusätzlichen Hydraulikbremsdruck aufstellt und den Verstärkungsdruck zu dem Radzylinder zuführt, wodurch die Hydraulikdruckpumpe und das Druckdifferenzialsteuerventil ab dem Zeitpunkt gesteuert werden, zu dem der durch das Hauptzylinderdruckermittlungsmittel ermittelte Hauptzylinderdruck einen Wert erreicht hat, der gleich oder größer als ein Verstärkungsgrenzdruck ist, der ein Hauptzylinderdruck ist, der einer Verstär-

kungsgrenze des Unterdruckverstärkers bei dem durch das Unterdruckdruckermittlungsmittel ermittelten Unterdruck entspricht, so dass der Verstärkungsdruck mit einem Sollverstärkungsdruck übereinstimmt, der durch einen Sollverstärkungsstellfaktor erhalten wird, der kleiner als ein Grundverstärkungsstellfaktor ist, der einem Servoverhältnis des Unterdruckverstärkers für eine Zeitspanne entspricht, bis der Unterdruckverstärker die Verstärkungsgrenze erreicht.

2. Steuervorrichtung, die an das Bremsgerät gemäß Anspruch 1 angepasst ist, wobei der in dem Verstärkungssteuermittel verwendete Sollverstärkungsstellfaktor so festgelegt ist, dass er dann größer wird, wenn das Druckdifferenzial zwischen dem ermittelten Hauptzylinderdruck und dem Verstärkungsgrenzdruck groß wird (Druckdifferenzialverstärkungsstellfaktorkennfeld in Fig. 7).

3. Steuervorrichtung, die an das Bremsgerät gemäß Anspruch 1 angepasst ist, wobei der in dem Verstärkungssteuermittel verwendete Sollverstärkungsstellfaktor so festgelegt ist, dass er schnell auf den Grundverstärkungsstellfaktor zurückkehrt, wenn eine Betätigungsgeschwindigkeit des Bremsbetätigungselements schnell ist, und zwar schneller als in dem Fall, in dem die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremsbetätigungselements langsam ist (jeweils in Fig. 7 und Fig. 8 gezeigtes Druckdifferenzialverstärkungsstellfaktorkennfeld).

4. Steuervorrichtung, die an das Bremsgerät gemäß Anspruch 1 angepasst ist, wobei ein Maximalwert des in dem Verstärkungssteuermittel verwendeten Sollverstärkungsstellfaktors so festgelegt ist, dass er mit dem Grundverstärkungsstellfaktor übereinstimmt (jeweils in Fig. 7 und Fig. 8 gezeigtes Druckdifferenzialverstärkungsstellfaktorkennfeld).

5. Steuervorrichtung, die an das Bremsgerät gemäß Anspruch 2 angepasst ist, wobei ein Maximalwert des in dem Verstärkungssteuermittel verwendeten Sollverstärkungsstellfaktors so festgelegt ist, dass er mit dem Grundverstärkungsstellfaktor übereinstimmt (jeweils in Fig. 7 und Fig. 8 gezeigtes Druckdifferenzialverstärkungsstellfaktorkennfeld).

6. Steuervorrichtung, die an das Bremsgerät gemäß Anspruch 3 angepasst ist, wobei ein Maximalwert des in dem Verstärkungssteuermittel verwendeten Sollverstärkungsstellfaktors so festgelegt ist, dass er mit dem Grundverstärkungsstellfaktor übereinstimmt (jeweils in Fig. 7 und Fig. 8 gezeigtes Druckdifferenzialverstärkungsstellfaktorkennfeld).

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

FIG. 2

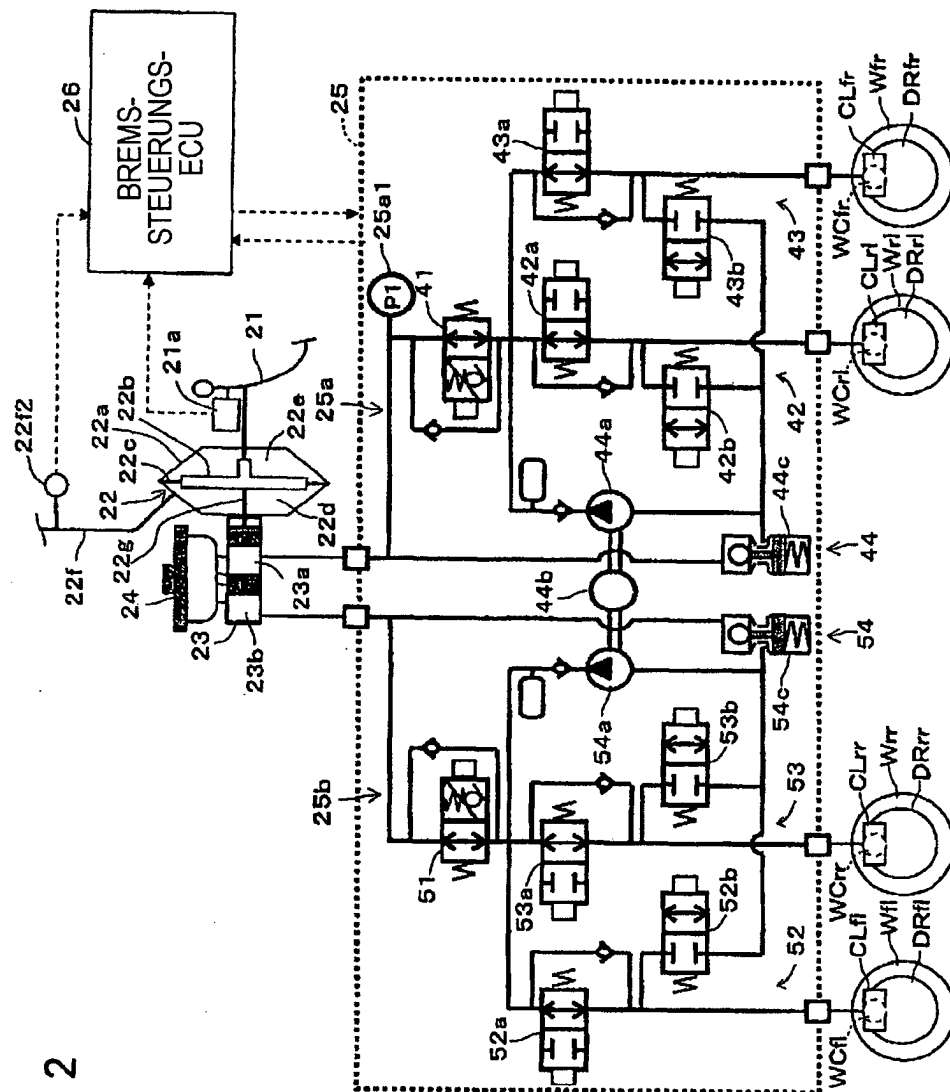


FIG. 3

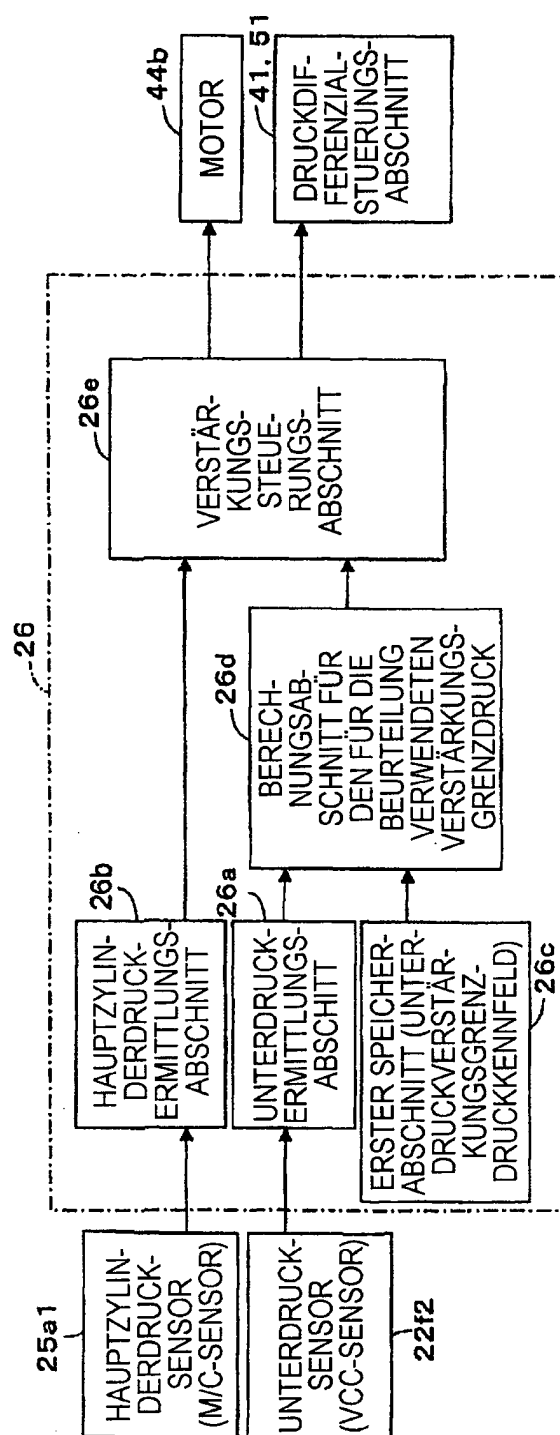


FIG. 4

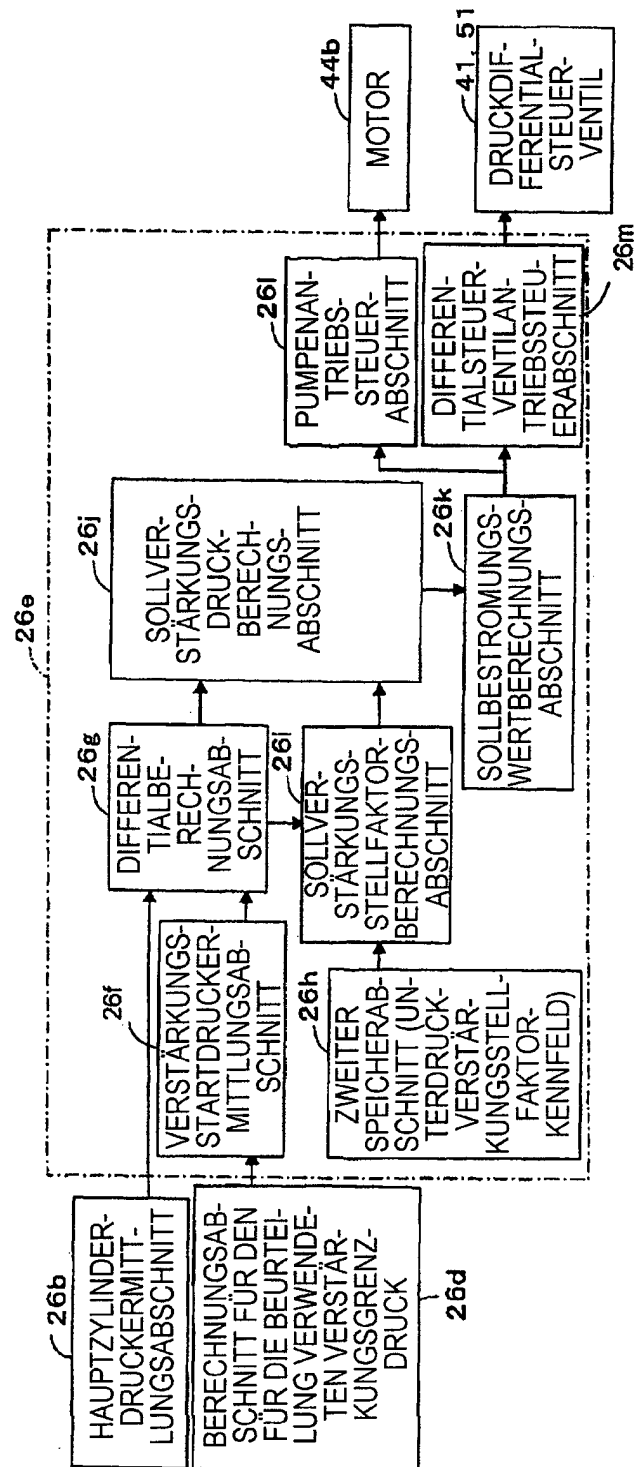


FIG. 5

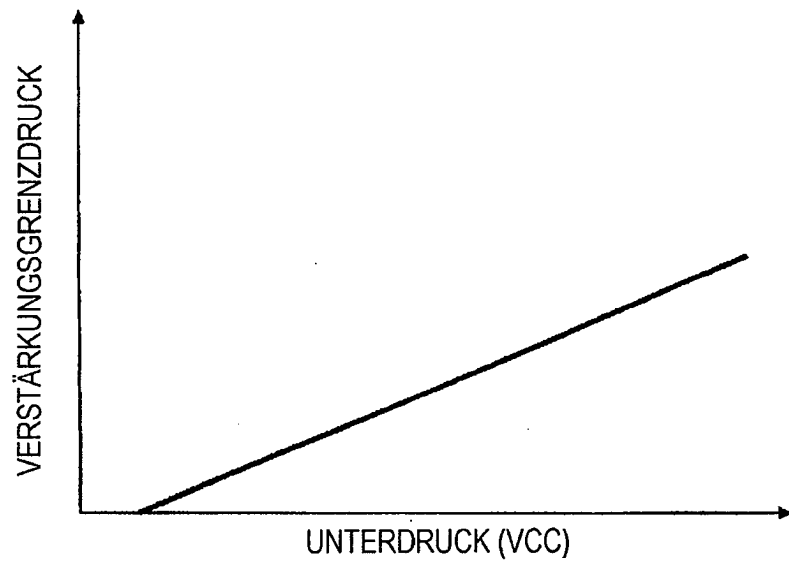


FIG. 6

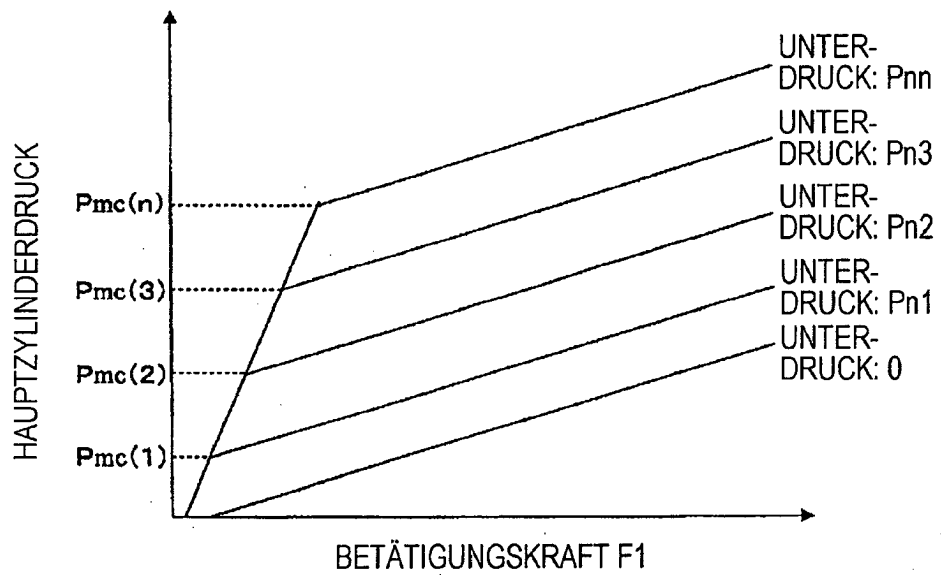


FIG. 7

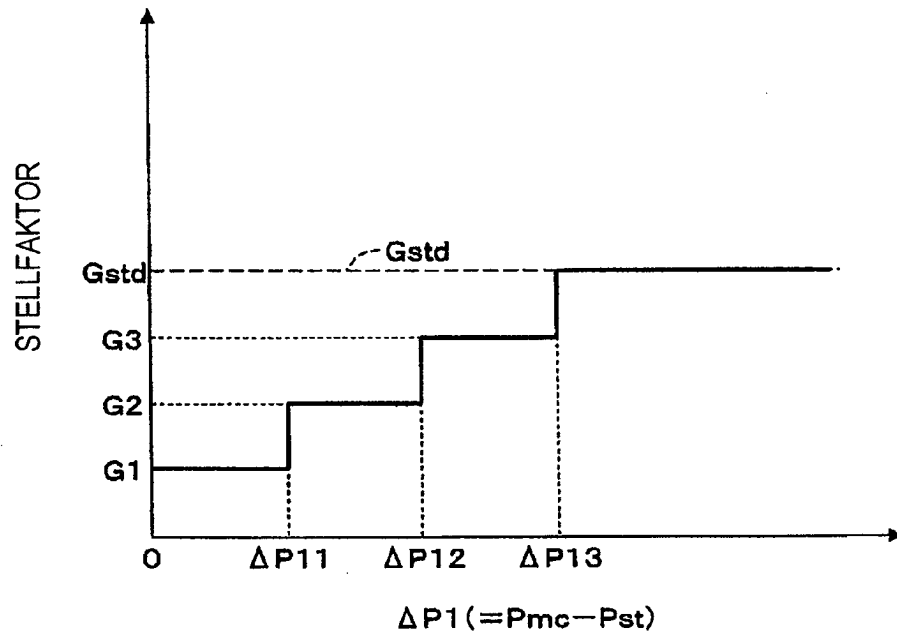


FIG. 8

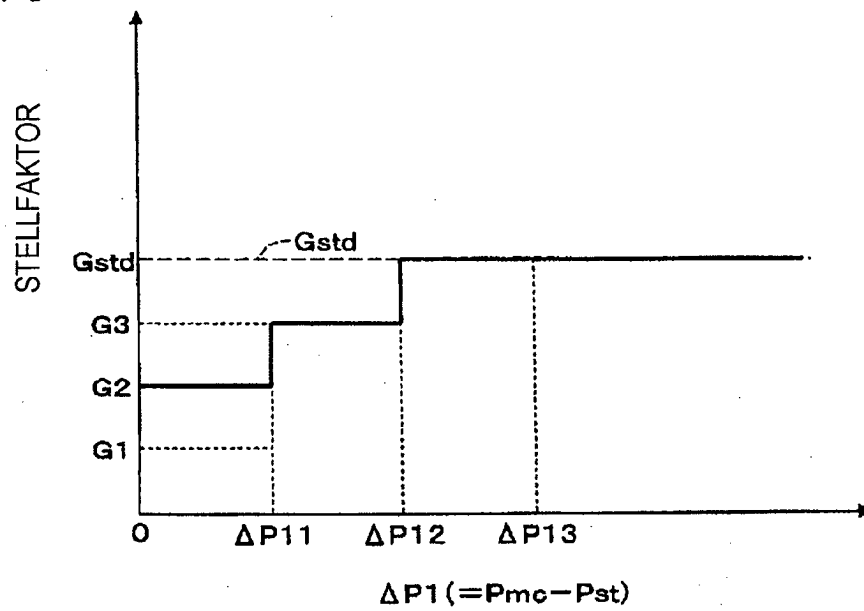


FIG. 9

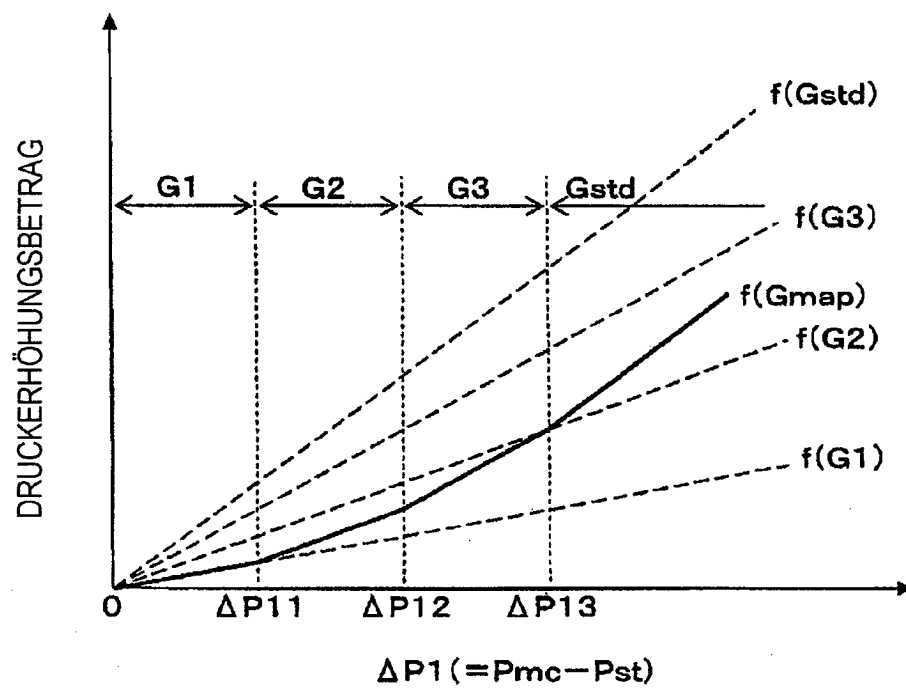


FIG. 10

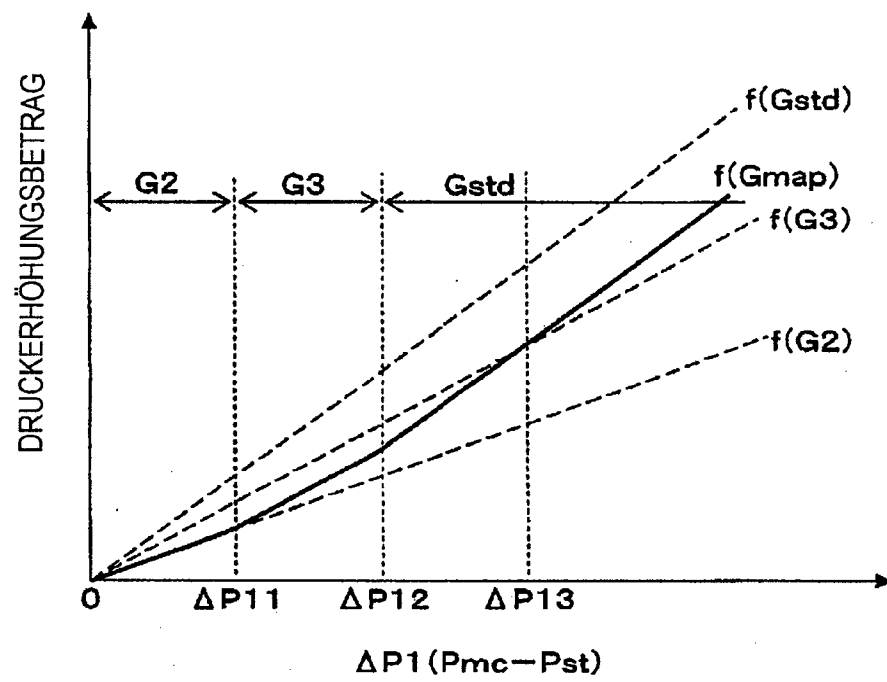


FIG. 11

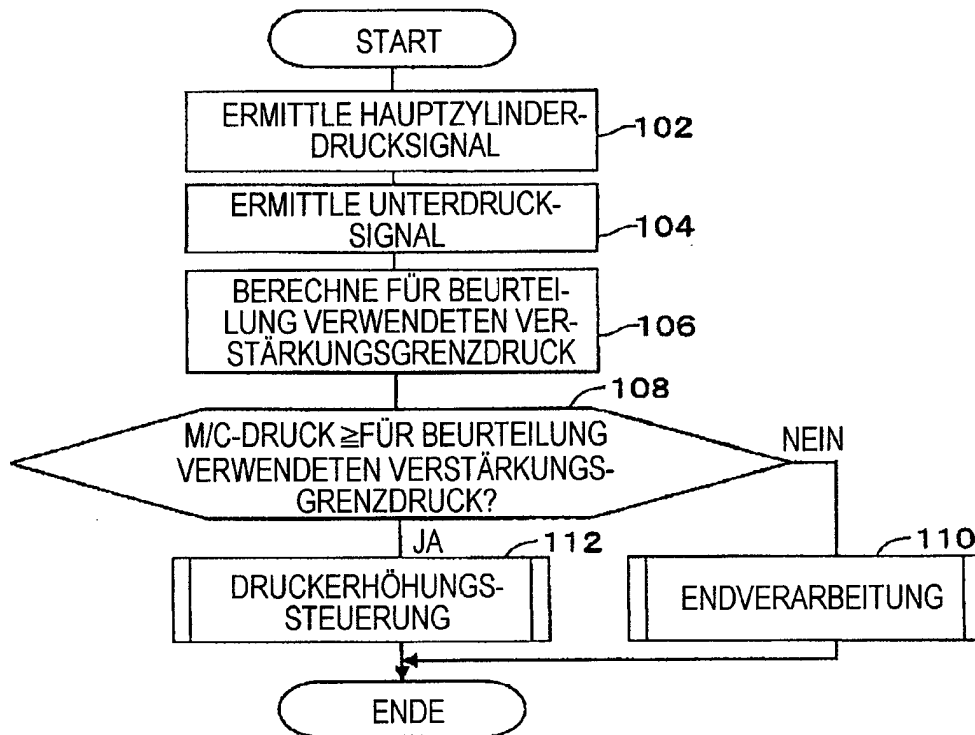


FIG. 12

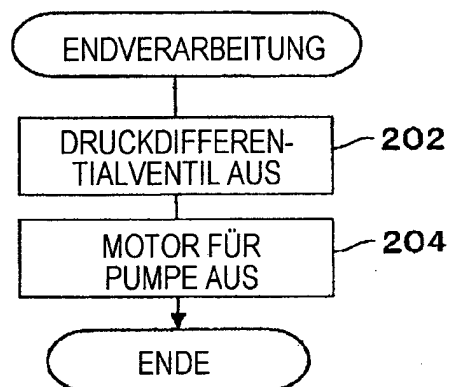


FIG. 13

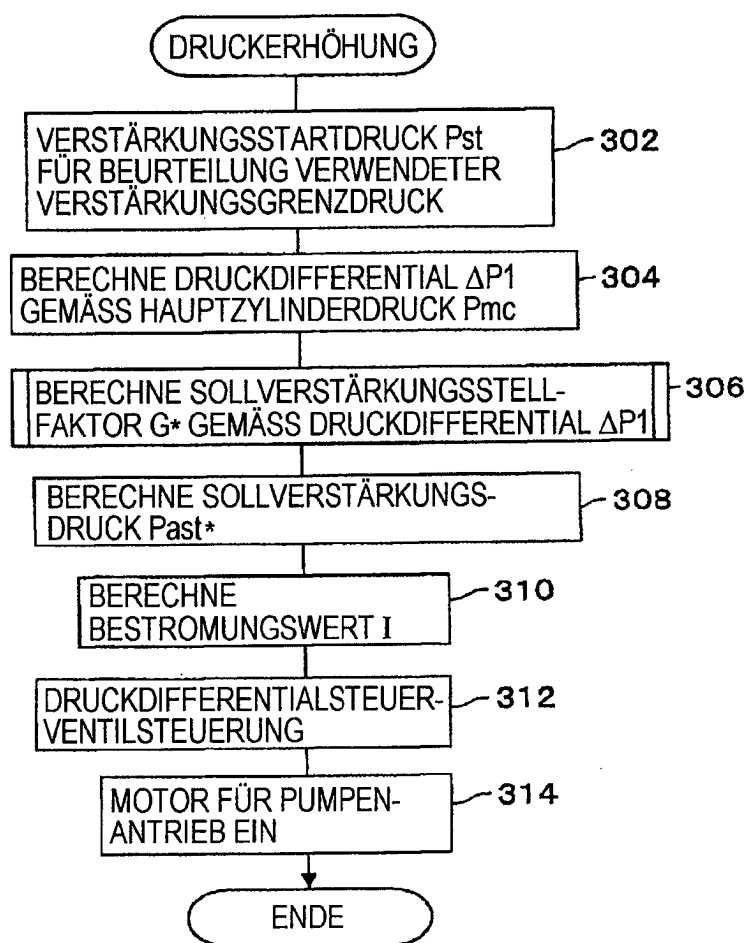


FIG. 14

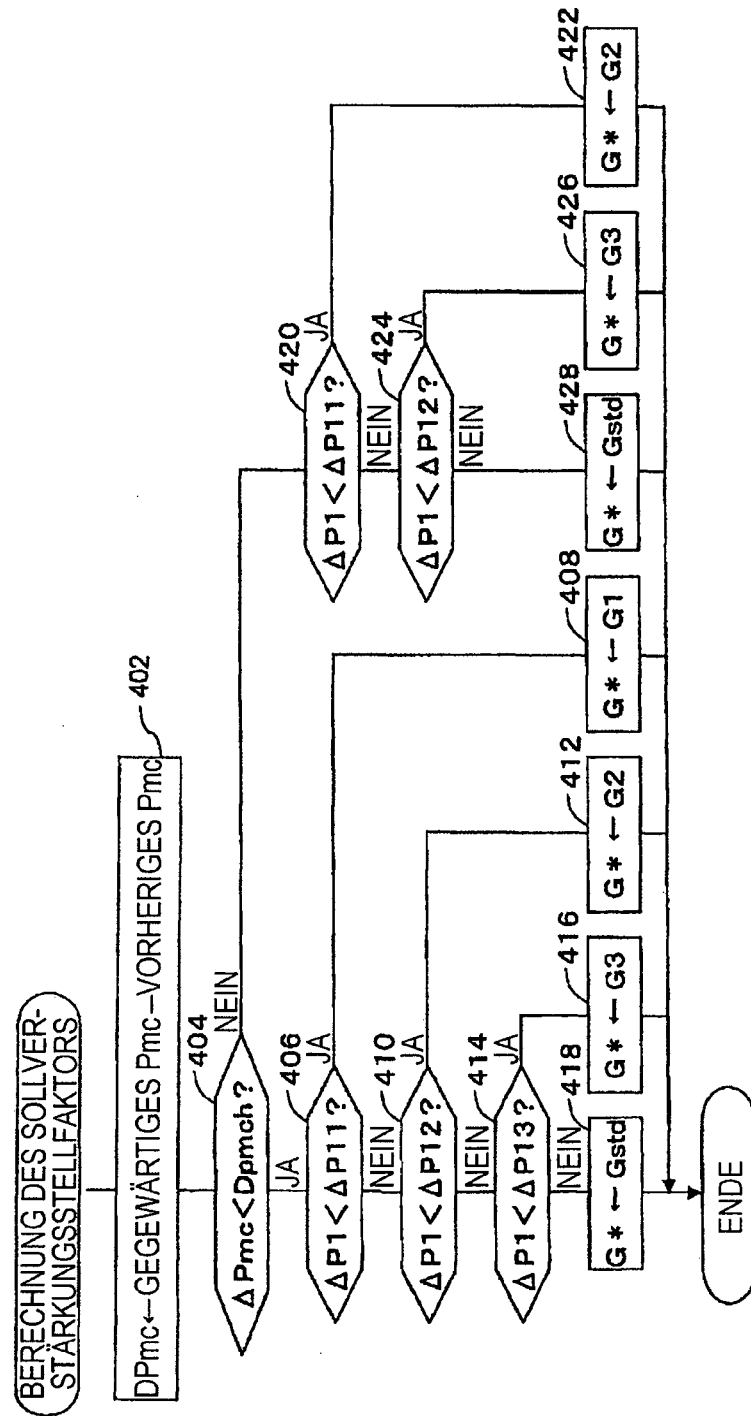


FIG. 15

