(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 35 749 T2** 2007.09.06

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 995 655 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 35 749.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP98/03027**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 929 842.7**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1999/002384**
(86) PCT-Anmeldetag: **06.07.1998**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **21.01.1999**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.04.2000**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **30.08.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.09.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***B60T 8/00*** (2006.01)
B60T 8/92 (2006.01)
B60W 10/04 (2006.01)
B60W 10/18 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

20090697	**10.07.1997**	**JP**
28777997	**03.10.1997**	**JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, ES, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:
Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha, Toyota, Aichi, JP

(74) Vertreter:
TBK-Patent, 80336 München

(72) Erfinder:
SHIRAI, Kenji, Mishima-shi, Shizuoka-ken 411-0046, JP; YOSHINO, Yasunori, Toyota-shi, Achi-ken 471-0827, JP; OHTOMO, Akihiro, Toyota-shi, Aichi-ken 471-0032, JP; INOUE, Hideyuki, Susono-shi, Shizuoka-ken 410-1104, JP

(54) Bezeichnung: **BREMSSYSTEM FÜR FAHRZEUGE**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Bremssystem für Fahrzeuge wie beispielsweise Kraftfahrzeuge und genauer gesagt auf ein Bremssystem für Fahrzeuge, das eine Bremskrafterzeugungseinrichtung aufweist, die daran angepasst ist, Bremskräfte in Übereinstimmung mit dem Niederdrückbetrag eines Bremspedals zu erzeugen.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Das Bremssystem für Fahrzeuge wie beispielsweise Kraftfahrzeuge weist im Allgemeinen Bremskrafterzeugungseinrichtungen auf, von denen jede für jeweils ein Rad vorgesehen ist, wobei jede ein Drehelement wie beispielsweise einen Bremsenrotor oder eine Bremstrommel aufweist, der oder die so aufgebaut ist, dass er oder sie sich zusammen mit einem entsprechenden Rad dreht, und ein bewegliches Element hat, wie beispielsweise ein Bremsbelag oder ein Bremsschuh, der so aufgebaut ist, dass er in Übereinstimmung mit dem Niederdrückbetrag (Niederdrückkraft oder Niederdrückbewegungsbetrag) des Bremspedals so angetrieben wird, dass jede der Bremskrafterzeugungseinrichtungen eine Bremskraft erzeugt, indem ein Reibungsmaterial des beweglichen Elementes gegen das Drehelement gepresst wird, um so die Drehung des entsprechenden Rades zu bremsen.

[0003] Als eines von diesen Bremssystemen ist ein elektrisches Bremssystem bekannt, bei dem das bewegliche Element der Bremskrafterzeugungseinrichtung durch einen Ultraschallmotor angetrieben wird, wobei der Ultraschallmotor für jedes der Räder vorgesehen ist und in Übereinstimmung mit dem Niederdrückbetrag des Bremspedals gesteuert wird, während die Bremskrafterzeugungseinrichtung so aufgebaut ist, dass sie einen Bremskrafterzeugungszustand dann auflöst, wenn ein Fehler in einem Zustand eines Erzeugens einer Bremskraft auftritt.

[0004] Gemäß einem derartigen elektrischen Bremssystem der Anwendung aus dem Stand der Technik kann, da die Ultraschallmotoren separat für jedes der Räder gesteuert werden, die Bremskraft von jedem der Räder unabhängig von jenen der anderen Räder gesteuert werden, und da der Bremszustand sogar dann aufgehoben wird, wenn bei der Bremskrafterzeugungseinrichtung ein Fehler in einem Zustand des Erzeugens einer Bremskraft aufgehoben wird, kann eine derartige Schwierigkeit vermieden werden, dass das Fahren des Fahrzeugs durch eine ständige Erzeugung einer unnötigen Bremskraft aufgrund einer Schwierigkeit bei dem Bremssystem beeinträchtigt wird.

[0005] Jedoch bleibt bei dem vorstehend erwähnten herkömmlichen elektrischen Bremssystem, obwohl gegenüber einer Schwierigkeit von jeder der Bremskrafterzeugungseinrichtungen, die jeweils für jedes der Räder vorgesehen sind, im Hinblick auf eine Ausfallsicherung (fail-safe) Sorge getragen wurde, die Stabilität des Verhaltens des Fahrzeugs in einem Zustand, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung von einem bestimmten Rad der Räder einen Fehler aufweist, d.h. die Fahrstabilität des Fahrzeugs als Ganzes, großer Raum für weitere Verbesserungen.

[0006] Wenn genauer gesagt die Bremskrafterzeugungseinrichtung von irgendeinem der Räder einen Fehler aufweist, ergibt sich eine Situation während eines Bremsens des Fahrzeugs dahingehend, dass, während die Bremskraft von dem Rad, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet ist, keine Änderung erfährt trotz einer Änderung des Niederdrückbetrags des Bremspedals, sich die Bremskraft von dem Rad, das zu dem Rad in Querrichtung entgegengesetzt ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet ist, in Übereinstimmung mit dem Niederdrückbetrag des Bremspedals ändert (ein nicht ausgeglichener Bremszustand oder ein Bremszustand im Ungleichgewicht), wodurch ein unnötiges Giermoment auf das Fahrzeug aufgebracht wird, wodurch die Fahrstabilität des Fahrzeugs sich verschlechtert. Ein derartiges Problem ist nicht nur bei dem elektrischen Bremssystem latent vorhanden, sondern auch bei verschiedenen Arten an Bremssystemen, durch die das Bremsen von jedem der Räder unabhängig von jenen der anderen Räder durch jede Bremskrafterzeugungseinrichtung steuerbar ist, die ausschließlich für jedes entsprechende Rad vorgesehen ist.

[0007] Insbesondere wenn die Bremskrafterzeugungseinrichtung so fehlerbehaftet ist, dass sie keine Bremskraft erzeugt, wird ein unnötiges Giermoment auf das Fahrzeug in Übereinstimmung mit dem Niederdrücken des Bremspedals durch den Fahrer aufgebracht, was das Fahrzeug dazu bringt, dass eine Verschlechterung des Verhaltens wahrscheinlich ist, während andererseits, wenn die Bremskrafterzeugungseinrichtung derart fehlerbehaftet ist, dass sie eine Bremskraft beibehält, das Fahrzeug einem schwankenden Giermoment in Übereinstimmung mit dem Niederdrücken des Bremspedals durch den Fahrer ausgesetzt wird, wodurch nicht nur eine Verschlechterung des Fahrverhaltens des Fahrzeugs verursacht wird, sondern außerdem ein unnötiger Verbrauch der kinetischen Energie bewirkt wird, die durch den Verbrennungsmotor zum Antreiben des Fahrzeugs erzeugt wird. Der nachteilhafte Effekt einer Schwierigkeit, die bei der Bremskrafterzeugungseinrichtung auftritt, auf die Verschlechterung des Verhaltens des Fahrzeugs ist im Allgemeinen dann stär-

ker bemerkbar, wenn der Verbrennungsmotor ein höheres Niveau an kinetischer Energie erzeugt, d.h. die Fahrzeuggeschwindigkeit und daher das Moment des Fahrzeugs höher ist.

[0008] Die Druckschrift JP 04-176 764 (siehe die Druckschrift EP 0 486 281 A) offenbart ein Bremssystem gemäß dem Oberbegriff von jedem der unabhängigen Ansprüche. Die Druckschrift JP 04-176 764 schlägt vor, dass dann, wenn ein Fehler bei einer Bremskrafterzeugungseinrichtung auftritt, zwei Bremskrafterzeugungseinrichtungen (die ohne Fehler sind) betätigt werden sollen.

[0009] Die Druckschrift JP 06-321 087 offenbart eine andere Bremskraftsteuervorrichtung. Die Druckschrift JP 06-321 087 lehrt im Falle von Fehlern bei der Erzeugung des Bremsdrucks, dass plötzliche Schwankungen in der Gierrate des Fahrzeugs vermieden werden.

Zusammenfassung der Erfindung

[0010] Die vorliegende Erfindung ist auf die vorstehend erwähnten Probleme bei herkömmlichen Bremssystemen wie beispielsweise das elektrische Bremssystem gerichtet, die dazu in der Lage sind, die Bremskraft von jedem der Räder unabhängig von jenen der anderen Räder zu steuern. Eine Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Verbesserung der Fahrstabilität von Fahrzeugen in größerem Maße als zuvor, indem verhindert wird, dass ein unnötiges zu großes Giermoment auf das Fahrzeug dann aufgebracht wird, wenn die Bremskrafterzeugungseinrichtung von irgendeinem der Räder fehlerbehaftet ist, um so dadurch jeglichen nachteilhaften Effekt zu verringern oder zu beseitigen, der auf das Fahrzeug aufgrund der Schwierigkeit bei der Bremskrafterzeugungseinrichtung aufgebracht wird.

[0011] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist die vorstehend erwähnte Hauptaufgabe durch ein Bremssystem für Kraftfahrzeuge dergestalt gelöst, wie dies in einem der Ansprüche 1 bzw. 4 aufgeführt ist. Vorteilhafte Weiterentwicklungen sind Gegenstand der weiteren Ansprüche.

[0012] Wenn bei dem vorstehend erwähnten Aufbau eine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen derart fehlerbehaftet wird, dass sie im Wesentlichen eine erzeugte Bremskraft nicht entlastet oder aufhebt, kann die Steuereinrichtung eine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen, die quer entgegengesetzt zu der fehlerbehafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung positioniert ist, betätigen, um eine Bremskraft so erzeugen, dass verhindert wird, dass ein unnötiges Giermoment auf das Fahrzeug aufgebracht wird. Gemäß einem derartigen Aufbau wird definitiv verhindert, dass das Verhalten des Fahrzeugs sich plötzlich verschlechtert.

[0013] Wenn bei dem vorstehend erwähnten Aufbau irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen derart fehlerbehaftet wird, dass sie im Wesentlichen keine Bremskraft erzeugt, kann die Steuereinrichtung andere normale Bremskrafterzeugungseinrichtungen so steuern, dass die Bremskraft, die durch eine Bremskrafterzeugungseinrichtung erzeugt wird, die in Längsrichtung entgegengesetzt zu der fehlerbehafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung positioniert ist, im Wesentlichen mit der Summe der Bremskräfte übereinstimmt, die durch die vordere und die hintere Bremskrafterzeugungseinrichtung erzeugt werden, die an einer Seite quer entgegengesetzt zu einer Seite der fehlerbehafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung positioniert sind. Gemäß einem derartigen Aufbau wird definitiv verhindert, dass eine solche Situation auftritt, bei der eine zu große Differenz zwischen der Summe der Bremskräfte, die durch die vordere und die hintere Bremskrafterzeugungseinrichtung, die an einer Seite des Fahrzeugs positioniert sind, und der Summe der Bremskräfte, die durch die vordere und die hintere Bremskrafterzeugungseinrichtung erzeugt werden, die an der anderen Seite des Fahrzeugs positioniert sind, gemäß einem Niederdrückbetrag des Bremspedals erzeugt wird.

[0014] Bei dem vorstehend erwähnten Aufbau kann das Kraftfahrzeug einen Verbrennungsmotor zum Erzeugen einer kinetischen Energie haben, damit das Kraftfahrzeug fährt, und wenn irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen derart fehlerbehaftet wird, dass sie im Wesentlichen eine erzeugte Bremskraft nicht entlastet oder aufhebt, kann die Steuereinrichtung eine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen betätigen, die in Querrichtung entgegengesetzt zu der fehlerbehafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung positioniert ist, um eine Bremskraft so zu erzeugen, dass verhindert wird, dass ein unnötiges Giermoment auf das Fahrzeug aufgebracht wird, während die Steuereinrichtung die Erzeugung der kinetischen Energie durch den Verbrennungsmotor einschränken kann, Gemäß einem derartigen Aufbau wird ein nachteilhafter Einfluss der Fehlfunktion der Bremskrafterzeugungseinrichtung auf das Verhalten des Fahrzeugs verringert, wodurch eine Verschlechterung des Verhaltens des Fahrzeugs effektiv verhindert wird im Vergleich zu einem Fall, bei dem die Erzeugung der kinetischen Energie durch den Verbrennungsmotor nicht eingeschränkt wird, während ermöglicht wird, dass derartige kinetische Energie eingespart wird, die durch den Verbrennungsmotor erzeugt werden würde, aber durch das Bremsen unnötig verbraucht werden würde.

[0015] Bei dem vorstehend erwähnten Aufbau kann die Bremskrafterzeugungseinrichtung als eine elektrische Bremskrafterzeugungseinrichtung aufgebaut sein, die einen Elektromotor als ein Betätigungsglied (Aktuator) verwendet.

[0016] Bei dem vorstehend erwähnten Aufbau kann beurteilt werden, ob irgendeine Zulässigkeit für eine Zunahme der Bremskraft vorhanden ist, die durch eine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen zu Verfügung steht, die in Längsrichtung entgegengesetzt zu der fehlerbehafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung positioniert ist, und wenn keine Zulässigkeit bei der zu Verfügung stehenden Bremskraft vorhanden ist, kann die Sollbremskraft für eine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen, die in Längsrichtung entgegengesetzt zu der fehlerbehafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung positioniert ist, auf die zu Verfügung stehende Bremskraft eingestellt werden, so dass die Sollbremskräfte für die anderen Räder in Übereinstimmung mit der zu Verfügung stehenden Bremskraft eingestellt sind.

[0017] Wenn bei dem vorstehend erwähnten Aufbau irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen derart fehlerbehaftet wird, dass sie im Wesentlichen eine erzeugte Bremskraft nicht freigibt bzw. nicht entlastet, wenn das Fahrzeug geradeaus fährt, kann die Sollbremskraft von einer der Bremskrafterzeugungseinrichtungen, die in Querrichtung entgegengesetzt zu der fehlerbehafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung positioniert ist, so eingestellt werden, dass sie im Wesentlichen gleich der Bremskraft ist, die durch die fehlerbehaftete Erzeugungseinrichtung erzeugt wird, während dann, wenn das Fahrzeug im Wesentlichen eine Kurvenfahrt vollführt, die Sollbremskraft von einer der Bremskrafterzeugungseinrichtungen, die diagonal entgegengesetzt zu der fehlerbehafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung positioniert ist, so eingestellt werden kann, dass sie im Wesentlichen gleich der Bremskraft ist, die durch die fehlerbehaftete Bremskrafterzeugungseinrichtung erzeugt wird.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0018] Fig. 1 zeigt eine bildliche Ansicht von einem ersten Ausführungsbeispiel des Bremssystems für Kraftfahrzeuge gemäß der vorliegenden Erfindung, das als ein elektrisches Bremssystem aufgebaut ist.

[0019] Fig. 2 zeigt eine vergrößerte allgemeine bildliche Schnittdarstellung von einem wesentlichen Teil des elektrischen Bremssystems.

[0020] Fig. 3 zeigt ein Flussdiagramm von einer Hauptroutine der Bremskraftsteuerung bei dem ersten Ausführungsbeispiel.

[0021] Fig. 4 zeigt ein Flussdiagramm von einer Nebenroutine der Bremskraftsteuerung bei dem ersten Ausführungsbeispiel.

[0022] Fig. 5 zeigt eine grafische Darstellung von der Beziehung zwischen dem Niederdrückbetrag Ap eines Bremspedals und Solldruckkräften Fpaf und Fpar.

[0023] Fig. 6 zeigt ein Flussdiagramm einer Nebenroutine der Druckkraftsteuerung bei dem zweiten Ausführungsbeispiel des Bremssystems gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0024] Fig. 7 zeigt ein Flussdiagramm einer Nebenroutine der Druckkraftsteuerung bei einem dritten nicht beanspruchten Beispiel des Bremssystems gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0025] Fig. 8 zeigt eine bildliche Ansicht in ähnlicher Weise wie bei Fig. 1, wobei ein viertes Ausführungsbeispiel von dem Bremssystem für Kraftfahrzeuge gemäß der vorliegenden Erfindung gezeigt ist, das als ein elektrisches Bremssystem aufgebaut ist.

[0026] Fig. 9 zeigt ein Flussdiagramm einer Hauptroutine der Bremskraftsteuerung bei dem vierten Ausführungsbeispiel.

[0027] Fig. 10 zeigt ein Flussdiagramm einer Bremskraftsteuerroutine bei einem normalen Betrieb des vierten Ausführungsbeispiels.

[0028] Fig. 11 zeigt ein Flussdiagramm von einer Steuerroutine bei einer Steuerung gegen eine Schwierigkeit, bei der keine Bremskraft bei dem vierten Ausführungsbeispiel erzeugt wird.

[0029] Fig. 12 zeigt ein Flussdiagramm von einer Steuerroutine einer Steuerung gegen eine Schwierigkeit, bei der die Bremskraft bei dem vierten Ausführungsbeispiel nicht freigegeben wird (nicht gelöst wird).

[0030] Fig. 13 zeigt eine grafische Darstellung der Beziehung zwischen dem Bremspedalniederdrückbetrag Ab, der Fahrzeugsollverzögerung Gvx und der Sollgesamtbremskraft Fvb des Fahrzeugs.

[0031] Fig. 14 zeigt eine grafische Darstellung der Beziehung zwischen der Gierratenabweichung $\gamma t - \gamma$ und einer erforderlichen Bremskraftdifferenz ΔB.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

[0032] Nachstehend ist die vorliegende Erfindung detaillierter unter Bezugnahme auf drei bevorzugte Ausführungsbeispiele (die als erstes, zweites und viertes Ausführungsbeispiel aufgezeigt sind) unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

[0033] Fig. 1 zeigt eine bildliche Ansicht von einem ersten Ausführungsbeispiel von dem Bremssystem für Kraftfahrzeuge gemäß der vorliegenden Erfindung, das als ein elektrisches Bremssystem aufgebaut ist, und Fig. 2 zeigt eine vergrößerte allgemeine

bildliche Darstellung von einem wesentlichen Abschnitt der Bremskrafterzeugungseinrichtung.

[0034] In Fig. 1 ist mit den Bezugszeichen **10fl** und **10fr** das vordere linke Rad bzw. das vordere rechte Rad eines Kraftfahrzeugs **12** bezeichnet und mit den Bezugszeichen **10rl** und **10rr** sind das hintere linke Rad bzw. das hintere rechte Rad des Fahrzeugs bezeichnet. Diese Räder sind jeweils mit einer elektrischen Bremskraftversorgungseinrichtung **14fl**, **14fr**, **14rl** bzw. **14rr** versehen. Wie dies in Fig. 2 gezeigt ist, hat jede Bremskrafterzeugungseinrichtung **14** eine Rotorscheibe **16**, Bremsklötze oder Bremsbeläge **18a** und **18b**, die an entgegengesetzten Seiten des Scheibenrotors angeordnet sind, einen Bremssattelkörper **20**, der die Bremsklötze stützt, und einen Aktuator **22** für ein Antreiben d.h. Betätigen der Bremsklötze.

[0035] Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel hat der Aktuator **22** einen Ultraschallmotor **24** und einen Bewegungsumwandlungsmechanismus **26**, der in der Zeichnung nicht detailliert gezeigt ist, für ein Umwandeln einer Drehbewegung einer Welle des Ultraschallmotors in eine hin- und hergehende Bewegung eines Kolbens, der mit dem Bremsklotz **18a** verbunden ist, so dass die Bremsklötze **18a** und **18b** zueinander hin angetrieben werden, um mit dem Scheibenrotor **16** in Reibeingriff zu gelangen, um eine Bremsreibkraft für das Rad **10** zu erzeugen. Es ist erwünscht, dass jede Bremskrafterzeugungseinrichtung **14** so aufgebaut ist, dass der Bremszustand dann aufgehoben wird, wenn sie fehlerhaft wird, während sie eine Bremskraft erzeugt.

[0036] Mit dem Bezugszeichen **28** ist ein Belastungssensor bezeichnet, der zwischen dem Kolben von dem Bewegungsumwandlungsmechanismus **26** und dem Bremsklotz **18a** eingebaut ist, um eine Druckkraft Fp durch den Bremsklotz oder eine Zustandsgröße zu erfassen, die der Bremsreibungskraft entspricht, die zwischen dem Scheibenrotor **16** und dem Bremsklotz **18a** und **18b** erzeugt wird. Eine Kodiereinrichtung **30** ist an einer Position vorgesehen, die nahe zu dem Ultraschallmotor **24** ist, um die Drehposition des Ultraschallmotors zu erfassen.

[0037] Die Bremskrafterzeugungseinrichtungen **14fl**, **14fr**, **14rl** und **14rr** werden durch eine elektrische Steuereinrichtung **38**, die einen Mikrocomputer **34** und eine Antriebsschaltung **36** hat, in Übereinstimmung mit einem Niederdrückbetrag Ab eines Bremspedals **32** gesteuert, das durch einen Fahrer betätigt wird. Obwohl dies in der Zeichnung nicht detailliert gezeigt ist, kann der Mikrocomputer einen allgemeinen Aufbau haben, wie beispielsweise einen Aufbau, der eine CPU, eine ROM, eine RAM und eine Eingangs- und Ausgangsanschlusseinrichtung hat, die miteinander durch einen bilateralen gemeinsamen Bus verbunden sind.

[0038] Der Mikrocomputer **34** wird mit einem Signal, das den Niederdrückbetrag Ab des Bremspedals anzeigt, von einem Pedalniederdrücksensor **40** beliefert, mit Signalen beliefert, die Druckkräfte Fpi (i = fl, fr, rl bzw. rr) durch die Bremsklötze bei den Bremskrafterzeugungseinrichtungen entsprechend jedem Belastungssensor **28fl**–**28rr** anzeigen, mit Signalen, die die Drehpositionen der jeweiligen Ultraschallmotoren **24** anzeigen, von denen Kodiereinrichtungen **30fl**–**30rr** beliefert und mit einem Signal beliefert, das anzeigt, ob ein Bremslampenschalter (BKSW) **42**, der daran angepasst ist, dass er durch ein Niederdrücken des Bremspedals geschlossen wird, eingeschaltet ist oder nicht. Obwohl dies in Fig. 1 nicht dargestellt ist, sind A/D-Wandler zwischen dem Pedalniederdrücksensor **40** und jedem der Belastungssensoren **28fl**–**28rr** vorgesehen, obwohl dies in der Zeichnung nicht gezeigt ist.

[0039] Wie dies nachstehend beschrieben ist, steuert bei dem normalen Betrieb die elektrische Steuereinrichtung **38** die Aktuatoren **22fl**–**22rr** der jeweiligen Räder in Übereinstimmung mit dem Niederdrückbetrag Ab des Bremspedals, um so die Druckkräfte Fbi durch die Bremsklötze entsprechend dem Niederdrückbetrag Ab zu steuern. Die elektrische Steuereinrichtung **38** beurteilt, ob irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen fehlerbehaftet ist, und wenn irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen fehlerbehaftet ist, betätigt sie eine Warneinrichtung **44** und gibt ein Steuersignal zu einer Verbrennungsmotorsteuereinrichtung **46** nach Bedarf aus und unterbindet des Weiteren den Betrieb der Bremskrafterzeugungseinrichtung an der Seite, die in Querrichtung entgegengesetzt zu der Seite der fehlerbehafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung ist, um dadurch ein Bremsen zu verhindern, das mit einem Ungleichgewicht behaftet ist.

[0040] Nachstehend ist unter Bezugnahme auf das Flussdiagramm von Fig. 3 die Hauptroutine der Bremskraftsteuerung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Die Steuerung gemäß dem Flussdiagramm von Fig. 3 wird gestartet durch das Schließen eines Zündschalters, der in der Zeichnung nicht gezeigt ist, und wird wiederholt bei einem vorbestimmten Zeitintervall ausgeführt. Die Marke F bezieht sich darauf, ob die Bremsklötze bei ihrer ursprünglichen Position positioniert sind, wobei mit „0" angezeigt wird, dass die Bremsklötze an ihrer ursprünglichen Position oder Anfangsposition positioniert sind.

[0041] Zunächst wird bei dem Schritt **50** die Marke F auf 0 zurückgesetzt, und dann wird bei dem Schritt **100** eine Primärschwierigkeitsüberprüfung im Hinblick auf die Bremskrafterzeugungseinrichtungen **14fl**–**14rr** der jeweiligen Räder ausgeführt. Die Primärschwierigkeitsüberprüfung kann in einer derartigen Weise ausgeführt werden, dass beispielsweise

jede Bremskrafterzeugungseinrichtung in Übereinstimmung mit einem vorbestimmten Druckkraftaufbringmuster betätigt wird, währenddem beurteilt wird, ob die Druckkräfte Fpi sich in Übereinstimmung mit dem vorbestimmten Druckkraftaufbringmuster sich ändern.

[0042] Bei dem Schritt **150** werden die Signale eingelesen und dann wird bei dem Schritt **200** überprüft, ob der Bremslampenschalter **42** eingeschaltet ist, und wenn die Antwort der Beurteilung negativ ausfällt, geht die Steuerung zu dem Schritt **300** weiter, wohingegen dann, wenn die Antwort der Beurteilung positiv ausfällt, die Steuerung zu dem Schritt **250** weitergeht, bei dem die Druckkraft Fpi der Bremskrafterzeugungseinrichtung der jeweiligen Räder gemäß dem in Fig. 4 gezeigten Flussdiagram gesteuert wird.

[0043] Bei dem Schritt **300** wird beurteilt, ob die Marke F bei 0 ist oder nicht, und wenn die Antwort positiv ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **450** weiter, wohingegen dann, wenn die Antwort negativ ist, die Steuerung zu dem Schritt **350** weitergeht, bei dem die anfängliche Positionierungssteuerung so ausgeführt wird, dass die Bremsklötze **18a** und **18b** der Bremskrafterzeugungseinrichtungen der jeweiligen Räder auf ihre ursprüngliche Position positioniert werden, wobei die Marke F auf 0 zurückgesetzt wird.

[0044] Bei dem Schritt **400** wird überprüft, ob irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen fehlerbehaftet ist, indem beurteilt wird, ob die Druckkraftaufbringsteuerung von dem Schritt **250** oder die Anfangspositioniersteuerung von dem Schritt **350** gemäß den Befehlen ordnungsgemäß ausgeführt worden sind. Wenn die Größe der Bremskraft, die durch die Belastungssensoren **28fl–28rr** erfasst wird, sich gegenüber den Größen der entsprechenden Bremskrafterzeugungsbefehle bei irgendeiner der Bremskrafterzeugungseinrichtungen **14fl–14rr** bis über einen vorbestimmten Grenzwert hinaus ändert, wird beurteilt, dass die entsprechende Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet ist. Bei dem Schritt **450** beurteilt, ob der Zündschalter ausgeschaltet ist, und wenn die Antwort negativ ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **150** zurück, wohingegen dann, wenn die Antwort positiv ist, die Steuerung gemäß dieser Routine beendet wird. In diesem Zusammenhang kann die Steuerung derart abgewandelt werden, dass dann, wenn die Antwort der Beurteilung bei dem Schritt **300** positiv ist, die Fehlerüberprüfung des Schrittes **400** mit einem vorbestimmten Zeitintervall ausgeführt wird.

[0045] Nachstehend ist unter Bezugnahme auf das Flussdiagramm von Fig. 4 die Nebenroutine der Druckkraftsteuerung bei dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben.

[0046] Bei dem Schritt **250** wird beurteilt, ob irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen fehlerbehaftet ist, und wenn die Antwort positiv ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **253** weiter, wohingegen dann, wenn die Antwort negativ ist, die Steuerung zu dem Schritt **252** weitergeht, bei dem Solldruckkräfte Fpaf und Fpar für die Bremskrafterzeugungseinrichtung von dem vorderen linken Rad und dem vorderen rechten Rad und dem hinteren linken Rad und dem hinteren rechten Rad in Übereinstimmung mit dem Niederdrückbetrag Ab des Bremspedals berechnet werden, indem auf eine Tabelle Bezug genommen wird, wie sie beispielsweise in Fig. 5 gezeigt ist, und eine Druckkraft der jeweiligen Bremskrafterzeugungseinrichtung wird so gesteuert, dass die jeweiligen Solldruckkräfte verwirklicht werden.

[0047] Bei dem Schritt **253** wird überprüft, ob die Bremskrafterzeugungseinrichtung für entweder das vordere linke Rad oder das vordere rechte Rad fehlerbehaftet ist, und wenn die Antwort positiv ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **254** weiter, bei dem eine Warneinrichtung **44** eingeschaltet wird, um den Fahrer über das Auftreten eines Fehlers bzw. einer Schwierigkeit bei den Bremskrafterzeugungseinrichtungen zu warnen, und die Steuerung geht zu dem Schritt **258** weiter. Wenn die Antwort der Beurteilung bei dem Schritt **253** negativ ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **255** weiter, und es wird beurteilt, ob beide Bremskrafterzeugungseinrichtungen des vorderen linken Rades und des vorderen rechten Rades fehlerbehaftet sind.

[0048] Wenn die Antwort der Beurteilung bei dem Schritt **255** negativ ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **259** weiter, wohingegen dann, wenn die Antwort von der Beurteilung positiv ist, die Steuerung zu dem Schritt **256** weitergeht, bei dem die Warneinrichtung **44** eingeschaltet wird, und die Steuerung geht zu dem Schritt **257** weiter, bei dem ein Steuersignal zu der Verbrennungsmotorsteuereinrichtung **46** ausgegeben wird, um die Abgabe des Verbrennungsmotors einzuschränken, und des Weiteren werden bei dem Schritt **258** Solldruckkräfte Fpar für die Bremskrafterzeugungseinrichtung des rechten hinteren Rades und die Bremskrafterzeugungseinrichtung des rechten hinteren Rades in Übereinstimmung mit dem Niederdrückbetrag Ab des Bremspedals berechnet unter Bezugnahme auf eine Tabelle, wie sie beispielsweise in Fig. 5 gezeigt ist, so dass die Druckkraft von diesen Bremskrafterzeugungseinrichtungen so gesteuert wird, dass sie zu der jeweiligen Solldruckkraft wird.

[0049] Bei den Schritten **259–263** sind die Steuerungen entgegengesetzt zu der vorstehend beschriebenen Steuerung im Hinblick auf die vorderen Räder und die hinteren Räder, und ähnliche Steuerungen im Hinblick auf das Warnen und Steuerungen der Druckkräfte des vorderen linken Rades und des vorderen rechten Rades werden in der gleichen Weise wie bei

den Schritten **254**–**258** ausgeführt mit der Ausnahme, dass die Verbrennungsmotorausgabeeinschränkungssteuerung bei dem Schritt **257** nicht ausgeführt wird, wohingegen dann, wenn die Antwort bei dem Schritt **261** negativ ist, die Steuerung zu dem Schritt **264** weitergeht.

[0050] Die Verbrennungsmotorausgabeeinschränkungssteuerung bei dem Schritt **257** wird ausgeführt, um die Abdrift- oder Schleuderwahrscheinlichkeit des Fahrzeuges aufgrund eines Verringerns einer Seitenkraft bei dem Heck des Fahrzeugs während einer gebremsten Kurvenfahrt zu verringern, da bei dem Schritt **258** die Bremskraft lediglich bei dem hinteren linken Rad und dem hinteren rechten Rad entsprechend dem Niederdrückbetrag des Bremspedals erzeugt wird. Die Einschränkung der Abgabe des Motors kann auch bei dem Schritt **262** ausgeführt werden. Bei einer derartigen Abwandlung ist es erwünscht, dass der Einschränkungsgrad von der Abgabe des Verbrennungsmotors bei dem Schritt **262** so eingestellt ist, dass er niedriger als derjenige bei dem Schritt **257** ist. Des Weiteren kann die Einschränkung der Abgabe des Verbrennungsmotors bei dem Schritt **257** (und bei dem Schritt **262**) so ausgeführt werden, dass die Abgabe des Verbrennungsmotors so begrenzt wird, dass ein vorbestimmter Wert nicht überschritten wird, oder ein Verhältnis aus der Verbrennungsmotorabgabe gegenüber dem Niederdrückbetrag des Bremspedals verringert wird.

[0051] Bei dem Schritt **264** wird die Warneinrichtung **44** so eingeschaltet, dass sie mit dem Ausgeben eines Warntons zyklisch aufleuchtet, während die Abgabe des Verbrennungsmotors allmählich verringert wird durch ein entsprechendes Steuersignal, das zu der Verbrennungsmotorsteuereinrichtung **46** geliefert wird, und bei dem Schritt **265** werden Solldruckkräfte der Bremskrafterzeugungseinrichtungen der Räder mit Ausnahme der fehlerbehafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung in Übereinstimmung mit dem Niederdrückbetrag Ab des Bremspedals berechnet durch Bezugnahme auf die Tabelle von Fig. 5, wodurch jene Bremskrafterzeugungseinrichtungen so gesteuert werden, dass sie Druckkräfte so erzeugen, dass die Solldruckkräfte erreicht werden, wodurch das Fahrzeug angehalten wird.

[0052] Somit wird gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel, wenn irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen fehlerhaft wird, die Antwort der Beurteilung bei dem Schritt **253** oder dem Schritt **259** positiv, wodurch die Schritte **254** und **258** oder die Schritte **260** und **263** ausgeführt werden, so dass der Betrieb von einer der Bremskrafterzeugungseinrichtungen, die in Querrichtung entgegengesetzt zu der fehlerbehafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung positioniert ist, im Hinblick auf den Betrieb untersagt wird, während die Bremskraft bei den beiden Rädern, die in Längsrichtung entgegengesetzt zu dem Rad sind, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet worden ist, entsprechend dem Niederdrückbetrag des Bremspedals erzeugt wird, wodurch eine Verschlechterung des Verhaltens des Fahrzeugs aufgrund eines nicht ausgeglichenen Bremens vermieden wird, was einen Fahrzustand sicherstellt, der nahe dem normalen Fahrzustand ist.

[0053] Selbst wenn in diesem Zusammenhang eine Bremskrafterzeugungseinrichtung in einem Zustand fehlerbehaftet wird, bei dem sie eine Bremskraft erzeugt, bleibt, da die Bremskraft konstant bleibt, so dass sie sich nicht in Bezug auf die Änderungen des Niederdrückbetrags des Bremspedals ändert, die Differenz zwischen der linken Bremskraft und der rechten Bremskraft konstant, und daher schwankt das Giermoment aufgrund der Differenz der Bremskräfte nicht in Übereinstimmung mit den Änderungen des Niederdrückbetrags des Bremspedals.

[0054] Wenn des Weiteren gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel die Bremskrafterzeugungseinrichtungen für sowohl das vordere linke Rad als auch das vordere rechte Rad oder für sowohl das hintere linke Rad als auch das hintere rechte Rad fehlerbehaftet wird, ist die Antwort der Beurteilung bei dem Schritt **255** oder dem Schritt **261** positiv, wodurch die Schritte **256**–**258** oder die Schritte **262** und **263** ausgeführt werden, bei denen es möglich ist, das Fahrzeug zu einem Ort wie beispielsweise einer Reparaturwerkstatt zu fahren, während eine Verschlechterung des Fahrzeugsverhaltens aufgrund eines unausgeglichenen Bremsens verhindert wird.

[0055] Wenn die Bremskrafterzeugungseinrichtungen für sowohl das vordere linke Rad als auch das hintere linke Rad oder sowohl das vordere rechte Rad als auch das hintere rechte Rad fehlerbehaftet werden, wird die Antwort der Beurteilung bei dem Schritt **261** negativ, wodurch die Schritte **264** und **265** ausgeführt werden, um so die Abgabe des Verbrennungsmotors allmählich zu verringern, so dass die Fahrzeuggeschwindigkeit allmählich verringert wird, so dass es sicher angehalten wird.

[0056] Die Fig. 6 und Fig. 7 zeigen Flussdiagramme von den Nebenroutinen der Druckplattensteuerung bei dem zweiten Ausführungsbeispiel und dem dritten Beispiel, das nicht beansprucht ist, von dem Bremssystem gemäß der vorliegenden Erfindung. In Fig. 6 sind die Schritte, die den in Fig. 4 gezeigten Schritten entsprechen, mit den gleichen Schrittnummern wie in Fig. 4 bezeichnet. Des Weiteren sind, obwohl dies in der Zeichnung nicht dargestellt ist, das Bremssystem und die elektrische Bremskrafterzeugungseinrichtung von diesen Ausführungsbeispielen in der gleichen Art und Weise wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel aufgebaut, und die Hauptroutine der Bremskraftsteuerung ist die gleiche wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel (siehe Fig. 3).

[0057] Wenn bei dem in Fig. 6 gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel bei dem Schritt **253** beurteilt wird, dass die Bremskrafterzeugungseinrichtung von entweder dem vorderen linken Rad oder dem vorderen rechten Rad fehlerbehaftet wird, oder wenn bei dem Schritt **259** beurteilt wird, dass die Bremskrafterzeugungseinrichtung von entweder dem hinteren linken Rad oder dem hinteren rechten Rad fehlerbehaftet wird, wird bei dem Schritt **254** eine Warnung ausgegeben und werden bei dem Schritt **270** die Bremskrafterzeugungseinrichtungen der drei anderen Räder außer der fehlerbehafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung gesteuert.

[0058] Wenn in diesem Fall die Bremskrafterzeugungseinrichtung von entweder dem vorderen linken Rad oder dem vorderen rechten Rad fehlerbehaftet wird, wird die Solldruckkraft Fpar für das hintere Rad an der gleichen Seite wie das Rad, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, in Übereinstimmung mit dem Niederdrückbetrag Ab des Bremspedals berechnet unter Bezugnahme auf die Tabelle von Fig. 5 und unter Berücksichtigung einer positiven Konstante C1, die größer als 0 aber kleiner als 1 ist, werden die Solldruckkräfte Fpaft und Fpart für das vordere Rad und das hintere Rad an der Seite, die zu der Seite des Rades entgegengesetzt ist, bei den die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet worden ist, in Übereinstimmung mit den nachstehend erwähnten Gleichungen 1 und 2 berechnet, und die Bremskräfte von diesen drei Rädern werden so gesteuert, dass sie zu den jeweiligen Solldruckkräften werden.

$$Fpaft = Fpar\ (1 + C1)/2 \quad (1)$$

$$Fpart = Fpar\ (1 - C1)/2 \quad (2)$$

[0059] Wenn die Bremskrafterzeugungseinrichtung von entweder dem hinteren linken Rad oder dem hinteren rechten Rad fehlerbehaftet wird, wird eine Solldruckkraft Fpaf für das vordere Rad an der gleichen Seite wie das Rad, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet worden ist, in Übereinstimmung mit dem Niederdrückbetrag Ab des Bremspedals berechnet unter Bezugnahme auf die Tabelle von Fig. 5 und unter Berücksichtigung einer positiven Konstante C2, die größer als 0 aber kleiner als 1 ist, werden Solldruckkräfte Fpaft und Fpart für das vordere Rad und das hintere Rad an der Seite, die zu der Seite des Rades entgegengesetzt ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, in Übereinstimmung mit den nachstehend erwähnten Gleichungen 3 und 4 berechnet, und dann werden die Druckkräfte der Bremskrafterzeugungseinrichtungen von jenen drei Rädern so gesteuert, dass sie zu den jeweiligen Solldruckkräften werden.

$$Fpaft = Fpaf\ (1 + C2)/2 \quad (3)$$

$$Fpart = Fpaf\ (1 - C2)/2 \quad (4)$$

[0060] Des Weiteren werden bei diesem Ausführungsbeispiel, wenn die Bremskrafterzeugungseinrichtungen von zwei oder mehr Rädern fehlerbehaftet werden, d.h. wenn die Antwort der Beurteilung bei dem Schritt **259** negativ ist, die Schritte **264** und **265** ausgeführt, so dass die Fahrzeuggeschwindigkeit allmählich verringert wird, um das Fahrzeug sicher anzuhalten.

[0061] Somit werden gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel, wenn die Bremskrafterzeugungseinrichtung von irgendeinem der Räder fehlerbehaftet wird, so dass sie keine Bremskraft erzeugt, die Bremskräfte der drei anderen Räder außer dem Rad, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet worden ist, so erzeugt, dass die Summe der Bremskräfte, die bei dem vorderen und hinteren rechten Rad und die Summe der Bremskräfte, die bei dem vorderen und hinteren linken Rad gemäß dem Niederdrücken des Bremspedals erzeugt werden, zueinander gleich sind, wodurch ein im Wesentlichen normaler Fahrzustand sichergestellt werden kann, während eine Verschlechterung des Fahrzeugverhaltens aufgrund eines unausgeglichenen Bremsens vermieden wird, während ein besseres Bremsverhalten im Vergleich zu dem ersten Ausführungsbeispiel sichergestellt wird, bei dem die Bremskraft lediglich bei den beiden Rädern erzeugt wird, die in Längsrichtung entgegengesetzt zu dem Rad sind, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist.

[0062] Insbesondere werden gemäß diesem Ausführungsbeispiel, wenn die Bremskrafterzeugungseinrichtung von irgendeinem der Räder fehlerbehaftet wird, die Solldruckkräfte von dem vorderen Rad und dem hinteren Rad an der Seite, die zu der Seite des Rades entgegengesetzt ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, gemäß den Gleichungen 1 und 2 oder gemäß den Gleichungen 3 und 4 so berechnet, dass die Solldruckkräfte für die vorderen Räder höher als für die hinteren Räder eingestellt werden, wodurch eine Schleuderwahrscheinlichkeit des Fahrzeugs aufgrund eines Verringerns der Seitenkräfte, die bei den hinteren Rädern während einer gebremsten Kurvenfahrt des Fahrzeugs zu Verfügung steht, verringert wird. Die Konstanten C1 und C2 in den Gleichungen 1–4 können auf 0 gesetzt werden, so dass die Solldruckkräfte für das vordere Rad und das hintere Rad an der Seite, die zu der Seite des Rades entgegengesetzt ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, so eingestellt werden, dass sie zueinander gleich sind.

[0063] Auch bei diesem Ausführungsbeispiel können die Schritte **255**–**258** und die Schritte **261**–**263** von dem ersten Ausführungsbeispiel ausgeführt wer-

den, so dass dann, wenn die Bremskrafterzeugungseinrichtung von dem vorderen linken Rad und dem vorderen rechten Rad oder von dem hinteren linken Rad und dem hinteren rechten Rad fehlerbehaftet wird, das Fahrzeug zu einer Reparaturwerkstatt gefahren werden kann.

[0064] Bei dem dritten Beispiel, das in Fig. 7 gezeigt ist und nicht beansprucht ist, wird bei dem Schritt **281** beurteilt, ob die Bremskrafterzeugungseinrichtung **14fr** des vorderen rechten Rades fehlerbehaftet ist, und wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **287** weiter, wohingegen, wenn die Antwort der Beurteilung positiv ist, die Steuerung zu dem Schritt **282** weitergeht.

[0065] Bei dem Schritt **282** wird beurteilt, ob die Bremskrafterzeugungseinrichtung **14fl** des vorderen linken Rades fehlerbehaftet ist, und wenn die Antwort der Beurteilung positiv ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **283** weiter, bei dem die Warneinrichtung **44** eingeschaltet wird, um zyklisch zu leuchten, während die Abgabe des Verbrennungsmotors durch ein Steuersignal eingeschränkt wird, das zu der Verbrennungsmotorsteuereinrichtung **46** ausgegeben wird, und dann werden bei dem Schritt **284** Solldruckkräfte Fpar für das hintere linke Rad und das hintere rechte Rad gemäß dem Niederdrückbetrag Ab des Bremspedals berechnet unter Bezugnahme auf die Tabelle von Fig. 5, so dass die Druckkräfte von jenen Bremskrafterzeugungseinrichtungen so gesteuert werden, dass sie zu den Solldruckkräften werden.

[0066] In der gleichen Weise wie bei dem Schritt **257** (und bei dem Schritt **262**) bei dem ersten Ausführungsbeispiel ist es erwünscht, dass der Grad an Beschränkung der Abgabe des Verbrennungsmotors bei dem Schritt **283** höher eingestellt ist als bei dem Schritt **292**, der nachstehend beschrieben ist, um so die Schleuderwahrscheinlichkeit während einer Kurvenfahrt zu verringern.

[0067] Wenn die Antwort der Beurteilung bei dem Schritt **282** negativ ist, wird bei dem Schritt **285** die Warneinrichtung **44** eingeschaltet, und dann wird bei dem Schritt **286** die Solldruckkraft Fpar für das hintere Rad an der gleichen Seite wie das Rad, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, in Übereinstimmung mit dem Niederdrückbetrag Ab des Bremspedals berechnet unter Bezugnahme auf die Tabelle von Fig. 5, und die Zieldruckkräfte Fpaft und Fpart für das vordere Rad und das hintere Rad an der Seite, die zu der Seite des Rades entgegengesetzt ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, werden in Übereinstimmung mit den vorstehend erwähnten Gleichungen 1 und 2 berechnet, wodurch die Druckkräfte der Bremskrafterzeugungseinrichtungen von diesen drei Rädern so gesteuert werden, dass sie zu den jeweiligen Solldruckkräften werden.

[0068] Bei dem Schritt **287** wird beurteilt, ob die Bremskrafterzeugungseinrichtung **14fl** des vorderen linken Rades fehlerbehaftet geworden ist, und wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **290** weiter, wohingegen dann, wenn die Antwort positiv ist, die Steuerung zu dem Schritt **288** weitergeht, bei dem die Warneinrichtung **44** eingeschaltet wird, und bei dem Schritt **289** wird die Solldruckkraft Fpar für das hintere Rad an der gleichen Seite wie das Rad, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, in Übereinstimmung mit dem Niederdrückbetrag Ab des Bremspedals berechnet unter Bezugnahme auf die Tabelle von Fig. 5, und die Solldruckkräfte Fpaft und Fpart für das vordere Rad und das hintere Rad an der Seite, die zu der Seite des Rades entgegengesetzt ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, werden gemäß den Gleichungen 3 und 4 berechnet, wodurch die Druckkraft von den Bremskrafterzeugungseinrichtungen jener drei Räder so gesteuert wird, dass sie zu den jeweiligen Solldruckkräften werden.

[0069] Bei dem Schritt **290** wird beurteilt, ob die Bremskrafterzeugungseinrichtung **14rr** von dem rechten hinteren Rad fehlerbehaftet geworden ist, und wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **294** weiter, wohingegen dann, wenn die Antwort der Beurteilung positiv ist, die Steuerung zu dem Schritt **291** weitergeht.

[0070] Bei dem Schritt **291** wird beurteilt, ob die Bremskrafterzeugungseinrichtung **14rl** von dem hinteren linken Rad fehlerbehaftet geworden ist, und wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **295** weiter, wohingegen dann, wenn die Antwort der Beurteilung positiv ist, die Steuerung zu dem Schritt **292** weitergeht, bei dem die Warneinrichtung **44** so eingeschaltet wird, dass sie zyklisch aufleuchtet, und die Abgabe des Verbrennungsmotors eingeschränkt wird, und dann werden bei dem Schritt **293** die Solldruckkräfte für das vordere linke Rad und das vordere rechte Rad in der gleichen Weise wie bei dem Schritt **284** berechnet, so dass die Druckkräfte von jenen Bremskrafterzeugungseinrichtungen so gesteuert werden, dass sie zu den jeweiligen Solldruckkräften werden.

[0071] Bei dem Schritt **294** wird beurteilt, ob die Bremskrafterzeugungseinrichtung **14rl** des hinteren linken Rades fehlerbehaftet geworden ist, und wenn die Antwort der Beurteilung positiv ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **295** weiter, bei dem die Warneinrichtung **44** eingeschaltet wird, und bei dem Schritt **296** werden die Druckkräfte bei dem vorderen linken Rad und dem vorderen rechten Rad so gesteuert, dass sie zu den jeweiligen Solldruckkräften werden, und zwar in der gleichen Weise wie bei dem Schritt **293**, wohingegen dann, wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, die Steuerung zu dem Schritt **297**

weitergeht, und die Solldruckkräfte der vier Räder werden gemäß dem Niederdrückbetrag Ab des Bremspedals berechnet unter Bezugnahme auf die Tabelle von Fig. 5, so dass die Druckkräfte der jeweiligen Bremskrafterzeugungseinrichtungen so gesteuert werden, dass sie zu den jeweiligen Solldruckkräften werden.

[0072] Somit werden gemäß dem dritten Beispiel, das nicht beansprucht ist, wenn die Bremskrafterzeugungseinrichtung von entweder dem hinteren linken Rad oder dem hinteren rechten Rad fehlerbehaftet wird, bei den Schritten **281** und **287** die Antworten der Beurteilung negativ, und dann wird bei dem Schritt **290** oder **294** die Antwort der Beurteilung positiv, und dann werden bei dem Schritt **293** oder **296** die Bremskräfte bei dem vorderen linken Rad und dem vorderen rechten Rad in Übereinstimmung mit dem Niederdrückbetrag des Bremspedals in der gleichen Weise wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel erzeugt, wohingegen dann, wenn die Bremskrafterzeugungseinrichtung von dem vorderen linken Rad oder dem vorderen rechten Rad fehlerbehaftet wird, die Antwort der Beurteilung bei dem Schritt **281** oder **287** positiv ist, und dann werden bei dem Schritt **286** oder **289** die Bremskräfte bei den drei andern Rädern außer bei dem Rad, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, in Übereinstimmung mit dem Niederdrückbetrag des Bremspedals in der gleichen Weise wie bei dem zweiten Ausführungsbeispiel erzeugt, so dass die Summe der Bremskräfte bei dem vorderen rechten Rad und dem hinteren rechten Rad gleich der Summe der Bremskräfte bei dem vorderen linken Rad und dem hinteren linken Rad ist.

[0073] Daher kann gemäß dem dritten Beispiel, das nicht beansprucht ist, die Schleuderwahrscheinlichkeit des Fahrzeugs während einer gebremsten Kurvenfahrt, bei der die Bremskrafterzeugungseinrichtung von entweder dem rechten hinteren Rad oder dem linken hinteren Rad fehlerbehaftet geworden ist, im Vergleich zu dem zweiten Ausführungsbeispiel verringert werden, und das Bremsverhalten des Kraftfahrzeugs zu einem Zeitpunkt, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung von entweder dem vorderen linken Rad oder dem vorderen rechten Rad fehlerbehaftet geworden ist, kann gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel verbessert werden.

[0074] Fig. 8 zeigt eine gegenüber Fig. 1 ähnliche bildliche Ansicht von einem vierten Ausführungsbeispiel des Bremssystems für Kraftfahrzeuge gemäß der vorliegenden Erfindung, das als ein elektrisches Bremssystem aufgebaut ist. In Fig. 8 sind die Abschnitte, die denen aus Fig. 1 entsprechen, mit den gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 1 bezeichnet.

[0075] Das vorstehend erwähnte erste Ausführungsbeispiel, das vorstehend erwähnte zweite Ausführungsbeispiel und das dritte Beispiel, das nicht beansprucht ist, sind für den Fall geeignet, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung so fehlerbehaftet geworden ist, dass keine Bremskraft erzeugt wird, oder für diese Art an Bremskrafterzeugungseinrichtung geeignet, die einen Bremszustand lösen oder aufheben kann, wenn sie fehlerbehaftet geworden ist, während das vierte Ausführungsbeispiel auch auf den Fall anwendbar ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung so fehlerbehaftet geworden ist, dass sie die Bremskraft nicht löst, oder auf die Bremskrafterzeugungseinrichtung, die so fehlerbehaftet wird, dass sie eine Bremskraft nicht freigibt, d.h. nicht löst. Wenn beispielsweise die Antriebsquelle der Bremskrafterzeugungseinrichtung ein Ultraschallmotor mit einem hohen Moment ist, der eine Leistung in dem ausgeschalteten Antriebszustand beibehält, oder wenn die Antriebsquelle der Bremskrafterzeugungseinrichtung einen Schneckengetriebemechanismus oder dergleichen in der Antriebskraftübertragung beinhaltet, der durch andere Arten an Motoren angetrieben wird, so dass der Motor nicht von der Abgabeseite aus rückwärts angetrieben kann, wenn eine Schwierigkeit wie beispielsweise eine Drahtunterbrechung in dem Antriebsstrang aufgetreten ist, wenn die Bremskrafterzeugungseinrichtung eine Bremskraft erzeugt, geschieht es, dass der Bremszustand nicht aufgelöst d.h. nicht aufgehoben wird.

[0076] Bei dem vierten Ausführungsbeispiel wird der Mikrocomputer **34** der elektrischen Steuereinrichtung **38** mit Signalen, die die Radgeschwindigkeiten Vwi (i = fl, fr, rl und rr) der jeweiligen Räder anzeigen, von den Radgeschwindigkeitssensoren **48fl**–**48rr** beliefert, mit einem Signal, das die Fahrzeuggeschwindigkeit V anzeigt, von einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **50** beliefert, mit einem Signal, das den Lenkwinkel θ anzeigt, von einem Lenkwinkelsensor **52** beliefert und mit einer Gierrate γ von dem Fahrzeug von einem Gierratensensor **54** zusätzlich zu jenen Signalen beliefert, die bei dem ersten Ausführungsbeispiel geliefert werden. Der Lenkwinkel θ und die Gierrate γ sind positiv gestaltet, wenn das Fahrzeug nach links fährt.

[0077] Im normalen Betrieb, d.h. wenn keine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen der jeweiligen Räder fehlerbehaftet ist, werden in der gleichen Weise wie bei dem vorstehend erwähnten ersten bis dritten Ausführungsbeispiel die Aktuatoren **22fl**–**22rr** der jeweiligen Räder gemäß dem Niederdrückbetrag Ab des Bremspedals gesteuert, so dass die Druckkräfte Fpi durch die Bremsklötze der jeweiligen Räder in Übereinstimmung mit dem Niederdrückbetrag Ab des Bremspedals gesteuert werden.

[0078] Im Gegensatz dazu betätigt, wenn irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen so fehlerbehaftet wird, dass sie keine Bremskraft erzeugt,

die elektrische Steuereinrichtung **38** die Warneinrichtung **44** und steuert die Bremskräfte der anderen normalen Räder so, dass die Gierrate γ des Fahrzeugs zu der Sollgierrate γt wird, die gemäß dem Lenkwinkel θ und dergleichen bestimmt wird, während die Abgabe des Verbrennungsmotors verringert wird, indem ein entsprechendes Steuersignal zu der Verbrennungsmotoreinrichtung **46** abgegeben wird.

[0079] Wenn andererseits irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen so fehlerbehaftet wird, dass sie eine Bremskraft nicht aufhebt, betätigt die elektrische Steuereinrichtung **38** die Warneinrichtung **44** und verringert die Abgabe des Verbrennungsmotors, während die gleiche Bremskraft wie jene der fehlerbehafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung auf ein Rad aufgebracht wird, das in Längsrichtung oder in Querrichtung entgegengesetzt zu dem Rad positioniert ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, um dadurch zu verhindern, dass das Fahrzeug einem instabilen Fahrzustand ausgesetzt wird, wie beispielsweise ein Schleudern oder ein Abdriften.

[0080] Unter Bezugsnahme auf Fig. 9 ist die Hauptroutine der Bremskraftsteuerung bei dem vierten Ausführungsbeispiel beschrieben. Die Steuerung gemäß dem Flussdiagramm von Fig. 9 beginnt ebenfalls durch das Schließen eines nicht in der Zeichnung dargestellten Zündschalters und wird wiederholt bei einem vorbestimmten Zeitintervall ausgeführt. In Fig. 9 sind die Schritte, die jenen in Fig. 2 entsprechen, mit den gleichen Schrittzahlen bezeichnet.

[0081] Die Schritte **50**–**150** und **850** werden in der gleichen Weise ausgeführt wie jene Schritte bei dem ersten Ausführungsbeispiel, während bei dem Schritt **500** überprüft wird, ob die Bremskrafterzeugungseinrichtung der jeweiligen Räder fehlerbehaftet ist, wobei dies in der gleichen Weise wie bei dem Schritt **400** des ersten Ausführungsbeispiels überprüft wird.

[0082] Bei dem Schritt **550** wird beurteilt, ob irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen fehlerbehaftet ist. Wenn die Antwort der Beurteilung positiv ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **650** weiter, wohingegen dann, wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, die Steuerung zu dem Schritt **600** weitergeht, bei dem die Bremskräfte bei den jeweiligen Rädern in Übereinstimmung mit dem Niederdrückbetrag des Bremspedals durch den Fahrer gemäß einer in Fig. 10 gezeigten normalen Steuernebenroutine gesteuert werden.

[0083] Wenn in diesem Zusammenhang eine Antiblockierbremssteuerung derart integriert ist, dass die Bremskraft dann abnimmt, wenn ein übermäßiges Rutschen aufgrund des Bremens in Übereinstimmung mit den Radgeschwindigkeiten Vwi der jeweiligen Räder erfasst wird, die durch die Radgeschwindigkeitssensoren **48fl**–**48rr** erfasst werden, wird die Antiblockierbremssteuerung dann angehalten, wenn die Antwort der Beurteilung von dem Schritt **550** sich zu JA wendet. Des Weiteren wird in dem Fall, bei dem das Fahrverhalten des Kraftfahrzeuges so gesteuert wird, dass ein Schleudern oder Abdriften unterdrückt wird, indem eine Bremskraft auf ein spezifisches Rad dann aufgebracht wird, wenn eine Verschlechterung des Fahrverhaltens auf der Grundlage der Längsbeschleunigung Gx und der Seitenbeschleunigung Gy beurteilt worden ist, die durch einen Längsbeschleunigungssensor bzw. einen Seitenbeschleunigungssensor erfasst werden, die in Fig. 8 nicht gezeigt sind, wenn die Antwort der Beurteilung bei dem Schritt **550** sich zu JA wendet, eine derartige Verhaltenssteuerung angehalten.

[0084] Bei dem Schritt **650** wird beurteilt, ob die fehlerbehaftete Reibkrafterzeugungseinrichtung in einem Zustand ist, bei dem ein Erzeugen irgendeiner Bremskraft nicht möglich ist, und wenn die Antwort der Beurteilung positiv ist, werden bei dem Schritt **700** die anderen Bremskrafterzeugungseinrichtungen außer der fehlerbehafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung in Übereinstimmung mit einer Steuerroutine gesteuert, die gegen einen Fehler gerichtet ist, bei dem keine Bremskraft erzeugt wird, wie dies in Fig. 11 gezeigt ist, wohingegen dann, wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, bei dem Schritt **750** die Abgabe des Verbrennungsmotors durch eine Einstellung der Drosselöffnung oder eine Steuerung einer Kraftstoffabschaltung so gesteuert wird, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit V nicht einen ersten vorbestimmten Wert Vc1 überschreitet (beispielsweise 30 km/h), und dann wird bei dem Schritt **800** die Bremskraft von dem vorderen Rad oder dem hinteren Rad an der Seite, die in Querrichtung entgegengesetzt zu dem Rad ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, in Übereinstimmung mit einer Steuerroutine gesteuert, die gegen einen Fehler gerichtet ist, bei dem die Bremskraft nicht freigegeben wird, d.h. nicht aufgehoben wird, wie dies in Fig. 12 gezeigt ist.

[0085] Wenn bei der Verbrennungsmotorabgabesteuerung von dem Schritt **750** die Fahrzeuggeschwindigkeit V zu einem Zeitpunkt, bei dem die negative Beurteilung bei dem Schritt **650** durchgeführt wurde, höher als der erste vorbestimmte Wert Vc1 ist, wird die Fahrzeuggeschwindigkeit allmählich zu dem Wert Vc1 hin oder unter diesen abgesenkt. Die Verbrennungsmotorabgabesteuerung kann derart gestaltet werden, dass das Abgabemoment Te oder die Drehzahl Ne des Verbrennungsmotors zu einem ersten vorbestimmten Wert Tec1 oder Nec1 wird bzw. niedriger als dieser Wert wird.

[0086] Gemäß der in Fig. 10 gezeigten Normalsteuerroutine wird bei dem Schritt **601** beurteilt, ob der

Bremslampenschalter **42** eingeschaltet ist oder nicht, und wenn die Antwort der Beurteilung positiv ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **604** weiter, wohingegen dann, wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, die Steuerung zu dem Schritt **602** weitergeht. Bei dem Schritt **602** wird beurteilt, ob die Marke F bei dem Wert 0 ist oder nicht, und wenn die Antwort der Beurteilung positiv ist, geht die Steuerung direkt zu dem Schritt **850** weiter, wohingegen dann, wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, bei dem Schritt **603** eine Anfangspositioniersteuerung, bei der die Bremsklötze der jeweiligen Bremskrafterzeugungseinrichtungen zu jeder Anfangsposition positioniert werden, in der gleichen Weise wie bei dem Schritt **350** des ersten Ausführungsbeispiels ausgeführt wird, und die Marke F wird auf 0 zurückgesetzt.

[0087] Bei dem Schritt **604** werden die Solldruckkräfte Fpaf und Fpar für die Bremskrafterzeugungseinrichtungen der vier Räder in Übereinstimmung mit dem Niederdrückbetrag Ab des Bremspedals berechnet unter Bezugnahme auf die Tabelle, die in Fig. 5 gezeigt ist, und dann werden bei dem Schritt **605** die Druckkräfte der jeweiligen Bremskrafterzeugungseinrichtungen so gesteuert, dass sie zu den jeweiligen Solldruckkräften werden.

[0088] Unter Bezugnahme auf Fig. 11, in der die Steuerroutine gezeigt ist, die gegen eine Schwierigkeit gerichtet ist, bei der keine Bremskraft erzeugt wird, wird bei dem Schritt **701**, wobei ein Stabilitätsfaktor als Kh bezeichnet ist, das Lenkübersetzungsverhältnis als Rsg bezeichnet ist und die Radbasis des Fahrzeugs als H bezeichnet ist, eine Standardgierrate γc in Übereinstimmung mit der nachstehend erwähnten Gleichung 5 berechnet, und dann wird, wobei T und S als die Zeitkonstante bzw. als der Laplace-Operator bezeichnet sind, eine Sollgierrate γt in Übereinstimmung mit der nachstehend erwähnten Gleichung 6 berechnet. Die Standardgierrate γc kann durch die Hinzunahme einer Seitenbeschleunigung Gy des Fahrzeugs so berechnet werden, dass die dynamische Gierrate berücksichtigt wird.

$$\gamma c = (V \cdot \theta)/\{(1 + Kh \cdot V^2) \cdot Rsg \cdot H\} \quad (5)$$

$$\gamma t = \gamma c/(1 + T \cdot s) \quad (6)$$

[0089] Bei dem Schritt **702** wird eine Bremskraftdifferenz ΔB, die zwischen der Summe der Bremskräfte durch das vordere und das hintere linke Rad und derjenigen durch das vordere und hintere rechte Rad erforderlich ist, als ein Wert, der proportional zu der Differenz zwischen der Sollgierrate γt und der tatsächlichen Gierrate γ ist, mit einem geeigneten Proportionalitätsfaktor Kb in Übereinstimmung mit der nachstehend erwähnten Gleichung 7 berechnet.

$$\Delta B = Kb(\gamma t - \gamma) \quad (7)$$

[0090] Bei dem Schritt **703** wird beurteilt, ob der Bremslampenschalter **42** eingeschaltet ist oder nicht, wobei dies in der gleichen Weise wie bei dem Schritt **601** geschieht, und wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, wird bei dem Schritt **704** die Abgabe des Verbrennungsmotors durch eine Einstellung des Drosselventils oder die Kraftstoffabschaltung so gesteuert, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit V zu einem zweiten vorbestimmten Wert Vc2 (beispielsweise 40 km/h) oder niedriger wird, wobei dieser Wert größer als Vc1 ist, wohingegen dann, wenn die Antwort der Beurteilung positiv ist, bei dem Schritt **705** eine Sollverzögerungsrate Gvx für das Kraftfahrzeug in Übereinstimmung mit dem Niederdrücken Ab des Bremspedals berechnet wird unter Bezugnahme auf eine Tabelle, wie sie beispielsweise in Fig. 13 gezeigt ist, und dann wird eine Sollbremskraft Fvb insgesamt für das Fahrzeug berechnet.

[0091] Wenn bei der Verbrennungsmotorabgabesteuerung des Schrittes 704 die Fahrzeuggeschwindigkeit V zu dem Zeitpunkt, bei dem die negative Beurteilung zuerst bei dem Schritt **703** gemacht wurde, höher als der zweite vorbestimmte Wert Vc2 ist, wird die Fahrzeuggeschwindigkeit allmählich auf den Wert Vc2 oder niedriger abgesenkt. Die Verbrennungsmotorabgabesteuerung kann außerdem so gestaltet werden, dass das Abgabemoment Te oder die Drehzahl Ne des Verbrennungsmotors zu einem zweiten vorbestimmten Wert Tec2 oder Nec2 bzw. niedriger wird.

[0092] Bei dem Schritt **706** wird beurteilt, ob das Fahrzeug im Wesentlichen geradeaus fährt in Übereinstimmung mit dem Lenkwinkel θ, und wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **708** weiter, wohingegen dann, wenn die Antwort positiv ist, bei dem Schritt **707** die erforderliche Bremskraftdifferenz ΔB auf 0 gesetzt wird, und danach geht die Steuerung zu dem Schritt **708** weiter.

[0093] Bei dem Schritt **708**, bei dem das Symbol der Gierrate γ von dem Fahrzeug als Sign (γ) bezeichnet ist, wird beurteilt, ob das Produkt aus Sign (γ) und der Bremskraftdifferenz ΔB positiv ist oder nicht, d.h. ob die Situation derart ist, dass die Bremskraft durch das linke Rad oder die linken Räder höher als jene des rechten Rades oder der rechten Räder gestaltet werden soll, um die Gierratendifferenz zu verringern, und wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **710** weiter, wohingegen dann, wenn die Antwort der Beurteilung positiv ist, die Steuerung zu dem Schritt **709** weitergeht.

[0094] Bei dem Schritt **709** wird beurteilt, ob die fehlerbehaftete Bremskrafterzeugungseinrichtung jene eines Rades an der linken Seite (das vordere linke Rad oder das hintere linke Rad) ist, und wenn die Antwort der Beurteilung positiv ist, geht die Steue-

rung zu dem Schritt **711** weiter, wohingegen dann, wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, die Steuerung zu dem Schritt **714** weitergeht. In ähnlicher Weise wird bei dem Schritt **710** beurteilt, ob die fehlerbehaftete Bremskrafterzeugungseinrichtung an einem Rad oder an den Rädern der linken Seite ist, und wenn die Antwort der Beurteilung positiv ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **714** weiter, wohingegen dann, wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, die Steuerung zu dem Schritt **711** weitergeht.

[0095] Bei dem Schritt **711** wird beurteilt, ob eine maximale Bremskraft Foxmax, die durch die Bremskrafterzeugungseinrichtung zur Verfügung steht, die sich in Längsrichtung entgegengesetzt zu der fehlerbehafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung befindet, größer als Fvb/2 + ΔB ist, d.h. ob eine Zulässigkeit für eine Erhöhung in Bezug auf die Bremskraft vorhanden ist, die durch die Bremskrafterzeugungseinrichtung von dem Fahrzeug zur Verfügung steht, die sich in Längsrichtung entgegengesetzt bei dem Fahrzeug befindet, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, und wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **712** weiter, bei dem die Sollbremskräfte Foyf und Foyr für das vordere und hintere Rad an der Seite, die in Querrichtung entgegengesetzt zu dem Rad ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, und die Sollbremskraft Fox für die Bremskrafterzeugungseinrichtung von dem Rad, das in Längsrichtung entgegengesetzt zu dem Rad ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, jeweils in Übereinstimmung mit den nachstehend erwähnten Gleichungen 8 berechnet werden. Wenn die Antwort der Beurteilung bei dem Schritt **711** positiv ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **713** weiter, bei dem die Sollbremskräfte Foyf, Foyr und Fox jeweils in Übereinstimmung mit den nachstehend erwähnten Gleichungen 9 berechnet werden.

[0096] Bei den nachstehend erwähnten Gleichungen 8 und 9 und des Weiteren bei den nachstehend erwähnten Gleichungen 10 und 11 sind die Faktoren m und n Werte, die eine derartige Bedingung m + n = 1 erfüllen sollen, wobei noch eher wunschgemäß ist, dass sie eine weitere Bedingung wie m > n erfüllen sollen, wobei sie beispielsweise 0,6 bzw. 0,4 sind.

$$\begin{aligned} Foyf &= m\,(Foxmax - \Delta B) \\ Foyr &= n\,(Foxmax - \Delta B) \\ Fox &= Foxmax \end{aligned} \qquad (8)$$

$$\begin{aligned} Foyf &= m \cdot Fvb/2 \\ Foyr &= n \cdot Fvb/2 \\ Fox &= Fbv/2 + \Delta B \end{aligned} \qquad (9)$$

[0097] Bei dem Schritt **714** wird beurteilt, ob eine maximale Bremskraft Foxmax, die durch die Bremskrafterzeugungseinrichtung von dem Rad zur Verfügung steht, das in Längsrichtung entgegengesetzt zu dem Rad sich befindet, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, größer als Fbv/2 ist, d.h. ob eine Zulässigkeit einer Erhöhung der Bremskraft vorhanden ist, die durch die Bremskrafterzeugungseinrichtung von dem Rad zur Verfügung steht, das in Längsrichtung entgegengesetzt zu dem Rad ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, und wenn die Antwort der Beurteilung positiv ist, geht die Steuerung zu dem Schritt **715** weiter, bei dem die Sollbremskräfte Foyf, Foyr und Fox in Übereinstimmung mit den nachstehend erwähnten Gleichungen 10 berechnet werden, wohingegen dann, wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, die Steuerung zu dem Schritt **716** weitergeht, bei dem die jeweiligen Sollbremskräfte in Übereinstimmung mit den nachstehend erwähnten Gleichungen 11 berechnet werden.

$$\begin{aligned} Foyf &= m\,(Fvb/2 + \Delta B) \\ Foyr &= n\,(Fvb/2 + \Delta B) \\ Fox &= Fvb/2 \end{aligned} \qquad (10)$$

$$\begin{aligned} Foyf &= m \cdot Foxmax \\ Foyr &= n \cdot Foxmax \\ Fox &= Foxmax - \Delta B \end{aligned} \qquad (11)$$

[0098] Bei dem Schritt **717** werden die Druckkräfte der anderen Bremskrafterzeugungseinrichtungen außer der fehlerbehafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung so gesteuert, dass die Bremskräfte an den anderen Rädern außer an dem Rad, an dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, zu den Sollbremskräften Foyf, Foyr bzw. Fox werden, die bei dem Schritt **712**, **713**, **715** oder **716** berechnet worden sind.

[0099] Die maximale Bremskraft Foxmax, die durch die Bremskrafterzeugungseinrichtung von dem Rad zur Verfügung steht, das in Längsrichtung entgegengesetzt zu dem Rad ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, kann beispielsweise die Bremskraft an dem Rad sein, an dem eine Antiblockierbremssteuerung gestartet wird, oder sie kann ein Wert sein, der zuvor durch Versuche bestimmt worden ist. Insbesondere wenn die maximale Bremskraft durch Versuche bestimmt wird, kann der Wert der maximalen Bremskraft in Übereinstimmung mit dem Schalten der Last bei dem Fahrzeugkörper erhöht oder verringert werden, die in Übereinstimmung mit der Längsbeschleunigung Gx oder der Seitenbeschleunigung Gy des Fahrzeugs abgeschätzt wird.

[0100] Bei der in Fig. 12 gezeigten Steuerroutine gegen die Schwierigkeit (das Problem), bei der die Bremskraft nicht aufgehoben wird, wird bei dem Schritt **801** eine Sollbremskraft Fvb für das Fahrzeug als Ganzes in der gleichen Art und Weise wie bei dem Schritt **705** berechnet, und dann wird bei dem Schritt

802 die durch die fehlerbehaftete Bremskrafterzeugungseinrichtung erzeugte und beibehaltene Bremskraft Fb in Übereinstimmung mit der Druckkraft Fpi, die durch den entsprechenden Lastsensor **28** erfasst wird, abgeschätzt.

[0101] Bei dem Schritt **803** wird beurteilt, ob das Fahrzeug im Wesentlichen geradeaus fährt in Übereinstimmung mit dem Lenkwinkel θ, und wenn die Antwort der Beurteilung positiv ist, wird bei dem Schritt **804** die Sollbremskraft Foy für das Rad, das sich in Querrichtung entgegengesetzt zu dem Rad befindet, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, auf die Bremskraft Fb eingestellt, die durch die fehlerbehaftete Bremskrafterzeugungseinrichtung erzeugt und gehalten wird, wohingegen dann, wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, bei dem Schritt **805** die Sollbremskraft Foxy für das Rad, das diagonal entgegengesetzt zu dem Rad ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, auf die Bremskraft Fb eingestellt wird, die durch die fehlerbehaftete Bremskrafterzeugungseinrichtung erzeugt und gehalten wird.

[0102] Bei dem Schritt **806** wird überprüft, ob die Sollbremskraft Fvb für das Fahrzeug als Ganzes größer als 2Fb ist, d.h. ob es notwendig ist, eine Bremskraft auf die anderen Räder aufzubringen, und wenn die Antwort der Beurteilung positiv ist, werden bei dem Schritt **807** die Sollbremskraft Fox für das Rad, das sich in Längsrichtung entgegengesetzt zu dem Rad befindet, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, und die Sollbremskraft Foxy für das Rad, das diagonal entgegengesetzt zu dem Fahrzeugrad ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, in Übereinstimmung mit den nachstehend erwähnten Gleichungen 12 berechnet, wohingegen dann, wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, bei dem Schritt **808** die Sollbremskräfte Fox und Foxy auf 0 gesetzt werden.

$$Fox = (Fvb - 2Fb)/2$$
$$Foxy = (Fvb - 2Fb)/2 \quad (12)$$

[0103] Bei dem Schritt **809** wird die gleiche Beurteilung wie bei dem Schritt **806** ausgeführt, und wenn die Antwort der Beurteilung positiv ist, werden bei dem Schritt **810** die Sollbremskraft Fox für das Rad, das in Längsrichtung entgegengesetzt zu dem Rad ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, und die Sollbremskraft Foy für das Rad, das in Querrichtung entgegengesetzt zu dem Rad ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, in Übereinstimmung mit den nachstehend erwähnten Gleichungen 13 berechnet, wohingegen dann, wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, bei dem Schritt **811** die Sollbremskräfte Fox und Foy auf 0 gesetzt werden.

$$Fox = (Fvb - 2Fb)/2$$
$$Foy = (Fvb - 2Fb)/2 \quad (13)$$

[0104] Bei dem Schritt **812** werden die Druckkräfte der Bremskrafterzeugungseinrichtungen der jeweiligen Räder so gesteuert, dass die Bremskräfte der anderen Räder außer von dem Rad, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, zu den Sollbremskräften Foy, Fox bzw. Foxy, die bei dem Schritt **807**, **808**, **810** oder **811** in der gleichen Art und Weise wie bei dem Schritt **717** eingestellt werden, werden.

[0105] Somit wird gemäß diesem vierten Ausführungsbeispiel bei dem Schritt **500** eine Problemüberprüfung ausgeführt im Hinblick auf die Bremskrafterzeugungseinrichtung der jeweiligen Räder, und bei dem Schritt **550** wird beurteilt, ob irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen fehlerbehaftet geworden ist. Wenn sämtliche Bremskrafterzeugungseinrichtungen normal sind, ist die Antwort der Beurteilung bei dem Schritt **550** negativ, und dann werden bei dem Schritt **600** die Bremskräfte der jeweiligen Räder im Ansprechen auf den Niederdrückbetrag des Bremspedals durch den Fahrer gemäß der normalen Steuernebenroutine gesteuert, die in Fig. 10 gezeigt ist.

[0106] Wenn im Gegensatz dazu irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen derart mit einem Fehler behaftet ist, dass sie keine Bremskraft erzeugt, ist die Antwort der Beurteilung bei dem Schritt **650** positiv, und dann werden bei dem Schritt **700** die Bremskrafterzeugungseinrichtungen von den anderen Rädern außer von dem Rad, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, in Übereinstimmung mit der Steuerroutine gegen das Problem der Erzeugung keiner Bremskraft, die in Fig. 11 gezeigt ist, so gesteuert, dass die normalen Bremskrafterzeugungseinrichtungen so gesteuert werden, dass die Gierrate des Fahrzeugs so gestaltet wird, dass sie mit der Sollgierrate übereinstimmt.

[0107] Daher wird sogar wenn, wenn irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen so fehlerbehaftet wird, dass sie keine Bremskraft erzeugt, eine Verschlechterung des Fahrzeugverhaltens aufgrund eines unausgeglichenen Bremsens während einer gebremsten Fahrt des Fahrzeugs verhindert, während eine Verringerung der Bremskraft im Vergleich zu dem ersten Ausführungsbeispiel minimal gestaltet ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung von dem Rad, das in Querrichtung entgegengesetzt zu dem Rad ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, außer Betrieb gesetzt wird, während das Kurvenfahrverhalten des Fahrzeugs im Vergleich zu dem zweiten und dem dritten Ausführungsbeispiel verbessert ist, bei denen

die normalen Bremskrafterzeugungseinrichtungen so gesteuert werden, dass die Summe der Bremskräfte bei dem vorderen und dem hinteren linken Rad und die Summe der Bremskräfte bei dem vorderen und hinteren rechten Rad so gestaltet werden, dass sie zueinander gleich sind.

[0108] Insbesondere wird gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel bei den Schritten **711** und **714** beurteilt, ob eine Zulässigkeit für eine Erhöhung der Bremskraft vorhanden ist, die durch die Bremskrafterzeugungseinrichtung der Räder zur Verfügung steht, die in Längsrichtung entgegengesetzt zu dem Rad sind, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, und wenn die Antwort der Beurteilung positiv ist, werden bei dem Schritt **713** oder bei dem Schritt **715** die Sollbremskräfte für die normalen Bremskrafterzeugungseinrichtungen in Übereinstimmung mit dem Niederdrückbetrag des Gaspedals eingestellt, während eine erforderliche Bremskraftdifferenz ΔB sichergestellt ist, wohingegen dann, wenn die Antwort der Beurteilung negativ ist, bei dem Schritt **712** oder bei dem Schritt **716** die Bremskraft in Übereinstimmung mit dem Niederdrückbetrag des Bremspedals eingestellt wird, während sichergestellt wird, dass die Bremskraftdifferenz ΔB so nahe wie möglich bei dem erforderlichen Betrag ist, und daher ist es möglich, eine Neigung eines Bremsenarretierens aufgrund eines übermäßigen Bremsens des Rades, das in Längsrichtung entgegengesetzt zu dem Rad positioniert ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, im Vergleich zu dem Fall zu verringern, bei dem die Sollbremskraft für die normalen Räder stets in Übereinstimmung mit dem Schritt **713** oder dem Schritt **715** ohne Beurteilung durch die Schritte **711** und **714** eingestellt wird.

[0109] Des Weiteren wird, wenn irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen derart fehlerbehaftet wird, dass sie die durch sie erzeugte Bremskraft nicht aufhebt, die Antwort der Beurteilung bei dem Schritt **650** negativ, und dann wird bei dem Schritt **715** die Abgabe des Verbrennungsmotors so gesteuert, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit V gleich wie oder niedriger als der vorbestimmte Wert Vc1 wird, und des Weiteren wird bei dem Schritt **800** so gesteuert, dass das vordere oder hintere Rad an der Seite gebremst wird, die in Querrichtung entgegengesetzt zu der Seite des Rades ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, gemäß der Steuerroutine gegenüber einer Schwierigkeit, bei der die Bremskraft nicht aufgehoben wird, die in Fig. 12 gezeigt ist, so dass dadurch vermieden wird, dass ein übermäßiges Giermoment auf das Fahrzeug aufgebracht wird.

[0110] Daher wird sogar dann, wenn irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen plötzlich so fehlerbehaftet wird, dass sie die Bremskraft während einer Fahrt des Fahrzeugs nicht aufhebt, vermieden, dass die Abgabe von dem Verbrennungsmotor unnötig verbraucht wird, und des Weiteren wird definitiv vermieden, dass das Fahrzeug plötzlich schleudert oder abdriftet aufgrund eines unnötigen Momentes, das auf das Fahrzeug aufgebracht wird, wodurch ermöglicht wird, dass das Fahrzeug sicher angehalten wird.

[0111] Insbesondere wird gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel bei dem Schritt **803** beurteilt, ob das Fahrzeug im Wesentlichen geradeaus fährt, und wenn dies so ist, wird bei dem Schritt **804** die Sollbremskraft Foy für das Rad, das in Querrichtung entgegengesetzt zu dem Rad ist, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, auf die Bremskraft Fb eingestellt, die durch die fehlerbehaftete Bremskrafterzeugungseinrichtung erzeugt wird, und wenn das Fahrzeug eine Kurvenfahrt vollführt, wird bei dem Schritt **805** die Sollbremskraft Foxy für das Rad, das sich diagonal entgegengesetzt zu dem Rad befindet, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, auf die Bremskraft Fb der fehlerbehafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung eingestellt, so dass dadurch effektiv vermieden wird, dass ein unnötiges Giermoment auf das Fahrzeug während seiner geradeaus erfolgenden Fahrt aufgebracht wird, wodurch wirkungsvoll eine Wahrscheinlichkeit verringert wird, dass das Fahrzeug schleudert oder abdriftet aufgrund einer Unzulänglichkeit der Querkräfte der linken und rechten Räder inklusive dem Rad, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, während einer Kurvenfahrt des Fahrzeugs.

[0112] Obwohl die vorliegende Erfindung detailliert unter Bezugnahme auf drei spezielle Ausführungsbeispiele von ihr beschrieben ist, sollte für Fachleute offensichtlich sein, dass verschiedene andere Ausführungsbeispiele innerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung möglich sind.

[0113] Beispielsweise können bei den vorstehend erwähnten jeweiligen Ausführungsbeispielen, obgleich die Bremskrafterzeugungseinrichtungen von der elektrischen Art sind und ihre Aktuatoren von der Ultraschallmotorart sind, irgendwelche bekannten Bremskrafterzeugungseinrichtungen verwendet werden, solange sie die Bremskraft in Übereinstimmung mit dem Niederdrücken des Bremspedals für jedes Rad unabhängig von den anderen erzeugen können.

[0114] Des Weiteren kann, obwohl bei dem vorstehend erwähnten ersten und zweiten Ausführungsbeispiel und bei dem dritten Beispiel, das nicht beansprucht ist, die Abgabe des Verbrennungsmotors nicht eingeschränkt ist, wenn irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen fehlerbehaftet geworden ist, die Abgabe des Verbrennungsmotors sogar

dann eingeschränkt werden, wenn irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen fehlerbehaftet wird.

[0115] Des Weiteren kann, obwohl bei dem vorstehend erwähnten zweiten Ausführungsbeispiel und bei dem dritten Beispiel, das nicht beansprucht ist, wenn irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen fehlerbehaftet wird, die anderen drei elektrischen Bremseinrichtungen so gesteuert werden, dass die Summe der Bremskräfte, die durch die vorderen und hinteren elektrischen Bremseinrichtungen erzeugt werden, an einer Seite des Fahrzeugs gleich der Summe der Bremskräfte werden, die durch die elektrischen Bremseinrichtungen an der anderen Seite des Fahrzeugs erzeugt werden, wenn einige Zustandsbetragssensoren für die jeweiligen Bremskrafterzeugungseinrichtungen vorgesehen sind, wie dies bei den dargestellten Ausführungsbeispielen der Fall ist, da die durch eine bestimmte elektrische Bremseinrichtung erzeugte Bremskraft sogar dann bekannt sein kann, wenn die bestimmte elektrische Einrichtung fehlerbehaftet geworden ist, das zweite und das dritte Ausführungsbeispiel so aufgebaut werden, dass die durch die anderen drei Bremskrafterzeugungseinrichtungen außer der fehlerbehafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung erzeugten Bremskräfte die gleiche Summe der Bremskräfte für die linke und rechte Seite des Fahrzeugs erzeugen.

[0116] Des Weiteren können, obwohl bei dem vorstehend erwähnten zweiten Ausführungsbeispiel und bei dem dritten Beispiel, das nicht beansprucht ist, wenn die elektrische Bremseinrichtung von dem vorderen linken Rad oder dem vorderen rechten Rad oder dem hinteren linken Rad oder dem hinteren rechten Rad fehlerbehaftet geworden ist, die Sollbremskräfte für das vordere Rad oder hintere Rad, das sich in Querrichtung entgegengesetzt zu dem Rad befindet, bei dem die elektrische Bremseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, in Übereinstimmung mit den vorstehend erwähnten Gleichungen 1 und 2 oder 3 und 4 berechnet werden, diese Druckkräfte von den Rädern in Übereinstimmung mit den nachstehend erwähnten Gleichungen 14–17 berechnet werden unter Berücksichtigung von Verteilungsverhältnissen K1 und K2 für das vordere Rad als positive Konstanten, die jeweils beispielsweise zwischen 0,5 und 1 sind, wie folgt:

$$Fpaft = Fpar \cdot K1 \quad (14)$$

$$Fpart = Fpar \cdot (1 - K1) \quad (15)$$

$$Fpart = Fpaf \cdot K2 \quad (16)$$

$$Fpart = Fpaf \cdot (1 - K2) \quad (17)$$

[0117] Des Weiteren wird bei dem vorstehend erwähnten vierten Ausführungsbeispiel, wenn bei dem Schritt **706** beurteilt worden ist, dass das Fahrzeug im Wesentlichen geradeaus fährt, bei dem Schritt **707** die erforderliche Bremskraftdifferenz ΔB auf 0 gesetzt. Jedoch kann beispielsweise bei dem Schritt **702** die erforderliche Bremskraftdifferenz ΔB berechnet werden unter Bezugnahme auf die in Fig. 14 gezeigte Tabelle, wodurch die Schritte **706** und **707** weggelassen werden.

[0118] Des Weiteren ist es bei dem vorstehend erwähnten vierten Ausführungsbeispiel so, dass dann, wenn irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen derart fehlerbehaftet wird, dass sie die Bremskraft nicht aufhebt, bei dem vorderen oder hinteren Rad, das sich in Querrichtung entgegengesetzt zu dem Rad befindet, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet geworden ist, die Bremskraft aufgebracht wird, die im Wesentlichen gleich der Bremskraft ist, die durch die fehlerbehaftete Bremskrafterzeugungseinrichtung aufgebracht wird, um so einen unstabilen Zustand des Fahrzeuges wie beispielsweise ein Schleudern oder Abdriften zu verhindern. Jedoch können die Bremskräfte der normalen Räder so gesteuert werden, dass die Gierrate γ des Fahrzeuges zu der Sollgierrate γt in der Art und Weise wie bei dem Fall wird, bei dem irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen derart fehlerbehaftet wird, dass sie die Bremskraft nicht aufhebt.

[0119] In diesem Fall kann, wenn Ka als ein positiver Faktor oder als ein negativer Faktor in Übereinstimmung damit, ob das Rad, bei dem die Bremskrafterzeugungseinrichtung fehlerbehaftet worden ist, ein linkes Rad oder ein rechtes Rad ist, genommen wird, jeweils die erforderliche Bremskraftdifferenz ΔB in Übereinstimmung mit der nachstehend erwähnten Gleichung 18 berechnet werden, und bei dem Schritt **707** kann ΔB auf Ka·Fb gesetzt werden.

$$\Delta B = Kb\,(\gamma t - \gamma) + Ka \cdot Fb \quad (18)$$

[0120] Obwohl die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf einige bevorzugte Ausführungsbeispiele von ihr beschrieben ist, ist es für Fachleute offensichtlich, dass verschiedene andere Ausführungsbeispiele möglich sind, ohne vom Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen, der in den beigefügten Ansprüchen dargelegt ist.

Patentansprüche

1. Bremssystem für Kraftfahrzeuge mit einer Bremskrafterzeugungseinrichtung (**14fl**, **14fr**, **14rl**, **14rr**), von denen jeweils eine für eines der Räder (**10fl**, **10fr**, **10rl**, **10rr**) vorgesehen ist, um eine Bremskraft individuell bei jedem Rad (**10**) gemäß einem Niederdrückbetrag eines Bremspedals (**32**) zu erzeugen, und einer Steuereinrichtung (**38**) zum Steuern von jeder der Bremskrafterzeugungseinrich-

tungen (**14**) für jedes der Räder (**10**) unabhängig von den anderen Bremskrafterzeugungseinrichtungen für die anderen Räder, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenn irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen einen Fehler dahingehend aufweist, dass sie im Wesentlichen nicht eine erzeugte Bremskraft entlastet, die Steuereinrichtung (**38**) eine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen, die in Querrichtung entgegengesetzt zu der mit einem Fehler behafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung positioniert sind, betätigt, um eine Bremskraft derart zu erzeugen, dass verhindert wird, dass ein unnötiges Giermoment auf das Fahrzeug aufgebracht wird.

2. Bremssystem für Kraftfahrzeuge gemäß Anspruch 1, wobei das Kraftfahrzeug einen Verbrennungsmotor hat zum Erzeugen einer kinetischen Energie, damit das Fahrzeug fährt, und wenn irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen einen Fehler aufweist, so dass sie eine erzeuge Bremskraft im Wesentlichen nicht entlastet, die Steuereinrichtung (**38**) eine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen, die in Querrichtung entgegengesetzt zu der mit einem Fehler behafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung positioniert sind, betätigt, um eine Bremskraft derart zu erzeugen, dass verhindert wird, dass ein unnötiges Giermoment auf das Fahrzeug aufgebracht wird, während die Steuereinrichtung (**38**) die Erzeugung der kinetischen Energie durch den Verbrennungsmotor einschränkt.

3. Bremssystem für Kraftfahrzeuge gemäß Anspruch 1, wobei wenn irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen einen Fehler aufweist, die Steuereinrichtung (**38**) die normale Bremskrafterzeugungseinrichtung so steuert, dass verhindert wird, dass ein unnötiges Giermoment auf das Fahrzeug aufgebracht wird, wobei der fehlerhafte Zustand von einer der Bremskrafterzeugungseinrichtungen eine Fehlfunktion der Bremskrafterzeugungseinrichtung ist, und wenn das Fahrzeug geradeaus weiterfährt, die Zielbremskraft von einer der Bremskrafterzeugungseinrichtungen, die in Querrichtung entgegengesetzt zu der mit einem Fehler behafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung positioniert ist, so eingestellt wird, dass sie im Wesentlichen gleich der Bremskraft ist, die durch die mit einem Fehler behaftete Erzeugungseinrichtung erzeugt wird, während, wenn das Fahrzeug im Wesentlichen eine Kurvenfahrt vollführt, die Zielbremskraft von einer der Bremskrafterzeugungseinrichtungen, die diagonal entgegengesetzt zu der mit einem Fehler behafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung positioniert ist, so eingestellt wird, dass sie im Wesentlichen gleich der Bremskraft ist, die durch die mit einem Fehler behaftete Bremskrafterzeugungseinrichtung erzeugt wird.

4. Bremssystem für Kraftfahrzeuge mit einer Bremskrafterzeugungseinrichtung (**14fl**, **14fr**, **14rl**, **14rr**), wobei jeweils eine für eines der Räder (**10fl**, **10fr**, **10rl**, **10rr**) vorgesehen ist, um eine Bremskraft individuell in jedem Rad gemäß einem Niederdrückbetrag eines Bremspedals (**32**) zu erzeugen, und einer Steuereinrichtung (**38**) für eine Steuern von jeder der Bremskrafterzeugungseinrichtungen für jedes der Räder unabhängig von der anderen Bremskrafterzeugungseinrichtung für die anderen Räder, dadurch gekennzeichnet, dass wenn irgendeine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen einen Fehler aufweist, die Steuereinrichtung (**38**) die normale Bremskrafterzeugungseinrichtung so steuert, dass verhindert wird, dass ein unnötiges Giermoment auf das Kraftfahrzeug aufgebracht wird, und wobei die Steuereinrichtung (**38**) so aufgebaut ist, dass sie die Zielbremskraft von einer der Bremskrafterzeugungseinrichtungen, die in Längsrichtung entgegengesetzt zu der mit einem Fehler behafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung positioniert ist, gemäß einem Niederdrückbetrag des Bremspedals berechnet, und sie die Zielbremskraft der vorderen und hinteren Bremskrafterzeugungseinrichtung an einer Seite in Querrichtung entgegengesetzt zu der Seite der mit einem Fehler behafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung so berechnet, dass deren Summe im Wesentlichen gleich der Zielbremskraft der vorstehend erwähnten einen Bremskrafterzeugungseinrichtung ist, um so dadurch die Bremskräfte von sämtlichen Bremskrafterzeugungseinrichtungen mit Ausnahme der mit einem Fehler behafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung so zu steuern, dass sie den ihnen jeweils entsprechenden Zielbremskräften entsprechen.

5. Bremssystem für Kraftfahrzeuge gemäß Anspruch 4, wobei beurteilt wird, ob irgendeine Zulässigkeit für die Zunahme der Bremskraft vorhanden ist, die durch eine Bremskrafterzeugungseinrichtung zur Verfügung steht, die in Längsrichtung entgegengesetzt zu der mit einem Fehler behafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung positioniert ist, und wenn keine Zulässigkeit bei der zur Verfügung stehenden Bremskraft besteht, die Zielbremskraft für eine der Bremskrafterzeugungseinrichtungen, die in Längsrichtung entgegengesetzt zu der mit einem Fehler behafteten Bremskrafterzeugungseinrichtung positioniert ist, auf die zur Verfügung stehende Bremskraft eingestellt wird, so dass die Zielbremskräfte für die anderen Räder gemäß der zur Verfügung stehenden Bremskraft eingestellt werden.

6. Bremssystem für Kraftfahrzeuge gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Bremskrafterzeugungseinrichtung einen Elektromotor als ein Betätigungsglied (**22**) hat.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

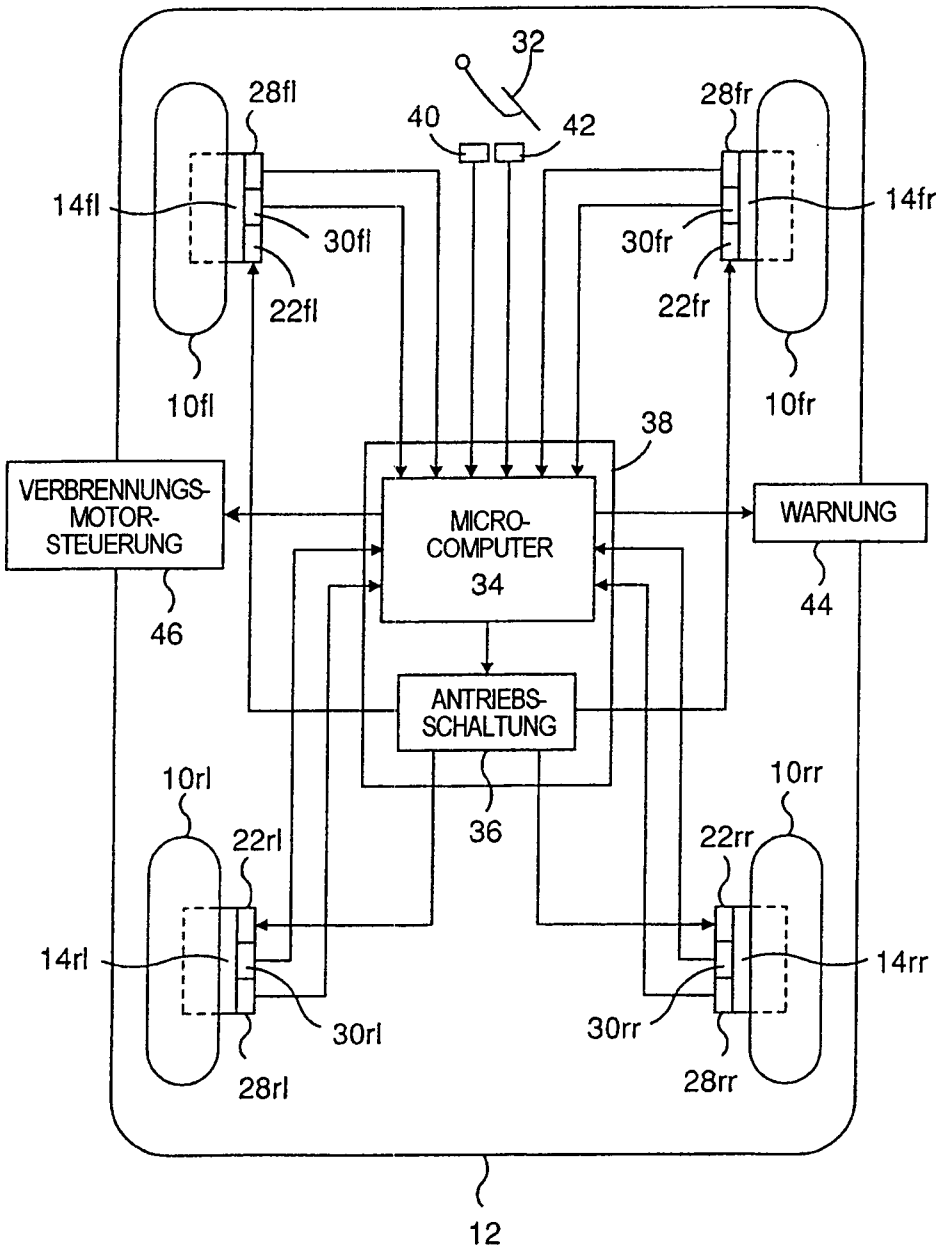


FIG. 2

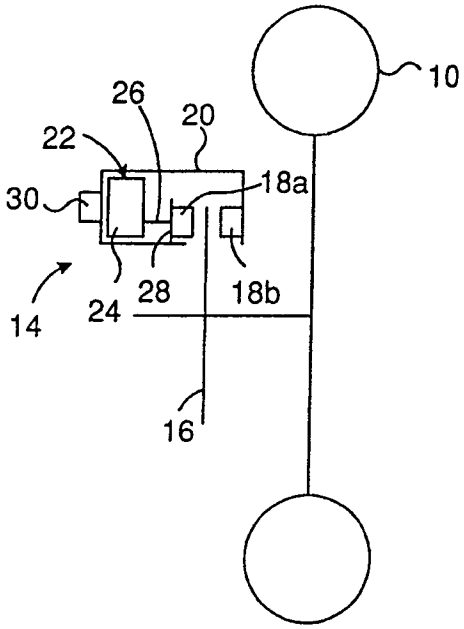

10
26
20
22
18a
30
14
24
28
18b
16

FIG. 5

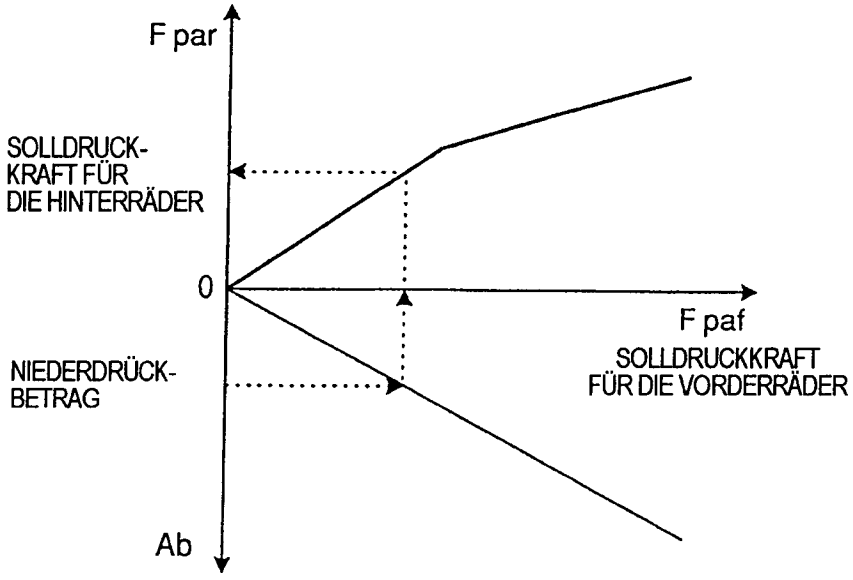

F par
SOLLDRUCK-
KRAFT FÜR
DIE HINTERRÄDER
0
F paf
SOLLDRUCKKRAFT
FÜR DIE VORDERRÄDER
NIEDERDRÜCK-
BETRAG
Ab

FIG. 3

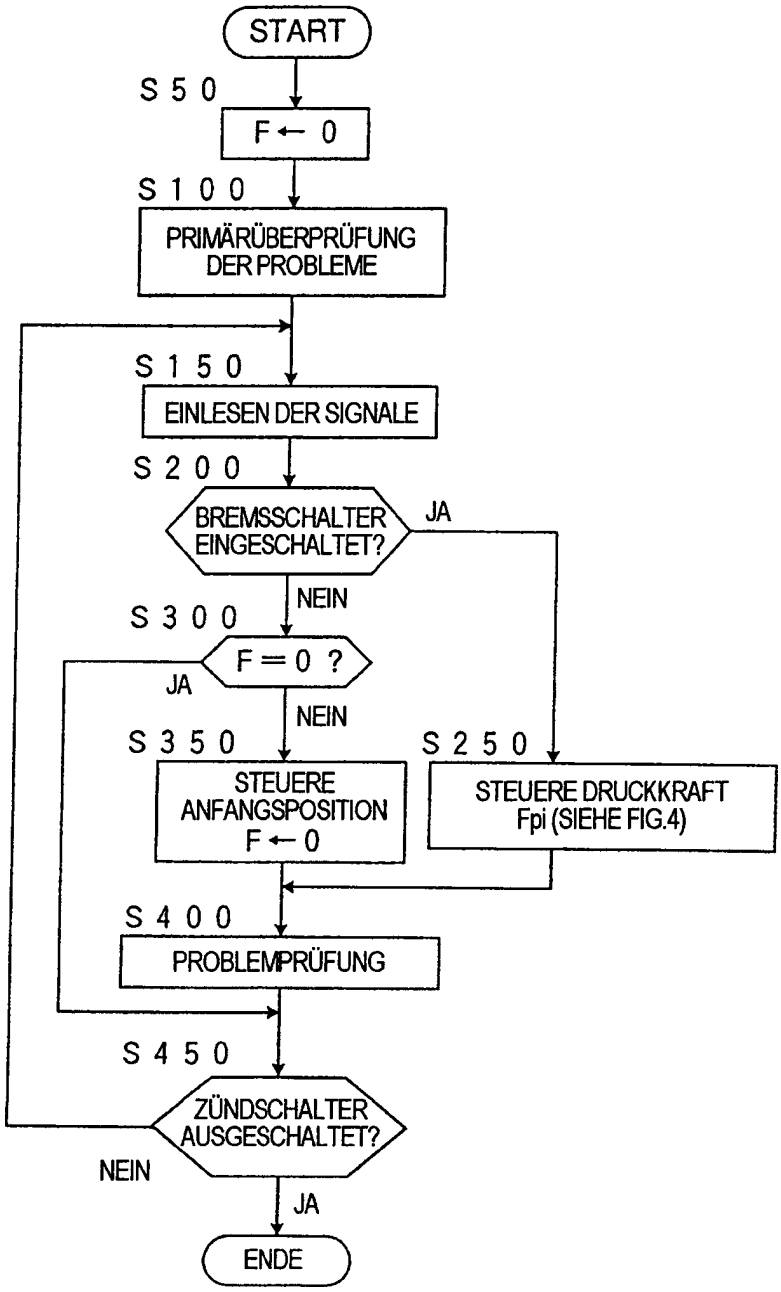

START
S 5 0
F ← 0
S 1 0 0
PRIMÄRÜBERPRÜFUNG DER PROBLEME
S 1 5 0
EINLESEN DER SIGNALE
S 2 0 0
BREMSSCHALTER EINGESCHALTET?
JA
NEIN
S 3 0 0
F = 0 ?
JA
NEIN
S 3 5 0
STEUERE ANFANGSPOSITION F ← 0
S 2 5 0
STEUERE DRUCKKRAFT Fpi (SIEHE FIG.4)
S 4 0 0
PROBLEMPRÜFUNG
S 4 5 0
ZÜNDSCHALTER AUSGESCHALTET?
NEIN
JA
ENDE

FIG. 4

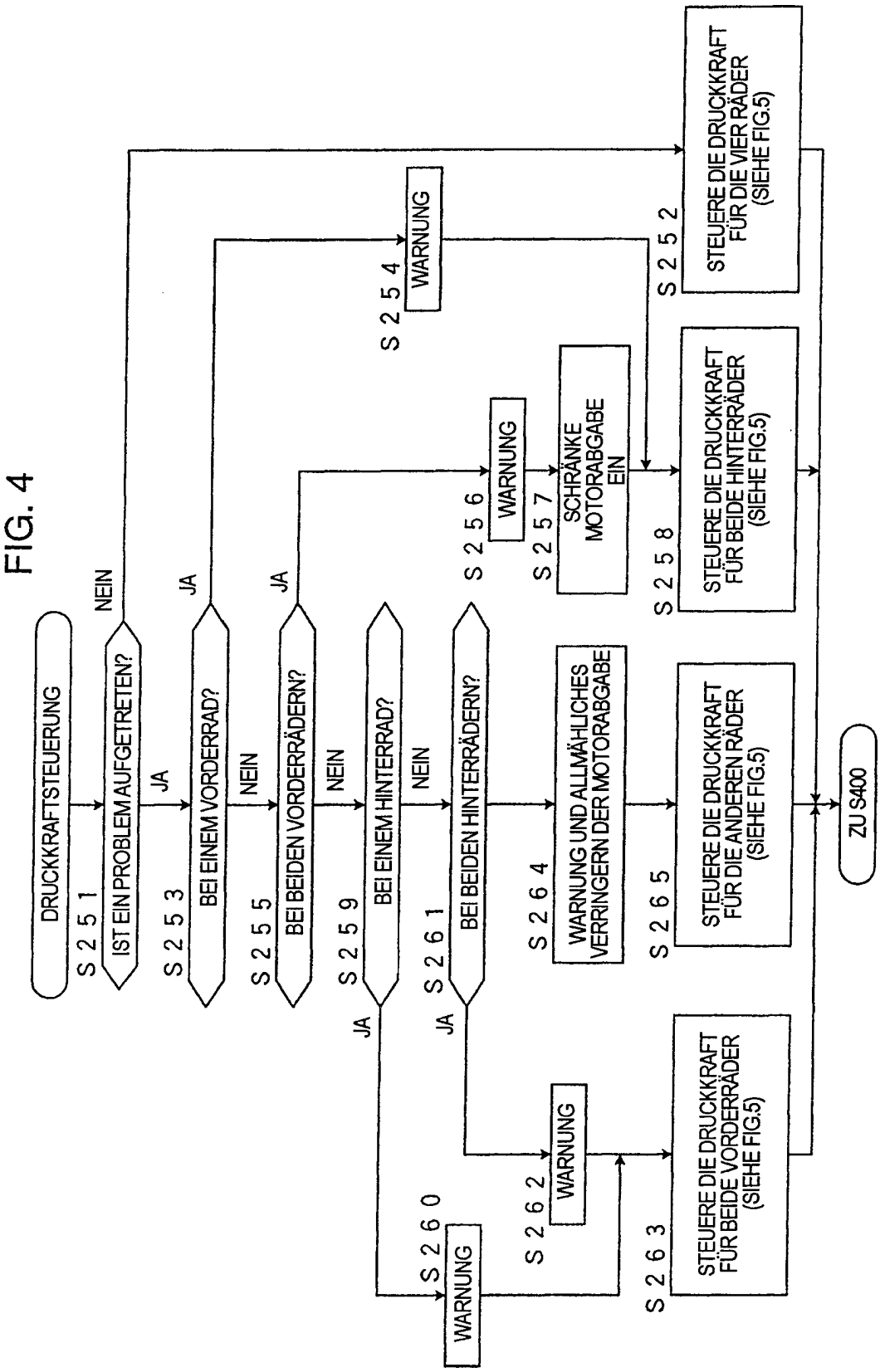

DRUCKKRAFTSTEUERUNG
S251
IST EIN PROBLEM AUFGETRETEN?
NEIN
JA
S253
BEI EINEM VORDERRAD?
NEIN
JA
S255
BEI BEIDEN VORDERRÄDERN?
NEIN
JA
S259
BEI EINEM HINTERRAD?
NEIN
JA
S261
BEI BEIDEN HINTERRÄDERN?
JA
S260
WARNUNG
S262
WARNUNG
S263
STEUERE DIE DRUCKKRAFT FÜR BEIDE VORDERRÄDER (SIEHE FIG.5)
S264
WARNUNG UND ALLMÄHLICHES VERRINGERN DER MOTORABGABE
S265
STEUERE DIE DRUCKKRAFT FÜR DIE ANDEREN RÄDER (SIEHE FIG.5)
S254
WARNUNG
S256
WARNUNG
S257
SCHRÄNKE MOTORABGABE EIN
S258
STEUERE DIE DRUCKKRAFT FÜR BEIDE HINTERRÄDER (SIEHE FIG.5)
S252
STEUERE DIE DRUCKKRAFT FÜR DIE VIER RÄDER (SIEHE FIG.5)
ZU S400

FIG. 6

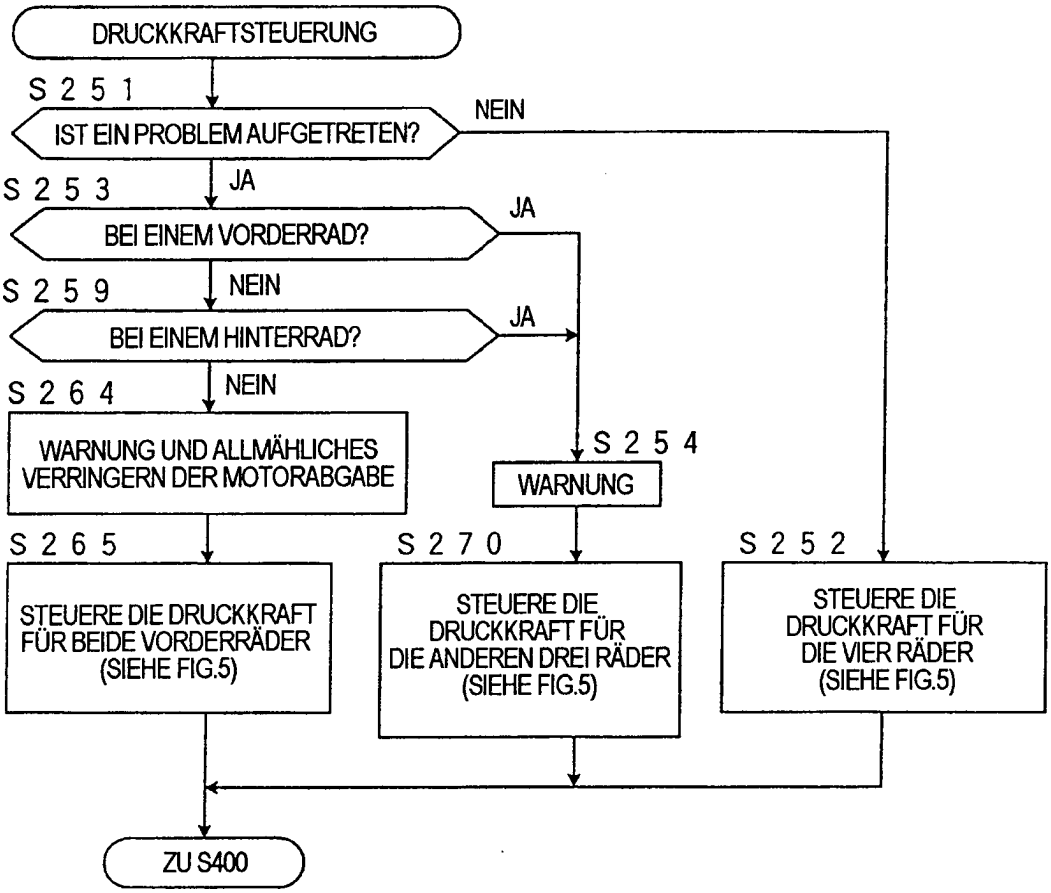

DRUCKKRAFTSTEUERUNG
S 2 5 1
IST EIN PROBLEM AUFGETRETEN?
NEIN
JA
S 2 5 3
BEI EINEM VORDERRAD?
JA
S 2 5 9
NEIN
BEI EINEM HINTERRAD?
JA
S 2 6 4
NEIN
WARNUNG UND ALLMÄHLICHES VERRINGERN DER MOTORABGABE
S 2 5 4
WARNUNG
S 2 6 5
S 2 7 0
S 2 5 2
STEUERE DIE DRUCKKRAFT FÜR BEIDE VORDERRÄDER (SIEHE FIG.5)
STEUERE DIE DRUCKKRAFT FÜR DIE ANDEREN DREI RÄDER (SIEHE FIG.5)
STEUERE DIE DRUCKKRAFT FÜR DIE VIER RÄDER (SIEHE FIG.5)
ZU S400

FIG. 7

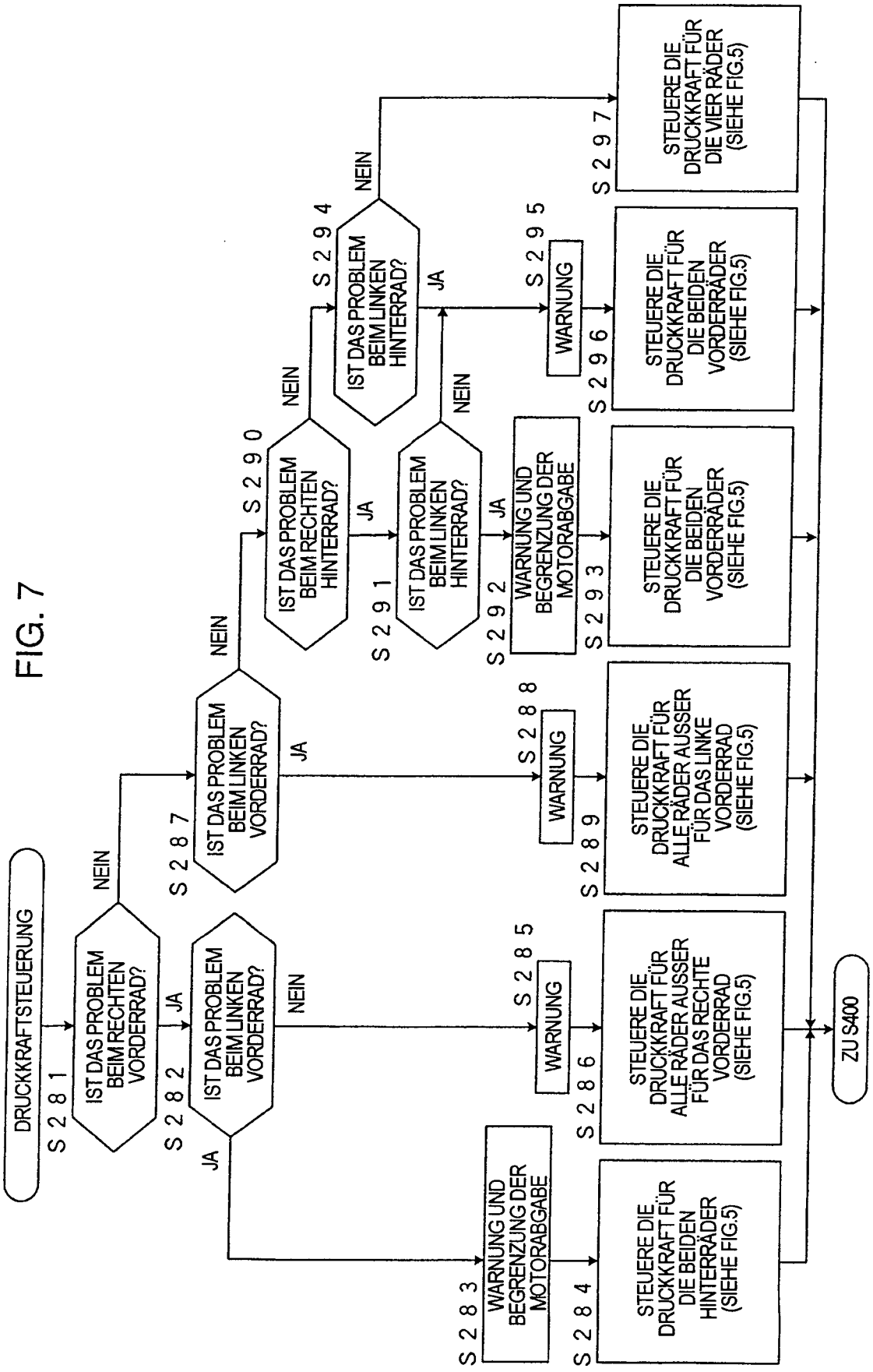

DRUCKKRAFTSTEUERUNG
S281
IST DAS PROBLEM BEIM RECHTEN VORDERRAD?
NEIN
JA
S282
IST DAS PROBLEM BEIM LINKEN VORDERRAD?
NEIN
JA
S283
WARNUNG UND BEGRENZUNG DER MOTORABGABE
S284
STEUERE DIE DRUCKKRAFT FÜR DIE BEIDEN HINTERRÄDER (SIEHE FIG.5)
S285
WARNUNG
S286
STEUERE DIE DRUCKKRAFT FÜR ALLE RÄDER AUSSER FÜR DAS RECHTE VORDERRAD (SIEHE FIG.5)
S287
IST DAS PROBLEM BEIM LINKEN VORDERRAD?
NEIN
JA
S288
WARNUNG
S289
STEUERE DIE DRUCKKRAFT FÜR ALLE RÄDER AUSSER FÜR DAS LINKE VORDERRAD (SIEHE FIG.5)
S290
IST DAS PROBLEM BEIM RECHTEN HINTERRAD?
NEIN
JA
S291
IST DAS PROBLEM BEIM LINKEN HINTERRAD?
NEIN
JA
S292
WARNUNG UND BEGRENZUNG DER MOTORABGABE
S293
STEUERE DIE DRUCKKRAFT FÜR DIE BEIDEN VORDERRÄDER (SIEHE FIG.5)
S294
IST DAS PROBLEM BEIM LINKEN HINTERRAD?
NEIN
JA
S295
WARNUNG
S296
STEUERE DIE DRUCKKRAFT FÜR DIE BEIDEN VORDERRÄDER (SIEHE FIG.5)
S297
STEUERE DIE DRUCKKRAFT FÜR DIE VIER RÄDER (SIEHE FIG.5)
ZU S400

FIG. 8

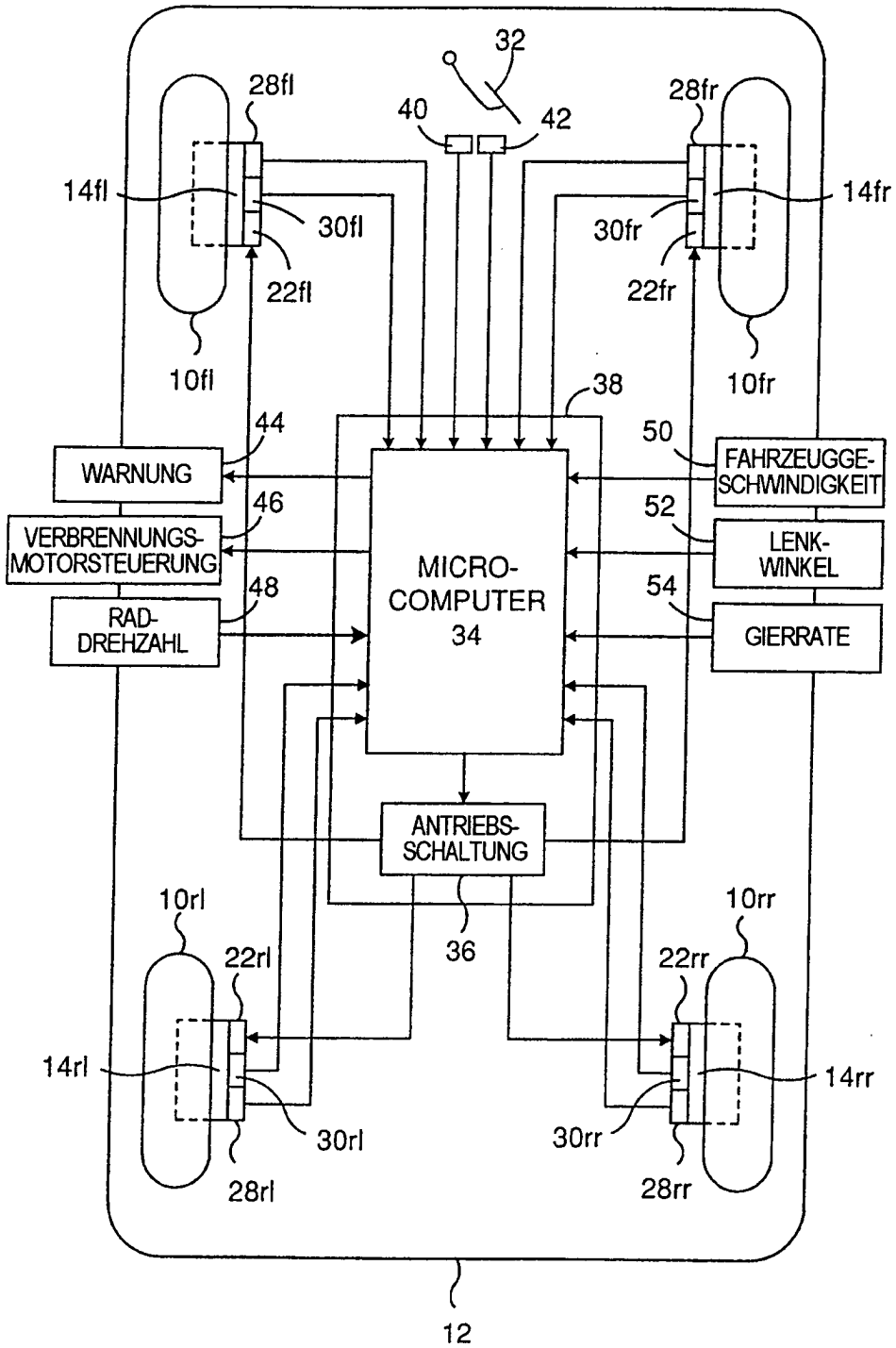

32
28fl
40
42
28fr
14fl
30fl
30fr
14fr
22fl
22fr
10fl
10fr
38
44
50
WARNUNG
FAHRZEUGGE-
SCHWINDIGKEIT
46
52
VERBRENNUNGS-
MOTORSTEUERUNG
MICRO-
COMPUTER
34
LENK-
WINKEL
48
54
RAD-
DREHZAHL
GIERRATE
ANTRIEBS-
SCHALTUNG
10rl
10rr
36
22rl
22rr
14rl
14rr
30rl
30rr
28rl
28rr
12

FIG. 9

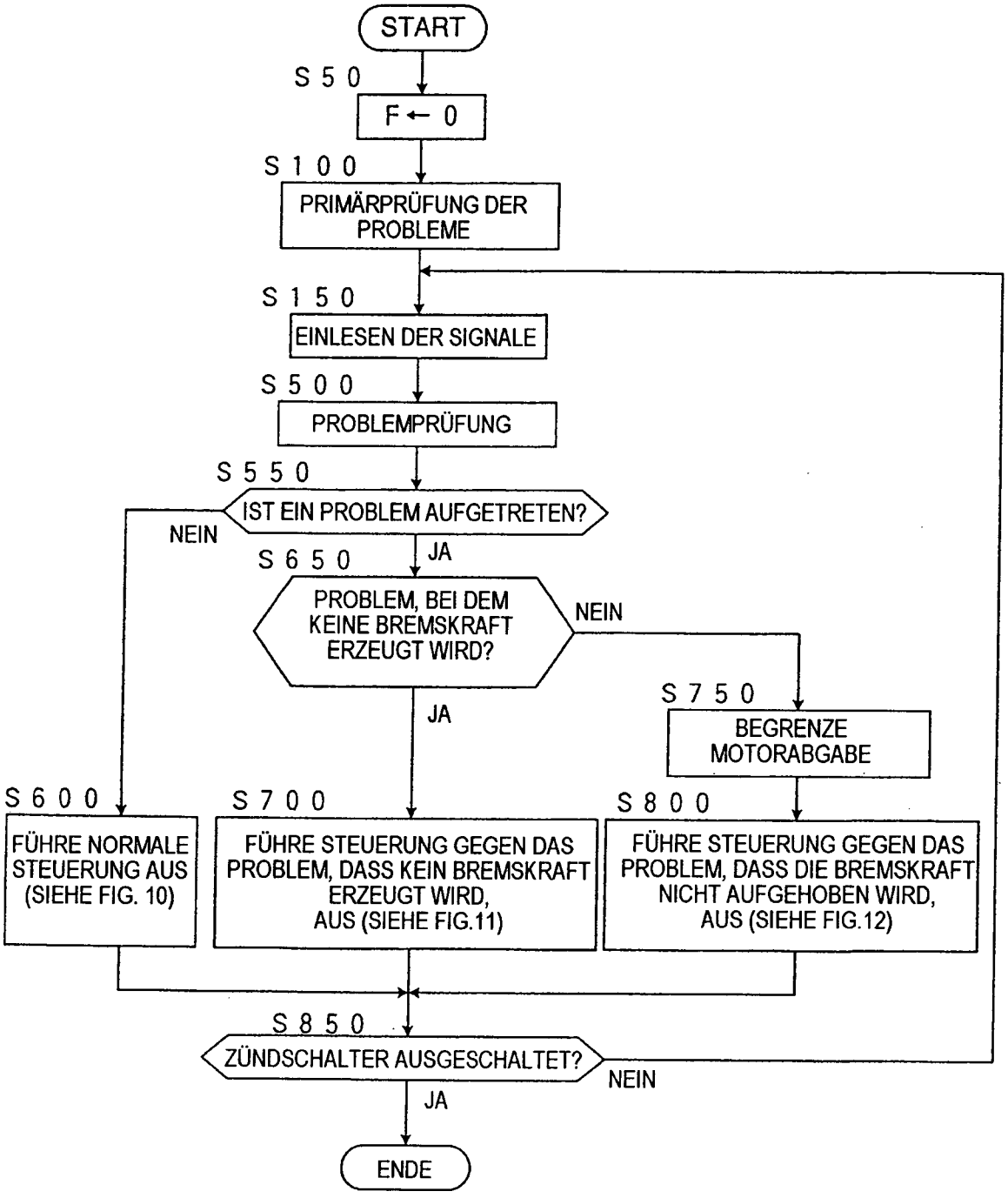

START
S 5 0
F ← 0
S 1 0 0
PRIMÄRPRÜFUNG DER PROBLEME
S 1 5 0
EINLESEN DER SIGNALE
S 5 0 0
PROBLEMPRÜFUNG
S 5 5 0
IST EIN PROBLEM AUFGETRETEN?
NEIN
JA
S 6 5 0
PROBLEM, BEI DEM KEINE BREMSKRAFT ERZEUGT WIRD?
NEIN
JA
S 7 5 0
BEGRENZE MOTORABGABE
S 6 0 0
FÜHRE NORMALE STEUERUNG AUS (SIEHE FIG. 10)
S 7 0 0
FÜHRE STEUERUNG GEGEN DAS PROBLEM, DASS KEIN BREMSKRAFT ERZEUGT WIRD, AUS (SIEHE FIG.11)
S 8 0 0
FÜHRE STEUERUNG GEGEN DAS PROBLEM, DASS DIE BREMSKRAFT NICHT AUFGEHOBEN WIRD, AUS (SIEHE FIG.12)
S 8 5 0
ZÜNDSCHALTER AUSGESCHALTET?
NEIN
JA
ENDE

FIG. 10

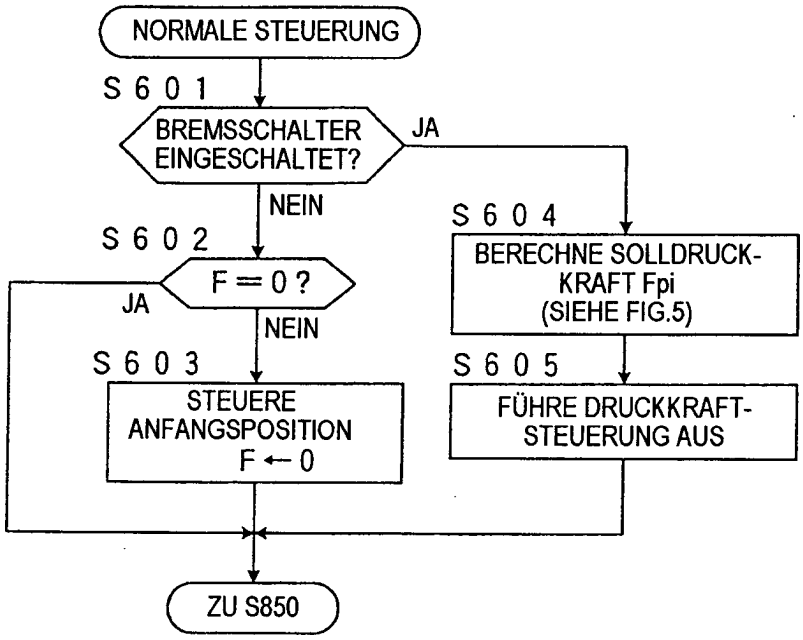

NORMALE STEUERUNG
S 6 0 1
BREMSSCHALTER EINGESCHALTET?
JA
NEIN
S 6 0 2
F = 0 ?
JA
NEIN
S 6 0 3
STEUERE ANFANGSPOSITION F ← 0
S 6 0 4
BERECHNE SOLLDRUCK-KRAFT Fpi (SIEHE FIG.5)
S 6 0 5
FÜHRE DRUCKKRAFT-STEUERUNG AUS
ZU S850

FIG. 11

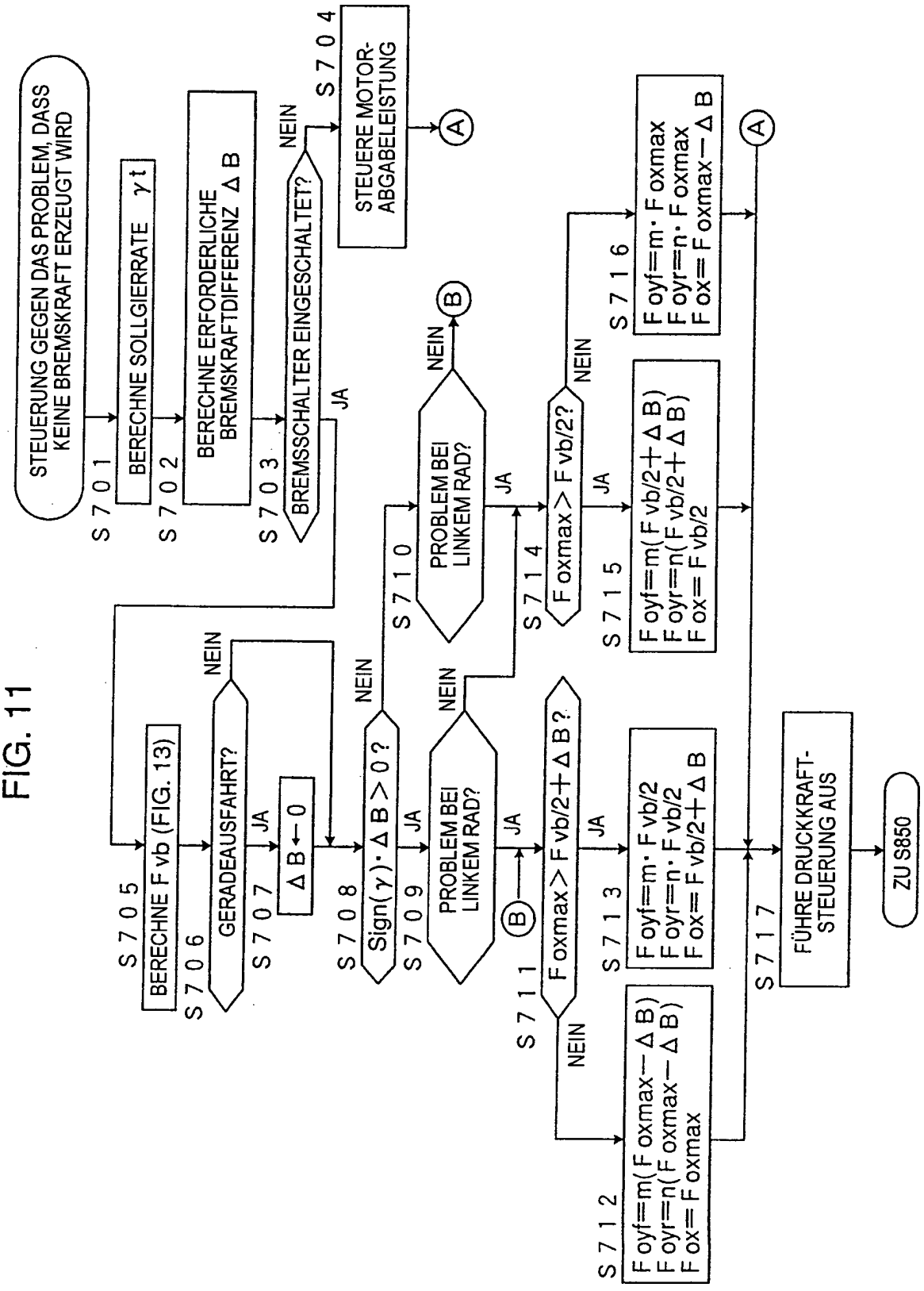

STEUERUNG GEGEN DAS PROBLEM, DASS KEINE BREMSKRAFT ERZEUGT WIRD
S701
BERECHNE SOLLGIERRATE γt
S702
BERECHNE ERFORDERLICHE BREMSKRAFTDIFFERENZ ΔB
S703
BREMSSCHALTER EINGESCHALTET?
NEIN
JA
S704
STEUERE MOTOR-ABGABELEISTUNG
A
S705
BERECHNE F vb (FIG. 13)
S706
GERADEAUSFAHRT?
NEIN
JA
S707
ΔB ← 0
S708
Sign(γ) · ΔB > 0 ?
NEIN
JA
S709
PROBLEM BEI LINKEM RAD?
NEIN
JA
S710
PROBLEM BEI LINKEM RAD?
NEIN
JA
B
S711
F oxmax > F vb/2+ΔB ?
NEIN
JA
S712
F oyf=m(F oxmax−ΔB)
F oyr=n(F oxmax−ΔB)
F ox= F oxmax
S713
F oyf=m · F vb/2
F oyr=n · F vb/2
F ox= F vb/2+ΔB
S714
F oxmax > F vb/2?
NEIN
JA
S715
F oyf=m(F vb/2+ΔB)
F oyr=n(F vb/2+ΔB)
F ox= F vb/2
S716
F oyf=m · F oxmax
F oyr=n · F oxmax
F ox= F oxmax−ΔB
S717
FÜHRE DRUCKKRAFT-STEUERUNG AUS
ZU S850

FIG. 12

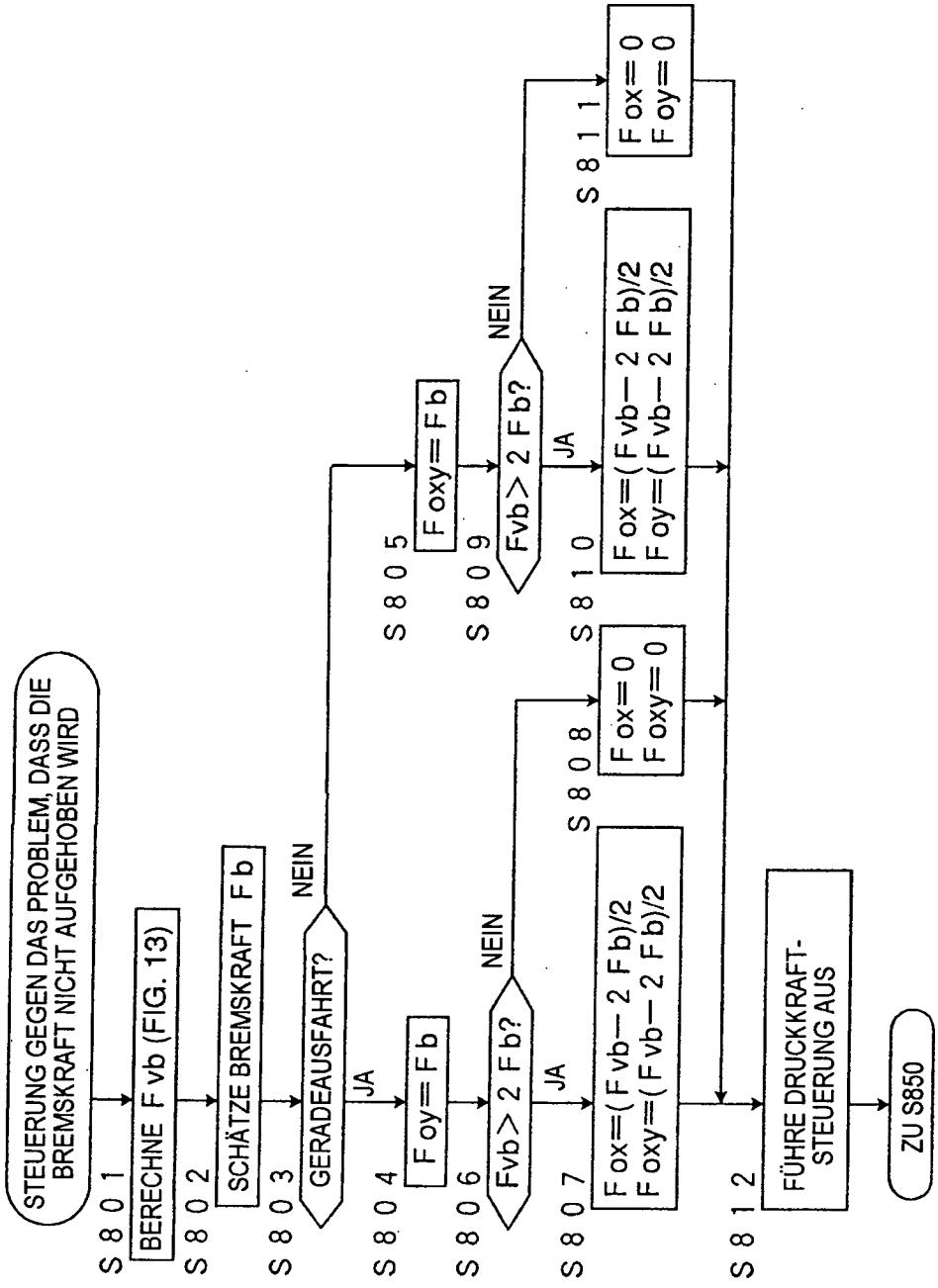

STEUERUNG GEGEN DAS PROBLEM, DASS DIE BREMSKRAFT NICHT AUFGEHOBEN WIRD
S801
BERECHNE F vb (FIG. 13)
S802
SCHÄTZE BREMSKRAFT F b
S803
GERADEAUSFAHRT?
NEIN
JA
S804
F oy= F b
S805
F oxy= F b
S806
Fvb> 2 F b?
NEIN
JA
S807
F ox=(F vb— 2 F b)/2
F oxy=(F vb— 2 F b)/2
S808
F ox= 0
F oxy= 0
S809
Fvb> 2 F b?
NEIN
JA
S810
F ox=(F vb— 2 F b)/2
F oy=(F vb— 2 F b)/2
S811
F ox= 0
F oy= 0
S812
FÜHRE DRUCKKRAFT-STEUERUNG AUS
ZU S850

FIG. 13

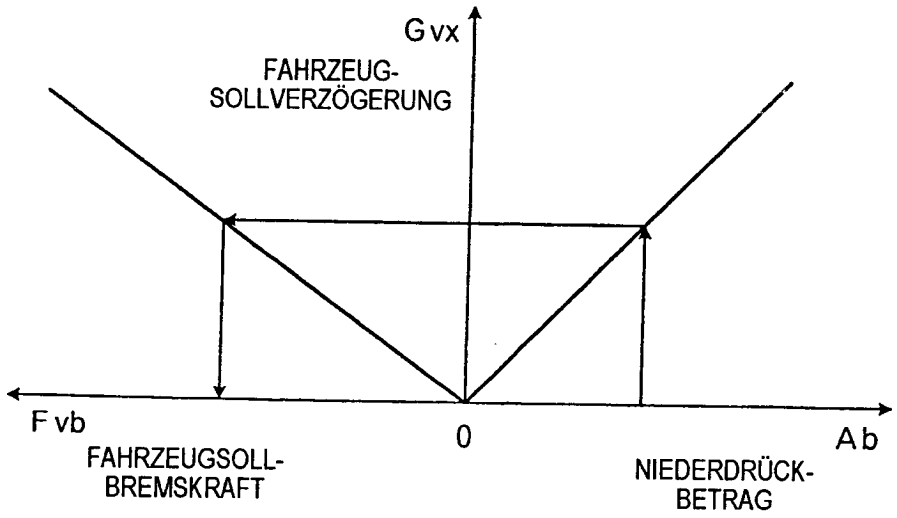
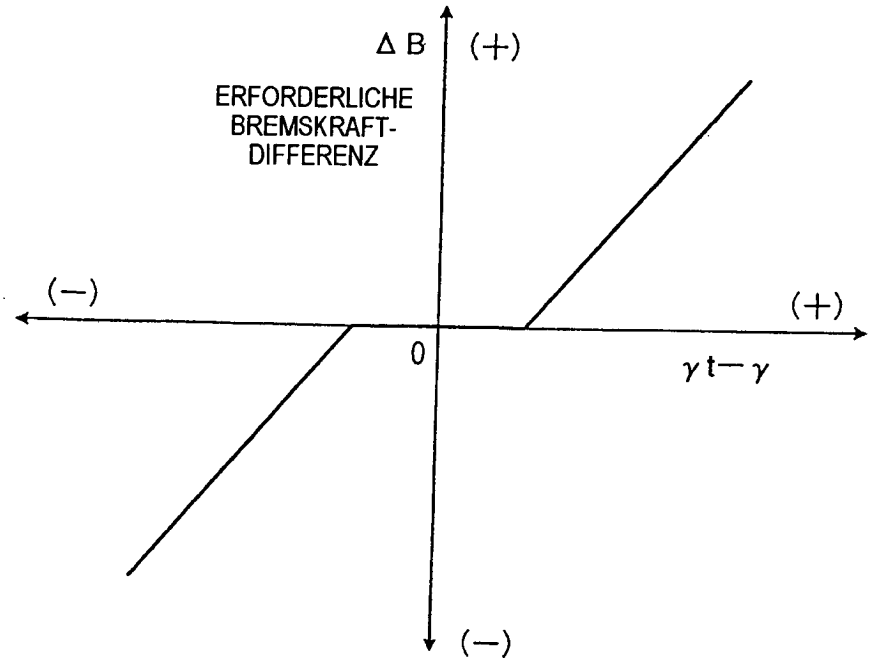

Gvx
FAHRZEUG-
SOLLVERZÖGERUNG
F vb
FAHRZEUGSOLL-
BREMSKRAFT
0
Ab
NIEDERDRÜCK-
BETRAG

FIG. 14


Δ B
(+)
ERFORDERLICHE
BREMSKRAFT-
DIFFERENZ
(−)
(+)
0
γ t − γ
(−)