(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 198 04 716 B4** 2005.01.27

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **198 04 716.9**
(22) Anmeldetag: **06.02.1998**
(43) Offenlegungstag: **13.08.1998**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **27.01.2005**

(51) Int Cl.[7]: **B60T 8/34**

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

(30) Unionspriorität:
9-23695 06.02.1997 JP

(71) Patentinhaber:
Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP

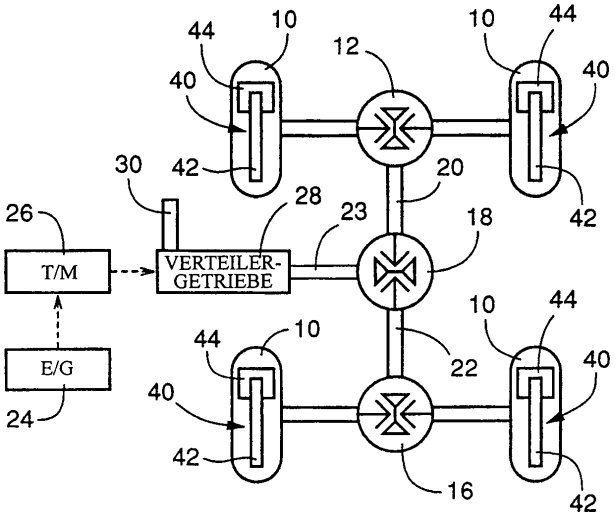
(74) Vertreter:
WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS, KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising

(72) Erfinder:
Takahira, Yousuke, Toyota, Aichi, JP; Nishikata, Hiroto, Susono, Shizuoka, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 36 12 943 C2
DE 36 12 170 C2
DE 11 74 179 B

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Steuern von Antriebskräften von durch ein Differential verbundenen Fahrzeugantriebsrädern durch Bremsen eines eine kleinere kritische Antriebskraft aufweisenden Antriebsrads**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zum Steuern des Istwerts der Antriebskraft, die zwischen einer Straßenoberfläche und jedem von vier Antriebsrädern erzeugt wird, die aus einem vorderen rechten Antriebsrad (10), einem vorderen linken Antriebsrad (10), einem hinteren rechten Antriebsrad (14) und einem hinteren linken Antriebsrad (14) eines Kraftfahrzeugs mit Allradantrieb bestehen, umfassend
(a) eine Antriebskraftquelle (24) zum Antreiben der vier Antriebsräder (10, 14);
(b) ein vorderes Differential (12), das die vorderen rechten und linken Antriebsräder (10) derart verbindet, daß eine Differenz zwischen den Drehzahlen der vorderen rechten und linken Räder (10) zugelassen wird, wobei das vordere Differential (12) das über seine Antriebswelle (20) aufgenommene Drehmoment gleichmäßig auf das vordere rechte und linke Antriebsrad (10) verteilt, um dadurch die Antriebskraft zwischen der Straßenoberfläche und sowohl dem vorderen rechten als auch dem linken Antriebsrad (10) zu erzeugen,
(c) ein hinteres Differential (16), das das hintere rechte und linke Antriebsrad (14) derart verbindet, daß eine...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft im allgemeinen eine Vorrichtung zum Steuern einer Ist-Antriebskraft, die auf Antriebsräder eines Kraftfahrzeugs auszuüben ist, und insbesondere Verfahren zum Ausüben eines Bremsdrehmoments auf mindestens ein Antriebsrad, um die Ist-Antriebskräfte der Antriebsräder zu steuern.

[0002] Im allgemeinen ist eine derartige Radantriebskraftsteuervorrichtung für ein Kraftfahrzeug vorgesehen, welche (a) eine Antriebskraftquelle, wie zum Beispiel einen Motor und/oder einen Elektromotor, (b) mindestens ein Paar von Antriebsrädern, die durch die Antriebskraftquelle angetrieben werden, (c) eine zwischen der Antriebskraftquelle und jedem Paar von Antriebsrädern angeordnete Differentialgetriebeeinheit zum derartigen Verbinden der rechten und linken Antriebsräder des Paars, daß zugelassen wird, daß die Antriebsräder mit unterschiedlichen Drehzahlen gedreht werden, und daß das Antriebsdrehmoment der Antriebskraftquelle gleichmäßig zu den Antriebsrädern verteilt wird, so daß eine Antriebskraft zwischen jedem Antriebsrad und einer Straßenoberfläche erzeugt wird, und (d) ein Paar von Bremsen zum voneinander unabhängigen Bremsen der jeweiligen Antriebsräder beinhaltet.

[0003] Da die Antriebsdrehmomentwerte, die von der Antriebskraftquelle durch die Differentialgetriebeeinheit zu den zwei Antriebsrädern jedes Paars verteilt werden, immer gleich zueinander sind, beträgt die Summe der Ist-Antriebskräfte der zwei Antriebsräder das Zweifache der Ist-Antriebskraft des Rads, dessen kritische Antriebskraft bezüglich der Straßenoberfläche kleiner als die des anderen Antriebsrads ist. Die kritische Antriebskraft ist die maximale Antriebskraft, die zwischen dem Antriebsrad und der Straßenoberfläche ohne ein Durchdrehen des Antriebsrads auf der Straßenoberfläche erzeugt werden kann, während die Differentialwirkung der Antriebsräder durch die Differentialgetriebeeinheit nicht begrenzt ist. Die kritische Antriebskraft jedes Antriebsrads hängt von einem Reibungskoeffizienten μ der Straßenoberfläche und einer Vertikallast ab, die auf das Antriebsrad wirkt. Die kritische Antriebskraft von einem der zwei Antriebsräder des Paars kann aufgrund eines kleineren Werts des Reibungskoeffizienten μ des Straßenoberflächenbereichs, auf welchem das zuvor angegebene eine Antriebsrad läuft, und/oder eines kleineren Werts der Vertikallast, die auf das zuvor angegebene eine Antriebsrad wirkt, als die Werte des anderen Antriebsrads, kleiner als die des anderen Antriebsrads werden. In diesem Fall dreht das zuvor angegebene eine Antriebsrad auf der Straßenoberfläche durch und verringert sich die Ist-Antriebskraft dieses Antriebsrads, so daß das Antriebsdrehmoment, das durch die Differentialgetriebeeinheit zu dem anderen Antriebsrad verteilt wird, verringert wird. Als Ergebnis verringert sich die Ist-Antriebskraft des zuvor angegebenen anderen Antriebsrads, wodurch sich die Summe der Ist-Antriebskräfte der zwei Antriebsräder verringert, was es schwierig macht, ein gleichmäßiges Anfahren oder Beschleunigen des Fahrzeugs zu erzielen. Das heißt, bei dem Vorhandensein einer Differenz zwischen den kritischen Antriebskräften der zwei Antriebsräder kann das Antriebsdrehmoment, das durch die Differentialgetriebeeinheit zu dem Antriebsrad zu verteilen ist, dessen kritische Antriebskraft größer ist, nicht groß genug gemacht werden, um die Ist-Antriebskraft dieses Antriebsrads sicherzustellen, die sich ausreichend nahe an seiner kritischen Antriebskraft befindet, obwohl die kritische Antriebskraft dieses Antriebsrads beträchtlich größer als die Ist-Antriebskraft ist.

[0004] Im Hinblick auf den vorhergehenden Nachteil, bei dem eine Differenz zwischen den kritischen Antriebskräften der rechten und linken Antriebsräder vorhanden ist, ist die Differentialgetriebeeinheit im allgemeinen mit einem ausschließlich dafür ausgelegten Sperrdifferentialmechanismus versehen, welcher in der Lage ist, die Differentialwirkung der Differentialgetriebeeinheit zu begrenzen, um die Ist-Antriebskraft des Antriebsrads, dessen kritische Antriebskraft größer ist, auf einen Wert nahe dem kritischen Wert zu erhöhen.

[0005] Jedoch führt das Vorsehen eines derartigen Sperrdifferentialmechanismus in der Differentialgetriebeeinheit für jedes Paar von Antriebsrädern unvermeidlich zu einer beträchtlichen Erhöhung der Herstellungskosten und des Gewichts der Differentialgetriebeeinheit.

[0006] Gemäß einem ersten Aspekt, der allerdings nicht Teil der vorliegenden Erfindung ist, ist eine Vorrichtung zum Steuern eines Istwerts einer Antriebskraft vorgesehen, die zwischen einer Straßenoberfläche und jedem eines Paars von Antriebsrädern eines Kraftfahrzeugs erzeugt wird, die (a) eine Antriebskraftquelle zum Antreiben des Paars von Antriebsrädern, (b) ein Differential, das zwischen der Antriebskraftquelle und dem Paar von Antriebsrädern angeordnet ist und das Paar von Antriebsrädern derart verbindet, daß eine Differenz zwischen Drehzahlen der Antriebsräder zugelassen wird und ein Antriebsdrehmoment der Antriebskraftquelle gleichmäßig zu dem Paar von Antriebsrädern verteilt wird, um dadurch die Antriebskraft zwischen der Straßenoberfläche und jedem Antriebsrad zu erzeugen, und (c) ein Paar von Bremsen zum voneinander unabhängigen Bremsen jeweiliger des Paars von Antriebsrädern beinhaltet, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung aufweist: ein Paar von Raddrehzahlsensoren zum Erfassen von Drehzahlen des Paars von Antriebsrädern; und eine auf Ausgangssignale des Paars von Raddrehzahlsensoren reagierende Brem-

sensteuervorrichtung zum Betätigen einer des Paars von Bremsen, welche einem der Antriebsräder entspricht, welches einen kleineren kritischen Wert der Antriebskraft bezüglich der Straßenoberfläche als das andere der Antriebsräder aufweist, um dadurch ein Bremsdrehmoment auf das zuvor angegebene eine Antriebsrad zum Erhöhen eines Scheinwerts der Antriebskraft von diesem einen Antriebsrad auszuüben, um dadurch den Istwert des anderen Antriebsrads zu erhöhen, welches einen höheren kritischen Wert der Antriebskraft aufweist.

[0007] Die kritische Antriebskraft von einem der zwei Antriebsräder kann aufgrund eines kleineren Werts des Reibungskoeffizienten μ des Straßenoberflächenbereichs, auf welchem das zuvor angegebene eine Antriebsrad läuft, und/oder eines kleineren Werts der Vertikallast, die auf das zuvor angegebene eine Antriebsrad wirkt, als die Werte des anderen Antriebsrads kleiner als die der anderen Antriebsräder werden. Die Vertikallast kann auf eine Vertikalbewegung oder einen Sprung des Antriebsrads weg von der Straßenoberfläche hin verringert werden. Wenn die Bremse für das zuvor angegebene eine Antriebsrad, das den kleineren kritischen Antriebskraftwert aufweist, in dem vorhergehenden Zustand betätigt wird, wird ein Bremsdrehmoment auf dieses eine Antriebsrad in der gleichen Richtung wie das Ist-Antriebsdrehmoment auf der Grundlage einer Ist-Reibungskraft zwischen der Straßenoberfläche und dem fraglichen Antriebsrad ausgeübt. Das heißt, das Bremsdrehmoment und das Ist-Antriebsdrehmoment werden gleichzeitig auf das Antriebsrad in der gleichen Richtung ausgeübt. Als Ergebnis wird der Scheinwert der Antriebskraft des Antriebsrads, das die kleinere kritische Antriebskraft aufweist, wie es von dem anderen Antriebsrad zu sehen ist, das die größere kritische Antriebskraft aufweist, erhöht und wird das Durchdrehen bzw. das Rutschen bzw. der Schlupf des Antriebsrads, das die kleinere Antriebskraft aufweist, begrenzt, wodurch die Drehzahldifferenz zwischen den zwei Antriebsrädern verringert wird. Demgemäß wird das Antriebsdrehmoment, das auf das Antriebsrad auszuüben ist, das die größere kritische Antriebskraft aufweist, um einen Wert erhöht, der dem Bremsdrehmoment entspricht, das auf das Antriebsrad ausgeübt wird, das die kleinere kritische Antriebskraft aufweist, so daß die Ist-Antriebskraft des Antriebsrads, das die größere kritische Antriebskraft aufweist, zu dem kritischen Wert hin erhöht wird.

[0008] Die Radantriebskraftsteuervorrichtung gemäß dem ersten Aspekt ist auf der Grundlage der vorhergehenden Feststellung entwickelt worden. In der vorliegenden Vorrichtung ist die Bremsensteuervorrichtung in der Lage, die zweckmäßige Bremse zum Bremsen des Antriebsrads, das den kleineren kritischen Antriebskraftwert aufweist, zu betätigen, wenn das Fahrzeug mit den zwei Antriebsrädern läuft, die bezüglich der Straßenoberfläche die unterschiedlichen kritischen Antriebskraftwerte aufweisen. Das Ausüben eines Bremsdrehmoments auf das Antriebsrad, das die kleinere kritische Antriebskraft aufweist, führt zu einer Erhöhung des Scheinwerts der Antriebskraft dieses Antriebsrads, wodurch der Istwert der Antriebskraft des anderen Antriebsrads erhöht wird, das den größeren kritischen Antriebskraftwert aufweist. Deshalb sieht die Bremsensteuervorrichtung im wesentlichen die gleiche Wirkung vor, wie sie von der Vorrichtung vorgesehen wird, die mit einem Sperrdifferentialmechanismus ausgestattet ist.

[0009] Daher ist die vorliegende Radantriebskraftsteuervorrichtung in der Lage, die Ist-Antriebskraft jedes Antriebsrads ohne Verwendung eines ausschließlich dafür ausgelegten Sperrdifferentialmechanismus zu maximieren.

[0010] Der vorliegende erste Aspekt wird an einem Kraftfahrzeug mit Frontantrieb, einem Kraftfahrzeug mit Heckantrieb oder einem Kraftfahrzeug mit Allradantrieb angewendet, wie es beschrieben wird. Das Kraftfahrzeug mit Allradantrieb kann ein Typ mit permanentem oder zuschaltbarem Allradantrieb sein.

[0011] Im allgemeinen beinhaltet das zuvor angegebene Kraftfahrzeug mit Allradantrieb (a) eine Antriebskraftquelle zum Antreiben der vier Antriebsräder, (b) ein vorderes Differential, das die vorderen rechten und linken Antriebsräder derart verbindet, daß zugelassen wird, daß sich diese Antriebsräder mit unterschiedlichen Drehzahlen drehen, (c) ein hinteres Differential, das die hinteren rechten und linken Antriebsräder derart verbindet, daß zugelassen wird, daß sich diese Antriebsräder mit unterschiedlichen Drehzahlen drehen, (d) ein mittleres Differential, das die Antriebswellen der vorderen und hinteren Differentiale derart verbindet, daß zugelassen wird, daß sich diese Antriebswellen mit unterschiedlichen Drehzahlen drehen, und (e) vier Bremsen zum voneinander unabhängigen Bremsen jeweiliger der vier Antriebsräder. Das mittlere Differential ist in der Lage, ein Antriebsdrehmoment der Antriebskraftquelle zu den Antriebswellen der vorderen und hinteren Differentiale zu verteilen, und das vordere Differential ist in der Lage, ein Drehmoment, das von seiner Antriebswelle aufgenommen wird, gleichmäßig zu den vorderen rechten und linken Antriebsrädern zu verteilen, um dadurch die Antriebskraft zwischen der Straßenoberfläche und jedem der vorderen rechten und linken Räder zu erzeugen, während das hintere Differential in der Lage ist, ein Drehmoment, das von seiner Antriebswelle aufgenommen wird, gleichmäßig zu den hinteren rechten und linken Antriebsrädern zu verteilen, um dadurch die Antriebskraft zwischen der Straßenoberfläche und jedem der hinteren rechten und linken Antriebsräder zu erzeugen.

[0012] Bei dem Kraftfahrzeug mit Allradantrieb führt

ein Durchdrehen von einem der vier Antriebsräder zu einer Verringerung der Ist-Antriebskräfte von allen der vier Antriebsräder. Um das Anfahr- und Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs mit Allradantrieb auf einer Straßenoberfläche, die einen verhältnismäßig niedrigen Reibungskoeffizienten μ aufweist, oder auf einer schlechten Straßenoberfläche zu verbessern, ist im allgemeinen ein Differentialsperrmechanismus für mindestens eines der drei zuvor angegebenen Differentiale vorgesehen. In dem Fall, in dem der Differentialsperrmechanismus für das mittlere Differential vorgesehen ist, wird das Durchdrehen von einem der vier Antriebsräder keine Verringerung der Ist-Antriebskräfte von allen der vier Antriebsräder bewirken. Wenn jedoch eines der vorderen rechten und linken Antriebsräder und eines der hinteren rechten und linken Antriebsräder unter einem Durchdrehen leidet, verringern sich die Antriebskräfte von allen der vier Antriebsräder. Wenn die Differentialsperrmechanismen für das mittlere Differential und entweder das vordere oder hintere Differential vorgesehen sind, werden sich die Ist-Antriebskräfte von allen der vier Antriebsräder auch dann nicht verringern, wenn eines der vorderen Räder und eines der hinteren Räder unter einem Durchdrehen leidet. Jedoch wird ein Durchdrehen der drei Räder von den vier Rädern eine Verringerung der Ist-Antriebskräfte von allen der vier Räder verursachen. Wenn die Differentialsperrmechanismen für alle der mittleren, vorderen und hinteren Differentiale vorgesehen sind, wird das Durchdrehen der drei Räder keine Verringerung der Ist-Antriebskräfte von allen der vier Räder verursachen.

[0013] Daher weist das Kraftfahrzeug mit Allradantrieb im Stand der Technik einen Sperrdifferentialmechanismus in der Form eines Differentialsperrmechanismus für mindestens eines der mittleren, vorderen und hinteren Differentiale auf, um das Anfahr- und Fahrverhalten des Fahrzeugs auf einer einen niedrigen Reibungskoeffizienten aufweisenden oder schlechten Straßenoberfläche zu verbessern. Das Vorsehen des Sperrdifferentialmechanismus führt unvermeidlich zu einer beträchtlichen Erhöhung der Herstellungskosten und des Gewichts des Fahrzeugs.

Stand der Technik

[0014] DE-AS-1 174 179 offenbart eine Anordnung zum Steuern des Rutschens von mittels eines Ausgleichgetriebes angetriebenen Fahrzeugrädern eines Kraftfahrzeugs. Diese Entgegenhaltung lehrt, dass in Abhängigkeit von einer Messwertdifferenz eine Beaufschlagung der Bremse des Fahrzeugrads mit der höheren Drehzahl ausgelöst wird. Die erfasste Drehzahldifferenz der beiden Räder wird zur Festlegung der Auslösung der Bremsbeaufschlagung herangezogen, hat aber keinen Einfluss auf die Höhe der auf das zu regelnde Antriebsrad ausgeübten Bremskraft.

[0015] Die Patentschrift DE-C2-36 12 170 offenbart eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 der vorliegenden Erfindung. Gemäß der Lehre dieses Standes der Technik wird eine Referenzgeschwindigkeit, die aus den Radumfangsgeschwindigkeiten der zu regelnden Räder bestimmt wird, verwendet. Im Fall einer Geradeausfahrt des Fahrzeugs wird die niedrigste Radumfanggeschwindigkeit der Räder als die Fahrzeuggeschwindigkeit verwendet. Die auf diese Weise bestimmte Fahrzeuggeschwindigkeit wird verwendet, um einen Schwellenwert zur Auslösung der Aktivierung der Radbremse des betreffenden Rads zu bestimmen. Wenn die Geschwindigkeit bspw. des linken Vorderrades gleich oder größer dem Schwellenwert ist, wird die Radbremse des linken Vorderrads aktiviert.

Aufgabenstellung

[0016] Es ist demgemäß Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zum Steuern von Ist-Antriebskräften, die auf Antriebsräder eines Kraftfahrzeugs mit Allradantrieb auszuüben sind, um die Ist-Antriebskräfte zu maximieren, unter Verwendung einer Bremse, die für jedes Antriebsrad vorgesehen ist, und ohne Verwendung eines ausschließlich dafür ausgelegten Sperrdifferentialmechanismus zu schaffen.

[0017] Die vorhergehende Aufgabe kann gemäß einem zweiten Aspekt dieser Erfindung gelöst werden, welcher eine Vorrichtung zum Steuern eines Istwerts einer Antriebskraft schafft, die zwischen einer Straßenoberfläche und jedem von vier Antriebsrädern erzeugt wird, die aus einem vorderen rechten Antriebsrad, einem vorderen linken Antriebsrad, einem hinteren rechten Antriebsrad und einem hinteren linken Antriebsrad eines Kraftfahrzeugs mit Allradantrieb bestehen, die (a) eine Antriebskraftquelle zum Antreiben der vier Antriebsräder, (b) ein vorderes Differential, das die vorderen rechten und linken Antriebsräder derart verbindet, daß eine Differenz zwischen Drehzahlen der vorderen rechten und linken Antriebsräder zugelassen wird, (c) ein hinteres Differential, das die hinteren rechten und linken Antriebsräder derart verbindet, daß eine Differenz zwischen Drehzahlen der hinteren rechten und linken Antriebsräder zugelassen wird, (d) ein mittleres Differential, das Antriebswellen der vorderen und hinteren Differentiale derart verbindet, daß eine Differenz zwischen Drehzahlen der Antriebswellen zugelassen wird, und (e) vier Bremsen zum voneinander unabhängigen Bremsen jeweiliger der vier Antriebsräder beinhaltet, wobei das mittlere Differential ein Antriebsdrehmoment der Antriebskraftquelle zu den Antriebswellen der vorderen und hinteren Differentiale verteilt, das vordere Differential ein Drehmoment, das von seiner Antriebswelle aufgenommen wird, gleichmäßig zu den vorderen rechten und linken Antriebsrädern verteilt, um dadurch die Antriebskraft zwischen der Straßeno-

berfläche und jedem der vorderen rechten und linken Antriebsräder zu erzeugen, das hintere Differential ein Drehmoment, das von seiner Antriebswelle aufgenommen wird, gleichmäßig zu den hinteren rechten und linken Antriebsrädern verteilt, um dadurch die Antriebskraft zwischen der Straßenoberfläche und jedem der hinteren rechten und linken Antriebsräder zu erzeugen, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung aufweist: vier Raddrehzahlsensoren zum Erfassen der Drehzahlen jeweiliger der vier Antriebsräder; und eine Bremsensteuervorrichtung, die auf Ausgangssignale der vier Raddrehzahlsensoren reagiert und betriebsbereit ist, wenn die vier Antriebsräder ein erstes und ein zweites Antriebsrad aufweisen, die unterschiedliche kritische Werte der Antriebskraft bezüglich der Straßenoberfläche aufweisen, wobei der kritische Wert der Antriebskraft des ersten Antriebsrads kleiner als der des zweiten Antriebsrads ist und die Bremsensteuervorrichtung eine der vier Bremsen betätigt, welche dem ersten Antriebsrad entspricht, um dadurch ein Bremsdrehmoment auf das erste Antriebsrad zum Erhöhen eines Scheinwerts der Antriebskraft des ersten Antriebsrads auszuüben, um den Istwert des zweiten Antriebsrads zu erhöhen.

[0018] Die Radantriebskraftsteuervorrichtung, die gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung aufgebaut ist, der vorhergehend beschrieben worden ist, ist aus den gleichen Gründen, wie sie vorhergehend bezüglich des ersten Aspekts der Erfindung beschrieben worden sind, in der Lage, die Ist-Antriebskraft von jedem der vier Antriebsräder, ohne einen Sperrdifferentialmechanismus verwenden zu müssen, zu maximieren.

[0019] Bei der vorliegenden Vorrichtung kann das mittlere Differential angeordnet werden, um entweder gleichmäßig oder ungleichmäßig das Eingangsantriebsdrehmoment zu den vorderen und hinteren Differentialen zu verteilen. In dem Fall, in dem das mittlere Differential für eine ungleichmäßige Verteilung des Eingangsantriebsdrehmoments zu den vorderen und hinteren Differentialen angeordnet ist, kann das Verteilungsverhältnis entweder fest oder veränderbar sein.

[0020] Gemäß einer ersten bevorzugten Ausgestaltung der Vorrichtung des zweiten Aspekts dieser Erfindung beinhaltet die Bremsensteuervorrichtung eine Steuereinrichtung, die betriebsbereit ist, wenn die vier Antriebsräder ein Antriebsrad mit niedrigster Drehzahl beinhalten, dessen Drehzahl die niedrigste von allen der vier Antriebsräder ist. Die Steuereinrichtung ist in der Lage, drei Bremsen der vier Bremsen zu steuern, wobei diese drei Bremsen jeweiligen drei Antriebsrädern entsprechen, die die vier Antriebsräder ausgenommen des Antriebsrads mit niedrigster Drehzahl sind. Die Steuereinrichtung steuert die drei Bremsen unter Verwendung der niedrigsten Drehzahl des Antriebsrads mit niedrigster Drehzahl als eine Referenzraddrehzahl derart, daß eine Differenz der Drehzahl von jedem der drei Antriebsräder von der Referenzraddrehzahl im wesentlichen auf Null gesetzt wird.

[0021] In der vorhergehenden ersten bevorzugten Ausgestaltung der Vorrichtung wird die niedrigste Drehzahl des Antriebsrads mit niedrigster Drehzahl als die Referenzraddrehzahl zum derartigen Steuern der Bremsen für die anderen drei Antriebsräder verwendet, daß die Drehzahlen dieser drei Antriebsräder gesteuert werden, um sich der Referenzraddrehzahl anzunähern. Demgemäß wird die Differenz der Drehzahlen der vorderen rechten und linken Räder, die durch das vordere Differential miteinander verbunden sind, zu Null hin verringert und wird die Differenz der Drehzahlen der hinteren rechten und linken Räder, die durch das hintere Differential miteinander verbunden sind, ebenso zu Null hin verringert. Weiterhin wird die Differenz der Drehzahlen der Abtriebswellen des mittleren Differentials (Antriebswellen der vorderen und hinteren Differentiale) ebenso zu Null hin verringert. Daher sieht die vorliegende Ausgestaltung der Vorrichtung im wesentlichen die gleiche Wirkung, wie sie durch den Sperrdifferentialmechanismus vorgesehen wird, für alle der mittleren, vorderen und hinteren Differentiale vor.

[0022] Demgemäß stellt die Radantriebskraftsteuervorrichtung gemäß der ersten bevorzugten Ausgestaltung des zweiten Aspekts dieser Erfindung ein verbessertes Anfahr- und Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs mit Allradantrieb sicher.

[0023] Die Radantriebskraftsteuervorrichtung gemäß der ersten bevorzugten Ausgestaltung, welche in der Lage ist, das Anfahr- und Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs zu verbessern, wie es vorhergehend beschrieben worden ist, läßt nicht zu, daß sich die vier Antriebsräder mit unterschiedlichen Drehzahlen drehen und neigt daher während einer Kurvenfahrt des Fahrzeugs dazu, an einer sogenannten "Erscheinung eines Bremsens in einer engen Kurve" zu leiden. Weiterhin läßt diese Vorrichtung nicht zu, daß der Fahrzeugführer eine Durchdreh- oder Durchrutschwirkung eines gegebenen Antriebsrads oder von gegebenen Antriebsrädern erkennt, welche aufgrund eines Springens von diesem weg von der Straßenoberfläche (zum Beispiel einer holprigen Straßenoberfläche) auftreten kann. Anders ausgedrückt läßt die Vorrichtung nicht zu, daß der Fahrzeugführer eine ausreichende Information bezüglich des Straßenoberflächenzustands erhält.

[0024] Es ist deshalb eine optionale Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen gewissen Differenzgrad der Drehzahlen der vier Antriebsräder zuzulassen, um dadurch die Erscheinung eines Bremsens in einer engen Kurve zu verhindern und zuzulassen, daß der Fahrzeugführer eine ausreichende Informa-

tion bezüglich des Straßenoberflächenzustands erhält.

[0025] Die vorhergehende optionale Aufgabe kann gemäß einer zweiten bevorzugten Ausgestaltung des zweiten Aspekts dieser Erfindung gelöst werden, bei dem die Bremsensteuervorrichtung eine Steuereinrichtung zum Berechnen eines Gesamtdrehzahlsteuerfehlers für jedes der vorderen rechten und linken Antriebsräder und eines Gesamtdrehzahlsteuerfehlers für jedes der hinteren rechten und linken Antriebsräder beinhaltet. Der Gesamtdrehzahlsteuerfehler für jedes vordere Antriebsrad besteht aus einer ersten Fehlerkomponente, welche eine Differenz ist, die durch Subtrahieren einer Hälfte einer mittleren Drehzahl der hinteren rechten und linken Antriebsräder von einer Hälfte einer mittleren Drehzahl der vorderen rechten und linken Antriebsräder erzielt wird, und einer zweiten Fehlerkomponente, welche eine Differenz ist, die durch Subtrahieren der mittleren Drehzahl der vorderen rechten und linken Antriebsräder von der Drehzahl jedes vorderen Antriebsrads erzielt wird. Der Gesamtdrehzahlsteuerfehler für jedes hintere Antriebsrad besteht aus einer ersten Fehlerkomponente, welche eine Differenz ist, die durch Subtrahieren einer Hälfte einer mittleren Drehzahl der vorderen rechten und linken Antriebsräder von einer Hälfte einer mittleren Drehzahl der hinteren rechten und linken Antriebsräder erzielt wird, und einer zweiten Fehlerkomponente, welche eine Differenz ist, die durch Subtrahieren der mittleren Drehzahl der hinteren rechten und linken Antriebsräder von der Drehzahl jedes hinteren Antriebsrads erzielt wird. Die Steuereinrichtung ist in der Lage, jede der vier Bremsen, welche jedem der vier Antriebsräder entspricht, dessen Gesamtdrehzahlsteuerfehler ein positiver Wert ist, derart zu steuern, daß der positive Gesamtdrehzahlsteuerfehler jedes Antriebsrads im wesentlichen auf Null gesetzt wird.

[0026] Bei der Radantriebskraftsteuervorrichtung gemäß der zweiten bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung, die vorhergehend beschrieben worden ist, wird der Gesamtdrehzahlsteuerfehler für jedes der vorderen rechten und linken Antriebsräder als die Summe der ersten Fehlerkomponente und der zweiten Fehlerkomponente erzielt, wenn die Steuerwerte zum Steuern der Bremsen der vorderen Räder geeignet sind, um die Drehzahldifferenz des mittleren Differentials und die Drehzahldifferenz des vorderen Differentials auf Null zu setzen. Die erste Fehlerkomponente wird durch Subtrahieren einer Hälfte der mittleren Drehzahl der hinteren rechten und linken Räder von einer Hälfte der mittleren Drehzahl der vorderen rechten und linken Räder erzielt, während die zweite Fehlerkomponente durch Subtrahieren der mittleren Drehzahl der vorderen Antriebsräder von der Drehzahl von jedem vorderen Antriebsrad erzielt wird. Andererseits wird der Gesamtdrehzahlsteuerfehler für jedes der hinteren rechten und linken Antriebsräder als die Summe der ersten Fehlerkomponente und der zweiten Fehlerkomponente erzielt, wenn die Steuerwerte zum Steuern der Bremsen der hinteren Räder geeignet sind, um die Drehzahldifferenz des mittleren Differentials und die Drehzahldifferenz des hinteren Differentials auf Null zu setzen. Die erste Fehlerkomponente für die hinteren Antriebsräder wird durch Subtrahieren einer Hälfte der mittleren Drehzahl der vorderen Antriebsräder von einer Hälfte der mittleren Drehzahl der hinteren Antriebsräder erzielt, während die zweite Fehlerkomponente für die hinteren Antriebsräder durch Subtrahieren der mittleren Drehzahl der hinteren Antriebsräder von der Drehzahl jedes hinteren Antriebsrads erzielt wird. Jedoch können die Drehzahlen der Antriebsräder durch die Bremsen lediglich in dem Fall gesteuert werden, in dem der Gesamtdrehzahlsteuerfehler ein positiver Wert ist. Das heißt, die Bremsen können nur verwendet werden, wenn die Drehzahlen der Antriebsräder verringert werden, und können nicht verwendet werden, um die Drehzahlen der Antriebsräder anzuheben. Daher läßt die vorliegende Ausgestaltung der Erfindung einige Grade einer Differenz zwischen den Drehzahlen der vorderen und hinteren Räder, einer Differenz zwischen den Drehzahlen der vorderen rechten und linken Räder und einer Differenz zwischen den Drehzahlen der hinteren rechten und linken Räder zu. Anders ausgedrückt, es wird zugelassen, daß sich die vier Antriebsräder in einigem Ausmaß mit zueinander unterschiedlichen Drehzahlen drehen.

[0027] Deshalb verhindert die Vorrichtung gemäß der zweiten bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung, die vorhergehend beschrieben worden ist, die Erscheinung eines Bremsens in einer engen Kurve und läßt zu, daß der Fahrzeugführer eine ausreichende Information bezüglich des Straßenoberflächenzustands erhält.

[0028] Während die Vorrichtung gemäß der ersten bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung im wesentlichen die gleiche Wirkung vorsieht, wie sie vorgesehen wird, wenn die Sperrdifferentialmechanismen für die mittleren, vorderen und hinteren Differentiale vorgesehen sind, wie es vorhergehend beschrieben worden ist, sieht die Vorrichtung gemäß der zweiten bevorzugten Ausgestaltung im wesentlichen die gleiche Wirkung vor, wie sie vorgesehen wird, wenn der Sperrdifferentialmechanismus lediglich für das mittlere Differential vorgesehen ist, aber diese Wirkung ist kleiner als die, die vorgesehen wird, wenn die Sperrdifferentialmechanismen für alle der drei Differentiale vorgesehen sind.

[0029] Gemäß einer dritten bevorzugten Ausgestaltung des zweiten Aspekts dieser Erfindung beinhaltet die Bremsensteuervorrichtung eine Steuereinrichtung zum Steuern von zwei Bremsen der vier Bremsen, welche einem eines ersten Paars von Rädern,

das aus den vorderen rechten und linken Rädern besteht, und eines zweiten Paars von Rädern entsprechen, das aus den hinteren rechten und linken Antriebsrädern besteht. Das zuvor angegebene eine der ersten und zweiten Paare weist eine höhere mittlere Drehzahl als das andere der ersten und zweiten Paare auf. In diesem Fall steuert die Steuereinrichtung die zwei Bremsen derart, daß die mittlere Drehzahl des einen der ersten und zweiten Paare zu der mittleren Drehzahl des anderen der ersten und zweiten Paare hin verringert wird.

[0030] Die Radantriebskraftsteuervorrichtung gemäß der dritten bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung, die vorhergehend beschrieben worden ist, ist in der Lage, die Bremsen durch Berücksichtigen der Drehzahldifferenz zwischen den vorderen und hinteren Antriebsrädern, das heißt, der Drehzahldifferenz des mittleren Differentials, aber unter Nichtberücksichtigung der Drehzahldifferenz zwischen den rechten und linken Antriebsrädern zu steuern.

[0031] Diese dritte bevorzugte Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sieht im wesentlichen die gleiche Wirkung vor, wie sie vorgesehen wird, wenn der Sperrdifferentialmechanismus für lediglich das mittlere Differential vorgesehen wird.

[0032] Gemäß einer vierten bevorzugten Ausgestaltung des zweiten Aspekts der Erfindung beinhaltet die Bremsensteuervorrichtung mindestens zwei Steuereinrichtungen, die aus der Steuereinrichtung gemäß der ersten bevorzugten Ausgestaltung, der Steuereinrichtung gemäß der zweiten bevorzugten Ausgestaltung und der Steuereinrichtung gemäß der dritten bevorzugten Ausgestaltung ausgewählt sind. In diesem Fall beinhaltet die Bremsensteuervorrichtung weiterhin eine Einrichtung zum selektiven Freigeben zum selektiven Freigeben von einer der mindestens zwei Steuereinrichtungen zum Arbeiten.

[0033] Die Radantriebskraftsteuervorrichtung gemäß der vierten bevorzugten Ausgestaltung, die vorhergehend beschrieben worden ist, sieht einen erhöhten Freiheitsgrad beim derartigen Steuern der Bremsen, daß die Antriebskräfte der Antriebsräder gesteuert werden, gegenüber der Vorrichtung gemäß der ersten, zweiten oder dritten bevorzugten Ausgestaltung vor, welche lediglich eine der drei Steuereinrichtungen beinhalten, die vorhergehend beschrieben worden sind.

[0034] Die Einrichtung zum selektiven Freigeben kann eine Bestimmungseinrichtung zum Bestimmen, ob sich das Fahrzeug in einem Zustand befindet, in welchem ein Anfahren des Kraftfahrzeugs schwierig ist, und eine Auswahleinrichtung zum Auswählen der Steuereinrichtung gemäß der ersten bevorzugten Ausgestaltung, wenn die Bestimmungseinrichtung bestimmt, daß sich das Kraftfahrzeug in dem zuvor angegebenen Zustand befindet, und zum Auswählen einer der Steuereinrichtungen gemäß den zweiten und dritten bevorzugten Ausgestaltungen, wenn die Bestimmungseinrichtung bestimmt, daß sich das Kraftfahrzeug nicht in dem zuvor angegebenen Zustand befindet, beinhalten. In diesem Fall kann die Einrichtung zum selektiven Freigeben eine Einrichtung zum Bestimmen, ob die Drehzahl von irgendeinem der vier Antriebsräder im wesentlichen Null ist, und eine Bestimmungseinrichtung zum Bestimmen, ob eine mittlere Drehzahl der vorderen rechten und linken Antriebsräder im wesentlichen gleich einer mittleren Drehzahl der hinteren rechten und linken Antriebsräder ist, beinhalten. Die Bestimmungseinrichtung bestimmt, daß sich das Kraftfahrzeug in dem zuvor angegebenen Zustand befindet, wenn die Drehzahl von irgendeinem der vier Antriebsräder im wesentlichen Null ist und wenn die mittleren Drehzahlen der vorderen rechten und linken Antriebsräder und der hinteren rechten und linken Antriebsräder im wesentlichen gleich zueinander sind.

[0035] Alternativ kann die Einrichtung zum selektiven Freigeben eine Bestimmungseinrichtung zum Bestimmen, ob irgendeines mindestens eines bedienergesteuerten Teils in eine Stellung zum Auswählen der Steuereinrichtung gemäß der ersten bevorzugten Ausgestaltung versetzt ist, und eine Einrichtung zum Freigeben der Steuereinrichtung gemäß der ersten bevorzugten Ausgestaltung beinhalten, wenn die Bestimmungseinrichtung bestimmt, daß irgendeines des zuvor angegebenen mindestens einen bedienergesteuerten Teils in die Stellung versetzt ist.

Ausführungsbeispiel

[0036] Die vorliegende Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert.

[0037] Es zeigen:

[0038] **Fig.** 1 eine schematische Draufsicht eines Antriebssystems eines mit einer gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel dieser Erfindung aufgebauten Radantriebskraftsteuervorrichtung ausgestatteten Kraftfahrzeugs mit Allradantrieb;

[0039] **Fig.** 2 eine Ansicht eines Bremssystems in dem Kraftfahrzeug mit Allradantrieb in **Fig.** 1;

[0040] **Fig.** 3 ein Blockschaltbild einer elektrischen Anordnung der Radantriebskraftsteuervorrichtung;

[0041] **Fig.** 4 ein Flußdiagramm einer gemäß einem in einem Nur-Lese-Speicher der Radantriebskraftsteuervorrichtung gespeicherten Programm ausgeführten Radantriebskraftsteuerroutine;

[0042] **Fig.** 5 bis 12 Ansichten zum Erklären des In-

halts des Radantriebskraftsteuerns gemäß der Routine in **Fig.** 4;

[0043] **Fig.** 13 ein Flußdiagramm einer gemäß einem in einem Nur-Lese-Speicher einer gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung aufgebauten Radantriebskraftsteuervorrichtung gespeicherten Programm ausgeführten Radantriebskraftsteuerroutine;

[0044] **Fig.** 14 und 15 Ansichten zum Erklären der Beziehung zwischen den Ausführungsbeispielen in den **Fig.** 1 und 13;

[0045] **Fig.** 16 ein Flußdiagramm einer gemäß einem in dem Nur-Lese-Speicher einer gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel dieser Erfindung aufgebauten Radantriebskraftsteuervorrichtung gespeicherten Programm ausgeführten Radantriebskraftsteuerroutine;

[0046] **Fig.** 17 ein Flußdiagramm einer in dem dritten Ausführungsbeispiel ausgeführten Routine zum Auswählen einer zweiten Drehzahlsteuerbetriebsart, um die in der Routine in **Fig.** 16 verwendete Drehzahlsteuerbetriebsart auszuwählen.

[0047] **Fig.** 18 ein Blockschaltbild einer elektrischen Anordnung einer gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel dieser Erfindung aufgebauten Radantriebskraftsteuervorrichtung; und

[0048] **Fig.** 19 ein Flußdiagramm einer gemäß einem in dem Nur-Lese-Speicher der Vorrichtung des vierten Ausführungsbeispiels in **Fig.** 18 gespeicherten Programm ausgeführten Radantriebskraftsteuerroutine.

[0049] Es folgt die Beschreibung von Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung.

[0050] Nachstehend erfolgt die Beschreibung eines ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

[0051] Es wird zuerst auf **Fig.** 1 verwiesen, in der schematisch ein Antriebssystem eines Kraftfahrzeugs mit Allradantrieb gezeigt ist, das mit einer Radantriebskraftsteuervorrichtung ausgestattet ist, die gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel dieser Erfindung aufgebaut ist. Das Kraftfahrzeug weist ein Paar von vorderen Rädern, das heißt, rechte und linke vordere Räder **10**, welche durch eine vordere Differentialgetriebeeinheit **12** (hier im weiteren Verlauf als "vorderes Differential **12**" bezeichnet) miteinander verbunden sind, und ein Paar von hinteren Rädern, das heißt, rechte und linke hintere Räder **14** auf, welche durch eine hintere Differentialgetriebeeinheit **16** (hier im weiteren Verlauf als "hinteres Differential **16**" bezeichnet) miteinander verbunden sind. Diese vorderen und hinteren Differentiale **12**, **16** sind durch eine mittlere Differentialgetriebeeinheit **18** (hier im weiteren Verlauf als "mittleres Differential **18**" bezeichnet) miteinander verbunden. Das mittlere Differential **18** weist eine vordere Abtriebswelle **20** und eine hintere Abtriebswelle **22** auf, welche als eine Antriebswelle des vorderen Differentials **12** bzw. eine Antriebswelle des hinteren Differentials **16** dienen.

[0052] Das mittlere Differential **18** weist eine Antriebswelle **23** auf, welche ein Drehmoment von einer Antriebskraftquelle in der Form eines Motors (E/G) bzw. einer Brennkraftmaschine **24** durch ein Getriebe (T/M) **26** und ein Verteilergetriebe **28** in der Reihenfolge der Beschreibung aufnimmt. Das Drehmoment, das von der Antriebswelle **24** aufgenommen wird, wird durch das mittlere Differential **18** gleichmäßig zu dem vorderen und hinteren Differential **12**, **16** verteilt. Das Verteilergetriebe **28** weist einen Zustand eines lang bzw. hoch übersetzten Gangs und einen Zustand eines kurz bzw. niedrig übersetzten Gangs auf, in welchen das Drehmoment des Motors **24** mit einer langen Übersetzung bzw. einer kurzen Übersetzung zu dem mittleren Differential **18** übertragen wird. Das Verteilergetriebe **28** befindet sich durch eine Betätigung eines bedienergesteuerten Verteilergetriebeschaltteils **30** wahlweise in dem Zustand eines lang übersetzten Gangs oder eines kurz übersetzten Gangs.

[0053] Jedes Rad **10**, **14** des Kraftfahrzeugs ist mit einer hydraulisch betätigten Scheibenbremse **40** versehen, welche einen Scheibenrotor **42**, der sich mit dem Rad **10**, **14** dreht und eine hydraulische Betätigungsvorrichtung **44** beinhaltet, welche ein Paar von Bremsbelägen und einen Radbremszylinder **56** beinhaltet, der hydraulisch betätigt wird, um die Bremsbeläge auf die gegenüberliegenden Oberflächen des Scheibenrotors **42** zu drücken, um dadurch das Rad **10**, **14** zu bremsen.

[0054] Das heißt, das Kraftfahrzeug weist ein Bremssystem auf, wie es in **Fig.** 2 gezeigt ist, welches die vier Bremsen **40** für die jeweiligen vier Antriebsräder **10**, **14** beinhaltet. Das Bremssystem beinhaltet weiterhin ein bedienergesteuertes Bremsenbetätigungsteil in der Form eines Bremspedals **50** und einen Hauptzylinder **54**, der durch einen Bremskraftverstärker **52** betrieblich mit dem Bremspedal **50** verbunden ist. Der Hauptzylinder **54** ist vom Tandemtyp, der zwei gegenseitig unabhängige Druckkammern aufweist, die in Reihe angeordnet sind. Ein Hydraulikdruck wird in den zwei Druckkammern des Hauptzylinders **54** derart mechanisch erzeugt, daß sich der erzeugte Hydraulikdruck mit einer Betätigungskraft ändert, die auf das Bremspedal **50** wirkt. Eine der zwei Druckkammern des Hauptzylinders **54** ist durch einen Fluiddurchgang **58** mit den Bremszylindern **56** der Bremsen **40** für die vorderen Antriebsräder **10** verbunden, während die andere Druckkammer durch

einen anderen Fluiddurchgang **58** mit den Bremszylindern **56** der Bremsen **40** für die hinteren Antriebsräder **14** verbunden ist. Eine Hydraulikdrucksteuervorrichtung **60** ist zum Steuern der Hydraulikdrücke, die auf die einzelnen Bremsen **40** auszuüben sind, mit den Fluiddurchgängen **58** verbunden.

[0055] Die Hydraulikdrucksteuervorrichtung **60** weist eine Mehrzahl von Betriebszuständen auf, die einen Druckerhöhungszustand für eine Fluidübertragung zwischen dem Hauptzylinder **54** und dem Radbremszylinder **56** und einen Druckverringerungszustand für eine Fluidübertragung zwischen dem Radbremszylinder **56** und einem Behälter (nicht gezeigt) beinhalten. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist die Hydraulikdrucksteuervorrichtung **60** drei Betriebszustände auf, die aus den Druckerhöhungs- und Druckverringerungszuständen, die zuvor angegeben worden sind, und einem Druckhaltezustand bestehen, in welchem der Radbremszylinder **56** von sowohl dem Hauptzylinder **54** als auch dem Behälter getrennt ist. Diese drei Betriebszustände werden wahlweise durch magnetbetätigte Ventile gebildet, wenn sich die Hydraulikdrucksteuervorrichtung **60** in einer Antriebskraftsteuerbetriebsart befindet. Normalerweise befindet sich die Steuervorrichtung **60** in der pruckerhöhungsbetriebsart, in welcher der Hydraulikbremsdruck, der auf jeden Radbremszylinder **56** ausgeübt wird, in Übereinstimmung mit der Betätigungskraft gesteuert wird, die auf das Bremspedal **50** wirkt.

[0056] Die Hydraulikdrucksteuervorrichtung **60** kann ein Dreistellungsventil, das Druckerhöhungs-, Druckverringerungs- und Druckhaltezustände aufweist, für den Bremszylinder **56** für jedes der vier Antriebsräder **10**, **14** verwenden. Alternativ kann die Steuervorrichtung **60** ein Zweistellungsventil, das die Druckerhöhungs- und Druckhaltezustände aufweist, und ein anderes Zweistellungsventil, das die Druckverringerungs- und Druckhaltezustände aufweist, für jedes Antriebsrad **10**, **14** verwenden. Die Steuervorrichtung **60** kann derart aufgebaut sein, daß der Bremszylinder **56** für jedes Antriebsrad **10**, **14** mit einer Drucksteuerkammer verbunden ist, welche teilweise durch einen Steuerkolben definiert ist, der in einer Bohrung, die in einem Gehäuse ausgebildet ist, fluiddicht und gleitbar aufgenommen ist. In diesem Fall wird der Steuerkolben durch eine geeignete Betätigungsvorrichtung angetrieben, die in der Lage ist, eine elektrische Energie in eine mechanische Energie zu wandeln. Die Betätigungsvorrichtung kann zum Beispiel ein Elektromotor oder ein piezoelektrisches Element sein. Der Hydraulikdruck in jedem Radbremszylinder **56** kann durch Lageeinstellung des Steuerkolbens gesteuert werden.

[0057] Es wird als nächstes auf das Blockschaltbild in **Fig.** 3 verwiesen, in dem eine elektrische Anordnung der vorliegenden Radantriebskraftsteuervorrichtung dargestellt ist, welche eine Steuereinrichtung **70** aufweist, die prinzipiell durch einen Computer **78** gebildet ist, welcher eine zentrale Verarbeitungseinheit bzw. CPU **72**, einen Nur-Lese-Speicher bzw. ROM **74** und einen Direktzugriffsspeicher bzw. RAM **76** beinhaltet. Mit dem Eingang der Steuereinrichtung **70** sind vier Raddrehzahlsensoren **80**, ein Gaspedalsensor **82** und ein Bremspedalsensor **84** verbunden. Die Raddrehzahlsensoren **80** sind in der Lage, Drehzahlen der jeweiligen Antriebsräder **10**, **14** zu erfassen. Der Gaspedalsensor **82** ist in der Lage, eine Betätigung eines Gaspedals oder eines anderen Fahrzeugbeschleunigungsteils durch den Fahrzeugführer zu erfassen. Der Bremspedalsensor **84** ist in der Lage, eine Betätigung des Bremspedals **50** durch den Fahrzeugführer zu erfassen. Mit dem Ausgang der Steuereinrichtung **70** ist die zuvor angegebene Hydraulikdrucksteuervorrichtung **60** verbunden. Der ROM **74** speichert verschiedene Steuerprogramme und die CPU **72** arbeitet in Übereinstimmung mit diesen Steuerprogrammen, während eine Funktion eines vorübergehenden Speicherns von Daten des RAM **76** verwendet wird, um die Hydraulikdrucksteuervorrichtung **60** elektrisch zu steuern, um dadurch die Antriebskräfte der Antriebsräder **10**, **14** zu steuern.

[0058] Der ROM **74** der Steuereinrichtung **70** speichert ein Steuerprogramm zum Ausführen einer Radantriebskraftsteuerroutine, wie sie in dem Flußdiagramm in **Fig.** 4 dargestellt ist. Zunächst wird das Konzept erklärt, das dieser Radantriebskraftsteuerroutine zugrunde liegt.

[0059] Die Radantriebskraftsteuerroutine in **Fig.** 4 ist derart formuliert, daß sie eine Differenz zwischen den Drehzahlen der vorderen und hinteren Abtriebswellen **20**, **22** des mittleren Differentials **18**, eine Differenz zwischen den Drehzahlen der Abtriebswellen des vorderen Differentials **12** (eine Differenz zwischen den Drehzahlen der vorderen rechten und linken Räder **10**) und eine Differenz zwischen den Drehzahlen der Abtriebswellen des hinteren Differentials **16** (eine Differenz zwischen den Drehzahlen der hinteren rechten und linken Räder **14**) minimiert.

[0060] Die Radantriebskraftsteuerroutine in **Fig.** 4 wird bezüglich eines bestimmten Beispiels eines Laufzustands des Kraftfahrzeugs erklärt, wie es in **Fig.** 5 dargestellt ist. In diesem Beispiel sind die Drehzahlen der vier Antriebsräder **10**, **14** zueinander unterschiedlich. Genauer gesagt sind die Drehzahlen der vorderen linken und rechten Räder **10** als "4" bzw. "3" bezeichnet, während die Drehzahlen der hinteren linken und rechten Räder **14** als "1" bzw. "2" bezeichnet sind. Demgemäß beträgt die Drehzahl der vorderen Abtriebswelle **20** des mittleren Differentials **18** "3,5", während die Drehzahl der hinteren Abtriebswelle **22** des mittleren Differentials **18** "1,5" beträgt, so daß die Drehzahldifferenz des mittleren Differentials **18** gleich "2" beträgt. Die Drehzahldifferenz des

vorderen Differentials **12** beträgt "1" und die des hinteren Differentials **16** beträgt ebenso gleich "1".

[0061] Die Drehzahldifferenz des mittleren Differentials **18** und die Drehzahldifferenz des vorderen Differentials **12** können durch geeignetes Steuern der Bremsen **40** für die vorderen Antriebsräder **10**, genauer gesagt, durch geeignetes Steuern der Hydraulikdrücke in den Bremszylindern **56** für die vorderen Antriebsräder **10** verringert werden, um die Drehzahlen dieser Räder **10** zu ändern (zu verringern). Der Wert einer Änderung der Drehzahlen der Räder **10** durch eine Betätigung der Bremsen **40** wird als "Drehzahlsteuerwerte" der Räder **10** bezeichnet. Der Ausdruck "Drehzahlsteuerwerte" wird ebenso für die hinteren Antriebsräder **14** verwendet.

[0062] Um die Drehzahldifferenz "2" des mittleren Differentials **18** zu beseitigen, müssen die Drehzahlen der vorderen rechten und linken Räder **10** um einen Gesamtwert von "2" verringert werden. Da das vordere Differential **12** in der Lage ist, das Antriebsdrehmoment von dem mittleren Differential **18** gleichmäßig zu den vorderen rechten und linken Rädern **10** zu verteilen, muß die Drehzahl jedes vorderen Rads **10** um "1" verringert werden. Das heißt, der Drehzahlsteuerwert für jedes vordere Antriebsrad **10** beträgt "1", wie es in **Fig.** 6 dargestellt ist. In dem Fall, in dem der Drehzahlsteuerwert ein positiver Wert ist, wird die Drehzahl verringert. In dem Fall, in dem der Drehzahlsteuerwert ein negativer Wert ist, wird die Drehzahl erhöht. In dieser Hinsicht ist es anzumerken, daß die Drehzahl durch eine Bremsenbetätigung an dem Rad verringert werden kann, aber durch die Bremsbetätigung nicht angehoben werden kann.

[0063] Um die Drehzahldifferenz "1" des vorderen Differentials **12** zu beseitigen, muß der Drehzahlsteuerwert für das vordere linke Rad **10** "+0,5" betragen, während der Drehzahlsteuerwert für das vordere rechte Rad **10** "–0,5" betragen muß, wie es in **Fig.** 7 dargestellt ist. Anders ausgedrückt, die Drehzahl des vorderen linken Rads **10** muß um "0,5" verringert werden, während die Drehzahl des vorderen rechten Rads **10** um "0,5" angehoben werden muß.

[0064] Demgemäß beträgt der Gesamtdrehzahlsteuerwert für das vordere linke Rad **10** "1,5", während der Gesamtdrehzahlsteuerwert für das vordere rechte Rad **10** "0,5" beträgt, wie es in **Fig.** 8 dargestellt ist.

[0065] In dem Fall, in dem die Drehzahldifferenz "2" des mittleren Differentials **18** und die Drehzahldifferenz "1" des hinteren Differentials **16** durch Steuern der Drehzahlen der hinteren linken und rechten Räder **14** beseitigt werden, muß der Gesamtdrehzahlsteuerwert für das hintere linke Rad **14** "–1,5" = –1 – 0,5 betragen, während der Gesamtdrehzahlsteuerwert für das hintere rechte Rad **14** "–0,5" = –1 + 0,5 betragen muß, wie es in den **Fig.** 9 und 10 dargestellt ist. Jedoch können die Drehzahlen der Räder **10**, **14** durch Steuern der Bremsen **40** nicht angehoben werden, wie es zuvor angegeben worden ist. Deshalb sind die endgültigen Drehzahlsteuerwerte für die hinteren Antriebsräder **14** beide auf Null gesetzt, wie es in **Fig.** 11 dargestellt ist.

[0066] Im Hinblick auf die vorhergehenden Ausführungen ist das vorliegende Ausführungsbeispiel in der Lage, einen Gesamtdrehzahlsteuerfehler für jedes der Antriebsräder **10**, **14** zu erzielen. Der Gesamtdrehzahlsteuerfehler ist eine Summe einer ersten Fehlerkomponente und einer zweiten Fehlerkomponente. Die erste Fehlerkomponente für jedes vordere Antriebsrad **10** ist eine Differenz, die durch Subtrahieren einer Hälfte der mittleren Drehzahl der zwei hinteren Räder **14** von einer Hälfte der mittleren Drehzahl der zwei vorderen Räder **10** erzielt wird. Die zweite Fehlerkomponente für jedes vordere Antriebsrad **10** ist eine Differenz, die durch Subtrahieren der mittleren Drehzahl der zwei vorderen Antriebsräder **10** von der Drehzahl des fraglichen vorderen Antriebsrads **10** erzielt wird. Die erste Fehlerkomponente für jedes hintere Antriebsrad **10** ist eine Differenz, die durch Subtrahieren einer Hälfte der mittleren Drehzahl der zwei vorderen Räder **10** von einer Hälfte der mittleren Drehzahl der zwei hinteren Räder **14** erzielt wird, während die zweite Fehlerkomponente für jedes hintere Antriebsrad **14** eine Differenz ist, die durch Subtrahieren der mittleren Drehzahl der zwei hinteren Antriebsräder **14** von der Drehzahl des fraglichen hinteren Antriebsrads **14** erzielt wird. Die Bremse **40** für jedes Rad **10**, **14**, deren Gesamtdrehzahlsteuerfehler ein positiver Wert ist, wird derart gesteuert, daß der Gesamtdrehzahlsteuerfehler im wesentlichen auf Null gesetzt wird.

[0067] Das bestimmte Beispiel in den **Fig.** 5 bis 11 sieht im wesentlichen das gleiche Ergebnis vor, wie es vorgesehen wird, wenn der Sperrdifferentialmechanismus für jedes der mittleren und vorderen Differentiale **18**, **12** vorgesehen ist. In einem Beispiel in **Fig.** 12 wird lediglich die Drehzahldifferenz des mittleren Differentials **18** auf Null gesetzt, während die Drehzahldifferenzen der vorderen und hinteren Differentiale **12**, **16** nicht auf Null gesetzt werden. In diesem Beispiel in **Fig.** 12 sieht das vorliegende Ausführungsbeispiel im wesentlichen das gleiche Ergebnis vor, wie es in dem Fall vorgesehen wird, in dem der Sperrdifferentialmechanismus lediglich für das mittlere Differential **18** vorgesehen ist. Anders ausgedrückt, die Wirkung, die durch die Radantriebskraftsteuervorrichtung vorgesehen wird, die in der Lage ist, die Bremsen **40** durch Steuern der Radantriebskräfte gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel zu steuern, ist mindestens die gleiche wie die Wirkung, die in dem Fall vorgesehen wird, in dem der Sperrdifferentialmechanismus lediglich für das mittlere Differential **18** vorgesehen ist, ist aber kleiner als

die Wirkung, die in dem Fall vorgesehen wird, in dem der Sperrdifferentialmechanismus für jedes der drei Differentiale **12**, **16**, **18** vorgesehen ist.

[0068] Es wird zurück auf das Flußdiagramm in **Fig.** 4 verwiesen. Die Radantriebskraftsteuerroutine wird mit einer vorbestimmten Zykluszeit ausgeführt, während die Betätigung des Fahrzeugbeschleunigungsteils von dem Gaspedalsensor **82** erfaßt wird, aber die Betätigung des Bremspedals **50** von dem Bremspedalsensor **84** nicht erfaßt wird, nachdem der Zündschalter des Fahrzeugs eingeschaltet worden ist. Die Routine wird mit einem Schritt S1 eingeleitet, um zu bestimmen, ob das Steuern der Radantriebskraft von dem Fahrzeugführer zugelassen wird. Wenn eine negative Entscheidung (NEIN) im Schritt S1 erzielt wird, wird ein Ausführungszyklus der Routine beendet. Wenn das Steuern der Radantriebskraft von dem Führer zugelassen wird, das heißt, wenn eine bejahende Entscheidung (JA) im Schritt S1 erzielt wird, geht der Steuerfluß zum Schritt S2, um die Drehzahlen V** (V_{FR}, V_{FL}, V_{RR}, V_{RL}) einzulesen, die von den Raddrehzahlsensoren **80** erfaßt werden, und die Drehzahlsteuerwerte für die einzelnen Antriebsräder **10**, **14**, das heißt, ΔV_{FR} für das vordere rechte Rad **10**, ΔV_{FL} für das vordere linke Rad **10**, ΔV_{RR} für das hintere rechte Rad **14** und ΔV_{RL} für das hintere linke Rad **14** in Übereinstimmung mit den folgenden Gleichungen zu berechnen, wie es vorhergehend beschrieben worden ist:

$$\Delta V_{FR} = [(V_{FR} + V_{FL}) - (V_{RR} + V_{RL})]/4 + (V_{FR} - V_{FM})$$

$$\Delta V_{FL} = [(V_{FR} + V_{FL}) - (V_{RR} + V_{RL})]/4 + (V_{FL} - V_{FM})$$

$$\Delta V_{RR} = [(V_{RR} + V_{RL}) - (V_{FR} + V_{FL})]/4 + (V_{RR} - V_{RM})$$

$$\Delta V_{RL} = [(V_{RR} + V_{RL}) - (V_{FR} + V_{FL})]/4 + (V_{RL} - V_{RM})$$

[0069] In den vorhergehenden Gleichungen ist der Ausdruck $[(V_{FR} + V_{FL}) - (V_{RR} + V_{RL})]/4$ die erste Fehlerkomponente für jedes vordere Antriebsrad **10** und ist der Ausdruck $[(V_{RR} + V_{RL}) - (V_{FR} + V_{FL})]/4$ die erste Fehlerkomponente für jedes hintere Antriebsrad **14**. Weiterhin sind die Ausdrücke $(V_{FR} - V_{FM})$ und $(V_{FL} - V_{FM})$ die zweiten Fehlerkomponenten für die vorderen rechten bzw. linken Antriebsräder **10**, während die Ausdrücke $(V_{RR} - V_{RM})$ und $(V_{RL} - V_{RM})$ die zweiten Fehlerkomponenten für die hinteren rechten bzw. linken Antriebsräder **14** sind.

[0070] Wenn der Drehzahlsteuerwert eines gegebenen Antriebsrads **10**, **14**, der in Übereinstimmung mit der zweckmäßigen Gleichung berechnet wird, ein positiver Wert ist, wird dieser Wert als der endgültige Drehzahlsteuerwert bestimmt. Wenn der berechnete Drehzahlsteuerwert ein negativer Wert ist, bedeutet dies, daß die Drehzahl des fraglichen Antriebsrads erhöht werden muß, und wird deshalb der endgültige Drehzahlsteuerwert zu Null bestimmt.

[0071] Dann geht der Steuerfluß zum Schritt S3, in welchem der Bremsdruck, der auf den Bremszylinder **56** der Bremse **44** jedes Antriebsrads **10**, **14** auszuüben ist, auf der Grundlage des endgültigen Drehzahlsteuerwerts bestimmt wird, der für dieses Antriebsrad bestimmt wird, und die Hydrauliksteuervorrichtung **60** wird derart gesteuert, daß der vorbestimmte Bremsdruck auf den Bremszylinder **56** ausgeübt wird. Daher ist ein Ausführungszyklus der Radantriebskraftsteuerroutine in **Fig.** 4 beendet.

[0072] Es versteht sich aus der vorhergehenden Beschreibung des vorliegenden Ausführungsbeispiels, daß die Hydraulikdrucksteuervorrichtung **50** und ein Abschnitt der Steuereinrichtung **70**, der dazu bestimmt ist, die Radantriebskraftsteuerroutine in **Fig.** 4 auszuführen, zusammenarbeiten, um eine Bremsensteuervorrichtung vorzusehen, die eine Steuereinrichtung zum derartigen Steuern der Bremsen **40** beinhaltet, daß der Gesamtdrehzahlsteuerfehler für jedes Rad **10**, **14** im wesentlichen auf Null gesetzt wird.

[0073] Nachstehend erfolgt die Beschreibung eines zweiten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

[0074] Es wird auf **Fig.** 13 verwiesen. Es wird eine Radantriebskraftsteuervorrichtung beschrieben, die gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist. Während das erste Ausführungsbeispiel in der Lage ist, die Drehzahlen der Antriebsräder **10**, **14** derart zu steuern, daß die Drehzahldifferenzen von allen der drei Differentiale **12**, **16**, **18** minimiert werden, ist das vorliegende zweite Ausführungsbeispiel in der Lage, die Drehzahlen der Antriebsräder **10**, **14** in Übereinstimmung mit einer Radantriebskraftsteuerroutine, die in dem Flußdiagramm in **Fig.** 13 gezeigt ist, derart zu steuern, daß lediglich die Drehzahldifferenz des mittleren Differentials **18** minimiert wird. In diesem Fall werden die Drehzahlsteuerwerte für die Antriebsräder **10**, **14** in Übereinstimmung mit den folgenden Gleichungen im Schritt S52 berechnet, der in dem Fall durchgeführt wird, in dem die bejahende Entscheidung (JA) im Schritt S51 erzielt wird, welcher gleich Schritt S1 in **Fig.** 4 ist.

$$\Delta V_{FR} = [(V_{FR} + V_{FL}) - (V_{RR} + V_{RL})]/4$$

$$\Delta V_{FL} = [(V_{FR} + V_{FL}) - (V_{RR} + V_{RL})]/4$$

$$\Delta V_{RR} = [(V_{RR} + V_{RL}) - (V_{FR} + V_{FL})]/4$$

$$\Delta V_{RL} = [(V_{RR} + V_{RL}) - (V_{RR} + V_{FL})]/4$$

[0075] Dem Schritt S52 folgt Schritt S53, der gleich Schritt S3 in **Fig.** 4 ist.

[0076] Wie in dem ersten Ausführungsbeispiel wird der berechnete Drehzahlsteuerwert, welcher positiv

ist, als der endgültige Drehzahlsteuerwert bestimmt, aber wird der endgültige Drehzahlsteuerwert auf Null gesetzt, wenn der berechnete Drehzahlsteuerwert ein negativer Wert ist.

[0077] Es versteht sich, daß die Hydraulikdrucksteuervorrichtung **60** und ein Abschnitt der Steuereinrichtung **70**, der dafür bestimmt ist, die Radantriebskraftsteuerroutine in **Fig.** 13 auszuführen, zusammenarbeiten, um die Bremsensteuervorrichtung vorzusehen, die die Gesamtsteuervorrichtung zum Steuern der Bremsen **40** beinhaltet, um den Drehzahlsteuerfehler für jedes Rad **10**, **14** im wesentlichen auf Null zu setzen.

[0078] Das vorliegende zweite Ausführungsbeispiel ist in der Lage, lediglich die Drehzahldifferenz des mittleren Differentials **18** zu minimieren, während die Drehzahldifferenzen der vorderen und hinteren Differentiale **12**, **16** zum Steuern der Antriebskräfte der Antriebsräder **10**, **14** nicht berücksichtigt werden. Dieses Ausführungsbeispiel ist in der Lage, den Fahrzustand des Kraftfahrzeugs geeignet handzuhaben, bei welchem die vorderen rechten und linken Räder **10**, die durch das vordere Differential **12** miteinander verbunden sind, weitestgehend die gleichen Grade einer Durchdrehneigung aufweisen, wie es in **Fig.** 14 dargestellt ist. Jedoch ist das vorliegende Ausführungsbeispiel nicht in der Lage, den Fahrzustand des Kraftfahrzeugs geeignet handzuhaben, bei welchem das vordere linke Antriebsrad **10** einen größeren Grad einer Durchdrehneigung als das vordere rechte Antriebsrad **10** aufweist, wie es in **Fig.** 15 dargestellt ist. In diesem Fall wird das Antriebsdrehmoment, das auf das vordere rechte Antriebsrad **10** auszuüben ist, das einen kleineren Grad einer Durchdrehneigung aufweist, unerwünscht verringert. In dieser Hinsicht ist es anzumerken, daß das erste Ausführungsbeispiel ein ausreichendes Antriebsdrehmoment des vorderen rechten Antriebsrads **10** auch in dem Fall in **Fig.** 15 sicherstellt, da die Drehzahlen der Räder **10**, **14** derart gesteuert werden, daß sowohl die Drehzahldifferenzen der vorderen und hinteren Differentiale **12**, **16** als auch die Drehzahldifferenz des mittleren Differentials **18** minimiert werden.

[0079] Nachstehend erfolgt die Beschreibung eines dritten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung.

[0080] Das dritte Ausführungsbeispiel dieser Erfindung wird unter Bezugnahme auf die **Fig.** 16 und 17 beschrieben. Die gleichen Bezugszeichen, wie sie in dem ersten Ausführungsbeispiel verwendet werden, werden in dem dritten Ausführungsbeispiel verwendet, um die gleichen Elemente zu bezeichnen, welche nicht redundant beschrieben werden.

[0081] In dem ersten Ausführungsbeispiel, das in der Lage ist, die Bremsen **40** derart zu steuern, daß die Drehzahldifferenz zwischen dem mittleren Differential **18** im wesentlichen auf Null gesetzt wird, können die Drehzahlsteuerwerte für die Antriebsräder **10**, **14** äußerst klein sein, was es in einem Fahrzustand des Fahrzeugs, in welchem der Durchdrehzustand der vorderen Räder **10** im wesentlichen der gleiche wie der der hinteren Räder **14** ist, schwierig macht, das Kraftfahrzeug gleichmäßig anzufahren.

[0082] Im Hinblick auf den vorhergehenden Fahrzustand ist das vorliegende dritte Ausführungsbeispiel in der Lage, die Drehzahlen der Antriebsräder **10**, **14** in einer geeigneten von zwei Drehzahlsteuerbetriebsarten, das heißt, einer ersten Drehzahlsteuerbetriebsart in Übereinstimmung mit einer ersten Regel, die in dem ersten Ausführungsbeispiel verwendet wird, um die Drehzahlsteuerwerte für die Antriebsräder **10**, **14** zu berechnen, und einer zweiten Drehzahlsteuerbetriebsart in Übereinstimmung mit einer zweiten Regel zu steuern, bei welcher der Drehzahlsteuerwert für jedes Antriebsrad **10**, **14** als ein Drehzahlsteuerfehler berechnet wird, der durch Subtrahieren eines minimalen Werts V_{MIN} der Drehzahlen der vier Antriebsräder **10**, **14** von der Drehzahl jedes Antriebsrads **10**, **14** erzielt wird. Der minimale Wert V_{MIN} ist die niedrigste der Drehzahlen der vier Räder **10**, **14** und wird als eine Referenzdrehzahl zum Steuern der Bremsen **40** verwendet. Das heißt, der Drehzahlsteuerwert ΔV^{**} für jedes Rad **10**, **14** wird in Übereinstimmung mit der folgenden Gleichung berechnet:

$$\Delta V^{**} = V^{**} - V_{MIN}$$

[0083] Die Auswahl von einer der ersten und zweiten Drehzahlsteuerbetriebsarten (ersten und zweiten Regeln) für jedes Antriebsrad **10**, **14** wird abhängig davon bewirkt, ob sich das Kraftfahrzeug in einem Fahrzustand befindet, in welchem mit dem Fahrzeug schwer gleichmäßig anzufahren ist.

[0084] Die Bestimmung bezüglich dessen, ob das Fahrzeug schwer gleichmäßig anzufahren ist, kann durch Bestimmen, ob die Drehzahl von irgendeinem der vier Räder **10**, **14** im wesentlichen Null ist, das heißt, ob sich irgendeines der vier Räder nicht dreht, bewirkt werden. In dem vorliegenden dritten Ausführungsbeispiel wird jedoch ebenso ein anderer Zustand überprüft, um die Schwierigkeit eines gleichmäßigen Anfahrens des Kraftfahrzeugs zu bestimmen. Das heißt, das dritte Ausführungsbeispiel ist in der Lage, zu bestimmen, daß das Fahrzeug schwer gleichmäßig anzufahren ist, wenn eines der vier Räder gestoppt ist und wenn die Drehzahldifferenz des mittleren Differentials **18** im wesentlichen Null ist. Wenn diese zwei Zustände gleichzeitig erfüllt sind, bedeutet dies, daß die Steuerwerte für die Räder, wie sie in Übereinstimmung mit der ersten Regel berechnet werden, dazu neigen, äußerst klein zu sein, was es schwierig macht, das Fahrzeug gleichmäßig anzu-

fahren. Jedoch wird die zweite Drehzahlsteuerbetriebsart nicht unmittelbar ausgewählt, nachdem die vorhergehenden zwei Zustände gleichzeitig erfüllt sind, sondern wird lediglich ausgewählt, nachdem eine vorbestimmte Zeit T verstrichen ist, wobei die zwei Zustände gleichzeitig erfüllt sind. Diese Anordnung verbessert die Zulänglichkeit einer Auswahl der Drehzahlsteuerbetriebsart.

[0085] Die Bestimmung der Schwierigkeit eines gleichmäßigen Anfahrens des Fahrzeugs kann unter Verwendung eines dritten Zustands bewirkt werden, daß die erste Drehzahlsteuerbetriebsart derzeit gebildet ist. In diesem Fall müssen die drei Zustände für die vorbestimmte Zeit T gleichzeitig erfüllt sein, um die zweite Drehzahlsteuerbetriebsart auszuwählen. Alternativ kann der zweite Zustand, daß die Drehzahldifferenz des mittleren Differentials **18** im wesentlichen Null ist, durch den vorhergehenden Zustand ersetzt werden, daß die erste Drehzahlsteuerbetriebsart derzeit gebildet ist.

[0086] Daher wird die zweite Drehzahlsteuerbetriebsart, in welcher die Antriebsraddrehzahlen derart gesteuert werden, daß der Drehzahlsteuerfehler $\Delta V^{**} = V^{**} - V_{MIN}$ auf Null gesetzt wird, ausgewählt, wenn die vorbestimmten Zustände für die vorbestimmte Zeit T erfüllt sind.

[0087] Die Radantriebskraftsteuerroutine, die in dem Flußdiagramm in **Fig.** 16 dargestellt ist, wird in Übereinstimmung mit einem Steuerprogramm ausgeführt, das in dem ROM **74** der Steuereinrichtung **70** gespeichert ist. Diese Routine beinhaltet einen Schritt S102, in welchem eine bejahende Entscheidung (JA) erzielt wird, wenn die zweite Drehzahlsteuerbetriebsart in Übereinstimmung mit einer Routine zum Auswählen einer zweiten Drehzahlsteuerbetriebsart in **Fig.** 17 ausgewählt worden ist.

[0088] Die Radantriebskraftsteuerroutine in **Fig.** 16 wird mit Schritt S101 eingeleitet, um zu bestimmen, ob das Steuern der Radantriebskräfte von dem Fahrzeugführer zugelassen wird. Wenn die bejahende Entscheidung (JA) im Schritt S101 erzielt wird, geht der Steuerfluß zum Schritt S102, um in Übereinstimmung mit der Routine in **Fig.** 17 zu bestimmen, ob die zweite Drehzahlsteuerbetriebsart gebildet worden ist. Wenn eine negative Entscheidung (NEIN) erzielt wird, heißt das, daß es bedeutet, daß die erste Drehzahlsteuerbetriebsart verwendet werden muß, um die Bremsen **40** zu steuern. In diesem Fall geht der Steuerfluß zum Schritt S103, um die Drehzahlsteuerwerte für die einzelnen Antriebsräder **10**, **14** in Übereinstimmung mit der ersten Regel wie im Schritt S2 in **Fig.** 4 des ersten Ausführungsbeispiels zu berechnen.

[0089] Wenn die zweite Drehzahlsteuerbetriebsart in Übereinstimmung mit der Routine zum Auswählen einer zweiten Drehzahlsteuerbetriebsart in **Fig.** 17 gebildet worden ist, das heißt, wenn eine bejahende Entscheidung (JA) im Schritt S102 erzielt wird, geht der Steuerfluß zum Schritt S105, um die Drehzahlsteuerwerte für die Antriebsräder **10**, **14** in Übereinstimmung mit der zweiten Regel zu berechnen, genauer gesagt, um die Drehzahlsteuerwerte für jedes Rad durch Subtrhieren der Referenzraddrehzahl, das heißt, der niedrigsten V_{MIN} der Drehzahlen der vier Räder, von der Drehzahl dieses Rads, zu berechnen.

[0090] Den Schritten S103 und S105 folgt Schritt S104, der zu Schritt S3 in **Fig.** 4 gleich ist, in welchem die Hydraulikdrucksteuervorrichtung **60** gesteuert wird, um die Bremsen **40** für die Antriebsräder **10**, **14** in Übereinstimmung mit den berechneten Steuerwerten zu steuern.

[0091] Die Routine zum Auswählen einer zweiten Drehzahlsteuerbetriebsart, die in dem Flußdiagramm in **Fig.** 17 dargestellt ist, wird mit Schritt S201 eingeleitet, um zu bestimmen, ob die Drehzahl V** irgendeines Antriebsrads **10**, **40** Null (0 km/h) ist, das heißt, ob irgendein Antriebsrad feststehend gehalten wird. Wenn eine negative Entscheidung (NEIN) im Schritt S201 erzielt wird, geht der Steuerfluß zum Schritt S206, um einen Zeitzähler zurückzusetzen, welcher in dem Computer **78** vorgesehen ist, um eine Zeit zu messen, während welcher eine bejahende Entscheidung (JA) in beiden Schritten S201 und S202 erzielt wird, wie es nachstehend beschrieben wird. In diesem Fall ist ein Ausführungszyklus der Routine in **Fig.** 17 beendet. In diesem Zustand werden die Drehzahlsteuerwerte für die Antriebsräder **10**, **14** im Schritt S103 in Übereinstimmung mit der ersten Regel berechnet.

[0092] Wenn die Drehzahl von irgendeinem der Antriebsräder **10**, **14** im wesentlichen Null ist, wird die bejahende Entscheidung (JA) im Schritt S201 erzielt und geht der Steuerfluß zum Schritt S202, um zu bestimmen, ob die Drehzahldifferenz des mittleren Differentials **18** im wesentlichen Null ist, das heißt, ob die Summe der Drehzahlen der vorderen linken und rechten Räder **10** im wesentlichen gleich der Summe der Drehzahl der hinteren linken und rechten Räder **14** ist. Wenn eine negative Entscheidung (NEIN) im Schritt S202 erzielt wird, geht der Steuerfluß zum Schritt S206, um den Zeitzähler zurückzusetzen, wie es vorhergehend beschrieben worden ist, und ein Ausführungszyklus der Routine ist beendet.

[0093] Wenn die Drehzahl von irgendeinem Rad **10**, **14** im wesentlichen Null ist und wenn die Summe der Vorderräder **10** und die Summe der Hinterräder **14** im wesentlichen gleich zueinander sind, wird die bejahende Entscheidung (JA) im Schritt S202 erzielt und geht der Steuerfluß zum Schritt S203, um den Zeitzähler zu erhöhen. Dann geht der Steuerfluß zum Schritt S204, um zu bestimmen, ob ein Inhalt C_T des

Zeitzählers gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert T ist, das heißt, um zu bestimmen, ob die bejahende Entscheidung (JA) in beiden der Schritte S201 und S202 für mindestens die vorbestimmte Zeit T erzielt worden ist. Wenn eine negative Entscheidung (NEIN) im Schritt S204 erzielt wird, geht der Steuerfluß zurück zum Schritt S201.

[0094] Wenn der Inhalt C_T des Zeitzählers den vorbestimmten Wert T während eines wiederholten Ausführens der Schritte S201 bis S204 erreicht hat, wird eine bejahende Entscheidung (JA) im Schritt S204 erzielt und geht der Steuerfluß zum Schritt S205, um die zweite Drehzahlsteuerbetriebsart auszuwählen. Daher ist ein Ausführungszyklus der Routine in **Fig.** 17 beendet.

[0095] Es versteht sich aus der vorhergehenden Beschreibung des dritten Ausführungsbeispiels, daß die Hydraulikdrucksteuervorrichtung **70** und ein Abschnitt der Steuereinrichtung **70**, der dafür ausgelegt ist, Schritt S103 auszuführen, zusammenarbeiten, um eine Steuereinrichtung zum derartigen Steuern der Bremsen **40** vorzusehen, daß der Drehzahlsteuerfehler für jedes Rad **10**, **14** im wesentlichen auf Null gesetzt wird. Es versteht sich ebenso, daß die Hydraulikdrucksteuervorrichtung **60** und ein Abschnitt der Steuereinrichtung **70**, der dafür ausgelegt ist, Schritt S105 auszuführen, zusammenarbeiten, um eine Steuereinrichtung zum derartigen Steuern der Bremsen **40** vorzusehen, daß die Drehzahldifferenz der nicht gestoppten Räder **10**, **14** von der Drehzahl (niedrigsten Drehzahl V_{MIN}) des gestoppten Rads **10**, **14** (Referenzraddrehzahl V_{MIN}) im wesentlichen auf Null gesetzt wird. Es versteht sich ebenso, daß die Hydraulikdrucksteuervorrichtung **60** und ein Abschnitt der Steuereinrichtung **70**, der dafür ausgelegt ist, Schritte S101 und S103 bis S105 auszuführen, zusammenarbeiten, um mindestens zwei Steuereinrichtungen zum Steuern der Bremsen **40** in einer ausgewählten einer Mehrzahl von Drehzahlsteuerbetriebsarten vorzusehen. Es versteht sich weiterhin, daß die Raddrehzahlsensoren **80** und ein Abschnitt der Steuereinrichtung **70**, der dafür ausgelegt ist, die Routine zum Auswählen einer zweiten Drehzahlsteuerbetriebsart in **Fig.** 17 auszuführen, zusammenarbeiten, um eine Einrichtung selektiven Freigeben einer der zuvor angegebenen mindestens zwei Steuereinrichtungen zum Arbeiten vorzusehen.

[0096] Nachstehend erfolgt die Beschreibung eines vierten Ausführungsbeispiels der vrliegenden Erfindung.

[0097] Es wird zunächst auf die **Fig.** 18 und 19 verwiesen. Das vierte Ausführungsbeispiel dieser Erfindung wird unter Bezugnahme auf die **Fig.** 18 und 19 beschrieben. Die gleichen Bezugszeichen, wie sie in dem ersten Ausführungsbeispiel verwendet werden, werden in dem dritten Ausführungsbeispiel verwendet, um die gleichen Elemente zu bezeichnen, welche nicht redundant beschrieben werden.

[0098] Es wird auf das Blockschaltbild in **Fig.** 18 verwiesen, in dem eine elektrische Anordnung der Radantriebskraftsteuervorrichtung gezeigt ist, die die Steuereinrichtung **70** beinhaltet, die in der Lage ist, Ausgangssignale eines Sensors **92** für einen kurz übersetzten Gang und eines Drehzahlsteuerbetriebsartensensors **94** aufzunehmen. Der Sensor **92** für kurz übersetzten Gang ist mit dem bedienergesteuerten Verteilergetriebeschaltteil **30** verbunden, um zu erfassen, daß sich das Schaltteil **30** in seiner Stellung zum Versetzen des Verteilergetriebes **28** in einen Zustand eines kurz übersetzten Gangs befindet. Der Drehzahlsteuerbetriebsartensensor **94** ist mit einem bedienergesteuerten Drehzahlsteuerbetriebsartenauswahlschalter **96** verbunden, welcher in dem Fahrerabteil des Kraftfahrzeugs vorgesehen ist, und weist eine Stellung für eine erste Drehzahlsteuerbetriebsart und eine Stellung für eine zweite Drehzahlsteuerbetriebsart zum Auswählen der ersten bzw. zweiten Drehzahlsteuerbetriebsart auf, in welchen die Drehzahlsteuerwerte für die Antriebsräder **10**, **14** in Übereinstimmung mit den vorhergehend beschriebenen ersten bzw. zweiten Regeln berechnet werden. Der Drehzahlsteuerbetriebsartensensor **94** ist in der Lage, zu erfassen, daß sich der Auswahlschalter **96** in der Stellung einer zweiten Drehzahlsteuerbetriebsart befindet.

[0099] Der ROM **74** der Steuereinrichtung **70** speichert ein Steuerprogramm zum Ausführen einer Radantriebskraftsteuerroutine, die in dem Flußdiagramm in **Fig.** 19 dargestellt ist. Diese Routine wird mit Schritt S301 eingeleitet, um zu bestimmen, ob das Steuern der Radantriebskräfte von dem Fahrzeugführer zugelassen wird. Wenn die bejahende Entscheidung (JA) im Schritt S301 erzielt wird, geht der Steuerfluß zum Schritt S302, um zu bestimmen, ob sich das Verteilergetriebe **28** in dem Zustand eines kurz übersetzten Gangs befindet. Die Bestimmung in diesem Schritt S302 wird auf der Grundlage des Ausgangssignals des Sensors **92** für einen kurz übersetzten Gang bewirkt. Wenn eine bejahende Entscheidung (JA) im Schritt S302 erzielt wird, geht der Steuerfluß zum Schritt S306. Wenn eine negative Entscheidung (NEIN) im Schritt S302 erzielt wird, geht der Steuerfluß zum Schritt S303, um zu bestimmen, ob sich der Drehzahlsteuerbetriebsartenauswahlschalter **96** in der Stellung für eine zweite Drehzahlsteuerbetriebsart befindet. Die Bestimmung im Schritt S303 wird auf der Grundlage des Ausgangssignals des Drehzahlsteuerbetriebsartensensors **94** bewirkt. Wenn eine negative Entscheidung (NEIN) im Schritt S303 bewirkt wird, geht der Steuerfluß zum Schritt S304, um die Drehzahlsteuerwerte für die Antriebsräder **10**, **14** in Übereinstimmung mit der unter Bezugnahme auf Schritt S2 vorhergehend beschriebenen ersten Regel zu berechnen. Wenn eine beja-

hende Entscheidung (JA) im Schritt S303 erzielt wird, geht der Steuerfluß zum Schritt S306, wie in dem Fall, in dem die bejahende Entscheidung im Schritt S302 erzielt wird. Schritt S306 ist vorgesehen, um die Drehzahlsteuerwerte für die Antriebsräder **10**, **14** in Übereinstimmung mit der unter Bezugnahme auf Schritt S105 vorhergehend beschriebenen zweiten Regel zu berechnen. Den Schritten S304 und S306 folgt Schritt S305, der gleich Schritten S3, S53 und S104 ist, in denen die Hydraulikdrucksteuervorrichtung **60** in Übereinstimmung mit den berechneten Drehzahlsteuerwerten gesteuert wird, um die Bremsen zu steuern. Daher ist ein Ausführungszyklus der Routine in **Fig.** 19 beendet.

[0100] Es versteht sich aus der vorhergehenden Beschreibung des vierten Ausführungsbeispiels, daß die Hydraulikdrucksteuervorrichtung **70** und ein Abschnitt der Steuereinrichtung **70**, der dafür ausgelegt ist, Schritt S304 in **Fig.** 19 auszuführen, zusammenarbeiten, um eine Steuereinrichtung zum derartigen Steuern der Bremsen **40** vorzusehen, daß der Drehzahlsteuerfehler für jedes Rad **10**, **14** im wesentlichen auf Null gesetzt wird. Es versteht sich ebenso, daß die Hydraulikdrucksteuervorrichtung **60** und ein Abschnitt der Steuereinrichtung **70**, der dafür ausgelegt ist, Schritt S306 in **Fig.** 19 auszuführen, zusammenarbeiten, um eine Steuereinrichtung zum derartigen Steuern der Bremsen **40** vorzusehen, daß die Drehzahldifferenz der nicht gestoppten Räder **10**, **14** von der Drehzahl (niedrigsten Drehzahl oder Referenzdrehzahl V_{MIN}) des gestoppten Rads **10**, **14** im wesentlichen auf Null gesetzt wird. Es versteht sich ebenso, daß die Hydraulikdrucksteuervorrichtung **50** und ein Abschnitt der Steuereinrichtung **70**, der dafür ausgelegt ist, Schritte S101 und S304 bis S306 auszuführen, zusammenarbeiten, um mindestens zwei Steuereinrichtungen zum Steuern der Bremsen **40** in einer ausgewählten einer Mehrzahl von Drehzahlsteuerbetriebsarten vorzusehen. Es versteht sich weiterhin, daß der Sensor **92** für einen kurz übersetzten Gang, der Drehzahlsteuerbetriebsartensensor **94** und ein Abschnitt der Steuereinrichtung **70**, der dafür ausgelegt ist, Schritte S302 und S303 in **Fig.** 19 auszuführen, zusammenarbeiten, um eine Einrichtung zum selektiven Freigeben zum selektiven Freigeben einer der zuvor angegebenen mindestens zwei Steuereinrichtungen vorzusehen, damit diese arbeiten.

[0101] Während die dargestellten Ausführungsbeispiele in der Lage sind, die Antriebskräfte der Antriebsräder **10**, **14** durch Steuern der Bremsen **40** zu steuern, können die Radantriebskräfte durch derartiges Steuern sowohl des Motors **24**, daß das Abtriebsdrehmoment des Motors **24** gesteuert wird, als auch der Bremsen **40**, derart gesteuert werden, daß ein gleichmäßiges Anfahren des Fahrzeugs zugelassen wird. In diesem Fall kann das Steuern des Motors **24** unmittelbar mit dem Steuern der Bremsen **40** oder nach dem Einleiten des Steuerns der Bremsen **40** in dem Fall eingeleitet werden, in dem das Fahrzeug durch lediglich Steuern der Bremsen **40** nicht gleichmäßig angefahren werden kann.

[0102] In der vorhergehenden Beschreibung ist eine Vorrichtung zum Steuern einer Antriebskraft offenbart worden, die zwischen einer Straßenoberfläche und jedem von zwei Antriebsrädern eines Kraftfahrzeugs erzeugt wird, die ein Differential, das zwischen den Antriebsrädern und einer Antriebskraftquelle angeordnet ist und die Antriebsräder auf eine Differentialweise verbindet, und zwei Bremsen zum voneinander unabhängigen Bremsen jeweiliger der Antriebsräder aufweist, wobei die Vorrichtung zwei Raddrehzahlsensoren zum Erfassen der Drehzahlen der jeweiligen Antriebsräder und eine auf die Ausgangssignale der Sensoren reagierende Bremsensteuervorrichtung zum Betätigen einer der zwei Bremsen beinhaltet, welche einem der Antriebsräder entspricht, welches einen kleineren kritischen Wert der Antriebskraft bezüglich der Straßenoberfläche aufweist, um dadurch ein Bremsdrehmoment auf das zuvor angegebene eine Antriebsrad zum Erhöhen eines Scheinwerts der Antriebskraft dieses einen Antriebsrads auszuüben, um den Istwert des anderen Antriebsrads zu erhöhen, welches einen größeren kritischen Wert der Antriebskraft aufweist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Steuern des Istwerts der Antriebskraft, die zwischen einer Straßenoberfläche und jedem von vier Antriebsrädern erzeugt wird, die aus einem vorderen rechten Antriebsrad (**10**), einem vorderen linken Antriebsrad (**10**), einem hinteren rechten Antriebsrad (**14**) und einem hinteren linken Antriebsrad (**14**) eines Kraftfahrzeugs mit Allradantrieb bestehen, umfassend

(a) eine Antriebskraftquelle (**24**) zum Antreiben der vier Antriebsräder (**10**, **14**);

(b) ein vorderes Differential (**12**), das die vorderen rechten und linken Antriebsräder (**10**) derart verbindet, daß eine Differenz zwischen den Drehzahlen der vorderen rechten und linken Räder (**10**) zugelassen wird, wobei das vordere Differential (**12**) das über seine Antriebswelle (**20**) aufgenommene Drehmoment gleichmäßig auf das vordere rechte und linke Antriebsrad (**10**) verteilt, um dadurch die Antriebskraft zwischen der Straßenoberfläche und sowohl dem vorderen rechten als auch dem linken Antriebsrad (**10**) zu erzeugen,

(c) ein hinteres Differential (**16**), das das hintere rechte und linke Antriebsrad (**14**) derart verbindet, daß eine Differenz zwischen den Drehzahlen des hinteren rechten und linken Antriebsrads (**14**) zugelassen wird, wobei das hintere Differential (**16**) das über seine Antriebswelle (**22**) aufgenommene Drehmoment gleichmäßig auf das hintere rechte und linke Antriebsrad (**14**) verteilt, um dadurch die Antriebskraft zwischen der Straßenoberfläche und sowohl dem

hinteren rechten als auch dem linken Antriebsrad (**14**) zu erzeugen,
(d) ein mittleres Differential (**18**), das die Antriebswellen (**20**, **22**) des vorderen und des hinteren Differentials (**12**, **16**) derart verbindet, daß eine Differenz zwischen den Drehzahlen der Antriebswellen (**20**, **22**) zugelassen wird,
wobei das mittlere Differential (**18**) das Antriebsdrehmoment der Antriebskraftquelle (**24**) auf die Antriebswellen (**20**, **22**) des vorderen und hinteren Differentials (**12**, **16**) verteilt,
(e) vier Bremsen (**40**) zum voneinander unabhängigen Bremsen der vier Antriebsräder (**10**, **14**);
(f) vier Raddrehzahlsensoren (**80**) zum Erfassen der Drehzahlen der vier Antriebsräder (**10**, **14**); und
(g) eine Bremsensteuervorrichtung (**60**, **70**, **80**, **92**, **94**, S1 bis S3; S51 bis S53; S101 bis S105, S201 bis S206; S301 bis S306), die auf die Ausgangssignale der vier Radsensoren (**80**) reagiert und betriebsbereit ist, wenn die vier Antriebsräder (**10**, **14**) ein erstes und ein zweites Antriebsrad (**10**, **14**) mit unterschiedlichen kritischen Werten der Antriebskraft bezüglich der Straßenoberfläche aufweisen,
wobei der kritische Wert der Antriebskraft des ersten Antriebsrads (**10**, **14**) kleiner ist als der des zweiten Antriebsrads (**10**, **14**),
dadurch gekennzeichnet, daß
die Bremsensteuervorrichtung (**60**, **70**, **80**, **92**, **94**, S1 bis S3; S51 bis S53; S101 bis S105, S201 bis S206; S301 bis S306) diejenige der vier Bremsen (**40**), welche dem ersten Antriebsrad (**10**, **14**) zugeordnet ist, so betätigt, daß das erste Antriebsrad (**10**, **14**) mit einem Bremsmoment beaufschlagt wird, dessen Höhe in Abhängigkeit von zumindest der Differenz der mittleren Drehzahl der zwei vorderen Antriebsräder und der mittleren Drehzahl der zwei hinteren Antriebsräder bestimmt wird, um einen Scheinwert der Antriebskraft des ersten Antriebsrads (**10**, **14**) und damit den Istwert der Antriebskraft des zweiten Antriebsrads (**10**, **14**) zu erhöhen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
die Bremsensteuervorrichtung eine Steuereinrichtung (**60**, **70**, S105; S306) beinhaltet, die betriebsfähig ist, wenn die vier Antriebsräder (**10**, **14**) ein Antriebsrad (**10**, **14**) mit niedrigster Drehzahl beinhalten, dessen Drehzahl (V_{MIN}) die niedrigste von allen der vier Antriebsräder (**10**, **14**) ist, wobei
die Steuereinrichtung (**60**, **70**, S105; S306) drei Bremsen (**40**) der vier Bremsen (**40**) steuert, wobei diese drei Bremsen (**40**) jeweiligen drei Antriebsrädern (**10**, **14**) entsprechen, die die vier Antriebsräder (**10**, **14**) ausgenommen des Antriebsrads (**10**, **14**) niedrigster Drehzahl sind, und
die Steuereinrichtung (**60**, **70**, S105; S306) die drei Bremsen (**40**) unter Verwendung der niedrigsten Drehzahl des Antriebsrads (**10**, **14**) mit niedrigster Drehzahl als eine Referenzdrehzahl (V_{MIN}) derart steuert, daß eine Differenz (ΔV**) der Drehzahl von jedem der drei Antriebsräder (**10**, **14**) von der Referenzraddrehzahl V_{MIN}) im wesentlichen auf Null gesetzt wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsensteuereinrichtung eine Steuereinrichtung (**60**, **70**, S3-S4; S103-S104; S304-S305) zum Berechnen eines Gesamtdrehzahlsteuerfehlers (ΔV_{FR}, ΔV_{FL}) für jedes der vorderen rechten und linken Antriebsräder (**10**) und eines Gesamtdrehzahlsteuerfehlers (ΔV_{RR}, ΔV_{RL}) für jedes der hinteren rechten und linken Antriebsräder (**14**) beinhaltet,
wobei der Gesamtdrehzahlsteuerfehler für jedes vordere Antriebsrad (**10**) aus einer ersten Fehlerkomponente, welche eine Differenz ist, die durch Subtrahieren einer Hälfte einer mittleren Drehzahl ($V_{RM} = V_{RR} + V_{RL}$) der hinteren rechten und linken Antriebsräder (**14**) von einer Hälfte einer mittleren Drehzahl ($V_{FM} = V_{FR} + V_{FL}$) der vorderen rechten und linken Antriebsräder (**10**) erzielt wird, und einer zweiten Fehlerkomponente besteht, welche eine Differenz ist, die durch Subtrahieren der mittleren Drehzahl (V_{FM}) der vorderen rechten und linken Antriebsräder (**10**) von der Drehzahl (V_{FR}, V_{FL}) jedes vorderen Antriebsrads (**10**) erzielt wird,
der Gesamtdrehzahlsteuerfehler für jedes hintere Antriebsrad (**14**) aus einer ersten Fehlerkomponente, welche eine Differenz ist, die durch Subtrahieren einer Hälfte einer mittleren Drehzahl ($V_{FM} = V_{FR} + V_{FL}$) der vorderen rechten und linken Antriebsräder (**10**) von einer Hälfte einer mittleren Drehzahl ($V_{RM} = V_{RR} + V_{RL}$) der hinteren rechten und linken Antriebsräder (**14**) erzielt wird, und einer zweiten Fehlerkomponente besteht, welche eine Differenz ist, die durch Subtrahieren der mittleren Drehzahl (V_{RM}) der hinteren rechten und linken Antriebsräder (**14**) von der Drehzahl (V_{RR}, V_{RL}) jedes hinteren Antriebsrads (**14**) erzielt wird, und
die Steuereinrichtung (**60**, **70**, S103; S304) jede der vier Bremsen (**40**), welche jedem der vier Antriebsräder (**10**, **14**) entspricht, dessen Gesamtdrehzahlsteuerfehler ein positiver Wert ist, derart steuert, daß der positive Gesamtdrehzahlsteuerfehler jedes Antriebsrads (**10**, **14**) im wesentlichen auf Null gesetzt wird.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsensteuervorrichtung eine Steuereinrichtung (**60**, **70**, S51 bis S53) zum Steuern von zwei Bremsen (**40**) der vier Bremsen (**40**) beinhaltet, welche einem eines ersten Paars von Rädern (**10**), das aus den vorderen rechten und linken Rädern (**10**) besteht, und eines zweiten Paars von Rädern (**14**) entsprechen, das aus den hinteren rechten und linken Antriebsrädern (**14**) besteht, wobei das eine der ersten und zweiten Paare eine höhere mittlere Drehzahl als das andere der ersten und zweiten Paare aufweist, und die Steuereinrichtung (**60**, **70**, S51 bis S53) die zwei Bremsen (**40**) derart steuert, daß die mittlere Drehzahl des einen der ers-

ten und zweiten Paare zu der mittleren Drehzahl des anderen der ersten und zweiten Paare hin verringert wird.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsensteuervorrichtung mindestens zwei Steuereinrichtungen beinhaltet, die aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus einer Steuereinrichtung, wie sie in Anspruch 3 definiert ist, einer Steuereinrichtung, wie sie in Anspruch 4 definiert ist, und einer Steuereinrichtung besteht, wie sie in Anspruch 5 definiert ist, wobei die Bremsensteuervorrichtung weiterhin eine Einrichtung (**80**, **70**, S201 bis S206; **92**, **94**, **70**, S302, S303) zum selektiven Freigeben zum selektiven Freigeben von einer der mindestens zwei Steuereinrichtungen zum Arbeiten beinhaltet.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum selektiven Freigeben eine Bestimmungseinrichtung (**70**, S201 bis S206) zum Bestimmen, ob sich das Kraftfahrzeug in einem Zustand befindet, in welchem ein Anfahren des Kraftfahrzeugs schwierig ist, beinhaltet, wobei die Einrichtung zum selektiven Freigeben weiterhin eine Auswahleinrichtung zum Auswählen der Steuereinrichtung, wie sie in Anspruch 3 definiert ist, wenn die Bestimmungseinrichtung bestimmt, daß sich das Kraftfahrzeug in dem Zustand befindet, und zum Auswählen einer der Steuereinrichtung, wie sie in Anspruch 4 definiert ist, und der Steuereinrichtung, wie sie in Anspruch 5 definiert ist, wenn die Bestimmungseinrichtung (**70**, S201 bis S206) bestimmt, daß sich das Kraftfahrzeug nicht in dem Zustand befindet, beinhaltet.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum selektiven Freigeben eine Einrichtung (**70**, S201) zum Bestimmen, ob die Drehzahl von irgendeinem der vier Antriebsräder (**10**, **14**) im wesentlichen Null ist, beinhaltet.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestimmungseinrichtung eine Einrichtung (**80**, S202) zum Bestimmen, ob eine mittlere Drehzahl der vorderen rechten und linken Antriebsräder (**10**) im wesentlichen gleich einer mittleren Drehzahl der hinteren rechten und linken Antriebsräder (**14**) ist, beinhaltet, wobei die Bestimmungseinrichtung bestimmt, daß sich das Kraftfahrzeug in dem Zustand befindet, wenn die Drehzahl von irgendeinem der vier Antriebsräder (**10**, **14**) im wesentlichen Null ist und wenn die mittleren Drehzahlen der vorderen rechten und linken Antriebsräder (**10**) und der hinteren rechten und linken Antriebsräder (**14**) im wesentlichen gleich zueinander sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum selektiven Freigeben eine Bestimmungseinrichtung (**30**, **92**, **94**, **96**, **70**, S302, S303) zum Bestimmen, ob irgendeines von mindestens einem bedienergesteuerten Teil (**30**, **96**) in eine Stellung zum Auswählen der Steuereinrichtung, wie sie in Anspruch 3 definiert ist, versetzt ist, und eine Einrichtung (**70**, S302, S303) zum Freigeben der Steuereinrichtung, wie sie in Anspruch 3 definiert ist, zum Arbeiten beinhaltet, wenn die Bestimmungseinrichtung bestimmt, daß irgendeines des mindestens einen bedienergesteuerten Teils in die Stellung versetzt ist.

Es folgen 14 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

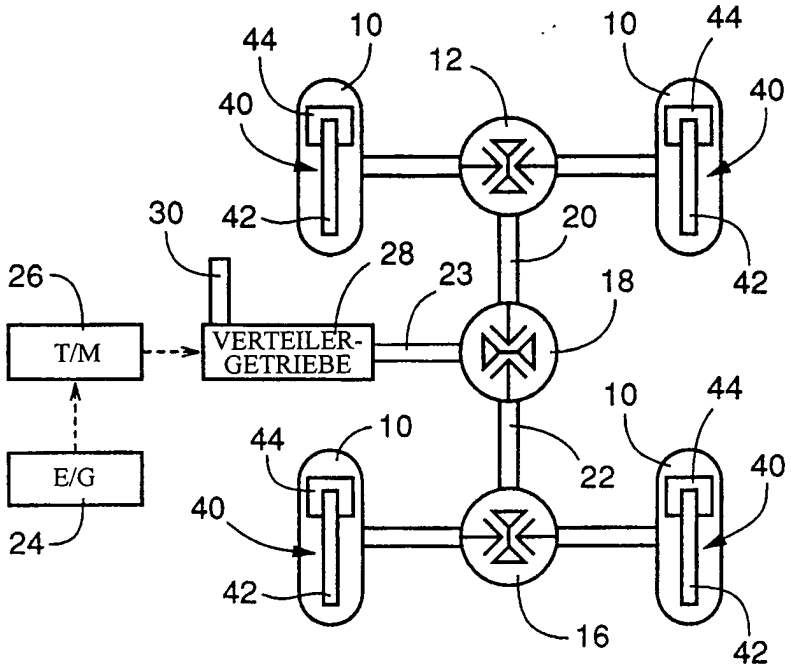


FIG. 1

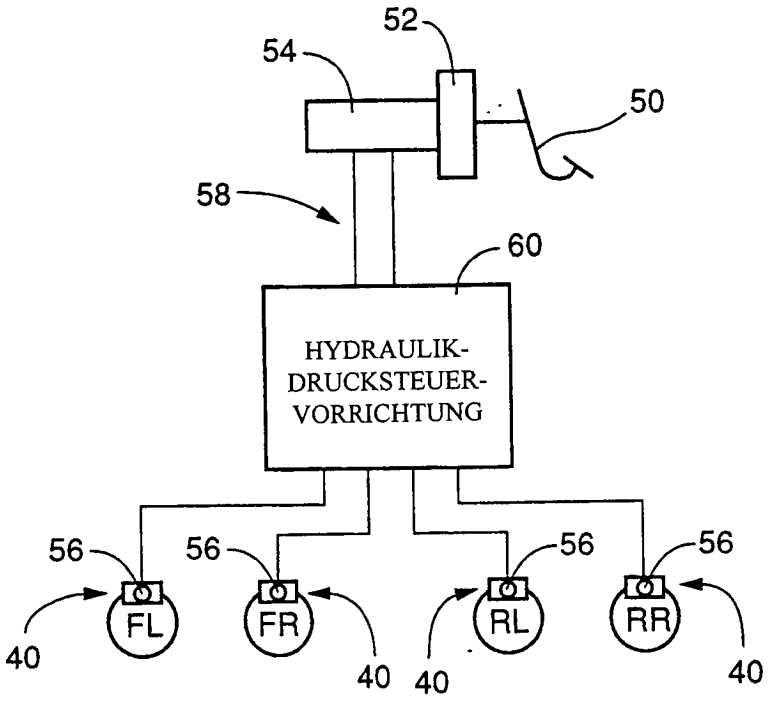

52
54
50
58
60
HYDRAULIK-
DRUCKSTEUER-
VORRICHTUNG
56
56
56
56
FL
FR
RL
RR
40
40
40
40

FIG. 2

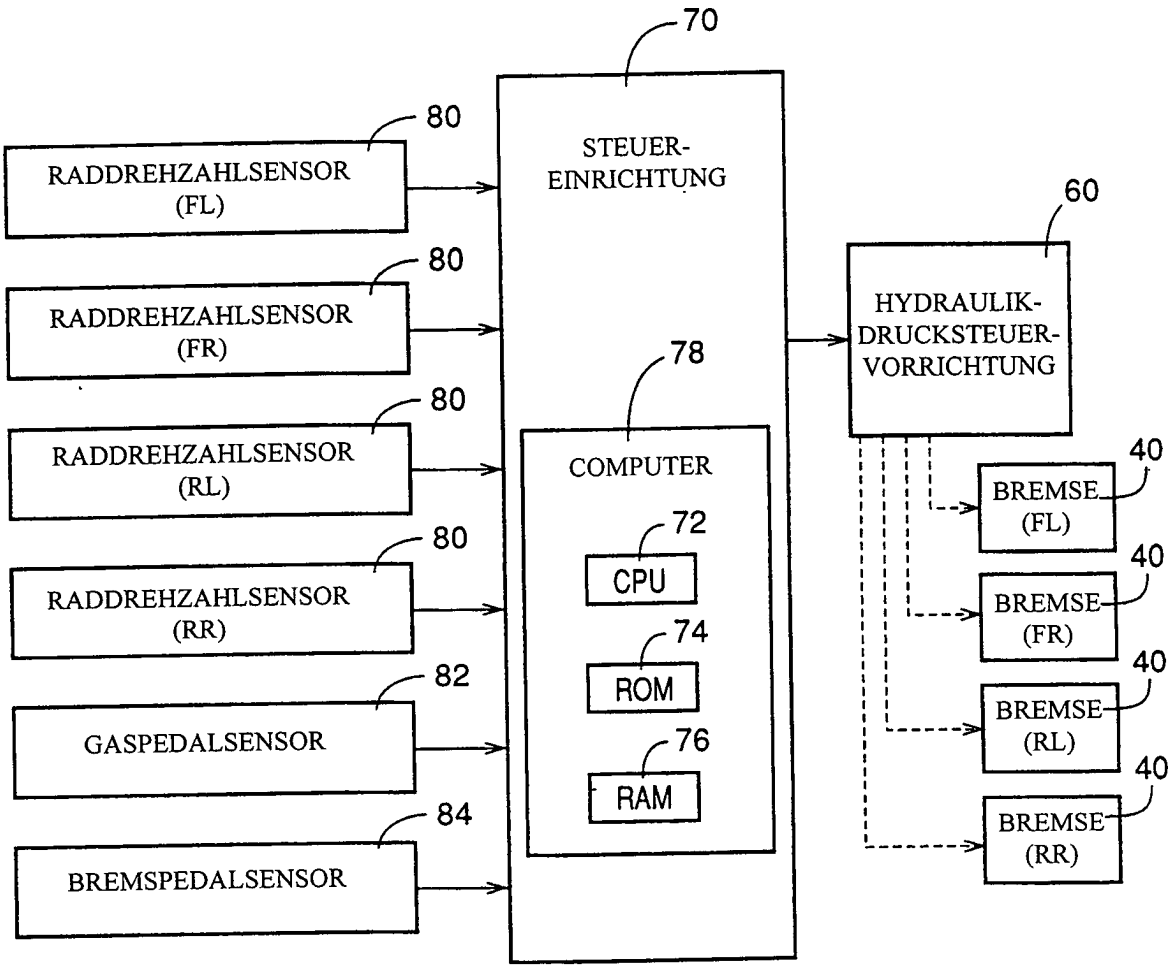
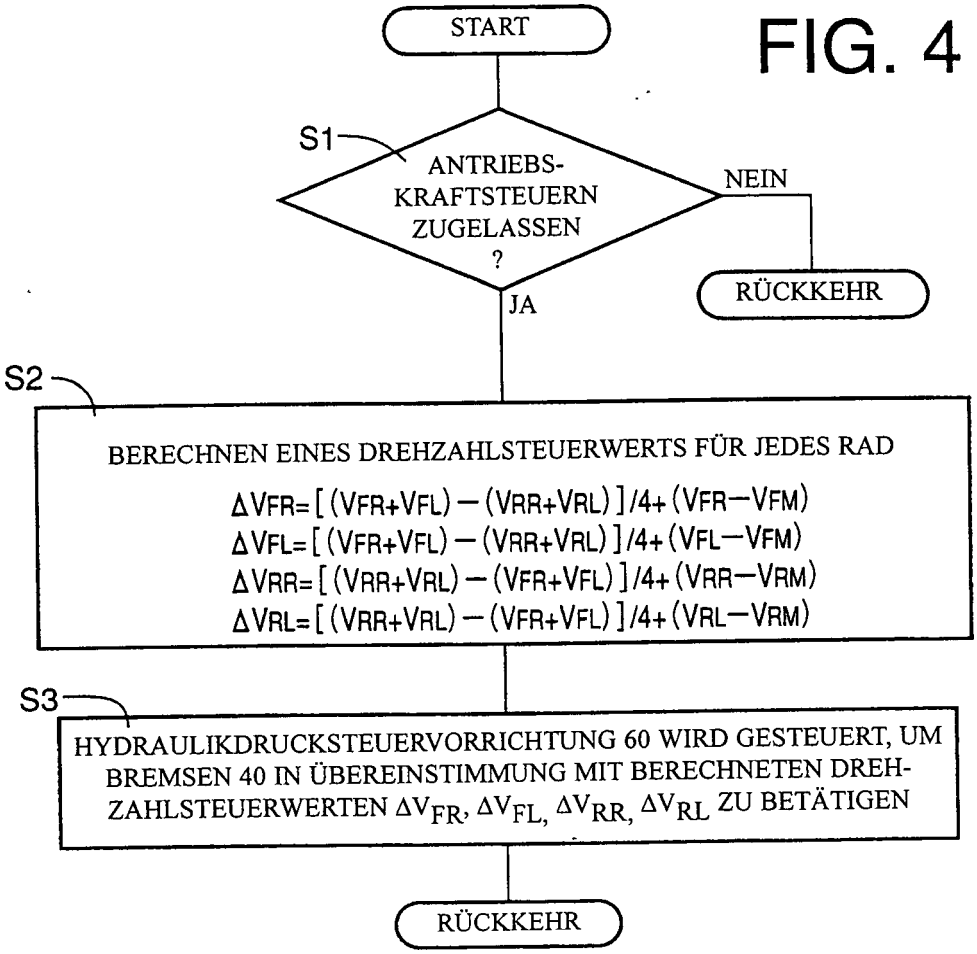

70
STEUER-
EINRICHTUNG
80
RADDREHZAHLSENSOR
(FL)
80
RADDREHZAHLSENSOR
(FR)
80
RADDREHZAHLSENSOR
(RL)
80
RADDREHZAHLSENSOR
(RR)
82
GASPEDALSENSOR
84
BREMSPEDALSENSOR
78
COMPUTER
72
CPU
74
ROM
76
RAM
60
HYDRAULIK-
DRUCKSTEUER-
VORRICHTUNG
40
BREMSE
(FL)
40
BREMSE
(FR)
40
BREMSE
(RL)
40
BREMSE
(RR)

FIG. 3

FIG. 4


START
S1
ANTRIEBS-KRAFTSTEUERN ZUGELASSEN ?
NEIN
RÜCKKEHR
JA
S2
BERECHNEN EINES DREHZAHLSTEUERWERTS FÜR JEDES RAD
ΔVFR=[(VFR+VFL)−(VRR+VRL)]/4+(VFR−VFM)
ΔVFL=[(VFR+VFL)−(VRR+VRL)]/4+(VFL−VFM)
ΔVRR=[(VRR+VRL)−(VFR+VFL)]/4+(VRR−VRM)
ΔVRL=[(VRR+VRL)−(VFR+VFL)]/4+(VRL−VRM)
S3
HYDRAULIKDRUCKSTEUERVORRICHTUNG 60 WIRD GESTEUERT, UM BREMSEN 40 IN ÜBEREINSTIMMUNG MIT BERECHNETEN DREHZAHLSTEUERWERTEN ΔVFR, ΔVFL, ΔVRR, ΔVRL ZU BETÄTIGEN
RÜCKKEHR

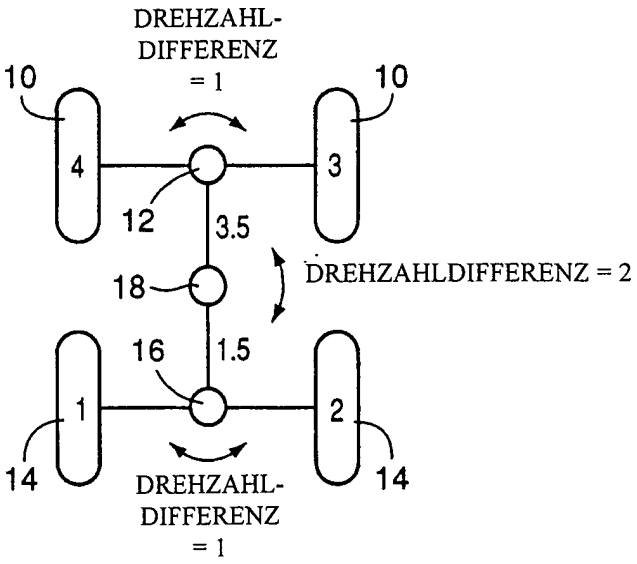

DREHZAHL-
DIFFERENZ
= 1
10
10
4
3
12
3.5
18
DREHZAHLDIFFERENZ = 2
16
1.5
1
2
14
14
DREHZAHL-
DIFFERENZ
= 1

FIG. 5

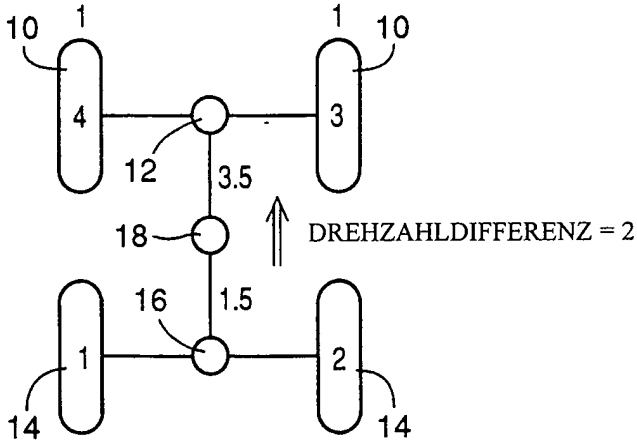

10
1
1
10
4
3
12
3.5
18
DREHZAHLDIFFERENZ = 2
16
1.5
1
2
14
14

FIG. 6

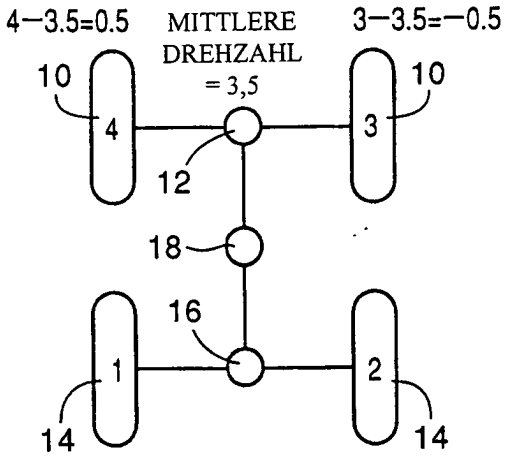

4−3.5=0.5
MITTLERE DREHZAHL = 3,5
3−3.5=−0.5
10
10
4
3
12
18
16
1
2
14
14

FIG. 7

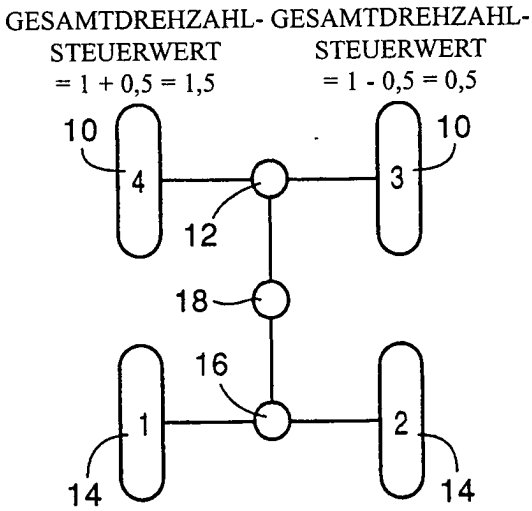

GESAMTDREHZAHL-STEUERWERT = 1 + 0,5 = 1,5
GESAMTDREHZAHL-STEUERWERT = 1 - 0,5 = 0,5
10
10
4
3
12
18
16
1
2
14
14

FIG. 8

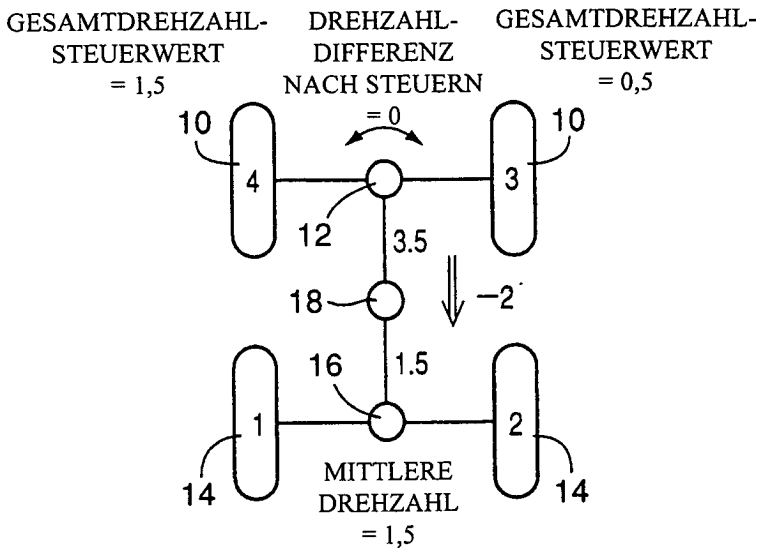

GESAMTDREHZAHL-
STEUERWERT
= 1,5
DREHZAHL-
DIFFERENZ
NACH STEUERN
= 0
GESAMTDREHZAHL-
STEUERWERT
= 0,5
10
10
4
3
12
3.5
18
-2
16
1.5
1
2
14
14
MITTLERE
DREHZAHL
= 1,5

FIG. 9

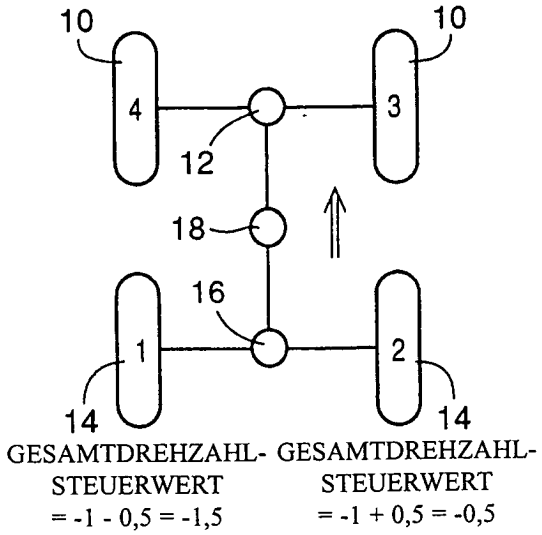

10
10
4
3
12
18
16
1
2
14
14
GESAMTDREHZAHL-
STEUERWERT
= -1 - 0,5 = -1,5
GESAMTDREHZAHL-
STEUERWERT
= -1 + 0,5 = -0,5

FIG. 10

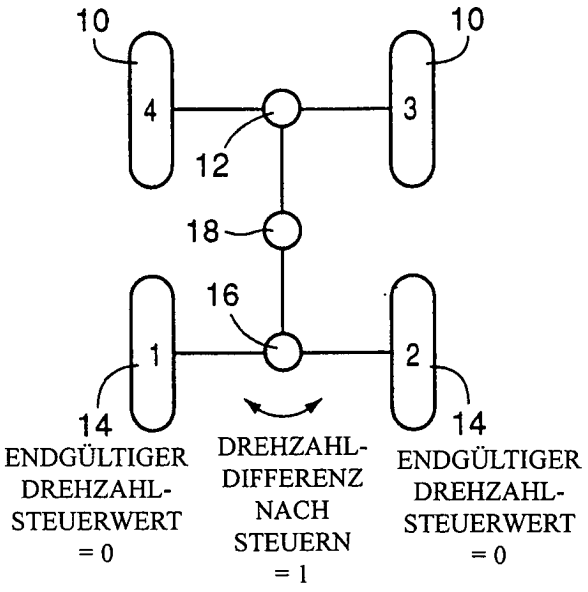

10
10
4
3
12
18
16
1
2
14
14
ENDGÜLTIGER DREHZAHL-STEUERWERT = 0
DREHZAHL-DIFFERENZ NACH STEUERN = 1
ENDGÜLTIGER DREHZAHL-STEUERWERT = 0

FIG. 11

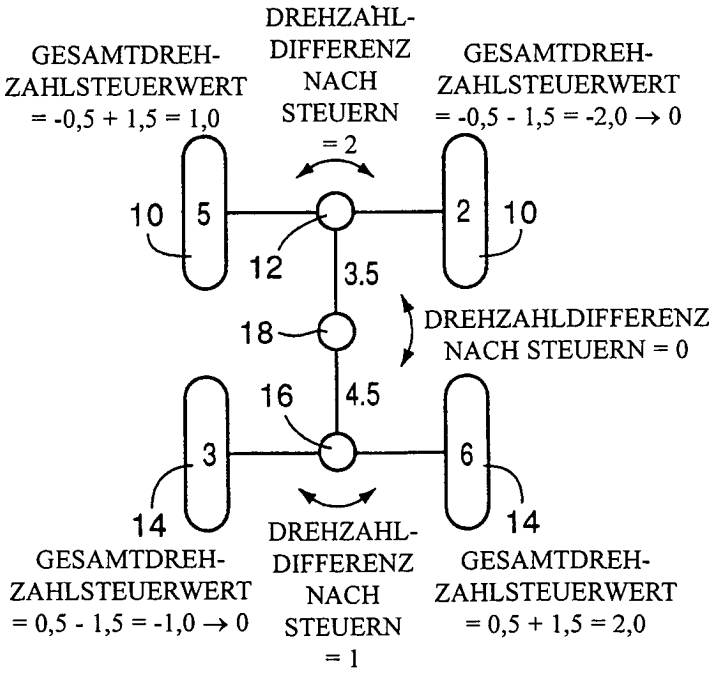
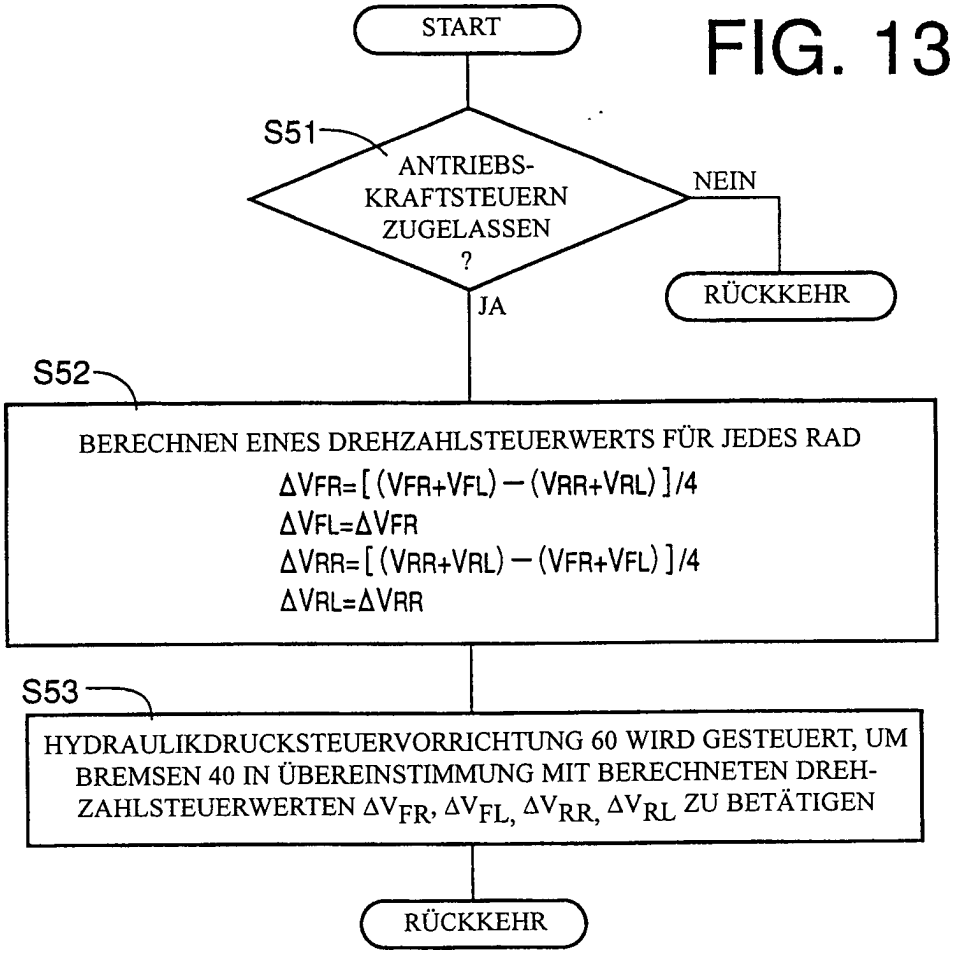

GESAMTDREH-ZAHLSTEUERWERT = -0,5 + 1,5 = 1,0
DREHZAHL-DIFFERENZ NACH STEUERN = 2
GESAMTDREH-ZAHLSTEUERWERT = -0,5 - 1,5 = -2,0 → 0
10
5
2
10
12
3.5
18
DREHZAHLDIFFERENZ NACH STEUERN = 0
16
4.5
3
6
14
14
GESAMTDREH-ZAHLSTEUERWERT = 0,5 - 1,5 = -1,0 → 0
DREHZAHL-DIFFERENZ NACH STEUERN = 1
GESAMTDREH-ZAHLSTEUERWERT = 0,5 + 1,5 = 2,0

FIG. 12

FIG. 13


START
S51
ANTRIEBS-KRAFTSTEUERN ZUGELASSEN ?
NEIN
RÜCKKEHR
JA
S52
BERECHNEN EINES DREHZAHLSTEUERWERTS FÜR JEDES RAD
ΔVFR=[(VFR+VFL)−(VRR+VRL)]/4
ΔVFL=ΔVFR
ΔVRR=[(VRR+VRL)−(VFR+VFL)]/4
ΔVRL=ΔVRR
S53
HYDRAULIKDRUCKSTEUERVORRICHTUNG 60 WIRD GESTEUERT, UM BREMSEN 40 IN ÜBEREINSTIMMUNG MIT BERECHNETEN DREHZAHLSTEUERWERTEN ΔVFR, ΔVFL, ΔVRR, ΔVRL ZU BETÄTIGEN
RÜCKKEHR

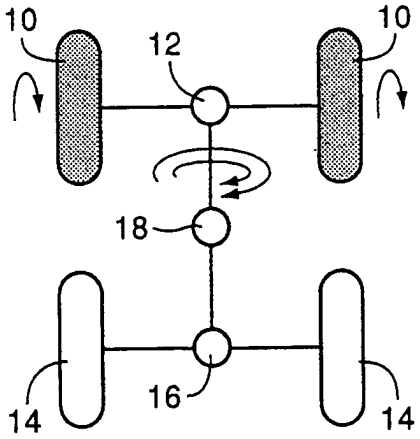


FIG. 14

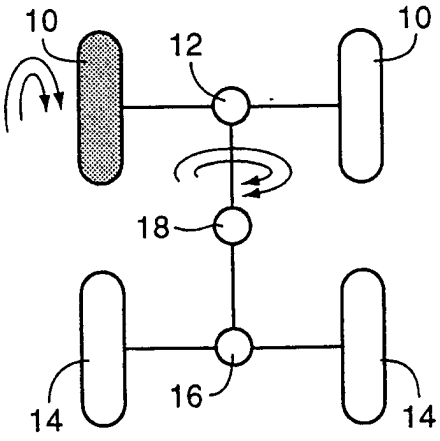


FIG. 15

FIG. 16

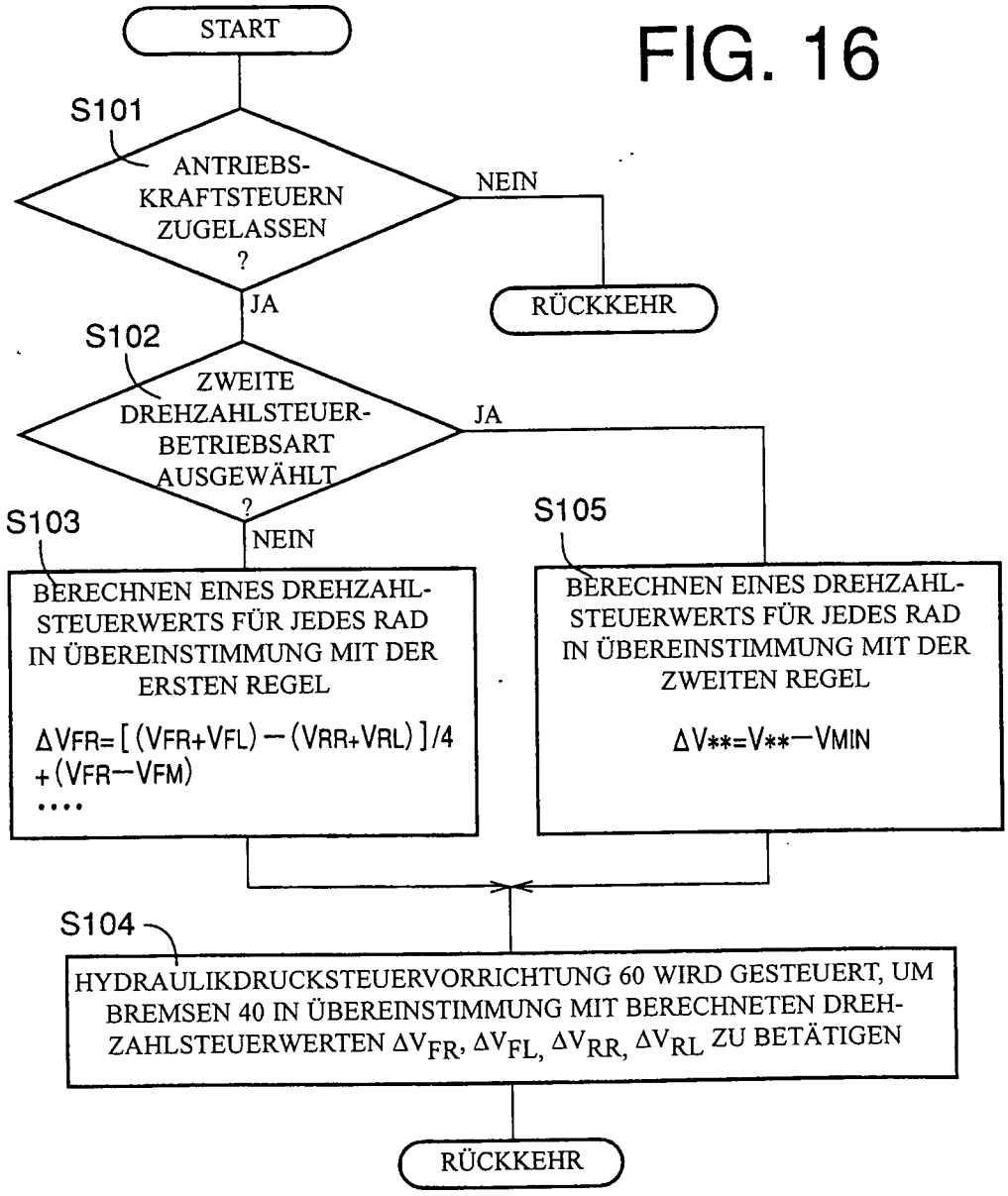
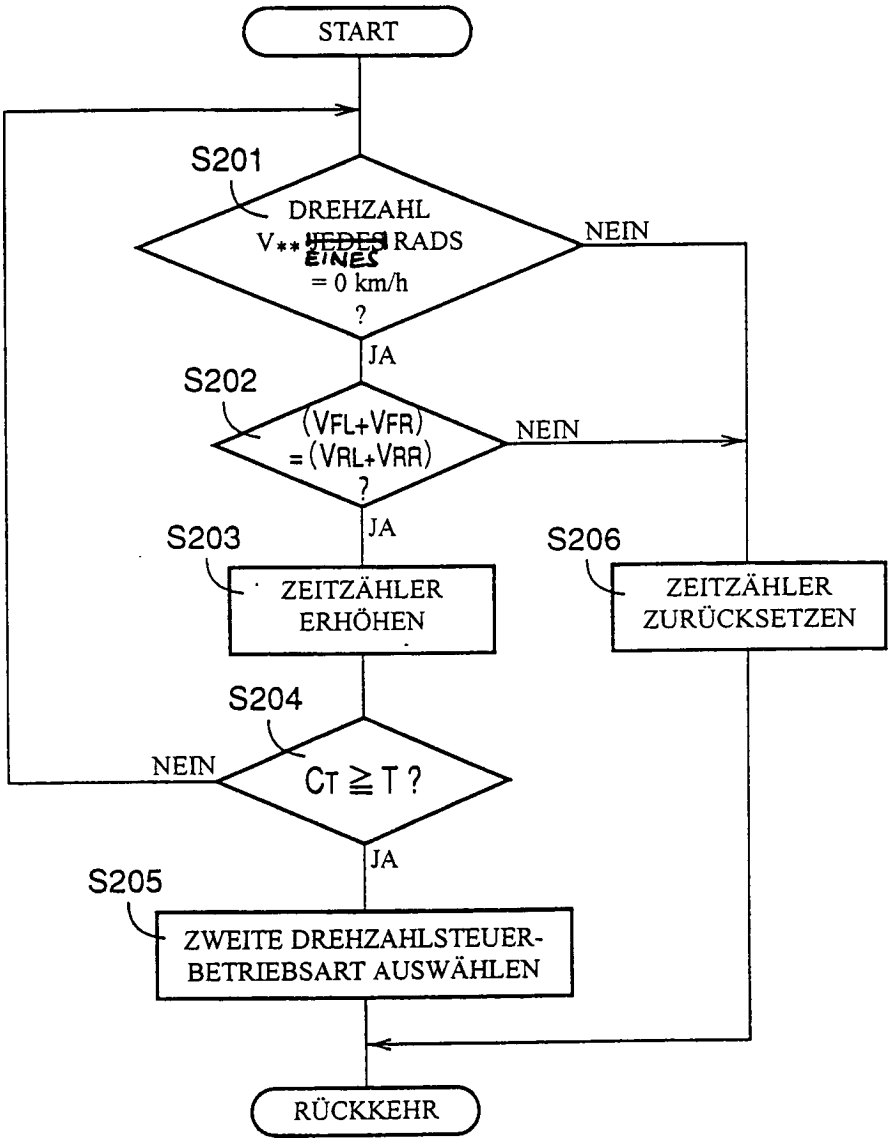

START
S101
ANTRIEBS-KRAFTSTEUERN ZUGELASSEN ?
NEIN
RÜCKKEHR
JA
S102
ZWEITE DREHZAHLSTEUER-BETRIEBSART AUSGEWÄHLT ?
JA
NEIN
S103
BERECHNEN EINES DREHZAHL-STEUERWERTS FÜR JEDES RAD IN ÜBEREINSTIMMUNG MIT DER ERSTEN REGEL
ΔVFR=[(VFR+VFL)−(VRR+VRL)]/4+(VFR−VFM)
....
S105
BERECHNEN EINES DREHZAHL-STEUERWERTS FÜR JEDES RAD IN ÜBEREINSTIMMUNG MIT DER ZWEITEN REGEL
ΔV**=V**−VMIN
S104
HYDRAULIKDRUCKSTEUERVORRICHTUNG 60 WIRD GESTEUERT, UM BREMSEN 40 IN ÜBEREINSTIMMUNG MIT BERECHNETEN DREHZAHLSTEUERWERTEN ΔVFR, ΔVFL, ΔVRR, ΔVRL ZU BETÄTIGEN
RÜCKKEHR

FIG. 17


START
S201
DREHZAHL
V** JEDES EINES RADS
= 0 km/h
?
NEIN
JA
S202
(VFL+VFR)
= (VRL+VRR)
?
NEIN
JA
S203
ZEITZÄHLER
ERHÖHEN
S206
ZEITZÄHLER
ZURÜCKSETZEN
S204
CT ≧ T ?
NEIN
JA
S205
ZWEITE DREHZAHLSTEUER-
BETRIEBSART AUSWÄHLEN
RÜCKKEHR

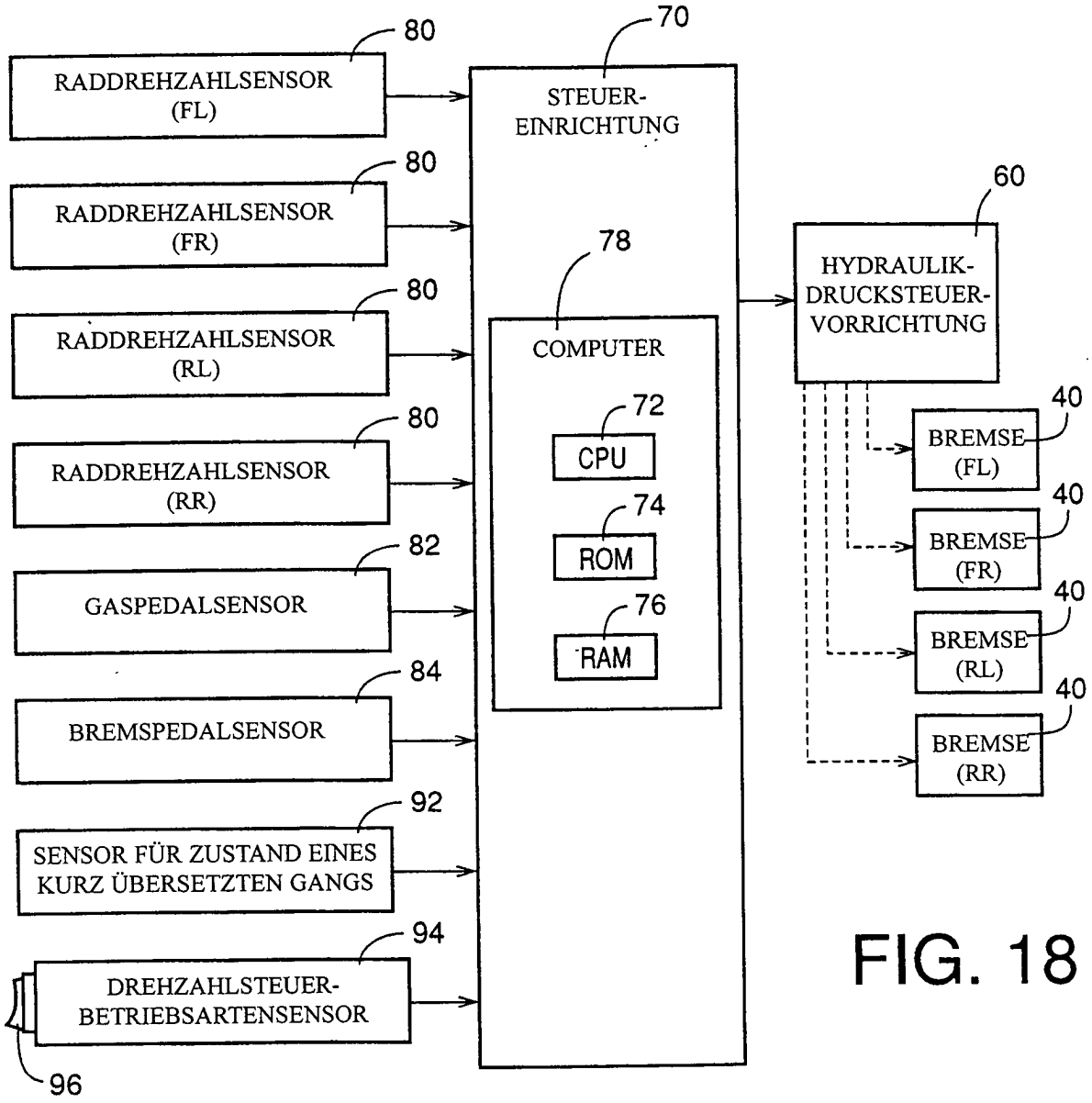
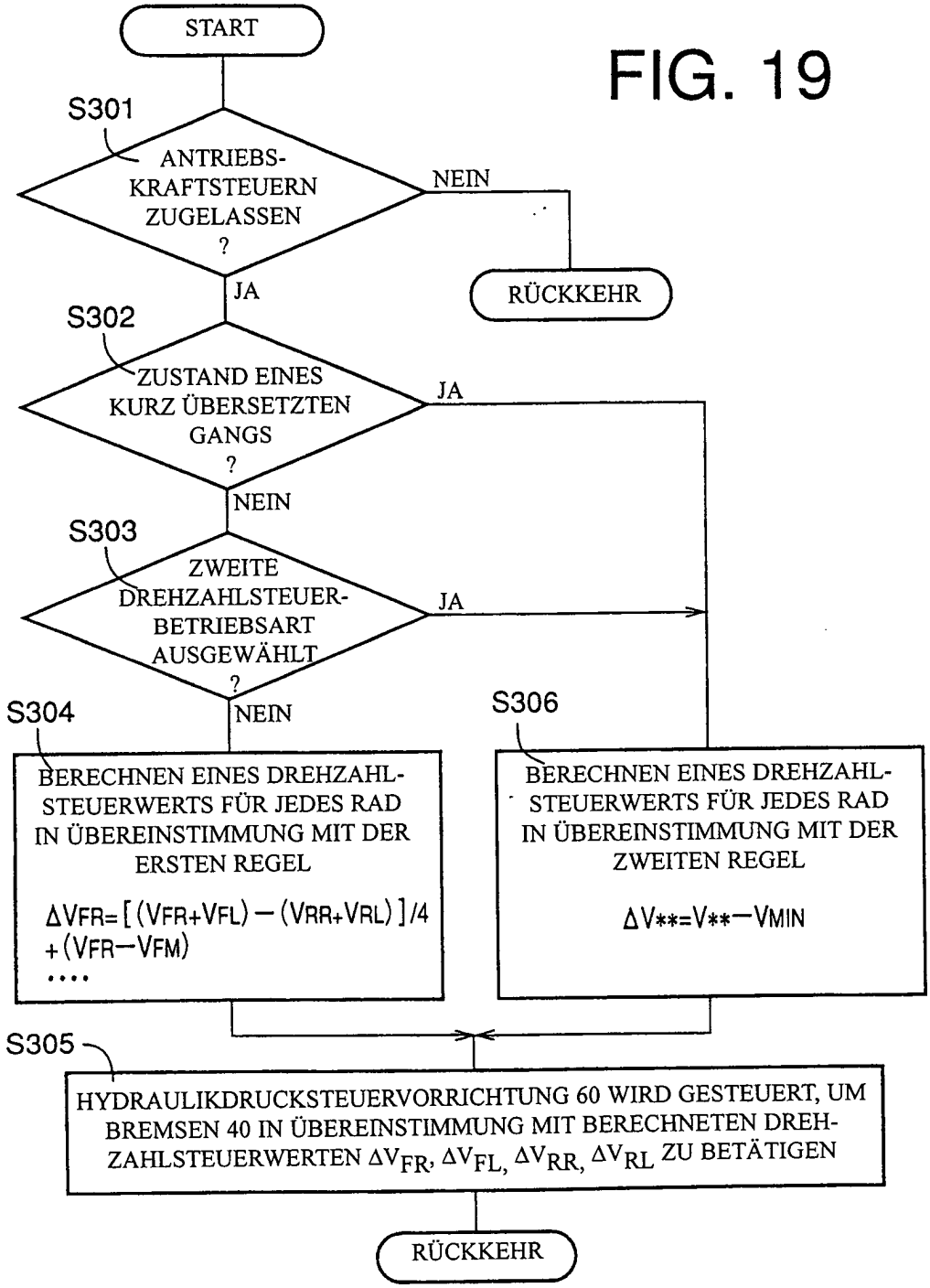

80
RADDREHZAHLSENSOR (FL)
80
RADDREHZAHLSENSOR (FR)
80
RADDREHZAHLSENSOR (RL)
80
RADDREHZAHLSENSOR (RR)
82
GASPEDALSENSOR
84
BREMSPEDALSENSOR
92
SENSOR FÜR ZUSTAND EINES KURZ ÜBERSETZTEN GANGS
94
DREHZAHLSTEUER-BETRIEBSARTENSENSOR
96
70
STEUER-EINRICHTUNG
78
COMPUTER
72
CPU
74
ROM
76
RAM
60
HYDRAULIK-DRUCKSTEUER-VORRICHTUNG
40
BREMSE (FL)
40
BREMSE (FR)
40
BREMSE (RL)
40
BREMSE (RR)

FIG. 18

FIG. 19


START
S301
ANTRIEBS-KRAFTSTEUERN ZUGELASSEN ?
NEIN
RÜCKKEHR
JA
S302
ZUSTAND EINES KURZ ÜBERSETZTEN GANGS ?
JA
NEIN
S303
ZWEITE DREHZAHLSTEUER-BETRIEBSART AUSGEWÄHLT ?
JA
NEIN
S304
BERECHNEN EINES DREHZAHL-STEUERWERTS FÜR JEDES RAD IN ÜBEREINSTIMMUNG MIT DER ERSTEN REGEL
ΔVFR=[(VFR+VFL)−(VRR+VRL)]/4+(VFR−VFM)
....
S306
BERECHNEN EINES DREHZAHL-STEUERWERTS FÜR JEDES RAD IN ÜBEREINSTIMMUNG MIT DER ZWEITEN REGEL
ΔV**=V**−VMIN
S305
HYDRAULIKDRUCKSTEUERVORRICHTUNG 60 WIRD GESTEUERT, UM BREMSEN 40 IN ÜBEREINSTIMMUNG MIT BERECHNETEN DREH-ZAHLSTEUERWERTEN ΔVFR, ΔVFL, ΔVRR, ΔVRL ZU BETÄTIGEN
RÜCKKEHR