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

(10) **DE 195 12 440 B4** 2005.11.24

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **195 12 440.5**
(22) Anmeldetag: **03.04.1995**
(43) Offenlegungstag: **12.10.1995**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **24.11.2005**

(51) Int Cl.[7]: **B60K 28/16**
B60T 8/32, F02D 9/00

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten(§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
6-70359 08.04.1994 JP

(73) Patentinhaber:
Mitsubishi Jidosha Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

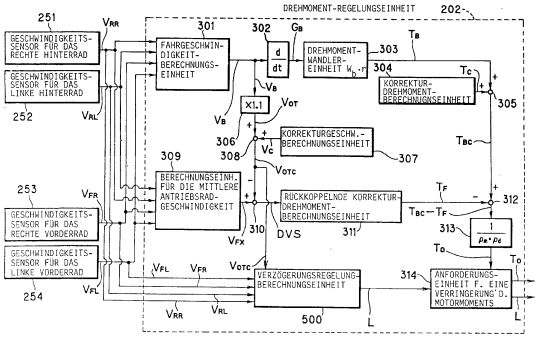
(74) Vertreter:
Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München

(72) Erfinder:
Ito, Yoshihito, Okazaki, Aichi, JP; Tuge, Hiroki, 60598 Frankfurt, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 40 31 890 A1
JP 02-1 40 439 A

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Traktionsregelung an Fahrzeugen mit Vierradantrieb**

(57) Hauptanspruch: Traktionsregelungsvorrichtung für ein Fahrzeug mit Vierradantrieb mit einem Differentialsystem (409) mit einem Differentialbegrenzungsmechanismus (409a), der zwischen dem rechten und linken Rad vorne oder hinten am Fahrzeug angeordnet ist, um den Schlupf der Räder dadurch zu beschränken, daß die von den Rädern auf die Straßenoberfläche übertragene Antriebskraft geregelt wird, mit:
– einer Raddrehzahl-Erfassungseinrichtung (251, 252, 253, 254) zum Erfassen der jeweiligen Drehzahl jedes der vier Räder;
gekennzeichnet durch
– eine Schlupferfassungseinrichtung zum Erfassen der zwei größten Schlupfwerte aus den von der Raddrehzahl-Erfassungseinrichtung erfaßten Raddrehzahlen;
– eine Schlupfänderung-Berechnungseinrichtung (506) zum Ermitteln der Änderung der zwei von der Schlupferfassungseinrichtung erfaßten Schlupfwerte;
– eine Schlupfänderung-Auswahleinrichtung (507) zum Auswählen der kleineren Schlupfänderung aus den zwei von der Schlupfänderung-Berechnungseinrichtung bestimmten Schlupfänderungen; und
– eine Traktionsregelungseinrichtung zum Regeln der Antriebskraft abhängig von der von der Schlupfänderung-Auswahleinrichtung ausgewählten Schlupfänderung.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Traktionsregelung bei einem Fahrzeug mit Vierradantrieb, die übermäßigen Schlupf der Räder an einem solchen Fahrzeug verhindern, das mit einem Schlupfbegrenzungsdifferential versehen ist, wodurch die Funktion des Schlupfbegrenzungsdifferentials wirkungsvoll ausgeführt wird.

[0002] Im folgenden wird als "Schlupfwert" derjenige Wert verstanden, wie er sich ergibt, wenn die Fahrgeschwindigkeit von der Geschwindigkeit eines Rads abgezogen wird. Als "Schlupf" wird demgegenüber ein solcher Fall bezeichnet, bei dem der Schlupfwert unerwünscht oder übermäßig hoch ist, d. h. über einer Schwelle liegt.

[0003] Wenn ein Fahrzeug auf einer glatten Straße, wie einer schneebedeckten Straße, fährt, besteht die Tendenz, daß die Antriebsräder Schlupf aufweisen, wenn eine zu hohe Antriebskraft ausgeübt wird. Dies führt zu einer Verschlechterung der Angriffskraft der Räder, der Beschleunigungseigenschaften und der Fahrbarkeit. Um mit einer solchen Situation fertigzuwerden, wurde ein Traktionsregelungsvorrichtung entwickelt und in der Praxis eingesetzt.

[0004] Bei einer Traktionsregelungsvorrichtung wird der Schlupf der Antriebsräder erfaßt. Wenn erkannt ist, daß der Schlupf groß ist, wird die Abtriebskraft des Motors zwangsweise und schnell verringert, um die Antriebskraft der Antriebsräder unabhängig davon zu verringern, wie stark ein Fahrer auf das Fahrpedal drückt. Dies unterdrückt den Schlupf der Antriebsräder, um das Losfahrverhalten und die Beschleunigungseigenschaften des Fahrzeugs auf einer glatten Straße, wie einer schneebedeckten Straße, zu verbessern.

[0005] Eine Regelungsvorrichtung zum Verringern der Abtriebskraft zum Unterdrücken des Schlupfs beinhaltet das Folgende:

(1) Drosselklappenregelung (die Drosselklappe des Einlaßsystems wird geschlossen).
(2) Regelung der Zündzeitpunktverzögerung (der Zündzeitpunkt für die Zündkerze wird verzögert).
(3) Kraftstoffregelung (Unterbrechen der Kraftstoffzufuhr oder Regelung der Menge des eingespritzten Kraftstoffs).
(4) Zylinderanzahlregelung (der Betrieb einer vorgegebenen Anzahl von Zylindern unter mehreren Zylindern wird eingestellt).
(5) Bremsregelung (die Bremse wird betätigt, um den Schlupf zu unterdrücken).

[0006] Die meisten bekannten Traktionsregelungsvorrichtungen verwenden eine Kombination aus einer Drosselklappenregelung und einer Zündzeitpunktverzögerungs-Regelung. Bei einer Drosselklappenregelung kann die Motorabtriebskraft gleichmäßig und in einem großen Bereich geregelt werden. Bei einem Schnellstart oder wenn sich der Zustand einer Straßenoberfläche plötzlich von dem einer trockenen auf den einer gefrorenen Straße ändert, tritt starker Schlupf auf. Eine Drosselklappenregelung ist nicht dazu in der Lage, einen derart starken Schlupf auszuregeln. Wenn ein starker Schlupf auftritt, wird die Zündzeitpunktverzögerungs-Regelung zeitweilig betrieben, um starken Schlupf mit gutem Ansprechverhalten zu unterdrükcen.

[0007] Ursprünglich wurden Traktionsregelungsvorrichtungen auf Fahrzeuge mit Zweiradantrieb angewandt. Jedoch kann selbst bei Fahrzeugen mit Vierradantrieb bei erhöhter Motorabtriebskraft und trotz der Verwendung von Rädern mit Spikes auf einer glatten Straße Schlupf auftreten. Demgemäß wurden Entwicklungen ausgeführt, um Traktionsregelungsvorrichtungen bei Fahrzeugen mit Vierradantrieb anzuwenden.

[0008] Die Entwicklung war auf die folgenden Fahrzeuge und Vorrichtungen gerichtet:

(a) ein Fahrzeug mit Vierradantrieb, das an den Hinterrädern mit einem Schlupfbegrenzungsdifferential versehen war (der Aufbau wird später kurz beschrieben);
(b) eine Traktionsregelungsvorrichtung (Antriebskraft-Regelungsvorrichtung) als Mechanismus unter Verwendung einer Kombination aus einer Drosselklappenregelung und einer Zündzeitpunktverzögerungs-Regelung (der Betrieb wird später kurz beschrieben).

[0009] Hier wird nun ein Fahrzeug mit Vierradantrieb (a) mit Hinterrad-Schlupfbegrenzungsdifferential kurz beschrieben. In einem Schlupfbegrenzungsdifferential ist das Differential selbst vom herkömmlichen Kegelradtyp. Das Schlupfbegrenzungsdifferential beinhaltet eine viskose Kupplung, die zwischen das Differentialzahnrad auf der linken Seite und das Differentialgehäuse angebracht ist, wobei die linke und die rechte Antriebswelle über die viskose Kupplung miteinander verbunden sind.

[0010] Es tritt kein Differentialeffekt auf, wenn die Drehzahlen der linken und der rechten Antriebswelle übereinstimmen, und das Drehmoment wird gleichmäßig verteilt. Wenn das Fahrzeug auf einer unterteilten Straße (die Reibungskoeffizienten der Straßenoberfläche in den Kontaktbereichen zu den Antriebsrädern sind für rechts und links verschieden) oder dergleichen fährt, so daß nur ein Rad Schlupf aufweist und dessen Drehzahl ansteigt, wird die Drehmomentzuteilung zum entgegengesetzten Rad erhöht. Das heißt, daß die Differentialwirkung begrenzt wird, wenn ein Rad Schlupf hat. Ein derartiger Schlupf kann auf einer Straße, wie einer unterteilten Straße oder einer schneebedeckten Straße, auftre-

ten oder während aus schlammigem Gelände herausgefahren wird.

[0011] Fig. 5 zeigt das Kraftübertragungssystem eines mit einem Hinterrad-Schlupfbegrenzungsdifferential versehenen Fahrzeugs mit Vierradantrieb. Wie in dieser Fig. 5 dargestellt, wird das vom Motor ausgebene Drehmoment über einen Drehmomentwandler und ein Getriebe auf ein mittleres Differential **401** gegeben. Das mittlere Differential **401** hat die Funktion, das Drehmoment mit vorgegebenem Verhältnis auf Vorderräder **402** und Hinterräder **403** zu verteilen. Dann wird das Drehmoment vom mittleren Differential **401** über eine Vorderrad-Abtriebswelle **404**, ein Vorderrad **405** und eine Vorderradwelle **406** auf die Vorderräder **402** übertragen. Ferner wird das Drehmoment vom mittleren Differential **401** über eine Hinterrad-Abtriebswelle **407**, eine Kardanwelle **408**, ein Schlupfbegrenzungsdifferential **409** und eine Hinterradwelle **410** auf die Hinterräder **403** übertragen. Das Schlupfbegrenzungsdifferential **409** beinhaltet einen Differentialwirkung-Begrenzungsmechanismus **409a**.

[0012] Nachfolgend wird der Betrieb der Traktionsregelungsvorrichtung (b) kurz beschrieben. Wenn bei einer Traktionsregelungsvorrichtung zur Verwendung bei einem Fahrzeug mit Vierradantrieb, wofür ein detaillierter Aufbau bei den Ausführungsbeispielen zur Erfindung beschrieben wird, Schlupf auftritt, wird die Drosselklappe zwangsweise geschlossen. Ferner wird dann, wenn plötzlicher Schlupf auftritt, vom Computer ein Verzögerungsbefehl L ausgegeben, um vorübergehend eine Zündzeitpunktverzögerungs-Regelung auszuführen.

[0013] Bei der bekannten Zündzeitpunktverzögerungs-Regelung wird, wie es durch Fig. 6 veranschaulicht ist, eine Korrektursollgeschwindigkeit der Antriebsräder V_{OTC} (entsprechend der Fahrgeschwindigkeit, was ebenfalls bei den Ausführungsbeispielen zur Erfindung beschrieben wird) von einer Drehzahl V_{FL} für das linke Vorderrad, einer Geschwindigkeit V_{FR} für das rechte Vorderrad, einer Geschwindigkeit V_{RL} für das linke Hinterrad und einer Geschwindigkeit V_{RR} für das rechte Hinterrad abgezogen, um Schlupfwerte DVS_1, DVS_2, DVS_3 und DVS_4 zu bestimmen.

[0014] Eine Schlupfauswahl-/Mittelungseinheit **601** wählt den größten und den nächstgrößten unter den Schlupfwerten DVS_1, DVS_2, DVS_3 und DVS_4 aus, mittelt die zwei ausgewählten Werte und gibt den gemittelten Schlupfwert als mittleren Schlupfwert DVS_a aus. Eine Differenziereinheit **602** differenziert den mittleren Schlupfwert DVS_a, um eine Schlupfrate $GDVS_a$ zu bestimmen. Eine Verzögerungsregelung-Setz/Rücksetz-Bestimmungseinheit **603** gibt den Verzögerungsbefehl L aus, wenn der mittlere Schlupfwert DVS_a größer als ein vorgegebener Wert ist und die Schlupfrate $GDVS_a$ größer als ein vorgegebener Wert ist. Die Zündzeitpunktverzögerungs-Regelung wird mittels des Verzögerungsbefehls L ausgeführt, um die Antriebskraft der Antriebsräder zu verringern, um dadurch plötzlichen Schlupf zu unterdrücken.

[0015] Beim bekannten System, wie es in Fig. 6 dargestellt ist, werden die zwei größten Werte der Schlupfausmaße gemittelt, um den Schlupfwert DVS_a zu bestimmen, der differenziert wird, um die Schlupfrate $GDVS_a$ zu bestimmen. Daher wächst die Schlupfrate $GDVS_a$ auch dann an, wenn plötzlicher Schlupf nur an einem der vier Räder auftritt, und es wird eine Verzögerungsregelung ausgeführt.

[0016] Bei einem Fahrzeug mit Vierradantrieb mit Hinterrad-Schlupfbegrenzungsdifferential kann mittels der Funktion des Hinterrad-Schlupfbegrenzungsdifferentials das Fahrzeug auch dann stabil laufen, wenn ein plötzlicher Schlupf nur an einem einzelnen Rad auftritt. Demgemäß ist es besser, die Antriebskraft der Antriebsräder nicht zu verringern. Wenn jedoch die bekannte Traktionsregelungsvorrichtung verwendet wird, wird die Antriebskraft auch dann verringert, wenn ein plötzlicher Schlupf nur an einem Rad auftritt. Demgemäß wurde die Funktion des Schlupfbegrenzungsdifferentials nicht wirkungsvoll genutzt. Das heißt, daß dann, wenn ein Schlupfbegrenzungsdifferential vorliegt und die Antriebskraft eigentlich nicht verringert werden müßte, wenn das Fahrzeug auf einer unterteilten Straße oder dergleichen läuft, doch häufig eine Verzögerungsregelung ausgeführt wird, die die Antriebskraft verringert. Dies verschlechtert das Fahrgefühl.

[0017] Da bei einer Verzögerungsregelung das Drehmoment plötzlich verringert wird, besteht insbesondere bei einer solchen die Tendenz, daß ein Stoß wegen einer Drehmomentänderung auftritt. Demgemäß verschlechtert sich das Fahrgefühl, wenn die Verzögerungsregelung übermäßig oft einsetzt.

[0018] Ferner besteht die Tendenz eines Stoßes, wenn eine ähnliche Regelung durch Bremsen der Räder oder durch Kraftstoffunterbrechung erfolgt, was plötzlich Drehmomentänderungen zur Folge hat, wodurch ähnliche Schwierigkeiten auftreten.

Stand der Technik

[0019] Eine Technik mit den vorstehend beschriebenen Problemen ist auch in der Veröffentlichung 2-140439 zu einer japanischen Patentanmeldung beschrieben.

[0020] Bei der dort beschriebenen Technologie werden bei einem Fahrzeug mit Vierradantrieb die größte Radgeschwindigkeit und die kleinste Radgeschwindigkeit unter den einzelnen Radgeschwindigkeiten ausgewählt. Dann wird die Geschwindigkeitsdiffe-

renz zwischen dem größten und kleinsten Wert oder das Geschwindigkeitsverhältnis aus dem größten und kleinsten Wert bestimmt. Das Auftreten von Schlupf wird erkannt, wenn die Geschwindigkeitsdifferenz oder das Geschwindigkeitsverhältnis größer als ein vorgegebener Wert ist, um dann die Öffnung der Drosselklappe zu regeln. Durch das Vornehmen einer solchen Bestimmung tritt die Schwierigkeit einer übermäßigen Verringerung der Antriebskraft auf, da eine Drehmomentregelung des Motors bereits schon ausgeführt wird, wenn nur eines der vier Räder Schlupf hat. Insbesondere dann, wenn das Bestimmungsverfahren auf ein Fahrzeug angewandt wird, bei dem die Motordrehmoment-Regelung durch ein schnell ansprechendes Verfahren ausgeführt wird, wie eine Zündzeitpunktsregelung oder das Abschalten der Kraftstoffzufuhr, oder wenn die Antriebskraft durch eine Bremsregelung eingestellt wird, verringert sich nicht nur die Beschleunigung, sondern auch der Fahrkomfort verschlechtert sich wegen Schwingungen, wie sie durch Wiederholen der Regelungsvorgänge hervorgerufen werden.

[0021] Aus der DE 40 31 890 A1 ist eine Traktionsregelungsvorrichtung für ein Fahrzeug mit Vierradantrieb bekannt, bei dem die Antriebskraft direkt auf die Hinterachse übertragen wird. Die auf die Hinterachse übertragene Antriebskraft wird weiterhin mittels einer Kupplungseinrichtung auch auf die Vorderachse übertragen, wobei die Kraftübertragung entsprechend der Differenz der Drehzahlen zwischen Hinter- und Vorderrädern sowie dem augenblicklichen Lenkzustand des Fahrzeugs gesteuert wird. Die Traktionsregelungsvorrichtung ist dabei so ausgelegt, daß, wenn der Schlupf der Vorderräder einen vorbestimmten Wert übersteigt, die Leistung des Motors vermindert wird, um ein Driften der Reifen zu verhindern.

Aufgabenstellung

[0022] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Traktionsregelung für ein Fahrzeug mit Vierradantrieb bereitzustellen, das auch auf Fahrzeuge mit Schlupfbegrenzungsdifferential angewandt werden kann, wodurch die Funktion dieses Differentials wirkungsvoll genutzt und der Schlupf unterdrückt wird.

[0023] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren gemäß Anspruch 11 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüche angegeben.

[0024] Bei der Erfindung wird die kleinere der zwei größten Schlupfraten gewählt, und wenn die kleinere Schlupf rate größer als ein vorgegebener Wert ist, wird eine Verzögerungsregelung ausgeführt. Daher erfolgt keine Verzögerungsregelung, wenn plötzlicher Schlupf nur an einem Rad auftritt, wodurch die Funktion eines Schlupfbegrenzungsdifferentials wirkungsvoll genutzt wird.

Ausführungsbeispiel

[0025] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines durch Figuren veranschaulichten Ausführungsbeispiels näher beschrieben.

[0026] Fig. 1 ist eine schematische Ansicht, die den Aufbau eines Einlaßsystems, eines Motorsystems und eines Regelungssystems eines Fahrzeugs zeigt, auf das eine Traktionsregelungsvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung angewandt ist;

[0027] Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das die beim Ausführungsbeispiel verwendete Drehmoment-Regelungseinheit zeigt;

[0028] Fig. 3 und Fig. 4 sind Blockdiagramme, die beim Ausführungsbeispiel verwendbare Verzögerungsregelungs-/Berechnungseinheiten zeigen;

[0029] Fig. 5 ist eine schematische Ansicht, die die Struktur eines Kraftübertragungssystems bei einem Fahrzeug mit Vierradantrieb zeigt, das mit einem Hinterrad-Schlupfbegrenzungsdifferential versehen ist; und

[0030] Fig. 6 ist ein Blockdiagramm, das bekannte Regelungstechniken veranschaulicht.

[0031] Das Ausführungsbeispiel ist auf eine Traktionsregelungsvorrichtung gerichtet, mit der ein Fahrzeug mit Vierradantrieb mit Hinterrad-Schlupfbegrenzungsdifferential versehen werden kann. Diese Traktionsregelungsvorrichtung beinhaltet einen Mechanismus unter Verwendung einer Kombination aus einer Drosselklappenregelung und einer Zündzeitpunktverzögerungs-Regelung.

[Struktur des Einlaßsystems, des Motorsystems und des Regelungssystems]

[0032] Das Einlaßsystem, das Motorsystem und das Regelungssystem des Ausführungsbeispiels, gemäß dem die Erfindung auf ein Fahrzeug mit Vorderradantrieb gerichtet ist, wird zunächst unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschrieben. Gemäß Fig. 1 wird einer Verbrennungskammer **104** eines Motors **103** über ein Luftfilter **101** und ein Einlaßrohr **102** Luft zugeführt. Die Verbrennungskammer **104** wird auch mit über ein Einspritzventil **105** eingespritztem Kraftstoff versorgt, und die Mischung in der Verbrennungskammer **104** wird durch Zündung einer Zündkerze **106** verbrannt.

[0033] Eine Drosselklappenanordnung **107** ist im Verlauf des Einlaßrohrs **102** angeordnet, und eine Drosselklappe **108** zum Einstellen der Menge an Ein-

laßluft ist drehbar innerhalb der Drosselklappenanordnung **107** angeordnet. Wenn ein Fahrpedal **109** heruntergedrückt wird, verdreht sich die Drosselklappe **108** in Öffnungsrichtung, und wenn der Fuß vom Fahrpedal **109** weggenommen wird, verdreht sich die Drosselklappe mittels der Kraft einer Feder in den vollständig verschlossenen Zustand zurück. Wenn dagegen eine Regelungsstange **111** durch ein Unterdruckstellglied **110** in der durch einen Pfeil A gekennzeichneten Richtung weggezogen wird, wird die Drosselklappe **108** zwangsweise abhängig vom Ziehweg der Regelungsstange **111** geschlossen. Der Betrieb des Unterdruck-Stellglieds **110** wird später beschrieben.

[0034] Ein Druckpuffer **112** steht mit der stromabwärtigen Seite der Drosselklappenanordnung **107** in Verbindung, und dieser wiederum steht mit einem Unterdruckbehälter **113** in Verbindung. Andererseits ist ein Unterdruck-Magnetventil **114** zwischen dem Unterdruckbehälter **113** und dem Unterdruck-Stellglied **110** angeordnet, und ein Belüftungsmagnetventil **115** ist zwischen einem Teil des Einlaßrohrs **102** (Teil, der nahe beim Atmosphärendruck liegt) nahe am Luftfilter **101** sowie dem Unterdruck-Stellglied **110** angeordnet.

[0035] Das Unterdruck-Magnetventil **114** ist geschlossen, wenn es nicht aktiviert ist, und es ist im aktivierten Zustand offen. Andererseits ist das Belüftungsmagnetventil **115** offen, wenn es nicht aktiviert ist, und es ist im aktivierten Zustand geschlossen. Andererseits zieht das Unterdruck-Stellglied **110** die Regelungsstange **111** in der Richtung A, wenn der Innendruck negativ ist, und wenn der Innendruck auf dem Atmosphärendruck ist, wird die Regelungsstange **111** durch eine im Unterdruck-Stellglied **110** vorhandene Feder in eine vorgegebene Position zurückgeführt. Demgemäß werden die Aktivierungszustände der Magnetventile **114** und **115** sowie der Betrieb des Unterdruck-Stellglieds **110** wie folgt zusammengefaßt:

(1) Die Magnetventile **114** und **115** sind beide desaktiviert. Der Innendruck des Unterdruck-Stellglieds **110** befindet sich auf dem Atmosphärendruck. Die Regelungsstange **111** befindet sich in der durch die eingebaute Feder festgelegten Position.

(2) Die Magnetventile **114** und **115** sind beide aktiviert. Der Innendruck im Unterdruck-Stellglied **110** ist ein Unterdruck.

[0036] Die Regelungsstange **111** wird in der Richtung A gezogen.

[0037] Die Ziehposition der Regelungsstange **111** in der Richtung A wird durch eine Tastverhältnisregelung des Stroms in den Magnetventilen **114** und **115** eingestellt, wodurch zunächst die Bewegung in der Richtung A und dann die Position bestimmt werden.

[0038] Nun wird der Öffnungs-/Schließvorgang der Drosselklappe **108** zusammengefaßt.

(1) Wenn das Tastverhältnis des Stroms für die Magnetventile **114** und **115** 0 % ist und die Regelungsstange **111** des Unterdruck-Stellglieds **110** sich in der durch die Feder festgelegten Position befindet, wird die Drosselklappe **108** in eineindeutiger Entsprechung zum Niederdrückweg des Fahrpedals **109** geöffnet.

(2) Wenn die Magnetventile **114** und **115** aktiviert sind, um die Regelungsstange **111** in der Richtung A zu ziehen, wird die Drosselklappe **108** unabhängig vom Niederdrückweg des Fahrpedals **109** zwangsweise geschlossen. Der Schließweg der Drosselklappe **108** steht in Beziehung zum Stromtastverhältnis für die Magnetventile **114** und **115**.

[0039] Eine Motorregelungseinheit **201** kann die Drosselklappe **108** dadurch zwangsweise schließen, daß sie den den Magnetventilen **114** und **115** zugeführten Strom einstellt. Dies verringert das Drehmoment des Motors **103**.

[0040] Ferner kann die Motorregelungseinheit **201** auch den Zündzeitpunkt für die Zündkerze **106** einstellen, und das Drehmoment des Motors **103** kann dadurch verringert werden, daß der Zündwinkel verzögert, d. h. nach spät gestellt wird.

[0041] Ferner stellt die Motorregelungseinheit **201** auch die Menge an Kraftstoff ein, die vom Einspritzventil **105** eingespritzt wird.

[0042] Mit der Motorregelungseinheit **201** ist eine Drehmoment-Regelungseinheit **202** über ein Informationsübertragungskabel **203** verbunden. Die Motorregelungseinheit **202** liefert ein Motorzustandssignal an die Drehmoment-Regelungseinheit **202**, und diese liefert Information zum Sollantriebsmoment (das Berechnungsverfahren wird später beschrieben) und zum Verzögerungsverhältnis für den Zündzeitpunkt an die Motorregelungseinheit **201**.

[0043] Die Drehmoment-Regelungseinheit **202** empfängt Signale von einem Fahrpedalstellungs-Sensor **204** und verschiedenen anderen Sensoren (Einzelheiten werden später beschrieben), um Bestimmungen hinsichtlich des Schlupfs, einer unterteilten Straße und Berechnungen hinsichtlich des Sollantriebsmoments und des Verzögrungsverhältnisses auszuführen, wie dies später beschrieben wird. Andererseits empfängt die Motorregelungseinheit **201** Information von Sensoren wie einem Drosselklappenöffnungs-Sensor **205** sowie der Drehmoment-Regelungseinheit **202**, um das Ausgangsdrehmoment des Motors **103** zu regeln. Insbesondere erhöht die Motorregelungseinheit **201** zum zwangsweisen Verringern des Motordrehmoments das Tastverhältnis für die Magnetventile **114** und **115**, und sie verzögert den Zündzeitpunkt für die Zündkerze **106**.

[Aufbau der Drehmoment-Regelungseinheit sowie Berechnungen in derselben]

[0044] Nachfolgend werden der Aufbau und Berechnungsabläufe in der Drehmoment-Regelungseinheit **202** sowie die Peripheriesensoren unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben.

[0045] Wie in Fig. 2 dargestellt, ist die Drehmoment-Regelungseinheit **202** mit einem Geschwindigkeitssensor **251** für das rechte Hinterrad, einem Geschwindigkeitssensor **252** für das linke Hinterrad, einem Geschwindigkeitssensor **253** für das rechte Vorderrad, einem Geschwindigkeitssensor **254** für das linke Vorderrad und verschiedenen anderen (nicht dargestellten) Sensoren verbunden. Der Geschwindigkeitssensor **251** für das rechte Hinterrad erfaßt die Geschwindigkeit V_{RR} des rechten Hinterrads; der Geschwindigkeitssensor **252** für das linke Hinterrad erfaßt die Geschwindigkeit V_{LR} des linken Hinterrads; der Geschwindigkeitssensor **253** für das rechte Vorderrad erfaßt die Geschwindigkeit V_{FR} des rechten Vorderrads; und der Geschwindigkeitssensor **254** für das linke Vorderrad erfaßt die Geschwindigkeit V_{FL} des linken Vorderrads.

[0046] Eine Fahrgeschwindigkeit-Berechnungseinheit **301** in der Drehmoment-Regelungseinheit **202** wählt die drittgrößte der Radgeschwindigkeiten V_{RR}, V_{RL}, V_{FR} und V_{FL} aus und gibt sie als Fahrgeschwindigkeit V_B aus. Eine Differenziereinheit **302** differenziert die Fahrgeschwindigkeit V_B, um eine Längsbeschleunigung G_B in der Laufrichtung des Fahrzeugs zu ermitteln. Eine Drehmoment-Umsetzeinheit **303** multipliziert die Längsbeschleunigung G_B mit dem Fahrzeuggewicht W_b und dem effektiven Reifenradius r der Vorderräder, um ein Bezugsantriebsmoment T_B zu bestimmen. Eine Korrekturdrehmoment-Berechnungseinheit **304** ermittelt ein Korrekturdrehmoment T_C, und eine Addiereinheit **305** addiert das Korrekturdrehmoment T_C zum Bezugsantriebsmoment T_B, um ein Korrektur-Bezugsantriebsmoment T_{BC} zu bestimmen. Das Korrekturdrehmoment T_C ist die Summe aus einem Fahrwiderstand und einem Schleppmoment bei Kurvenfahrt. Der Fahrwiderstand wird aus vorab abgespeicherten Tabellendaten bestimmt. Es besteht die Tendenz, daß der Fahrwiderstand mit zunehmender Fahrgeschwindigkeit ansteigt und ebenfalls ansteigt, wenn der Drehwinkel der Lenksäule zunimmt.

[0047] Andererseits multipliziert eine Multiplizierein-heit **306** die Fahrgeschwindigkeit V_B mit einer Konstante (1,1), um die Soll-Antriebsradgeschwindigkeit V_{OT} zu bestimmen. Der Wert 1,1 der Konstante ist auf Grundlage der folgenden Erkenntnisse festgelegt. Die Fahrbarkeits- und Beschleunigungseigenschaften sind verbessert, wenn die Vorderräder (Antriebsräder) während der Fahrt einen Schlupf von ungefähr 10 % in bezug auf die Straßenoberfläche aufweisen.

[0048] Eine Korrekturgeschwindigkeit-Berechnungseinheit **307** bestimmt eine Korrekturgeschwindigkeit V_c. Die Korrekturgeschwindigkeit V_c wird dadurch bestimmt, daß ein Kurvenfahrt-Korrekturwert von einem Beschleunigungskorrekturwert abgezogen wird. Der Beschleunigungskorrekturwert wird aus vorab abgespeicherten Tabellendaten bestimmt. Dieser Beschleunigungskorrekturwert hat die Tendenz schrittweise zuzunehmen, wenn der Wert der Längsbeschleunigung G_B zunimmt. Der Kurvenfahrt-Korrekturwert wird ebenfalls aus vorab abgespeicherten Tabellendaten bestimmt. Es besteht die Tendenz, daß er zunimmt, wenn der Wert der Querbeschleunigung (entsprechend der Geschwindigkeitsdifferenz zwischen dem rechten und dem linken Hinterrad) zunimmt.

[0049] Eine Addiereinheit **308** addiert die Korrekturgeschwindigkeit V_C zur Soll-Antriebsradgeschwindigkeit V_{OT}, um einen Korrekturwert V_{OTC} für die Soll-Antriebsradgeschwindigkeit zu bestimmen.

[0050] Eine Berechnungseinheit **309** für die mittlere Antriebsradgeschwindigkeit wählt die größte und die zweitgrößte unter den Radgeschwindigkeiten V_{RR}, V_{RL}, V_{FR} und V_{FL} aus und mittelt die ausgewählten zwei Geschwindigkeiten, um eine mittlere Antriebsradgeschwindigkeit V_{FX} zu bestimmen. Eine Subtrahiereinheit **310** subtrahiert den Korrekturwert V_{OTC} für die Soll-Antriebsradgeschwindigkeit V_{OTC} von der mittleren Antriebsradgeschwindigkeit V_{FX}, um einen Schlupfwert DVS zu bestimmen.

[0051] Eine rückgekoppelte Korrekturdrehmoment-Berechnungseinheit **311** führt dadurch eine Proportionalberechnung aus, daß sie den Schlupfwert mit einem Proportionalitätskoeffizienten multipliziert, um ein proportionales Grundkorrektur-Drehmoment zu bestimmen, das proportional zum Schlupfwert ist; sie führt eine integrierende Berechnung dadurch aus, daß sie den Schlupfwert integriert, um ein integriertes Korrekturdrehmoment zu bestimmen, das einer allmählichen Änderung des Schlupfwerts entspricht; und sie führt eine Differenzierungsberechnung dadurch aus, daß sie den Schlupfwert differenziert, um ein Differenzierungs-Korrekturdrehmoment zu bestimmen, das einer schnellen Änderung des Schlupfwerts entspricht. Ferner werden das proportionale Korrekturdrehmoment, das integrale Korrekturdrehmoment und das differentielle Korrekturdrehmoment aufsummiert, um ein Rückkopplungs-Korrekturdrehmoment T_F zu bestimmen.

[0052] Eine Subtrahiereinheit **312** subtrahiert das Rückkopplungs-Korrekturdrehmoment T_F vom Korrektur-Bezugsantriebsmoment T_{BC}. Ferner teilt eine Dividiereinheit **313** das Drehmoment ($T_{BC} - T_F$) durch das Gesamtuntersetzungsverhältnis $\rho_m \cdot \rho_d$ (bei einem Handschaltgetriebe), um das Soll-Antriebsmoment T_0 zu bestimmen. ρ_m ist das Drehzahländerungsver-

hältnis des Schaltgetriebes, und ρ_d ist das Untersetzungsverhältnis des Differentialgetriebes. Bei einem Automatikgetriebe beträgt das Gesamtuntersetzungsverhältnis $\rho_m \cdot \rho_d \cdot \rho_T$ wobei das Drehmomentwandlerverhältnis ρ_T berücksichtigt ist.

[0053] Das Sollantriebsmoment T_0 entspricht einem Wert, der dadurch erhalten wird, daß das Rückkopplungs-Korrekturdrehmoment T_F (dies entspricht dem zum Herbeiführen von Schlupf erforderlichen Drehmoment) vom Bezugsantriebsmoment T_B (dies entspricht dem Drehmoment, wie es erforderlich ist, um die Fahrgeschwindigkeit V_B aufrechtzuerhalten) subtrahiert wird. Daher wird Schlupf dadurch unterdrückt, daß das Motordrehmoment auf das Sollantriebsmoment T_0 verringert wird. Das Sollantriebsmoment T_0 wird an eine Anforderungseinheit **314** zum Verringern des Motordrehmoments übertragen.

[0054] Eine Verzögerungsregelung-Berechnungseinheit **500** empfängt die einzelnen Radgeschwindigkeiten V_{RR}, V_{RL}, V_{FR}, V_{FL} sowie die korrigierende Soll-Antriebsradgeschwindigkeit V_{OTC}, sie ermittelt das Auftreten plötzlichen Schlupfs aus diesen Daten, und sie gibt einen Verzögerungsbefehl L aus, wenn plötzlicher Schlupf auftritt. Der Aufbau der Verzögerungsregelung-Berechnungseinheit **500** und ihr Regelungsablauf ist einer der Schlüsselpunkte der Erfindung, wobei Einzelheiten später unter Bezugnahme auf die Fig. 3 und Fig. 4 beschrieben werden.

[0055] Die Anforderungseinheit **314** für die Verringerung des Motordrehmoments überträgt dann, wenn (i) ein Traktionsregelungsschalter vom Fahrer eingeschaltet ist, um Traktionsregelung auszuwählen, und (ii) die Bedingungen erfüllt sind, daß der Schupfwert DVS und die Schlupfrate vorgegebene Werte erreicht haben oder darüber liegen, und wenn ähnliches erfüllt ist, das Sollantriebsmoment T_0 und der Verzögerungsbefehl L an die Motorregelungseinheit **201**.

[0056] Die Motorregelungseinheit **201** regelt das Stromtastverhältnis in den Magnetventilen **114** und **115**, um die Drosselklappe **108** zwangsweise so zu schließen, daß das Abtriebsdrehmoment des Motors **103** das Sollantriebsmoment T_0 ist. Ferner verzögert die Regelungseinheit **201** auf den Verzögerungsbefehl L hin den Zündzeitpunkt für die Zündkerze **106**.

[Praktisches Beispiel für die Verzögerungsregelung-Berechnungseinheit: Schlüsselpunkt der Erfindung]

[0057] Ein erstes bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer Verzögerungsregelung-Berechnungseinheit **500** wird unter Bezugnahme auf Fig. 3 beschrieben. Wie in Fig. 3 dargestellt, ziehen einzelne Subtrahiereinheiten **501**, **502**, **503** und **504** die korrigierende Soll-Antriebsradgeschwindigkeit V_{OTC} von den einzelnen Radgeschwindigkeiten V_{FL}, V_{FR}, V_{RL} und V_{RR} ab, um Schlupfwerte DVS_1, DVS_2, DVS_3 und DVS_4 auszugeben. Eine Schlupfwert-Auswahleinheit **505** wählt den größten und den zweitgrößten unter den Schlupfwerten DVS_1, DVS_2, DVS_3 und DVS_4 aus und gibt diese als Schlupfwerte DVS_{11} und DVS_{12} aus. Eine Differenziereinheit **506** differenziert die Schlupfwerte DVS_{11} und DVS_{12} und gibt zwei Schlupfraten $GDVS_1$ und $GDVS_2$ aus. Die Schlupfraten $GDVS_1$ und $GDVS_2$ zeigen die Änderungen der Schlupfwerte DVS_{11} und DVS_{12} pro Zeiteinheit an, wobei diese Werte ansteigen, wenn plötzlicher und übermäßig hoher Schlupf auftritt.

[0058] Eine Geringstwert-Ermittlungseinheit **507** wählt die kleinere der Schlupfraten $GDVS_1$ und $GDVS_2$ aus und gibt sie als Geringstwert-Schlupfrate GDVSL aus.

[0059] Eine Verzögerungsregelung-Setz/Rücksetz-Ermittlungseinheit **508** wird abhängig vom Setz(Start)-Zustand und vom Rücksetz-(Ende)-Zustand der Zündzeitpunktverzögerungs-Regelung eingestellt; dabei ist, wie zum Beispiel unten dargestellt, der Mittelwert der Schlupfwerte DVS_{11} und DVS_{12} mit DVS_0 bezeichnet, und die Erdbeschleunigung ist mit G bezeichnet.

[0060] Die Zündzeitpunktverzögerungs-Regelung ist so eingestellt, daß sie den Verzögerungsbefehl L ausgibt, wenn die folgenden Bedingungen (1) und (2) gleichzeitig erfüllt sind:

$$\text{Schlupfwert } DVS_0 \geq 2 \text{ [km/h]} \quad (1)$$

$$\text{Schlupfrate } GDVSL > 0{,}6\ G. \quad (2)$$

[0061] Das heißt, daß die Zündzeitpunktverzögerungs-Regelung betrieben wird, wenn der Schlupfwert DVS_0 und die Schlupfrate DGVSL beide größer als vorgegebene Werte sind.

[0062] Die Zündzeitpunktverzögerungs-Regelung wird zurückgesetzt, um die Ausgabe des Verzögerungsbefehls L zu beenden, wenn die folgenden Bedinungen (3-1) und (3-2) oder (4-1) und (4-2) gleichzeitig erfüllt sind:

$$-0{,}5\ G \leq GDVLS \leq 0\ G \quad (3\text{-}1)$$

$$DVS_0 < 6 \text{ [km/h]} \quad (3\text{-}2)$$

$$GDVSL < -0{,}5\ G \quad (4\text{-}1)$$

$$DVS_0 < 18 \text{ [km/h} \quad (4\text{-}2)]$$

[0063] Die obigen Bedingungen (3-1) und (3-2) sind solche, wie sie auftreten, wenn die Schlupfrate GDVSL etwas abnimmt und der Schlupfwert DVS_0 deutlich abnimmt. Die obigen Bedingungen (4-1) und

(4-2) sind solche, wie sie auftreten, wenn der Schlupfwert DVS_0 etwas abnimmt und die Schlupfrate GDVSL stark abnimmt.

[0064] Die Verzögerungsregelung-Berechnungseinheit **500** befindet sich in einem Zustand zum Ausgeben des Verzögerungsbefehls L, wenn die Geringstwert-Schlupfrate GDVSL, die die kleinere der Schlupfraten $GDVS_1$ und $GDVS_2$ ist, größer als ein vorgegebener Wert ist. Daher wächst dann, wenn bei einem der vier Räder plötzlich Schlupf auftritt, eine der Schlupfraten $GDVS_1$ und $GDVS_2$ plötzlich an, jedoch ist die andere klein. Demgemäß ist letztendlich die Geringstwert-Schlupfrate GDVSL klein, und die Bedingung (2) ist nicht erfüllt. Demgemäß wird kein Verzögerungsbefehl L ausgegeben.

[0065] Bei einem Fahrzeug mit Vierradantrieb mit hinterem Schlupfbegrenzungsventil kann, selbst wenn bei einem der Räder plötzlicher Schlupf auftritt, das Fahrzeug dank der Funktion des hinteren Schlupfbegrenzungsdifferentials einen satbilen Fahrzustand beibehalten. Daher ist es besser, die Antriebskraft der Antriebsräder nicht zu verringern. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist selbst dann, wenn bei einem der Räder ein plötzlicher Schlupf auftritt, die Bedingung (2) nicht erfüllt. So kann die Funktion des hinteren Schlupfbegrenzungsdifferentials wirkungsvoll ausgeübt werden, ohne daß eine Zündzeitpunktverzögerungs-Regelung ausgeführt wird. Diese Wirkung ist die Aufgabe des vorliegenden Ausführungsbeispiels.

[0066] Selbstverständlich wird dann, wenn die Geringstwert-Schlupfrate GDVSL größer als der vorgegebene Wert ist, d. h., wenn plötzlicher Schlupf bei zwei oder mehr Rädern auftritt und die Bedingung (2) erfüllt ist, wobei außerdem die Bedingung (1) erfüllt ist, die Zündzeitpunktverzögerung-Regelung ausgeführt, um das Auftreten von Schlupf zu unterdrücken.

[0067] Fig. 4 zeigt ein zweites bevorzugtes Ausführungsbeispiel für die Verzögerungsregelung-Berechnungseinheit **500**. Beim zweiten bevorzugten Ausführungsbeispiel wählt eine Radgeschwindigkeit-Auswahleinheit **509** die größte und die zweitgrößte unter den einzelnen Radgeschwindigkeiten V_{FL}, V_{FR}, V_{RL} und V_{RR} aus und gibt diese als Radgeschwindigkeiten V_1 und V_2 aus. Subtrahiereinheiten **510** und **511** subtrahieren die korrigierende Soll-Antriebsradgeschwindigkeit V_{OTC} von den Radgeschwindigkeiten V_1 und V_2, um Schlupfwerte DVS_{11} bzw. DVS_{12} auszugeben. Der anschließende Ablauf ist derselbe, wie er in Fig. 3 dargestellt ist, und es wird dieselbe Wirkung wie beim ersten bevorzugten Ausführungsbeispiel erzielt.

[0068] Das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel ist eine Traktionsregelungsvorrichtung unter Verwendung einer Kombination aus (1) einer Drosselklappenregelung und (2) einer Zündzeitpunktverzögerungs-Regelung. Jedoch kann die Erfindung alternativ auch auf eine Traktionsregelungsvorrichtung angewandt werden, die anstelle der Zündzeitpunktverzögerungs-Regelung (3) eine Kraftstoffregelung oder (4) eine Zylinderzahlregelung verwendet, wobei der Ablauf zum Starten der einzelnen Regelungen (3), (4) und (5) so erfolgen kann, wie beim obigen Ausführungsbeispiel.

[0069] Anstelle der Zündzeitpunktverzögerungs-Regelung kann eine Bremsregelung unter Verwendung einer Bremsvorrichtung für die Räder erfolgen. In diesem Fall wird ein Bremsvorgang gestartet, wenn die Verzögerungsstartbedingung beim Ausführungsbeispiel erfüllt ist, und der Bremsvorgang wird aufgehoben, wenn die Verzögerungsendebedingung erfüllt ist. Die Bremskraft während des Bremsvorgangs kann auf einem konstanten Wert bleiben, oder sie kann abhängig vom Schlupfzustand der Räder eingestellt werden, auf ähnliche Weise wie bei einer herkömmlichen Schlupfregelungsvorrichtung unter Verwendung eines Bremssystems.

[0070] Ferner kann anstelle der Zündzeitpunktverzögerungs-Regelung eine Kraftstoff-Mengenregelung erfolgen, z. B. dadurch, daß die Kraftstoffzufuhr zu einigen oder allen Zylindern unterbrochen wird.

[0071] In diesem Fall wird mit dem Sperren der Kraftstoffzufuhr begonnen, wenn die Verzögerungsstartbedingung beim obigen Ausführungsbeispiel erfüllt ist, und Kraftstoff wird wieder zugeführt, wenn die Verzögerungsendebedingung erfüllt ist. Ferner kann statt eines Unterbrechens der Kraftstoffzufuhr eine Verringerung der Menge zugeführten Kraftstoffs vorgenommen werden, um einen ähnlichen Regelungseffekt zu erzielen.

[0072] Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel wird der Schlupfwert, der die Differenz zwischen der Ist-Antriebsradgeschwindigkeit und der Soll-Antriebsradgeschwindigkeit ist, als Schlupfbedingungswert verwendet. Jedoch kann als Schlupfbedingungswert alternativ die aus den beiden Werten berechnete Schlupf rate verwendet werden, und es kann auch jeder beliebige andere Wert, der das Schlupfausmaß repräsentiert, zum Erzielen desselben Effekts verwendet werden.

[0073] Wie vorstehend im einzelnen unter Bezugnahme auf die Ausführungsbeispiele beschrieben, schafft die Erfindung die folgenden Wirkungen.

[0074] Bei der in Anspruch 1 beanspruchten Erfindung wird, da aus den zwei größten Schlupfwerten zwei Räder mit Schlupf bestimmt werden und die Antriebskraft abhängig von demjenigen Schlupf eingestellt wird, der keine ansteigende Tendenz aufweist, wenn das Fahrzeug auf einer unterteilten Straße

läuft, das Verringerungsausmaß der Antriebskraft im Vergleich zum Fall bei einer herkömmlichen Vorrichtung verringert, wodurch unzureichende Beschleunigung aufgrund einer übermäßigen Verringerung der Antriebskraft, wie dies beim Stand der Technik der Fall ist, vermieden wird.

[0075] Ferner kann, da die Antriebskraft abhängig von der Schlupfänderung bestimmt wird, die Tendenz zunehmenden Schlupfs erkannt werden, um eine Regelung mit gutem Ansprechverhalten zu erzielen. Wenn ein Fahrzeug beim Stand der Technik auf einer unterteilten Straße läuft, erfährt ein Rad, das mit einem Differentialbegrenzungsmechanismus versehen ist, kaum Schlupf, da dann, wenn dieses Rad schlupft, die Antriebskraft mittels der Funktion des Differentialbegrenzungsmechanismus vom anderen Rad auf die Straßenoberfläche übertragen wird. Daher wird dann, wenn die Antriebskraft für ein Rad ohne Differentialbegrenzungsmechanismus verringert wird, diese Antriebskraft übermäßig verringert, was zu unzureichender Beschleunigung führt.

[0076] Die Erfindung von Anspruch 2 beschreibt diejenige von Anspruch 1 detaillierter, und sie hat dieselben Effekte wie diese.

[0077] Die Erfindung von Anspruch 3 beschreibt diejenige von Anspruch 1 detaillierter, und sie hat dieselben Effekte wie die von Anspruch 1, wobei jedoch die Schlupfberechnung in zwei Schritten erfolgt, da zunächst die Raddrehzahl ausgewählt wird und dann der Schlupf berechnet wird.

[0078] Bei der Erfindung von Anspruch 4, die die durch die Schlupfänderungs-Auswahleinrichtung von Anspruch 1 ausgewählte Schlupfänderung verwendet, erfolgen der Beginn und die Beendigung der Traktionsregelung dann, wenn die Schlupfänderung eine vorgegebene Bedingung erfüllt, wodurch unnötige Wiederholungen von Beginn und Beendigung der Traktionsregelung vermieden werden und genaue Regelung erzielt wird.

[0079] Bei der Erfindung von Anspruch 5 werden die Wirkungen der Erfindung leicht erzielt, da die Antriebskraft gemeinsam für die einzelnen Räder dadurch eingestellt werden kann, daß das Abtriebsdrehmoment des Motors eingestellt wird.

[0080] Bei der Erfindung von Anspruch 6 kann das Motordrehmoment schnell dadurch verändert werden, daß der Zündzeitpunkt verändert wird, wodurch für gutes Regelungsansprechverhalten gesorgt ist.

[0081] Bei der Erfindung von Anspruch 7 kann das Motordrehmoment schnell dadurch eingestellt werden, daß der Zündzeitpunkt verändert wird. Ferner erfolgen unter Verwendung der von der Schlupfänderungs-Auswahleinrichtung ausgewählten Schlupfänderung der Beginn oder die Beendigung der Zündzeitpunktverzögerungs-Regelung dann, wenn die Schlupfänderung einer vorgegebenen Bedingung genügt, wodurch unnötige Wiederholungen von Beginn und Beendigung der Traktionsregelung vermieden werden und verbesserter Fahrkomfort erzielt wird.

[0082] Bei der Erfindung von Anspruch 8 kann der folgende Effekt zusätzlich zum Verhindern einer unnötigen Wiederholung von Beginn und Beendigung einer Zündzeitpunktsregelung dadurch erzielt werden, daß eine andere Motorregelung mit der Zündzeitpunktsregelung mit schnellem Ansprechverhalten kombiniert wird. Es wird davon ausgegangen, daß Zündzeitpunktsregelung unter den Regelungsverfahren für das Abtriebsdrehmoment eines Motors das beste Ansprechverhalten hat. Daher kann Schlupf selbst dann, wenn nur ein Rad schlupft, zuverlässig verhindert werden, wenn Kombination mit einer anderen Motorregelung erfolgt, die kaum Schwingungen aufgrund wiederholter Start- und Beendigungsvorgänge ausführt, wie dies bei einer Zündzeitpunktsregelung der Fall ist.

[0083] Die Erfindung von Anspruch 9 kombiniert eine Regelung für die Ansaugluftmenge mit einer Zündzeitpunktsregelung, um eine Traktionsregelung zu schaffen, die sowohl gutes Ansprechverhalten durch Ändern des Zündzeitpunkts als auch gleichmäßige Drehmomentänderung und guten Fahrkomfort aufgrund der Regelung der Ansaugluftmenge aufweist.

[0084] Die Erfindung von Anspruch 10 kann das Drehmoment durch Einstellen einer Bremskraft schnell und leicht verändern.

Patentansprüche

1. Traktionsregelungsvorrichtung für ein Fahrzeug mit Vierradantrieb mit einem Differentialsystem (**409**) mit einem Differentialbegrenzungsmechanismus (**409a**), der zwischen dem rechten und linken Rad vorne oder hinten am Fahrzeug angeordnet ist, um den Schlupf der Räder dadurch zu beschränken, daß die von den Rädern auf die Straßenoberfläche übertragene Antriebskraft geregelt wird, mit:
– einer Raddrehzahl-Erfassungseinrichtung (**251**, **252**, **253**, **254**) zum Erfassen der jeweiligen Drehzahl jedes der vier Räder;
gekennzeichnet durch
– eine Schlupferfassungseinrichtung zum Erfassen der zwei größten Schlupfwerte aus den von der Raddrehzahl-Erfassungseinrichtung erfaßten Raddrehzahlen;
– eine Schlupfänderung-Berechnungseinrichtung (**506**) zum Ermitteln der Änderung der zwei von der Schlupferfassungseinrichtung erfaßten Schlupfwerte;
– eine Schlupfänderung-Auswahleinrichtung (**507**)

zum Auswählen der kleineren Schlupfänderung aus den zwei von der Schlupfänderung-Berechnungseinrichtung bestimmten Schlupfänderungen; und
– eine Traktionsregelungseinrichtung zum Regeln der Antriebskraft abhängig von der von der Schlupfänderung-Auswahleinrichtung ausgewählten Schlupfänderung.

2. Traktionsregelungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlupferfassungseinrichtung folgendes beinhaltet:
– eine Schlupfberechnungseinrichtung (**501**, **502**, **503**, **504**) zum Berechnen der Schlupfwerte für die einzelnen Räder abhängig von den Raddrehzahlen, wie sie von der Raddrehzahl-Erfassungseinrichtung erfaßt werden; und
– eine Schlupfauswahleinrichtung (**505**) zum Auswählen der zwei relativ größten Schlupfwerte aus den vier von der Schlupfberechnungseinrichtung berechneten Schlupfwerten.

3. Traktionsregelungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlupferfassungseinrichtung folgendes beinhaltet:
– eine Raddrehzahl-Auswahleinrichtung (**509**) zum Auswählen der zwei relativ größten Drehzahlen unter den vier von der Raddrehzahl-Erfassungseinrichtung erfaßten Raddrehzahlen; und
– eine Schlupfberechnungseinrichtung (**510**, **511**) zum Berechnen der Schlupfwerte der Räder entsprechend den zwei relativ größten Raddrehzahlen, wie von der Raddrehzahl-Auswahleinrichtung ausgewählt.

4. Traktionsregelungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Traktionsregelungseinrichtung mit der Traktionsregelung dann beginnt, wenn die von der Schlupfänderung-Auswahleinrichtung ausgewählte Schlupfänderung eine vorgegebene Startbedingung erfüllt und sie die Traktionsregelung beendet, wenn die ausgewählte Schlupfänderung eine vorgegebene Beendigungsbedingung erfüllt.

5. Traktionsregelungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Traktionsregelungseinrichtung die Antriebskraft dadurch regelt, daß sie das Abtriebsdrehmoment des Kraftfahrzeugmotors verändert.

6. Traktionsregelungsvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Traktionsregelungseinrichtung den Zündzeitpunkt des Motors regelt.

7. Traktionsregelungsvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Traktionsregelungseinrichtung mit einer Verzögerung des Zündzeitpunkts dann beginnt, wenn die von der Schlupfänderung-Auswahleinrichtung ausgewählte Schlupfänderung eine vorgegebene Startbedingung erfüllt und sie das Verzögern des Zündzeitpunkts beendet, wenn die ausgewählte Schlupfänderung eine vorgegebene Beendigungsbedingung erfüllt.

8. Traktionsregelungsvorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch eine Regelungseinrichtung für das Motorabtrieb-Drehmoment, um die Antriebskraft außer mittels der Traktionsregelungseinrichtung abhängig von der von der Raddrehzahl-Erfassungseinrichtung erfaßten Raddrehzahl zu regeln.

9. Traktionsregelungsvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelungseinrichtung für das Motorabtrieb-Drehmoment die Menge der Ansaugluft für den Motor regelt.

10. Traktionsregelungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Traktionsregelungseinrichtung die Antriebskraft dadurch regelt, daß sie die von einem Bremssystem des Fahrzeugs zum bremsender Räder ausgeübte Bremskraft regelt.

11. Traktionsregelungsverfahren in einem Fahrzeug mit einem Differentialsystem (**409a**) mit einem Differentialbegrenzungsmechanismus (**409a**), der zwischen dem linken und dem rechten Rad vorne oder hinten am Fahrzeug angeordnet ist, um Schlupf der Räder dadurch zu beschränken, daß die von den Rädern auf die Straßenoberfläche übertragene Antriebskraft geregelt wird, mit dem folgenden Schritt:
(a) Erfassen der Drehzahlen der Fahrzeugräder;
gekennzeichnet durch folgende Schritte:
(b) Erfassen der zwei relativ größten Schlupfwerte, von denen jeder abhängig von der zugehörigen erfaßten Raddrehzahl bestimmt wird;
(c) Bestimmen der Schlupfänderungen für diese zwei größten Schlupfwerte;
(d) Auswählen der kleineren der zwei Schlupfänderungen und
(e) Regeln der Antriebskraft abhängig von der ausgewählten Schlupfänderung.

12. Traktionsregelungsverfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt (b) die folgenden Unterschritte beinhaltet:
(b1) Berechnen der Schlupfwerte für jedes der vier Räder abhängig von einer entsprechenden erfaßten Drehzahl und
(b2) Auswählen der zwei relativ größten berechneten Schlupfwerte.

13. Traktionsregelungsverfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt (b) die folgenden Unterschritte beinhaltet:
(b1) Auswählen der zwei relativ größten erfaßten Raddrehzahlen unter den im Schritt (a) ausgewählten Raddrehzahlen; und
(b2) Berechnen der Schlupfwerte für jede der zwei

ausgewählten relativ größten erfaßten Raddrehzahlen.

14. Traktionsregelungsverfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt (e) das Regeln des Abtrieb-Drehmoments des Motors beinhaltet.

15. Traktionsregelungsverfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt (e) das Verzögern des Zündzeitpunkts beinhaltet.

16. Traktionsregelungsverfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Zündzeitpunkt im Schritt (e) unter den folgenden Bedingungen verzögert wird:
(1) der Mittelwert der im Schritt (b) ermittelten Schlupfwerte entspricht mindestens einem ersten vorgegebenen Wert; und
(2) die im Schritt (d) ausgewählte Änderung ist größer als ein zweiter vorgegebener Wert.

17. Traktionsregelungsverfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt (e) die folgenden Unterschritte beinhaltet:
(e1) Beginnen mit dem Verzögern des Zündzeitpunkts, wenn die im Schritt (d) ausgewählte Änderung einer vorgegebenen Startbedingung genügt und
(e2) Beenden des Verzögerns des Zündzeitpunkts, wenn die im Schritt (d) ausgewählte Änderung eine vorgegebene Beendigungsbedingung erfüllt.

18. Traktionsregelungsverfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt (e) die folgenden Unterschritte beinhaltet:
(e3) Beginnen des Verzögerns des Zündzeitpunkts nur dann, wenn die im Schritt (d) ausgewählte Änderung einer vorgegebenen Startbedingung genügt und der Mittelwert der Schlupfwerte, wie im Schritt (b) erfaßt, eine zusätzliche Startbedingung erfüllt; und
(e4) Beenden des Verzögerns des Zündzeitpunkts, wenn die im Schritt (d) ausgewählte Änderung eine vorgegebene Beendigungsbedingung erfüllt und der Mittelwert der Schlupfwerte, wie im Schritt (b) erfaßt, einer zusätzlichen vorgegebenen Beendigungsbedingung genügt.

19. Traktionsregelungsverfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebene Startbedingung dann erfüllt ist, wenn die im Schritt (d) ausgewählte Änderung größer als ein erster vorgegebener Wert ist, und die vorgegebene Beendigungsbedingung erfüllt ist, wenn die im Schritt (d) ausgewählte Änderung kleiner als ein zweiter vorgegebener Wert ist, der kleiner als der erste vorgegebene Wert ist.

20. Traktionsregelungsverfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebene Startbedingung dann erfüllt ist, wenn die im Schritt (d) ausgewählte Änderung größer als ein erster vorgegebener Wert ist, und wenn der Mittelwert der Schlupfwerte, wie im Schritt (b) erfaßt, mindestens so groß wie ein zweiter vorgegebener Wert, und daß die vorgegebene Beendigungsbedingung erfüllt ist, wenn die im Schritt (d) ausgewählte Änderung kleiner als ein dritter vorgegebener Wert ist, der kleiner als der erste vorgegebene Wert ist, und wenn der Mittelwert der Schlupfwerte, wie im Schritt (b) erfaßt, kleiner als ein vierter vorgegebener Wert ist, der größer als der zweite vorgegebene Wert ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1

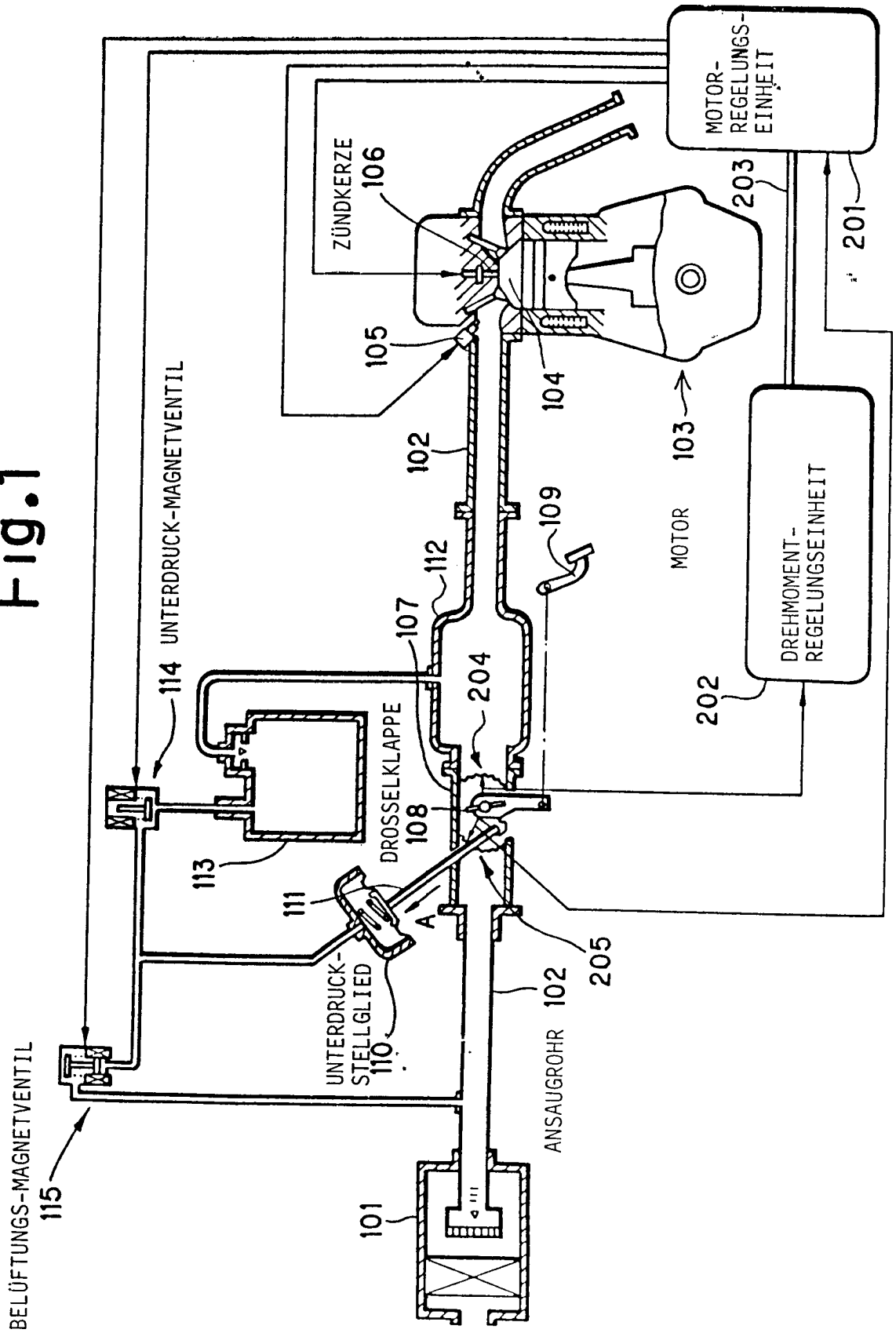


Fig.2

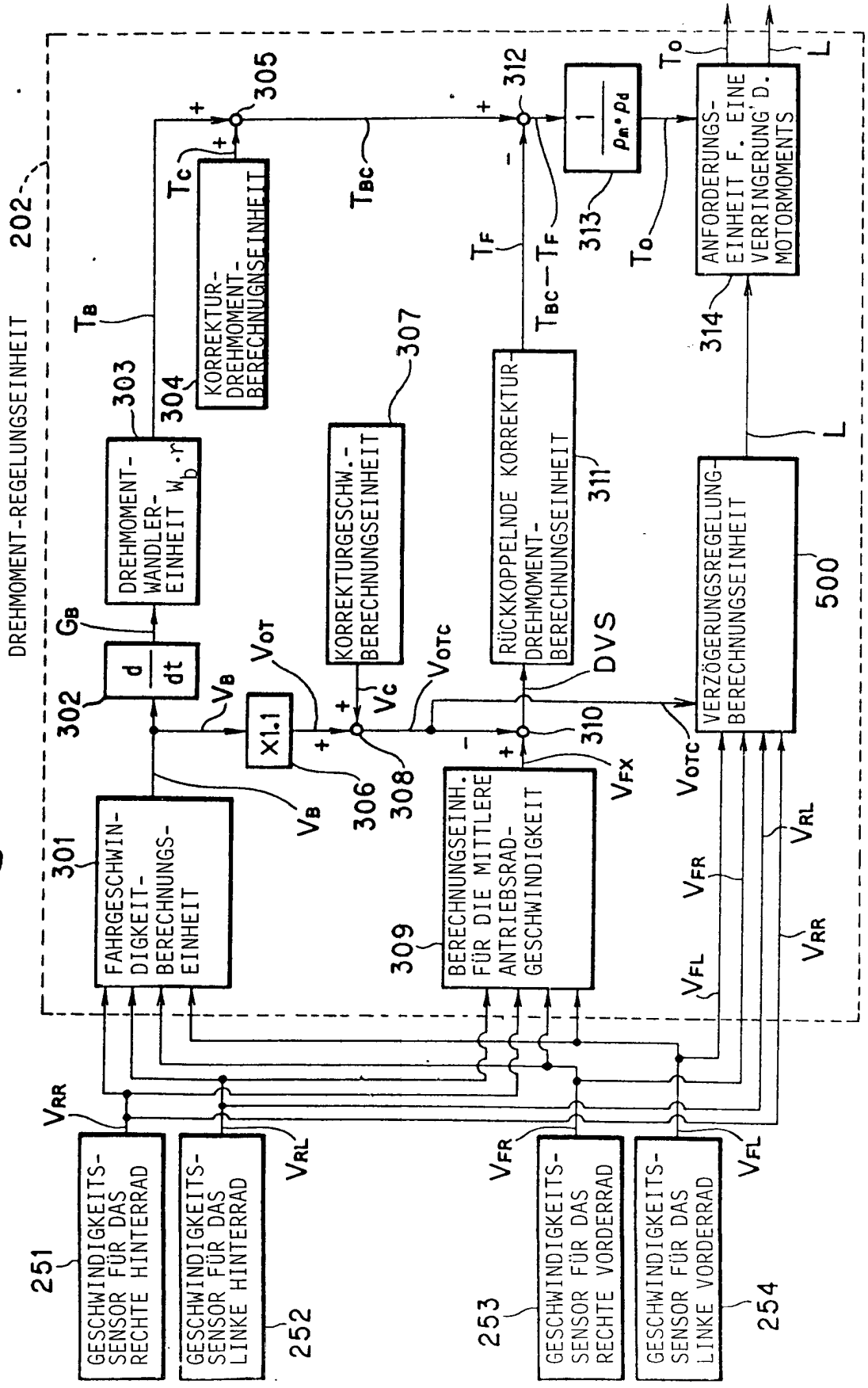

DREHMOMENT-REGELUNGSEINHEIT
202
GESCHWINDIGKEITS-SENSOR FÜR DAS RECHTE HINTERRAD
251
GESCHWINDIGKEITS-SENSOR FÜR DAS LINKE HINTERRAD
252
GESCHWINDIGKEITS-SENSOR FÜR DAS RECHTE VORDERRAD
253
GESCHWINDIGKEITS-SENSOR FÜR DAS LINKE VORDERRAD
254
FAHRGESCHWIN-DIGKEIT-BERECHNUNGS-EINHEIT
301
d/dt
302
DREHMOMENT-WANDLER-EINHEIT $w_b \cdot r$
303
KORREKTUR-DREHMOMENT-BERECHNUGNSEINHEIT
304
305
X1.1
306
308
KORREKTURGESCHW.-BERECHNUNGSEINHEIT
307
BERECHNUNGSEINH. FÜR DIE MITTLERE ANTRIEBSRAD-GESCHWINDIGKEIT
309
310
RÜCKKOPPELNDE KORREKTUR-DREHMOMENT-BERECHNUNGSEINHEIT
311
312
$\frac{1}{\rho_m \cdot \rho_d}$
313
ANFORDERUNGS-EINHEIT F. EINE VERRINGERUNG D. MOTORMOMENTS
314
VERZÖGERUNGSREGELUNG-BERECHNUNGSEINHEIT
500
G_B
V_B
V_{OT}
V_C
V_{OTC}
V_{FX}
T_B
T_C
T_{BC}
T_F
$T_{BC} - T_F$
T_O
L
DVS
V_{RR}
V_{RL}
V_{FR}
V_{FL}

Fig.3

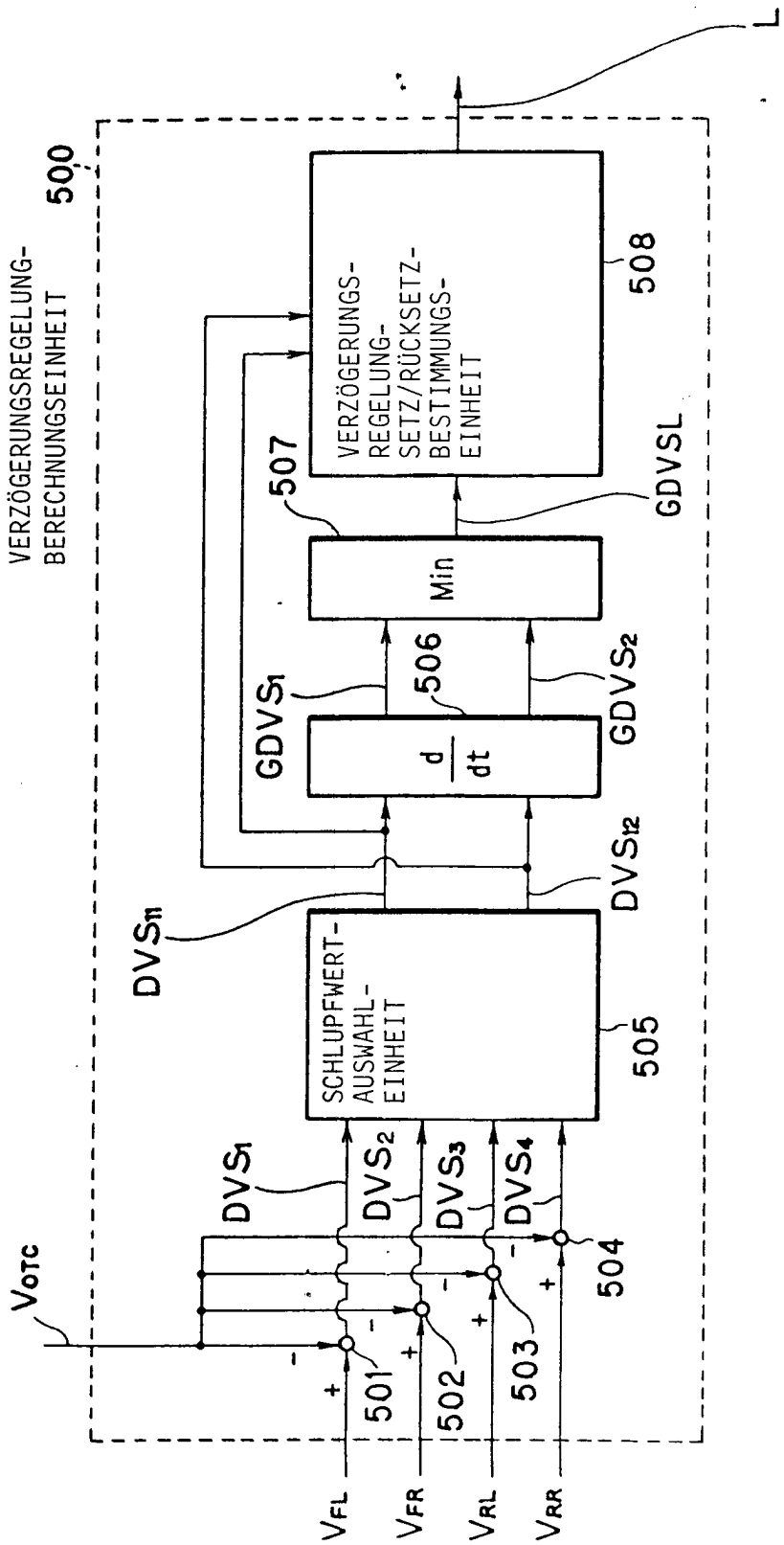

VERZÖGERUNGSREGELUNG-BERECHNUNGSEINHEIT
500
L
VERZÖGERUNGS-REGELUNG-SETZ/RÜCKSETZ-BESTIMMUNGS-EINHEIT
508
GDVSL
507
Min
GDVS1
506
d/dt
GDVS2
DVSn
DVS12
SCHLUPFWERT-AUSWAHL-EINHEIT
505
DVS1
DVS2
DVS3
DVS4
VOTC
504
501
502
503
VFL
VFR
VRL
VRR

Fig.4

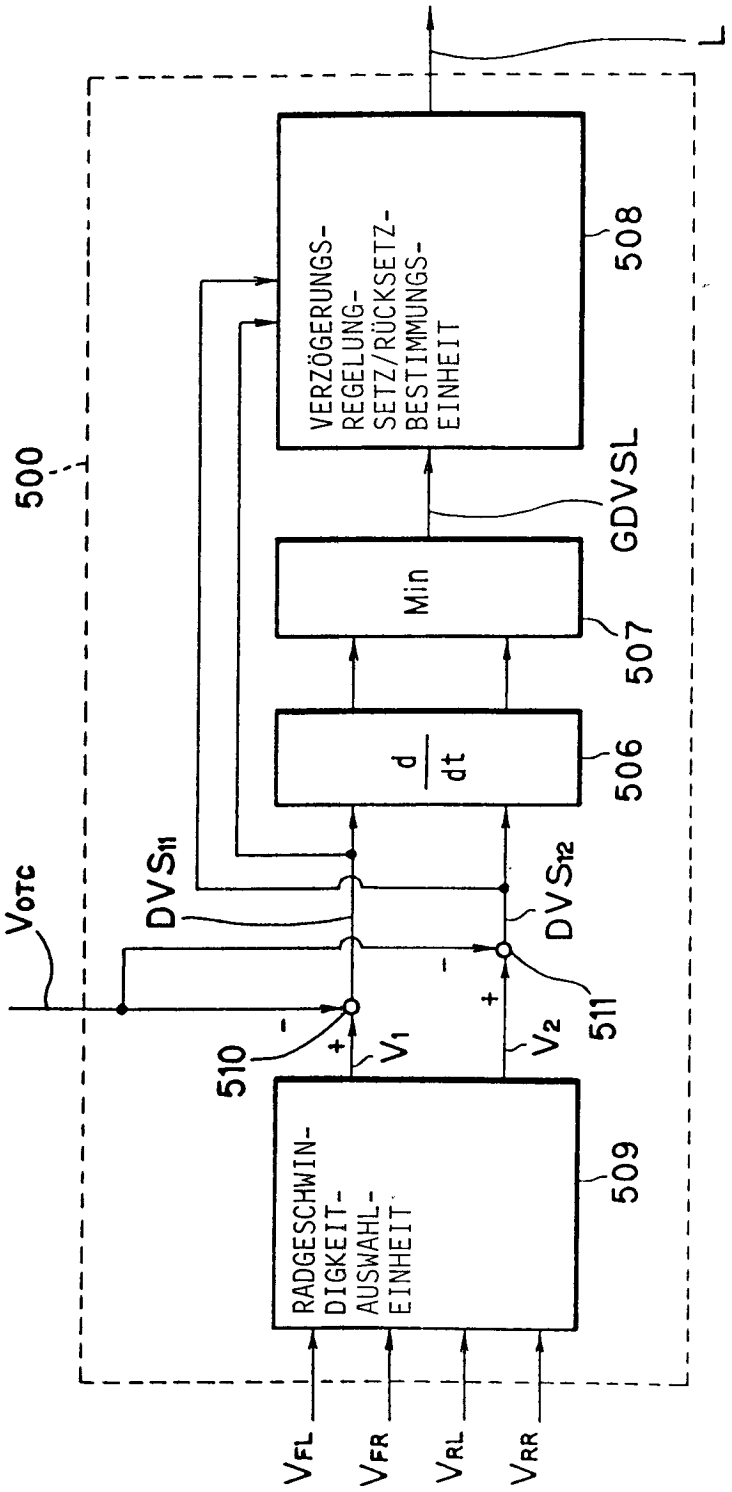

500
VERZÖGERUNGS-REGELUNG-SETZ/RÜCKSETZ-BESTIMMUNGS-EINHEIT
508
L
GDVSL
Min
507
d/dt
506
DVS11
DVS12
VOTC
511
510
V1
V2
RADGESCHWIN-DIGKEIT-AUSWAHL-EINHEIT
509
VFL
VFR
VRL
VRR

Fig.5

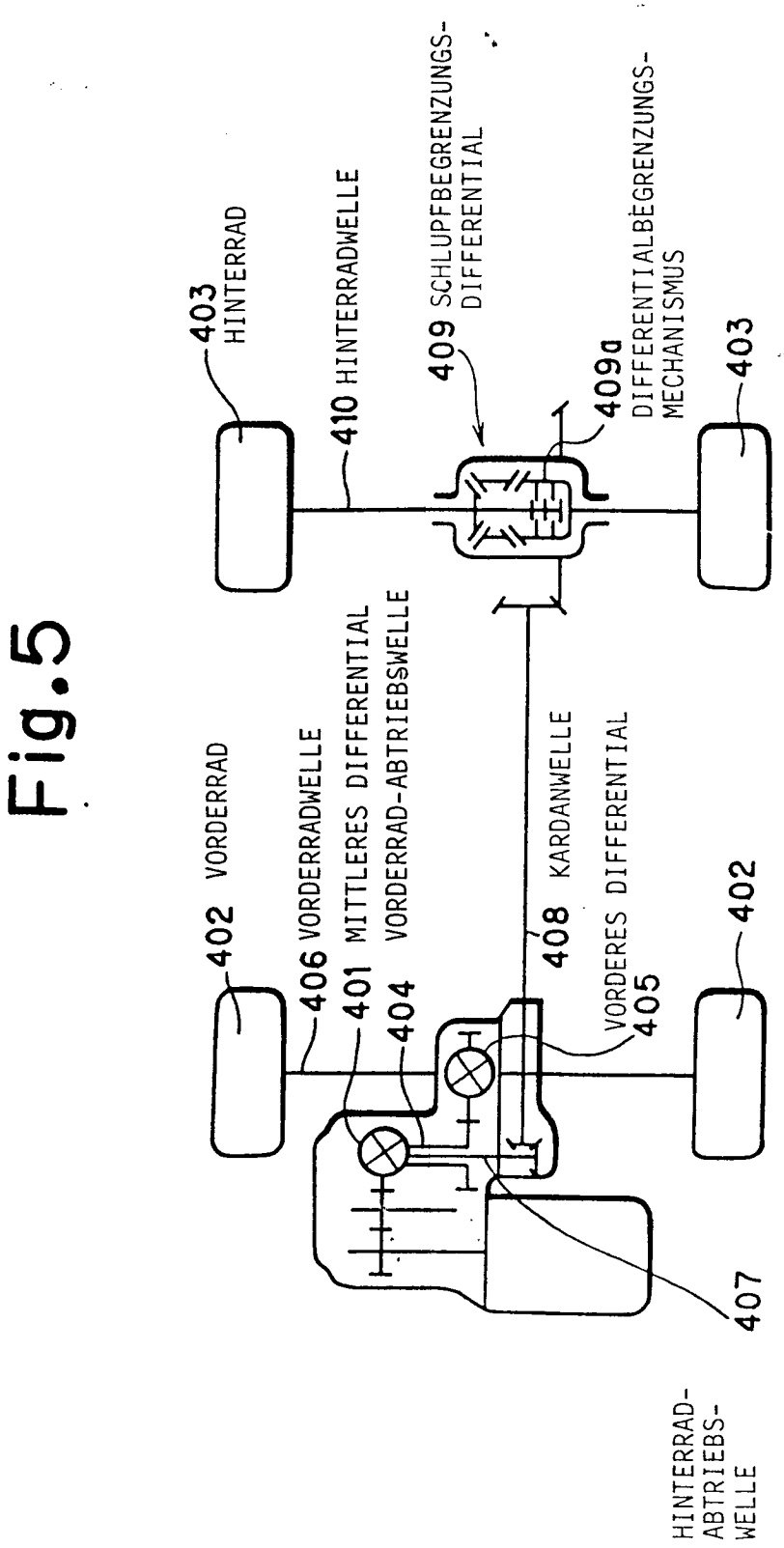
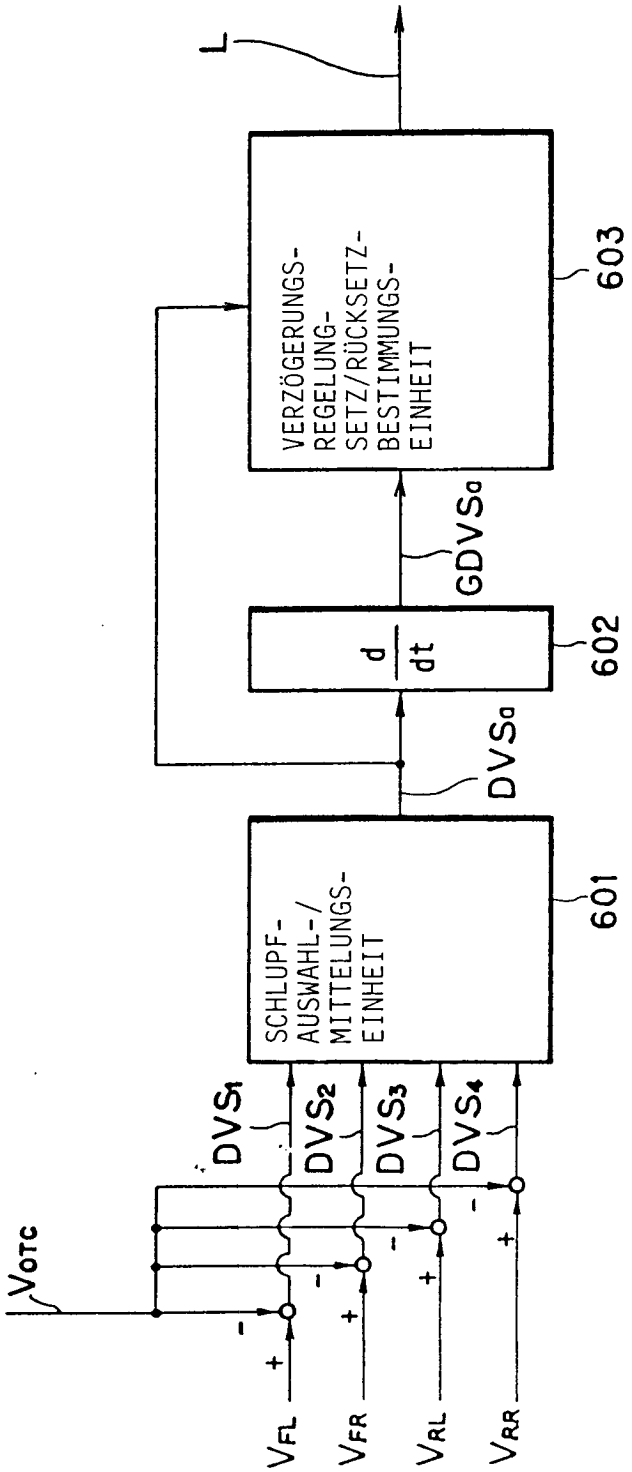

403 HINTERRAD
410 HINTERRADWELLE
409 SCHLUPFBEGRENZUNGS-DIFFERENTIAL
409a DIFFERENTIALBEGRENZUNGS-MECHANISMUS
403
402 VORDERRAD
406 VORDERRADWELLE
401 MITTLERES DIFFERENTIAL
404 VORDERRAD-ABTRIEBSWELLE
408 KARDANWELLE
VORDERES DIFFERENTIAL 405
402
407
HINTERRAD-ABTRIEBS-WELLE

Fig.6


L
VERZÖGERUNGS-
REGELUNG-
SETZ/RÜCKSETZ-
BESTIMMUNGS-
EINHEIT
603
GDVSo
d/dt
602
DVSo
SCHLUPF-
AUSWAHL-/
MITTELUNGS-
EINHEIT
601
DVS1
DVS2
DVS3
DVS4
VOTC
VFL
VFR
VRL
VRR