



(10) **DE 103 38 706 A1** 2004.03.25

Offenlegungsschrift

(51) Int Cl.⁷: **B62D 37/00**

B62D 6/00, B60G 17/00, B60G 21/10,

B60T 8/00

(74) Vertreter:

**WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising**

(72) Erfinder:

Hidaka, Kenichiro, Kariya, Aichi, JP

(54) Bezeichnung: **Steuerungssystem, welches ein Lenkverhalten eines Kraftfahrzeugs steuert**

[illegible]

Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****1. Technisches Gebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich im allgemeinen auf ein Fahrzeugsteuerungssystem und insbesondere auf ein Steuerungssystem eines Lenkverhaltens für Kraftfahrzeuge, welches das Verhalten des Fahrzeugs wie etwa eine Gierbewegung stabilisiert.

Stand der Technik**2. Stand der Technik**

[0002] Die japanische Patenterstveröffentlichung Nr. 2001-233230 offenbart ein Fahrzeugsteuerungssystem, das mit einer Lenksteuerungsvorrichtung ausgerüstet ist, welche derart arbeitet, daß sie das Verhalten eines Fahrzeuges während der Fahrt stabilisiert. Das Fahrzeug setzt ein Joystick-(steer-by-wire)-Lenkungssystem derart ein, daß der Drehwinkel eines Lenkrades nicht einer Eins-zu-Eins-Entsprechung mit einem tatsächlichen Lenkwinkel lenkbarer Räder unterliegt, und das so ausgelegt ist, daß es die Lenkung der Räder auf der Grundlage des Drehwinkels des Lenkrades, des tatsächlichen gelenkten Winkels der Räder und von Ausgängen einer Vielzahl von Fahrzeugbewegungssensoren steuert. Insbesondere arbeitet die Lenksteuerungsvorrichtung so, daß sie den Drehwinkel des Lenkrades modifiziert, um den tatsächlichen gelenkten Winkel der Räder zu steuern, wodurch das Verhalten des Fahrzeugs stabilisiert wird.

[0003] Die vorgenannte Lenksteuerungsvorrichtung verwendet den Drehwinkel des Lenkrades und den tatsächlichen Lenkwinkel der Räder beim Steuern einer Gierbewegung des Fahrzeugs nicht. Insbesondere ist die Lenksteuerungsvorrichtung nicht ausgelegt, um den tatsächlichen Lenkwinkel der Räder und den Drehwinkel des Lenkrades zu überwachen, um den Wunsch eines Fahrzeugbedieners, das Fahrzeug zu lenken, zu bestimmen, und ein auf jedes Rad aufgebrachtes Drehmoment, eine Bremse jedes Rades, und/oder eine Aufhängungseigenschaft einer Aufhängung des Fahrzeugs zu steuern, um das Verhalten des Fahrzeugs zu stabilisieren.

Aufgabenstellung**ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG**

[0004] Es ist daher eine Hauptaufgabe der Erfindung, den Nachteil des Stands der Technik zu vermeiden.

[0005] Es ist eine andere Aufgabe der Erfindung, ein Fahrzeugsteuerungssystem zu schaffen, bei welchem ein tatsächlicher Lenkwinkel eines lenkba-

ren Rades in einer nichtlinearen Beziehung zu einem Drehwinkel eines von einem Fahrzeugbediener betätigten Lenkrades gesteuert wird, und welches ausgelegt ist, eine Gierbewegung einer Karrosserie eines Fahrzeugs zu steuern, um sie als eine Funktion eines tatsächlichen Lenkwinkels des lenkbaren Rades zu stabilisieren.

[0006] Gemäß einem Gesichtspunkt der Erfindung wird eine Fahrzeugsteuerungsvorrichtung bereitgestellt, welche aufweist: (a) eine Lenksteuerungsvorrichtung, welche arbeitet, um einen Lenkwinkel lenkbarer Räder eines Fahrzeugs auf der Grundlage eines Drehwinkels eines Lenkrades, eines tatsächlichen Lenkwinkels der lenkbaren Räder sowie von Ausgängen von Fahrzeugbewegungssensoren zu steuern; (b) eine Fahrzeugbewegungssteuerungsvorrichtung, welche wenigstens eine einer Antriebsmomentsteuerungsvorrichtung, welche arbeitet, um eine auf angetriebene Räder aufgebrachte Antriebskraft zu steuern, einer Bremssteuerungsvorrichtung, welche arbeitet, um eine auf jedes Rad aufgebrachte Bremskraft zu steuern, und einer Aufhängungssteuerungsvorrichtung, welche arbeitet, um eine Aufhängungseigenschaft einer Karrosserie des Fahrzeugs tragenden Aufhängung zu steuern; und (c) ein Steuergerät, welches den Drehwinkel des Lenkrades und den tatsächlichen Lenkwinkel der lenkbaren Räder in wenigstens eine der Antriebsmomentsteuerungsvorrichtung, der Bremssteuerungsvorrichtung und der Aufhängungssteuerungsvorrichtung eingibt.

[0007] In der bevorzugten Art der Erfindung kann das Steuergerät so arbeiten, daß es sowohl den Drehwinkel des Lenkrades als auch den tatsächlichen Lenkwinkel der lenkbaren Räder an jede der Antriebsmomentsteuerungsvorrichtung, der Bremssteuerungsvorrichtung und der Aufhängungssteuerungsvorrichtung eingibt, um die Gierbewegung des Fahrzeugs während Kurvenfahrt zu steuern. Der Drehwinkel des Lenkrades und der tatsächliche Lenkwinkel der lenkbaren Räder kann durch ein in dem Fahrzeug befindliches lokales Netzwerk eingegeben werden.

[0008] Die Antriebsmomentsteuerungsvorrichtung kann so arbeiten, daß sie an die Räder angelegte Antriebsmomente unabhängig modifiziert, um eine gewünschte Antriebsmomentendifferenz zwischen den rechten und linken Rädern zu erzeugen, um eine Gierbewegung des Fahrzeugs zu induzieren. Die Bremssteuerungsvorrichtung kann so arbeiten, daß sie auf die Räder aufgebrachte Bremskräfte unabhängig modifiziert, um eine gewünschte Bremskraft-differenz zwischen den rechten und linken Rädern zu erzeugen, um die Gierbewegung des Fahrzeugs zu induzieren, welche zur Unterstützung einer Lenksteuerung dient. In ähnlicher Weise kann die Aufhängungssteuerungsvorrichtung so arbeiten, daß es Aufhängungseigenschaften für die Räder unabhängig modifiziert, um einen gewünschten Aufhängungseigenschaftsunterschied zwischen den rechten und linken Rädern zu erzeugen, um die Gierbewegung des

Fahrzeugs zu induzieren. Beispielsweise kann in einem Fall eines Elektrofahrzeugs, welches jeweils mit einem elektrischen Antriebsmotor für jedes Rad ausgerüstet ist, das Steuergerät die elektrischen Antriebsmotoren unabhängig steuern, um ein gewünschtes Ungleichgewicht der Antriebsmomente zwischen den rechten und linken Rädern zu erzeugen, um die Gierbewegung zu induzieren. In einem Fall eines durch eine Brennkraftmaschine angetriebenen Kraftfahrzeugs kann das Ungleichgewicht des Antriebsmoments zwischen den rechten und linken Rädern durch Modifizieren eines typischen Antriebsstrangs erzeugt werden. Das Fahrzeugsteuersystem der Erfindung kann sowohl in Fahrzeugen mit Vierradantrieb als auch in Fahrzeugen mit Zweiradantrieb eingebaut sein.

[0009] Gemäß dem zweiten Gesichtspunkt der Erfindung wird eine Fahrzeugsteuervorrichtung für ein Fahrzeug bereitgestellt, welche aufweist: (a) ein Lenksteuergerät, welches arbeitet, um einen Längswinkel eines lenkbaren Rades eines Fahrzeuges in einer nichtlinearen Beziehung zu einem Drehwinkel eines Lenkrades zu steuern; und (b) eine Steuervorrichtung, welche arbeitet, um eine Sollgierrate als eine Funktion eines tatsächlichen Lenkwinkels des lenkbaren Rades zu bestimmen. Die Steuervorrichtung betätigt wenigstens eines eines Lenksteuergeräts, eines Bremssteuergeräts, eines Antriebsmomentsteuergeräts und eines Aufhängungssteuergeräts, um ein Giermoment auf eine Karosserie des Fahrzeugs aufzubringen, um eine tatsächliche Gierrate des Fahrzeugs in Übereinstimmung mit der Sollgierrate zu bringen.

[0010] In der bevorzugten Art der Erfindung bestimmt die Steuervorrichtung eine erste Sollgierrate als eine Funktion des Drehwinkels des Lenkrads, um wenigstens eines des Lenksteuergeräts, des Bremssteuergeräts, des Antriebsmomentsteuergeräts und des Aufhängungssteuergeräts zu betätigen, um ein Giermoment auf die Karosserie des Fahrzeugs aufzubringen, um eine tatsächliche Gierrate des Fahrzeugs in Übereinstimmung mit der ersten Sollgierrate zu bringen. wenn die Steuervorrichtung bestimmt, daß die erste Sollgierrate nicht erreicht ist, beginnt die Steuervorrichtung damit, das wenigstens eines des Lenksteuergeräts, des Bremssteuergeräts, des Antriebsmomentsteuergeräts und des Aufhängungssteuergeräts zu betätigen, um das Giermoment auf die Karosserie des Fahrzeugs aufzubringen, um die tatsächliche Gierrate des Fahrzeugs in Übereinstimmung mit einer zweiten Sollgierrate zu bringen, welche die Sollgierrate ist.

[0011] Falls während der Steuerung unter Verwendung der ersten Sollgierrate eine Differenz zwischen der tatsächlichen Gierrate und der zweiten Sollgierrate einen gegebenen Schwellenwert überschreitet, kann die Steuervorrichtung das wenigstens eines des Lenksteuergeräts, des Bremssteuergeräts, des Antriebsmomentsteuergeräts und des Aufhängungssteuergeräts betätigen, um das Giermoment auf die

Karosserie des Fahrzeugs aufzubringen, um die tatsächliche Gierrate des Fahrzeugs in Übereinstimmung mit der zweiten Sollgierrate zu bringen.

[0012] Falls die Steuervorrichtung bestimmt, daß es unmöglich ist, während Steuerung des Lenkwinkels des lenkbaren Rads durch das Lenksteuergerät die erste Sollgierrate und die zweite Sollgierrate zu erreichen, kann die Steuervorrichtung das Bremssteuergerät betätigen.

[0013] Falls eine Änderungsrate der ersten Sollgierrate größer ist als ein gegebener Schwellenwert, kann die Steuervorrichtung damit beginnen, das wenigstens eines des Lenksteuergeräts, des Bremssteuergeräts, des Antriebsmomentsteuergeräts und des Aufhängungssteuergeräts zu betätigen, um das Giermoment auf die Karosserie des Fahrzeugs aufzubringen, um die tatsächliche Gierrate des Fahrzeugs in Übereinstimmung mit der zweiten Sollgierrate zu bringen, ohne die erste Sollgierrate zu verwenden.

[0014] Die Sollgierrate wird durch Multiplizieren einer Sollgierrate $\delta 1$ und einer Sollgierrate $\delta 2$ mit gegebenen Gewichtungskoeffizienten bestimmt. Die Sollgierrate $\delta 1$ wird als eine Funktion des Drehwinkels des Lenkrades bestimmt. Die Sollgierrate $\delta 2$ wird als eine Funktion des tatsächlichen Lenkwinkels des lenkbaren Rades bestimmt.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0015] Die vorliegende Erfindung wird aus der nachstehend gegebenen genauen Beschreibung und den begleitenden Zeichnungen der bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung vollständiger verstanden werden, welche jedoch nicht hergenommen werden sollten, um die Erfindung auf die spezifischen Ausführungsformen zu beschränken, sondern nur zum Zwecke der Erläuterung und des Verständnisses da sind.

Ausführungsbeispiel

[0016] In den Zeichnungen:

[0017] ist **Fig. 1** ein Blockdiagramm, welches ein Fahrzeugsteuerungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt;

[0018] ist **Fig. 2** eine perspektivische Teilansicht, welche eine Beziehung zwischen einem Drehwinkel eines Lenkrades, einem Drehwinkel eines Elektromotors und einem Drehwinkel einer Ritzelwelle zeigt;

[0019] ist **Fig. 3** ein Blockdiagramm, welches ein Fahrzeugsteuerungssystem gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung zeigt; und

[0020] ist **Fig. 4** ein Blockdiagramm, welches eine Modifikation des Fahrzeugsteuerungssystems, wie es in **Fig. 3** dargestellt ist, zeigt.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0021] Mit Bezug auf die Zeichnungen, in welchen sich gleiche Bezugszeichen in verschiedenen Ansichten auf gleiche Teile beziehen, insbesondere auf **Fig. 1**, ist dort ein Fahrzeugsteuerungssystem gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Das Fahrzeugsteuerungssystem ist als ein Beispiel auf einem Kraftfahrzeug **100** montiert, welches lenkbare rechte und linke Vorderräder VR1 und VR2 und rechte und linke Hinterräder (nicht gezeigt) aufweist. Das Fahrzeugsteuerungssystem ist mit einem typischen Steer-by-Wire-System ausgestattet, bei welchem ein tatsächlicher Lenkwinkel der rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2 keiner Eins-zu-Eins-Entsprechung mit dem Drehwinkel eines Lenkrades **10** unterliegt, d.h., der tatsächliche Lenkwinkel und der Drehwinkel des Lenkrades **10** eine nichtlineare Beziehung zueinander aufweisen. Das Fahrzeug **100** ist ein Fahrzeug mit Vierradantrieb und beinhaltet einen Lenkmechanismus, welcher arbeitet, um die rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2 mittels eines gewünschten Winkels lenkt, und einen Vierradantriebsmechanismus, welcher so funktioniert, daß er eine Differenz Antriebsmoment oder -kraft zwischen den rechten und linken Vorderrädern VR1 und VR2 sowie zwischen den rechten und linken Hinterrädern erzeugt. Jedes Rad ist mit einer Bremseinheit (nicht gezeigt) ausgestattet. Der Vierradantriebsmechanismus arbeitet auch, um die Bremseinheiten so zu steuern, daß sie Differenzen- in Antriebskraft und Bremskraft zwischen den Vorder- und Hinterrädern sowie den rechten und linken Rädern erzeugt.

[0022] Das Fahrzeugsteuerungssystem beinhaltet eine Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6**, welches von einem Lenkmechanismus **1**, der das Lenkrad **10** mit den lenkbaren rechten und linken Vorderrädern VR1 und VR2 verbindet, zwei Winkelsignale δ_s und δ_m empfängt. Das Winkelsignal δ_s bezeichnet einen Drehwinkel des manuell von einem Fahrzeugbediener betätigten Lenkrades **10** (welcher nachstehend auch als ein Lenkraddrehwinkel δ_s bezeichnet werden wird). Das Winkelsignal δ_m bezeichnet einen Drehwinkel eines in einem Lenksteller **3** installierten Elektromotors **31**, wie später im Detail beschrieben werden wird (welcher nachstehend auch als ein Motordrehwinkel δ_m bezeichnet werden wird).

[0023] Der Lenkmechanismus **1** besteht im wesentlichen aus dem Lenkrad **10**, einer Eingangswelle oder Lenksäule **2**, dem Lenksteller **3**, einer Steller-Ausgangswelle oder Ritzelwelle **4** und einer aus einem Ritzel **51** und einer Zahnstange **52** aufgebauten Zahnstangen/Ritzel-Getriebeeinheit **5**. Die Zahnstangen/Ritzel-Getriebeeinheit **5** arbeitet so, daß sie die rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2 mittels einer Zahnstangenwelle **53** lenkt. Die Lenksäule **2** weist darauf angebracht einen Lenkwinkelsensor **21** auf, welcher den Lenkraddrehwinkel δ_s mißt und

ein diesen anzeigendes Signal an die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** liefert.

[0024] Der Lenksteller **3** weist darin installiert den Elektromotor **31** auf, welcher mit einem Lenkwinkelsensor **32** ausgestattet ist, der einen Drehwinkel des Motors **31**, d.h. den Motordrehwinkel δ_m mißt. Die Ausgangswelle (d.h. die Ritzelwelle **4**) des Motors **31** ist mit dem Ritzel **51** der Zahnstangen/Ritzel-Getriebeeinheit **5** mittels eines Universalgelenks mechanisch gekoppelt.

[0025] Nachdem der Drehwinkel des Ritzels **51** (welcher nachstehend als ein Ritzelwinkel δ_p bezeichnet werden wird) mechanisch einer Eins-zu-Eins-Entsprechung mit einem tatsächlichen Lenkwinkel der rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2 unterliegt, wird der Ritzelwinkel δ_p nachstehend als den tatsächlichen Lenkwinkel der rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2 angegebend verwendet werden. Insbesondere ist die Messung des Ritzelwinkels δ_p einer Messung des tatsächlichen Lenkwinkels der rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2 äquivalent.

[0026] Der Motor **31** arbeitet, um den tatsächlichen Lenkwinkel der rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2 zu regulieren und auch ein Drehmoment zu erzeugen, welches den Fahrzeugbediener beim Drehen des Lenkrades **10** unterstützt. Der Motor **31** ist so ausgelegt, daß er die Anzahl von Umdrehungen des Lenkrades **10** verdoppelt. Wenn beispielsweise das Lenkrad **10** um eine Umdrehung (d.h. 360°) gedreht wird, dreht sich der Motor **31** um zwei Umdrehungen, wodurch bewirkt wird, daß sich die Ritzelwelle **4** um drei Umdrehungen dreht. Somit ist der Ritzelwinkel δ_p , wie in **Fig. 2** gezeigt, identisch mit der Summe des Lenkraddrehwinkels δ_s und des Motordrehwinkels δ_m ($\delta_p = \delta_s + \delta_m$). Der Motor **31** funktioniert als ein Lenkkraftverstärker wie auch ein Steller des Lenkmechanismus **1**.

[0027] Mit Rückbezug auf **Fig. 1** beinhaltet die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** ein Lenksteuergerät **61**, welches arbeitet, um einen tatsächlichen Lenkwinkel der rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2 zu steuern, ein Antriebsdrehmomentsteuergerät **63**, ein Bremssteuergerät **62** und ein Aufhängungssteuergerät **68**. Der Ritzelwinkel δ_p der Ritzelwelle **4** unterliegt, wie zuvor beschrieben, der Eins-zu-Eins-Entsprechung mit dem tatsächlichen Lenkwinkel der rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2. Der Ritzelwinkel δ_p wird daher nachstehend als ein tatsächlicher Lenkwinkel δ_p bezeichnet werden.

[0028] Das Lenksteuergerät **61** arbeitet, um die Lenkung der rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2 mittels des Lenkstellers **3** auf der Grundlage des Lenkraddrehwinkels δ_s , des tatsächlichen Lenkwinkels δ_p und von Ausgängen von verschiedenen Fahrzeugbewegungszustandssensoren (nicht gezeigt) wie etwa einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor, einem Gierratensensor und einem G-Sensor zu steuern. Zur Kürze der Darstellung sind in **Fig. 1** Signä-

bertragungsleitungen, durch welche das Lenksteuergerät **61** ein Lenksteuerungssignal an den Lenksteller **3** ausgibt und durch welche, wie nachstehend im Detail beschrieben werden wird, Sollgierratensteuerungssignale von dem Bremssteuergerät **62**, dem Antriebssteuergerät **63** und dem Aufhängungssteuergerät **68** ausgegeben werden, weggelassen.

[0029] Das Bremssteuergerät **62** arbeitet so, daß es auf die Räder jeweils aufgebrachte Bremskräfte steuert. Insbesondere gibt das Bremssteuergerät **62** ein Bremssteuerungssignal an einem Bremssteller (nicht gezeigt) aus, um einen hydraulischen Druck in einem Hauptzylinder (nicht gezeigt) jedes Rades zu steuern. Das Bremssteuergerät **62** arbeitet auch, um den hydraulischen Druck in den Hauptzylindern unabhängig zu steuern, um eine Bremskraftdifferenz zwischen rechten und linken Rädern bereitzustellen, wodurch ein Gierrmoment auf die Karosserie des Fahrzeugs aufgebracht wird. Insbesondere arbeitet das Bremssteuergerät **62** so, daß es eine Bremskraftdifferenz zwischen den rechten und linken Vorderrädern VR1 und VR2, zwischen den rechten und linken Hinterrädern, oder zwischen den rechten Vorder- und Hinterrädern und den linken Vorder- und Hinterrädern erzeugt, um ein laterales Gierrmoment auf die Karosserie des Fahrzeugs aufzubringen, und auch eine Bremskraftdifferenz zwischen dem rechten Vorderrad VR1 und dem linken Hinterrad oder zwischen dem linken Vorderrad VR2 und dem rechten Hinterrad erzeugt, um ein diagonales Gierrmoment auf die Karosserie des Fahrzeugs aufzubringen.

[0030] Das Antriebsmomentsteuergerät **63** ist so ausgelegt, daß es das an die rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2 und die Hinterräder aufgebrachte Antriebsmoment unabhängig aufbringt. Insbesondere gibt das Antriebsmomentsteuergerät **63** ein Antriebsmomentsteuersignal an einen Antriebssteller (nicht gezeigt) aus, um die Drehmomente auf die rechten und linken Räder in einem gewünschten Verhältnis zu verteilen. Dies führt zu einem Ungleichgewicht des Antriebsmoments zwischen den rechten und linken Rädern, was ein laterales Gierrmoment auf die Karosserie des Fahrzeugs ergibt. Das Antriebsmomentsteuergerät **63** arbeitet wie das Bremssteuergerät **62** auch so, daß es nach Bedarf ein diagonales Gierrmoment auf die Karosserie des Fahrzeugs zugibt.

[0031] Das Aufhängungssteuergerät **68** ist so ausgelegt, daß es Aufhängungseigenschaften von jeweils in jedem Rad eingebauten pneumatischen oder hydraulischen Aufhängungszyklindern oder -stellern unabhängig steuert. Insbesondere gibt das Aufhängungssteuergerät **68** ein Aufhängungssteuersignal an jeden der Aufhängungssteller aus, um eine gewünschte Differenz in einer Aufhängungseigenschaft zwischen den rechten und linken Rädern zu erzeugen, wodurch ein seitliches Gierrmoment auf die Karosserie des Fahrzeugs aufgebracht wird. Das Aufhängungssteuergerät **68** arbeitet wie das Bremssteuergerät **62** auch so, daß es nach Bedarf ein diagona-

les Gierrmoment auf die Karosserie des Fahrzeugs zugibt.

[0032] Die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** (d.h. das Lenksteuergerät **61**) gibt den Lenkraddrehwinkel δ_s und den tatsächlichen Lenkwinkel δ_p der rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2 in das Antriebsmomentsteuergerät **63**, das Bremssteuergerät **62** und das Aufhängungssteuergerät **68** ein, um die Antriebskraft und die Bremskraft, welche auf jedes Rad aufgebracht werden, und die Aufhängungseigenschaften jedes Rades zu steuern, um dadurch, wie zuvor beschrieben, Unterschiede in Antriebskraft, Bremskraft und Aufhängungseigenschaften zwischen den rechten und linken Rädern in gewünschten Verhältnissen zu erzeugen, um ein gewünschtes Gierrmoment auf die Karosserie des Fahrzeugs zuzugeben. Die Antriebskraft ist die Kraft, welche dazu dient, das Fahrzeug zu beschleunigen. Die Bremskraft ist die Kraft, welche dazu dient, das Fahrzeug zu verzögern. Insbesondere werden die Antriebskraft und die Bremskraft in der Fahrzeugbewegungsdynamik als bewegende Kräfte bzw. Triebkräfte gleicher Art betrachtet, welche sich nur in der Richtung oder dem Vorzeichen unterscheiden.

[0033] Das, wie oben beschrieben, durch den Unterschied in der Antriebskraft (d.h. einer positiven Triebkraft) oder Bremskraft (d.h. einer negativen Triebkraft) verursachte Ungleichgewicht liefert das Gierrmoment für die Karosserie des Fahrzeugs **100**. Die Unterstützung der Laufsteuerung, um den tatsächlichen Lenkwinkel δ_p der rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2 zu steuern, wird daher durch geeignetes Regulieren des Ungleichgewichts der Triebkraft zwischen den rechten und linken Rädern wirksam hergestellt.

[0034] Der Lenkraddrehwinkel δ_s und der tatsächliche Lenkwinkel δ_p werden, wie zuvor beschrieben, beide in das Bremssteuergerät **62**, das Antriebsmomentsteuergerät **63** und das Aufhängungssteuergerät **68** eingegeben. Die Abweichung oder Fehlanpassung zwischen dem tatsächlichen Lenkwinkel δ_p der rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2 und des Lenkraddrehwinkels δ_s können in Abhängigkeit von Betriebsbedingungen des Fahrzeugs **100** auftreten. Eine solche Fehlanpassung kann durch Eingeben sowohl des tatsächlichen Lenkwinkels δ_p als auch des Lenkraddrehwinkels δ_s in das Antriebsmomentsteuergerät **63**, das Bremssteuergerät **62** und das Aufhängungssteuergerät **68** eliminiert werden, um ein Gierrmoment auf die Fahrzeugkarosserie aufzubringen, welches die Absicht des Fahrzeugbedieners oder einen geschätzten gewünschten Fahrzeugfahrzustand erfüllt.

[0035] Insbesondere werden der Lenkraddrehwinkel δ_s , welcher die Absicht des Fahrzeugbedieners zeigt, das Fahrzeug zu lenken, und der tatsächliche Lenkwinkel δ_p der rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2, welcher einen Fahrzeuglenkzustand zeigt, in das Antriebsmomentsteuergerät **63**, das Bremssteuergerät **62** und das Aufhängungssteuer-

gerät **68** eingegeben. Die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** arbeitet so, daß es die Absicht des Fahrzeugbedieners als eine Funktion des Lenkraddrehwinkels δ_s und den Lenkzustand des Fahrzeugs als eine Funktion des tatsächlichen Lenkwinkels δ_p unter Verwendung von Softwareprogrammen bestimmt, und bewirkt eine Giersteuerung, welche besser ist als die, die nur durch Verwenden des Lenksteuergeräts **61** bereitgestellt wird. Beispielsweise arbeitet die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** so, daß sie das Ungleichgewicht von Antriebskraft, Bremskraft oder Aufhängungseigenschaften zwischen den rechten und linken Rädern steuert, um eine Untersteuerung oder Übersteuerung auszugleichen und das Gieren des Fahrzeugs nahe einer Schlupfgrenze zu steuern. [0036] Im Betrieb bestimmt die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** eine erste Sollgierrate unter Verwendung von Signalen, welche die Absicht des Fahrzeugbedieners zeigen, wie etwa des Lenkraddrehwinkels δ_s , einer Winkelgeschwindigkeit $d\delta_s/dt$ einer Drehung des Lenkrads **10**, welche durch Differenzieren des Lenkraddrehwinkels δ_s nach der Zeit erhalten wird, und eines Moments des Lenkrads **10**. Die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** bestimmt auch eine zweite Sollgierrate unter Verwendung einer Fahrzeuggeschwindigkeit, einer tatsächlichen Gierrate, einer Längs-G (d.h. Längsbeschleunigung einer Karosserie des Fahrzeugs), einer Seiten-G (d.h. seitlichen Beschleunigung der Karosserie des Fahrzeugs), und des tatsächlichen Lenkwinkels δ_p . [0037] Beispielsweise kann die erste Sollgierrate δ_1 durch eine nachstehend gegebene Beziehung gegeben sein,

$$\delta_1 = f_1(V, dV/dt) \times d + f_2(V, dV/dt) \times d\delta_s/dt$$

wobei d ein Sollwert des tatsächlichen Lenkwinkels ist und $f_1(V)$ und $f_2(V)$ jeweils Funktionen von Fahrzeuggeschwindigkeit und Fahrzeugbeschleunigung sind.

[0038] Die erste Sollgierrate δ_1 kann alternativ als eine Funktion des Lenkraddrehwinkels δ_s und einer Winkelgeschwindigkeit $d\delta_s/dt$ einer Drehung des Lenkrads **10**, welche durch Differenzieren des Lenkraddrehwinkels δ_s nach der Zeit erhalten wird, bestimmt werden. Eine Winkelbeschleunigung $d^2\delta_s/dt^2$ einer Drehung des Lenkrades **10**, welche durch zweimaliges Differenzieren des Lenkraddrehwinkels δ_s erhalten wird, kann beim Bestimmen der Gierrate ebenfalls eingesetzt werden. Beispielsweise kann die erste Sollgierrate δ_1 in einer Proportional-, Integral- und Differential-(PID)-Operation berechnet werden. Insbesondere werden der Lenkraddrehwinkel δ_s , die Winkelgeschwindigkeit $d\delta_s/dt$, und die Winkelbeschleunigung $d^2\delta_s/dt^2$ jeweils mit gegebenen Gewichtungskoeffizienten multipliziert. Eine Linearkombination von wenigstens den ersten zwei von diesen wird gefunden und als die Sollgierrate bestimmt.

[0039] Üblicherweise wird die Differenzierung zu einer Hinzufügung eines Rauschens zu der Winkelge-

schwindigkeit $d\delta_s/dt$ und der Winkelbeschleunigung $d^2\delta_s/dt^2$ führen, diese können jedoch unter Verwendung eines bekannten Filteralgorithmus beseitigt werden.

[0040] Die zweite Sollgierrate δ_2 kann durch Ersetzen des in dem Algorithmus verwendeten Drehwinkels des Lenkrads durch den tatsächlichen Lenkwinkel δ_p bestimmt werden, wie in der japanischen Patenterstveröffentlichung Nr. 05-105055 gelehrt wird.

[0041] In der Praxis werden die ersten und zweiten Sollgierraten δ_1 und δ_2 in dem Lenksteuergerät **61**, dem Bremssteuergerät **62**, dem Antriebsmomentsteuergerät **63** bzw. dem Aufhängungssteuergerät **68** oder wenigstens einem von diesen berechnet.

[0042] Auf Bestimmung der ersten und zweiten Sollgierrate δ_1 und δ_2 hin berechnet das Lenksteuergerät **61** einen Sollmotorwinkel, welcher erforderlich ist, um eine tatsächliche Gierrate des Fahrzeugs in Übereinstimmung mit der ersten Sollgierrate δ_1 zu bringen, und gibt ein dieses anzeigendes Lenksteuersignal an den Lenksteller **3** aus. Der Lenksteller **3** treibt den Elektromotor **31** mittels des Sollmotorwinkels, um die rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2 zu lenken.

[0043] Falls während der vorgenannten Lenksteuerung unter Verwendung der ersten Sollgierrate δ_1 eine Differenz zwischen einer tatsächlichen Gierrate und der zweiten Sollgierrate δ_1 einen gegebenen Schwellenwert überschreitet, d.h. falls bestimmt wird, daß es unmöglich ist, das Fahrzeug unter der Lenksteuerung gemäß der Absicht des Fahrzeugbedieners zu stabilisieren, betätigt die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** wenigstens eines des Lenksteuergeräts **61**, des Bremssteuergeräts **62**, des Antriebsmomentsteuergeräts **63** und des Aufhängungssteuergeräts **68**, um eine tatsächliche Gierrate des Fahrzeugs in Übereinstimmung mit der zweiten Sollgierrate δ_2 zu bringen. Falls beispielsweise die zweite Sollgierrate δ_2 nur in dem Lenksteuergerät **61** bestimmt wird, kann das Lenksteuergerät **61** ein Steuersignal an wenigstens eines des Bremssteuergeräts **62**, des Antriebsmomentsteuergeräts **63** und des Aufhängungssteuergeräts **68** ausgeben, um ein Giermoment auf die Karosserie des Fahrzeugs aktiv zuzugeben, um die tatsächliche Gierrate in Übereinstimmung mit der zweiten Sollgierrate δ_2 zu bringen. Falls die zweite Sollgierrate δ_2 in wenigstens einem des Bremssteuergeräts **62**, des Antriebsmomentsteuergeräts **63** und des Aufhängungssteuergeräts **68**, z.B. in dem Bremssteuergerät **62**, bestimmt wird, gibt das Bremssteuergerät **62** ersatzweise ein Steuersignal an wenigstens eines des Lenksteuergeräts **61**, des Antriebsmomentsteuergeräts **63** und des Aufhängungssteuergeräts **68** aus, um ein Giermoment auf die Karosserie des Fahrzeugs aktiv aufzubringen, um die tatsächliche Gierrate in Übereinstimmung mit der zweiten Sollgierrate δ_2 zu bringen. Natürlich kann jedes des Lenksteuergeräts **61**, des Bremssteuergeräts **62**, des Antriebsmomentsteuergeräts **63** und des Aufhängungssteuergeräts **68** die

zweite Sollgierrate $\delta 2$ bestimmen und das Giermoment durch es selbst an die Karosserie des Fahrzeugs zugeben.

[0044] Falls während der vorgenannten Lenksteuerung eine Stabilisierung unter Verwendung der ersten und zweiten Sollgierraten $\delta 1$ und $\delta 2$ unmöglich gewesen ist, kann die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** das Bremssteuergerät **62** betätigen, um das Fahrzeug aktiv zu bremsen, bis die zweite Sollgierrate $\delta 2$ erreicht ist.

[0045] Falls während der Steuerung unter Verwendung der ersten Sollgierrate $\delta 1$ eine Differenz zwischen einer tatsächlichen Gierrate und der zweiten Sollgierrate $\delta 2$ eine Differenz zwischen der tatsächlichen Gierrate und der ersten Sollgierrate $\delta 1$ aufgrund irgendwelcher Störungen (z.B. einer plötzlichen Änderung im Straßenoberflächenzustand oder eines Querwindes) überschreitet, kann die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** wenigstens eines des Lenksteuergeräts **61**, des Bremssteuergeräts **62**, des Antriebsmomentsteuergeräts **63** und des Aufhängungssteuergeräts **68** betätigen, um das Fahrzeug zu stabilisieren.

[0046] Falls der Fahrzeugbediener plötzlich das Lenkrad **10** dreht oder das Fahrzeug beschleunigt und die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** bestimmt, daß es für das System unmöglich ist, auf eine solche Situation zu reagieren, falls beispielsweise eine Änderungsrate der ersten Sollgierrate $\delta 1$ größer als ein gegebener Schwellenwert ist, kann die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** wenigstens eines des Lenksteuergeräts **61**, des Bremssteuergeräts **62**, des Antriebsmomentsteuergeräts **63** und des Aufhängungssteuergeräts **68** betätigen, um die zweite Sollgierrate $\delta 2$ zu erreichen, ohne die Steuerung unter Verwendung der ersten Sollgierrate $\delta 1$ auszuführen.

[0047] Die erste Sollgierrate $\delta 1$ kann ersatzweise in mäßiger Weise auf die zweite Sollgierrate $\delta 2$ geschaltet werden, ohne ein Unbehagen des Fahrzeugbedieners herbeizuführen. Dies kann durch Multiplizieren der ersten und zweiten Sollgierraten $\delta 1$ und $\delta 2$ jeweils mit gegebenen Gewichtungskoeffizienten und Ändern der Gewichtungskoeffizienten in Abhängigkeit von den vorgenannten Änderungen im Zustand des Fahrzeugs erreicht werden.

[0048] Die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** kann ersatzweise so konstruiert sein, daß sie nur eines oder zwei des Bremssteuergeräts **62**, des Antriebsmomentsteuergeräts **63** und des Aufhängungssteuergeräts **68** enthält.

[0049] Die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** kann unter Verwendung von Techniken ausgelegt sein, wie sie in den nachfolgenden Referenzen gelehrt werden.

[0050] Die japanische Patenterstveröffentlichung Nr. 2001-233230 offenbart ein Steer-by-Wire-System, welches einen Steuerungsalgorithmus einsetzt, der beim Auslegen der Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** nützlich ist.

[0051] Die japanische Patenterstveröffentlichung

Nr. 2002-37155 offenbart Lenksteuerungstechniken, welche beim Auslegen der Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** nützlich sind.

[0052] Die japanische Patenterstveröffentlichung Nr. 2001-233193 offenbart einen Aufbau eines Bremssteuerungssystems und einen Bremssteuerungsalgorithmus, welche beim Auslegen des Bremssteuergeräts **62** nützlich sind.

[0053] Die japanische Patenterstveröffentlichung Nr. 9-86378 offenbart einen Aufbau eines Antriebsmomentsteuerungssystems und einen Steuerungsalgorithmus, welche beim Auslegen des Antriebsmomentsteuergeräts **63** nützlich sind.

[0054] Das System dieser Ausführungsform kann auch in einer Vielzahl von anderen Fahrzeugen als den Fahrzeugen **100** mit Vierradantrieb eingebaut sein. Beispielsweise kann die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** an mit einem Verbrennungsmotor angetriebenen Fahrzeugen angebracht sein, welche mit drei oder mehr Rädern ausgestattet sind, wie etwa sechsrädrigen Lastkraftwagen oder Zugmaschinen, achträdrigen militärischen Fahrzeugen, elektrischen Fahrzeugen oder Hybridfahrzeugen.

[0055] Das Fahrzeug **100** ist, wie zuvor beschrieben, ein Fahrzeug mit Vierradantrieb, kann aber auch ein Fahrzeug mit Zweiradantrieb (2WS/2WD-Fahrzeug) oder ein Fahrzeug mit lenkbaren Hinterrädern wie etwa ein Gabelstapler sein.

[0056] **Fig. 3** zeigt das Kraftfahrzeug **100**, in welchem die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** der zweiten Ausführungsform der Erfindung eingebaut ist.

[0057] Die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** beinhaltet eine Lenksteuerungs-ECU **61** und eine Bremssteuerungs-ECU **62**, weist aber kein Antriebsmomentsteuergerät **63** auf, welches in der Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** der ersten Ausführungsform verwendet wird.

[0058] Das Kraftfahrzeug **100** der zweiten Ausführungsform ist, im Gegensatz zu der ersten Ausführungsform, ein Fahrzeug mit gelenkten Vorderrädern und Zweiradantrieb (2WS/2WD). Antriebsräder können entweder rechte und linke Vorderräder VR1 und VR2 oder rechte und linke Hinterräder HRI und HR2 sein.

[0059] Typische Fahrzeuge mit Zweiradantrieb weisen eine zweimal geringere Antriebskraft auf als Fahrzeuge mit Vierradantrieb auf, haben aber weniger Differentialgetriebe. Ihre Antriebsmechanismen sind einfach, preiswert und leicht und weisen eine hohe Zuverlässigkeit auf. Daher sind die Wirkungen, die von dem Antriebsmomentsteuergerät **63** erzeugt werden, im umgekehrten Verhältnis zu einem Maximalwert der Antriebskraft halbiert, so daß die Größe eines Giermoments, welches von dem Ungleichgewicht der Antriebskraft zwischen den rechten und linken Rädern herrührt, halbiert ist. Abgesehen vom Motorrennsport, ist üblicherweise in Bezug auf die Sicherheit die Giersteuerung während Verzögerung des Fahrzeugs wichtiger als während Beschleunigung.

gung. Im Falle einer Drift oder eines seitlichen Rutschens liegt aus Sicherheitsgründen kein Bedarf an einer Beschleunigung vor.

[0060] Aus den vorgenannten. Gründen verwendet die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** dieser Ausführungsform zugunsten eines einfachen Aufbaus und einer Reduktion der Produktionskosten hiervon das Antriebsmomentsteuergerät **63** nicht.

[0061] Der Lenkmechanismus **1** enthält, wie in **Fig. 3** gezeigt, einen Lenkwinkelsensor **21**, welcher so arbeitet, daß er den Lenkraddrehwinkel δ_s mißt, und einen Motorwinkellagesensor **32**, welcher so arbeitet, daß er den Motordrehwinkel δ_m mißt, welcher ein Winkel einer Drehung des Motors **31** des Lenkstellers **3** ist. Der tatsächliche Lenkwinkel δ_p der rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2 wird, wie in der ersten Ausführungsform, als die Summe des Lenkraddrehwinkels δ_s und des Motordrehwinkels δ_m bestimmt (d.h. $\delta_p = \delta_s + \delta_m$). Signale, welche den Lenkraddrehwinkel δ_s und den Motordrehwinkel δ_m angeben, werden beide in die Bremssteuerungs-ECU **62** der Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** eingegeben.

[0062] Das Kraftfahrzeug **100** weist Radgeschwindigkeitssensoren **71**, von denen jeder die Geschwindigkeit eines der rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2 und der rechten und linken Hinterräder HR1 und HR2 mißt, und einen Bremssteller **81** auf. Der Bremssteller **81** arbeitet so, daß er gesteuerte hydraulische Drücke an Hauptzylinder (nicht gezeigt) von in den Rädern VR1, VR2, HR1 und HR2 eingebauten Bremsen liefert, und weist hierauf installiert einen Hydraulikdrucksensor **70** auf, welcher die an die Hauptzylinder angelegten hydraulischen Drücke mißt und ein diese anzeigendes Signal an die Bremssteuerungs-ECU **62** ausgibt. Das Kraftfahrzeug **100** enthält auch einen G-Sensor **72** und einen Gierratensensor **73**, welche an der Karosserie hiervon installiert sind. Die Sensoren **71**, **72** und **73** liefern Ausgänge an die Bremssteuerungs-ECU **62**. Zur Kürze der Darstellung sind in **Fig. 3** die an den rechten und linken Vorderrädern VR1 und VR2 installierten Radgeschwindigkeitssensoren **71** und deren Signalleitungen weggelassen.

[0063] Im Betrieb empfängt die Bremssteuerungs-ECU **62** Ausgänge von dem Hydraulikdrucksensor **70** und Fahrzeugbewegungssensoren **7** (d.h. den Radsensoren **71**, dem G-Sensor **72** und dem Gierratensensor **73**) wie auch den Lenkraddrehwinkel δ_s und den Motordrehwinkel δ_m und gibt ein Steuersignal (z.B. die zweite Sollgierrate) an den Bremssteller **81** aus, um ein gewünschtes Ungleichgewicht der Bremskraft zwischen den rechten und linken Rädern zu erzeugen. Die Bremssteuerungs-ECU **62** berechnet auch einen Sollmotorwinkel δ_t , welcher ein Sollwert (z.B. die erste Sollgierrate) ist, mit welchem der Motordrehwinkel δ_m des Motors **31** des Lenkstellers **3** unter Verwendung des Lenkraddrehwinkels δ_s und des Motordrehwinkels δ_m , der vorgenannten Sensorausgänge und der Geschwindigkeit

der Fahrzeugkarosserie in Übereinstimmung gebracht wird.

[0064] Die Lenksteuerungs-ECU **61** erzeugt ein Steuersignal auf der Grundlage des tatsächlichen Lenkwinkels $\delta_p (= \delta_s + \delta_m)$ und des Sollmotorwinkels δ_t , welcher durch die Bremssteuerungs-ECU **62** bestimmt wird, und überträgt ihn an den Lenksteller **3**, welcher so arbeitet, daß er die rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2 lenkt. Der Lenksteller **3** dreht den Motor **31** um den Sollmotorwinkel δ_t , um den tatsächlichen Lenkwinkel δ_p der rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2 zu ändern.

[0065] Üblicherweise ist die Bremskraft von Kraftfahrzeugen viel größer als die Antriebskraft. Dies tritt bei Fahrzeugen mit zwei Antriebsrädern besonders hervor. Die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** ist daher sehr nützlich bei Fahrzeugen mit zwei Antriebsrädern, welche nur in der Lage sind, im wesentlichen die gleichen Antriebskräfte auf rechte und linke Räder aufzubringen, wie das Fahrzeug **100** dieser Ausführungsform, welches das Antriebsmomentsteuergerät **63** und eine Differentialsteuerungsvorrichtung nicht aufweist. Insbesondere arbeitet die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** dieser Ausführungsform so, daß sie die Bremsen der jeweiligen Räder so steuert, daß eine Differenz in einer Bremskraft zwischen den rechten und linken Rädern erzeugt wird, welche geringfügig kleiner ist als die in der ersten Ausführungsform, aber einen gewissen Grad an Giermoment erzeugt.

[0066] **Fig. 4** zeigt eine Modifikation des Fahrzeugsteuerungssystems der zweiten Ausführungsform, welche sich von der ersten, wie sie in **Fig. 3** dargestellt ist, dahingehend unterscheidet, daß die Fahrzeugsteuerungsvorrichtung **6** eine Bremssteuerungsvorrichtung **64** beinhaltet, welche mit einer Fahrzeugzustandsbeurteilungsschaltung **65** und einem Bremskraftsteuergerät **66** ausgestattet ist.

[0067] Die Fahrzeugzustandsbeurteilungsschaltung **65** empfängt Ausgänge von dem Radgeschwindigkeitssensor **71**, dem G-Sensor **72**, dem Gierratensensor **73** und dem Lenkwinkelsensor **21**, um Fahrzeugzustände wie etwa Geschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit und seitliches Rutschen des Kraftfahrzeugs **100** zu beurteilen, und erzeugt Steuersignale als Funktionen der Fahrzeugzustände. Insbesondere bestimmt die Fahrzeugzustandsbeurteilungsschaltung **65** die Fahrzeugzustände unter Verwendung von Ausgängen der Sensoren **71**, **72** und **73** und beurteilt den Grad einer Gierrate, die für den Fahrzeugführer von Interesse ist, d.h., eine Sollgierrate (d.h. die erste Sollgierrate) in gleicher Weise wie in der ersten Ausführungsform beschrieben, um Steuersignale zu liefern.

[0068] Die von der Fahrzeugzustandsbeurteilungsschaltung **65** gelieferten Signale beinhalten ein Sollgeschwindigkeitssignal, welches eine Sollgeschwindigkeit jedes Rades angibt und in das Bremskraftsteuergerät **66** einzugeben ist, und ein Sollenksignal, welches einen Sollwert eines tatsächlichen Lenkwinkel

kels δt angibt und in ein Steuergerät eines tatsächlichen Lenkwinkels **67** einzugeben ist. Die Sollradgeschwindigkeiten aller Räder werden als eine Funktion einer Differenz zwischen der Sollgierrate und der tatsächlichen Gierrate, wie durch den Gierratensensor **73** gemessen, welche ein zusätzliches Giermoment ist, das der Karosserie des Fahrzeugs hinzuzufügen ist, bestimmt. Gleichmaßen wird der Sollwert des tatsächlichen Lenkwinkels δt als eine Funktion der Differenz zwischen der Sollgierrate und der tatsächlichen Gierrate, wie durch den Gierratensensor **73** gemessen, welche das zusätzliche Giermoment ist, das der Karosserie des Fahrzeugs hinzuzufügen ist, bestimmt. Das Bremskraftsteuergerät **66** spricht auf die Eingabe des die Sollgeschwindigkeiten der Räder angegebenden Sollgeschwindigkeitssignals an und vergleicht sie mit den tatsächlichen Radgeschwindigkeiten, wie durch die Radgeschwindigkeitssensoren **71** gemessen, um ein Steuersignal an den Bremssteller **81** zu liefern, um ein gewünschtes Ungleichgewicht einer Bremskraft zwischen den rechten und linken Rädern zu erzeugen, wie es benötigt wird, um die Sollgierrate herzustellen. Das Steuergerät des tatsächlichen Lenkwinkels **67** empfängt das den Sollwert des tatsächlichen Lenkwinkels δt angegebende Sollenksignal zusammen mit dem durch den Sensor des tatsächlichen Lenkwinkels **54** gelieferten tatsächlichen Lenkwinkels δp und liefert ein Steuersignal an den Lenksteller **3**, um die rechten und linken Vorderräder VR1 und VR2 (siehe **Fig. 3**) zu lenken, um den tatsächlichen Lenkwinkel δp in Übereinstimmung mit dem Sollwert des tatsächlichen Lenkwinkels δt zu bringen, welcher benötigt wird, um eine Sollgierrate (d.h. die zweite Sollgierrate) herzustellen. Das Steuergerät des tatsächlichen Lenkwinkels **67** kann auch ein Steuersignal an das Bremskraftsteuergerät **66** liefern, um die zweite Sollgierrate zu erreichen.

[0069] Die Bremssteuerungsvorrichtung **64** kann zwischen Tätigkeiten des Bremskraftsteuergeräts **66** und des Steuergeräts des tatsächlichen Lenkwinkels **67** umschalten, wie auch beide gleichzeitig aktivieren. Beispielsweise aktiviert die Bremssteuerungsvorrichtung **64** zuerst nur das Steuergerät des tatsächlichen Lenkwinkels **67**. Falls die tatsächliche Gierrate, wie durch den Gierratensensor **73** gemessen, die Sollgierrate innerhalb einer gegebenen Zeitdauer nicht erreicht hat, aktiviert die Bremssteuerungsvorrichtung **64** das Bremskraftsteuergerät **66**, um die Lenksteuerung (d.h. die Giersteuerung) zu unterstützen. Falls eine Differenz zwischen der tatsächlichen Gierrate und der Sollgierrate, beispielsweise im Fall einer durch Unfall verursachten Fahrzeugkollision einen gegebenen Bereich überschreitet, aktiviert die Bremssteuerungsvorrichtung **64** sowohl das Bremskraftsteuergerät **66** als auch das Steuergerät des tatsächlichen Lenkwinkels **67** gleichzeitig, um die tatsächliche Gierrate schnell in Übereinstimmung mit dem Sollwert zu bringen.

[0070] Die Fahrzeugzustandsbeurteilungsschal-

tung **65** kann ersatzweise in dem Steuergerät des tatsächlichen Lenkwinkels **67** installiert sein.

[0071] Während die vorliegende Erfindung in Bezug auf die bevorzugten Ausführungsformen offenbart worden ist, um ein besseres Verständnis hiervon zu ermöglichen, sollte verstanden werden, daß die Erfindung auf vielfältige Weise ausgeführt werden kann, ohne von dem Prinzip der Erfindung abzuweichen. Daher sollte die Erfindung so verstanden werden, daß sie alle möglichen Ausführungsformen und Modifikationen an den gezeigten Ausführungsformen beinhaltet, welche ausgeführt werden können, ohne von dem Prinzip der Erfindung, wie es in den beigegeführten Ansprüchen wiedergegeben ist, abzuweichen.

Patentansprüche

1. Fahrzeugsteuerungsvorrichtung für ein Fahrzeug, mit:

einer Lenksteuerungsvorrichtung, welche arbeitet, um einen Lenkwinkel lenkbarer Räder eines Fahrzeugs auf der Grundlage eines Drehwinkels eines Lenkrades, eines tatsächlichen Lenkwinkels der lenkbaren Räder und von Ausgängen von Fahrzeugbewegungssensoren steuert;

einer Fahrzeugbewegungssteuerungsvorrichtung, welche wenigstens eine einer Antriebsmomentsteuerungsvorrichtung, welche arbeitet, um eine auf angetriebene Räder aufgebrachte Antriebskraft zu steuern, einer Bremssteuerungsvorrichtung, welche arbeitet, um eine auf jedes Rad aufgebrachte Bremskraft zu steuern, und einer Aufhängungssteuerungsvorrichtung, welche arbeitet, um eine Aufhängungseigenschaft einer Karosserie des Fahrzeugs tragenden Aufhängung zu steuern; und

einem Steuergerät, welches den Drehwinkel des Lenkrades und den tatsächlichen Lenkwinkel der lenkbaren Räder in wenigstens eine der Antriebsmomentsteuerungsvorrichtung, der Bremssteuerungsvorrichtung und der Aufhängungssteuerungsvorrichtung eingibt.

2. Fahrzeugsteuerungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzeugbewegungssteuerungsvorrichtung eine Sollgierrate, welche für einen Fahrzeugbediener von Interesse ist, bestimmt und eine Differenz in wenigstens einer der Antriebskraft, der Bremskraft und der Aufhängungseigenschaft zwischen rechten und linken Rädern mittels einer entsprechenden der Antriebskraftsteuerungsvorrichtung, der Bremssteuerungsvorrichtung und der Aufhängungssteuerungsvorrichtung derart steuert, daß die Sollgierrate erreicht wird.

3. Fahrzeugsteuerungsvorrichtung gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollgierrate auf der Grundlage wenigstens der ersten zwei eines Drehwinkels eines durch den Fahrzeugbediener gedrehten Lenkrades, einer durch Differenzieren des Drehwinkels des Lenkrades abgeleiteten Winkelge-

schwindigkeit einer Drehung des Lenkrades und einer durch zweimaliges Differenzieren des Drehwinkels des Lenkrades abgeleiteten Winkelbeschleunigung einer Drehung des Lenkrades bestimmt wird.

4. Fahrzeugsteuerungsvorrichtung gemäß Anspruch 3, weiter gekennzeichnet durch einen Filter, welcher arbeitet, um unerwünschtes Rauschen aus der Sollgierrate zu entfernen.

5. Fahrzeugsteuerungsvorrichtung gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollgierrate durch eine Linearkombination wenigstens der ersten zwei eines Drehwinkels eines durch den Fahrzeugbediener gedrehten Lenkrades, einer durch Differenzieren des Drehwinkels des Lenkrades abgeleiteten Winkelgeschwindigkeit einer Drehung des Lenkrades und einer durch zweimaliges Differenzieren des Drehwinkels des Lenkrades abgeleiteten Winkelbeschleunigung einer Drehung des Lenkrades bestimmt wird.

6. Fahrzeugsteuerungsvorrichtung für ein Fahrzeug, mit:
einem Lenksteuergerät, welches arbeitet, um einen Lenkwinkel eines lenkbaren Rades eines Fahrzeugs in einer nichtlinearen Relation zu einem Drehwinkel eines Lenkrades zu steuern; und
einer Steuerungsvorrichtung, welche arbeitet, um eine Sollgierrate als eine Funktion eines tatsächlichen Lenkwinkels des lenkbaren Rades zu bestimmen, wobei die Steuerungsvorrichtung wenigstens eines des Lenksteuergeräts, eines Bremssteuergeräts, eines Antriebsmomentsteuergeräts und eines Aufhängungssteuergeräts betätigt, um ein Giermoment auf eine Karosserie des Fahrzeugs aufzubringen, um eine tatsächliche Gierrate des Fahrzeugs in Übereinstimmung mit der Sollgierrate zu bringen.

7. Fahrzeugsteuerungsvorrichtung gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerungsvorrichtung eine erste Sollgierrate als eine Funktion des Drehwinkels des Lenkrades bestimmt, um wenigstens eines des Lenksteuergeräts, des Bremssteuergeräts, des Antriebsmomentsteuergeräts und des Aufhängungssteuergeräts zu betätigen, um ein Giermoment auf die Karosserie des Fahrzeugs aufzubringen, um eine tatsächliche Gierrate des Fahrzeugs in Übereinstimmung mit der ersten Sollgierrate zu bringen, und, wenn die Steuerungsvorrichtung bestimmt, daß die erste Sollgierrate nicht erreicht wird, die Steuerungsvorrichtung beginnt, das wenigstens eines des Lenksteuergeräts, des Bremssteuergeräts, des Antriebsmomentsteuergeräts und des Aufhängungssteuergeräts zu betätigen, um das Giermoment auf die Karosserie des Fahrzeugs aufzubringen, um die tatsächliche Gierrate des Fahrzeugs in Übereinstimmung mit einer zweiten Sollgierrate zu bringen, welche die Sollgierrate ist.

8. Fahrzeugsteuerungsvorrichtung gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn während Steuerung unter Verwendung der ersten Sollgierrate eine Differenz zwischen der tatsächlichen Gierrate und der zweiten Sollgierrate einen gegebenen Schwellenwert überschreitet, die Steuerungsvorrichtung das wenigstens eines des Lenksteuergeräts, des Bremssteuergeräts, des Antriebsmomentsteuergeräts und des Aufhängungssteuergeräts betätigt, um das Giermoment auf die Karosserie des Fahrzeugs aufzubringen, um die tatsächliche Gierrate des Fahrzeugs in Übereinstimmung mit der zweiten Sollgierrate zu bringen.

9. Fahrzeugsteuerungsvorrichtung gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn die Steuerungsvorrichtung bestimmt, daß es unmöglich ist, die erste Sollgierrate und die zweite Sollgierrate während Steuerung des Lenkwinkels des lenkbaren Rades mittels des Lenksteuergeräts zu erreichen, die Steuerungsvorrichtung das Bremssteuergerät betätigt.

10. Fahrzeugsteuerungsvorrichtung gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn eine Änderungsrate der ersten Sollgierrate größer als ein gegebener Schwellenwert ist, die Steuerungsvorrichtung beginnt, das wenigstens eines des Lenksteuergeräts, des Bremssteuergeräts, des Antriebsmomentsteuergeräts und des Aufhängungssteuergeräts zu betätigen, um das Giermoment auf die Karosserie des Fahrzeugs aufzubringen, um die tatsächliche Gierrate des Fahrzeugs in Übereinstimmung mit der zweiten Sollgierrate zu bringen, ohne die erste Sollgierrate zu verwenden.

11. Fahrzeugsteuerungsvorrichtung gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollgierrate durch Multiplizieren einer ersten Sollgierrate und einer zweiten Sollgierrate mit gegebenen Gewichtungskoeffizienten bestimmt wird, wobei die erste Sollgierrate als eine Funktion des Drehwinkels des Lenkrades bestimmt wird und die zweite Sollgierrate als eine Funktion des tatsächlichen Lenkwinkels des lenkbaren Rades bestimmt wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

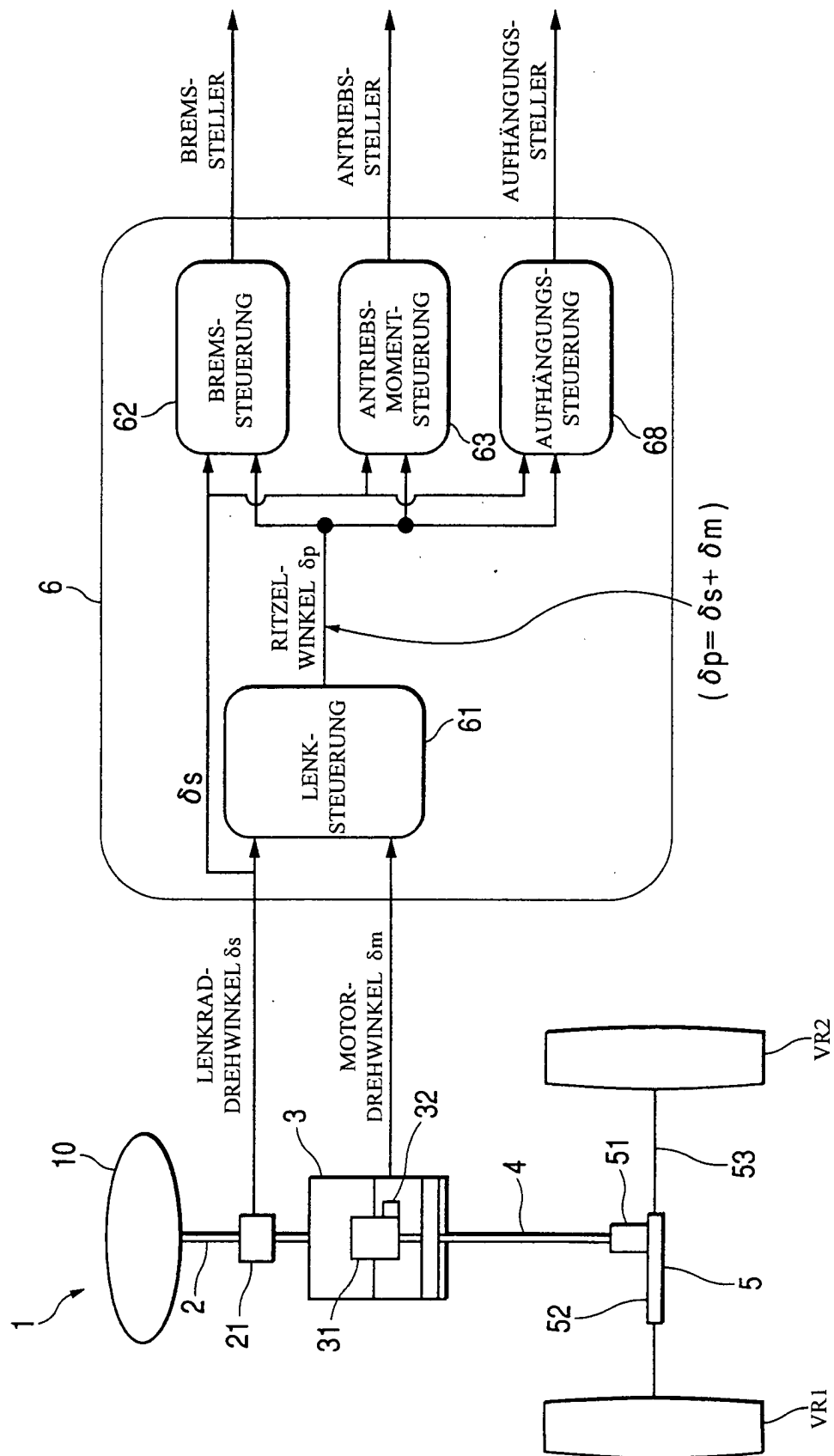


FIG. 2

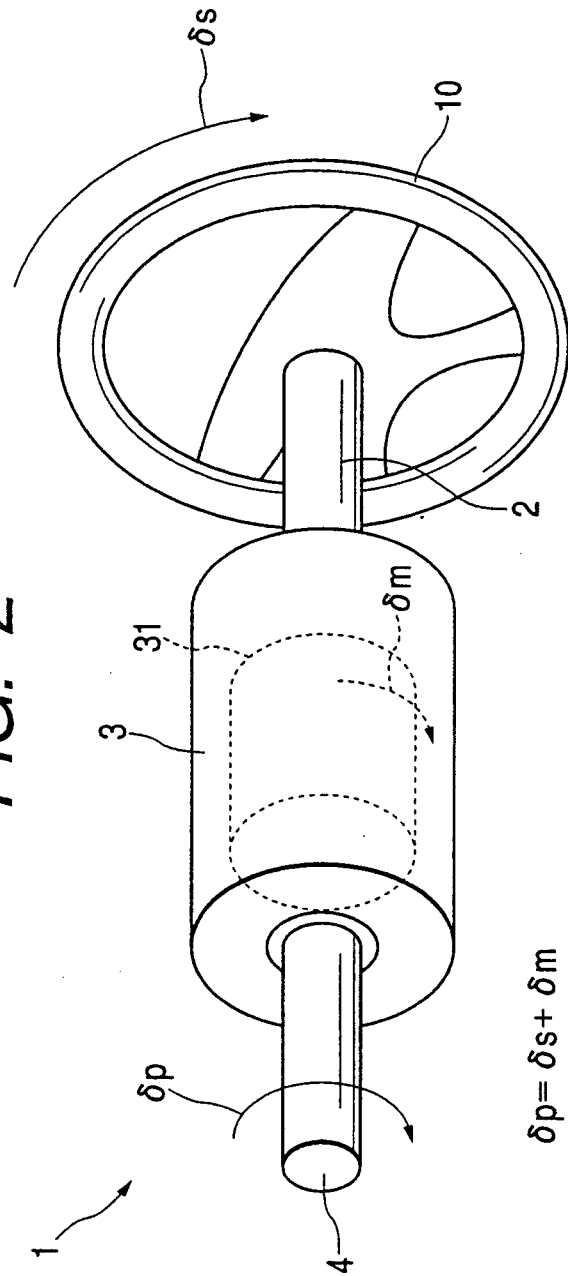


FIG. 3

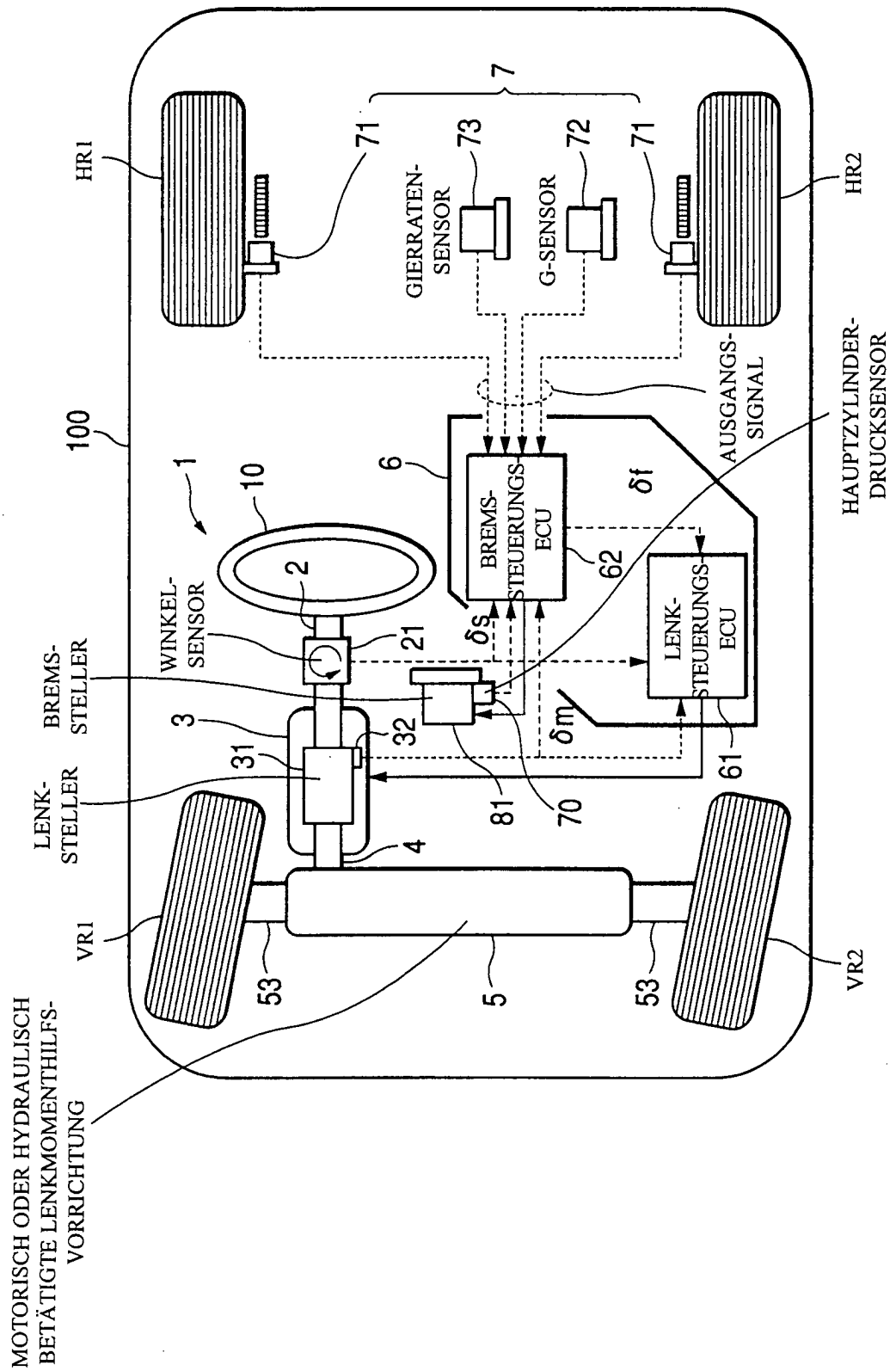


FIG. 4

