



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 02 086 T2 2005.04.07**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 234 741 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 02 086.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 100 029.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **17.01.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.08.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **01.12.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **07.04.2005**

(51) Int Cl.7: **B60T 8/00**
B62D 7/15

(30) Unionspriorität:
789656 21.02.2001 US

(73) Patentinhaber:
**Ford Global Technologies, Inc., Dearborn, Mich.,
US**

(74) Vertreter:
**Drömer, H., Dipl.-Phys. Dr.-Ing., Pat.-Ass., 51429
Bergisch Gladbach**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(72) Erfinder:
**Lu, Jianbo, Livonia, MI 48150, US; Brown, Todd
Allen, Dearborn, MI 48128, US**

(54) Bezeichnung: **Überrollstabilitätssteuerung für ein Kraftfahrzeug**

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

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Wankstabilisierungssystem gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1 und auf ein Verfahren zur Regelung der Wankstabilität eines Kraftfahrzeuges gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 4.

[0002] Dynamische Steuersysteme für Kraftfahrzeuge werden neuerdings in einer Reihe von unterschiedlichen Produkten angeboten. Dynamische Steuersysteme steuern typischerweise das Gierverhalten des Fahrzeuges durch Steuerung der Bremskraft an den verschiedenen Fahrzeuigrädern. Typische Gier-Regelsysteme vergleichen die Soll-Richtung des Fahrzeuges ausgehend von dem Lenkradeinschlagwinkel mit der Fahrtrichtung. Durch eine Regelung der Bremskraft an jeder Ecke des Fahrzeuges kann die gewünschte Fahrtrichtung eingehalten werden.

[0003] Im typischen Falle befassen sich diese dynamischen Steuersysteme nicht mit der Wankbewegung des Fahrzeuges. Insbesondere bei Fahrzeugen mit hohem Profil wäre es aber wünschenswert, die Überschlagcharakteristik des Fahrzeuges zu regeln, um die Fahrzeugposition in bezug auf die Fahrbahn zu halten. D.h., es ist wünschenswert, den Kontakt aller vier Reifen des Fahrzeuges mit der Fahrbahn zu wahren.

[0004] Die Steuerung des Überschlag- und Wankverhaltens von Fahrzeugen (bzw. des Rollverhaltens des Fahrzeugaufbaus) betrifft unterscheidbare dynamische Kennwerte. Die Wankregelung hält das Fahrzeug in einer Ebene oder nahe einer Ebene parallel zur Fahrbahnoberfläche. Die Überschlagregelung hält die Fahrzeuigräder auf der Fahrbahnoberfläche.

[0005] Ein System zur Wanksteuerung ist in der US-Patentschrift 5,869,943 beschrieben. US-Patentschrift 5,869,943 beschreibt die Kombination einer Gier-Regelung mit einer Wank-Regelung zur Wahrung einer horizontalen Lage des Fahrzeugaufbaus bei Kurvenfahrt. Das System wird nur in Verbindung mit den äußeren Vorderrädern zum Einsatz gebracht. Zur Regelung des Wankwertes wird am vorderen kurvenäußeren Rad eine Bremskraft aufgebracht.

[0006] Ein bekanntes Gierregelsystem, das in der US-Patentschrift 5,634,698 beschrieben ist, greift auf die Lenkung der Hinterräder zurück, um eine erhöhte Gierstabilität bei Bremsensteuerung zu erreichen. Dieses System bietet oder lehrt jedoch keine solche Steuerung zur Verhinderung eines Überschlagens des Fahrzeuges.

[0007] Ein anderes bekanntes System zur Verhinderung von Überschlag ist in der US-Patentschrift 6,065,558 zu finden, wo die Bremsen an den äußeren

Vorderrädern des Fahrzeuges angelegt werden, um Überschlagen zu verhindern. Bei bestimmten Manövern allerdings kann das Anlegen der Vorderradbremsen alleine wegen dem besonderen Fahrverhalten des Fahrzeuges nicht wünschenswert sein.

[0008] Die US-A-4,998,593 oder EP-A-0,663,333 offenbaren eine Steuerung zur Stabilisierung der Giergeschwindigkeit unter Einsatz der Lenkung der Hinterräder.

[0009] Ein Ziel der Erfindung ist es, ein Wankstabilisierungssystem zu stellen, das eine potentielle Überschlagsituation erkennen kann und vorübergehend einen Lenkvektor in Reaktion auf den geschätzten relativen Wankwinkel anlegt.

[0010] Einem ersten Aspekt der Erfindung zufolge wird ein Wankstabilisierungssteuersystem für ein Kraftfahrzeug mit einem Vorderradlenksystem und einem Hinterradlenksystem gestellt, mit einem Hinterradlenkstagglied, einem Hinterradstellungssensor, der ein Hinterradstellungssignal erzeugt, einem Bremsenstagglied, einem Überschlagsensor zur Erzeugung eines Überschlagsignales in Reaktion auf einen drohenden Überschlag des Fahrzeuges, und mit einer mit besagtem Hinterradstellungsgeber, besagtem Überschlagsensor, besagtem Hinterradlenkantrieb und besagtem Bremsenstagglied gekoppelten Steuerung, worin besagte Steuerung ein Hinterradstaggliedsignal und ein Bremsenstaggliedsignal in Reaktion auf besagtes Überschlagsignal erzeugt, wobei besagtes Hinterradstaggliedsignal das besagte Hinterradlenkstagglied und besagtes Bremsenstagglied steuert, um ein Überschlagen des Fahrzeuges zu verhindern.

[0011] Der Überschlagsensor kann aus einer Kombination von Geschwindigkeitssensor, Querschleunigungssensor, Wankgeschwindigkeitssensor und Giergeschwindigkeitssensor bestehen.

[0012] Das Stabilisierungssteuersystem kann weiterhin einen Sensor beinhalten, der aus einer Gruppe ausgewählt ist, die einen Lenkwinkelsensor, einen Längsbeschleunigungssensor und einen Nickgeschwindigkeitssensor enthält.

[0013] Die Steuerung kann einen Reifenkraftvektor dadurch ändern, daß sie eine Richtung und die Hinterradlenkkraft des besagten Hinterradlenkstaggliedes in Kombination mit einer Änderung der Bremskraft ändert.

[0014] Das Hinterradstagglied kann ein rechtes Hinterradstagglied und ein linkes Hinterradstagglied beinhalten.

[0015] Die Steuerung kann einen Reifenkraftvektor verändern, indem sie eine relative Ausrichtung zwi-

schen einem rechten hinteren Stellglied und einem linken hinteren Stellglied ändert.

[0016] Die Steuerung kann anhand eines Überschlagesregelungsgesetzes in Verbindung mit einem Wankmoment-Verteilungsrechner betrieben werden.

[0017] Einem zweiten Aspekt der Erfindung zufolge wird ein Verfahren zur Regelung der Wankstabilität eines Kraftfahrzeuges mit einem Hinterradlenksystem gestellt, welches die Schritte der Bestimmung einer Wankwinkelschätzung in Reaktion auf ein Überschlagesensorsignal beinhaltet, sowie die Steuerung eines Hinterradlenkstelligliedes und einer Bremssteuerung derart, daß ein vorgegebener Reifenkraftvektor in Reaktion auf eine relative Wankwinkelschätzung gebildet wird.

[0018] Das Fahrzeug kann ein rechtes Hinterradstellglied und ein linkes Hinterradstellglied haben, und der Schritt der Erzeugung kann die Erzeugung eines Reifenmomentes beinhalten, indem eine relative Ausrichtung zwischen besagtem rechtem Hinterradstellglied und besagtem linkem Hinterradstellglied verändert wird.

[0019] Der Schritt der Bestimmung einer Wankwinkelschätzung kann weiterhin die Schritte der Bestimmung einer Giergeschwindigkeit für das Fahrzeug beinhalten, der Bestimmung einer Wankgeschwindigkeit für das Fahrzeug, der Bestimmung einer Querbesehleunigung für das Fahrzeug, und der Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit.

[0020] Der Schritt der Regelung kann den Schritt der Bestimmung einer Wankmomentverteilung vom Bremssystem und vom Lenksystem des Fahrzeuges her beinhalten.

[0021] Einem dritten Aspekt der Erfindung zufolge wird ein Kraftfahrzeug mit einem Stabilitätsregelsystem gemäß besagtem erstem Aspekt der Erfindung gestellt.

[0022] Das Fahrzeug kann außerdem ein blockiergeschütztes Bremssystem beinhalten, welches ein Blockierschutzbremssignal erzeugt, wobei das System eine Überschlageschutzsteuerung mit einer Bremsdruckprioritätslogik beinhaltet, welche ein Bremsenstellgliedsignal in Reaktion auf das Überschlagesignal, das Blockierschutzbremssignal und das Antriebsschlupf-Steuersignal erzeugt, und worin die Steuerung betätigbar ist, ein Hinterradstellgliedsignal in Reaktion auf besagtes Überschlagesignal zu erzeugen, worin das Hinterradstellgliedsignal dazu verwendet wird, das Hinterrad-Lenkstellglied zu steuern, und worin das Bremsenstellgliedsignal dazu verwendet wird, das Bremsenstellglied so zu steuern, daß ein Überschlagen des Fahrzeuges verhindert wird.

[0023] Das Fahrzeug kann außerdem eine Gierstabilitätsregelung beinhalten, die mit besagter Überschlagessteuerung gekoppelt ist, worin die Gierstabilitätsregelung mit besagter Bremsdruckprioritätslogik gekoppelt ist und ein Gierstabilitäts-Bremsensteuersignal erzeugt, und worin die Bremsdruckprioritätslogik ein Bremsenstellgliedsignal in Reaktion auf das Überschlagesignal, das Blockierschutzbremssignal und besagtes Gierstabilitäts-Bremsensteuersignal (YSC) erzeugt.

[0024] Das Fahrzeug kann außerdem eine Hinterradlenkprioritätslogik enthalten, worin die Gierstabilitätsregelung mit der Hinterradlenkprioritätslogik gekoppelt ist und so betreibbar ist, daß sie ein Gierstabilitäts-Hinterradlenksignal erzeugen kann, wobei die Hinterradlenkprioritätslogik das Hinterradstellgliedsignal in Reaktion auf das Überschlagesignal und das Gierstabilitäts-Hinterradlenksignal erzeugt.

[0025] Ein Vorteil der Erfindung ist, daß solche Systeme leicht in einem elektrischen Lenksystem ("steer-by-wire") verwirklicht werden können.

[0026] Die Erfindung soll nun mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen beispielartig näher erläutert werden; dabei zeigt:

[0027] Fig. 1: eine schematische Rückansicht eines Fahrzeuges einschließlich Kraftvektoren, welches Fahrzeug nicht mit einem Wankstabilisierungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung ausgestattet ist;

[0028] Fig. 2: eine schematische Rückansicht eines Fahrzeuges einschließlich Kraftvektoren, welches Fahrzeug mit einem Wankstabilisierungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung ausgestattet ist;

[0029] Fig. 3: ein Blockdiagramm eines Wankstabilisierungssystems nach der vorliegenden Erfindung;

[0030] Fig. 4: ein Blockdiagramm der geschlossenen Regelschleife für das Hinterradlenkungssteuersystem nach der vorliegenden Erfindung;

[0031] Fig. 5: ein Blockdiagramm der geschlossenen Regelschleife für das Bremsdrucksteuersystem ohne einen Bremsdrucksensor gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0032] Fig. 6: ein Blockdiagramm der geschlossenen Regelschleife für das Bremsdrucksteuersystem mit einem Bremsdrucksensor gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0033] Fig. 7: ein Flußdiagramm der Bestimmung der Wankmomentverteilung gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0034] Fig. 8: ein Flußdiagramm der Bestimmung

des Bremsdruckwertes und des Hinterradlenkeinschlages gemäß der vorliegenden Erfindung; und

[0035] Fig. 9: einen Graphen, der das Verhältnis zwischen dem durch den Hinterradlenkeinschlag erzeugten Wankmoment und dem Hinterradlenkwinkel gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0036] Mit Bezug auf Fig. 1 ist ein Kraftfahrzeug **10** ohne das erfindungsgemäße Überschlag-Stabilisierungssystem dargestellt, das auch die verschiedenen, in einer Überschlagsituation darauf einwirkenden Kräfte und Momente zeigt. Fahrzeug **10** hat jeweils rechte und linke Reifen **12** und **13**. Das Fahrzeug kann auch eine Reihe von unterschiedlichen Lenkanlagen haben, einschließlich der Lenkung jedes einzelnen der Vorder- und der Hinterräder mit je einem unabhängig steuerbaren Lenkstellmotor, eines herkömmlichen Lenksystems für die Vorder- und die Hinterräder, worin beide Vorderräder zusammen gesteuert werden, und beide Hinterräder zusammen gesteuert werden, eines Systems mit einer herkömmlichen Vorderradlenkung und einer unabhängig steuerbaren Lenkung für jedes der Hinterräder, oder umgekehrt. Eine Ausführungsform eines Steuersystems für jedes dieser Systeme soll nachstehend beschrieben werden.

[0037] Im allgemeinen hat ein Fahrzeug ein Gewicht, das als $M \cdot g$ im Schwerpunkt des Fahrzeuges dargestellt ist. Ein Schwerkraftmoment **14** greift entgegengesetzt dem Uhrzeigersinn am Schwerpunkt (CG) an. Ein Reifenmoment **16** wirkt im Uhrzeigersinn am Schwerpunkt. Das auf das Fahrzeug wirkende Nettomoment **18** ist daher ein Moment im Uhrzeigersinn und verstärkt somit den Wankwinkel **20** des Fahrzeuges. Die Seitenkraft **22** an dem auf dem Boden aufstehenden Reifen **12** (Reifenvektor) ist eine in dem Diagramm nach links gerichtete signifikante Kraft, die ausreicht, das Fahrzeug überschlagen zu lassen, wenn sie nicht korrigiert wird.

[0038] Mit Bezug auf Fig. 2 ist dort ein Wankstabilisierungssystem **24** im Fahrzeug **10** mit eingebaut, das sich gerade in einer Wankposition befindet. Die in Fig. 2 dargestellten Kräfte sind mit denselben Bezugswerten dargestellt wie die Kräfte und Momente in Fig. 1. In Fig. 2 dagegen senkt das Wankstabilisierungssystem **24** das Reifenmoment **16**, so daß ein entgegen dem Uhrzeigersinn wirkendes Nettomoment **18** entsteht. Dadurch wird auch der Reifenvektor bzw. die Seitenkraft **22** am Reifen **12** gesenkt. Diese Tendenz ermöglicht es dem Fahrzeug, zur Horizontalen zu tendieren und so den Winkel **20** zu reduzieren.

[0039] Es sei nun Bezug genommen auf Fig. 3, wo das Wankstabilisierungssystem **24** eine Steuerung **26** aufweist, die zum Empfang von Informationen von einer Reihe von Sensoren ausgelegt ist, wel-

che einen Giergeschwindigkeitssensor **28** beinhalten können, einen Geschwindigkeitssensor **30**, einen Querschleunigungssensor **32**, einen Wankgeschwindigkeitssensor **34**, einen Lenkwinkelsensor **35**, einen Längsbeschleunigungssensor **36**, einen Nickgeschwindigkeitssensor **38** und einen hinteren Lenkstellungssensor **40**.

[0040] Darstellungsgemäß sind die Sensoren **28–40** mit einem Brems- und Lenksystem **42** gekoppelt. Die Sensoren **28–40** sind Teil dieser Systeme und sind daher als mit dem Kasten **42** gekoppelt dargestellt. Wie weiter unten noch näher erläutert wird, können einige dieser Sensoren auch von anderen Fahrzeugsystemen benutzt oder in diese integriert werden, einschließlich eines blockiergeschützten Bremssystems mit einer ABS-Steuerung **44**, eines Antriebsschlupfregelsystems mit einer Antriebsschlupfsteuerung (TCS) **46** und eines Gierstabilitätsregelsystems (YSC) mit einer Gierstabilitätssteuerung **48**.

[0041] Ausgehend von Eingaben von den Sensoren regelt die Steuerung **26** einen Reifenkraftvektor durch die Steuerung der Hinterradlenkung und -Bremsung, wie es weiter unten im einzelnen beschrieben werden soll. Der Begriff Überschlagsensor wird zur Bezeichnung eines oder mehrerer der Sensoren **28–40** verwendet, die dazu eingesetzt werden, die Wahrscheinlichkeit einer Überschlagsituation oder den Wankwinkel des Fahrzeuges zu erfassen. Je nach der gewünschten Empfindlichkeit des Systems und verschiedenen anderen Faktoren brauchen nicht alle Sensoren **28–40** in einer für den Markt bestimmten Ausführungsform eingesetzt zu werden. Es können verschiedene Arten von Sensoren verwendet werden, die gewünschten Signale zu liefern.

[0042] Querschleunigung, Wankrichtung und -Geschwindigkeit können über ein globales Positionierungssystem (GPS) erzielt werden.

[0043] Es bestehen viele Möglichkeiten, die Wank- und Nickbedingungen eines Fahrzeuges zu messen, zu schätzen oder abzuleiten. Der Wankgeschwindigkeitssensor **34** und der Nickgeschwindigkeitssensor **38** können durch eine Reihe von anderen Fahrzeugmessungen oder Kombinationen von Messungen ersetzt werden.

[0044] Wankgeschwindigkeitssensor **34** und Nickgeschwindigkeitssensor **38** können die Wankbedingungen des Fahrzeuges bestimmen, zum Teil ausgehend von der Erfassung der Höhenlage eines oder mehrerer Punkte) am Fahrzeug in bezug auf die Fahrbahnoberfläche. Sensoren, die hierzu eingesetzt werden können, beinhalten Radar-Abstandssensoren, Laser-Abstandssensoren und Sonar-Abstandssensoren.

[0045] Der Wankgeschwindigkeitssensor **34** und der Nickgeschwindigkeitssensor **38** können die Wanksituation auch ausgehend von der relativen Linear- oder Drehverschiebung erfassen, oder der Bewegungsgeschwindigkeit einer oder mehrerer Federungskomponente(n) am Fahrgestell, die einen linearen Höhen- oder Wegsensor oder einen Drehbewegungshöhen oder Wegsensor beinhalten können.

[0046] Der Wankgeschwindigkeitssensor **34** und der Nickgeschwindigkeitssensor **38** können die Wanksituation auch ausgehend von der vorangehenden Positionsmessung oder anderen Trägheitsmessungen erfassen, und zwar in Kombination mit Rad-drehzahlsensoren, die zur Überwachung anormaler Änderungen in einer oder mehreren Radgeschwindigkeit(en) verwendet werden, die eine Null-Normallast auf den Reifen anzeigen würden.

[0047] Des weiteren können der Wankgeschwindigkeitssensor **34** und der Nickgeschwindigkeitssensor **38** die Wankbedingungen auch ausgehend von der vorangehenden Positionsmessung oder anderen Trägheitsmessungen erfassen, und zwar in Kombination mit einem Fahrtrichtungsbefehlseingang vom Fahrer, welcher Befehl von einer elektronischen Komponente kommen könnte, die in einer elektrischen Lenkanlage (steer-by-wire) unter Einsatz eines Handlenkrades oder Joysticks ausgegeben werden könnte.

[0048] Das Potential einer Wank- bzw. Überschlagsituation ist mit einer Null-Normallast bzw. einem abhebenden Rad bei einem oder mehreren der Räder verbunden. Eine Null-Normallast und damit eine Wank- bzw. Überschlagsituation kann dadurch erfaßt werden, daß die Kraft bzw. das Drehmoment gemessen wird, die/das mit der Belastung einer oder mehrerer Federungs- oder Fahrgestellkomponente(n) verbunden ist, z.B. mit einer Druckmeßdose in einem Federungsstellglied. In ähnlicher Weise kann auch eine Lastzelle oder ein Spannungsmeßsensor eingebaut werden, um die Kraft in einer Federungskomponente zu messen. Die Null-Normallastbedingung kann alleine oder in Verbindung mit anderen Bewegungs- oder Trägheitsmessungen verwendet werden, um die Fahrzeugwanksituation genau zu überwachen.

[0049] Die Betätigung des Servolenksystems kann überwacht werden, um die Normallast auf den Lenkrädern abzuleiten. Die Lenklast kann durch Messen eines oder mehrerer absoluter oder relativer Motorlastwerte überwacht werden, des Lenksystemdruckes in den Hydraulikleitungen, mittels eines Reifen-Querkraftsensors oder -Sensoren, eines Reifen-Längskraftsensors oder -Sensoren, eines Reifen-Vertikalkraftsensors oder -Sensoren, oder eines Reifen-Seitenwand-Torsionssensors oder -Sensoren. Die eingesetzten Lenksystemmeßdaten hängen

von der Lenksystemtechnologie und den im Fahrzeug verfügbaren Sensoren ab.

[0050] Die Wanksituation des Fahrzeuges kann auch mittels einer oder mehrerer der folgenden Translations- oder Rotationspositionen, -Geschwindigkeiten oder -Beschleunigungen des Fahrzeuges ermittelt werden, zu diesen gehören ein Wankmeßkreis, der Wankgeschwindigkeitssensor **34**, der Giergeschwindigkeitssensor **28**, der Querbeschleunigungssensor **32**, ein Vertikalbeschleunigungssensor, ein Fahrzeug-Längsbeschleunigungssensor, oder ein Quer- oder Vertikalgeschwindigkeitssensor, wozu ein radbezogener Geschwindigkeitssensor, ein Radar-Geschwindigkeits- oder -Abstandssensor, ein Sonar-Geschwindigkeits- oder -Abstandssensor, ein Laser-Geschwindigkeits- oder -Abstandssensor oder auch ein optischer Geschwindigkeits- oder -Abstandssensor gehören.

[0051] Der Geschwindigkeitssensor **30** kann einen oder mehrere einer Reihe von dem Fachmann in der Technik bekannten Sensoren beinhalten. So kann zum Beispiel ein geeigneter Geschwindigkeitssensor einen Sensor an jedem Rad beinhalten, aus deren Daten dann von der Steuerung **26** ein Mittelwert gebildet wird. Vorzugsweise übersetzt die Steuerung die Radgeschwindigkeiten in eine Fahrzeuggeschwindigkeit. Die Giergeschwindigkeit, der Lenkwinkel, die Radgeschwindigkeit und möglicherweise eine Schätzung eines Schlupf-Winkels an jedem Rad können zurück in die Fahrzeuggeschwindigkeit am Schwerpunkt (V_{CG}) übersetzt werden. Diverse andere Algorithmen sind dem Fachmann bekannt. So kann die Geschwindigkeit auch über einen Getriebesensor erzielt werden. Wenn z.B. die Geschwindigkeit beim Beschleunigen oder beim Bremsen in einer Kurve ermittelt wird, kann wegen seines Fehler nicht einfach die niedrigste oder höchste Raddrehzahl herangezogen werden. Ein Getriebesensor kann ebenfalls zur Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit verwendet werden.

[0052] Die zusätzlichen Komponenten des vorliegenden Systems arbeiten zusammen mit den normalerweise in Kraftfahrzeugen vorzufindenden Teilen. So kann z.B. ein Koordinator für die Vorderrad-Lenksteuerung (FWS) und die Hinterrad-Lenksteuerung (RWS) mit der Überschlagsteuerung **50** gekoppelt sein. Der Lenksteuerungskoordinator **50** kann die Position eines rechten Vorderrad-Lenkstellgliedes, eines linken Vorderrad-Lenkstellgliedes, eines linken Hinterrad-Stellgliedes und eines rechten Hinterrad-Stellgliedes steuern. Wie oben beschrieben können aber auch zwei oder mehrere der Stellglieder simultan gesteuert werden.

[0053] Bei einem Zahnstangenlenksystem z.B. werden die beiden damit gekoppelten Räder simultan gesteuert.

[0054] Ein Lenksteuerungskordinator **50** wird dazu verwendet, die richtige Lenkung des Fahrzeuges von normalen bis zu kritischen Bedingungen zu garantieren. Koordinator **50** vermittelt dem Fahrer ein feineres Lenkgefühl. Richtige Koordination zwischen Vorder- und Hinterrädern verringert den Wenderadius des Fahrzeuges, insbesondere bei niedrigen Geschwindigkeiten. Wenn z.B. δ_f der Meßwert des Vorderradlenkwinkels ist, und $\Delta\delta_{RIF}$ der gewünschte bzw. Soll-Lenk Winkel zur Erreichung der Koordination, dann kann die folgende Koordinierungsformel eingesetzt werden:

$$\Delta\delta_{RIF} = -K(v) \cdot \delta_f$$

worin $K(v)$ ein Verstärkungsfaktor ist, der eine Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit v darstellt.

[0055] Dieser gewünschte Hinterradlenkwinkel bildet zusammen mit anderen Anteilen der gewünschten bzw. Soll-Lenk Winkel die Grundlage für den Gesamt-Soll-Hinterradlenkwinkel δ_r .

[0056] δ_r wird an die Hinterrad-Lenkungssteuereinheit geleitet, die den Rückmeldesteuerbefehl zur Ansteuerung des Hinterrad-Lenkstellgliedes erzeugt. Die Steuerungskoordinationseinheit **50** kann die Position eines hinteren linken Radstellgliedes und eines hinteren rechten Radstellgliedes steuern.

[0057] Es können aber auch wie oben beschrieben zwei der Stellglieder gleichzeitig gesteuert werden. In einem Zahnstangenlenksystem z.B. werden die beiden daran angeschlossenen Räder simultan gesteuert. Das in geschlossener Regelschleife arbeitende Hinterradlenksystem ist in **Fig. 4** dargestellt und beinhaltet eine Einheit **59**, welche den Gesamt-Soll-Lenk Winkel für die Hinterräder erzeugt, sowie das Rückmeldesteuerungsgesetz **62** der Hinterradlenkung, das Hinterradlenkstellglied **101** und den Hinterradlenkwinkelsensor **40**; dabei sind **101** und **40** Teil des Fahrzeuges **42**.

[0058] Der Gesamt-Soll-Hinterradlenkwinkel δ_r wird dadurch berechnet, daß der Einheit **59** der zur Erzielung einer Wankstabilisierungsregelung erforderliche Soll-Hinterradlenkwinkel $\Delta\delta_{RSC}$ eingegeben wird, sowie der zur Erzielung einer Gierstabilisierungsregelung erforderliche Wert $\Delta\delta_{VSC}$ und der zur Erzielung einer Koordination zwischen der Vorderradlenkung und der Hinterradlenkung erforderlich Wert $\Delta\delta_{RIF}$. Dieser Gesamtwert δ_r wird dann zusammen mit dem gemessenen Hinterradlenkwinkel δ_r der Einheit **60** des Rückmeldesteuerungsgesetzes für die Hinterradlenkung zugeführt. Diese Rückmeldesteuerungseinheit berechnet den Steuerbefehl zum Antrieb des RWS-Stellgliedes.

[0059] Wird der Fehler zwischen dem Sollwert δ_r und dem Istwert δ_r als e_s definiert, d.h. $e_s = \delta_r - \delta_r$,

dann kann der Hinterradlenksteuerungsbefehl wie in einer PID-Steuerung berechnet werden:

$$K_{SP} e_s(t) + K_{SI} \int_0^t e_s(\tau) d\tau + K_{SD} \dot{e}_s(t)$$

wo K_{SP} , K_{SI} und K_{SD} Steuerungsverstärkungsfaktoren sind.

[0060] Die Steuerung **26** beinhaltet einen Überschlagregelungsgesetzblock **52**, der die Bestimmung einer Überschlagbedingung oder die Wahrscheinlichkeit eines Überschlages darstellt. Dies kann durch Berechnung eines Wankwinkels des Fahrzeuges geschehen. Ausgehend von den Eingabedaten von bestimmten Sensoren der Sensoren **28** bis **40** bestimmt die Steuerung das Vorliegen oder die Wahrscheinlichkeit einer Überschlagbedingung.

[0061] Wenn in Block **52** das Vorliegen oder die Wahrscheinlichkeit eines Überschlages bestimmt worden ist, wird in Block **54** die Wankmomentverteilung bestimmt. Der Vorgang in Block **54** soll nachstehend näher erläutert werden. Zusammenfassend vergleicht Block **52** das Moment zur Verhütung eines Überschlages mit den Momenten, die dem Bremsystem und dem Hinterradlenksystem zugeführt werden, und durch Bestimmen eines Bremsdrucksignales und eines Hinterradlenksignales in Reaktion auf diese Verteilung.

[0062] Die Steuerung **26** beinhaltet auch eine Bremsdruckprioritätslogik **56** und eine Hinterradlenkprioritätslogik **58**. Die Bremsdruckprioritätslogik **56** empfängt ein Bremsdrucksignal vom Wankmomentverteilungsrechner **54**. Die Hinterradlenkprioritätslogik **58** empfängt ein Hinterradlenksignal vom Wankmomentverteilungsrechner **54**.

[0063] Die Bremsdruckprioritätslogik **56** ist ebenfalls mit der Blockierschutz-Bremssteuerung **44** verbunden, mit der Antriebsschlupf-Regelung **46**, und mit der YSC-Steuerung **48**. Jedes dieser Systeme im Überschlagschutzregelsystem kann auf die Bremsen des Fahrzeuges einwirken. Die Bremsdruckprioritätslogik **56** bestimmt ein Maß an Bremsung für die einzelnen Räder gemäß einem hierarchischen Ordnungssystem. Das Ordnungssystem wird vorzugsweise experimentell ermittelt und basiert auf der Gesamtdynamik des Fahrzeuges. Daher kann das Prioritätsgefüge von einem Fahrzeug zum anderen wechseln.

[0064] Die Bremsdruckprioritätslogik **56** kann auch derart wirken, daß sie das Maß an gewünschtem Steuereingriff von den verschiedenen Systemen maximiert.

[0065] Die Hinterradlenkprioritätslogik **58** ist gekuppelt mit dem Koordinator **50** für die Vorderradlenkung

und die Hinterradlenkung sowie mit der YSC-Steuerung **48**. Beide Systeme steuern den Betrieb der Lenkung des Fahrzeuges und insbesondere denjenigen der Hinterradlenkung. Das Hinterradlenksystem bzw. die Lenkprioritätslogik **58** wird hierarchisch gesteuert, ähnlich wie die Bremsdruckprioritätslogik **56**. Das heißt, die Hinterradlenkprioritätslogik **58** kann experimentell ermittelt werden, so daß das gewünschte Maß an Steuerung für die verschiedenen damit verbundenen Systeme gewährt wird, einschließlich des Überschlagregelungs systems **24**.

[0066] Die Bremsdruckprioritätslogik **56** und die Hinterradlenkprioritätslogik **58** sind jeweils mit dem Brems- und Lenksystem **42** durch eine entsprechende Bremsdrucksteuerung **60** und eine Hinterradlenksteuerung **62** verbunden. Die Bremsdrucksteuerung **60** und die Hinterradlenksystemsteuerung **62** erzeugen jeweils ein entsprechendes Hinterradstellgliedersignal und ein Bremsstellgliedersignal, die dann zum Auslösen des gewünschten Maßes an Brems- und Hinterradlenksteuerung eingesetzt werden. Das Bremsstellgliedersignal kann ein Signal für jede der Bremsen an allen vier Ecken des Fahrzeuges liefern.

[0067] Fig. 5 zeigt das Bremsensteuersystem in geschlossener Regelschleife, das einen Mechanismus (eine Einheit **58**) zur Erzeugung des gewünschten Gesamtbremsdruckes beinhaltet, das Bremsdruck-Rückmeldesteuerungsgesetz **60**, das Bremsstellglied **201** und den Raddrehzahlsensor **205**, wobei **201** und **205** Teil des Fahrzeuges **42** sind.

[0068] Der gewünschte bzw. Soll-Druck Δp_{RSC} für die Überschlag-Stabilitätsregelung, der gewünschte Druck Δp_{YSC} für die Gierstabilitätsregelung, der gewünschte Druck Δp_{TCS} für die Antriebsschlupfregelung und der gewünschte Druck Δp_{ABS} für die Bremsen-Blockierschutzregelung werden dem Bremsdruckprioritätsblock **58** zugeführt und dort eingespeist, und daraus wird ein End-Soll-Bremsdruck p^* berechnet. Dieser Soll-Bremsdruck wird dann weiter einer Bremsdruck-Rückmeldesteuerung zugeführt, zusammen mit den Sensorsignalen der gemessenen Raddrehzahlen, so daß ein Rückmeldesteuerungssignal für die Bremsstellglieder erstellt werden können.

[0069] Stehen Bremsdrucksensoren zur Verfügung, kann das geschlossene Bremsdruckregelungs system aus Fig. 5 so geändert werden, daß das in Fig. 6 dargestellte System entsteht.

[0070] Dieses System beinhaltet eine Einheit **58**, eine Einheit **60**, das Bremsstellglied **201**, den Raddrehzahlsensor **205** und den Bremsdrucksensor **210**. **201**, **205** und **210** sind Teil des Fahrzeuges **42**. Das Rückmeldesteuerungsgesetz **60** steuert die Vorrichtungen zur Erzielung des Betätigungsdruckes wie folgt.

[0071] Wird der Druckfehler als $e_p = p - p^*$ definiert, kann auf die Einheit **60** eine PID-Regelformel angewendet werden:

$$K_{BP} e_p(t) + K_{BI} \int_0^t e_p(\tau) d\tau + K_{BD} \dot{e}_p(t)$$

wo K_{BP} , K_{BI} und K_{BD} Steuerverstärkungsfaktoren sind.

[0072] Es sei nun Bezug genommen auf Fig. 7, wo die folgenden Begriffe im folgenden Flußdiagramm verwendet werden:

M_R : gewünschtes Wankmoment zur Wahrung der Kontrolle in einer Überschlagsituation

M_{RWS} : Maximales Wankmoment, das unter gegebenen Fahrbedingungen durch die Hinterradlenkung erzeugt wird

M_{BRK} : Maximales Wankmoment, das unter gegebenen Fahrbedingungen durch die Bremsensteuerung erzeugt wird

C_1 : Verstärkungsfaktor, welcher den Bremsdruck in Relation zu dem durch diesen Bremsdruck erzeugten Wankmoment setzt.

C_1 ändert sich während der Fahrt.

C_1 kann von folgenden Parametern abhängen:

- der Normalkraft N auf der Achse
- dem Oberflächenreibbeiwert $\mu_{\text{Oberfläche}}$
- den Vorderrad- und Hinterradlenkwinkeln δ_f und δ_r
- der Gesamtfläche A_{Kolben} des Bremskolbens
- dem Reibwert zwischen Brems Scheibe und Bremsbelag, $\mu_{\text{Scheibe/Belag}}$
- dem Rollradius r
- dem mittleren Abstand zwischen dem Bremsklotz und dem Radmittelpunkt, r_0
- der Höhe h_{cg} der Schwerpunktlage des Fahrzeuges.

C_1 kann auch durch eine mathematische Formel bestimmt werden. C_1 kann z.B. folgendermaßen ausgedrückt werden:

$$C_1 = \frac{2h_{cg} C_p}{\sqrt{(N\mu_{\text{Oberfläche}})^2 - (C_p p_0)^2}}$$

wo C_p der Koeffizient ist, der dazu verwendet wird, die Querkräfte an den Reifen in Relation zum Bremsdruck zu setzen, was eine Funktion der oben aufgezählten Variablen ist, wo p_0 der Nenn-Bremsdruck ist, bzw. der Druck zu dem Zeitpunkt, wo eine Überschlag-Bremsregelung gewünscht wird, und der anhand eines Bremssystemmodells geschätzt oder über einen Druckmesser gemessen werden kann.

C_2 : Verstärkungsfaktor, welcher den Lenkwinkel in Relation zu dem aus diesem Lenkmoment entstehenden Wankmoment setzt.

C_2 ändert sich während der Fahrt. C_2 kann abhängig sein von:

- der Giergeschwindigkeit
- der Fahrzeuggeschwindigkeit
- dem Fahrzeugschlupfwinkel
- der Höhe der Schwerpunktlage $c.g.$

– dem Oberflächenkoeffizienten

Da eine aktive Hinterradlenkungsbetätigung im allgemeinen kleine Lenkwinkel im Bereich von ± 5 Grad bewirkt, kann eine mathematische Formel für C_2 leicht ermittelt werden. Wie in **Fig. 9** zu erkennen ist, wird das durch die Hinterradlenkung erzeugte Wankmoment beherrscht von einem linearen Verhältnis. Das heißt, das durch die Hinterradlenkung erzeugte Wankmoment ist proportional zum Lenkwinkel. Es könnte wie folgt beschrieben werden:

$$C_2 = h_{cg} C_S N \mu_{\text{Oberfläche}} \delta_r$$

worin C_S eine Konstante ist, die von dem Lenksystem abhängt. **Fig. 9** zeigt das Verhältnis zwischen dem durch die Hinterradlenkung erzeugten Wankmoment und dem gemessenen Lenkwinkel δ_r .

p_{MAX} : Maximaler Bremsdruck, der in der betroffenen Bremse erzielbar ist

δ_{MAX} : Maximaler Hinterradlenkwinkel, der mit der bestehenden Hinterradlenkmechanik erzielt werden kann

[0073] Das in **Fig. 7** dargestellte Flußdiagramm entspricht dem Wankmomentverteilungsrechner **54** aus **Fig. 3**. Das zur Verhinderung eines Überschlages erforderliche Moment M_R ist das gewünschte bzw. Soll-Moment zur Steuerung eines Überschlages. In Block **64** wird, wenn das gewünschte Wankmoment kleiner als das durch die Hinterradlenkung erzeugte Maximalwankmoment (\bar{M}_{RWS}) ist, Schritt **66** ausgeführt, wo der Bremsenmerker (BRK_FLAG) auf Null gesetzt wird, der Hinterradlenkungsmerker (RWS_FLAG) auf 1 gesetzt wird, und der Maximalwertmerker (MAX_FLAG) auf Null gesetzt wird. Nach Schritt **66** wird Block **68** ausgeführt, wie er nachstehend noch weiter erläutert werden soll. Zusammenfassend bestimmt Block **68** den Bremsdruck und den Hinterradlenkwinkel für das Fahrzeug.

[0074] Noch einmal mit Bezug zurück auf Block **64** wird, wenn das Gesamtmoment M_R nicht kleiner als das durch das Hinterradlenksystem gegebene Moment ist, Block **70** ausgeführt. Wenn in Block **70** das Moment M_R zur Verhinderung eines Überschlages kleiner ist als das durch das Bremssystem gegebene Moment \bar{M}_{BRK} , wird Block **72** zur Ausführung gebracht, wo der Bremsenmerker auf 1 gesetzt wird. Der Hinterradlenkungsmerker wird gleich Null gesetzt, und der Maximalwertmerker wird auf Null gesetzt. Nach Block **72** wird Block **68** ausgeführt, wo der Bremsdruck und die Hinterradlenkwinkel bestimmt werden.

[0075] Zurück zu Block **70** wird, wenn das Wankmoment M_R nicht kleiner als das vom Bremssystem gestellte Wankmoment \bar{M}_{BRK} ist, Block **74** ausgeführt. In Block **74** wird die Summe aus dem vom Hinterradlenksystem erzeugten Moment und dem durch das Bremssystem erzeugten Moment ermittelt, und diese

Summe wird mit dem Gesamtmoment zur Vermeidung eines Überschlages verglichen. Ist das Gesamtmoment zur Vermeidung eines Überschlages kleiner als die Summe des vom Hinterradlenksystem gestellten Momentes und des vom Bremssystem gestellten Momentes, wird Block **76** zur Ausführung gebracht, wo der Bremsenmerker gleich 1 gesetzt wird, und der Hinterradlenkungsmerker gleich 1 gesetzt wird, und wo der Maximalwertmerker auf Null gesetzt wird.

[0076] Wenn also in Block **64**, **70** und **74** das jeweilige durch das Hinterradlenksystem erzeugte Moment hoch genug liegt, in Block **64** ein Überschlagen zu verhindern, oder wenn das durch das Bremssystem erzeugte Moment groß genug ist, ein Überschlagen zu verhindern, oder aber wenn die Kombination der beiden groß genug ist, in Block **74** ein Überschlagen zu verhindern, ist dies ausreichend. Wenn dagegen in Block **74** die Gesamtmomente am Hinterradlenksystem und am Bremssystem nicht hoch genug sind, wird Block **78** ausgeführt, wo der Bremsenmerker auf Eins gesetzt wird, der Hinterradlenkungsmerker auf Eins gesetzt wird, und der Maximalwertmerker auf Eins gesetzt wird. Der Maximalwertmerker dient dazu, das Prioritätssystem auszulösen, so daß es die Bremskraft und den Hinterradlenkwinkel maximiert, um ein Überschlagen des Fahrzeuges zu verhindern. Ausgehend von diesen Prioritäten, wie sie durch die in den Blöcken **66**, **72**, **76** und **78** erwähnten Merker gesetzt wurden, werden nun der Bremsdruck und der Hinterradlenkwert des Systems berechnet.

[0077] Mit Bezug auf **Fig. 8** soll nun der in **Fig. 4** dargestellte Block **68** näher erläutert werden. Ist der Maximalwertmerker in Schritt **80** nicht auf Null gesetzt worden, wird jetzt Schritt **82** ausgeführt, in welchem der Maximaldruck sowie der maximale Lenkeinschlagwinkel am Ausgang abgegeben werden und dazu eingesetzt werden, die Bremsdruckregelung und den Hinterradlenkwinkel des Fahrzeuges zu steuern. Erneut Bezug nehmend auf Block **80** wird, wenn der Maximalwertmerker auf Null gesetzt ist, Block **84** ausgeführt, wo die Bedingungen für sowohl den Bremsenmerker als auch den Hinterradlenkungsmerker bestimmt werden. Sind der Bremsenmerker und der Hinterradlenkungsmerker beide ungleich Null, wird Schritt **86** ausgeführt, worin das Maß oder der Anteil an Wankmoment bestimmt wird, das/der durch den Bremsdruck und den Hinterradlenkwinkel entsteht. Der Bremsdruck wird durch folgende Formel bestimmt:

$$\Delta p_{\text{RSC}}^* = \frac{C_1}{C_1^2 + C_2^2} M_R$$

[0078] Der Hinterradbremes-Lenkswinkel wird durch folgende Formel bestimmt:

$$\Delta\delta_{RSC}^* = \frac{C_2}{C_1^2 + C_2^2} M_R$$

[0079] Wieder mit Bezug auf Schritt **84** wird, wenn sowohl der Bremsenmerker als auch der Hinterradlenkungsmerker Null sind, Schritt **88** ausgeführt, worin die Höhe des Bremsdruckes anhand der folgenden Formel festgelegt wird:

$$\Delta p_{RSC}^* = C_1 \cdot M_R \cdot BRK_FLAG$$

[0080] Der Korrekturfaktor für den Hinterradlenkschlagwinkel wird durch folgende Formel bestimmt:

$$\Delta\delta_{RSC}^* = C_2 \cdot M_R \cdot RWS_FLAG$$

[0081] In Block **90** werden die Bremsdrücke und die Hinterradlenkwinkel einem Verteilerblock **90** zugeführt und so dem jeweiligen besonderen Bremssystem bzw. Lenksystem zugeleitet, um das gewünschte Maß an Regelung vorzunehmen. Im Betrieb werden diese Systeme fortlaufend reaktualisiert, so daß der gewünschte Steuerungsgrad den unterschiedlichen Systemen entsprechend nachjustiert wird.

[0082] Im Betrieb können verschiedene Arten von Lenkungsregelungen durchgeführt werden, je nach den Fahrzeugkennwerten und dem Lenksystem. Wie oben erwähnt kann z.B. eine Zahnstangenlenkung so gesteuert werden, daß sie vorübergehend eine gewünschte Änderung am Hinterradlenkwinkel vornimmt, um ein Überschlagen zu vermeiden, während sie jedoch die Vorderräder unangetastet läßt. Natürlich könnte auch die Richtung der Vorderräder geändert werden, wenn die Hinterradlenkrichtung geändert wird.

[0083] In einem System mit unabhängig betätigbaren Hinterrädern kann der relative Lenkwinkel zwischen den Hinterrädern in Reaktion auf den erfaßten Wankwinkel verändert werden, ohne daß die Position oder die Stellung der Vorderräder verändert wird. Dies kann durch eine unabhängige Steuerung der Hinterräder oder auch eine simultane Steuerung der Hinterräder bewerkstelligt werden. Es kann auch in Kombination mit einem gewünschten Grad an Bremsregelung erfolgen.

[0084] Wie oben beschrieben können auch der Längsbeschleunigungssensor und ein Nickgeschwindigkeitssensor in die oben beschriebene Bestimmung der Reifenkraftvektoren mit einbezogen werden. Diese Sensoren können zur Überprüfung benutzt werden, wie auch Teil der Berechnungen bilden. Der Nickgeschwindigkeitssensor z.B., oder der Längsbeschleunigungssensor, oder beide gemeinsam kann/können dazu verwendet werden, eine Nickwinkelschätzung des Fahrzeuges zu erstellen. Dieser Schätzwert kann zusammen mit seiner Ableitung dazu eingesetzt werden, die Berechnung des

Fahrzeugwankwinkels zu verfeinern.

[0085] Zwar sind hier besondere Ausführungsformen der Erfindung dargestellt und beschrieben worden, dem Fachmann werden jedoch zahlreiche Abwandlungen und alternative Ausbildungen einfallen. Dementsprechend ist davon auszugehen, daß die Erfindung einzig durch die anhängenden Patentansprüche begrenzt wird.

Patentansprüche

1. Wankstabilitätsregelsystem (**24**) für ein Kraftfahrzeug mit einem Vorderradlenksystem und einem Hinterradlenksystem,

dadurch gekennzeichnet, daß das System (**24**) ein Hinterradlenkstelliglied (**101**) aufweist, einen ein Hinterradstellungssignal erzeugenden Hinterradstellungssensor (**40**), ein Bremsenstellglied (**60**), einen Überschlagsensor (**28, 30, 32, 34, 35, 36, 38**) zur Erzeugung eines Überschlagsignals in Reaktion auf eine bevorstehende Überschlagsituation des Fahrzeuges, und eine Steuerung (**26**), welche mit besagtem Hinterradstellungssensor (**40**), mit besagtem Überschlagsensor (**28, 30, 32, 34, 35, 36, 38**), besagtem Hinterradlenkstelliglied (**101**) und besagtem Bremsenstellglied (**60**) gekoppelt ist, wobei besagte Steuerung (**26**) ein Hinterradstellgliedsignal und ein Bremsenstellgliedsignal in Reaktion auf besagtes Überschlagsignal erzeugt, wobei besagtes Hinterradstellgliedsignal besagtes Hinterradlenkstelliglied (**101**) und besagtes Bremsenstellglied (**60**) so steuert, daß ein Überschlagen des Fahrzeuges verhindert wird.

2. Wankstabilitätsregelsystem nach Anspruch 1, worin besagte Steuerung einen Reifenkraftvektor verändert, indem eine Richtung und eine Hinterradlenkkraft des besagten Hinterradstellgliedes in Kombination mit einer Änderung der Bremskraft verändert wird.

3. Wankstabilitätsregelsystem nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, worin besagte Steuerung einen Reifenkraftvektor verändert, indem eine relative Ausrichtung zwischen einem rechten Hinterradstellglied und einem linken Hinterradstellglied verändert wird.

4. Verfahren zur Regelung der Wankstabilität eines Kraftfahrzeuges mit einem Hinterradlenksystem, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren folgende Schritte beinhaltet: Bestimmen eines Überschlags- oder Wankwinkelschätzwertes in Reaktion auf einen Überschlagsensor, und Steuern eines Hinterradlenkstelligliedes und einer Bremsensteuerung derart, daß ein vorgegebener Reifenkraftvektor in Reaktion auf den relativen Wankwinkelschätzwert gebildet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, worin der Schritt

der Bestimmung eines Wankwinkelschätzwertes die Schritte der Bestimmung einer Giergeschwindigkeit für das Fahrzeug beinhaltet, die Bestimmung einer Wankgeschwindigkeit für das Fahrzeug, die Bestimmung einer Querschleunigung für das Fahrzeug, und die Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder Anspruch 5, worin der Schritt der Regelung die Schritte der Bestimmung einer vom Bremssystem ausgehenden und einer von einem Lenksystem des Fahrzeuges ausgehenden Wankmomentverteilung aufweist.

7. Kraftfahrzeug; dadurch gekennzeichnet, daß das Fahrzeug ein Stabilitätsregelsystem nach einem beliebigen der Ansprüche 1 bis 3 aufweist.

8. Fahrzeug nach Anspruch 7, worin das Fahrzeug außerdem ein ein Bremsenblockierschutzsignal erzeugendes blockiergeschütztes Bremssystem aufweist, sowie ein ein Antriebsschlupfregelsignal erzeugendes Antriebsschlupfregelsystem, wobei das System eine Überschlagsteuerung aufweist, welche eine Bremsdruckprioritätslogik beinhaltet, die ein Bremsenstellgliedsignal in Reaktion auf das Überschlagsignal erzeugt, und worin das Antriebsschlupfregelsignal und die Steuerung so betätigbar sind, daß ein Hinterradstellgliedsignal in Reaktion auf besagtes Überschlagsignal erzeugt werden kann, wobei das Hinterradstellgliedsignal dazu verwendet wird, das Hinterradlenkungsstellglied zu steuern, und wo das Bremsenstellgliedsignal verwendet wird, das Bremsenstellglied zu steuern, derart, daß ein Überschlagen des Fahrzeuges verhindert wird.

9. Fahrzeug nach Anspruch 8, außerdem eine Gierstabilitätssteuerung beinhaltend, welche mit besagter Überschlagsteuerung verbunden ist, worin die Gierstabilitätssteuerung mit besagter Bremsdruckprioritätslogik verbunden ist und ein Gierstabilitätsbremsenregelsignal erzeugt, und worin die Bremsdruckprioritätslogik ein Bremsenstellgliedsignal in Reaktion auf das Überschlagsignal, das Bremsenblockierschutzsignal, das Antriebsschlupfregelsignal und besagtes YSC-Bremsensteuersignal erzeugt.

10. Fahrzeug nach Anspruch 9, außerdem eine Hinterradlenkprioritätslogik beinhaltend, worin die Gierstabilitätssteuerung mit der Hinterradlenkprioritätslogik verbunden ist und betreibbar ist, ein Gierstabilitätshinterradlenksignal zu erzeugen, wobei die Hinterradlenkprioritätslogik das Hinterradstellgliedsignal in Reaktion auf das Überschlagsignal und das Gierstabilitätshinterradlenksignal erzeugt.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

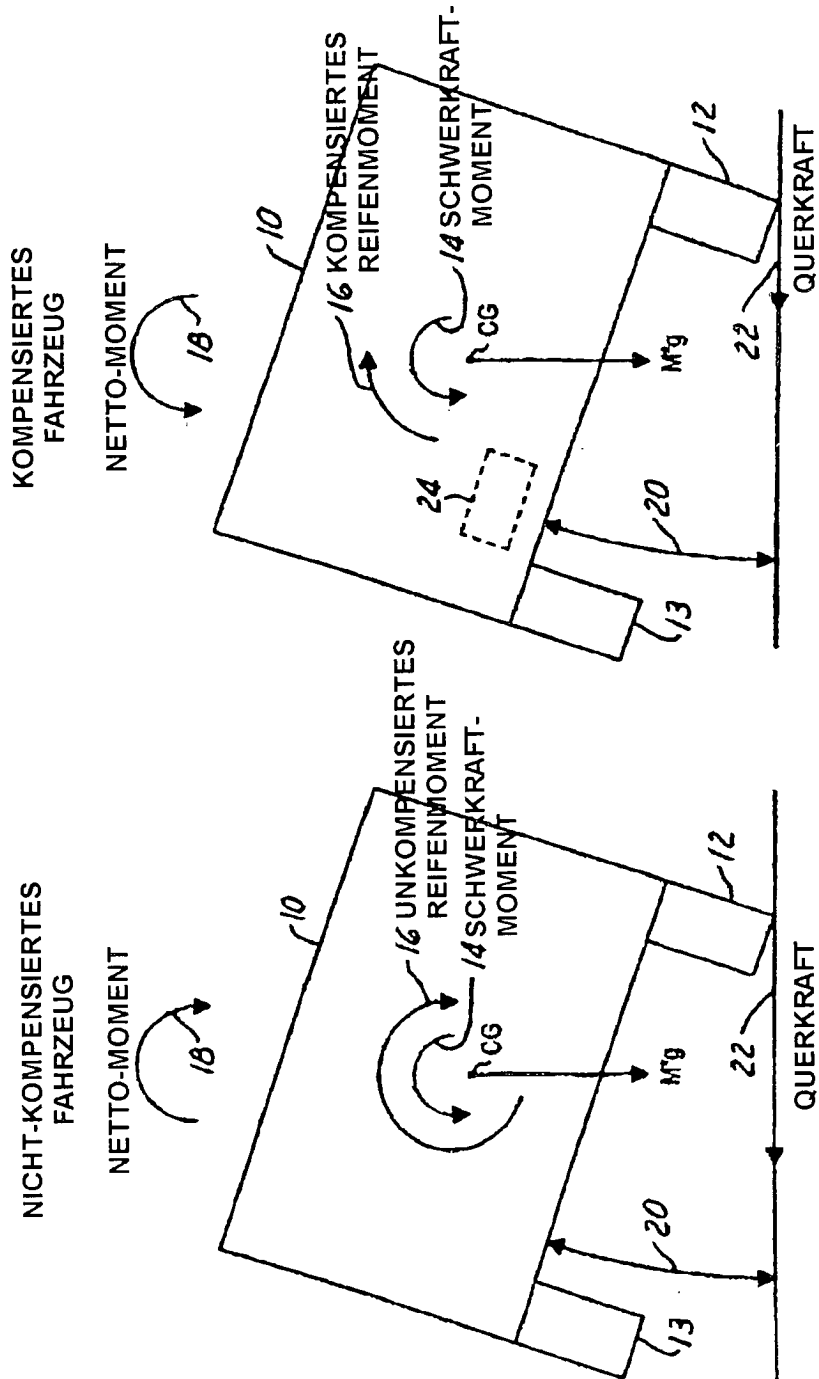


FIG. 2

FIG. 1

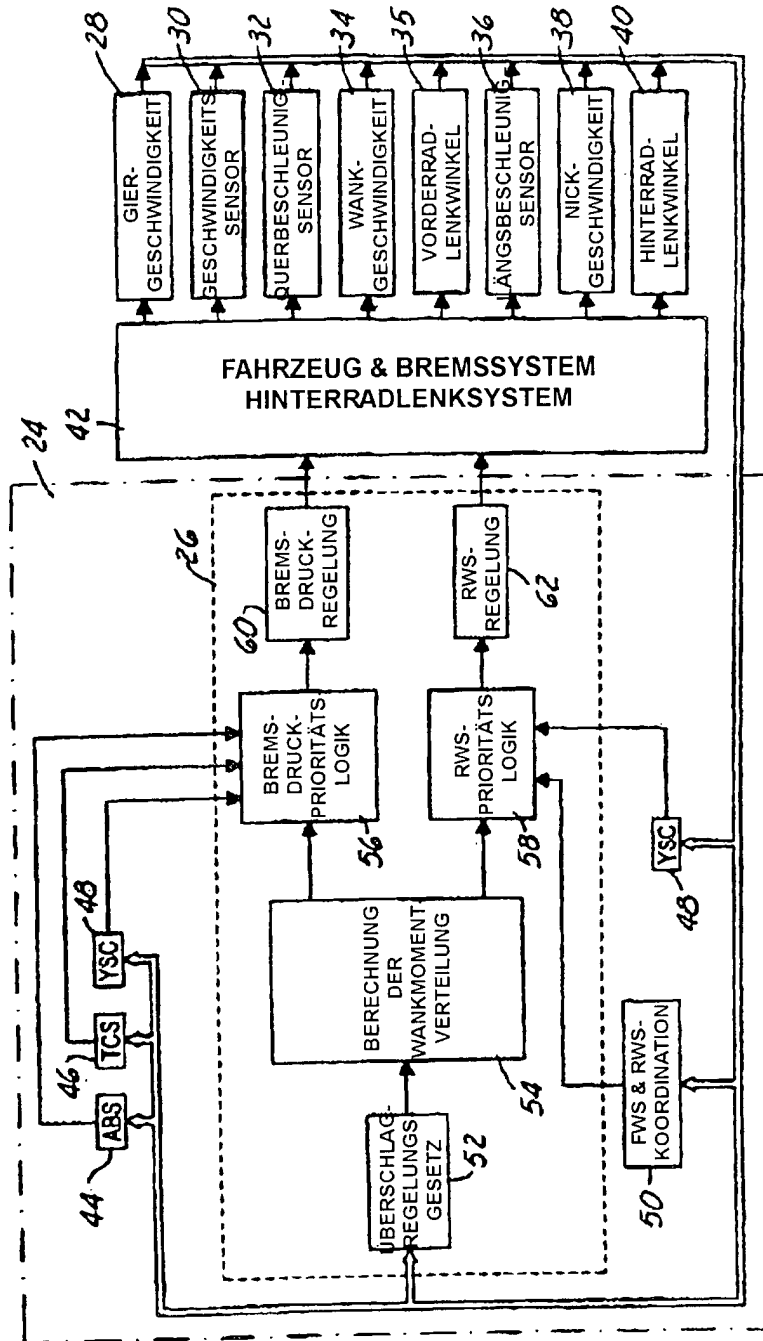


FIG. 3

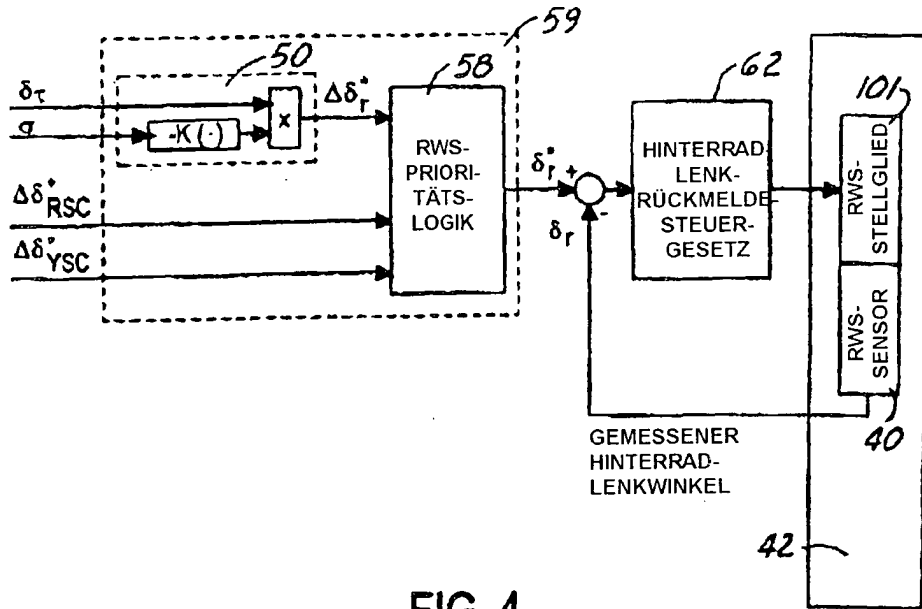


FIG. 4

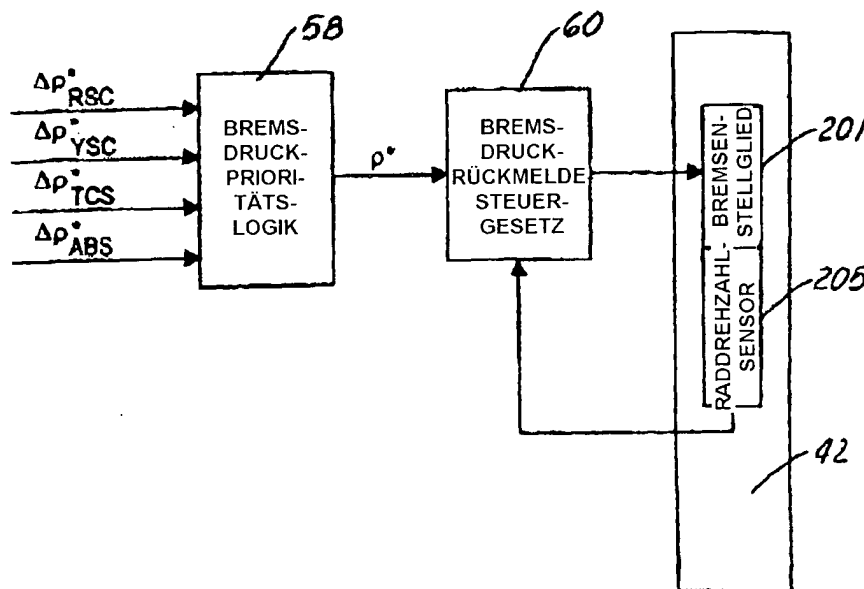


FIG. 5

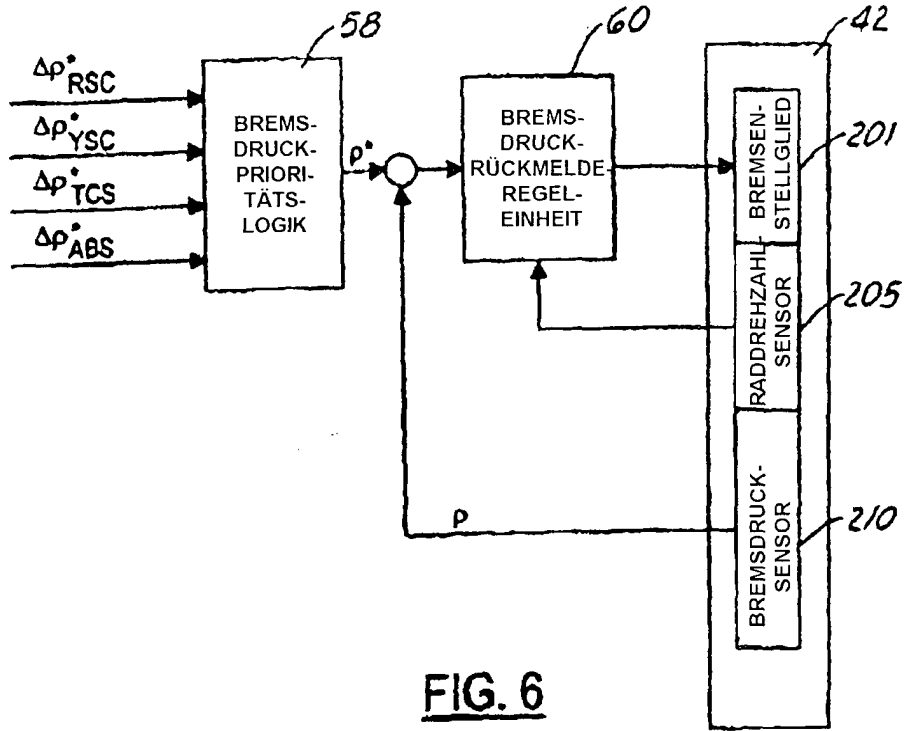


FIG. 6

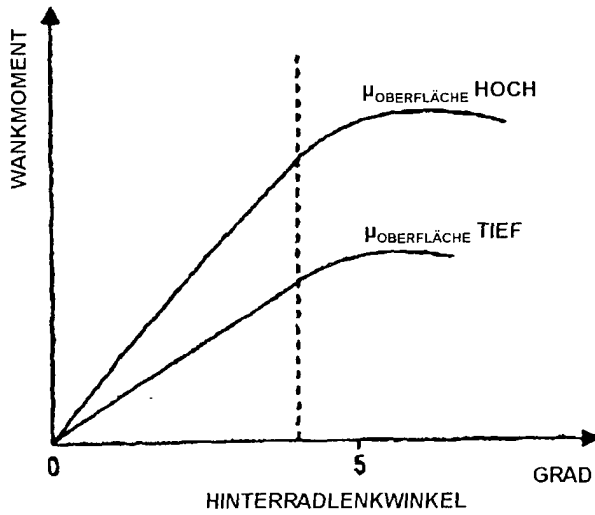


FIG. 9

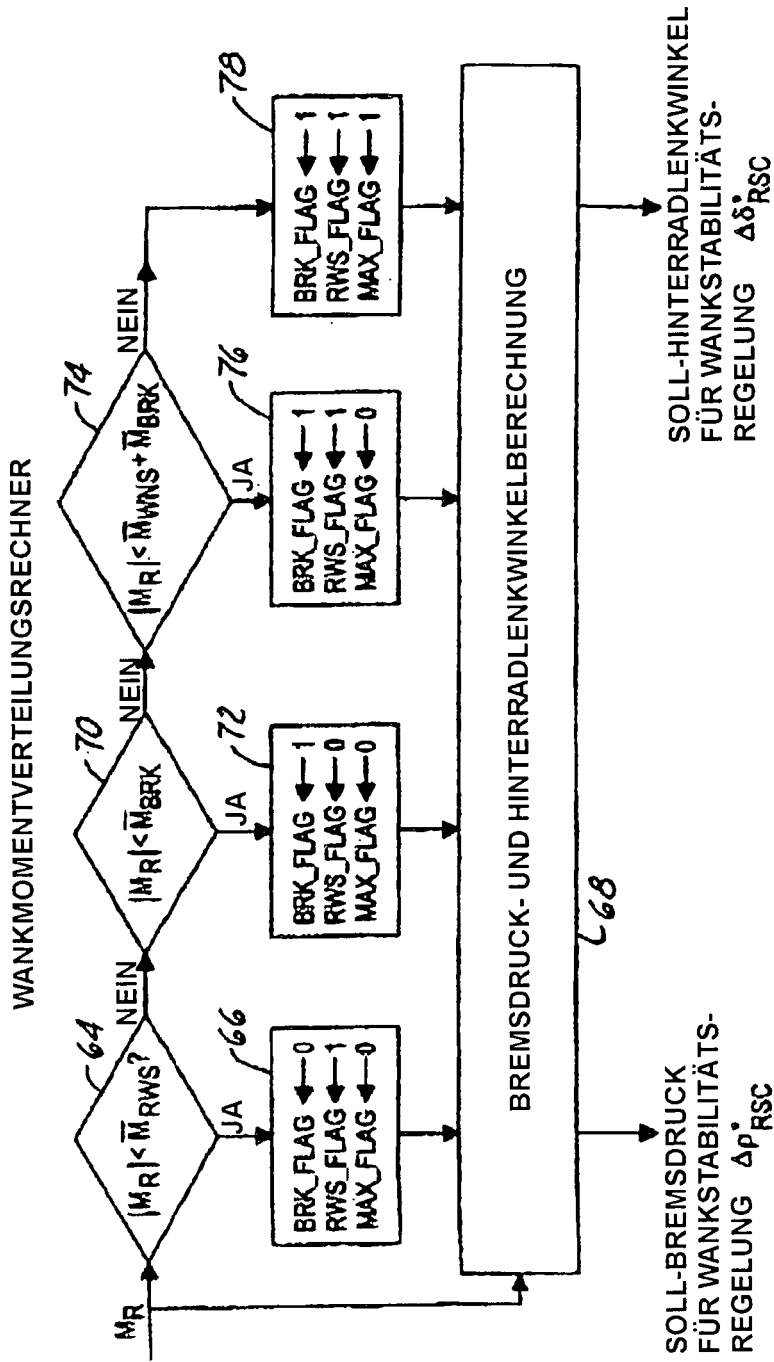


FIG. 7

