



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 27 591 A1** 2004.01.15

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 27 591.6**
 (22) Anmeldetag: **18.06.2003**
 (43) Offenlegungstag: **15.01.2004**

(51) Int Cl.7: **B62D 37/00**
B60T 8/00, B62D 6/00, B60G 21/10,
B60K 41/28, G01P 9/00

(30) Unionspriorität:
10/175,579 19.06.2002 US

(74) Vertreter:
Viering, Jentschura & Partner, 80538 München

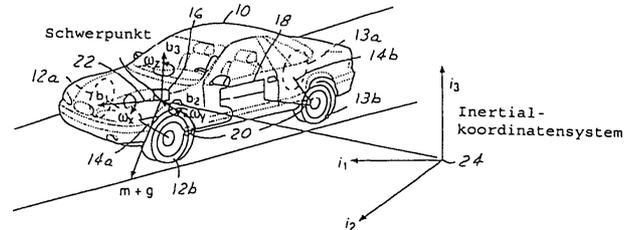
(71) Anmelder:
**Ford Global Technologies, Inc., Dearborn, Mich.,
 US**

(72) Erfinder:
**Lu, Jianbo, Livonia, Mich., US; Brown, Todd Allen,
 Dearborn, Mich., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **System zum Detektieren des Flächenprofils einer Fahrstraße**

(57) Zusammenfassung: Steuersystem zum Detektieren des Flächenprofils einer Fahrstraße, für ein Kraftfahrzeug mit einer Fahrzeugkarosserie, mit einem Wankwinkelgeschwindigkeitssensor, der ein Wankwinkelgeschwindigkeitssignal entsprechend einer Wankwinkelbewegung der Fahrzeugkarosserie erzeugt, einem Gierwinkelgeschwindigkeitssensor, der ein Giergeschwindigkeitssignal entsprechend einer Gierbewegung der Fahrzeugkarosserie erzeugt, einem Querschleunigungssensor, der ein Querschleunigungssignal entsprechend einer Querschleunigung des Schwerpunktes der Fahrzeugkarosserie erzeugt, einem Längsbeschleunigungssensor, der ein Längsbeschleunigungssignal entsprechend der Längsbeschleunigung des Schwerpunktes der Fahrzeugkarosserie erzeugt, vier Radgeschwindigkeitssensoren, die Radgeschwindigkeitssignale entsprechend den vier Radgeschwindigkeiten des Fahrzeugs erzeugen. Eine Steuereinrichtung ist mit dem Wankwinkelgeschwindigkeitssensor, dem Gierwinkelgeschwindigkeitssensor, dem Querschleunigungssensor, dem Längsbeschleunigungssensor und den Radgeschwindigkeitssensoren gekoppelt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Steuervorrichtung zum Steuern eines Systems eines Kraftfahrzeugs in Antwort auf ein abgetastetes dynamisches Verhalten, und insbesondere ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Steuern des Systems des Fahrzeugs durch Bestimmen des Flächenprofils der Straße, auf der das Fahrzeug fährt.

Stand der Technik

[0002] Es wurde jüngst begonnen dynamische Steuersysteme für Kraftfahrzeuge in verschiedenen Produkten anzubieten. Dynamische Steuersysteme steuern typischerweise das Gieren des Fahrzeugs durch Steuern der Bremsleistung an den verschiedenen Rädern des Fahrzeugs. Giersteuersysteme vergleichen typischerweise die gewünschte Richtung des Fahrzeugs basierend auf dem Lenkradwinkel und der Fahrtrichtung. Durch Regulieren der Bremsstärke an jeder Ecke des Fahrzeugs kann die gewünschte Fahrtrichtung aufrechterhalten werden. Typischerweise sind die Dynamiksteuersysteme des Fahrzeugs nicht auf das Wanken gerichtet. Insbesondere bei Fahrzeugen mit hoher Seitenfläche wäre es wünschenswert die Überrollcharakteristik des Fahrzeugs zu steuern, um die Fahrzeugposition in Bezug auf die Straße aufrecht zu erhalten. Das heißt, es ist wünschenswert den Kontakt der vier Reifen des Fahrzeugs mit der Straße aufrecht zu erhalten.

[0003] Bei einer Fahrzeugüberrollsteuerung ist es wünschenswert die Fahrzeuglage zu ändern, so dass es mit Hilfe der Betätigung von verfügbaren Aktivsystemen, wie beispielsweise eines steuerbaren Bremssystems, eines Lenksystems und eines Aufhängungssystems, unterbunden wird, dass die Fahrzeugbewegung entlang der Wankrichtung ein vorherbestimmtes Limit (Überroll-Limit) erreicht. Obwohl die Fahrzeuglage genau definiert ist, sind gewöhnlich direkte Messungen unmöglich.

[0004] Es gibt zwei Arten von Fahrzeuglagen, die zu unterscheiden sind. Das eine ist die so genannte Globallage, die durch den Winkelgeschwindigkeitssensor abgetastet wird. Das andere ist die Relativlage, die durch die relativen Winkelpositionen des Fahrzeugs in Bezug auf die Straßenfläche beschrieben wird, auf der das Fahrzeug fährt. Die Globallage des Fahrzeugs ist auf das Erd-Koordinatensystem (oder das so genannte Inertialkoordinatensystem), Meereshöhe oder eine flache Straße bezogen. Sie kann direkt auf die drei Winkelgeschwindigkeitskreiselsensoren bezogen werden. Die Relativlage des Fahrzeugs wird hingegen durch die relativen Winkelpositionen des Fahrzeugs in Bezug auf die Straßenfläche beschrieben, die immer entsprechend unterschiedlicher Geländeform sind. Anders als bei der Globallage gibt es hier keine Kreiselsensoren, die mit der Relativlage direkt in Bezug gebracht werden können. Eine vernünftige Abschätzung ist, dass ein einwandfreies Relativlage-Abtastsystem sowohl die Kreiselsensoren (wenn die Straße flach ist, deckt das Relativlage-Abtastsystem die Globallage ab) als auch einige andere Sensorsignale verwendet.

[0005] Ein Grund für das Unterscheiden von Relativ- und Globallage rührt von der Tatsache her, dass Fahrzeuge gewöhnlich auf einer dreidimensionalen Straßenfläche unterschiedlicher Geländeform gefahren werden, nicht immer auf einer flachen Straßenfläche. Das Fahren auf einer Straßenfläche mit großer Straßenquerneigung erhöht die Überrolltendenz, d.h., eine große Ausgabegröße von dem Globallage-Abtastsystem könnte auf ein unkontrolliertes Überrollereignis eindeutig hinweisen, unabhängig von dem Flache-Straße-Fahren und dem 3-D-Straße-Fahren. Beim Fahren auf einer dreidimensionalen Straße mit moderatem Straßenquerneigungswinkel kann es jedoch sein, dass von der Globallage eine nicht ausreichende Genauigkeit zum Erkennen eines Überrollereignisses zur Verfügung gestellt wird. Ein Fahrzeugüberrollen passiert, wenn eine Seite des Fahrzeugs von der Straßenfläche eine lange Zeitdauer ohne zurückzukehren abgehoben ist. Wenn ein Fahrzeug auf einer Straße mit Querneigung fährt, wird das Globallage-Abtastsystem eine gewisse Lageinformation aufgreifen, sogar wenn das Fahrzeug kein Abheben der Räder (die vier Räder sind immer in Kontakt mit der Straßenfläche) erfährt. Deshalb liefert ein Messen der relativen Winkelpositionen des Fahrzeugs bezogen auf den Abschnitt der Straßenfläche, auf dem das Fahrzeug fährt, eine höhere Genauigkeit hinsichtlich des Abtastens des Überrollereignisses als die Globallage, wenn das Fahrzeug auf einer Straße mit moderatem Querneigungswinkel fährt. Deshalb ist es wichtig, den Straßenquerneigungszustand für die genaue Fahrzeugüberrollstabilitätssteuerung zu bestimmen.

[0006] Ein anderes Beispiel des Erfassens des Straßenprofils könnte in Antriebsstrangsteuerungen verwendet werden, wobei die Steuerung des Luft-Kraftstoff-Mischungsverhältnisses oder des Brennstoffzündzeitpunkts derart ist, dass diese zur Absicht des Fahrers passen, so dass die Antriebsleistung oder die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs zur momentanen Fahrbedingung passen. Obwohl der Fahrer das Profil einer Fahrstraße erkennen und das Fahrzeug entsprechend steuern kann, ist die Straßenzustandsinformation nicht direkt mit Antriebsstrangsteuerungen rückgekoppelt, da es keine Straßenzustandsinformation gibt, die erfasst und für derzeitige Fahrzeugsteuerungssysteme verwendet wird. Daher kann ein optimaler Spritverbrauch nicht erreicht werden.

[0007] In US 5,703,776 wird die Verwendung eines Schaltpositionsabtastteils eines Getriebes, eines Motorumdrehungsabtastteils, eines Beladungsgradabtasters, eines Bremspedalbetriebszustandsabtasters zum

Erhalt einer sehr groben Messung der Longitudinalneigung der Straßenfläche betrachtet. Diese Erfindung stellt eine raffiniertere Abschätzung der Straßenneigung unter Verwenden der Sensorsätze zur Verfügung, mit denen ein Fahrzeugdynamiksteuersystem ausgestattet ist.

[0008] Gemäß einem anderen Beispiel antwortet ein Aktiv-Wanksteuersystem, das einen Querstabilisator verwendet, bei herkömmlicher Einstellung nicht passend zu der Querneigung, da die Präsenz der Straßenquerneigung nicht erfasst werden kann und daher antwortet das System auf eine Querneigung, als wie wenn das Fahrzeug um die Kurve fährt. Das kann zu einem unnötigen Leistungsverbrauch des Querstabilisators führen. Um dies zu eliminieren, stellt WO 99/64262 eine sehr grobe Abschätzung der Straßenquerneigung unter Verwendung eines Seitenbeschleunigungssensors und einer Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit zur Verfügung.

[0009] In einem zusätzlichen Beispiel kann bei einem Fahrzeug, das auf einer Straße mit einer hohen Querneigung fährt, eine falsche Aktivierung des Gierstabilitätssteuersystems und/oder des Wankstabilitätssteuersystems wegen der Tatsache verursacht werden, dass eine große Seitenbewegung durch Sensorsignale bestimmt wird, sogar wenn das Fahrzeug im stationären Zustand auf der quergeneigten Straße fährt.

[0010] Deshalb ist es wünschenswert in einer Fahrzeugdynamiksteuerung und in einer zukünftigen Antriebsstrangsteuerung und Fahrzeugsteuerungen die Straßenquerneigung und die Straßenlängsneigung genau zu erfassen und mit großer Genauigkeit die Fahrzeugsteuersysteme zu aktivieren.

Aufgabenstellung

[0011] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Steuersystem für ein Kraftfahrzeug zu schaffen, welches in einfacher und dennoch sicherer Weise Fahrbahnlängs- und -querneigung erfassen kann.

[0012] Die Erfindung schafft ein System zum Bestimmen der Ebenheit einer Straße, auf der das Fahrzeug fährt. Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung hat ein Steuersystem für ein Kraftfahrzeug, das eine Fahrzeugkarosserie hat, einen Wankwinkelgeschwindigkeitssensor, der ein Wankwinkelgeschwindigkeitssignal entsprechend einer Wankwinkelbewegung der Fahrzeugkarosserie erzeugt, einen Gierwinkelgeschwindigkeitssensor, der ein Giergeschwindigkeitssignal entsprechend einer Gierbewegung der Fahrzeugkarosserie erzeugt, einen Querbeschleunigungssensor, der ein Querbeschleunigungssignal entsprechend einer Querbeschleunigung des Schwerpunktes der Fahrzeugkarosserie erzeugt, einen Längsbeschleunigungssensor, der ein Längsbeschleunigungssignal entsprechend der Längsbeschleunigung des Schwerpunktes der Fahrzeugkarosserie erzeugt, einen Radgeschwindigkeitssensor, der ein Radgeschwindigkeitssignal entsprechend der Radgeschwindigkeit des Fahrzeugs erzeugt. Eine Steuereinrichtung ist mit dem Wankwinkelgeschwindigkeitssensor, dem Gierwinkelgeschwindigkeitssensor, dem Querbeschleunigungssensor, dem Längsbeschleunigungssensor und dem Radgeschwindigkeitssensor gekoppelt. Die Steuereinrichtung bestimmt einen relativen Nickwinkel und einen relativen Wankwinkel als Funktion des Querbeschleunigungssignals, des Längsbeschleunigungssignals und des Wankgeschwindigkeitssignals. Die Steuereinrichtung bestimmt einen ersten Ebenheitsindex als Funktion des Wankwinkelgeschwindigkeitssignals, des Gierwinkelgeschwindigkeitssignals, des relativen Wankwinkels und eines relativen Nickwinkels. Die Steuereinrichtung bestimmt einen stationären Nickwinkel als Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Längsbeschleunigung. Die Steuereinrichtung bestimmt ferner einen stationären Wankwinkel als Funktion der Querbeschleunigung, der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Giergeschwindigkeit. Die Steuereinrichtung bestimmt einen zweiten Ebenheitsindex als Funktion des stationären Nickwinkels, des relativen Nickwinkels, der Giergeschwindigkeit, des stationären Wankwinkels und eines relativen Wankwinkels.

[0013] Gemäß einem zusätzlichen Aspekt der Erfindung weist ein Verfahren zum Steuern eines Kraftfahrzeugs ein Abschätzen eines ersten Ebenheitsindex, der die Straßenebenheit anzeigt, ein Abschätzen eines zweiten Ebenheitsindex, der die Straßenebenheit anzeigt, ein Bestimmen der Längsneigung in Antwort auf den ersten Ebenheitsindex und des zweiten Ebenheitsindex und ein Bestimmen des Querneigungswinkels in Antwort auf den ersten Ebenheitsindex und den zweiten Ebenheitsindex auf.

[0014] Ein Vorteil der Erfindung ist es, dass ein Winkelgeschwindigkeitssensor, wie beispielsweise ein Nickgeschwindigkeitssensor, eliminiert werden kann.

Ausführungsbeispiel

[0015] Im Folgenden wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsformen mit Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert. In der Zeichnung zeigen:

[0016] **Fig. 1** eine Diagrammdarstellung eines Fahrzeugs mit verschiedenen Vektoren und Koordinatensystemen gemäß der Erfindung,

[0017] **Fig. 2** eine Frontansicht eines Kraftfahrzeugs auf einer Fahrbahn mit Querneigung,

[0018] **Fig. 3** eine Seitenansicht eines Fahrzeugs auf einer Fahrbahn mit Längsneigung,

[0019] **Fig. 4** ein Blockdiagramm eines Stabilitätssystems gemäß der Erfindung,

[0020] **Fig. 5** ein Ablaufdiagramm des Betriebs gemäß der Erfindung.

[0021] In den Figuren sind für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen verwendet. Die Erfindung wird bevorzugt in Verbindung mit einem Giersteuersystem oder einem Überrollsteuersystem für ein Kraftfahrzeug verwendet. Jedoch kann die Erfindung auch mit einer Deployment-Einrichtung verwendet werden, wie beispielsweise einem Airbag oder einem Überrollbügel. Die Erfindung wird im Folgenden hinsichtlich bevorzugter Ausführungsformen bezogen auf ein Kraftfahrzeug erläutert, das sich in einem dreidimensionalen Straßengelände bewegt.

[0022] **Fig. 1** zeigt ein Kraftfahrzeug **10** mit einem erfindungsgemäßen Sicherheitssystem mit verschiedenen, darauf wirkenden Kräften und Momenten. Das Fahrzeug **10** hat einen rechten und einen linken Vorderreifen **12a** und **12b** und einen rechten und einen linken Hinterreifen **13a** und **13b**. Das Fahrzeug **10** kann auch eine Mehrzahl von verschiedenen Arten von Frontlenksystemen **14a** und Hecklenksystemen **14b** haben, wobei jedes der Vorder- und der Hinterräder mit einem entsprechenden, steuerbaren Aktuator konfiguriert ist, wobei die Vorder- und die Hinterräder ein herkömmliches System aufweisen, bei dem die beiden Vorderräder zusammen gesteuert werden als auch die beiden Hinterräder zusammen gesteuert werden, wobei ein System eine herkömmliche Frontsteuerung und eine unabhängig steuerbare Hecksteuerung für jedes Rad, oder umgekehrt, hat.

[0023] Im Allgemeinen hat das Fahrzeug ein Gewicht, das durch Mg im Schwerpunkt des Fahrzeugs repräsentiert ist, wobei $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ und M die Gesamtmasse des Fahrzeugs ist.

[0024] Wie vorhergehend beschrieben, kann das System auch mit Aktiv/Semi-Aktiv-Aufhängungssystemen verwendet werden, einem Überrollbügel oder anderen Sicherheitssystemen, die auf Abtasten von vorausbestimmten dynamischen Zuständen des Fahrzeugs aufgebracht oder aktiviert werden.

[0025] Das Abtastsystem **16** ist mit einem Steuersystem **18** gekoppelt. Das Abtastsystem **16** verwendet bevorzugt einen Standard-Gierstabilitätssteuersensorsatz (mit einem Seitenbeschleunigungssensor, einem Giergeschwindigkeitssensor, einem Lenkwinkelsensor und einem Radgeschwindigkeitssensor) zusammen mit einem Wankgeschwindigkeitssensor und einem Längsbeschleunigungssensor. Die verschiedenen Sensoren werden im Folgenden beschrieben. Die Radgeschwindigkeitssensoren **20** sind an jeder Ecke des Fahrzeugs montiert und die restlichen Sensoren des Abtastsystems **16** sind bevorzugt direkt im Schwerpunkt der Fahrzeugkarosserie montiert, entlang der in **Fig. 1** gezeigten Richtungen x , y und z . Der Fachmann bemerkt, dass das Koordinatensystem aus (b_1 , b_2 und b_3 als ein Karosseriekoordinatensystem **22** bezeichnet wird, dessen Ursprung im Schwerpunkt der Fahrzeugkarosserie angeordnet ist, wobei b_1 der nach vorne zeigenden x -Achse entspricht, b_2 der seitlich zur Fahrtrichtung zeigenden y -Achse (nach links) entspricht und b_3 der nach oben zeigenden z -Achse entspricht. Die Winkelgeschwindigkeiten der Fahrzeugkarosserie werden um ihre jeweiligen Achsen mit ω_x für die Wankgeschwindigkeit, ω_y für die Nickgeschwindigkeit und ω_z für die Giergeschwindigkeit angegeben. Die erfindungsgemäßen Berechnungen werden bevorzugt im Inertialkoordinatensystem **24** ausgeführt, das von dem Karosseriekoordinatensystem **22** wie nachfolgend beschrieben abgeleitet werden kann.

[0026] Die Winkelgeschwindigkeitssensoren und die Beschleunigungssensoren sind an der Fahrzeugkarosserie entlang der Karosseriekoordinatensystemrichtungen b_1 , b_2 und b_3 angebaut, die die x - y - z -Achsen der gefederten Fahrzeugmasse sind.

[0027] Der Längsbeschleunigungssensor ist an der Fahrzeugkarosserie angebaut und im Schwerpunkt angeordnet, mit seiner Abtastrichtung entlang der b_1 -Achse, wobei seine Ausgabegröße als a_x bezeichnet wird. Der Querbeschleunigungssensor ist an der Fahrzeugkarosserie angebaut und im Schwerpunkt angeordnet, mit seiner Abtastrichtung entlang der b_2 -Achse, wobei seine Ausgabegröße als a_y bezeichnet wird.

[0028] Das andere, in der folgenden Diskussion verwendete Koordinatensystem weist das Straßenkoordinatensystem auf, wie in **Fig. 1** dargestellt. Das Straßenkoordinatensystem $l'_1 l'_2 l'_3$ ist fest mit der befahrenen Straßenfläche, wobei die l'_3 -Achse entlang der mittleren Straßennormalenrichtung verläuft, die aus den Normalenrichtungen der vier Reifen/Straßenkontaktstellen berechnet wird.

[0029] In der folgenden Diskussion werden die Euler-Winkel des Karosseriekoordinatensystems $b_1 b_2 b_3$ bezüglich des Straßenkoordinatensystems $l'_1 l'_2 l'_3$ als q_{xr} , q_{yr} und q_{zr} bezeichnet, die auch relative Euler-Winkel genannt werden.

[0030] Erfindungsgemäß werden die relativen Euler-Winkel q_{xr} und q_{yr} basierend auf den verfügbaren Sensorsignalen und den Signalen, die aus den gemessenen Werten berechnet werden, abgeschätzt.

[0031] Wie aus **Fig. 2** ersichtlich, wird erfindungsgemäß ein Straßenquerneigungswinkel $\Theta_{\text{Querneigung}}$ bestimmt, der relativ zu dem Fahrzeug **10** auf der Straßenfläche gezeigt ist.

[0032] Wie aus **Fig. 3** ersichtlich wird erfindungsgemäß ein Nick- oder Längsneigungswinkel $\Theta_{\text{Längsneigung}}$ bestimmt, der relativ zu dem Fahrzeug **10** auf der Straßenfläche gezeigt ist.

[0033] In **Fig. 4** ist ein Wankstabilitätssteuersystem **18** detaillierter gezeigt, das eine Steuereinrichtung **26** hat, die zum Empfangen von Informationen von einer Mehrzahl von Sensoren verwendet wird, die einen Giergeschwindigkeitssensor **28**, einen Geschwindigkeitssensor **20**, einen Querbeschleunigungssensor **32**, einen Wankgeschwindigkeitssensor **34**, einen Lenkwinkelsensor **35** (Lenkradposition), einen Längsbeschleunigungssensor **36**, einen Nickgeschwindigkeitssensor **37** und einen Lenkwinkelpositionssensor **39** umfassen.

[0034] Gemäß der bevorzugten Ausführungsform werden nur zwei Axialgeschwindigkeitssensoren verwendet. Wenn zwei dieser Axialgeschwindigkeiten bekannt sind, kann die andere unter Verwendung von herkömmlichen verfügbaren Sensoren abgeleitet werden. Bevorzugt werden die Giergeschwindigkeit und die Wankgeschwindigkeit als die Axialgeschwindigkeitssensoren verwendet. Obwohl der Nickgeschwindigkeitssensor **37** gezeigt ist, kann er in der bevorzugten Ausführungsform eliminiert werden.

[0035] Gemäß der bevorzugten Ausführungsform sind die Sensoren im Schwerpunkt des Fahrzeugs angeordnet. Der Fachmann erkennt, dass der Sensor auch versetzt vom Schwerpunkt angeordnet und dementsprechend umgewandelt werden kann.

[0036] Querbeschleunigung, Wankorientierung und Geschwindigkeit können unter Verwendung eines Global-Positioning-Systems (GPS) erlangt werden. Basierend auf den Eingabegrößen von den Sensoren kann die Steuereinrichtung **26** eine Sicherheitseinrichtung **38** steuern. Abhängig von der gewünschten Empfindlichkeit des Systems und verschiedener anderer Faktoren brauchen nicht alle Sensoren **28–39** in einer kommerziellen Ausführungsform verwendet werden. Die Sicherheitseinrichtung **38** kann einen Airbag **40**, ein Aktiv-Bremssystem **41**, ein Aktiv-Frontlenksystem **42**, ein Aktiv-Hecklenksystem **43**, ein Aktiv-Aufhängungssystem **44** und ein Aktiv-Querstabilisatorsystem **45**, oder Kombinationen davon, steuern. Jedes der Systeme **40–45** kann seine eigene Steuereinrichtung zur jeweiligen Aktivierung haben. Wie vorhergehend beschrieben, ist das Sicherheitssystem **38** bevorzugt mindestens das Aktiv-Bremssystem **41**.

[0037] Der Wankgeschwindigkeitssensor **34** und der Nickgeschwindigkeitssensor **37** können auch vorgesehen sein, um den Wankzustand des Fahrzeugs basierend auf Abtasten der Höhe von einem oder mehreren Punkten des Fahrzeugs relativ zur Straßenfläche abzutasten. Sensoren, die dafür verwendet werden, können einen radarbasierten Annäherungssensor, einen laserbasierten Annäherungssensor und einen sonarbasierten Annäherungssensor aufweisen.

[0038] Der Wankgeschwindigkeitssensor **34** und der Nickgeschwindigkeitssensor **37** können auch vorgesehen sein, um den Wankzustand basierend auf Abtasten des relativen Linear- oder Drehversatzes oder der Versatzgeschwindigkeit von einer oder mehreren Aufhängungs-Chassis-Komponenten abtasten, wobei die dafür verwendeten Sensoren einen Höhen- oder einen Hub- Linearsensor, einen Höhen- oder einen Hub-Drehensor, einen Radgeschwindigkeitssensor, der verwendet wird, um einen Geschwindigkeitswechsel zu erfassen, einen Lenkradpositionssensor, einen Lenkradgeschwindigkeitssensor und eine Fahrtrichtungs-Fahrerbefehlseingabe von einer elektronischen Komponente aufweisen können, die "Steer-by-Wire" unter Verwendung eines Handrades oder eines Joysticks aufweisen kann.

[0039] Der Wankzustand kann auch durch Abtasten der Kraft oder des Moments abgetastet werden, die mit dem Belastungszustand einer oder mehrerer Aufhängungs- oder Chassis-Komponenten in Zusammenhang stehen, die einen Druck-Messwertaufnehmer in einer Aktiv-Luftaufhängung, einen Stoßfängersensor, wie zum Beispiel eine Kraftmessdose, ein Dehnungsmessanzeigeelement, die Lenksystemabsolut- oder -relativmotorlast, den Lenksystemdruck der Hydraulikleitungen, einen Reifenquerkraftsensor oder -sensoren, einen Reifenlängskraftsensor, einen Reifenvertikalkraftsensor oder einen Reifenseitenwandtorsionsensor aufweist.

[0040] Der Wankzustand des Fahrzeugs kann auch durch eine oder mehrere der folgenden Translations- oder Drehpositionen, Geschwindigkeiten oder Beschleunigungen des Fahrzeugs ermittelt werden, mit einem Wankkreisel, dem Wankgeschwindigkeitssensor **34**, dem Giergeschwindigkeitssensor **28**, dem Querbeschleunigungssensor **32**, einem Vertikalbeschleunigungssensor, einem Fahrzeuglängsbeschleunigungssensor, einem Quer- oder Vertikalgeschwindigkeitssensor mit einem radbasierten Geschwindigkeitssensor, einem radarbasierten Geschwindigkeitssensor, einem sonarbasierten Geschwindigkeitssensor, einem laserbasierten Geschwindigkeitssensor oder einem optikbasierten Geschwindigkeitssensor.

[0041] Basierend auf den Eingangsgrößen von den Sensoren **28–39** bestimmt die Steuereinrichtung **26** einen Wankzustand und steuert irgendeine oder mehrere der Sicherheitsvorrichtungen **40–45**.

[0042] Der Geschwindigkeitssensor **30** kann einer von den verschiedenen, aus dem Stand der Technik bekannten Geschwindigkeitssensoren sein. Beispielsweise könnte ein geeigneter Geschwindigkeitssensor an jedem Rad einen Sensor aufweisen, der durch die Steuereinrichtung **26** gemittelt wird. Bevorzugt wandelt die Steuereinrichtung die Radgeschwindigkeiten in die Fahrzeuggeschwindigkeit um. Die Giergeschwindigkeit, der Lenkwinkel, die Radgeschwindigkeit und möglicherweise eine Schlupfwinkelabschätzung für jedes Rad könnten in die Fahrzeugschwerpunktgeschwindigkeit zurück umgewandelt werden. Verschiedene andere Algorithmen sind dem Fachmann bekannt. Beispielsweise wenn die Geschwindigkeit, während des Beschleunigens oder des Bremsens um eine Kurve, bestimmt wird, darf die niedrigste oder die höchste Radgeschwindigkeit nicht verwendet werden, da sie fehlerhaft ist. Auch ein Getriebesensor kann verwendet werden, um die Fahrzeuggeschwindigkeit zu bestimmen.

[0043] Wie vorhergehend erwähnt sind $\Theta_{\text{Querneigung}}$ der seitliche Straßenquerneigungswinkel und $\Theta_{\text{Längsneigung}}$ der Längsneigungswinkel, die ein fahrendes Fahrzeug erfährt. Diese Variablen werden bevorzugt in dem Steueralgorithmus eines Überrollstabilitätssteuersystems, eines Gierstabilitätssteuersystems oder anderer Sicherheitssysteme mit einbezogen. Beide Variablen Fl_1 und Fl_2 werden hier verwendet, die als der so genannte Ebenheitsindex 1 und der Ebenheitsindex 2 bezeichnet werden. Diese Variablen sind definiert als:

$$FI_1 = \dot{\Theta}_{\text{Querneigung}} + \omega_z \Theta_{\text{Längsneigung}} \quad (1.1)$$

$$FI_2 = \Theta_{\text{Längsneigung}} - \omega_z \int_0^t \Theta_{\text{Querneigung}}(\tau) d\tau$$

wobei ω_z Giergeschwindigkeit des Fahrzeugs ist. FI_1 und FI_2 haben die folgenden Eigenschaften:

Falls die Straßenfläche absolut flach ist, sind $\Theta_{\text{Querneigung}}$ und $\Theta_{\text{Längsneigung}}$ gleich Null, wodurch FI_1 und FI_2 Null sind.

[0044] Falls die Straßenfläche annähernd eben ist, sind FI_1 und FI_2 in etwa Null.

[0045] Falls die Straßenfläche keine Längsneigung hat bedeutet $FI_1 = 0$, dass die Straße entweder keine Querneigung oder eine konstante Querneigung hat. Falls ferner $FI_2 = 0$ ist, ist die Straße eben, falls die Giergeschwindigkeit ungleich Null ist.

[0046] Basierend auf der vorhergehenden Diskussion zeigt ein kleiner Wert der beiden Ebenheitsindizes FI_1 und FI_2 an, dass die befahrene Straßenfläche eine fast ebene Fläche ist. Um zu Detektieren, wenn die Straße eben ist, werden die Ebenheitsindizes FI_1 und FI_2 unter Verwendung von verfügbaren Sensorsignalen geprüft. Gemäß der bevorzugten Ausführungsform sind dies die Querbesehleunigung a_y die Längsbesehleunigung a_x , die Wankgeschwindigkeit ω_x , die Giergeschwindigkeit ω_z und die berechnete Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit V_{ref} . Natürlich können die Nickgeschwindigkeit oder andere Signale verwendet werden, wobei die anderen Variablen berechnet werden können.

[0047] Der relative Wank- bzw. der relative Nickwinkel zwischen der Fahrzeugkarosserie und der Straßenfläche wird als Θ_{xr} bzw. Θ_{yr} bezeichnet, wobei Θ_{xr} und Θ_{yr} unter Verwendung der Verfahren aus der U.S.-Patentanmeldung (Ford-Erfindungsmeldung 200-1749, Anmeldedatum 4. März 2002) berechnet werden können, deren Offenbarung hier miteinbezogen wird. Wenn das Folgende zu jedem Zeitpunkt k berechnet wird

$$RA(k) = a \omega_x(k) - b a_y(k)$$

$$PA(k) = c \omega_y(k) - d a_x(k)$$

mit sorgfältig ausgewählten Koeffizienten a , b , c und d und einer abgeschätzten Nickgeschwindigkeit $\dot{\omega}_y$ (die eine Funktion der Wankgeschwindigkeit, der Giergeschwindigkeit, usw. ist) oder einer gemessenen Nickgeschwindigkeit ω_y , dann kann die Berechnung des relativen Wank- und Nickwinkels, die in der vorhergehend genannten Patentanmeldung vorgeschlagen ist, wie folgt ausgeführt werden:

$$q_{xr}(k+1) = e q_{xr}(k) + f[RA(k+1) + RA(k)]$$

$$q_{yr}(k+1) = g q_{yr}(k) + h[PA(k+1) + PA(k)]$$

mit den sorgfältig ausgewählten Koeffizienten e , f , g und h .

[0048] Die globalen Fahrzeugkarosseriewank- und -nickwinkel Θ_x und Θ_y , die bezüglich der Meereshöhe gemessen werden, können als

$$\Theta_x = \Theta_{\text{Querneigung}} + \Theta_{xr}$$

$$\Theta_y = \Theta_{\text{Längsneigung}} + \Theta_{yr}$$

(1.2)

berechnet werden.

[0049] Es sei bemerkt, dass Θ_x und Θ_y der folgenden Beziehung mit angemessener Genauigkeit genügen

$$\Theta_x \approx \omega_x + \omega_z \Theta_y \quad (1.3)$$

Die abgeschätzte Variable $\hat{\Gamma}_1$ wird basierend auf die Wank- und die Giergeschwindigkeitssensormessung und die berechneten relativen Wank- und Nicklagen des Fahrzeugs definiert (die ferner mittels der Längs/Querbesehleunigungssensormessungen und der Wankgeschwindigkeitssensormessung berechnet werden).

$$\hat{\Gamma}_1 = \omega_x + \omega_z \Theta_{yr} - \dot{\Theta}_{xr} \quad (1.4)$$

[0050] Für den k -ten Zeitpunkt kann die diskretisierte Darstellung der Gleichung (1.4) wie folgt geschrieben werden:

$$\hat{\Gamma}_1(k) = \omega_x(k) + \omega_z(k) \Theta_{yr}(k) - \dot{\Theta}_{xr}(k) \quad (1.5)$$

[0051] Basierend auf (1.2) und (1.3) kann der Ebenheitsindex FI_1 näherungsweise aus $\hat{\Gamma}_1$ berechnet werden, d. h.

$$Fl_1(k) \approx \hat{\Gamma}_1(k).$$

[0052] Es sind

$$\begin{aligned} a_x &= \dot{v}_x - \omega_z v_y - g\Theta_y \\ a_y &= \dot{v}_y + \omega_z v_x + g\Theta_x. \end{aligned} \quad (1.6)$$

[0053] Die stationären Wank- und Nicklagen des Fahrzeugs können definiert werden als

$$\begin{aligned} \theta_{y_{ss}} &= \frac{\dot{v}_x - a_x}{g} \\ \theta_{x_{ss}} &= \frac{a_y - \omega_z v_x}{g}. \end{aligned} \quad (1.7)$$

[0054] Die abgeschätzte Variable $\hat{\Gamma}_2$ basiert auf den stationären Wank- und Nicklagen, die mit (1.6) berechnet werden und der relativen Wank- und Nicklage (Winkel)

$$\hat{\Gamma}_2 = (\theta_{y_{ss}} - \theta_{yr}) - \omega_z \int_0^t [\theta_{x_{ss}}(\tau) - \theta_{xr}(\tau)] d\tau \quad (1.8)$$

[0055] In der Praxis wird eine diskretisierte Darstellung von (1.8) verwendet. Um eine mögliche Integrationsdrift zu eliminieren, kann ein Anti-Integrationsdrift-Filter der folgenden z-Transformation verwendet werden

$$T_{AID}(z^{-1}) = \frac{d(1 - z^{-2})}{1 - c_1 z^{-1} + c_2 z^{-2}}.$$

[0056] Wenn

$$\Xi = \int_0^t [\theta_{x_{ss}}(\tau) - \theta_{xr}(\tau)] d\tau$$

definiert wird und

$$\Theta_{x_{ss}}(k) - \Theta_{xr}(k)$$

durch diesen Filter passiert wird, dann kann Θ wie folgt berechnet werden

$$\begin{aligned} \Xi(k+1) &= c_1 \Xi(k) - c_2 \Xi(k-1) \\ &+ d[\Theta_{x_{ss}}(k+1) - \Theta_{xr}(k+1)] \\ &- d[\Theta_{x_{ss}}(k) - \Theta_{xr}(k)] \end{aligned} \quad (1.9)$$

und $\hat{\Gamma}_2$ kann dann wie folgt ausgedrückt werden

$$\hat{\Gamma}_2(k+1) = \Theta_{y_{ss}}(k+1) - \Theta_{yr}(k+1) - \omega_z(k+1)\Xi(k+1). \quad (1.10)$$

[0057] Durch Eliminieren der Quergeschwindigkeit v_y aus (1.6) ergibt sich das folgende

$$\omega_z \int_0^t \theta_x(\tau) d\tau - \theta_y = \omega_z \int_0^t \theta_{x_{ss}}(\tau) d\tau - \theta_{y_{ss}}. \quad (1.11)$$

[0058] Daher entspricht das berechnete oder das abgeschätzte $\hat{\Gamma}_2$ dem Ebenheitsindex Fl_2 . Das heißt,

$$Fl_2(k) = \hat{\Gamma}_2(k)$$

zu jedem Zeitpunkt.

[0059] Unter Verwendung der berechneten $\hat{\Gamma}_1$ und $\hat{\Gamma}_2$, erhält man die folgende Ebene-Straße-Erfassungslogik wie folgt

wenn $\hat{\Gamma}_1(k) \leq \min_1$ und $\hat{\Gamma}_2(k) \leq \min_2$

{
 Straßenfläche ist nahezu eben
 {
 andernfalls, wenn $\hat{\Gamma}_1(k) < \min_1$ und $\hat{\Gamma}_2(k) \leq \max_2$
 {
 Straße hat keine dynamische Querneigung
 quantitatives Berechnen von Querneigung/der Längsneigung
 {
 andernfalls, wenn $\hat{\Gamma}_1(k) > \max_1$ und $\hat{\Gamma}_2(k) \geq \max_2$
 { Straße hat erhebliche Querneigung/Längsneigung
 quantitatives Berechnen von Querneigung/der Längsneigung {
 andernfalls
 { quantitatives Berechnen von Querneigung und der Längsneigung
 {
 wobei \max_1 und \max_2 Schwellenwerte sind. Wenn die Schwellenwerte überschritten werden, ist die Straße nicht eben. Der Straßenlängsneigungswinkel und der Straßenquerneigungswinkel können in der Steuerung der Sicherheitseinrichtung verwendet werden. Das heißt, wenn die Ebenheitsindizes nicht klein genug sind, werden die Querneigung und die Längsneigung bestimmt. Dafür werden die vorherberechneten Schätzwerte $\hat{\Gamma}_1$ und $\hat{\Gamma}_2$ verwendet, um die folgende gewöhnliche Differenzialgleichung zu formulieren.
 [0060] Man erhält die folgenden Differenzialgleichungen, die von (1.1) abgeleitet sind.

$$\dot{\Theta}_{\text{Querneigung}} + \omega_z \Theta_{\text{Längsneigung}} = \hat{\Gamma}_1 \quad (1.12)$$

$$\Theta_{\text{Längsneigung}} - \omega_z \int_0^l \Theta_{\text{Querneigung}}(\tau) d\tau = \hat{\Gamma}_2$$

[0061] Um die Differenzialgleichung (1.12) nach $\Theta_{\text{Querneigung}}$ und $\Theta_{\text{Längsneigung}}$ aufzulösen, wird $\Theta_{\text{Längsneigung}}$ eliminiert.

$$\dot{\Theta}_{\text{Querneigung}} + \omega_z^2 \int_0^l \Theta_{\text{Querneigung}}(\tau) d\tau = \hat{\Gamma}_1 + \omega_z \hat{\Gamma}_2 \quad (1.13)$$

[0062] Wenn die Straßenquerneigung aus (1.13) berechnet wird, kann die Straßenlängsneigung ausgedrückt werden als

$$\Theta_{\text{Längsneigung}} = \hat{\Gamma}_2 + \omega_z \int_0^l \Theta_{\text{Querneigung}}(\tau) d\tau \quad (1.14)$$

[0063] Der Gierwinkel Ω , und die Zwischenebenheitsvariable werden definiert als

$$\Omega_t = \int_0^l \omega_z(\tau) d\tau \quad (1.15)$$

$$\Gamma = \Gamma_1 + \omega_z \Gamma_2$$

[0064] Dann kann der Straßenquerneigungswinkel, der (1.13) genügt, wie folgt ausgedrückt werden:

$$\Theta_{\text{Querneigung}}(l) = \sin(\Omega_l) \int_0^l \Gamma(\tau) \sin(\Omega_\tau) d\tau + \cos(\Omega_l) \int_0^l \Gamma(\tau) \cos(\Omega_\tau) d\tau \quad (1.16)$$

[0065] In der Praxis wird die numerische Darstellung der geschlossenen Lösung aus (1.16) verwendet. Der Gierwinkel der Fahrzeugkarosserie Ω , wie in (1.15) definiert, kann unter Verwendung des folgenden Integrationschemas berechnet werden

$$\Omega(k+1) = \Omega(k) + \omega_z(k+1)\Delta T \quad (1.17)$$

wobei ΔT die Abtastzeit des Steuersystems ist, $\Omega(k+1)$ bzw. $\omega_z(k+1)$ die Werte des Gierwinkels bzw. des Giergeschwindigkeitssensors zum Zeitpunkt $t = (k+1)\Delta T$ sind. Wegen des möglichen Driftproblems kann (1.17) von

dem tatsächlichen Gierwinkel abweichen. $\Omega(k+1)$ tritt jedoch nur in \sin , \cos -Funktionen auf, so dass das Driften durch Verwenden der folgenden Kongruent-Mod-Operation eliminiert wird.

$$\Omega_g(k+1) = \Omega(k+1) - 2\pi \cdot \text{floor} \left\{ \frac{\Omega(k+1)}{2\pi} \right\} \quad (1.18)$$

[0066] Es sei bemerkt, dass $\Omega_g(k+1)$ immer zwischen 0 und 2π fällt. $\text{floor}(\bullet)$ ist eine Funktion, die die größte natürliche Zahl darstellt, die durch die reelle Zahl \bullet beschränkt wird. Das heißt, $\text{floor}(\Omega(k+1)/2\pi)$ löscht immer den Anteil aus, der ein ganzzahliges Vielfaches von 2π aus $\Omega(k+1)$ ist und gibt einen Wert aus, der zwischen 0 und 2π liegt. Diese Funktion ist aus der "C"-Programmierung bekannt. Die folgenden Zwischenvariablen können berechnet werden.

$$\begin{aligned} \Gamma_{s_1}(k+1) &= c_1 \Gamma_{s_1}(k) - c_2 \Gamma_{s_1}(k-1) \\ &+ d[\Gamma(k+1) \sin(\Omega_g(k+1)) - \Gamma(k-1) \sin(\Omega_g(k-1))] \\ \Gamma_{c_1}(k+1) &= c_1 \Gamma_{c_1}(k) - c_2 \Gamma_{c_1}(k-1) \\ &+ d[\Gamma(k+1) \cos(\Omega_g(k+1)) - \Gamma(k-1) \cos(\Omega_g(k-1))] \end{aligned} \quad (1.19)$$

[0067] Unter Verwendung des numerischen Schemas aus (1.13) kann die folgende Berechnung für den Straßenquerneigungswinkel und den Straßenlängsneigungswinkel zur Verfügung gestellt werden, wobei Ψ eine Zwischenvariable ist.

$$\begin{aligned} \Theta_{\text{Querneigung}}(k+1) &= \sin(\Omega(k+1)) \Gamma_{s_1}(k+1) + \cos(\Omega(k+1)) \Gamma_{c_1}(k+1) \\ \Psi(k+1) &= \Psi(k) + \Delta T \Theta_{\text{Querneigung}}(k+1) \\ \Theta_{\text{Längsneigung}}(k+1) &= \hat{\Gamma}_z(k+1) + \omega_z(k+1) \Psi(k+1) \end{aligned} \quad (1.20)$$

[0068] Wie aus **Fig. 5** ersichtlich ist eine Zusammenfassung des vorhergehend beschriebenen Verfahrens in einem Ablaufdiagramm gezeigt. In Schritt 70 werden die verschiedenen Sensoren gelesen. Im vorliegenden Beispiel bestimmt ein Wankgeschwindigkeitssensor die Wankgeschwindigkeit des Fahrzeugs, erzeugt ein Querbeschleunigungssensor ein Querbeschleunigungssignal der Fahrzeugkarosserie, erzeugt ein Längsbeschleunigungssensor ein Längsbeschleunigungssignal der Fahrzeugkarosserie, erzeugt ein Giergeschwindigkeitssensor ein Giergeschwindigkeitssignal. Eine Fahrzeuglängsgeschwindigkeit wird ebenfalls erfasst. In Schritt 72 wird eine Mehrzahl von Zwischendynamikzuständen aus den gemessenen Sensorsignalen bestimmt. Die Zwischendynamikzustände können eine Nickgeschwindigkeit, einen relativen Nickwinkel, eine relative Wankgeschwindigkeit, einen relativen Wankwinkel, einen stationären Nickwinkel, einen stationären Wankwinkel, und globale Bezüge der Zustände aufweisen. In Schritt 74 wird ein erster Ebenheitsindex aus den Zuständen berechnet. Diese Berechnung ist eine Abschätzung wie vorhergehend beschrieben. In Schritt 76 wird ein zweiter Ebenheitsindex aus den Zuständen berechnet. Diese Berechnung ist ebenfalls eine Abschätzung wie vorhergehend beschrieben.

[0069] In Schritt 78, falls entweder der erste Index oder der zweite Index (oder beide) oberhalb eines Schwellenwertes sind, wird angezeigt, dass die Straße eine erhebliche Querneigung oder Längsneigung hat. Dann wird Schritt 80 durchgeführt. Die Querneigung und die Längsneigung werden aus den Ebenheitsindizes und verschiedenen Dynamikzuständen wie vorhergehend beschrieben berechnet. In Schritt 82 wird ein Steuersystem als Funktion der Querneigung und der Längsneigung aktiviert. Wenn beispielsweise die Querneigung und die Längsneigung groß sind, kann dies einen Off-Road-Zustand anzeigen, und nicht einen Überroll-Zustand. Dies kann dem Überrollsteuersystem gestatten seine Überrollschwellenwerte entsprechend anzupassen.

[0070] Bezugnehmend auf Schritt 78, falls einer der Indizes nicht über dessen entsprechenden Schwellenwert ist, wird Schritt 70 ausgeführt.

Patentansprüche

1. Steuersystem (18) für ein Kraftfahrzeug (10) mit einer Fahrzeugkarosserie, mit:
 einem ersten Winkelgeschwindigkeitssensor, der ein erstes Winkelgeschwindigkeitssignal entsprechend einer ersten Winkelbewegung der Fahrzeugkarosserie erzeugt,
 einem zweiten Winkelgeschwindigkeitssensor, der ein zweites Bewegungssignal entsprechend einer zweiten Winkelbewegung der Fahrzeugkarosserie erzeugt,
 einem Querbeschleunigungssensor (32), der ein Querbeschleunigungssignal entsprechend einer Querbeschleunigung des Schwerpunktes der Fahrzeugkarosserie erzeugt,
 einem Längsbeschleunigungssensor (36), der ein Längsbeschleunigungssignal entsprechend der Längsbeschleunigung des Schwerpunktes der Fahrzeugkarosserie erzeugt,
 einem Radgeschwindigkeitssensor (20), der ein Radgeschwindigkeitssignal entsprechend der Radgeschwindigkeit des Fahrzeugs erzeugt, und

einer Steuereinrichtung (26), die mit dem ersten Winkelgeschwindigkeitssensor, dem zweiten Winkelgeschwindigkeitssensor, dem Querschleunigungssensor (32), dem Längsbeschleunigungssensor (36) und dem Radgeschwindigkeitssensor (20) gekoppelt ist, wobei die Steuereinrichtung (26) einen ersten Ebenheitsindex und einen zweiten Ebenheitsindex aus dem ersten Winkelgeschwindigkeitssignal, dem zweiten Winkelgeschwindigkeitssignal, dem Querschleunigungssignal und dem Längsbeschleunigungssignal und dem Geschwindigkeitssignal bestimmt, wobei die Steuereinrichtung (26) einen Straßenlängsneigungs- oder Nickwinkel und einen Straßenquerneigungswinkel in Antwort auf den ersten Ebenheitsindex und den zweiten Ebenheitsindex bestimmt.

2. System gemäß Anspruch 1, wobei der erste Winkelgeschwindigkeitssensor aus der Gruppe ausgewählt ist, die einen Giergeschwindigkeitssensor (28), einen Nickgeschwindigkeitssensor (37) und einen Wankgeschwindigkeitssensor (34) umfasst, und wobei der zweite Winkelgeschwindigkeitssensor aus der Gruppe ausgewählt ist, die einen Giergeschwindigkeitssensor (28), einen Nickgeschwindigkeitssensor (37) und einen Wankgeschwindigkeitssensor (37) umfasst, wobei der zweite Sensor ein anderer ist als der erste Sensor.

3. Steuersystem (18) für ein Kraftfahrzeug (10) mit einer Fahrzeugkarosserie, mit:
 einem Wankwinkelgeschwindigkeitssensor (34), der ein Wankwinkelgeschwindigkeitssignal entsprechend einer Wankwinkelbewegung der Fahrzeugkarosserie erzeugt,
 einem Gierwinkelgeschwindigkeitssensor (28), der ein Giergeschwindigkeitssignal entsprechend einer Gierbewegung der Fahrzeugkarosserie erzeugt,
 einem Querschleunigungssensor (32), der ein Querschleunigungssignal entsprechend einer Querschleunigung des Schwerpunktes der Fahrzeugkarosserie erzeugt,
 einem Längsbeschleunigungssensor (36), der ein Längsbeschleunigungssignal entsprechend der Längsbeschleunigung des Schwerpunktes der Fahrzeugkarosserie erzeugt,
 einem Radgeschwindigkeitssensor (20), der ein Radgeschwindigkeitssignal entsprechend der Radgeschwindigkeit des Fahrzeugs (10) erzeugt, und
 einer Steuereinrichtung (26), die mit dem Wankwinkelgeschwindigkeitssensor (34), dem Gierwinkelgeschwindigkeitssensor (28), dem Querschleunigungssensor (32), dem Längsbeschleunigungssensor (36) und dem Radgeschwindigkeitssensor (20) gekoppelt ist, wobei die Steuereinrichtung (26) einen relativen Nickwinkel und einen relativen Wankwinkel als Funktion des Querschleunigungssignals, des Längsbeschleunigungssignals und des Wankwinkelgeschwindigkeitssignals bestimmt, einen ersten Ebenheitsindex als Funktion des Wankwinkelgeschwindigkeitssignals, des Gierwinkelgeschwindigkeitssignals, des relativen Wankwinkels und des relativen Nickwinkels bestimmt, wobei die Steuereinrichtung (26) einen stationären Nickwinkel als Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Längsbeschleunigung bestimmt, wobei die Steuereinrichtung (26) einen stationären Wankwinkel als Funktion der Querschleunigung, der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Giergeschwindigkeit bestimmt, wobei die Steuereinrichtung (26) einen zweiten Ebenheitsindex als Funktion des stationären Nickwinkels, des relativen Nickwinkels, der Giergeschwindigkeit, des stationären Wankwinkels und eines relativen Wankwinkels bestimmt.

4. Steuersystem gemäß Anspruch 3, mit einem Sicherheitssystem (38), das mit der Steuereinrichtung (26) gekoppelt ist, wobei die Steuereinrichtung (26) ein Steuersignal für das Sicherheitssystem (38) als Funktion des ersten Ebenheitsindex und des zweiten Ebenheitsindex erzeugt.

5. Steuersystem gemäß Anspruch 4, wobei das Sicherheitssystem (38) ein Aktivbremssteuersystem (41) aufweist.

6. Steuersystem gemäß Anspruch 4, wobei das Sicherheitssystem (38) ein Aktiv-Hecklenksystem (43) aufweist.

7. Steuersystem gemäß Anspruch 4, wobei das Sicherheitssystem (38) ein Aktiv-Frontlenksystem (42) aufweist.

8. Steuersystem gemäß Anspruch 4, wobei das Sicherheitssystem (38) ein Aktiv-Querstabilisatorsystem (45) aufweist.

9. Steuersystem gemäß Anspruch 4, wobei das Sicherheitssystem (38) ein Aktiv-Aufhängungssystem (44) aufweist.

10. Verfahren zur Steuerung eines Kraftfahrzeuges (10), mit Abschätzen eines ersten Ebenheitsindex, anzeigend die Straßenebenheit,

Abschätzen eines zweiten Ebenheitsindex, anzeigend die Straßenebenheit,
Bestimmen einer Straßenlängsneigung in Antwort auf den ersten Ebenheitsindex und den zweiten Ebenheitsindex und
Bestimmen eines Straßenquerneigungswinkels in Antwort auf den ersten Ebenheitsindex und den zweiten Ebenheitsindex.

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, mit dem Schritt des Steuern einer Sicherheitseinrichtung (**38**) als Funktion des Querneigungswinkels und der Längsneigung der befahrenen Straße.

12. Verfahren gemäß Anspruch 10, wobei die Sicherheitseinrichtung ein Giersteuersystem aufweist.

13. Verfahren gemäß Anspruch 10, wobei die Sicherheitseinrichtung ein Überrollstabilitätssteuersystem aufweist.

14. Verfahren gemäß Anspruch 10, wobei das Bestimmen einer Straßenlängsneigung in Antwort auf den ersten Ebenheitsindex und den zweiten Ebenheitsindex und die Bestimmung eines Straßenquerneigungswinkels in Antwort auf den ersten Ebenheitsindex und den zweiten Ebenheitsindex ausgeführt werden, wenn der erste Ebenheitsindex und der zweite Ebenheitsindex über einem vorbestimmten Schwellenwert sind.

15. Verfahren gemäß Anspruch 10, mit:
Bestimmen eines Wankwinkelgeschwindigkeitssignals, eines Gierwinkelgeschwindigkeitssignals, eines relativen Wankwinkels und eines relativen Nickwinkels,
wobei der erste Ebenheitsindex eine Funktion des Wankwinkelgeschwindigkeitssignals, des Gierwinkelgeschwindigkeitssignals, des relativen Wankwinkels und eines relativen Nickwinkels ist.

16. Verfahren gemäß Anspruch 10, mit:
Bestimmen eines stationären Nickwinkels, eines relativen Nickwinkels, einer Giergeschwindigkeit, eines stationären Wankwinkels und eines relativen Wankwinkels,
wobei der zweite Ebenheitsindex eine Funktion des stationären Nickwinkels, des relativen Nickwinkels, der Giergeschwindigkeit, des stationären Wankwinkels und eines relativen Wankwinkels ist.

17. Verfahren zum Steuern eines Kraftfahrzeugs (**10**), mit:
Messen einer Wankgeschwindigkeit der Fahrzeugkarosserie,
Messen einer Querbeschleunigung der Fahrzeugkarosserie,
Messen der Längsbeschleunigung der Fahrzeugkarosserie,
Messen der Giergeschwindigkeit der Fahrzeugkarosserie,
Messen einer Fahrzeuggeschwindigkeit,
Bestimmen eines relativen Nickwinkels und eines relativen Wankwinkels als Funktion der Querbeschleunigung, der Längsbeschleunigung und des Wankgeschwindigkeitssignals,
Bestimmen eines ersten Ebenheitsindex als Funktion der Wankwinkelgeschwindigkeit, der Gierwinkelgeschwindigkeit, des relativen Wankwinkels und eines relativen Nickwinkels,
Bestimmen eines stationären Nickwinkels als Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Längsbeschleunigung,
Bestimmen eines stationären Wankwinkels als Funktion der Querbeschleunigung, der Längsbeschleunigung und der Giergeschwindigkeit,
Bestimmen eines zweiten Ebenheitsindex als Funktion des stationären Nickwinkels, des relativen Nickwinkels, der Giergeschwindigkeit, des stationären Wankwinkels und eines relativen Wankwinkels, und
Erzeugen eines Steuersignals als Funktion des ersten Ebenheitsindex und des zweiten Ebenheitsindex.

18. Verfahren gemäß Anspruch 17, wobei eine Sicherheitseinrichtung als eine Funktion des Straßenquerneigungswinkels und des Straßenlängsneigungswinkels aktiviert wird.

19. Verfahren gemäß Anspruch 18, wobei der Schritt des Aktivierens einer Sicherheitseinrichtung (**38**) ein Auswählen einer Sicherheitseinrichtung (**38**) aus der Gruppe aufweist, die aus einem Aktiv-Bremssteuersystem (**41**), einem Aktiv-Hecklenksystem (**43**), einem Aktiv-Frontlenksystem (**42**), einem Aktiv-Querstabilisatorsystem (**45**) und einem Aktiv-Aufhängungssystem (**44**) besteht.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

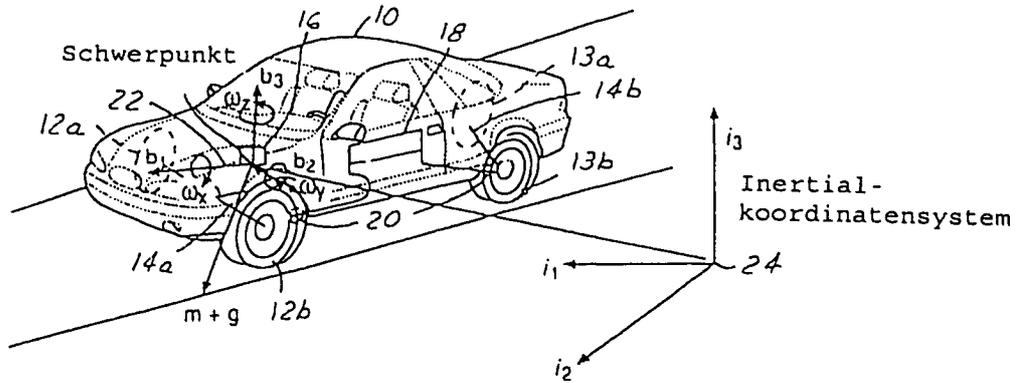


FIG. 1

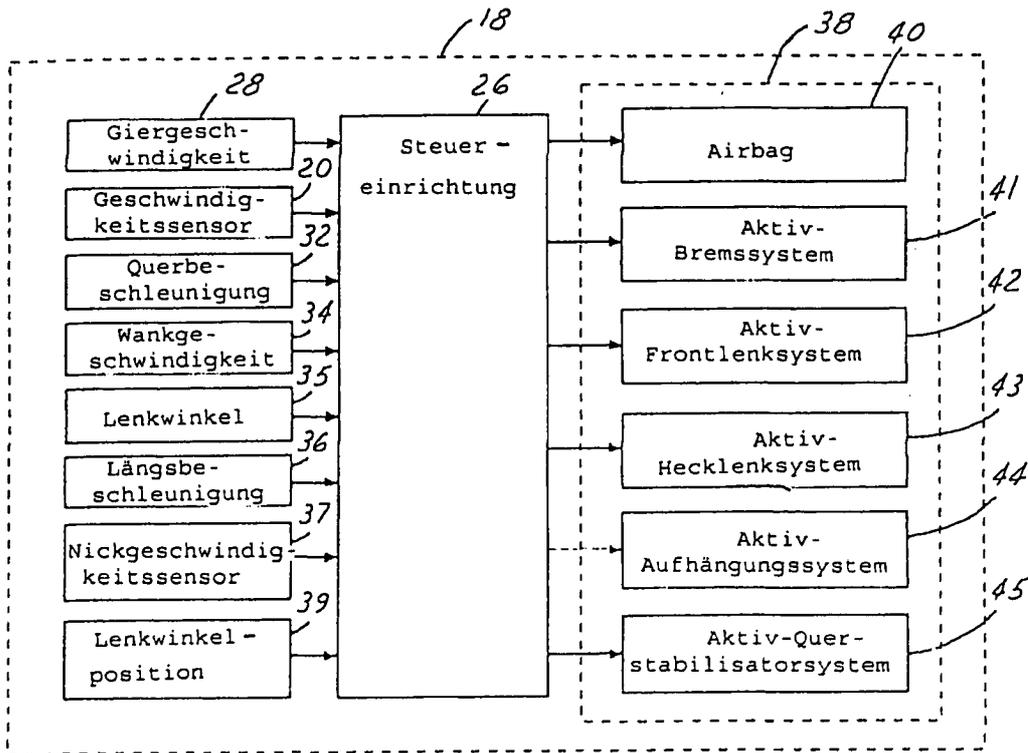


FIG. 4

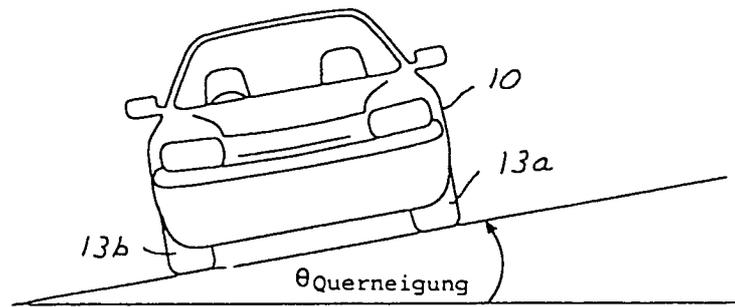


FIG. 2

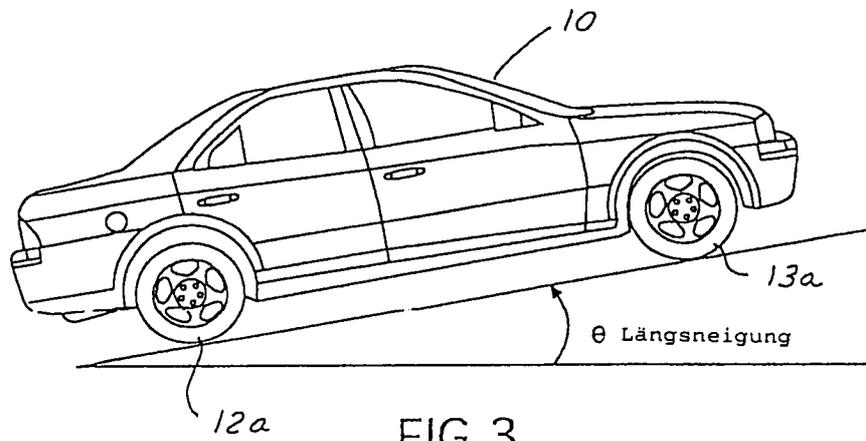


FIG. 3

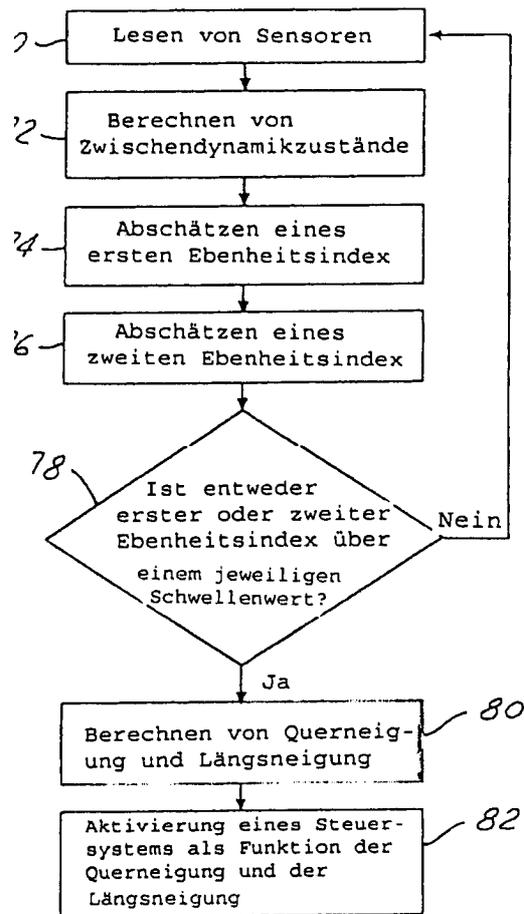


FIG. 5