



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 15 965 A1** 2004.02.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 15 965.7**
(22) Anmeldetag: **08.04.2003**
(43) Offenlegungstag: **26.02.2004**

(51) Int Cl.⁷: **B62D 6/00**

(66) Innere Priorität:
102 36 616.0 09.08.2002

(72) Erfinder:
Haas, Hardy, 71254 Ditzingen, DE; Arndt, Dietmar, 74343 Sachsenheim, DE

(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

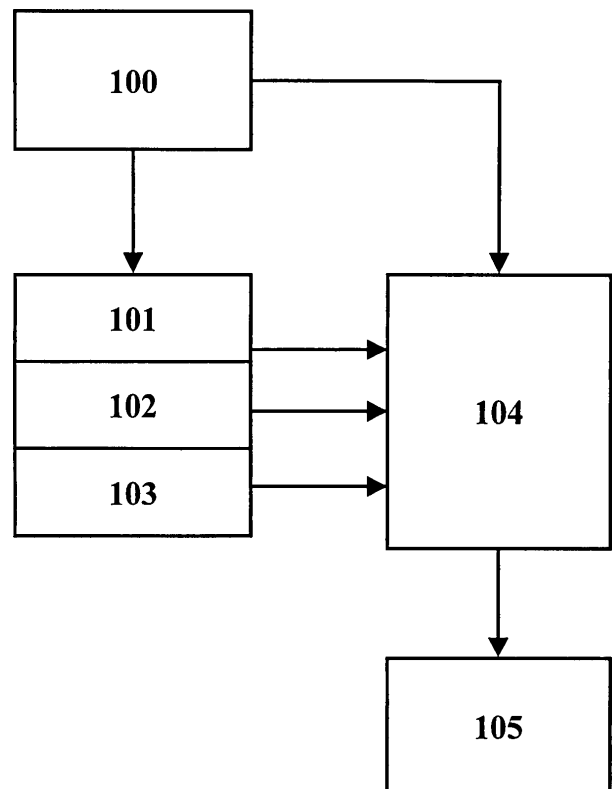
(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Umkippvermeidung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vermeidung des Umkippens von Kraftfahrzeugen, bei dem

- eine die Kippgefahr des Fahrzeugs beschreibende Größe ermittelt wird und
- abhängig von der dieser Größe wenigstens ein fahrerunabhängiger Lenkeingriff durchgeführt wird.

Der Kern der Erfindung besteht darin, dass

- über eine das Fahrzeugumfeld erfassende Sensorik Informationen über das Fahrzeugumfeld ermittelt werden und
- dass der Lenkeingriff zusätzlich abhängig von diesen Informationen erfolgt.



Beschreibung

Stand der Technik

Stand der Technik

[0001] Aus der DE 199 18 597 A1 ist ein Verfahren zur Reduktion der Kippgefahr von Straßenfahrzeugen bekannt. Dabei wird ständig ein Kippkoeffizient des Kraftfahrzeugs ermittelt und dieser mit einem vorgegebenen Grenzwert verglichen. Bei Überschreiten des Grenzwerts wird automatisch ein Lenkeingriff eingeleitet, der mit abnehmender Kippstabilität zunimmt und mit zunehmender Kippstabilität reduziert oder zumindest konstant gehalten wird. Der Kippkoeffizient wird über eine Messung der Reifenaufstandskräfte ermittelt oder er wird über eine Messung von Signalen und eine Datenverarbeitung ermittelt, die der Berechnung der Schwerpunkthöhe und der Querbeschleunigung im Schwerpunkt dienen.

[0002] Die Merkmale der Oberbegriffe der unabhängigen Ansprüche sind der DE 199 18 597 A1 entnommen.

Vorteile der Erfindung

[0003] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vermeidung des Umkippens von Kraftfahrzeugen bei dem

- eine die Kippgefahr des Fahrzeugs beschreibende Größe ermittelt wird und
 - abhängig von dieser Größe wenigstens ein fahrunabhängiger Lenkeingriff durchgeführt wird,
- Der Kern der Erfindung besteht darin, dass
- über eine das Fahrzeugumfeld erfassende Sensorik Informationen über das Fahrzeugumfeld ermittelt werden und
 - dass der Lenkeingriff zusätzlich abhängig von diesen Informationen erfolgt.

[0004] Dadurch wird es möglich, die Lenkeingriffe zur Kippverhinderung abhängig von Fahrzeugumfeldgrößen zu machen. Beim „Umkippen“ handelt es sich um einen Kippvorgang um die Längsachse des Fahrzeugs, d.h. ein seitliches Umkippen.

[0005] Die Erfindung betrifft weiter ein Verfahren zur Vermeidung des Umkippens von Kraftfahrzeugen bei dem

- eine die Kippgefahr des Fahrzeugs beschreibende Größe ermittelt wird (202) und
- abhängig von dieser Größe wenigstens ein fahrunabhängiger Lenkeingriff durchgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass
- über eine das Fahrzeugumfeld erfassende Sensorik Informationen über das Fahrzeugumfeld ermittelt werden, welche darin bestehen dass erkannt wird, ob ein weicher Untergrund außerhalb der Fahrbahn oder ein Hindernis vorliegt und
- dass der Lenkeingriff zusätzlich abhängig von die-

sen Informationen so erfolgt

- dass das Fahrzeug in den weichen Untergrund bewusst hineingelenkt wird bzw. ein Hinwegrollen des Fahrzeugs über das Hindernis soweit wie möglich erleichtert wird.

[0006] Dabei ist der Tatsache Rechnung zu tragen, dass der Lenkwinkel der Räder natürlich nicht beliebig groß eingestellt werden kann.

Aufgabenstellung

[0007] Deshalb ist eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass für den Fall, dass es sich bei dem Hindernis um ein parallel zum Straßenrand verlaufendes Hindernis handelt, der Lenkwinkel der Räder so eingestellt wird, dass die Räder soweit als möglich rechtwinklig zum Hindernis stehen.

[0008] Außerdem ist eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass für den Fall, dass außerhalb der Fahrbahn ein weicher Untergrund detektiert wird, der Lenkwinkel der Räder so eingestellt wird, dass die Räder soweit als möglich rechtwinklig die Fahrbahn verlassen und in den weichen Untergrund hineinfahren.

[0009] Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Hindernis um einen Bordstein bzw. eine Randstein bzw. eine ähnliche Straßenbegrenzung handelt.

[0010] Eine vorteilhafte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass durch die das Fahrzeugumfeld erfassende Sensorik erkannt wird, ob

- ein Hindernis oder
- weicher Untergrund vorliegt.

[0011] Die Kenntnis des Vorliegens von Hindernissen oder weichem bzw. morastigem Untergrund (insbesondere weichem bzw. morastigem Untergrund am Straßenrand und außerhalb der Straße) erlaubt es, darauf abgestimmte Lenkmaßnahmen zur Verhinderung der Umkippgefahr zu treffen.

[0012] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass ermittelt wird, ob das durch die das Fahrzeugumfeld erfassende Sensorik erkannte Hindernis bzw. der erkannte weiche Untergrund zu einem späteren Zeitpunkt vom Fahrzeug berührt wird. Damit wird ermittelt, ob das erfasste Hindernis bzw. der erfasste weiche Untergrund überhaupt eine Gefahrenquelle darstellt und es werden Fehleingriffe des Lenksystems verhindert.

[0013] Unter dem Begriff „späterer Zeitpunkt“ wird dabei ein zeitlich nach der Ermittlung liegender Zeitpunkt verstanden.

[0014] Eine vorteilhafte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung, ob das durch die das Fahrzeugumfeld erfassende Sensorik erkannte Hindernis bzw. der erkannte weiche Untergrund zu einem späteren Zeitpunkt vom Fahrzeug berührt wird, dadurch erfolgt, dass der künftige Kurs-

verlauf des Fahrzeugs ermittelt wird.

[0015] Zur Ermittlung des Kursverlauf kann auf in modernen Fahrzeugen bereits vorhandene Sensorsignale wie Gierrate, Querbeschleunigung und Lenkwinkel zurückgegriffen werden. Auch die bekannte Geschwindigkeit des Fahrzeugs spielt bei der Berechnung des Kursverlaufs eine wichtige Rolle.

[0016] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass bei einem durch die das Fahrzeugumfeld erfassende Sensorik erkannten Hindernis ein derartiger fahrerunabhängiger Lenkeingriff durchgeführt wird, dass das Hindernis im wesentlichen rechtwinklig überrollt wird. Dadurch wird ein Umkippen aufgrund des Auftreffens auf das Hindernis vermieden. Anstatt dessen wird das Hindernis (z.B. Bordstein) überrollt.

[0017] Eine vorteilhafte Ausführungsform besteht darin, dass bei einem durch die das Fahrzeugumfeld erfassende Sensorik erkannten weichen Untergrund ein derartiger fahrerunabhängiger Lenkeingriff durchgeführt wird, dass das Fahrzeug den Straßenrand im wesentlichen rechtwinklig verlässt und in den weichen Untergrund hineinfährt. Damit wird ein Umkippen aufgrund des Eingrabens der Räder in den weichen Untergrund vermieden.

[0018] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Lenkeingriff dann oder auch nur dann erfolgt, wenn das durch die das Fahrzeugumfeld erfassende Sensorik erkannte Hindernis bzw. der erkannte weiche Untergrund zu einem späteren Zeitpunkt vom Fahrzeug berührt wird

[0019] Eine vorteilhafte Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der das Fahrzeugumfeld erfassenden Sensorik um Videosensorik oder Radarsensorik handelt. Beide Systeme weisen die erforderlichen Eigenschaften technischer Reife und hoher Verfügbarkeit auf. Auch eine Ultraschallsensorik ist denkbar.

[0020] Die Vorrichtung zur Vermeidung des Umkippens von Kippfahrzeugen enthält

– Kippgefahrermittlungsmittel zur Ermittlung einer die Kippgefahr des Fahrzeugs beschreibenden Größe und

– Lenkmittel zur Durchführung eines fahrerunabhängigen Lenkeingriffs wenigstens abhängig von der die Kippgefahr des Fahrzeugs beschreibenden Größe.

[0021] Weiter sind Fahrzeugumfeldsensormittel in der Vorrichtung enthalten, mit denen Informationen über das Fahrzeugumfeld ermittelt werden. Die Lenkmittel sind so ausgestaltet, dass der Lenkeingriff zusätzlich abhängig von den ermittelten Informationen über das Fahrzeugumfeld erfolgt.

[0022] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Zeichnung

[0023] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in

den folgenden Zeichnungen 1 bis 2 dargestellt.

[0024] **Fig. 1** zeigt den Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0025] **Fig. 2** zeigt den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Ausführungsbeispiele

[0026] In fahrdynamisch kritischen Situationen droht oftmals ein seitliches Umkippen eines Fahrzeuges. Dies kann insbesondere bei Fahrzeugen mit hohem Schwerpunkt und bei zu schneller Kurvenfahrt geschehen. Solche Situationen sind häufig dadurch beherrschbar, dass ein Abbau der Seitenführungskraft erzwungen wird. Dazu findet beispielsweise am kurvenäußeren Vorderrad ein Bremseingriff statt, wodurch die Kippgefahr deutlich reduziert werden kann.

[0027] Kommt das Fahrzeug jedoch von der Fahrbahn ab, so treten zwei besonders kritische Fälle auf:

Fall 1:

Liegt außerhalb der Fahrbahn ein weicher Untergrund („Morast“) vor, dann besteht die Gefahr, dass sich die Räder in den weichen Untergrund eingraben und somit sehr hohe Seitenkräfte aufbauen können, welche wiederum zum Umkippen des Fahrzeugs führen. Weiterhin werden weniger erfahrene Fahrer in einer solchen Situation die Lenkung fälschlicherweise weiter zuziehen, d.h. auf die Fahrbahn zurücklenken. Befinden sich die Räder hierbei jedoch nicht auf einer festen Fahrbahn, dann graben Sie sich noch tiefer in den weichen Untergrund ein. Diese Situation, welche auch als „soil trip“ bezeichnet wird, ist durch einen Bremseingriff fast nicht mehr zu meistern.

Fall 2:

Ähnliche Folgen wie in Fall 1 treten dann auf, wenn das Fahrzeug mit den Rädern in einem spitzen Winkel gegen ein seitliches Hindernis (beispielsweise einen Bordstein) fährt und sich hier möglicherweise verhakt bzw. festsetzt. Auch in diesem Fall werden sehr hohe Seitenführungskräfte aufgebaut, die zum Umkippen des Fahrzeugs führen können.

[0028] Der Kern der Erfindung besteht darin, die in den Fällen 1 und 2 angeführten Situationen durch einen fahrerunabhängigen Lenkeingriff zu entschärfen. Dazu wird vorausgesetzt, dass das Fahrzeug über eine aktive Lenkung verfügt.

[0029] Im „soil trip“-Fall werden die Räder so gestellt, dass das Fahrzeug aus der Kurve herausgelenkt wird, um ein weiteres Eingraben und damit das Umkippen des Fahrzeugs zu vermeiden: das Fahrzeug wird bewusst in den weichen Untergrund hineingelenkt.

[0030] Eine ähnliche Strategie wird auch verfolgt, wenn das Fahrzeug gegen ein seitliches Hindernis wie beispielsweise einen Bordstein fährt. Falls hier kein Lenkeingriff erfolgen würde, welcher dafür sorgt, dass das Fahrzeug über dieses Hindernis hinwegrollt, ist auch hier ein Umkippen des Fahrzeugs wesentlich wahrscheinlicher.

[0031] Ist im Fahrzeug eine Umfelderkennung vorhanden, welche einen Bordstein oder ein anderes Hindernis erkennt, dann kann im Schleuderfall kurz vor dem Auftreffen des kurvenäußeren Vorderrades auf das Hindernis die Lenkung so gestellt werden, dass ein Hinwegrollen über dieses Hindernis so weit wie möglich erleichtert wird. Zusätzlich kann zum Zweck des besseren Hinwegrollens kurzfristig auch der Bremsdruck in der diesem Rad zugeordneten Radbremse weggenommen bzw. reduziert werden.

[0032] Ein weiterer wesentlicher Vorteil des Lenkeingriffs gegenüber dem Bremseingriff besteht darin, dass ein aktiver Lenkeingriff ungefähr fünfmal so schnell wie ein aktiver (d.h. fahrerunabhängiger) Bremsdruckaufbau erfolgen kann.

[0033] Eine Ausführungsform der Vorrichtung zur Vermeidung des Umklippens weist einen Situationserkennungsblock auf. In diesem sind zwei Funktionen enthalten:

1. Es wird eine Ausgangsgröße zur Verfügung gestellt, welche eine drohende Kippgefahr repräsentiert und
2. Es wird eine Ausgangsgröße zur Verfügung gestellt, welche die Untergrundbeschaffenheit beschreibt.

[0034] Als Eingangsgrößen dieses Blocks werden beispielsweise die Ausgangssignale der in Fahrdynamikregelungssystemen enthaltenen Sensoren ausgewertet: Dies sind

- ein Gierratensensor
- ein Drehratensensor
- mehrere Raddrehzahlsensoren
- ein Lenkwinkelsensor sowie
- ein oder mehrere Drucksensoren im Bremskreis.

[0035] Als weitere Sensoren, welche zur Erkennung einer Umklippgefahr geeignet sind, kommen in Frage:

- Wankratensensor,
- ein weiterer Querschleunigungssensor
- ein Vertikalbeschleunigungssensor

[0036] Weiterhin könne die Ausgangssignale von Schwimmwinkelsensoren sowie Radkraftinformationen und GPS-Signale ausgewertet werden. In Betracht kommen hierbei alle Sensoren, deren Ausgangssignale zur Beschreibung des Bewegungszustandes des Fahrzeugs dienen. Auch die Ausgangssignale von Sensoren der aktiven Lenkung (z.B. Rückstellmomentsensoren) oder von Sensoren eines aktiven Fahrwerks (z.B. Einfederwegsensoren) können dabei berücksichtigt werden.

[0037] Die Erkennung eines Bordsteines kann beispielsweise über Videosensorik oder über Radarsensorik erfolgen. Durch Bildanalyse von Videobildern kann auch ein weicher bzw. morastiger Untergrund erkannt werden.

[0038] Der Aufbau einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in **Fig. 1** dargestellt.

[0039] Block **100** enthält dabei die Sensorik, welche

in den vorgehenden Abschnitten bereits beschrieben wurde. Die Ausgangssignale der Sensorik werden an einen Situationserkennungsblock weitergeleitet, welcher aus drei Teilblöcken **101**, **102** und **103** besteht:

- in Teilblock **101** ist die Erkennung einer Umklippgefahr realisiert.
- in Teilblock **102** ist die Umgebungserkennung (insbesondere Hindernisse (Randstein) oder weicher Untergrund (Morast)) realisiert.
- in Teilblock **103** ist die Umgebungsrelevanzerkennung realisiert. Dort wird ermittelt, ob die in Teilblock **102** erkannte Umgebung für den künftigen Kursverlauf des Fahrzeugs relevant ist, d.h. ob das Fahrzeug mit den erkannten Umgebungsmerkmalen in Kontakt kommen wird.

[0040] Die Ausgangssignale der vier Blöcke **100**, **101**, **102** und **103** werden an einen Block **104** weitergeleitet. Dieser enthält den Regler, welcher durch Lenk- und Bremseingriffe ein Umklippen des Fahrzeugs verhindern. Die oberste Priorität des Reglers besteht in der Verhinderung des Umklippens des Fahrzeugs. Weiterhin ist der Regler bestrebt, den Fahrerwunsch (vorgegeben über den Lenkwinkel und Betätigung des Brems- oder Fahrpedals) so weit wie möglich umzusetzen. Dieser Regler kann beispielsweise innerhalb eines aktiven Lenksystems integriert sein.

[0041] Der Regler **104** leitet seine Ausgangssignale an einen Aktuatorblock **105** weiter. Dieser enthält Bremsaktuatoren und Lenkaktuatoren.

[0042] Der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in **Fig. 2** dargestellt. Das Verfahren beginnt im Startblock **201**. Anschließend wird in Block **202** eine die Kippgefahr des Fahrzeugs repräsentierende Größe ermittelt. In Block **203** werden daraufhin über Informationen über das Fahrzeugumfeld ermittelt. Insbesondere wird ermittelt, ob am Straßenrand weicher Untergrund vorliegt oder ob ein Hindernis am Straßenrand (Bordstein) vorliegt. Anschließend wird in Block **204** ermittelt, ob der in Block **203** möglicherweise ermittelte weiche Untergrund oder das Hindernis im künftigen Kursbereich des Fahrzeugs liegen. Danach wird zu Block **205** weitergegangen. Ist

- in Block **202** eine Kippgefahr detektiert worden und
 - in Block **203** ein Hindernis oder ein weicher Untergrund detektiert worden und
 - in Block **204** ermittelt worden, dass der weiche Untergrund oder das Hindernis im künftigen Kursbereich des Fahrzeugs liegen,
- dann werden in Block **205** Lenkmaßnahmen zur Vermeidung des Umklippens durch das Hindernis oder den weichen Untergrund eingeleitet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vermeidung des Umklippens von Kraftfahrzeugen bei dem
 - eine die Kippgefahr des Fahrzeugs beschreibende Größe ermittelt wird (202) und

- abhängig von dieser Größe wenigstens ein fahrerunabhängiger Lenkeingriff durchgeführt wird (205), **dadurch gekennzeichnet**, dass
- über eine das Fahrzeugumfeld erfassende Sensorik Informationen über das Fahrzeugumfeld ermittelt werden (203), welche darin bestehen dass erkannt wird, ob ein weicher Untergrund außerhalb der Fahrbahn oder ein Hindernis vorliegt und
- dass der Lenkeingriff **(205)** zusätzlich abhängig von diesen Informationen **(203)** so erfolgt
- dass das Fahrzeug in den weichen Untergrund bewusst hineingelenkt wird bzw. ein Hinwegrollen des Fahrzeugs über das Hindernis soweit wie möglich erleichtert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für den Fall, dass es sich bei dem Hindernis um ein parallel zum Straßenrand verlaufendes Hindernis handelt, der Lenkwinkel der Räder so eingestellt wird, dass die Räder soweit als möglich rechtwinklig zum Hindernis stehen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für den Fall, dass außerhalb der Fahrbahn ein weicher Untergrund detektiert wird, der Lenkwinkel der Räder so eingestellt wird, dass die Räder soweit als möglich rechtwinklig die Fahrbahn verlassen und in den weichen Untergrund hineinfahren.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Hindernis um einen Bordstein handelt.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ermittelt wird, ob das durch die das Fahrzeugumfeld erfassende Sensorik erkannte Hindernis bzw. der erkannte weiche Untergrund zu einem späteren Zeitpunkt vom Fahrzeug berührt wird **(204)**

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung, ob das durch die das Fahrzeugumfeld erfassende Sensorik erkannte Hindernis bzw. der erkannte weiche Untergrund zu einem späteren Zeitpunkt vom Fahrzeug berührt wird dadurch erfolgt, dass der künftige Kursverlauf des Fahrzeugs ermittelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Lenkeingriff dann erfolgt, wenn das durch die das Fahrzeugumfeld erfassende Sensorik erkannte Hindernis bzw. der erkannte weiche Untergrund zu einem späteren Zeitpunkt vom Fahrzeug berührt wird

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem durch die das Fahrzeugumfeld erfassende Sensorik erkannten Hindernis ein derartiger fahrerunabhängiger Lenkeingriff durchge-

führt wird, dass das Hindernis im wesentlichen rechtwinklig überrollt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem durch die das Fahrzeugumfeld erfassende Sensorik erkannten weichen Untergrund ein derartiger fahrerunabhängiger Lenkeingriff durchgeführt wird, dass das Fahrzeug den Straßenrand im wesentlichen rechtwinklig verlässt und in den weichen Untergrund hineinfährt.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der das Fahrzeugumfeld erfassenden Sensorik um Videosensorik oder Radarsensorik oder Ultraschallsensorik handelt.

11. Vorrichtung zur Vermeidung des Umkippens von Kraftfahrzeugen welche

- Kippgefahrermittlungsmittel **(101)** zur Ermittlung einer die Kippgefahr des Fahrzeugs beschreibenden Größe und

- Lenkmittel **(105)** zur Durchführung eines fahrerunabhängigen Lenkeingriffs wenigstens abhängig von der die Kippgefahr des Fahrzeugs beschreibenden Größe enthält, dadurch gekennzeichnet,

- dass Fahrzeugumfeldsensormittel **(102)**, mit denen Informationen über das Fahrzeugumfeld ermittelt werden, enthalten sind wobei diese Informationen darin bestehen, dass erkannt wird, ob ein weicher Untergrund außerhalb der Fahrbahn oder ein Hindernis vorliegt und

- dass der Lenkeingriff zusätzlich abhängig von diesen Informationen so erfolgt, dass das Fahrzeug in den weichen Untergrund bewusst hineingelenkt wird bzw. ein Hinwegrollen des Fahrzeugs über das Hindernis soweit wie möglich erleichtert wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

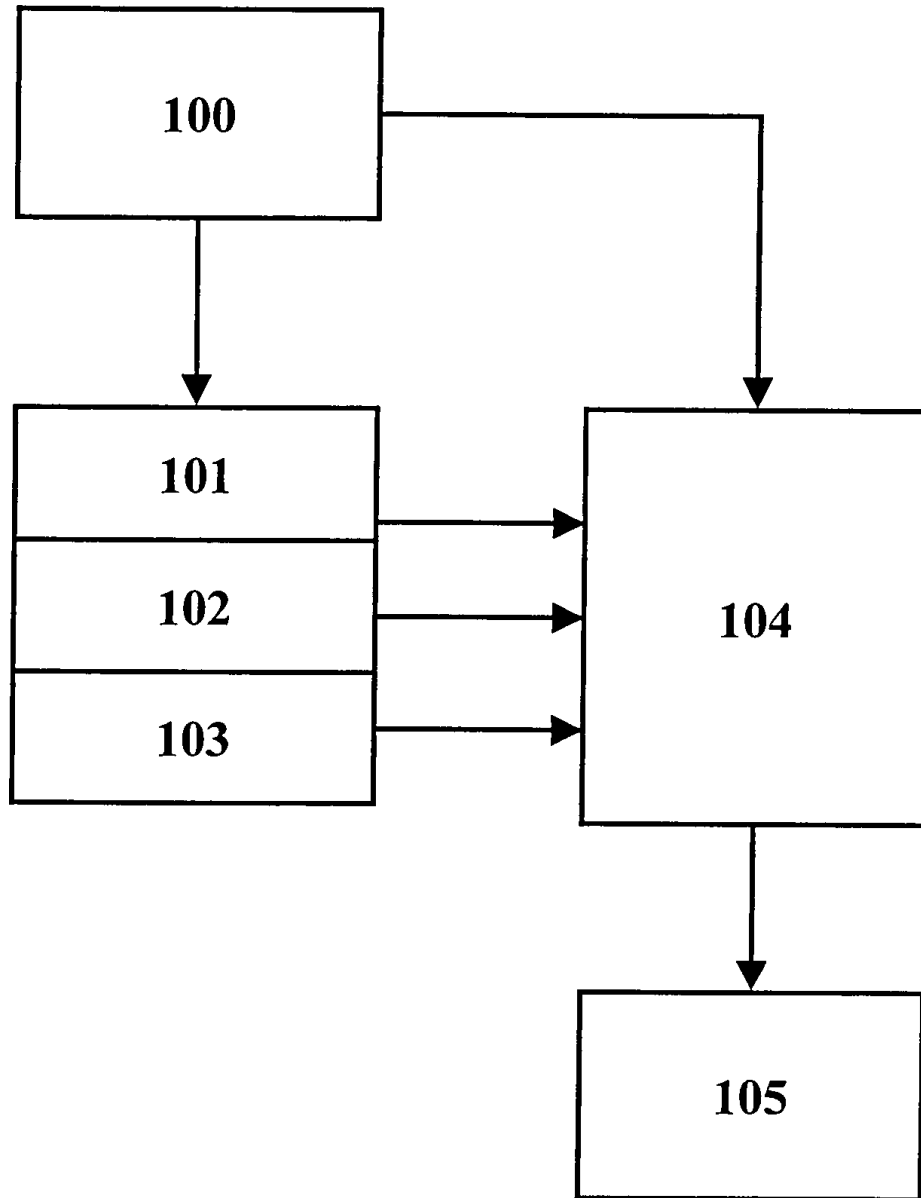


Fig. 1

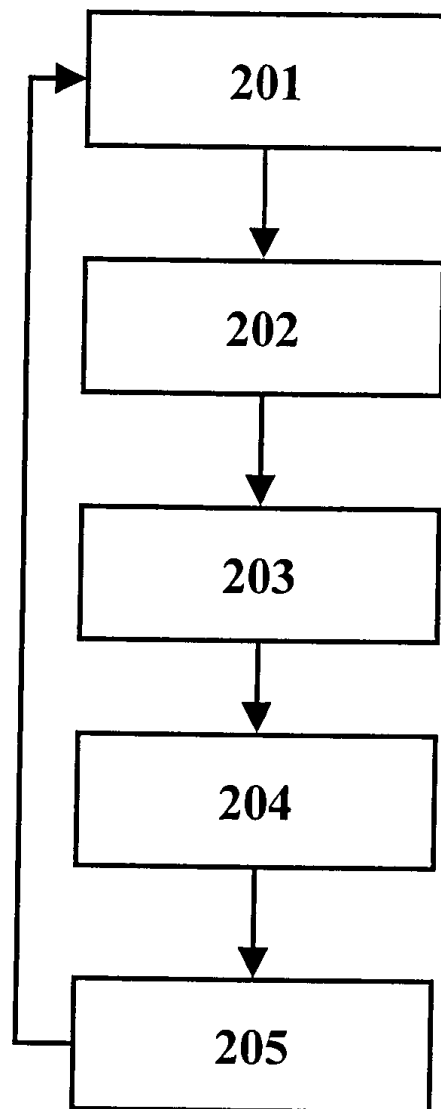


Fig. 2