



(10) **DE 10 2005 012 458 B4** 2015.05.21

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2005 012 458.5**
 (22) Anmeldetag: **18.03.2005**
 (43) Offenlegungstag: **03.11.2005**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **21.05.2015**

(51) Int Cl.: **B60R 21/013** (2006.01)
G01P 15/00 (2006.01)
B60R 21/01 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
10/806,535 **23.03.2004** **US**

(73) Patentinhaber:
Continental Teves, Inc., Auburn Hills, Mich., US

(74) Vertreter:
Grau, Ulf, Dipl.-Ing., 63303 Dreieich, DE

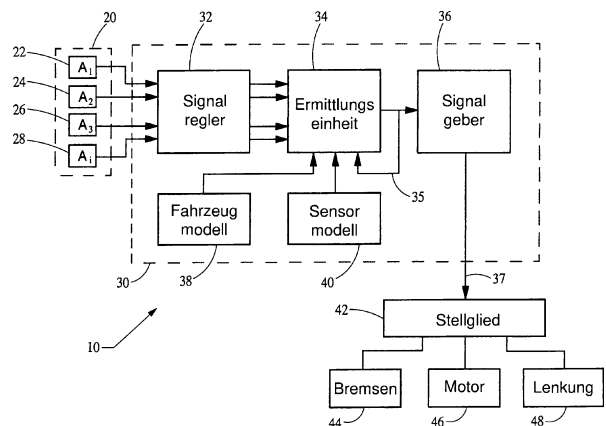
(72) Erfinder:
Lehmann, Kurt Stouffer, Clarkston, Mich., US;
Hildebrand, Brian L., Goodrich, Mich., US;
Schumann, Clinton, Royal Oak, Mich., US; Bauer,
Geoffrey Burke, Nothville, Mich., US

(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	196 32 363	C1
DE	100 44 567	A1
DE	101 49 112	A1
DE	102 39 406	A1
DE	103 60 728	A1
DE	196 09 176	A1
DE	602 02 086	T2
EP	1 101 658	A1
EP	1 386 802	A1
WO	02/ 020 314	A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Schutz eines Kraftfahrzeugs gegen Überschlagen**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Schutz gegen Überschlagen in einem Kraftfahrzeug, wobei das Fahrzeug (70) eine Längsachse (74), eine Querachse (76) und eine Hochachse (78) definiert und jede Achse durch den Fahrzeugschwerpunkt (72) geht, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
 Bereitstellung eines Beschleunigungssensors (80), der entlang der Querachse (76) des Fahrzeugs positioniert ist, wobei der Sensor (80) sich in einem bestimmten Abstand vom Schwerpunkt (72) befindet;
 Ermittlung einer Beschleunigung am Fahrzeug (70) durch den Sensor (80);
 Feststellung einer Wankbeschleunigung des Fahrzeugs (70) auf Grund der festgestellten Beschleunigung und der bekannten Sensorposition;
 Integration der Wankbeschleunigung zur Feststellung einer Rollrate und eines Wankwinkels des Fahrzeugs (70);
 Erzeugung eines Steuersignals basierend auf dem Wankwinkel, der Rollrate und der Wankbeschleunigung; und
 Reduzierung des Wankmoments des Fahrzeugs (70) auf der Basis des Steuersignals.



Beschreibung

BEREICH DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich im Allgemeinen auf Stabilitätskontrollsysteme für Kraftfahrzeuge und insbesondere auf einen aktiven Überschlagschutz für diese Stabilitätskontrollsysteme.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] In den vergangenen Jahren wurde der Reduzierung der Überschlaggefahr bei Kraftfahrzeugen, insbesondere größeren Fahrzeugen, wie SUVs, die einen relativ hohen Schwerpunkt besitzen, viel Aufmerksamkeit gewidmet. Bei diesen Fahrzeugen können durch Reibung induzierte Überschlagbedingungen auftreten, bei denen das Fahrzeug sich als Reaktion auf Reibungskräfte, die auf die Fahrzeugaufbauten wirken, überschlagen kann, ohne dass ein Hindernis gerammt wird.

[0003] Aus der DE 100 44 567 A1 ist ein Sicherheitssystem für ein Kraftfahrzeug bekannt, mit einer Vielzahl von Sensoren, die jeweils ein Sensorsignal bereitstellen, umfassend mindestens einen Beschleunigungssensor, einer Verarbeitungsvorrichtung zum Verarbeiten der Vielzahl von Sensorsignalen, und einer Steuervorrichtung zum Verarbeiten der Vielzahl von Sensorsignalen, wenn die Verarbeitungsvorrichtung ein Auslösesignal liefert, das mit einer Situation korreliert ist, in der für das Kraftfahrzeug zumindest die Gefahr eines Überrollvorgangs besteht. Die Vielzahl von Sensoren umfasst mindestens einen Wegsensor, der ein Sensorsignal bereitstellt, das mit der Entfernung zwischen einem Rad des Kraftfahrzeugs und der Karosserie des Kraftfahrzeugs korreliert ist und weist vorzugsweise mindestens drei Beschleunigungssensoren auf, welche ortsfest mit der Karosserie verbunden sind und zur Detektion einer Beschleunigung in Z-Richtung des Kraftfahrzeugs ausgelegt sind.

[0004] Die DE 602 02 086 T2 offenbart ein Wankstabilitätsregelsystem für ein Kraftfahrzeug mit einem Vorderradlenksystem und einem Hinterradlenksystem. Das System weist ein Hinterradlenkstangenglied, einen ein Hinterradstellglossignal erzeugenden Hinterradstellglossensor, ein Bremsenstellglossignal, einen Überschlagsensor zur Erzeugung eines Überschlagsignals Reaktion auf eine bevorstehende Überschlagsituation des Fahrzeugs und eine mit diesen verbundene Steuerung auf. In Reaktion auf das Überschlagsignal erzeugt die Steuerung ein Hinterradstellglossignal und ein Bremsenstellglossignal, wodurch Hinterradstellglossignal und Bremsenstellglossignal so angesteuert werden, dass ein Überschlag des Fahrzeugs verhindert wird.

[0005] Das Überschlagen eines Fahrzeugs wird durch Überschreiten des für ein bestimmtes Fahrzeug kritischen Wankwinkels verursacht. Der Wankwinkel ist die Funktion aus der Aufhängung und Belastung des Fahrzeugs und anderer Fahrzeugmerkmale und dynamischer Bedingungen. Bisherige Überschlagschutzsysteme verwenden eine Art von Voraussagefunktion in dem Versuch, das Überschlagen vorauszusagen und durch korrigierende Maßnahmen, wie z. B. Abbremsen des Fahrzeugs, Motorbremse oder Lenkeingriffe, zu verhindern. Bei vielen Systemen kommt z. B. ein Rollratensensor zum Einsatz, der direkt die Seitenneigung des Fahrzeugs misst. Leider sind diese Rollratensensoren auf Grund ihrer Komplexität teuer. Außerdem kann die Bewertung der Tendenz zum Überschlagen weniger genau sein, wenn man sich nur auf die Seitenneigungsrate verlässt. Daher ist es erforderlich, ein Überschlagschutzsystem und ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, das die Präzision der Voraussage und den Überschlagschutz verbessert und gleichzeitig einen teuren Rollratensensor überflüssig macht.

KURZE ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Eine Ausführung der vorliegenden Erfindung sieht ein Verfahren zum Schutz des Kraftfahrzeugs gegen Überschlagen vor, wobei das Fahrzeug eine Längsachse, eine Querachse und eine vertikale Achse definiert. Das Verfahren sieht einen Beschleunigungssensor vor, der entlang der Querachse des Fahrzeugs positioniert ist. Der Sensor ist in einem bestimmten Abstand zum Schwerpunkt angeordnet. Eine Beschleunigung des Fahrzeugs wird mit dem Sensor festgestellt, eine Wankbeschleunigung des Fahrzeugs wird anhand der festgestellten Beschleunigung und der bekannten Sensorposition ermittelt. Die Wankbeschleunigung wird integriert, um eine Rollrate und einen Wankwinkel des Fahrzeugs zu bestimmen. Auf der Basis des Wankwinkels, der Rollrate und der Wankbeschleunigung wird ein Regelsignal erzeugt, und das Wankmoment des Fahrzeugs wird in Abhängigkeit vom Regelsignal reduziert.

[0007] Nach weiteren Aspekten erfasst der Sensor eine lineare Beschleunigung entlang einer Sensorachse, die parallel zur vertikalen Achse liegt. Ein zweiter Beschleunigungssensor kann entlang der Querachse des Fahrzeugs positioniert und in einem zweiten Abstand vom Schwerpunkt positioniert werden. Vorzugsweise befinden sich der erste und der zweite Sensor auf einander gegenüberliegenden Seiten des Schwerpunkts. Das Verfahren kann auch die Filterung eines Teils der erfassten Beschleunigung umfassen, der nicht für das Fahrzeug, das sich um seine Längsachse dreht, repräsentativ ist. Die Filterung sieht auch ein Modell der Fahrzeugdynamik und ein Sensormodell vor.

[0008] Eine weitere Ausführung der vorliegenden Erfindung sieht ein System zum Schutz gegen Überschlagen in einem Fahrzeug vor. Das System umfasst eine Reihe linearer Beschleunigungssensoren, ein Steuermodul und ein Stellglied. Das Steuermodul umfasst einen Signalregler, eine Ermittlungseinheit, einen Signalgeber, ein Modell der Fahrzeugdynamik und ein Modell der Sensoranordnung. Die Sensoren befinden sich an vorher festgelegten Stellen im Verhältnis zum Schwerpunkt des Fahrzeugs, wobei jeder Sensor eine lineare Beschleunigung entlang seiner Sensorachse feststellt. Der Signalregler empfängt die erfassten Beschleunigungen und überträgt sie von einem Sensor-Koordinatensystem auf ein Fahrzeug-Koordinatensystem. Die Ermittlungseinheit empfängt die übertragenen Beschleunigungen und ermittelt einen Wankwinkel auf der Basis der umgewandelten Beschleunigungen, des Fahrzeugdynamikmodells und des Modells der Sensoranordnung. Der Signalgeber erzeugt ein Regelsignal, wenn der ermittelte Wankwinkel anzeigt, dass das Fahrzeug zum Überschlagen tendiert. Das Stellglied empfängt ein Regelsignal und reduziert das Wankmoment des Fahrzeugs entsprechend.

[0009] Weiteren Details zufolge erlauben Fahrzeugdynamik- und Sensormodell der Ermittlungseinheit einen Zustandsvektor zu ermitteln, der dem dynamischen Zustand des Fahrzeugs auf der Basis der umgewandelten Beschleunigungen entspricht. Der Zustandsvektor umfasst vorzugsweise einen Wankwinkel, eine Rollrate, eine Gierrate und einen Querverlust des Fahrzeugs. Auf der Basis des Zustandsvektors können weitere Variablen ermittelt werden, wie z. B. die Wankbeschleunigung. Daher kann das Regelsignal auf dem Wankwinkel, der Rollrate und der Wankbeschleunigung basieren. Jeder Beschleunigungssensor erfasst eine lineare Beschleunigung entlang einer Sensorachse, die im Verhältnis zum Koordinatensystem des Fahrzeugs positioniert ist. Vorzugsweise ist die Sensorachse von mindestens einem Beschleunigungssensor nicht parallel zu der Längs-, Quer- und Vertikalachse ausgerichtet, die das Fahrzeug-Koordinatensystem darstellen, oder entlang dieser ausgerichtet. Das Stellglied kann zum Bremsregelsystem, zur Motorsteuerung und zu einem aktiven Lenksystem gehören.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0010] Die beigefügten Zeichnungen sind Bestandteil der Spezifikation, erläutern mehrere Aspekte der vorliegenden Erfindung und dienen zusammen mit der Beschreibung dazu, die Prinzipien der Erfindung zu erläutern. In den Zeichnungen ist:

[0011] Fig. 1 eine schematische Ansicht eines aktiven Überschlagsschutzsystems, das nach der Lehre der vorliegenden Erfindung konstruiert wurde;

[0012] Fig. 2 eine schematische Beschreibung eines Verfahrens zum Schutz gegen Überschlagen mit Hilfe des in Fig. 1 beschriebenen Systems; und

[0013] Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines Fahrzeugs mit den Beschleunigungssensoren und dem aktiven Überschlagsschutz von Fig. 1.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0014] Kommen wir nun zu den Figuren, so beschreibt Fig. 1 ein aktives Überschlagsschutzsystem **10**, das nach der Lehre der vorliegenden Erfindung konstruiert wurde. Das System **10** umfasst im allgemeinen eine Anordnung von Beschleunigungssensoren **20**, ein Steuermodul **30** und ein Stellglied **42**. Die Sensoranordnung **20** erfasst eine Reihe linearer Beschleunigungen, die vom Steuermodul **30** zur Ermittlung des dynamischen Zustands des Fahrzeugs und insbesondere der Tendenz des Fahrzeugs zum Überschlagen eingesetzt werden. Wenn das Steuermodul **30** feststellt, dass das Fahrzeug zum Überschlagen tendiert, sendet es ein Signal an das Stellglied **42**, das wiederum das Überschlagsmoment des Fahrzeugs **70** (Fig. 3) durch Betätigung der Fahrzeugbremsen oder Drosselung des Motors oder durch aktive Kontrolle der Lenkung des Fahrzeugs reduziert.

[0015] Die Sensoranordnung **20** umfasst im allgemeinen eine Reihe von Beschleunigungssensoren, wie A_1 **22**, A_2 **24**, A_3 **26** bis A_i **28**. Ein einfaches Beispiel für die Anordnung der Sensoren **20** ist in Fig. 3 dargestellt. Das Fahrzeug **70** umfasst hier ein Koordinatensystem mit einer Längsachse **74**, einer Querachse **76** und einer vertikalen Achse **78**. Jede der Achsen erstreckt sich durch einen Schwerpunkt **72** des Fahrzeugs. In diesem besonderen Fall befindet sich ein erster Beschleunigungssensor **80** entlang der Querachse **76** und in einem bestimmten Abstand vom Schwerpunkt **72**. Der Beschleunigungssensor **80** erfasst eine lineare Beschleunigung entlang einer Sensorachse **82**, die parallel zur vertikalen Achse **78** dargestellt wird. Genauso kann ein zweiter linearer Beschleunigungssensor **84** eingesetzt werden. Der zweite Beschleunigungssensor **84** ist ebenso entlang der Querachse **76** angeordnet und so ausgerichtet, dass Beschleunigungen entlang einer Sensorachse **86** erfasst werden, die ebenso parallel zur vertikalen Achse **78** liegt.

[0016] Die beiden Beschleunigungssignale können durch die Beziehung

$$A_2 = A_1 \cdot r_{\text{dot}} \times d_{12} \quad (1)$$

beschrieben werden, wobei A_1 und A_2 den gemessenen Werten der linearen Beschleunigung, d_{12} dem Abstand zwischen den Sensoren in einer Ebene, die rechtwinklig zur betreffenden Achse verläuft und r_{dot}

dot der Drehbeschleunigung des Fahrzeugs **70** um die betreffende Achse entspricht. Daher kann die Drehbeschleunigung (Wankbeschleunigung) um die Längsachse **74** (betreffende Achse) durch Auflösen der Gleichung wie folgt bestimmt werden: $r_{\text{dot}} = (A_2 - A_1)/d_{12}$. Wenn das Fahrzeug **70** sich um seine Längsachse **74** dreht (d. h. wankt), erfassen die Beschleunigungssensoren **80, 84** die Beschleunigungen in entgegengesetzter Richtung, so dass eine der erfassten Beschleunigungen negativ ist.

[0017] Sobald die Wankbeschleunigung (d. h. die Drehbeschleunigung um die Längsachse **74**) festgestellt wird, kann die Beschleunigung integriert werden, um die Rollrate und den Wankwinkel des Fahrzeugs **70** zu bestimmen. Auf der Basis dieser Werte kann ein Regelsignal erzeugt werden, wenn die Tendenz besteht, dass das Fahrzeug sich überschlägt. Dann kann das Stellglied **42** (**Fig. 1**) die entsprechende korrigierende Maßnahme ergreifen.

[0018] Es ist jedoch wahrscheinlich nicht immer möglich, die Beschleunigungssensoren direkt entlang einer der Achsen **74, 76, 78** zu montieren oder sie in der gewünschten Richtung auszurichten. Wenn die Sensoren **22, 24, 26, 28** nicht in der Ebene liegen, die rechtwinklig zu der betreffenden Achse verläuft, enthalten die gemessenen Beschleunigungswerte Abweichungen, die sich proportional zur den Drehraten um andere Achsen verhalten. Genauso enthalten die gemessenen Werte Abweichungen, die sich proportional zur Drehbewegung (Geschwindigkeit und Beschleunigung) um andere Achsen verhalten, wenn die Messachsen der Sensoren nicht zusammenfallen. Wenn schließlich die Messachsen der Beschleunigungssensoren **20** nicht zusammenfallen und nicht entlang einer Fahrzeugbezugsachse montiert sind, können die gemessenen Beschleunigungen einmalige Schwerpunktabweichungen umfassen, die von der Differenz zwischen dem Montagewinkel und dem Gesamtneigungswinkel des Fahrzeugs abhängen.

[0019] Anders ausgedrückt kann die festgestellte lineare Beschleunigung eines bestimmten Sensors aus verschiedenen Anteilen von Faktoren bestehen, die diese Beschleunigungen verursachen, was von der Position eines Beschleunigungssensors im Verhältnis zum Schwerpunkt **72** und dem Koordinatensystem **74, 76, 78** des Fahrzeugs **70** sowie von der Ausrichtung der Sensorachse im Verhältnis zum Koordinatensystem abhängt. So kann beispielsweise die lineare Beschleunigung aus einer Kombination von Gierbeschleunigung, Nickbeschleunigung, Wankbeschleunigung, Zentripetalbeschleunigung oder -kraft auf Grund einer Kurvenfahrt oder einer Schlupfbeschleunigung oder -kraft auf Grund von Reifenschlupf bestehen. Dementsprechend stellen die erfassten linearen Beschleunigungen in der Sensoranordnung **20**, abgesehen von dem oben ge-

nannten Sonderfall, sehr wahrscheinlich eine Vielzahl unterschiedlicher Beschleunigungen im Fahrzeug dar.

[0020] Dementsprechend verwendet die vorliegende Erfindung das Steuermodul **30**, das ein Fahrzeugdynamikmodell **38** und ein Sensormodell **40** umfasst. Mit Bezug auf **Fig. 1** werden die von der Sensoranordnung **20** festgestellten Beschleunigungen dem Steuermodul **30** und insbesondere dem Signalregler **32** zur Verfügung gestellt. Der Signalregler **32** überträgt die linearen Beschleunigungen von einem Sensor-Koordinatensystem auf das Fahrzeug-Koordinatensystem, das in **Fig. 3** beschrieben wird. Die umgewandelten Beschleunigungen werden einer Ermittlungseinheit **34** zur Verfügung gestellt, mit der die umgewandelten Beschleunigungen gefiltert werden, um den dynamischen Zustand des Fahrzeugs zu bestimmen, und insbesondere einen Zustandsvektor, der den dynamischen Zustand des Fahrzeugs darstellt. Der Zustandsvektor umfasst im allgemeinen Variablen für den Wankwinkel, die Rollrate, die Gier rate und die Quergeschwindigkeit des Fahrzeugs.

[0021] Die speziellen Details und die Mathematik des Steuermoduls **30** und insbesondere der Ermittlungseinheit **34** werden hierin nicht beschrieben, sind jedoch in der begleitenden US-Anmeldung Nr. 10/807,088 (Vorgang Nr. 10543-069) zu finden. An dieser Stelle sei nur erwähnt, dass die Ermittlungseinheit **34** sich auf ein Fahrzeugdynamikmodell **38** stützt, das eine Reihe von Gleichungen umfasst, welche das dynamische Verhalten des Fahrzeugs darstellen. Ebenso werden Gleichungen zur Verfügung gestellt, die ein Sensormodell **40** darstellen. Auf der Basis der von der Sensoranordnung **20** festgestellten Beschleunigungen (die vom Signalregler **32** umgewandelt werden), ist die Ermittlungseinheit **34** in der Lage, die Modelle **38, 40** zu verwenden, um den Zustandsvektor des Fahrzeug aufzulösen und zu ermitteln. Sobald Wankwinkel, Rollrate, Gierrate und Querbewegung des Fahrzeugs bekannt sind (d. h. der Zustandsvektor), können mit Hilfe der Modelle **38, 40** zusätzliche Variablen ermittelt werden, wie z. B. die Wankbeschleunigung. Es ist auch zu bemerken, dass die Ermittlungseinheit **34** ein geschlossenes Regelsystem **35** einsetzen kann, das die Bewertung des Zustandsvektors und ein iteratives Verfahren einsetzt, um den Ermittlungsfehler auf eine akzeptable Größe zu reduzieren. Außerdem kann die Sensoranordnung **20** auch Drehratensensoren umfassen, die vorzugsweise versetzt zu den Fahrzeugbezugsachsen montiert werden, während das Sensormodell **40** diesen Sensor wiedergibt.

[0022] Sobald die Ermittlungseinheit **34** Werte für den Wankwinkel, die Rollrate und die Wankbeschleunigung zur Verfügung gestellt hat, ermittelt der Signalgeber **36** die Signale, um einen Hinweis auf einen Tendenz des Fahrzeugs zum Überschlagen zu

erhalten. Der Signalgeber **36** verwendet mindestens den Wankwinkel, um das Steuersignal **37** zu erzeugen, das zum Stellglied **42** geschickt wird. Der Signalgeber **36** verwendet vorzugsweise ebenso die Wankrate und noch eher die Wankbeschleunigung für die Erzeugung des Steuersignals. Das heisst, dass nicht nur der Wankwinkel des Fahrzeugs eingesetzt wird, sondern mit Hilfe der Geschwindigkeit, mit der der Wankwinkel sich dem kritischen Winkel nähert, und der Beschleunigung (oder Verzögerung) des Wankwinkels zum kritischen Wankwinkel hin kann festgestellt werden, wann das Fahrzeug zum Überschlagen tendiert.

[0023] Auf der Basis des Steuersignals **37**, das auf eine Tendenz des Fahrzeugs zum Überschlagen hinweisen kann, kann das Stellglied **42** korrigierende Maßnahmen vornehmen, um das Wankmoment des Fahrzeugs zu reduzieren. Der Stellantrieb **42** kann beispielsweise ein Bremsregelungssystem umfassen, wie z. B. ein aktives ABS-System, das eingesetzt werden kann, um eine oder mehrere Fahrzeugbremsen **34** abzubremesen und das Wankmoment des Fahrzeugs zu reduzieren. Das Stellglied **42** kann auch eine Motorsteuerungseinheit umfassen, die die Drosselklappe des Motors **46** reguliert, um die Geschwindigkeit und das Wankmoment des Fahrzeugs zu reduzieren. Schließlich kann das Stellglied **42** auch ein aktives Lenksystem umfassen, wie z. B. ein Steer-by-wire-System (d. h. bei dem die Lenkeingabe des Fahrers elektronisch an ein Stellglied geschickt wird, das die Richtung der Räder kontrolliert), das den Lenkwinkel **48** regulieren kann, um das Wankmoment des Fahrzeugs zu reduzieren.

[0024] Wie oben erwähnt, führt das aktive Überschlagsschutzsystem **10** daher ein Verfahren **50** zum Schutz gegen Überschlagen aus, wie unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben wird. Das Verfahren **50** beginnt bei Block **51** und geht dann zu Block **52**, wo die linearen Beschleunigungen A_1 , A_2 , A_3 bis A_i von der Sensoranordnung **20** festgestellt werden. Die festgestellten Beschleunigungen werden vom Signalregler **32** in das Fahrzeug-Koordinatensystem übertragen, wie in Block **54** angegeben. Die Ermittlungseinheit **34** verwendet dann die umgewandelten Beschleunigungen, um den Fahrzeugzustandsvektor zu ermitteln, wie in Block **56** angegeben. Bei gegebenem Zustandsvektor ist der Signalgeber **36** in der Lage festzustellen, ob das Fahrzeug zum Überschlagen tendiert, wie durch den Entscheidungsblock **58** dargestellt. Tendiert das Fahrzeug nicht zum Überschlagen, endet das Verfahren bei Block **60**. Wenn das Fahrzeug zum Überschlagen tendiert, erzeugt der Signalgeber **36** ein Regelsignal **37**, wie in Block **62** angegeben. Auf der Basis des Regelsignals **37** reduziert das Stellglied **42** das Überschlagsmoment, wie in Block **64** dargestellt.

[0025] Eine Ausführung der vorliegenden Erfindung bietet ein Verfahren zum Schutz gegen das Überschlagen eines Fahrzeugs, wobei das Verfahren einerseits eine Anordnung linearer Beschleunigungssensoren und andererseits ein Steuermodul umfasst, um die Sensoranordnung zu verwenden. Die Beschleunigungssensoren befinden sich an vorher festgelegten Positionen im Verhältnis zum Schwerpunkt des Fahrzeugs. Das Steuermodul umfasst unter anderem ein Modell der Fahrzeugdynamik und ein Modell der Sensoranordnung. Für jeden Sensor in der Anordnung wird eine Beschleunigung ermittelt. Der Wankwinkel des Fahrzeugs wird dann auf der Basis der festgestellten Beschleunigungen, des Modells der Fahrzeugdynamik und des Sensormodells ermittelt. Das Verfahren erzeugt dann ein Regelsignal auf der Basis des Wankwinkels und reduziert das Wankmoment des Fahrzeugs in Abhängigkeit vom Regelsignal.

[0026] Nach detaillierteren Aspekten kann das Verfahren außerdem noch die Schätzung einer Rollrate auf der Basis der festgestellten Beschleunigungen, des Fahrzeugdynamikmodells und des Sensormodells umfassen. Genauso kann die Methode außerdem die Wankbeschleunigung auf der Basis dieser Beschleunigungen und Modelle ermitteln. Daher kann das Regelsignal sowohl auf dem Wankwinkel als auch auf der Rollrate oder alternativ auf dem Wankwinkel, der Rollrate und der Wankbeschleunigung basieren, wodurch die Präzision des Regelsignals erhöht wird. Die Bewertung eines Wankwinkels umfasst vorzugsweise die Bewertung eines Zustandsvektors, der die dynamischen Zustände des Fahrzeugs darstellt. Der Zustandsvektor umfasst einen Wankwinkel, eine Rollrate, eine Gierrate und eine Quergeschwindigkeit des Fahrzeugs.

[0027] Jeder Beschleunigungssensor erfasst vorzugsweise eine lineare Beschleunigung entlang einer Sensorachse, die im Verhältnis zum Koordinatensystem des Fahrzeugs positioniert ist. Die Sensorachse von mindestens einem Beschleunigungssensor ist vorzugsweise nicht parallel zu einer Längs-, Quer- und Vertikalachse, die das Koordinatensystem bilden. Mindestens ein Beschleunigungssensor ist vorzugsweise nicht entlang einer Achse des Koordinatensystems ausgerichtet. Das Verfahren umfasst die Übertragung der ermittelten Beschleunigungen von einem Sensor-Koordinatensystem auf ein Fahrzeug-Koordinatensystem, damit sie vom Steuermodul verarbeitet werden können. Schließlich umfasst die Reduzierung des Wankmoments auch die Aktivierung eines Stellglieds, wobei das Stellglied ein Bremsregelungssystem, ein Motorregelungssystem und/oder ein aktives Lenksystem sein kann.

[0028] Dementsprechend wird erkannt, dass die vorliegende Erfindung ein System und ein Verfahren anbietet, durch das das Kraftfahrzeug gegen Überschla-

gen geschützt wird und welches teure und komplizierte Rollratensensoren überflüssig macht. Die Anordnung linearer Beschleunigungssensoren, die von der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden, sind zu angemessenen Kosten erhältlich. Der Wankwinkel, die Rollrate und/oder die Wankbeschleunigung des Fahrzeugs können eingesetzt werden, um einem Stellglied ein präzises Regelsignal zur Verfügung zu stellen, das Überschlagsmoment des Fahrzeugs zu reduzieren und das Fahrzeug vor einem Überschlagen zu schützen. In einer speziellen Ausführung der Erfindung kann die Wankbeschleunigung direkt erfasst und integriert werden, damit ein Steuersignal auf einem Wankwinkel, einer Rollrate und einer Wankbeschleunigung basieren kann und die Genauigkeit verbessert, mit dem das System und das Verfahren eine Tendenz des Fahrzeugs zum Überschlagen bestimmt und das Fahrzeug dagegen schützen kann.

[0029] Die obige Beschreibung der verschiedenen Ausführungen der Erfindung wurde zum Zwecke der Erläuterung und Beschreibung vorgelegt. Es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. Die Erfindung soll dadurch auch nicht genau auf die offen gelegten Ausführungen beschränkt werden. Auf der Basis der oben genannten Lehre sind zahlreiche Varianten oder Modifikationen möglich. Die erläuterten Ausführungen wurden gewählt und beschrieben, um die Prinzipien der Erfindung und deren praktische Anwendung auf die bestmögliche Art und Weise zu erläutern und dadurch einem Fachmann die Möglichkeit zu bieten, die Erfindung in zahlreichen Ausführungen und mit zahlreichen Modifikationen einzusetzen, die für den jeweiligen Einsatzzweck geeignet sind. All diese Modifikationen und Varianten entsprechen dem Umfang der Erfindung, die von den beigefügten Ansprüchen bestimmt wird, wenn sie in der zulässigen Breite interpretiert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schutz gegen Überschlagen in einem Kraftfahrzeug, wobei das Fahrzeug (70) eine Längsachse (74), eine Querachse (76) und eine Hochachse (78) definiert und jede Achse durch den Fahrzeugschwerpunkt (72) geht, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
Bereitstellung eines Beschleunigungssensors (80), der entlang der Querachse (76) des Fahrzeugs positioniert ist, wobei der Sensor (80) sich in einem bestimmten Abstand vom Schwerpunkt (72) befindet;
Ermittlung einer Beschleunigung am Fahrzeug (70) durch den Sensor (80);
Feststellung einer Wankbeschleunigung des Fahrzeugs (70) auf Grund der festgestellten Beschleunigung und der bekannten Sensorposition;
Integration der Wankbeschleunigung zur Feststellung einer Rollrate und eines Wankwinkels des Fahrzeugs (70);

Erzeugung eines Steuersignals basierend auf dem Wankwinkel, der Rollrate und der Wankbeschleunigung; und
Reduzierung des Wankmoments des Fahrzeugs (70) auf der Basis des Steuersignals.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Sensor eine lineare Beschleunigung entlang einer Sensorachse (82) feststellt, die parallel zur vertikalen Achse verläuft.

3. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner einen zweiten Beschleunigungssensor (84) umfasst, welcher entlang der Querachse (76) des Fahrzeugs (70) positioniert ist, wobei der zweite Sensor (84) sich in einem zweiten Abstand vom Schwerpunkt (72) befindet.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der erste (80) und zweite (84) Sensor in einem bestimmten Abstand voneinander auf gegenüberliegenden Seiten des Schwerpunkts (72) liegen.

5. Verfahren nach Anspruch 1, das ferner die Filterung von Teilen der festgestellten Beschleunigung umfasst, die für die Drehung des Fahrzeugs (70) um die Längsachse (74) nicht repräsentativ sind.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Filterung ein Modell der Fahrzeugdynamik und ein Sensormodell bereitstellt.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Reduzierung des Wankmoments die Aktivierung eines Stellglieds umfasst und das Stellglied ein Bremsregelungssystem, eine Motorsteuerungseinheit und/oder ein aktives Lenksystem darstellt.

8. System zum Schutz gegen Überrollen in einem Fahrzeug, bestehend aus:
einer Reihe von linearen Beschleunigungssensoren (20) an bestimmten Stellen im Verhältnis zum Schwerpunkt des Fahrzeugs, wobei jeder Sensor (22, 24, 26, 28) eine lineare Beschleunigung entlang der Sensorachse erfasst;
einem Steuermodul (30) mit einem Signalregler (32), einer Ermittlungseinheit (34), einem Signalgeber (36), einem Fahrzeugdynamikmodell (38) und einem Modell der Sensoranordnung (40);
einem Signalregler (32), der die ermittelten Beschleunigungen empfängt und die Beschleunigungen von einem Sensor-Koordinatensystem auf ein Fahrzeug-Koordinatensystem überträgt;
einer Ermittlungseinheit (34), die die umgewandelten Beschleunigungen empfängt und auf der Basis der umgewandelten Beschleunigungen, eines Fahrzeugdynamikmodells (38) und eines Sensoranordnungsmodells (40) einen Wankwinkel ermittelt;

einem Signalgeber (36), der ein Steuersignal (37) erzeugt, wenn der Wankwinkel eine Neigung des Fahrzeugs zum Überschlagen anzeigt; und einem Stellglied (42), der das Steuersignal (37) empfängt und das Wankmoment des Fahrzeugs auf der Basis dieses Steuersignals reduziert.

9. System nach Anspruch 8, wobei die Ermittlungseinheit (34) außerdem eine Rollrate des Fahrzeugs auf der Basis der umgewandelten Beschleunigungen, des Fahrzeugdynamikmodells (38) und des Sensormodells (40) ermittelt.

10. System nach Anspruch 9, wobei der Signalgeber (36) ein Steuersignal (37) auf der Basis des Wankwinkels und der Rollrate erzeugt.

11. System nach Anspruch 8, wobei die Ermittlungseinheit (34) ferner eine Wankbeschleunigung des Fahrzeugs auf der Basis der umgewandelten Beschleunigungen, des Fahrzeugdynamikmodells (38) und des Sensormodells (40) ermittelt.

12. System nach Anspruch 11, wobei der Signalgeber (36) ein Steuersignal (37) auf der Basis des Wankwinkels, der Rollrate und der Wankbeschleunigung erzeugt.

13. System nach Anspruch 8, wobei die Ermittlungseinheit (34) einen Zustandsvektor ermittelt, der den dynamischen Zustand des Fahrzeugs auf der Basis der umgewandelten Beschleunigungen, des Fahrzeugdynamikmodells und des Sensormodells ermittelt.

14. System nach Anspruch 13, wobei der Zustandsvektor einen Wankwinkel, eine Rollrate, eine Gierrate und eine Querschleunigung des Fahrzeugs umfasst.

15. System nach Anspruch 13, wobei das Steuersignal (37) auf dem ermittelten Zustandsvektor basiert.

16. System nach Anspruch 8, wobei jeder Beschleunigungssensor (22, 24, 26, 28) eine lineare Beschleunigung entlang einer Sensorachse ermittelt, die im Verhältnis zum Koordinatensystem des Fahrzeugs (70) positioniert ist, das eine Längsachse (74), eine Querachse (76) und eine Hochachse (78) des Fahrzeugs umfasst.

17. System nach Anspruch 16, wobei die Sensorachse von mindestens einem Beschleunigungssensor nicht parallel zu einer Längs-, Quer- oder Hochachse ist.

18. System nach Anspruch 16, wobei die Position von mindestens einem Beschleunigungssensor nicht an einer Längs-, Quer- oder Hochachse ausgerichtet ist.

19. System nach Anspruch 8, wobei das Stellglied (42) ein Bremsregelungssystem (44), eine Motorsteuerungseinheit (46) und/oder ein aktives Lenksystem (48) sein kann.

20. System nach Anspruch 8, das ferner einen Drehratensensor umfasst.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

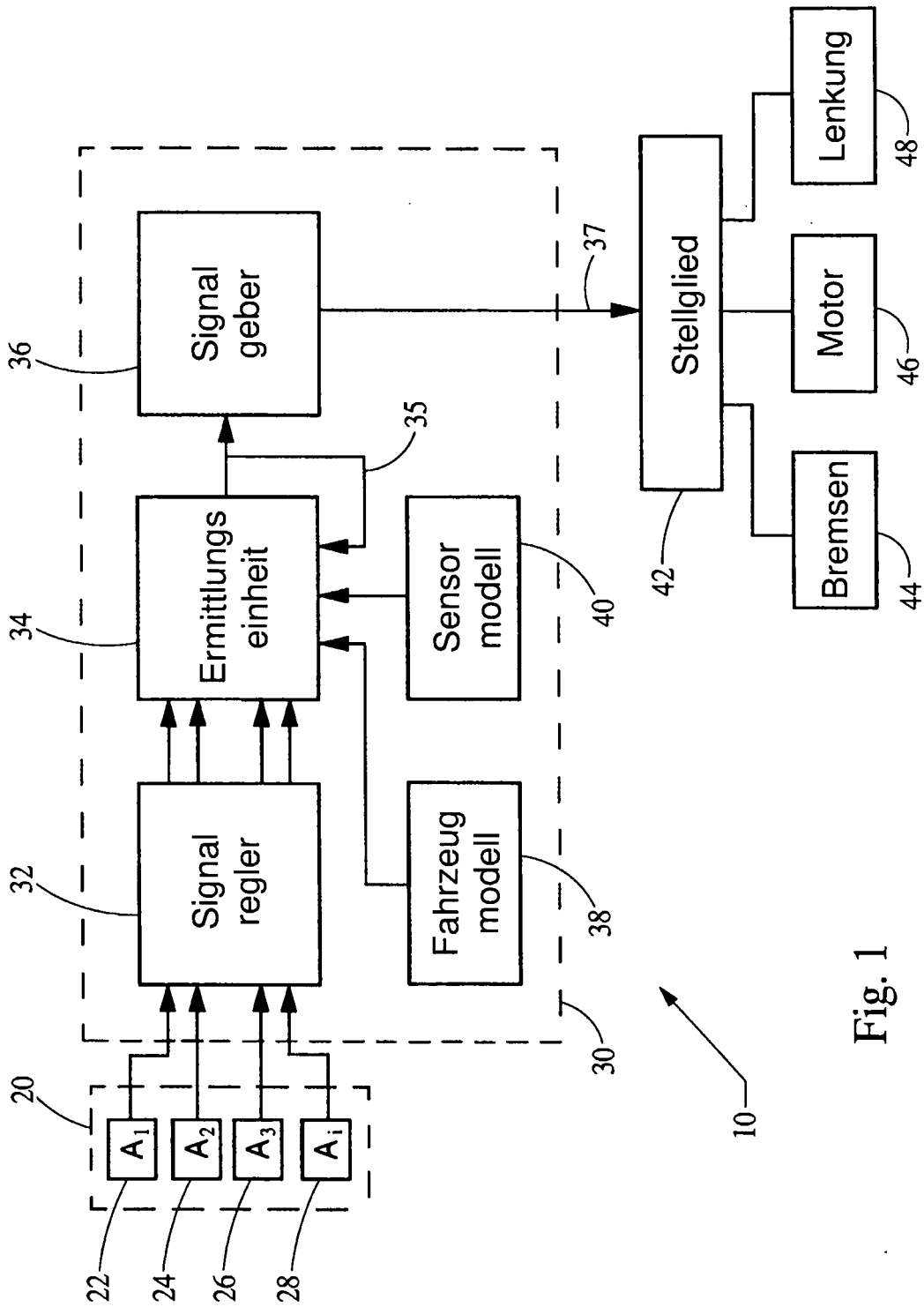


Fig. 1

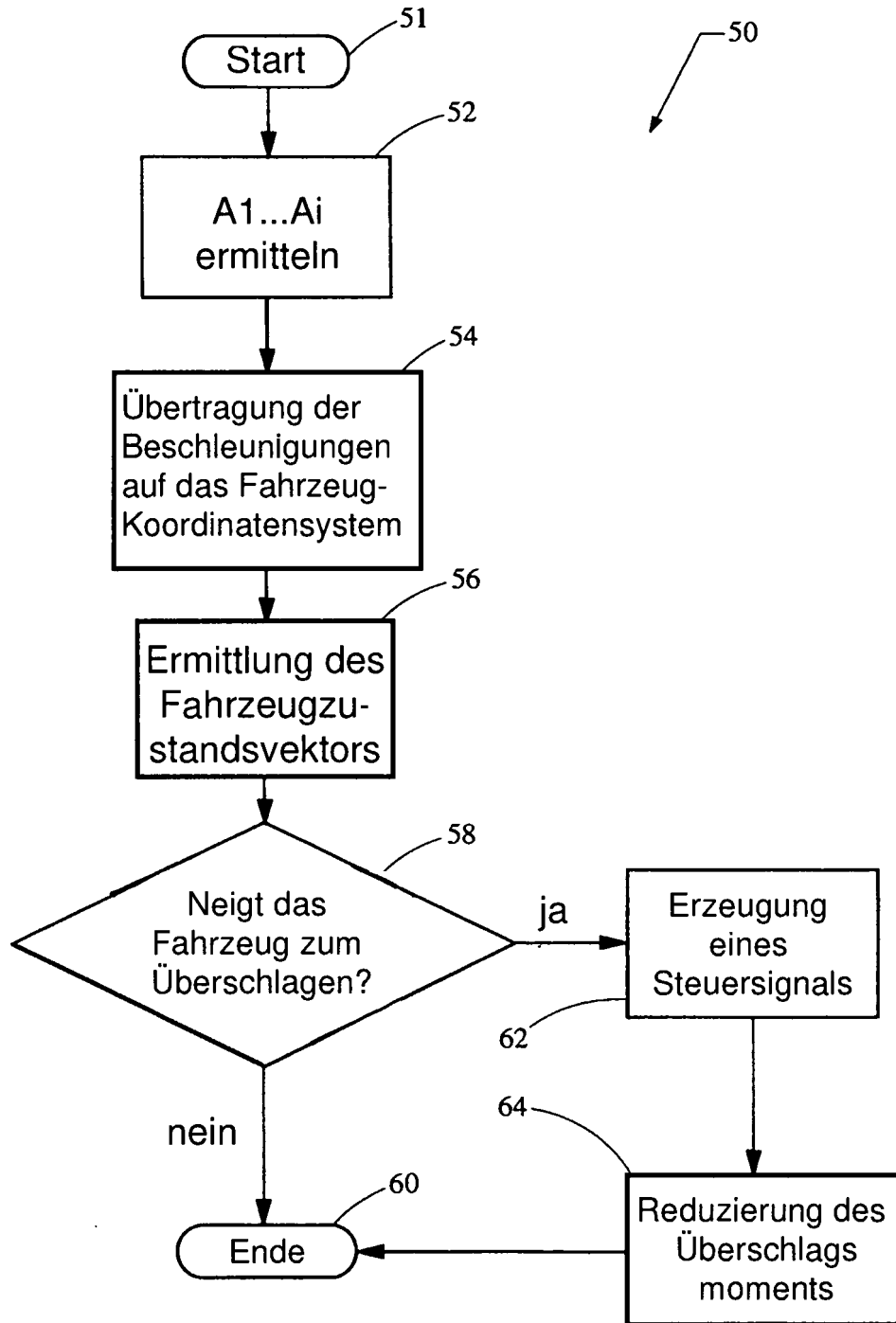


Fig. 2

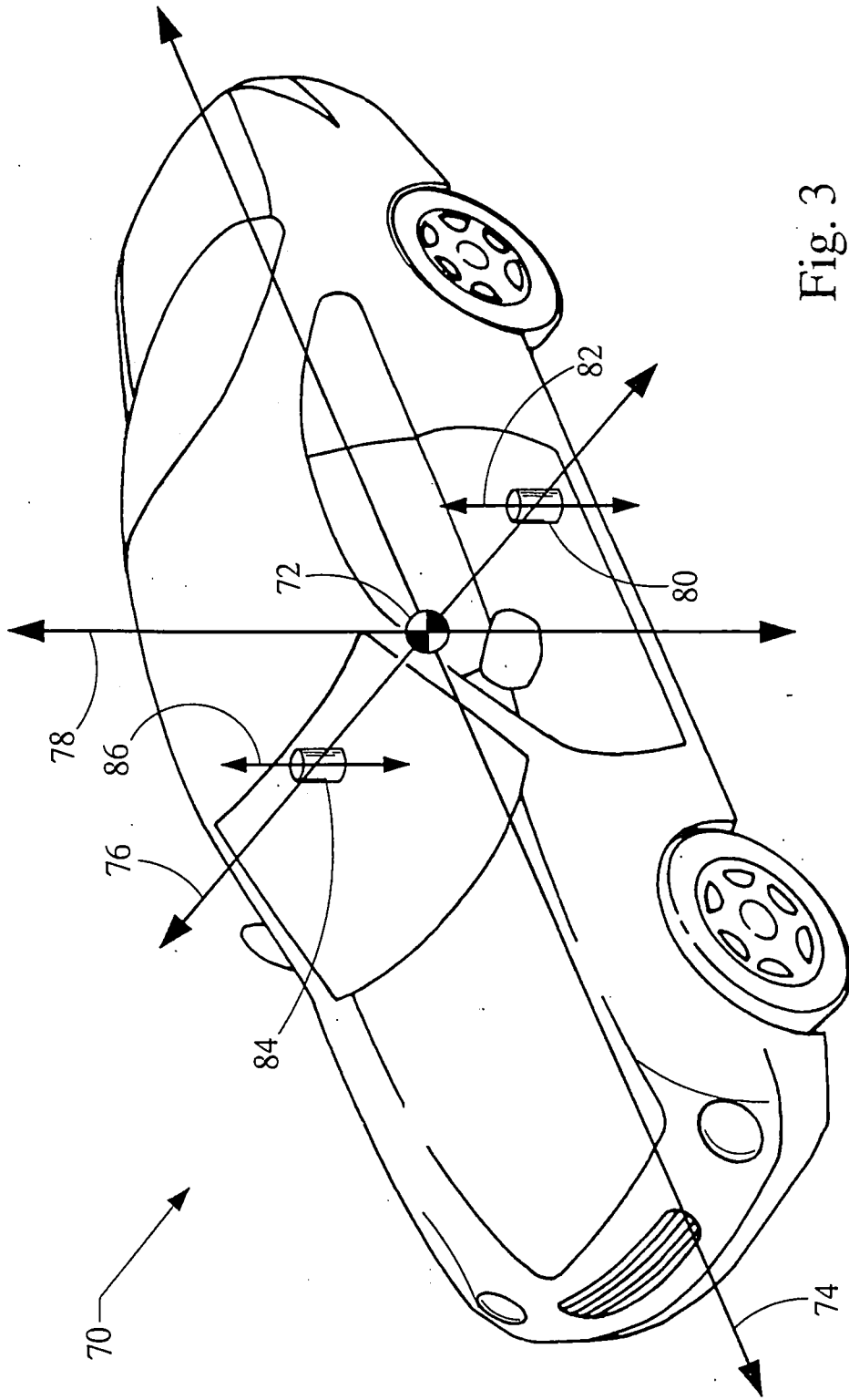


Fig. 3