



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 101 13 772 B4 2006.08.24**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 13 772.9**  
 (22) Anmeldetag: **21.03.2001**  
 (43) Offenlegungstag: **22.11.2001**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **24.08.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B60T 8/88 (2006.01)**  
**G01L 5/18 (2006.01)**  
**G01P 9/04 (2006.01)**  
**B60R 16/02 (2006.01)**

Innerhalb von drei 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. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**00-78766 21.03.2000 JP**

(73) Patentinhaber:  
**Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP; Denso Corp., Kariya, Aichi, JP; Aisin Seiki K.K., Kariya, Aichi, JP**

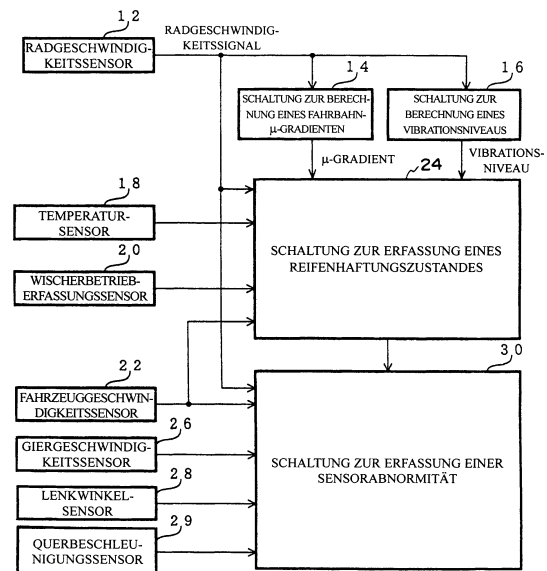
(74) Vertreter:  
**WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS, KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising**

(72) Erfinder:  
**Okita, Toshinori, Toyota, Aichi, JP; Tanaka, Akira, Toyota, Aichi, JP; Yasui, Yoshiyuki, Kariya, Aichi, JP; Sawada, Mamoru, Yokkaichi, Mie, JP; Sugiura, Noboru, Aichi, JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:  
**DE 198 18 860 A1**  
**US 60 35 693 A**  
**EP 10 13 524 A2**  
**JP 06-2 06 569 A**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors, mit:  
 einem ersten Sensor zum Erfassen eines Fahrzustands eines Fahrzeugs;  
 einem zweiten Sensor, der sich von dem ersten Sensor unterscheidet, um den Fahrzustand des Fahrzeugs zu erfassen;  
 einer Abnormitätserfassungseinrichtung, um ein Vorhandensein einer Abnormität des ersten Sensors auf der Grundlage eines vorbestimmten Fahrzustands des Fahrzeugs, welcher durch den ersten Sensor erfasst und welcher auf der Grundlage einer Ausgabe des zweiten Sensors abgeschätzt wird, zu erfassen,  
 dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung eine Haftungsgraderfassungseinrichtung aufweist, um einen Haftungsgrad eines Rades des Fahrzeugs auf einer Fahrbahnoberfläche zu erfassen; und  
 eine Unterbindungseinrichtung aufweist, um die Erfassung eines Vorhandenseins einer Abnormität des ersten Sensors durch die Abnormitätserfassungseinrichtung in wenigstens einem Fall, in welchem der Haftungsgrad geringer als der vorbestimmte Grad ist, oder in einem Fall, in welchem eine Querneigung der Fahrbahnoberfläche gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ist, zu unterbinden.



### Beschreibung

**[0001]** Die gegenwärtige Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors und insbesondere auf eine Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors, welche ein Vorhandensein oder ein Nichtvorhandensein einer Abnormität eines an einem Fahrzeug angebrachten Sensors erfasst.

**[0002]** Um ein Querrutschen eines Fahrzeugs einzuschränken, welches verursacht wird, wenn ein Fahrer eine abrupte Lenkradbewegung ausführt, um einem Hindernis auszuweichen, oder wenn ein Fahrzeug in einer Kurve einer glatten Straße gefahren wird, ist ein VSC-System (ein Fahrzeugstabilitätsregelungssystem; Vehicle Stability Control System) als Technologie bekannt, um eine Stabilität des Fahrzeugs dadurch sicherzustellen, dass die Motorleistung und eine Bremskraft an jeweiligen Rädern automatisch geregelt werden. Mit diesem System wird die Stabilität des Fahrzeugs dadurch erreicht, dass die Motorleistung und die Bremskraft an den jeweiligen Rädern geregelt werden, indem das Querrutschen des Fahrzeugs mit verschiedenen Sensoren, wie zum Beispiel einem Gierratensensor, einem Lenkwinkelsensor und einem Querbeschleunigungssensor, erfasst wird. Wenn in den verschiedenen Sensoren Abnormitäten verursacht werden, verschlechtert sich daher die Erfassungsgenauigkeit des Querrutschens des Fahrzeugs, und das Fahrzeug kann nicht ausreichend stabilisiert werden.

### Stand der Technik

**[0003]** Es ist daher notwendig, das Vorhandensein oder das Nichtvorhandensein von Abnormitäten der verschiedenen Sensoren zu erfassen, und als Technologie, die hierfür verwendet werden kann, ist eine Technologie vorgesehen, welche in dem japanischen offengelegten Patent Nr. 6-206569 beschrieben ist.

**[0004]** Gemäß dieser Technologie kann eine Abnormität des Gierratensensors dadurch erfasst werden, dass eine abgeschätzte Gierrate auf der Grundlage von Geschwindigkeiten der linken und rechten Räder berechnet wird und ein Ergebnis dieser Berechnung mit einem Ausgangswert eines Gierratensensors verglichen wird. Auf diese Art und Weise wird gemäß der Technologie, welche in dem japanischen offengelegten Patent Nr. 6-206569 beschrieben ist, eine Abnormität des Sensors dadurch erfasst, dass die Sensorausgabe mit einem Wert verglichen wird, welcher von einem Fahrzeugzustand berechnet (abgeschätzt) wird, wobei Gleichungen eines stationären Zustandes verwendet werden.

**[0005]** Mit der Technologie, die in dem japanischen offengelegten Patent Nr. 6-206569 beschrieben ist, werden jedoch dann, wenn das Fahrzeug auf der Fahrbahn keine Haftung hat, die bei der Berechnung verwendeten Gleichungen eines stationären Zustandes nicht erzielt, und daher tritt das Problem auf, dass Abnormitäten von Sensoren fälschlicherweise erfasst werden können.

**[0006]** Die EP 1 013 524 A2 beschreibt ein Verfahren und ein Steuersystem mit verschiedenen Sensoren, um einen Betriebszustand eines Fahrzeugs zu überwachen. Allerdings beschreibt EP 1 013 524 A2 keine Haftungsgraderkennung. Ferner beschreibt die EP 1 013 524 A2 ähnlich der JP 6-206 569 ein Verfahren zum Erkennen von Sensorfehlern, jedoch nicht die Umstände, unter denen dieses Verfahren selbst versagen könnte.

**[0007]** Die DE 198 18 860 A1 diskutiert die Ortung von Sensorfehlern. Nach der Lehre der DE 198 18 860 A1 wird ein "mathematisches Ersatzmodell" genutzt, in dem die Sensordaten miteinander gekoppelt werden. Wenn die Daten eines bestimmten Sensors nach diesem Modell nicht mit anderen Sensordaten korrelieren, wird daraus geschlossen, dass dieser Sensor fehlerhaft ist. Es werden "als Messsignale bevorzugt die Raddrehzahlen aller Fahrzeugräder und die Längsbeschleunigung des Fahrzeugs ermittelt." DE 198 18 860 A1 offenbart jedoch weder eine Notwendigkeit, die Erfassung einer Sensorabnormität bei Bedingungen, die nicht im Modell abgebildet werden können, zu unterbinden, noch eine Haftungsgraderkennung.

**[0008]** Die US 6,035,693 offenbart eine Sensorabnormitätserkennung für einen Gierratensensor. Eine Abnormität eines Sensors kann unabhängig von der Fahrbahnoberfläche erkannt werden. Ansonsten wird lediglich die Querneigung, nicht jedoch ein Haftungsgrad erfasst. Auch US 6,035,693 lehrt nicht, die Fehlererkennung unter bestimmten Umständen zu verhindern.

**[0009]** Somit ist zwar aus dem Stand der Technik bekannt, eine Erfassung von Sensorfehlern durchzuführen; es ist jedoch nirgends offenbart, einen Haftungsgrad zu erfassen oder eine Sensorfehlerprüfung zu verhindern.

## Aufgabenstellung

**[0010]** Aufgabe der gegenwärtigen Erfindung ist es, eine Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors zu schaffen, die verhindern kann, dass Abnormitäten von Sensoren fälschlicherweise erfasst werden.

**[0011]** Um die oben beschriebene Aufgabe zu lösen, ist gemäß einem ersten Aspekt der gegenwärtigen Erfindung eine Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors vorgesehen, welche folgendes aufweist: einen ersten Sensor zum Erfassen eines Betriebszustands eines Fahrzeugs; einen zweiten Sensor, der sich von dem ersten Sensor unterscheidet, um den Betriebszustand des Fahrzeugs zu erfassen; eine Abnormitätserfassungseinrichtung, um ein Vorhandensein einer Abnormität des ersten Sensors auf der Grundlage eines vorbestimmten Betriebszustandes des Fahrzeugs, welcher durch den ersten Sensor erfasst wird, und des vorbestimmten Betriebszustandes des Fahrzeugs, welcher auf der Grundlage einer Ausgabe des zweiten Sensors abgeschätzt wird, zu erfassen; eine Haftungsgraderfassungseinrichtung, um einen Haftungsgrad eines Rades des Fahrzeugs in Bezug auf eine Fahrbahnoberfläche zu erfassen; und eine Unterbindungseinrichtung, um die Erfassung eines Vorhandenseins einer Abnormität des ersten Sensors durch die Abnormitätserfassungseinrichtung in wenigstens einem Fall, in welchem der Haftungsgrad geringer ist als der vorbestimmte Grad ist, oder in einem Fall, in welchem ein Quergradient der Fahrbahnoberfläche gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ist, zu unterbinden.

**[0012]** Gemäß der Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors der gegenwärtigen Erfindung wird ein Vorhandensein oder ein Nichtvorhandensein einer Abnormität des ersten Sensors durch die Abnormitätserfassungseinrichtung auf der Grundlage eines vorbestimmten Bewegungszustandes des Fahrzeugs, welcher durch den ersten Sensor erfasst wird, der zum Erfassen des Betriebszustandes des Fahrzeugs vorgesehen ist, und auf der Grundlage eines vorbestimmten Bewegungszustandes des Fahrzeugs, welcher auf der Grundlage der Ausgabe des zweiten Sensors abgeschätzt wird, der anders ist als der erste Sensor, erfasst.

**[0013]** Außerdem kann die Erfassung eines Vorhandenseins oder eines Nichtvorhandenseins einer Abnormität des ersten Sensors durch die Abnormitätserfassungseinrichtung durchgeführt werden, wobei angenommen wird, dass bei dem ersten Sensor eine Abnormität vorhanden ist, wenn ein Unterschied zwischen dem vorbestimmten Betriebszustand des Fahrzeugs, welcher durch den ersten Sensor erfasst wird, und dem vorbestimmten Betriebszustand des Fahrzeugs, welcher auf der Grundlage der Ausgabe des zweiten Sensors abgeschätzt wird, größer als ein im voraus bestimmter Grenzwert ist, wobei angenommen wird, dass bei dem ersten Sensor eine Abnormität vorhanden ist, wenn ein Verhältnis des vorbestimmten Betriebszustandes des Fahrzeugs, welcher durch den ersten Sensor erfasst wird, zu dem vorbestimmten Betriebszustand des Fahrzeugs, welcher auf der Grundlage einer Ausgabe des zweiten Sensors abgeschätzt wird, größer als ein im voraus bestimmtes Verhältnis ist.

**[0014]** Darüber hinaus können alle an dem Fahrzeug angebrachten Sensoren in dem ersten Sensor oder dem zweiten Sensor der gegenwärtigen Erfindung beinhaltet sein.

**[0015]** Weiterhin wird bei der gegenwärtigen Erfindung der Haftungsgrad des Rades in Bezug auf die Fahrbahn durch die Haftungsgraderfassungseinrichtung erfasst, und eine Erfassung eines Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins einer Abnormität des ersten Sensors durch die Abnormitätserfassungseinrichtung wird durch die Unterbindungseinrichtung in wenigstens dem Fall, in welchem der Haftungsgrad geringer als der vorbestimmte Grad ist, oder dem Fall, in welchem der Quergradient bzw. die Querneigung der Fahrbahn gleich oder größer als der vorbestimmte Wert ist, unterbunden.

**[0016]** Das heißt, in wenigstens einem Fall, in welchem der Haftungsgrad des Rades in Bezug auf die Fahrbahn niedrig ist, oder in dem Fall, in welchem der Quergradient der Fahrbahn hoch ist, werden Gleichungen eines stationären Zustandes nicht erzielt, und der vorbestimmte Betriebszustand des Fahrzeugs, welcher auf der Grundlage des zweiten Sensors abgeschätzt wird, hat eine geringe Zuverlässigkeit. Daher wird in diesem Fall die Erfassung eines Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins einer Abnormität nicht durchgeführt.

**[0017]** Auf diese Art und Weise wird gemäß der Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors der gegenwärtigen Erfindung in wenigstens einem Fall, in welchem der Haftungsgrad des Rades in Bezug auf die Fahrbahn geringer als der vorbestimmte Grad ist, oder in dem Fall, in welchem der Quergradient der Fahrbahn gleich oder größer als der vorbestimmte Wert ist, eine Erfassung einer Abnormität für Sensoren, welche einen Gegenstand einer Abnormitätserfassung bilden, unterbunden. Somit kann eine fälschliche

Erfassung von Abnormitäten von Sensoren präventiv verhindert werden.

**[0018]** In diesem Fall kann der erste Sensor bei der Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß der gegenwärtigen Erfindung wenigstens ein Querschleunigungssensor, ein Gierratensensor oder ein Lenkwinkelsensor sein. Wie oben beschrieben, wird gemäß einem VSC-System ein Querrutschen des Fahrzeugs durch den Querschleunigungssensor, den Gierratensensor und den Lenkwinkelsensor erfasst. Dadurch, dass als erster Sensor, welcher der Gegenstand einer Abnormitätserfassung bei der gegenwärtigen Erfindung ist, wenigstens ein Querschleunigungssensor, ein Gierratensensor oder ein Lenkwinkelsensor vorhanden ist, kann die Regelung durch das VSC-System in dem Fall, in dem die gegenwärtige Erfindung bei dem VSC-System verwendet wird, äußerst genau bzw. fehlerfrei gemacht werden.

**[0019]** Außerdem kann als der zweite Sensor der gegenwärtigen Erfindung ein Radgeschwindigkeitssensor verwendet werden.

**[0020]** Gemäß einem zweiten Aspekt der gegenwärtigen Erfindung ist eine Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung vorgesehen, worin ein Gierratensensor und ein Querschleunigungssensor als der erste Sensor dienen, und die Abnormitätserfassungseinrichtung ein Vorhandensein einer Abnormität bei dem Gierratensensor auf der Grundlage einer Gierrate, welche durch den Gierratensensor erfasst wird, und einer Gierrate, welche auf der Grundlage der Ausgabe des zweiten Sensors abgeschätzt wird, erfasst; worin in einem Fall, wo bei dem Gierratensensor keine Abnormität erfasst wird, der Querschleunigungssensor als der erste Sensor und der Gierratensensor als der zweite Sensor dienen, und die Abnormitätserfassungseinrichtung ein Vorhandensein einer Abnormität bei dem Querschleunigungssensor auf der Grundlage einer Querschleunigung, welche durch den Querschleunigungssensor erfasst wird, und einer Querschleunigung, welche auf der Grundlage einer Ausgabe des Gierratensensors abgeschätzt wird, erfasst; und worin in einem Fall, wo bei dem Gierratensensor eine Abnormität erfasst wird, der Querschleunigungssensor als der erste Sensor und ein anderer Sensor als der Gierratensensor als der zweite Sensor dienen, und die Abnormitätserfassungseinrichtung ein Vorhandensein einer Abnormität bei dem Querschleunigungssensor auf der Grundlage der Querschleunigung, welche durch den Querschleunigungssensor erfasst wird, und einer Querschleunigung, welche auf der Grundlage einer Ausgabe des Sensors, der nicht der Gierratensensor ist, erfasst.

**[0021]** In diesem Fall wird dann, wenn bei dem Gierratensensor eine Abnormität vorhanden ist, die Querschleunigung abgeschätzt, ohne dass die Ausgabe des Gierratensensors verwendet wird. Demgemäß kann eine fälschliche Erfassung einer Abnormität des Querschleunigungssensors verhindert werden.

**[0022]** Darüber hinaus ist gemäß einem dritten Aspekt der gegenwärtigen Erfindung eine Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß dem ersten Aspekt vorgesehen, worin ein Gierratensensor und ein Querschleunigungssensor als der erste Sensor und ein Radgeschwindigkeitssensor als der zweite Sensor dienen; worin die Abnormitätserfassungseinrichtung ein Vorhandensein einer Abnormität bei dem Gierratensensor auf der Grundlage einer Gierrate, welche durch den Gierratensensor erfasst wird, und einer Gierrate, welche auf der Grundlage einer Ausgabe des Radgeschwindigkeitssensors abgeschätzt wird, erfasst; worin die Abnormitätserfassungseinrichtung ein Vorhandensein einer Abnormität bei dem Querschleunigungssensor auf der Grundlage einer Querschleunigung, welche durch den Querschleunigungssensor erfasst wird, und einer Querschleunigung, welche auf der Grundlage der Ausgabe des Radgeschwindigkeitssensors abgeschätzt wird, erfasst; worin in einem Fall, wo sich der Gierratensensor und der Querschleunigungssensor in einem normalen Zustand befinden, die Abnormitätserfassungseinrichtung ein Vorhandensein einer Abnormität bei dem Lenkwinkelsensor auf der Grundlage der durch den Gierratensensor erfassten Gierrate, und einer Gierrate, welche auf der Grundlage der durch den Querschleunigungssensor erfassten Querschleunigung, der Ausgabe des Radgeschwindigkeitssensors und der Ausgabe des Lenkwinkelsensors abgeschätzt wird, erfasst.

**[0023]** Außerdem ist gemäß einem vierten Aspekt der gegenwärtigen Erfindung eine Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß dem dritten Aspekt vorgesehen, worin in einem Fall, wo die Abnormitätserfassungseinrichtung ein Vorhandensein einer Abnormität bei dem Querschleunigungssensor auf der Grundlage der durch den Querschleunigungssensor erfassten Querschleunigung und der Querschleunigung, welche auf der Grundlage der Ausgabe des Radgeschwindigkeitssensors abgeschätzt wird, auf der Grundlage der Querschleunigung, welche durch den Querschleunigungssensor erfasst wird, und einer Querschleunigung, welche auf der Grundlage einer Ausgabe einer

vorbestimmten Messeinrichtung abgeschätzt wird, erfasst, bestimmt wird:  
 ob eine Abnormität bei dem Querbeschleunigungssensor selbst oder  
 eine andere Ursache als die Abnormität bei dem Querbeschleunigungssensor selbst  
 eine Ursache für die Erfassung der Abnormität bei dem Querbeschleunigungssensor ist.

**[0024]** Darüber hinaus ist gemäß einem fünften Aspekt der gegenwärtigen Erfindung eine Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß dem vierten Aspekt vorgesehen, worin die vorbestimmte Messeinrichtung eine Schräglauf- bzw. Rutschwinkelmesseinrichtung ist, um einen Fahrzeugkarosserierutschwinkel zu messen, und worin die Abnormitätserfassungseinrichtung auf der Grundlage der Querbeschleunigung, welche durch den Querbeschleunigungssensor erfasst wird, und einer Querbeschleunigung, welche auf der Grundlage einer Ausgabe der Rutschwinkelmesseinrichtung abgeschätzt wird, bestimmt, ob die Erfassung der Abnormität bei dem Querbeschleunigungssensor aufgrund der Abnormität bei dem Querbeschleunigungssensor selbst ist, oder die Erfassung der Abnormität bei dem Querbeschleunigungssensor eher aufgrund dessen ist, dass der Quergradient größer als ein vorbestimmter Wert ist, als aufgrund der Abnormität bei dem Querbeschleunigungssensor selbst.

**[0025]** Gemäß einem sechsten Aspekt der gegenwärtigen Erfindung ist eine Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß dem ersten Aspekt vorgesehen, die außerdem aufweist:  
 eine Quergradientenerfassungseinrichtung, um den Quergradienten der Fahrbahn zu erfassen,  
 worin, bevor die Abnormitätserfassungseinrichtung ein Vorhandensein einer Abnormität bei dem ersten Sensor erfasst, der Haftungsgrad und der Quergradient der Fahrbahnoberfläche erfasst werden.

**[0026]** Gemäß einem siebten Aspekt der gegenwärtigen Erfindung ist ein Verfahren zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors vorgesehen, welches die folgenden Schritte aufweist:  
 Erfassen eines Betriebszustands eines Fahrzeugs durch einen ersten Sensor;  
 Erfassen des Betriebszustands des Fahrzeugs durch einen zweiten Sensor, der anders ist als der erste Sensor;  
 Erfassen eines Vorhandenseins einer Abnormität des ersten Sensors auf der Grundlage eines vorbestimmten Betriebszustands des Fahrzeugs, welcher durch den ersten Sensor erfasst wird, und des vorbestimmten Betriebszustands des Fahrzeugs, welcher auf der Grundlage einer Ausgabe des zweiten Sensors abgeschätzt wird;  
 Erfassen eines Haftungszustands eines Rades des Fahrzeugs in Bezug auf eine Fahrbahnoberfläche; und  
 Unterbinden einer Erfassung eines Vorhandenseins einer Abnormität des ersten Sensors in wenigstens dem Fall, in welchem der Haftungsgrad geringer als ein vorbestimmter Grad ist, oder in dem Fall, in welchem ein Quergradient der Fahrbahnoberfläche gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ist.

**[0027]** Ferner ist gemäß einem achten Aspekt der gegenwärtigen Erfindung eine Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors vorgesehen, welche aufweist:  
 einen ersten Sensor, um einen Betriebszustand eines Fahrzeugs zu erfassen;  
 einen zweiten Sensor, der anders ist als der erste Sensor, um den Betriebszustand des Fahrzeugs zu erfassen;  
 eine Abnormitätserfassungseinrichtung, um ein Vorhandensein einer Abnormität des ersten Sensors auf der Grundlage eines vorbestimmten Betriebszustands des Fahrzeugs, welcher durch den ersten Sensor erfasst wird, und des vorbestimmten Betriebszustands des Fahrzeugs, welcher auf der Grundlage einer Ausgabe des zweiten Sensors abgeschätzt wird, zu erfassen;  
 eine Haftungsgraderfassungseinrichtung, um einen Haftungsgrad eines Rades des Fahrzeugs in Bezug auf eine Fahrbahnoberfläche zu erfassen; und  
 eine Unterbindungseinrichtung, um eine Erfassung eines Vorhandenseins einer Abnormität des ersten Sensors durch die Abnormitätserfassungseinrichtung in wenigstens dem Fall, in welchem der Haftungsgrad geringer als ein vorbestimmter Grad ist, oder in dem Fall, in welchem ein Quergradient der Fahrbahnoberfläche gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ist, zu unterbinden,  
 worin der erste Sensor wenigstens ein Querbeschleunigungssensor, ein Gierratensensor oder ein Lenkwinkelsensor und der zweite Sensor ein Radgeschwindigkeitssensor sind.

#### Ausführungsbeispiel

**[0028]** Es zeigen:

**[0029]** [Fig. 1](#) ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß einer Ausführungsform der gegenwärtigen Erfindung;

- [0030] [Fig. 2](#) ein Blockschaltbild einer Schaltung zur Berechnung eines Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten und einer Schaltung zur Berechnung eines Vibrationsniveaus;
- [0031] [Fig. 3](#) ein Blockschaltbild einer Schaltung zur Erfassung eines Reifenhaftungszustandes;
- [0032] [Fig. 4](#) eine graphische Darstellung, welche eine Schaltung zur Erfassung eines Bezugszustandes zeigt;
- [0033] [Fig. 5](#) eine graphische Darstellung, welche eine Schaltung zur Speicherung eines Anfangswerts des Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten zeigt;
- [0034] [Fig. 6](#) eine graphische Darstellung, welche eine Schaltung zum Vergleichen eines Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten zeigt;
- [0035] [Fig. 7](#) eine erläuternde Ansicht, um einen Grenzwert in der Schaltung zur Erfassung eines Bezugszustandes zu erläutern;
- [0036] [Fig. 8](#) eine graphische Darstellung, welche ein Verhältnis zwischen einer Frequenz und einer Amplitude eines Radgeschwindigkeitssignales zeigt;
- [0037] [Fig. 9](#) eine graphische Darstellung, welche Verhältnisse zwischen einem Vibrationsniveau des Radgeschwindigkeitssignals und einem Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten für eine Asphaltfahrbahn und für eine Fahrbahn mit niedrigem  $\mu$  zeigt;
- [0038] [Fig. 10](#) eine graphische Darstellung, die Verhältnisse zwischen einem Vibrationsniveau des Radgeschwindigkeitssignals und dem Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten für jeden Fahrbahnzustand zeigt;
- [0039] [Fig. 11](#) ein Flussdiagramm, das einen Programmablauf einer Schaltung zur Erfassung einer Sensorabnormität gemäß einer ersten Ausführungsform zeigt;
- [0040] [Fig. 12](#) eine schematische Ansicht, um die Abarbeitung durch die Schaltung zur Erfassung einer Sensorabnormität gemäß der ersten Ausführungsform zu erläutern;
- [0041] [Fig. 13A](#) und [Fig. 13B](#) Flussdiagramme, welche einen Programmablauf einer Schaltung zur Erfassung einer Sensorabnormität gemäß einer zweiten Ausführungsform zeigen;
- [0042] [Fig. 14](#) eine schematische Ansicht, um den Ablauf der Schaltung zur Erfassung einer Sensorabnormität gemäß der zweiten Ausführungsform zu erläutern; und
- [0043] [Fig. 15](#) ein Flussdiagramm, welches den Programmablauf einer Schaltung zur Erfassung einer Sensorabnormität gemäß einer dritten Ausführungsform zeigt.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0044] Anschließend werden Ausführungsformen einer Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß der gegenwärtigen Erfindung detailliert erläutert, wobei auf die Zeichnung Bezug genommen wird.

(Erste Ausführungsform)

[0045] Als erstes wird eine Anordnung bzw. ein Aufbau einer Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß der gegenwärtigen Ausführungsform in Bezug auf [Fig. 1](#) erläutert.

[0046] Wie in der Zeichnung gezeigt, ist die Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß der gegenwärtigen Ausführungsform mit einer Schaltung **14** zur Berechnung eines Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten, um auf der Grundlage von Radgeschwindigkeiten, die durch einen Radgeschwindigkeitssensor **12** erfasst werden, einen Gradienten eines  $\mu$  einer Fahrbahn (der im folgenden als " $\mu$ -Gradient" bezeichnet wird) zu berechnen, welcher ein Gradient des Reibungskoeffizienten  $\mu$  zwischen einem Rad und der Fahrbahn in Bezug auf eine Schlupfgeschwindigkeit ist, und einer Schaltung **16** zur Berechnung eines Vibrationsniveaus, um auf der Grundlage von Radgeschwindigkeiten, welche durch den Radgeschwindigkeitssen-

sor **12** erfasst werden, ein Vibrationsniveau zu berechnen, das ein physikalischer Betrag ist, welcher die Vibrationsgröße bzw. Vibrationsstärke des Rades darstellt, versehen.

**[0047]** Außerdem ist die Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß der gegenwärtigen Erfindung mit einer Schaltung **24** zur Erfassung eines Reifenhaftungszustands versehen, welche als eine Haftungsgraderfassungseinrichtung dient, um auf der Grundlage einer durch einen Temperatursensor **18** erfassten Umgebungstemperatur, eines Betriebszustandes eines Wischers, welcher durch einen Betriebsfassungssensor **20** erfasst wird, einer Fahrzeuggeschwindigkeit, welche durch einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **22** erfasst wird, des  $\mu$ -Gradienten, welcher durch die Schaltung **14** zur Berechnung eines Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten berechnet wird, und des Vibrationsniveaus, welches durch die Schaltung **16** zur Berechnung eines Vibrationsniveaus erfasst wird, einen Haftungszustand des Rades in Bezug auf die Fahrbahn zu erfassen und den Haftungszustand als ein Haftungsniveau auszugeben.

**[0048]** Außerdem ist die Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß der gegenwärtigen Ausführungsform mit einer Schaltung **30** zur Erfassung einer Sensorabnormität versehen, um ein Vorhandensein oder ein Nichtvorhandensein von jeweiligen Abnormitäten eines Gierratensensors **26**, eines Lenkwinkelsensors **28** und eines Querschleunigungssensors **29** in Fällen zu erfassen, wo das Haftungs niveau, welches durch die Schaltung **24** zur Erfassung eines Reifenhaftungszustands erfasst wird, hoch ist.

**[0049]** Hier kann der Radgeschwindigkeitssensor **12** durch sogenannte Radgeschwindigkeitssensoren, welche ein Sensorausgangssignal gemäß einer Radgeschwindigkeit für jedes Rad ausgeben, und einer Berechnungseinrichtung, um von den Sensorausgangssignalen Ist-Drehzahlen zu berechnen, welche durch die Radgeschwindigkeitssignale dargestellt werden, gebildet werden.

**[0050]** Anschließend werden die Schaltung **14** zur Berechnung eines Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten und die Schaltung **16** zur Berechnung eines Vibrationsniveaus in Bezug auf [Fig. 2](#) genauer erläutert.

**[0051]** Die Schaltung **14** zur Berechnung eines Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten ist mit einem Vorverarbeitungsfilter **32** versehen, um von dem Radgeschwindigkeitssignal, welches durch den Radgeschwindigkeitssensor **12** für jedes Rad erfasst wird, Radgeschwindigkeitsvibrationen von jedem Rad in der Form einer Ansprechausgabe bzw. Reaktionsausgabe eines Radresonanzsystemes, welches Fahrbahnunregelmäßigkeiten unterworfen ist, zu erfassen. Die Schaltung **14** zur Berechnung eines Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten ist auch mit einer Schaltung **34** zur Erkennung bzw. Kennzeichnung einer Übertragungsfunktion, um für jedes Rad, welches die erfasste Radgeschwindigkeitsschwingung erfüllt, unter Verwendung der Methode der kleinsten Quadrate eine Übertragungsfunktion zu erkennen, und mit einer Berechnungsschaltung **36**, um für jedes Rad auf der Grundlage der erkannten Übertragungsfunktion einen  $\mu$ -Gradienten zu berechnen, versehen.

**[0052]** Das Vorverarbeitungsfilter **32** kann durch ein Bandpassfilter aufgebaut sein, welches nur Frequenzbestandteile innerhalb eines konstanten Frequenzbereiches durchläßt, der auf eine Frequenz zentriert bzw. ausgerichtet ist, von der erwartet wird, dass sie eine Resonanzfrequenz des Radresonanzsystems ist, oder es kann durch ein Hochpassfilter aufgebaut sein, welches nur Frequenzbestandteile in einem hohen Frequenzbereich durchläßt, der das erwartete Resonanzfrequenzbestandteil aufweist. Außerdem sind bei der gegenwärtigen Ausführungsform Parameter zum Vorschreiben der Frequenzeigenschaft des Bandpassfilters oder Hochpassfilters auf konstante Werte festgelegt.

**[0053]** Darüber hinaus ist von der Ausgabe des Vorverarbeitungsfilters **32** ein Gleichstrombestandteil entfernt. Das heißt, es wird nur die Radgeschwindigkeitsvibration um das Radgeschwindigkeitssignal herausgezogen.

**[0054]** Hier ist eine Übertragungsfunktion  $F(s)$  des Vorverarbeitungsfilters **33** durch die folgende Gleichung dargestellt.

**[0055]** Gleichung (1) gemäß Anhang 1, bei der  $c_i$  einen Koeffizienten einer Filterübertragungsfunktion und  $s$  einen Laplace-Operator darstellen.

**[0056]** Anschließend wird eine Betriebsgleichung bzw. Funktionsgleichung abgeleitet, welche die Schaltung **34** zur Erkennung einer Übertragungsfunktion verwendet. Außerdem wird bei der gegenwärtigen Ausführungsform die Berechnung durch das Vorverarbeitungsfilter **32** derart durchgeführt, dass eine Berechnung eingeschlossen ist, welche der Schaltung **34** zur Erkennung einer Übertragungsfunktion zugeordnet ist.

**[0057]** Als erstes wird die zu erkennende Übertragungsfunktion durch ein Modell zweiter Ordnung mit einer Fahrbahnstörung  $\Delta T_d$  als Vibrationseingabe und Radgeschwindigkeitsvibrationen  $\Delta \omega_1$ , welche durch das Vorverarbeitungsfilter **32** erfasst werden, als einer Ansprechausgabe gebildet. Das heißt, ein Vibrationsmodell wird wie folgt angenommen.

**[0058]** Gleichung (2) gemäß Anhang 1, bei der  $v$  ein Beobachtungsrauschen darstellt, welches bei der Beobachtung des Radgeschwindigkeitssignals enthalten ist. Die folgende Gleichung wird durch Modifikation von Gleichung (2) geschaffen.

Gleichung (3) gemäß Anhang 1

**[0059]** Als erstes wird eine Gleichung, welche durch Multiplizieren von Gleichung (3) mit dem Vorverarbeitungsfilter von Gleichung (1) erzielt wird, digitalisiert. Zu diesem Zeitpunkt können  $\Delta \omega_1$ ,  $\Delta T_d$  und  $v$  als digitalisierte Daten  $\Delta \omega_1(k)$ ,  $\Delta T_d(k)$  und  $v(k)$  dargestellt werden ( $k$  stellt eine Abtastanzahl dar:  $k = 1, 2, 3, \dots$ ), welche bei Abtastperioden  $T_s$  genommen wurden. Der Laplace-Operator  $s$  kann durch ein vorbestimmtes Digitalisierungsverfahren digitalisiert werden. Bei der gegenwärtigen Ausführungsform kann der Laplace-Operator  $s$  durch eine Biprimärtransformation erster Ordnung digitalisiert werden.  $d$  stellt einen Operator dar, der die Verzögerung einer Abtastung aufzeigt.

Gleichung (A) gemäß Anhang 1

**[0060]** Außerdem ist eine Ordnungszahl  $m$  des Vorverarbeitungsfilters vorzugsweise zwei oder größer. Somit gilt für diese Ausführungsform und auch unter Berücksichtigung eines Berechnungszeitraums:  $m = 2$ . Daher sind die folgenden Gleichungen vorgesehen.

Gleichungen (4), (5), (6), (7), (8) gemäß Anhang 1

**[0061]** Um die Übertragungsfunktion von den Daten der Radgeschwindigkeitsvibration  $\Delta \omega_1$  unter Verwendung der Methode der kleinsten Quadrate zu erkennen, wird die Gleichung (4) wie folgt modifiziert, um in Bezug auf den zu erkennenden Parameter die Form einer Primärfunktion einzunehmen. "T" stellt die Transposition einer Matrix dar.

Gleichung (9) gemäß Anhang 1

Gleichung (10) gemäß Anhang 1

**[0062]** In der obigen Gleichung stellt  $\theta$  den zu erkennenden Übertragungsfunktionsparameter dar.

**[0063]** Anschließend ist die Schaltung **16** zur Berechnung eines Vibrationsniveaus mit einem Bandpassfilter **38** versehen, der aus den Radgeschwindigkeitssignalen, die durch die Radgeschwindigkeitssensoren erfasst werden, Radgeschwindigkeitssignale in einem vorbestimmten Bereich herauszieht, welcher Frequenzen beinhaltet, die wenigstens einen Oszillationspunkt oder wenigstens einen Antiresonanzpunkt einschließen, und welcher größer als ein Niederfrequenzbereich ist. Das Bandpassfilter **38** ist mit einer Berechnungsschaltung **40** verbunden, um auf der Grundlage des Radgeschwindigkeitssignals, welches durch das Bandpassfilter **38** herausgezogen wird, einen physikalischen Betrag zu berechnen, der eine Höhe bzw. Stärke von Radvibrationen und bei der gegenwärtigen Ausführungsform ein Vibrationsniveau darstellt.

**[0064]** Anschließend wird die Schaltung **24** zur Erfassung eines Reifenhaftungszustandes erläutert. Gemäß [Fig. 3](#) ist die Schaltung **24** zur Erfassung eines Reifenhaftungszustands mit einer Schaltung **42** zur Erfassung eines Bezugszustands, um einen Bezugszustand zu erfassen, welcher ein Zustand ist, in dem der Haftungs-zustand des Rades in Bezug auf die Fahrbahn hoch ist, mit einer Schaltung **44** zur Speicherung eines Anfangswertes des Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten, um einen Anfangswert des  $\mu$ -Gradienten zu speichern, welcher ein Mittelwert des  $\mu$ -Gradienten in dem Bezugszustand ist, welcher durch die Schaltung **42** erfasst wird, und mit einer Schaltung **46** zum Vergleichen des Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten, um den Anfangswert des  $\mu$ -Gradienten, der in der Schaltung **44** gespeichert ist, mit einem erfassten Wert des  $\mu$ -Gradienten zu vergleichen und einen Wert (ein Haftungs-niveau) auszugeben, welches einen Reifenhaftungszustand darstellt, versehen.

**[0065]** Gemäß [Fig. 4](#) ist die Schaltung **42** zur Erfassung eines Bezugszustandes mit einer UND-Schaltung **52** versehen, in welche Radgeschwindigkeiten der linken und rechten Räder, die durch die Radgeschwindigkeitssensoren **12** erfasst werden, die durch den Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **22** erfasste Fahrzeuggeschwin-



digkeit, das Vibrationsniveau, welches durch die Schaltung **16** zur Berechnung eines Vibrationsniveaus berechnet wird, ein Wischerbetriebszustand, der durch den Wischerbetrieberfassungssensor **20** erfasst wird, und die durch den Temperatursensor **18** erfasste Umgebungstemperatur eingegeben werden. Die UND-Schaltung **52** erfasst, ob das Fahrzeug mit einer konstanten Geschwindigkeit auf einer Fahrbahn mit hohem  $\mu$  in einer geraden Linie fährt, wobei das Vibrationsniveau von der Fahrbahn niedrig ist, und gibt zu einem Schaltkreis **54** ein Signal aus. Der Schaltkreis **54** schaltet um, damit der  $\mu$ -Gradient von der Schaltung **14** zur Berechnung eines Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten eingegeben wird, wenn von der UND-Schaltung **52** ein Signal geliefert wird, und er gibt zu einer Schaltung **56** zur Erfassung einer Fahrbahn mit hohem  $\mu$  eine Ausgabe aus. Die Schaltung **56** zur Erfassung einer Fahrbahn mit hohem  $\mu$  gibt auf der Grundlage einer Ausgabe von dem Schaltkreis **54** einen Merker für eine Fahrbahn mit hohem  $\mu$  aus, welcher einen Bezugszustand anzeigt, der ein Zustand ist, in welchem der Haftungszustand des Rades in Bezug auf die Fahrbahn hoch ist.

**[0066]** Die Schaltung **56** zur Erfassung einer Fahrbahn mit hohem  $\mu$  ist mit einer Vergleichsschaltung **58**, um zu bestimmen, ob die Ausgabe des Schaltkreises **54** (der  $\mu$ -Gradient von der Schaltung **14** zur Berechnung eines Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten) größer als ein Grenzwert  $\alpha$  ist (ein Wert, der nahe an einem maximalen Wert des  $\mu$ -Gradienten liegt, wenn auf einer Fahrbahn mit hohem  $\mu$  gefahren wird, welcher durch ein vorausgehendes Experiment (siehe [Fig. 7](#)) bestimmt ist), mit einer Zählleinrichtung, um zu zählen (zum Erhöhen einer Variablen  $i$  um 1), wie oft der  $\mu$ -Gradient von der Schaltung **14** zur Berechnung eines Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten durch die Vergleichsschaltung **58** derart bestimmt ist, dass er größer als der Grenzwert  $\alpha$  ist, mit einer Taktschaltung **62**, um den Zählwert der Zählleinrichtung **60** zurückzustellen ( $i = 0$ ), wenn der Zählwert für wenigstens einen bestimmten Zeitraum nicht aktualisiert wurde, mit einer Vergleichseinrichtung **64**, um zu bestimmen, ob der Zählwert ( $i$ ) der Zählleinrichtung **60** größer als ein vorbestimmter Wert  $N$  ist, und mit einem Schalter **70** versehen, um umzuschalten, damit ein gespeicherter Merker für eine Fahrbahn mit hohem  $\mu$  zu einer Speichereinrichtung **66** ausgegeben wird, wenn durch die Vergleichseinrichtung **64** bestimmt wurde, dass der Zählwert ( $i$ ) der Zählleinrichtung **60** größer als der vorbestimmte Wert  $N$  ist, und damit ein gespeicherter Merker für eine Fahrbahn mit einem niedrigen  $\mu$  zu einer Speichereinrichtung **68** ausgegeben wird, wenn bestimmt wurde, dass der Zählwert ( $i$ ) nicht größer als der vorbestimmte Wert  $N$  ist. Außerdem wird der gespeicherte Merker für eine Fahrbahn mit hohem  $\mu$  zu der Speichereinrichtung **66** ausgegeben, wenn bestimmt wird, dass der Zählwert ( $i$ ) der Zählleinrichtung **60** größer als der vorbestimmte Wert  $N$  ist, weil es Fälle geben kann, in welchen der  $\mu$ -Gradient aufgrund eines Rauschens oder des Fahrbahnzustandes größer als der Grenzwert wird, obwohl die Fahrbahn keine Fahrbahn mit hohem  $\mu$  ist. Somit wird verhindert, dass der Merker für eine Fahrbahn mit hohem  $\mu$  in diesen Fällen ausgegeben wird.

**[0067]** Gemäß [Fig. 5](#) ist die Schaltung **44** zur Speicherung eines Anfangswertes des Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten mit einer UND-Schaltung **74** versehen, um ein Signal auszugeben, wenn sowohl der Merker für eine Fahrbahn mit hohem  $\mu$  als auch ein Signal von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **22** (ein Fahren wird gestartet) eingegeben werden, das heißt, wenn das Fahrzeug zu fahren beginnt und der Haftungszustand des Rades in Bezug auf die Fahrbahn hoch ist. Die Schaltung **44** zur Speicherung eines Anfangswertes des Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten weist auch eine Schaltung **72** zur Berechnung eines Mittelwertes des  $\mu$ -Gradienten auf, um den  $\mu$ -Gradienten über einen vorbestimmten Zeitraum von dem Zeitpunkt, wenn das Signal von der UND-Schaltung **74** eingegeben wird, zu mitteln, und sie weist auch eine Schaltung **76** zur Speicherung eines Anfangswertes des  $\mu$ -Gradienten auf, um einen Mittelwert des  $\mu$ -Gradienten, welcher durch die Schaltung **72** zur Berechnung eines Mittelwertes des  $\mu$ -Gradienten berechnet wird, als einen Anfangswert  $\mu_l$  des  $\mu$ -Gradienten zu speichern.

**[0068]** Gemäß [Fig. 6](#) ist die Schaltung **46** zum Vergleichen eines Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten mit einer Schaltung **78** zur Berechnung eines Mittelwertes des  $\mu$ -Gradienten versehen, um einen Mittelwert  $\mu_r$  der  $\mu$ -Gradienten, die durch die Schaltung **14** zur Berechnung eines Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten berechnet werden, durch die Methode des gleitenden Mittels zu berechnen. Die Schaltung **46** ist mit einem Schalter **80**, welcher jedesmal auf EIN geschaltet wird, wenn von einem nicht gezeigten Zeitgeber ein Zeitgebersignal eingegeben wird, und mit einer Schaltung **82** zum Vergleichen eines  $\mu$ -Gradienten-Wertes versehen, um ein Verhältnis ( $\mu_r/\mu_l$ ) des Anfangswertes  $\mu_l$  des  $\mu$ -Gradienten mit dem Mittelwert  $\mu_r$  des  $\mu$ -Gradienten zu berechnen und um einen Wert auszugeben, welcher den Reifenhaftungszustand (das Haftungs niveau) darstellt.

**[0069]** Anschließend wird die Betriebsweise der Ausführungsform erläutert. Die Schaltung **30** zur Erfassung einer Sensorabnormität der gegenwärtigen Erfindung erfasst die jeweiligen Abnormitäten des Gierratensensors **26**, des Lenkwinkelsensors **28** und des Querschleunigungssensors **29**, wenn das Haftungs niveau, welches durch die Schaltung **24** zur Erfassung eines Reifenhaftungs zustandes erfasst wird, hoch ist.

**[0070]** Als erstes werden Details hinsichtlich einer Erfassung des Haftungs zustandes durch die Schaltung **24** zur Erfassung eines Reifenhaftungs zustandes erläutert. Am Anfang werden Details hinsichtlich einer Berech-

nung durch die Schaltung **14** zur Berechnung eines Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten und der Schaltung **16** zur Berechnung eines Vibrationsniveaus erläutert.

**[0071]** Bei der Schaltung **34** zur Erkennung einer Übertragungsfunktion werden digitalisierte Daten der erfassten Radgeschwindigkeitsvibrationen  $\Delta\omega_1$  nacheinander in die Gleichung (11) eingesetzt, die Methode der kleinsten Quadrate wird angewandt, der unbekannte Parameter  $\theta$  wird abgeschätzt, und somit ist die Übertragungsfunktion erkannt.

**[0072]** Insbesondere werden die erfassten Radgeschwindigkeitsvibrationen  $\Delta\omega_1$  in digitalisierte Daten  $\Delta\omega(k)$  ( $k = 1, 2, 3, \dots$ ) umgewandelt,  $N$  Punkte dieser Daten werden entnommen und der Parameter  $\theta$  der Übertragungsfunktion wird abgeschätzt, wobei die folgende Gleichung der Methode der kleinsten Quadrate verwendet wird.

Gleichung (11) gemäß Anhang 1

**[0073]** Hier ist ein Betrag, welcher mit einem Symbol " $\wedge$ " gekrönt ist, der abgeschätzte Wert.

**[0074]** Außerdem kann die oben beschriebene Methode der kleinsten Quadrate in der Form einer Methode der kleinsten Quadrate vom Typ aufeinanderfolgende Methode der kleinsten Quadrate (successive type least square method) berechnet werden, um den Parameter  $\theta$  durch die folgenden Rekursionsformeln zu berechnen.

Gleichung (12), (13), (14) gemäß Anhang 1,

**[0075]** worin die Bezeichnung  $p$  einen sogenannten Vergesslichkeitskoeffizienten (oblivion coefficient) darstellt und normalerweise auf einen Wert von 0,95 bis 0,99 eingestellt ist. In diesem Fall kann der Anfangswert wie folgt gebildet werden.

Gleichung (B) gemäß Anhang 1

**[0076]** Außerdem können als Methoden zur Verringerung von Schätzfehlern der oben beschriebenen Methode der kleinsten Quadrate verschiedene modifizierte Methoden der kleinsten Quadrate verwendet werden. Für die gegenwärtige Ausführungsform wird ein Beispiel erläutert, wobei die Hilfsvariablenmethode verwendet wird, welche eine Methode der kleinsten Quadrate ist, die eine Hilfsvariable einführt. Bei dieser Methode wird in einem Abschnitt, in welchem das Verhältnis von Gleichung (9) geschaffen wird, mit  $m(k)$  als Hilfsvariable der Parameter der Übertragungsfunktion unter Verwendung der folgenden Gleichung abgeschätzt.

Gleichung (15) gemäß Anhang 1

**[0077]** Außerdem sind darauf folgende Berechnungen wie folgt.

Gleichungen (16), (17), (18) gemäß Anhang 1

**[0078]** Das Prinzip der Hilfsvariablenmethode ist wie folgt. Wenn Gleichung (15) in Gleichung (16) eingesetzt wird, wird die folgende Gleichung erzielt.

Gleichung (19) gemäß Anhang 1

**[0079]** Wenn die Hilfsvariable derart ausgewählt ist, dass der zweite Term der rechten Seite von Gleichung (19) null wird, stimmt daher der abgeschätzte Wert von  $\theta$  mit einem wahren Wert von  $\theta$  überein. Daher wird gemäß der gegenwärtigen Ausführungsform  $\xi(k) = [-\xi y_1(k) - \xi y_2(k)]T$ , welche derart verzögert wird, dass sie mit einem Gleichungsfehler  $r(k)$  nicht in Wechselbeziehung steht, als die Hilfsvariable verwendet. Das heißt, es wird die folgende Gleichung erzielt.

**[0080]** Gleichung (20) gemäß Anhang 1, worin die Bezeichnung  $L$  eine Verzögerungszeit darstellt.

**[0081]** Nachdem die Übertragungsfunktion gemäß obiger Beschreibung erkannt ist, wird ein physikalischer Betrag, welcher sich auf den Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten  $D_0$  bezieht, in der Berechnungsschaltung **36** wie folgt berechnet.

## Gleichung (21) gemäß Anhang 1

**[0082]** Der physikalische Betrag, welcher sich auf den Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten  $D_0$  bezieht, wird durch die Gleichung (21) berechnet. Dann kann, wenn beispielsweise der physikalische Betrag gering ist, leicht bestimmt werden, dass sich die Reibungscharakteristik zwischen dem Reifen und der Fahrbahn in einem befriedigten Zustand befindet.

**[0083]** Wenn das erfasste Radgeschwindigkeitssignal in Bezug auf eine Frequenz durch die Radgeschwindigkeitssensoren **12** erfasst ist, wie es in [Fig. 8](#) gezeigt ist, gibt es zwei Resonanzpunkte und einen Antiresonanzpunkt. Von den zwei Resonanzpunkten ist der Resonanzpunkt auf der Niederfrequenzseite ein vorderer und ein hinterer Resonanzpunkt, in Abhängigkeit von der Reifenträgheit, und seine Frequenz beträgt  $f_1$  (15 bis 20 Hz). Der Resonanzpunkt auf der Hochfrequenzseite ist in Abhängigkeit von dem pneumatischen Reifendruck und der Reifengummielastizität ein veränderlicher bzw. verdrehbarer Resonanzpunkt, und seine Frequenz beträgt  $f_3$  (35 bis 40 Hz). Außerdem hat das Radgeschwindigkeitssignal einen Antiresonanzpunkt, welcher in Bezug auf verschiedene Signale ein toter Bereich ist, und seine Frequenz beträgt  $f_2$  (20 bis 25 Hz). Das Bandpassfilter **38** gemäß der gegenwärtigen Ausführungsform zieht von dem Radgeschwindigkeitssignal, welches durch die Radgeschwindigkeitssensoren **12** erfasst wird, das Radgeschwindigkeitssignal in einem vorbestimmten Bereich  $\Delta f$  heraus, welcher den veränderlichen Resonanzpunkt (die Frequenz  $f_3$ ) aufweist. Außerdem kann das Bandpassfilter **38** ein Radgeschwindigkeitssignal herausziehen, welches einen vorbestimmten Bereich  $\Delta f$  hat, der eher den vorderen und hinteren Resonanzpunkt oder den Antiresonanzpunkt als den veränderlichen Resonanzpunkt aufweist. Die Berechnungsschaltung **40** berechnet aus der folgenden Gleichung ein Vibrationsniveau  $G(N)$  des Radgeschwindigkeitssignals. Außerdem wird die Ausgabe des Bandpassfilters **38** durch die Bezeichnung  $\omega(k)$  dargestellt.

## Gleichung (C) gemäß Anhang 1

**[0084]** Ferner berechnet in der Praxis die Berechnungsschaltung **40** die folgende Rekursionsformel zu jeder Berechnungszeit nacheinander.

## Gleichung (D) gemäß Anhang 1

**[0085]** Das Vibrationsniveau wird durch die Berechnungsschaltung **40** auf diese Art und Weise berechnet, weil der Fahrbahn- $\mu$ -Gradient nicht geeignet abgeschätzt werden kann, wenn über eine Erhöhung oder ähnliches gefahren wird.

**[0086]** Wenn in der Zwischenzeit das Vibrationsniveau und der abgeschätzte Wert des Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten, welche auf diese Art und Weise geliefert werden, für eine Asphaltfahrbahn und für eine Fahrbahn mit niedrigem  $\mu$  aufgezeichnet werden, zeigt sich, dass sich die Asphaltfahrbahn und die Fahrbahn mit niedrigem  $\mu$  deutlich voneinander unterscheiden, und sogar wenn das Fahrzeug über eine Erhebung auf der Asphaltfahrbahn fährt, wird erkannt, dass dieses Fahren sich von einem Bereich in einer Fahrbahn mit niedrigem  $\mu$  deutlich unterscheidet. Wenn die Erfinder ein Verhältnis zwischen dem Vibrationsniveau und dem Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten für jeweilige verschiedene Fahrbahnzustände hinsichtlich der oben beschriebenen Tatsachen berechneten, wie es in [Fig. 10](#) gezeigt ist, ist aus einem Versuch zu sehen, dass sich das Vibrationsniveau und der abgeschätzte Wert des Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten für jeweilige Fahrbahnzustände, wie zum Beispiel einer Fahrbahn mit geringem  $\mu$ , einer Asphaltfahrbahn, einer gepflasterten Fahrbahn, einer Fahrbahn mit zusammengesetztem Schnee, einer Schotterfahrbahn und einer Fahrbahn ohne Belag, deutlich unterscheiden. Das heißt, dass beispielsweise der abgeschätzte Wert des Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten bei der Fahrbahn mit zusammengesetztem Schnee mit einem mehr oder weniger geringeren Wert geliefert wird als bei der Fahrbahn mit hohem  $\mu$  (einer Asphaltfahrbahn, einer gepflasterten Fahrbahn) und Bereiche haben in den Vibrationsniveaus Unterschiede. Die Schotterfahrbahn liegt zwar in einem Bereich, welcher ein höheres Vibrationsniveau hat, aber der abgeschätzte Wert des Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten ist geringer als der der Fahrbahn mit hohem  $\mu$ .

**[0087]** Hier werden in die UND-Schaltung **52** von der Schaltung **42** zur Erfassung eines Bezugszustandes die Radgeschwindigkeiten der linken und rechten Räder, welche durch die Radgeschwindigkeitssensoren **12** erfasst werden, die Fahrzeuggeschwindigkeit, welche durch den Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **22** erfasst wird, das Vibrationsniveau, welches durch die Schaltung **16** zur Berechnung eines Vibrationsniveaus berechnet wird, der Wischerbetriebszustand, welcher durch den Wischerbetriebsfassungssensor erfasst wird, und die Umgebungstemperatur, welche durch den Temperatursensor **18** erfasst wird, eingegeben.

**[0088]** Das heißt, es kann von den Radgeschwindigkeitssensoren **12** bestimmt werden, ob das Fahrzeug in

einer geraden Linie fährt, wobei die Radgeschwindigkeiten der linken und rechten Räder verglichen werden. Von der durch den Fahrzeuggeschwindigkeitssensor erfassten Fahrzeuggeschwindigkeit kann bestimmt werden, ob das Fahrzeug mit einer konstanten Geschwindigkeit gefahren wird. Von dem Wischerbetriebszustand, welcher durch den Wischerbetriebserfassungssensor **20** erfasst wird, kann angenommen werden, dass es nicht regnet, wenn der Wischer nicht in Betrieb ist, das heißt, dass die Fahrbahn eine trockene Fahrbahn ist. Außerdem kann von der Umgebungstemperatur, welche durch den Temperatursensor **18** erfasst wird, bestimmt werden, ob die Fahrbahn gefroren ist. Ferner kann von dem Vibrationsniveau, welches durch die Schaltung **16** zur Berechnung eines Vibrationsniveaus berechnet wird, und durch die Umgebungstemperatur, welche durch den Temperatursensor **18** erfasst wird, von dem in [Fig. 10](#) gezeigten Verhältnis dann, wenn das Vibrationsniveau gering (beispielsweise 0,01) und die Fahrbahn nicht gefroren sind, bestimmt werden, dass das Fahrzeug auf einer Asphaltfahrbahn (einer Fahrbahn mit hohem  $\mu$ ) gefahren wird. Darüber hinaus gibt die UND-Schaltung **52** das Signal aus, wenn erfasst wird, dass das Fahrzeug geradlinig mit einer konstanten Geschwindigkeit auf einer Fahrbahn mit geringem  $\mu$ , welche ein niedriges Vibrationsniveau hat, gefahren wird.

**[0089]** Der Schaltkreis **54** schaltet seine Ausgabe zu dem  $\mu$ -Gradienten von der Schaltung **14** zur Berechnung eines Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten um, wenn das Signal von der UND-Schaltung **52** ausgegeben wird. Die Vergleichseinrichtung **58** bestimmt, ob die Ausgabe von dem Schaltkreis **54** (der  $\mu$ -Gradient von der Schaltung **14** zur Berechnung eines Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten) größer als der Grenzwert  $\alpha$  ist. Die Zähleinrichtung **60** zählt (erhöht die Variable  $i$  um 1), wie oft durch die Vergleichsschaltung **58** bestimmt wurde, dass der  $\mu$ -Gradient von der Schaltung **14** zur Berechnung eines Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten größer als der Grenzwert  $\alpha$  ist. Wenn der Zählwert für einen bestimmten Zeitraum oder länger nicht aktualisiert wird, wird außerdem der Zählwert der Zähleinrichtung **60** durch ein Signal von der Taktschaltung **62** zurückgestellt ( $i = 0$ ). Die Vergleichseinrichtung **64** bestimmt, ob der Zählwert ( $i$ ) der Zähleinrichtung **60** größer als der vorbestimmte Wert  $N$  ist. Der Schalter **70** gibt den gespeicherten Merker für eine Fahrbahn mit hohem  $\mu$  zu der Speichereinrichtung **66** aus, wenn durch die Vergleichseinrichtung **64** bestimmt wird, dass der Zählwert ( $i$ ) der Zähleinrichtung **60** größer als der vorbestimmte Wert  $N$  ist. Außerdem wird zu der Speichereinrichtung **66** der gespeicherte Merker für eine Fahrbahn mit hohem  $\mu$  ausgegeben, wenn der Zählwert ( $i$ ) der Zähleinrichtung **60** größer als der vorbestimmte Wert  $N$  ist, und demgemäß kann sogar in einem Fall, in welchem der  $\mu$ -Gradient aufgrund eines Rauschens oder eines Fahrbahnzustandes größer als der Grenzwert wird, sogar wenn die Fahrbahn keine Fahrbahn mit einem hohen  $\mu$  ist, verhindert werden, dass der Merker für eine Fahrbahn mit hohem  $\mu$  ausgegeben wird.

**[0090]** Die UND-Schaltung **74** der Schaltung **44** zur Speicherung eines Anfangswertes des Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten gibt ein Signal aus, wenn der Merker für eine Fahrbahn mit hohem  $\mu$  und ein Signal (Start der Fahrt) von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **22** eingegeben werden, das heißt, wenn das Fahrzeug zu fahren beginnt und der Haftungszustand des Rades in Bezug auf die Fahrbahn hoch ist. Die Schaltung **72** zur Berechnung eines Mittelwertes des  $\mu$ -Gradienten mittelt  $\mu$ -Gradienten über einen vorbestimmten Zeitraum, von dem an das Signal von der UND-Schaltung **74** eingegeben wird. Außerdem speichert die Schaltung **76** zur Speicherung eines Anfangswertes des  $\mu$ -Gradienten den Mittelwert des  $\mu$ -Gradienten, welcher durch die Schaltung **72** zur Berechnung eines Mittelwertes des  $\mu$ -Gradienten berechnet wird, als den Anfangswert  $\mu_l$  des  $\mu$ -Gradienten.

**[0091]** In der Zwischenzeit berechnet die Schaltung **78** zur Berechnung eines Mittelwertes des  $\mu$ -Gradienten der Schaltung **46** zum Vergleichen eines Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten den Mittelwert  $\mu_r$  der  $\mu$ -Gradienten, welche durch die Schaltung **14** zur Berechnung eines Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten durch eine Methode des gleitenden Mittels berechnet wurden. Wenn ein Zeitgebersignal eingegeben wird, wird darüber hinaus der Schalter **80** auf EIN geschaltet, und der Mittelwert  $\mu_r$  des  $\mu$ -Gradienten, welcher durch die Schaltung **78** zur Berechnung eines Mittelwertes des  $\mu$ -Gradienten berechnet wurde, wird in die Schaltung **82** zum Vergleichen eines  $\mu$ -Gradienten-Wertes eingegeben, das Verhältnis ( $\mu_r/\mu_l$ ) des Anfangswertes  $\mu_l$  des  $\mu$ -Gradienten zu dem Durchschnittswert  $\mu_r$  des  $\mu$ -Gradienten wird berechnet und ein Wert (ein Haftungs niveau), welcher den Reifenhaftungs zustand darstellt, wird ausgegeben.

**[0092]** Als nächstes werden bestimmte Betriebsweisen der Schaltung **30** zur Erfassung einer Sensorabnormalität gemäß der gegenwärtigen Ausführungsform unter Bezugnahme auf das in [Fig. 11](#) gezeigte Flussdiagramm erläutert.

**[0093]** Als erstes werden in Schritt **100** die Radgeschwindigkeitssignale, welche von den Radgeschwindigkeitssensoren **12** ausgegeben werden, das Gierratensignal, welches die Gierrate anzeigt, die von dem Gierratensensor **26** ausgegeben wird, das Lenkwinkelsignal, welches den Lenkwinkel des Lenkrades anzeigt und von dem Lenkwinkelsensor **28** ausgegeben wird, und das Querbeschleunigungssignal, welches die Querbeschleunigung anzeigt und von dem Querbeschleunigungssensor **29** ausgegeben wird, eingegeben. Somit

kann die Schaltung **30** zur Erfassung einer Sensorabnormität mit den Radgeschwindigkeiten, einem Wert der Gierrate (der im folgenden als "Gierratensensorwert YR" bezeichnet wird), einem Wert des Lenkwinkels des Lenkrades (der im folgenden als "Lenkwinkelsensorwert D" bezeichnet wird) und einem Wert der Querschleunigung (der im folgenden als "Quer-G-Sensorwert Gy" bezeichnet wird) versorgt werden.

**[0094]** Anschließend wird in Schritt **102** auf der Grundlage des von Schritt **100** gelieferten Radgeschwindigkeitssignales bestimmt, ob sich der Radgeschwindigkeitssensor **12** in einem normalen Zustand befindet. Wenn der Zustand normal ist (bei einer positiven Bestimmung), fährt der Ablauf mit Schritt **106** fort. Wenn der Zustand anormal ist (bei einer negativen Bestimmung), fährt der Ablauf mit Schritt **104** fort und der Ablauf kehrt zu Schritt **100** zurück, nachdem Informationen, welche anzeigen, dass sich der Radgeschwindigkeitssensor **12** in einem anormalen Zustand befindet, in einer nicht gezeigten Speichervorrichtung gespeichert sind, welche an der Schaltung **30** zur Erfassung einer Sensorabnormität vorgesehen ist. Hier kann in dem oben beschriebenen Schritt **102** bestimmt werden, dass sich der Radgeschwindigkeitssensor **12** in einem anormalen Zustand befindet, wenn eine Beschleunigung, welche von den Radgeschwindigkeitssignalen berechnet wird, die von dem Radgeschwindigkeitssensor **12** eingegeben werden, eine Beschleunigung ist, welche tatsächlich nicht zur Verfügung gestellt werden kann, oder wenn das Radgeschwindigkeitssignal auf einem konstanten Wert unverändert bleibt.

**[0095]** In dem nächsten Schritt **106** wird dadurch, dass das Haftungsniveau von jedem der vier Räder, welches von der Schaltung **24** zur Erfassung eines Reifenhaftungszustandes eingegeben wird, mit einem vorbestimmten Grenzwert verglichen wird, bestimmt, ob drei oder mehr Räder einschließlich eines un gelenkten Rades Haftung haben. Hier bei der gegenwärtigen Ausführungsform wird für den Grenzwert ein Wert verwendet, welcher durch ein Experiment im voraus erzeugt wird und welcher ein Grenzwert zwischen dem Haftungszustand und einem Rutschzustand ist. Außerdem ist hier bei der Bestimmung, ob der Haftungszustand herbeigeführt ist, das un gelenkte Rad mit eingeschlossen, weil in dieser ersten Ausführungsform die Gierrate in Schritt **112** auf der Grundlage von Daten, die nicht das Ausgangssignal von dem Gierratensensor sind, abgeleitet wird, wie es später beschrieben wird, und in diesem Fall kann, wenn das un gelenkte Rad Haftung hat, die Gierrate äußerst genau abgeleitet werden. Außerdem wird bestimmt, ob drei oder mehr Räder Haftung haben, weil in dem Fall von zwei oder weniger Rädern nicht bestimmt werden kann, ob die Räder wirklich Haftung haben oder nicht. Das heißt, es gibt beispielsweise Fälle, wo zwei Hinterräder Haftung haben, aber zwei Vorderräder keine Haftung haben.

**[0096]** Wenn bestimmt wird, dass drei oder mehr Räder einschließlich eines un gelenkten Rades keine Haftung haben (bei einer negativen Bestimmung), wird angenommen, dass die Genauigkeit zur Abnormitätsbestimmung der Sensoren (dem Gierratensensor **26**, dem Lenkwinkelsensor **28** und dem Querschleunigungssensor **29**), welche Gegenstände der Abnormitätserfassung durch die Schaltung **30** zur Erfassung einer Sensorabnormität sind, gering ist, und es wird angenommen, dass sich die Fahrzeugkarosserie in einem instabilen Zustand befindet und die VSC-Regelung notwendig ist. Dann wird die existierende (gegenwärtige) VSC-Regelung durchgeführt und der Ablauf kehrt zu Schritt **100** zurück. Bei der herkömmlichen VSC-Regelung wird vor der Ist-VSC-Regelung eine einfache Abnormitätsbestimmung der verschiedenen Sensoren durchgeführt, und die VSC-Regelung wird auf der Grundlage der Ergebnisse aus dieser Bestimmung durchgeführt.

**[0097]** Wenn in der Zwischenzeit in Schritt **106** bestimmt wird, dass drei oder mehr Räder, einschließlich eines un gelenkten Rades, Haftung haben (bei einer positiven Bestimmung), wird angenommen, dass die Genauigkeit einer Abnormitätserfassung der Sensoren, die Gegenstände der Abnormitätserfassung sind, hoch ist, es wird angenommen, dass sich die Fahrzeugkarosserie in einem stabilen Zustand befindet, und dass die VSC-Regelung nicht notwendig ist. Der Ablauf fährt mit Schritt **110** fort, wo ein Zustand eingestellt wird, in welchem die VSC-Regelung nicht ausgeführt wird. Anschließend fährt der Ablauf mit Schritt **112** fort und dann wird der Abnormitätserfassungsvorgang der Sensoren, welche Gegenstände der Abnormitätserfassung sind, durchgeführt.

**[0098]** Außerdem wird bei dem folgenden Abnormitätserfassungsvorgang eine Abnormitätserfassung der verschiedenen Sensoren auf der Grundlage der folgenden drei Gleichungen (22) bis (24) durchgeführt.

**[0099]** Gleichungen (22), (23), (24) gemäß Anhang 1, worin V eine Fahrzeuggeschwindigkeit, welche von der Radgeschwindigkeit berechnet wird, Gy ein Quer-G-Sensorwert, YR ein Gierratensensorwert,  $\theta_2$  ein Ist-Lenkwinkel (welcher durch Dividieren eines Lenkwinkels, der von dem Lenkwinkelsensorwert D abgeleitet ist, durch ein Lenkwinkelübersetzungsverhältnis erzielt wird), Kh ein Stabilitätsfaktor, h eine Radbasis und r ein Kurvenradius der Fahrzeugkarosserie (welcher aus einer Differenz zwischen linken und rechten Radgeschwindigkeiten berechnet wird) sind. Der Kurvenradi-

us r wird durch die folgende Gleichung (25) berechnet, wie es in [Fig. 12](#) gezeigt ist.

**[0100]** Gleichung (25) gemäß Anhang 1, worin  $V_{in}$  eine Fahrzeuggeschwindigkeit eines ungelenkten Rades an einer Kurveninnenseite,  $V_{au}$  eine Fahrzeuggeschwindigkeit eines ungelenkten Rades an einer Kurvenaußenseite,  $d$  eine Spurweite und  $\beta$  ein Fahrzeugkarosserierutschwinkel einer Achse eines ungelenkten Rades sind. Außerdem wird eine Modifikation in Gleichung (25) auf der Grundlage von  $\cos \omega \approx 1$  durchgeführt.

**[0101]** Als erstes wird in Schritt **112** unter Verwendung der Gleichung (22) bestimmt, ob ein Absolutwert einer Differenz zwischen dem Gierratensensorwert  $YR$  und einem Wert der Gierrate, welcher auf der Grundlage des Kurvenradius  $r(V/r)$  berechnet wurde, gleich oder geringer als ein im voraus bestimmter Grenzwert  $TH\_1$  ist. Wenn dieser Absolutwert gleich oder geringer als der Grenzwert  $TH\_1$  ist (bei einer positiven Bestimmung), wird der Gierratensensor **26** so gesehen, dass er sich in einem normalen Zustand befindet, und der Ablauf fährt mit Schritt **116** fort. Wenn der Absolutwert ungleich oder geringer als der Grenzwert  $TH\_1$  ist (bei einer negativen Bestimmung), wird der Gierratensensor so gesehen, dass er sich in einem anormalen Zustand befindet, der Ablauf fährt dann mit Schritt **114** fort und kehrt zu Schritt **100** zurück, nachdem die Informationen, welche anzeigen, dass sich der Gierratensensor **26** in einem anormalen Zustand befindet, in der nicht dargestellten Speichervorrichtung gespeichert sind. Hier wurde dem Grenzwert  $TH\_1$  ein Wert zugeordnet, welcher durch ein Experiment im voraus als ein Wert berechnet wurde, in welchem dann, wenn der Absolutwert der Differenz zwischen dem Gierratensensorwert  $YR$  und dem berechneten Gierratenwert gleich oder geringer als dieser Wert ist, der Gierratensensor **26** so gesehen werden kann, dass er sich in einem normalen Zustand befindet, sogar wenn ein Herstellungsfehler bzw. eine Fertigungstoleranz berücksichtigt wurde.

**[0102]** In Schritt **116** wird unter Verwendung der Gleichung (23) bestimmt, ob der Absolutwert einer Differenz zwischen dem Quer-G-Sensorwert  $G_y$  und einem Wert einer Querbeschleunigung, welcher auf der Grundlage eines Kurvenradius  $r(V^2/r)$  berechnet wurde, gleich oder geringer als ein Grenzwert  $TH\_2$  ist. Wenn dieser Absolutwert gleich oder geringer als der Grenzwert  $TH\_2$  ist (bei einer positiven Bestimmung), wird der Querbeschleunigungssensor **19** so gesehen, dass er sich in einem normalen Zustand befindet, und der Ablauf fährt mit Schritt **126** fort. Wenn der Absolutwert nicht gleich oder geringer als der Grenzwert  $TH\_2$  ist (bei einer negativen Bestimmung), wird angenommen, dass sich entweder der Querbeschleunigungssensor **29** in einem anormalen Zustand befindet oder ein vergleichsweise hoher Quergradient vorhanden ist, und der Ablauf fährt mit Schritt **118** fort. Hier wurde dem Grenzwert  $TH\_2$  ein Wert zugeordnet, welcher durch ein Experiment als ein Wert im voraus berechnet wurde, in welchem dann, wenn der Absolutwert der Differenz zwischen dem Quer-G-Sensorwert  $G_y$  und dem berechneten Wert der Querbeschleunigung gleich oder geringer als dieser Wert ist, der Querbeschleunigungssensor **29** so gesehen werden kann, dass er sich in einem normalen Zustand befindet, sogar wenn ein Herstellungsfehler berücksichtigt wurde.

**[0103]** In Schritt **118** wird bestimmt, ob ein Absolutwert einer Differenz zwischen dem Quer-G-Sensorwert  $G_y$  und einer Querbeschleunigung  $G_{ys}$ , welche auf der Grundlage eines Fahrzeugkarosserierutschwinkels berechnet wurde, der durch eine dargestellte Rutschwinkelmesseinrichtung gemessen wurde, gleich oder geringer als ein im voraus bestimmter Grenzwert  $TH\_4$  ist. Hier wurde dem Grenzwert  $TH\_4$  ein Wert zugeordnet, welcher im voraus durch ein Experiment als ein Wert berechnet wurde, in welchem dann, wenn der Absolutwert der Differenz zwischen dem Quer-G-Sensorwert  $G_y$  und der Querbeschleunigung  $G_{ys}$  gleich oder geringer als dieser Wert ist, der Querbeschleunigungssensor **29** so gesehen werden kann, dass er sich in einem normalen Zustand befindet, sogar nachdem ein Herstellungsfehler berücksichtigt wurde.

**[0104]** Hier wird die Querbeschleunigung  $G_{ys}$  auf der Grundlage des Fahrzeugkarosserierutschwinkels aus dem folgenden Grund berechnet.

**[0105]** Das Kurvenfahrvermögen ist in dem Haftungszustand konstant und die Seitenkraft kann aus dem Fahrzeugkarosserierutschwinkel abgeschätzt werden. Hier ist die Seitenkraft zur Querbeschleunigung proportional. Daher kann in dem Haftungszustand die Querbeschleunigung aus dem Fahrzeugkarosserierutschwinkel abgeschätzt werden.

**[0106]** Wenn in Schritt **118** bestimmt wird, dass der Absolutwert der Differenz zwischen dem Quer-G-Sensorwert  $G_y$  und der Querbeschleunigung  $G_{ys}$  gleich oder geringer als der Grenzwert  $TH\_4$  ist (bei einer positiven Bestimmung), wird angenommen, dass sich der Querbeschleunigungssensor **29** in einem normalen Zustand befindet und dass der Quergradient groß ist, und der Ablauf fährt mit Schritt **120** fort. Anschließend wird, nachdem Informationen, welche anzeigen, dass ein großer Quergradient vorhanden ist, in der nicht gezeigten Speichervorrichtung gespeichert sind, in Schritt **122** der Quergradient  $\theta_3$  durch die folgende Gleichung (26) berech-

net und in der nicht gezeigten Speichervorrichtung gespeichert. Der Ablauf kehrt dann zu Schritt **100** zurück.

**[0107]** Gleichung (26) gemäß Anhang 1, worin die Bezeichnung  $g$  eine Last darstellt. Außerdem kann der hier gespeicherte Quergradient  $\theta_3$  verwendet werden, um einen fälschlichen Betrieb in dem Fall zu verhindern, in dem die VSC-Regelung durchgeführt wird. Das heißt, beispielsweise in einem Zustand, in welchem bestimmt ist, dass sich der Querbeschleunigungssensor **29** in einem anomalen Zustand befindet, sind denkbare Zustände ein Zustand, in welchem sich der Querbeschleunigungssensor **29** tatsächlich in einem anomalen Zustand befindet, und ein Zustand, in welchem fälschlicherweise bestimmt wird, dass sich der Querbeschleunigungssensor in einem anomalen Zustand befindet, weil der Quergradient groß ist. Daher kann dann, wenn der Quergradient  $\theta_3$  ein großer Wert ist, sich der Querbeschleunigungssensor **29** in einem normalen Zustand befinden und die VSC-Regelung kann in dieser Hinsicht durchgeführt werden.

**[0108]** Wenn in Schritt **118** bestimmt wird, dass der Absolutwert der Differenz zwischen dem Quer-G-Sensorwert  $G_y$  und der Querbeschleunigung  $G_{ys}$  ungleich oder geringer als der Grenzwert  $TH\_4$  ist (bei einer negativen Bestimmung), wird der Querbeschleunigungssensor **29** so gesehen, dass er sich in einem anomalen Zustand befindet. Der Ablauf fährt dann mit Schritt **124** fort, Informationen, welche anzeigen, dass sich der Querbeschleunigungssensor **29** in einem anomalen Zustand befindet, werden in der Speichervorrichtung gespeichert, und der Ablauf kehrt anschließend zu Schritt **100** zurück.

**[0109]** Zwischenzeitlich wird in Schritt **126** unter Verwendung der Gleichung (24) bestimmt, ob ein Absolutwert einer Differenz zwischen dem Gierratensensorwert  $YR$  und einem Wert der Gierrate, welcher auf der Grundlage des Quer-G-Sensorwerts  $G_y$  und dem Ist-Lenkwinkel  $\theta_2$  ( $\theta_2 \cdot V/h - G_y \cdot Kh \cdot V$ ) berechnet wurde, gleich oder geringer als ein im voraus bestimmter Grenzwert  $TH\_3$  ist. Wenn dieser Absolutwert gleich oder geringer als der Grenzwert  $TH\_3$  ist (bei einer positiven Bestimmung), wird der Lenkwinkelsensor **28** so gesehen, dass er sich in einem normalen Zustand befindet, und der Ablauf fährt mit Schritt **130** fort. Wenn der Absolutwert nicht gleich oder kleiner als der Grenzwert  $TH\_3$  ist (bei einer negativen Bestimmung), wird der Lenkwinkelsensor **28** so gesehen, dass er sich in einem anomalen Zustand befindet, und der Ablauf fährt mit Schritt **128** fort. Hier wurde dem Grenzwert  $TH\_3$  ein Wert zugeordnet, welcher durch ein Experiment als ein Wert im voraus berechnet wurde, in welchem dann, wenn der Absolutwert der Differenz zwischen dem Gierratensensorwert  $YR$  und dem oben beschriebenen berechneten Wert der Gierrate gleich oder geringer als dieser Wert ist, der Lenkwinkelsensor **28** so gesehen wird, dass er sich in einem normalen Zustand befindet, sogar wenn ein Herstellungsfehler berücksichtigt wurde.

**[0110]** In Schritt **128** werden Informationen, welche anzeigen, dass sich der Lenkwinkelsensor **28** in einem anomalen Zustand befindet, in der nicht dargestellten Speichervorrichtung gespeichert, und der Ablauf kehrt zu Schritt **100** zurück. In Schritt **130** werden Informationen, welche anzeigen, dass sich alle Sensoren, das heißt, der Gierratensensor **26**, der Lenkwinkelsensor **28** und der Querbeschleunigungssensor **29**, in einem normalen Zustand befinden, in der nicht dargestellten Speichervorrichtung gespeichert, und der Ablauf kehrt zu Schritt **100** zurück.

**[0111]** Der Vorgang in Schritt **106** entspricht einer Unterbindungseinrichtung der gegenwärtigen Erfindung, und der Vorgang von Schritt **112** bis Schritt **130** entspricht einer Abnormitätserfassungseinrichtung der gegenwärtigen Erfindung.

**[0112]** Wie im Detail erläutert worden ist, wird mit der Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß der ersten Ausführungsform dann, wenn der Haftungsgrad des Rades in Bezug auf die Fahrbahn niedrig ist, eine Abnormitätserfassung der Sensoren, welche Gegenstände der Abnormitätserfassung sind, unterbunden, und daher kann eine fälschliche Erfassung einer Abnormität der Sensoren präventiv verhindert werden.

**[0113]** Außerdem können im dem Fall der Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß der ersten Ausführungsform Abnormitäten des Querbeschleunigungssensors, des Gierratensensors und des Lenkwinkelsensors genau erfasst werden, und demgemäß kann die Steuerung bzw. Regelung in dem Falle äußerst genau gemacht werden, in welchem die Vorrichtung dafür verwendet wird, um ein Querrutschen eines Fahrzeugs mit dem Querbeschleunigungssensor, dem Gierratensensor und dem Lenkwinkelsensor für ein VSC-System zu erfassen.

**[0114]** Gemäß der ersten Ausführungsform wurde die Ausführungsform für einen Fall erklärt, in welchem der Quergradient im voraus nicht abgeschätzt werden kann. Für eine zweite Ausführungsform wird jedoch ein Modus in einem Fall erklärt, in welchem der Quergradient im voraus abgeschätzt werden kann. Außerdem sind der Aufbau einer Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß der zweiten Ausführungsform und ihre Betriebsweisen, mit Ausnahme der Schaltung **30** zur Erfassung einer Sensorabnormität, die gleichen wie bei der ersten Ausführungsform, und demgemäß werden hier ihre Erklärungen weggelassen.

**[0115]** Es wird eine bestimmte Betriebsweise der Schaltung **30** zur Erfassung einer Sensorabnormität gemäß der zweiten Ausführungsform unter Bezugnahme auf das in **Fig. 13** gezeigte Flussdiagramm erläutert.

**[0116]** Als erstes werden in Schritt **200** die Radgeschwindigkeitssignale, welche von den Radgeschwindigkeitssensoren **12** ausgegeben werden, das Gierratensignal, welches die Gierrate anzeigt und von dem Gierratensensor **26** ausgegeben wird, das Lenkwinkelsignal, welches den Lenkwinkel des Lenkrades anzeigt und von dem Lenkwinkelsensor **28** ausgegeben wird, und das Quereschleunigungssignal, welches die Quereschleunigung anzeigt und von dem Quereschleunigungssensor **29** ausgegeben wird, eingegeben. Somit kann die Schaltung **30** zur Erfassung einer Sensorabnormität mit den Radgeschwindigkeiten, dem Gierratensensorwert YR, dem Lenkwinkelsensorwert D und dem Quer-G-Sensorwert Gy versehen werden.

**[0117]** Im nächsten Schritt **202** wird auf der Grundlage des Radgeschwindigkeitssignals, welches von Schritt **200** geliefert wird, bestimmt, ob sich der Radgeschwindigkeitssensor **12** in einem normalen Zustand befindet. In dem Falle eines normalen Zustands (bei einer positiven Bestimmung) fährt der Ablauf mit Schritt **206** fort. In dem Falle eines anormalen Zustandes (bei einer negativen Bestimmung) fährt der Ablauf mit Schritt **204** fort, Informationen, welche anzeigen, dass sich der Radgeschwindigkeitssensor **12** in einem anormalen Zustand befindet, werden in einer nicht dargestellten Speichervorrichtung gespeichert, welche an der Schaltung **30** zur Erfassung einer Sensorabnormität vorgesehen ist, und der Ablauf kehrt anschließend zu Schritt **200** zurück. Hier in Schritt **200** kann ähnlich wie in der ersten Ausführungsform bestimmt werden, dass sich der Radgeschwindigkeitssensor **12** in einem anormalen Zustand befindet, wenn die Beschleunigung, welche auf der Grundlage des Radgeschwindigkeitssignals berechnet wird, das von dem Radgeschwindigkeitssensor **12** eingegeben wird, eine Beschleunigung ist, welche tatsächlich nicht erzeugt werden kann, oder wenn das Radgeschwindigkeitssignal auf einem konstanten Wert unverändert bleibt.

**[0118]** In Schritt **206** wird dadurch, dass das Haftungsniveau von jedem der vier Räder, welches von der Schaltung **24** zur Erfassung eines Reifenhaftungszustandes eingegeben wird, mit einem im voraus bestimmten Grenzwert verglichen wird, bestimmt, ob wenigstens zwei Räder an diagonal entgegengesetzten Positionen Haftung haben. Hier wurde dem Grenzwert in der Ausführungsform ein Wert zugeteilt, der im voraus in einem Experiment derart berechnet wurde, dass er ein Grenzwert zwischen dem Haftungszustand und dem Rutschzustand ist. Außerdem wird hier der Gegenstand der Bestimmung, ob der Haftungszustand herbeigeführt ist, durch die zwei Räder an diagonal entgegengesetzten Positionen gebildet, weil dadurch ein ungelenktes Rad in dem Gegenstand und ein Vorderrad und ein Hinterrad enthalten sein können. Somit kann die Gierrate auf der Grundlage von Signalen abgeleitet werden, die nicht das Ausgangssignal von dem Gierratensensor **26** sind, und die genaue Bestimmung der Haftungszustände kann verbessert werden.

**[0119]** Wenn bestimmt ist, dass wenigstens zwei Räder an diagonal entgegengesetzten Positionen keine Haftung haben (bei einer negativen Bestimmung), wird angenommen, dass die Genauigkeit einer Abnormitätsbestimmung der Sensoren (des Gierratensensors **26**, des Lenkwinkelsensors **28** und des Quereschleunigungssensors **29**), welche den Gegenstand der Abnormitätserfassung durch die Schaltung **30** zur Erfassung einer Sensorabnormität bilden, gering ist, es wird angenommen, dass sich der Fahrzeugkörper bzw. die Fahrzeugkarosserie in einem instabilen Zustand befindet und dass die VSC-Regelung notwendig ist. Der Ablauf fährt mit Schritt **208** fort, die herkömmliche VSC-Regelung wird durchgeführt und der Ablauf kehrt zu Schritt **200** zurück. Bei der herkömmlichen VSC-Regelung wird eine einfache Abnormitätsbestimmung der verschiedenen Sensoren vor der Ist-VSC-Regelung durchgeführt, und die VSC-Regelung wird auf der Grundlage des Ergebnisses dieser Bestimmung durchgeführt.

**[0120]** In der Zwischenzeit wird in Schritt **206** dann, wenn bestimmt wurde, dass die wenigstens zwei Räder an den diagonal entgegengesetzten Positionen Haftung haben (bei einer positiven Bestimmung), angenommen, dass die Genauigkeit der Abnormitätserfassung der Sensoren, welche Gegenstände der Abnormitätsbestimmung sind, hoch ist, und es wird angenommen, dass sich die Fahrzeugkarosserie in dem stabilen Zustand befindet und die VSC-Regelung nicht notwendig ist. Anschließend fährt der Ablauf mit Schritt **210** fort, es wird



ein Zustand eingestellt, bei welchem die VSC-Regelung nicht durchgeführt wird und anschließend fährt der Ablauf mit Schritt **212** fort.

**[0121]** In Schritt **212** wird bestimmt, ob der Quergradient gering ist. Wenn der Quergradient gering ist (bei einer positiven Bestimmung), fährt der Ablauf mit Schritt **216** fort. Wenn der Quergradient nicht gering ist (bei einer negativen Bestimmung), fährt der Ablauf mit Schritt **214** fort. Es werden Informationen, welche anzeigen, dass ein verhältnismäßig großer Quergradient vorhanden ist, in der nicht dargestellten Speichervorrichtung gespeichert, und anschließend kehrt der Ablauf zu Schritt **200** zurück.

**[0122]** Die Bestimmung in Schritt **212**, ob der Quergradient gering ist, wird wie folgt durchgeführt. Das heißt, eine Lastverteilung, welche auf die linken und rechten Räder durch die Querbeschleunigung aufgebracht wird, wenn ein Fahrzeug auf einer flachen Fahrbahn gefahren wird, unterscheidet sich von einer Lastverteilung, welche auf die linken und rechten Räder aufgebracht wird, wenn das Fahrzeug auf einer Fahrbahn mit einem Quergradienten gefahren wird, weil hier eine Lastverteilung einer Komponente eines stationären Zustandes, welche durch eine Lastbewegung nach links oder nach rechts durch den Quergradienten erzeugt wird, vorhanden ist. Der Unterschied in der Lastverteilung wird durch Beobachtung von Hüben der Aufhängungen der linken und rechten Räder (von Abständen zwischen Schwingarmen und der Fahrzeugkarosserie) bestimmt. Auf dieser Basis kann die Querbeschleunigung abgeschätzt werden. Außerdem kann der Wert der Querbeschleunigung von der Radgeschwindigkeit als  $V^2/r$  abgeleitet werden, wie es in der ersten Ausführungsform gezeigt ist. Daher kann dann, wenn ein Absolutwert einer Differenz zwischen der Querbeschleunigung, welche von der Radgeschwindigkeit abgeschätzt wird, und einer Querbeschleunigung, welche auf der Grundlage der Hübe der Aufhängungen der linken und rechten Räder abgeschätzt wird, gleich oder geringer als ein im voraus bestimmter Grenzwert ist, der Quergradient als gering betrachtet werden. Deshalb wurde dem Grenzwert zu diesem Zeitpunkt ein Wert zugeordnet, welcher durch ein Experiment im voraus als ein Wert berechnet wurde, in welchem dann, wenn der Absolutwert gleich oder geringer als dieser Wert ist, ein Quergradient vorgesehen werden kann, der eine äußerst genaue Abnormitätserfassung der Sensoren ermöglicht, welche Gegenstände der Abnormitätserfassung sind.

**[0123]** Von Schritt **216** an wird ein Abnormitätserfassungsvorgang der Sensoren durchgeführt, welche Gegenstände der Abnormitätserfassung sind.

**[0124]** Außerdem wird bei den folgenden Abnormitätserfassungsvorgängen die Abnormitätserfassung der jeweiligen Sensoren auf der Grundlage der folgenden drei Gleichungen (27) bis (29) durchgeführt.

Gleichungen (27), (28), (29) gemäß Anhang 1

**[0125]** Hier stellt die Bezeichnung  $r_2$  einen Kurvenradius der Fahrzeugkarosserie dar, welcher von der Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit und dem Lenkwinkel berechnet wurde, und gemäß [Fig. 14](#) wird der Kurvenradius  $r_2$  durch die folgende Gleichung (30) berechnet.

Gleichung (30) gemäß Anhang 1

**[0126]** Außerdem wird die Gleichung (30) erzielt, wenn der Quergradient gering ist, und hier ist der Ablauf bzw. Betrieb auf den Fall eines geringen Quergradienten begrenzt, wie es in Schritt **212** bestimmt ist. Daher kann die Gleichung (30) verwendet werden. Außerdem sind Parameter, mit Ausnahme des Kurvenradius  $r_2$  in Gleichung (27) bis Gleichung (30) gleich denen in der ersten Ausführungsform.

**[0127]** Als erstes wird in Schritt **216** unter Verwendung von Gleichung (27) bestimmt, ob ein Absolutwert einer Differenz zwischen dem Quer-G-Sensorwert  $G_y$  und einem Wert der Querbeschleunigung, welcher auf der Grundlage des Kurvenradius  $r_2$  ( $V^2/r_2$ ) berechnet wird, gleich oder geringer als ein im voraus bestimmter Grenzwert  $TH\_6$  ist. Wenn dieser Absolutwert gleich oder geringer als der Grenzwert  $TH\_6$  ist (bei einer positiven Bestimmung), fährt der Ablauf mit Schritt **220** fort. Es wird ein Zustand  $Y_1$ , welcher anzeigt, dass sich der Lenkwinkelsensor **28** und der Querbeschleunigungssensor **29** in einem normalen Zustand befinden, in der nicht dargestellten Speichervorrichtung gespeichert und der Ablauf fährt anschließend mit Schritt **222** fort.

**[0128]** Wenn in der Zwischenzeit in Schritt **216** bestimmt wird, dass der Absolutwert nicht gleich oder kleiner als der Grenzwert  $TH\_6$  ist (bei einer negativen Bestimmung), fährt der Ablauf mit Schritt **218** fort. Es wird ein Zustand  $N_1$  in der nicht dargestellten Speichervorrichtung gespeichert und der Ablauf fährt anschließend mit Schritt **222** fort. Hier wurde dem Grenzwert  $TH\_6$  ein Wert zugeordnet, welcher im voraus durch ein Experiment als ein Wert berechnet wurde, bei welchem dann, wenn der Absolutwert der Differenz zwischen dem

Quer-G-Sensorwert Gy und dem berechneten Querschleunigungswert gleich oder geringer als dieser Wert ist, der Lenkwinkelsensor **28** und der Querschleunigungssensor **29** so gesehen werden können, dass sie sich in einem normalen Zustand befinden, sogar nachdem ein Herstellungsfehler berücksichtigt wurde.

**[0129]** In Schritt **222** wird unter Verwendung der Gleichung (28) bestimmt, ob ein Absolutwert einer Differenz zwischen dem Gierratensensorwert YR und einem Wert der Gierrate, welcher auf der Grundlage des Kurvenradius  $r_2$  ( $V/r_2$ ) berechnet wurde, gleich oder geringer als ein im voraus bestimmter Grenzwert TH\_7 ist. Wenn dieser Absolutwert gleich oder geringer als der Grenzwert TH\_7 ist (bei einer positiven Bestimmung), fährt der Ablauf mit Schritt **226** fort. Es wird ein Zustand Y2, welcher anzeigt, dass sich der Gierratensensor **26** und der Lenkwinkelsensor **28** in einem normalen Zustand befinden, in der nicht dargestellten Speichervorrichtung gespeichert und der Ablauf fährt anschließend mit Schritt **228** fort.

**[0130]** Wenn in der Zwischenzeit in Schritt **222** bestimmt wird, dass der Absolutwert nicht gleich oder kleiner als der Grenzwert TH\_7 ist (bei einer negativen Bestimmung), fährt der Ablauf mit Schritt **224** fort. Es wird ein Zustand N2 in der nicht dargestellten Speichervorrichtung gespeichert und der Ablauf fährt anschließend mit Schritt **228** fort. Hier wurde dem Grenzwert TH\_7 ein Wert zugeordnet, welcher durch ein Experiment im voraus als ein Wert berechnet wurde, in welchem dann, wenn der Absolutwert der Differenz zwischen dem Gierratensensorwert YR und dem berechneten Gierratenwert gleich oder geringer als dieser Wert ist, der Gierratensensor und der Lenkwinkelsensor **28** so gesehen werden können, dass sie sich in einem normalen Zustand befinden, sogar nachdem ein Herstellungsfehler berücksichtigt wurde.

**[0131]** In Schritt **228** wird unter Verwendung der Gleichung (29) bestimmt, ob ein Absolutwert einer Differenz zwischen einem Gierratensensorwert YR und einem Wert der Gierrate, welcher auf der Grundlage des Quer-G-Sensorwertes Gy ( $= Gy/V$ ) gleich oder geringer als ein im voraus bestimmter Grenzwert TH\_8 ist. Wenn dieser Absolutwert gleich oder geringer als der Grenzwert TH\_8 ist (bei einer positiven Bestimmung), fährt der Ablauf mit Schritt **232** fort. Es wird ein Zustand Y3, welcher anzeigt, dass sich der Gierratensensor **26** und der Querschleunigungssensor **29** in einem normalen Zustand befinden, in der nicht dargestellten Speichervorrichtung gespeichert und der Ablauf fährt anschließend mit Schritt **234** fort.

**[0132]** Wenn in der Zwischenzeit in Schritt **228** bestimmt wird, dass der Absolutwert nicht gleich oder kleiner als der Grenzwert TH\_8 ist (bei einer negativen Bestimmung), fährt der Ablauf mit Schritt **230** fort. Es wird ein Zustand N3 in der nicht dargestellten Speichervorrichtung gespeichert und der Ablauf fährt anschließend mit Schritt **234** fort. Hier wurde dem Grenzwert TH\_8 ein Wert zugeordnet, welcher durch ein Experiment im voraus als ein Wert berechnet wurde, in welchem dann, wenn der Absolutwert gleich oder geringer als dieser Wert ist, der Gierratensensor **26** und der Querschleunigungssensor **29** so gesehen werden, dass sie sich in einem normalen Zustand befinden, sogar nachdem ein Herstellungsfehler berücksichtigt wurde.

**[0133]** Durch den oben beschriebenen Ablauf von Schritt **216** bis Schritt **232** werden einer der Zustände Y1 und N1, einer der Zustände Y2 und N2 und einer der Zustände Y3 und N3 als Informationen in Bezug auf die Zustände der Sensoren geschaffen, die Gegenstände der Abnormitätserfassung sind.

**[0134]** In Schritt **234** wird eine Abnormitätsbestimmung der jeweiligen Sensoren auf der Grundlage der Informationen in Bezug auf die Zustände der jeweiligen Sensoren, welche durch den oben beschriebenen Ablauf geschaffen werden, wie unten gezeigt durchgeführt.

**[0135]** Wenn die Zustände Y1, Y2 und Y3 erzielt werden, befinden sich der Gierratensensor **26**, der Lenkwinkelsensor **28** und der Querschleunigungssensor **29** in einem normalen Zustand.

**[0136]** Wenn die Zustände Y1, N2 und N3 erzielt werden, befindet sich der Gierratensensor **26** in einem anormalen Zustand.

**[0137]** Wenn die Zustände N1, Y2 und N3 erzielt werden, befindet sich der Querschleunigungssensor **29** in einem anormalen Zustand.

**[0138]** Wenn die Zustände N1, N2 und Y3 erzielt werden, befindet sich der Lenkwinkelsensor **28** in einem anormalen Zustand.

**[0139]** Wenn die Zustände N1, N2 und N3 erzielt werden, befinden sich zwei oder mehr der Sensoren in einem anormalen Zustand.

**[0140]** Außerdem werden in Schritt **234** Ergebnisse aus der oben beschriebenen Bestimmung in der nicht dargestellten Speichervorrichtung gespeichert. Anschließend kehrt der Ablauf zu Schritt **200** zurück.

**[0141]** Die Abläufe von Schritt **206** und Schritt **212** entsprechen der Unterbindungseinrichtung der gegenwärtigen Erfindung und der Ablauf von Schritt **216** bis Schritt **234** entspricht der Abnormitätserfassungseinrichtung der gegenwärtigen Erfindung.

**[0142]** Gemäß detaillierter Beschreibung wird in dem Fall der Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß der zweiten Ausführungsform dann, wenn der Haftungsgrad des Rades in Bezug auf die Fahrbahn niedrig ist und wenn der Quergradient einer Fahrbahn hoch ist, eine Abnormitätserfassung der Sensoren, welche Gegenstand einer Abnormitätserfassung sind, unterbunden, und demgemäß kann eine fälschliche Erfassung von Abnormitäten der Sensoren präventiv verhindert werden.

**[0143]** Außerdem werden in dem Fall der Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß der zweiten Ausführungsform Abnormitäten des Querschleunigungssensors, des Gierratensensors und des Lenkwinkelsensors genau erfasst, und demgemäß kann die Steuerung bzw. Regelung in dem Fall äußerst genau gemacht werden, in welchem die Vorrichtung bei einem VSC-System verwendet wird, um ein Querrutschen eines Fahrzeugs mit einem Querschleunigungssensor, einem Gierratensensor und einem Lenkwinkelsensor zu erfassen.

(Dritte Ausführungsform)

**[0144]** Gemäß einer dritten Ausführungsform wird ein Modus in einem Fall erläutert, in welchem dann, wenn ein anormaler Sensor erfasst wird, eine Abnormität eines anderen Sensors erfasst werden kann, ohne dass ein Sensorwert verwendet wird, welcher von dem anormalen Sensor geliefert wird. Außerdem sind der Aufbau einer Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß der dritten Ausführungsform und Betriebsweisen, mit Ausnahme der Schaltung **30** zur Erfassung einer Sensorabnormität, gleich denen der ersten Ausführungsform, und demgemäß werden ihre Erläuterungen hier weggelassen.

**[0145]** Es wird eine bestimmte Betriebsweise der Schaltung **30** zur Erfassung einer Sensorabnormität gemäß der dritten Ausführungsform unter Bezugnahme auf ein in [Fig. 15](#) gezeigtes Flußdiagramm erläutert.

**[0146]** Als erstes werden in Schritt **300** die Radgeschwindigkeitssignale, welche von den Radgeschwindigkeitssensoren **12** ausgegeben werden, das Gierratensignal, welches die Gierrate anzeigt und von dem Gierratensensor **26** ausgegeben wird, das Lenkwinkelsignal, welches den Lenkwinkel des Lenkrades anzeigt und von dem Lenkwinkelsensor **28** ausgegeben wird, und das Querschleunigungssignal, welches die Querschleunigung anzeigt und von dem Querschleunigungssensor **29** ausgegeben wird, eingegeben. Dadurch kann die Schaltung **30** zur Erfassung einer Sensorabnormität mit den Radgeschwindigkeiten, dem Gierratensensorwert YR, dem Lenkwinkelsensorwert D und dem Quer-G-Sensorwert Gy versehen werden.

**[0147]** In dem anschließenden Schritt **302** wird bestimmt, ob sich das Fahrzeug in einem Zustand befindet, in welchem vier Räder Haftung haben, wobei das Haftungs niveau von jedem der vier Räder, welches von der Schaltung **24** zur Erfassung eines Reifenhaftungszustandes eingegeben wird, mit einem im voraus bestimmten Grenzwert verglichen wird. Hier wurde dem Grenzwert gemäß der Ausführungsform ein Wert zugeordnet, welcher im voraus durch ein Experiment als ein Grenzwert zwischen dem Haftungs Zustand und dem Rutschzustand bereitgestellt wurde. Außerdem wird hier der Gegenstand der Bestimmung, ob der Haftungs Zustand herbeigeführt ist, durch alle vier Räder gebildet, und demgemäß kann äußerst genau bestimmt werden, ob der Haftungs Zustand erreicht ist.

**[0148]** Wenn bestimmt wird, dass alle vier Räder keine Haftung haben (bei einer negativen Bestimmung), wird angenommen, dass die Genauigkeit einer Abnormitätserfassung der Sensoren (des Gierratensensors **26**, des Lenkwinkelsensors **28** und des Querschleunigungssensors **29**), welche den Gegenstand einer Abnormitätserfassung durch die Schaltung **30** zur Erfassung einer Sensorabnormität bilden, gering ist, und der Ablauf kehrt zu Schritt **300** zurück. Wenn bestimmt wird, dass alle vier Räder Haftung haben (bei einer positiven Bestimmung), wird angenommen, dass die Genauigkeit einer Abnormitätserfassung der Sensoren, welche Gegenstände der Abnormitätserfassung sind, hoch ist, und der Ablauf fährt mit Schritt **304** fort. Anschließend wird der Abnormitätserfassungsvorgang der Sensoren, welche Gegenstände der Abnormitätserfassung sind, durchgeführt.

**[0149]** Als erstes werden in Schritt **304** ein Gierratenwert YRw und ein Querschleunigungswert Gyw auf

der Grundlage der Radgeschwindigkeiten mit den folgenden Gleichungen (31) und (32) berechnet.

**[0150]** Gleichung (31), (32) gemäß Anhang 1, worin  $V_{wr}$  eine Radgeschwindigkeit eines rechten Rades,  $V_{wl}$  eine Radgeschwindigkeit eines linken Rades,  $d$  eine Spurweite und  $V$  eine Fahrzeugkarosseriegeschwindigkeit, welche von den Radgeschwindigkeiten berechnet wird, sind.

**[0151]** In dem anschließenden Schritt **306** wird bestimmt, ob ein Absolutwert einer Differenz zwischen dem Gierratensensorwert  $YR$  und dem Wert  $YR_w$  der Gierrate gleich oder geringer als ein im voraus bestimmter Grenzwert  $TH_9$  ist. Wenn dieser Absolutwert geringer als der Grenzwert  $TH_9$  ist (bei einer positiven Bestimmung), wird der Gierratensensor **26** so gesehen, dass er sich in einem normalen Zustand befindet, und der Ablauf fährt mit Schritt **308** fort. Hier wurde dem Grenzwert  $TH_9$  ein Wert zugeordnet, welcher im voraus durch ein Experiment als ein Wert geschaffen wurde, in welchem dann, wenn der Absolutwert der Differenz zwischen dem Gierratensensorwert  $YR$  und dem berechneten Gierratenwert  $YR_w$  geringer als dieser Wert ist, der Gierratensensor **26** so betrachtet werden kann, dass er sich in einem normalen Zustand befindet, sogar nachdem ein Herstellungsfehler berücksichtigt wurde.

**[0152]** In Schritt **308** wird bestimmt, ob ein Absolutwert einer Differenz zwischen dem Quer-G-Sensorwert  $G_y$  und der Querschleunigung  $G_{yw}$  geringer als ein im voraus bestimmter Grenzwert  $TH_{10}$  ist. Wenn dieser Absolutwert geringer als der Grenzwert  $TH_{10}$  ist (bei einer positiven Bestimmung), wird der Querschleunigungssensor **29** so gesehen, dass er sich in einem normalen Zustand befindet, und der Ablauf fährt mit Schritt **310** fort. Wenn der Absolutwert nicht geringer als der Grenzwert  $TH_{10}$  ist (bei einer negativen Bestimmung), wird der Querschleunigungssensor **29** so gesehen, dass er sich in einem anormalen Zustand befindet, und der Ablauf fährt mit Schritt **312** fort. Hier wurde dem Grenzwert  $TH_{10}$  ein Wert zugeordnet, welcher durch ein Experiment im voraus als ein Wert berechnet wurde, in welchem dann, wenn der Absolutwert zwischen dem Quer-G-Sensorwert  $G_y$  und der berechneten Querschleunigung  $G_{yw}$  geringer als dieser Wert ist, der Querschleunigungssensor **29** so gesehen werden kann, dass er sich in einem normalen Zustand befindet, sogar nachdem ein Herstellungsfehler berücksichtigt wurde.

**[0153]** In Schritt **310** wird durch die folgenden Gleichungen (33) oder (34) ein Wert  $YR_s$  der Gierrate berechnet, und der Ablauf fährt mit Schritt **316** fort.

**[0154]** Gleichungen (33), (34), worin  $K_h$  ein Stabilitätsfaktor,  $\theta_2$  ein Ist-Lenkwinkel, welcher durch Dividieren eines Lenkwinkels, der von dem Lenkwinkelsensorwert  $D$  berechnet wurde, durch das Lenkübersetzungsverhältnis berechnet wurde, und  $h$  ein Radstand sind.

**[0155]** Als Alternative werden in Schritt **312** Informationen, welche anzeigen, dass sich der Querschleunigungssensor **29** in einem anormalen Zustand befindet, in der nicht dargestellten Speichervorrichtung gespeichert, welche an der Schaltung **30** zur Erfassung einer Sensorabnormität vorgesehen ist. Der Ablauf fährt mit Schritt **314** fort, der Wert  $YR_s$  der Gierrate wird auf der Grundlage des Ist-Lenkwinkels **82** durch die Gleichung (34) berechnet und der Ablauf fährt dann mit Schritt **316** fort.

**[0156]** Das heißt, wenn in Schritt **308** bestimmt wird, dass sich der Querschleunigungssensor **29** in einem normalen Zustand befindet, kann die Gleichung (33) unter Verwendung des Quer-G-Sensorwertes  $G_y$  verwendet werden, und wenn bestimmt wird, dass sich der Querschleunigungssensor in einem anormalen Zustand befindet, kann nur Gleichung (34) verwendet werden, welche den Quer-G-Sensorwert  $G_y$  nicht verwendet.

**[0157]** In Schritt **316** wird bestimmt, ob ein Absolutwert einer Differenz zwischen dem Gierratensensorwert  $YR$  und dem Gierratenwert  $YR_s$ , welcher in Schritt **310** oder in Schritt **314** berechnet wird, geringer als ein im voraus bestimmter Grenzwert  $TH_{11}$  ist. Wenn dieser Absolutwert geringer als der Grenzwert  $TH_{11}$  ist (bei einer positiven Bestimmung), werden alle Sensoren (der Gierratensensor **26**, der Lenkwinkelsensor **28** und der Querschleunigungssensor **29**), welche den Gegenstand der Abnormitätserfassung bilden, so gesehen, dass sie sich in einem normalen Zustand befinden. Der Ablauf fährt dann mit Schritt **318** fort, Informationen, welche anzeigen, dass sich alle Sensoren, die die Gegenstände der Abnormitätserfassung sind, in einem normalen Zustand befinden, werden in der nicht dargestellten Speichervorrichtung gespeichert und der Ablauf kehrt zu Schritt **300** zurück.

**[0158]** Wenn in Schritt **316** bestimmt wird, dass der Absolutwert der Differenz zwischen dem Gierratensensorwert  $YR$  und dem berechneten Gierratenwert  $YR_s$  nicht geringer als der im voraus bestimmte Grenzwert

TH\_11 ist (bei einer negativen Bestimmung), fährt der Ablauf mit Schritt **320** fort. Es werden Informationen, welche anzeigen, dass sich der Lenkwinkelsensor **28** in einem anormalen Zustand befindet, in der nicht dargestellten Speichervorrichtung gespeichert. Anschließend kehrt der Ablauf zu Schritt **300** zurück. Hier wurde dem Grenzwert TH\_11 ein Wert zugeordnet, welcher im voraus durch ein Experiment als ein Wert berechnet wurde, in welchem dann, wenn der Absolutwert der Differenz zwischen dem Gierratensensorwert YR und dem berechneten Gierratenwert YRs geringer als dieser Wert ist, der Lenkwinkelsensor **28** so gesehen werden kann, dass er sich in einem normalen Zustand befindet, sogar wenn ein Herstellungsfehler berücksichtigt wurde.

**[0159]** Wenn als Alternative in Schritt **306** der Absolutwert der Differenz zwischen dem Gierratensensorwert YR und der berechneten Gierrate YRw nicht geringer als der im voraus bestimmte Grenzwert TH\_9 ist (bei einer negativen Bestimmung), fährt der Ablauf mit Schritt **322** fort, und es werden Informationen, welche anzeigen, dass sich der Gierratensensor **26** in einem anormalen Zustand befindet, in der nicht dargestellten Speichervorrichtung gespeichert. Anschließend fährt der Ablauf mit Schritt **326** fort, und es wird bestimmt, ob ein Absolutwert einer Differenz zwischen dem Quer-G-Sensorwert Gy und der Querbeschleunigung Gyw geringer als der Grenzwert TH\_10 ist. Wenn dem so ist (bei einer positiven Bestimmung), fährt der Ablauf mit Schritt **328** fort, die Querbeschleunigung GYs wird auf der Grundlage des Ist-Lenkswinkels  $\theta_2$  mit der folgenden Gleichung (35) berechnet, und der Ablauf fährt mit Schritt **330** fort.

Gleichung (35) gemäß Anhang 1

**[0160]** In Schritt **330** wird bestimmt, ob ein Absolutwert einer Differenz zwischen dem Quer-G-Sensorwert Gy und der Querbeschleunigung GYs geringer als ein im voraus bestimmter Grenzwert TH\_12 ist. Wenn dieser Absolutwert geringer als der Grenzwert TH\_12 ist (bei einer positiven Bestimmung), wird der Lenkwinkelsensor **28** so gesehen, dass er sich in einem normalen Zustand befindet, und der Ablauf kehrt zu Schritt **300** zurück. Wenn der Absolutwert nicht geringer als der Grenzwert TH\_12 ist (bei einer negativen Bestimmung), fährt der Ablauf mit Schritt **332** fort. Es werden Informationen, welche anzeigen, dass sich der Lenkwinkelsensor **28** in einem anormalen Zustand befindet, in der nicht dargestellten Speichervorrichtung gespeichert, und der Ablauf kehrt daraufhin zu Schritt **300** zurück. Hier wurde dem Grenzwert TH\_12 ein Wert zugeordnet, welcher im voraus durch ein Experiment als ein Wert erzeugt wurde, in welchem dann, wenn der Absolutwert der Differenz zwischen dem Quer-G-Sensorwert Gy und der Querbeschleunigung GYs geringer als dieser Wert ist, der Lenkwinkelsensor **28** so gesehen werden kann, dass er sich in einem normalen Zustand befindet, sogar wenn ein Herstellungsfehler berücksichtigt wurde.

**[0161]** Wenn als Alternative in Schritt **326** bestimmt wird, dass der Absolutwert der Differenz zwischen dem Quer-G-Sensorwert Gy und der Querbeschleunigung Gyw nicht geringer als der Grenzwert TH\_10 ist (bei einer negativen Bestimmung), fährt der Ablauf mit Schritt **334** fort. Es werden Informationen, welche anzeigen, dass sich der Querbeschleunigungssensor **29** in einem anormalen Zustand befindet, in der nicht dargestellten Speichervorrichtung gespeichert, der Ablauf fährt anschließend mit Schritt **336** fort und der Wert YRs der Gierrate wird auf der Grundlage des Ist-Lenkswinkels  $\theta_2$  durch die Gleichung (34) berechnet. Das heißt, wenn Schritt **336** ausgeführt wird, befindet sich der Gierratensensor in einem anormalen Zustand. Daher wird in Schritt **336** der Wert der Gierrate abgeleitet, ohne dass der Gierratensensorwert YR verwendet wird.

**[0162]** In dem anschließenden Schritt **338** wird bestimmt, ob ein Absolutwert einer Differenz zwischen dem Wert YRw der Gierrate und dem Wert YRs der Gierrate geringer als ein im voraus bestimmter Grenzwert TH\_13 ist. Wenn dieser Absolutwert geringer als der Grenzwert TH\_13 ist (bei einer positiven Bestimmung), kann der Lenkwinkelsensor **28** so gesehen werden, dass er sich in einem normalen Zustand befindet, und der Ablauf fährt mit Schritt **300** fort. Wenn der Absolutwert nicht geringer als der Grenzwert TH\_13 ist (bei einer negativen Bestimmung), fährt der Ablauf mit Schritt **332** fort. Hier wurde dem Grenzwert TH\_13 ein Wert zugeordnet, welcher im voraus durch ein Experiment als ein Wert bestimmt wurde, in welchem dann, wenn der Absolutwert der Differenz zwischen dem Wert YRw der Gierrate und dem Wert YRs der Gierrate geringer als dieser Wert ist, der Lenkwinkelsensor **28** so gesehen werden kann, dass er sich in einem normalen Zustand befindet, sogar wenn ein Herstellungsfehler berücksichtigt wurde.

**[0163]** Der Ablauf bei Schritt **302** entspricht der Unterbindungseinrichtung der gegenwärtigen Erfindung und der Ablauf von Schritt **304** bis Schritt **338** entspricht der Abnormitätserfassungseinrichtung der gegenwärtigen Erfindung.

**[0164]** Gemäß detaillierter Beschreibung wird in dem Fall der Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß der dritten Ausführungsform dann, wenn der Haftungsgrad des Rades in Bezug auf die Fahrbahn niedrig ist, eine Abnormitätserfassung der Sensoren, welche Gegenstände der Abnormitäts-

erfassung sind, unterbunden, und demgemäß kann eine fälschliche Erfassung von Abnormitäten der Sensoren präventiv verhindert werden.

**[0165]** Außerdem werden mit der Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß der dritten Ausführungsform Abnormitäten des Querschleunigungssensors, des Gierratensensors und des Lenkwinkelsensors genau erfasst und demgemäß kann die Steuerung bzw. Regelung in dem Fall äußerst genau gemacht werden, in dem die Vorrichtung bei einem VSC-System verwendet wird, um ein Querrutschen eines Fahrzeugs mit dem Querschleunigungssensor, dem Gierratensensor und dem Lenkwinkelsensor zu erfassen.

**[0166]** Darüber hinaus kann mit der Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors gemäß der dritten Ausführungsform dann, wenn ein anormaler Sensor erfasst wird, eine Abnormität eines anderen Sensors erfasst werden, ohne dass ein Sensorwert verwendet wird, welcher durch den anormalen Sensor erzeugt wird, und demgemäß kann die Abnormität der Sensoren äußerst genau erfasst werden.

**[0167]** Obwohl bei den oben beschriebenen jeweiligen Ausführungsformen der Reifenhaftungszustand (der Kurvengrenzzustand) unter Verwendung des Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten berechnet wird, ist die gegenwärtige Erfindung nicht darauf eingeschränkt, und der Reifenhaftungszustand kann genauso unter Verwendung eines Bremsdrehmomentgradienten, welcher ein Gradient eines Bremsdrehmoments in Bezug auf eine Schlupfgeschwindigkeit ist, als ein Äquivalent des Fahrbahn- $\mu$ -Gradienten, oder unter Verwendung eines Antriebsdrehmomentgradienten, welcher ein Gradient eines Antriebsdrehmoments ist, berechnet werden. Das heißt, der Reifenhaftungszustand kann auf der Grundlage von jeder physikalischen Größe berechnet werden, welche ein Durchdrehen eines Rades darstellt, wie zum Beispiel der Fahrbahn- $\mu$ -Gradient, der Bremsdrehmomentgradient oder der Antriebsdrehmomentgradient.

**[0168]** Wie im Detail erklärt worden ist, wird bei der gegenwärtigen Erfindung eine Erfassung von Abnormitäten von Sensoren, welche einen Gegenstand einer Abnormitätserfassung bilden, sowohl in einem Fall, in welchem ein Haftungsgrad des Rades in Bezug auf die Fahrbahn geringer als ein vorbestimmter Wert ist, als auch in einem Fall, in welchem ein Quergradient der Fahrbahn gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ist, unterbunden. Demgemäß kann erzielt werden, dass eine fälschliche Erfassung von Abnormitäten von Sensoren präventiv verhindert werden kann.

**[0169]** Es wird eine Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors vorgesehen. Die Vorrichtung kann eine fälschliche Erfassung von Abnormitäten bei Sensoren verhindern. Die Vorrichtung weist eine Haftungsgraderfassungseinrichtung zum Erfassen eines Haftungsgrades eines Rades von dem Fahrzeug in Bezug auf eine Fahrbahnoberfläche auf.

**[0170]** In einem Fall, in welchem der Haftungsgrad geringer als ein vorbestimmter Grad ist, wird ein Erfassen eines Vorhandenseins einer Abnormität bei einem Gierratensensor, einem Querschleunigungssensor und einem Lenkwinkelsensor unterbunden.

#### ANHANG-1

#### GLEICHUNG (1)

$$F(s) = \frac{1}{\sum_{i=0}^m cis^{m-i}}$$

#### GLEICHUNG (2)

$$\Delta\omega_1 = \frac{b_2}{\sum_{i=0}^2 cis^{2-i}} \Delta T + v_1 a_0 = 1$$

GLEICHUNG (3)

$$\sum_{i=0}^2 a_1 s^{2-i} \Delta\omega_1 = b_2 \Delta T_d + \sum_{i=0}^2 a_1 s^{2-i} v$$

GLEICHUNG (A)

$$s = \frac{2}{T_s} \frac{1-d^{-1}}{1+d^{-1}}$$

GLEICHUNG (4)

$$\sum_{i=0}^2 a_i \xi_{v_i}(k) = b_2 \xi_{v_2}(k) + \sum_{i=0}^2 a_i \xi_{v_i}(k)$$

GLEICHUNG (5)

$$\xi_{v_1}(k) = \left(\frac{T_s}{2}\right)^i (1+d)^i (1-d)^{2-i} F_0(d) \Delta\omega(k)$$

GLEICHUNG (6)

$$\xi_{v_2}(k) = \left(\frac{T_s}{2}\right)^2 (1+d)^2 F_0(d) \Delta T_d(k)$$

GLEICHUNG (7)

$$\xi_{v_i}(k) = \left(\frac{T_s}{2}\right)^i (1+d)^i (1-d)^{2-i} F_0(d) v(k)$$

GLEICHUNG (8)

$$F_0(d) = \frac{1}{\sum_{i=0}^2 c_i \left(\frac{T_s}{2}\right)^i (1+d)^i (1-d)^{2-i}}$$

GLEICHUNG (9)

$$\xi_{v_0}(k) = \zeta^T(k) \theta + r(k)$$

GLEICHUNG (10)

$$\zeta(k) = [-\xi_{v_1}(k) - \xi_{v_2}(k)]^T$$

$$\theta = [a_1 \ a_2]^T$$

$$r(k) = b_2 \xi_{v_2}(k) + \sum_{i=0}^2 a_i \xi_{v_i}(k)$$

GLEICHUNG (11)

$$\hat{\theta}(N) = \left[ \sum_{k=1}^N \rho^{N-k} \zeta(k) \zeta^T(k) \right]^{-1} \left[ \sum_{k=1}^N \rho^{N-k} \zeta(k) \zeta_{\text{vo}}(k) \right]$$

GLEICHUNG (12)

$$\hat{\theta}(N) = \hat{\theta}(N-1) + h(N) \left[ \xi_{\text{vo}}(N) - \zeta^T(N) \hat{\theta}(N-1) \right]$$

GLEICHUNG (13)

$$h(N) = \frac{P(N-1) \zeta(N)}{\rho + \zeta^T(N) P(N-1) \zeta(N)}$$

GLEICHUNG (14)

$$P(N) = \frac{1}{\rho} \{ I - h(N) \zeta^T(N) \} P(N-1)$$

GLEICHUNG (B)

$$\hat{\theta}(-1) = 0, P(-1) = \alpha I, \quad \alpha: \text{EINE AUSREICHEND GROSSE POSITIVE ZAHL}$$

GLEICHUNG (15)

$$\hat{\theta}(N) = \left[ \sum_{k=1}^N \rho^{N-k} m(k) \zeta^T(k) \right]^{-1} \left[ \sum_{k=1}^N \rho^{N-k} m(k) \zeta_{\text{vo}}(k) \right]$$

GLEICHUNG (16)

$$\hat{\theta}(N) = \hat{\theta}(N-1) + h(N) \left[ \xi_{\text{vo}}(N) - \zeta^T(N) \hat{\theta}(N-1) \right]$$

GLEICHUNG (17)

$$h(N) = \frac{P(N-1) m(N)}{\rho + \zeta^T(N) P(N-1) m(N)}$$

GLEICHUNG (18)

$$P(N) = \frac{1}{\rho} \{ I - h(N) \zeta^T(N) \} P(N-1)$$

GLEICHUNG (19)

$$\hat{\theta}(N) = \left[ \sum_{k=1}^N \rho^{N-k} m(k) \zeta^T(k) \right]^{-1} \left[ \sum_{k=1}^N \rho^{N-k} m(k) \zeta_{\text{vo}}(k) \right]$$

GLEICHUNG (20)

$$m(k) = [ -\xi_{y1}(k-L) - \xi_{y2}(k-L) ]^T$$



GLEICHUNG (21)

$$\frac{\hat{a}_2}{\hat{a}_1} = \frac{D_0}{J_1 + J_2}$$

GLEICHUNG (C)

$$G(N) \stackrel{\text{def}}{=} \sum_{k=1}^N \rho^{N-k} \omega(k)^2, \text{ VERGESSLICHKEITSKOEFFIZIENT}$$

$\rho = \text{UNGEFÄHR } 0,99$

GLEICHUNG (D)

$$G(N) = \rho G(N-1) + \omega(N)^2$$

GLEICHUNG (22)

$$YR = V/r$$

GLEICHUNG (23)

$$Gy = V^2/r$$

GLEICHUNG (24)

$$YR = \theta^2 \cdot V/h - Gy \cdot Kh \cdot V$$

GLEICHUNG (25)

$$r = \frac{(V_{\text{aus}} + V_{\text{ein}}) \cdot d \cos \beta}{(V_{\text{aus}} - V_{\text{ein}}) \cdot 2} = \frac{(V_{\text{aus}} + V_{\text{ein}}) \cdot d}{(V_{\text{aus}} - V_{\text{ein}}) \cdot 2}$$

GLEICHUNG (26)

$$\cos \theta_3 = \frac{YR \cdot V - Gy}{g}$$

$$Gy = V^2/r^2$$

GLEICHUNG (27)

$$YR = V/r^2$$

GLEICHUNG (28)

$$YR = Gy/V$$

GLEICHUNG (29)

$$r^2 = (1 + Kh \cdot V^2) \cdot h / \theta^2$$

GLEICHUNG (30)

$$YR_w = (V_w - V_{w1})/d$$

GLEICHUNG (31)

$$Gy_w = YR_w \times V$$

GLEICHUNG (32)

$$YR_s = V \cdot \theta^2 / h - Gy \cdot Kh \cdot V$$

GLEICHUNG (33)

$$YR_s = V / (1 + Kh \cdot V^2) \times \theta^2 / h$$

GLEICHUNG (34)

$$GY_s = V^2 / (1 + Kh \cdot V^2) \times \theta^2 / h$$

GLEICHUNG (35)

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors, mit:  
einem ersten Sensor zum Erfassen eines Fahrzustands eines Fahrzeugs;

einem zweiten Sensor, der sich von dem ersten Sensor unterscheidet, um den Fahrzustand des Fahrzeugs zu erfassen;

einer Abnormitätserfassungseinrichtung, um ein Vorhandensein einer Abnormität des ersten Sensors auf der Grundlage eines vorbestimmten Fahrzustands des Fahrzeugs, welcher durch den ersten Sensor erfasst und welcher auf der Grundlage einer Ausgabe des zweiten Sensors abgeschätzt wird, zu erfassen,

**dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung eine Haftungsgraderfassungseinrichtung aufweist, um einen Haftungsgrad eines Rades des Fahrzeugs auf einer Fahrbahnoberfläche zu erfassen; und

eine Unterbindungseinrichtung aufweist, um die Erfassung eines Vorhandenseins einer Abnormität des ersten Sensors durch die Abnormitätserfassungseinrichtung in wenigstens einem Fall, in welchem der Haftungsgrad geringer als der vorbestimmte Grad ist, oder in einem Fall, in welchem eine Querneigung der Fahrbahnoberfläche gleich oder größer als ein vorbestimmter Wert ist, zu unterbinden.

2. Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors nach Anspruch 1, worin der erste Sensor wenigstens ein Querbeschleunigungssensor, ein Giergeschwindigkeitssensor oder ein Lenkwinkelsensor ist.

3. Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors nach Anspruch 1 oder 2, worin der zweite Sensor ein Radgeschwindigkeitssensor ist.

4. Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors nach einem der Ansprüche 1 bis 3, worin:

sowohl ein Giergeschwindigkeitssensor als auch ein Querbeschleunigungssensor als der erste Sensor nutzbar sind, und die Abnormitätserfassungseinrichtung ein Vorhandensein einer Abnormität bei dem Giergeschwindigkeitssensor auf der Grundlage einer Giergeschwindigkeit, welche durch den Giergeschwindigkeitssensor erfasst wird, und einer Giergeschwindigkeit, welche auf der Grundlage der Ausgabe des zweiten Sensors abgeschätzt wird, erfasst;

in einem Fall, in dem bei dem Giergeschwindigkeitssensor keine Abnormität erfasst wird, der Querbeschleunigungssensor als der erste Sensor und der Giergeschwindigkeitssensor als der zweite Sensor dienen, und die Abnormitätserfassungseinrichtung ein Vorhandensein einer Abnormität bei dem Querbeschleunigungssensor auf der Grundlage einer Querbeschleunigung, welche durch den Querbeschleunigungssensor erfasst wird, und einer Querbeschleunigung, welche auf der Grundlage einer Ausgabe des Giergeschwindigkeitssensors abgeschätzt wird, erfasst; und

in einem Fall, in dem bei dem Giergeschwindigkeitssensor eine Abnormität erfasst wird, der Querbeschleunigungssensor als der erste Sensor und ein anderer Sensor als der Giergeschwindigkeitssensor als der zweite Sensor dienen, und die Abnormitätserfassungseinrichtung ein Vorhandensein einer Abnormität bei dem Querbeschleunigungssensor auf der Grundlage der Querbeschleunigung, welche durch den Querbeschleunigungssensor erfasst wird, und einer Querbeschleunigung, welche auf der Grundlage einer Ausgabe des Sensors, der nicht der Giergeschwindigkeitssensor ist, erfasst.

5. Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors nach einem der Ansprüche 1 bis 3, worin:

sowohl ein Giergeschwindigkeitssensor als auch ein Querbeschleunigungssensor als der erste Sensor und ein Radgeschwindigkeitssensor als der zweite Sensor nutzbar sind,

die Abnormitätserfassungseinrichtung ein Vorhandensein einer Abnormität bei dem Giergeschwindigkeitssensor auf der Grundlage einer Giergeschwindigkeit, welche durch den Giergeschwindigkeitssensor erfasst wird, und einer Giergeschwindigkeit, welche auf der Grundlage einer Ausgabe des Radgeschwindigkeitssensors abgeschätzt wird, erfasst;

die Abnormitätserfassungseinrichtung ein Vorhandensein einer Abnormität bei dem Querbeschleunigungssensor auf der Grundlage einer Querbeschleunigung, welche durch den Querbeschleunigungssensor erfasst wird, und einer Querbeschleunigung, welche auf der Grundlage der Ausgabe des Radgeschwindigkeitssensors abgeschätzt wird, erfasst.

6. Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors nach Anspruch 5, worin:

in einem Fall einer Erfassung eines Vorhandenseins einer Abnormität bei dem Querbeschleunigungssensor durch die Abnormitätserfassungseinrichtung auf der Grundlage der durch den Querbeschleunigungssensor erfassten Querbeschleunigung und der Querbeschleunigung, welche auf der Grundlage der Ausgabe des Radgeschwindigkeitssignals abgeschätzt wird, und einer auf der Grundlage einer Ausgabe einer vorbestimmten Messeinrichtung abgeschätzten Querbeschleunigung bestimmt wird:

ob eine Abnormität bei dem Querbeschleunigungssensor selbst oder eine andere Ursache als die Abnormität bei dem Querbeschleunigungssensor selbst

eine Ursache für die Erfassung der Abnormität bei dem Querbeschleunigungssensor ist.

7. Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors nach Anspruch 6, worin die vorbestimmte Messeinrichtung eine Schräglaufwinkelmesseinrichtung bzw. Rutschwinkelmesseinrichtung ist, um einen Fahrzeugkaroserieschräglaufwinkel zu messen, und worin die Abnormitätserfassungseinrichtung auf der Grundlage der Querbeschleunigung, welche durch den Querbeschleunigungssensor erfasst wird, und einer Querbeschleunigung, welche auf der Grundlage einer Ausgabe der Schräglaufwinkelmesseinrichtung abgeschätzt wird, bestimmt, ob die Erfassung der Abnormität bei dem Querbeschleunigungssensor durch die Abnormität bei dem Querbeschleunigungssensor selbst verursacht ist, oder die Erfassung der Abnormität bei dem Querbeschleunigungssensor eher dadurch verursacht ist, dass die Querneigung größer als ein vorbestimmter Wert ist, als durch die Abnormität des Querbeschleunigungssensors selbst.

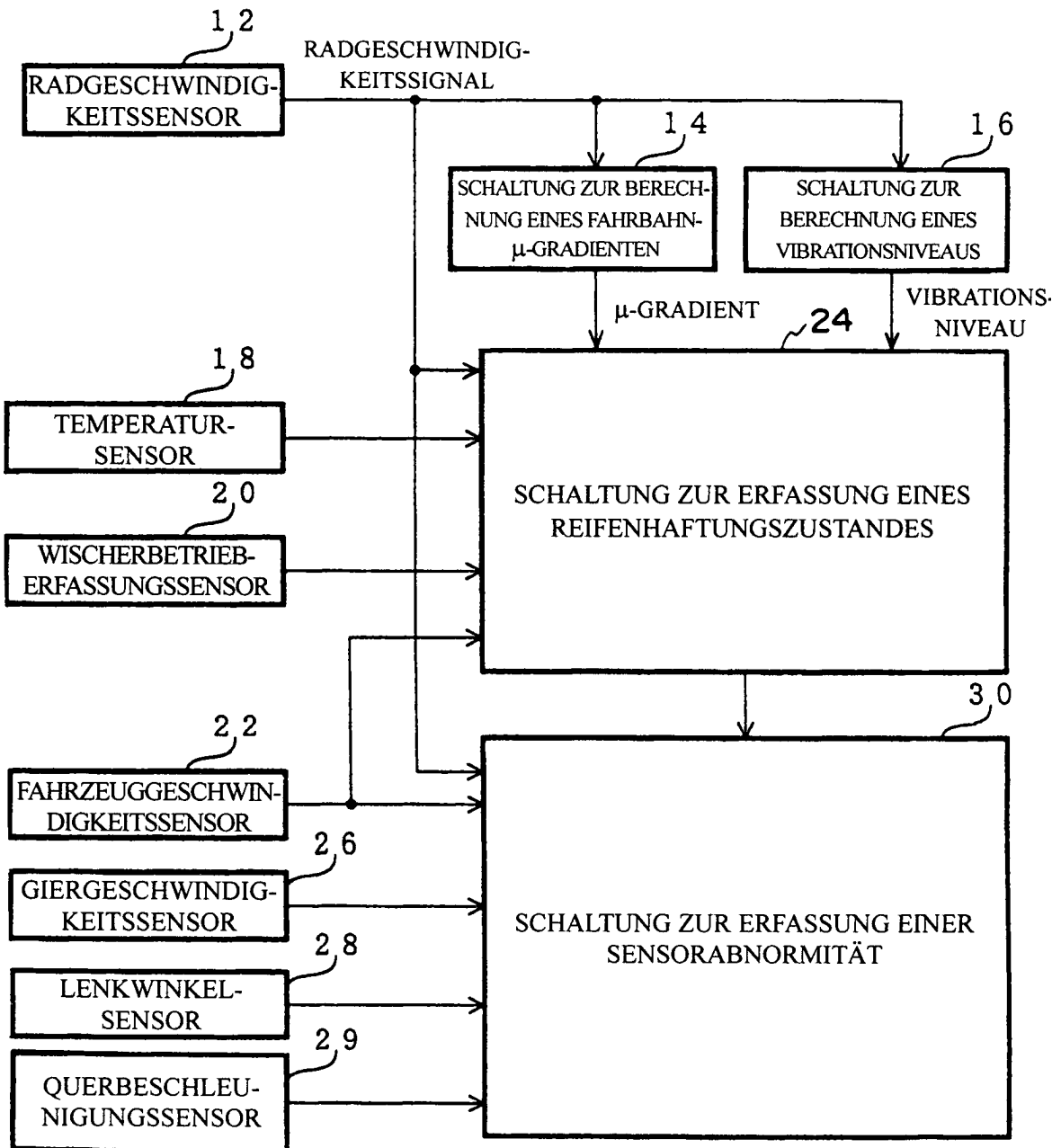
8. Vorrichtung zum Bestimmen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors nach Anspruch 5, worin die Haftungsgraderfassungseinrichtung beurteilt, ob drei oder mehr Räder des Fahrzeugs, einschließlich eines ungeleiteten Rades, Haftung auf der Fahrbahnoberfläche haben oder nicht.

9. Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors nach Anspruch 1, die außerdem aufweist:  
eine Quergradientenerfassungseinrichtung, um die Querneigung der Fahrbahn zu erfassen, worin, bevor die Abnormitätserfassungseinrichtung ein Vorhandensein einer Abnormität bei dem ersten Sensor erfasst, der Haftungsgrad und die Querneigung der Fahrbahnoberfläche erfasst werden.

10. Vorrichtung zum Erfassen einer Abnormität eines Fahrzeugsensors nach Anspruch 9, worin die Haftungsgraderfassungseinrichtung beurteilt, ob wenigstens zwei Räder des Fahrzeugs an diagonal entgegengesetzten Positionen Haftung auf der Fahrbahnoberfläche haben oder nicht.

Es folgen 16 Blatt Zeichnungen

FIG. 1



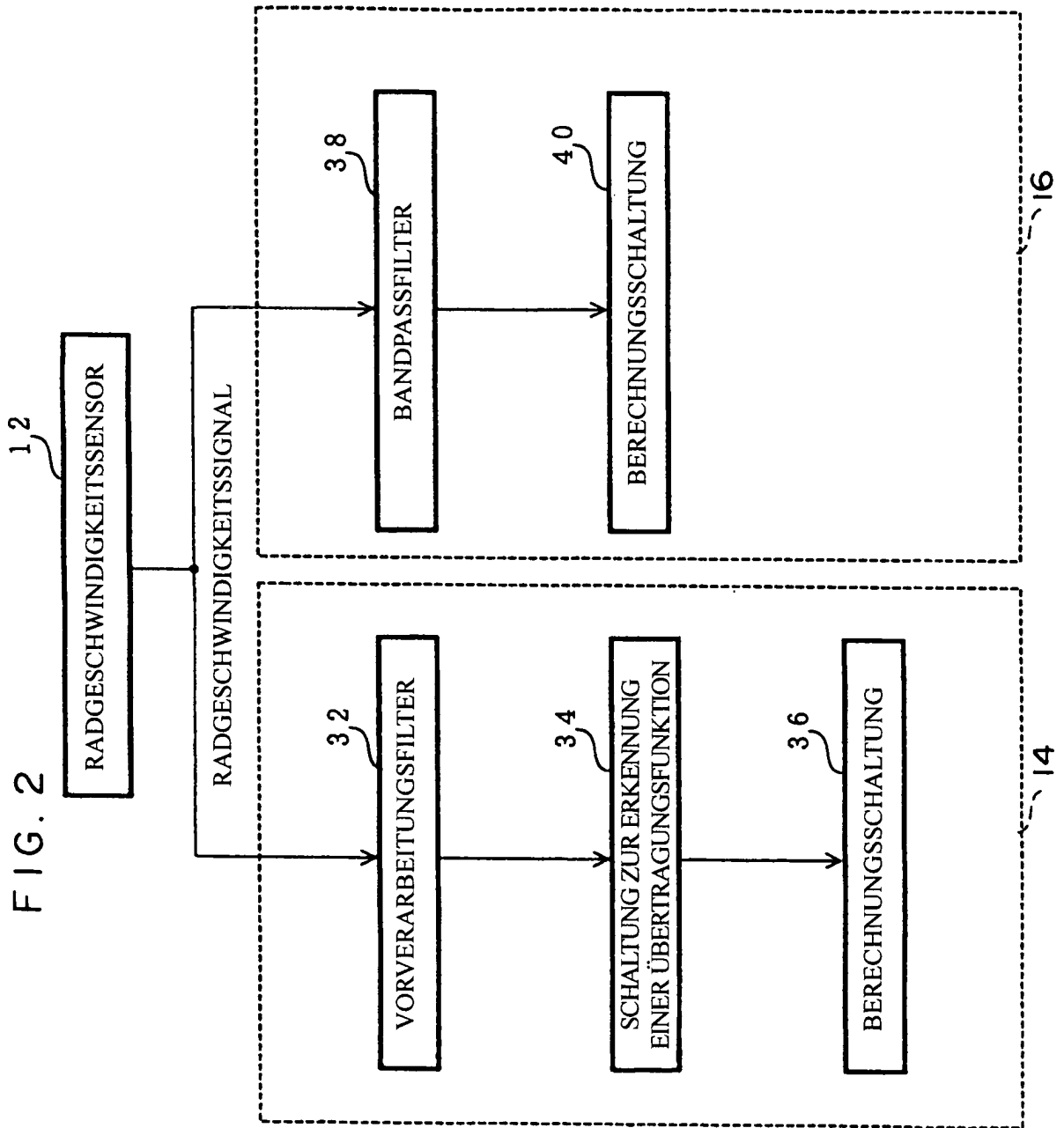


FIG. 3

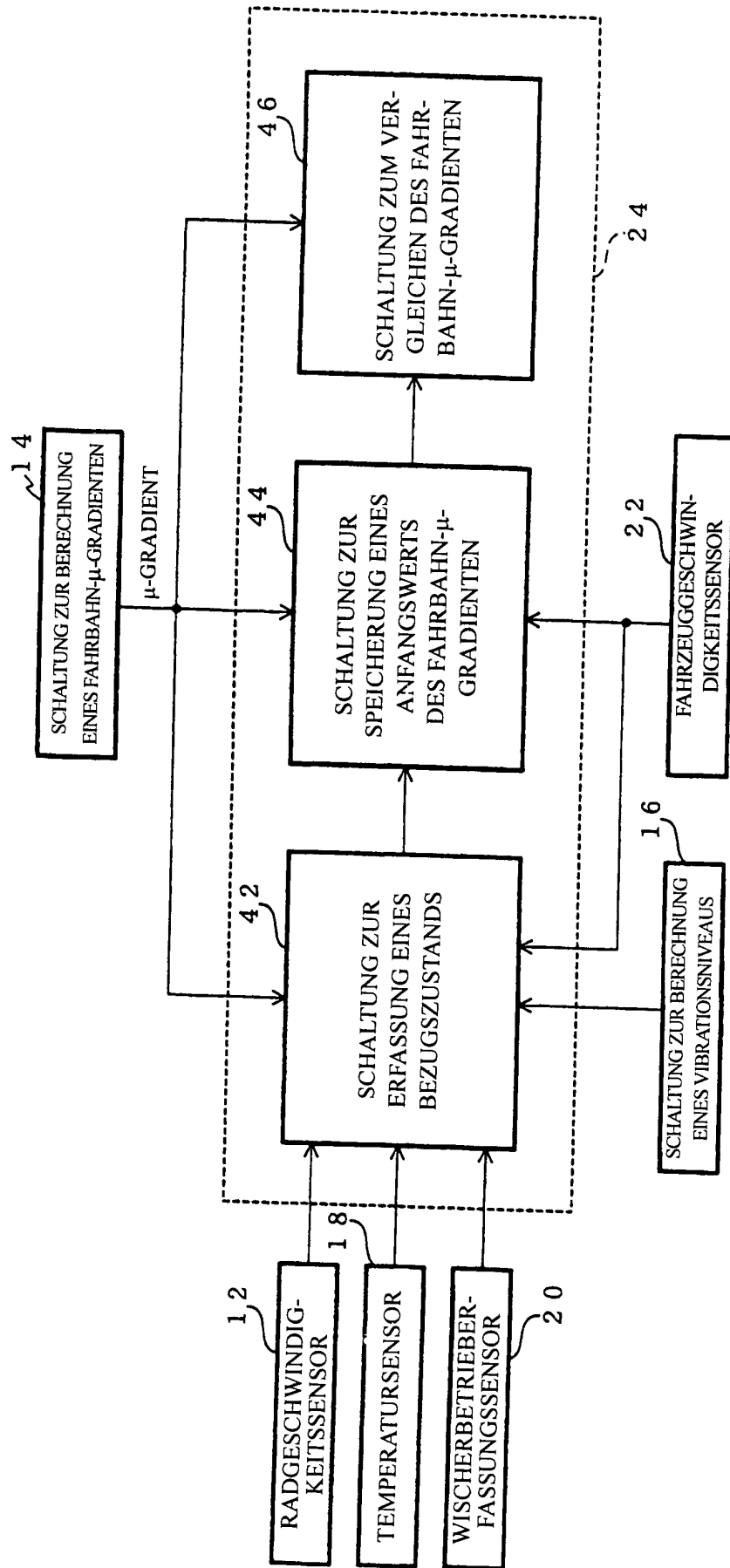


FIG. 4

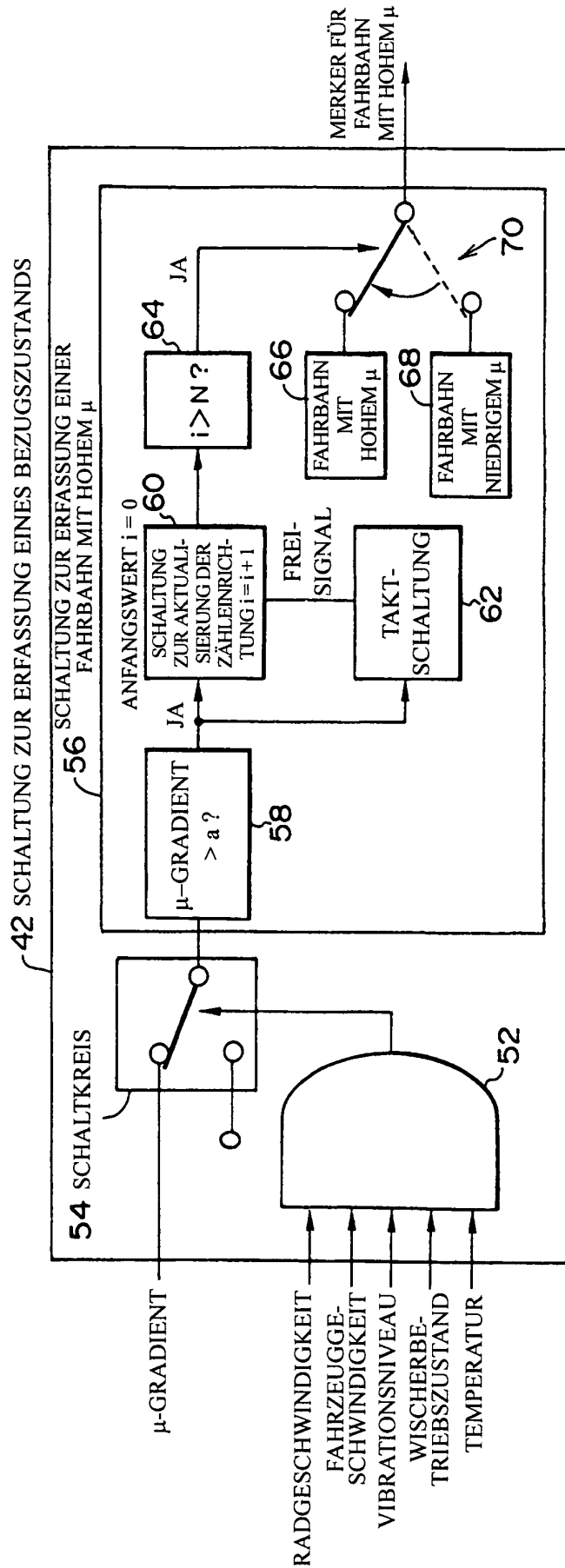


FIG. 5

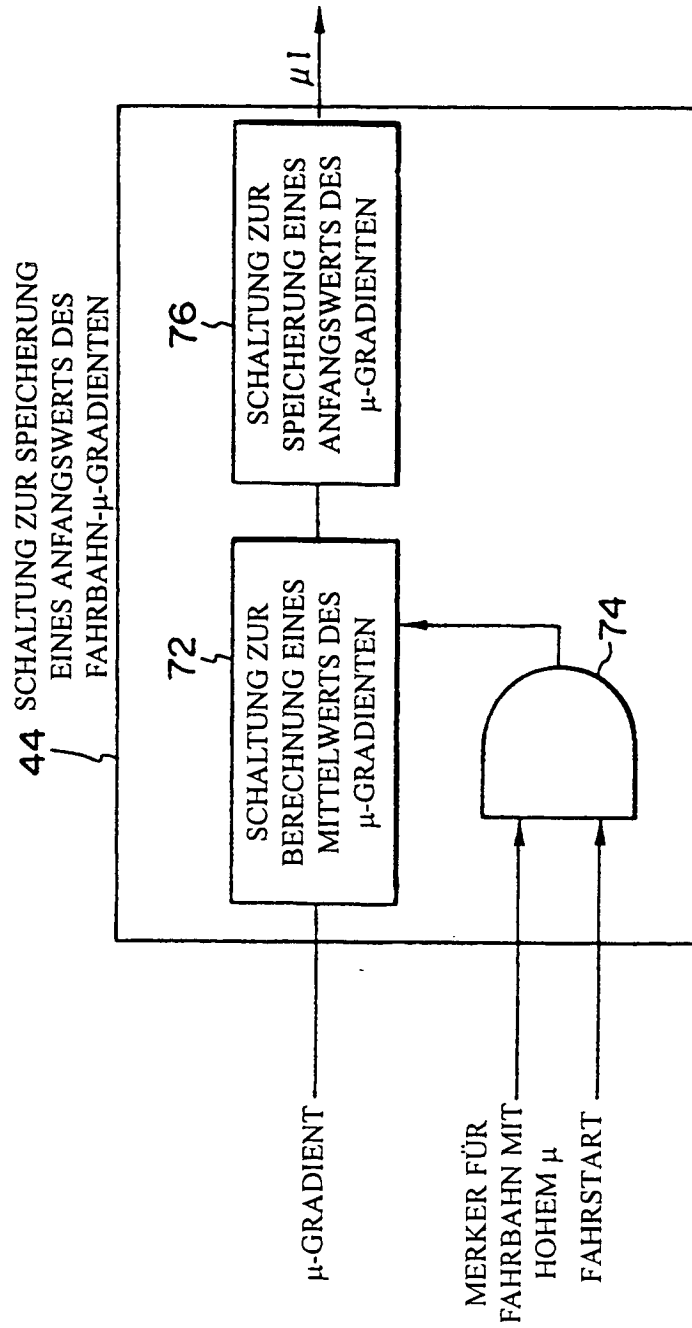




FIG. 6

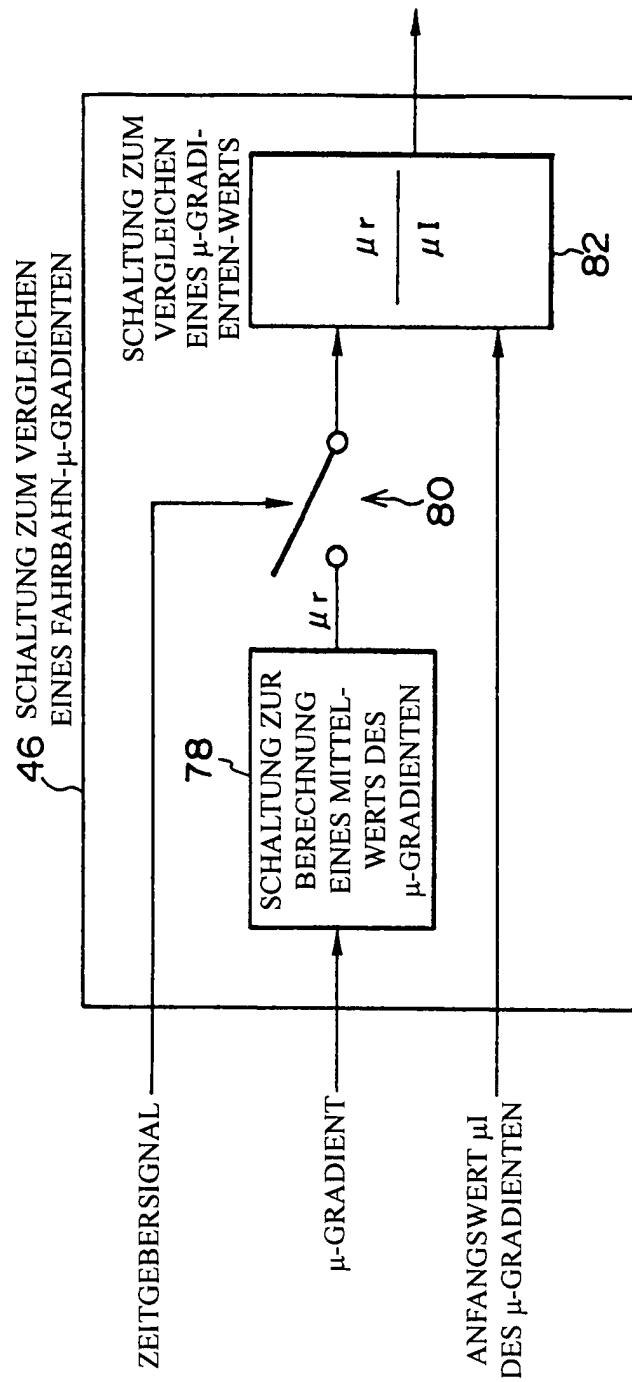


FIG. 7

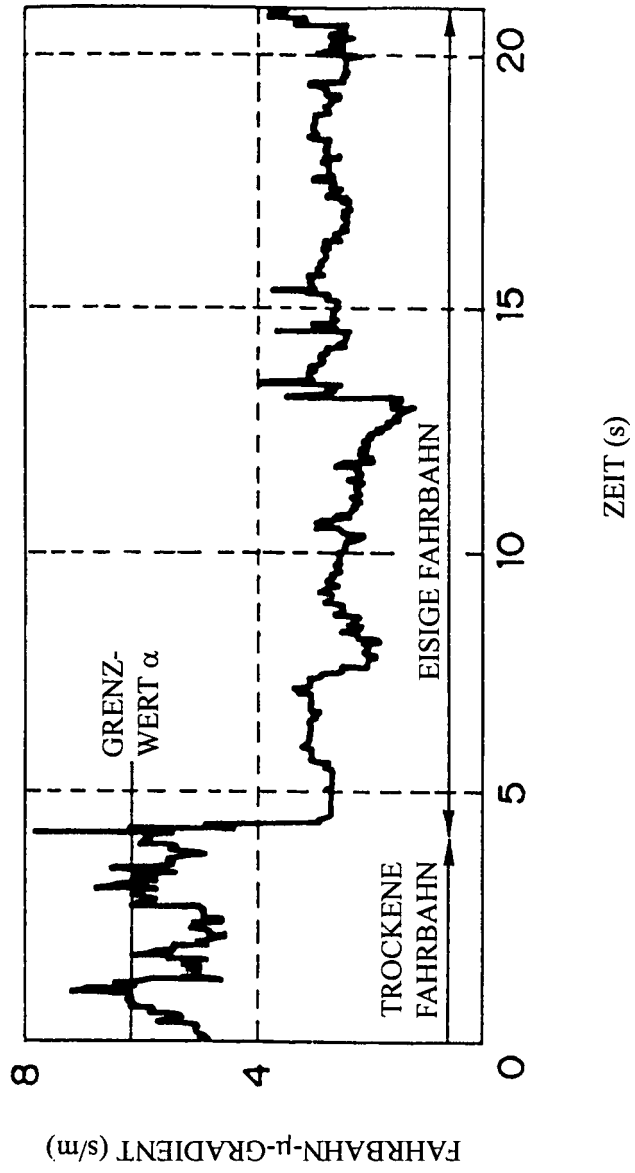


FIG. 8

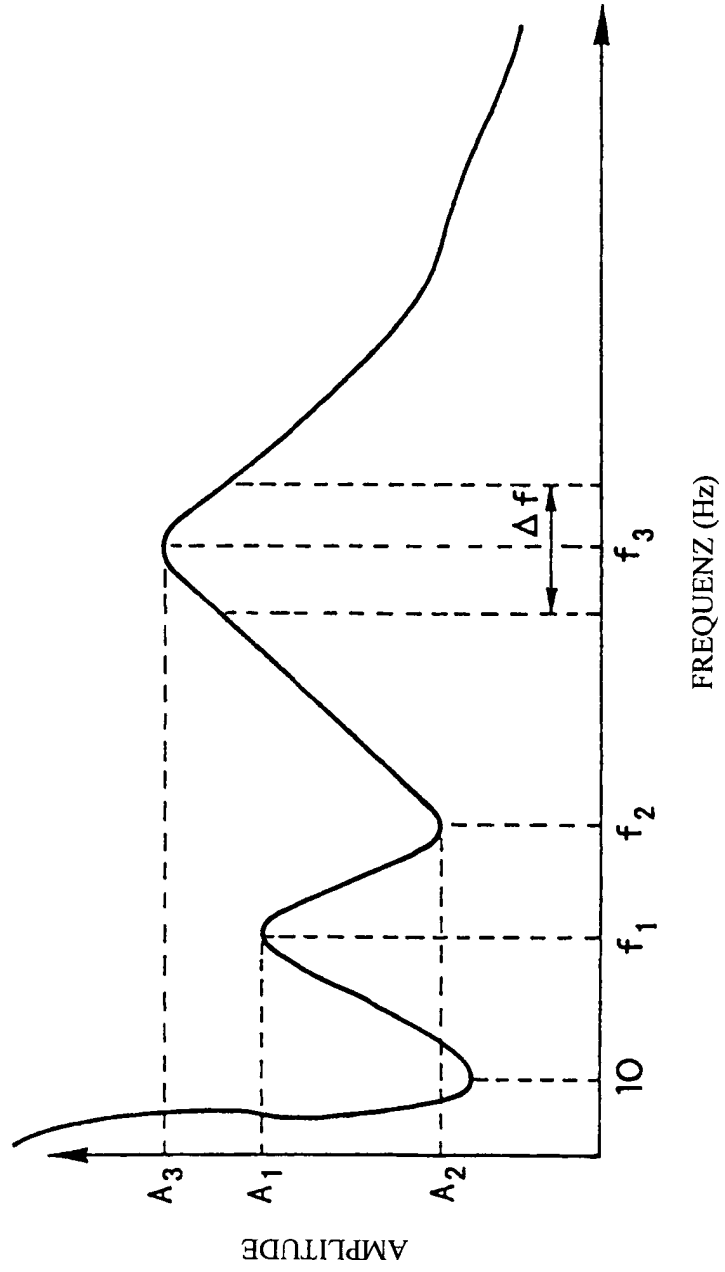
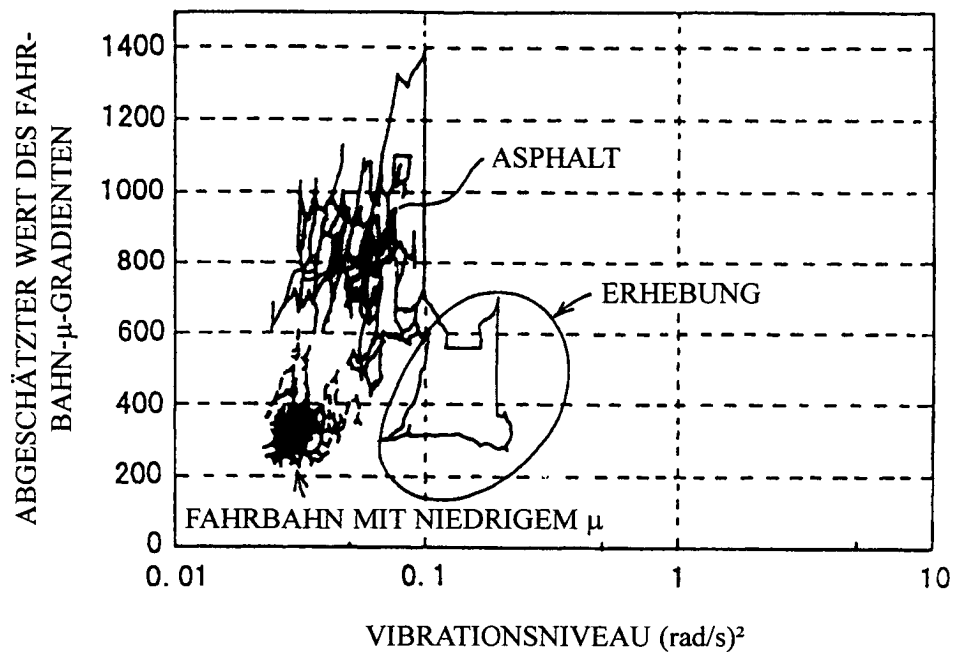


FIG. 9



ABGESCHÄTZTER WERT DES FAHRBAHN- $\mu$ -GRADIENTEN VIBRATIONSNIVEAU

FIG. 10

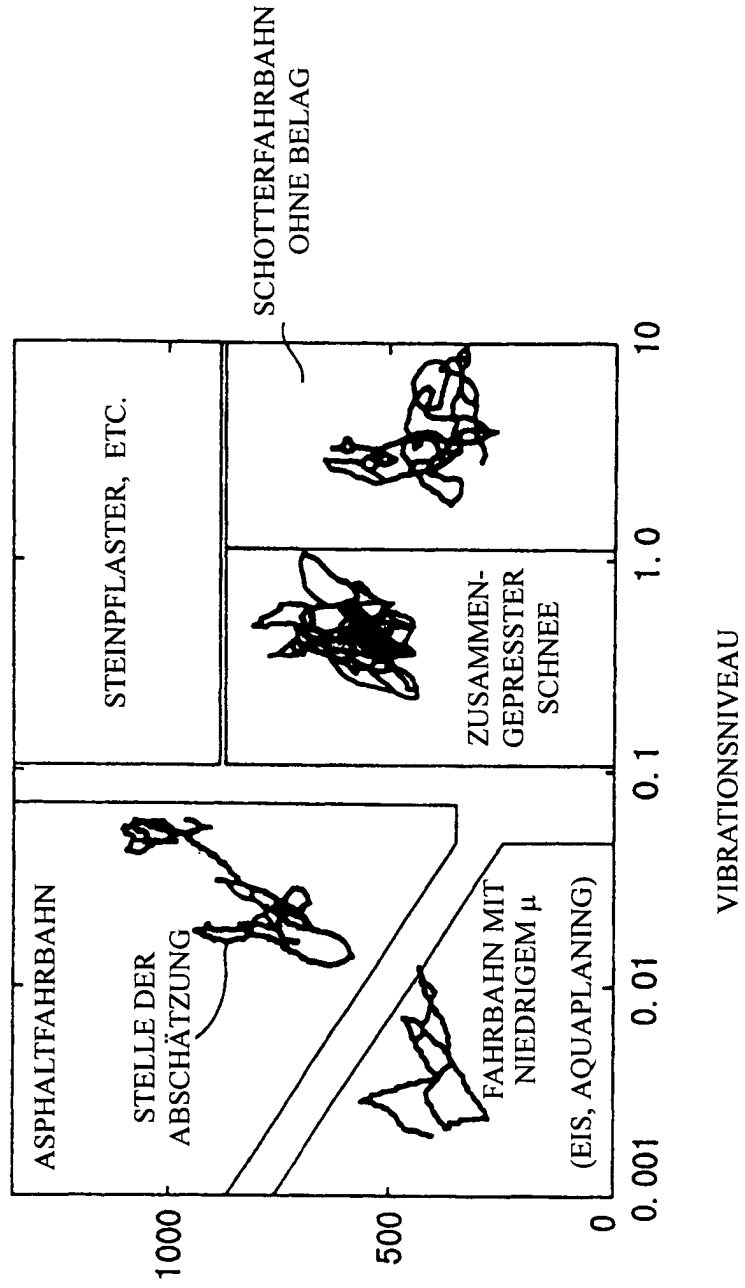


FIG. 11

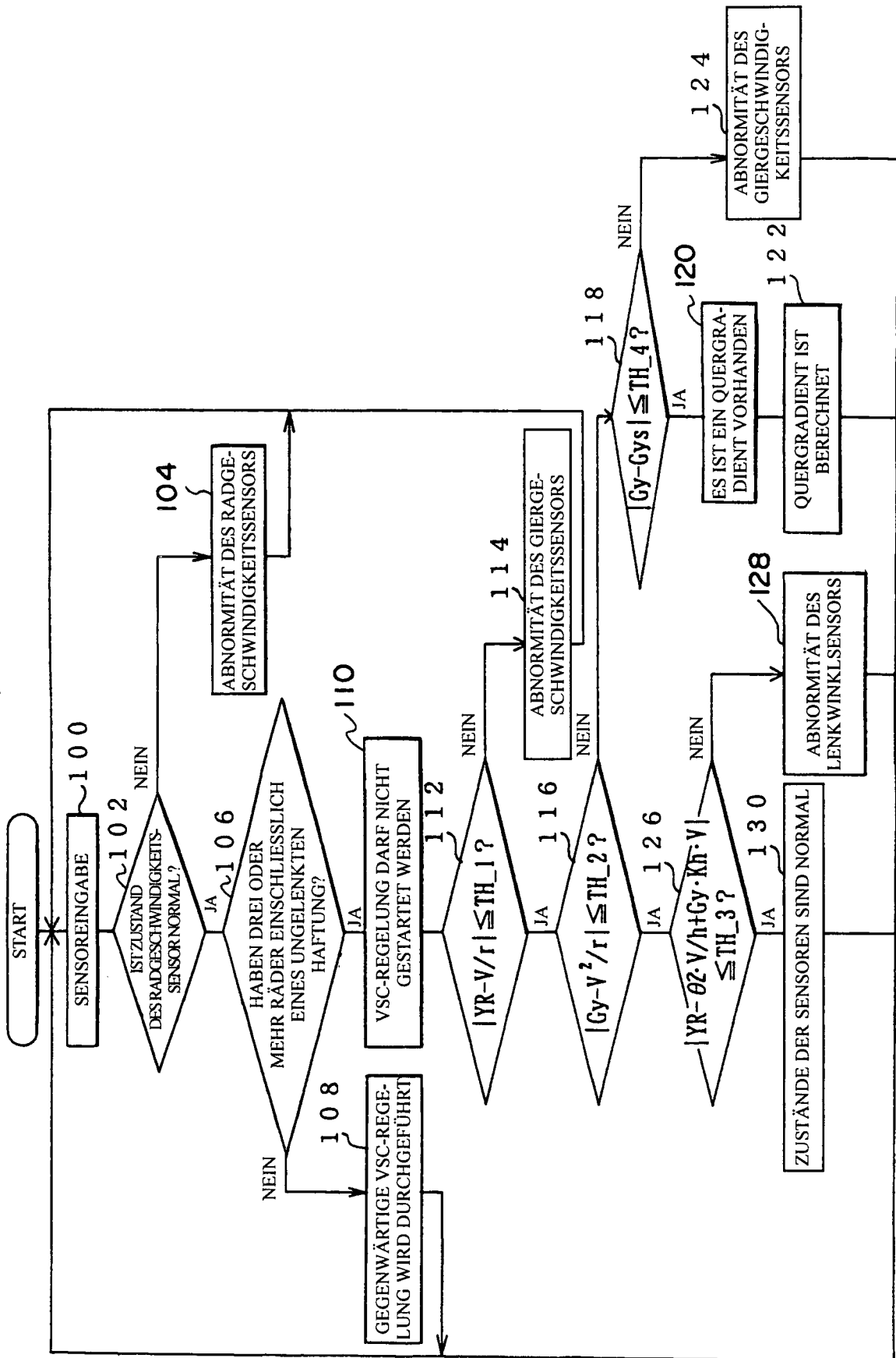


FIG.12

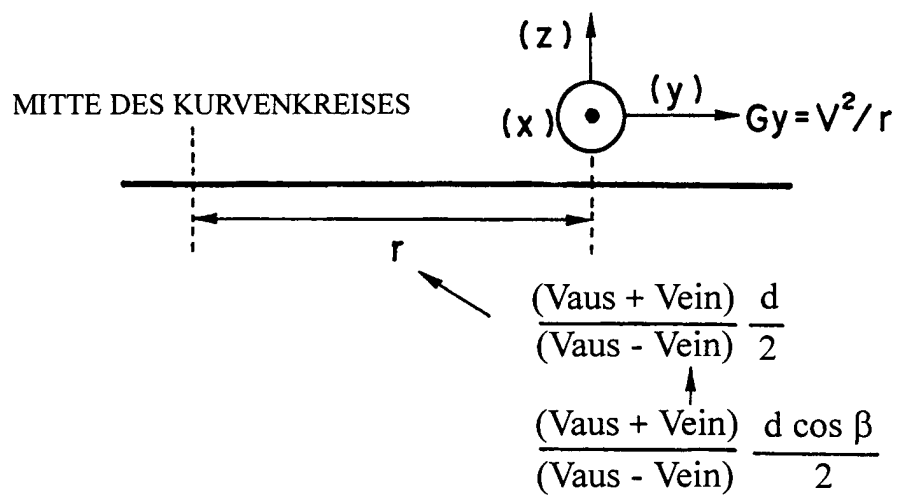


FIG. 13A

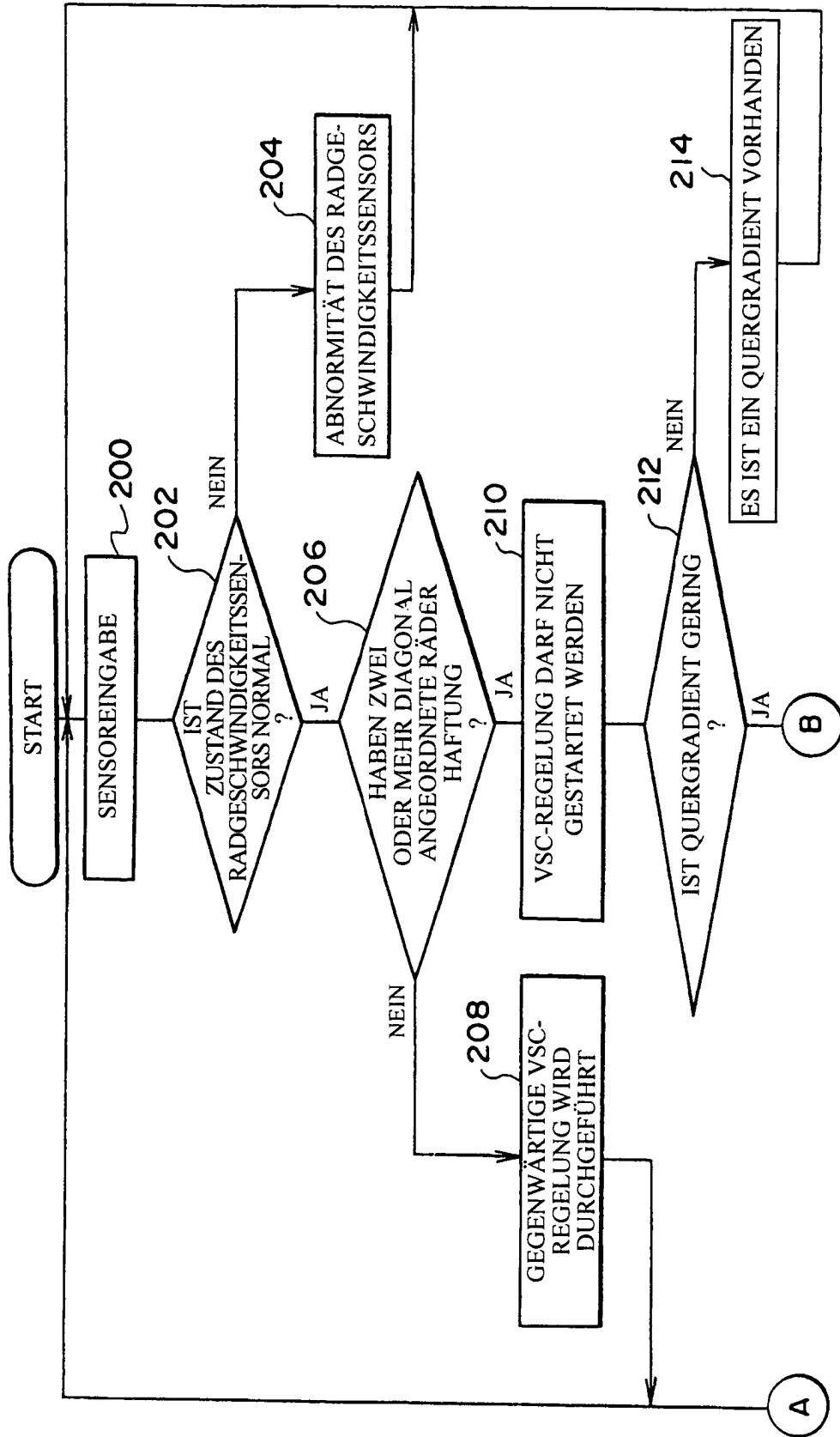




FIG. 13B

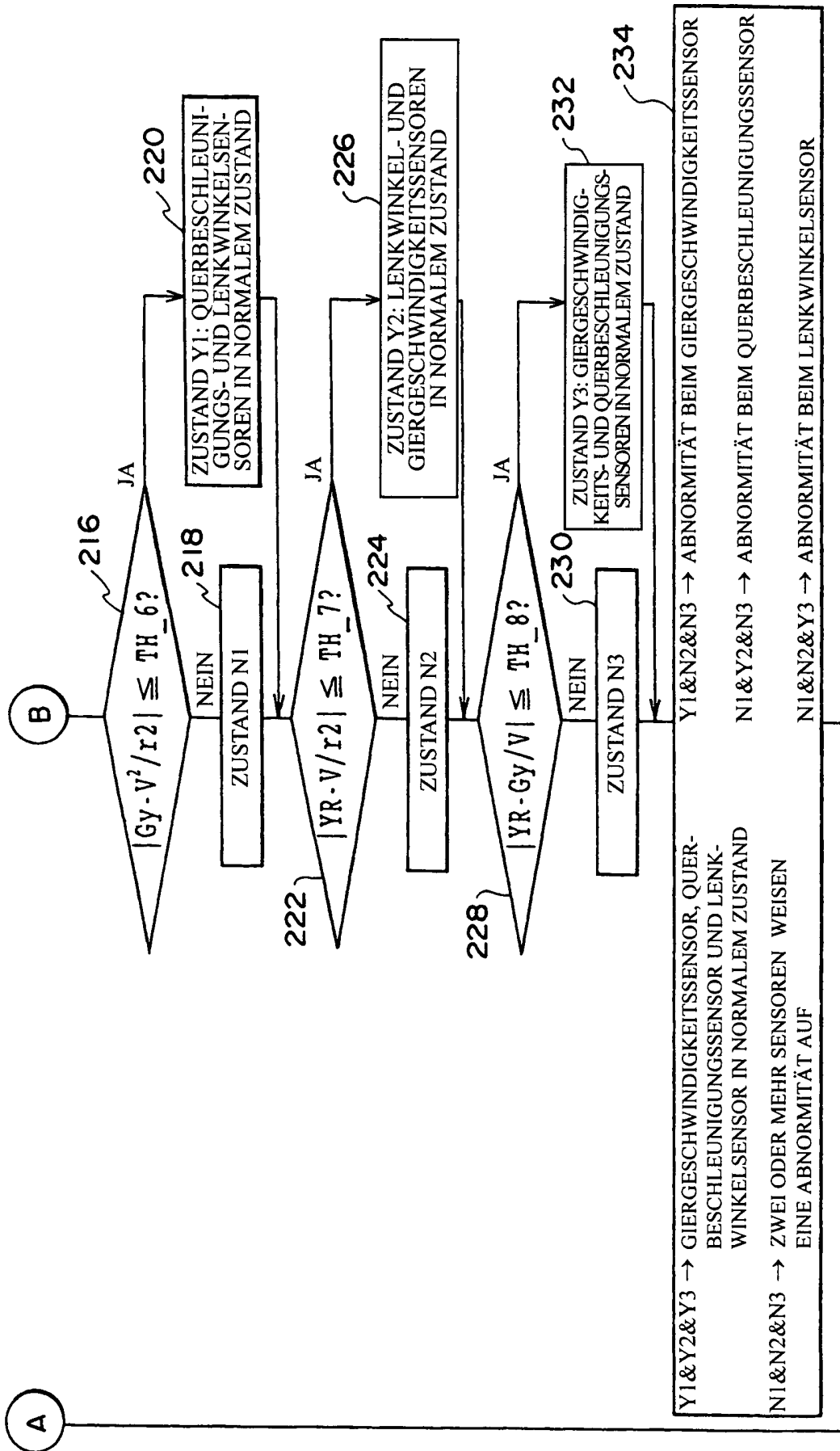


FIG. 14

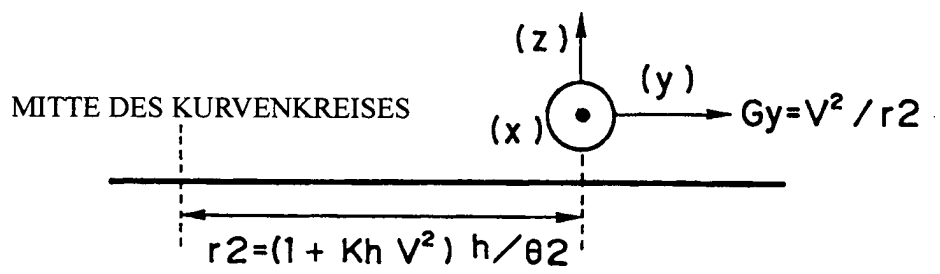


FIG. 15

