



(10) **DE 195 11 210 B4** 2012.08.09

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **195 11 210.5**  
(22) Anmeldetag: **27.03.1995**  
(43) Offenlegungstag: **28.09.1995**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **09.08.2012**

(51) Int Cl.: **G01S 13/93** (2006.01)  
**G01S 17/93** (2006.01)  
**G08G 1/16** (2006.01)  
**G05D 1/00** (2006.01)  
**G01S 15/93** (2012.01)

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. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

**6-55967**                      **25.03.1994**    **JP**  
**6-88645**                      **26.04.1994**    **JP**

(73) Patentinhaber:

**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,  
JP**

(74) Vertreter:

**WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,  
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354, Freising,  
DE**

(72) Erfinder:

**Nishimura, Takao, Nagoya, JP; Hibino, Katsuhiko,  
Toyoake, Aichi, JP; Shirai, Noriaki, Oobu, Aichi,  
JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE**                      **18 04 871**    **A**

(54) Bezeichnung: **Hinderniswarnvorrichtung und Hinderniswarnverfahren für ein Fahrzeug**

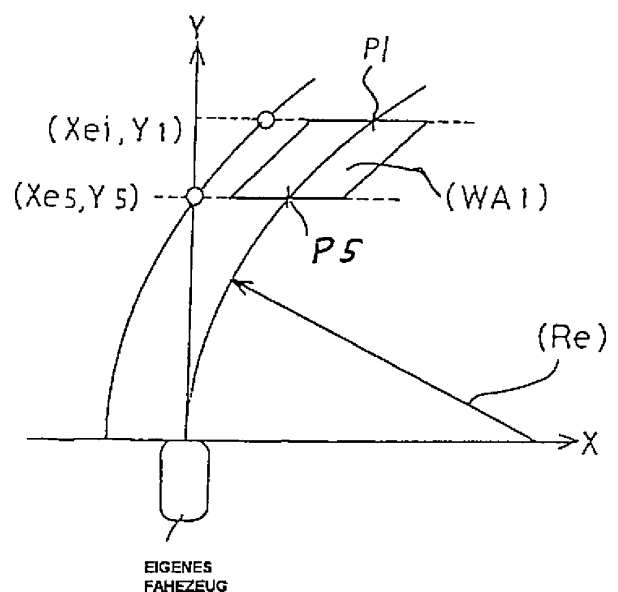
(57) Hauptanspruch: Hinderniswarnvorrichtung für ein Fahrzeug mit:

einer Distanzmeßeinrichtung (5), die eine Ultraschallwelle, Funkwelle oder ein Laserlicht in einen vorgegebenen Winkelbereich abstrahlt und eine Abtastung in einer Richtung einer Breite des Fahrzeugs durchführt und die eine Distanz zwischen dem Fahrzeug und einem Hindernis in Abhängigkeit eines Abtastwinkels auf der Grundlage einer reflektierten Welle oder eines reflektierten Lichts von dem Hindernis erfaßt;

einer Relativpositions-Berechnungseinrichtung (3), die eine relative Position des Hindernisses bezüglich des Fahrzeugs auf der Grundlage der Distanz, die durch die Distanzmeßeinrichtung (5) erfaßt wird, und einen zugehörigen Abtastwinkel berechnet;

einer Radius-Berechnungseinrichtung (3, S2310), die einen Radius eines geschätzten gekrümmten Wegs, entlang welchem das Fahrzeug fährt, berechnet, wobei das Berechnen auf der Grundlage von Daten durchgeführt wird, die mindestens zwei relative Positionen des Hindernisses anzeigen, welche durch die Relativpositions-Berechnungseinrichtung (3) berechnet werden;

einer Warnbereichs-Einstelleinrichtung (3, S2330), die einen vorgegebenen Warnbereich (WA1) auf der Grundlage der Breite des Fahrzeugs...



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft im allgemeinen eine Hinderniswarnvorrichtung und ein Hinderniswarnverfahren für ein Fahrzeug. Insbesondere betrifft diese Erfindung ein System für ein Fahrzeug, welches einen Kollisionsvermeidungsalarm erzeugt, wenn sich das Fahrzeug in die Nähe eines Hindernisses oder eines vorausfahrenden Fahrzeugs bewegt.

**[0002]** In einigen bekannten Vorwärts-Hinderniswarnsystemen für ein Fahrzeug wird die Distanz zwischen dem eigenen Fahrzeug und einem Hindernis oder einem vorausfahrenden Fahrzeug vor dem eigenen Fahrzeug erfaßt, und im Ansprechen auf die erfaßte Distanz wird ein Alarm erzeugt, wenn die Möglichkeit einer Kollision zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem Hindernis oder dem vorausfahrenden Fahrzeug besteht. Die Erfassung der Distanz weist im allgemeinen einen Schritt eines Aussendens bzw. Ausstrahlens eines Laserlichtstrahls oder eines Funkwellenstrahls vor das Fahrzeug, einen Schritt eines Empfangens eines Reflexions- oder Echostrahls von dem Hindernis oder dem vorausfahrenden Fahrzeug, einen Schritt eines Erfassens des Zeitintervalls zwischen dem Augenblick eines Aussendens des Strahls und dem Augenblick eines Empfangens des Reflexionsstrahls und einen Schritt eines Messens der Distanz im Ansprechen auf das erfaßte Zeitintervall auf.

**[0003]** Ein erster Fall, bei dem ein Alarm erforderlich ist, ist der, daß sich ein eigenes Fahrzeug in die Nähe eines feststehenden bzw. unbeweglichen, bzw. stationären Hindernisses, wie zum Beispiel eines feststehenden Fahrzeugs vorderhalb des eigenen Fahrzeugs, bewegt. Ein zweiter Fall, bei dem ein Alarm erforderlich ist, ist der, daß sich ein eigenes Fahrzeug in die Nähe eines beweglichen Hindernisses, wie zum Beispiel eines sich bewegenden Fahrzeugs vorderhalb des eigenen Fahrzeugs, bewegt. Der zweite Fall tritt auf, wenn ein Fahrzeug, welches dem eigenen Fahrzeug vorausfährt, relativ zu dem eigenen Fahrzeug langsamer wird oder wenn sich ein Fahrzeug mit einer niedrigen Geschwindigkeit bezüglich der Fahrspur des eigenen Fahrzeugs einreicht.

**[0004]** Für einen zuverlässigen Alarm ist es wirkungsvoll, die Position und die Geschwindigkeit eines Hindernisses relativ zu einem eigenen Fahrzeug zu erfassen. Die veröffentlichte ungeprüfte Japanische Patentanmeldung 5-180933 (entspricht dem U.S.-Patent 5 291 207) und die veröffentlichte ungeprüfte Japanische Patentanmeldung 5-180934 offenbaren, daß Daten der Position eines Hindernisses relativ zu einem eigenen Fahrzeug von einer Distanzmeßeinheit periodisch erzeugt werden und daß die gegenwärtigen Positionsdaten und die vorhergehenden Positionsdaten verglichen werden, um einen Betrag einer Änderung in der Position des Hindernisses

zu erfassen. Eine Geschwindigkeit des Hindernisses relativ zu dem eigenen Fahrzeug wird aus dem erfaßten Änderungsbetrag in der Position des Hindernisses berechnet.

**[0005]** Die veröffentlichte, ungeprüfte Japanische Patentanmeldung 5-180933 (entspricht dem U.S.-Patent 5 291 207) offenbart des weiteren, daß die gegenwärtigen Positionsdaten und die vorhergehenden Positionsdaten verglichen werden, um eine Bewegungsrichtung des Hindernisses relativ zu dem eigenen Fahrzeug zu erfassen und daß die Position des Hindernisses, welche zu einer vorgegebenen Zeit nach dem jetzigen Augenblick auftritt, aus der relativen Geschwindigkeit des Hindernisses und der Bewegungsrichtung des Hindernisses geschätzt wird.

**[0006]** In dem Fall, in dem das eigene Fahrzeug entlang einer Fahrspur einer gekrümmten bzw. kurvigen Straße fährt, wird das eigene Fahrzeug im allgemeinen nicht mit einem Fahrzeug kollidieren, das entlang einer Fahrspur fährt, die sich neben der Fahrspur des eigenen Fahrzeuges befindet, obgleich sich das eigene Fahrzeug in der Nähe des benachbarten Fahrzeugs befindet. In dem Fall, bei dem das eigene Fahrzeug entlang einer Fahrspur einer gekrümmten Straße fährt, besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit einer Kollision zwischen dem eigenen Fahrzeug und einem feststehenden Fahrzeug, wenn das feststehende Fahrzeug die Fahrspur des eigenen Fahrzeugs vorderhalb des Fahrzeugs belegt, obgleich das feststehende Fahrzeug weit von dem eigenen Fahrzeug entfernt ist.

**[0007]** Das U.S.-Patent 5 023 617 offenbart ein Fahrzeug-Vorwärtssensorentennen-Steuersystem. In dem System des U.S.-Patents 5 023 617 wird ein ausgesendeter und empfangener Strahl eines nach vorne gerichteten Sensors eines Quellenfahrzeugs gesteuert, wenn das Quellenfahrzeug durch einen krummlinigen Weg fährt. Somit wird der Steuereinkel derart gesteuert, daß er den Verlust einer Erfassung eines Zielfahrzeugs, der sich aus einer wirksamen seitlichen Verschiebung des Strahls relativ zu dem Weg ergibt, verhindert, wenn der Strahl in den krummlinigen Weg gesteuert wird. Der Strahl wird in einem Winkel gesteuert, der die wirksame seitliche Verschiebung des Strahls relativ zu dem krummlinigen Weg so beschränkt, daß ein vorbestimmtes minimales Zielfahrzeug-Erfassungskriterium erfüllt ist.

**[0008]** Aus der DE 1 804 871 A1 ist ein Kollisionsvermeidungssystem bekannt, welches Hindernisse innerhalb eines vorgegebenen Raums vor einem Fahrzeug registriert. Hierzu weist das System eine Antenne mit einer scharf gebündelten Richtcharakteristik auf, die derart periodisch geschwenkt wird, daß ab einer vorgegebenen Mindestentfernung vor dem Fahrzeug die gesamte Breite der Fahrbahn überstrichen

wird und daß den einzelnen Richtungen innerhalb des Schwenkbereichs derartige Ansprechentfernungen zugeordnet werden, daß nur Hindernisse innerhalb eines vorgegebenen Raums vor dem Fahrzeug registriert werden. Führt das Fahrzeug in eine Kurve, so werden in Abhängigkeit der Kurvenkrümmung die den einzelnen Richtungen zugeordneten Ansprechentfernungen derart geändert, daß auch bei Kurvenfahrt der vom Gerät auf Hindernisse untersuchte Raum die vom Fahrzeug zu durchzufahrende Bahn überdeckt. Die Übertragung der Information über den Kurvenradius wird mittels zweier nebeneinander liegender Reihen von Teilen magnetischen Materials bewirkt.

**[0009]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine verbesserte Hinderniswarnvorrichtung sowie ein Hinderniswarnverfahren für ein Fahrzeug zu schaffen.

**[0010]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1 oder 6 angegebenen Merkmale gelöst.

**[0011]** Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0012]** Ein Hinderniswarnsystem für ein Fahrzeug, welches eine Distanzmeßeinrichtung, die eine Übertragungswelle oder ein Laserlicht in einen vorgegebenen Winkelbereich in einer Richtung einer Breite des Fahrzeugs in einer abtastenden Weise aussendet und die eine Distanz (L) zwischen dem Fahrzeug und einem Hindernis entsprechend einem Abtastwinkel ( $\theta$ ) auf der Grundlage einer reflektierten Welle oder eines reflektierten Lichts von dem Hindernis erfaßt, beinhaltet eine Relativpositions-Berechnungseinrichtung, die eine relative Position (X, Y) des Hindernisses bezüglich des Fahrzeugs auf der Grundlage der Distanz (L), die durch die Distanzmeßeinrichtung erfaßt wird, und einen entsprechenden Abtastwinkel ( $\theta$ ) berechnet; eine Radius-Berechnungseinrichtung, die einen Radius (Re) eines geschätzten relativen gekrümmten Weges des Fahrzeugs bezüglich des Hindernisses auf der Grundlage der relativen Positionen von mindestens zwei Punkten des Hindernisses, welche durch die Relativpositions-Berechnungseinrichtung berechnet werden, berechnet; eine Warnbereichs-Einstelleinrichtung, die einen vorgegebenen Warnbereich (WA1) auf der Grundlage der Breite des Fahrzeugs und des Radiuses (Re), der durch die Radius-Berechnungseinrichtung berechnet wird, einstellt; und eine Warnverfahrenseinrichtung, die ein vorgegebenes Warnverfahren in den Fällen ausführt, in denen das Hindernis für eine vorgegebene Zeit in dem Warnbereich (WA1) verbleibt.

**[0013]** Beispiele des Hindernisses sind ein anderes Fahrzeug, das dem eigenen Fahrzeug vorausfährt,

ein feststehendes Fahrzeug, eine Leitplanke an einer Straßenseite und ein Mast.

**[0014]** Gemäß einer Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird ein Hinderniswarnsystem geschaffen, bei dem die Radius-Berechnungseinrichtung eine Einrichtung aufweist, die den Radius (Re) des geschätzten relativen gekrümmten Weges des Fahrzeugs auf der Grundlage von zwei aus einer Korrektur resultierenden relativen Positionen, die aus den relativen Positionen (X, Y) von mindestens drei Punkten des Hindernisses, zum Beispiel durch ein Verfahren der kleinsten Quadrate, abgeleitet werden, berechnet.

**[0015]** Gemäß einer anderen Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird ein Hinderniswarnsystem geschaffen, das eine Geradeausfahrt-Annahmearrichtung aufweist, die auf der Grundlage der relativen Positionen (X, Y) von mindestens zwei Punkten des Hindernisses, welche von der Relativpositions-Berechnungseinrichtung berechnet werden, eine Bedingung einer Geradeausfahrt in Fällen als vorhanden berücksichtigt, in denen ein Betrag einer Bewegung des Hindernisses relativ zu dem Fahrzeug in der Richtung der Breite des Fahrzeugs kleiner oder gleich als ein vorgegebener Wert ist und in denen sich das Hindernis in einem vorgegebenen Bereich direkt vorderhalb des Fahrzeugs befindet; wobei in Fällen, in denen die Geradeausfahrt-Annahmearrichtung eine Geradeausfahrt als vorhanden berücksichtigt, die Radius-Berechnungseinrichtung den Radius (Re) als unendlich groß berücksichtigt, ohne ein normales Radius-Berechnungsverfahren auszuführen, während die Warnbereichs-Einstelleinrichtung den vorgegebenen Warnbereich (WA1) auf der Grundlage des unendlich großen Radiuses (Re) und der Breite des Fahrzeugs einstellt.

**[0016]** Gemäß einer anderen Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird ein Hinderniswarnsystem geschaffen, das eine Fahrzeuggeschwindigkeits-Erfassungseinrichtung, die eine Geschwindigkeit (V) des Fahrzeugs erfaßt; eine Relativgeschwindigkeits-Berechnungseinrichtung, die eine relative Geschwindigkeit (Vr) des Hindernisses bezüglich des Fahrzeugs auf der Grundlage der relativen Position, die durch die Relativpositions-Berechnungseinrichtung berechnet wird, berechnet; eine Bewegungs-Entscheidungseinrichtung, die auf der Grundlage der relativen Geschwindigkeit (Vr) des Hindernisses und der Geschwindigkeit (V) des Fahrzeugs entscheidet, ob sich ein Hindernis bewegt oder feststeht; und eine zweite Warnverfahrenseinrichtung aufweist, die selbst dann ein vorgegebenes Warnverfahren in Fällen ausführt, in denen durch die Bewegungs-Entscheidungseinrichtung festgestellt wird, daß sich das Hindernis bewegt und das Hindernis für eine vorgegebene Zeit in einem Hilfswarnbereich (WA2) verbleibt, der bezüglich des Fahrzeugs eingestellt wird, wenn das

vorgegebene Warnverfahren auf der Grundlage des Warnbereichs (WA1) nicht durch die Warnverfahren-einrichtung ausgeführt wird.

**[0017]** Gemäß einer anderen Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird ein Hinderniswarnsystem geschaffen, bei dem der vorgegebene Hilfswarnbereich bezüglich des Fahrzeugs und auf der Grundlage einer Standard-Fahrzeuggeschwindigkeit, die unter Berücksichtigung einer Straßenform angenommen wird, variabel eingestellt wird.

**[0018]** In dem Hinderniswarnsystem arbeitet die Distanzmeßeinrichtung derart, daß sie eine Übertragungswelle oder ein Laserlicht in einem vorgegebenen Winkelbereich in einer Richtung einer Breite des Fahrzeugs in einer abtastenden Weise aussendet und daß sie eine Distanz (L) zwischen dem Fahrzeug und einem Hindernis entsprechend einem Abtastwinkel ( $\theta$ ) auf der Grundlage einer reflektierten Welle oder eines reflektierten Lichts von dem Hindernis erfaßt. Die Relativpositions-Berechnungseinrichtung arbeitet derart, daß sie eine relative Position (X, Y) des Hindernisses bezüglich des Fahrzeugs auf der Grundlage der Distanz (L), die durch die Distanzmeßeinrichtung erfaßt wird, und einen entsprechenden Abtastwinkel ( $\theta$ ) berechnet. Die Radius-Berechnungseinrichtung arbeitet derart, daß sie einen Radius (Re) eines geschätzten relativen gekrümmten Weges des Fahrzeugs bezüglich des Hindernisses auf der Grundlage von relativen Positionen von mindestens zwei Punkten des Hindernisses, welche durch die Relativpositions-Berechnungseinrichtung berechnet werden, berechnet. Die Warnbereichs-Einstelleinrichtung arbeitet derart, daß sie einen vorgegebenen Warnbereich (WA1) auf der Grundlage der Breite des Fahrzeugs und des Radius (Re), der durch die Radius-Berechnungseinrichtung berechnet wird, einstellt. Die Warnverfahren-einrichtung arbeitet derart, daß sie ein vorgegebenes Warnverfahren in Fällen ausführt, in denen das Hindernis für eine vorgegebene Zeit in dem Warnbereich (WA1) verbleibt.

**[0019]** Die Distanzmeßeinrichtung ist in der Lage, eine Distanz (L) zwischen dem Fahrzeug und einem Hindernis entsprechend einem Abtastwinkel ( $\theta$ ) in dem vorgegebenen Winkelbereich in der Richtung der Breite des Fahrzeugs zu erfassen. Das Abtasten ermöglicht eine Erfassung eines Hindernisses in einem weiten bzw. großen Bereich, eine Verhinderung eines Verlierens eines Hindernisses, während eines Fahrens entlang eines gekrümmten Weges und eine Erfassung einer seitlichen Bewegung des Hindernisses.

**[0020]** Demgemäß kann das Abtasten die Möglichkeit einer Erzeugung eines falschen Alarms verringern und die Warnfähigkeit in Verbindung mit dem später beschriebenen Warnverfahren verbessern.

**[0021]** Selbst in dem Fall einer gekrümmten bzw. kurvigen Straße kann aus den folgenden Gründen ein geeigneter Alarm erzeugt werden. Eine Berechnung wird anhand eines Radius (Re) eines geschätzten relativen gekrümmten Weges des Fahrzeugs bezüglich des Hindernisses durchgeführt und ein vorgegebener Warnbereich (WA1) wird auf der Grundlage der Breite des Fahrzeugs und des Radius (Re) eingestellt. Ein vorgegebenes Warnverfahren wird in Fällen ausgeführt, in denen das Hindernis für eine vorgegebene Zeit in dem Warnbereich (WA1) verbleibt.

**[0022]** In dem Fall, in dem das Hindernis feststeht, stimmt der berechnete Radius (Re) exakt mit einem Radius eines geschätzten gekrümmten Weges des Fahrzeugs überein. In dem Fall, in dem sich das Hindernis bewegt, stimmt der berechnete Radius (Re) mit einem Radius eines geschätzten relativen gekrümmten Weges des Fahrzeugs bezüglich des Hindernisses überein. Somit tritt selbst in dem Fall, in dem das Fahrzeug entlang eines geraden Weges fährt, ein geschätzter gekrümmter Weg auf, wenn sich ein vorausfahrendes Fahrzeug mit einer geringen Geschwindigkeit bezüglich der Fahrspur des eigenen Fahrzeugs von einer benachbarten Fahrspur einreicht.

**[0023]** In dem Fall, in dem das Hindernis mit einem feststehenden Objekt übereinstimmt, wird der Radius (Re) wie folgt berechnet. Wenn das eigene Fahrzeug entlang einer Kurve fährt, nähert sich das feststehende Objekt dem eigenen Fahrzeug relativ entlang eines Kreispfades. Da sich das feststehende Objekt nicht bewegt, kann der Radius (Re) des geschätzten relativen gekrümmten Weges des eigenen Fahrzeugs aus lediglich der relativen Position des feststehenden Objekts bezüglich des eigenen Fahrzeugs berechnet werden. [Fig. 24](#) zeigt die relative Position des feststehenden Objekts an X- und Y-Koordinaten, wobei die Position des eigenen Fahrzeugs als der Ursprung definiert ist, während die Richtung der Breite des eigenen Fahrzeugs und die Längsrichtung des eigenen Fahrzeugs als eine X-Achse bzw. eine Y-Achse definiert sind. Die Punkte "A" und "B" der relativen Position des feststehenden Objektes liegen auf dem Umkreis eines Kreises, der zu dem Kreis konzentrisch ist, der einen Kurvenradius (Re) aufweist. Der Mittelpunkt "C" des Kreises, der den Kurvenradius (Re) aufweist, liegt auf der X-Achse. Deshalb stimmt das Dreieck "ABC" mit einem gleichseitigen Dreieck überein, in dem "AC" = "BC" gilt. Somit kann der Kurvenradius (Re) durch die Positionen der Punkte "A" und "B" bestimmt werden.

**[0024]** Der Warnbereich (WA1) wird auf der Grundlage des Radius (Re) und der Breite des eigenen Fahrzeugs eingestellt. Es wird ein Bereich einer Breite eingestellt, der gleich einer minimalen Fahrzeugbreite ist. Es wird bevorzugt, beim Einstellen des

Bereichs einen Spalt vorzusehen, da sich die Möglichkeit eines Kontakts ergibt, wenn die Bereichsbreite gleich der Fahrzeugbreite eingestellt wird. In dem Fall, in dem das eigene Fahrzeug entlang eines geraden Weges fährt, wird der Radius unendlich groß eingestellt, so daß ähnliche Verfahren angewendet werden können. [Fig. 25](#) zeigt ein Objekt an einer Straßenseite, welches nicht mit dem eigenen Fahrzeug kollidieren wird. [Fig. 26](#) zeigt ein feststehendes Fahrzeug, welches mit dem eigenen Fahrzeug kollidieren wird. Unter den in [Fig. 25](#) gezeigten Bedingungen wird eine mögliche Kollision als nicht vorhanden betrachtet und es wird kein Warnverfahren ausgeführt, da das Objekt an der Straßenseite außerhalb des Warnbereichs (WA1) liegt. Andererseits wird unter den in [Fig. 26](#) gezeigten Bedingungen eine mögliche Kollision als vorhanden betrachtet und ein Warnverfahren ausgeführt, da das feststehende Fahrzeug innerhalb des Warnbereichs (WA1) liegt.

**[0025]** Das zuvor aufgezeigte Verfahren eines Berechnens eines Kurvenradiuses, welcher sich auf das feststehende Objekt bezieht, kann ebenso in dem Fall angewendet werden, in dem das Hindernis mit einem sich bewegenden Objekt übereinstimmt. In diesem Fall bedeutet der Kurvenradius (Re) einen Radius eines geschätzten relativen gekrümmten Weges des Fahrzeugs bezüglich des Hindernisses. [Fig. 27](#) zeigt Verhalten "a" und "b" eines vorausfahrenden Fahrzeugs vor dem eigenen Fahrzeug. [Fig. 28](#) zeigt geschätzte Kurven, die den Verhalten "a" und "b" in [Fig. 27](#) entsprechen. [Fig. 29](#) zeigt Verhalten "c", "d", "e" und "f" eines Fahrzeugs, welches weiterhin entlang einer Fahrspur, die neben der Fahrspur des eigenen Fahrzeuges liegt, fährt oder welches sich bezüglich des eigenen Fahrzeuges einreihet. Auch in dem Fall, in dem das Hindernis mit einem sich bewegenden Objekt übereinstimmt, wird der Kurvenradius geschätzt und der Warnbereich (WA1) wird ähnlich, wie in dem Fall eines feststehenden Objekts, eingestellt. Eine Entscheidung wird darüber durchgeführt, ob das Hindernis für eine vorgegebene Zeit in dem Warnbereich (WA1) verbleibt oder nicht. Dadurch ist es möglich, eine geeignete Entscheidung auszuführen, die berücksichtigt, ob eine Kollision zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem Hindernis auftreten wird oder nicht.

**[0026]** Wie vorhergehend beschrieben worden ist, wird der Warnbereich (WA1) auf der Grundlage eines geschätzten relativen Fahrbereichs des eigenen Fahrzeugs bezüglich dem Hindernis eingestellt. Das vorgegebene Warnverfahren wird nur in Fällen ausgeführt, in denen das Hindernis für die vorgegebene Zeit in dem Warnbereich (WA1) verbleibt. Dadurch ist es möglich, einen zuverlässigen Alarm zu erzeugen.

**[0027]** Um zu erfassen, ob das eigene Fahrzeug entlang eines gekrümmten Weges fährt, ist es nicht notwendig, einen Steuerungssensor oder einen Gie-

rungsbetragsensor vorzusehen. Demgemäß ist ein einfacher und kostengeringer Aufbau möglich.

**[0028]** In dem Hinderniswarnsystem gemäß einer Weiterbildung der Erfindung wird der Radius (Re) des geschätzten relativen gekrümmten Weges des Fahrzeugs auf der Grundlage von zwei aus einer Korrektur resultierenden relativen Positionen berechnet, welche aus den relativen Positionen (X, Y) von mindestens drei Punkten des Hindernisses, zum Beispiel durch ein Verfahren der kleinsten Quadrate abgeleitet werden. In diesem Fall wird ein Berechnungsfehler so klein, daß der berechnete Radius (Re) relativ genau ist.

**[0029]** Der Kurvenradius (Re) kann aus zwei relativen Positionen des Hindernisses berechnet werden. In einigen Fällen variieren reflektierende Bedingungen eines Hindernisses. Zum Beispiel gibt es eine Änderung zwischen dem Fall, in dem sowohl linke als auch rechte Reflektoren eines vorausfahrenden Fahrzeuges sichtbar sind und dem Fall, in dem nur einer der Reflektoren sichtbar ist. Eine Variation in den reflektierenden Bedingungen des Fahrzeugs führt dazu, daß ein Fehler in den berechneten relativen Positionen des Hindernisses verursacht wird. Ein solcher Fehler wird durch ein Korrigieren von drei oder mehr berechneten relativen Positionen gemäß einem Verfahren der kleinsten Quadrate kompensiert und der berechnete Radius (Re) kann deshalb genauer sein, und der eingestellte Warnbereich (WA1) kann zweckmäßiger sein.

**[0030]** Das Hinderniswarnsystem gemäß einer anderen Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß eine Geradeausfahrt-Bedingung unter bestimmten Umständen als vorhanden berücksichtigt wird. Dieses Merkmal ermöglicht die Verhinderung eines Ausfalls, einen notwendigen Alarm zu erzeugen.

**[0031]** In dem Hinderniswarnsystem gemäß dieser Weiterbildung wird eine Geradeausfahrt-Bedingung in Fällen als vorhanden berücksichtigt, in denen ein Betrag einer Bewegung des Hindernisses relativ zu dem Fahrzeug in der Richtung der Breite des Fahrzeuges kleiner oder gleich als ein vorgegebener Wert ist und in denen sich das Hindernis auf der Grundlage von relativen Positionen (X, Y) von mindestens zwei Punkten des Hindernisses, welche durch die Relativpositions-Berechnungseinrichtung berechnet werden, direkt vorderhalb vor des Fahrzeugs befindet. In Fällen, in denen eine Geradeausfahrt-Bedingung als vorhanden berücksichtigt wird, wird der Radius (Re) als unendlich groß berücksichtigt, ohne ein normales Radius-Berechnungsverfahren auszuführen, während der vorgegebene Warnbereich (WA1) auf der Grundlage des unendlich großen Radiuses (Re) und der Breite des Fahrzeuges eingestellt wird.

**[0032]** Wie vorhergehend beschrieben worden ist, arbeitet die Distanzmeßeinrichtung derart, daß sie eine Übertragungswelle oder ein Laserlicht in einen vorgegebenen Winkelbereich in einer Richtung einer Breite des Fahrzeugs in einer abtastenden Weise abstrahlt und daß sie eine Distanz ( $L$ ) zwischen dem Fahrzeug und einem Hindernis in Übereinstimmung mit einem Abtastwinkel ( $\theta$ ) auf der Grundlage der reflektierten Welle oder des reflektierten Lichts von dem Hindernis erfaßt. Ein Fehler wird in Verbindung mit der damit verbundenen Abtastauflösung in der Richtung der Breite des Fahrzeugs verursacht.

**[0033]** In [Fig. 31](#) bezeichnen vier gestrichelte Linien die Grenzen entlang von Wegen eines Laserlichtstrahls und mittlere durchgezogene Linien entlang den gestrichelten Linien entsprechen Positionen, die nach einer Quantisierung der Strahlen auftreten. Es wird nun ein feststehendes Objekt angenommen, welches sich dem eigenen Fahrzeug entlang eines linearen Pfades, der mit dem Fahrzeug zusammentrifft, nähert und welches sich während einer Periode zwischen aufeinanderfolgenden Quantisierungsaugenblicken über eine Grenze zwischen benachbarten Wegen des Laserlichtstrahls bewegt. In [Fig. 31](#) führt ein solches feststehendes Objekt dazu, daß es derart berücksichtigt wird, daß es sich dem eigenen Fahrzeug entlang eines gekrümmten Weges, welcher nicht mit dem Fahrzeug zusammentreffen wird, nähert. Dieses Problem wird wie folgt gelöst.

**[0034]** Wie in [Fig. 32](#) gezeigt ist, wird in Fällen, in denen ein Betrag einer Bewegung des Hindernisses relativ zu dem Fahrzeug in der Richtung der Breite des Fahrzeuges kleiner oder gleich als ein vorgegebener Wert ist und in denen das Hindernis sich in einem vorgegebenen Bereich direkt vorderhalb vor dem Fahrzeug befindet, eine Geradeausfahrt-Bedingung als vorhanden berücksichtigt, ohne den Kurvenradius zu berechnen. Dadurch ist es möglich, einen Ausfall, einen notwendigen Alarm zu erzeugen, zu verhindern. Bezüglich des Falles in [Fig. 32](#) wird eine Entscheidung, die berücksichtigt, ob sich das Hindernis in dem vorgegebenen Bereich direkt vorderhalb vor dem Fahrzeug befindet oder nicht durch ein Bestimmen, ob sich das Hindernis in einem vorgegebenen Bereich, der einer vorgegebenen Anzahl (zum Beispiel drei) von vorderen Stufen in der Abtastung durch das Laserlicht oder der Welle befindet oder nicht, ausgeführt.

**[0035]** In dem Hinderniswarnsystem gemäß einer anderen Weiterbildung der vorliegenden Erfindung arbeitet die Fahrzeuggeschwindigkeits-Erfassungseinrichtung derart, daß sie eine Geschwindigkeit ( $V$ ) des Fahrzeugs erfaßt und die Relativgeschwindigkeits-Berechnungseinrichtung arbeitet derart, daß sie eine relative Geschwindigkeit ( $V_r$ ) des Hindernisses bezüglich des Fahrzeugs auf der Grundlage der rela-

tiven Position, die durch die Relativpositions-Berechnungseinrichtung berechnet wird, berechnet. Die Bewegungs-Entscheidungs-einrichtung arbeitet derart, daß sie auf der Grundlage der relativen Geschwindigkeit ( $V_r$ ) des Hindernisses und der Geschwindigkeit ( $V$ ) des Fahrzeugs entscheidet, ob sich das Hindernis bewegt oder feststehend ist. Die zweite Warnverfahrenseinrichtung arbeitet derart, daß sie selbst dann ein vorgegebenes Warnverfahren in Fällen ausführt, in denen durch die Bewegungs-Entscheidungseinrichtung festgestellt wird, daß sich das Hindernis bewegt und daß das Hindernis für eine vorgegebene Zeit in einem Hilfswarnbereich ( $WA_2$ ), der bezüglich des Fahrzeugs eingestellt wird, verbleibt, wenn das vorgegebene Warnverfahren auf der Grundlage des Warnbereichs ( $WA_1$ ) nicht durch die Warnverfahrenseinrichtung ausgeführt wird.

**[0036]** Wie vorhergehend beschrieben worden ist, wird selbst dann ein vorgegebenes Warnverfahren in Fällen ausgeführt, in denen festgestellt wird, daß sich das Hindernis bewegt und daß das Hindernis für eine vorgegebene Zeit in einem vorgegebenen Hilfswarnbereich ( $WA_2$ ), der bezüglich des Fahrzeugs eingestellt wird, verbleibt, wenn das vorgegebene Warnverfahren auf der Grundlage des Warnbereichs ( $WA_1$ ) nicht ausgeführt wird. Somit sind komplizierte Berechnungen nicht notwendig und es ist ausreichend, eine Bestimmung auszuführen, ob das Hindernis für eine vorgegebene Zeit in dem Hilfswarnbereich ( $WA_2$ ), der bezüglich des Fahrzeugs eingestellt wird, verbleibt. Dieser Aufbau ermöglicht eine schnelle Ausführung des Warnverfahrens und eine Erhöhung in der Möglichkeit einer Vermeidung einer Kollision.

**[0037]** In dem Hinderniswarnsystem gemäß einer anderen Weiterbildung der vorliegenden Erfindung wird ein vorgegebener Hilfswarnbereich bezüglich des Fahrzeugs und auf der Grundlage einer Standard-Fahrzeuggeschwindigkeit, die unter Berücksichtigung der Straßenform angenommen wird, variabel eingestellt. Die Straßenform entspricht zum Beispiel einer Fahrspurbreite und eines Straßenkurvenradiuses. Für gewöhnlich weist eine Autobahn eine größere Fahrspurbreite und einen größeren Kurvenradius auf, als eine normale Straße. Der vorgegebene Hilfswarnbereich wird abhängig davon geändert, ob eine Straße, die momentan von dem Fahrzeug befahren wird, mit einer Autobahn oder einer normalen Straße übereinstimmt. Des weiteren kann der vorgegebene Hilfswarnbereich in Übereinstimmung mit Bedingungen einer normalen Straße geändert werden. Die Standard-Fahrzeuggeschwindigkeit, die unter Berücksichtigung einer Straßenform angenommen wird, wird für eine Autobahn groß und für eine normale Straße klein angenommen. Dieser Aufbau ermöglicht das Einstellen eines zweckmäßigeren Hilfswarnbereichs, während ein Auftreten eines Fehlalarms bezüglich eines vorderen Fahrzeugs,

das entlang einer Fahrspur fährt, die von der Fahrspur des eigenen Fahrzeugs getrennt ist, verhindert wird.

[0038] Wie vorhergehend beschrieben worden ist, wird der Hilfswarnbereich im Ansprechen auf die Standard-Fahrzeuggeschwindigkeit, die unter Berücksichtigung einer Straßenform angenommen wird, geändert. In dem Fall, in dem Daten, die Zahlenwerte zum Einstellen eines Hilfswarnbereichs bezüglich einer Standard-Fahrzeuggeschwindigkeit darstellen, vorhergehend in einem Speicher, wie zum Beispiel einem Nur-Lese-Speicher (ROM) gespeichert werden, kann das Einstellen eines Hilfswarnbereichs durch ein Auslesen der Daten aus dem Speicher einfach ausgeführt werden.

[0039] Die Erfindung wird nachstehend anhand der Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher beschrieben.

[0040] Es zeigen:

[0041] [Fig. 1](#) ein Blockschaltbild eines Hinderniswarnsystems gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel dieser Erfindung;

[0042] [Fig. 2](#) eine Darstellung des Hinderniswarnsystems in [Fig. 1](#);

[0043] [Fig. 3](#) ein Flußdiagramm eines Teils eines Programms, das die Steuereinheit in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) betreibt;

[0044] [Fig. 4](#) ein Flußdiagramm der Details eines Blocks in [Fig. 3](#);

[0045] [Fig. 5](#) ein Flußdiagramm der Details eines Blocks in [Fig. 4](#);

[0046] [Fig. 6](#) ein Flußdiagramm der Details eines Blocks in [Fig. 5](#);

[0047] [Fig. 7](#) ein Flußdiagramm der Details eines Blocks in [Fig. 5](#);

[0048] [Fig. 8](#) ein Flußdiagramm der Details eines Blocks in [Fig. 4](#);

[0049] [Fig. 9](#) ein Flußdiagramm der Details eines Blocks in [Fig. 4](#);

[0050] [Fig. 10](#) ein Flußdiagramm der Details eines Blocks in [Fig. 3](#);

[0051] [Fig. 11](#) ein Flußdiagramm der Details eines Blocks in [Fig. 10](#);

[0052] [Fig. 12](#) eine Darstellung von gemessenen Positionen und aus einer Korrektur resultierenden Positionen eines Hindernisses;

[0053] [Fig. 13](#) eine Darstellung eines Kurvenradiuses und aus einer Korrektur resultierenden Positionen eines Hindernisses;

[0054] [Fig. 14](#) eine Darstellung eines Kurvenradiuses, aus einer Korrektur resultierenden Positionen eines Hindernisses und eines Warnbereichs;

[0055] [Fig. 15](#) eine Darstellung eines geschätzten Weges eines eigenen Fahrzeugs, eines Warnbereichs und von Positionen eines Hindernisses;

[0056] [Fig. 16](#) eine Darstellung eines Hilfswarnbereichs;

[0057] [Fig. 17](#) eine Darstellung eines Hilfswarnbereichs und eines gekrümmten Weges eines eigenen Fahrzeugs;

[0058] [Fig. 18](#) eine Darstellung der Beziehung zwischen einem geschätzten Kurvenradius und einer Fahrzeuggeschwindigkeit;

[0059] [Fig. 19](#) eine Darstellung der Beziehung zwischen einer angenommenen Fahrspurbreite und einer Fahrzeuggeschwindigkeit;

[0060] [Fig. 20](#) eine Darstellung der Beziehung zwischen Abmessungen (Längen) eines Hilfswarnbereichs und einer Fahrzeuggeschwindigkeit;

[0061] [Fig. 21](#) ein Flußdiagramm der Details eines Blocks in einem Programmteil gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel dieser Erfindung;

[0062] [Fig. 22](#) eine Darstellung von Positionen eines Hindernisses und eines eigenen Fahrzeugs;

[0063] [Fig. 23](#) eine Darstellung von Positionen eines Hindernisses und eines eigenen Fahrzeugs;

[0064] [Fig. 24](#) eine Darstellung eines Kurvenradiuses und von Positionen eines Hindernisses und eines eigenen Fahrzeugs;

[0065] [Fig. 25](#) eine Darstellung eines Kurvenradiuses und von Positionen eines Hindernisses und eines eigenen Fahrzeugs;

[0066] [Fig. 26](#) eine Darstellung eines Kurvenradiuses und von Positionen eines Hindernisses und eines eigenen Fahrzeugs;

[0067] [Fig. 27](#) eine Darstellung eines vorausfahrenden Fahrzeugs, eines eigenen Fahrzeugs und von

Wegen des vorausfahrenden Fahrzeugs relativ zu dem eigenen Fahrzeug;

**[0068]** [Fig. 28](#) eine Darstellung eines vorausfahrenden Fahrzeugs, eines eigenen Fahrzeugs und von geschätzten Kurven, welche Wegen in [Fig. 27](#) entsprechen;

**[0069]** [Fig. 29](#) eine Darstellung eines vorausfahrenden Fahrzeugs, eines eigenen Fahrzeugs und von Wegen des vorausfahrenden Fahrzeugs relativ zu dem eigenen Fahrzeug;

**[0070]** [Fig. 30](#) eine Darstellung eines vorausfahrenden Fahrzeugs, eines eigenen Fahrzeugs und von geschätzten Kurven, welche Wegen in [Fig. 29](#) entsprechen;

**[0071]** [Fig. 31](#) eine Darstellung von Positionen eines Hindernisses, einer geschätzten Kurve, einer tatsächlichen Kurve, eines eigenen Fahrzeugs und von Wegen eines Strahls, der von dem eigenen Fahrzeug ausgesendet wird;

**[0072]** [Fig. 32](#) eine Darstellung von Positionen eines Hindernisses, eines eigenen Fahrzeugs und von Wegen eines Strahls, der von dem eigenen Fahrzeug ausgesendet wird;

**[0073]** Im weiteren Verlauf wird ein erstes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben.

**[0074]** Ein Hinderniswarnsystem **1**, wie es in [Fig. 1](#) gezeigt ist, ist für gewöhnlich an einem Kraftfahrzeug angebracht. Das Hinderniswarnsystem **1** erfährt ein Hindernis vorderhalb des eigenen Fahrzeugs. In dem Fall, in dem das Hindernis unter vorgegebenen Bedingungen in einem Warnbereich verbleibt, erzeugt das Hinderniswarnsystem **1** einen Alarm, um den Fahrer des eigenen Fahrzeugs zu warnen.

**[0075]** Wie es in [Fig. 1](#) gezeigt ist, beinhaltet das Hinderniswarnsystem eine Steuereinheit **3**, die einen Mikrocomputer enthält, der eine Kombination eines Eingabe/Ausgabe-Ports (eine Eingabe/Ausgabe-Schnittstelle), einen Direktzugriffsspeicher (RAM), einen Nur-Lese-Speicher (ROM) und eine Zentraleinheit (CPU) aufweist. Die Steuereinheit **3** arbeitet in Übereinstimmung mit einem Programm, das in dem Nur-Lese-Speicher (ROM) gespeichert ist.

**[0076]** Die Steuereinheit **3** ist elektrisch an eine abtastende Distanzmeßeinrichtung **5**, einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor **7**, einen Bremsschalter **9**, und einen Drosselpositionssensor **11** angeschlossen. Die Steuereinheit **3** nimmt die Ausgangssignale aus diesen Vorrichtungen **5**, **7**, **9** und **11** auf.

**[0077]** Die Steuereinheit **3** ist elektrisch an eine Alarmton-Erzeugungseinrichtung **13**, eine Distanz-Anzeigeeinrichtung **15**, eine Sensorabnormalität-Anzeigeeinrichtung **17**, eine Bremsen-Ansteuervorrichtung **19**, eine Drossel-Ansteuervorrichtung **21** und an eine Automatikgetriebe-Steuervorrichtung **23** angeschlossen. Die Steuereinheit **3** gibt Ansteuersignale zu diesen Vorrichtungen **13**, **15**, **17**, **19**, **21** bzw. **23** aus.

**[0078]** Die Steuereinheit **3** ist elektrisch an eine Alarmempfindlichkeits-Einstellvorrichtung **25** und an eine Alarmlautstärke-Einstellvorrichtung **27** angeschlossen. Die Steuereinheit **3** nimmt die Ausgangssignale aus diesen Vorrichtungen **25** und **27** auf. Die Steuereinheit **3** ist elektrisch an einen Stromversorgungsschalter **29** angeschlossen. Wenn sich der Stromversorgungsschalter **29** von der Aus-Position auf eine Ein-Position ändert, beginnt die Steuereinheit **3** zu arbeiten.

**[0079]** Die abtastende Distanzmeßvorrichtung **5** beinhaltet einen sendenden und aufnehmenden Bereich **31** und eine Distanz- und Winkel-Berechnungseinrichtung **33**; der sendende und aufnehmende Bereich **31** strahlt einen Laserlichtstrahl vor das eigene Fahrzeug ab. Ein vorgegebener Winkelbereich vor dem eigenen Fahrzeug wird durch den Laserlichtstrahl abgetastet, wenn der Laserlichtstrahl winkelmäßig Schritt um Schritt bewegt wird. Jeder Schritt in der Winkelbewegung des Laserlichtstrahls entspricht einem vorgegebenen kleinen Winkel. Anders ausgedrückt wird ein Winkel des Wegs des Laserlichtstrahls relativ zu dem eigenen Fahrzeug, welcher als ein Abtastwinkel bezeichnet wird, während des Abtastverfahrens Schritt um Schritt geändert. Der sendende und aufnehmende Bereich **31** nimmt einen Reflektions- oder Echolichtstrahl auf. Die Distanz- und Winkel-Berechnungseinrichtung **33** erfährt das Zeitintervall zwischen dem Augenblick eines Sendens des Laserlichtstrahls und dem Augenblick eines Empfangens eines entsprechenden reflektierten Lichtstrahls im Ansprechen auf ein Ausgangssignal aus dem sendenden und aufnehmenden Bereich **31**. Die Distanz- und Winkel-Berechnungseinrichtung **33** berechnet die Distanz zu einem vorderen Objekt, das den reflektierten Lichtstrahl verursacht, das heißt, die Distanz zwischen dem eigenen Fahrzeug und einem Objekt vor dem eigenen Fahrzeug im Ansprechen auf das erfaßte Zeitintervall. Diese Distanz- und Winkel-Berechnungseinrichtung **33** teilt der Steuereinheit **3** die berechnete Distanz zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem vorderen Objekt mit. Außerdem berechnet die Distanz- und Winkel-Berechnungseinrichtung **33** den Winkel des vorderen Objekts relativ zu dem eigenen Fahrzeug im Ansprechen auf die Richtung des aufgenommenen reflektierten Lichtstrahls oder des ausgesendeten Lichtstrahls, welcher durch ein auf einen Abtastwinkel bezogenes Ausgangssignal des sendenden oder aufnehmenden Be-



reichs **31** dargestellt ist. Die Distanz- und Winkel-Berechnungseinrichtung **33** teilt der Steuereinheit **3** den berechneten Winkel des vorderen Objekts relativ zu dem eigenen Fahrzeug mit. Der Winkel des vorderen Objekts relativ zu dem eigenen Fahrzeug wird als der Abtastwinkel bezeichnet.

**[0080]** Es ist anzumerken, daß die abtastende Distanzmeßvorrichtung **5** ein anderer Typ sein kann, der Ultraschallwellen oder Funkwellen, wie zum Beispiel Mikrowellen, verwendet.

**[0081]** Die Steuereinheit **3** dient dazu, einen Alarm in bestimmten Fällen zu erzeugen, wie zum Beispiel in einem Fall, in dem ein Hindernis (ein vorderes Objekt) für eine vorgeschriebene Zeit oder länger in einem vorgegebenen Warnbereich verbleibt. Beispiele solcher Hindernisse sind ein sich bewegendes Fahrzeug, welches dem eigenen Fahrzeug vorausfährt, ein feststehendes Fahrzeug vorderhalb vor des eigenen Fahrzeugs, ein Objekt an der Seite einer Straße, eine Leitplanke und ein Mast.

**[0082]** Die Bremsen-Ansteuereinrichtung **19**, die Drossel-Ansteuereinrichtung **21** und die Automatikgetriebe-Steuervorrichtung **23** werden zum Ausführen einer Fahrzeug-Fahrtsteuerung verwendet, die sich auf die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs bezieht. Es ist anzumerken, daß die Bremsen-Ansteuereinrichtung **19**, die Drossel-Ansteuereinrichtung **21** und die Automatikgetriebe-Steuervorrichtung **23** aus dem Hinderniswarnsystem **1** weggelassen werden können.

**[0083]** **Fig. 2** zeigt den Operationsfluß der Steuereinheit **3**. Es ist anzumerken, daß **Fig. 2** nicht direkt die Details des Aufbaus der Steuereinheit **3** zeigt. Die Funktionsweise der Steuereinheit **3** wird unter Bezugnahme auf **Fig. 2** im weiteren Verlauf beschrieben. Signale, die aus der abtastenden Distanzmeßvorrichtung **5** ausgegeben werden, welche die berechnete Distanz  $L$  und den berechneten Abtastwinkel  $\theta$  darstellen, werden durch einen Koordinaten-Transformationsblock **41** verarbeitet. Insbesondere werden die Distanz  $L$  und der Abtastwinkel  $\theta$  in Werte in XY-Orthogonalkoordinaten (zweidimensionale Orthogonalkoordinaten) transformiert, deren Mittelpunkt  $(0, 0)$  mit einem Punkt (zum Beispiel dem Mittelpunkt der Vorderseite) des eigenen Fahrzeugs übereinstimmt.

**[0084]** Ein Sensorabnormalitäts-Erfassungsblock **42**, der dem Koordinatentransformationsblock **41** folgt, nimmt eine Information der Werte in den XY-Orthogonalkoordinaten aus dem Koordinaten-Transformationsblock **41** auf und entscheidet, ob sich die Werte in den XY-Orthogonalkoordinaten in einem vorgegebenen abnormalen Bereich befinden oder nicht. Wenn sich die Werte in den XY-Orthogonalkoordinaten in einem vorgegebenen abnormalen Bereich befinden, aktiviert der Sensorabnorma-

litäts-Erfassungsblock **42** die Sensorabnormalitäts-Anzeigeeinrichtung **17**, die anzeigt, daß die abtastende Distanzmeßvorrichtung **5** falsch arbeitet. Ansonsten deaktiviert der Sensorabnormalitäts-Erfassungsblock **42** die Sensorabnormalitäts-Anzeigeeinrichtung **17**.

**[0085]** Ein Objekterkennungsblock **45**, der dem Koordinaten-Transformationsblock **41** folgt, nimmt eine Information der Werte in den XY-Orthogonalkoordinaten aus dem Koordinaten-Transformationsblock **41** auf und erkennt und bestimmt den Typ des vorderen Objekts, die Breite  $W$  des vorderen Objekts und die Koordinaten  $(X, Y)$  der Position des Mittelpunkts des vorderen Objekts im Ansprechen auf die Werte in den XY-Orthogonalkoordinaten. Der bestimmte Typ des vorderen Objekts ist zwischen zwei Typen, die einem feststehenden Objekt bzw. einem sich bewegendem Objekt entsprechen, änderbar.

**[0086]** Ein Auswahlblock **47** eines distanzangezeigten Objekts, der dem Objekterkennungsblock **45** folgt, nimmt eine Information der Position des Mittelpunkts des vorderen Objekts aus dem Objekterkennungsblock **45** auf. Der Auswahlblock **47** des distanzangezeigten Objekts entscheidet im Ansprechen auf die Position des Mittelpunkts des vorderen Objekts, ob das vordere Objekt eine vorgegebene oder eine größere Wahrscheinlichkeit einer Beeinflussung der Fahrt des eigenen Fahrzeugs aufweist oder nicht. Wenn das vordere Objekt eine vorgegebene oder eine höhere Wahrscheinlichkeit einer Beeinflussung der Fahrt des eigenen Fahrzeugs aufweist, gewinnt der Auswahlblock **47** des distanzangezeigten Objekts die Distanz zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem vorderen Objekt aus der Position des Mittelpunkts des vorderen Objekts wieder oder leitet sie ab. Außerdem steuert in diesem Fall der Auswahlblock **47** des distanzangezeigten Objekts die Distanz-Anzeigeeinrichtung **15** auf eine derartige Weise, daß die Distanz zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem vorderen Objekt auf der Distanz-Anzeigeeinrichtung **15** angezeigt wird. Wenn das vordere Objekt keine vorgegebene oder höhere Wahrscheinlichkeit einer Beeinflussung der Fahrt des eigenen Fahrzeugs aufweist, deaktiviert der Auswahlblock **47** des distanzangezeigten Objekts die Distanz-Anzeigeeinrichtung **15**.

**[0087]** Das Ausgangssignal des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors **7** wird von einem Fahrzeuggeschwindigkeits-Berechnungsblock **49** verarbeitet. Der Fahrzeuggeschwindigkeits-Berechnungsblock **49** leitet die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs aus dem Ausgangssignal des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors **7** ab oder berechnet sie.

**[0088]** Ein Relativgeschwindigkeits-Berechnungsblock **51**, der dem Fahrzeuggeschwindigkeits-Berechnungsblock **49** folgt, nimmt eine Informati-

on der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs aus dem Fahrzeuggeschwindigkeits-Berechnungsblock **49** auf. Der Relativgeschwindigkeits-Berechnungsblock **51** folgt ebenso dem Objekterkennungsblock **45** und nimmt die Information der Position des Mittelpunkts des vorderen Objekts aus dem Objekterkennungsblock **45** auf. Der Relativgeschwindigkeits-Berechnungsblock **51** berechnet die Geschwindigkeit  $V_r$  des vorderen Objekts relativ zu der Position des eigenen Fahrzeugs im Ansprechen auf die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs und der Position des Mittelpunkts des vorderen Objekts.

**[0089]** Ein Berechnungsblock **53** der Beschleunigung des vorderen Objekts, der dem Fahrzeuggeschwindigkeits-Berechnungsblock **49** folgt, nimmt die Information der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs aus dem Fahrzeuggeschwindigkeitsberechnungsblock **49** auf. Der Berechnungsblock **53** der Beschleunigung des vorderen Fahrzeugs folgt ebenso dem Objekterkennungsblock **45** und nimmt die Information der Position des Mittelpunkts des vorderen Objekts aus dem Objekterkennungsblock **45** auf.

**[0090]** Ein Alarmentscheidungs- und Fahrtentscheidungsblock **55** folgt dem Objekterkennungsblock **45**, dem Fahrzeuggeschwindigkeits-Berechnungsblock **49**, dem Relativgeschwindigkeits-Berechnungsblock **51** und dem Berechnungsblock **53** der Beschleunigung des vorderen Fahrzeugs. Der Alarmentscheidungs- und Fahrtentscheidungsblock **55** nimmt die Information der Position des Mittelpunkts des vorderen Objekts, die Information der Breite des vorderen Objekts und die Information des Typs des vorderen Objekts aus dem Objekterkennungsblock **45** auf. Der Alarmentscheidungs- und Fahrtentscheidungsblock **55** nimmt die Information der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs aus dem Fahrzeuggeschwindigkeits-Berechnungsblock **49** auf. Der Alarmentscheidungs- und Fahrtentscheidungsblock **55** nimmt die Information der Relativgeschwindigkeit  $V_r$  des vorderen Fahrzeugs aus dem Relativgeschwindigkeits-Berechnungsblock **51** auf. Der Alarmentscheidungs- und Fahrtentscheidungsblock **55** nimmt die Information der Beschleunigung des vorderen Fahrzeugs aus dem Berechnungsblock **53** der Beschleunigung des vorderen Fahrzeugs auf. Der Alarmentscheidungs- und Fahrtentscheidungsblock **55** bekommt die Ausgangssignale des Bremsschalters **9**, des Drosselpositionssensors **11** und der Alarmempfindlichkeits-Einstellvorrichtung **25** mitgeteilt.

**[0091]** Der Alarmentscheidungs- und Fahrtentscheidungsblock **55** bestimmt unter Bezugnahme auf die Informationsteile die aus den Blöcken **45**, **49**, **51** und **53** und den Vorrichtungen **9**, **11** und **25** eingegeben werden, ob ein Alarm erzeugt werden sollte oder nicht. In dem Fall, in dem ein Alarm erzeugt werden sollte, gibt der Alarmentscheidungs- und Fahrtentscheidungsblock **55** ein Alarm-Erzeugungssignal

über einen Lautstärke-Steuerblock **57** auf eine derartige Weise zu der Alarmton-Erzeugungseinrichtung **13** aus, daß die Alarmton-Erzeugungseinrichtung **13** einen Alarmton erzeugen wird. Der Lautstärke-Steuerblock **57** ist über das Ausgangssignal der Alarmlautstärke-Einstellvorrichtung **27**, welches einen Einstellwert oder einen Sollwert der Lautstärke des Alarmtons darstellt, informiert. Der Lautstärke-Steuerblock **57** stellt das Alarm-Erzeugungssignal im Ansprechen auf das Ausgangssignal der Alarmlautstärke-Einstellvorrichtung **27** auf eine derartige Weise ein, daß der Alarmton, der durch die Alarmton-Erzeugungseinrichtung **13** erzeugt wird, zu dem Einstellwert gesteuert wird, der durch das Ausgangssignal der Alarmlautstärke-Einstellvorrichtung **27** dargestellt wird. Andererseits deaktiviert der Alarmentscheidungs- und Fahrtentscheidungsblock **55** in dem Fall, in dem kein Alarm erzeugt werden sollte, die Alarmton-Erzeugungseinrichtung **13**.

**[0092]** Der Alarmentscheidungs- und Fahrtentscheidungsblock **55** bestimmt unter Bezugnahme auf die Informationsteile, die aus den Blöcken **45**, **49**, **51** und **53** und den Vorrichtungen **9**, **11** und **25** eingegeben werden, ob eine Fahrtsteuerung durchgeführt werden sollte oder nicht. In dem Fall, in dem eine Fahrtsteuerung durchgeführt werden sollte, bestimmt der Alarmentscheidungs- und Fahrtentscheidungsblock **55** den Umfang einer Steuerung der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs und erzeugt aktive Steuersignale im Ansprechen auf den bestimmten Umfang einer Steuerung. Die erzeugten aktiven Steuersignale werden in die Bremsen-Ansteuereinrichtung **19**, die Drossel-Ansteuereinrichtung **21** bzw. die Automatikgetriebe-Steuervorrichtung **23** auf eine derartige Weise eingegeben, daß die Fahrtsteuerung ausgeführt wird. Andererseits gibt der Alarmentscheidungs- und Fahrtentscheidungsblock **55** in dem Fall, in dem keine Fahrtsteuerung durchgeführt werden sollte, keine aktiven Steuersignale zu den Vorrichtungen **19**, **21** und **23** aus.

**[0093]** Wie vorhergehend beschrieben worden ist, arbeitet die Steuereinheit **3** in Übereinstimmung mit einem Programm, das in einem internen Nur-Lese-Speicher (ROM) gespeichert ist. Wenn sich der Stromversorgungsschalter **29** von der Aus-Position zu der Ein-Position ändert, beginnt die Steuereinheit **3** zu arbeiten. **Fig. 3** zeigt ein Flußdiagramm eines sich auf den Alarm beziehenden Teil des Programms, welches periodisch wiederholt wird, während der Stromversorgungsschalter **29** im Ein-Zustand verbleibt.

**[0094]** Wie in **Fig. 3** gezeigt ist, bestimmt ein erster Block S1000 des den Alarm betreffenden Teils des Programms den Typ eines erfaßten vorderen Objekts, das heißt, er bestimmt, ob ein erfaßtes vorderes Objekt mit einem feststehenden Objekt oder einem sich bewegendem Objekt übereinstimmt. Der Block

S1000 in [Fig. 3](#) entspricht dem Objekterkennungsblock **45** in [Fig. 2](#).

**[0095]** Insbesondere leitet der Block S1000 die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs aus dem Ausgangssignal des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors **7** ab. Der Block S1000 berechnet die Geschwindigkeit des vorderen Objekts relativ zu dem eigenen Fahrzeug im Ansprechen auf die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs und die Ausgangssignale aus der abtastenden Distanzmeßvorrichtung **5**. Der Block S1000 bestimmt unter Bezugnahme auf die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs und die relative Geschwindigkeit des vorderen Objekts, ob das vordere Objekt feststehend ist oder sich bewegt. Wenn festgestellt wird, daß das vordere Objekt feststehend ist, schreitet das Programm von dem Block S1000 zu einem Block S2000 fort. Andererseits, wenn festgestellt wird, daß sich das vordere Objekt bewegt, schreitet das Programm von dem Block S1000 zu einem Block S3000 fort.

**[0096]** Die Blöcke S2000 und S3000 führen ein Warnverfahren vor einem feststehenden Objekt bzw. ein Warnverfahren vor einem sich bewegenden Objekt aus. Die Blöcke S2000 und S3000 entsprechen dem Alarmentscheidungs- und Fahrtentscheidungsblock **55** in [Fig. 2](#). Nach den Blöcken S2000 und S3000 endet der gegenwärtige Ausführungszyklus des den Alarm betreffenden Teils des Programms.

**[0097]** [Fig. 4](#) zeigt die Details einen Warnblocks S2000 vor einem feststehenden Objekt in [Fig. 3](#). Wie in [Fig. 4](#) gezeigt ist, bestimmt ein erster Schritt S2100 des Warnblocks S2000 vor einem feststehenden Objekt, welcher dem Block S1000 (vgl. [Fig. 3](#)) folgt, eine Warndistanz eines feststehenden Objekts. Insbesondere nimmt der Schritt S2100 die Information der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs, welche aus dem Ausgangssignal des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors **7** abgeleitet wird, auf. Der Schritt S2100 bestimmt die Warndistanz des feststehenden Objekts im Ansprechen auf die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs. Die bestimmte Warndistanz des feststehenden Objekts ändert sich als eine Funktion der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs.

**[0098]** Zum Beispiel wird die Warndistanz des feststehenden Objekts in dem Fall, in dem die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs kleiner oder gleich als 50 Km/h ist, auf eine geschätzte Distanz eingestellt, welche von dem eigenen Fahrzeug zurückgelegt wird, bis es beim Betätigen der Bremse des eigenen Fahrzeugs in einem normalen Grad stoppt. In dem Fall, in dem die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs 60 Km/h überschreitet, wird die Warndistanz des feststehenden Objekts auf eine geschätzte Distanz eingestellt, welche von dem eigenen Fahrzeug zurückgelegt wird, bis es beim Betätigen der

Bremse des eigenen Fahrzeugs in einem relativ hohen Grad stoppt.

**[0099]** Es wird bevorzugt, die Warndistanz des feststehenden Objekts sowohl unter Berücksichtigung eines Zeitverzögerung in dem Verhalten des Fahrers des eigenen Fahrzeugs (eine Ansprechzeit des Fahrers des eigenen Fahrzeugs), die die Wirkung des Betätigens der Bremse berücksichtigt als auch des Grades des Betätigens der Bremse durch den Fahrer des eigenen Fahrzeugs zu bestimmen. Es ist anzumerken, daß eine tatsächliche Distanz, welche durch das eigene Fahrzeug zurückgelegt wird, bis es beim Betätigen der Bremse stoppt, von der Zeitverzögerung in dem Ansprechen des Fahrers des eigenen Fahrzeugs und dem Grad des Betätigens der Bremse abhängt.

**[0100]** Im allgemeinen ändert sich eine solche Distanz, die durch das eigene Fahrzeug zurückgelegt wird, von Fahrzeugführer zu Fahrzeugführer. Anders ausgedrückt ergibt sich in einer solchen Distanz, die durch das eigene Fahrzeug zurückgelegt wird, ein individueller Fahrerunterschied. Der individuelle Fahrerunterschied kann wie folgt kompensiert werden. Der Schritt S2100 leitet eine Information einer Einstellempfindlichkeit oder einer Sollempfindlichkeit aus dem Ausgangssignal der Alarmempfindlichkeits-Einstellvorrichtung **25** ab (vgl. [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#)). Der fahrzeugführer kann die Einstellempfindlichkeit (die Sollempfindlichkeit) durch ein Betätigen der Alarmempfindlichkeits-Einstellvorrichtung **25** einstellen. Der Schritt S2100 stellt die Warndistanz des feststehenden Objekts im Ansprechen auf die Einstellempfindlichkeit (die Sollempfindlichkeit) ein. Es wird bevorzugt, daß sich die Warndistanz des feststehenden Objekts erhöht, wenn die Einstellempfindlichkeit (die Sollempfindlichkeit) ansteigt.

**[0101]** Ein Schritt S2200, der dem Schritt S2100 folgt, leitet die Distanz zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem vorderen Objekt aus den Ausgangssignalen der abtastenden Distanzmeßvorrichtung **5** ab. Der Schritt S2200 vergleicht die abgeleitete Distanz zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem vorderen Objekt mit der Warndistanz des feststehenden Objekts, die in dem Schritt S2100 bestimmt worden ist. Wenn die Distanz zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem vorderen Objekt kleiner oder gleich als die Warndistanz des stationären Objekts ist, schreitet das Programm von dem Schritt S2200 zu einem Block S2300 fort, der eine Entscheidung über eine Kollision ausführt. Ansonsten schreitet das Programm von dem Schritt S2200 zu einem Block S2600 fort, der einen Fehlalarm verhindert.

**[0102]** Der Block S2300 bestimmt, ob das eigene Fahrzeug mit dem vorderen Objekt kollidieren wird oder nicht, das heißt, ob eine mögliche Kollision vorhanden ist oder nicht. Beim Vorhandensein einer

möglichen Kollision schreitet das Programm von dem Block S2300 zu einem Block S2400 fort, der einen Fehlalarm verhindert. Beim Nichtvorhandensein einer möglichen Kollision schreitet das Programm von dem Block S2300 zu dem Block S2600 fort.

**[0103]** Der Block S2400 bestimmt, ob eine Entscheidung über eine Erzeugung eines Alarms vorbehalten werden sollte oder nicht. Wenn eine Entscheidung über die Erzeugung eines Alarms vorbehalten werden sollte, schreitet das Programm von dem Block S2400 zu dem Block S2600 fort. Außerdem bestimmt der Block S2400, ob ein Alarm erzeugt oder vorbehalten werden sollte. Wenn ein Alarm erzeugt werden sollte, schreitet das Programm von dem Block S2400 zu einem Schritt S2500 fort. Andererseits, wenn ein Alarm vorbehalten werden sollte, schreitet das Programm von dem Block S2400 fort und verläßt den Warnblock S2000 des feststehenden Objekts.

**[0104]** Der Schritt S2500 aktiviert die Alarmton-Erzeugungseinrichtung **13** auf eine derartige Weise, daß die Alarmton-Erzeugungseinrichtung **13** einen Alarmton erzeugen wird. Nach dem Schritt S2500 verläßt das Programm den Warnblock S2000 des stationären Objekts.

**[0105]** Der Block 2600 bestimmt, ob ein Alarm vorbehalten werden sollte oder nicht. Wenn ein Alarm vorbehalten werden sollte, schreitet das Programm von dem Block S2600 fort und verläßt den Warnblock S2000 des feststehenden Objekts. Außerdem bestimmt der Block S2600, ob ein Alarm gestoppt werden sollte oder nicht. Wenn ein Alarm gestoppt werden sollte, schreitet das Programm von dem Block S2600 zu einem Schritt S2700 fort.

**[0106]** Der Schritt S2700 deaktiviert die Alarmton-Erzeugungseinrichtung **13** auf eine derartige Weise, daß die Alarmton Erzeugungseinrichtung **13** einen Alarmton stoppen wird. Nach dem Schritt S2700 verläßt das Programm den Warnblock S2000 des feststehenden Objekts.

**[0107]** **Fig. 5** zeigt die Details des Kollisions-Entscheidungsblocks S2300 in **Fig. 4**. Wie in **Fig. 5** gezeigt ist, schätzt ein erster Block S2310 des Kollisions-Entscheidungsblocks S2300, welcher dem Block S2200 folgt (vgl. **Fig. 4**), den Kurvenradius des Weges oder der Bahn des eigenen Fahrzeugs relativ zu dem vorderen Objekt.

**[0108]** Ein Schritt S2330, der dem Block S2310 folgt, stellt einen Warnbereich im Ansprechen auf den Kurvenradius, der durch den Block S2310 geschätzt worden ist, ein. Ein Block S2350, der dem Schritt S2330 folgt, bestimmt, ob eine mögliche Kollision vorhanden oder nicht vorhanden ist. Beim Vorhandensein einer möglichen Kollision schreitet das Programm von dem Block S2350 zu dem Block S2400 fort (vgl. **Fig. 4**).

Beim Nichtvorhandensein einer möglichen Kollision schreitet das Programm von dem Block S2350 zu dem Block S2600 fort (vgl. **Fig. 4**).

**[0109]** **Fig. 6** zeigt die Details eines Kurvenradius-Schätzblocks S2310 in **Fig. 5**. Wie in **Fig. 6** gezeigt ist, berechnet ein erster Schritt S2311 des Kurvenradius-Schätzblocks S2310 die Position eines vorderen Objekts in einer Richtung, die parallel zu der Querrichtung (der X-Achsen-Richtung der Orthogonalcoordinate) des eigenen Fahrzeugs verläuft, im Ansprechen auf die Ausgangssignale der abtastenden Distanzmeßvorrichtung **5** (vgl. **Fig. 1** und **Fig. 2**). Im Ansprechen auf die zuletzt berechnete Position und eine vorhergehend berechnete Position des vorderen Objekts berechnet der Schritt S2311 den Betrag einer Bewegung des vorderen Objekts in der Richtung parallel zu der Querrichtung des eigenen Fahrzeugs, welche während einer vorgegebenen kurzen Periode auftritt. Der Schritt S2311 bestimmt, ob sich der Startpunkt der Bewegung des vorderen Objekts in einem vorgegebenen Winkelbereich, der in der gerade vorderseitigen Richtung des eigenen Fahrzeugs zentriert ist, befindet oder nicht. Der vorgegebene Winkelbereich weist eine Abmessung auf, die zum Beispiel drei Schritten in der Abtastung durch den Laserlichtstrahl entspricht. Es ist anzumerken, daß ein Bereich vorderhalb des eigenen Fahrzeugs durch den Laserlichtstrahl abgetastet wird, wenn der Laserlichtstrahl Schritt um Schritt entsprechend einem vorgegebenen kleinen Winkel winkelmäßig verschoben wird. Außerdem bestimmt der Schritt S2311 entsprechend einem Schritt in der Abtastung durch den Laserlichtstrahl, ob sich der Betrag der Bewegung des vorderen Objekts innerhalb des Startpunkts und des Endpunkts innerhalb eines vorgegebenen Betrags befindet. Wenn sich der Startpunkt der Bewegung des vorderen Objekts in dem vorgegebenen Winkelbereich befindet und sich der Betrag der Bewegung des vorderen Objekts innerhalb des vorgegebenen Betrags befindet, schreitet das Programm von dem Schritt S2311 zu einem Schritt S2321 fort. Ansonsten schreitet das Programm von dem Schritt S2311 zu einem Schritt S2313 fort.

**[0110]** Der Schritt S2321 berücksichtigt den Kurvenradius als unendlich groß. Anders ausgedrückt berücksichtigt der Schritt S2321 das eigene Fahrzeug derart, daß es relativ zu dem vorderen Objekt geradeaus fährt. Insbesondere stellt der Schritt S2321 den Kurvenradius auf einen ungefähr unendlich großen Wert ein. Nach dem Schritt S2321 verläßt das Programm den Kurvenradius-Schätzblock S2310.

**[0111]** Die Schritte S2311 und S2321 arbeiten derart zusammen, daß sie das eigene Fahrzeug derart berücksichtigen, daß es in dem Fall relativ zu dem vorderen Objekt geradeaus fährt, in dem sich das Hindernis in einem vorgegebenen Bereich vorderhalb des eigenen Fahrzeugs befindet und sich das Hin-

dernis mit einer geringen Geschwindigkeit in einer Richtung, die parallel zu der Querrichtung des eigenen Fahrzeugs verläuft, bewegt. Die Funktionsweise der Schritte S2311 und S2321 ist so aufgebaut, daß sie einen Fehler kompensiert, der sich auf die Auflösung der Positionserfassung durch die abtastende Distanzmeßvorrichtung **5** in der Querrichtung bezieht.

**[0112]** Der Schritt S2313 bestimmt, ob sich die Position des vorderen Objekts in einem vorgegebenen Nahbereich befindet oder nicht, der sich entlang der vorderen Richtung des eigenen Fahrzeugs erstreckt und welcher im Mittelpunkt des eigenen Fahrzeugs beginnt, das heißt, ob sich die Position des vorderen Objekts in einem vorgegebenen Nahbereich direkt vorderhalb des Mittelpunkts des eigenen Fahrzeugs befindet. Insbesondere bestimmt der Schritt S2313, ob sich die Position des vorderen Objekts in der Querrichtung des eigenen Fahrzeugs in der Nähe des Mittelpunkts des eigenen Fahrzeugs befindet. Wenn sich die Position des vorderen Objekts in der Querrichtung des eigenen Fahrzeugs in der Nähe des Mittelpunkts des eigenen Fahrzeugs befindet, schreitet das Programm von dem Schritt S2313 zu einem Schritt S2315 fort. Wenn die Position des vorderen Objekts in der Querrichtung des eigenen Fahrzeugs durch eine Distanz von zum Beispiel 2 m oder mehr von dem Mittelpunkt des eigenen Fahrzeugs getrennt ist, schreitet das Programm von dem Schritt S2313 zu einem Schritt S2319 fort.

**[0113]** Der Schritt S2315 korrigiert den Startpunkt und den Endpunkt einer Bewegung des vorderen Objekts. Insbesondere bezieht sich der Schritt S2315 auf die letzte und vier vorhergehenden Positionen des vorderen Objekts, welche durch fünf aufeinanderfolgende Zyklen der Abtastung gemessen worden sind. Wie in [Fig. 12](#) gezeigt ist, werden die Koordinaten der letzten und der vier vorhergehenden Mittelpositionen des vorderen Objekts durch (X5, Y5), (X4, Y4), (X3, Y3), (X2, Y2) bzw. (X1, Y1) bezeichnet. Unter Verwendung eines Verfahrens der kleinsten Quadrate berechnet der Schritt S2315 die gerade Linie entlang welcher die fünf Punkte (X5, Y5), (X4, Y4), (X3, Y3), (X2, Y2) und (X1, Y1) verteilt sind. Der Schritt S2315 korrigiert den originalen Startpunkt (X1, Y1) in einen aus einer Korrektur resultierenden Startpunkt (Xe1, Y1) auf der geraden Linie. Der aus der Korrektur resultierende Startpunkt (Xe1, Y1) resultiert aus einer Querverschiebung des originalen Startpunkts (X1, Y1) auf der geraden Linie. Der Schritt S2315 korrigiert den originalen Endpunkt (X5, Y5) in einen aus einer Korrektur resultierenden Endpunkt (Xe5, Y5) auf der geraden Linie. Der aus der Korrektur resultierende Endpunkt (Xe5, Y5) resultiert aus einer Querverschiebung des originalen Endpunkts (X5, Y5) auf der geraden Linie. Genauer gesagt berechnet der Schritt S2315 die querliegenden Orte Xe1 und Xe5 des aus der Korrektur resultierenden Startpunkts

(Xe1, Y1) und des aus der Korrektur resultierenden Endpunkts (Xe5, Y5) unter Verwendung der folgenden Gleichungen.

$$Xe1 = a + bY1,$$

$$Xe5 = a + bY5$$

wobei:

$$b = \frac{\sum Y_i X_i - \left\{ \left( \sum Y_i \right) \left( \sum X_i \right) / n \right\}}{\sum Y_i^2 - \left\{ \left( \sum Y_i \right)^2 / n \right\}}, \quad a = \frac{\sum X_i}{n} - b \frac{\sum Y_i}{n}$$

**[0114]** Die Korrektur des Startpunkts und des Endpunkts der Bewegung des vorderen Objekts durch den Schritt S2315 dient dazu, einen Fehler zu kompensieren, der durch Zeitbereichsänderungen in den lichtreflektierenden Bedingungen des vorderen Fahrzeugs verursacht wird.

**[0115]** Es wird nun wieder Bezug auf [Fig. 6](#) genommen. Der Schritt S2319 korrigiert den Startpunkt und den Endpunkt einer Bewegung des vorderen Objekts. Insbesondere bezieht sich der Schritt S2319 auf die letzte und vier vorhergehenden Positionen der inneren Kante (vom Mittelpunkt des eigenen Fahrzeugs aus gesehen) des vorderen Fahrzeugs, welche während fünf aufeinanderfolgender Zyklen der Abtastung gemessen worden sind. Unter Verwendung eines Verfahrens der kleinsten Quadrate berechnet der Schritt S2319 die gerade Linie, entlang welcher die fünf Punkte verteilt sind. Der Schritt S2319 berechnet einen aus einer Korrektur resultierenden Startpunkt auf der geraden Linie, welcher sich aus der Querverschiebung der am weitesten zurückliegenden Position der inneren Kante des vorderen Fahrzeugs auf der geraden Linie ergibt. Der Schritt S2319 berechnet einen aus einer Korrektur resultierenden Endpunkt auf der geraden Linie, welcher sich aus der Querverschiebung der letzten Position der inneren Kante des vorderen Objekts auf der geraden Linie ergibt.

**[0116]** Wenn das eigene Fahrzeug an einem anderen Fahrzeug vorbeifährt, verschwindet einer der Reflektoren des anderen Fahrzeugs (des Objektfahrzeugs) aus dem Abtastbereich vorderhalb des eigenen Fahrzeugs. Das Verschwinden von einem der Reflektoren führt dazu, daß ein Fehler in der Erfassung der Position des Objektfahrzeugs verursacht wird. Die Korrektur des Startpunkts und des Endpunkts einer Bewegung des vorderen Fahrzeugs durch den Schritt S2319 dient dazu, einen solchen Fehler zu kompensieren.

**[0117]** Ein Schritt S2317, der den Schritten S2315 und S2319 folgt, berechnet den Kurvenradius des Weges oder der Bahn des eigenen Fahrzeugs relativ zu dem vorderen Fahrzeug aus dem aus einer Korrektur resultierenden Startpunkt (Xe1, Y1) und dem

aus einer Korrektur resultierenden Endpunkt (Xe5, Y5), die durch den Schritt S2315 oder S2319 gegeben sind.

**[0118]** Wie in [Fig. 13](#) gezeigt ist, ist die Distanz Re + We zwischen dem Kurvenmittelpunkt "C" und dem Startpunkt "A" gleich der Distanz Re + We zwischen dem Kurvenmittelpunkt "C" und dem Endpunkt "B". Der Startpunkt "A" weist eine Stelle (Xe1, Y1) auf. Der Endpunkt "B" weist eine Stelle (Xe5, Y5) auf. Dabei bezeichnet "Re" den Kurvenradius, während "We" einen Spalt zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem Hindernis (dem vorderen Objekt) bezeichnet. Die Distanz zwischen den Punkten "A" und "C", welche entlang der Richtung der X-Achse gemessen wird, ist gleich Re - Xe1. Die Distanz zwischen den Punkten "B" und "C", welche entlang der Richtung der X-Achse gemessen wird, ist gleich Re - Xe5. Wenn der Lehrsatz des Pythagoras angewendet wird, ergeben sich die folgenden zwei Beziehungen.

$$Y1^2 + (Re - Xe1)^2 = (Re + We)^2$$

$$Y5^2 + (Re - Xe5)^2 = (Re + We)^2$$

**[0119]** Diese Beziehungen sind in der folgenden Gleichung kombiniert.

$$Re = \frac{Y1^2 + Xe1^2 - Y5^2 - Xe5^2}{2(Xe1 - Xe5)}$$

**[0120]** Es wird nun wieder Bezug auf [Fig. 6](#) genommen. Der Schritt S2317 berechnet den Kurvenradius Re unter Bezugnahme auf die zuvor gezeigte Gleichung. Nach dem Schritt S2317 verläßt das Programm den Kurvenradius-Schätzblock S2310.

**[0121]** Wie vorhergehend beschrieben worden ist, stellt der Schritt S2330 in [Fig. 5](#) einen Warnbereich im Ansprechen auf den Kurvenradius Re, der durch den Block S2310 geschätzt wird, ein. Insbesondere berechnet oder bestimmt der Schritt S2330 die Kurve, die dem Weg oder der Bahn des eigenen Fahrzeugs entspricht, im Ansprechen auf den geschätzten Kurvenradius Re. Wie in [Fig. 14](#) gezeigt ist, sind zwei Punkte P1 und P5 definiert, welche auf der Kurve liegen. Die Stellen der Punkte P1 und P5 sind gleich den Stellen der Start- und Endpunkte (Xe1, Y1) bzw. (Xe5, Y5) in der Längsrichtung des eigenen Fahrzeugs (der Richtung der Y-Achse). Der Schritt S2330 bestimmt sich in Querrichtung erstreckende gerade Teillinien, die an den Punkten P1 und P5 zentriert sind, welche eine Länge aufweisen, die der Breite des eigenen Fahrzeugs, zum Beispiel 2 m, entspricht. Der Schritt S2330 stellt den Warnbereich WA1 als ein Parallelogramm ein, das durch die sich in Querrichtung erstreckenden teilweisen geraden Linien und gerade Linien, die die Enden der sich in Querrichtung erstreckenden teilweise geraden Linien ver-

binden, definiert ist. unter Verwendung einer Näherung auf der Grundlage einer Parabel berechnet der Schritt S2330 die Koordinaten (die Positionen) der Ecken des Parallelogramms des Warnbereichs WA1 unter Bezugnahme auf die folgenden Gleichungen.

$$\left( \frac{Y1^2}{2Re} + 1, \frac{Y5^2}{2Re} + 1 \right), \left( \frac{Y1^2}{2Re} + 1, \frac{Y5^2}{2Re} - 1 \right)$$

$$\left( \frac{Y1^2}{2Re} - 1, \frac{Y5^2}{2Re} + 1 \right), \left( \frac{Y1^2}{2Re} - 1, \frac{Y5^2}{2Re} - 1 \right)$$

**[0122]** Wie vorhergehend beschrieben worden ist, schreitet das Programm nach dem Schritt S2330 zu dem Block S2350 fort, der entscheidet, ob eine mögliche Kollision vorhanden oder nicht vorhanden ist.

**[0123]** [Fig. 7](#) zeigt die Details des Entscheidungsblocks S2350 einer möglichen Kollision. Wie in [Fig. 7](#) gezeigt ist, weist der Entscheidungsblock S2350 einer möglichen Kollision einen Schritt S2351 auf, welcher dem Schritt S2330 in [Fig. 5](#) folgt. Der Schritt S2351 erfaßt die Position der Breite des vorderen Objekts im Ansprechen auf die Ausgangssignale der abtastenden Distanzmeßvorrichtung 5 (vgl. [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#)). Der Schritt S2351 bestimmt, ob sich mindestens ein Teil der Breite des vorderen Objekts für eine vorbestimmte Zeit andauernd in dem Warnbereich WA1 befunden hat. In dem Fall, in dem sich mindestens ein Teil der Breite des vorderen Objekts für eine vorbestimmte Zeit andauernd in dem Warnbereich WA1 befunden hat, wie es in [Fig. 15](#) gezeigt ist, berücksichtigt der Schritt S2351 eine mögliche Kollision als vorhanden. In diesem Fall schreitet das Programm von dem Schritt S2351 zu dem Block S2400 in [Fig. 4](#) fort. Ansonsten berücksichtigt der Schritt S2351 eine mögliche Kollision als nicht vorhanden und das Programm schreitet von dem Schritt S2351 zu dem Block S2600 in [Fig. 4](#) fort.

**[0124]** [Fig. 8](#) zeigt die Details des Fehlalarm-Verhinderungsblocks S2400 in [Fig. 4](#). Wie in [Fig. 8](#) gezeigt ist, weist der Fehlalarm-Verhinderungsblock S2400 einen ersten Schritt S2410 auf, welcher dem Kollisions-Entscheidungsblock S2300 in [Fig. 4](#) folgt. Der Schritt S2410 bestimmt unter Bezugnahme auf zum Beispiel die Information der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs und der Information der relativen Geschwindigkeit des vorderen Fahrzeugs, ob das vordere Objekt mit einem feststehendem Objekt oder einem sich bewegenden Objekt, das sich dem eigenen Fahrzeug relativ nähert, übereinstimmt. Wenn das vordere Objekt mit einem feststehendem Objekt oder einem sich bewegenden Objekt, das sich dem eigenen Fahrzeug relativ nähert, übereinstimmt, schreitet das Programm von dem Schritt S2410 zu einem Schritt S2420 fort. Ansonsten schreitet das Programm von dem Schritt S2410 fort und verläßt dann

den Fehlalarm-Verhinderungsblock S2400, bevor es zu dem Block S2600 in [Fig. 4](#) fortschreitet.

**[0125]** Der Schritt S2410 dient dazu, die Erzeugung eines Alarms in dem Fall zu verhindern, in dem das vordere Objekt fest ist oder sich von dem eigenen Fahrzeug wegbewegt.

**[0126]** Der Schritt S2420 bestimmt durch ein Vergleichen der Fahrzeuggeschwindigkeit mit einer unteren Grenze eines vorbestimmten Alarmzulässigkeitsbereichs, ob sich die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs in dem vorbestimmten Alarmzulässigkeitsbereich befindet oder nicht. Die untere Grenze des vorbestimmten Alarmzulässigkeitsbereichs ist zum Beispiel gleich 20 Km/h. Wenn sich die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs in dem vorbestimmten Alarmzulässigkeitsbereich befindet, schreitet das Programm von dem Schritt S2420 zu einem Schritt S2430 fort. Ansonsten schreitet das Programm von dem Schritt S2420 fort und verläßt dann den Fehlalarm-Verhinderungsblock S2400, bevor es zu dem Block S2600 in [Fig. 4](#) fortschreitet.

**[0127]** Der Schritt S2420 dient dazu, die Erzeugung eines Alarms in dem Fall zu verhindern, in dem das eigene Fahrzeug mit einer geringen Geschwindigkeit fährt. Eine solche Fahrt des eigenen Fahrzeugs mit geringer Geschwindigkeit richtet sich darauf, in einer Parkzone durchgeführt zu werden.

**[0128]** Der Schritt S2430 bestimmt unter Bezugnahme auf das Ausgangssignal des Bremsschalters 9 (vgl. [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#)), ob die Bremse momentan betätigt ist oder nicht. Wenn die Bremse momentan betätigt ist, schreitet das Programm von dem Schritt S2430 zu einem Schritt S2440 fort. Ansonsten schreitet das Programm von dem Schritt S2430 fort und verläßt dann den Fehlalarm-Verhinderungsblock S2400, bevor es zu dem Block S2600 in [Fig. 4](#) fortschreitet.

**[0129]** Der Schritt S2430 dient dazu, die Erzeugung eines Alarms in dem Fall zu verhindern, in dem die Bremse des eigenen Fahrzeugs betätigt ist.

**[0130]** Wenn das Programm zum ersten Mal den Schritt S2440 erreicht, startet der Schritt S2440 einen Zeitgeber, um die Zeit zu messen, die dabei verstreicht. Der Schritt S2440 vergleicht die verstrichene Zeit mit einer voreingestellten Zeit, die zum Beispiel gleich 0,3 s ist. In dem Fall, in dem die verstrichene Zeit kürzer als die voreingestellte Zeit ist, schreitet das Programm von dem Schritt S2440 fort und verläßt dann den Fehlalarm-Verhinderungsblock S2400, bevor der momentane Ausführungszyklus des Programms endet. In dem Fall, in dem die verstrichene Zeit länger oder gleich der voreingestellten Zeit ist, schreitet das Programm von dem Schritt S2440 fort und verläßt dann den Fehlalarm-Verhinderungsblock S2400, bevor es zu dem Alarmerzeugungs-

schritt S2500 in [Fig. 4](#) fortschreitet. Anders ausgedrückt bestimmt der Schritt S2440, ob die Bedingungen, die einen Alarm erfordern, für eine voreingestellte Zeit fortbestehen oder nicht.

**[0131]** In dem Fall, in dem die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs die untere Grenze (zum Beispiel 20 Km/h) des vorbestimmten Alarmzulässigkeitsbereichs unterschreitet, nachdem ein Alarm erzeugt worden ist, wird es bevorzugt, den Alarm fortzusetzen, bis die Fahrzeuggeschwindigkeit auf einen Wert abgefallen ist, der kleiner als 15 Km/h ist.

**[0132]** [Fig. 9](#) zeigt die Details eines Fehlalarm-Verhinderungsblock S2600 in [Fig. 4](#). Wie in [Fig. 9](#) gezeigt ist, weist der Fehlalarm-Verhinderungsblock S2600 einen Schritt S2610 auf, welcher dem Block S2200, S2300 oder S2400 in [Fig. 4](#) folgt. Wenn das Programm den Schritt S2610 zum ersten Mal erreicht, startet der Schritt S2610 einen Zeitgeber, um die dabei verstrichene Zeit zu messen. Der Schritt S2610 vergleicht die verstrichene Zeit mit einer voreingestellten Zeit. In dem Fall, in dem die verstrichene Zeit kürzer als die voreingestellte Zeit ist, schreitet das Programm von dem Schritt S2610 fort und verläßt dann den Fehlalarm-Verhinderungsblock S2600, bevor der momentane Ausführungszyklus des Programms endet. In dem Fall, in dem die verstrichene Zeit länger oder gleich der voreingestellten Zeit ist, schreitet das Programm von dem Schritt S2610 fort und verläßt dann den Fehlalarm-Verhinderungsblock S2600, bevor es zu dem Alarmstoppschritt S2700 in [Fig. 4](#) fortschreitet. Anders ausgedrückt bestimmt der Schritt 2610, ob die Bedingungen, die ein Stoppen eines Alarms erfordern, für eine voreingestellte Zeit fortbestehen oder nicht. Der Schritt S2610 verhindert ein falsches Stoppen eines Alarms aufgrund Rauschens oder anderer Faktoren, die einen Zeitbereichsfehler verursachen.

**[0133]** [Fig. 10](#) zeigt die Details des Warnblocks S3000 eines sich bewegenden Objekts in [Fig. 3](#). Der Warnblock S3000 eines sich bewegenden Objekts ist mit Ausnahme von Aufbauänderungen, die später gezeigt werden, ähnlich dem Warnblock S2000 eines feststehenden Objekts in [Fig. 3](#). Wie in [Fig. 10](#) gezeigt ist, bestimmt ein erster Schritt S3100 des Warnblocks S3000 eines sich bewegenden Objekts, welcher dem Block S1000 folgt (vgl. [Fig. 3](#)), eine Warndistanz eines sich bewegenden Objekts. Der Schritt S3100 ist mit Ausnahme von Aufbauänderungen, die später gezeigt werden, dem Schritt S2100 in [Fig. 4](#) ähnlich. Der Schritt S3100 nimmt die Information der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs, welche aus dem Ausgangssignal des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors 7 abgeleitet wird, auf. Der Schritt S3100 bestimmt die Warndistanz eines sich bewegenden Objekts im Ansprechen auf die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs. Die bestimmte Warndistanz eines sich bewegenden Fahrzeugs ändert sich als ei-

ne Funktion der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs.

**[0134]** Es wird bevorzugt, die Warndistanz eines sich bewegenden Objekts unter Berücksichtigung einer Zeitverzögerung im Ansprechen des Fahrers des eigenen Fahrzeugs (eine Ansprechzeit des Fahrers des eigenen Fahrzeugs) zu bestimmen, die die Wirkung des Betätigens der Bremse, den Grad des Betätigens der Bremse durch den Fahrzeugführer, die Schwellwertdistanz (die maximale Distanz) zwischen dem eigenen Fahrzeug und einem unmittelbar vorausfahrenden Fahrzeug, bei welchem der Fahrer des eigenen Fahrzeugs beginnt, ein ungutes Gefühl zu haben, und den Grad eines Betätigens der Bremse durch den Fahrer des vorausfahrenden Fahrzeugs, welches durch den Fahrer des eigenen Fahrzeugs wahrgenommen wird, berücksichtigt.

**[0135]** Es ist anzumerken, daß eine tatsächliche Distanz, welche durch das eigene Fahrzeug zurückgelegt wird, bis es durch die Betätigung der Bremse angehalten wird, von der Zeitverzögerung im Ansprechen des Fahrers des eigenen Fahrzeugs und dem Grad des Betätigens der Bremse abhängt. Die Berücksichtigung der Schwellwertdistanz (der maximalen Distanz) zwischen dem eigenen Fahrzeug und einem unmittelbar vorausfahrenden Fahrzeug, bei welchem der Fahrer des eigenen Fahrzeugs beginnt, ein ungutes Gefühl zu haben, basiert auf der Tatsache, daß, wenn sich ein anderes Fahrzeug bezüglich des eigenen Fahrzeugs einreihet, der Fahrer des eigenen Fahrzeugs dazu neigt, die Bremse zu betätigen, um die Distanz zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem Fahrzeug, das sich eingereiht hat, einzustellen. Eine solche kritische Distanz hängt von der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs ab. Die Berücksichtigung des Grads des Betätigens der Bremse durch den Fahrer des vorausfahrenden Fahrzeugs, welches durch den Fahrer des eigenen Fahrzeugs wahrgenommen wird, basiert auf der folgenden Tatsache. In dem Fall, in dem das eigene Fahrzeug weiter einem anderen Fahrzeug folgt, neigt der Fahrer des eigenen Fahrzeugs dazu, die Bremse zu betätigen, wenn das vorausfahrende Fahrzeug abgebremst wird. In diesem Fall wird die Erzeugung eines Alarms verzögert, wenn ein Alarm nur im Ansprechen auf die Geschwindigkeitsdifferenz zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug erzeugt wird.

**[0136]** Des Weiteren leitet der Schritt S3100 eine Information einer Einstellempfindlichkeit oder einer Sollempfindlichkeit aus dem Ausgangssignal der Alarmempfindlichkeits-Einstellvorrichtung 25 (vgl. [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#)) ab. Der Fahrer des eigenen Fahrzeugs kann die Einstellempfindlichkeit (die Sollempfindlichkeit) durch Betätigen der Alarmempfindlichkeits-Einstellvorrichtung 25 einstellen. Der Schritt S3100 stellt die Warndistanz eines sich bewegenden

Objekts im Ansprechen auf die Einstellempfindlichkeit (die Sollempfindlichkeit) ein. Es wird, daß sich die Warndistanz des sich bewegenden Objekts erhöht, wenn die Einstellempfindlichkeit (die Sollempfindlichkeit) ansteigt.

**[0137]** Ein Schritt S3200, der dem Schritt S3100 folgt, leitet die Distanz zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem vorderen Objekt aus den Ausgangssignalen der abtastenden Distanzmeßvorrichtung 5 ab. Der Schritt S3200 vergleicht die abgeleitete Distanz zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem vorderen Objekt mit der Warndistanz eines sich bewegenden Objekts, die in dem Schritt S3100 bestimmt worden ist. Wenn die Distanz zwischen dem eigenen Fahrzeug und dem vorderen Objekt keiner oder gleich als die Warndistanz des sich bewegenden Objekts ist, schreitet das Programm von dem Schritt S3200 zu einem Block S3300 fort, der eine Hauptentscheidung über eine Kollision ausführt. Ansonsten schreitet das Programm von dem Schritt S3200 zu einem Block S3700 fort, der einen Fehlalarm verhindert.

**[0138]** Der Block S3300 bestimmt, ob das eigene Fahrzeug mit dem vorderen Objekt kollidieren wird oder nicht, das heißt, ob eine mögliche Kollision vorhanden ist oder nicht. Beim Vorhandensein einer möglichen Kollision schreitet das Programm von dem Block S3300 zu einem Block S3400 fort, der einen Fehlalarm verhindert. Beim Nichtvorhandensein einer möglichen Kollision schreitet das Programm von dem Block S3300 zu einem Block S3600 fort, der eine Hilfsentscheidung über eine Kollision ausführt. Der Block S3300 ist ähnlich dem Block S2300 in [Fig. 4](#).

**[0139]** Der Block S3600 bestimmt, ob ein eigenes Fahrzeug mit dem vorderen Objekt kollidieren wird oder nicht, das heißt, ob eine mögliche Kollision vorhanden ist oder nicht. beim Vorhandensein einer möglichen Kollision schreitet das Programm von dem Block S3600 zu dem Block S3400 fort. Ansonsten schreitet das Programm von dem Block S3600 zu dem Block S3700 fort.

**[0140]** Der Block S3400 bestimmt, ob eine Entscheidung über die Erzeugung eines Alarms vorbehalten werden sollte oder nicht. Wenn eine Entscheidung über die Erzeugung eines Alarms vorbehalten werden sollte, schreitet das Programm von dem Block S3400 zu dem Block S3700 fort. Des Weiteren bestimmt der Block S3400, ob ein Alarm erzeugt oder vorbehalten werden sollte. Wenn ein Alarm erzeugt werden sollte, schreitet das Programm von dem Block S3400 zu einem Schritt S3500 fort. Andererseits, wenn ein Alarm vorbehalten werden sollte, schreitet das Programm von dem Block S3400 fort und verläßt den Warnblock S3100 eines sich bewegenden Objekts. Der Block S3400 ist dem Block 2400 in [Fig. 4](#) ähnlich.



**[0141]** Der Schritt S3500 aktiviert die Alarmton-Erzeugungseinrichtung **13** auf eine derartige Weise, daß die Alarmton-Erzeugungseinrichtung **13** einen Alarmton erzeugen wird. Nach dem Schritt S3500 verläßt das Programm den Warnblock S3000 eines sich bewegenden Objekts.

**[0142]** Der Block S3700 bestimmt, ob ein Alarm vorbehalten werden sollte oder nicht. Wenn ein Alarm vorbehalten werden sollte, schreitet das Programm von dem Block S3700 fort und verläßt den Warnblock S3000 eines sich bewegenden Objekts. Des weiteren bestimmt der Block S3700, ob ein Alarm gestoppt werden sollte oder nicht. Wenn ein Alarm gestoppt werden sollte, schreitet das Programm von dem Block S3700 zu einem Schritt S3800 fort.

**[0143]** Der Schritt S3800 deaktiviert die Alarmton-Erzeugungseinrichtung **13** auf eine derartige Weise, daß die Alarmton-Erzeugungseinrichtung **13** einen Alarmton stoppen wird. Nach dem Schritt S3800 verläßt das Programm den Warnblock S3000 eines sich bewegenden Objekts.

**[0144]** [Fig. 11](#) zeigt die Details des Hilfs-Kollisionsentscheidungsblocks S3600 in [Fig. 10](#). Wie in [Fig. 11](#) gezeigt ist, stellt ein erster Schritt S3610 des Hilfs-Kollisionsentscheidungsblocks S3600, welcher dem Block S3300 in [Fig. 10](#) folgt, einen Hilfswarnbereich WA2 ein. Ein Schritt S3620, der dem Schritt S3610 folgt, erfaßt die Position der Breite des vorderen Objekts im Ansprechen auf die Ausgangssignale der abtastenden Distanzmeßvorrichtung **5** (vgl. [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#)). Der Schritt S3620 bestimmt, ob sich mindestens ein Teil der Breite des vorderen Objekts für eine vorbestimmte Zeit andauernd in dem Hilfswarnbereich WA2 befunden hat. In dem Fall, in dem sich mindestens ein Teil der Breite des vorderen Objekts für eine vorbestimmte Zeit andauernd in dem Hilfswarnbereich WA2 befunden hat, berücksichtigt der Schritt S3620 eine mögliche Kollision als vorhanden. In diesem Fall schreitet das Programm von dem Schritt S3620 zu dem Block S3400 in [Fig. 10](#) fort. Ansonsten berücksichtigt der Schritt S3620 eine mögliche Kollision als nicht vorhanden und das Programm schreitet von dem Schritt S3620 zu dem Block S3700 in [Fig. 10](#) fort.

**[0145]** Der Hilfswarnbereich WA2, der in dem Schritt S3610 in [Fig. 11](#) eingestellt wird, weist zum Beispiel, wie in [Fig. 16](#) gezeigt ist, eine Fünfecksform auf. Die Fünfecksform des Hilfswarnbereichs WA2 ist zur Fahrt entlang einer Autobahn entwickelt worden. Wie in [Fig. 16](#) gezeigt ist, erstreckt sich die Fünfecksform des Hilfswarnbereichs WA2 vor dem eigenen Fahrzeug. Die Fünfecksform des Hilfswarnbereichs WA2 weist zum Beispiel eine Breite (eine Länge in Querrichtung) von 2 m, die bezüglich des eigenen Fahrzeugs zentriert ist, eine mittlere Länge in Längsrichtung von 30 m und eine Seitenkantenlänge in

Längsrichtung von 20 m auf. Der Hilfswarnbereich WA2 ist unter Berücksichtigung von Standards einer Autobahn und gesetzlichen Beschränkungen der Fahrzeuggeschwindigkeiten auf einer Autobahn entwickelt worden. Gemäß einem ersten Beispiel von Standards auf einer Autobahn ist der Kurvenradius einer Autobahn auf 300 m oder mehr begrenzt und jede Fahrspur weist eine Breite von 3.5 m auf. Ein Beispiel von gesetzlichen Beschränkungen der Fahrzeuggeschwindigkeiten auf einer Autobahn ist 100 Km/h. Außerdem ist der Hilfswarnbereich WA2 so entwickelt worden, daß eine Kollision zuverlässig verhindert werden kann und das Auftreten eines Alarms bezüglich eines Fahrzeugs, das entlang einer anderen Fahrspur als der Fahrspur des eigenen Fahrzeugs fährt, verhindert werden kann. Der Grund des Formens des Hilfswarnbereichs WA2 in einem Fünfeck ist wie folgt. Die Fünfecksform des Hilfswarnbereichs WA2 kann sowohl in dem Fall angewendet werden, in dem das eigene Fahrzeug entlang eines linksseitig gekrümmten Wegs LC fährt, als auch in dem Fall, in dem das Fahrzeug entlang eines rechtsseitig gekrümmten Wegs fährt, wie es in [Fig. 17](#) gezeigt ist. Außerdem weist die Fünfecksform des Hilfswarnbereichs WA2 eine größere Abmessung in Längsrichtung entlang seiner Mittenachse und eine kleinere Abmessung in Längsrichtung entlang seiner Seitenkante auf.

**[0146]** In dem Fall, in dem das eigene Fahrzeug entlang einer Autobahn fährt, stellt der Schritt S3610 in [Fig. 11](#) den vorbestimmten Hilfswarnbereich WA2 der Fünfecksform in [Fig. 16](#) ohne ein Ausführen komplizierter Berechnungsschritte ein. In diesem Fall ist der Hilfswarnbereich WA2 unverzüglich vervollständigt, so daß die sich darauf beziehende Kollisionsentscheidung schneller ausgeführt wird. Die schnelle Ausführung der Kollisionsentscheidung ist durch einen umgehenden Vergleich mit dem Fall vorteilhaft, bei dem sich ein anderes Fahrzeug bezüglich eines Bereichs unmittelbar vor dem eigenen Fahrzeug sich plötzlich einreihet.

**[0147]** In dem Fall, in dem das eigene Fahrzeug entlang einer normalen Straße fährt, die keine Autobahn ist, wird es bevorzugt, daß der Schritt S3610 in [Fig. 11](#) einen anderen Hilfswarnbereich einstellt als den Hilfswarnbereich für die Autobahn. Für gewöhnlich ist die Breite jeder Fahrspur auf einer normalen Straße kleiner als die Breite jeder Fahrspur auf einer Autobahn. Des weiteren neigt ein Fahrzeug dazu, in der Nähe einer Straßenseite mit einer geringen Geschwindigkeit zu fahren. Demgemäß wird ein angenommener Kurvenradius vorgesehen, welcher sich in Übereinstimmung mit einer Erhöhung der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs erhöht, wie es in [Fig. 18](#) gezeigt ist. Außerdem wird eine angenommene Fahrspurbreite vorgesehen, welche sich in Übereinstimmung mit einer Erhöhung der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs erhöht, wie es

in [Fig. 19](#) gezeigt ist. In dem Fall einer normalen Straße werden der angenommene Kurvenradius und die angenommene Fahrspurbreite berücksichtigt und die Abmessungen des Hilfswarnbereichs WA2 der Fünfecksform erhöht sich in Übereinstimmung mit einer Erhöhung der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs, wie es in [Fig. 20](#) gezeigt ist. Insbesondere ändern sich die Mittenlänge in Längsrichtung und die Seitenkantenlänge in Längsrichtung des fünfeckigen Hilfswarnbereichs WA2 als eine Funktion der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs.

**[0148]** Es wird bevorzugt, daß der Nur-Lese-Speicher (ROM) innerhalb der Steuereinheit **3** in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) eine vorbestimmte Datentabelle oder eine vorbestimmte Datenkarte speichert, die die Beziehung zwischen der Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs, der Mittenlänge in Längsrichtung des fünfeckigen Hilfswarnbereichs WA2 und der Seitenkantenlänge in Längsrichtung des fünfeckigen Hilfswarnbereichs WA2 vorsieht. In diesem Fall stellt der Schritt S3610 in [Fig. 11](#) den Hilfswarnbereich WA2 unter Bezugnahme auf die vorbestimmte Datentabelle oder die vorbestimmte Datenkarte ein und daher wird das Einstellen des Hilfswarnbereichs WA2 einfach durchgeführt, ohne komplizierte Berechnungsschritte auszuführen.

**[0149]** Es wird bevorzugt, daß der Schritt S3610 den Hilfswarnbereich WA2 in Übereinstimmung mit einem Eingangssignal, das zum Beispiel im Ansprechen auf die Erfordernisse des Fahrers des Fahrzeugs erzeugt wird, geändert wird. Insbesondere wählt der Schritt S3610 entweder den Hilfswarnbereich für eine Autobahn oder den Hilfswarnbereich für eine normale Straße im Ansprechen auf ein solches Eingangssignal aus.

**[0150]** Im weiteren Verlauf erfolgt eine Beschreibung eines zweiten Ausführungsbeispiels dieser Erfindung.

**[0151]** Ein zweites Ausführungsbeispiel dieser Erfindung ist mit Ausnahme von später gezeigten Aufbauänderungen, dem zuvor erwähnten ersten Ausführungsbeispiel ähnlich. Das zweite Ausführungsbeispiel ist so aufgebaut, daß es dem Fall gewachsen ist, in dem entweder der rechte oder der linke Reflektor eines vorausfahrenden Fahrzeugs durch Schmutz (oder Staub) unsichtbar gemacht worden ist und daher führt die Schätzung des Kurvenradius dazu, daß sie ungenau ist. Das zweite Ausführungsbeispiel beinhaltet einen Block S2315A, welcher den Schritt S2315 in [Fig. 6](#) ersetzt.

**[0152]** [Fig. 21](#) zeigt die Details des Blocks S2315A. Es wird Bezug auf [Fig. 21](#) genommen. Ein erster Schritt S4010 des Blocks S2315A bestimmt, ob mindestens die letzte oder eine der vier vorhergehenden Positionen des vorderen Objekts einer Fahrzeug-

breite entspricht (zum Beispiel einer Breite von 1 m oder mehr). Außerdem bestimmt der Schritt S4010, ob mindestens die letzte oder eine der vier vorhergehenden Positionen des vorderen Objekts einer Breite eines Reflektors entspricht (zum Beispiel 0.6 m oder weniger). In dem Fall, in dem mindestens die letzte oder eine der vorhergehenden Positionen des vorderen Objekts einer Fahrzeugbreite und ebenso mindestens die letzte oder eine der vier vorhergehenden Positionen des vorderen Objekts einer Breite eines Reflektors entspricht, schreitet das Programm von dem Schritt S4010 zu einem Schritt 4020 fort. Ansonsten schreitet das Programm von dem Schritt S4010 zu einem Schritt S4080 fort.

**[0153]** Der Schritt S4020 bestimmt, ob die gesamte Anzahl der Positionen des vorderen Objekts, welche der Breite eines Reflektors entsprechen, eins ist oder nicht. Wenn lediglich eine einzige der Positionen des vorderen Objekts einer Breite eines Reflektors entspricht, schreitet das Programm von dem Schritt S4020 zu einem Schritt S4030 fort. Andererseits, wenn mindestens zwei Positionen des vorderen Objekts einer Breite eines Reflektors entsprechen, schreitet das Programm von dem Schritt S4020 zu einem Schritt S4440 fort.

**[0154]** Der Schritt S4030 vernachlässigt die Position des vorderen Objekts, welche der Breite eines Reflektors entspricht, und korrigiert den Startpunkt und den Endpunkt einer Bewegung des vorderen Objekts im Ansprechen auf die anderen Positionen (die Mittenpositionen) des vorderen Objekts unter Verwendung eines linearen Näherungsverfahrens auf der Grundlage eines Verfahrens der kleinsten Quadrate, ähnlich dem Schritt S2315 in [Fig. 6](#). [Fig. 22](#) zeigt ein Beispiel von solchen Bedingungen. Nach dem Schritt S4030 verläßt das Programm den Block S2315A.

**[0155]** Der Schritt S4040 berechnet die fünf Positionen der linken Kante und die fünf Positionen der rechten Kante des vorderen Objekts. Dem Schritt S4040 folgt ein Schritt S4050.

**[0156]** Der Schritt S4050 berechnet den Betrag von Änderungen zwischen den berechneten fünf Positionen der linken Kante des vorderen Objekts und ebenso den Betrag von Änderungen zwischen den berechneten fünf Positionen der rechten Kante des vorderen Objekts. Der Schritt S4050 vergleicht den berechneten Änderungsbetrag (die Summe der Absolutwerte, die die fünf Kantenpositionen darstellen), der sich auf die linke Kante bezieht, und den berechneten Änderungsbetrag (die Summe der Absolutwerte, die die fünf Kantenpositionen darstellen), der sich auf die rechte Kante bezieht. Wenn der berechnete Änderungsbetrag, der sich auf die linke Kante bezieht, größer oder gleich als der berechnete Änderungsbetrag ist, der sich auf die rechte Kante bezieht, schreitet das Programm von dem Schritt S4050 zu einem Schritt

S4060 fort. Wenn der berechnete Änderungsbetrag, der sich auf die linke Kante bezieht, kleiner als der berechnete Änderungsbetrag ist, der sich auf die rechte Kante bezieht, schreitet das Programm von dem Schritt S4050 zu einem Schritt S4070 fort.

**[0157]** Der Schritt S4060 korrigiert den Startpunkt und den Endpunkt einer Bewegung des vorderen Objekts im Ansprechen auf die fünf Positionen der rechten Kante des vorderen Objekts unter Verwendung eines linearen Näherungsverfahrens auf der Grundlage eines Verfahrens der kleinsten Quadrate. [Fig. 23](#) zeigt ein Beispiel von solchen Bedingungen. Nach dem Schritt S4060 verläßt das Programm den Block S2315A.

**[0158]** Der Schritt S4070 korrigiert den Startpunkt und den Endpunkt einer Bewegung des vorderen Objekts im Ansprechen auf die fünf Positionen der linken Kante des vorderen Objekts unter Verwendung eines linearen Näherungsverfahrens auf der Grundlage eines Verfahrens der kleinsten Quadrate. Nach dem Schritt S4070 verläßt das Programm den Block S2315A.

**[0159]** Der Schritt S4080 korrigiert den Startpunkt und den Endpunkt einer Bewegung des vorderen Objekts im Ansprechen auf die fünf Mittenpositionen des vorderen Objekts unter Verwendung eines linearen Näherungsverfahrens auf der Grundlage eines Verfahrens der kleinsten Quadrate, ähnlich dem Schritt S2315 in [Fig. 6](#). Nach dem Schritt S4080 verläßt das Programm den Block S2315A.

**[0160]** In der vorhergehenden Beschreibung ist ein Hinderniswarnsystem offenbart worden, das eine Distanzmeßvorrichtung, die eine Übertragungswelle oder ein Laserlicht in einen vorgegebenen Winkelbereich in einer Richtung einer Breite des Fahrzeugs in einer abtastenden Weise abstrahlt und die eine Distanz zwischen dem Fahrzeug und einem Hindernis entsprechend einem Abtastwinkel auf der Grundlage einer reflektierten Welle oder eines reflektierten Lichts von dem Hindernis erfaßt, beinhaltet. Eine Relativpositions-Berechnungsvorrichtung arbeitet derart, daß sie eine relative Position des Hindernisses bezüglich des Fahrzeugs auf der Grundlage einer Distanz, die durch die Distanzmeßvorrichtung erfaßt wird und einen entsprechenden Abtastwinkel berechnet. Eine Radius-Berechnungseinrichtung arbeitet derart, daß sie einen Radius eines geschätzten relativen gekrümmten Weges des Fahrzeugs bezüglich des Hindernisses auf der Grundlage der relativen Positionen von mindestens zwei Punkten des Hindernisses, welche durch die Relativposition-Berechnungsvorrichtung berechnet werden, berechnet. Eine Warnbereichs-Einstellvorrichtung arbeitet derart, daß sie einen gegebenen Warnbereich auf der Grundlage der Breite des Fahrzeugs und des Radiuses, der durch die Radius-Berechnungsvorrichtung berechnet

wird, einstellt. Eine Warnverfahren-Vorrichtung arbeitet derart, daß sie ein gegebenes Warnverfahren in Fällen ausführt, in denen ein Hindernis für eine vorgegebene Zeit in dem Warnbereich verbleibt.

### Patentansprüche

1. Hinderniswarnvorrichtung für ein Fahrzeug mit: einer Distanzmeßeinrichtung (5), die eine Ultraschallwelle, Funkwelle oder ein Laserlicht in einen vorgegebenen Winkelbereich abstrahlt und eine Abtastung in einer Richtung einer Breite des Fahrzeugs durchführt und die eine Distanz zwischen dem Fahrzeug und einem Hindernis in Abhängigkeit eines Abtastwinkels auf der Grundlage einer reflektierten Welle oder eines reflektierten Lichts von dem Hindernis erfaßt; einer Relativpositions-Berechnungseinrichtung (3), die eine relative Position des Hindernisses bezüglich des Fahrzeugs auf der Grundlage der Distanz, die durch die Distanzmeßeinrichtung (5) erfaßt wird, und einen zugehörigen Abtastwinkel berechnet; einer Radius-Berechnungseinrichtung (3, S2310), die einen Radius eines geschätzten gekrümmten Wegs, entlang welchem das Fahrzeug fährt, berechnet, wobei das Berechnen auf der Grundlage von Daten durchgeführt wird, die mindestens zwei relative Positionen des Hindernisses anzeigen, welche durch die Relativpositions-Berechnungseinrichtung (3) berechnet werden; einer Warnbereichs-Einstelleinrichtung (3, S2330), die einen vorgegebenen Warnbereich (WA1) auf der Grundlage der Breite des Fahrzeugs und des Radius, der durch die Radius-Berechnungseinrichtung (3, S2310) berechnet wird, einstellt; und einer Warnverfahrenseinrichtung (3), die ein vorgegebenes Warnverfahren in Fällen ausführt, in denen das Hindernis für eine vorgegebene Zeit in dem Warnbereich (WA1) verbleibt.

2. Hinderniswarnvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Radius-Berechnungseinrichtung (3, S2310) eine Einrichtung aufweist, die den Radius des geschätzten gekrümmten Wegs des Fahrzeugs auf der Grundlage von zwei aus einer Korrektur resultierenden relativen Positionen, welche aus mindestens drei relativen Positionen des Hindernisses abgeleitet werden, berechnet.

3. Hinderniswarnvorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Geradeausfahrt-Annahmehinrichtung (3, S2311, S2321), die auf der Grundlage von mindestens zwei relativen Positionen des Hindernisses, welche durch die Relativpositions-Berechnungseinrichtung (3) berechnet werden, eine Bedingung einer Geradeausfahrt in Fällen als vorhanden berücksichtigt, in denen ein Betrag einer Bewegung des Hindernisses relativ zu dem Fahrzeug in der Richtung der Breite des Fahrzeugs kleiner oder gleich als ein vorgegebener Wert ist und in denen sich das Hindernis in einem vorgegebenen Bereich di-

rekt vorderhalb des Fahrzeugs befindet; wobei in Fällen, in denen die Geradeausfahrt-Annahmeeinrichtung (3, S2311, S2321) eine Geradeausfahrt als vorhanden berücksichtigt, die Radius-Berechnungseinrichtung (3, S2310) den Radius als unendlich groß berücksichtigt, ohne ein normales Radius-Berechnungsverfahren (S2317) auszuführen, während die Warnbereichs-Einstelleinrichtung (3, S2330) den vorgegebenen Warnbereich auf der Grundlage des unendlich großen Radius und der Breite des Fahrzeugs einstellt.

4. Hinderniswarnvorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch:

eine Fahrzeugsgeschwindigkeits-Erfassungseinrichtung (49), die eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs erfaßt;

eine Relativgeschwindigkeits-Berechnungseinrichtung (51), die eine relative Geschwindigkeit des Hindernisses bezüglich des Fahrzeugs auf der Grundlage der relativen Position, die durch die Relativpositions-Berechnungseinrichtung (3) berechnet wird, berechnet; und

eine Bewegungs-Entscheidungseinrichtung (3), die auf der Grundlage der relativen Geschwindigkeit des Hindernisses und der Geschwindigkeit des Fahrzeugs entscheidet, ob sich das Hindernis bewegt oder feststeht.

5. Hinderniswarnvorrichtung nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch ein Mittel, das einen Hilfswarnbereich (WA2) bezüglich des Fahrzeugs und auf der Grundlage einer Standard-Fahrzeuggeschwindigkeit, die unter Berücksichtigung einer Straßenform angenommen wird, variabel einstellt, wenn sich das Hindernis bewegt.

6. Hinderniswarnverfahren für ein Fahrzeug welches

mittels einer Distanzmeßeinrichtung (5) eine Ultraschallwelle, Funkwelle oder ein Laserlicht in einen vorgegebenen Winkelbereich abstrahlt und eine Abtastung in einer Richtung einer Breite des Fahrzeugs durchführt und welches eine Distanz zwischen dem Fahrzeug und einem Hindernis in Abhängigkeit eines Abtastwinkels auf der Grundlage einer reflektierten Welle oder eines reflektierten Lichts von dem Hindernis erfaßt;

mittels einer Relativpositions-Berechnungseinrichtung (3) eine relative Position des Hindernisses bezüglich des Fahrzeugs auf der Grundlage der Distanz, die durch die Distanzmeßeinrichtung (5) erfaßt wird, und einen zugehörigen Abtastwinkel berechnet; mittels einer Radius-Berechnungseinrichtung (3, S2310) einen Radius eines geschätzten gekrümmten Wegs, entlang welchem das Fahrzeug fährt, berechnet, wobei das Berechnen auf der Grundlage von Daten durchgeführt wird, die mindestens zwei relative Positionen des Hindernisses anzeigen, welche durch

die Relativpositions-Berechnungseinrichtung (3) berechnet werden;

mittels einer Warnbereichs-Einstelleinrichtung (3, S2330) einen vorgegebenen Warnbereich (WA1) auf der Grundlage der Breite des Fahrzeugs und des Radius, der durch die Radius-Berechnungseinrichtung (3, S2310) berechnet wird, einstellt; und mittels einer Warnverfahrenseinrichtung (3) ein vorgegebenes Warnverfahren in Fällen ausführt, in denen das Hindernis für eine vorgegebene Zeit in dem Warnbereich (WA1) verbleibt.

7. Hinderniswarnverfahren nach Anspruch 6, welches ein Erzeugen eines Alarms in Fällen unterdrückt, in denen das Hindernis während der vorgegebenen Zeit nicht in dem Warnbereich (WA1) verbleibt.

Es folgen 16 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

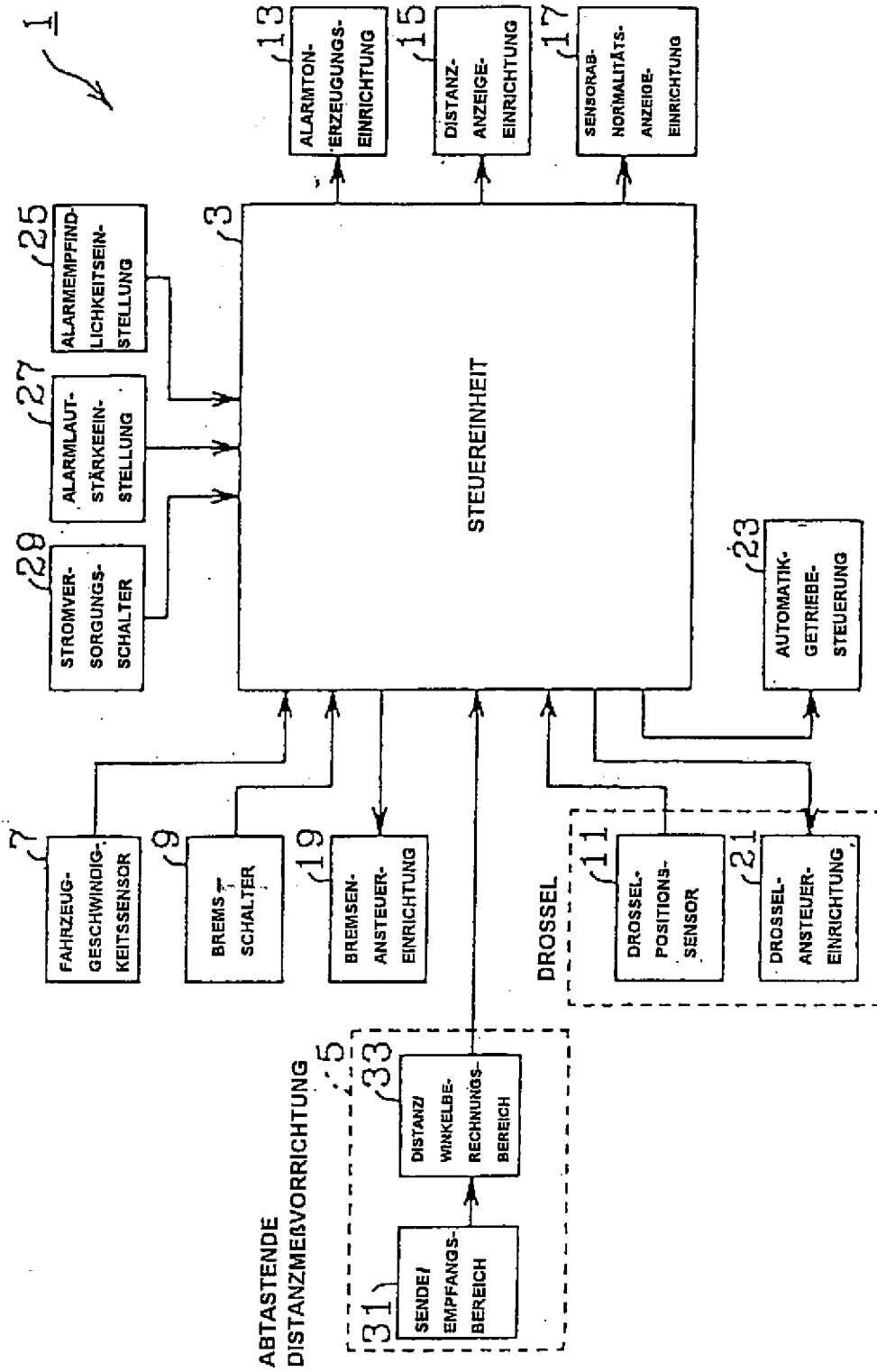


FIG. 2

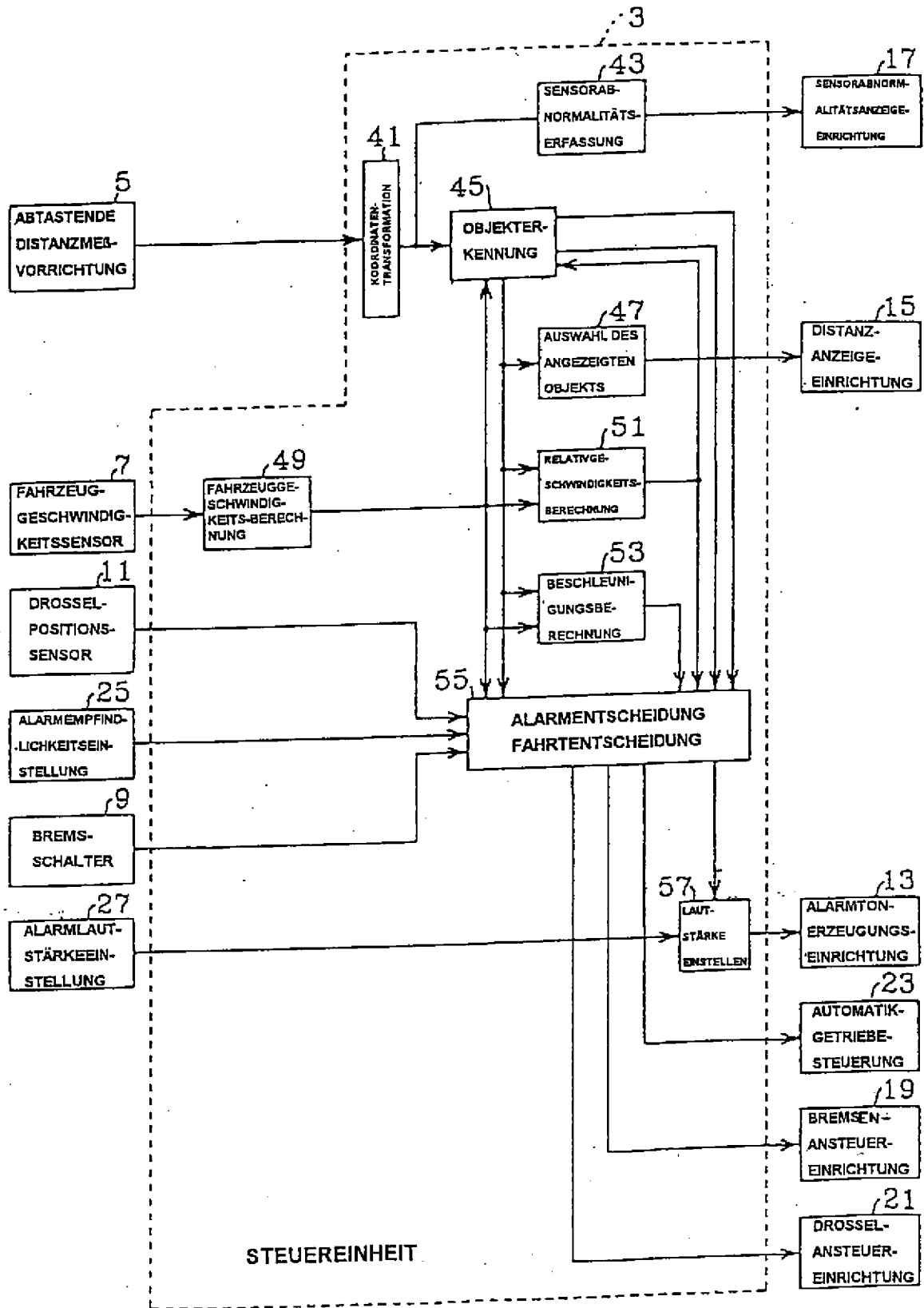


FIG. 3

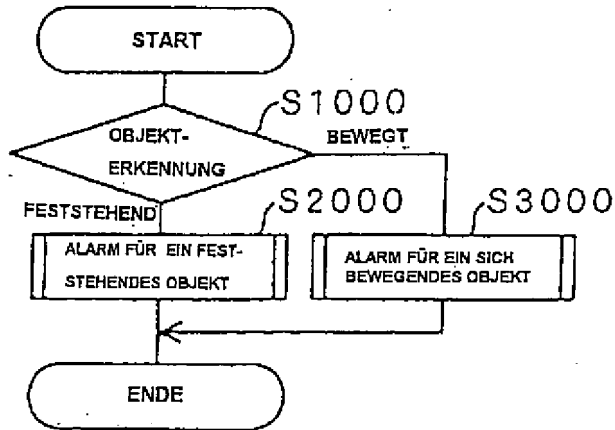


FIG. 4

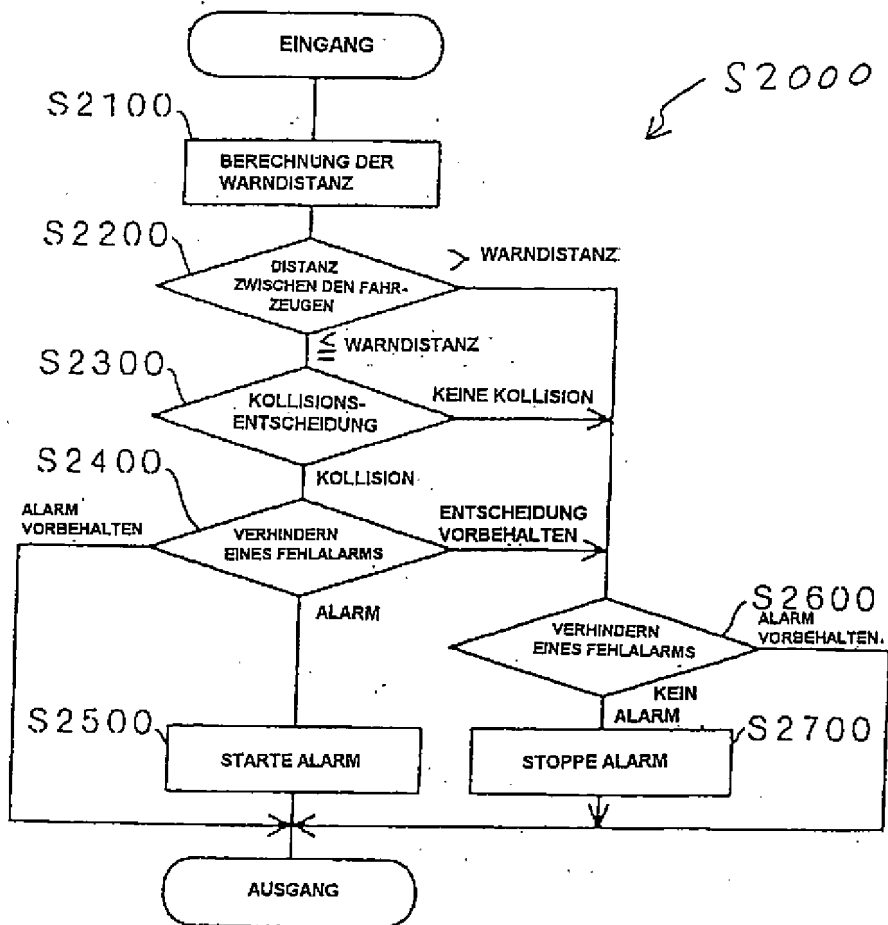


FIG. 5

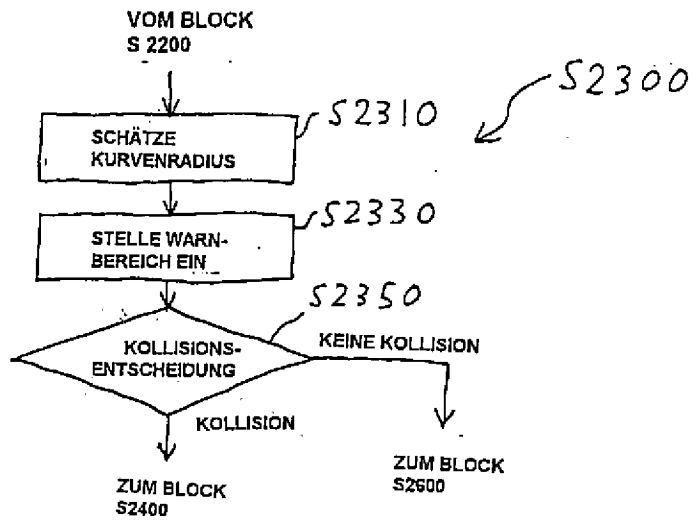


FIG. 6

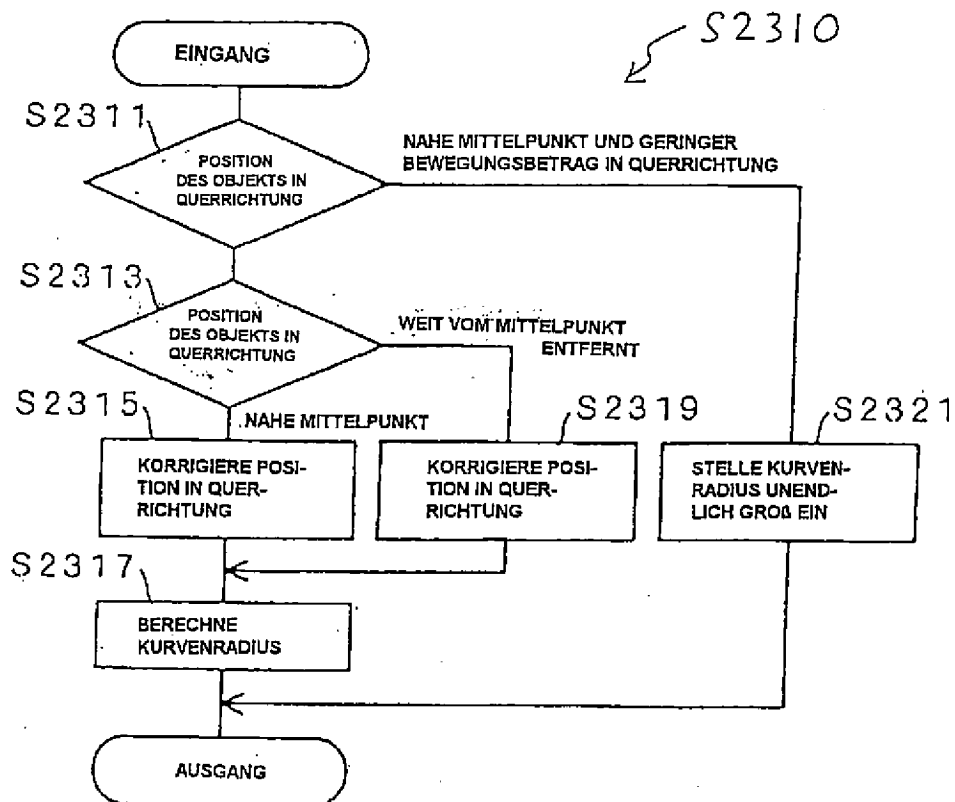




FIG. 7

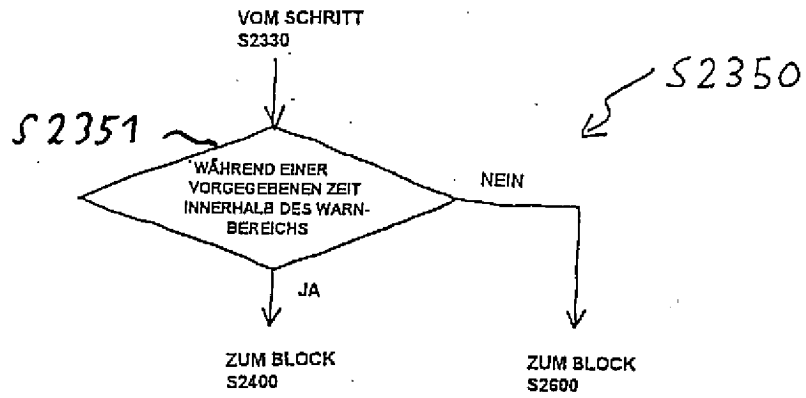


FIG. 8

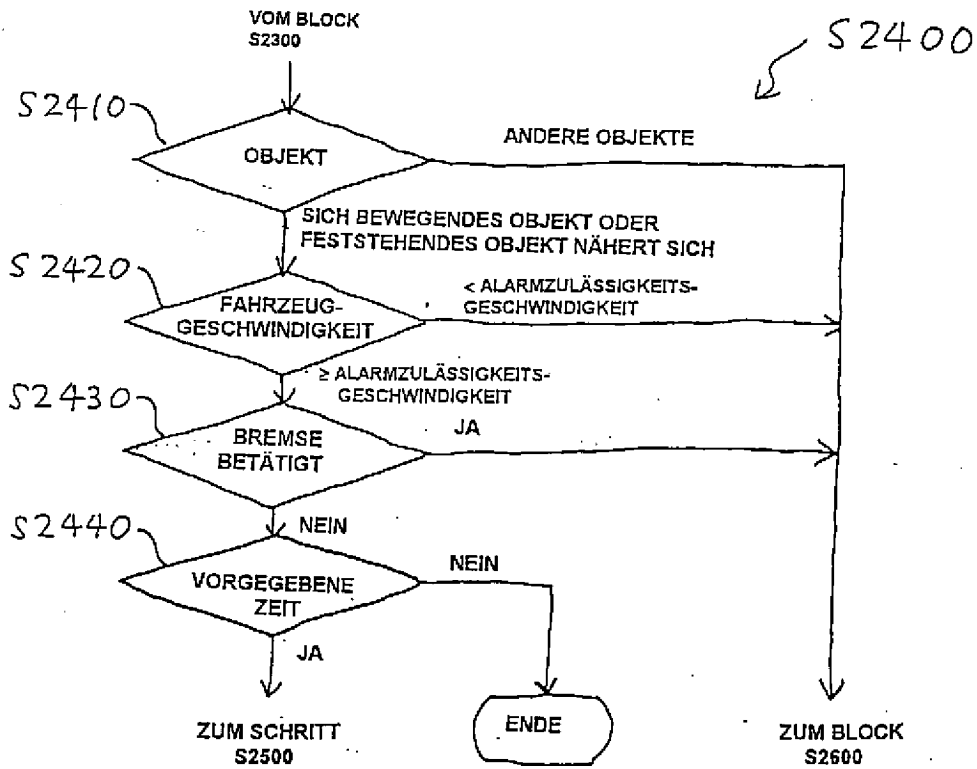


FIG. 9

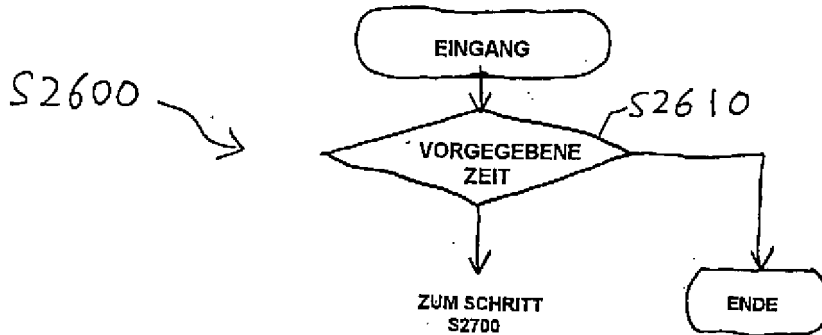


FIG. 10

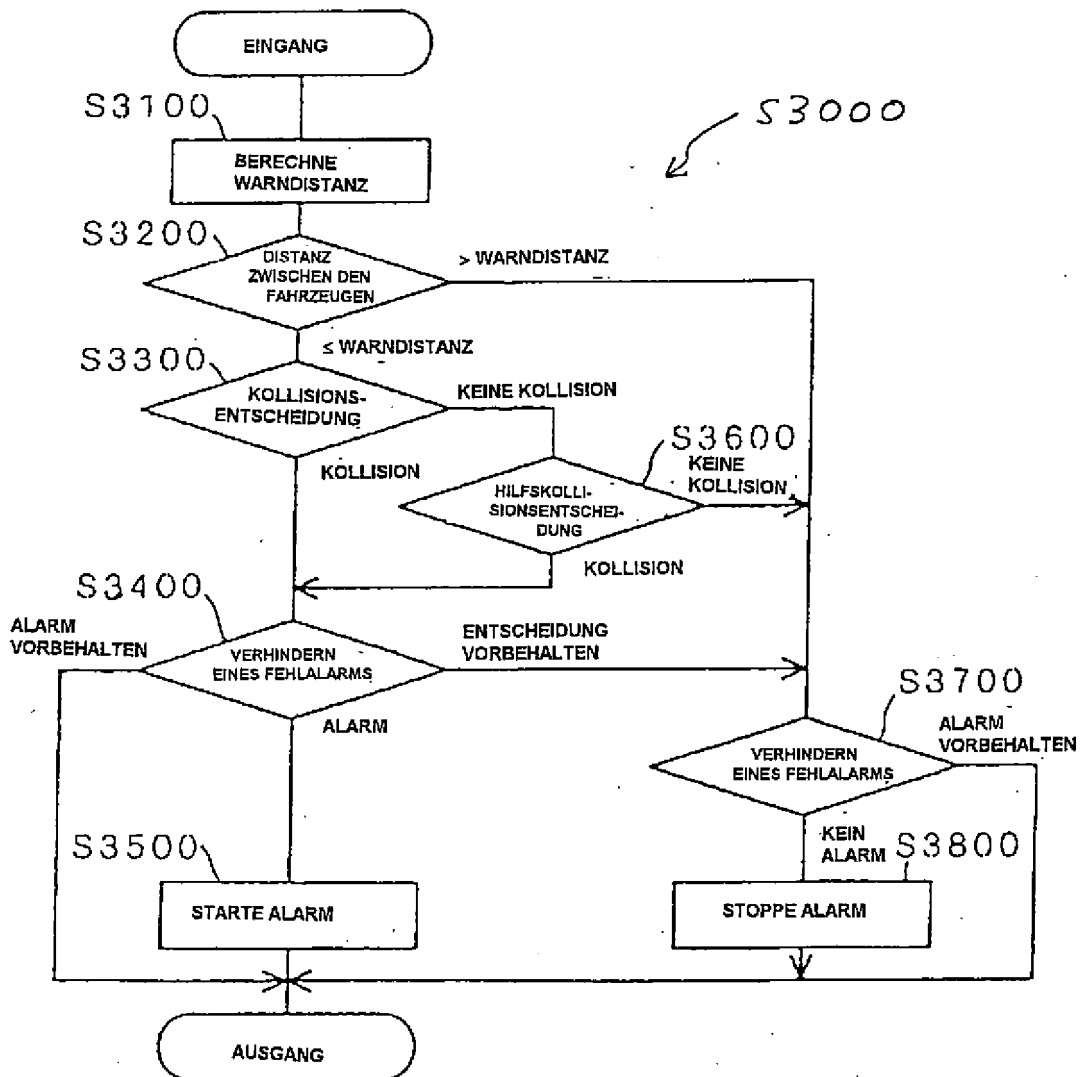


FIG. 11

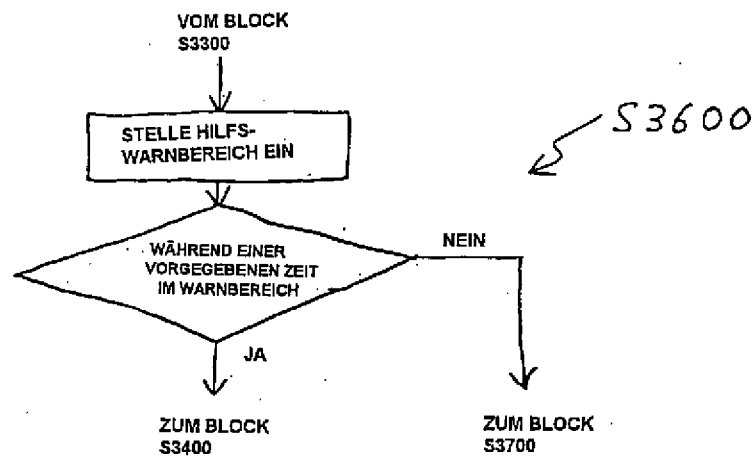


FIG. 12

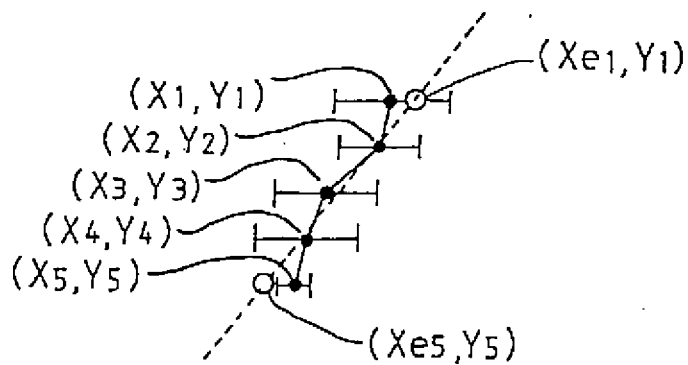


FIG. 13

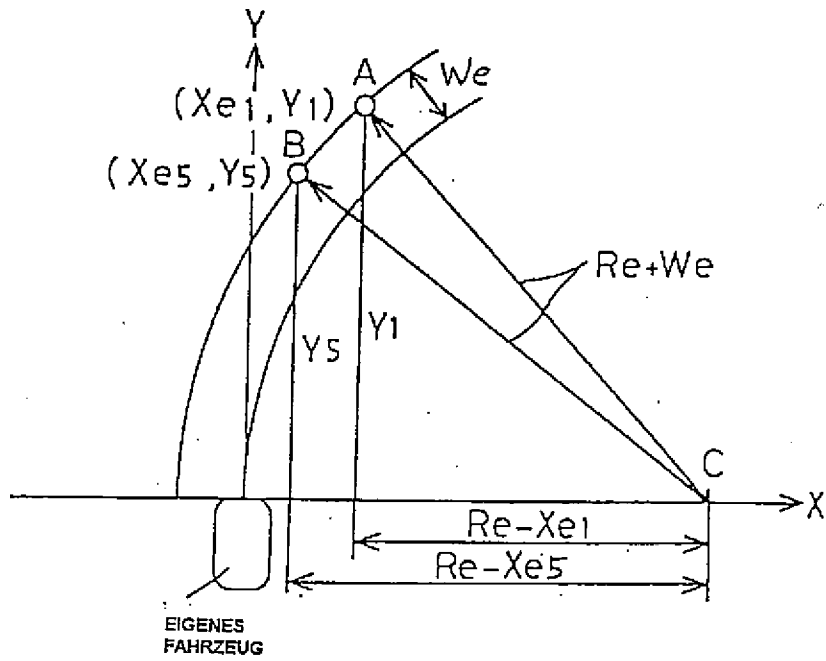


FIG. 14

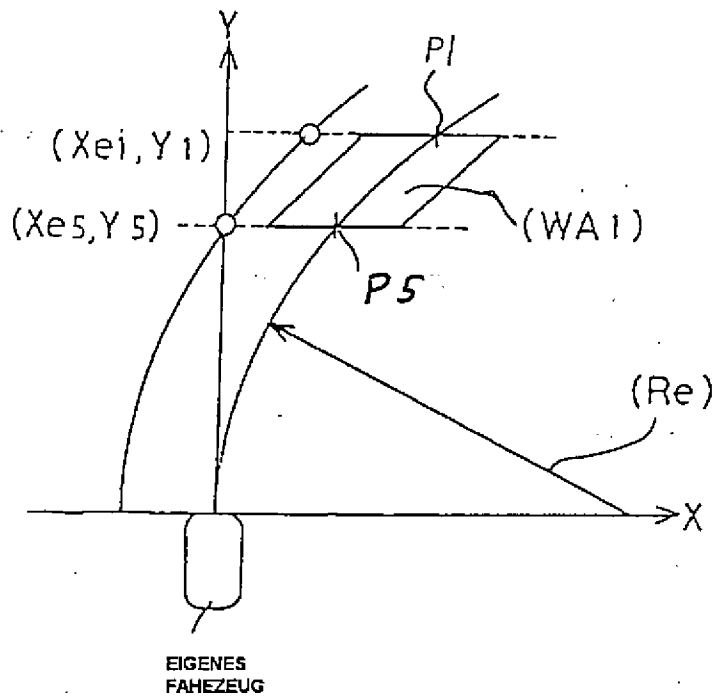


FIG. 15

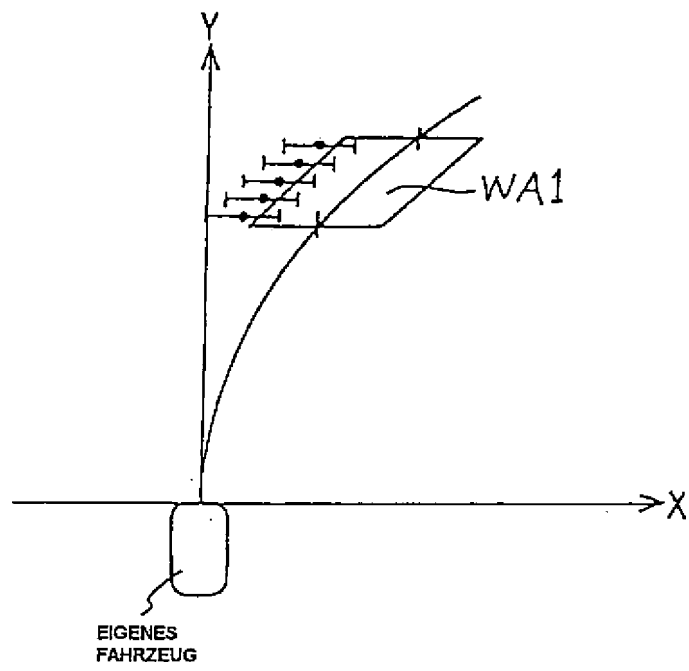


FIG. 16

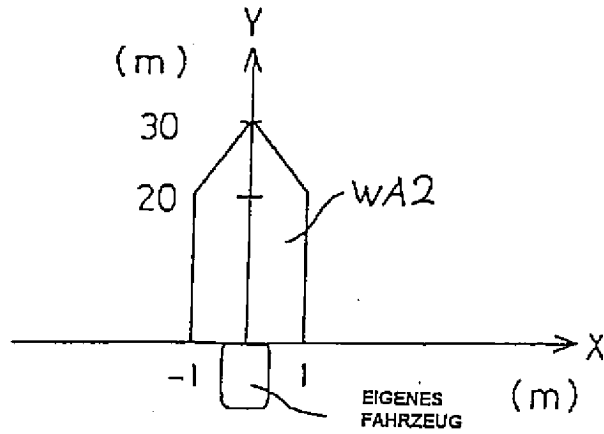


FIG. 17

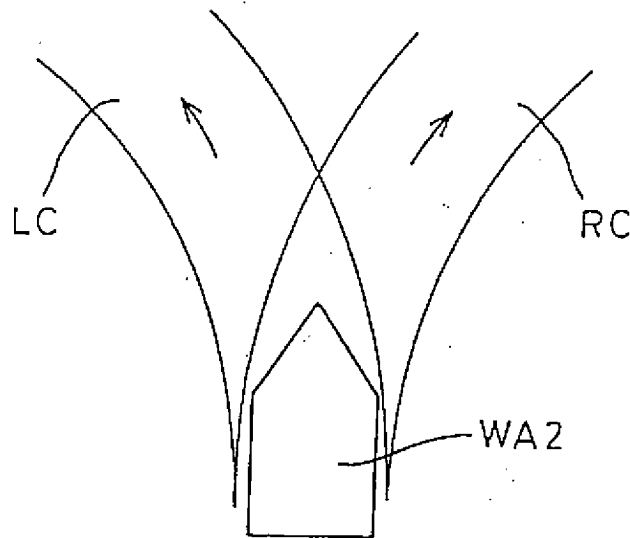


FIG. 18

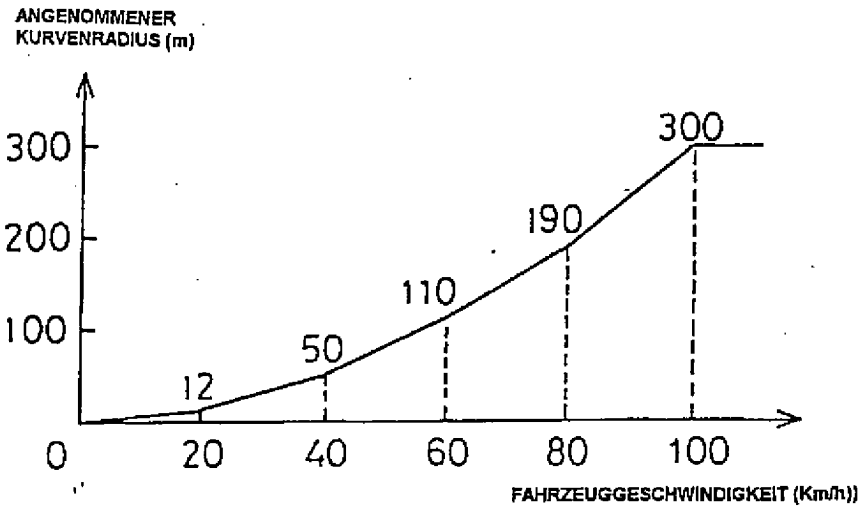


FIG. 19

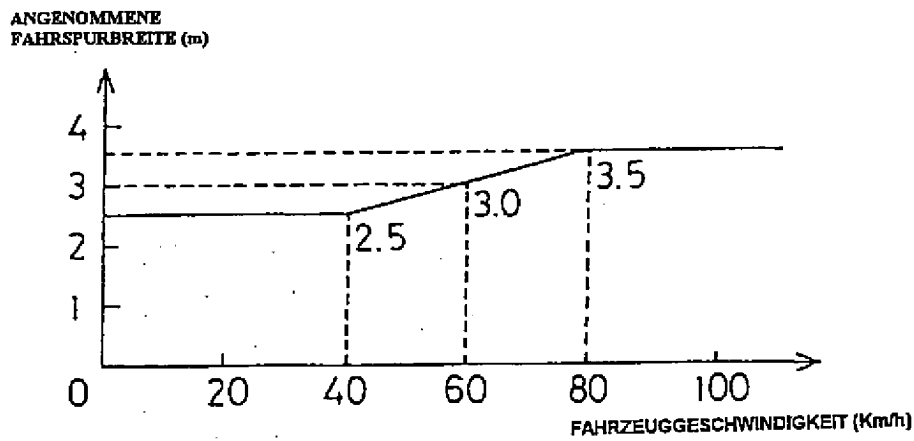


FIG. 20

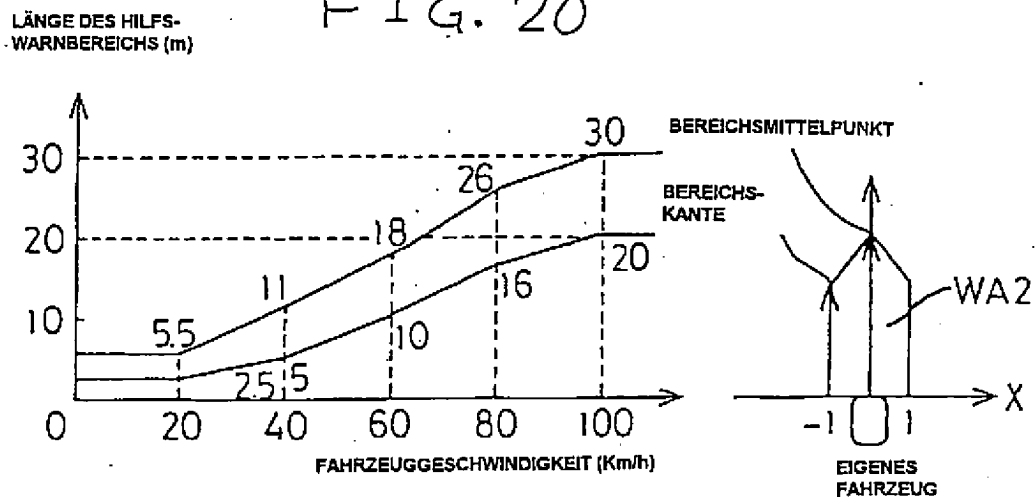


FIG. 21

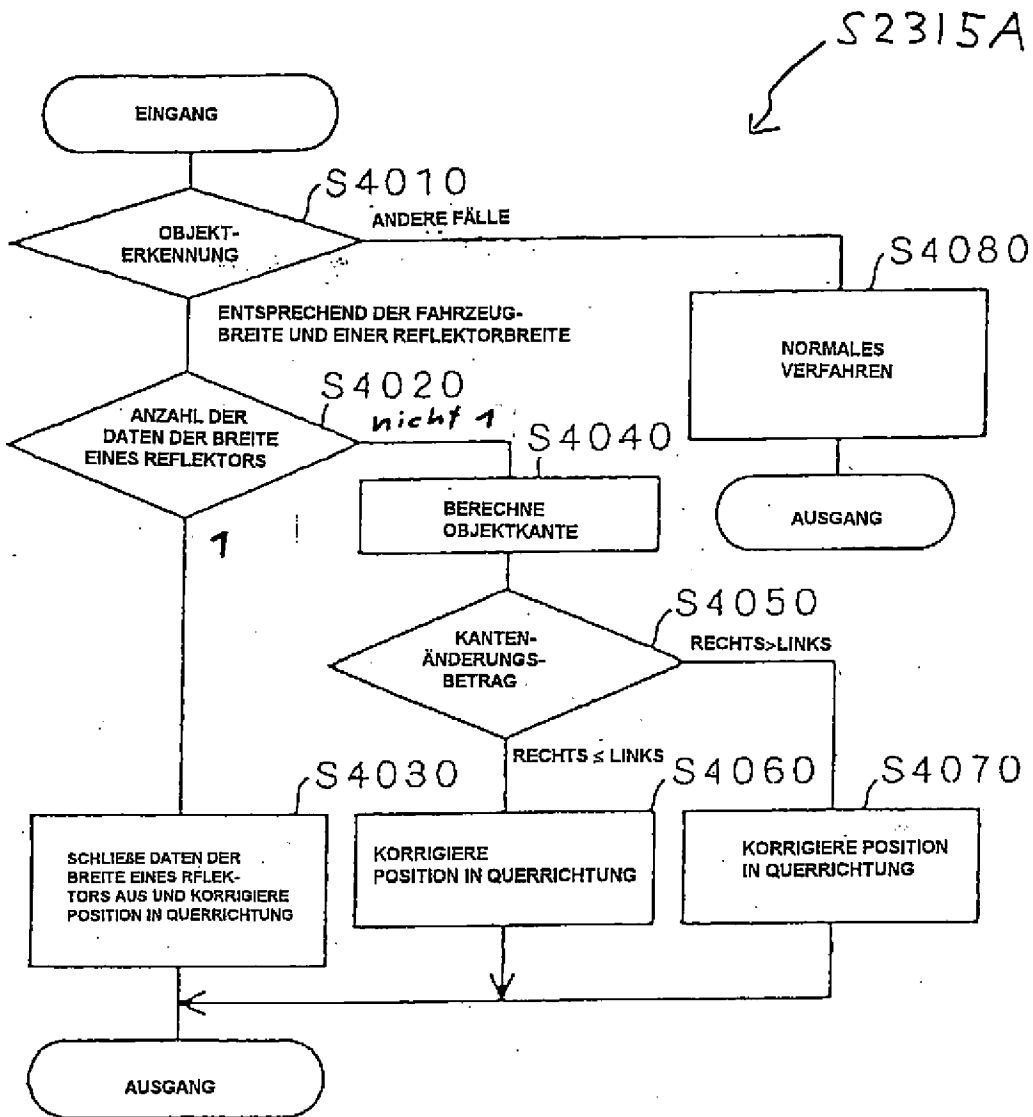




FIG. 22

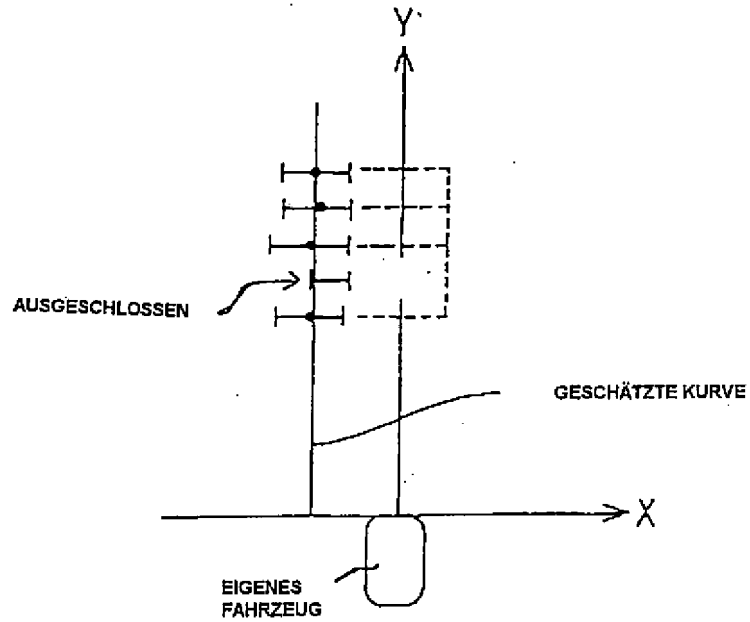


FIG. 23

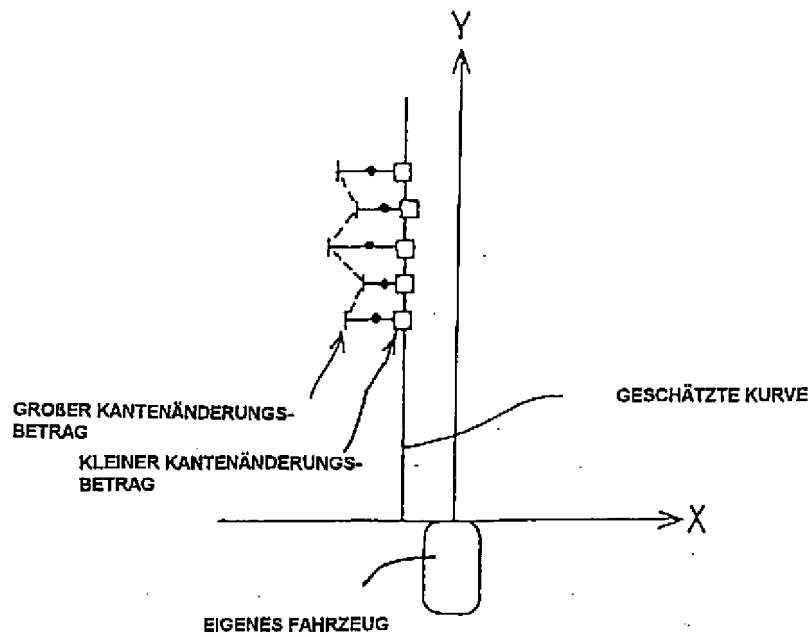


FIG. 24

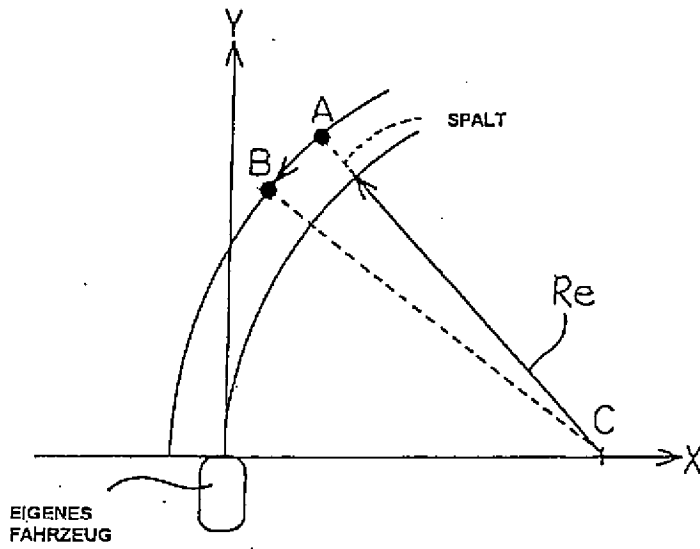


FIG. 25

OBJEKT KOLLIDIERT NICHT

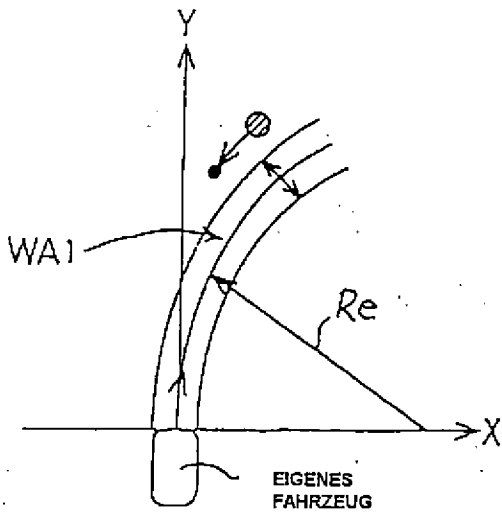


FIG. 26

OBJEKT KOLLIDIERT

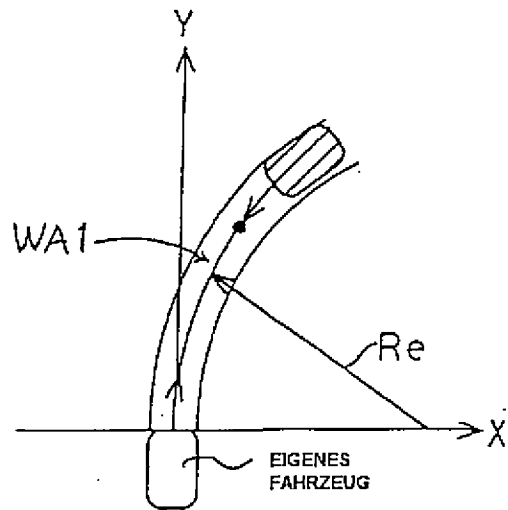


FIG. 27

FIG. 28

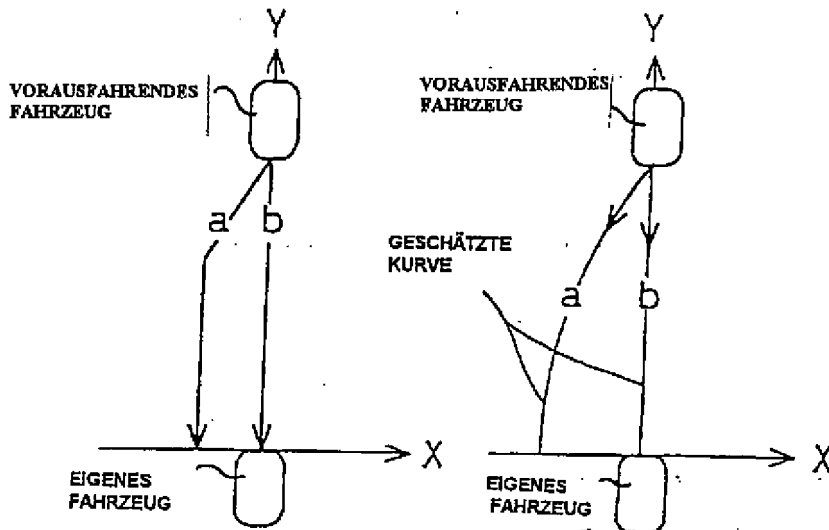


FIG. 29

FIG. 30

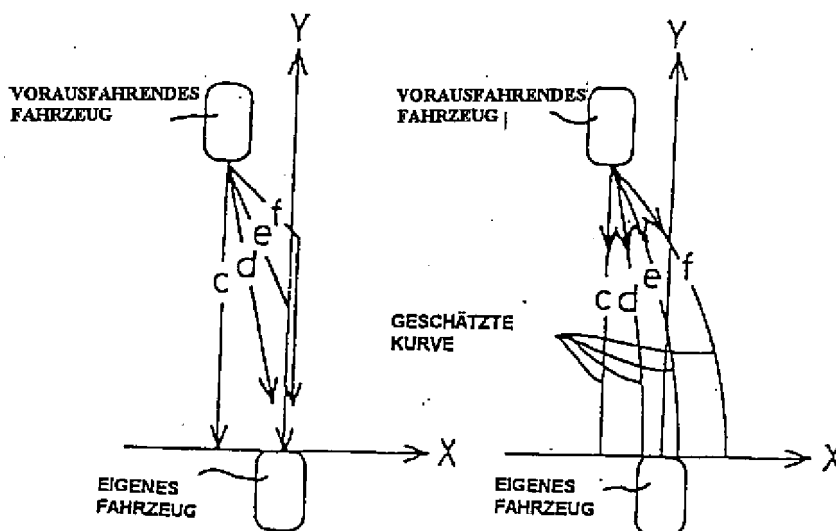


FIG. 31

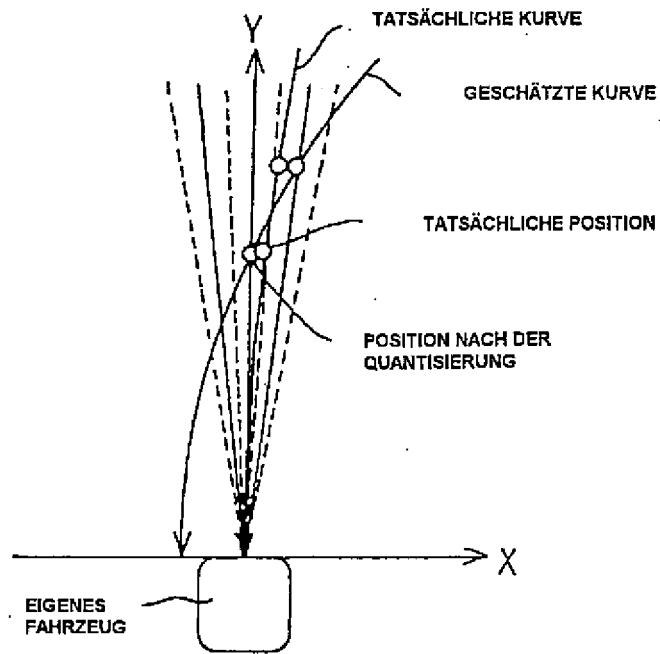


FIG. 32

