



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 020 791 A1 2007.11.29**

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 020 791.5**

(22) Anmeldetag: **03.05.2007**

(43) Offenlegungstag: **29.11.2007**

(51) Int Cl.⁸: **G06K 9/62 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
2006-143204 23.05.2006 JP

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

(71) Anmelder:
Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

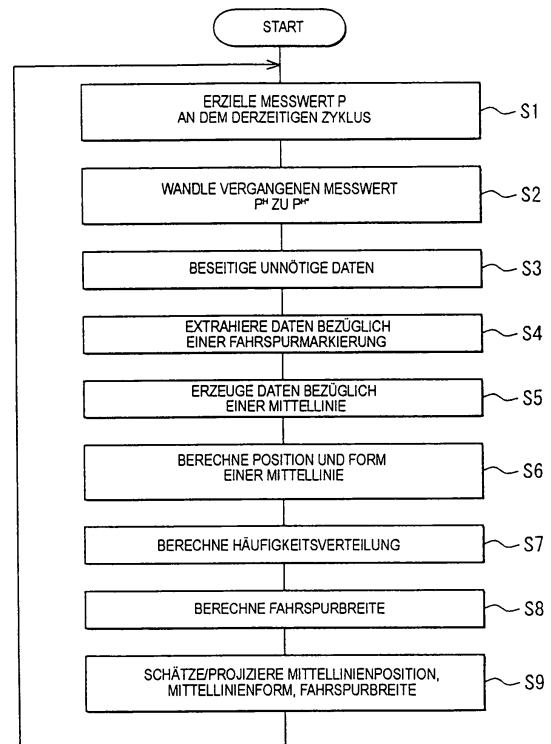
(72) Erfinder:
Ogawa, Takashi, Kariya, Aichi, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Fahrspurmarkierungs-Erkennungsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Daten bezüglich einer Fahrspurmarkierung werden auf der Grundlage einer Mittellinienposition, Mittellinienform und Breite einer Fahrspur extrahiert, welche von dem derzeitigen Zyklus projiziert werden (Schritt S4). Daten bezüglich einer Fahrspurmittellinie werden durch Einstellen von x-Achsenkomponenten der extrahierten Daten erzeugt (Schritt S5). Eine Mittellinienposition und Mittellinienform werden mit der Hough-Transformation unter Verwendung der erzeugten Daten bezüglich der Fahrspurmittellinie berechnet (Schritt S6). Eine Häufigkeitsverteilung wird für gegenüberliegende Positionen bezüglich der Fahrspurmittellinie berechnet (Schritt S7). Eine Fahrsprungbreite der Straße wird durch Berechnen einer Autokorrelationsfunktion bezüglich der Häufigkeitsverteilung berechnet (Schritt S8). Eine Mittellinienposition, Mittellinienform und Fahrsprungbreite an dem derzeitigen Zyklus und nachfolgenden Zyklen werden mit einem Kalman-Filter geschätzt/projiziert (Schritt S9).



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Fahrzeug-Fahrspurmarkierungs-Erkennungsvorrichtung zum Erkennen einer Fahrspurmarkierung auf einer Straße.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Die JP-A-2005-222538 offenbart ein Berechnen, um eine Fahrspurmarkierung auf der Grundlage von Daten bezüglich einer Reflexion von einer Straßenoberfläche unter Verwendung eines Lidar- bzw. Laserradar-Instruments zu bestimmen, das in ein Fahrzeug eingebaut ist. Hierbei werden Daten auf einer Ebene parallel zu einer Straßenoberfläche einer Frequenzverteilung in einer Richtungskomponente einer Fahrzeugachse einer Frequenzverteilung unterzogen. Daten, die in einem bestimmten Segment enthalten sind, in dem die Frequenz den lokalen Maximalwert erreicht, werden als Daten bezüglich einer Reflexion von einer Fahrspurmarkierung extrahiert. Die extrahierten Daten werden dann einem Verfahren eines kleinsten Quadrats oder einer Hough-Transformation unterzogen, um dadurch einen Parameter zu berechnen, um die Fahrspurmarkierung zu bestimmen.

[0003] Die JP-A-2005-222538 nimmt an, dass eine Fahrspurmarkierung eine ungefähr lineare Form aufweist. Wenn sich eine Straße mit einem großen Krümmungsgrad krümmt, können Daten bezüglich einer Reflexion von einer Fahrspurmarkierung nicht genau extrahiert werden, was zu einem Fehlerkennen einer Fahrspurmarkierung führt.

Kurzfassung der Erfindung

[0004] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Fahrzeug-Fahrspurmarkierungs-Erkennungsvorrichtung zum stabilen Erkennen einer Fahrspurmarkierung ohne eine Beschränkung auf eine bestimmte Straßenbedingung zu schaffen.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den in Anspruch 1, 11 und 12 angegebenen Maßnahmen gelöst.

[0006] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0007] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Fahrspurmarkierungs-Erkennungsvorrichtung zum Erkennen einer Fahrspurmarkierung auf einer Straße vor oder hinter einem Fahrzeug in wiederholten Zyklen wie folgt vorgesehen. Eine Charakteristikobjekt-Erfassungseinheit ist dazu ausge-

legt, ein Charakteristikobjekt auf einer Straße zu erfassen. Eine Fahrspurmarkierungs-Extraktionseinheit ist dazu ausgelegt, Daten auf einer Fahrspur aus Daten bezüglich des erfassten Charakteristikobjekts zu extrahieren. Eine Mittellinien-Berechnungseinheit ist dazu ausgelegt, eine Mittellinienposition und eine Mittellinienform auf der Straße aus den extrahierten Daten zu berechnen. Eine Breitenberechnungseinheit ist dazu ausgelegt, eine Fahrspurbreite des Fahrzeugs aus den extrahierten Daten zu berechnen. Eine Parameternachführungseinheit ist dazu ausgelegt, ein Nachführungsverfahren von Parametern, die die Mittellinienposition, die Mittellinienform und die Fahrspurbreite definieren, auf der Grundlage der berechneten Mittellinienposition, der berechneten Mittellinienform und der berechneten Fahrspurbreite durchzuführen. Wenn die Fahrspurmarkierungs-Extraktionseinheit die Daten bezüglich der Fahrspurmarkierung in dem derzeitigen Zyklus extrahiert, verwendet die Fahrspurmarkierungs-Extraktionseinheit ein Ergebnis aus dem Nachführungsverfahren, das von der Parameternachführungseinheit in einem vergangenen Zyklus durchgeführt worden ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0008] Die vorliegende Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert.

[0009] Es zeigt:

[0010] [Fig. 1](#) ein Blockschaltbild eines Aufbaus einer Fahrspurmarkierungs-Erkennungsvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0011] [Fig. 2A](#) eine Ansicht eines horizontalen Erfassungsbereichs, der von dem Lidar-Instrument in [Fig. 1](#) bedeckt wird;

[0012] [Fig. 2B](#) eine Ansicht eines vertikalen Erfassungsbereichs, der von dem Lidar-Instrument in [Fig. 1](#) bedeckt wird;

[0013] [Fig. 3](#) ein Blockschaltbild eines Aufbaus des Signalprozessors in [Fig. 1](#);

[0014] [Fig. 4](#) ein Blockschaltbild eines Aufbaus der Koordinatenwandlereinheit in [Fig. 3](#);

[0015] [Fig. 5](#) ein Flussdiagramm einer Signalverarbeitung der Fahrspurmarkierungs-Erkennungsvorrichtung in [Fig. 1](#);

[0016] [Fig. 6](#) eine Darstellung von projizierten Positionen und eines projizierten Bereichs einer rechten Fahrspurmarkierung;

[0017] [Fig. 7](#) eine Darstellung eines Erzeugens ei-

ner Fahrspurmittellinie;

[0018] [Fig. 8](#) eine Darstellung eines Parameter-raums und eines Fokussierungsbereichs;

[0019] [Fig. 9](#) eine Darstellung von gegenüberliegenden Positionen in einer Achsenrichtung bezüglich einer Fahrspurmittellinie;

[0020] [Fig. 10](#) eine Darstellung einer Frequenzverteilung von gegenüberliegenden Positionen bezüglich einer Fahrspurmittellinie;

[0021] [Fig. 11](#) eine Darstellung eines Fokussierungsbereichs, der für einen Verschiebungsparameter bezeichnet ist, wenn eine Autokorrelationsfunktion berechnet wird; und

[0022] [Fig. 12](#) eine Darstellung einer Abbildung, die eine Straßenoberfläche fotografiert.

Detaillierte Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels

[0023] Eine Fahrzeug-Fahrspurmarkierungs-Erkennungsvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird nachstehend erläutert. Die Vorrichtung führt Erkennungen für Fahrspurmarkierungen auf Straßen periodisch (das heißt in wiederholten Zyklen von einem vergangenen Zyklus (der einen vorhergehenden Zyklus beinhaltet) zu einem derzeitigen Zyklus, weiter zu einem zukünftigen Zyklus (der einen nächsten Zyklus beinhaltet)) durch. Die Vorrichtung ist in einem Bezugsfahrzeug vorgesehen und beinhaltet ein Lidar-Instrument **10**, das heißt ein Laserradar-Instrument, und einen Signalprozessor **20**, wie es in [Fig. 1](#) gezeigt ist.

[0024] Das Lidar-Instrument **10** ist ein bekannter in einem Fahrzeug eingebauter Laserradar-Sensor. Er tastet (das heißt strahlt Laserstrahlen zu) Oberflächen einer Straße vor (das heißt vorderhalb des) dem Bezugsfahrzeug(s) in einem Bereich ab, der einen bestimmten Winkel aufweist, und empfängt die Reflexion. Hierbei kann das Lidar-Instrument **10** Oberflächen hinter dem Bezugsfahrzeug abtasten. Das Lidar-Instrument **10** misst einen Abstand zu einem Reflexionsobjekt (das heißt einem Charakteristikobjekt auf der Straße) auf der Oberfläche der Straße innerhalb der Abstrahlungsausrichtung der Laserstrahlen auf der Grundlage einer Zeitdauer von da an, wenn ein Strahl abgestrahlt wird, bis dahin, wenn die Reflexion empfangen wird.

[0025] Das Lidar-Instrument **10** berechnet eine Position des Charakteristikobjekts auf der Straße in x-y-Orthogonalkoordinaten, die in der Mitte des Lidar-Instruments **10** ihren Ursprung aufweisen, und gibt den berechneten Messwert P zu dem Signalprozessor **20** aus. Hierbei ist die x-Achse eine Fahr-

zeug-Fahrtrichtung, während die y-Achse parallel zu einer Achse des Bezugsfahrzeugs **1** ist. Daher kann ein Charakteristikobjekt auf einer Straße, wie zum Beispiel eine Fahrbahnmarkierung oder dergleichen, aus Messergebnissen von dem Lidar-Instrument **10** erfasst werden.

[0026] Das Lidar-Instrument **10** ist in das vordere Ende des Bezugsfahrzeugs **1** eingebaut. Der Erfassungsbereich des Lidar-Instruments **10** ist in den [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) gezeigt. [Fig. 2A](#) zeigt eine positionelle Beziehung eines horizontalen Erfassungsbereichs **4** des Instruments **10**, einer Fahrspur **2** auf einer Straße, einer gemalten linken Fahrspurmarkierung **3L** und einer gemalten rechten Fahrspurmarkierung **3R**. Jeder Laserstrahl wird in einem horizontalen Abstrahlungswinkel **5b** abgestrahlt, wobei alle der Strahlen innerhalb eines horizontalen Gesamtabstrahlungswinkels **5a** abgestrahlt werden. Daher kann der horizontale Erfassungsbereich **4** einen Teil der linken Fahrspurmarkierung **3L** und der rechten Fahrspurmarkierung **3R** bedecken.

[0027] [Fig. 2B](#) zeigt vertikale Erfassungsbereiche **6a** bis **6d**. Jeder Strahl wird in einem vertikalen Abstrahlungswinkel **7b** abgestrahlt, wobei alle der Strahlen innerhalb des vertikalen Gesamtabstrahlungswinkels **7a** abgestrahlt werden.

[0028] Daher strahlt das Lidar-Instrument **10** bezüglich jedem der vertikalen Erfassungsbereiche **6a** bis **6d** Strahlen mit mehreren horizontalen Abstrahlungswinkeln **5b** ab, die insgesamt zu dem horizontalen Gesamtabstrahlungswinkel **5a** führen. Das Lidar-Instrument **10** empfängt Reflexionen relativ zu jedem Abstrahlungsstrahl, um die Messergebnisse P zu dem Signalprozessor **20** auszugeben.

[0029] [Fig. 3](#) zeigt einen funktionalen Aufbau des Signalprozessors **20**. Der Prozessor **20** beinhaltet eine Extraktionseinheit **21**, eine Koordinatenwandlereinheit **22**, eine Fahrspurmittellinien-Erfassungseinheit **23**, eine Fahrspurweiten-Erfassungseinheit **24** und eine Parameternachführungseinheit **25**.

[0030] Es wird auf [Fig. 4](#) verwiesen. Die Koordinatenwandlereinheit **22** beinhaltet eine Datenspeichereinheit **22a**, eine Bewegungsberechnungseinheit **22b** und eine Wandlereinheit **22c**. Die Datenspeichereinheit **22a** speichert Messwerte P, die in jedem Zyklus aus dem Lidar-Instrument **10** ausgegeben werden.

[0031] Die Bewegungsberechnungseinheit **22b** berechnet einen Bewegungsumfang (dx, dy, d θ) des Bezugsfahrzeugs **1** zum Beispiel unter Verwendung einer Fahrinformation (einer Fahrzeuggeschwindigkeit Vn, einer Gierrate Vy), die über ein in ein Fahrzeug eingebautes LAN (nicht gezeigt) erzielt wird. Hierbei bezeichnet "dx" einen Bewegungsumfang in

einer Achsenrichtung für ein vorbestimmtes Intervall (zum Beispiel einen Zyklus); bezeichnet "dy" einen Bewegungsumfang in einer Fahrtrichtung für das vorbestimmte Intervall; und bezeichnet "dθ" einen Drehwinkel (einen Gierwinkel) um die vertikale Achse des Bezugsfahrzeugs **1** für das vorbestimmte Intervall.

[0032] Die Wandlereinheit **22c** wandelt einen Messwert P^h in einem vergangenen Zyklus (zum Beispiel einem vorhergehenden Zyklus), der in der Datenspeichereinheit **22a** gespeichert ist, zu einem Messwert P^{h^*} (als koordinatengewandelter Messwert P^h bezeichnet) auf dem x-y-Standardkoordinatensystem auf der Grundlage einer Position des Bezugsfahrzeugs **1** an dem derzeitigen Zyklus unter Verwendung des berechneten Bewegungsumfangs (dx, dy, dθ) mit einer bekannten Helmerts-Transformation. Anders ausgedrückt basiert der Messwert P^h in dem vergangenen Zyklus auf vergangenen Standardkoordinaten, die einer Position des Fahrzeugs **1** an dem vergangenen Zyklus entsprechen, und basiert der koordinatengewandelte Messwert P^{h^*} auf derzeitigen Standardkoordinaten, die einer Position des Fahrzeugs **1** an dem derzeitigen Zyklus entsprechen.

[0033] Die Wandlereinheit **22c** gibt den koordinatengewandelten Messwert P^{h^*} zu der Extraktionseinheit **21** aus.

[0034] Die Extraktionseinheit **21** erzielt den Messwert P des derzeitigen Zyklus, der aus dem Lidar-Instrument **10** ausgegeben wird, und den koordinatengewandelten Messwert P^{h^*} des vergangenen Zyklus, der aus der Wandlereinheit **22c** ausgegeben wird, und extrahiert dann Daten bezüglich einer Fahrspurmarkierung der Straße, welche sich vor dem Bezugsfahrzeug **1** ausdehnt.

[0035] Daher werden Daten bezüglich einer Fahrspurmarkierung aus einer Kombination der Messwerte des derzeitigen Zyklus und des vergangenen Zyklus extrahiert. Bezüglich einer Fahrspurmarkierung, die als eine nicht durchgezogene Linie, wie zum Beispiel eine punktierte Linie oder eine gestrichelte Linie, gemalt ist, erscheint die Position der Fahrspurmarkierung als ein Charakteristikobjekt, das von dem Lidar-Instrument **10** gemessen wird, in einer Fahrtrichtung des Bezugsfahrzeugs **1** nicht kontinuierlich. Gemäß dem vorhergehenden Aufbau kann eine Möglichkeit eines Verlierens einer Sicht einer derartigen Fahrbahnmarkierung verringert werden, die als eine nicht durchgezogene Linie gemalt ist.

[0036] Die Extraktionseinheit **21** berechnet eine projizierte Position und einen projizierten Bereich der Fahrspurmarkierung relativ zu dem derzeitigen Zyklus auf der Grundlage eines Projektionsergebnisses, welches von der Parameternachführungseinheit **25** an dem vorhergehenden Zyklus projiziert wird, zur Verwendung in dem derzeitigen Zyklus. Das Projekti-

onsergebnis beinhaltet (i) einen projizierten Wert einer Mittellinienposition y^p , eine Mittellinienform (Krümmung c^p , eine Neigung (das heisst einen Winkel) ψ^p), und eine Breite w^p auf einer Fahrspur und (ii) seine Kovarianz. Weiterhin wird eine Standardabweichung (σ^y , σ^c , σ^ψ , σ^w) für den Projektionswert (y^p , c^p , ψ^p , w^p) aus der Kovarianz berechnet.

[0037] In dem x-y-Standardkoordinatensystem in **Fig. 6** werden die projizierte Position und der projizierte Bereich einer Fahrspurmarkierung (das heisst einer rechten Fahrspurmarkierung) auf der rechten Seite des Bezugsfahrzeugs **1** durch die folgende Formel dargestellt:

$$\begin{aligned} x &\geq \{c^{pR} - (3 \cdot \sigma^{cR})\} \cdot y^2 + \{\varphi^{pR} - (3 \cdot \sigma^{\varphi R})\} \cdot y + \{y^{pR} - (3 \cdot \sigma^{yR})\} + \{(-w^p/2) - (3 \cdot \sigma^w)\} \\ x &\leq \{c^{pR} - (3 \cdot \sigma^{cR})\} \cdot y^2 + \{\varphi^{pR} - (3 \cdot \sigma^{\varphi R})\} \cdot y + \{y^{pR} - (3 \cdot \sigma^{yR})\} + \{(-w^p/2) + (3 \cdot \sigma^w)\} \end{aligned} \quad (\text{Formel 1})$$

[0038] Hierbei bedeutet der Anhang R "rechts". Im Gegensatz dazu werden in dem x-y-Standardkoordinatensystem in **Fig. 6** die projizierte Position und der projizierte Bereich einer Fahrspurmarkierung auf der linken Seite des Bezugsfahrzeugs **1** durch die folgende Formel dargestellt.

$$\begin{aligned} x &\geq \{c^{pL} - (3 \cdot \sigma^{cL})\} \cdot y^2 + \{\varphi^{pL} - (3 \cdot \sigma^{\varphi L})\} \cdot y + \{y^{pL} - (3 \cdot \sigma^{yL})\} + \{(-w^p/2) - (3 \cdot \sigma^w)\} \\ x &\leq \{c^{pL} - (3 \cdot \sigma^{cL})\} \cdot y^2 + \{\varphi^{pL} - (3 \cdot \sigma^{\varphi L})\} \cdot y + \{y^{pL} - (3 \cdot \sigma^{yL})\} + \{(-w^p/2) + (3 \cdot \sigma^w)\} \end{aligned} \quad (\text{Formel 2})$$

[0039] Hierbei bedeutet der Anhang L "links". Formel 1 und Formel 2 entsprechen einem Modell für eine Fahrspurmittellinie, die durch eine Formel 3 dargestellt ist, die für die Hough-Transformation (später erläutert) verwendet wird. Weiterhin kann, wenn eine Neigung ψ klein genug zum Vernachlässigen ist, die Formel 3 als Formel 4 (später erläutert) vereinfacht werden. In diesem Fall kann in Formel 1 und Formel 2 der lineare Ausdruck in y (das heisst y-Linearausdrücke) beseitigt werden. Formel 3 und Formel 4 werden später erläutert.

[0040] Die Extraktionseinheit **21** extrahiert Messwerte P und koordinatengewandelte Messwerte P^{h^*} , welche in dem projizierten Bereich der Fahrspurmarkierung, die auf der Grundlage von Formel 1 und Formel 2 berechnet wird, enthalten sind, als Daten P^1 auf (das heisst entsprechend) der Fahrspurmarkierung. Die extrahierten Daten P^1 (als Fahrspurmarkierungsdaten bezeichnet) werden zu der Fahrspurmittellinien-Erfassungseinheit **23** und der Fahrspurweiten-Erfassungseinheit **24** ausgegeben.

[0041] Daher können lediglich die Fahrspurmarkierungsdaten relativ zu dem derzeitigen Zyklus aus allen des Messwerts P und des koordinatengewandelten Messwerts P^{h^*} extrahiert werden. Hierbei kann der Signalprozessor **20** Daten bezüglich einer Fahr-

spurmarkierung unter Verwendung lediglich des Messwerts P des derzeitigen Zyklus extrahieren, der aus dem Lidar-Instrument **10** ausgegeben wird. In diesem Fall kann die Koordinatenwandlereinheit **22** beseitigt werden.

[0042] Die Fahrspurmittellinien-Erfassungseinheit **23** arbeitet als eine Berechnungseinrichtung, um Daten bezüglich einer Fahrspurmittellinie auf der Grundlage einer geschätzten Fahrspurbreite w^s des vorhergehenden Zyklus oder einer projizierten Fahrspurbreite w^p zur Verwendung in dem derzeitigen Zyklus zu erzeugen, von denen beide durch die Parameternachführungseinheit **25** berechnet werden. Zum Beispiel werden, wie es in [Fig. 7](#) gezeigt ist, Achsenrichtungskomponenten (x-Achsenkomponenten) der Fahrspurmarkierungsdaten eines Paares der linken Fahrspurmarkierung und der rechten Fahrspurmarkierung eingestellt (das heisst versetzt), um Daten auf der Fahrspurmittellinie zu erzeugen.

[0043] Ein Versatzumfang ist eine Hälfte (1/2) der geschätzten Fahrspurbreite w^s oder der projizierten Fahrspurbreite w^p .

[0044] Die Fahrspurbreiten-Erfassungseinheit **24** arbeitet als eine Berechnungseinrichtung, um dann die erzeugten Daten bezüglich einer Fahrspurmittellinie der Hough-Transformation zu unterziehen, um dadurch eine Position und Form der Fahrspurmittellinie zu berechnen. Die Fahrspurmittellinien-Erfassungseinheit **23** bildet ein Modell für eine Fahrspurmittellinie unter Verwendung einer Quadrierungskurve, die durch Formel 3 oder Formel 4 dargestellt ist, und berechnet einen Parameter zum Bestimmen der Quadrierungskurve mit der Quadrierungskurve, die der Hough-Transformation unterzogen wird. Auf der Grundlage des berechneten Parameters wird ein Überwachungswert einer Mittellinienposition y^d und einer Mittellinienform (einer Krümmung c^d , einer Neigung ψ^d) erzielt. In der folgenden Formel sind "x" und "y" Koordinatenwerte (Meter) in der x-Achse und y-Achse des x-y-Standardkoordinatensystems. Weiterhin sind " c_o ", " ψ " und " y_{off} " eine Krümmung (1/Meter), ein Winkel (rad) und eine Position (Meter).

$$x = \{c_o \cdot y^2\} + \{\psi \cdot y\} + Y_{off} \quad (\text{Formel 3})$$

$$x = \{c_o \cdot y^2\} + Y_{off} \quad (\text{Formel 4})$$

[0045] Daher können die Daten auf der Fahrspurmittellinie aus den linken und rechten Fahrspurmarkierungsdaten mit der Hough-Transformation erzeugt werden, so dass die erzielte Position und Form der Fahrspurmittellinie in ihren Genauigkeiten verbessert werden können.

[0046] In der Hough-Transformation wird ein Fokussierungsbereich für einen Parameterraum (siehe [Fig. 8](#)) bestimmt, der durch Parameter gebildet ist,

die Quadrierungskurven definieren, die den zuvor erwähnten projizierten Wert (y^p , c^p , ψ^p , w^p) und seine Kovarianz für den derzeitigen Zyklus verwenden. Weiterhin wird, wie es zuvor erläutert worden ist, der projizierte Wert für den derzeitigen Zyklus an dem vorhergehenden Zyklus durch die Parameternachführungseinheit **25** berechnet. Eine Parametergruppe, die den maximalen Pol aufweist, der eine vorbestimmte Anzahl überschreitet, wird innerhalb des Fokussierungsbereichs als Parameter berechnet, die die Quadrierungskurve definieren. Dies erhöht die Robustheit gegenüber einer Störung (das heisst Daten bezüglich Fahrzeugen und anderen straßenseitigen Objekten als die Fahrbahnmarkierung, welche fehlerhaft von der Extraktionseinheit **21** extrahiert werden). Weiterhin wird ein Zählen des Pols auf den Fokussierungsbereich des Parameterraums beschränkt. Dies verringert eine Zeit, um Parameter zu berechnen, die die Quadrierungskurve definieren.

[0047] Die Fahrspurmittellinien-Erfassungseinheit **23** berechnet den Überwachungswert (y^d , c^d , ψ^d) der Mittellinienposition, der Mittellinienkrümmung und der Mittellinienneigung der Fahrspur, um danach den Überwachungswert zu der Parameternachführungseinheit **25** auszugeben.

[0048] Die Fahrspurbreiten-Erfassungseinheit **24** berechnet gegenüberliegende Positionen (siehe [Fig. 9](#)) in der Achsenrichtung (x-Achse) bezüglich der Mittellinie eines Paares der linken und rechten Fahrspurmarkierungsdaten, die von der Extraktionseinheit **21** berechnet werden, unter Verwendung des projizierten Werts (y^p , c^p , ψ^p) für den derzeitigen Zyklus oder den Schätzwert (y^s , c^s , ψ^s) an dem vorhergehenden Zyklus bezüglich der Position, Krümmung und Neigung der Mittellinie. Wie es zuvor erläutert worden ist, wird der projizierte Wert für den derzeitigen Zyklus an dem vorhergehenden Zyklus von der Parameternachführungseinheit **25** berechnet.

[0049] Nachfolgend teilt die Fahrspurbreiten-Erfassungseinheit **24** die Koordinatenachse in die Achsenrichtung, wie es in [Fig. 10](#) gezeigt ist, in mehrere Segmente (die in der Statistik zum Beispiel als Bin bezeichnet werden) und weist die berechneten gegenüberliegenden Positionen in den entsprechenden Bins zu, um dadurch die Häufigkeit in jedem Bin zu zählen.

[0050] Als Nächstes berechnet die Fahrspurbreiten-Erfassungseinheit **24** eine Autokorrelationsfunktion, die die gegenüberliegenden Positionen relativ zu der Mittellinie als Verschiebungsparameter aufweist, um dadurch einen Überwachungswert einer Fahrspurbreite (w^d) der relevanten Straße auf der Grundlage von Formel 5 zu berechnen. Dies lässt ein genaues Berechnen der Fahrspurbreite der Straße zu. In Formel 5 bezeichnet $x(n)$ die Häufigkeit der n-ten gegenüberliegenden Position und bezeichnet N die

Gesamtanzahl der Bins für die gegenüberliegenden Positionen.

(Formel 5)

$$R \cdot x(k) = (1/N) \cdot \sum_{n=0}^{N-1-k} \{x(n) \cdot x(n+k)\}$$

[0051] Die Fahrspurbreiten-Erfassungseinheit **24** bezeichnet einen Fokussierungsbereich bezüglich Verschiebungsparametern, wie es in [Fig. 11](#) gezeigt ist, unter Verwendung des projizierten Werts (w^p) der Fahrspurbreite und seine Kovarianz für den derzeitigen Zyklus. Ein Verschiebungsparameter, der den maximalen Korrelationskoeffizienten aufweist, der einen bestimmten Wert überschreitet, wird innerhalb des Fokussierungsbereichs als eine Fahrspurbreite der Straße berechnet. Dies erhöht eine Robustheit gegenüber einer Störung; anders ausgedrückt kann eine Spitze des autokorrelierten Werts, der von der Störung erzeugt wird, vernachlässigt werden. Weiterhin ist ein Bestimmen des Korrelationskoeffizienten auf diejenigen innerhalb des Fokussierungsbereichs beschränkt, der für den Verschiebungsparameter bezeichnet wird. Dies erhöht eine Zeit, um eine Fahrspurbreite der Straße zu berechnen.

[0052] Die Fahrspurbreiten-Erfassungseinheit **24** berechnet den Überwachungswert (w^d) der Fahrspurbreite, um danach den Überwachungswert zu der Parameternachführungseinheit **25** auszugeben.

[0053] Die Parameternachführungseinheit **25** unterzieht den empfangenen Überwachungswert (y^d , c^d , ψ^d , w^d) dem bekannten Kalman-Filter, um dadurch ein Nachführungsverfahren zum Nachführen eines Parameters durchzuführen, der die Position, Krümmung, Neigung der Fahrspurmittellinie und die Fahrspurbreite definiert.

[0054] Anders ausgedrückt berechnet die Parameternachführungseinheit **25** einen Schätzwert (y^s , c^s , ψ^s , w^s) der Mittellinienposition, Mittellinienkrümmung und Mittellinienneigung und Fahrspurbreite unter Verwendung des empfangenen Überwachungswerts (y^d , c^d , ψ^d , w^d) mit dem Kalman-Filter, um dadurch den Schätzwert als ein Erkennungsergebnis der Fahrspurmarkierung zu dem derzeitigen Zyklus zu anderen in ein Fahrzeug eingebauten Vorrichtungen oder dem in ein Fahrzeug eingebauten LAN auszugeben.

[0055] Weiterhin berechnet die Parameternachführungseinheit **25** einen projizierten Wert (y^p , c^p , ψ^p , w^p) der Mittellinienposition, Mittellinienkrümmung, Mittellinienneigung und Fahrspurbreite und seine Kovarianz für den nächsten Zyklus und gibt diese zu der Extraktionseinheit **21** aus. Die Extraktionseinheit **21** ver-

wendet den empfangen projizierten Wert und seine Kovarianz für den nächsten Zyklus.

[0056] Als Nächstes wird eine Signalverarbeitung der Fahrzeug-Fahrspurmarkierungs-Erkennungsvorrichtung unter Bezugnahme auf ein Flussdiagramm in [Fig. 5](#) erläutert. Die Schritte der Verarbeitung werden wiederholt für jeden Zyklus ausgeführt.

[0057] In einem Schritt S1 wird ein Messwert P an einem derzeitigen Zyklus erzielt. Der Messwert P ist auf dem x-y-Orthogonalkoordinatensystem. In diesem System ist der Ursprung an der Mitte des Lidar-Instruments **10** an dem derzeitigen Zyklus, ist die x-Achse entlang der Achsenrichtung des Fahrzeugs an dem derzeitigen Zyklus, während die y-Achse entlang der Fahrtrichtung des Fahrzeugs an dem derzeitigen Zyklus ist.

[0058] In einem Schritt S2 wird der Messwert P^h an dem vergangenen Zyklus zu Daten, die mit den Standardkoordinaten verträglich sind, auf der Grundlage der Fahrzeugposition an dem derzeitigen Zyklus gewandelt. Hierbei kann der vergangene Zyklus der vorhergehende Zyklus alleine sein oder kann die Anzahl von vergangenen Zyklen optional auf der Grundlage von Fahrzeugbewegungen oder Fahrzuständen ausgewählt werden. koordinatengewandelte Messwerte P^h werden daher nach der Koordinatenwandlung erzielt. Schritt S2 kann optional weggelassen werden.

[0059] In einem Schritt S3 wird ein bestimmter Erfassungsbereich, der nicht auf Straßenoberflächen trifft (zum Beispiel ein vertikaler Erfassungsbereich **6a** in [Fig. 2B](#)) auf der Grundlage der Einstellungsstände der Strahlrichtung des Lidar-Instruments **10** bezeichnet. Ein Messwert P, der in dem bestimmten Erfassungsbereich gemessen wird, wird beseitigt. Weiterhin wird, wenn eine bestimmte Bedingung in Hinsichten (zum Beispiel eines Abstands von dem Fahrzeug (y-Achsen-Koordinatenwert), einer Position in der Achse (x-Achsen-Koordinatenwert), einer Reflexionsstärke) vorbestimmt ist, ein Messwert P, der die bestimmte Bedingung nicht erfüllt, als nicht zu der Fahrspurmarkierung entsprechend erachtet und dadurch beseitigt.

[0060] In einem Schritt S4 werden eine projizierte Position und ein projizierter Bereich einer Fahrspurmarkierung an dem derzeitigen Zyklus unter Verwendung des projizierten Werts (y^p , c^p , ψ^p , w^p) der Mittellinienposition, Mittellinienkrümmung, Mittellinienneigung und Fahrspurbreite und seine Kovarianz berechnet, welche von der Parameternachführungseinheit **25** an dem vorhergehenden Zyklus berechnet werden. Dann werden die Messwerte P oder P^h , die in dem projizierten Bereich der Fahrspur enthalten sind, als Daten P^1 bezüglich (das heißt entsprechend) der Fahrspurmarkierung extrahiert. Weiterhin

wird jede Standardabweichung (σ^p , σ^c , σ^ψ , σ^w) der einzelnen projizierten Werte aus der entsprechenden Kovarianz erzielt.

[0061] In einem Schritt S5 werden Achsenrichtungskomponenten (x-Achsenkomponenten) eines Paares der linken Fahrspurmarkierungsdaten und rechten Fahrspurmarkierungsdaten, welche in dem Schritt S4 extrahiert worden sind, auf eine Hälfte der geschätzten Fahrspurbreite (w^s) oder eine Hälfte der projizierten Fahrspurbreite (w^p) eingestellt (das heißt versetzt), um dadurch Daten bezüglich der Fahrspurmittellinie zu erzeugen. In einem Schritt S6 werden die erzeugten Daten bezüglich der Fahrspurmittellinie der Hough-Transformation unterzogen, um eine Mittellinienposition und eine Mittellinienform der Fahrspur zu berechnen.

[0062] In einem Schritt S7 werden gegenüberliegende Positionen eines Paares der linken und rechten Fahrspurmarkierungen bezüglich der Fahrspurmittellinie berechnet und wird die Häufigkeitsverteilung der gegenüberliegenden Positionen berechnet. In einem Schritt S8 wird diese Häufigkeitsverteilung einer Berechnung einer Autokorrelation mit den gegenüberliegenden Positionen, die als Verschiebungsparameter erachtet werden, unterzogen, um dadurch eine Fahrspurbreite der Straße zu erzielen.

[0063] In einem Schritt S9 werden Mittellinienpositionen, Mittellinienformen und Fahrspurbreiten einer Fahrspur durch ein Nachführungsverfahren zum Nachführen von Parametern, die Mittellinienpositionen, Mittellinienformen und Fahrspurbreiten der Fahrspur an dem derzeitigen Zyklus und zukünftigen oder nachfolgenden Zyklen definieren, mit dem Kalman-Filter geschätzt/projiziert.

[0064] Wie es zuvor erläutert worden ist, führt die Fahrzeug-Fahrspurmarkierungs-Erkennungsvorrichtung des Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung wiederholt Nachführungsverfahren zum Nachführen von Parametern, die Mittellinienpositionen, Mittellinienformen und Fahrspurbreiten einer Straße definieren, in jedem Zyklus durch, um dadurch imstande zu sein, eine Position einer Fahrbahnmarkierung nach einer vorbestimmten Anzahl von Zyklen zu projizieren. Deshalb können auch dann, wenn eine Straße gekrümmt ist, um eine große Krümmung aufzuweisen, Daten eines Charakteristikobjekts, das einer Fahrbahnmarkierung entspricht, auf der Grundlage der projizierten Positionen extrahiert werden. Folglich kann eine Fahrspurmarkierung unberücksichtigt von Änderungen von Fahrt- oder Straßenzuständen sicher erkannt werden.

[0065] Nachfolgend erfolgt die Beschreibung von Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung.

[0066] Eine Fahrbahnmarkierung ist typischerweise

unter Verwendung eines retro-reflektiven Materials oder dergleichen gemalt. Eine Randstärke in einem Randabschnitt einer Fahrbahnmarkierung ist in einer Abbildung intensiviert, die Straßenoberflächen fotografiert. **Fig. 12** zeigt eine Abbildung, die Straßenoberflächen fotografiert, wobei eine linke Fahrspurmarkierung **3L** und eine rechte Fahrspurmarkierung **3R** einer Fahrspur **2** gemalt sind. Zum Beispiel weisen Randabschnitte **3RL**, **3RR** der Fahrspurmarkierung **3R** lokale hohe Randstärken auf, so dass Pixel, die dazwischen angeordnet sind, als eine Fahrspurmarkierung extrahiert werden sollten.

[0067] Zu diesem Zweck kann eine Verwendung von Messwerten durch das Lidar-Instrument **10** durch ein anderes Verfahren ersetzt werden. Eine Kamera kann in das Bezugsfahrzeug **1** eingebaut sein, um Straßenoberflächen vor dem Fahrzeug **1** zu fotografieren. Die Position eines Charakteristikobjekts bezüglich der Straße kann auf der Grundlage von Randstärken gemessen werden, die aus den fotografierten Straßenoberflächen berechnet werden. Die gemessenen Positionen oder Werte P können dann zum weiteren Berechnen ähnlich der in dem vorhergehenden Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zu dem Signalprozessor **20** ausgegeben werden.

[0068] Jede oder irgendeine Kombination von Verfahren, Schritten oder Einrichtungen, die vorhergehend erläutert worden sind, kann als eine Software-Einheit (zum Beispiel eine Unterroutine) und/oder eine Hardware-Einheit (zum Beispiel eine Schaltung oder eine integrierte Schaltung) erzielt werden, die eine Funktion einer betreffenden Vorrichtung beinhalten oder nicht beinhalten; weiterhin kann die Hardware-Einheit innerhalb eines Mikrocomputers aufgebaut sein.

[0069] Weiterhin können die Software-Einheit oder irgendwelche Kombinationen von mehreren Software-Einheiten in einem Software-Programm beinhaltet sein, welches in einem computerlesbaren Speichermedium enthalten ist oder über ein Kommunikationsnetz heruntergeladen und in einem Computer installiert werden kann.

[0070] Es ist für Fachleute offensichtlich, dass verschiedene Änderungen in dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung durchgeführt werden können. Jedoch sollte der Umfang der vorliegenden Erfindung durch die beiliegenden Ansprüche bestimmt werden.

[0071] Wie es zuvor beschrieben worden ist, werden erfindungsgemäß Daten bezüglich einer Fahrspurmarkierung auf der Grundlage einer Mittellinienposition, Mittellinienform und Breite einer Fahrspur extrahiert, welche von dem derzeitigen Zyklus projiziert werden. Daten bezüglich einer Fahrspurmittelli-

nie werden durch Einstellen von x-Achsenkomponenten der extrahierten Daten erzeugt. Eine Mittellinienposition und Mittellinienform werden mit der Hough-Transformation unter Verwendung der erzeugten Daten bezüglich der Fahrspurmittellinie berechnet. Eine Häufigkeitsverteilung wird für gegenüberliegende Positionen bezüglich der Fahrspurmittellinie berechnet. Eine Fahrsprungbreite der Straße wird durch Berechnen einer Autokorrelationsfunktion bezüglich der Häufigkeitsverteilung berechnet. Eine Mittellinienposition, Mittellinienform und Fahrsprungbreite an dem derzeitigen Zyklus und nachfolgenden Zyklen werden mit einem Kalman-Filter geschätzt/projiziert.

Patentansprüche

1. Fahrsprungmarkierungs-Erkennungsvorrichtung zum Erkennen einer Fahrspur auf einer Straße vor oder hinter einem Fahrzeug (1) in wiederholten Zyklen, wobei die Vorrichtung aufweist:
 eine Charakteristikobjekt-Erfassungseinheit (10), die dazu ausgelegt ist, ein Charakteristikobjekt auf einer Straße (2) zu erfassen;
 eine Fahrsprungmarkierungs-Extraktionseinheit (21), die dazu ausgelegt ist, Daten bezüglich einer Fahrsprungmarkierung (3L, 3R) aus Daten bezüglich des erfassten Charakteristikobjekts zu extrahieren;
 eine Mittellinien-Berechnungseinheit (23), die dazu ausgelegt ist, eine Mittellinienposition und eine Mittellinienform bezüglich der Straße aus den extrahierten Daten zu berechnen;
 eine Breitenberechnungseinheit (24), die dazu ausgelegt ist, eine Fahrsprungbreite der Straße aus den extrahierten Daten zu berechnen; und
 eine Parameternachführungseinheit (25), die dazu ausgelegt ist, ein Nachführungsverfahren von Parametern, die die Mittellinienposition, die Mittellinienform und die Fahrsprungbreite definieren, auf der Grundlage der berechneten Mittellinienpositionen, der berechneten Mittellinienform und der berechneten Fahrsprungbreite durchzuführen, wobei wenn die Fahrsprungmarkierungs-Extraktionseinheit die Daten bezüglich der Fahrsprungmarkierung an einem derzeitigen Zyklus extrahiert, die Fahrsprungmarkierungs-Extraktionseinheit ein Ergebnis aus dem Nachführungsverfahren verwendet, das an einem vergangenen Zyklus von der Parameternachführungseinheit durchgeführt worden ist.

2. Fahrsprungmarkierungs-Erkennungsvorrichtung nach Anspruch 1, die weiterhin aufweist:
 eine Datenspeichereinheit (22a), die dazu ausgelegt ist, Daten bezüglich des erfassten Charakteristikobjekts zu speichern;
 eine Bewegungsberechnungseinheit (22b), die dazu ausgelegt ist, einen Bewegungsumfang aus einer Fahrinformation des Fahrzeugs zu berechnen; und
 eine Koordinatenwandlereinheit (22c), die dazu ausgelegt ist, auf der Grundlage des berechneten Bewe-

gungsumfangs Daten bezüglich eines Charakteristikobjekts, welche an dem vergangenen Zyklus erfasst worden sind und in einer Speichereinheit gespeichert sind und auf vergangenen Standardkoordinaten basieren, die einer Position des Fahrzeugs an dem vergangenen Zyklus entsprechen, zu gewandelten Daten zu wandeln, welche auf derzeitigen Standardkoordinaten sind, die einer Position des Fahrzeugs an dem derzeitigen Zyklus entsprechen, wobei die Fahrsprungmarkierungs-Extraktionseinheit die Daten bezüglich der Fahrsprungmarkierung aus sowohl den Daten bezüglich des Charakteristikobjekts, die von der Charakteristikobjekt-Erfassungseinheit an dem derzeitigen Zyklus erfasst worden sind, als auch den gewandelten Daten zu extrahieren, zu welchen die Daten bezüglich des Charakteristikobjekts, die von der Charakteristikobjekt-Erfassungseinheit erfasst werden, an dem vergangenen Zyklus gewandelt worden sind.

3. Fahrsprungmarkierungs-Erkennungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Fahrsprungmarkierungs-Extraktionseinheit aufweist:
 eine Fahrsprungmarkierungs-Projektionseinheit, die dazu ausgelegt ist, eine projizierte Fahrsprungmarkierungsposition an dem derzeitigen Zyklus unter Verwendung einer Mittellinienposition, einer Mittellinienform und einer Fahrsprungbreite zu berechnen, welche für den derzeitigen Zyklus in dem Nachführungsverfahren projiziert werden, das an dem vergangenen Zyklus von der Parameternachführungseinheit durchgeführt worden ist, wobei die Extraktionseinheit die Daten bezüglich des Charakteristikobjekts extrahiert, die sich in der projizierten Fahrsprungmarkierungsposition befinden, die von der Fahrsprungmarkierungs-Projektionseinheit berechnet wird.

4. Fahrsprungmarkierungs-Erkennungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Mittellinien-Berechnungseinheit aufweist:
 eine Achsenrichtungskomponenten-Einstellungseinheit, die dazu ausgelegt ist, eine Achsenrichtungskomponente der Daten, die von der Fahrsprungmarkierungs-Extraktionseinheit extrahiert werden, in einer Achsenrichtung des Fahrzeugs unter Verwendung einer Fahrsprungbreite einzustellen, die an dem vergangenen Zyklus geschätzt worden ist oder für den derzeitigen Zyklus in dem Nachführungsverfahren projiziert wird, das von der Parameternachführungseinheit durchgeführt wird, um dadurch Daten bezüglich der Mittellinie der Fahrspur der Straße zu erzeugen, wobei die Mittellinien-Berechnungseinheit eine Mittellinienposition und eine Mittellinienform der Fahrspur der Straße durch Unterziehen der Daten, die von der Achsenrichtungskomponenten-Einstellungseinheit eingestellt werden, einer Hough-Transformation berechnet.

5. Fahrspurmarkierungs-Erkennungsvorrichtung nach Anspruch 4, wobei die Mittellinien-Berechnungseinheit die Mittellinienposition und die Mittellinienform der Fahrspur der Straße unter Verwendung eines Kurvenmodells anzeigt, und die Mittellinien-Berechnungseinheit einen Parameter, um das Kurvenmodell zu definieren, durch Durchführen der Hough-Transformation berechnet.

6. Fahrspurmarkierungs-Erkennungsvorrichtung nach Anspruch 5, wobei die Mittellinien-Berechnungseinheit einen Fokussierungsbereich in einem Parameterraum, der Parameter enthält, die das Kurvenmodell definieren, unter Verwendung einer Mittellinienposition und einer Mittellinienform bezeichnet, welche für den derzeitigen Zyklus in dem Nachführungsverfahren, das von der Parameternachführungseinheit durchgeführt wird, in der Hough-Transformation transformiert werden, und die Mittellinien-Berechnungseinheit ein Paar von Parametern, die einen maximalen Pol aufweisen, welcher einen vorbestimmten Wert überschreitet, in dem Fokussierungsbereich als die Parameter, die das Kurvenmodell definieren, erachtet.

7. Fahrspurmarkierungs-Erkennungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Breitenberechnungseinheit aufweist:
eine Einheit zum Berechnen einer gegenüberliegenden Position, die dazu ausgelegt ist, gegenüberliegende Positionen bezüglich der Mittellinie einer Achsenrichtung des Fahrzeugs in den Daten, die von der Extraktionseinheit extrahiert werden, unter Verwendung einer Mittellinienposition und einer Mittellinienform zu berechnen, die an dem vergangenen Zyklus geschätzt worden sind oder für den derzeitigen Zyklus in dem Nachführungsverfahren, das von der Parameternachführungseinheit durchgeführt werden, projiziert werden,
eine Häufigkeitsberechnungseinheit, die dazu ausgelegt ist, eine Koordinatenachse, die die gegenüberliegenden Positionen anzeigt, in Segmente zu teilen, jeder der berechneten gegenüberliegenden Positionen ein entsprechendes Segment zuzuweisen, das in den Segmenten enthalten ist, und Häufigkeiten in den einzelnen Segmenten zu berechnen, und
eine Autokorrelationsfunktions-Berechnungseinheit, die dazu ausgelegt ist, ein Berechnen einer Autokorrelationsfunktion mit den gegenüberliegenden Positionen, die als Verschiebungsparameter erachtet werden, bezüglich einer Verteilung der berechneten Häufigkeiten durchzuführen, wobei die Breitenberechnungseinheit eine Fahrspurbreite der Straße auf der Grundlage eines Berechnungsergebnisses der Autokorrelationsfunktion berechnet.

8. Fahrspurmarkierungs-Erkennungsvorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Breitenberechnungseinheit einen Fokussierungs-

bereich bezüglich der Verschiebungsparameter unter Verwendung einer Fahrspurbreite bezeichnet, die für den derzeitigen Zyklus in dem Nachführungsverfahren projiziert wird, das von der Parameternachführungseinheit durchgeführt wird, und die Breitenberechnungseinheit einen Verschiebungsparameter, der einen maximalen Koeffizienten aufweist, der einen vorbestimmten Wert überschreitet, in dem Fokussierungsbereich als eine Fahrspurbreite der Straße erachtet.

9. Fahrspurmarkierungs-Erkennungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Charakteristikobjekt-Erfassungseinheit einen Laserradar-Sensor (10) zum Durchführen eines Messens eines Abstands mit einem Charakteristikobjekt auf der Straße durch Empfangen einer Reflexion eines Laserstrahls aufweist, der zu der Straße abgestrahlt wird, und die Charakteristikobjekt-Erfassungseinheit das Charakteristikobjekt unter Verwendung eines Messergebnisses erfasst, die von dem Laserradar-Sensor durchgeführt wird.

10. Fahrspurmarkierungs-Erkennungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Charakteristikobjekt-Erfassungseinheit aufweist:
eine Abbildungseinheit, die dazu ausgelegt ist, eine Abbildung bezüglich der Straße aufzunehmen, und
Randstärken-Berechnungseinheit, die dazu ausgelegt ist, eine Randstärke der aufgenommenen Abbildung zu berechnen, wobei die Charakteristikobjekt-Erfassungseinheit das Charakteristikobjekt unter Verwendung der berechneten Randstärke erfasst.

11. Verfahren zum Erkennen einer Fahrspurmarkierung auf einer Straße vor oder hinter einem Fahrzeug (1) in wiederholten Zyklen, wobei das Verfahren aufweist:
Erfassen (10) eines Charakteristikobjekts auf einer Straße (2);
Extrahieren (21) von Daten bezüglich einer Fahrspurmarkierung (3L, 3R) aus Daten bezüglich des erfassten Charakteristikobjekts;
Berechnen (23) einer Mittellinienposition und einer Mittellinienform bezüglich der Straße aus den extrahierten Daten;
Berechnen (24) einer Fahrspurbreite der Straße aus den extrahierten Daten; und
Durchführen (25) eines Nachführungsverfahrens von Parametern, die die Mittellinienposition, die Mittellinienform und die Fahrspurbreite definieren, auf der Grundlage der berechneten Mittellinienpositionen, der berechneten Mittellinienform und der berechneten Fahrspurbreite, wobei wenn die Daten bezüglich der Fahrspurmarkierung von einem derzeitigen Zyklus extrahiert werden, ein Ergebnis aus dem Nachführungsverfahren verwendet wird, das in einem vergangenen Zyklus durchge-

führt worden ist.

12. Fahrspurmarkierungs-Erkennungsvorrichtung zum Erkennen einer Fahrspur auf einer Straße vor oder hinter einem Fahrzeug in seriellen Zyklen, wobei die Vorrichtung aufweist:

- eine Charakteristikobjekt-Erfassungseinrichtung **(10)** zum Erfassen eines Charakteristikobjekts auf einer Straße **(2)**;
- eine Fahrspurmarkierungs-Extraktionseinheit **(21)** zum Extrahieren von Daten bezüglich einer Fahrspurmarkierung **(3L, 3R)** aus Daten bezüglich des erfassten Charakteristikobjekts;
- eine Mittellinien-Berechnungseinheit **(23)** zum Berechnen einer Mittellinienposition und einer Mittellinienform auf der Straße aus den extrahierten Daten;
- eine Breitenberechnungseinheit **(24)** zum Berechnen einer Fahrspurbreite der Straße aus den extrahierten Daten; und
- eine Parameternachführungseinheit **(25)** zum Durchführen eines Nachführungsverfahrens von Parametern, die die Mittellinienposition, die Mittellinienform und die Fahrspurbreite definieren, auf der Grundlage der berechneten Mittellinienpositionen, berechneten Mittellinienform und berechneten Fahrspurbreite, wobei

wenn die Fahrspurmarkierungs-Extraktionseinrichtung die Daten bezüglich der Fahrspurmarkierung an einem derzeitigen Zyklus extrahiert, die Fahrspurmarkierungs-Extraktionseinrichtung ein Ergebnis aus dem Nachführungsverfahren verwendet, das an einem vergangenen Zyklus von der Parameternachführungseinheit durchgeführt worden ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

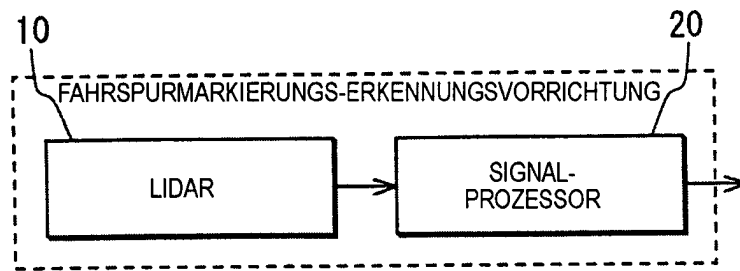


FIG. 2A

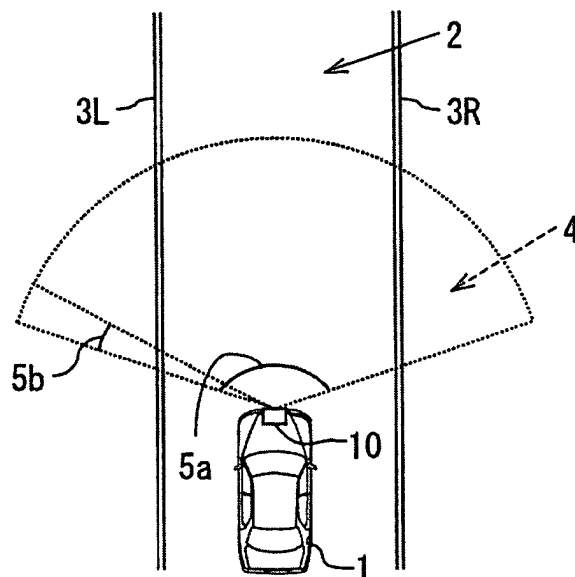


FIG. 2B

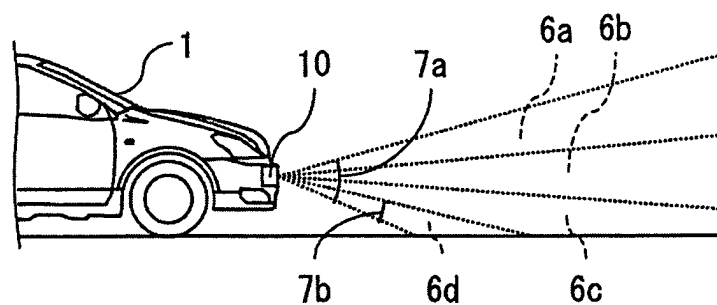


FIG. 3

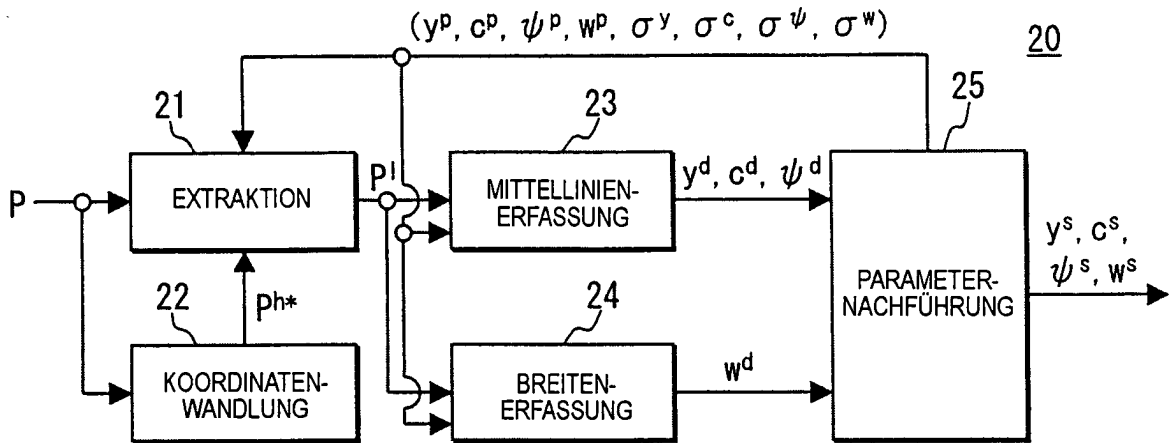


FIG. 4

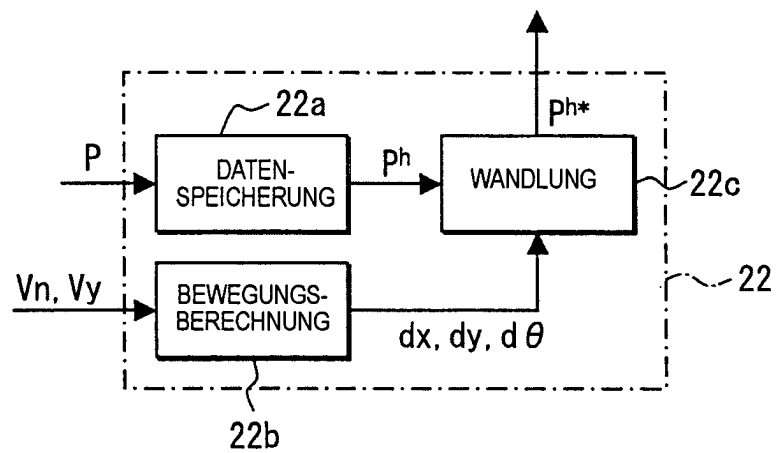


FIG. 5

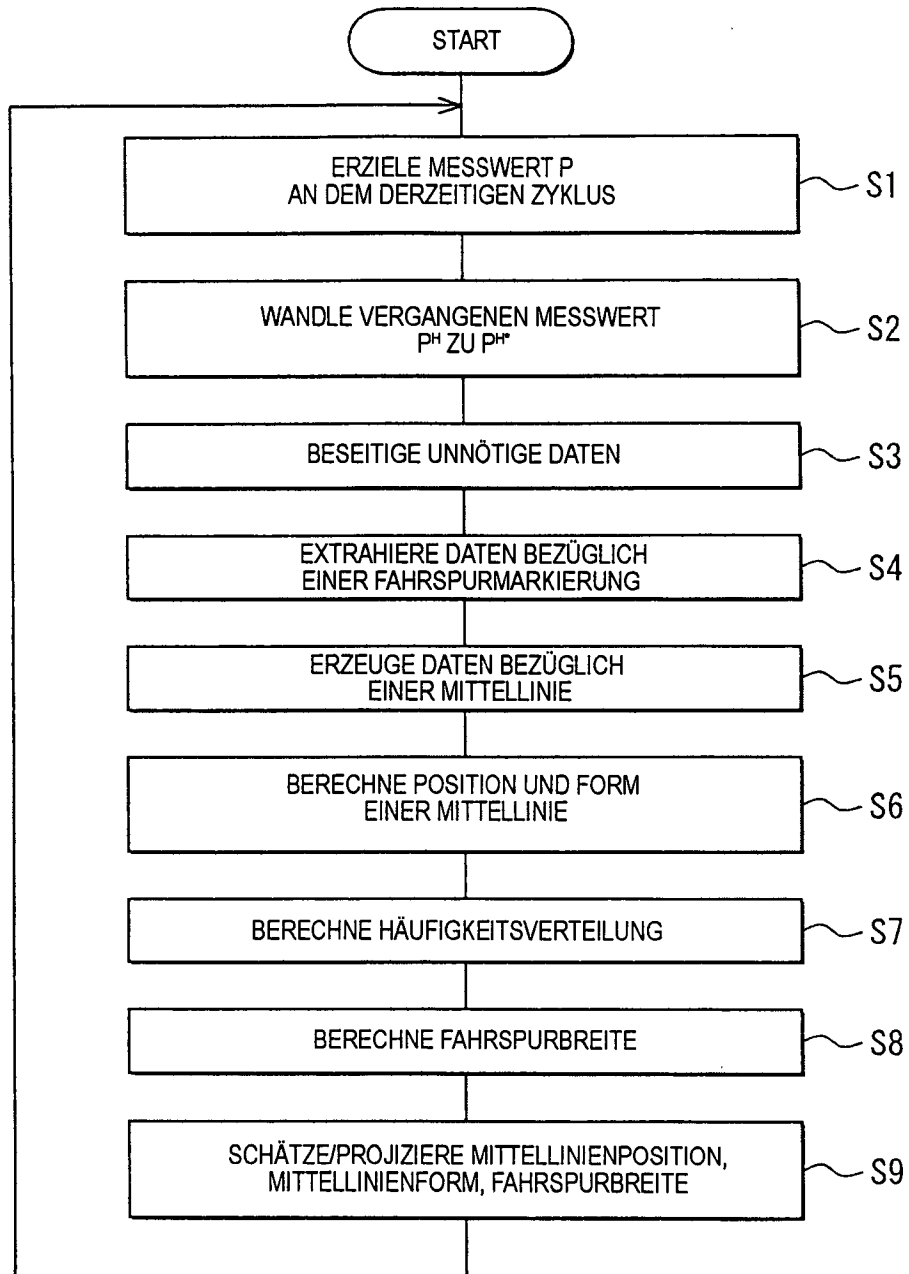


FIG. 6

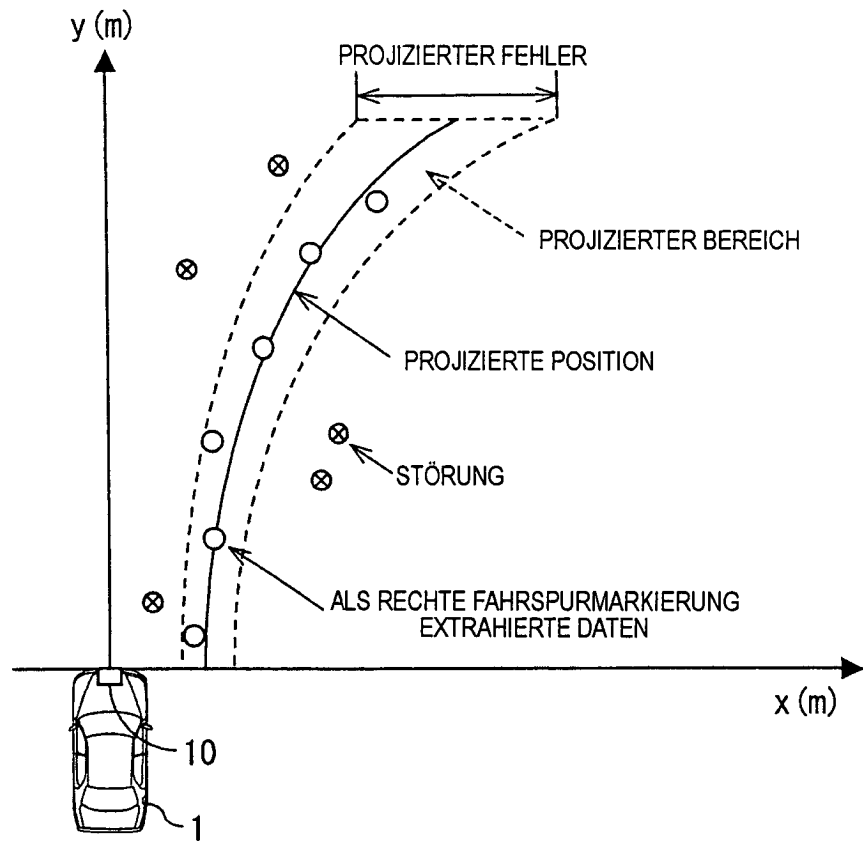


FIG. 7

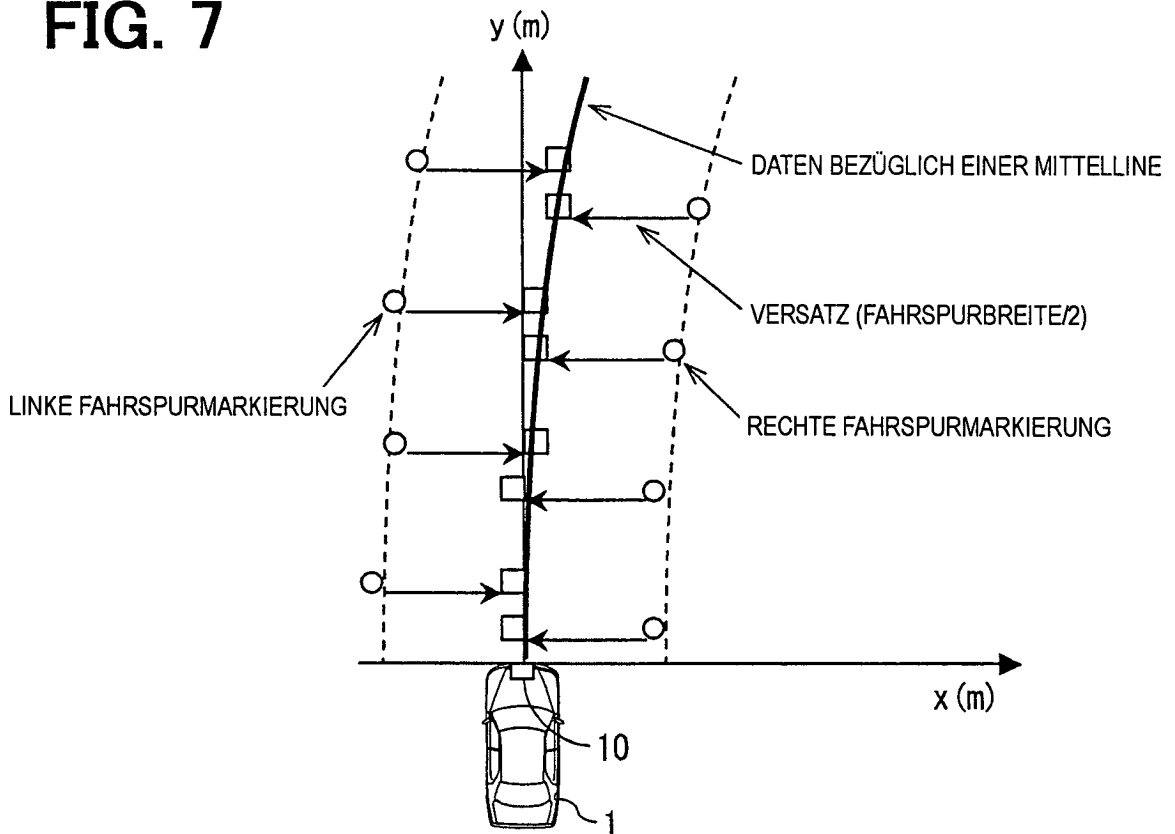


FIG. 8

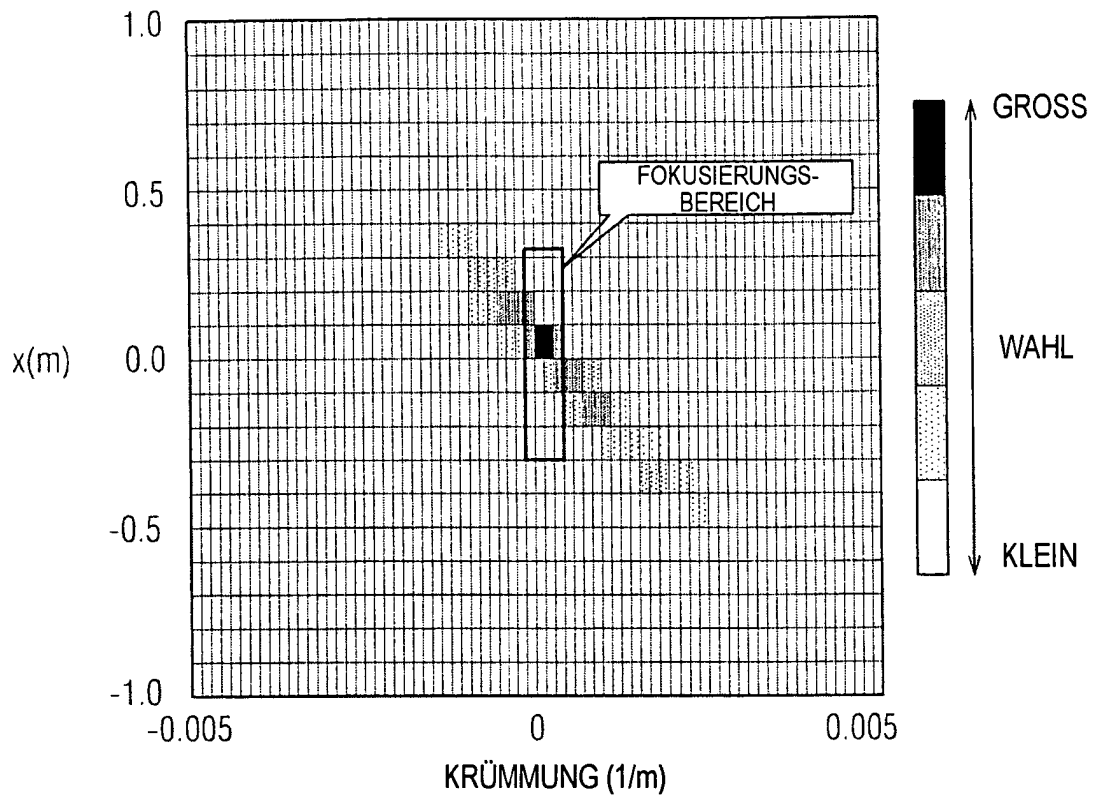


FIG. 9

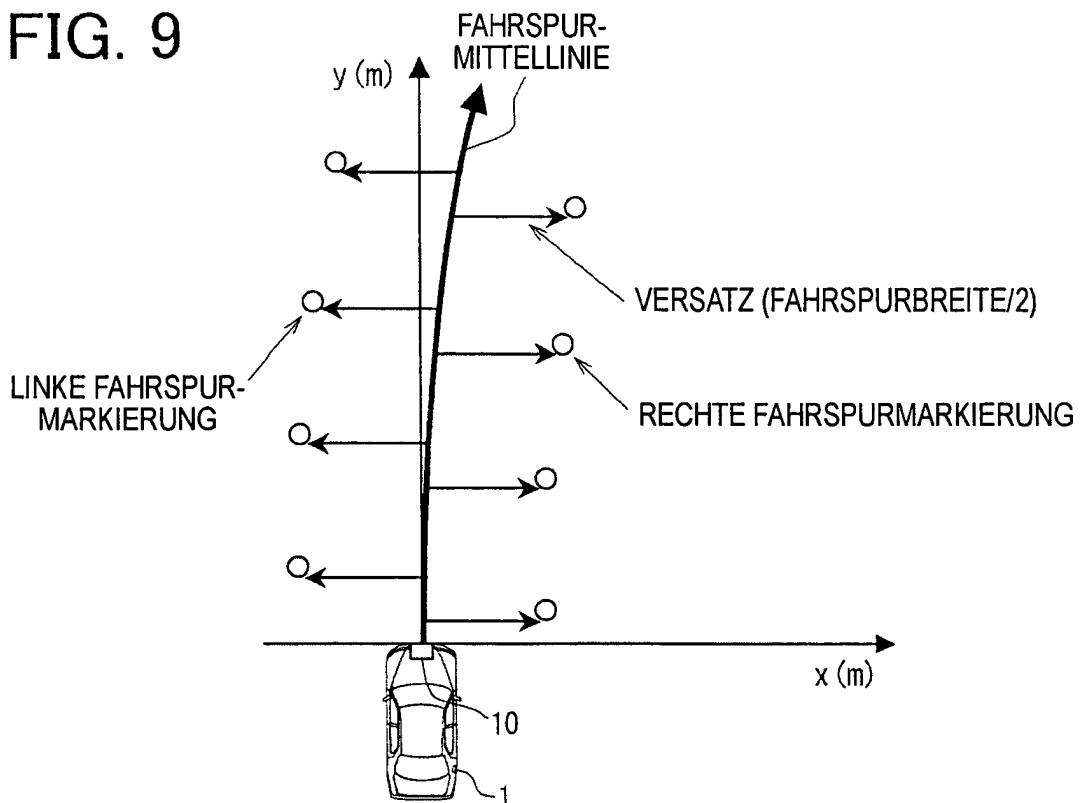


FIG. 10

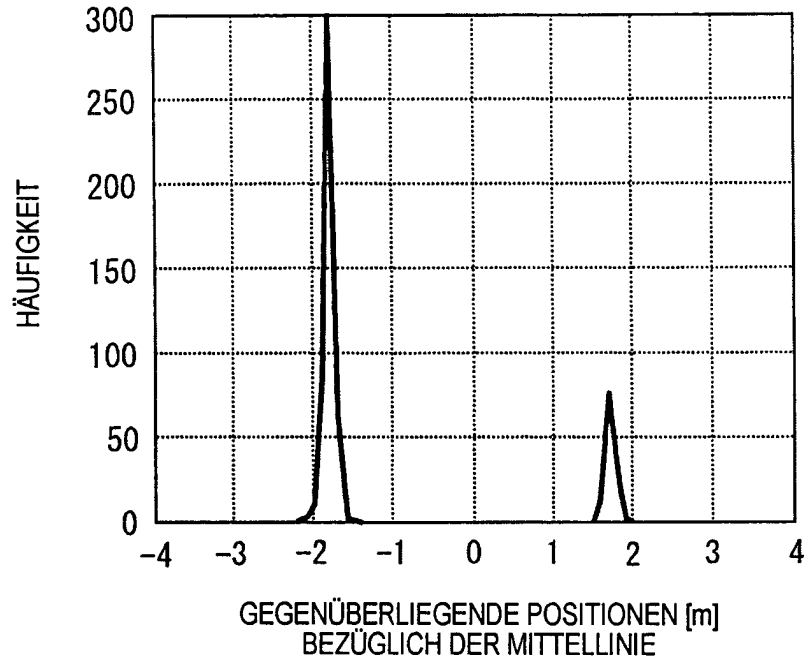


FIG. 11

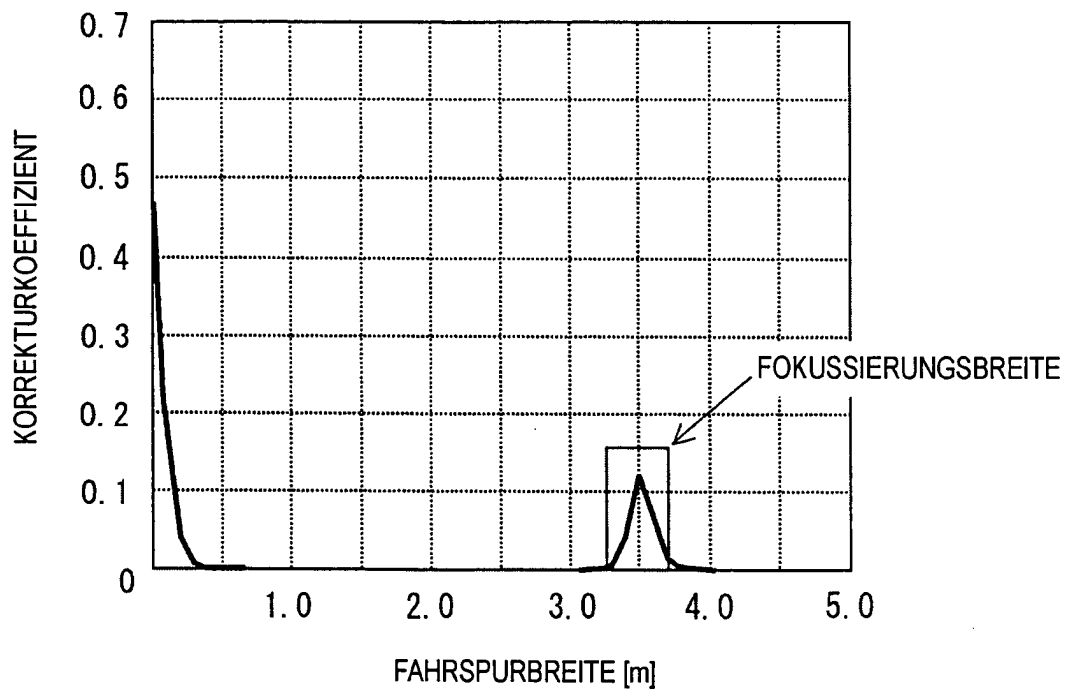


FIG. 12

