

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. Juni 2020 (11.06.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/114952 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01S 7/40 (2006.01) G01S 7/52 (2006.01)
G01S 7/497 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/083269

(22) Internationales Anmeldedatum:
02. Dezember 2019 (02.12.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 130 867.1
04. Dezember 2018 (04.12.2018) DE

(71) Anmelder: BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-
TIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Petuelring 130, 80809
München (DE).

(72) Erfinder: KIRR, Thomas; Am Unterfeld 2, 82216 Mai-
sach (DE). BUERGEL, Robert; Primelstr. 14, 80689 Mün-
chen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,

ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CALIBRATING AN ENVIRONMENT SENSOR OF A VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR KALIBRIERUNG EINES UMFELDSSENSORS EINES
FAHRZEUGS

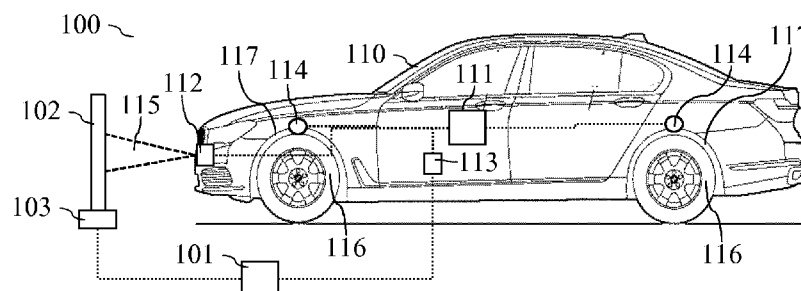


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a device (101) for calibrating an environment sensor (112) of a vehicle (110). The vehicle (110) comprises height sensors (114) for detecting height data relating to the height at different points (116, 117) of the vehicle (110). The device (101) is configured to determine height data from various height sensors (114) at different points (116, 117) of the vehicle (110). The device (101) is further configured to calibrate the environment sensor (112) of the vehicle (110) depending on the height data.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Vorrichtung (101) zur Kalibrierung eines Umfeldsensors (112) eines Fahrzeugs (110) beschrieben. Das Fahrzeug (110) umfasst Höhenstandssensoren (114) zur Erfassung von Höhenstandsdaten in Bezug auf den Höhenstand an unterschiedlichen Stellen (116, 117) des Fahrzeugs (110). Die Vorrichtung (101) ist eingerichtet, Höhenstandsdaten von unterschiedlichen Höhenstandssensoren (114) an unterschiedlichen Stellen (116, 117) des Fahrzeugs (110) zu ermitteln. Außerdem ist die Vorrichtung (101) eingerichtet, den Umfeldsensor (112) des Fahrzeugs (110) in Abhängigkeit von den Höhenstandsdaten zu kalibrieren.



WO 2020/114952 A1

Verfahren und Vorrichtung zur Kalibrierung eines Umfeldsensors eines Fahrzeugs

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zur Kalibrierung eines Umfeldsensors eines Fahrzeugs, insbesondere eines Kraftfahrzeugs.

Ein Fahrzeug weist vermehrt Umfeldsensoren, wie z.B. eine Bildkamera, einen
10 Radarsensor, einen Lidarsensor, einen Ultraschallsensor, etc., auf, insbesondere um ein teil- oder hochautomatisiertes Fahren des Fahrzeugs zu ermöglichen. Die einzelnen Umfeldsensoren müssen typischerweise bei der Inbetriebnahme und/oder im Rahmen der Wartung des Fahrzeugs kalibriert werden, um zu gewährleisten, dass die Umfeldsensoren während des Betriebs des Fahrzeugs
15 präzise Sensordaten in Bezug auf das Umfeld des Fahrzeugs bereitstellen.

Die Ausrichtung und/oder die Lage eines Umfeldsensors in einem Fahrzeug können aufgrund von Fertigungstoleranzen bei unterschiedlichen Fahrzeugen unterschiedlich sein. Eine Kalibrierung eines Umfeldsensors kann daher darauf
20 ausgerichtet sein, die Toleranzen in Bezug auf die Lage und/oder Ausrichtung des Umfeldsensors zumindest teilweise zu kompensieren, z.B. durch eine physikalische Änderung der Lage und/oder Ausrichtung des Umfeldsensors und/oder durch eine Berücksichtigung der spezifischen Lage und/oder Ausrichtung des Umfeldsensors bei der Auswertung des Sensordaten des
25 Umfeldsensors.

Die Kalibrierung eines Umfeldsensors ist meist mit einem relativ hohen Messaufwand verbunden, und weist typischerweise auch manuelle und damit fehlerbehaftete Messtätigkeiten auf. Das vorliegende Dokument befasst sich mit

der technischen Aufgabe, eine effiziente und präzise Kalibrierung eines Umfeldsensors eines Fahrzeugs zu ermöglichen.

Die Aufgabe wird jeweils durch die unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen werden u.a. in den abhängigen Ansprüchen beschrieben. Es wird darauf hingewiesen, dass zusätzliche Merkmale eines von einem unabhängigen Patentanspruch abhängigen Patentanspruchs ohne die Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs oder nur in Kombination mit einer Teilmenge der Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs eine eigene und von der Kombination sämtlicher Merkmale des unabhängigen Patentanspruchs unabhängige Erfindung bilden können, die zum Gegenstand eines unabhängigen Anspruchs, einer Teilungsanmeldung oder einer Nachanmeldung gemacht werden kann. Dies gilt in gleicher Weise für in der Beschreibung beschriebene technische Lehren, die eine von den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche unabhängige Erfindung bilden können.

Gemäß einem Aspekt wird eine (Fahrzeug-externe oder Fahrzeug-interne) Vorrichtung zur Kalibrierung eines Umfeldsensors eines Fahrzeugs beschrieben. Dabei kann der Umfeldsensor eingerichtet sein, Sensordaten in Bezug auf das Umfeld des Fahrzeugs zu erfassen. Die Sensordaten können sich dabei auf ein (kartesisches) Koordinatensystem des Umfeldsensors beziehen. Die Lage und/oder die Ausrichtung des Koordinatensystems des Umfeldsensors hängen typischerweise von dem Verbau des Umfeldsensors innerhalb des Fahrzeugs ab. Des Weiteren können die Lage und/oder die Ausrichtung des Koordinatensystems von der Ausrichtung des Fahrzeugs, insbesondere von einem Nickwinkel und/oder von einem Rollwinkel des Fahrzeugs, abhängen.

Der Umfeldsensor kann eingerichtet sein, zur Erfassung von Sensordaten zumindest ein Sensorsignal auszusenden (z.B. ein pulsförmiges Sensorsignal). Des Weiteren kann der Umfeldsensor eingerichtet sein, ein von dem Sensorsignal abhängiges Reflektionssignal zu empfangen, das Anteile des Sensorsignals

umfasst, die an ein oder mehreren Objekten im Umfeld des Fahrzeugs reflektiert wurden. Der Umfeldsensor kann insbesondere einen Radarsensor, einen Lidarsensor und/oder einen Ultraschallsensor umfassen.

- 5 Das Fahrzeug kann mehrere Höhenstandssensoren zur Erfassung von Höhenstandsdaten in Bezug auf den Höhenstand des Fahrzeugs an unterschiedlichen Stellen (insbesondere an unterschiedlichen Rädern und/oder Radkästen und/oder Achsen) des Fahrzeugs umfassen. Die Höhenstandsdaten können dabei automatisch (ggf. wiederholt und/oder periodisch) erfasst und in
- 10 einem Kommunikationsnetz des Fahrzeugs bereitgestellt werden. Insbesondere können die Höhenstandsdaten über eine Fahrzeug-Schnittstelle (etwa eine OBD-Schnittstelle) für eine Fahrzeug-externe Vorrichtung zur Kalibrierung bereitgestellt werden.
- 15 Die Vorrichtung kann eingerichtet sein, Höhenstandsdaten von unterschiedlichen Höhenstandssensoren an unterschiedlichen Stellen des Fahrzeugs zu ermitteln. Insbesondere können die Höhenstandsdaten über eine Fahrzeug-Schnittstelle, z.B. über eine OBD-Schnittstelle, von dem Fahrzeug empfangen werden. Dabei können die Höhenstandsdaten z.B. den Höhenstand an einer Vorderachse und den
- 20 Höhenstand an einer Hinterachse des Fahrzeugs anzeigen. Alternativ oder ergänzend können die Höhenstandsdaten den Höhenstand an unterschiedlichen Seiten des Fahrzeugs anzeigen.

- Außerdem ist die Steuereinheit eingerichtet, den Umfeldsensor des Fahrzeugs in
- 25 Abhängigkeit von den Höhenstandsdaten zu kalibrieren. Insbesondere kann die Vorrichtung eingerichtet ist, auf Basis der Höhenstandsdaten (in Bezug auf den Höhenstand an der Vorderachse und an der Hinterachse des Fahrzeugs) einen Wert eines Nickwinkels des Fahrzeugs zu ermitteln, und den Umfeldsensor in Abhängigkeit von dem Wert des Nickwinkels zu kalibrieren. Alternativ oder
- 30 ergänzend kann die Vorrichtung eingerichtet sein, auf Basis der Höhenstandsdaten (in Bezug auf den Höhenstand an unterschiedlichen Seiten des Fahrzeugs) einen

Wert eines Rollwinkels des Fahrzeugs zu ermitteln, und den Umfeldsensor in Abhängigkeit von dem Wert des Rollwinkels zu kalibrieren.

- Durch die Berücksichtigung der Höhenstandsdaten von zwei oder mehr
- 5 Höhenstandssensoren eines Fahrzeugs kann in effizienter Weise die Güte der Kalibrierung eines Umfeldsensors des Fahrzeugs erhöht werden.

- Wie bereits oben dargelegt, kann der Umfeldsensor eingerichtet sein, zur Erfassung von Sensordaten in Bezug auf das Umfeld des Fahrzeugs ein
- 10 Sensorsignal auszusenden. Die Vorrichtung kann eingerichtet sein, ein Reflektionselement (zur Reflektion des Sensorsignals), das zur Kalibrierung des Umfeldsensors verwendet wird, in Abhängigkeit von den Höhenstandsdaten einzustellen. Insbesondere kann die Vorrichtung eingerichtet sein, zumindest eine Reflektionseigenschaft des Reflektionselements in Abhängigkeit von den
- 15 Höhenstandsdaten einzustellen. Beispielhafte Reflektionseigenschaften sind dabei: ein horizontaler und/oder vertikaler Reflektionswinkel des Reflektionselements; eine Drehung einer Reflektionsfläche des Reflektionselements um eine horizontale und/oder um eine vertikale Achse; ein Abstand des Reflektionselements zum Fahrzeug; und/oder eine Reflektivität des
- 20 Reflektionselements (wobei die Reflektivität ggf. an unterschiedlichen Stellen des Reflektionselements unterschiedlich eingestellt werden kann). Durch die Einstellung eines Reflektionselements in Abhängigkeit von den Höhenstandsdaten, insbesondere in Abhängigkeit von dem ermittelten Wert des Nickwinkels und/oder des Rollwinkels des Fahrzeugs, kann die Güte der
- 25 Kalibrierung des Umfeldsensors weiter erhöht werden.

- Die Vorrichtung kann eingerichtet sein, zu veranlassen, dass von dem Umfeldsensor Sensordaten erfasst werden (z.B. Sensordaten in Bezug auf ein Reflektionselement, das zur Kalibrierung des Umfeldsensors verwendet wird).
- 30 Der Umfeldsensor kann dann (ggf. auch) in Abhängigkeit von den erfassten Sensordaten kalibriert werden. Beispielsweise kann das Reflektionselement ein

oder mehrere Objekte bzw. Muster in dem Umfeld des Fahrzeugs simulieren, die z.B. an bekannten Soll-Positionen angeordnet sind. Es können dann auf Basis der Sensordaten die Ist-Positionen der ein oder mehreren Objekte bzw. Muster ermittelt werden. Durch Vergleich der Ist-Positionen mit den Soll-Positionen
5 können dann die Lage und/oder die Ausrichtung des Umfeldsensors bzw. des Koordinatensystems des Umfeldsensors ermittelt werden (unter Berücksichtigung des Wertes des Nickwinkels und/oder des Rollwinkels des Fahrzeugs). Es wird somit eine präzise Kalibrierung des Umfeldsensors ermöglicht.

10 Die Vorrichtung kann somit eingerichtet sein, im Rahmen der Kalibrierung des Umfeldsensors die Lage und/oder die Ausrichtung des Koordinatensystems des Umfeldsensors in dem Umfeld des Fahrzeugs zu ermitteln. Alternativ oder ergänzend kann die Vorrichtung eingerichtet sein, im Rahmen der Kalibrierung zu ermitteln, wie die Lage und/oder die Ausrichtung des Umfeldsensors zu ändern
15 sind (z.B. durch eine mechanische Justierung des Umfeldsensors), damit der Umfeldsensor eine vordefinierte Soll-Lage und/oder Soll-Ausrichtung aufweist.

Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Verfahren zur Kalibrierung eines Umfeldsensors eines Fahrzeugs beschrieben, wobei das Fahrzeug
20 Höhenstandssensoren zur Erfassung von Höhenstandsdaten in Bezug auf den Höhenstand an unterschiedlichen Stellen des Fahrzeugs umfasst. Das Verfahren umfasst das Ermitteln von Höhenstandsdaten von unterschiedlichen Höhenstandssensoren an unterschiedlichen Stellen des Fahrzeugs. Des Weiteren umfasst das Verfahren das Kalibrieren des Umfeldsensors des Fahrzeugs in
25 Abhängigkeit von den Höhenstandsdaten.

Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Kraftfahrzeug (insbesondere ein Personenkraftwagen oder ein Lastkraftwagen oder ein Bus oder ein Motorrad) beschrieben, das die in diesem Dokument beschriebene Vorrichtung umfasst.

Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Software (SW) Programm beschrieben. Das SW Programm kann eingerichtet werden, um auf einem Prozessor ausgeführt zu werden, und um dadurch das in diesem Dokument beschriebene Verfahren auszuführen.

5

Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Speichermedium beschrieben. Das Speichermedium kann ein SW Programm umfassen, welches eingerichtet ist, um auf einem Prozessor ausgeführt zu werden, und um dadurch das in diesem Dokument beschriebene Verfahren auszuführen.

10

Es ist zu beachten, dass die in diesem Dokument beschriebenen Verfahren, Vorrichtungen und Systeme sowohl alleine, als auch in Kombination mit anderen in diesem Dokument beschriebenen Verfahren, Vorrichtungen und Systemen verwendet werden können. Des Weiteren können jegliche Aspekte der in diesem Dokument beschriebenen Verfahren, Vorrichtungen und Systemen in vielfältiger Weise miteinander kombiniert werden. Insbesondere können die Merkmale der Ansprüche in vielfältiger Weise miteinander kombiniert werden.

15

Im Weiteren wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher beschrieben. Dabei zeigen

20

Figur 1 ein beispielhaftes System zur Kalibrierung eines Umfeldsensors eines Fahrzeugs; und

Figur 2 ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften Verfahrens zur Kalibrierung eines Umfeldsensors eines Fahrzeugs.

25

Wie eingangs dargelegt, befasst sich das vorliegende Dokument mit der zuverlässigen und effizienten Kalibrierung eines Umfeldsensors eines Fahrzeugs. In diesem Zusammenhang zeigt Fig. 1 ein beispielhaftes System 100 zur Kalibrierung eines Umfeldsensors 112 eines Fahrzeugs 110. Der Umfeldsensor 112 kann z.B. ein Radarsensor, ein Lidar (Light Detection and Ranging) Sensor, und/oder ein Ultraschallsensor sein. Insbesondere kann der Umfeldsensor 112

30

eingerrichtet sein, ein Sensorsignal 115 auszusenden, und Sensordaten in Bezug auf das Umfeld des Fahrzeugs 110 auf Basis einer Reflektion des Sensorsignals 115 zu ermitteln.

- 5 Das von dem Umfeldsensor 112 ausgesendete Sensorsignal 115 kann von der Einbaulage und/oder der Ausrichtung bzw. Orientierung des Umfeldsensors 112 in dem Fahrzeug 110 abhängen. Insbesondere hängt typischerweise die Richtung des ausgesendeten Sensorsignals 115 von der Einbaulage und/oder der Ausrichtung des Umfeldsensors 112 ab. Als Folge daraus hängen auch der
- 10 Erfassungsbereich und das Koordinatensystem des Umfeldsensors 112 von der Einbaulage und/oder der Ausrichtung des Umfeldsensors 112 ab. Die Einbaulage und/oder die Ausrichtung des Umfeldsensors 112 können dabei aufgrund von Herstellungstoleranzen in unterschiedlichen Fahrzeugen 110 unterschiedlich sein (innerhalb eines bestimmten Toleranzbereichs).

- 15 Um das Umfeld des Fahrzeugs 110 in präziser Weise auf Basis der Sensordaten des Umfeldsensors 112 erfassen zu können und/oder um die Sensordaten des Umfeldsensors 112 in präziser Weise mit den Sensordaten von anderen Umfeldsensoren des Fahrzeugs 110 fusionieren zu können, sollte das
- 20 Koordinatensystem, insbesondere die Lage und/oder Orientierung bzw. Ausrichtung des Koordinatensystems, des Umfeldsensors 112 genau bekannt sein. Zu diesem Zweck kann eine Kalibrierung des Umfeldsensors 112 erfolgen. Die Kalibrierung kann z.B. im Rahmen der Fertigung und/oder der Wartung eines Fahrzeugs 110 erfolgen.

- 25 Fig. 1 zeigt eine beispielhafte (Fahrzeug-externe) Vorrichtung 101, die eingerichtet ist, über eine Fahrzeug-Schnittstelle 113 (z.B. ber eine OBD (On-Board Diagnose) Schnittstelle) mit dem Fahrzeug 110 (insbesondere mit einer Steuereinheit 111 des Fahrzeugs 110) Daten auszutauschen. Des Weiteren kann
- 30 die Vorrichtung 101 eingerichtet sein, ein Reflektionselement 102 zu steuern. Das Reflektionselement 102 kann eingerichtet sein, das Sensorsignal 115 im Rahmen

eines Kalibrierungsvorgangs zu reflektieren. Dabei können (z.B. über einen Aktor 103) ein oder mehrere Reflektionseigenschaften des Reflektionselements 102 eingestellt werden. Beispielhafte Reflektionseigenschaften sind:

- eine Orientierung des Reflektionselements 102 (z.B. in horizontaler und/oder in vertikaler Richtung); und/oder
- ein Abstand des Reflektionselements 102 zu dem Fahrzeug 110 bzw. zu dem Umfeldsensor 102; und/oder
- eine (ggf. ortsabhängige) Reflektivität des Reflektionselements 102.

- 10 Eine weitere Einflussgröße für die Abstrahlrichtung des Sensorsignals 115 des Umfeldsensors 112 sind der Nickwinkel (um die Quer- bzw. y-Achse) und/oder der Roll- bzw. Wankwinkel (um die Längs- bzw. x-Achse) des Fahrzeugs 110. Der Nickwinkel und/oder der Roll- bzw. Wankwinkel können von der Beladung und/oder von der Auslegung der Dämpfungselemente des Fahrzeugs 110
- 15 abhängen. Dabei können unterschiedliche Fahrzeuge 110 auch bei fehlender Beladung aufgrund von Fertigungstoleranzen unterschiedliche Nickwinkel und/oder unterschiedliche Roll- bzw. Wankwinkel aufweisen. Diese unterschiedlichen Winkel führen zu unterschiedlichen Lagen und/oder Ausrichtungen des Koordinatensystems von Umfeldsensoren 112 in
- 20 unterschiedlichen Fahrzeugen 110 (zusätzlich zu den Auswirkungen auf das Koordinatensystem, die von der jeweiligen Lage und/oder Ausrichtung des Umfeldsensors 112 in dem jeweiligen Fahrzeug 110 bewirkt werden).

- Zur Ermittlung des Nickwinkels und/oder des Roll- bzw. Wankwinkels bei einem
- 25 bestimmten Fahrzeug 110 können die Höhenstände an allen (typischerweise vier) Rädern 116 bzw. Radkästen 117 des Fahrzeugs 110 manuell vermessen werden. Aus den Höhenständen an den unterschiedlichen Rädern 116 bzw. Radkästen 117 können dann Werte für den Nickwinkel und/oder den Roll- bzw. Wankwinkel ermittelt werden. Das manuelle Vermessen der Höhenstände ist jedoch mit einem
- 30 relativ hohen Aufwand verbunden und darüber hinaus fehlerbehaftet.

Das Fahrzeug 110 kann Höhenstandssensoren 114 aufweisen, die eingerichtet sind, Höhenstandsdaten in Bezug auf den Höhenstand einzelner Räder 116 bzw. einzelner Radkästen 117 zu erfassen. Insbesondere kann ein Fahrzeug 110
5 zumindest einen Höhenstandssensor 114 an einer Hinterachse und zumindest einen Höhenstandssensor 114 an einer Vorderachse des Fahrzeugs 110 aufweisen (um die Ermittlung eines Wertes des Nickwinkels zu ermöglichen). Alternativ oder ergänzend kann ein mehrspuriges Fahrzeug 110 an jeder Fahrzeugseite jeweils zumindest einen Höhenstandssensor 114 aufweisen (um die Ermittlung eines Wertes des Roll- bzw. Wankwinkels zu ermöglichen).

10

Die Vorrichtung 101 kann eingerichtet sein, die Höhenstandsdaten der Höhenstandssensoren 114 des Fahrzeugs 110 zu ermitteln. Die Höhenstandsdaten können insbesondere über die Fahrzeug-Schnittstelle 113 empfangen werden. Des Weiteren kann die Vorrichtung 101 eingerichtet sein, die Höhenstandsdaten bei
15 der Kalibrierung des Umfeldsensors 112 zu berücksichtigen. Beispielsweise kann eine der o.g. Reflektionseigenschaften des Reflektionselements 102 derart in Abhängigkeit von den Höhenstandsdaten verändert werden, dass die spezifischen Werte des Nickwinkels und/oder des Roll- bzw. Wankwinkels des Fahrzeugs 110 zumindest teilweise kompensiert werden. Alternativ oder ergänzend können die
20 Werte des Nickwinkels und/oder des Roll- bzw. Wankwinkels des Fahrzeugs 110 bei der Ermittlung der Lage und/oder der Ausrichtung des Koordinatensystems des Umfeldsensors 112 berücksichtigt werden.

Die Vorrichtung 101 kann somit eingerichtet sein, die Messwerte und/oder
25 Signale (d.h. die Höhenstandsdaten) der Höhenstandssensoren 114 oder ähnlicher Sensoren, die in einem Fahrzeug 110 verbaut sein, abzugreifen (z.B. über die Fahrzeug-Schnittstelle 113) und daraus den Nickwinkel und/oder den Roll- bzw. Wankwinkel des Fahrzeugs 110 zu berechnen. Dadurch entfällt die manuelle Messung der Höhenstandswerte und es entfallen die damit einhergehenden
30 Fehlerquellen. Die Messwerte (d.h. die Höhenstandsdaten) können bei einer automatisierten Kalibrierung des Umfeldsensors 112 verwendet werden, so dass

die Kalibrierung des Umfeldsensors 112 wesentlich beschleunigt wird, und so dass die Zuverlässigkeit der Kalibrierung erhöht wird.

Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften Verfahrens 200 zur
5 Kalibrierung eines Umfeldsensors 112 eines Fahrzeugs 110. Dabei weist das Fahrzeug 110 Höhenstandssensoren 114 zur Erfassung von Höhenstandsdaten in Bezug auf den Höhenstand des Fahrzeugs 110 an unterschiedlichen Stellen 116, 117 des Fahrzeugs 110 auf. Die Höhenstandssensoren 114 können insbesondere an bzw. in der Nähe von Radkästen 117 und/oder an bzw. in der Nähe von Rädern
10 116 und/oder an bzw. in der Nähe von Radaufhängungen des Fahrzeugs 110 angeordnet sein. Das Verfahren 200 kann durch eine Fahrzeug-externe Mess- bzw. Kalibrierungsvorrichtung 101 ausgeführt werden.

Das Verfahren 200 umfasst das Ermitteln 201 von Höhenstandsdaten von
15 unterschiedlichen Höhenstandssensoren 114 an unterschiedlichen Stellen 116, 117 des Fahrzeugs 110. Insbesondere können Höhenstandsdaten in Bezug auf den Höhenstand an einer Vorderachse und an einer Hinterachse des Fahrzeugs 110 ermittelt werden. Die Höhenstandsdaten können dabei über eine Fahrzeug-Schnittstelle 113 an die Vorrichtung 101 gesendet und von der Vorrichtung 101
20 empfangen werden.

Außerdem umfasst das Verfahren 200 das Kalibrieren 202 des Umfeldsensors 112 des Fahrzeugs 110 in Abhängigkeit von den Höhenstandsdaten. Insbesondere können auf Basis der Höhenstandsdaten Werte für den Nickwinkel und/oder für
25 den Rollwinkel des Fahrzeugs 110 ermittelt werden. Die Lage bzw. die Position und/oder die Ausrichtung bzw. die Orientierung des Umfeldsensors 112 kann dann unter Berücksichtigung des Nickwinkels und/oder des Rollwinkels des Fahrzeugs 110 angepasst werden.

30 Alternativ oder ergänzend können die Lage bzw. die Position und/oder die Ausrichtung bzw. die Orientierung des Koordinatensystems des Umfeldsensors

- 112 (in dem z.B. die Sensordaten des Umfeldsensors 112 angezeigt werden) unter Berücksichtigung des Nickwinkels und/oder des Rollwinkels des Fahrzeugs 110 ermittelt werden. Die Sensordaten des Umfeldsensors 112 können z.B. dazu verwendet werden, ein Objekt im Umfeld des Fahrzeugs 110 zu detektieren. Die
- 5 präzise Kenntnis der Lage und/oder der Ausrichtung des Koordinatensystems, in dem die Position eines detektieren Objektes angezeigt wird, ermöglicht eine präzise Umfelderkennung des Fahrzeugs 110 (was z.B. für das zumindest teilweise automatisierte Fahren des Fahrzeugs 110 vorteilhaft ist).
- 10 Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt. Insbesondere ist zu beachten, dass die Beschreibung und die Figuren nur das Prinzip der vorgeschlagenen Verfahren, Vorrichtungen und Systeme veranschaulichen sollen.

Ansprüche

- 1) Vorrichtung (101) zur Kalibrierung eines Umfeldsensors (112) eines
Fahrzeugs (110); wobei das Fahrzeug (110) Höhenstandssensoren (114) zur
5 Erfassung von Höhenstandsdaten in Bezug auf einen Höhenstand an
unterschiedlichen Stellen (116, 117) des Fahrzeugs (110) umfasst; wobei die
Vorrichtung (101) eingerichtet ist,
- Höhenstandsdaten von unterschiedlichen Höhenstandssensoren (114) an
unterschiedlichen Stellen (116, 117) des Fahrzeugs (110) zu ermitteln;
10 und
 - den Umfeldsensor (112) des Fahrzeugs (110) in Abhängigkeit von den
Höhenstandsdaten zu kalibrieren.
- 2) Vorrichtung (101) gemäß Anspruch 1, wobei
- 15 – die Höhenstandsdaten den Höhenstand an einer Vorderachse und an
einer Hinterachse des Fahrzeugs (110) anzeigen; und
 - die Vorrichtung (101) eingerichtet ist, auf Basis der Höhenstandsdaten
einen Wert eines Nickwinkels des Fahrzeugs (110) zu ermitteln, und
den Umfeldsensor (112) in Abhängigkeit von dem Nickwinkel zu
20 kalibrieren.
- 3) Vorrichtung (101) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
- die Höhenstandsdaten den Höhenstand an unterschiedlichen Seiten des
Fahrzeugs (110) anzeigen; und
 - 25 – die Vorrichtung (101) eingerichtet ist, auf Basis der Höhenstandsdaten
einen Wert eines Rollwinkels des Fahrzeugs (110) zu ermitteln, und
den Umfeldsensor (112) in Abhängigkeit von dem Rollwinkel zu
kalibrieren.
- 30 4) Vorrichtung (101) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

- der Umfeldsensor (112) eingerichtet ist, zur Erfassung von Sensordaten in Bezug auf ein Umfeld des Fahrzeugs (110) ein Sensorsignal (115) auszusenden; und
- die Vorrichtung (101) eingerichtet ist, ein Reflektionselement (102) für das Sensorsignal (115) zur Kalibrierung des Umfeldsensors (112) in Abhängigkeit von den Höhenstandsdaten einzustellen.

5) Vorrichtung (101) gemäß Anspruch 4, wobei

- die Vorrichtung (101) eingerichtet ist, zumindest eine Reflektionseigenschaft des Reflektionselements (102) in Abhängigkeit von den Höhenstandsdaten einzustellen; und
- die Reflektionseigenschaft ein oder mehrere umfasst, von
 - ein horizontaler und/oder vertikaler Reflektionswinkel;
 - eine Drehung einer Reflektionsfläche des Reflektionselements (102) um eine horizontale und/oder um eine vertikale Achse;
 - ein Abstand des Reflektionselements (102) zum Fahrzeug (110); und/oder
 - eine Reflektivität des Reflektionselements (102).

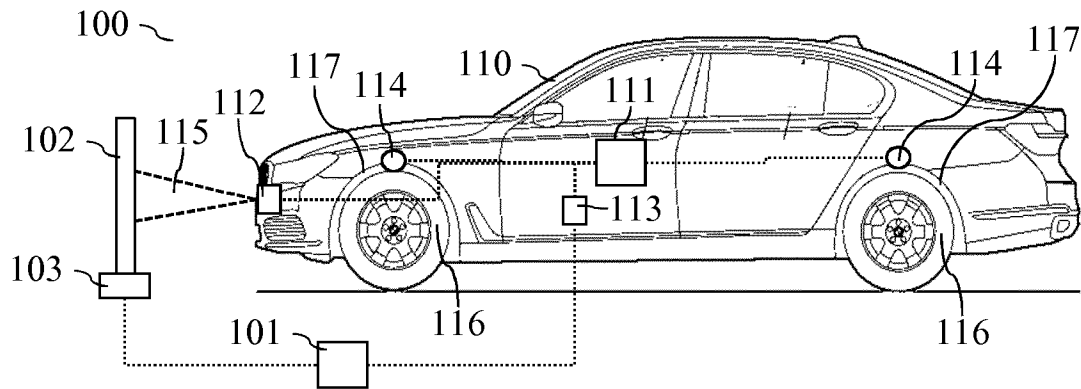
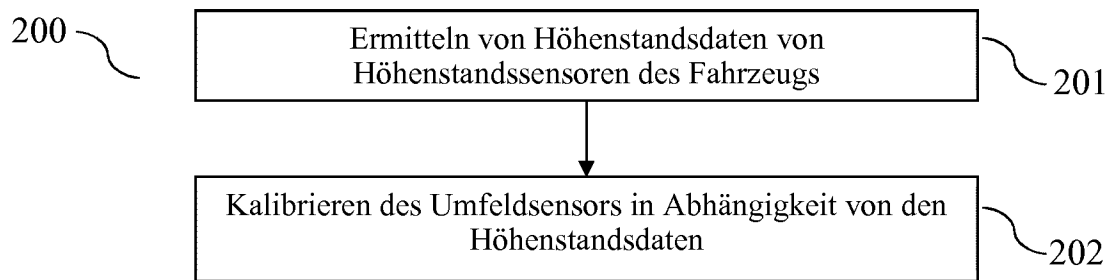
6) Vorrichtung (101) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung (101) eingerichtet ist,

- zu veranlassen, dass von dem Umfeldsensor (112) Sensordaten erfasst werden; und
- den Umfeldsensor (112) auch in Abhängigkeit von den erfassten Sensordaten zu kalibrieren.

7) Vorrichtung (101) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung (101) eingerichtet ist,

- im Rahmen der Kalibrierung des Umfeldsensors (112) eine Lage und/oder eine Ausrichtung eines Koordinatensystems des

- Umfeldsensors (112) in einem Umfeld des Fahrzeugs (110) zu ermitteln; und/oder
- im Rahmen der Kalibrierung zu ermitteln, wie eine Lage und/oder eine Ausrichtung des Umfeldsensors (112) zu ändern ist, damit der Umfeldsensor (112) eine vordefinierte Soll-Lage und/oder Soll-Ausrichtung aufweist.
- 5
- 8) Vorrichtung (101) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung (101) eingerichtet ist, die Höhenstandsdaten über eine Fahrzeug-Schnittstelle (113), insbesondere über eine OBD-Schnittstelle, von dem Fahrzeug (110) zu empfangen.
- 10
- 9) Vorrichtung (101) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Umfeldsensor (112) einen Radarsensor, einen Lidarsensor und/oder einen Ultraschallsensor umfasst.
- 15
- 10) Verfahren (200) zur Kalibrierung eines Umfeldsensors (112) eines Fahrzeugs (110); wobei das Fahrzeug (110) Höhenstandssensoren (114) zur Erfassung von Höhenstandsdaten in Bezug auf einen Höhenstand an unterschiedlichen Stellen (116, 117) des Fahrzeugs (110) umfasst; wobei das Verfahren (200) umfasst,
- 20
- Ermitteln (201) von Höhenstandsdaten von unterschiedlichen Höhenstandssensoren (114) an unterschiedlichen Stellen (116, 117) des Fahrzeugs (110); und
 - Kalibrieren (202) des Umfeldsensors (112) des Fahrzeugs (110) in Abhängigkeit von den Höhenstandsdaten.
- 25

**Fig. 1****Fig. 2**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/083269

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*G01S 7/40*(2006.01)i; *G01S 7/497*(2006.01)i; *G01S 7/52*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1130416 A2 (DENSO CORP [JP]) 05 September 2001 (2001-09-05)	1,2,8-10
Y	abstract; figures 1-4B paragraph [0001] - paragraph [0020]	3,6,10
Y	DE 102011106178 A1 (DAIMLER AG [DE]) 03 January 2013 (2013-01-03) abstract; figure 1 paragraph [0001] - paragraph [0027]	1-10
Y	EP 0933238 A2 (NISSAN MOTOR [JP]) 04 August 1999 (1999-08-04) abstract; figure 2 paragraph [0001] - paragraph [0010]	1-10
Y A	DE 102016223259 A1 (AUDI AG [DE]) 24 May 2018 (2018-05-24) abstract paragraph [0011] - paragraph [0015]	6 1-5,7-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 February 2020

Date of mailing of the international search report

06 March 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

López de Valle, J

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/083269

Patent document cited in search report				Publication date (day/month/year)				Patent family member(s)				Publication date (day/month/year)			
EP	1130416	A2		05 September 2001				EP	1130416	A2		05 September 2001			
								US	2001024171	A1		27 September 2001			
DE	102011106178	A1		03 January 2013				DE	102011106178	A1		03 January 2013			
								WO	2013004327	A1		10 January 2013			
EP	0933238	A2		04 August 1999				DE	69910461	T2		08 July 2004			
								EP	0933238	A2		04 August 1999			
								JP	3518309	B2		12 April 2004			
								JP	H11218420	A		10 August 1999			
								US	6278912	B1		21 August 2001			
DE	102016223259	A1		24 May 2018				NONE							

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01S7/40 G01S7/497 G01S7/52
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01S

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 130 416 A2 (DENSO CORP [JP]) 5. September 2001 (2001-09-05)	1,2,8-10
Y	Zusammenfassung; Abbildungen 1-4B Absatz [0001] - Absatz [0020]	3,6,10
Y	DE 10 2011 106178 A1 (DAIMLER AG [DE]) 3. Januar 2013 (2013-01-03) Zusammenfassung; Abbildung 1 Absatz [0001] - Absatz [0027]	1-10
Y	EP 0 933 238 A2 (NISSAN MOTOR [JP]) 4. August 1999 (1999-08-04) Zusammenfassung; Abbildung 2 Absatz [0001] - Absatz [0010]	1-10
Y	DE 10 2016 223259 A1 (AUDI AG [DE]) 24. Mai 2018 (2018-05-24)	6
A	Zusammenfassung Absatz [0011] - Absatz [0015]	1-5,7-10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

17. Februar 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/03/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

López de Valle, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/083269

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1130416 A2	05-09-2001	EP 1130416 A2	05-09-2001
		US 2001024171 A1	27-09-2001
DE 102011106178 A1	03-01-2013	DE 102011106178 A1	03-01-2013
		WO 2013004327 A1	10-01-2013
EP 0933238 A2	04-08-1999	DE 69910461 T2	08-07-2004
		EP 0933238 A2	04-08-1999
		JP 3518309 B2	12-04-2004
		JP H11218420 A	10-08-1999
		US 6278912 B1	21-08-2001
DE 102016223259 A1	24-05-2018	KEINE	