

(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. Januar 2024 (11.01.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/008503 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H04R 29/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/067338

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Juni 2023 (26.06.2023)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2022 002 500.0
08. Juli 2022 (08.07.2022) DE

(71) Anmelder: **MERCEDES-BENZ GROUP AG** [DE/DE];
Mercedesstraße 120, 70372 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **KOBETZ, Christian**; Vogelsangstr.30, 72160
Horb (DE). **KREIDLER, Anna**; Löwenstraße 68, 70597

Stuttgart (DE). **SEEKIRCHER, Juergen**; Goethestr. 53,
76316 Malsch (DE).

(74) Anwalt: **LEDERER, Elisabeth**; Mercedes-Benz Intellectual
Property GmbH & Co. KG 063- H512, 70546 Stuttgart
(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, CV, CZ, DE, DJ,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,
JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: METHOD FOR DIRECTIONAL CALIBRATION OF MICROPHONES ARRANGED ON A VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR RICHTUNGSKALIBRIERUNG VON AN EINEM FAHRZEUG ANGEORDNETEN
MIKROFONEN

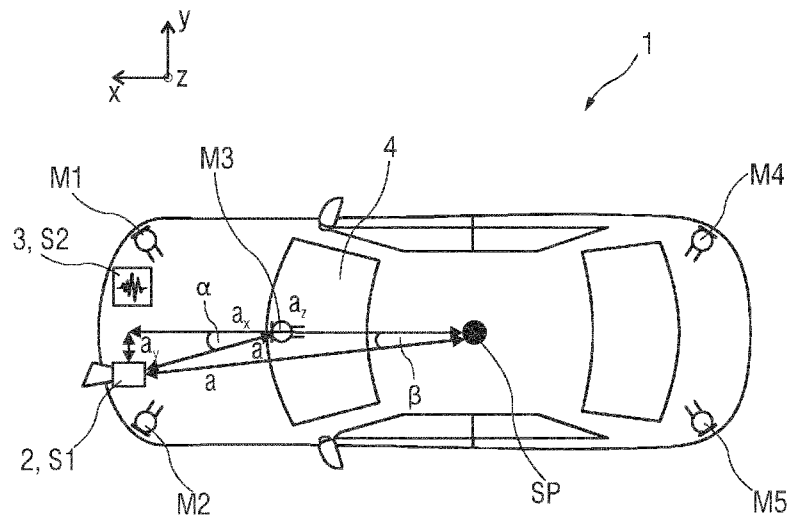


FIG 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for directional calibration of microphones (M1 to M5) arranged on a vehicle (1) by means of a reference sound. According to the invention, the reference sound is generated at least by means of a sound source (S1, S2) arranged on the vehicle (1) in a predefined position and received by means of the microphones (M1 to M5).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Richtungskalibrierung von an einem Fahrzeug (1) angeordneten Mikrofonen (M1 bis M5) mittels eines Referenzgeräusches. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Referenzgeräusch zumindest mittels einer am Fahrzeug (1) an einer vorgegebenen Position angeordneten Schallquelle (S1, S2) erzeugt und mittels der Mikrofone (M1 bis M5) aufgenommen wird.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2024/008503 A1

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)
- in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.

Verfahren zur Richtungskalibrierung von an einem Fahrzeug angeordneten Mikrofonen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Richtungskalibrierung von an einem Fahrzeug angeordneten Mikrofonen mittels eines Referenzgeräusches.

Aus der DE 10 2019 218 066 A1 sind ein System zum Detektieren von Geräuschen in der Umgebung eines Fahrzeuges und ein Verfahren zum Kalibrieren und Überwachen von Akustiksensoren bei einem solchen System bekannt. Das Verfahren sieht vor, dass Referenzgeräusche erkannt werden und ein Vergleich der von den Akustiksensoren an eine Prozessoreinheit übertragenen Signale hinsichtlich des jeweils detektierten Schallpegels durchgeführt wird. Darüber hinaus wird ein Korrekturfaktor für mindestens einen Akustiksensord bei Abweichung der detektierten Schallpegel von erwarteten Schallpegeln und der Korrekturfaktor wird im weiteren Betrieb des Systems zur Korrektur der Signale des mindestens einen Akustiksensors verwendet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein neuartiges Verfahren zur Richtungskalibrierung von an einem Fahrzeug angeordneten Mikrofonen mittels eines Referenzgeräusches anzugeben.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gelöst, welches die in Anspruch 1 angegebenen Merkmale aufweist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Ein Verfahren zur Richtungskalibrierung von an einem Fahrzeug angeordneten Mikrofonen mittels eines Referenzgeräusches sieht erfindungsgemäß vor, dass das Referenzgeräusch zumindest mittels einer am Fahrzeug an einer vorgegebenen Position angeordneten Schallquelle erzeugt und mittels der Mikrofone aufgenommen wird.

Durch Anwendung des Verfahrens ist eine vergleichsweise schnelle und effiziente Richtungskalibrierung von außenseitig an einem Fahrzeug angeordneten Mikrofonen möglich, insbesondere zur Erkennung einer externen Schallquelle und Ermittlung eines Abstandes zwischen Fahrzeug und externer Schallquelle.

Insbesondere werden die Mikrofone für automatisiert, insbesondere autonom fahrende Fahrzeuge verwendet, um bestimmte Geräuschquellen, wie beispielsweise ein Martinshorn, anhand entsprechend ausgegebener Signale zu erkennen und um eine Richtung, aus der die Signale kommen, zu ermitteln. Die Richtung wird dabei insbesondere, bezogen auf einen Fahrzeugschwerpunkt, als Winkel in Bezug auf eine Fahrzeuglängsachse ermittelt. Mittels der Richtungskalibrierung wird weitestgehend sichergestellt, dass der ermittelte Winkel innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches liegt.

In einer Ausführung des Verfahrens wird das Referenzgeräusch mittels einer fahrzeugseitigen Schallzeichenerzeugungsvorrichtung und/oder mittels einer fahrzeugseitigen Geräuscherzeugungsvorrichtung erzeugt und ausgegeben. Beispielsweise kann das Referenzgeräusch mittels einer Hupe des Fahrzeuges als Schallerzeugungsvorrichtung ausgegeben werden. Ist das Fahrzeug ein Elektrofahrzeug oder ein mit Brennstoffzellen betriebenes Fahrzeug, so kann die Geräuscherzeugungsvorrichtung, ein sogenannter Soundgenerator, zur Erzeugung des Referenzgeräusches genutzt werden.

Da eine Position der Schallerzeugungsvorrichtung oder der Geräuscherzeugungsvorrichtung sowie ein Abstand der jeweiligen Schallquelle zu den Mikrofonen am Fahrzeug verhältnismäßig eindeutig sind, ist eine Umsetzung des Verfahrens vergleichsweise unkompliziert.

Eine weitere Ausführung des Verfahrens sieht vor, dass ein Abstand zwischen dem jeweiligen Mikrofon und der Schallquelle ermittelt und in einer Tabelle hinterlegt wird. Dabei bildet die Tabelle eine Basis zur Umsetzung des Verfahrens, wobei in der Tabelle hinterlegte Werte im Wesentlichen unveränderlich sind und feststehen.

Insbesondere wird der Abstand zwischen jeweiligem Mikrofon und der Schallquelle in einer Weiterbildung des Verfahrens in Bezug auf eine Fahrzeuglängsachse, eine Fahrzeugquerachse und eine Fahrzeughochachse eines Fahrzeugkoordinatensystems

ermittelt und in der Tabelle hinterlegt. Mittels der Tabelle und der in dieser hinterlegten Werte kann dann ermittelt werden, wo sich die Schallquelle in Bezug auf jedes einzelne Mikrofon des Fahrzeuges befindet. Dabei wird insbesondere ein direkter Abstand zwischen der Schallquelle und dem jeweiligen Mikrofon sowie eine Winkelausrichtung des jeweiligen Mikrofons in Bezug auf die Schallquelle, wobei die Fahrzeuginnenachse x einen Bezug bildet, ermittelt.

In einer Ausbildung wird bei Ausgabe des Referenzgeräusches anhand in einer weiteren Tabelle hinterlegter Werte zu einem in Bezug auf die Fahrzeuginnenachse und die Fahrzeugquerrachse ermittelten Abstand der Schallquelle zu einem Fahrzeugschwerpunkt ein direkter Abstand und ein Winkel zwischen Fahrzeugschwerpunkt und Schallquelle ermittelt. Dieser direkte Abstand zwischen der Schallquelle und dem Fahrzeugschwerpunkt sowie der Winkel zwischen Schallquelle und Fahrzeugschwerpunkt, bezogen auf die Fahrzeuginnenachse, bilden also die Basis zur Richtungskalibrierung der Mikrofone.

In einer weiteren Ausführung wird, wenn bei Ausgabe des Referenzgeräusches mittels der fahrzeugseitigen Schallquelle eine Abweichung von dem direkten Abstand und/oder dem Winkel zwischen der Schallquelle und dem Fahrzeugschwerpunkt ermittelt wird, das jeweilige Mikrofon am Fahrzeug entsprechend rechnerisch richtungskalibriert. Diese Richtungskalibrierung dient insbesondere dazu, dass das Fahrzeug im automatisierten Fahrbetrieb über ein Vorhandensein eines Einsatzfahrzeuges informiert ist und darüber in Kenntnis gesetzt ist, wo und wie weit entfernt sich das Einsatzfahrzeug zu dem Fahrzeug befindet.

Diese rechnerische Richtungskalibrierung wird in einer Weiterbildung überprüft und zu kalibrierende Werte werden solange korrigiert, bis die Richtungskalibrierung innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches in Bezug auf den Abstand und den Winkel zwischen der Schallquelle und dem Fahrzeugschwerpunkt liegt. Somit kann weitestgehend sichergestellt werden, dass das Fahrzeug darüber informiert ist, wo und wie weit entfernt sich das Einsatzfahrzeug zu dem Fahrzeug befindet.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Dabei zeigt:

Fig. 1 schematisch eine teiltransparente Draufsicht eines Fahrzeuges mit außenseitig angeordneten Mikrofonen und zwei Schallquellen.

Die einzige Figur zeigt eine teiltransparente Draufsicht eines Fahrzeuges 1. Im Detail zeigt die Figur 1 das Fahrzeug 1 mit fünf Mikrofonen M1 bis M5, eine Schallerzeugungsvorrichtung 2 in Form einer Hupe als Schallquelle S1 und eine Geräuscherzeugungsvorrichtung 3, das heißt einen sogenannten Soundgenerator, als weitere Schallquelle S2. Zudem ist ein Fahrzeugschwerpunkt SP hervorgehoben dargestellt.

Im Allgemeinen ist bekannt, dass Sensoren, beispielsweise automatisiert fahrender Fahrzeuge 1, im Werk und/oder bei einem Fahrzeughersteller kalibriert werden. Bei einem Defekt eines Sensors muss dieser in einer Werkstatt nachkalibriert werden. Handelt es sich bei dem Sensor um eine Kamera, so werden sogenannte Targets eingesetzt, die in einer vorgegebenen Entfernung zu der Kamera aufgestellt werden. Ein solcher Kalibrierungsvorgang ist vergleichsweise aufwändig.

Für einen autonomen Fahrbetrieb auf Level 4 ist an dem Fahrzeug 1 außenseitig eine variierbare Anzahl von Mikrofonen M1 bis M5 angeordnet. Zur Kalibrierung, insbesondere zur Richtungskalibrierung der Mikrofone M1 bis M5 ist es erforderlich, eine Schallquelle S1, S2 in einem vorgegebenen Abstand zu erkennen, um die Kalibrierung durchzuführen.

Auch kann eine solche Richtungskalibrierung zur Überprüfung einer Funktionsfähigkeit durchgeführt werden, da sich im Laufe der Zeit, beispielsweise aufgrund von Vibrationen und/oder anderen Einflüssen, eine Lage und Winkelausrichtung des jeweiligen Mikrophones M1 bis M5 verändern können.

Im Folgenden wird ein Verfahren zur Richtungskalibrierung der außenseitig am Fahrzeug 1 angeordneten Mikrofone M1 bis M5 beschrieben. Insbesondere werden die Mikrofone M1 bis M5 im automatisierten Fahrbetrieb dazu verwendet, bestimmte Geräuschquellen, beispielsweise ein Martinshorn, anhand ausgegebener Signale zu erkennen. Darüber hinaus werden die Mikrofone M1 bis M5 dazu verwendet, eine Richtung, aus welcher die Signale kommen, zu ermitteln. Diese Richtung wird üblicherweise als Winkel im Fahrzeugschwerpunkt SP bezogen auf eine Fahrzeuglängsachse x ermittelt.

Im Wesentlichen weist jedes Fahrzeug 1 eine Hupe als Schallerzeugungsvorrichtung 2 und Schallquelle S1 auf, wohingegen ein Elektrofahrzeug alternativ oder zusätzlich über eine Geräuscherzeugungsvorrichtung 3 als weitere Schallquelle S2 verfügt.

Das Verfahren sieht vor, die Schallerzeugungsvorrichtung 2 und in Abhängigkeit eines Vorhandenseins alternativ oder zusätzlich die Geräuscherzeugungsvorrichtung 3 zur Ausgabe eines Referenzgeräusches zur Richtungskalibrierung der Mikrofone M1 bis M5 zu verwenden.

Eine Ausführung des Verfahrens zur Richtungskalibrierung wird anhand der Verwendung der Schallerzeugungsvorrichtung 2 und einem Mikrofon M3 beschrieben. Eine Position der Schallerzeugungsvorrichtung 2 und der Geräuscherzeugungsvorrichtung 3 sowie deren jeweiliger Abstand a_x , a_y , a_z zu dem jeweiligen Mikrofon M1 bis M5 ist werkseitig vorgegeben.

Das Verfahren sieht vor, dass in einer Tabelle der jeweilige Abstand a_x , a_y , a_z des Mikrofones M1 bis M5 zu der Schallerzeugungsvorrichtung 2 in Bezug auf die Fahrzeuglängsachse x , eine Fahrzeugquerachse y und eine Fahrzeughochachse z eines Fahrzeugkoordinatensystems hinterlegt ist. Dabei entspricht ein Koordinatenursprung dem Fahrzeugschwerpunkt SP.

Diese Abstände a_x , a_y , a_z sind fix und unveränderlich, wobei anhand dieser Abstände a_x , a_y , a_z eine Winkelausrichtung der Mikrofone M1 bis M5 und ein jeweiliger direkter Abstand a zwischen dem jeweiligen Mikrofon M1 bis M5 berechnet werden können.

Das Mikrofon M3 befindet sich an einer Windschutzscheibe 4 des Fahrzeuges 1 und weist in Bezug auf die Fahrzeuglängsachse x beispielsweise einen Abstand a_x von 50 cm, in Bezug auf die Fahrzeugquerachse y einen Abstand a_y von -100 cm und in Bezug auf die Fahrzeughochachse z einen Abstand a_z von -50 cm auf. Daraus ergibt sich zwischen dem Mikrofon M3 und der Schallerzeugungsvorrichtung 2 ein Gierwinkel α von $63,5^\circ$ und ein Abstand a von 1,11 m.

Mittels eines Algorithmus zur Erkennung einer Sirene, insbesondere eines Martinhorns, in einer Umgebung des Fahrzeuges 1 wird eine Richtungserkennung und Abstandserkennung in Bezug auf die Sirene als externe Schallquelle durchgeführt. Das heißt es werden mittels des Algorithmus eine Richtung, aus welcher die Sirene kommt,

und ein Abstand eines Einsatzfahrzeuges, welches die Sirene ausgibt, ermittelt. Dabei werden die Richtung und der Abstand anhand erfasster Signale aller Mikrofone M1 bis M5 des Fahrzeuges 1 relativ zu dem Fahrzeugschwerpunkt SP ermittelt.

In einer weiteren Tabelle ist ein Abstand a_x , a_y zwischen der Schallerzeugungsvorrichtung 2 und dem Fahrzeugschwerpunkt SP bezogen auf die Fahrzeuglängsachse x und die Fahrzeugquerachse y hinterlegt. Beispielsweise beträgt ein Abstand a_x bezogen auf die Fahrzeuglängsachse x 2,50 m und ein Abstand a_y bezogen auf die Fahrzeugquerachse y 1 m.

Wird die Schallerzeugungsvorrichtung 2 nun betätigt, wird mittels des Algorithmus, sofern die Richtungskalibrierung des jeweiligen Mikrophones M1 bis M5 keine Abweichung aufweist, unter den oben angegebenen Abständen a_x , a_y ein direkter Abstand a zwischen der Schallerzeugungsvorrichtung 2 und dem Fahrzeugschwerpunkt SP von 2,69 m ermittelt. Ein Winkel β zwischen dem Fahrzeugschwerpunkt SP und der Schallerzeugungsvorrichtung 2 bezogen auf die Fahrzeuglängsachse x beträgt 22° .

Im Fall, dass die Mikrofone M1 bis M5 nicht richtungskalibriert sind und eine Abweichung größer ist als ein vorgegebener Toleranzbereich, wobei mittels des Algorithmus beispielsweise ermittelt wird, dass ein direkter Abstand a zwischen der Schallerzeugungsvorrichtung 2 und dem Fahrzeugschwerpunkt SP 3 m und der Winkel β 10° beträgt, wird die Abweichung ermittelt. Daraufhin werden die Mikrofone M1 bis M5 rechnerisch richtungskalibriert, wobei die ermittelte Abweichung die Basis für die Richtungskalibrierung bildet.

Mittels einer erneuten Ausgabe des Referenzgeräusches durch die Schallerzeugungsvorrichtung 2 wird dann die Richtungskalibrierung der Mikrofone M1 bis M5 überprüft. Dieser Vorgang kann solange wiederholt werden, bis die Abweichung der Richtungskalibrierung innerhalb des vorgegebenen Toleranzbereiches liegt. Beispielsweise liegt die Toleranz in Bezug auf die Abweichung bei maximal 10 cm und 2° .

Die Ausgabe des Referenzgeräusches zur Richtungskalibrierung kann alternativ oder zusätzlich mittels der Geräuscherzeugungsvorrichtung 3 erfolgen, wobei mittels dieser eine Lautstärke und eine Tonfrequenz des Referenzgeräusches variiert werden kann. Somit kann eine Genauigkeit zur Richtungskalibrierung der Mikrofone M1 bis M5 erhöht werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Richtungskalibrierung von an einem Fahrzeug (1) angeordneten Mikrofonen (M1 bis M5) mittels eines Referenzgeräusches, dadurch gekennzeichnet, dass das Referenzgeräusch zumindest mittels einer am Fahrzeug (1) an einer vorgegebenen Position angeordneten Schallquelle (S1, S2) erzeugt und mittels der Mikrofone (M1 bis M5) aufgenommen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Referenzgeräusch mittels einer fahrzeugseitigen Schallzeichenerzeugungsvorrichtung (2) und/oder mittels einer fahrzeugseitigen Geräuscherzeugungsvorrichtung (3) erzeugt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abstand (a_x , a_y , a_z) zwischen jeweiligem Mikrofon (M1 bis M5) und der Schallquelle (S1, S2) ermittelt und in einer Tabelle hinterlegt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (a_x , a_y , a_z) zwischen jeweiligem Mikrofon (M1 bis M5) und der Schallquelle (S1, S2) in Bezug auf eine Fahrzeuglängsachse (x), eine Fahrzeugquerachse (y) und eine Fahrzeughochachse (z) eines Fahrzeugkoordinatensystems ermittelt und in der Tabelle hinterlegt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass anhand in der Tabelle hinterlegter Werte der Abstände (a_x , a_y , a_z) eine Winkelausrichtung und ein direkter Abstand (a) des jeweiligen Mikrofons (M1 bis M5) zu der Schallquelle (S1, S2) ermittelt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass bei Ausgabe des Referenzgeräusches anhand in einer weiteren Tabelle hinterlegter Werte zu einem in Bezug auf die Fahrzeuglängsachse (x) und die Fahrzeugquerachse (y) ermittelten Abstand (a_x , a_y) der Schallquelle (S1, S2) zu einem Fahrzeugschwerpunkt (SP) ein direkter Abstand (a) und ein Winkel (β) zwischen Fahrzeugschwerpunkt (SP) und Schallquelle (S1, S2) bezogen auf die Fahrzeuglängsachse (x) ermittelt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass wenn bei Ausgabe des Referenzgeräusches mittels der fahrzeugseitigen Schallquelle (S1, S2) eine Abweichung von dem direkten Abstand (a) und/oder dem Winkel (β), bezogen auf die Fahrzeuglängsachse (x), zwischen der Schallquelle (S1, S2) und dem Fahrzeugschwerpunkt (SP) ermittelt wird, das jeweilige Mikrofon (M1 bis M5) am Fahrzeug (1) entsprechend rechnerisch richtungskalibriert wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass die rechnerische Richtungskalibrierung überprüft und zu kalibrierende Werte solange korrigiert werden, bis die Richtungskalibrierung innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches in Bezug auf den direkten Abstand (a) und den Winkel (β) zwischen der Schallquelle (S1, S2) und dem Fahrzeugschwerpunkt (SP) liegt.

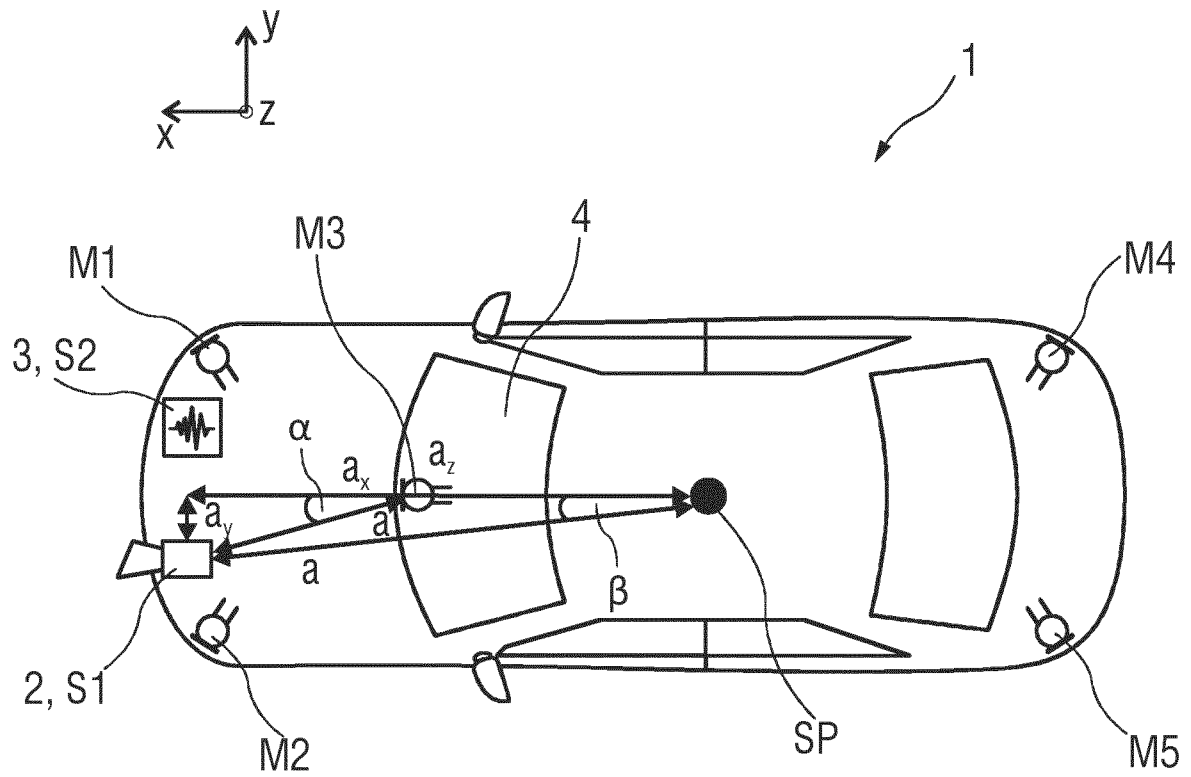


FIG 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2023/067338

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04R 29/00**(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)

H04R

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2021109187 A1 (WATT OWEN [US] ET AL) 15 April 2021 (2021-04-15) paragraphs [0031] - [0168]; figures 4,8	1-8
X	EP 1591995 B1 (HARMAN BECKER AUTOMOTIVE SYSTEMS GMBH [DE]) 19 June 2019 (2019-06-19) paragraphs [0008], [0027] - [0047]; figures 1,3	1, 2
X	US 2002110256 A1 (WATSON ALAN R [US] ET AL) 15 August 2002 (2002-08-15) the whole document	1, 2
A	US 2015304784 A1 (SNIDER JAMES R [US] ET AL) 22 October 2015 (2015-10-22) paragraphs [0020] - [0022], [0033]	1-8



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

15 September 2023

Date of mailing of the international search report

22 September 2023

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

Borowski, Michael

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/067338

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2021109187	A1	15 April 2021	US	2021109187	A1	15 April 2021
				US	2022155400	A1	19 May 2022
EP	1591995	B1	19 June 2019	EP	1591995	A1	02 November 2005
				JP	5694063	B2	01 April 2015
				JP	2005318636	A	10 November 2005
				JP	2011205692	A	13 October 2011
				US	2005265560	A1	01 December 2005
US	2002110256	A1	15 August 2002	AU	2002250080	A1	28 August 2002
				CA	2436484	A1	22 August 2002
				EP	1380186	A2	14 January 2004
				JP	4250421	B2	08 April 2009
				JP	2004525559	A	19 August 2004
				MX	PA03007128	A	18 November 2003
				US	2002110256	A1	15 August 2002
				US	2004202336	A1	14 October 2004
				WO	02065735	A2	22 August 2002
US	2015304784	A1	22 October 2015	GB	2527610	A	30 December 2015
				US	2015304784	A1	22 October 2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H04R29/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H04R		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2021/109187 A1 (WATT OWEN [US] ET AL) 15. April 2021 (2021-04-15) Absätze [0031] - [0168]; Abbildungen 4, 8 -----	1-8
X	EP 1 591 995 B1 (HARMAN BECKER AUTOMOTIVE SYSTEMS GMBH [DE]) 19. Juni 2019 (2019-06-19) Absätze [0008], [0027] - [0047]; Abbildungen 1, 3 -----	1, 2
X	US 2002/110256 A1 (WATSON ALAN R [US] ET AL) 15. August 2002 (2002-08-15) das ganze Dokument -----	1, 2
A	US 2015/304784 A1 (SNIDER JAMES R [US] ET AL) 22. Oktober 2015 (2015-10-22) Absätze [0020] - [0022], [0033] -----	1-8
☐ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
15. September 2023		22/09/2023
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 Borowski, Michael

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/067338

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2021109187 A1	15-04-2021	US 2021109187 A1	15-04-2021
		US 2022155400 A1	19-05-2022
EP 1591995 B1	19-06-2019	EP 1591995 A1	02-11-2005
		JP 5694063 B2	01-04-2015
		JP 2005318636 A	10-11-2005
		JP 2011205692 A	13-10-2011
		US 2005265560 A1	01-12-2005
US 2002110256 A1	15-08-2002	AU 2002250080 A1	28-08-2002
		CA 2436484 A1	22-08-2002
		EP 1380186 A2	14-01-2004
		JP 4250421 B2	08-04-2009
		JP 2004525559 A	19-08-2004
		MX PA03007128 A	18-11-2003
		US 2002110256 A1	15-08-2002
		US 2004202336 A1	14-10-2004
		WO 02065735 A2	22-08-2002
US 2015304784 A1	22-10-2015	GB 2527610 A	30-12-2015
		US 2015304784 A1	22-10-2015