

(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
01. Februar 2018 (01.02.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/019696 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01S 15/93 (2006.01) G01S 7/527 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/068340

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Juli 2017 (20.07.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 113 736.7
26. Juli 2016 (26.07.2016) DE

(71) Anmelder: VALEO SCHALTER UND SENSOREN
GMBH [DE/DE]; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).

(72) Erfinder: FRAPSAUCE, Alice; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE). MOHAMED, Mohamed-Elamir; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (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,

(54) Title: METHOD FOR SENSING AN OBJECT IN AN ENVIRONMENT OF A VEHICLE COMPRISING HEIGHT DETERMINATION, DRIVER ASSISTANCE SYSTEM, AND VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ERFASSEN EINES OBJEKTS IN EINER UMGEBUNG EINES FAHRZEUGS MIT HÖHENBESTIMMUNG, FAHRERASSISTENZSYSTEM SOWIE FAHRZEUG

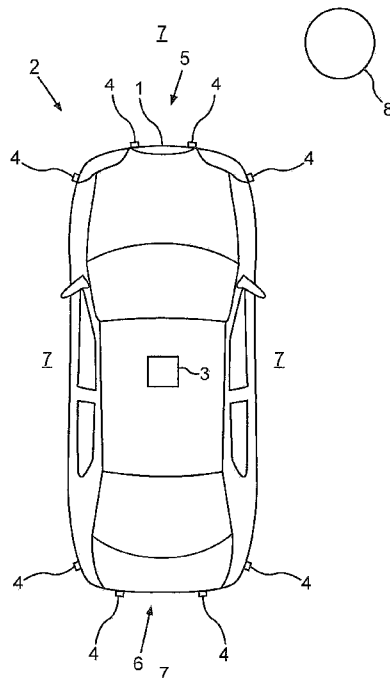


Fig.1

(57) Abstract: The invention relates to a method for sensing an object (8) in an environment (7) of a vehicle (1), wherein an ultrasonic signal is emitted by means of an ultrasonic sensor (4), a first echo of the ultrasonic signal reflected by the object (8) is received, and an amplitude (A) of the first echo is determined, wherein the amplitude (A) of the first echo is compared with at least one predefined threshold value (α , β , δ) and a height of the object (8) is determined (S2) on the basis of the comparison of the amplitude (A) with the at least one threshold value (α , β , δ), wherein the object (8) is classified as high if the amplitude (A) of the first echo is greater than the at least one threshold value (α , β , δ) and the object (8) is classified as low if the amplitude (A) of the first echo is lower than the at least one threshold value (α , β , δ), and wherein a confidence value is determined for the classification of the height of the object (8), wherein the confidence value is defined as high if the height of the object (8) is classified as low or high and the confidence value is otherwise defined as low.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erfassen eines Objekts (8) in einer Umgebung (7) eines Fahrzeugs (1), bei welchem mit einem Ultraschallsensor (4) ein Ultraschallsignal ausgesendet wird, ein erstes Echo des von dem Objekt (8) reflektierten Ultraschallsignals empfangen wird und eine Amplitude (A) des ersten Echos bestimmt wird, wobei die Amplitude (A) des ersten Echos mit zumindest einem vorbestimmten Schwellenwert (α , β , δ) verglichen wird und eine Höhe des Objekts (8) anhand des Vergleichs der Amplitude (A) mit dem zumindest einen Schwellenwert (α , β , δ) bestimmt wird (S2), wobei das Objekt (8) als hoch klassifiziert wird, falls die Amplitude (A) des ersten Echos größer als der zumindest eine Schwellenwert (α , β , δ) ist, und das Objekt (8) als niedrig klassifiziert wird, falls die Amplitude (A) des ersten Echos niedriger als der zumindest eine Schwellenwert (α , β , δ) ist, und wobei ein Konfidenzwert für die Klassifizierung der Höhe des Objekts (8) bestimmt wird, wobei der Konfidenzwert als hoch

WO 2018/019696 A1

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)

Verfahren zum Erfassen eines Objekts in einer Umgebung eines Fahrzeugs mit Höhenbestimmung, Fahrerassistenzsystem sowie Fahrzeug

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erfassen eines Objekts in einer Umgebung eines Fahrzeugs, bei welchem mit einem Ultraschallsensor ein Ultraschallsignal ausgesendet wird, ein erstes Echo des von dem Objekt reflektierten Ultraschallsignals empfangen wird und eine Amplitude des ersten Echos bestimmt wird, wobei das Objekt als hoch klassifiziert wird, falls die Amplitude des ersten Echos größer als der zumindest eine Schwellenwert ist, und das Objekt als niedrig klassifiziert wird, falls die Amplitude des ersten Echos niedriger als der zumindest eine Schwellenwert ist. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Fahrerassistenzsystem für ein Fahrzeug. Schließlich betrifft die vorliegende Erfindung ein Fahrzeug mit einem solchen Fahrerassistenzsystem.

Das Interesse richtet sich vorliegend insbesondere auf Ultraschallsensoren, welche beispielsweise in Fahrerassistenzsystemen von Fahrzeugen eingesetzt werden. Sollte Ultraschallsensoren können beispielsweise Teil eines Fahrerassistenzsystems sein, mit dem das Fahrzeug zumindest semi-autonom manövriert oder eingeparkt werden kann. Mithilfe der Ultraschallsensoren können Objekte in der Umgebung des Fahrzeugs erfasst werden. Zu diesem Zweck kann mit dem Ultraschallsensor ein Ultraschallsignal ausgesendet werden, welches dann von dem Objekt reflektiert wird und wiederum zu dem Ultraschallsensor gelangt. Anhand der Laufzeit zwischen dem Aussenden des Ultraschallsignals und dem Empfangen des Echos des Ultraschallsignals kann dann ein Abstand zwischen dem Fahrzeug und dem Objekt bestimmt werden. Hierbei kann auch die Amplitude des reflektierten Ultraschallsignals beziehungsweise des Echo ermittelt werden.

Insbesondere wenn das Fahrzeug auf Grundlage der Messungen von den Ultraschallsensoren zumindest semi-autonom manövriert wird, ist es wünschenswert, die Höhe der erfassten Objekte zu bestimmen. Wenn das Ultraschallsignal ausgesendet wird und an dem Objekt reflektiert wird, ergeben sich üblicherweise mehrere Signalwege für das von dem Objekt reflektierten Ultraschallsignal beziehungsweise für die Echos. Bei einer direkten Messung mit dem Ultraschallsensor, bei welcher der Ultraschallsensor das Ultraschallsignal aussendet und das reflektierte Ultraschallsignal auch wieder empfängt,

beschreibt der direkte Signalweg des Ultraschallsignals das erste Echo. Wenn es sich bei dem Objekt um ein hohes Objekt handelt, stammt das zweite Echo von dem Ultraschallsignal, das zunächst an dem Objekt und anschließend an dem Boden reflektiert wird. Der Signalweg des zweiten Echos ist daher länger als der des ersten Echos. Um die Höhe des Objekts abzuschätzen, kann der zeitliche Abstand zwischen dem ersten Echo und dem zweiten Echo bestimmt werden. Ist der zeitliche Abstand zwischen den empfangenen Echos beispielsweise verhältnismäßig gering, kann von einem hohen Objekt ausgegangen werden. Ist der zeitliche Abstand zwischen den empfangenen Echos relativ groß, kann beispielsweise davon ausgegangen werden, dass zwei Objekte, die hintereinander angeordnet sind, erfasst wurden. Wenn kein zweites Echo empfangen wird, wird in der Regel ein niedriges Hindernis angenommen.

Des Weiteren ist es bekannt, die Höhe des Objekts zu bestimmen, während sich das Fahrzeug auf das Objekt zubewegt. Wenn sich das Fahrzeug auf ein Objekt zubewegt, welches niedriger als die Einbauhöhe des Sensors ist, ändert sich der mit dem Ultraschallsensor gemessene Abstand in unerwarteter Weise. Wenn hierbei die Unterschiede zwischen den gemessenen Abständen berechnet werden, ist es möglich, nach einer bestimmten Zeit beziehungsweise nach einem bestimmten Weg die Höhe des Objekts abzuschätzen.

Aktuell ist es schwierig, niedrige Objekte von hohen Objekten auf Grundlage der empfangenen Ultraschallsignale zu unterscheiden. In manchen Situationen werden zu wenige zweite Echos erhalten, um die Höhe der Objekte auf Grundlage des Unterschieds zwischen dem ersten und dem zweiten Echo zu klassifizieren. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn das Objekt das Ultraschallsignal aufgrund der Formgebung des Objekts, des Material oder der Oberfläche verhältnismäßig schlecht reflektiert. Ebenso ergeben sich Probleme, wenn Ultraschallsignale entsprechend codiert werden, da in diesem Fall zu viele Echesignale herausgefiltert werden. Wenn die Höhe des Objekts auf Grundlage der Messungen mit dem Ultraschallsensor nicht zuverlässig bestimmt werden kann, kann beispielsweise eine Kollision mit einem Objekt drohen.

Hierzu beschreibt die EP 2 607 919 A1 ein Verfahren zum berührungslosen Detektieren eines Objekts in einer Umgebung eines Fahrzeugs, bei welchem in einem Sendeintervall eine Mehrzahl von Ultraschall-Sendesignalen ausgesendet wird und zumindest ein Ultraschall-Sendesignal an dem Objekt reflektiert wird, welches als Empfangssignal empfangen wird und abhängig davon das Objekt erkannt wird. Dabei kann es auch vorgesehen sein, dass eine Mehrzahl von Ultraschall-Sendesignalen mit

unterschiedlichen Signalamplituden ausgesendet wird, und bei dazu empfangenen Empfangssignalen bestimmt wird, wie viele Signalamplituden über einem Amplitudenschwellwert liegen. Abhängig davon kann die Höhe und/oder Breite des detektierten Objekts bestimmt werden.

Des Weiteren beschreibt die EP 2 073 038 A2 ein Verfahren zur Klassifizierung von Abstandsdaten von einem Abstandsdetektionssystem, bei welchem Messsignale ausgesendet werden und von an entfernten Objekten reflektierten Messsignalen durch einen Sensor empfangen werden. Zudem wird die Zeit zwischen Aussendung und Empfang der Messsignale ermittelt und es erfolgt eine Korrelation der Zeit mit einem Abstand. Zudem beinhaltet das Verfahren das Korrelieren der statistischen Streuung der Abstandsdaten mit der Höhe des reflektierenden Objekts.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Lösung aufzuzeigen, wie eine Höhe eines Objekts in einer Umgebung eines Fahrzeugs mithilfe eines Ultraschallsensors zuverlässiger bestimmt werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren, durch ein Fahrerassistenzsystem sowie durch ein Fahrzeug mit den Merkmalen gemäß den jeweiligen unabhängigen Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Bei einer Ausführungsform eines Verfahrens zum Erfassen eines Objekts in einer Umgebung eines Fahrzeugs wird mit einem Ultraschallsensor ein Ultraschallsignal ausgesendet. Ferner wird bevorzugt ein erstes Echo des von dem Objekt reflektierten Ultraschallsignals empfangen und eine Amplitude des ersten Echos wird bestimmt. Darüber hinaus wird die Amplitude des ersten Echos bevorzugt mit zumindest einem vorbestimmten Schwellenwert verglichen und die Höhe des Objekts wird anhand des Vergleichs der Amplitude mit dem zumindest einen Schwellenwert bestimmt. Dabei wird das Objekt bevorzugt als hoch klassifiziert, falls die Amplitude des ersten Echos größer als der zumindest eine Schwellenwert ist, und das Objekt wird insbesondere als niedrig klassifiziert wird, falls die Amplitude des ersten Echos niedriger als der zumindest eine Schwellenwert ist. Ferner wird bevorzugt ein Konfidenzwert für die Klassifizierung der Höhe des Objekts bestimmt wird, wobei der Konfidenzwert bevorzugt als hoch festgelegt wird, falls die Höhe des Objekts als niedrig oder hoch klassifiziert wird, und der Konfidenzwert ansonsten als niedrig festgelegt wird.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren dient zum Erfassen eines Objekts in einer Umgebung eines Fahrzeugs. Hierbei wird mit einem Ultraschallsensor ein Ultraschallsignal ausgesendet. Ferner wird ein erstes Echo des von dem Objekt reflektierten Ultraschallsignals empfangen und eine Amplitude des ersten Echos wird bestimmt. Des Weiteren wird die Amplitude des ersten Echos mit zumindest einem vorbestimmten Schwellenwert verglichen und eine Höhe des Objekts wird anhand des Vergleichs der Amplitude mit dem zumindest einen Schwellenwert bestimmt. Zudem wird das Objekt als hoch klassifiziert, falls die Amplitude des ersten Echos größer als der zumindest eine Schwellenwert ist, und das Objekt wird als niedrig klassifiziert, falls die Amplitude des ersten Echos niedriger als der zumindest eine Schwellenwert ist. Darüber hinaus wird ein Konfidenzwert für die Klassifizierung der Höhe des Objekts bestimmt, wobei der Konfidenzwert als hoch festgelegt wird, falls die Höhe des Objekts als niedrig oder hoch klassifiziert wird, und der Konfidenzwert ansonsten als niedrig festgelegt wird.

Nachfolgend soll mit zumindest einem Ultraschallsensor die Höhe eines Objekts beziehungsweise eines Hindernisses in der Umgebung des Fahrzeugs bestimmt beziehungsweise abgeschätzt werden. Der Ultraschallsensor kann Teil eines Fahrerassistenzsystems des Fahrzeugs sein, mit dem Fahrzeug zumindest semi-autonom manövriert werden kann. Um das Objekt in der Umgebung zu erfassen beziehungsweise um die Höhe des Objekts zu klassifizieren, wird mit dem Ultraschallsensor zumindest ein Messzyklus durchgeführt. Bei einem Messzyklus kann eine direkte Messung mit dem Ultraschallsensor durchgeführt werden, bei welcher zunächst ein Ultraschallsignal ausgesendet wird. Hierzu kann eine Membran des Ultraschallsensors mit einem entsprechenden Wanderelement zu mechanischen Schwingungen angeregt werden. Ferner wird in dem Messzyklus zumindest ein erstes Echo des Ultraschallsignals mit dem Ultraschallsensor empfangen. Das erste Echo entspricht dem von dem Objekt reflektierten Ultraschallsignal, welches auf dem direkten Weg beziehungsweise Signalweg wieder zu dem Ultraschallsensor zurückgekehrt ist. Das erste Echo kann dem Anteil des ausgesendeten Ultraschallsignals entsprechen, der nach dem Aussenden als erstes wieder mit dem Ultraschallsensor empfangen wird. Wenn das erste Echo beziehungsweise das reflektierte Ultraschallsignal auf die Membran des Ultraschallsensors trifft, wird diese zu mechanischen Schwingungen angeregt. Diese Schwingungen können dann mit dem Wanderelement erfasst werden. Das Wanderelement kann beispielsweise ein piezoelektrisches Element umfassen, welches die mechanische Schwingung der Membran in eine elektrische Wechselspannung wandeln kann. Diese elektrische Spannung kann beispielsweise das Rohsignal des Ultraschallsensors sein, welches das erste Echo beschreibt. Von diesem Rohsignal kann

dann die Amplitude bestimmt werden. Die Amplitude des ersten Echos beziehungsweise des Rohsignals beschreibt den Schalldruckpegel des ersten Echos. Es kann auch vorgesehen sein, dass eine indirekte Messung durchgeführt wird. Hierzu wird das Ultraschallsignal mit einem ersten Ultraschallsensor ausgesendet und das von dem Objekt reflektierte Ultraschallsignal mit einem zweiten Ultraschallsensor, welcher von dem ersten Ultraschallsensor verschieden ist, empfangen. Hier stammt das erste Echo insbesondere von dem Anteil des von dem ersten Ultraschallsensor ausgesendeten Ultraschallsignals, das sich auf direktem Weg von dem ersten Ultraschallsensor zu dem Objekt und von dem Objekt zu dem zweiten Ultraschallsensor ausbreitet.

Dabei ist es nun vorgesehen, dass die Amplitude des ersten Echos mit zumindest einem vorbestimmten Schwellenwert verglichen wird. Es kann auch vorgesehen sein, dass mehrere Schwellenwerte vorbestimmt werden und die Amplitude des ersten Echos mit diesem verglichen wird. Anhand des Vergleichs der Amplitude mit dem zumindest einen Schwellenwert kann dann die Höhe des Objekts bestimmt beziehungsweise abgeschätzt werden. Dem liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die Amplitude des ersten Echos beziehungsweise des Rohsignals des ersten Echos die Reflexionseigenschaften des Objekts beschreiben. Hierbei wird ferner berücksichtigt, dass das Ultraschallsignal von einem verhältnismäßig hohen Objekt besser reflektiert wird als von einem verhältnismäßig niedrigen Objekt. Der Ultraschallsensor weist eine Senderichtcharakteristik auf. Dies bedeutet, dass das Ultraschallsignal beispielsweise entlang einer Hauptsenderichtung, die senkrecht zu der Membran verlaufen kann, einen höheren Schalldruckpegel aufweist. Wenn das Ultraschallsignal von einem hohen Objekt reflektiert wird, welches sich in der Hauptsenderichtung befindet, weist das erste Echo eine höhere Amplitude auf, als bei einem niedrigen Echo, das beispielsweise unterhalb der Hauptsenderichtung angeordnet ist. Bei der Auswertung der Amplitude des ersten Echos kann die Amplitude des ausgesendeten Ultraschallsignals beziehungsweise der Schalldruckpegel des ausgesendeten Ultraschallsignals berücksichtigt werden. Somit kann anhand der Amplitude des ersten Echos auf einfache Weise die Höhe des Objekts in der Umgebung des Fahrzeugs abgeschätzt werden.

Es kann auch vorgesehen sein, dass die Amplitude eines zweiten Echos, eines dritten Echos, eines vierten Echos und/oder eines fünften Echos des ausgesendeten Ultraschallsignals empfangen wird und die jeweilige Amplitude bestimmt wird. Grundsätzlich können beliebig viele Echos des ausgesendeten Ultraschallsignals empfangen werden und deren jeweilige Amplituden bestimmt werden. Diese Amplituden können dann mit entsprechenden Schwellenwerten verglichen werden. Bei einer direkten

Messung kann das zweite Echo das von dem Objekt reflektierte Ultraschallsignal beschreiben, welches nach dem Aussenden zunächst an dem Objekt und anschließend an einem weiteren Objekt, beispielsweise an dem Boden, auf dem sich auch das Fahrzeug und das Objekt befinden können, reflektiert und anschließend von dem Ultraschallsensor empfangen wird. Nach dem Aussenden des Ultraschallsignals kann zunächst das erste Echo, anschließend das zweite Echo, danach das dritte Echo usw. empfangen werden. Die Ordnungszahlen der Echos können also deren zeitlich aufeinanderfolgende Empfangszeitpunkte beschreiben. Dies gilt in gleicher Weise für die indirekte Messung. Dadurch, dass die jeweiligen Amplituden von mehreren Echos des ausgesendeten Ultraschallsignals bestimmt werden, können mehrere Objekte erkannt werden. Beispielsweise können zwei hohe Hindernisse, welche hintereinander angeordnet sind, erkannt werden.

Des Weiteren wird das Objekt als hoch klassifiziert, falls die Amplitude des ersten Echos größer als der zumindest eine Schwellenwert ist und das Objekt wird als niedrig klassifiziert, falls die Amplitude des ersten Echos niedriger als der zumindest eine Schwellenwert ist. Dieser zumindest eine Schwellenwert kann auf Grundlage von Erfahrungswerten oder Messungen, die zuvor mit mehreren unterschiedlichen Objekten durchgeführt wurden, bestimmt werden. Somit kann durch den Vergleich der Amplitude des ersten Echos mit dem zumindest einen Schwellenwert auf einfache Weise bestimmt werden, ob es sich bei dem Objekt um ein hohes Objekt oder um ein niedriges Objekt handelt. Als niedriges Objekt ist insbesondere ein solches Objekt zu verstehen, welches beispielsweise mit dem Fahrzeug überfahren werden kann. Ein solches niedriges Objekt kann beispielsweise ein Bordstein sein. Das niedrige Objekt weist insbesondere eine solche Höhe auf, dass keine Beschädigung der Karosserie des Fahrzeugs durch das niedrige Objekt erfolgen kann. Ein hohes Objekt ist insbesondere ein solches Objekt, welches zu einer Kollision mit dem Fahrzeug und insbesondere einer Beschädigung der Karosserie des Fahrzeugs führen kann. Ein hohes Objekt stellt insbesondere ein Hindernis für das Fahrzeug dar. Durch die Klassifizierung können Kollisionen mit hohen Objekten auf einfache Weise verhindert werden.

Gemäß einem wesentlichen Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es vorgesehen, dass ein Konfidenzwert für die Klassifizierung der Höhe des Objekts bestimmt wird, wobei der Konfidenzwert als hoch festgelegt wird, falls die Höhe des Objekts als niedrig oder als hoch klassifiziert wird, und der Konfidenzwert ansonsten als niedrig festgelegt wird. Zusätzlich zu der Klassifizierung des Objekts auf Grundlage der Amplitude des ersten Echos kann ein Konfidenzwert für diese Klassifizierung festgelegt werden. Der

Konfidenzwert kann entweder hoch oder niedrig sein. Ein hoher Konfidenzwert ergibt sich, wenn das Objekt eindeutig beziehungsweise sicher als hohes oder als niedriges Objekt klassifiziert werden kann. Dies ist der Fall, wenn das Objekt anhand des Vergleichs der Amplitude des ersten Echos mit dem Schwellwert eindeutig als hohes Objekt oder als niedriges Objekt erkannt wird. Wenn das Objekt nicht eindeutig klassifiziert werden kann, wird ein niedriger Konfidenzwert festgelegt. Hier kann das Objekt auf Grundlage des Vergleichs der Amplitude mit dem Schwellwert nicht sicher charakterisiert werden. In diesem Fall kann die Höhe des Objekts als unbekannt vorgegeben werden. Dies ermöglicht eine Bewertung der Klassifizierung auf Grundlage der Amplitude. Somit kann die Bestimmung der Höhe des Objekts insgesamt zuverlässiger durchgeführt werden.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn ein zweites Echo des von dem Objekt reflektierten Ultraschallsignals empfangen wird, ein zeitlicher Unterschied zwischen dem Empfangen des ersten Echos und dem Empfangen des zweiten Echos bestimmt und die Klassifizierung der Höhe des Objekts zusätzlich anhand des zeitlichen Unterschieds durchgeführt wird. Zusätzlich zu dem ersten Echo des Ultraschallsignals kann ein zweites Echo empfangen werden. Das zweite Echo beschreibt das von dem Objekt reflektierte Ultraschallsignal, welches nach dem Aussenden zunächst an dem Objekt und anschließend an einem weiteren Objekt reflektiert und anschließend von dem Ultraschallsensor empfangen wird. Wenn die zeitliche Dauer zwischen dem Empfangen des ersten Echos und des zweiten Echos einen vorbestimmten Grenzwert unterschreitet, kann davon ausgegangen werden, dass es um ein hohes Objekt handelt. Ist der zeitliche Unterschied zwischen dem Empfangen des ersten Echos und dem zweiten Echo relativ groß, kann beispielsweise davon ausgegangen werden, dass zwei Objekte, die hintereinander angeordnet sind, erfasst wurden, wenn kein zweites Echo empfangen wurde, kann davon ausgegangen werden, dass es sich um ein niedriges Objekt handelt. Somit kann die Höhe des Objekts zusätzlich auf Grundlage des zweiten Echos klassifiziert werden.

Dabei ist es insbesondere vorgesehen, dass die Klassifizierung der Höhe anhand des zeitlichen Unterschieds bestimmt wird, falls der Konfidenzwert als niedrig festgelegt wird, und die Klassifizierung anhand der Amplitude des ersten Echos bestimmt wird, falls der Konfidenzwert als hoch festgelegt wird. Wenn der Konfidenzwert als hoch festgelegt wird, wurde die Höhe des Objekts auf Grundlage der Amplitude des ersten Echos sicher klassifiziert. In diesem Fall wird die Klassifizierung auf Grundlage der Amplitude des ersten Echos herangezogen. Falls der Konfidenzwert als niedrig festgelegt wird

beziehungsweise wurde, konnte die Höhe des Objekts auf Grundlage der Amplitude des ersten Echos nicht zuverlässig bestimmt werden. In diesem Fall kann dann die Klassifizierung des Objekts auf Grundlage des zeitlichen Unterschieds zwischen dem ersten und dem zweiten Echo durchgeführt werden.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn anhand des ersten Echos ein Abstand zwischen dem Ultraschallsensor und dem Objekt bestimmt wird und der zumindest eine Schwellenwert in Abhängigkeit von dem Abstand vorbestimmt wird. Hierbei wird berücksichtigt, dass das Ultraschallsignal infolge der Luftschalldämpfung gedämpft wird. Dies trifft sowohl für das ausgesendete Ultraschallsignal als auch für das von dem Objekt reflektierte Ultraschallsignal zu. Je weiter das Objekt von dem Ultraschallsensor entfernt ist, umso größer ist die Luftschalldämpfung. Anhand des ersten Echos kann der Abstand zwischen dem Ultraschallsensor und dem Objekt bestimmt werden. Hierzu kann die Laufzeit zwischen dem Aussenden des Ultraschallsignals und dem Empfangen des ersten Echos herangezogen werden. In Abhängigkeit von dem Abstand zwischen dem Ultraschallsensor und dem Objekt kann dann der zumindest eine Schwellenwert angepasst werden. Beispielsweise kann der zumindest einen Schwellenwert mit zunehmendem Abstand verringert werden. Somit kann der Schwellenwert, welcher zur Klassifizierung des Objekts herangezogen wird, situationsgerecht angepasst werden.

Es kann auch vorgesehen sein, dass die relative Lage zwischen dem Ultraschallsensor und dem Objekt bestimmt wird. Die relative Lage zwischen dem Ultraschallsensor und dem Objekt kann mittels Triangulation bestimmt werden. Des Weiteren kann es vorgesehen sein, dass die Informationen von weiteren Sensoren des Fahrzeugs beziehungsweise des Fahrerassistenzsystems genutzt werden, um die relative Lage zwischen dem Ultraschallsensor und dem Objekt zu bestimmen. Insbesondere kann bestimmt werden, wie das Objekt bezüglich der Hauptsenderichtung des Ultraschallsensors angeordnet ist. Auf Grundlage der Sendecharakteristik des Ultraschallsensors kann dann der Sendeschalldruck des Ultraschallsignals bestimmt werden, das auf das Objekt auftrifft. Somit kann auch in Abhängigkeit von der relativen Lage zwischen dem Ultraschallsensor und dem Objekt und/oder der Sendecharakteristik des Ultraschallsensors der zumindest eine Schwellenwert angepasst werden und somit das Objekt zuverlässig klassifiziert werden.

In einer Ausführungsform wird das Objekt als hoch klassifiziert, falls der Abstand geringer als ein erster Grenzwert ist und die Amplitude größer als ein erster Schwellenwert ist oder falls der Abstand zwischen dem ersten Grenzwert und einem zweiten Grenzwert liegt und

die Amplitude größer als ein zweiter Schwellenwert ist. Der erste und der zweite Schwellenwert können auf Grundlage von Erfahrungswerten beziehungsweise aufgrund von bereits durchgeführten Messungen bestimmt werden. Wenn beispielsweise der Abstand, der auf Grundlage des ersten Echos bestimmt wurde, kleiner oder gleich als ein erster Grenzwert ist und die Amplitude des ersten Echos größer als der erste Schwellenwert ist, kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei dem Objekt um ein hohes Objekt handelt. Somit kann ein erster Bereich für den Abstand vorgegeben werden, der sich von dem Ultraschallsensor zu dem ersten Grenzwert erstreckt. Falls sich das Objekt in diesem Bereich befindet, kann die Amplitude des ersten Echos mit dem ersten Schwellenwert verglichen werden. Ferner kann ein zweiter Bereich für den Abstand vorgegeben werden, der sich von dem ersten Grenzwert zu dem zweiten Grenzwert erstreckt. Wenn das Objekt in diesem Bereich angeordnet ist und die Amplitude des ersten Echos größer als ein zweiter Schwellenwert ist, kann davon ausgegangen werden, dass es sich um ein hohes Objekt handelt. Dabei kann der zweite Schwellenwert kleiner als der erste Schwellenwert sein. Dies ermöglicht eine einfache Klassifizierung des Objekts.

Weiterhin ist es bevorzugt vorgesehen, dass das Objekt als niedrig klassifiziert wird, falls der Abstand größer als ein dritter Grenzwert ist und die Amplitude kleiner als ein dritter Schwellenwert ist. Wenn das Objekt weiter als der dritte Grenzwert von dem Ultraschallsensor entfernt ist und die Amplitude geringer als der dritte Schwellenwert ist, kann davon ausgegangen werden, dass es sich um ein niedriges Objekt handelt. Somit kann auch hier eine einfache Klassifizierung des Objekts ermöglicht werden.

In einer weiteren Ausführungsform wird der zumindest eine Schwellenwert in Abhängigkeit von einer aktuellen Geschwindigkeit des Fahrzeugs und/oder einer Temperatur in der Umgebung des Fahrzeugs und/oder einer Luftfeuchtigkeit in der Umgebung des Fahrzeugs vorbestimmt. Es kann also auch die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Fahrzeug und dem Objekt bestimmt werden, um den zumindest einen Schwellenwert festzulegen. Somit kann die Änderung der relativen Lage zwischen dem Ultraschallsensor und dem Objekt berücksichtigt werden. Darüber hinaus kann die Temperatur in der Umgebung des Fahrzeugs mithilfe eines entsprechenden Sensors erfasst werden. Hierbei ist es möglich, dass die Temperatur, welche beispielsweise in einem Kombiinstrument des Fahrzeugs ausgegeben wird, herangezogen wird, um die Temperatur in der Umgebung des Fahrzeugs zu bestimmen. Hierbei wird berücksichtigt, dass die Temperatur in der Umgebung deutliche Auswirkungen auf die Luftschalldämpfung hat. Weiterhin kann es vorgesehen sein, dass die Luftfeuchtigkeit in

der Umgebung des Fahrzeugs bestimmt wird, auch diese Auswirkungen auf die Luftschalldämpfung hat. Somit kann die Luftschalldämpfung in der Umgebung des Fahrzeugs abgeschätzt werden und der Schwellwert entsprechend angepasst werden.

In einer weiteren Ausgestaltung wird der zumindest eine Schwellenwert in Abhängigkeit von einer Amplitude eines zu einem früheren Zeitpunkt empfangenen ersten Echos eines von dem Objekt reflektierten Ultraschallsignals bestimmt. Es kann auch vorgesehen sein, dass Amplituden von ersten Echos, die in früheren Messzyklen bestimmt wurden, zur Bestimmung des zumindest einen Schwellenwerts herangezogen werden. Grundsätzlich kann es auch vorgesehen sein, dass der Vergleich der Amplitude des ersten Echos mit dem zumindest einen Schwellenwert für zwei aufeinanderfolgende erste Echos von dem gleichen Objekt durchgeführt wird. Weiterhin kann berücksichtigt werden, dass der zumindest eine Schwellenwert angepasst wird, je nachdem ob aufeinanderfolgende erste Echos vorhanden sind oder nicht. Somit kann eine zuverlässige Klassifizierung des Objekts erfolgen.

Ein erfindungsgemäßes Fahrerassistenzsystem für ein Fahrzeug ist zum Durchführen eines erfindungsgemäßen Verfahrens ausgelegt. Das Fahrerassistenzsystem kann zumindest einen Ultraschallsensor umfassen. Bevorzugt umfasst das Fahrerassistenzsystem eine Mehrzahl von Ultraschallsensoren, die beispielsweise verteilt an dem Fahrzeug angeordnet sein können. Ferner kann das Fahrerassistenzsystem eine Steuereinrichtung umfassen, die beispielsweise durch ein elektronisches Steuergerät des Fahrzeugs gebildet sein kann. Mithilfe der Steuereinrichtung kann der zumindest eine Ultraschallsensor zum Aussenden des Ultraschallsignals angesteuert werden. Ferner können die Sensordaten, welche mithilfe des Ultraschallsensors bestimmt wurden, mit der Steuereinrichtung ausgewertet werden.

Ein erfindungsgemäßes Fahrzeug umfasst ein erfindungsgemäßes Fahrerassistenzsystem. Das Fahrzeug kann als Kraftfahrzeug und insbesondere als Personenkraftwagen ausgebildet sein.

Die mit Bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren vorgestellten bevorzugten Ausführungsformen und deren Vorteile gelten entsprechend für das erfindungsgemäße Fahrerassistenzsystem sowie für das erfindungsgemäße Fahrzeug.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, den Figuren und der Figurenbeschreibung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und

Merkmalskombinationen, sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Es sind somit auch Ausführungen von der Erfindung als umfasst und offenbart anzusehen, die in den Figuren nicht explizit gezeigt und erläutert sind, jedoch durch separierte Merkmalskombinationen aus den erläuterten Ausführungen hervorgehen und erzeugbar sind. Es sind auch Ausführungen und Merkmalskombinationen als offenbart anzusehen, die somit nicht alle Merkmale eines ursprünglich formulierten unabhängigen Anspruchs aufweisen. Es sind darüber hinaus Ausführungen und Merkmalskombinationen, insbesondere durch die oben dargelegten Ausführungen, als offenbart anzusehen, die über die in den Rückbezügen der Ansprüche dargelegten Merkmalskombinationen hinausgehen oder abweichen.

Die Erfindung wird nun anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen sowie unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

Dabei zeigen:

- Fig. 1 ein Fahrzeug gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einer Draufsicht;
- Fig. 2 ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Erfassen eines Objekts in der Umgebung des Fahrzeugs;
- Fig. 3 verschiedene Grenzwerte für einen Abstand zwischen einem Ultraschallsensor und dem Objekt; und
- Fig. 4 ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Klassifizieren einer Höhe des Objekts.

In den Fig. werden gleiche und funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt ein Fahrzeug 1 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einer Draufsicht. Das Fahrzeug 1 ist in dem vorliegenden Fall als Personenkraftwagen

ausgebildet. Das Fahrzeug 1 umfasst ein Fahrerassistenzsystem 2, welches dazu dient, einen Fahrer des Fahrzeugs 1 beim Führen des Fahrzeugs 1 zu unterstützen. Beispielsweise kann das Fahrerassistenzsystem 2 dazu dienen, das Fahrzeug 1 zumindest semi-autonom in eine Parklücke einzuparken oder das Fahrzeug 1 zumindest semi-autonom zu manövrieren.

Das Fahrerassistenzsystem 2 umfasst eine Steuereinrichtung 3, die beispielsweise durch ein elektronisches Steuergerät des Fahrzeugs 1 gebildet sein kann. Darüber hinaus umfasst das Fahrerassistenzsystem 2 zumindest einen Ultraschallsensor 4. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel umfasst das Fahrerassistenzsystem 2 acht Ultraschallsensoren 4, wobei vier Ultraschallsensoren 4 in einem Frontbereich 5 und vier Ultraschallsensoren 4 in einem Heckbereich 6 des Fahrzeugs 1 angeordnet sind. Die Ultraschallsensoren 4 können beispielsweise in entsprechenden Öffnungen der Stoßfänger oder verdeckt hinter den Stoßfängern des Fahrzeugs 1 angeordnet sein.

Mit den Ultraschallsensoren 4 können Objekte 8 in einer Umgebung 7 des Fahrzeugs 1 erfasst werden. Hierzu kann jeder der Ultraschallsensoren 4 ein Ultraschallsignal aussenden, welches dann von dem Objekt 8 reflektiert wird und wieder zu dem Ultraschallsensor 4 zurückgelangt. Von dem Ultraschallsignal, das von dem Objekt 8 reflektiert wird, können verschiedene Echos empfangen werden. Beispielsweise kann ein erstes Echo empfangen werden, welches entlang dem direkten Signalweg von dem Objekt 8 zu dem Ultraschallsensor 4 übertragen wird. Ferner kann ein zweites Echo empfangen werden, welches von dem Ultraschallsignal stammt, das zunächst an dem Objekt 8 und anschließend von einem Boden beziehungsweise einer Fahrzeugoberfläche reflektiert wird und dann zu dem Ultraschallsensor gelangt. Des Weiteren kann es vorgesehen sein, dass eine Amplitude A des ersten und/oder des zweiten Echos des Ultraschallsignals mithilfe des entsprechenden Ultraschallsensors 4 bestimmt wird. Die Amplitude A des Echos beschreibt insbesondere den Schalldruckpegel des reflektierten Ultraschallsignals beziehungsweise des Echos.

Mithilfe der Ultraschallsensoren 4 soll nun eine Höhe des Objekts 8 bestimmt werden. Insbesondere soll die Höhe des Objekts 8 als niedrig oder als hoch klassifiziert werden. Hierzu zeigt Fig. 2 ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Erfassen des Objekts 8 in der Umgebung 7 des Fahrzeugs 1. Das Verfahren wird in einem Schritt S1 gestartet. In einem Schritt S2 wird die Amplitude A des ersten Echos des Ultraschallsignals bestimmt. Die Amplitude A des ersten Echos wird dann mit zumindest einem vorbestimmten Schwellenwert α , β , δ verglichen. In Abhängigkeit von dem

Vergleich der Amplitude A des ersten Echos mit dem zumindest einen Schwellenwert α , β , δ wird die Höhe des Objekts 8 klassifiziert. Beispielsweise kann das Objekt 8 als niedrig klassifiziert werden, falls die Amplitude A des ersten Echos geringer als der zumindest eine Schwellenwert α , β , δ ist. Ferner kann das Objekt 8 als hoch klassifiziert werden, falls die Amplitude A des ersten Echos größer als der zumindest eine vorbestimmte Schwellenwert α , β , δ ist. Darüber hinaus wird in dem Schritt S2 ein Konfidenzwert bestimmt, welcher die Bestimmung der Höhe des Objekts 8 auf Grundlage der Amplitude A des ersten Echos beschreibt. Wenn das Objekt 8 auf Grundlage der Amplitude A des ersten Echos sicher als hoch oder als niedrig klassifiziert wurde, wird der Konfidenzwert als hoch festgelegt. Im anderen Fall wird der Konfidenzwert als niedrig festgelegt. In diesem Fall kann die Höhe des Objekts 8 als unbekannt angenommen werden.

In einem Schritt S3 wird neben dem ersten Echo auch ein zweites Echo des Ultraschallsignals empfangen. Darüber hinaus wird ein zeitlicher Unterschied zwischen dem Empfangen des ersten Echos und des zweiten Echos bestimmt. Anhand des zeitlichen Unterschieds zwischen dem Empfangen des ersten Echos und des zweiten Echos kann dann die Höhe des Objekts 8 ebenfalls klassifiziert werden. Wenn der zeitliche Unterschied zwischen dem Empfangen des ersten Echos und des zweiten Echos einen vorbestimmten Grenzwert unterschreitet, kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei dem Objekt 8 um ein hohes Objekt handelt. Wenn der zeitliche Unterschied den Grenzwert überschreitet oder wenn gar kein zweites Echo empfangen wird, kann davon ausgegangen werden, dass das Objekt 8 niedrig ist.

In einem Schritt S4 wird überprüft, ob der Konfidenzwert hoch oder niedrig festgelegt wurde. Wenn der Konfidenzwert als hoch festgelegt wurde, wird das Verfahren in einem Schritt S5 fortgeführt. In diesem Fall wird die Höhe des Objekts 8 auf Grundlage der Amplitude A des ersten Echos klassifiziert. Falls die Abfrage in dem Schritt S4 ergibt, dass der Konfidenzwert als niedrig festgelegt wurde, wird das Verfahren in einem Schritt S6 fortgeführt. In diesem Fall erfolgt die Klassifizierung der Höhe des Objekts 8 auf Grundlage des zeitlichen Unterschieds zwischen dem ersten Echo und dem zweiten Echo. Schließlich wird das Verfahren in einem Schritt S7 beendet.

Fig. 3 zeigt in einer schematischen Darstellung einen Abstand d zwischen dem Ultraschallsensor 4 und dem Objekt 8. Für den Abstand d werden mehrere Grenzwerte X , Y und Z vorgegeben. Falls der Abstand d kleiner als der erste Grenzwert X ist, wird überprüft, ob die Amplitude A des ersten Echos größer oder gleich als ein erster

Schwellenwert α ist. Ist dies der Fall, kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei dem Objekt 8 um ein hohes Objekt handelt. Wenn der Abstand d zwischen dem Ultraschallsensor 4 und dem Objekt 8 zwischen den Grenzwerten X und Y liegt, wird überprüft, ob die Amplitude A des ersten Echos größer oder gleich als ein zweiter Schwellenwert β ist. Ist dies der Fall, kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei dem Objekt 8 um ein hohes Objekt handelt. Wenn der Abstand d größer als ein dritter Grenzwert Z ist, wird überprüft, ob die Amplitude A kleiner oder gleich als ein dritter Schwellenwert δ ist. Ist dies der Fall, kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei dem Objekt 8 um ein niedriges Objekt handelt. In den beschriebenen Fällen kann das Objekt 8 eindeutig beziehungsweise sicher als hohes Objekt oder als niedriges Objekt klassifiziert werden. In diesem Fall wird der Konfidenzwert als hoch festgelegt. In allen anderen Fällen wird der Konfidenzwert als niedrig festgelegt.

Fig. 4 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Klassifizieren der Höhe des Objekts 8. Das Verfahren wird in einem Schritt S8 gestartet. In einem Schritt S9 erfolgt eine Abfrage, ob bereits zu einem früheren Zeitpunkt ein erstes Echo von dem gleichen Objekt 8 erfasst wurde. Wenn zu dem Objekt 8 noch kein erstes Echo empfangen wurde, wird das Verfahren in einem Schritt S10 fortgeführt. Hier kann die Amplitude A des ersten Echos bestimmt werden und mit dem zumindest einen Schwellenwert α , β , δ verglichen werden. Auch hier können, wie im Zusammenhang mit Fig. 3 beschrieben, unterschiedliche Grenzwerte X , Y , Z für den Abstand d zwischen dem Ultraschallsensor 4 und dem Objekt 8 vorgegeben werden. Dabei können sowohl die Grenzwerte X , Y , Z als auch die Schwellenwerte α , β , δ angepasst werden, falls zu dem gleichen Objekt 8 noch kein erstes Echo empfangen wurde. In Abhängigkeit von dem Vergleich der Amplitude A mit den Schwellenwerten α , β , δ kann dann das Objekt 8 als hoch in einem Schritt S11 klassifiziert werden oder das Objekt 8 in einem Schritt S12 als niedrig klassifiziert werden oder das Objekt 8 in einem Schritt S13 als unbekannt klassifiziert werden.

Falls die Abfrage in dem Schritt S9 ergibt, dass bereits ein erstes Echo von dem Objekt 8 empfangen wurde, wird das Verfahren in einem Schritt S14 vorge setzt. Hierbei wird der Abstand d zwischen dem Ultraschallsensor 4 und dem Objekt 8 bestimmt. In einem Schritt S15 wird die Amplitude A des ersten Echos bestimmt, das zu einem früheren Zeitpunkt bestimmt wurde. In einem Schritt S16 wird die Amplitude A des aktuell bestimmten ersten Echos ermittelt. In einem Schritt S17 wird die Amplitude A mit den Schwellenwerten α , β , δ verglichen. Dabei können die Schwellenwerte α , β , δ und/oder die Grenzwerte X , Y , Z für den Abstand d in Abhängigkeit von dem Abstand d , der

Amplitude A des aktuellen Echos und/oder der Amplitude A des zuvor bestimmten ersten Echos angepasst werden. Somit kann auch hier das Objekt 8 als hoch (Schritt S11), als niedrig (Schritt S12) oder als unbekannt (Schritt S13) klassifiziert werden. In einem Schritt S18 wird dann das Verfahren beendet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen eines Objekts (8) in einer Umgebung (7) eines Fahrzeugs (1), bei welchem mit einem Ultraschallsensor (4) ein Ultraschallsignal ausgesendet wird, ein erstes Echo des von dem Objekt (8) reflektierten Ultraschallsignals empfangen wird und eine Amplitude (A) des ersten Echos bestimmt wird, wobei die Amplitude (A) des ersten Echos mit zumindest einem vorbestimmten Schwellenwert (α , β , δ) verglichen wird und eine Höhe des Objekts (8) anhand des Vergleichs der Amplitude (A) mit dem zumindest einen Schwellenwert (α , β , δ) bestimmt wird (S2), wobei das Objekt (8) als hoch klassifiziert wird, falls die Amplitude (A) des ersten Echos größer als der zumindest eine Schwellenwert (α , β , δ) ist, und das Objekt (8) als niedrig klassifiziert wird, falls die Amplitude (A) des ersten Echos niedriger als der zumindest eine Schwellenwert (α , β , δ) ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein Konfidenzwert für die Klassifizierung der Höhe des Objekts (8) bestimmt wird, wobei der Konfidenzwert als hoch festgelegt wird, falls die Höhe des Objekts (8) als niedrig oder hoch klassifiziert wird, und der Konfidenzwert ansonsten als niedrig festgelegt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweites Echo des von dem Objekt (8) reflektierten Ultraschallsignals empfangen wird, ein zeitlicher Unterschied zwischen dem Empfangen des ersten Echos und dem Empfangen des zweiten Echos bestimmt wird und die Klassifizierung der Höhe des Objekts (8) zusätzlich anhand des zeitlichen Unterschieds durchgeführt wird (S3).
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Klassifizierung der Höhe des Objekts (8) anhand des zeitlichen Unterschieds bestimmt wird, falls der Konfidenzwert als niedrig festgelegt wird, (S6) und die Klassifizierung der Höhe des Objekts (8) anhand der Amplitude (A) des ersten

Echos bestimmt wird, falls der Konfidenzwert als hoch festgelegt wird (S5).

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass anhand des ersten Echos ein Abstand (d) zwischen dem Ultraschallsensor (4) und dem Objekt (8) bestimmt wird und der zumindest eine Schwellenwert (α , β , δ) in Abhängigkeit von dem Abstand (d) vorbestimmt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Objekt (8) als hoch klassifiziert wird, falls der Abstand (d) geringer als ein erster Grenzwert (X) ist und die Amplitude (A) größer als ein erster Schwellenwert (α) ist oder falls der Abstand (d) zwischen dem ersten Grenzwert (X) und einem zweiten Grenzwert (Y) liegt und die Amplitude (A) größer als ein zweiter Schwellenwert (β) ist.
6. Verfahren nach Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Objekt (8) als niedrig klassifiziert wird, falls der Abstand (d) größer als ein dritter Grenzwert (Z) ist und die Amplitude (A) kleiner als ein dritter Schwellenwert (δ) ist.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Schwellenwert (δ) in Abhängigkeit von einer aktuellen Geschwindigkeit des Fahrzeugs (1) und/oder einer Temperatur in der Umgebung (7) des Fahrzeugs (1) und/oder einer Luftfeuchtigkeit in der Umgebung (7) des Fahrzeugs (1) vorbestimmt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zumindest eine Schwellenwert (α , β , δ) in Abhängigkeit von einer Amplitude (A) eines zu einem früheren Zeitpunkt empfangenen ersten Echos eines von dem Objekt (8) reflektierten Ultraschallsignals bestimmt wird.
9. Fahrerassistenzsystem (2) für ein Fahrzeug (1), welches zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgelegt ist.

10. Fahrzeug (1) mit einem Fahrerassistenzsystem (2) nach Anspruch 9.

1/3

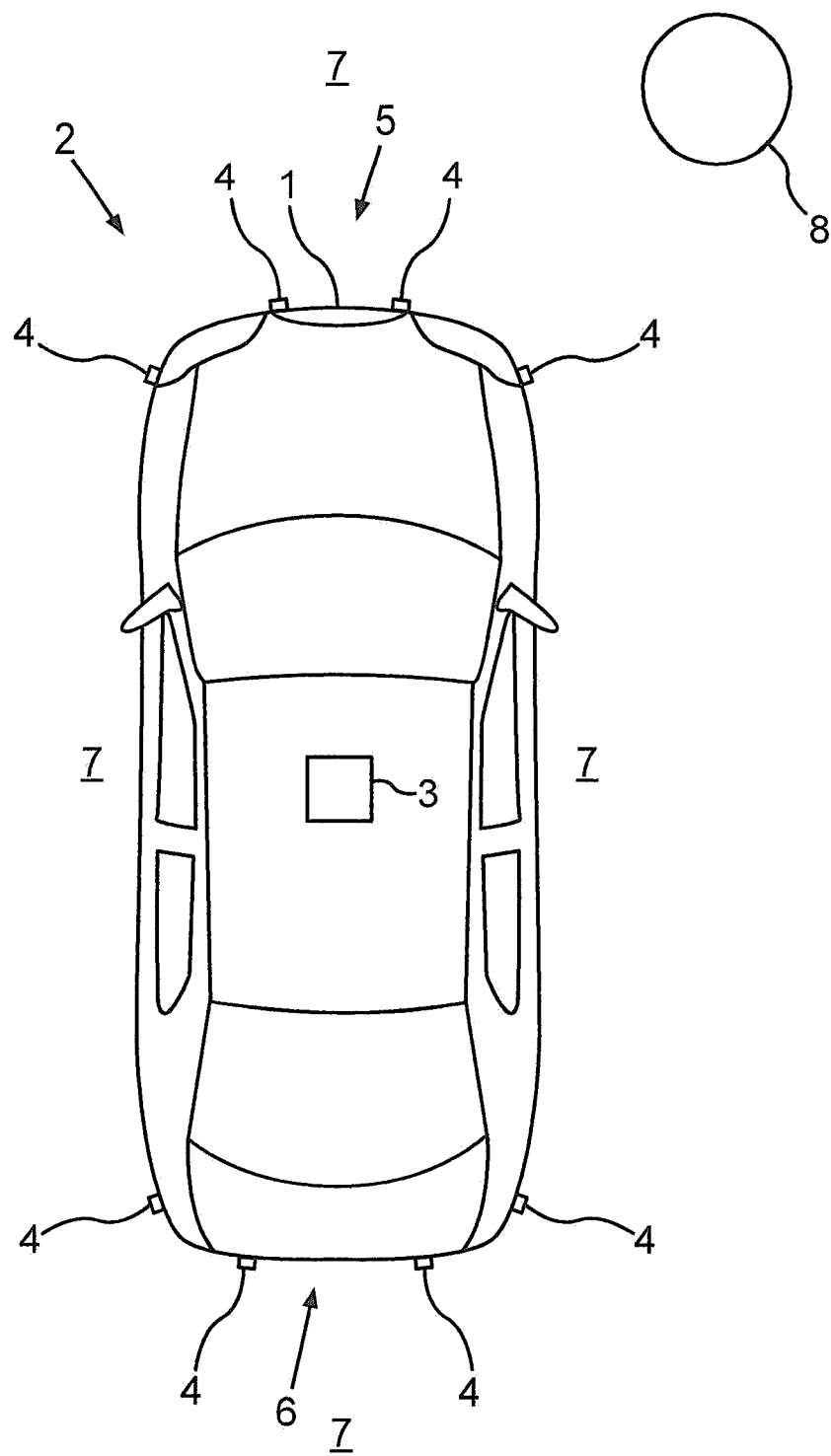


Fig.1

2/3

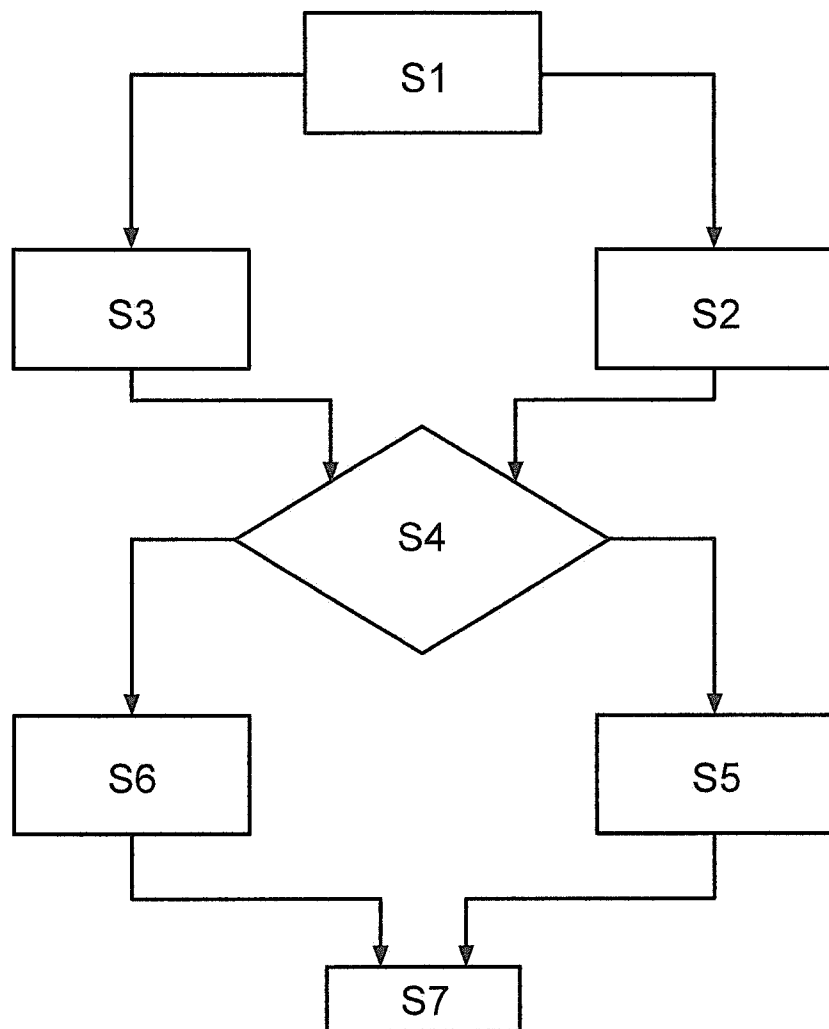


Fig.2

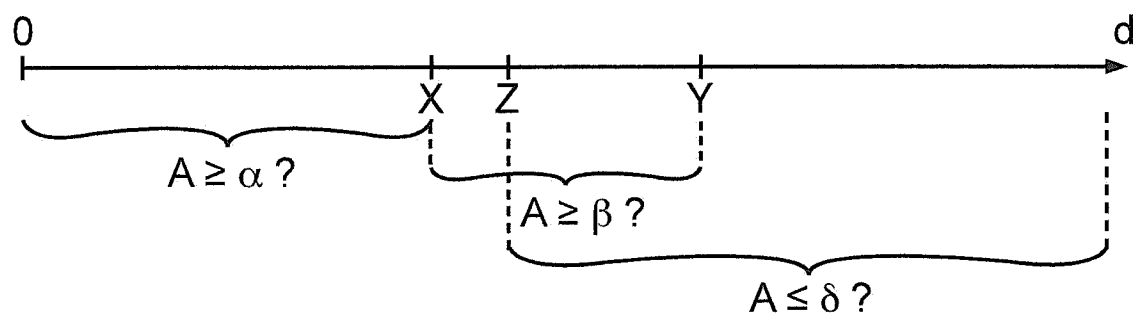


Fig.3

3/3

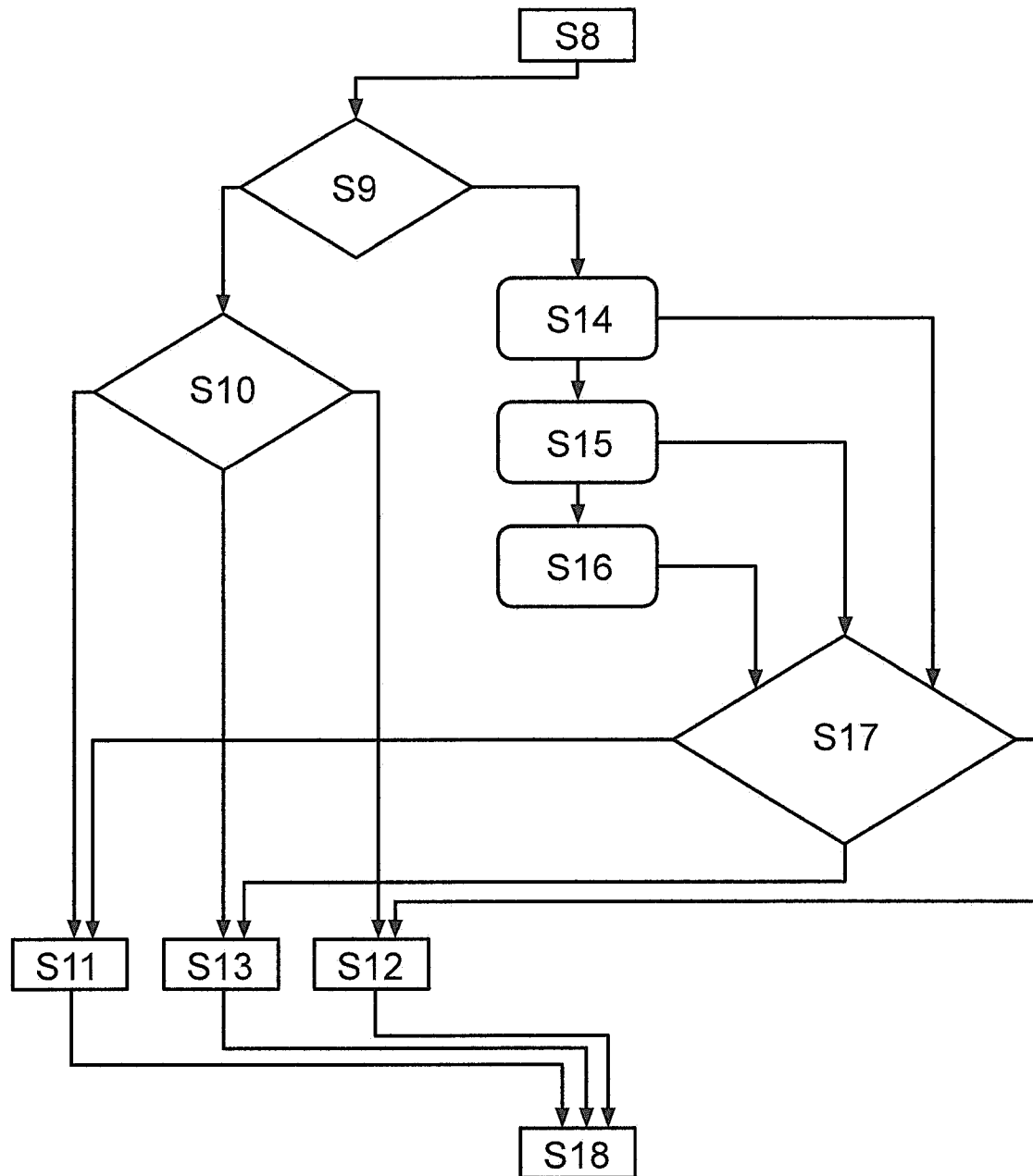


Fig.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/068340

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01S15/93 G01S7/527
ADD.

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 2 607 919 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]) 26 June 2013 (2013-06-26) cited in the application paragraphs [0001], [0038], [0041], [0042]; figure 6 -----	1,2,4-10
A	EP 1 624 319 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 8 February 2006 (2006-02-08) paragraph [0047]; figure 8 -----	4-7
A	EP 1 562 050 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10 August 2005 (2005-08-10) paragraph [0009] - paragraph [0010] -----	8
A	DE 10 2014 111127 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]) 11 February 2016 (2016-02-11) paragraph [0015] - paragraph [0022] ----- -/-	1,9,10



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

16 October 2017

Date of mailing of the international search report

25/10/2017

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Beer, Mark

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/068340

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2016/116590 A1 (FUKUMAN MASUMI [JP] ET AL) 28 April 2016 (2016-04-28) paragraph [0033] -----	1,9,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/068340

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2607919	A1	26-06-2013	DE 102011122318 A1	27-06-2013
			EP 2607919 A1	26-06-2013

EP 1624319	A1	08-02-2006	DE 102004038496 A1	16-03-2006
			EP 1624319 A1	08-02-2006

EP 1562050	A1	10-08-2005	DE 102004006015 A1	25-08-2005
			EP 1562050 A1	10-08-2005
			US 2005180530 A1	18-08-2005

DE 102014111127	A1	11-02-2016	CN 107076848 A	18-08-2017
			DE 102014111127 A1	11-02-2016
			EP 3177474 A1	14-06-2017
			KR 20170041795 A	17-04-2017
			US 2017225678 A1	10-08-2017
			WO 2016020342 A1	11-02-2016

US 2016116590	A1	28-04-2016	JP 2016080647 A	16-05-2016
			US 2016116590 A1	28-04-2016

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01S15/93 G01S7/527
 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 2 607 919 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]) 26. Juni 2013 (2013-06-26) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0001], [0038], [0041], [0042]; Abbildung 6	1,2,4-10
A	EP 1 624 319 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 8. Februar 2006 (2006-02-08) Absatz [0047]; Abbildung 8	4-7
A	EP 1 562 050 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 10. August 2005 (2005-08-10) Absatz [0009] - Absatz [0010]	8
A	DE 10 2014 111127 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]) 11. Februar 2016 (2016-02-11) Absatz [0015] - Absatz [0022]	1,9,10
	-/-	



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

16. Oktober 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/10/2017

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

Beer, Mark

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2016/116590 A1 (FUKUMAN MASUMI [JP] ET AL) 28. April 2016 (2016-04-28) Absatz [0033] -----	1,9,10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/068340

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2607919 A1	26-06-2013	DE 102011122318 A1	27-06-2013
		EP 2607919 A1	26-06-2013
EP 1624319 A1	08-02-2006	DE 102004038496 A1	16-03-2006
		EP 1624319 A1	08-02-2006
EP 1562050 A1	10-08-2005	DE 102004006015 A1	25-08-2005
		EP 1562050 A1	10-08-2005
		US 2005180530 A1	18-08-2005
DE 102014111127 A1	11-02-2016	CN 107076848 A	18-08-2017
		DE 102014111127 A1	11-02-2016
		EP 3177474 A1	14-06-2017
		KR 20170041795 A	17-04-2017
		US 2017225678 A1	10-08-2017
		WO 2016020342 A1	11-02-2016
US 2016116590 A1	28-04-2016	JP 2016080647 A	16-05-2016
		US 2016116590 A1	28-04-2016