(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
23. September 2021 (23.09.2021)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/185722 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
E05F 15/40 (2015.01) *G01S 15/87* (2006.01)
G01S 15/06 (2006.01) *E05F 15/73* (2015.01)
G01S 15/88 (2006.01) *G01S 7/52* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/056460

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. März 2021 (15.03.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 107 293.7
17. März 2020 (17.03.2020) DE

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

(72) Erfinder: **POEPPERL, Maximilian**; c/o Valeo Schalter und Sensoren GmbH Hummendorfer Str. 76, 96317 Kronach Neuses (DE). **GULAGUNDI, Raghavendra**; c/o Valeo Schalter und Sensoren GmbH Hummendorfer Str. 76, 96317 Kronach Neuses (DE). **SOMMER, Niko**; c/o Valeo Schalter und Sensoren GmbH Hummendorfer Str. 76, 96317 Kronach Neuses (DE). **SCHOLZ, Niko, Moritz**; c/o Valeo Schalter und Sensoren GmbH Hummendorfer Str. 76, 96317 Kronach Neuses (DE).

(74) Anwalt: **VALEO SCHALTER UND SENSOREN GMBH**; ENGE, Sebastian, Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).

(54) **Title:** METHOD FOR MONITORING A PIVOTING REGION OF A DOOR DURING A PIVOTING PROCESS, COMPUTER PROGRAM PRODUCT, COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM, AND PIVOTING REGION MONITORING SYSTEM

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM ÜBERWACHEN EINES SCHWENKBEREICHS EINER TÜR WÄHREND EINES SCHWENKVORGANGS, COMPUTERPROGRAMMPRODUKT, COMPUTERLESBARES SPEICHERMEDIUM SOWIE SCHWENKBEREICHSÜBERWACHUNGSSYSTEM

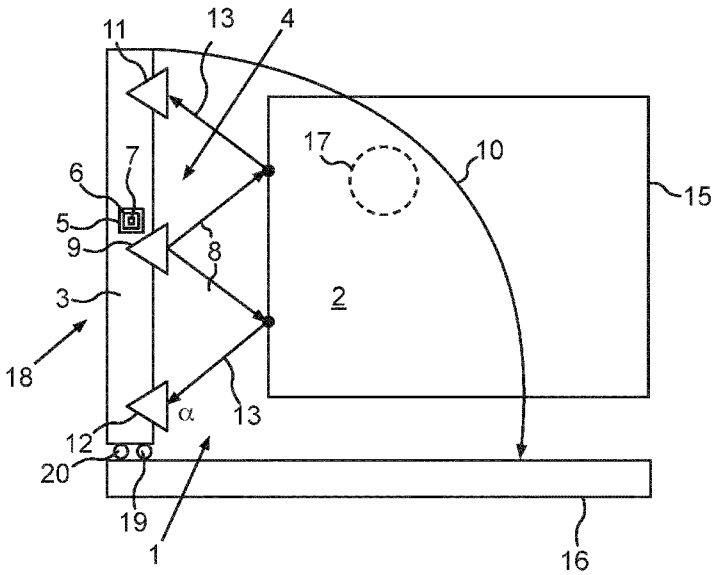


Fig.1

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for monitoring a pivoting region (2) of a door (3), wherein the pivoting region (2) is detected by means of an ultrasonic sensor device (4) arranged on the door (3). A pivoting region map (14) of the pivoting region (2) is generated by means of an electronic computing device (5) by analyzing the emitted ultrasonic signal (8) and the received ultrasonic signal (13), wherein at least one static object (15, 16) in the pivoting region (2) which is not relevant to the pivoting process (10) is detected in the pivoting region map (2), and only additional objects (17) in the pivoting region (2) which are not taken into consideration

WO 2021/185722 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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)*

in the pivoting region map (14) with the non-relevant static objects (15, 16) are detected in the pivoting region map (14) during a future pivoting process (10) of the door (3) on the basis of a comparison of the stored pivoting region map (14) with the non-relevant static object (15, 16) and on the basis of an analysis of the future pivoting region (10), The invention additionally relates to a computer program product, a computer-readable storage medium, and a pivoting region monitoring system (1).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen eines Schwenkbereichs (2) einer Tür (3), bei welchem mittels einer an der Tür (3) angeordneten Ultraschallsensoreinrichtung (4) der Schwenkbereich (2) erfasst wird, wobei mittels einer elektronischen Recheneinrichtung (5) durch Auswerten des ausgesendeten Ultraschallsignals (8) und des empfangenen Ultraschallsignals (13) eine Schwenkbereichskarte (14) des Schwenkbereichs (2) erzeugt wird, wobei in der Schwenkbereichskarte (2) zumindest ein für den Schwenkvorgang (10) nicht-relevantes statisches Objekt (15, 16) im Schwenkbereich (2) erkannt wird und die Schwenkbereichskarte (14) bei einem zukünftigen Schwenkvorgang (10) der Tür (3) in Abhängigkeit von einem Vergleich auf Basis der abgespeicherten Schwenkbereichskarte (14) mit dem nicht-relevanten statischen Objekt (15, 16) und einer Auswertung des zukünftigen Schwenkbereichs (10) nur weitere Objekte (17) im Schwenkbereich (2) erkannt werden, welche in der Schwenkbereichskarte (14) mit dem nicht-relevanten statischen Objekt (15, 16) unberücksichtigt sind. Ferner betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt, ein computerlesbares Speichermedium sowie ein Schwenkbereichsüberwachungssystem (1).

Verfahren zum Überwachen eines Schwenkbereichs einer Tür während eines Schwenkvorgangs, Computerprogrammprodukt, computerlesbares Speichermedium sowie Schwenkbereichsüberwachungssystem

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen eines Schwenkbereichs einer Tür mittels eines Schwenkbereichsüberwachungssystems, bei welchem mittels einer an der Tür angeordneten Ultraschallsensoreinrichtung des Schwenkbereichsüberwachungssystems der Schwenkbereich der Tür erfasst wird, wobei zum Erfassen des Schwenkbereichs mittels der Ultraschallsensoreinrichtung zumindest ein Ultraschallsignal mittels einer Sendeeinrichtung der Ultraschallsensoreinrichtung während eines Schwenkvorgangs der Tür ausgesendet wird und mittels einer Empfangseinrichtung der Ultraschallsensoreinrichtung das zumindest eine im Schwenkbereich reflektierte Ultraschallsignal empfangen wird, wobei mittels einer elektronischen Recheneinrichtung durch Auswerten des ausgesendeten Ultraschallsignals und des empfangenen Ultraschallsignals eine Schwenkbereichskarte des Schwenkbereichs erzeugt wird. Ferner betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt, ein computerlesbares Speichermedium sowie ein Schwenkbereichsüberwachungssystem.

Es ist bereits bekannt, dass zum automatischen Öffnen von Türen heutzutage Radarsensoren eingesetzt werden. Dabei werden insbesondere Doppler-Radare verwendet, um im Schwenkbereich befindliche Objekte oder Personen zu detektieren und entsprechend das Öffnen der Tür auszulösen. Des Weiteren können auch Abstandsradare eingesetzt werden, um Objekte während des Öffnungsprozesses zu detektieren und gegebenenfalls die Tür anzuhalten, um einen Zusammenstoß, zum Beispiel mit einem Menschen oder einem anderen Objekt, zu verhindern. Da Radare meist in der Lage sind, sowohl Abstand als auch Geschwindigkeit zu messen, wird auch hier der Fokus der Objektdetektion auf dynamische Objekte gelegt, um Störungen der Tür durch statische Umgebungs-Objekte zu vermeiden. Diese Radare sind jedoch meistens sehr kostenintensiv und der Einsatz dieser Technologie ist sehr komplex.

Die DE 10 2007 030 084 A1 beschreibt ein Verfahren zur Steuerung eines Antriebs einer Tür, mit einem automatisch bewegbaren Flügel und mit einem Sensor zur Erfassung von Daten über die Anwesenheit von Personen und Gegenständen in einem Bereich der

Türumgebung, wobei die Daten zum Auslösen einer Änderung des Bewegungszustands des Flügels mit in einem Speicher abgelegten Referenzdaten verglichen werden, wobei die vom Sensor erfassten Daten dann als neue Referenzdaten gespeichert werden, wenn diese über einen festgelegten Zeitraum unverändert bleiben, und wobei der Flügel der Tür nach Ablauf des festgelegten Zeitraums und nach Speichern der neuen Referenzdaten mit stark reduzierter Geschwindigkeit in seine Schließlage bewegt wird.

Des Weiteren betrifft die DE 10 2014 118 318 A1 ein Verfahren zum Erfassen eines Objekts in einem Öffnungsbereich einer ersten Tür eines Kraftfahrzeugs mittels zumindest eines ersten Abstandssensors in und/oder an der der ersten Tür angeordnet ist und einen Erfassungsbereich aufweist, bei welchem ein aktueller Öffnungswinkel der ersten Tür erfasst wird und der Erfassungsbereich in Abhängigkeit von dem erfassten Öffnungswinkel angepasst wird, wobei eine Zustandsgröße zumindest eines der ersten Tür verschiedenen Bauteils des Kraftfahrzeugs bestimmt wird, wobei die Zustandsgröße eine Position und/oder eine Betriebseinstellung des zumindest einen Bauteils beschreibt, und der Erfassungsbereich des zumindest einen ersten Abstandssensors zusätzlich in Abhängigkeit von der bestimmten Zustandsgröße angepasst wird.

Des Weiteren betrifft die DE 10 2012 014 939 A1 eine Kollisionsvermeidungsvorrichtung und ein Kollisionsvermeidungsverfahren, wobei vorgesehen ist, einen oder mehrere erste Umfeldsensoren, deren Messdaten eine Information über einen Abstand von Objekten im Umfeld des Fahrzeugs liefern, und eine Auswerte- und Fusionseinrichtung, die anhand der Messdaten des einen oder der mehreren ersten Umfeldsensoren eine Umfeldkarte des Fahrzeugs ermittelt, anhand welcher für einzelne Bereiche in dem Umfeld des Fahrzeugs Wahrscheinlichkeitsangaben für eine Existenz eines Objekts in diesem einzelnen Bereich ableitbar ist sowie eine Detektionseinrichtung, welche ausgebildet ist, Steuer- und/oder Warninformationen für eine kollisionsfreie prädizierte Bewegung einer Fahrzeugkomponente anhand der Umfeldkarte zu ermitteln und bereitzustellen, wobei die Kollisionsfreiheit der prädizierten Bewegung von der Existenzwahrscheinlichkeit eines Objekts in dem mindestens einen ausgezeichneten Bereich abhängig ist, wobei mindestens ein zweiter Umfeldsensor mit der Auswerte- und Fusionseinrichtung gekoppelt ist, welche ausgebildet ist, bei einem Stillstand des Fahrzeugs eine Bewegung des Objekts relativ zu dem Fahrzeug zumindest in einem Gebiet des Umfelds des Fahrzeugs zu erfassen, welches den mindestens einen ausgezeichneten Bereich umfasst, und die Auswerte- und Fusionseinrichtung ausgebildet ist, die Umfeldkarte bei einer erkannten Bewegung in dem einen Gebiet so zu verändern, dass zumindest die aus

der Umfeldkarte für den mindestens einen ausgezeichneten Bereich ableitbar Wahrscheinlichkeit verändert wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren, ein Computerprogramm, ein computerlesbares Speichermedium sowie ein Schwenkbereichsüberwachungssystem zu schaffen, mittels welchem eine Schwenkbewegung der Tür zuverlässig überwacht werden kann.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren, ein Computerprogrammprodukt, ein computerlesbares Speichermedium sowie ein Schwenkbereichsüberwachungssystem gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungsformen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Ein Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen eines Schwenkbereichs einer Tür mittels eines Schwenkbereichsüberwachungssystems, bei welchem mittels einer an der Tür angeordneten Ultraschallsensoreinrichtung des Schwenkbereichsüberwachungssystems der Schwenkbereich der Tür erfasst wird, wobei zum Erfassen des Schwenkbereichs mittels der Ultraschallsensoreinrichtung zumindest ein Ultraschallsignal mittels einer Sendeeinrichtung der Ultraschallsensoreinrichtung während eines Schwenkvorgangs der Tür ausgesendet wird und mittels einer Empfangseinrichtung der Ultraschallsensoreinrichtung das zumindest eine im Schwenkbereich reflektierte Ultraschallsignal empfangen wird, wobei mittels einer elektronischen Recheneinrichtung durch Auswerten des ausgesendeten Ultraschallsignals und des empfangenen Ultraschallsignals eine Schwenkbereichskarte des Schwenkbereichs erzeugt wird.

Es ist vorgesehen, dass in der Schwenkbereichskarte zumindest ein für den Schwenkvorgang nicht-relevantes statisches Objekt im Schwenkbereich erkannt wird und die Schwenkbereichskarte mit dem nicht-relevanten statischen Objekt in einer Speichereinrichtung des Schwenkbereichsüberwachungssystems abgespeichert wird und bei einem zukünftigen Schwenkvorgang der Tür in Abhängigkeit von einem Vergleich auf Basis der abgespeicherten Schwenkbereichskarte mit dem nicht-relevanten statischen Objekt und einer Auswertung des zukünftigen Schwenkbereichs mittels der elektronischen Recheneinrichtung nur weitere Objekte im Schwenkbereich erkannt werden, welche in der Schwenkbereichskarte mit dem nicht-relevanten statischen Objekt unberücksichtigt sind.

Dadurch ist es ermöglicht, dass bei einem Schwenkvorgang der Tür der Schwenkbereich zuverlässig überwacht werden kann. Insbesondere können neue Objekte, welche dem weiteren Objekt entsprechen, zuverlässig erfasst werden und beispielsweise ein Schwenkvorgang der Tür unterbrochen werden.

Insbesondere ist es ermöglicht, dass kosteneffiziente Ultraschallsysteme an der Tür genutzt werden können, um die Überwachung des Schwenkbereichs durchzuführen. Insbesondere können sogenannte Stör-Objekte gezielt erfasst werden und erkannt werden. Statische Objekte, welche beispielsweise dauerhaft im Bereich der Tür, insbesondere im Schwenkbereich, vorhanden sind, wie beispielsweise ein Teppich, wobei der Teppich das Verschwenken der Tür nicht beeinträchtigt und somit ein nicht-relevantes statisches Objekt darstellt, können dabei unterdrückt werden, sodass ein Türöffnen auch dann möglich ist, wenn Echos von dem nicht-relevanten Objekt im Öffnungsbereich der Tür reflektiert werden.

Mit anderen Worten werden statische Objekte, insbesondere das nicht-relevante statische Objekt, die das Öffnen beziehungsweise Schließen der Tür nicht behindern und deren Echos, also die reflektierten Ultraschallsignale, nicht bereits durch eine Schwellwertkurve unterdrückt wurden, während der Kalibrierung der Tür in einer zweidimensionalen Punktwolke der Umgebung abgespeichert, mit der bei späteren Öffnungs- beziehungsweise Schließvorgängen berechnete Reflexionspunkte in Echtzeit verglichen werden können. Für die Kalibrierung wird die Umgebung bereitgestellt, in der sich die Tür öffnen kann. Im Vorfeld der Kartenerzeugung findet bereits eine manuelle oder automatisierte Kalibrierung der Schwellwertkurve statt, sodass kleine Echos, wie zum Beispiel Bodenreflexionen, unterdrückt werden. Nun wird ein automatischer Öffnungsvorgang der Tür eingeleitet. Hierbei interessieren insbesondere lediglich die Messungen aus den in den Öffnungsrichtungen ausgerichteten Sensoren an der Außenseite der Tür. Aus dem aktuellen Öffnungswinkel der Tür und den Zeitstempeln der Echos der Ultraschallsensoren wird für jedes Sensorpaar aus einem aktiven und einem passiven Ultraschallsensor unter Voraussetzung der Plausibilität der Messung eine zweidimensionale Position, insbesondere eine sogenannte Pseudoposition, des Reflexionspunktes berechnet und abgespeichert. Ist der Öffnungsvorgang abgeschlossen, wird die erzeugte Karte in der elektronischen Recheneinrichtung hinterlegt und weiterverarbeitet. In der Folge wird die gleiche Prozedur mit den rückwärtigen Ultraschallsensoren für einen Schließvorgang wiederholt. So wird jeweils eine Schwenkbereichskarte des Türschwenkbereichs und der näheren Umgebung für die vorderen Ultraschallsensoren und eine für die rückwärtigen Ultraschallsensoren erzeugt.

Bei einem späteren Öffnungs- beziehungsweise Schließvorgang kann die jeweilige Schwenkbereichskarte dann herangezogen werden, um die während der Bewegung berechneten Reflexionspunkte mit den abgespeicherten Punkten zu vergleichen und so zusätzliche Objekte oder Hindernisse im Weg der Tür von unproblematischen statischen Objekten zu unterscheiden und die Tür rechtzeitig anzuhalten, sollte ein Hindernis vorliegen.

Mit nochmals anderen Worten ist vorgeschlagen, dass ein detektiertes Objekt derart bestimmt wird, ob es sich dabei um ein unproblematisches Objekt oder nicht handelt. Dazu werden in der Kalibrierungsphase während des Öffnens und Schließens ermittelte Objekte in der Schwenkbereichsumgebungskarte, welche insbesondere eine zweidimensionale Karte darstellt, eingetragen. Aus diesen Daten wird dann eine Wahrscheinlichkeitskarte bestimmt, die angibt, ob ein später detektiertes Objekt bei der Kalibrierung schon vorhanden war, und damit unproblematisch ist.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltungsform wird die Ultraschallsensoreinrichtung mit zumindest zwei separaten und positionsverschiedenen Ultraschallsensoren bereitgestellt, wobei mittels zumindest eines ersten Ultraschallsensors der zumindest zwei Ultraschallsensoren das Ultraschallsignal ausgesendet wird und zumindest mittels eines zweiten Ultraschallsensors der zumindest zwei Ultraschallsensoren das ausgesendete und reflektierte Ultraschallsignal empfangen wird. Insbesondere bilden die zwei Ultraschallsensoren dann ein sogenanntes Ultraschallsensorpaar. Der erste Ultraschallsensor kann dabei als aktiver Ultraschallsensor bezeichnet werden und der zweite Ultraschallsensor kann als passiver Ultraschallsensor bezeichnet werden. Die beiden Ultraschallsensoren sind beispielsweise entlang einer Längsachse der Tür positionsverschieden angeordnet. Beispielsweise kann der erste Ultraschallsensor in einem vorderen Bereich der Tür in der Längsrichtung betrachtet und der zweite Ultraschallsensor kann in einem hinteren Bereich der Tür in der Längsrichtung betrachtete angeordnet sein. Ebenfalls kann eine mittige Anordnung von zumindest einem der Ultraschallsensoren realisiert sein. Unter hinterem Bereich ist vorliegend insbesondere im Bereich des Drehpunkts anzusehen während der vordere Bereich einen radial größeren Abstand aufweist. Insbesondere kann das ausgesendete Ultraschallsignal lediglich vom ersten Ultraschallsensor ausgesendet werden, aber sowohl vom ersten Ultraschallsensor empfangen als auch vom zweiten Ultraschallsensor empfangen werden. Insbesondere kann dadurch eine Vielzahl von Reflexionspunkten erzeugt werden, sodass eine präzise Erfassung des Schwenkbereichs ermöglicht ist.

Weiterhin vorteilhaft ist, wenn die Ultraschallsensoreinrichtung mit zumindest drei separate und positionsverschiedenen Ultraschallsensoren bereitgestellt wird, wobei mittels zumindest eines ersten Ultraschallsensors der zumindest drei Ultraschallsensoren das Ultraschallsignal ausgesendet wird und zumindest mittels eines zweiten Ultraschallsensors der zumindest drei Ultraschallsensoren und zumindest mittels eines dritten Ultraschallsensors der zumindest drei Ultraschallsensoren das ausgesendete und reflektierte Ultraschallsignal empfangen wird. Insbesondere sind somit an der Tür drei Ultraschallsensoren angeordnet. Ein erster Ultraschallsensor kann beispielsweise mittig der Tür angeordnet sein, ein zweiter Ultraschallsensor kann beispielsweise am beziehungsweise im Bereich des Schwenkpunkts der Tür angeordnet sein und ein dritter Ultraschallsensor kann beispielsweise an der radial betrachtet Außenseite der Tür angeordnet sein. Insbesondere sind somit die drei Ultraschallsensoren in Längsrichtung der Tür betrachtet positionsverschieden angeordnet. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass beispielsweise der erste Ultraschallsensor, insbesondere der mittlere Ultraschallsensor, das Ultraschallsignal aussendet und die zwei äußeren Ultraschallsensoren das Ultraschallsignal empfangen können. Insbesondere kann auch der mittlere Ultraschallsensor das ausgesendete Ultraschallsignal empfangen. Dadurch ist es ermöglicht, dass eine präzise Umgebungskarte, insbesondere eine präzise Schwenkbereichskarte, mittels der drei Ultraschallsensoren erzeugt werden kann. Die beiden äußeren Ultraschallsensoren sind insbesondere sogenannte passive Ultraschallsensoren, während der erste Ultraschallsensor insbesondere ein aktiver Ultraschallsensor ist.

Bevorzugt ist die Ultraschallsensoreinrichtung an einer Unterseite der Tür angeordnet. Insbesondere befindet sich die Ultraschallsensoreinrichtung in einem unteren Drittel der Tür.

Weiterhin vorteilhaft ist, wenn das Schwenkbereichsüberwachungssystem zumindest eine weitere Ultraschallsensoreinrichtung aufweist, wobei mittels der Ultraschallsensoreinrichtung ein Schwenkbereich während eines Öffnungsschwenkvorgangs überwacht wird und mittels der weiteren Ultraschallsensoreinrichtung ein Schwenkbereich während eines Schließschwenkvorgangs überwacht wird. Insbesondere kann die erste Ultraschallsensoreinrichtung derart ausgerichtet sein, dass diese während des Öffnungsvorgangs den vorderseitigen Schwenkbereich überwacht. Die weitere Ultraschallsensoreinrichtung kann an der Hinterseite der Tür angeordnet sein und den rückwärtigen Schwenkbereich überwachen. Somit können auf einfache Art und Weise

und bauteilreduziert sowohl der Öffnungsschwenkvorgang als auch der Schließschwenkvorgang überwacht werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltungsform wird mittels eines Öffnungswinkelsensors des Schwenkbereichsüberwachungssystems ein Öffnungswinkel der Tür erfasst und die Schwenkbereichskarte in Abhängigkeit von dem erfassten Öffnungswinkel erzeugt. Insbesondere kann bei unterschiedlichen Öffnungswinkeln ein Ultraschallsignal ausgesendet werden und das reflektierte Ultraschallsignal entsprechend ausgewertet werden. Dadurch ist es ermöglicht, dass bei den unterschiedlichen Öffnungswinkeln jeweils eine Reflexion erfasst werden kann, wobei die unterschiedlichen Reflexionen bei den unterschiedlichen Öffnungswinkeln dann wiederum zur Schwenkbereichskarte zusammengefasst werden können. Beispielsweise kann bei einem Gesamtöffnungswinkel von 90 Grad der Tür gradweise ein Ultraschallsignal ausgesendet werden und ein Ultraschallsignal erfasst werden, sodass eine detaillierte Erzeugung der Schwenkbereichskarte realisiert werden kann.

Ferner hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn eine in der Speichereinrichtung abgespeicherte Schwellwertkurve zum Erfassen von Objekten bei der Erzeugung der Schwenkbereichskarte mittels der elektronischen Recheneinrichtung berücksichtigt wird. Insbesondere kann dann in einem ersten Schritt eine automatische Kalibrierung der Schwellwertkurve im geschlossenen Zustand durchgeführt werden. Im nächsten Schritt kann für verschiedene Öffnungswinkel der Tür ebenfalls eine automatische Kalibrierung der Schwellwertkurve durchgeführt werden. Zwischen den definierten Winkelschritten bei der Kalibrierung kann später im einfachsten Fall interpoliert werden. So erhält man für jeden Öffnungswinkel eine eigene Schwellwertkurve. Diese Kurven können prinzipiell in der elektronischen Recheneinrichtung hinterlegt werden und entsprechend dem aktuellen Öffnungswinkel dem Ultraschallsensor selbst übergeben werden. Eventuelle Übertragungs- und Einstellzeiten an den Ultraschallsensor können durch den bekannten Verlauf des Öffnungswinkels bereits beim Einstellen der Schwellwerte berücksichtigt werden. Auf diese Art und Weise kann für den kompletten Öffnungsvorgang durch Anpassung der Schwellen eine Unterdrückung von nicht-relevanten Objekten durchgeführt werden. Sollte das Objekt später entfernt werden, treten typischerweise keine Störungen der Funktion auf, da in diesem Fall lediglich Echos entfernt werden und keine neuen hinzukommen.

Weiterhin vorteilhaft ist, wenn der Schwenkvorgang der Tür mittels einer Stelleinrichtung an der Tür durchgeführt wird, sodass ein automatischer Schwenkvorgang der Tür

durchgeführt wird. Mit anderen Worten handelt es sich bei der Tür insbesondere um eine Automatiktür. Die Tür ist insbesondere zum Einsatz in Gebäuden oder an Gebäuden ausgebildet. Alternativ oder ergänzend kann die Tür auch an einem Kraftfahrzeug angeordnet sein. Die vorgestellte Auflistung ist rein beispielhaft zu sehen und keinesfalls abschließend. Es sind somit weitere Einsatzmöglichkeiten der Tür möglich.

Ferner hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn bei einem erkannten weiteren Objekt im Schwenkbereich ein Warnsignal mittels der elektronischen Recheneinrichtung erzeugt wird und/oder ein Steuersignal mittels der elektronischen Recheneinrichtung erzeugt wird, sodass der Schwenkvorgang der Tür unterbrochen wird. Beispielsweise sollte sich als weiteres Objekt eine Person im Schwenkbereich befinden, so kann mittels des Warnsignals diese Person gewarnt werden, dass ein Öffnungs- beziehungsweise Schließvorgang der Tür durchgeführt wird. Ferner kann ein Steuersignal für die Tür erzeugt werden, sodass der Schwenkvorgang der Tür unterbrochen wird, sodass es zu keinen Verletzungen oder Beeinträchtigungen des Objekts kommen kann. Alternativ oder ergänzend kann der Schwenkvorgang verlangsamt werden, sodass ein Verletzungsrisiko minimiert ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltungsform wird auf Basis der Schwenkbereichskarte eine Schätzfunktion erzeugt, wobei durch Vergleich der Schätzfunktion mit der Auswertung des zukünftigen Schwenkvorgangs bestimmt wird, ob ein weiteres Objekt im Schwenkbereich vorhanden ist. Insbesondere ist somit vorgesehen, dass die Schwenkbereichskarte eine Schätzfunktion darstellen kann, deren Wertebereich beispielsweise von 0 bis 1 der geschätzten Wahrscheinlichkeit entspricht, mit der ein an dieser Position befindlicher Reflexionspunkt von einem bereits bei der Kalibrierung vorhandenen, unproblematischen, statischen Objekt stammt. Für die Kalibrierung ist insbesondere vorgesehen, dass die Tür geöffnet werden kann. Im Vorfeld der Kartenerzeugung kann dabei eine Schwellwertkurve bereits berücksichtigt worden sein, sodass kleine Echos, wie zum Beispiel Bodenreflexionen, unterdrückt werden. Anschließend daran wird für je einen Öffnungs- beziehungsweise Schließvorgang eine zweidimensionale Punktwolke generiert. Diese Schätzfunktion kann dann insbesondere innerhalb der Speichereinrichtung abgespeichert werden. Die Schätzfunktion schätzt dabei Wahrscheinlichkeiten ab, mit der ein Punkt zu einem statischen Objekt gehört, das bereits bei der Kalibrierung vorhanden war. Bei einem späteren Öffnungs- beziehungsweise Schließvorgang kann die jeweilige Schätzfunktion herangezogen werden, um die während der Bewegung berechneten Reflexionspunkte mit dieser zu vergleichen und so zusätzliche Objekte oder Hindernisse im Weg der Tür von

unproblematischen statischen Objekten zu unterscheiden und die Tür rechtzeitig anzuhalten, sollte ein Hindernis vorliegen. Insbesondere kann mithilfe dieser Ausgestaltungsform eine Unterdrückung von Stör-Objekten vorgenommen werden, die sich nicht durch ein Anpassen von Schwellwertkurven entfernen lassen. Ein Türöffnen ist auch dann möglich, wenn starke Echos von nicht-relevanten Objekten im Türschwenkbereich reflektiert werden. Durch die Umwandlung einer Punktwolke in eine zweidimensionale Schätzfunktion wird eine einfache und in Echtzeit realisierbare Überprüfung von Reflexionspunkten auf Relevanz für die Bewegung der Tür bereitgestellt. Die vorgeschlagene Funktion ist somit Grundlage für den Einsatz von insbesondere günstigen und einfach herstellbaren Ultraschallsensoren in Türöffnungssystemen.

Ferner hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn zur Erzeugung der Schätzfunktion aus der Schwenkbereichskarte Reflexionspunkte der Schwenkbereichskarte in ein Histogramm eingetragen werden. Insbesondere werden somit auf Basis der Schwenkbereichskarte zur Weiterverarbeitung die Reflexionspunkte in ein zweidimensionales Histogramm eingetragen, mit x- und y-Position als Klassenmerkmale. Das Histogramm soll insbesondere den Türschwenkbereich und die nähere Umgebung der Tür abdecken. Dadurch ist es ermöglicht, dass auf Basis des Histogramms vereinfacht die Schätzfunktion erzeugt werden kann.

Weiterhin vorteilhaft ist, wenn benachbarte Reflexionspunkte im Histogramm zusammengefasst werden. Insbesondere ist die Klassenanzahl in jeder Richtung so zu wählen, dass benachbarte Reflexionspunkte möglichst zusammengefasst beziehungsweise geclustert werden, ohne dass die Auflösung der Karte zu gering wird. Dadurch kann vereinfacht die Schätzfunktion bereitgestellt werden, wobei weiterhin eine präzise Erzeugung der Schätzfunktion realisiert werden kann.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltungsform wird das Histogramm normiert und das normierte Histogramm wird mittels eines mathematischen Filters geglättet und zu einer zweidimensionalen Schätzfunktion verarbeitet. Insbesondere wird somit nach der Zusammenfassung der benachbarten Reflexionspunkte das Histogramm normiert und durch eine Applikation eines Filters, insbesondere eines mathematischen Filters, geglättet und durch weitere Schritte zu der zweidimensionalen Schätzfunktion verarbeitet, die insbesondere einen Wertebereich zwischen 0 und 1 hat. Die abgespeicherten Reflexionspunkte können verworfen werden und lediglich die Schätzfunktion abgespeichert werden. Dadurch ist es ermöglicht, dass weniger Daten, insbesondere die

Reflexionspunkte, abgespeichert werden müssen und dennoch eine zuverlässige Schätzfunktion bereitgestellt werden kann, mittels welcher der Schwenkbereich überwacht werden kann.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, welche in einem computerlesbaren Medium gespeichert sind, um das Verfahren zum Überwachen eines Schwenkbereichs nach dem vorhergehenden Aspekt durchzuführen, wenn das Computerprogrammprodukt auf einem Prozessor einer elektronischen Recheneinrichtung abgearbeitet wird.

Ein nochmals weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine elektronische Recheneinrichtung mit einem Computerprogrammprodukt nach dem vorhergehenden Aspekt.

Ein nochmals weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Schwenkbereichsüberwachungssystem zum Überwachen eines Schwenkbereichs einer Tür, mit zumindest einer Ultraschallsensoreinrichtung und mit einer elektronischen Recheneinrichtung, wobei das Schwenkbereichsüberwachungssystem zum Durchführen eines Verfahrens nach dem vorhergehenden Aspekt ausgebildet ist. Insbesondere wird das Verfahren mittels des Schwenkbereichsüberwachungssystems durchgeführt.

Vorteilhafte Ausgestaltungsformen des Verfahrens sind als vorteilhafte Ausgestaltungsformen des Computerprogrammprodukts, des computerlesbaren Speichermediums sowie des Schwenkbereichsüberwachungssystems anzusehen. Das Schwenkbereichsüberwachungssystem weist dazu gegenständliche Merkmale auf, welche eine Durchführung des Verfahrens oder eine vorteilhafte Ausgestaltungsform davon ermöglichen.

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 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 eine schematische Draufsicht auf eine Ausführungsform eines Schwenkbereichsüberwachungssystems;

Fig. 2 ein schematisches Diagramm von reflektierten Ultraschallsignalen;

Fig. 3 ein weiteres schematisches Diagramm von reflektierten Ultraschallsignalen;

Fig. 4 ein schematische Zeit-Amplitudendiagramm zur Erzeugung einer Schwellwertkurve;

Fig. 5 ein schematisches Histogramm zur Erzeugung einer Schätzfunktion;

Fig. 6 ein weiteres schematische Histogramm zur Erzeugung einer Schätzfunktion;

Fig. 7 ein schematisches Diagramm einer Schätzfunktion; und

Fig. 8 ein weiteres schematisches Diagramm einer Schätzfunktion.

In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt in einer schematischen Draufsicht eine Ausführungsform eines Schwenkbereichsüberwachungssystems 1 zum Überwachen eines Schwenkbereichs 2 einer Tür 3. Das Schwenkbereichsüberwachungssystem 1 weist eine Ultraschallsensoreinrichtung 4 sowie zumindest eine elektronische Recheneinrichtung 5 auf. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die elektronische Recheneinrichtung 5 eine Speichereinrichtung 6 aufweist, wobei auf der Speichereinrichtung 6 beispielsweise ein computerlesbares Speichermedium 7 ausgebildet sein kann.

Bei dem Verfahren zum Überwachen des Schwenkbereichs 2 der Tür 3 mittels des Schwenkbereichsüberwachungssystems 1 wird mittels der an der Tür 3 angeordneten Ultraschallsensoreinrichtung 4 des Schwenkbereichsüberwachungssystems 1 der Schwenkbereich 2 der Tür 3 erfasst, wobei zum Erfassen des Schwenkbereichs 2 mittels der Ultraschallsensoreinrichtung 4 zumindest ein Ultraschallsignal 8 mittels einer Sendeeinrichtung 9 der Ultraschallsensoreinrichtung 4 während eines Schwenkvorgangs 10 der Tür 3 ausgesendet wird und mittels einer Empfangseinrichtung 11, 12 der Ultraschallsensoreinrichtung 4 das zumindest eine im Schwenkbereich reflektierte Ultraschallsignal 13 empfangen wird, wobei mittels der elektronischen Recheneinrichtung 5 durch Auswerten des ausgesendeten Ultraschallsignals 8 und des empfangenen Ultraschallsignals 13 eine Schwenkbereichskarte 14 (Fig. 2) des Schwenkbereichs 2 erzeugt wird.

Es ist vorgesehen, dass in der Schwenkbereichskarte 14 zumindest ein für den Schwenkvorgang 10 nicht-relevantes statisches Objekt 15, 16 im Schwenkbereich 2 erkannt wird und die Schwenkbereichskarte 14 mit dem nicht-relevanten statischen Objekt 15, 16 in der Speichereinrichtung 6 des Schwenkbereichsüberwachungssystems 1 abgespeichert wird und bei einem zukünftigen Schwenkvorgang 10 der Tür 3 in Abhängigkeit von einem Vergleich auf Basis der abgespeicherten Schwenkbereichskarte 14 mit dem nicht-relevanten statischen Objekt 15, 16 und einer Auswertung des zukünftigen Schwenkbereichs 2 mittels der elektronischen Recheneinrichtung 5 nur weitere Objekte 17 im Schwenkbereich 2 erkannt werden, welche in der Schwenkbereichskarte 14 mit dem nicht-relevanten statischen Objekt 15, 16 unberücksichtigt sind.

Vorliegend ist das weitere Objekt 17 insbesondere gestrichelt dargestellt, da insbesondere in Fig. 1 ein sogenannter Kalibrierungsvorgang gezeigt ist, in welchem sich das weitere Objekt 17 nicht befindet.

Insbesondere zeigt die Fig. 1, dass die Ultraschallsensoreinrichtung 4 zumindest zwei separate und positionsverschiedene Ultraschallsensoren bereitstellt, wobei mittels zumindest eines ersten Ultraschallsensors, welcher vorliegend der Sendeeinrichtung 9 entspricht, der zumindest zwei Ultraschallsensoren das Ultraschallsignal 8 ausgesendet wird und zumindest mittels eines zweiten Ultraschallsensors, welcher vorliegend zumindest einer der Empfangseinrichtungen 11, 12 entspricht, das zumindest eine ausgesendete und reflektierte Ultraschallsignal 13 empfangen wird. Vorliegend, wie in der Fig. 1 gezeigt, weist die Ultraschallsensoreinrichtung 4 insbesondere zumindest drei separate positionsverschiedene Ultraschallsensoren auf, wobei mittels zumindest des ersten Ultraschallsensors, welches vorliegend der Empfangseinrichtung 9 entspricht, der zumindest drei Ultraschallsensoren das Ultraschallsignal 8 ausgesendet wird und zumindest mittels des zweiten Ultraschallsensors, welcher vorliegend einer ersten Empfangseinrichtung 11 entspricht, und mittels zumindest eines dritten Ultraschallsensors, welcher vorliegend einer zweiten Empfangseinrichtung 12 entspricht, das ausgesendete und reflektierte Ultraschallsignal 13 empfangen wird. Insbesondere kann somit zumindest ein Ultraschallsensorpaar bereitgestellt werden. Insbesondere ist beispielsweise der erste Ultraschallsensor als aktiver Ultraschallsensor ausgebildet, während die zwei weiteren Ultraschallsensoren als sogenannte passive Ultraschallsensoren ausgebildet sind. Mittels des aktiven Ultraschallsensors kann somit sowohl das Ultraschallsignal 8 ausgesendet werden als auch ein reflektiertes Ultraschallsignal 13 empfangen werden. Mittels der passiven Ultraschallsensoren kann lediglich ein reflektiertes Ultraschallsignal 13 empfangen werden.

Es kann ferner vorgesehen sein, dass das Schwenkbereichsüberwachungssystem 1 zumindest eine weitere Ultraschallsensoreinrichtung 18 aufweisen kann, wobei mittels der Ultraschallsensoreinrichtung 4 ein Schwenkbereich 2 während eines Öffnungsschwenkvorgangs überwacht wird und mittels der weiteren Ultraschallsensoreinrichtung 18 ein Schwenkbereich 2 während eines Schließschwenkvorgangs überwacht wird. Vorliegend ist die weitere Ultraschallsensoreinrichtung 18 lediglich schematisch als Pfeil dargestellt, und der Übersichtlichkeit halber nicht mit einzelnen Ultraschallsensoren ausgebildet.

Ferner kann vorgesehen sein, dass mittels eines Öffnungswinkelsensors 19 des Schwenkbereichsüberwachungssystems 1 ein Öffnungswinkel α der Tür 3 erfasst wird und die Schwenkbereichskarte 14 in Abhängigkeit von dem erfassten Öffnungswinkel α erzeugt wird. Ferner kann vorgesehen sein, dass der Schwenkvorgang 10 der Tür 3

mittels einer Stelleinrichtung 20 an der Tür 3 durchgeführt wird, sodass ein automatischer Schwenkvorgang 10 der Tür durchgeführt wird.

Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass bei einem erkannten weiteren Objekt 17 im Schwenkbereich 2 ein Warnsignal mittels der elektronischen Recheneinrichtung 5 erzeugt wird und/oder ein Steuersignal mittels der elektronischen Recheneinrichtung 5 erzeugt wird, sodass der Schwenkvorgang 10 der Tür 3 unterbrochen wird. Sollte beispielsweise die Tür als automatische Tür bereitgestellt werden, so kann beispielsweise ein Steuersignal an die Stelleinrichtung 20 übertragen werden, sodass der Schwenkvorgang 10 unterbrochen wird beziehungsweise zumindest verlangsamt wird.

Fig. 2 zeigt in einer schematischen Ansicht ein Diagramm für den Schwenkvorgang 10. Vor der Erstellung der Schwenkbereichskarte 14 wird insbesondere eine manuelle oder automatische Schwellwerteinstellung vorgenommen. Ist allerdings das Echo, also das reflektierte Ultraschallsignal 13, der Objekte höher als die Schwellwerteinstellung, bleiben Objekte weiterhin sichtbar für die Ultraschallsensoreinrichtung 4. Typischerweise ruft jedoch beispielsweise ein Teppich 15 ein Echo geringerer Amplitude hervor, sodass dieser durch die Schwellwerteinstellung unterdrückt werden kann. Für eine Wand 16 gilt dies nicht. Daher wird nun während eines Öffnungsvorgangs die Schwenkbereichskarte 14 erzeugt. Bei jeder Messung wird für jedes Sensorpaar aus aktiven und passiven Ultraschallsensoren aus der Ankunftszeit des jeweiligen ersten Echos in beiden Sensoren eine zweidimensionale Position, insbesondere eine sogenannte Pseudoposition, eines Reflexionspunktes 21 berechnet, sofern wenigstens je ein Echo vorhanden ist und die Kombination beider Echos einen Plausibilitätstest besteht. Um diese Position vom lokalen Koordinatensystem der Sensoren, welches insbesondere in Fig. 2 dargestellt ist, in ein globales Koordinatensystem zu überführen, welches insbesondere in Fig. 3 dargestellt ist, wird die Position nun um den Öffnungswinkel α der Tür 3 zum Zeitpunkt der Messung gedreht. Die Position der Echos wird dann abgespeichert, und das andere Sensorpaar, bei beispielsweise drei Sensoren ergeben sich zwei Paare, oder die nächste Messung analysiert. Die Fig. 2 zeigt insbesondere die Schwenkbereichskarte 14 mit der Wand 16 im lokalen Koordinatensystem. Die Fig. 3 zeigt insbesondere die Wand 16 im globalen Koordinatensystem. Für die Tür 3 befindet sich im geschlossenen Zustand bei x beispielsweise 0 Zentimeter parallel zur y-Achse von 0 Zentimeter bis y gleich 100 Zentimeter. Dies ist vorliegend als rein beispielhaft anzusehen.

Ist der Öffnungsvorgang abgeschlossen und alle Reflexionspunkte 21 eingetragen, wird die Punktwolke in der Speichereinrichtung 6 der elektronischen Recheneinrichtung 5

hinterlegt. Um auch für die rückwertigen Sensoren in der Tür 3 eine Punktwolke zu erzeugen, werden nun die Messungen dieser während eines Schließvorgangs auf die gleiche Weise analysiert. Die beiden so gewonnenen Punktwolken können dann hinterlegt oder weiterverarbeitet werden, um während eines späteren Öffnungs-/Schließvorgangs zum Vergleich mit neu berechneten Reflexionspunkten 21 herangezogen zu werden. Das ermöglicht ein Anhalten der Tür 3 bei Erkennung des weiteren Objekts 17 im Türschwenkbereich.

Fig. 4 zeigt ein schematisches Zeit-Amplitudendiagramm. Auf der Abszisse ist insbesondere die Zeit t in Mikrosekunden aufgetragen und auf der Ordinate ist insbesondere die Amplitude A aufgetragen. Dies ist rein beispielhaft anzusehen und dient lediglich der Veranschaulichung der Erfindung. Insbesondere zeigt die Fig. 4, dass in der Speichereinrichtung 6 eine Schwellwertkurve 22 abgespeichert werden kann, wobei die Schwellwertkurve 22 zum Erfassen von Objekten bei der Erzeugung der Schwenkbereichskarte 14 mittels der elektronischen Recheneinrichtung 5 berücksichtigt wird.

Insbesondere wird bei der Erzeugung der Schwellwertkurve 22 sowohl der Teppich 15 als auch die Wand 16 entsprechende Reflexionen hervorrufen. Sowohl der Teppich 15 als auch die Wand 16 sind Objekte, die für das Öffnen der Tür 3 allerdings nicht relevant sind. Die Wand 16 kann aufgrund des Endanschlags der Tür 3 einfach berücksichtigt werden. Über den Teppich 15 kann die Tür 3 tatsächlich darüberfahren. Um nun sowohl den Teppich 15 als auch die Wand 16 für die Ultraschall-Objekt-Detektion zu ignorieren, wird in dem gezeigten Zustand die Kalibrierung der Schwellwertkurve 22 der Ultraschallsensoreinrichtung 4 durchgeführt. Es ist insbesondere ein geschlossener Zustand gezeigt. Der Teppich 15 sowie die Wand 16 befinden sich also während der Kalibrierung bereits im Sichtfeld der Ultraschallsensoreinrichtung 4. Damit werden die Schwellen so hoch eingestellt, dass die nicht-relevanten Objekte 15, 16 ignoriert werden. Die Kalibrierung der Ultraschallsensoreinrichtung 4 wird bei verschiedenen Öffnungswinkeln α der Tür 3 wiederholt, um einen vollständigen Schwellwertsatz für das Öffnen der Tür 3 zu erhalten. Da sich je nach Öffnungswinkel α der Tür 3 die Objekte 15, 16 relativ an andere Positionen zu den einzelnen Ultraschallsensoren befinden. Dieses Beispielsignal für die Kalibriermessung ist in der Fig. 4 gezeigt. Dabei befindet sich ein Objekt bei dem hohen Amplitudenwert bei ungefähr 11 Mikrosekunden und das weitere Objekt 15, 16 bei dem Amplitudenwert bei beispielsweise 20 bis 25 Millisekunden. Die Schwellwerte sind in dieser Abbildung durch den Graph 23 gezeigt. Diese wurden

automatisch an das Signal angepasst, so wie dies auch während der Kalibrierung der Tür 3 erfolgen würde.

Fig. 5 zeigt eine schematische Ansicht eines Histogramms. Insbesondere wird das gezeigte Histogramm 23 aus der globalen Karte, wie sie in der Fig. 3 gezeigt ist, erzeugt. Insbesondere befindet sich die Tür 3 in dem geschlossenen Zustand bei x gleich 0 Zentimeter parallel zur y-Achse von y gleich 0 Zentimeter bis y gleich 100 Zentimeter und öffnet sich zur Wand 16 hin. Sind die Reflexionspunkte 21 in der Punktwolke eingetragen, muss diese verarbeitet werden, dazu werden die Punkte in das zweidimensionale Histogramm 23 eingetragen, mit x- und y-Positionen als Klassenmerkmale.

Insbesondere zeigt somit die Fig. 5, dass auf Basis der Schwenkbereichskarte 14 eine Schätzfunktion 24 (Fig. 7) erzeugt wird, wobei durch Vergleich der Schätzfunktion 24 mit der Auswertung des zukünftigen Schwenkvorgangs 10 bestimmt wird, ob das weitere Objekt 17 im Schwenkbereich 2 vorhanden ist. Insbesondere kann hierbei zur Erzeugung der Schätzfunktion 24 aus der Schwenkbereichskarte 14 Reflexionspunkte 21 der Schwenkbereichskarte 14 in das Histogramm 23 eingetragen werden.

Das Histogramm 23 soll dabei den Türschwenkbereich und die nähere Umgebung abdecken. Klassenzahl ist beispielsweise 60 in x- als auch in y-Richtung, was quadratische Bins mit Seitenlängen von beispielsweise 5 Zentimeter zur Folge hat. Das ist eine für diese Anwendung ausreichende Auflösung. Insbesondere ist in der Fig. 5 dieses Histogramm 23 für das Beispiel gemäß der Fig. 2 gezeigt. Im Anschluss daran wird das Histogramm 23, wie in der Fig. 6 gezeigt, auf eine binäre Karte 25 reduziert, Klassen, die in ein oder mehreren enthalten sind, bekommen den Wert 1 zugeschrieben, leere Klassen den Wert 0. Dies geschieht insbesondere, da sonst einzelne stark gefüllte Klassen die Schwenkbereichskarte 14 dominieren würden. Das binäre Histogramm 25 ist insbesondere somit in Fig. 6 gezeigt. Die Fig. 6 zeigt somit, dass benachbarte Reflexionspunkte im Histogramm 23 zusammengefasst werden.

Da allerdings durch zufällige Messfehler bei späteren Öffnungs-/Schließvorgängen die Reflexionspunkte 21 statischer Objekte 15, 16 auch von den bereits gemessenen Positionen abweichen können, muss die Karte durch Applikation eines beispielsweise mathematischen Filters vergrößert und geglättet werden. In diesem Beispiel erfolgt dies mit einem zweidimensionalen Gauß-Filter, wie dies insbesondere in der Fig. 7 dargestellt ist. Mit anderen Worten ist vorgesehen, dass das Histogramm 23 normiert wird und das

normierte Histogramm mittels des mathematischen Filters geglättet wird und zu einer zweidimensionalen Schätzfunktion 24 verarbeitet wird.

Die Fig. 8 zeigt insbesondere die Schätzfunktion 24, wobei insbesondere die Schätzfunktion 24 hier als zweidimensional dargestellt ist. Insbesondere wird somit nach dem mathematischen Filter gemäß Fig. 7 der Wertebereich der Schätzfunktion 24 so angepasst, dass er zwischen 0 und 1 liegt. Beispielsweise kann hierzu ein Tangens Hyperbolicus auf die mit einem Faktor skalierte Schätzfunktion 24 angewendet werden. Dadurch soll eine möglichst scharfe Kante vom Bereich mit hoher Wahrscheinlichkeit für ein statisches Objekt zu dem Bereich mit niedriger Wahrscheinlichkeit realisiert werden. Außerdem wird der abgedeckte Bereich erneut vergrößert. Die Fig. 8 zeigt insbesondere die finale Schätzfunktion 24. Die Punkte können im Anschluss verworfen werden und nur die Schätzfunktion 24 kann abgespeichert werden. Diese Schätzfunktion 24 soll die Wahrscheinlichkeit abschätzen, mit der ein Punkt zu einem statischen Objekt 15, 16 gehört, das bereits bei der Kalibrierung vorhanden war. Dazu wird während eines späteren Öffnungs-/Schließvorgangs berechneten Reflexionspunkt 21 der Wert der Schätzfunktion 24 dann diesem Punkt zugeordnet. Ist der Wert der Schätzfunktion 24 nahe bei 1, so ist der Reflexionspunkt 21 sehr wahrscheinlich Teil eines bekannten statischen Objekts 15, 16, ist der Wert eher Nahe 0, so handelt es sich wahrscheinlich um ein neues Objekt, insbesondere das weitere Objekt 17, oder um ein Hindernis, welches, wenn es im Türschwenkbereich liegt, je nach Abstand eine Verlangsamung der Tür oder einen kompletten Stopp der Öffnungs-/Schließbewegung erfordert.

Insgesamt zeigt die Erfindung eine Schwellwert-Kalibrierung zum Ausblenden von Objekten 15, 16 im Ultraschallsignal beim Öffnen von der Tür 3.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen eines Schwenkbereichs (2) einer Tür (3) mittels eines Schwenkbereichsüberwachungssystems (1), bei welchem mittels einer an der Tür (3) angeordneten Ultraschallsensoreinrichtung (4) des Schwenkbereichsüberwachungssystems (1) der Schwenkbereich (2) der Tür (3) erfasst wird, wobei zum Erfassen des Schwenkbereichs (2) mittels der Ultraschallsensoreinrichtung (4) zumindest ein Ultraschallsignal (8) mittels einer Sendeeinrichtung (9) der Ultraschallsensoreinrichtung (4) während eines Schwenkvorgangs (10) der Tür (3) ausgesendet wird und mittels einer Empfangseinrichtung (11, 12) der Ultraschallsensoreinrichtung (4) das zumindest eine im Schwenkbereich (10) reflektierte Ultraschallsignal (13) empfangen wird, wobei mittels einer elektronischen Recheneinrichtung (5) durch Auswerten des ausgesendeten Ultraschallsignals (8) und des empfangenen Ultraschallsignals (13) eine Schwenkbereichskarte (14) des Schwenkbereichs (2) erzeugt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
in der Schwenkbereichskarte (2) zumindest ein für den Schwenkvorgang (10) nicht-relevantes statisches Objekt (15, 16) im Schwenkbereich (2) erkannt wird und die Schwenkbereichskarte (14) mit dem nicht-relevanten statischen Objekt (15, 16) in einer Speichereinrichtung (6) des Schwenkbereichsüberwachungssystems (1) abgespeichert wird und bei einem zukünftigen Schwenkvorgang (10) der Tür (3) in Abhängigkeit von einem Vergleich auf Basis der abgespeicherten Schwenkbereichskarte (14) mit dem nicht-relevanten statischen Objekt (15, 16) und einer Auswertung des zukünftigen Schwenkbereichs (10) mittels der elektronischen Recheneinrichtung (5) nur weitere Objekte (17) im Schwenkbereich (2) erkannt werden, welche in der Schwenkbereichskarte (14) mit dem nicht-relevanten statischen Objekt (15, 16) unberücksichtigt sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Ultraschallsensoreinrichtung (4) mit zumindest zwei separaten und positionsverschiedenen Ultraschallsensoren bereitgestellt wird, wobei mittels zumindest eines ersten Ultraschallsensors der zumindest zwei Ultraschallsensoren das Ultraschallsignal (8) ausgesendet wird und zumindest mittels eines zweiten Ultraschallsensors der zumindest zwei Ultraschallsensoren das ausgesendete und reflektierte Ultraschallsignal (13) empfangen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Ultraschallsensoreinrichtung (4) mit zumindest drei separaten und positionsverschiedenen Ultraschallsensoren bereitgestellt wird, wobei mittels zumindest eines ersten Ultraschallsensors der zumindest drei Ultraschallsensoren das Ultraschallsignal (8) ausgesendet wird und zumindest mittels eines zweiten Ultraschallsensors der zumindest drei Ultraschallsensoren und zumindest mittels eines dritten Ultraschallsensors der zumindest drei Ultraschallsensoren das ausgesendete und reflektierte Ultraschallsignal (13) empfangen wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Schwenkbereichsüberwachungssystem (1) zumindest eine weitere Ultraschallsensoreinrichtung (18) aufweist, wobei mittels der Ultraschallsensoreinrichtung (4) ein Schwenkbereich (2) während eines Öffnungsschwenkvorgangs überwacht wird und mittels der weiteren Ultraschallsensoreinrichtung (18) ein Schwenkbereich (2) während eines Schließschwenkvorgangs überwacht wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
mittels eines Öffnungswinkelsensors (19) des Schwenkbereichsüberwachungssystem (1) ein Öffnungswinkel (α) der Tür (3) erfasst wird und die Schwenkbereichskarte (14) in Abhängigkeit von dem erfassten Öffnungswinkel (α) erzeugt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

eine in der Speichereinrichtung (6) abgespeicherte Schwellwertkurve (23) zum Erfassen von Objekten (15, 16, 18) bei der Erzeugung der Schwenkbereichskarte (14) mittels der elektronischen Recheneinrichtung (5) berücksichtigt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwenkvorgang (10) der Tür (3) mittels einer Stelleinrichtung (20) an der Tür (3) durchgeführt wird, so dass ein automatischer Schwenkvorgang (10) der Tür (3) durchgeführt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem erkannten weiteren Objekt (17) im Schwenkbereich (10) ein Warnsignal mittels der elektronischen Recheneinrichtung (5) erzeugt wird und/oder ein Steuersignal mittels der elektronischen Recheneinrichtung (5) erzeugt, so dass der Schwenkvorgang (10) der Tür (3) unterbrochen wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf Basis der Schwenkbereichskarte (14) eine Schätzfunktion (24) erzeugt wird, wobei durch Vergleich der Schätzfunktion (24) mit der Auswertung des zukünftigen Schwenkvorgangs (10) bestimmt wird, ob ein weiteres Objekt (17) im Schwenkbereich (10) vorhanden ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung der Schätzfunktion (24) aus der Schwenkbereichskarte (14) Reflexionspunkte (21) der Schwenkbereichskarte (14) in ein Histogramm (26) eingetragen werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass benachbarte Reflexionspunkte (21) im Histogramm (26) zusammengefasst werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet, dass
das Histogramm (26) normiert wird und das normierte Histogramm (26) mittels eines mathematischen Filters geglättet wird und zu einer zweidimensionalen Schätzfunktion (24) verarbeitet wird.

13. Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln mit Programmcodemitteln, welche in einem computerlesbaren Medium gespeichert sind, um das Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 12 durchzuführen, wenn das Computerprogrammprodukt auf einem Prozessor einer elektronischen Recheneinrichtung (5) abgearbeitet wird.

14. Computerlesbares Speichermedium (7) mit einem Computerprogrammprodukt nach Anspruch 13.

15. Schwenkbereichsüberwachungssystem (1) zum Überwachen eines Schwenkbereichs (2) einer Tür (3), mit zumindest einer Ultraschallsensoreinrichtung (4) und mit einer elektronischen Recheneinrichtung (5), wobei das Schwenkbereichsüberwachungssystem (1) zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 ausgebildet ist.

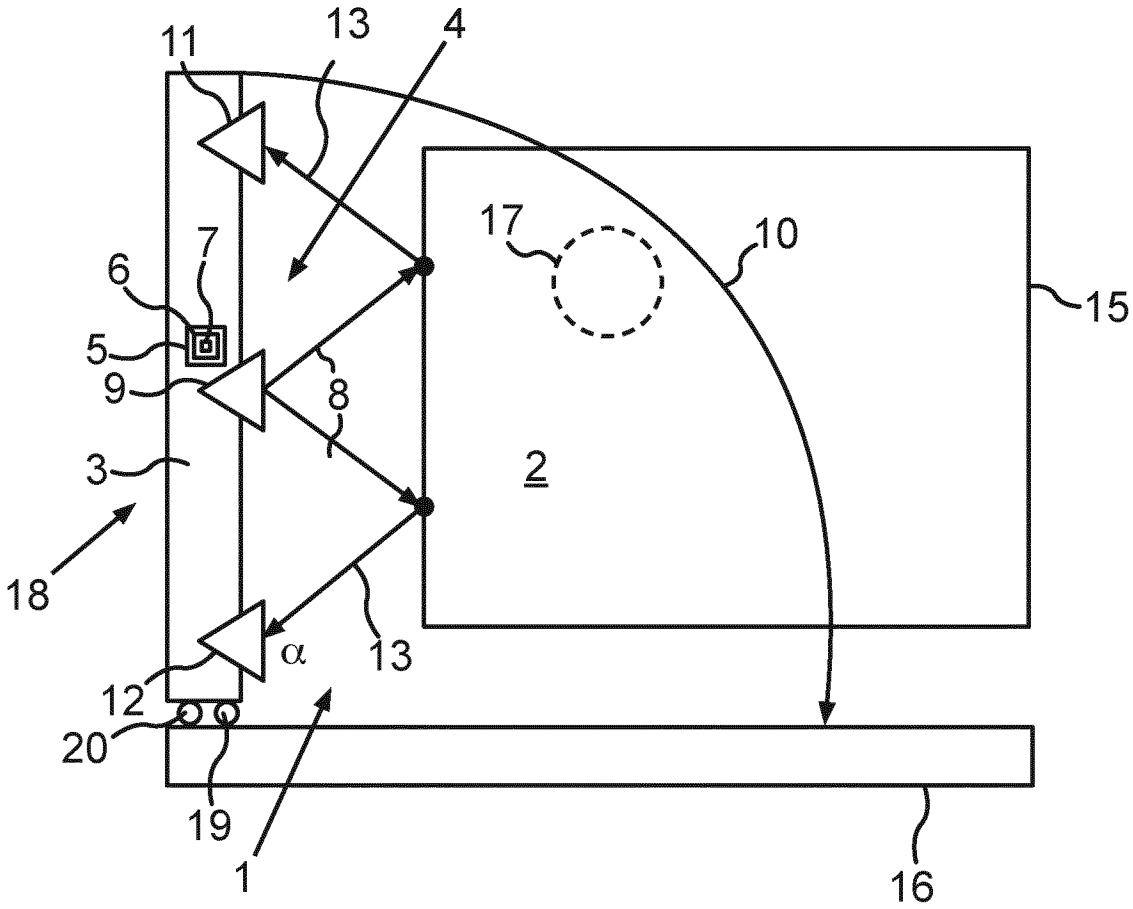


Fig.1

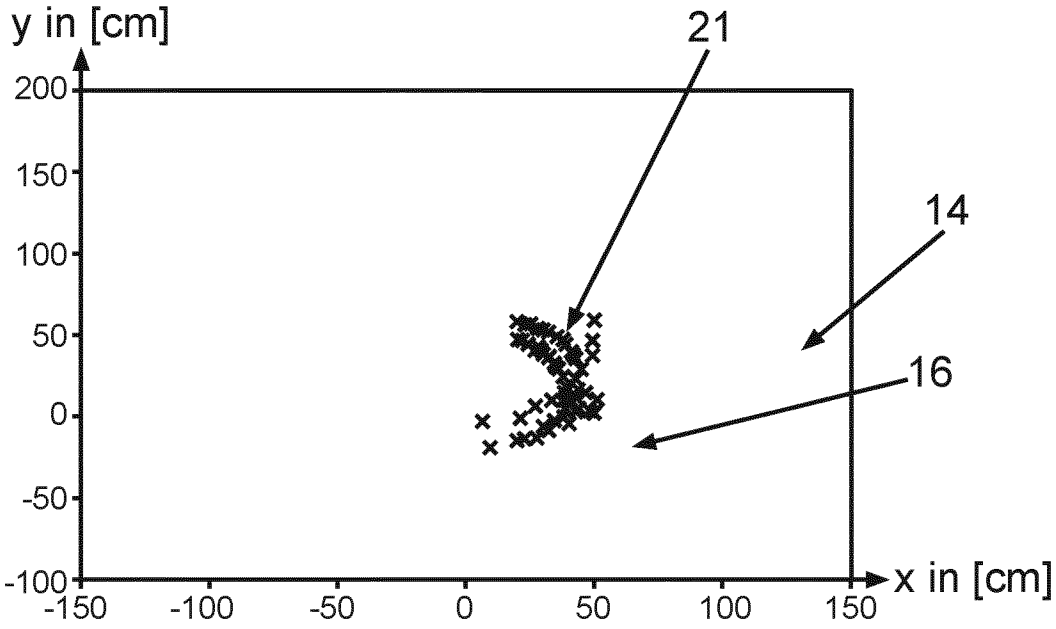

y in [cm]
200
150
100
50
0
-50
-100
-150
-100
-50
0
50
100
150
x in [cm]
21
14
16

Fig.2

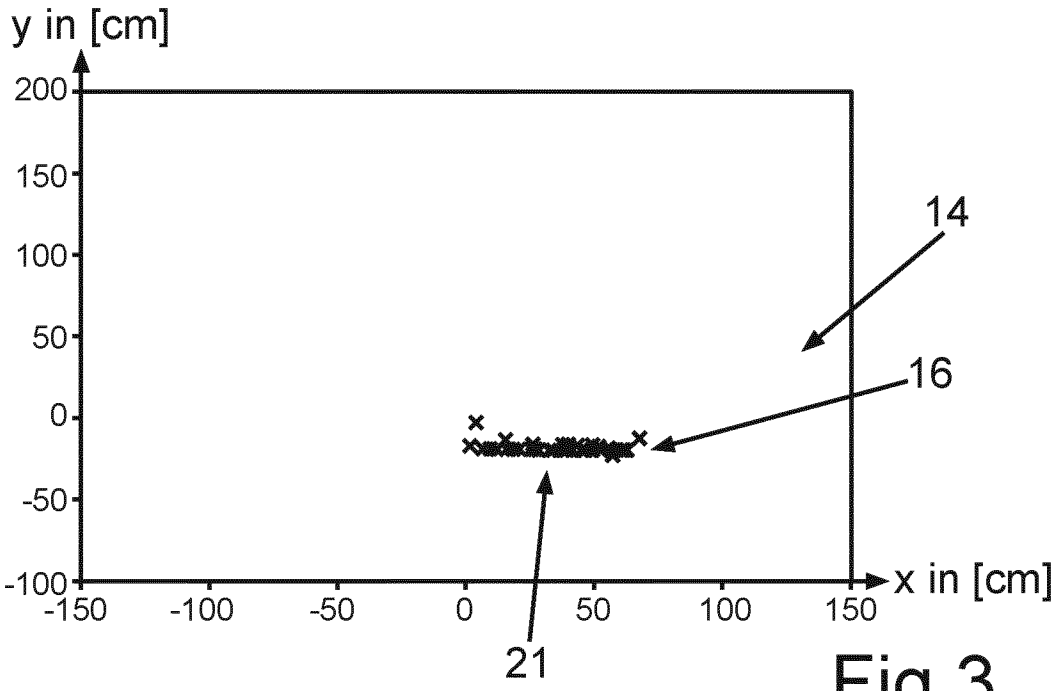

y in [cm]
200
150
100
50
0
-50
-100
-150
-100
-50
0
50
100
150
x in [cm]
14
16
21

Fig.3

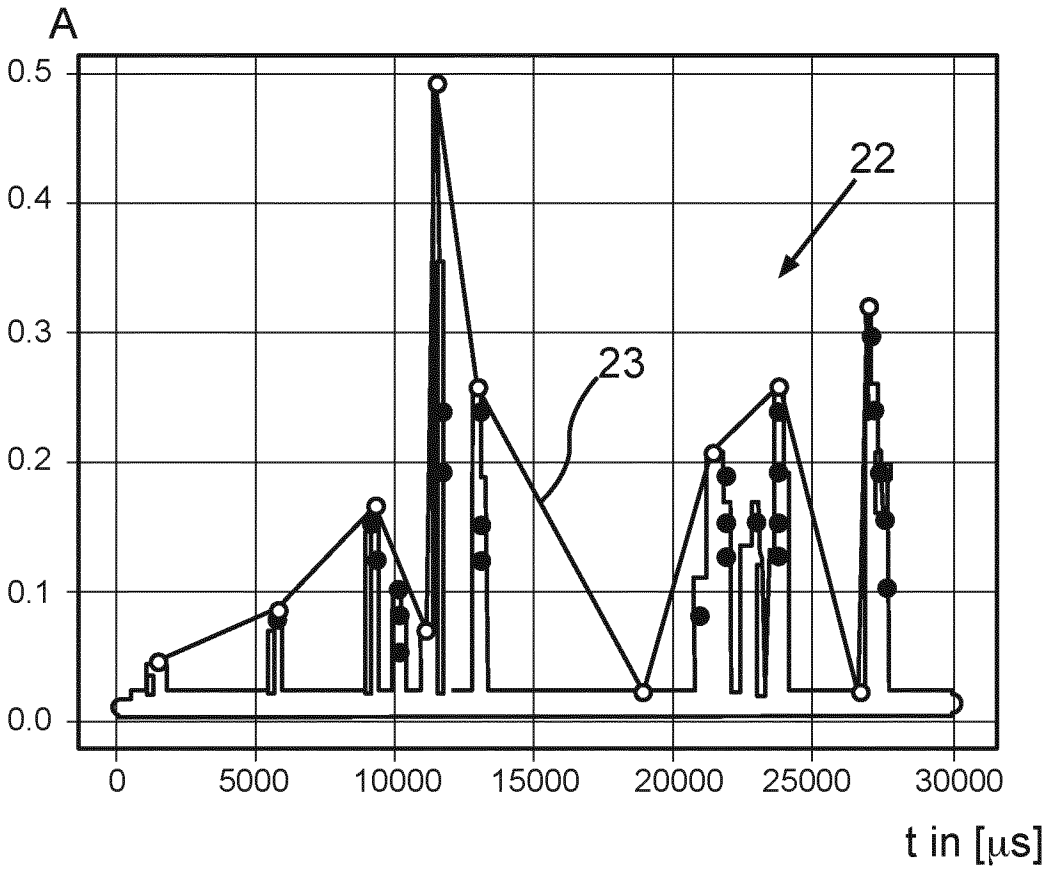

A
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0
5000
10000
15000
20000
25000
30000
t in [µs]
22
23

Fig.4

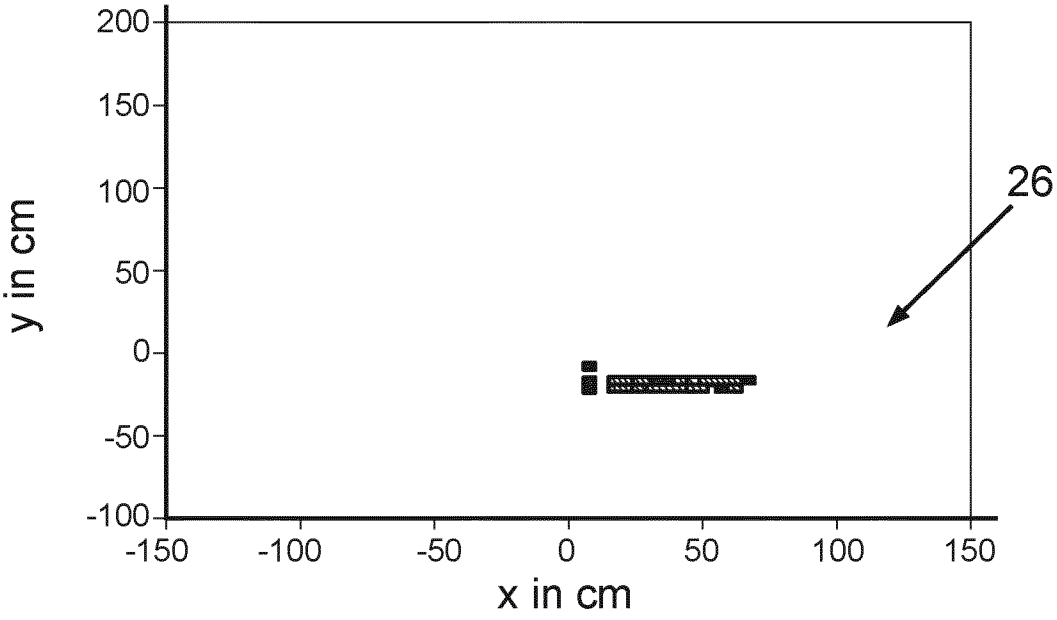

200
150
100
50
0
-50
-100
y in cm
-150
-100
-50
0
50
100
150
x in cm
26

Fig.5

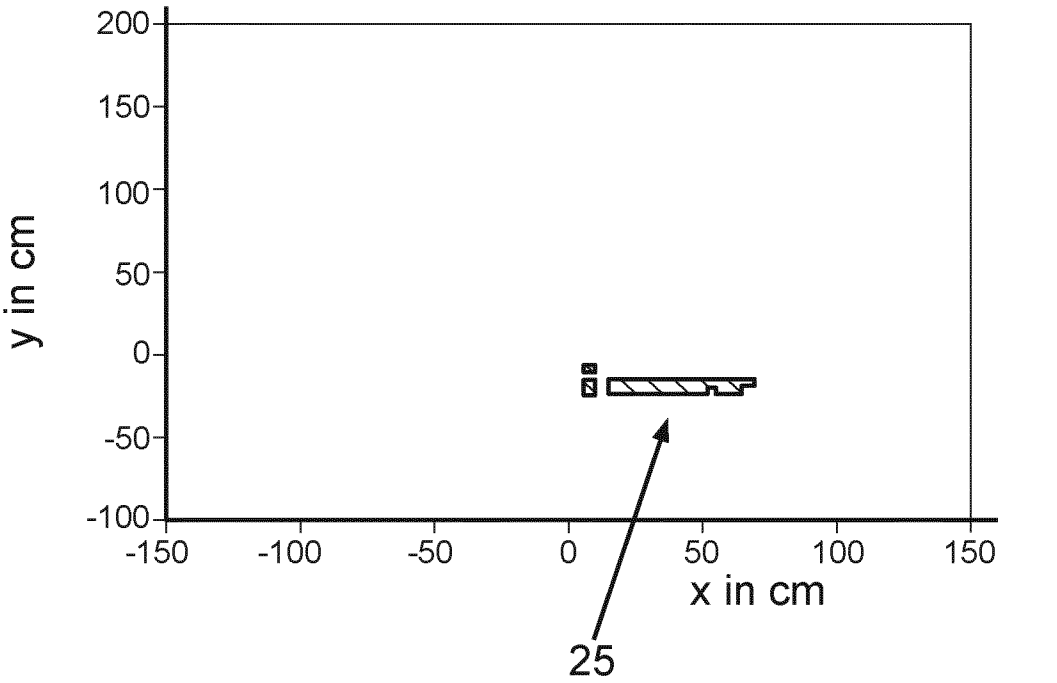

200
150
100
50
0
-50
-100
y in cm
-150
-100
-50
0
50
100
150
x in cm
25

Fig.6

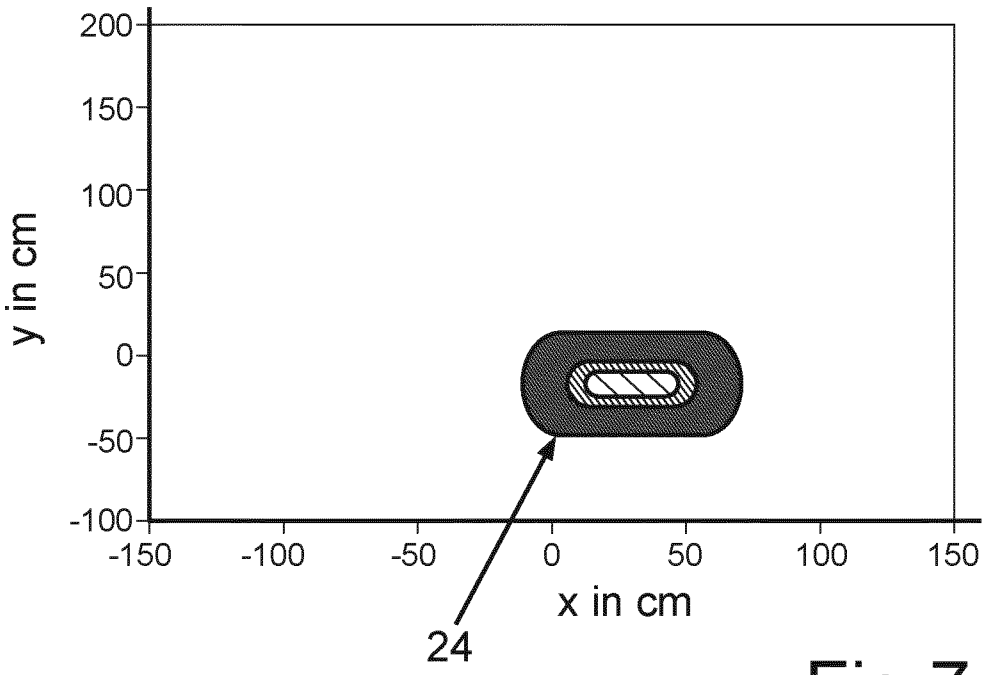

200
150
100
50
0
-50
-100
y in cm
-150
-100
-50
0
50
100
150
x in cm
24

Fig.7

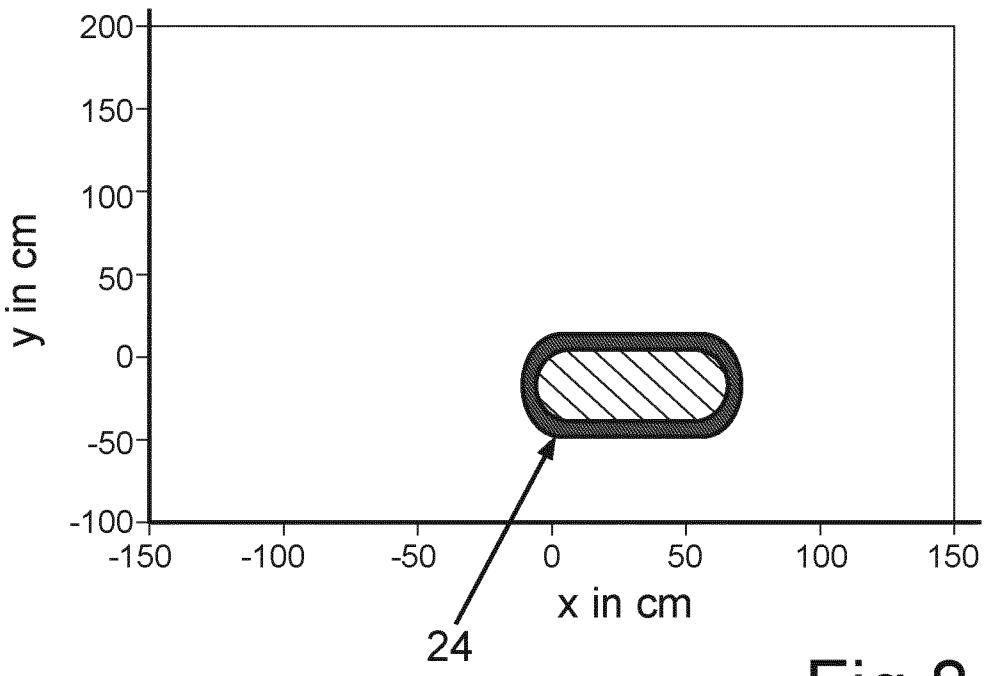

200
150
100
50
0
-50
-100
y in cm
-150
-100
-50
0
50
100
150
x in cm
24

Fig.8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2021/056460

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E05F 15/40(2015.01)i; ***G01S 15/06***(2006.01)i; ***G01S 15/88***(2006.01)i; ***G01S 15/87***(2006.01)i; ***E05F 15/73***(2015.01)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)

E05F; E05G; 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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2009105876 A1 (SENSOTECH INC [CA]; AGAM URI [CA]; MARCOVECCHIO PINO [CA]) 03 September 2009 (2009-09-03) figures 8A,16B abstract paragraphs [0049], [0113], [0137]	1-15
X	WO 8606498 A1 (XECUTEK CORP [US]) 06 November 1986 (1986-11-06) abstract page 2, line 14 - line 23 page 11, line 7 - line 15	1-15

☐ 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	Date of mailing of the international search report
10 June 2021	**18 June 2021**
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 **Alberga, Vito** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2021/056460

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2009105876 A1	03 September 2009	CA 2715757 A1	03 September 2009
		CN 102016640 A	13 April 2011
		EP 2250519 A1	17 November 2010
		US 2010319256 A1	23 December 2010
		WO 2009105876 A1	03 September 2009
WO 8606498 A1	06 November 1986	EP 0221134 A1	13 May 1987
		US 4779240 A	18 October 1988
		WO 8606498 A1	06 November 1986

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2021/056460

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. E05F15/40 G01S15/06 G01S15/88 G01S15/87 E05F15/73
G01S7/52
ADD.
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
E05F E05G 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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2009/105876 A1 (SENSOTECH INC [CA]; AGAM URI [CA]; MARCOVECCHIO PINO [CA]) 3. September 2009 (2009-09-03) Abbildungen 8A,16B Zusammenfassung Absätze [0049], [0113], [0137] -----	1-15
X	WO 86/06498 A1 (XECUTEK CORP [US]) 6. November 1986 (1986-11-06) Zusammenfassung Seite 2, Zeile 14 - Zeile 23 Seite 11, Zeile 7 - Zeile 15 -----	1-15

☐ 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
10. Juni 2021	18/06/2021

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Alberga, Vito

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2021/056460

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2009105876 A1	03-09-2009	CA 2715757 A1	03-09-2009
		CN 102016640 A	13-04-2011
		EP 2250519 A1	17-11-2010
		US 2010319256 A1	23-12-2010
		WO 2009105876 A1	03-09-2009
WO 8606498 A1	06-11-1986	EP 0221134 A1	13-05-1987
		US 4779240 A	18-10-1988
		WO 8606498 A1	06-11-1986