

(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
03. Dezember 2020 (03.12.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/239451 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01S 15/931 (2020.01) G01S 7/527 (2006.01)
G01S 7/534 (2006.01) G01S 7/536 (2006.01)
G01S 15/34 (2006.01) G01S 15/10 (2006.01)
G01S 15/58 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/063410

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Mai 2020 (14.05.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 114 201.6
28. Mai 2019 (28.05.2019) 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).

(74) Anwalt: ENGE, Sebastian; 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,

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING THE SPEED OF AN OBJECT USING AN ULTRASONIC SENSOR, BY DIVIDING A SENSOR SIGNAL INTO SUB-SIGNALS, COMPUTING DEVICE AND ULTRASONIC SENSOR DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BESTIMMEN EINER GESCHWINDIGKEIT EINES OBJEKTS MITTELS EINES ULTRASCHALLSENSORS DURCH EINTEILUNG EINES SENSORSIGNALS IN TEILSIGNALLE, RECHENEINRICHTUNG SOWIE ULTRASCHALLSENSORVORRICHTUNG

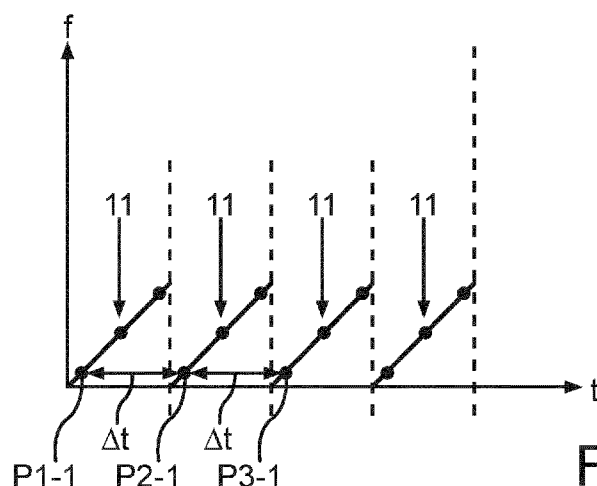


Fig.5

(57) Abstract: The invention relates to a method for determining the speed of an object (8) using an ultrasonic sensor (4), according to which the ultrasonic sensor (4) is controlled such that an ultrasonic signal is emitted as a chirp by the ultrasonic sensor (4), a sensor signal (10) is determined, said signal describing the ultrasonic signal that is reflected by the object (8) and received using the ultrasonic sensor (4), a Doppler shift between the emitted ultrasonic signal and the received signal is determined on the basis of the sensor signal (10) and the speed of the object (8) is determined on the basis of the Doppler shift, wherein: the sensor signal (10) is divided into a plurality of sub-signals (11), each of the sub-signals (11) describes a predefined frequency range (FB1-FB4) of the sensor signal (10), a phase difference between the sub-signals (11) is determined, and the Doppler shift is determined on the basis of the phase difference and a time delay (Δt) between the sub-signals (11).

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)

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen einer Geschwindigkeit eines Objekts (8) mittels eines Ultraschallsensors (4), bei welchem der Ultraschallsensor (4) derart angesteuert wird, dass mittels des Ultraschallsensors (4) ein Ultraschallsignal als Chirp ausgesendet wird, ein Sensorsignal (10) bestimmt wird, welches das von dem Objekt (8) reflektierte und mit dem Ultraschallsensor (4) empfangene Ultraschallsignal beschreibt, anhand des Sensorsignals (10) eine Doppler-Verschiebung zwischen dem ausgesendeten Ultraschallsignal und dem empfangenen Ultraschallsignal bestimmt wird und anhand der Doppler-Verschiebung die Geschwindigkeit des Objekts (8) bestimmt wird, wobei das Sensorsignal (10) in eine Mehrzahl von Teilsignalen (11) eingeteilt wird, wobei jedes der Teilsignale (11) einen vorbestimmten Frequenzbereich (FB1-FB4) des Sensorsignals (10) beschreibt, zwischen den Teilsignalen (11) ein Phasenunterschied bestimmt wird und die Doppler-Verschiebung anhand des Phasenunterschieds und eines zeitlichen Versatzes (Δt) zwischen den Teilsignalen (11) bestimmt wird.

Verfahren zum Bestimmen einer Geschwindigkeit eines Objekts mittels eines
Ultraschallsensors durch Einteilung eines Sensorsignals in Teilsignale,
Recheneinrichtung sowie Ultraschallsensorvorrichtung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen einer Geschwindigkeit eines Objekts mittels eines Ultraschallsensors. Bei dem Verfahren wird der
10 Ultraschallsensor derart angesteuert, dass mittels des Ultraschallsensors ein Ultraschallsignal als Chirp ausgesendet wird. Zudem wird ein Sensorsignal bestimmt, welches das von dem Objekt reflektierte und mit dem Ultraschallsensor empfangene Ultraschallsignal beschreibt. Des Weiteren wird anhand des Sensorsignals eine Doppler-Verschiebung zwischen dem ausgesendeten Ultraschallsignal und dem empfangenen
15 Ultraschallsignal bestimmt und anhand der Doppler-Verschiebung wird die Geschwindigkeit des Objekts bestimmt. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung eine Recheneinrichtung sowie eine Ultraschallsensorvorrichtung. Schließlich betrifft die vorliegende Erfindung ein Computerprogramm sowie ein computerlesbares (Speicher)medium.

20

Das Interesse richtet sich vorliegend auf Ultraschallsensorvorrichtungen für Fahrzeuge. Derartige Ultraschallsensorvorrichtungen umfassen üblicherweise mehrere Ultraschallsensoren, welche dazu dienen, Objekte in einem Umgebungsbereich des Fahrzeugs zu erkennen. Hierzu wird mit den Ultraschallsensoren jeweils ein
25 Ultraschallsignal ausgesendet und das von dem Objekt reflektierte Ultraschallsignal wieder empfangen. Anhand der Laufzeit zwischen dem Aussenden des Ultraschallsignals und dem Empfangen des von dem Objekt reflektierten Ultraschallsignals kann dann der Abstand zu dem Objekt bestimmt werden.

30 Des Weiteren ist es aus dem Stand der Technik bekannt, dass Messungen mit Ultraschallsensoren dazu verwendet werden, die Geschwindigkeit eines Objekts abzuschätzen. Heutige Ultraschallsensoren beziehungsweise Ultraschallsensorvorrichtungen können die Geschwindigkeit eines Objekts über die Positionsänderung zwischen aufeinanderfolgenden Messungen bestimmen. Hierzu
35 beschreibt die DE 10 2009 029 465 A1 ein Verfahren zur Bestimmung von Bewegungsrichtung und Relativgeschwindigkeit eines sich relativ zu einem Fahrzeug bewegendem Objekts. Hierbei erfolgt ein Ermitteln des Abstandes des Objekts zu den

Sensoren, der Geschwindigkeitskomponente des Objekts auf den Sensor zu oder vom Sensor weg und des Winkels zwischen der Strecke vom Objekt zum Sensor und der Senkrechten zur Verbindungslinie zwischen den Sensoren. Zudem wird der Geschwindigkeitsvektor und damit die Relativgeschwindigkeit und die Bewegungsrichtung des sich bewegenden Objekts aus diesen ermittelten Daten bestimmt.

Eine Messung der Objektgeschwindigkeit über die Doppler-Verschiebung wird bei Ultraschallsensoren üblicherweise nicht verwendet. Mit der Bestimmung der Doppler-Verschiebung, so wie es bei Radarsystemen üblich ist, ist eine direkte Bestimmung der Objektgeschwindigkeit möglich. Anhand der unterschiedlichen Objektgeschwindigkeiten können dann die Objekte voneinander unterschieden werden. Verhindert wird der aus der Radartechnik bekannte Ansatz dadurch, dass bei Ultraschallsensoren eine deutlich langsamere Ausbreitungsgeschwindigkeit vorhanden ist. Des Weiteren wird bei Ultraschallsensorvorrichtungen meist ein Ultraschallsensor sowohl zum Aussenden als auch zum Empfangen des reflektierten Ultraschallsignals genutzt, da diese Systeme einen starken Fokus auf Kostenreduzierung aufweisen. Aufgrund der Kosten ist somit eine Änderung der Hardware, welche eine Doppler-Messung ermöglicht, meist nicht gewünscht.

Die DE 1 630 964 A1 beschreibt ein Verfahren zur Vermeidung oder Herabsetzung von Auffahrunfällen oder Kollisionen im Kraftfahrzeugverkehr. Hierbei ist vorgesehen, dass ein dem Eigenfahrzeug vorseilender scharf gebündelter Strahl von Ultraschallwellen nach seiner Reflexion am Fremdobjekt Informationen über Annäherungsgeschwindigkeit und momentanen Abstand vom Fremdobjekt überträgt und in Relation zur Geschwindigkeit des Eigenfahrzeuges ein Signal oder den Bremsvorgang selbst auslöst. Insbesondere ist vorgesehen, dass die Information über die Annäherungsgeschwindigkeit an das Fremdobjekt aus der Doppler-Frequenz des reflektierten Wellenzuges erfolgt.

Ferner beschreibt die DE 10 2013 211 846 A1 ein Verfahren zum Betrieb eines Umfelderkassungssystems eines Fahrzeugs mit zumindest einer Sende-/Empfangseinheit, wobei die Sende-/Empfangseinheit ein frequenzmoduliertes Signal aussendet und die Sende-/Empfangseinheit und/oder eine oder mehrere weitere Sende-/Empfangseinheiten Echosignale des ausgesendeten frequenzmodulierten Signals empfangen. Das ausgesendete frequenzmodulierte Signal weist dabei zumindest einen ersten Abschnitt mit ansteigenden Frequenzen und einen zweiten Abschnitt mit abfallenden Frequenzen oder einen ersten Abschnitt mit abfallenden Frequenzen und einen zweiten Abschnitt mit ansteigenden Frequenzen auf. Bei einem bewegten Objekt

erfolgt eine Doppler-Verschiebung der Echosignale. Zudem durchlaufen die empfangenen Echosignale eine erste FIR-Filtervorrichtung mit einem ersten FIR-Signal sowie eine zweite FIR-Filtervorrichtung mit einem zweiten FIR-Signal. Außerdem werden ein erster Zeitpunkt bester Übereinstimmung der empfangenen Echosignale zu dem ersten FIR-Signal und ein zweiter Zeitpunkt bester Übereinstimmung der empfangenen Echosignale zu dem zweiten FIR-Signal ermittelt. Aus einer Zeitdifferenz zwischen dem ersten Zeitpunkt und dem zweiten Zeitpunkt wird die Information über die Geschwindigkeit der Reflexionsquelle relativ zur Sende-/Empfangseinheit mittels eines linearen Ansatzes ermittelt. Dieses Verfahren ermöglicht es, bei einem einzelnen Objekt zu bestimmen, ob sich dieses auf die Sende-/Empfangseinheit zu oder von dieser weg bewegt.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Lösung aufzuzeigen, wie eine Geschwindigkeit eines Objekts mithilfe eines Ultraschallsensors auf einfache und zuverlässige Weise abgeschätzt werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäße durch ein Verfahren, durch eine Recheneinrichtung, durch eine Ultraschallsensorvorrichtung, durch ein Computerprogramm sowie durch ein computerlesbares (Speicher)medium mit den Merkmalen gemäß den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren dient zum Bestimmen einer Geschwindigkeit eines Objekts mittels eines Ultraschallsensors. Bei dem Verfahren wird der Ultraschallsensor derart angesteuert, dass mittels des Ultraschallsensors ein Ultraschallsignal als Chirp ausgesendet wird. Darüber hinaus wird ein Sensorsignal bestimmt, welches das von dem Objekt reflektierte und mit dem Ultraschallsensor empfangene Ultraschallsignal beschreibt. Außerdem wird anhand des Sensorsignals eine Doppler-Verschiebung zwischen dem ausgesendeten Ultraschallsignal und dem empfangenen Ultraschallsignal bestimmt und anhand der Doppler-Verschiebung wird die Geschwindigkeit des Objekts bestimmt. Dabei ist vorgesehen, dass das Sensorsignal in eine Mehrzahl von Teilsignalen eingeteilt wird, wobei jedes der Teilsignale einen vorbestimmten Frequenzbereich des Sensorsignals beschreibt. Zudem wird zwischen den Teilsignalen ein Phasenunterschied bestimmt und die Doppler-Verschiebung wird anhand des Phasenunterschieds und eines zeitlichen Versatzes zwischen den Teilsignalen bestimmt.

Mithilfe des Verfahrens soll ein Objekt in einem Umgebungsbereich des Fahrzeugs erfasst werden und insbesondere soll die aktuelle Geschwindigkeit des Objekts abgeschätzt werden. Das Verfahren kann beispielsweise mit einer entsprechenden Recheneinrichtung einer Ultraschallsensorvorrichtung durchgeführt werden. Bei dieser

5 Recheneinrichtung kann es sich um ein elektronisches Steuergerät (ECU – Electronic Control Unit) des Fahrzeugs oder um eine in dem Ultraschallsensor integrierte Elektronik handeln. Der Ultraschallsensor kann eine Membran aufweisen, die beispielsweise topfförmig ausgebildet sein kann und aus einem Metall, insbesondere Aluminium, gefertigt sein kann. Diese Membran wird mit einem entsprechenden

10 Schallwandlerelement, beispielsweise einem piezoelektrischen Element, zu mechanischen Schwingungen im Ultraschallbereich angeregt. Hierzu kann das Schallwandlerelement mit einem entsprechenden Anregungssignal angeregt werden. Das ausgesendete Ultraschallsignal wird von dem Objekt reflektiert und gelangt zu dem Ultraschallsensor zurück. Durch das reflektierte Ultraschallsignal wird die Membran zum

15 Schwingen angeregt, wobei die Schwingung mittels des Schallwandlerelements erfasst werden kann. Mit dem Schallwandlerelement kann dann das Sensorsignal ausgegeben werden, welches den zeitlichen Verlauf des reflektierten Ultraschallsignals beschreibt. Bei dem Sensorsignal kann es sich um ein Rohsignal handeln, welches mit dem Schallwandlerelement in Form einer zeitlich veränderlichen elektrischen Spannung

20 ausgegeben wird und welches entsprechen abgetastet wird. Das Sensorsignal kann auch dadurch bereitgestellt werden, dass das Rohsignal vor der Abtastung entsprechend verstärkt und/oder gefiltert wird. Dieses Sensorsignal kann dann von dem Ultraschallsensor an die Recheneinrichtung übertragen werden.

25 Um die aktuelle Geschwindigkeit des Objekts abschätzen zu können, wird mit dem Ultraschallsensor zunächst das Ultraschallsignal ausgesendet. Dabei wird das Schallwandlerelement derart angeregt, dass das Ultraschallsignal als Chirp ausgesendet wird. Es kann also ein frequenzmoduliertes Ultraschallsignal ausgesendet werden. Mit anderen Worten bedeutet dies, dass sich die Frequenz des Ultraschallsignals in

30 Abhängigkeit von der Zeit verändert. Beispielsweise kann sich die Frequenz des Ultraschallsignals in Abhängigkeit von der Zeit erhöhen oder verringern. Damit ein derartiges Ultraschallsignal von dem Ultraschallsensor ausgesendet wird, kann das Schallwandlerelement mit einem Chirp oder Chirp-Signal als Anregungssignal angeregt werden. Das Anregungssignal kann in Form einer zeitlich veränderlichen elektrischen

35 Spannung bereitgestellt werden. Wenn das Ultraschallsignal von einem Objekt reflektiert wird, welches sich relativ zu dem Ultraschallsensor beziehungsweise zu dem Fahrzeug bewegt, tritt infolge des Doppler-Effekts eine Stauchung oder Dehnung des Signals auf.

Die Änderung zwischen der Frequenz des ausgesendeten Ultraschallsignals und der Frequenz des von dem Objekt reflektierten Ultraschallsignals kann auch als Doppler-Verschiebung beziehungsweise als Doppler-Frequenz bezeichnet werden. Diese Doppler-Verschiebung wird auf Grundlage des Sensorsignals bestimmt. Dabei ist das

5 Anregungssignal, mit dem das Schallwandlerelement zum Aussenden des Ultraschallsignals angeregt wird, bekannt. Aus einem Vergleich des Anregungssignals mit dem Sensorsignal kann dann die Doppler-Verschiebung bestimmt werden. Auf Grundlage der Doppler-Verschiebung kann die Relativgeschwindigkeit des Objekts zu dem Fahrzeug bestimmt werden. Unter Berücksichtigung der aktuellen Geschwindigkeit des Fahrzeugs

10 und/oder der Fahrtrichtung des Fahrzeugs kann dann die Geschwindigkeit des Objekts abgeschätzt werden.

Dabei ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Sensorsignal in eine Mehrzahl von Teilsignalen eingeteilt wird, wobei jedes der Teilsignale einen vorbestimmten

15 Frequenzbereich des Sensorsignals beschreibt. Dabei unterscheiden sich insbesondere die jeweiligen Frequenzbereiche der Teilsignale voneinander. Beispielsweise können die Teilsignale zeitlich aufeinanderfolgenden und zusammen das Sensorsignal bilden. Für jedes der Teilsignale beziehungsweise bestimmte Punkte der Teilsignale kann die Phase bestimmt werden. Der Unterschied zwischen den Phasen kann den Phasenunterschied

20 beschreiben. Beispielsweise wird zwischen zumindest zwei Teilsignalen ein Phasenunterschied bestimmt. Wenn sich das Objekt bewegt, ergeben sich zwischen den jeweiligen Teilsignalen geringe Abstandsunterschiede. Durch die Bestimmung des Phasenunterschieds zwischen den zumindest zwei Teilsignalen und dem bekannten zeitlichen Unterschied beziehungsweise dem bekannten zeitlichen Versatz zwischen den

25 zumindest zwei Teilsignalen kann dann die Doppler-Verschiebung bestimmt werden.

Es kann also ein Phasenunterschied über der Zeit bestimmt werden. Hieraus resultiert eine Frequenz, welche die Doppler-Frequenz beziehungsweise die Doppler-Verschiebung beschreibt. Auf Grundlage der Doppler-Verschiebung kann dann die Geschwindigkeit des

30 Objekts abgeschätzt werden. Die vorgeschlagene Lösung besteht also in einer Methode zur Schätzung der Doppler-Verschiebung mit einem Ultraschallsensor unter der Verwendung eines einzigen Chirp-Sendesignals beziehungsweise Chirp-Ultraschallsignals. Somit ist es nicht erforderlich, mehrere Chirpsignale, beispielsweise ein Chirp-up-Signal und ein Chirp-down-Signal zu verwenden. Ein weiterer Vorteil ist darin

35 zu sehen, dass aufgrund der reinen softwaretechnischen Implementierung keine Hardwareänderungen und damit keine zusätzlichen Kosten notwendig sind. Insgesamt

kann somit die Geschwindigkeit eines Objekts mithilfe eines Ultraschallsensors auf einfache und zuverlässige Weise abgeschätzt werden.

Bevorzugt wird die Einteilung des Sensorsignals in die Teilsignale derart durchgeführt, dass die jeweiligen Teilsignale die gleiche Zeitdauer aufweisen. Wie bereits erläutert, wird das Sensorsignal in die Mehrzahl von Teilsignalen eingeteilt. Jedes der Teilsignale enthält nun einen Abschnitt des Chirp-Signals, dessen Frequenz genau bekannt ist. Dabei weisen die jeweiligen Teilsignale die gleiche Zeitdauer auf. Dadurch, dass die jeweilige Zeitdauer der Teilsignale gleich ist, ist auch der zeitliche Versatz zwischen den Teilsignalen, der zur Berechnung der Doppler-Verschiebung herangezogen wird, bekannt. Damit kann die Doppler-Verschiebung auf Grundlage des Phasenunterschieds auf einfache und zuverlässige Weise bestimmt werden.

In einer weiteren Ausführungsform werden die Teilsignale derart gemischt, dass eine Startfrequenz der jeweiligen Teilsignale gleich ist. Die jeweiligen Teilsignale können so gemischt werden, dass eine gemeinsame Mittenfrequenz oder Startfrequenz der jeweiligen Teilsignale entsteht. Beispielsweise können die jeweiligen Teilsignale auf die Startfrequenz des Chirps gemischt werden. Durch diese Transformation beziehungsweise durch das Mischen kann aus dem Chirp eine Chirp-Folge oder Chirp-Sequenz erzeugt werden. Wird das Ultraschallsignal beziehungsweise der Chirp nun von einem bewegten Objekt reflektiert, tritt eine geringe zeitliche Verschiebung der aufeinanderfolgenden Teilsignale beziehungsweise Chirp-Sequenzen auf. Diese entsteht dadurch, dass sich während der Messung beziehungsweise des Aussendens des Ultraschallsignals das Objekt bereits bewegt und damit eine Abstandsänderung auftritt. Die jeweiligen Teilsignale, welche auf die Startfrequenz gemischt wurden, stellen also eine Chirp-Sequenz dar. Somit kann eine Auswertung ähnlich zum Chirp-Sequenz-Verfahren genutzt werden.

In einer weiteren Ausführungsform wird das Sensorsignal abgetastet und jedes der Teilsignale umfasst eine Mehrzahl von Abtastpunkten, wobei die Teilsignale derart bestimmt werden, dass zueinander korrespondierende Abtastpunkte der jeweiligen Teilsignale einer gleichen Frequenz zugeordnet sind. Beispielsweise kann das Sensorsignal mit einem entsprechenden Analog-Digital-Wandler abgetastet werden. Somit liegt eine Mehrzahl von Abtastpunkten vor, welche das Sensorsignal beschreibt. Dabei kann die Einteilung des Sensorsignals in die Teilsignale und/oder das Mischen der Teilsignale so erfolgen, dass nach dieser Transformation die Abtastpunkte auf denselben Punkten einer Frequenz liegen. Mit anderen Worten kann jedes der Teilsignale durch

eine Mehrzahl von Abtastpunkten beschrieben werden. Dabei erfolgt die Einteilung in die Chirp-Sequenz derart, dass die jeweiligen Teilsignale korrespondierende Abtastpunkte aufweisen. Dabei sind die korrespondierenden Abtastpunkten jeweils der gleichen Frequenz zugeordnet. Insbesondere ist vorgesehen, dass der Phasenunterschied
5 zwischen den korrespondierenden Abtastpunkten bestimmt wird. Auch der zeitliche Unterschied zwischen diesen korrespondierenden Abtastpunkten ist bekannt. Somit kann die Doppler-Verschiebung auf einfache und zuverlässige Weise ermittelt werden.

Bevorzugt wird zum Einteilen des Sensorsignals in die Teilsignale eine Mehrzahl von
10 Bandpassfiltern verwendet. Es kann also eine Mehrzahl von Bandpassfiltern beziehungsweise eine Filterbank bereitgestellt werden, um das Sensorsignal zu filtern. Durch das Filtern kann das Sensorsignal in die Teilsignale eingeteilt werden. Da die Änderung der Frequenz des ausgesendeten Ultraschallsignals bekannt ist, können die Durchlassbereiche der jeweiligen Bandpassfilter so gewählt werden, dass an den
15 Ausgängen der Bandpassfilter die gewünschten Teilsignale ausgegeben werden. Insbesondere können die Durchlassbereiche der Bandpassfilter so gewählt werden, dass die Teilsignale die gleiche zeitliche Dauer aufweisen. Damit können die Teilsignale mit geringem Aufwand innerhalb einer kurzen Rechenzeit bereitgestellt werden.

Hierbei ist insbesondere vorgesehen, dass das Sensorsignal in zumindest fünf
20 Teilsignale, insbesondere in zumindest zehn Teilsignale, eingeteilt wird. Wenn eine ausreichend große Anzahl von Bandpassfilter, typischerweise mehr als zehn Bandpassfilter verwendet werden, kann eine ausreichende Anzahl von Teilsignalen erzeugt werden. Dadurch kann die Abstandsänderung des Objekts innerhalb eines
25 Teilsignals vernachlässigt werden. Damit kann die Geschwindigkeit auf Grundlage des Phasenunterschieds und des zeitlichen Versatzes bestimmt werden.

In einer weiteren Ausführungsform wird der Ultraschallsensor derart angesteuert, dass das Ultraschallsignal ein linearer Chirp-up oder ein linearer Chirp-down ist. Bei dem
30 ausgesendeten Ultraschallsignal kann die Frequenz in Abhängigkeit von der Zeit also linear erhöht werden. Alternativ dazu kann die Frequenz des ausgesendeten Ultraschallsignals in Abhängigkeit von der Zeit linear verringert werden. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es ausreichend nur ein Chirp-up-Signal oder ein Chirp-down-Signal zu verwenden. Somit kann die Geschwindigkeit des Objekts innerhalb einer
35 kurzen Zeitdauer abgeschätzt werden.

Weiterhin ist vorteilhaft, wenn das Sensorsignal das von einem weiteren Objekt reflektierte Ultraschallsignal beschreibt, für das weitere Objekt die Doppler-Verschiebung bestimmt wird und die Geschwindigkeit des weiteren Objekts anhand der Doppler-Verschiebung bestimmt wird. Grundsätzlich können sich mehrere Objekte in dem
5 Umgebungsbereich des Fahrzeugs befinden. Bei mehreren Objekten mit verschiedenen Geschwindigkeiten ergeben sich über derzeit verschiedene Doppler-Frequenzen. Somit können die jeweiligen Geschwindigkeiten der Objekte bestimmt werden. Dies beinhaltet insbesondere auch, dass auf Grundlage der jeweiligen Doppler-Verschiebung überprüft wird, ob sich das Objekt bewegt oder ein statisches Objekt ist. Somit können die Objekte
10 entsprechend klassifiziert werden.

Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass anhand einer Laufzeit zwischen dem Aussenden des Ultraschallsignals und dem Empfangen des Ultraschallsignals ein jeweiliger Abstand zu dem Objekt und dem weiteren Objekt bestimmt wird und die jeweils
15 bestimmte Doppler-Verschiebung dem Objekt und dem weiteren Objekt in Abhängigkeit von dem Abstand zugeordnet wird. Anhand der Laufzeit kann der jeweilige Abstand zwischen dem Ultraschallsensor dem Objekt beziehungsweise dem Objekt bestimmt werden. Somit können die jeweiligen Objekte voneinander unterschieden werden. Damit können auch für die jeweiligen Objekte die Doppler-Verschiebung bestimmt werden und
20 hieraus die Geschwindigkeiten der Objekte abgeleitet werden.

Es kann auch vorgesehen sein, dass zeitlich aufeinanderfolgende Messzyklen durchgeführt werden, wobei bei jedem Messzyklus ein Ultraschallsignal ausgesendet wird und das von dem Objekt reflektierte Ultraschallsignal empfangen wird. In diesem Fall
25 können die einzelnen Objekte anhand ihrer unterschiedlichen Geschwindigkeiten unterschieden werden. Es kann auch vorgesehen sein, dass statische Objekte, also sich nicht bewegendes Objekte, von sich bewegendes Objekten beziehungsweise dynamischen unterschieden werden. Hierbei kann es ferner vorgesehen sein, dass die entsprechenden Objekte nachverfolgt werden. Diese Informationen können dann
30 beispielsweise von einem Fahrerassistenzsystem des Fahrzeugs genutzt werden.

Eine erfindungsgemäße Recheneinrichtung für eine Ultraschallsensorvorrichtung eines Fahrzeugs ist zum Durchführen eines Verfahrens und der vorteilhaften Ausgestaltungen davon ausgelegt. Die Recheneinrichtung kann beispielsweise durch ein elektronisches
35 Steuergerät des Fahrzeugs bereitgestellt werden. Ferner kann die Recheneinrichtung durch eine Elektronik des Ultraschallsensors bereitgestellt werden. In diesem Fall kann

die Recheneinrichtung insbesondere durch eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC) bereitgestellt werden.

5 Eine erfindungsgemäße Ultraschallsensorvorrichtung für ein Fahrzeug umfasst eine erfindungsgemäße Recheneinrichtung und zumindest einen Ultraschallsensor. Bevorzugt kann die Ultraschallsensorvorrichtung eine Mehrzahl von Ultraschallsensoren aufweisen, die beispielsweise verteilt an dem Kraftfahrzeug angeordnet werden können. Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Fahrerassistenzsystem, welches eine erfindungsgemäße Ultraschallsensorvorrichtung umfasst. Mittels des Fahrerassistenzsystems kann das
10 Fahrzeug in Abhängigkeit von dem erfassten Objekt zumindest semi-autonom manövriert werden.

Ein erfindungsgemäßes Fahrzeug umfasst eine erfindungsgemäße Ultraschallsensorvorrichtung. Das Fahrzeug kann beispielsweise als Personenkraftwagen
15 ausgebildet sein. Es kann auch vorgesehen sein, dass das Fahrzeug als Nutzfahrzeug ausgebildet ist.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Computerprogramm, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch eine Recheneinrichtung diese veranlassen,
20 ein erfindungsgemäßes Verfahren und die vorteilhaften Ausgestaltungen davon auszuführen.

Ein erfindungsgemäßes computerlesbares (Speicher)medium umfasst Befehle, die bei der Ausführung durch eine Recheneinrichtung diese veranlassen, ein erfindungsgemäßes
25 Verfahren und die vorteilhaften Ausgestaltungen davon auszuführen.

Die mit Bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren vorgestellten bevorzugten Ausführungsformen und deren Vorteile gelten entsprechend für die erfindungsgemäße Recheneinrichtung, für die erfindungsgemäße Ultraschallsensorvorrichtung, für das
30 erfindungsgemäße Fahrzeug, für das erfindungsgemäße Computerprogramm sowie für das erfindungsgemäße computerlesbare (Speicher)medium.

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

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

- 15 Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs, welches eine Ultraschallsensorvorrichtung mit einer Mehrzahl von Ultraschallsensoren aufweist, sowie ein Objekt in einem Umgebungsbereich des Fahrzeugs;
- 20 Fig. 2 einen Verlauf einer Frequenz eines Sensorsignals in Abhängigkeit von der Zeit, wobei das Sensorsignal ein von dem Objekt reflektiertes Ultraschallsignal beschreibt;
- 25 Fig. 3 das Sensorsignal gemäß Fig. 2, welches in eine Mehrzahl von Teilsignalen eingeteilt wird;
- 30 Fig. 4 die einzelnen Teilsignale gemäß Fig. 3, wobei die Teilsignale auf eine gemeinsame Startfrequenz gemischt werden; und
- 30 Fig. 5 die Teilsignale gemäß Fig. 4, wobei jeweilige Abtastpunkte der Teilsignale dargestellt sind.

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

- 35 Fig. 1 zeigt ein Fahrzeug 1, welches vorliegend als Personenkraftwagen ausgebildet ist, in einer Draufsicht. Das Fahrzeug 1 umfasst ein Fahrerassistenzsystem 2, welches dazu

dient, einen Fahrer beim Führen des Fahrzeugs 1 zu unterstützen. Das Fahrerassistenzsystem 2 kann beispielsweise als Parkhilfesystem ausgebildet sein, mittels welchem ein Fahrer beim Einparken des Fahrzeugs 1 in eine Parklücke und/oder beim Ausparken der Parklücke unterstützt werden kann.

5

Das Fahrerassistenzsystem 2 beziehungsweise das Fahrzeug 1 weist ferner eine Ultraschallsensorvorrichtung 3 auf. Diese Ultraschallsensorvorrichtung 3 umfasst zumindest einen Ultraschallsensor 4. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel umfasst die Ultraschallsensorvorrichtung 3 zwölf Ultraschallsensoren 4, von denen sechs in einem Frontbereich 6 des Fahrzeugs 1 und sechs in einem Heckbereich 7 des Fahrzeugs 1 angeordnet sind. Die Ultraschallsensoren 4 können beispielsweise an den Stoßfängern des Fahrzeugs 1 montiert sein. Dabei können die Ultraschallsensoren 4 zumindest bereichsweise in entsprechenden Ausnehmungen beziehungsweise Durchgangsöffnungen der Stoßfänger angeordnet sein. Es kann auch vorgesehen sein, dass die Ultraschallsensoren 4 verdeckt hinter den Stoßfängern angeordnet sind. Grundsätzlich können die Ultraschallsensoren 4 auch an weiteren Verkleidungsteilen oder Bauteilen des Fahrzeugs 1 angeordnet sein. Beispielsweise können die Ultraschallsensoren an oder verdeckt hinter den Türen des Fahrzeugs 1 angeordnet sein.

20 Mit den jeweiligen Ultraschallsensoren 4 können Objekte 8 in einem Umgebungsbereich 9 des Fahrzeugs 1 erfasst werden. Vorliegend ist schematisch ein Objekt 8 in dem Umgebungsbereich 9 gezeigt. Die Ultraschallsensorvorrichtung 3 umfasst ferner eine elektronische Recheneinrichtung 5, welche zur Datenübertragung mit den jeweiligen Ultraschallsensoren 4 verbunden ist. Eine Datenleitung beziehungsweise ein
25 entsprechender Datenbus ist vorliegend der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt. Mit der elektronischen Recheneinrichtung 5 können die jeweiligen Ultraschallsensoren 4 zum Aussenden des Ultraschallsignals mit einem entsprechenden Anregungssignal angeregt werden. Zudem können Sensorsignale 10, die mit den Ultraschallsensoren 4 bereitgestellt werden, an die Recheneinrichtung 5 übertragen werden. Auf Grundlage der
30 Sensorsignale 10 können dann mit der Recheneinrichtung 5 die Objekte 8 in einem Umgebungsbereich 9 erkannt werden. Diese Information kann dann von dem Fahrerassistenzsystem 2 dazu genutzt werden, eine Ausgabe an den Fahrer des Fahrzeugs 1 auszugeben. Zudem kann es vorgesehen sein, dass das Fahrerassistenzsystem 2 in eine Lenkung, ein Bremssystem und/oder einen
35 Antriebsmotor des Fahrzeugs eingreift, um das Fahrzeug 1 in Abhängigkeit von dem erfassten Objekt 8 zumindest semi-autonom zu manövrieren.

Fig. 2 zeigt einen Verlauf eines Sensorsignals 10 in einer schematischen Darstellung. Dabei ist auf der Abszisse die Zeit t und auf der Ordinate die Frequenz f aufgetragen. In dem vorliegenden Beispiel ist das Ultraschallsignal, das von dem Ultraschallsensor 4 ausgesendet wird, ein lineares Chirp-up-Signal. Somit ist auch das Sensorsignal 10, welches das von dem Objekt 8 reflektierte Ultraschallsignal beschreibt, ein lineares Chirp-up-Signal. Dies bedeutet, dass die Frequenz f des Sensorsignals 10 in Abhängigkeit von der Zeit t linear zunimmt. Dabei wird die Frequenz f ausgehend von einer Startfrequenz f_1 zu einer Endfrequenz f_2 erhöht. Ferner ist die Chirp-Dauer t_c des Sensorsignals 10 gezeigt. Alternativ zu dem gezeigten Beispiel kann das Ultraschallsignal ein Chirp-down sein.

Fig. 3 zeigt das Sensorsignal 10 gemäß Fig. 2, welches in eine Mehrzahl von Teilsignalen 11 eingeteilt wird. Um das Sensorsignal 10 in die Teilsignale 11 einzuteilen, kann eine Mehrzahl von Bandpassfiltern verwendet werden. Dabei ist jedem Bandpassfilter ein bestimmter Frequenzbereich FB_1 , FB_2 , FB_3 , FB_4 zugeordnet. In dem vorliegenden vereinfachten Beispiel werden vier Frequenzbereiche FB_1 bis FB_4 verwendet. Der zeitliche Verlauf der Frequenz f des Sensorsignals 10 ist bekannt. Vorliegend enthält jedes der Teilsignale 11 einen Abschnitt des Sensorsignals 10 beziehungsweise einen Chirp-Abschnitt, wobei die Frequenzbereiche FB_1 bis FB_4 der Teilsignale genau bekannt sind. Dabei sind die Frequenzbereiche FB_1 bis FB_4 so gewählt, dass die jeweiligen Teilsignale 11 die gleiche Zeitdauer t_d aufweisen. In einem nächsten Schritt werden die Teilsignale 11 so gemischt, dass eine gemeinsame Mittenfrequenz aller Filter entsteht. Dies ist vorliegend durch die Pfeile 12 veranschaulicht.

Fig. 4 zeigt die einzelnen Teilsignale 11 des Sensorsignals 10 nach dem Mischen. Hierbei ist zu erkennen, dass die jeweiligen Teilsignale 11 die gleiche Zeitdauer t_d aufweisen. Durch diese Transformation wird aus dem tatsächlichen einzelnen Chirp eine Chirp-Folge. In diesem Beispiel entsprechen die jeweiligen Startfrequenzen f_1 der Teilsignale 11 der Startfrequenz f_1 des Sensorsignals 10. Wird der Chirp nun von einem bewegten Objekt 8 reflektiert, tritt eine geringe zeitliche Verschiebung der aufeinanderfolgenden Teilsignale 11 auf. Diese entsteht, da sich das Objekt 8 während der Messung bereits bewegt und damit eine Abstandsänderung auftritt. Da üblicherweise eine große Anzahl an Filtern, typischerweise mehr als zehn Filter verwendet wird, kann die Abstandsänderung innerhalb eines Teilsignals 11 vernachlässigt werden.

Das Sensorsignal 10 wird entsprechend abgetastet. Dabei sind die Teilsignale 11 beziehungsweise die Bandpassfilter so gewählt, dass die Abtastpunkte $P1-1$, $P2-1$, $P3-1$

auf derselben Frequenz f liegen. Es kann ferner vorgesehen sein, dass Zeitunterschiede Δt zwischen den Teilsignalen 11 korrigiert werden, sodass alle Teilsignale 11 übereinander liegen. Vergleicht man nun die Phasen der Abtastpunkte P1-1, P2-1, P3-1 bei einer Frequenz miteinander, ergeben sich durch die geringen Abstandsunterschiede bei dem bewegten Objekt 8 Phasenunterschiede an diesen Abtastpunkten P1-1, P2-1, P3-1. Diese Phasenunterschiede treten bei konstanter Geschwindigkeit des Objekts 8 auch konstant über die Teilsignale 11 auf. Betrachtet man die vormaligen zeitlichen Unterschiede zwischen zwei Abtastpunkten P1-1, P2-1, P3-1 bei gleicher Frequenz f , ergibt sich ein Phasenunterschied über der Zeit t . Daraus resultiert eine Frequenz, die sogenannte Doppler-Frequenz oder Doppler-Verschiebung. Die Berechnung dieser Frequenz kann somit auf einfache Weise mithilfe einer Fourier-Transformation über die Abtastpunkte P1-1, P2-1, P3-1 bei gleicher Frequenz f durchgeführt werden.

Zwischen einem Abtastpunkt P1-1 eines ersten Teilsignals 11 und dem Abtastpunkt P2-1 eines zweiten Teilsignals 11 kann sich beispielsweise ein Objekt 8 um einen bestimmten Abstand bewegt haben. Dies bedeutet, dass je nach Geschwindigkeit eine Phasenverschiebung beziehungsweise eine sehr geringe Abstandsänderung zwischen der Messung des Abtastpunkts P1-1 und des Abtastpunkts P2-1 stattgefunden hat. Bewegt sich das Objekt 8 mit gleichbleibender Geschwindigkeit während der Messung, findet die gleiche Phasenverschiebung auch zwischen dem Abtastpunkt P2-1 des zweiten Teilsignals 11 und einem Abtastpunkt P3-1 eines dritten Teilsignals 11 statt. Es ergibt sich also insgesamt eine zeitabhängige Phasenverschiebung. Die Doppler-Frequenz beziehungsweise Doppler-Verschiebung kann aus dem Quotienten des Phasenunterschieds und des zeitlichen Versatzes Δt zwischen den Abtastpunkten P1-1, P2-1, P3-1 bestimmt werden. Der zeitliche Versatz Δt entspricht vorliegende der zeitlichen Dauer t_d der jeweiligen Teilsignale 11. Bei schmalbandigen Systemen, wie sie vorliegend bei den Ultraschallsensoren 4 vorliegen, gilt dasselbe auch für die weiteren Abtastpunkte.

Bei mehreren Objekten 8 mit jeweiligen verschiedenen Geschwindigkeiten ergeben sich über der Zeit t verschiedene Doppler-Frequenzen, die einem Objekt 8 in Abhängigkeit von Abstand zugeordnet werden können. Hierzu können anhand der Laufzeit zwischen dem Aussenden des Ultraschallsignals um dem Empfangen des von dem Objekt 8 reflektieren Ultraschallsignals die jeweiligen Abstände zwischen den Objekten 8 und dem Ultraschallsensor 4 bestimmt werden. Auf diese Weise können mehrere Objekte 8 voneinander unterschieden werden.

Patentansprüche

5

1. Verfahren zum Bestimmen einer Geschwindigkeit eines Objekts (8) mittels eines Ultraschallsensors (4), bei welchem der Ultraschallsensor (4) derart angesteuert wird, dass mittels des Ultraschallsensors (4) ein Ultraschallsignal als Chirp
10 ausgesendet wird, ein Sensorsignal (10) bestimmt wird, welches das von dem Objekt (8) reflektierte und mit dem Ultraschallsensor (4) empfangene Ultraschallsignal beschreibt, anhand des Sensorsignals (10) eine Doppler-Verschiebung zwischen dem ausgesendeten Ultraschallsignal und dem empfangenen Ultraschallsignal bestimmt wird und anhand der Doppler-
15 Verschiebung die Geschwindigkeit des Objekts (8) bestimmt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorsignal (10) in eine Mehrzahl von Teilsignalen (11) eingeteilt wird, wobei jedes der Teilsignale (11) einen vorbestimmten Frequenzbereich (FB1-FB4) des Sensorsignals (10) beschreibt, zwischen den Teilsignalen (11) ein
20 Phasenunterschied bestimmt wird und die Doppler-Verschiebung anhand des Phasenunterschieds und eines zeitlichen Versatzes (Δt) zwischen den Teilsignalen (11) bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
25 dadurch gekennzeichnet, dass die Einteilung des Sensorsignals (10) in die Teilsignale (11) derart durchgeführt wird, dass die jeweiligen Teilsignale (11) die gleiche Zeitdauer (t_d) aufweisen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
30 dadurch gekennzeichnet, dass die Teilsignale (11) derart gemischt werden, dass eine Startfrequenz (f_1) der jeweiligen Teilsignale (11) gleich ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
35 dadurch gekennzeichnet, dass

das Sensorsignal (10) abgetastet wird und jedes der Teilsignale (11) eine Mehrzahl von Abtastpunkten (P1-1, P2-1, P3-1) umfasst, wobei die Teilsignale (11) derart bestimmt werden, dass zueinander korrespondierende Abtastpunkte (P1-1, P2-1, P3-1) der jeweiligen Teilsignale (11) einer gleichen Frequenz (f) zugeordnet sind.

5

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zum Einteilen des Sensorsignals (10) in die Teilsignale (11) eine Mehrzahl von Bandpassfiltern verwendet wird.

10

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorsignal (10) in zumindest fünf Teilsignale (11), insbesondere in zumindest zehn Teilsignale (11), eingeteilt wird.

15

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Ultraschallsensor (4) derart angesteuert wird, dass das Ultraschallsignal ein linearer Chirp-up oder ein linearer Chirp-down ist.

20

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorsignal (10) das von einem weiteren Objekt reflektierte Ultraschallsignal beschreibt, für das weitere Objekt die Doppler-Verschiebung bestimmt wird und die Geschwindigkeit des weiteren Objekts anhand der Doppler-Verschiebung bestimmt wird.

25

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass anhand einer Laufzeit zwischen dem Aussenden des Ultraschallsignals und dem Empfangen des Ultraschallsignals ein jeweiliger Abstand zu dem Objekt (8) und dem weiteren Objekt bestimmt wird und die jeweils bestimmte Doppler-Verschiebung dem Objekt (8) und dem weiteren Objekt in Abhängigkeit von dem Abstand zugeordnet wird.

30

35

10. Recheneinrichtung (5) für eine Ultraschallsensorvorrichtung (3) eines Fahrzeugs (1), wobei die Recheneinrichtung (5) zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgelegt ist.
- 5 11. Ultraschallsensorvorrichtung (3) umfassend eine Recheneinrichtung (5) nach Anspruch 10 und zumindest einen Ultraschallsensor (4).
12. Computerprogramm, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch eine Recheneinrichtung (5) diese veranlassen, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 auszuführen.
13. Computerlesbares (Speicher)medium, umfassend Befehle, die bei der Ausführung durch eine Recheneinrichtung (5) diese veranlassen, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 auszuführen.

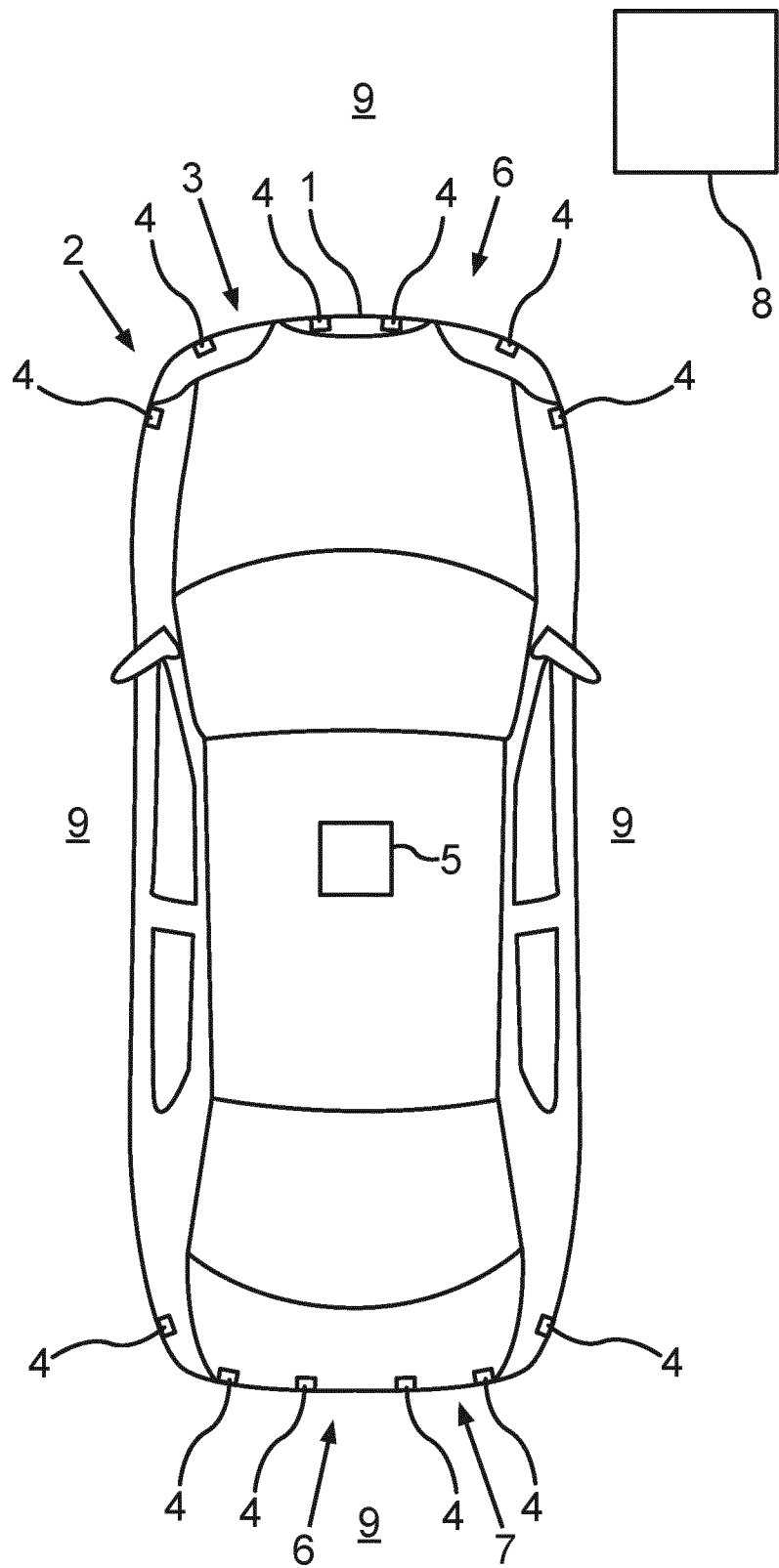


Fig. 1

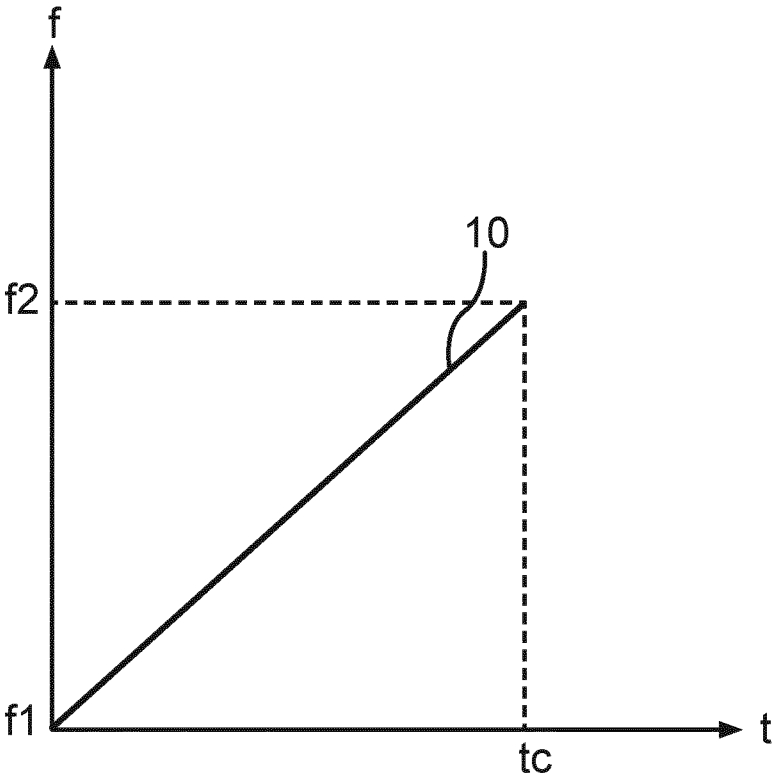


Fig.2

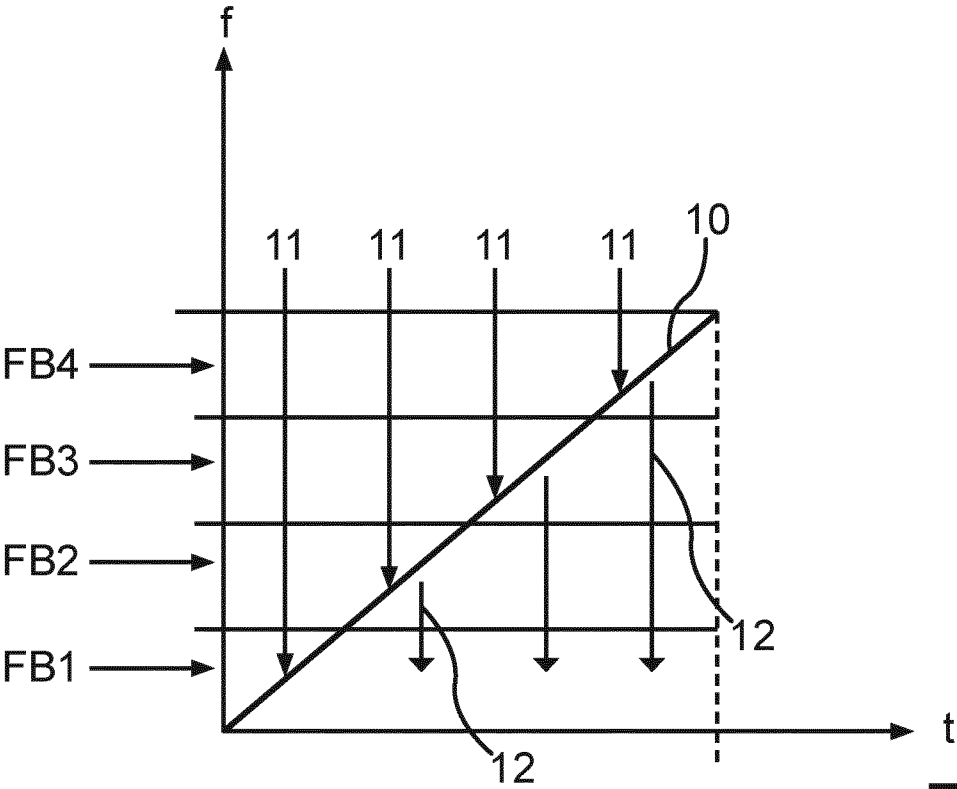


Fig.3

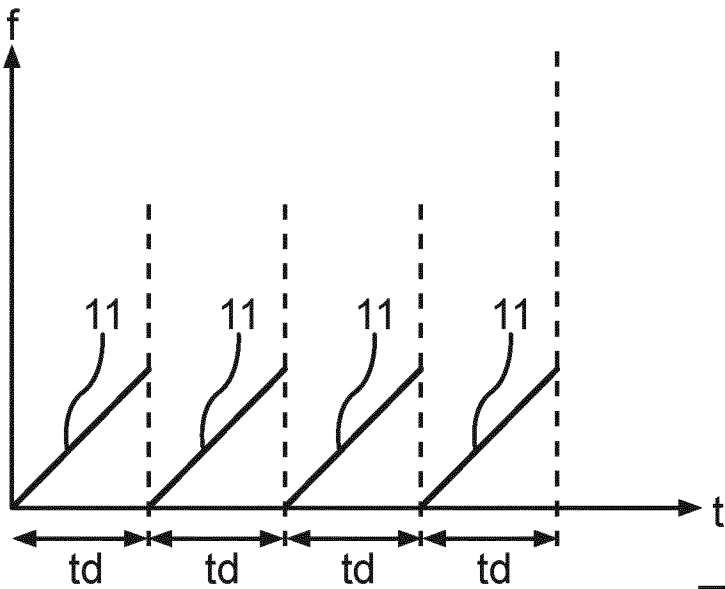


Fig.4

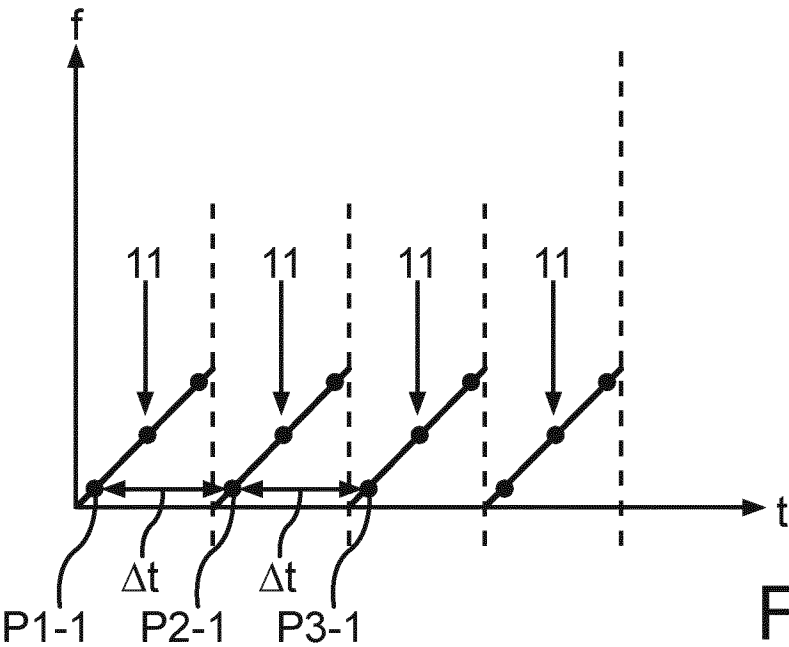


Fig.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/063410

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G01S 15/931</i> (2020.01)i; <i>G01S 7/534</i> (2006.01)i; <i>G01S 15/34</i> (2006.01)i; <i>G01S 15/58</i> (2006.01)i; <i>G01S 7/527</i> (2006.01)i; <i>G01S 7/536</i> (2006.01)i; <i>G01S 15/10</i> (2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC											
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01S Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data											
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 2019025419 A1 (SHIBA HISASHI [JP]) 24 January 2019 (2019-01-24) paragraphs [0026] - [0041]; figures 3,4 paragraphs [0060] - [0082]; figures 5-7 paragraphs [0094] - [0096]; figure 11 paragraphs [0044] - [0054]; figure 12</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>DE 102011088225 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13 June 2013 (2013-06-13) paragraphs [0002], [0123] - [0129], [0133], [0134], [0139], [0141] - [0145], [0166] - [0168]; figures 1,2,4e,4f,6</td> <td>1,2,5-13</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 2019025419 A1 (SHIBA HISASHI [JP]) 24 January 2019 (2019-01-24) paragraphs [0026] - [0041]; figures 3,4 paragraphs [0060] - [0082]; figures 5-7 paragraphs [0094] - [0096]; figure 11 paragraphs [0044] - [0054]; figure 12	1-13	X	DE 102011088225 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13 June 2013 (2013-06-13) paragraphs [0002], [0123] - [0129], [0133], [0134], [0139], [0141] - [0145], [0166] - [0168]; figures 1,2,4e,4f,6	1,2,5-13
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.									
X	US 2019025419 A1 (SHIBA HISASHI [JP]) 24 January 2019 (2019-01-24) paragraphs [0026] - [0041]; figures 3,4 paragraphs [0060] - [0082]; figures 5-7 paragraphs [0094] - [0096]; figure 11 paragraphs [0044] - [0054]; figure 12	1-13									
X	DE 102011088225 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13 June 2013 (2013-06-13) paragraphs [0002], [0123] - [0129], [0133], [0134], [0139], [0141] - [0145], [0166] - [0168]; figures 1,2,4e,4f,6	1,2,5-13									
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.											
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> "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 </td> </tr> </table>			* 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							
* 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 25 August 2020		Date of mailing of the international search report 09 September 2020									
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Schmelz, Christian Telephone No.									

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/063410

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2019025419	A1	24 January 2019	JP	2019023577	A	14 February 2019
				US	2019025419	A1	24 January 2019
DE	102011088225	A1	13 June 2013	CN	103988093	A	13 August 2014
				DE	102011088225	A1	13 June 2013
				EP	2791699	A1	22 October 2014
				WO	2013087320	A1	20 June 2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	G01S15/931 G01S7/536	G01S7/534 G01S15/10
	G01S15/34	G01S15/58 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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2019/025419 A1 (SHIBA HISASHI [JP]) 24. Januar 2019 (2019-01-24) Absätze [0026] - [0041]; Abbildungen 3,4 Absätze [0060] - [0082]; Abbildungen 5-7 Absätze [0094] - [0096]; Abbildung 11 Absätze [0044] - [0054]; Abbildung 12 -----	1-13
X	DE 10 2011 088225 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13. Juni 2013 (2013-06-13) Absätze [0002], [0123] - [0129], [0133], [0134], [0139], [0141] - [0145], [0166] - [0168]; Abbildungen 1,2,4e,4f,6 -----	1,2,5-13
☐ 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 25. August 2020		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 09/09/2020
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Schmelz, Christian

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/063410

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2019025419 A1	24-01-2019	JP 2019023577 A	14-02-2019
		US 2019025419 A1	24-01-2019

DE 102011088225 A1	13-06-2013	CN 103988093 A	13-08-2014
		DE 102011088225 A1	13-06-2013
		EP 2791699 A1	22-10-2014
		WO 2013087320 A1	20-06-2013
