

(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
29. November 2012 (29.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/159703 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01S 7/521 (2006.01) **G01S 15/93** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/001867

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. April 2012 (30.04.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 102 202.7 21. Mai 2011 (21.05.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **VOLKSWAGEN AKTIENGESellschaft**
[DE/DE]; 38436 Wolfsburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **PRAUSSE, Claudia**
[DE/DE]; Im Sommerfeld 10, 38120 Braunschweig (DE).
TANNEBERGER, Volkmar [DE/DE]; Ellenriede 25,
38527 Meine (DE). **MAX, Stephan** [DE/DE];
Geschwister-Scholl-Str. 16, 38518 Gifhorn (DE).

(74) Anwalt: **VOLKSWAGEN AG**; Brieffach 1770, 38436
Wolfsburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ENVIRONMENT MONITORING DEVICE IN A MOTOR VEHICLE AND METHOD FOR MONITORING THE
ENVIRONMENT USING A CORRELATION

(54) Bezeichnung : UMFELDERFASSUNGSVORRICHTUNG IN EINEM KRAFTFAHRZEUG UND VERFAHREN ZUR
UMFELDERFASSUNG UNTER AUSNUTZUNG EINER KORRELATION

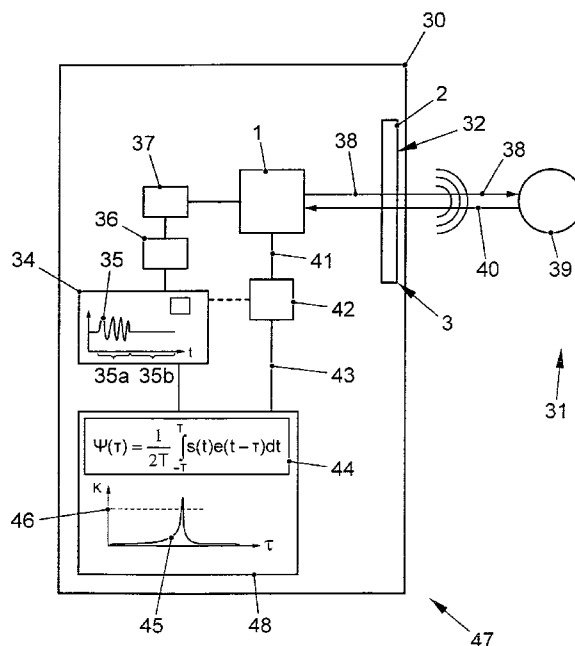


FIG. 3

(57) Abstract: The invention relates to an environment
monitoring device (30) in a motor vehicle (47), comprising a
signal generating device (34) for generating a transmitted
signal, at least one ultrasonic transducer (1) for converting
electric oscillations into acoustic oscillations and/or vice
versa, an evaluation device which evaluates an electric
received signal in order to determine distances to objects (39)
in an environment (31) of the motor vehicle (47), wherein the
signal generating device is linked to the at least one
ultrasonic transducer (1), so that the ultrasonic transducer (1)
emits an ultrasonic transmitted signal into the environment in
accordance with the electric transmitted signal, and the
evaluation device is connected to the at least one ultrasonic
transducer (1) or at least one further ultrasonic transducer (1)
in order to receive the electric received signal, which is
derived from the reflected ultrasonic transmitted signal at the
at least one ultrasonic transducer (1) or the at least one
further ultrasonic transducer (1), wherein the at least one
ultrasonic transducer (1) and, if appropriate, the at least one
further ultrasonic transducer (1) are arranged in the vehicle in
such a way that, between the at least one ultrasonic
transducer (1) and, if appropriate, the at least one further
ultrasonic transducer (1) and the environment (31) of the
motor vehicle (47) that is to be monitored there is
respectively arranged a closed, physically formed surface of a
variable component, in particular a wall (2) of a fender (3), to
which the at least one ultrasonic transducer (1) or the at least
one further ultrasonic transducer are bonded, and the
evaluation unit (48)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

comprises a correlation unit (44), which forms a cross-correlation of the transmitted signal with the received signal and is also designed to determine the distances to the objects (39) in the environment (31) by using the correlation signal calculated during the correlation. The invention also relates to a method for monitoring an environment by using a cross-correlation.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Umfelderkennungsvorrichtung (30) in einem Kraftfahrzeug (47) umfassend eine Signalerzeugungseinrichtung (34) zum Erzeugen eines Sendesignals, mindestens einen Ultraschallwandler (1) zum Wandeln elektrischer Schwingungen in akustische Schwingungen und/oder umgekehrt, eine Auswerteeinrichtung, die ein elektrisches Empfangssignal auswertet, um Abstände zu Gegenständen (39) in einem Umfeld (31) des Kraftfahrzeugs (47) zu ermitteln, wobei die Signalerzeugungseinrichtung mit dem mindestens einen Ultraschallwandler (1) verknüpft ist, so dass der Ultraschallwandler (1) entsprechend des elektrischen Sendesignals ein Ultraschallsendesignal in das Umfeld abstrahlt und die Auswerteeinrichtung mit dem mindestens einen Ultraschallwandler (1) oder mindestens einem weiteren Ultraschallwandler (1) verbunden ist, um das elektrische Empfangssignal zu empfangen, das an dem mindestens einen Ultraschallwandler (1) oder dem mindestens einen weiteren Ultraschallwandler (1) aus dem reflektierten Ultraschallsendesignal abgeleitet ist, wobei der mindestens eine Ultraschallwandler (1) und gegebenenfalls der mindestens eine weitere Ultraschallwandler (1) in dem Fahrzeug so angeordnet sind, dass zwischen dem mindestens einen Ultraschallwandler (1) und gegebenenfalls dem mindestens einen weiteren Ultraschallwandler (1) und dem zu überwachenden Umfeld (31) des Kraftfahrzeugs (47) jeweils eine geschlossene, physisch ausgebildete Fläche einer Fahrzeugkomponente, insbesondere eine Wand (2) eines Stoßfängers (3), angeordnet ist, mit der der mindestens eine Ultraschallwandler (1) oder der mindestens eine weitere Ultraschallwandler stoffschlüssig verbunden sind, und die Auswerteeinheit (48) eine Korrelationseinheit (44) umfasst, die eine Kreuzkorrelation des Sendesignals mit dem Empfangssignal bildet und ferner ausgebildet ist, die Abstände zu den Gegenständen (39) im Umfeld (31) anhand des bei Korrelation berechneten Korrelationssignals zu ermitteln, sowie ein Verfahren zur Umfelderkennung unter Ausnutzung einer Kreuzkorrelation.

Beschreibung

Umfelderfassungsvorrichtung in einem Kraftfahrzeug und Verfahren zur Umfelderfassung unter Ausnutzung einer Korrelation

Die Erfindung betrifft eine Umfelderfassungsvorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Umfelderfassung in einem Kraftfahrzeug nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 6.

Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, das Umfeld eines Kraftfahrzeugs mittels Sensoren zu erfassen und die erfassten Sensorergebnisse auszuwerten, um Gegenstände in dem Umfeld zu erfassen, insbesondere indem ein oder mehrere Abstände zu Gegenständen in dem Umfeld ermittelt werden und hierüber auf Gegenstände geschlossen wird. Die so erfassten Ergebnisse werden für unterschiedliche Assistenzsysteme verwendet. Beispielsweise werden die Messergebnisse genutzt, um akustische Signale und/oder optische Signale an einen Fahrer eines Straßenfahrzeugs auszugeben, wenn sich dieser, insbesondere beim Einparken, einem Gegenstand im Umfeld des Fahrzeugs annähert. Als Kraftfahrzeug wird jedes motorgetriebene Landfahrzeug angesehen.

Aus dem Stand der Technik sind unterschiedliche Sensoren bekannt, um eine Umfelderfassung auszuführen. Für eine Erfassung im Nahbereich des Fahrzeugs, welcher insbesondere bei geringen Geschwindigkeiten, beispielsweise beim Einparken, von besonderem Interesse ist, werden im Stand der Technik häufig Sensoren eingesetzt, mittels denen ein Signal ausgesandt wird, welches an Gegenständen im Umfeld des Kraftfahrzeugs reflektiert wird und die reflektierten Signale von dem Sensor anschließend erfasst werden. Hierbei wird bei einem Typ von Messsensoren die Laufzeit zwischen dem Aussenden eines Sendesignals und dem Empfangen eines reflektierten Sendesignals, welches auch als Echosignal bezeichnet wird, ausgewertet. Ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Signals bekannt, so kann aus der Laufzeit auf die von dem Sendesignal und dem Echosignal zurückgelegte Strecke und somit die Entfernung zu einem nächstliegenden Gegenstand zurückgeschlossen werden. Werden mehrere Sensoren eingesetzt, welche an dem Kraftfahrzeug beabstandet zueinander angeordnet sind, so können mithilfe von Triangulationsverfahren auch Positionen der die Echoimpulse zurücksenden Gegenstände im Umfeld ermittelt werden.

Ein System zur Hinderniserkennung ist aus der EP 1 619 518 A1 bekannt, bei dem eine Vielzahl von Ultraschallsensoren sowohl im vorderen als auch im hinteren Stoßfänger eines Fahrzeugs verbaut ist, welche Hindernisse in der Umgebung des Kraftfahrzeugs detektieren.

Die Sensoren sind so ausgelegt, dass sie sowohl die Frequenz des Sendesignals als auch eine Mittenfrequenz eines Filters, welcher das Echosignal filtert, anpassen können. Hierdurch wird die Möglichkeit geschaffen, unterschiedliche Empfangsmikrofone in den einzelnen Sensoren zu betreiben, welche unterschiedliche Empfangscharakteristiken haben.

Aus der DE 692 10 584 T2 ist eine Ultraschallentfernungsmessvorrichtung für einen mobilen Roboter bekannt, die einen Sender zum Senden eines Strahls mit Ultraschallenergie in einer abtastenden Weise über einen interessierenden Zielbereich, einen Detektor zum Selektieren der zurückgeworfenen Ultraschallenergie, die Reflexionen des übertragenen bzw. gesendeten Strahls von dem Zielbereich umfasst, und einen Signalprozessor aufweist, um das durch den Detektor detektierte bzw. erfasste Signal zu verstärken, wobei der Prozessor eine Korrelationseinrichtung mit einem Referenzsignal aufweist, in dem das Referenzsignal eine Darstellung des gegenwärtigen Signals ist, das durch den Detektor erzeugt worden ist, wenn der gesendete und übertragene Strahl bei üblichem Einfall von einer interessierenden ebenen Referenzzieloberfläche reflektiert worden ist, wobei der Prozessor auch einen Computerspeicher umfasst, um die Signaldarstellung zu speichern und diese als ein Referenzsignal an die Korrelationseinrichtung während der Detektion eines Signals anzulegen, das die Reflexion von einem zu detektierenden Ziel bzw. Objekt darstellt. Ziel dieses Verfahrens ist es, falsche Entfernungserfassungen zu vermeiden, die beispielsweise entstehen, wenn in einer Ecke eines Raumes das gesendete Signal mehrfach reflektiert wird.

Für eine möglichst fehlerfreie Detektion ist es wünschenswert, eine hohe Signalstärke des reflektierten Signals zu erhalten. Dieses führt zu einem guten Signalrauschverhältnis, welches letztendlich für die Detektionsgüte verantwortlich ist. Daher wurden Ultraschallsensoren gemäß dem Stand der Technik im Stoßfänger gewöhnlich in der Weise integriert, dass in eine äußere Fläche des Stoßfängers Öffnungen eingebracht werden, in die die Sende- und/oder Empfangssensoren eingesetzt werden. Häufig werden die Sendeeinrichtung und die Empfangseinrichtung in einen gemeinsamen Ultraschallwandler integriert, wobei dasselbe Schwingungselement sowohl zum Aussenden des Ultraschallsignals als auch zum Empfangen des Ultraschallsignals verwendet wird. Aus dem Stand der Technik sind hier beispielsweise Ultraschallwandler bekannt, welche Piezomaterialien zur Wandlung elektrischen Stroms in mechanische Schwingung bzw. der mechanischen Schwingung in elektrische Signale nutzen.

Aus aerodynamischen und optischen Gründen sowie fertigungstechnischen Überlegungen ist es jedoch wünschenswert, die Oberflächen der Stoßfänger, welche heutzutage häufig in derselben Farbe lackiert werden wie die übrigen Karosserieteile des Kraftfahrzeugs, nicht zu durchbrechen. Daher sind aus dem Stand der Technik auch Sensoren bekannt, die von außen nicht sichtbar in Karosserieteile, insbesondere Stoßfänger, von Kraftfahrzeugen integriert

werden. Diese werden hinter einer äußeren Oberfläche angeordnet. Ein Beispiel hierfür ist in der WO 2008/125260 A1 beschrieben.

Bei diesen Systemen wird das Ultraschallsignal durch die äußere Oberfläche, also durch ein physisch ausgebildetes Bauteil hindurch, in das Umfeld des Kraftfahrzeugs ausgesandt. Auch die Detektion des reflektierten Ultraschallsignals erfolgt erneut durch die äußerste Wand des Karosseriebauteils hindurch. Es versteht sich, dass dieses Bauteil sowohl für das Sendesignal als auch für das Echosignal eine Dämpfung bewirkt. Eine Möglichkeit, dieser Dämpfung zu begegnen, bestünde darin, die Sendeleistung und/oder eine Empfindlichkeit der Empfangseinrichtung zu steigern. Eine Steigerung der abgestrahlten Sendeleistung, d.h. eine Verbesserung der Sendeeinrichtung, ist technisch realisierbar, jedoch mit einem nicht unerheblichen Kostenaufwand verbunden. In Massenproduktion hergestellte Ultraschallwandler, welche auch für einen nicht verdeckten Einsatz, d.h. ein Einbringen in eine Durchbrechung der äußersten Karosserie- bzw. Stoßfängerwand vorgesehen sind, könnten dann nicht zum Einsatz kommen, so dass die Stückkosten für einen Einsatz in Kraftfahrzeugen erheblich steigen würden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Umfelderkennung für verdeckt eingebaute Ultraschallsensoren bzw. Ultraschallwandler zu ermöglichen, ohne die Kosten und einen technischen Aufwand in Form von technischen benötigten Komponenten und deren Auslegung deutlich gegenüber Systemen zu erhöhen, die für Umfelderkennungslösungen eingesetzt werden, welche mit nicht verdeckt eingebauten Ultraschallsende- und/oder Empfangseinrichtungen in Kraftfahrzeugen genutzt werden.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Umfelderkennungsvorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Umfelderkennung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 6 erfindungsgemäß gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, die Signalauswertung zu verbessern und zu optimieren. Eine Veränderung der Auswertung der empfangenen Echosignale ist ohne einen wesentlichen Kostenaufwand möglich, da eine Änderung der Elektronik, ohne oder mit nur geringen Mehrkosten gegenüber Systemen, erreichbar ist, die derzeit zur Auswertung der Echosignale eingesetzt werden. Ansonsten können im Wesentlichen dieselben Hardwarekomponenten verwendet werden, die auch für einen nicht verdeckten Einbau der Ultraschallsende- und Empfangseinrichtungen verwendet werden.

Eine bevorzugte Ausführungsform einer Umfelderkassungsvorrichtung in einem Kraftfahrzeug umfasst eine Signalerzeugungseinrichtung zum Erzeugen eines Sendesignals, mindestens einen Ultraschallwandler zum Wandeln elektrischer Schwingungen in akustische Schwingungen und/oder umgekehrt, eine Auswerteeinrichtung, die ein Empfangssignal auswertet, um einen oder mehrere Abstände zu Gegenständen in einem Umfeld des Kraftfahrzeugs zu ermitteln, wobei die Signalerzeugungseinrichtung mit dem mindestens einen Ultraschallwandler verknüpft ist, so dass der Ultraschallwandler entsprechend des elektrischen Sendesignals ein Ultraschallsendesignal in das Umfeld abstrahlt und die Auswerteeinrichtung mit dem mindestens einen Ultraschallwandler oder mindestens einem weiteren Ultraschallwandler verbunden ist, um das elektrische Signal zu empfangen, das an dem mindestens einen Ultraschallwandler oder dem mindestens einen weiteren Ultraschallwandler aus dem reflektierten Ultraschallsendesignal (dem Echosignal) abgeleitet ist, wobei der mindestens eine Ultraschallwandler und gegebenenfalls der mindestens eine weitere Ultraschallwandler in dem Fahrzeug stoffschlüssig an einer von dem Umfeld abgewandten Seite eines Karosseriebauteils, d.h. einer Fahrzeugkomponente, angeordnet sind, so dass zwischen dem mindestens einen Ultraschallwandler und gegebenenfalls dem mindestens einen weiteren Ultraschallwandler und dem zu überwachenden Umfeld des Kraftfahrzeugs jeweils eine geschlossene, physisch ausgebildete Fläche einer Fahrzeugkomponente, insbesondere eine Wand eines Stoßfängers, angeordnet ist und die Auswerteeinheit eine Korrelationseinheit umfasst, die eine Kreuzkorrelation des Sendesignals mit dem Empfangssignal bildet und ferner ausgebildet ist, den einen oder die mehreren Abstände zu Gegenständen im Umfeld anhand des aus der Kreuzkorrelation berechneten Korrelationssignals zu ermitteln.

Zunächst wird in einer Ultraschallmessvorrichtung jeweils ein Sendesignal, heute in der Regel digital, erzeugt, welches anschließend in ein analoges Signal gewandelt und verstärkt wird, welches zum Antreiben eines Aktors genutzt wird, der wiederum eine Fahrzeugkomponente zumindest lokal zu Schwingungen anregt, wodurch das Ultraschallsignal ausgesandt wird. Das Sendesignal wird so erzeugt, dass dieses nur in einem begrenzten Zeitbereich Schwingungen des Ultraschallwandlers anregt. Das Sendesignal umfasst einen Pulsabschnitt, in dem beim Senden des Sendesignals der Ultraschallwandler zum Erzeugen von Ultraschall angeregt wird, und einen Konstantabschnitt, in dem keine Anregung des Ultraschallwandlers stattfindet. Für eine Korrelation mit dem Empfangssignal ist somit nur der Pulsabschnitt des Sendesignals von Interesse, also jener Zeitabschnitt des Sendesignals der den Ultraschallwandler zur Schwingung angeregt und ein Abstrahlen des Ultraschallsendesignals bewirkt. Zum Ausführen der Kreuzkorrelation wird das gewandelte Empfangssignal, welches dem gewandelten Echosignal entspricht, jeweils um einen Betrag τ zeitverschoben mit dem Sendesignal multipliziert und über eine mögliche Intervalllänge T integriert. Diese mögliche Intervalllänge ist in der Praxis dadurch begrenzt, dass der Sensor, d.h. die Umfelderkassungsvorrichtung, iterativ

Sendesignale aussendet. Anders betrachtet erzeugt die Messvorrichtung ein Sendesignal, welches iterativ Pulsabschnitte umfasst. Eine maximal sinnvolle Integrationszeit ist somit durch eine solche Iterationszykluszeit, d.h. die Zeit zwischen aufeinanderfolgenden Sendepulsabschnitten, festgelegt. Abhängig von dem Betrag der zeitlichen Verzögerung τ der Signale ergibt sich ein Korrelationssignal der Kreuzkorrelation

$$\Psi(\tau) = \frac{1}{2T} \int_{-T}^T s(t)e(t-\tau)dt, \text{ wobei } s(t) \text{ das Sendesignal und } e(t) \text{ das Empfangssignal}$$

repräsentieren.

Besonders bevorzugt wird der Sendepuls so erzeugt, dass das Sendesignal einen Pulsabschnitt und einen zeitlich unveränderlichen Konstantabschnitt umfasst, wobei der Pulsabschnitt aus mindestens einem zeitlich begrenzten Abschnitt eines periodischen Schwingungssignals abgeleitet oder als periodisches Schwingungssignal erzeugt wird. Bei einer solchen Ausführungsform ergibt es sich, dass in der Korrelation jeweils nur die Abschnitte des Empfangssignals zum Korrelationsergebnis beitragen können, die mit dem Pulsabschnitt des Sendesignals multipliziert werden. Die Integrationszeitlänge kann somit an die Länge des Pulsabschnitts geeignet angepasst werden.

Es lässt sich mathematisch zeigen, dass sich ein Signal zu Rauschverhältnis bis zu einer so genannten Cramer Rao Grenze verbessern lässt, indem eine Abtastfrequenz, mit der das Sende- und Empfangssignal digitalisiert werden bzw. sind und/oder eine Signallänge des Pulsabschnitts des Sendesignals verlängert werden. Eine Erhöhung der Abtastfrequenz erhöht die Anforderung und somit die Kosten für die Digitalisierungselektronik, wohingegen eine Verlängerung des Pulsabschnitts des Sendesignals dazu führt, dass eine räumliche Auflösung, welche mit der Messung erzielbar ist, reduziert wird. Somit ist hier ein Kompromiss hinsichtlich einer Schwingungszahl, die in dem Pulsabschnitt enthalten ist, und einem erzielbaren Signalrauschverhältnis abzuwägen. Eine gesteigerte Länge des Pulsabschnitts des Sendesignals ebenso wie eine Erhöhung der Abtastfrequenz führen darüber hinaus zu einem gesteigerten Speicherbedarf in der Auswerteeinrichtung und wirken sich somit negativ auf die Systemkosten und Systemressourcen aus.

Die gewählte Korrelation ist zwar dafür geeignet, um statistisches Rauschen, welches im Empfangssignal enthalten ist, oder Signalanteile, die in einem gegenüber der in dem Pulsabschnitt enthaltenen Grundfrequenz abweichenden Frequenzbereich liegen, zu unterdrücken, Störanteile, die von Störquellen stammen, deren Frequenz im Bereich der Frequenz der Schwingungen liegt, mit der der Ultraschallwandler beim Senden des Pulsabschnitts schwingt, werden jedoch nicht unterdrückt. Um eine Abtrennung solcher Signale zu ermöglichen, ist bei einer Ausführungsform vorgesehen, dass die

Signalerzeugungseinrichtung ausgebildet ist, ein moduliertes periodisches Schwingungssignal als Sendesignal abzuleiten oder zu erzeugen. Hierfür kann die Signalerzeugungseinrichtung beispielsweise eine Modulationseinrichtung umfassen. Wird das Sendesignal digital erzeugt, so kann dieses beispielsweise auch in einem Speicher abgelegt sein und das modulierte Signal direkt bei der Digital-Analogwandlung erzeugen.

Eine besonders gute Unterdrückung von Störsignalen erhält man, wenn das die Modulation darstellende Modulationssignal ein Binärsignal ist, insbesondere ein Barker- oder ein Gold-Code oder eine Pseudozufallszahl ist. Das Modulationssignal ist jenes Signal, welches informationstechnisch die Änderung der Schwingung in dem Pulsabschnitt festlegt.

Besonders bevorzugt ist die Signalerzeugungseinrichtung ausgebildet, eine Frequenzmodulation auszuführen, bei der ein Wechsel zwischen mindestens zwei Frequenzen im Bereich der Eigenfrequenz des mindestens einen Ultraschallwandlers beim Erzeugen des Pulsabschnitts abhängig von dem Modulationssignal bewirkt wird. Es ergibt sich, dass als Modulationssignal auch nicht binäre Signale genutzt werden können, so dass der Pulsabschnitt mehr als zwei Frequenzkomponenten im Bereich der Eigenfrequenz des Ultraschallwandlers aufweisen kann.

Ein weiterer Vorteil der Verwendung eines modulierten Schwingungssignals im Pulsabschnitt des Sendesignals besteht darin, dass eine verbesserte Auswertung, insbesondere bei zeitgleicher Verwendung mehrerer Sensoren, in einem Kraftfahrzeug ausgeführt werden kann, die jeweils ein Sendesignal aussenden, welches sich von den Sendesignalen der anderen Ultraschallwandler unterscheidet. Die Korrelation des jeweiligen aus dem Echosignal gewandelten Empfangssignals mit dem entsprechenden zugehörigen Sendesignal führt zur Abtrennung der Anteile, die durch Sendesignale anderer Sensoren verursacht sind.

Eine noch weiter verbesserte Korrelationsauswertung erhält man bei einer Ausführungsform, bei der die Korrelation jenes Signal als Sendesignal verwendet, welches aus den Schwingungen des Ultraschallwandlers während des Aussendens des Sendesignals abgeleitet ist. Es hat sich gezeigt, dass sich das tatsächlich ausgesandte Ultraschallsendesignal leicht von dem Sendesignal unterscheidet, mit dem der Ultraschallwandler angetrieben wird. Dies hat seine Ursache darin, dass der Ultraschallwandler als mechanisches System eine Trägheit aufweist, wodurch dieser ein An- und Ausschwingverhalten zeigt. Dies ist insbesondere im Ausschwingverhalten von Bedeutung, da dieses nur mäßig gedämpft ist, da eine Anregung immer im Bereich der Resonanzfrequenz des Ultraschallwandlers erfolgen muss, um eine möglichst effiziente Ultraschallabstrahlung zu erreichen. Die Korrelation wird somit dadurch verbessert, dass dieser durch das An- und Nachschwingen bedingte Anteil des Sendepulses,

wie er tatsächlich ausgesandt wird, mit berücksichtigt wird. An dieser Stelle wird angemerkt, dass aufgrund der wesentlich geringeren Amplitude, mit der der Ultraschallwandler beim Empfangen des Echoimpulses ausgelenkt wird, diese Effekte für das Empfangssignal deutlich reduziert sind.

In der Regel wird der Ultraschallwandler, welcher die Fahrzeugkomponente zumindest lokal zu Schwingungen anregt, um das Ultraschallsendesignal in das Umfeld auszusenden, auch genutzt, um das reflektierte Ultraschallechosignal zu empfangen, welches die Fahrzeugkomponente erneut in Schwingungen versetzt. Hierbei wird ausgenutzt, dass das Sendesignal einen Pulsabschnitt endlicher Dauer aufweist, der eine aktive Anregung des Ultraschallwandlers bewirkt, und einen Konstantabschnitt aufweist, der keine aktive Anregung des Ultraschallwandlers bewirkt. Während der Konstantabschnitt des Sendesignals die Anregung des Ultraschallwandlers steuert (welche nicht erfolgt), kann der Ultraschallwandler die durch das Echosignal verursachten Schwingungen der Fahrzeugkomponente erfassen und in das Empfangssignal wandeln. Andere Ausführungsformen können jedoch vorsehen, einen weiteren Ultraschallwandler für den Empfang des Echosignals zu nutzen. Auch dieser ist verdeckt, das heißt entweder an der Fahrzeugkomponente an der dem Umfeld abgewandten Seite stoffschlüssig angebracht oder an einer anderen Fahrzeugkomponente ebenfalls auf der dem Umfeld abgewandten Seite verdeckt stoffschlüssig angeordnet.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Hierbei zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung unterschiedlicher Verbaufornen von Ultraschallsensoren in Stoßfängern gemäß dem Stand der Technik bei einem Einbau in Aussparungen einer äußeren Wand eines Stoßfängers;
- Fig. 2 eine schematische Abbildung eines Ultraschallwandlers nach dem Stand der Technik, welcher verdeckt in einem Stoßfänger eingebaut ist;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Umfelderkennungsvorrichtung; und
- Fig. 4 ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Umfelderkennung.

In Fig. 1 sind zwei mögliche Varianten schematisch angedeutet, wie im Stand der Technik Ultraschallwandler 1 in die äußeren Begrenzungs wanden 2 von Stoßfängern integriert werden. Bei beiden dargestellten Ausführungsvarianten wird in die äußere Wand 2 des Stoßfängers 3 jeweils eine Durchgangsöffnung 4 eingebracht. Diese Durchgangsöffnung 4 kann gebohrt,

gestanzt oder auf andere Weise ausgebildet werden. Bei dem oberen dargestellten Beispiel wird auf eine Innenseite 5 der äußeren Wand 2 des Stoßfängers 3 eine Halterung 6 aufgeklebt oder angeschweißt. Die Halterung 6 weist ebenfalls eine Durchgangsöffnung 7 auf, welche zentrisch mit der Durchgangsöffnung 4 der äußeren Wand 2 des Stoßfängers 3 ausgerichtet ist. Ferner weist die Halterung 6 Rastmittel 8 auf, in welche Vorsprünge 9 des Ultraschallwandlers 1 in einem eingebauten Zustand eingreifen und den Ultraschallwandler 1 in der Halterung 6 arretieren. Zwischen dem Ultraschallwandler 1 und der Halterung 6 wird ein Abstands- und Dämpfungselement 10 eingesetzt, welches eine Entkopplung der durch den Ultraschallwandler 1 erzeugten Schwingungen und der äußeren Wand 2 des Stoßfängers 3 bewirken soll.

Die zweite dargestellte Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform lediglich dadurch, dass an der äußeren Wand 2 des Stoßfängers 3 Stoßfängerrastmittel 11 ausgebildet sind, die mit Gegenelementen 12 der Halterung 6 bei einem Verrasten der Halterung 6 an der Innenseite 5 der äußeren Wand 2 des Stoßfängers 3 wechselwirken. Bei den dargestellten Einbauvarianten wird das abgestrahlte Ultraschallsignal durch die äußere Wand 2 weder beim Senden noch beim Empfangen beeinträchtigt.

In Fig. 2 ist eine Ausführungsform eines Stoßfängers mit einem Ultraschallwandler schematisch dargestellt, bei der der Ultraschallwandler verdeckt eingebaut ist. Die äußere Wand 2 des Stoßfängers 3 weist in diesem Fall keine Durchbrechung auf. Ein Piezokeramikmodul 20, welches als Ultraschallwandler dient, ist an einer Innenseite 5 einer äußeren Wand 2 des Stoßfängers 3 appliziert. In einem Teilbereich 21, in dem Schall abgestrahlt wird, ist auf die Innenseite 5 der äußeren Wand 2 des Stoßfängers 3 eine Verrippung 22 geklebt. Das Piezokeramikmodul 20 ist hierbei in einer Klebefuge 23 zwischen der Verrippung 22 und der Wand 2 des Stoßfängers 3 angeordnet. Diese Anordnung ist beispielsweise in der WO 2008/125260 A1 detaillierter beschrieben.

In Fig. 3 ist eine Umfelderkassungsvorrichtung schematisch dargestellt. Ein Ultraschallwandler 1 ist bezüglich eines Umfelds 31 „hinter“ einer äußeren Wand 2 eines Karosserieteils, beispielsweise eines Stoßfängers 3, angeordnet. Der Ultraschallwandler ist stoffschlüssig an der dem Umfeld 31 abgewandten Seite der Wand 2 angeordnet. Die äußere Wand 2 ist im Bereich der Anordnung des Ultraschallwandlers 1 nicht durchbrochen und weist eine geschlossene Oberfläche 32 auf.

Eine Signalerzeugungseinrichtung 34 erzeugt ein Sendesignal 35. Das Sendesignal umfasst einen Pulsabschnitt 35a und einen Konstantabschnitt 35b. Über einen Digital-Analogwandler 36 und einen Verstärker 37 wird das Sendesignal in ein Signal umgewandelt, welches den

Ultraschallwandler 1 antreibt und diesen in Schwingungen versetzt, so dass zumindest lokal auch die Wand 2 in Schwingungen versetzt wird und ein Ultraschallsendesignal 38 ausgesandt wird. Dieses wird durch die Wand 2 in das Umfeld 31 ausgesandt und trifft dort gegebenenfalls auf einen Gegenstand 39 in dem Umfeld 31. Das Ultraschallsendesignal 38 wird an dem Gegenstand 39 zumindest teilweise als Echesignal 40 auf die Wand 2 zurückreflektiert und durch die Wand 2 hindurch auf den Ultraschallwandler 1 übertragen. Der Ultraschallwandler 1 wird somit durch das Echesignal in Schwingungen versetzt und wandelt diese in ein elektrisches Signal 41, welches über den A/D-Wandler 42 in ein nun digitales Empfangssignal 43 gewandelt wird.

In einer Korrelationseinheit 44 wird eine Kreuzkorrelation für unterschiedliche Zeitverzögerungen τ zwischen dem Sendesignal 35 und dem Empfangssignal 43 berechnet. Hieraus entsteht ein Korrelationssignal 45, welches schematisch grafisch gegenüber der Verzögerungszeit τ aufgetragen ist. Korrespondierend mit einem Verzögerungszeitpunkt, zu dem eine Korrelation einen Korrelationsschwellwert 46 übersteigt, d.h. eine sehr gute Übereinstimmung zwischen dem Sendesignal und dem Empfangssignal festgestellt wird, wird ein Gegenstand in dem Umfeld 31 erkannt. Die Zeitverzögerung ist hierbei ein Maß für die Zeit, welche zwischen dem Aussenden des Sendeimpulses und dem Empfang des Echoimpulses vergangen ist, so dass hierüber auf den Abstand des Gegenstands 39 von dem Kraftfahrzeug 47 zurückgeschlossen werden kann, in dem der Ultraschallwandler 1 bzw. die Umfeldererfassungsvorrichtung 30 eingebaut ist. Die Auswertung des Korrelationssignals 45 erfolgt in einer Auswerteeinheit 48. Die Korrelationseinheit 42 ist Bestandteil der Auswerteeinheit 46. Die Auswerteeinheit kann weitere Auswerteschritte vornehmen, beispielsweise den Abstand ermitteln und/oder eine Umfeldkarte oder Ähnliches erstellen. Der Abstände ergeben sich aus den Zeitpunkten, an denen das Korrelationssignal Maxima aufweist, unter Berücksichtigung der Schallausbreitungsgeschwindigkeit des Ultraschallsendesignals und des Echesignals.

Bei der beschriebenen Ausführungsform ist nur ein Ultraschallwandler vorgesehen. Andere Ausführungsformen können mehrere Ultraschallwandler vorsehen, die zeitgleich oder zeitversetzt zum Aussenden und Empfangen von Ultraschallsignalen genutzt werden.

Um Störsignale beispielsweise von anderen elektronischen Komponenten des Kraftfahrzeugs zu unterdrücken, ist bei einer Ausführungsform vorgesehen, dass die Signalerzeugungseinrichtung 34 ein modulierte Sendesignal erstellt, was bedeutet, dass der Pulsabschnitt des Sendesignals nicht nur die Schwingungen einer Frequenz und einheitlichen Amplitude aufweisen, sondern die Frequenz und/oder Amplitude der Schwingungen in dem

Pulsabschnitt variiert ist. Hierbei versteht es sich für den Fachmann, dass hierunter nicht das An- und Ausschwingverhalten des Sendesignals gemeint ist.

Bei wieder einer anderen Ausführungsform kann das Sendesignal, welches zur Korrelation genutzt wird, während des Sendens über dem D/A-Wandler erfasst werden, so dass das dem tatsächlich ausgesandten Ultraschallsendesignal entsprechende empfangene Sendesignal mit dem empfangenen Empfangssignal, welches aus dem Echosignal abgeleitet ist, korreliert wird.

Anhand von Fig. 4 wird ein beispielhafter Verfahrensablauf eines Messzyklus noch einmal schematisch erläutert. Zunächst wird ein Sendesignal erzeugt 61. Dieses umfasst im Wesentlichen das Erzeugen eines Pulsabschnitts, in dem das Sendesignal eine periodische Schwingung umfasst. Die restlichen Abschnitte des Sendesignals werden als Konstantabschnitte erzeugt 63. Bei einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die periodischen Schwingungen, welche den Pulsabschnitt des Sendesignals darstellen, moduliert werden 64, beispielsweise eine Frequenz der Schwingungen zwischen unterschiedlichen Frequenzen, die benachbart zu der mechanischen Resonanzfrequenz des Ultraschallwandlers sind, über den das Sendesignal in Ultraschallsendesignale umgewandelt werden soll, variiert wird. Vorzugsweise findet diese Variation gemäß eines Barker-Codes, Gold-Codes oder einer Pseudozufallszahl statt, welche beispielsweise einfach mittels rückgekoppelter Schieberegister erzeugt werden können.

Das Sendesignal wird dann von einem digitalen Signal in ein analoges Signal gewandelt 65 und verstärkt 66. Hierdurch wird der Ultraschallwandler angetrieben und wandelt das Sendesignal in ein Ultraschallsendesignal 67. Anschließend wird mit dem Ultraschallwandler ein Echosignal empfangen 68 und in ein elektrisches Signal gewandelt, welches über einen A/D-Wandler in ein digitales Empfangssignal umgewandelt wird 69. Das Empfangssignal wird anschließend ausgewertet 70. Das Sendesignal und das Empfangssignal werden hierbei für unterschiedliche Zeitverschiebungen τ korreliert 71. Hierbei werden das Sendesignal und das Empfangssignal miteinander multipliziert und über die Zeit integriert. Anhand des sich ergebenden Korrelationssignals werden anschließend Abstände zu Gegenständen im Umfeld des Kraftfahrzeugs ermittelt 72, sofern solche Gegenstände vorhanden sind.

Der Vorteil der beschriebenen Ausführungsformen liegt darin, dass ohne eine Umkonstruktion von Stoßfängern an diesen Ultraschallwandler angeordnet und genutzt werden können, die dennoch eine zuverlässige Umfelderkennung ermöglichen. Die durch die Dämpfung, welche beim Durchdringen beispielsweise einer Stoßfängerwand auftreten, werden dadurch kompensiert, dass das Signalrauschverhältnis aufgrund der Korrelation deutlich verbessert

wird. Für das gefilterte Rauschsignal gilt:

$$\sigma_{\text{gefiltertesRauschsignal}} = \frac{\sigma_{\text{Rauschsignal}}}{\sqrt{N}} = \frac{\sigma_{\text{Rauschsignal}}}{\sqrt{\frac{f_{\text{Abtast}}}{f_{\text{Sende}}} a_{\text{AnzahlSchwingungen}}}} = \frac{\sigma_{\text{Rauschsignal}}}{\sqrt{1024}} = \frac{\sigma_{\text{Rauschsignal}}}{32}$$

Hierbei ist f_{Sende} die Sendefrequenz, welche beispielsweise 50 kHz beträgt, und f_{Abtast} die Abtastfrequenz, mit der eine Digitalisierung vorgenommen wird, welche beispielsweise 400 kHz beträgt. a gibt die Anzahl der Schwingungen in dem Pulsabschnitt an und wird beispielsweise auf 128 festgelegt. Durch die Korrelation kann somit das Rauschsignal um einen Faktor 1/32 reduziert werden. Hierbei stellt eine Anzahl von 128 Schwingungen bei einer Sendefrequenz von 50 kHz eine Pulslänge l dar:

$$l_{\text{Puls}} = \frac{c_0}{f} a_{\text{AnzahlSchwingungen}} = 88 \text{ cm},$$

die zugleich die maximale Auflösung des Systems festlegt. In der Praxis ist daher eine Optimierung zwischen der Anzahl der Schwingungen in dem Pulsabschnitt und einer Abtastfrequenz, welche noch zu vertretbaren Kosten umsetzbar ist, zu wählen, um ein möglichst gutes Signalrauschverhältnis zu erreichen.

Die Verwendung von Gold-, Barker-Codes oder Pseudozufallszahlen zur Modulation des Signals bewirkt zum einen den Vorteil, dass ein maximaler Korrelationsabstand zwischen zwei Sendesignalen, welche mit unterschiedlichen Barker-, Gold-Codes oder Pseudozufallszahlen moduliert sind, bei der Auswertung erhalten wird. Hierdurch wird es möglich, zeitgleich unterschiedliche Sendesignale zu senden und auszuwerten und somit mehrere Ultraschallwandler zeitgleich zu betreiben, was im Stand der Technik derzeit nicht möglich ist. Darüber hinaus führt die Modulation dazu, dass Störquellen unterdrückt werden, welche in dem Frequenzbereich auftreten, in dem die Schwingungen des Pulsabschnitts liegen.

Es versteht sich für den Fachmann, dass hier lediglich beispielhafte Ausführungsformen beschrieben sind. Die beschriebenen Merkmale können in beliebiger Kombination zur Umsetzung der Erfindung genutzt werden.

Bezugszeichenliste

1	Ultraschallwandler
2	Wand
3	Stoßfänger
4	Durchgangsöffnung
5	Innenseite
6	Halterung
7	Durchgangsöffnung
8	Rastmittel
9	Vorsprünge
10	Abstands- und Dämpfungselement
11	Stoßfängerrastmittel
12	Gegenelement
20	Piezokeramikmodul
21	Teilbereich
22	Verrippung
23	Klebefuge
30	Umfelderfassungsvorrichtung
31	Umfeld
32	Oberfläche
34	Signalerzeugungseinrichtung
35	Sendesignal
35a	Pulsabschnitt (des Sendesignals)
35b	Konstantabschnitt (des Sendesignals)
36	D/A-Wandler
37	Verstärker
38	Ultraschallsendesignal
39	Gegenstand
40	Echosignal
41	elektrisches (gewandeltes Echo-)Signal
42	A/D-Wandler
43	Empfangsignal
44	Korrelationseinheit
45	Korrelationssignal
46	Korrelationsschwellenwert
47	Kraftfahrzeug
48	Auswerteeinheit
61-72	Verfahrensschritte

Patentansprüche

1. Umfelderfassungsvorrichtung (30) in einem Kraftfahrzeug umfassend:
eine Signalerzeugungseinrichtung (34) zum Erzeugen eines Sendesignals;
mindestens einen Ultraschallwandler (1) zum Wandeln elektrischer Schwingungen in akustische Schwingungen und/oder umgekehrt;
eine Auswerteeinrichtung, die ein Empfangssignal auswertet, um einen oder mehrere Abstände zu Gegenständen in einem Umfeld des Kraftfahrzeugs zu ermitteln, wobei die Signalerzeugungseinrichtung (34) mit dem mindestens einen Ultraschallwandler (1) verknüpft ist, so dass der Ultraschallwandler (1) entsprechend des elektrischen Sendesignals ein Ultraschallsendesignal in das Umfeld abstrahlt und die Auswerteeinrichtung mit dem mindestens einen Ultraschallwandler (1) oder mindestens einem weiteren Ultraschallwandler (1) verbunden ist, welche jeweils ein empfangenes Echesignal in ein Empfangssignal für die Auswerteeinrichtung wandeln, dadurch gekennzeichnet, dass
der mindestens eine Ultraschallwandler (1) und gegebenenfalls der mindestens eine weitere Ultraschallwandler (1) jeweils an einer von dem zu überwachenden Umfeld (31) des Kraftfahrzeugs (47) abgewandten Seite einer flächig ausgebildeten Fahrzeugkomponente, insbesondere eine Wand (2) eines Stoßfängers (3), stoffschlüssig angeordnet sind und das Aussenden des Ultraschallsendesignals in das Umfeld und das Empfangen des Echesignals aus dem Umfeld jeweils über ein lokales In-Schwingungen-Versetzen der jeweiligen Fahrzeugkomponente erfolgt und die Auswerteeinheit (48) eine Korrelationseinheit (44) umfasst, die eine Kreuzkorrelation des Sendesignals mit dem Empfangssignal bildet und ferner ausgebildet ist, den oder die mehreren Abstände zu den Gegenständen (39) im Umfeld (31) anhand des bei der Korrelation mittels der Korrelationsfunktion berechneten Korrelationssignals zu ermitteln.
2. Umfelderfassungsvorrichtung (30) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Sendesignal einen Pulsabschnitt (35a) und einen zeitlich unveränderlichen Konstantabschnitt (35b) umfasst und die Signalerzeugungseinrichtung (34) ausgebildet ist, den Pulsabschnitt (35a) aus einem zeitlich begrenzten Abschnitt eines periodischen Schwingungssignals abzuleiten.
3. Umfelderfassungsvorrichtung (30) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalerzeugungseinrichtung (34) eine Modulationseinrichtung umfasst, die das periodische Schwingungssignal moduliert, um ein moduliertes Sendesignal zu erzeugen.

4. Umfeldererfassungsvorrichtung (30) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Modulationssignal ein binäres Signal genutzt wird, insbesondere ein Barker oder ein Goldcode oder eine Pseudozufallszahl
5. Umfeldererfassungsvorrichtung (30) nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Modulationseinrichtung ausgebildet ist, eine Frequenzmodulation auszuführen, bei der ein Wechsel zwischen mindestens zwei Frequenzen im Bereich der Eigenfrequenz des mindestens einen Ultraschallwandlers (1) zum Erzeugen des Pulsabschnitts (35a) abhängig von dem Modulationssignal bewirkt wird.
6. Verfahren zur Umfeldererfassung in einem Kraftfahrzeug umfassend die Schritte, Erzeugen eines elektrischen Sendesignals, Wandeln des elektrischen Sendesignals in ein Ultraschallsendesignal; Wandeln eines empfangenen Ultraschallsechosignals (40) in ein Empfangssignal, Auswerten des Empfangssignals (43) zum Ermitteln von einem oder mehreren Abständen zu Gegenständen (39) in dem Umfeld (31) des Kraftfahrzeugs (47), dadurch gekennzeichnet, dass eine Fahrzeugkomponente, insbesondere eine Wand (2) eines Stoßfängers (3), an einer von dem zu überwachenden Umfeld (31) abgewandten Seite mittels eines stoffschlüssig an der abgewandten Seite angeordneten Ultraschallwandlers (1) lokal zu Schwingungen angeregt wird, um durch die Fahrzeugkomponente, welche im Bereich der Anordnung des mindestens einen Ultraschallwandlers (1) eine dem Umfeld zugewandte geschlossene, ohne Durchbrüche ausgebildete Oberfläche aufweist, das Ultraschallsendesignal (38) in das Umfeld (31) auszusenden und das reflektierte Ultraschallechosignal, welches die Fahrzeugkomponente oder eine andere Fahrzeugkomponente zumindest lokal in Schwingungen versetzt, mittels des mindestens einen Ultraschallwandlers (1) oder mittels eines anderen an der dem Umfeld (31) abgewandten Seite der Fahrzeugkomponente oder an der dem Umfeld (31) abgewandten Seite der anderen Fahrzeugkomponente stoffschlüssig angeordneten weiteren Ultraschallwandlers empfangen und in das Empfangssignal gewandelt wird, wobei beim Auswerten eine Kreuzkorrelation zwischen dem Empfangssignal und dem Sendesignal gebildet wird und hierbei ein Korrelationssignal berechnet wird und der eine oder die mehreren Abstände zu den Gegenständen anhand des Korrelationssignals ermittelt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Sendesignal aus einem Pulsabschnitt (35a) und einem zeitlich unveränderlichen Konstantabschnitt (35b) gebildet wird, wobei der Pulsabschnitt (35a) aus mindestens einem zeitlich begrenzten Abschnitt eines periodischen Schwingungssignals abgeleitet wird oder als solches erzeugt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Sendesignal moduliert wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Frequenzmodulation ausgeführt wird, bei der ein Wechsel der zwischen mindestens zwei Frequenzen im Bereich der Eigenfrequenz des mindestens einen Ultraschallwandlers (1) abhängig von einem Modulationssignal, welches vorzugsweise einen Bakercode, einen Goldcode oder eine Pseudozufallszahl repräsentiert, bewirkt wird, um den Pulsabschnitt (35a) des Sendesignals zu erzeugen.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass als Sendesignal für die Korrelation das Signal genutzt wird, welches aus dem Schwingungssignal des Ultraschallwandlers (1) beim Senden des Pulsabschnitts des Sendesignals abgeleitet wird.

1/3

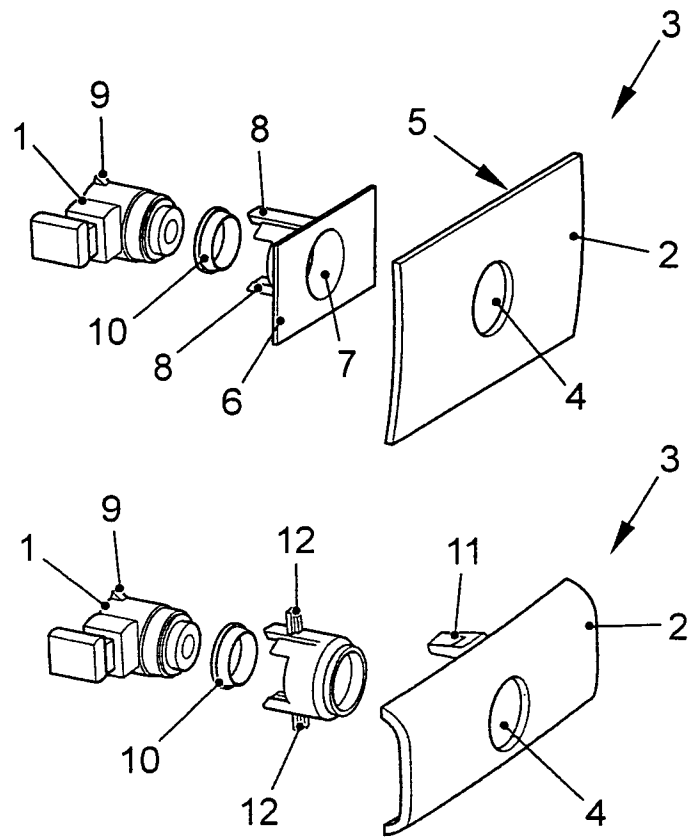


FIG. 1

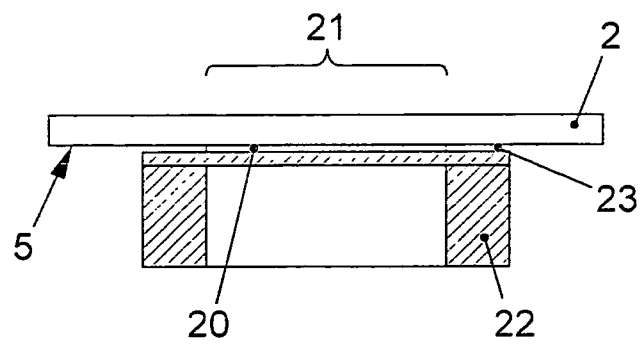


FIG. 2

2/3

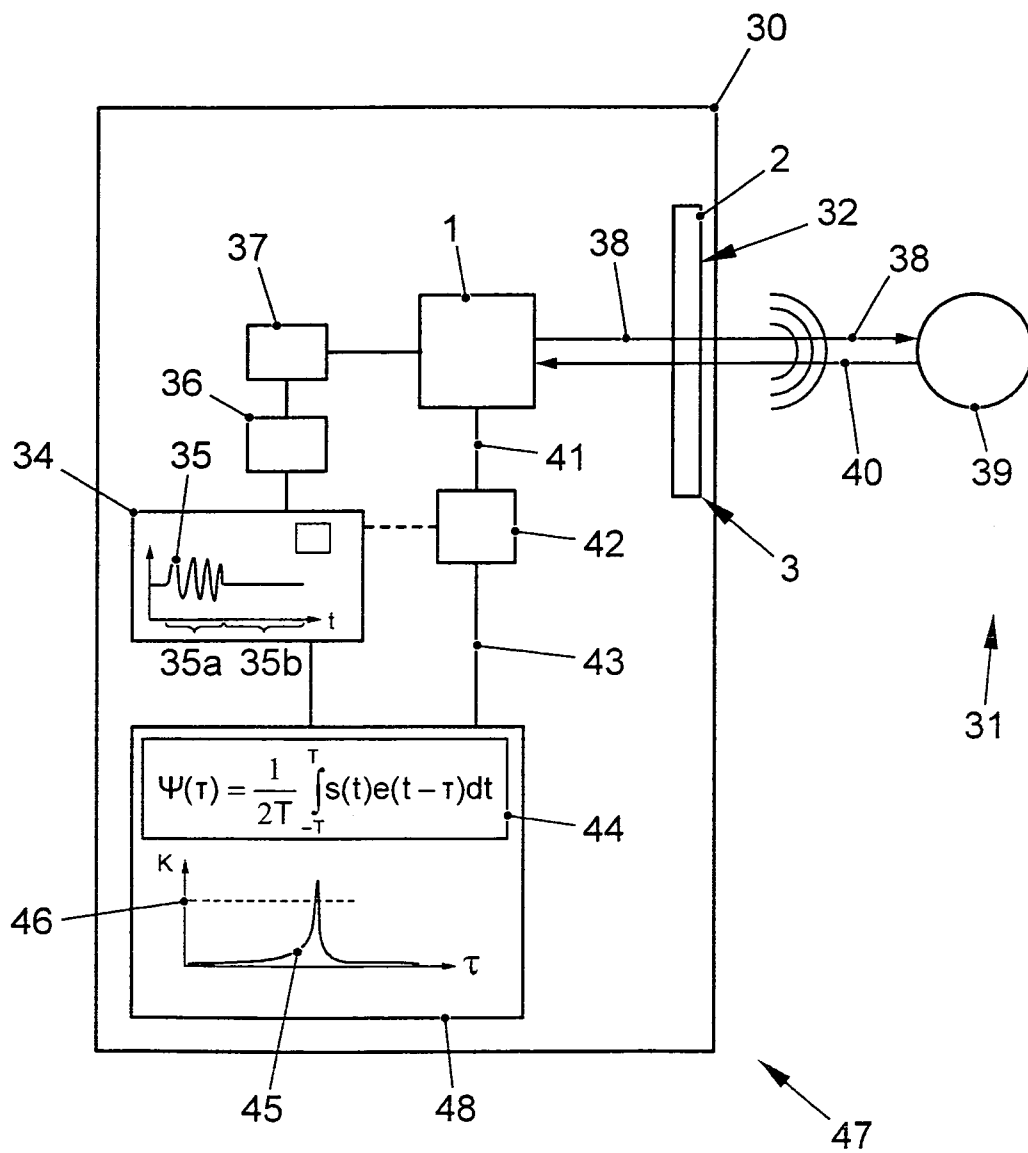


FIG. 3

3/3

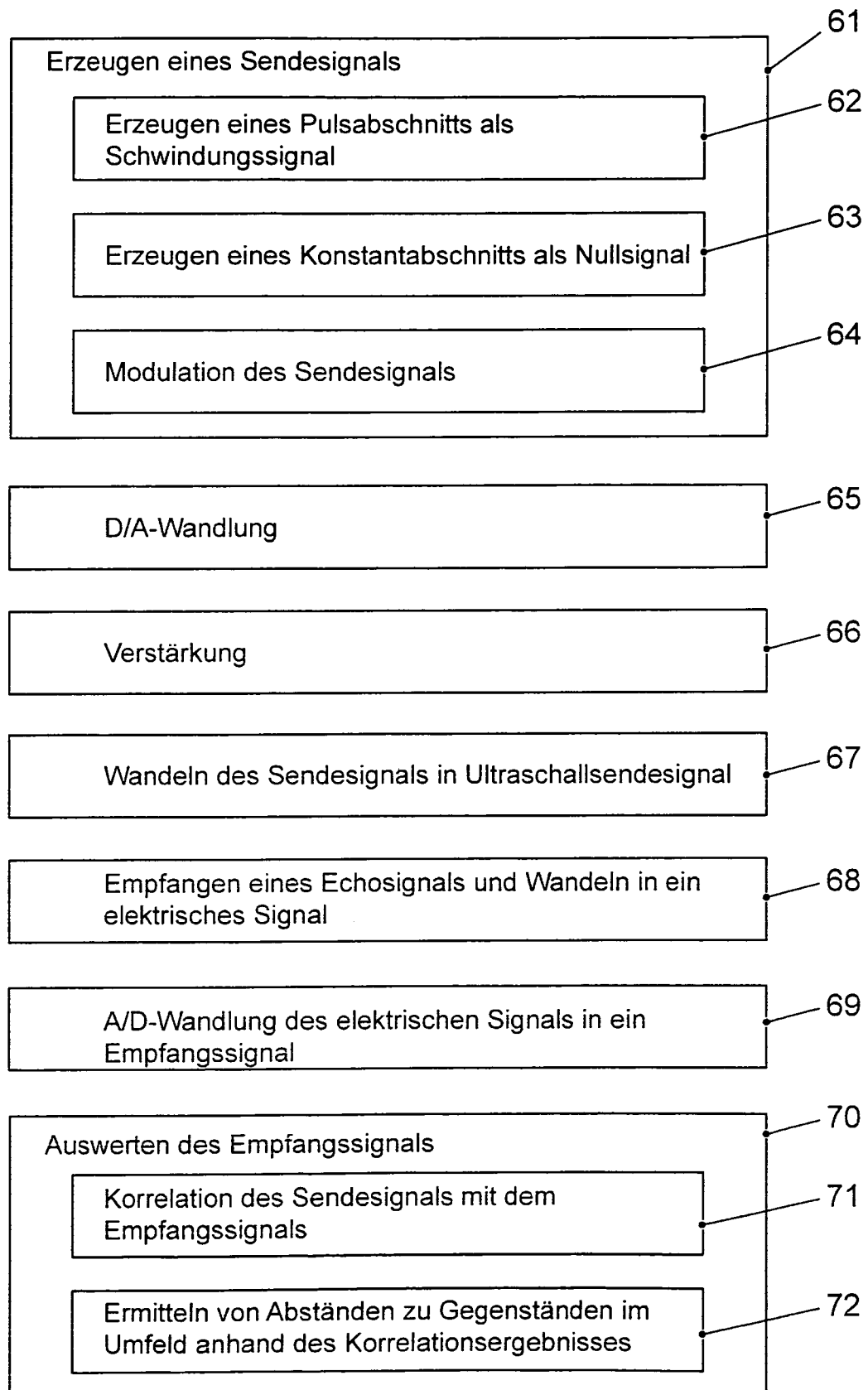


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/001867

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01S7/521 G01S15/93
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01S

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2007/115102 A1 (NAKANO AKIO [JP] ET AL) 24 May 2007 (2007-05-24) columns 18-47	1-10
Y	US 2007/115758 A1 (KOJIMA KIYONARI [JP] ET AL) 24 May 2007 (2007-05-24) columns 31-74	1-10
Y	DE 10 2008 016558 A1 (HELLA KGAA HUECK & CO [DE]) 8 October 2009 (2009-10-08) the whole document	1-10
	----- -/--	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 July 2012

Date of mailing of the international search report

23/07/2012

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Damp, Stephan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/001867

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	HERNANDEZ A ET AL: "Ultrasonic ranging sensor using simultaneous emissions from different transducers", IEEE TRANSACTIONS ON ULTRASONICS, FERROELECTRICS AND FREQUENCY CONTROL, IEEE, US, vol. 51, no. 12, 1 December 2004 (2004-12-01), pages 1660-1670, XP011368786, ISSN: 0885-3010, DOI: 10.1109/TUFFC.2004.1386683 paragraphs [0111], [000V] -----	1-10
Y	EP 0 797 105 A2 (SIEMENS AG [DE]) 24 September 1997 (1997-09-24) columns 3-5 -----	1-10
Y	ALVARO HERNANDEZ ET AL: "Ultrasonic Sensory System for Mobile Robots and Autonomous Vehicles", INDUSTRIAL ELECTRONICS, 2007. ISIE 2007. IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON, IEEE, PI, 1 June 2007 (2007-06-01), pages 1548-1553, XP031156369, ISBN: 978-1-4244-0754-5 paragraph [0111] -----	1-10
A	DE 10 2009 040264 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 10 March 2011 (2011-03-10) the whole document -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/001867

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2007115102 A1	24-05-2007	JP 2007142967 A US 2007115102 A1	07-06-2007 24-05-2007
US 2007115758 A1	24-05-2007	CN 1971307 A DE 102006055168 A1 JP 2007147319 A US 2007115758 A1	30-05-2007 06-06-2007 14-06-2007 24-05-2007
DE 102008016558 A1	08-10-2009	NONE	
EP 0797105 A2	24-09-1997	DE 19611233 A1 EP 0797105 A2	25-09-1997 24-09-1997
DE 102009040264 A1	10-03-2011	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01S7/521 G01S15/93
 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.
Y	US 2007/115102 A1 (NAKANO AKIO [JP] ET AL) 24. Mai 2007 (2007-05-24) Spalten 18-47	1-10
Y	US 2007/115758 A1 (KOJIMA KIYONARI [JP] ET AL) 24. Mai 2007 (2007-05-24) Spalten 31-74	1-10
Y	DE 10 2008 016558 A1 (HELLA KGAA HUECK & CO [DE]) 8. Oktober 2009 (2009-10-08) das ganze Dokument	1-10
	-/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Juli 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/07/2012

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

Damp, Stephan

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	HERNANDEZ A ET AL: "Ultrasonic ranging sensor using simultaneous emissions from different transducers", IEEE TRANSACTIONS ON ULTRASONICS, FERROELECTRICS AND FREQUENCY CONTROL, IEEE, US, Bd. 51, Nr. 12, 1. Dezember 2004 (2004-12-01), Seiten 1660-1670, XP011368786, ISSN: 0885-3010, DOI: 10.1109/TUFFC.2004.1386683 Absätze [0111], [000V] -----	1-10
Y	EP 0 797 105 A2 (SIEMENS AG [DE]) 24. September 1997 (1997-09-24) Spalten 3-5 -----	1-10
Y	ALVARO HERNANDEZ ET AL: "Ultrasonic Sensory System for Mobile Robots and Autonomous Vehicles", INDUSTRIAL ELECTRONICS, 2007. ISIE 2007. IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON, IEEE, PI, 1. Juni 2007 (2007-06-01), Seiten 1548-1553, XP031156369, ISBN: 978-1-4244-0754-5 Absatz [0111] -----	1-10
A	DE 10 2009 040264 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 10. März 2011 (2011-03-10) das ganze Dokument -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/001867

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2007115102 A1	24-05-2007	JP 2007142967 A	07-06-2007
		US 2007115102 A1	24-05-2007

US 2007115758 A1	24-05-2007	CN 1971307 A	30-05-2007
		DE 102006055168 A1	06-06-2007
		JP 2007147319 A	14-06-2007
		US 2007115758 A1	24-05-2007

DE 102008016558 A1	08-10-2009	KEINE	

EP 0797105 A2	24-09-1997	DE 19611233 A1	25-09-1997
		EP 0797105 A2	24-09-1997

DE 102009040264 A1	10-03-2011	KEINE	
