

(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
26. November 2015 (26.11.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/176885 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
G01S 15/93 (2006.01) *G01S 7/526* (2006.01)
G01S 7/52 (2006.01) *H04R 3/00* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2015/058394
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
17. April 2015 (17.04.2015)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2014 107 311.8 23. Mai 2014 (23.05.2014) DE
- (71) **Anmelder:** VALEO SCHALTER UND SENSOREN
GMBH [DE/DE]; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-
Bissingen (DE).
- (72) **Erfinder:** HALLEK, Michael; Laiernstr. 12, 74321
Bietigheim-Bissingen (DE). LUDWIG, Michael; B7 8,
68159 Mannheim (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, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR OPERATING AN ULTRASONIC SENSOR OF A MOTOR VEHICLE, ULTRASONIC SENSOR
DEVICE, DRIVER ASSISTANCE SYSTEM AND MOTOR VEHICLE

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES ULTRASCHALLSENSORS EINES KRAFTFAHRZEUGS,
ULTRASCHALLSENSORVORRICHTUNG, FAHRERASSISTENZSYSTEM SOWIE KRAFTFAHRZEUG

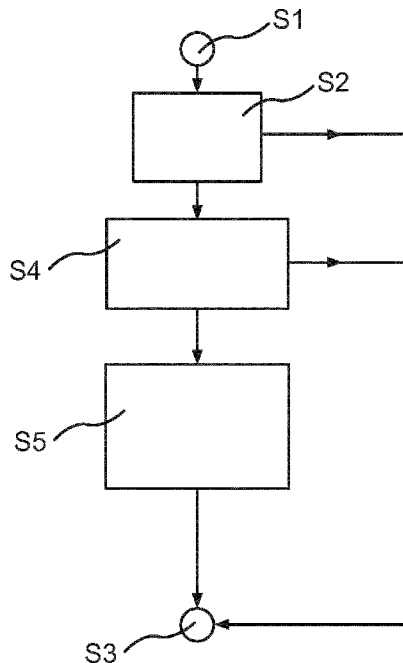


Fig.5

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for operating an ultrasonic sensor (2) of a motor vehicle, in which method a transmission signal is emitted with an excitation frequency during a transmission phase by exciting a diaphragm (4) of the ultrasonic sensor (2), subsequently during a damping phase (10) the diaphragm (4) is excited with a damping frequency which is in anti-phase with respect to the excitation frequency, and subsequently during a reception phase (11) mechanical oscillation of the diaphragm (4) is detected, wherein during the damping phase (10) an amplitude of the mechanical oscillation of the diaphragm (4) is detected, wherein during the damping phase (10) it is determined whether the amplitude undershoots (S2) an oscillation threshold value (12) for a duration of a predetermined damping time interval (15).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Ultraschallsensors (2) eines Kraftfahrzeugs, bei welchem während einer Sendephase ein Sendesignal durch Anregen einer Membran (4) des Ultraschallsensors (2) mit einer Anregungsfrequenz ausgesendet wird, anschließend während einer Dämpfungsphase (10) die Membran (4) mit einer zu der Anregungsfrequenz gegenphasigen Dämpfungsfrequenz angeregt wird und anschließend während einer Empfangsphase (11) eine mechanische Schwingung der Membran (4) erfasst wird, wobei während

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/176885 A1

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)*

der Dämpfungsphase (10) eine Amplitude der mechanischen Schwingung der Membran (4) erfasst wird, wobei während der Dämpfungsphase (10) ermittelt wird, ob die Amplitude einen Schwingungsschwellenwert (12) für eine zeitliche Dauer eines vorbestimmten Dämpfungszeitintervalls (15) unterschreitet (S2).

Verfahren zum Betreiben eines Ultraschallsensors eines Kraftfahrzeugs,
Ultraschallsensorvorrichtung, Fahrerassistenzsystem sowie Kraftfahrzeug

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Ultraschallsensors eines Kraftfahrzeugs, bei welchem während einer Sendephase ein Sendesignal durch Anregen einer Membran des Ultraschallsensors mit einer Anregungsfrequenz ausgesendet wird, anschließend während einer Dämpfungsphase die Membran mit einer zu der Anregungsfrequenz gegenphasigen Dämpfungsfrequenz angeregt wird und anschließend während einer Empfangsphase eine mechanische Schwingung der Membran erfasst wird, wobei während der Dämpfungsphase eine Amplitude der mechanischen Schwingung der Membran erfasst wird. Überdies betrifft die vorliegende Erfindung eine Ultraschallsensorvorrichtung. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Fahrerassistenzsystem und ein Kraftfahrzeug mit einem solchen Fahrerassistenzsystem.

Das Interesse richtet sich vorliegend insbesondere auf ein Verfahren zum Betreiben eines Ultraschallsensors für ein Kraftfahrzeug. Derartige Ultraschallsensoren können in Fahrerassistenzsystemen, beispielsweise in einem sogenannten Parkhilfesystem, verwendet werden. Heutige Parkhilfesysteme arbeiten nach dem Echolot-Verfahren. Dabei wird ein Ultraschallsignal bzw. eine Ultraschallwelle vom Ultraschallsensor ausgesendet, an einem Objekt reflektiert und wiederum von dem Ultraschallsensor empfangen. Aufgrund der Laufzeit der Ultraschallwelle kann der Abstand von dem Ultraschallsensor zu dem Objekt bestimmt werden. Allerdings sind solche Abstandsmessverfahren hinsichtlich ihrer Reichweite begrenzt. Dies gilt sowohl für die maximale Reichweite als auch für den Mindestabstand.

Der Mindestabstand ist durch die Sendedauer, in der die Ultraschallwellen ausgesendet werden, und die sogenannte Ausschwingzeit vorgegeben. Die Ausschwingzeit selbst stellt die Zeit dar, in der die angeregte Membran wieder ausklingen kann, um Ultraschallwellen, welche von dem Objekt reflektiert werden, zu empfangen. Wenn eine geringe Ausklingdauer erreicht wird, bedeutet dies, dass geringere Abstände zu einem Objekt erfasst werden können. Eine solche Reduktion der Abklingdauer kann durch eine materielle Dämpfung der Membran des Ultraschallsensors selbst erreicht werden. Alternativ oder zusätzlich kann eine aktive Dämpfung vorgesehen sein. Hierbei wird die Membran für die zeitliche Dauer des Ausschwingvorgangs mit einer gegenphasigen Schwingung angeregt.

In diesem Zusammenhang beschreibt die DE 101 36 628 B4 ein Verfahren zum Betrieb eines Ultraschallwandlers zum Aussenden und Empfangen von Ultraschallwellen mittels einer Membran. Zum Aussenden von Ultraschallwellen wird die Membran für eine vorgebbare Zeitdauer erregt, danach werden die Membranschwingungen gedämpft und zum Empfangen von Ultraschallwellen die Membranschwingung erfasst. Zur Dämpfung werden die Membranschwingungen erfasst und die Membran phasenrichtig entgegengesetzt zu den erfassten Schwingungen erregt. Zudem werden im Rahmen des Dämpfungsvorgangs der Wert der Amplitude und/oder die Dauer der Erregung der Membran der Amplitude der erfassten Membranschwingung nachgeführt, um die Dämpfung der Stärke der noch vorhandenen Membranschwingungen anzupassen.

Ein Nachteil der aktiven Dämpfung der Membran des Ultraschallsensors liegt darin, dass die Phase der Schwingung der Membran während des Ausschwingvorgangs korrekt gemessen werden muss und die gegenphasige Dämpfungsschwingung korrekt ausgegeben werden muss. Falls diese gegenphasige Anregung nicht optimal bestimmt wird, kann es vorkommen, dass sich der Ausschwingvorgang aufschaukelt und anstatt einer konstanten Reduzierung der Amplitude der Membranschwingung sogar teilweise höhere Amplituden erreicht werden können. Diese nicht vorhandene Synchronität spiegelt sich beispielsweise in Form eines kurzzeitigen Einbruchs der Amplitude der Schwingung während der Ausschwingzeit dar. Dies führt wiederum dazu, dass ein späterer Anstieg der Amplitude der Membranschwingung in Folge der nicht idealen Anregung von einer Steuereinrichtung des Ultraschallsensors als Echosignal erkannt wird.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Lösung aufzuzeigen, wie ein Ultraschallsensor der eingangs genannten Gattung, der während des Ausschwingens aktiv gedämpft wird, auf einfache Weise zuverlässiger betrieben werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren, durch eine Ultraschallsensorvorrichtung, durch ein Fahrerassistenzsystem sowie durch ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen gemäß den jeweiligen unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche, der Beschreibung und der Figuren.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren dient zum Betreiben eines Ultraschallsensors eines Kraftfahrzeugs. Hierbei wird während einer Sendephase ein Sendesignal durch Anregen einer Membran des Ultraschallsensors mit einer Anregungsfrequenz ausgesendet, anschließend wird während einer Dämpfungsphase die Membran mit einer zu der

Anregungsfrequenz gegenphasigen Dämpfungsfrequenz angeregt und anschließend wird während einer Empfangsphase eine mechanische Schwingung der Membran erfasst, wobei während der Dämpfungsphase eine Amplitude der mechanischen Schwingung der Membran erfasst wird. Zudem ist es vorgesehen, dass während der Dämpfungsphase ermittelt wird, ob die Amplitude einen Schwingungsschwellenwert für eine zeitliche Dauer eines vorbestimmten Dämpfungszeitintervalls unterschreitet.

Der Ultraschallsensor dient zum Bestimmen eines Abstands zwischen dem Ultraschallsensor und einem Objekt. In jeweiligen Messzyklen, in denen der Abstand zu dem Objekt bestimmt werden soll, wird der Ultraschallsensor in zeitlich aufeinanderfolgenden Phasen betrieben. In der Sendephase wird die Membran des Sensors mit einer vorbestimmten Anregungsfrequenz angeregt. Zu diesem Zweck kann die Membran mit einer entsprechenden Stelleinrichtung, beispielsweise einem piezoelektrischen Aktor, in mechanische Schwingungen versetzt werden, so dass die Membran Ultraschallwellen als das Sendesignal aussendet. In der darauffolgenden Dämpfungsphase wird die Membran mit einer zu der Anregungsfrequenz gegenphasigen Dämpfungsfrequenz mittels der Stelleinrichtung angesteuert. In einer auf die Dämpfungsphase folgende Empfangsphase wird eine mechanische Schwingung der Membran erfasst. Zu diesem Zweck wird üblicherweise das Stellelement bzw. der piezoelektrische Aktor verwendet. Diese erfasste mechanische Schwingung kann dann als Empfangssignal bzw. als Echosignal verwendet werden.

Während der Dämpfungsphase wird zudem eine Amplitude der mechanischen Schwingung der Ultraschallmembran erfasst. Zu diesem Zweck kann wieder die Stelleinrichtung bzw. der piezoelektrische Aktor verwendet werden. Dabei wird überprüft, für welche zeitliche Dauer die erfasste mechanische Schwingung einen Schwingungsschwellenwert überschreitet. Darüber hinaus wird überprüft, ob die zeitliche Dauer, während die Amplitude überschritten wird, innerhalb eines vorbestimmten Dämpfungszeitintervalls liegt. Das Dämpfungszeitintervall kann durch eine vorgegebenen minimale Ausschwingzeit und eine vorgegebene maximale Ausschwingzeit begrenzt sein. Auf diese Weise kann ermittelt werden, ob das Ausschwingverhalten der Membran des Ultraschallsensors wie gewollt erfolgt oder ob die Anregung der Membran mit der Dämpfungsfrequenz möglicherweise zu einer Anregung der Schwingung der Membran führt. Auf diese Weise kann die Funktionsfähigkeit des Ultraschallsensors auf einfache Weise überprüft werden.

Bevorzugt wird die während der Empfangsphase erfasste mechanische Schwingung der Membran als ein Empfangssignal verwendet, falls die während der Dämpfungsphase erfasste Amplitude den Schwellenwert während der zeitlichen Dauer des vorbestimmten Dämpfungsintervalls unterschreitet. Falls die zeitliche Dauer der mechanischen Schwingung der Membran während der Dämpfungsphase in dem Dämpfungszeitintervall liegt, kann davon ausgegangen werden, dass die aktive Dämpfung der Membran zu einer Dämpfung der Schwingung der Membran geführt hat. In diesem Fall kann weiterhin davon ausgegangen werden, dass eine nachfolgend in der Empfangsphase erfasste mechanische Schwingung als Empfangssignal verwendet werden kann.

Weiterhin hat es sich vorteilhaft gezeigt, wenn während der Empfangsphase die Amplitude der mechanischen Schwingung der Membran erfasst wird und ein Empfangsintervall ermittelt wird, während dem die Amplitude den Schwingungsschwellenwert überschreitet. Auf diese Weise kann anhand der zeitlichen Dauer der mechanischen Schwingung der Membran in der Empfangsphase überprüft werden, ob ein Empfangssignal bzw. ein Echo vorliegt. Weicht das Empfangszeitintervall von üblicherweise bekannten Werten ab, so kann davon ausgegangen werden, dass die mechanische Schwingung der Membran nicht von dem Echo des Ultraschallsignals stammt. In diesem Fall kann ein sogenanntes Scheinecho vorliegen.

In einer Ausführungsform wird eine Unterschiedsdauer zwischen einem Ende einer vorbestimmten Dämpfungszeit, während der der Ultraschallsensor in der Dämpfungsphase betrieben wird, und dem Empfangszeitintervall bestimmt. Mit anderen Worten wird überprüft, nach welcher Zeit, nach der die Dämpfung der Membran erfolgt ist, ein vermeintliches Echo des Ultraschallsignals an der Membran eintrifft. Weicht diese Unterschiedsdauer von üblicherweise bekannten Werten ab, so kann davon ausgegangen werden, dass vorliegend kein Echo empfangen wird.

Vorzugsweise wird die während der Empfangsphase erfasste mechanische Schwingung der Membran als das Empfangssignal verwendet, falls die zeitliche Dauer des Empfangszeitintervalls einen Referenzwert unterschreitet und/oder die Unterschiedsdauer einen Grenzwert unterschreitet. Wenn die während der Empfangsphase erfasste mechanische Schwingung der Membran kürzer als das vorbestimmte Empfangszeitintervall ist, handelt es sich üblicherweise um ein Scheinecho und diese mechanische Schwingung wird nicht als Empfangssignal erfasst. Auch wenn die zeitliche Dauer zwischen dem Ausschwingen und dem Empfangen des vermeintlichen Echos

kleiner als die vorbestimmte Unterschiedsdauer ist, wird die erfasste mechanische Schwingung nicht als Empfangssignal verwendet.

Bevorzugt wird die vorbestimmte Dämpfungszeit angepasst, falls die zeitliche Dauer des Empfangszeitintervalls den Referenzwert unterschreitet und/oder die Unterschiedsdauer den Grenzwert unterschreitet. Für die Dämpfungszeit, während der der Ultraschallsensor in der Dämpfungsphase betrieben wird, kann zunächst ein vorbestimmter Wert vorgegeben werden. Falls das Empfangszeitintervall kleiner als der Referenzwert ist und/oder die Unterschiedsdauer kleiner als der Grenzwert ist, kann die Dämpfungszeit insbesondere erhöht werden. Auf diese Weise kann der Zeitpunkt, ab dem die Empfangsphase beginnt, nach hinten verschoben werden. Somit können Scheinechos aus dem Sensorsignal quasi herausgefiltert werden.

Insbesondere kann die Dämpfungszeit so angepasst werden, dass die angepasste Dämpfungszeit einer Summe der vorbestimmten Dämpfungszeit, des Empfangszeitintervalls und Unterschiedsdauer entspricht. Zu der ursprünglich eingestellten Dämpfungszeit können also die zeitliche Dauer des Empfangszeitintervalls und die zeitliche Dauer der Unterschiedsdauer addiert werden. Erst nach dieser zeitlichen Dauer kann die Empfangsphase des Ultraschallsensors beginnen. Somit können von einem Objekt reflektierte Ultraschallsignale zuverlässiger erkannt werden.

In einer Ausgestaltung wird eine aktuelle Temperatur des Ultraschallsensors erfasst und das Dämpfungszeitintervall wird in Abhängigkeit von der erfassten Temperatur angepasst. Hiermit kann der Einfluss der Temperatur auf das mechanische Schwingungsverhalten der Membran des Ultraschallsensors berücksichtigt werden. So können unterschiedliche Werte für das Dämpfungszeitintervall für unterschiedliche Temperaturen in einer Speichereinheit einer Steuereinrichtung hinterlegt sein.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn das Dämpfungszeitintervall in Abhängigkeit von einem Betriebszustand des Ultraschallsensors angepasst wird. Auch hier kann beispielsweise eine Betriebsdauer des Ultraschallsensors berücksichtigt werden. Somit kann beispielsweise ein mechanischer Verschleiß, der sich üblicherweise im Laufe der Zeit einstellt, berücksichtigt werden.

Eine erfindungsgemäße Ultraschallsensorvorrichtung für ein Kraftfahrzeug umfasst einen Ultraschallsensor und eine Steuereinrichtung, welche dazu ausgelegt ist, das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen.

Ein erfindungsgemäßes Fahrerassistenzsystem umfasst zumindest eine Ultraschallsensorvorrichtung. Die Ultraschallsensoren der Ultraschallsensorvorrichtung können beispielsweise in einem vorderen Stoßfänger und/oder in einem hinteren Stoßfänger des Kraftfahrzeugs angeordnet sein. Das Fahrerassistenzsystem kann beispielsweise als sogenanntes Parkhilfesystem ausgebildet sein.

Ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug umfasst das erfindungsgemäße Fahrerassistenzsystem. Das Kraftfahrzeug ist insbesondere als Personenkraftwagen ausgebildet.

Die mit Bezug auf das erfindungsgemäße Verfahren vorgestellten bevorzugten Ausführungsformen und deren Vorteile gelten entsprechend für die erfindungsgemäße Ultraschallsensorvorrichtung, das erfindungsgemäße Fahrerassistenzsystem sowie das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, den Figuren und der Figurenbeschreibung. Alle vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder aber in Alleinstellung verwendbar.

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

Dabei zeigen

Fig. 1 in schematischer Darstellung eine Ultraschallsensorvorrichtung für ein Kraftfahrzeug;

Fig. 2, 3 analoge und digitale Sensorsignale, die während einer Dämpfungsphase und einer Empfangsphase des Ultraschallsensors mit einer Steuereinrichtung der Ultraschallsensorvorrichtung empfangen werden;

Fig. 4 ein digitales Sensorsignal in einer weiteren Ausführungsform; und

Fig. 5 ein Flussdiagramm eines Verfahrens gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 1 zeigt eine Ultraschallsensorvorrichtung 1 in einer geschnittenen Seitenansicht. Die Ultraschallsensorvorrichtung 1 kann beispielsweise Teil eines Fahrerassistenzsystems eines Kraftfahrzeugs sein. Dieses Fahrerassistenzsystem kann insbesondere als Parkhilfesystem ausgebildet sein, bei dem eine oder mehrere Ultraschallsensorvorrichtungen 1 an einem vorderen und/oder an einem hinteren Stoßfänger des Kraftfahrzeugs angeordnet sein. Mit Hilfe der Ultraschallsensorvorrichtung 1 kann ein Abstand von dem Kraftfahrzeug zu einem Objekt ermittelt werden.

Die Ultraschallsensorvorrichtung 1 umfasst einen Ultraschallsensor 2. Der Ultraschallsensor 2 umfasst wiederum ein Gehäuse 3, das beispielsweise aus Metall oder aus Kunststoff gefertigt sein kann. Des Weiteren umfasst der Ultraschallsensor 2 eine Membran 4, die insbesondere aus Aluminium gefertigt ist. Schließlich umfasst der Ultraschallsensor 2 eine Stelleinheit 5, die insbesondere ein piezoelektrisches Element umfasst. Mittels der Stelleinheit 5 kann die Membran 4 in mechanische Schwingungen versetzt werden. Zu diesem Zweck wird an der Stelleinheit 5 eine zeitlich veränderliche elektrische Spannung angelegt. Die Membran 4 des Ultraschallsensors 2 wird mit einer vorbestimmten Anregungsfrequenz mittels der Stelleinheit 5 angeregt, die insbesondere in einem Bereich zwischen 40 und 60 kHz, beispielsweise bei 52 kHz liegen kann. Als Sendesignal werden von der Membran 4 somit Ultraschallwellen erzeugt, die sich bis zu einem Objekt hin ausbreiten. An dem Objekt werden die Ultraschallwellen wieder reflektiert und gelangen wieder zu der Membran 4 zurück.

Der Ultraschallsensor 2 dient in diesem Fall auch zum Empfangen der reflektierten Ultraschallwellen. Die Membran 4 wird durch die reflektierten Ultraschallwellen in eine mechanische Schwingung versetzt. Diese kann mit der Stelleinheit 5 bzw. dem piezoelektrischen Element erfasst werden, welches in Folge der mechanischen Anregung eine zeitlich veränderliche elektrische Spannung ausgibt.

Zwischen dem Aussenden des Signals und dem Empfangen des reflektierten Signals sollte die mechanische Schwingung der Membran 4 möglichst schnell gedämpft werden, da ansonsten die Mindestabstände, die mit dem Ultraschallsensor 2 erfasst werden

können, reduziert werden. Zu diesem Zweck wird der Ultraschallsensor 2 zwischen einer Sendephase, in der das Sendesignal mit der Membran 4 ausgesendet wird, und der Empfangsphase 11, in der das reflektierte Signal der Membran 4 erfasst wird, in einer Dämpfungsphase 10 betrieben, während der die Membran 4 mit der Stelleinheit von einer zu der Anregungsfrequenz gegenphasigen Dämpfungsfrequenz betrieben wird.

Des Weiteren umfasst die Ultraschallsensorvorrichtung 1 eine Steuereinrichtung 6, mit der die Ansteuerung des Ultraschallsensors 2 bzw. der Stelleinheit 5 erfolgt. Die Steuereinrichtung 6 ist auch dazu ausgebildet, die mechanische Schwingung der Membran 4, die mit der Stelleinheit 5 während der Dämpfungsphase 10 erfasst wird, in Form von Sensorsignalen auszuwerten.

Die Sensorsignale, die mit der Steuereinrichtung 6 ausgewertet werden, sind in Fig. 2 dargestellt. Dabei zeigt ein erstes Diagramm 7 ein analoges Sensorsignal 9 und das Diagramm 8 das dazugehörige digitale Sensorsignal 13. Auf der Abszisse in dem Diagramm 7 ist die Zeit t aufgetragen und auf der Ordinate des Diagramms 7 ist die Amplitude A_1 des analogen Sensorsignals 9 aufgetragen. In dem Diagramm 8 ist auf der Abszisse ebenfalls die Zeit t und auf der Ordinate die Amplitude A_2 des digitalen Sensorsignals 13 aufgetragen. Das analoge Sensorsignal 9 beschreibt die mechanische Schwingung der Membran 4 während der Dämpfungsphase 10 und der darauffolgenden Empfangsphase 11. Hierbei ist zu erkennen, dass die Amplitude der Schwingung während der Dämpfungsphase 10 kontinuierlich abnimmt, bis sie einen vorbestimmten Schwingungsschwellenwert 12 unterschreitet. Nach Unterschreiten des Schwingungsschwellenwerts 12 kann der Ultraschallsensor 2 in der Empfangsphase 11 betrieben werden. Das digitale Sensorsignal 13, das in dem Graphen 8 dargestellt ist, weist beispielsweise den Wert 1 auf, wenn die Kurve 9 den Schwingungsschwellenwert 12 überschreitet. Falls die Kurve 9 den Schwingungsschwellenwert 12 unterschreitet, nimmt das digitale Sensorsignal 13 den Wert 0 an.

Fig. 2 verdeutlicht den Fall, indem die Schwingung der Membran durch das gegenphasige Dämpfungssignal gedämpft wird. Im Vergleich dazu zeigt die Ausführungsform gemäß Fig. 3 den Fall, in dem die Ansteuerung der Membran 4 zur Dämpfung der mechanischen Schwingung nicht ideal gegenphasig zur aktuellen mechanischen Schwingung der Membran 4 erfolgt. Hierbei wird die mechanische Schwingung zunächst gedämpft. Nach einer vorbestimmten zeitlichen Dauer folgt wiederum ein Anstieg der Amplitude des analogen Sensorsignals 9. Die Amplitude des analogen Sensorsignals 9 nimmt hierbei derart zu, dass der Schwingungsschwellenwert 12 überschritten wird. Dies schlägt sich in

dem digitalen Signal 13 als Signalpuls 14 nieder. Dieser Signalpuls 14 wird von der Steuereinrichtung 6 der Ultraschallsensorvorrichtung als Echosignal interpretiert. Dieses vermeintliche Echo kann auch als Scheinecho bzw. als Ghostecho bezeichnet werden.

Um das Erfassen eines Scheinechos zu vermeiden, sind innerhalb der Steuereinrichtung 6 verschiedene Zeitintervalle und Schwellwerte für das digitale Sensorsignal 13 vorgegeben. Dies ist in Fig. 4 verdeutlicht. Für die Dämpfungszeit t_d , nach welcher die Dämpfungsphase 10 beendet ist, wird eine minimale Ausschwingzeit t_1 und eine maximale Ausschwingzeit t_2 vorgegeben. Die minimale Ausschwingzeit t_1 und die maximale Ausschwingzeit t_2 begrenzen somit ein vorbestimmtes Dämpfungszeitintervall 15. Zudem wird ein Referenzwert für ein Empfangszeitintervall 16 vorgegeben. Das Empfangszeitintervall 16 entspricht der zeitlichen Dauer, während der mechanischen Schwingung der Membran 4 während der Empfangsphase 11 den Schwingungsschwellenwert 12 überschreitet. Darüber hinaus wird ein Grenzwert für eine Unterschiedsdauer t_u vorgegeben. Die Unterschiedsdauer t_u entspricht dem zeitlichen Abstand zwischen einem Ende der Dämpfungsphase bzw. dem Ende der Dämpfungszeit t_d und dem Empfangszeitintervall 16.

Fig. 5 zeigt ein Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betreiben eines Ultraschallsensors 2. Das Verfahren wird in einem Schritt S1 für jeden Messzyklus des Ultraschallsensors 2 gestartet. In einem Schritt S2 wird über der Dämpfungsphase 10 eine Amplitude der mechanischen Schwingung der Membran 4 erfasst. Zudem wird überprüft, ob die Amplitude der mechanischen Schwingung den Schwingungsschwellenwert 12 während des vorbestimmten Dämpfungszeitintervalls 15 überschreitet. Ist dies der Fall, kann davon ausgegangen werden, dass der Ausschwingvorgang in Ordnung ist. Alternativ dazu könnte der Ultraschallsensor defekt sein. Ist die Abfrage in Schritt S2 erfüllt, wird das Verfahren in einem Schritt S3 beendet.

Ist die Abfrage in Schritt S2 nicht erfüllt, wird das Verfahren in einem Schritt S4 fortgesetzt. Hierbei wird überprüft, ob die zeitliche Dauer des Empfangszeitintervalls 16 den Referenzwert unterschreitet und/oder ob die Unterschiedsdauer t_u kleiner als der Grenzwert ist. Ist dies nicht erfüllt, liegt entweder kein Echo vor oder das Echo ist kein Scheinecho. Dann wird das Verfahren in dem Schritt S3 beendet.

Ist eine der Bedingungen gemäß Schritt S4 allerdings erfüllt, wird das Verfahren in dem Schritt S5 fortgesetzt. In diesem Fall wird die Ausschwingzeit t_d angepasst. Insbesondere wird die Ausschwingzeit t_d so angepasst, dass die angepasste Ausschwingzeit der

Summe aus der bisherigen Ausschwingzeit t_d , der Unterschiedsdauer t_u und dem Empfangszeitintervall 16 entspricht. Darüber hinaus wird das erfasste Scheinecho in der Steuereinrichtung 6 gelöscht.

Auf diese Weise wird ein mit der Steuereinrichtung 6 erfasstes Echo nur unter bestimmten Umständen nicht berücksichtigt bzw. herausgefiltert und nicht generell. Damit kann verhindert werden, dass reale Echos aus dem Signal herausgefiltert werden. Darüber hinaus wird die Dauer der Ausschwingzeit t_d bei vorhandenem Scheinecho wieder rekonstruiert. Die Filterung des Signals basiert auf dieser zeitlichen Dauer. Eine Blindheitserkennung des Ultraschallsensors 2, während der die Membran 4 angesteuert wird und die Resonanzfrequenz der Membran 4 bestimmt wird, wird dadurch beispielsweise nicht beeinflusst. Auf diese Weise kann eine kostengünstige Lösung bereitgestellt werden, mit der vermieden werden kann, dass Scheinechos erfasst werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Ultraschallsensors (2) eines Kraftfahrzeugs, bei welchem während einer Sendephase ein Sendesignal durch Anregen einer Membran (4) des Ultraschallsensors (2) mit einer Anregungsfrequenz ausgesendet wird, anschließend während einer Dämpfungsphase (10) die Membran (4) mit einer zu der Anregungsfrequenz gegenphasigen Dämpfungsfrequenz angeregt wird und anschließend während einer Empfangsphase (11) eine mechanische Schwingung der Membran (4) erfasst wird, wobei während der Dämpfungsphase (10) eine Amplitude der mechanischen Schwingung der Membran (4) erfasst wird, dadurch gekennzeichnet, dass während der Dämpfungsphase (10) ermittelt wird, ob die Amplitude einen Schwingungsschwellenwert (12) für eine zeitliche Dauer eines vorbestimmten Dämpfungszeitintervalls (15) unterschreitet (S2).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die während der Empfangsphase (11) erfasste mechanische Schwingung der Membran (4) als ein Empfangssignal verwendet wird, falls die während der Dämpfungsphase (10) erfasste Amplitude den Schwingungsschwellenwert (12) für die zeitliche Dauer des vorbestimmten Dämpfungszeitintervalls (15) unterschreitet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass während der Empfangsphase (11) die Amplitude der mechanischen Schwingung der Membran (4) erfasst wird und ein Empfangszeitintervall (16) ermittelt wird, während dem die Amplitude den Schwingungsschwellenwert (12) überschreitet.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Unterschiedsdauer (t_u) zwischen einem Ende eine vorbestimmte Dämpfungszeit (t_d), während der der Ultraschallsensor (2) im der Dämpfungsphase (10) betreiben wird, und dem Empfangszeitintervall (16) bestimmt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die während der Empfangsphase (11) erfasste mechanische Schwingung der Membran (4) als das Empfangssignal verwendet wird, falls die zeitliche Dauer des Empfangszeitintervalls (16) einen Referenzwert unterschreitet und/oder die Unterschiedsdauer (t_u) einen Grenzwert unterschreitet (S4).
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die vorbestimmte Dämpfungszeit (t_d) angepasst wird, falls die zeitliche Dauer des Empfangszeitintervalls (16) den Referenzwert unterschreitet und/oder die Unterschiedsdauer (t_u) den Grenzwert unterschreitet.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die vorbestimmte Dämpfungszeit (t_d) so angepasst wird, dass die angepasste Dämpfungszeit einer Summe der vorbestimmten Dämpfungszeit (t_d), des Empfangszeitintervalls (16) und der Unterschiedsdauer (t_u) entspricht (S5).
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine aktuelle Temperatur des Ultraschallsensors (2) erfasst wird und das Dämpfungszeitintervall (15) in Abhängigkeit von der erfassten Temperatur angepasst wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Dämpfungszeitintervall (15) in Abhängigkeit von einem Betriebszustand des Ultraschallsensors (2) angepasst wird.
10. Ultraschallsensorvorrichtung (1) für ein Kraftfahrzeug, mit einem Ultraschallsensor (2) und mit einer Steuereinrichtung (6), welche dazu ausgelegt ist, ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche durchzuführen.

11. Fahrerassistenzsystem mit zumindest einer Ultraschallsensorvorrichtung (1) nach Anspruch 10.
12. Kraftfahrzeug mit einem Fahrerassistenzsystem nach Anspruch 11.

1/5

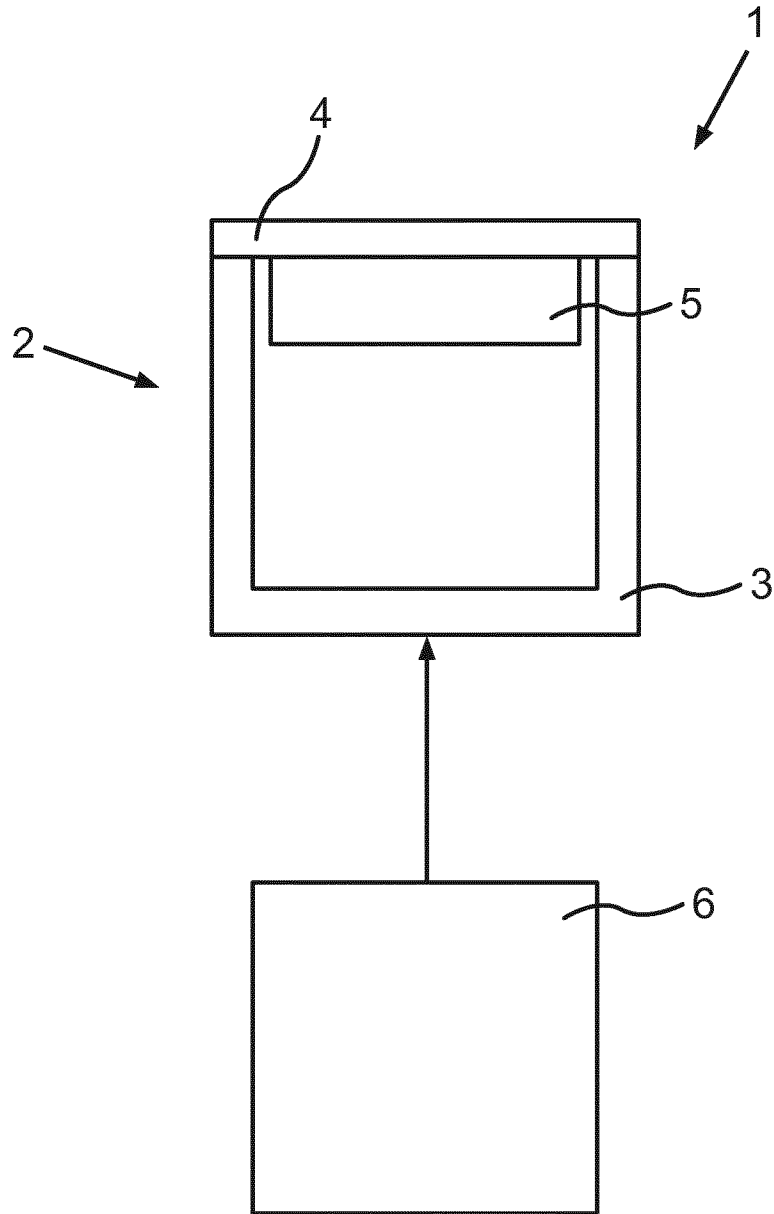


Fig.1

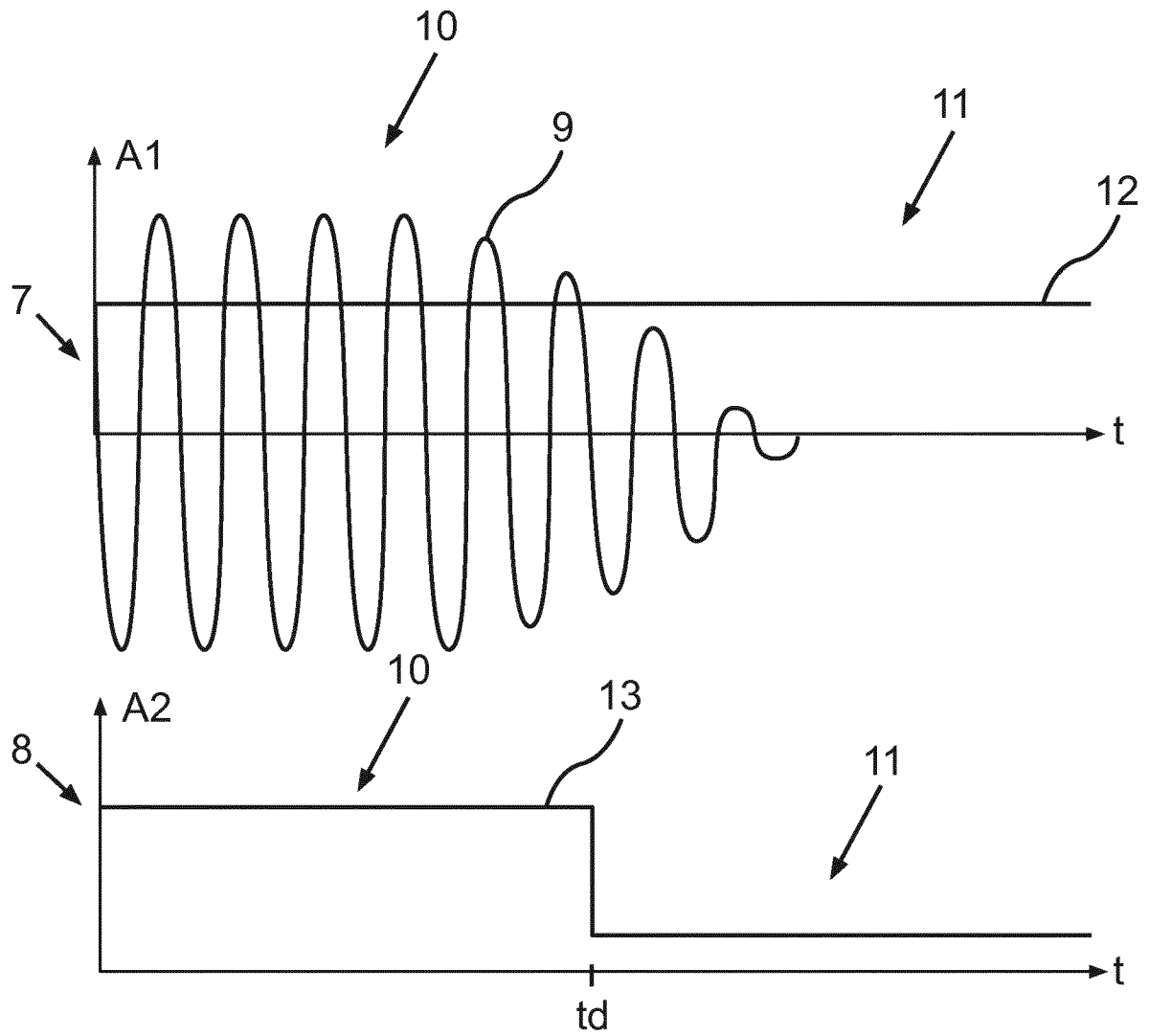


Fig.2

3/5

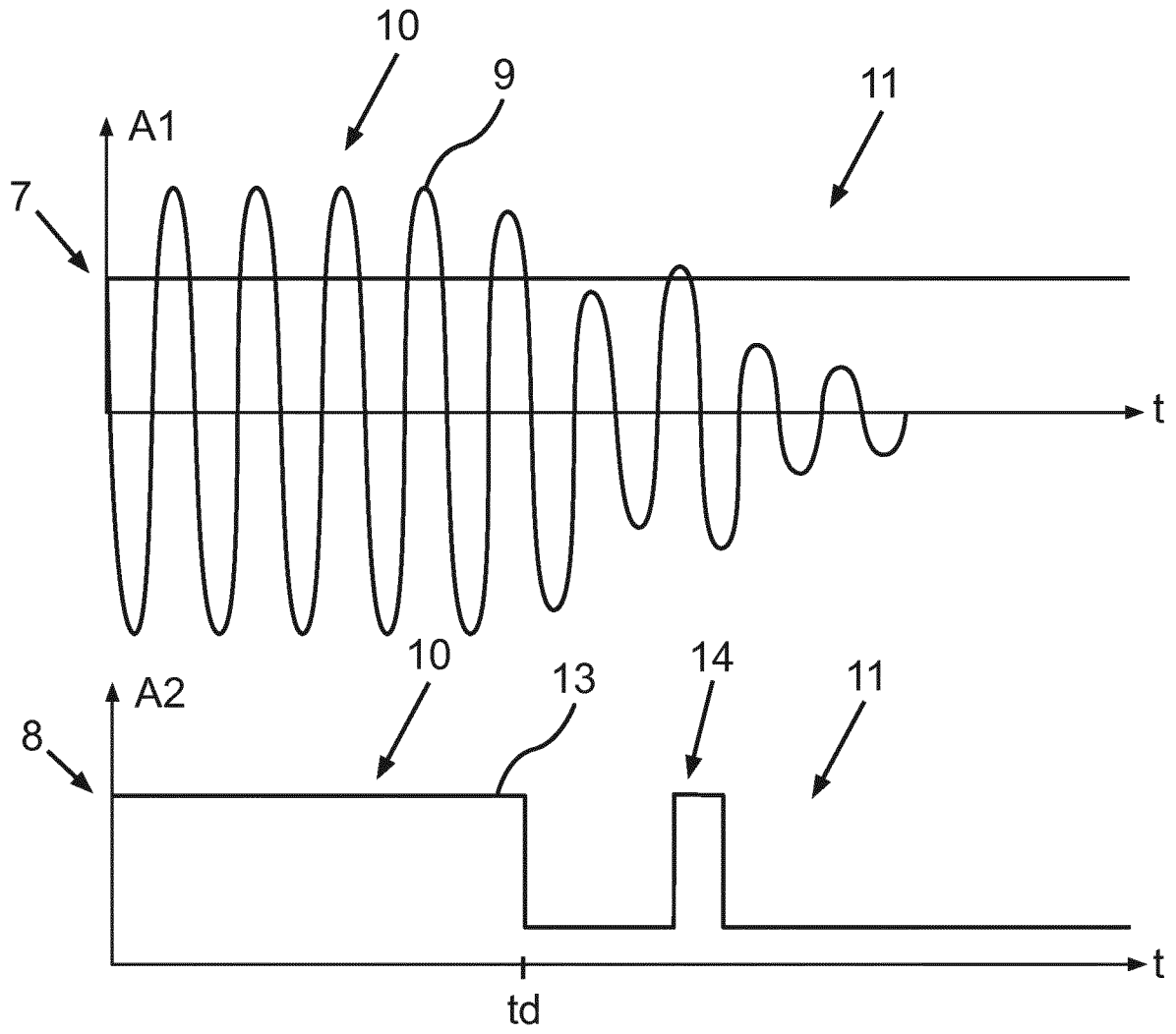


Fig.3

4/5

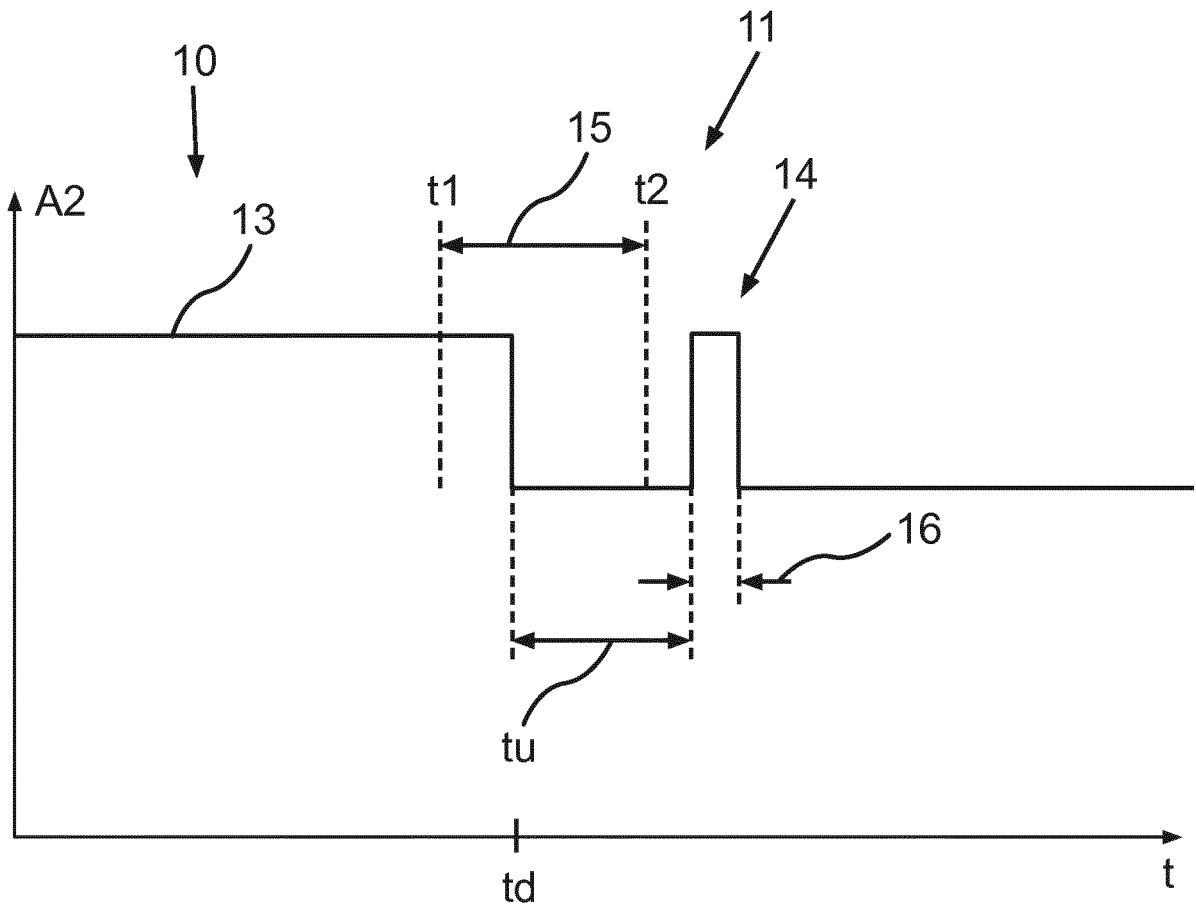


Fig.4

5/5

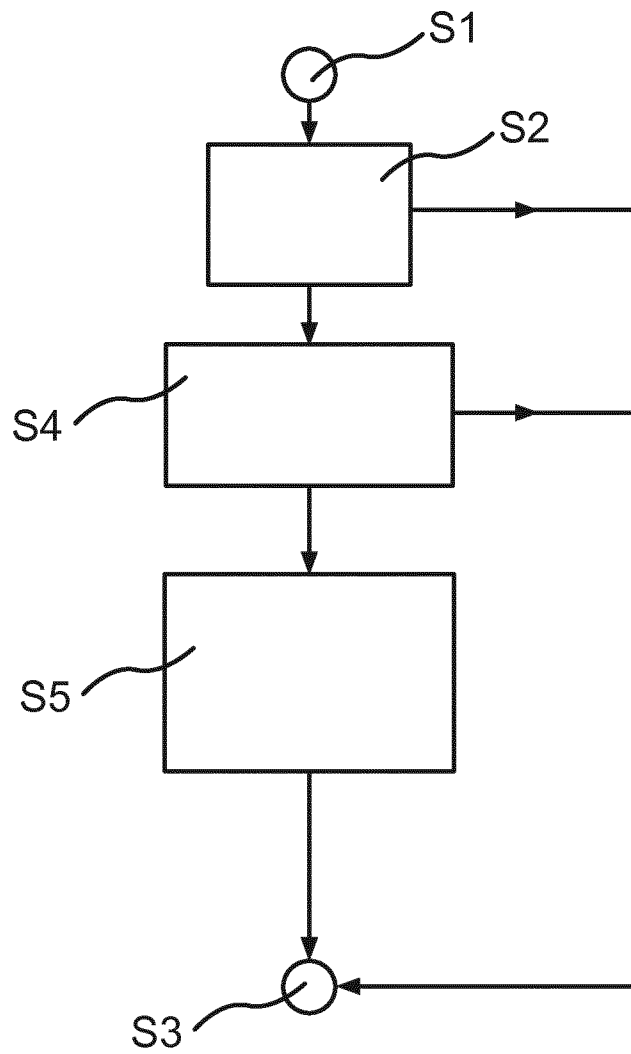


Fig.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/058394

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. G01S15/93 G01S7/52 G01S7/526 H04R3/00
 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 H04R B06B

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2010 039017 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 9 February 2012 (2012-02-09)	1-4,8-12
Y	paragraphs [0013] - [0015] paragraphs [0025] - [0037] paragraphs [0052] - [0053] -----	5-7
Y	DE 101 42 075 A1 (DENSO CORP [JP]) 23 May 2002 (2002-05-23) paragraphs [0003] - [0031]; figures 4, 5 -----	5-7

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
 19 June 2015

Date of mailing of the international search report
 01/07/2015

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
 Hirsch, Stefanie

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/058394

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102010039017 A1	09-02-2012	CN 102378094 A	14-03-2012
		DE 102010039017 A1	09-02-2012
		FR 2963718 A1	10-02-2012
		GB 2483337 A	07-03-2012

DE 10142075 A1	23-05-2002	DE 10142075 A1	23-05-2002
		US 2002023498 A1	28-02-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2015/058394

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01S15/93 G01S7/52 G01S7/526 H04R3/00
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01S H04R B06B

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	DE 10 2010 039017 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 9. Februar 2012 (2012-02-09)	1-4,8-12
Y	Absätze [0013] - [0015] Absätze [0025] - [0037] Absätze [0052] - [0053]	5-7
Y	----- DE 101 42 075 A1 (DENSO CORP [JP]) 23. Mai 2002 (2002-05-23) Absätze [0003] - [0031]; Abbildungen 4, 5 -----	5-7

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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
19. Juni 2015	01/07/2015

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 Hirsch, Stefanie
--	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/058394

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010039017 A1	09-02-2012	CN 102378094 A	14-03-2012
		DE 102010039017 A1	09-02-2012
		FR 2963718 A1	10-02-2012
		GB 2483337 A	07-03-2012

DE 10142075 A1	23-05-2002	DE 10142075 A1	23-05-2002
		US 2002023498 A1	28-02-2002
