

(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
12. Januar 2017 (12.01.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/005686 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01S 7/521 (2006.01) *G10K 11/00* (2006.01)
G01S 15/93 (2006.01) *B06B 1/06* (2006.01)
G10K 9/22 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/065696

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. Juli 2016 (04.07.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 110 939.5 7. Juli 2015 (07.07.2015) DE

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

(72) Erfinder: WEHLING, Hans-Wilhelm; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE). HAMM, Wolfgang; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, 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)

(54) Title: ULTRASONIC SENSOR FOR A MOTOR VEHICLE, MOTOR VEHICLE, AND METHOD FOR PRODUCING AN ULTRASONIC SENSOR

(54) Bezeichnung: ULTRASCHALLSENSOR FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG, KRAFTFAHRZEUG SOWIE VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES ULTRASCHALLSENSORS

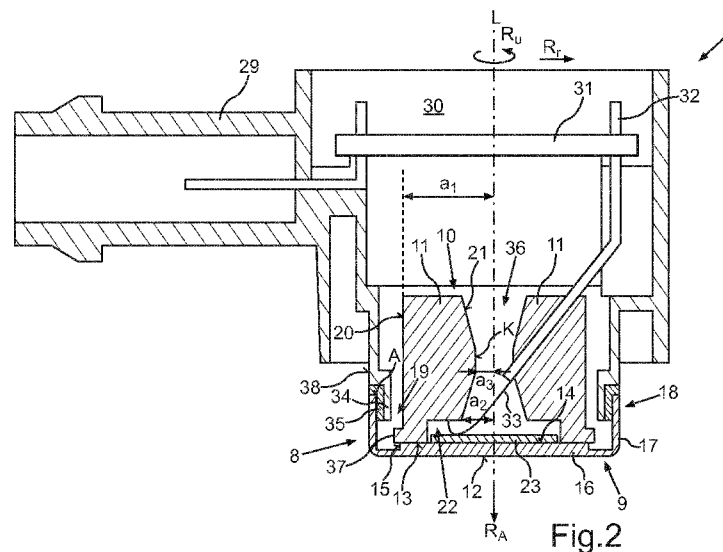


Fig.2

(57) Abstract: The invention relates to an ultrasonic sensor (4) for a motor vehicle (1), comprising a cup-shaped membrane (8) having a membrane base (9) and a membrane wall (10). Said ultrasonic sensor (4) is designed to emit and/or receive ultrasonic signals via the membrane base (9), the membrane wall (10) being formed separately from the membrane base (9). The invention also relates to a motor vehicle (1) and to a method for producing an ultrasonic sensor (4).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/005686 A1

Die Erfindung betrifft einen Ultraschallsensor (4) für ein Kraftfahrzeug (1) mit einer topfförmigen Membran (8) aufweisend einen Membranboden (9) und eine Membranwand (10), wobei der Ultraschallsensor (4) zum Aussenden und/oder Empfangen von Ultraschallsignalen über den Membranboden (9) ausgebildet ist, wobei die Membranwand (10) separat zu dem Membranboden (9) ausgebildet ist. Die Erfindung betrifft außerdem ein Kraftfahrzeug (1) sowie ein Verfahren zum Herstellen eines Ultraschallsensors (4).

Ultraschallsensor für ein Kraftfahrzeug, Kraftfahrzeug sowie Verfahren zum Herstellen eines Ultraschallsensors

Die Erfindung betrifft einen Ultraschallsensor für ein Kraftfahrzeug mit einer topfförmigen Membran aufweisend einen Membranboden und eine Membranwand, wobei der Ultraschallsensor zum Aussenden und/oder Empfangen von Ultraschallsignalen über den Membranboden ausgebildet ist. Die Erfindung betrifft außerdem ein Kraftfahrzeug mit zumindest einem Ultraschallsensor sowie ein Verfahren zum Herstellen eines Ultraschallsensors.

Ultraschallsensoren beziehungsweise Ultraschallwandler für Kraftfahrzeuge sind bereits aus dem Stand der Technik bekannt und können beispielsweise dazu eingesetzt werden, Objekte in einem Umgebungsbereich des Kraftfahrzeugs zu erfassen. Dazu wird von den Ultraschallsensoren ein Ultraschallsignal ausgesendet und das an dem Objekt reflektierte Ultraschallsignal wieder von dem Ultraschallsensor empfangen. Informationen über ein erfasstes Objekt, beispielsweise ein Abstand des Objektes zu dem Kraftfahrzeug, können dabei einem Fahrerassistenzsystem des Kraftfahrzeugs, beispielsweise einem Parkassistenzsystem, bereitgestellt werden. In der WO 2013/178390 A1 wird beispielsweise ein Ultraschallsensor gezeigt, welcher bei verschiedenen Frequenzen betrieben werden kann, sodass verschiedene Ultraschallsensoren gleichzeitig oder mit sehr kurzen zeitlichen Abständen Signale aussenden können, welche einfach wieder separiert werden können.

Zur Erzeugung des Ultraschallsignals weisen die Ultraschallwandler in der Regel Membranen auf, welche zum Schwingen angeregt werden. Die Schwingungsenergie kann beispielsweise von einem Wandlerelement, beispielsweise einem Piezoelement, bereitgestellt werden. Der Ultraschallsensor soll dabei so ausgestaltet sein, dass die Schwingungsenergie zum Senden möglichst verlustfrei an den Umgebungsbereich abgegeben wird. Der Ultraschallsensor soll aber auch die eingeleiteten Schwingungen der Membran zum Empfangen schnell wieder reduzieren können. Zur Dämpfung von störenden Resonanzen ist aus der EP 1 515 303 B1 beispielsweise eine Ultraschallwandleranordnung mit einem Massering bekannt.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Ultraschallsensor bereitzustellen, welcher besonders einfach zu fertigen ist und mittels welchem Ultraschallsignale

besonders verlustarm ausgesendet und besonders schnell wieder empfangen werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Ultraschallsensor, ein Kraftfahrzeug sowie ein Verfahren zum Herstellen des Ultraschallsensors mit den Merkmalen gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst.

Ein erfindungsgemäßer Ultraschallsensor für ein Kraftfahrzeug umfasst eine topfförmige Membran. Die topfförmige Membran weist einen Membranboden und eine Membranwand auf, wobei der Ultraschallsensor zum Aussenden und/oder Empfangen von Ultraschallsignalen über den Membranboden ausgebildet ist. Darüber hinaus ist die Membranwand separat zu dem Membranboden ausgebildet.

Die topfförmige Membran des erfindungsgemäßen Ultraschallsensors, welche zum Aussenden der Ultraschallsignale in eine Senderichtung und/oder zum Empfangen der Ultraschallsignale entgegen der Senderichtung ausgebildet ist, wird dabei aus mehreren Einzelteilen aufgebaut, wobei die Membranwand und der Membranboden als separate Einzelteile ausgebildet sind. Der Membranboden umfasst dabei eine in Senderichtung weisende Frontseite und eine der Frontseite gegenüberliegende Rückseite. Der Membranboden weist insbesondere einen kreisförmigen Außenumfang auf. Zur Schwingungsanregung der Membran und damit zur Ultraschallerzeugung kann an der Rückseite des Membranbodens ein Wandlerelement, beispielsweise ein Piezoelement, angeordnet, beispielsweise angeklebt, sein.

Der Membranboden und die Membranwand können dabei beispielsweise aus verschiedenen Materialien gefertigt sein. So kann der Membranboden beispielsweise Aluminium und/oder einen dämpfenden Kunststoff und/oder eine Faser, beispielsweise eine Karbonfaser, umfassen. Die Frontseite des Membranbodens kann bereits vor dem Zusammenfügen der topfförmigen Membran, also vor dem Zusammenfügen des Membranbodens und der Membranwand, mit einer Lackschicht beschichtet sein und beispielsweise in ihrer Farbe an einen späteren Einbauort am Kraftfahrzeug, beispielsweise an einem Außenverkleidungsteil des Kraftfahrzeugs, angepasst sein. Bei bisherigen, tiefengezogenen Membranen war dies nicht möglich. Dort konnte die topfförmige Membran erst nach dem Tiefenziehen beschichtet werden, was besonders aufwändig war. Gemäß dem erfindungsgemäßen Ultraschallsensor, welcher aus den separaten Einzelteilen aufgebaut ist, können beispielsweise mehrere Membranböden aus einer Platte, beispielsweise einer Aluminiumblechtafel, herausgestanzt werden, welche

einseitig mit der Lackschicht beschichtet sein kann. Die beschichtete Seite der Aluminiumblechtafel bildet die spätere Frontseite des Membranbodens aus.

Die Membranwand kann beispielsweise ebenfalls aus Aluminium oder aus einer Keramik gefertigt sein und beispielsweise durch Verkleben mit dem Membranboden stoffschlüssig zu der topfförmigen Membran verbunden werden. Der erfindungsgemäße Ultraschallsensor weist den Vorteil auf, dass er besonders einfach und schnell zu fertigen ist. Durch das separate Anfertigen des Membranbodens und der Membranwand kann in vorteilhafter Weise insbesondere der aufwändige Schritt des Lackierens des Membranbodens entfallen, wie er bei an sich bekannten, aus einem Stück tiefengezogenen topfförmigen Membranen erst nach Fertigstellen der Topfform möglich ist. Somit kann in kurzer Zeit eine hohe Anzahl an Ultraschallsensoren hergestellt werden, indem die Membranböden mit einem hohen Durchsatz aus der bereits beschichteten Platte gefertigt werden.

Besonders bevorzugt ist die Membranwand in zumindest zwei Membranwandsegmente segmentiert, wobei die Membranwandsegmente beabstandet zueinander an dem Membranboden angeordnet sind und insbesondere stoffschlüssig mit dem Membranboden verbunden sind. Anders ausgedrückt, ist die Membranwand selbst aus Einzelteilen, nämlich den Membranwandsegmenten, gebildet, welche getrennt voneinander beziehungsweise beabstandet zueinander an dem Membranboden befestigt werden. Die Membranwandsegmente können beispielsweise zum stoffschlüssigen Verbinden an den Membranboden geklebt werden. Die Membranwandsegmente können beispielsweise aus einer Keramik oder einem Metall mit besonders dämpfenden Eigenschaften gefertigt sein. Durch die separierten Membranwandsegmente können eine Massenträgheit und eine Steifigkeit der Membran erhöht werden und dadurch in vorteilhafter Weise eine Schwingungsenergie der Membran in kurzer Zeit reduziert werden. Andererseits kann durch die separierten Membranwandsegmente die Membran sehr gut frei schwingen, und somit die benötigte Schwingungsenergie bereitgestellt werden. Durch das stoffschlüssige Verbinden der Membranwandsegmente mit dem Membranboden, beispielsweise durch Verkleben, kann der Ultraschallsensor besonders einfach und aufwandsarm gefertigt werden.

Vorzugsweise ist die Membranwand in vier Membranwandsegmente segmentiert, wobei die vier Membranwandsegmente in einer Umlaufrichtung, welche um eine senkrecht zum Membranboden orientierte Längsachse verläuft, gleichmäßig beabstandet zueinander an dem Membranboden angeordnet sind. Die Membranwandsegmente sind insbesondere

identisch zueinander ausgestaltet. Dies bedeutet, dass die einzelnen Membranwandsegmente die gleiche geometrische Form und die gleiche Masse aufweisen. Dabei sind die vier Membranwandsegmente entlang eines, insbesondere kreisförmigen, Außenumfangs des Membranbodens gleichmäßig beabstandet beziehungsweise äquidistant an dem Membranboden angeordnet. Dies bedeutet, dass der Membranboden durch die vier Membranwandsegmente in vier gleich große Kreissegmente unterteilt wird, wobei jeweils ein Membranwandsegment in einem Kreissegment auf dem Membranboden angeordnet ist. Die vier Membranwandsegmente können beispielsweise als schwingungsdämpfende Stifte beziehungsweise Bolzen ausgebildet sein, wobei die Bolzen in ihrer Geometrie und ihrer Masse leicht an die geforderte Massenträgheit und die geforderte Steifigkeit der Membran angepasst werden können.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform des Ultraschallsensors sind Bodenflächen der Membranwandsegmente anliegend an einer Rückseite des Membranbodens auf dem Membranboden angeordnet, und insbesondere mit der Rückseite des Membranbodens stoffschlüssig verbunden. Die Bodenflächen der Membranwandsegmente weisen jeweils eine Innenkante und eine Außenkante auf, wobei die Innenkante von der Längsachse des Membranbodens aus in radialer Richtung einen geringeren Abstand zur Längsachse aufweist als die Außenkante. Ein Abstand zwischen der Innenkante und der Außenkante einer Bodenfläche eines Membranwandsegmentes wird dabei als radiale Breite der Bodenfläche bezeichnet. Insbesondere verlaufen die Außenkanten der Bodenflächen und der Außenumfang des Membranbodens parallel zueinander. Bei einem entlang der Umlaufrichtung gekrümmten Außenumfang, wie es beispielsweise bei einem kreisförmigen Membranboden der Fall ist, sind die jeweiligen Außenkanten ebenfalls entlang der Umlaufrichtung gekrümmt, wobei der Außenumfang und die jeweiligen Außenkanten denselben Krümmungsradius aufweisen. Die Bodenflächen können beispielsweise an die Rückseiten des Membranbodens angeklebt werden.

Gemäß einer Ausführungsform des Ultraschallsensors ist jedes der Membranwandsegmente in der um die Längsachse des Membranbodens verlaufenden Umlaufrichtung mit einer gleichbleibenden radialen Breite der Bodenfläche des Membranwandsegments ausgebildet, wobei ein durch Innenkanten der Bodenflächen der Membranwandsegmente begrenzter Bereich auf der Rückseite des Membranbodens kreisförmig ausgebildet ist. Anders ausgedrückt, ist jedes der Membranwandsegmente entlang des Außenumfangs des Membranbodens mit der gleichbleibenden radialen Breite der Bodenfläche des jeweiligen Membranwandsegments ausgebildet. Dies bedeutet,

dass der Abstand zwischen der Außenkante und der Innenkante einer Bodenfläche in Umlaufrichtung unverändert bleibt. Im Bereich der Bodenfläche ist eine Wandstärke eines Membranwandsegmentes, also ein Abstand zwischen einer sich an die Außenkante anschließenden Außenwand und einer sich an die Innenkante anschließenden Innenwand des Membranwandsegmentes, homogen. Insbesondere bilden die Bodenflächen der Membranwandsegmente in einer Draufsicht auf die Rückseite des Membranbodens ringsegmentförmige Streifen aus, sodass der innerhalb der ringsegmentförmigen Streifen liegende Bereich des Membranbodens die Kreisform aufweist.

Der Erfindung liegt hierbei die Erkenntnis zugrunde, dass durch die geometrische Ausgestaltung beziehungsweise Form der Bodenflächen der Membranwandsegmente eine Form eines Schallfeldes des Ultraschallsensors beeinflusst werden kann. Durch den kreisförmigen, runden Membranbodenbereich kann ein rundes Schallfeld des Ultraschallsensors erzeugt werden.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist jedes der Membranwandsegmente entlang der um die Längsachse des Membranbodens verlaufenden Umlaufrichtung, also entlang des Außenumfangs, mit einer sich verringernden beziehungsweise verjüngenden radialen Breite der Bodenfläche ausgebildet, wobei ein durch Innenkanten der Bodenflächen der Membranwandsegmente begrenzter Bereich auf der Rückseite des Membranbodens ovalförmig ausgebildet ist. Dabei verringern sich die radialen Breiten der Bodenflächen zweier schräg gegenüberliegender Membranwandsegmente in Umlaufrichtung, während sich die radialen Breiten der zwei anderen schräg gegenüberliegenden Bodenflächen entgegen der Umlaufrichtung verringern. Dies bedeutet, dass jede der Bodenflächen entlang der Umlaufrichtung ein verdicktes Ende und ein verjüngtes Ende aufweist. In einer Draufsicht auf die Rückseite des Membranbodens sind dabei entlang einer senkrecht zur Längsachse orientierten vertikalen Achse, welche in der Membranbodenebene verläuft, paarweise die verdickten Enden zweier benachbarter Bodenflächen einander zugewandt und entlang einer senkrecht zur Längsachse und zur vertikalen Achse orientierten horizontalen Achse, welche ebenfalls in der Membranbodenebene verläuft, paarweise die zwei verjüngten Enden der Bodenflächen einander zugewandt. Der durch die Innenkanten der Bodenflächen begrenzte Bereich ist also ovalförmig beziehungsweise ellipsenförmig ausgestaltet, wobei die Hauptachse der Ellipse hier entlang der horizontalen Achse verläuft.

Durch den ovalförmigen Bereich des Membranbodens kann somit ein Schallfeld erzeugt werden, welches horizontal breit und vertikal schmal ist. In einer bestimmungsgemäßen Einbaulage des Ultraschallsensors am Kraftfahrzeug kann so ein in horizontaler Richtung besonders weitwinkliger Bereich erfasst werden und ein in vertikaler Richtung besonders schmalwinkliger Bereich erfasst werden. In seiner bestimmungsgemäßen Einbaulage kann der Ultraschallsensor beispielsweise in einem Stoßfänger des Kraftfahrzeugs angeordnet sein und einen Bereich hinter dem Kraftfahrzeug überwachen. Durch das horizontal breite Schallfeld kann somit ein Bereich abgedeckt werden, welcher sich über eine Breite des Kraftfahrzeugs erstreckt. Durch das horizontal schmale Schallfeld des Ultraschallsensors kann aber in vorteilhafter Weise verhindert werden, dass beispielsweise eine Fahrbahn des Kraftfahrzeugs innerhalb des Schallfeldes und damit innerhalb des Erfassungsbereiches des Ultraschallsensors liegt.

Der Ultraschallsensor ist somit besonders flexibel gestaltet, da über die geometrische Ausgestaltung der Bodenflächen der Membranwandsegmente einfach ein gewünschtes Schallfeld erzeugt werden kann und der Ultraschallsensor somit in vorteilhafter Weise an einen späteren Einbauort des Ultraschallsensors angepasst werden kann.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung ist eine Außenwand der Membranwandsegmente entlang der senkrecht zu dem Membranboden orientierten Längsachse mit einem gleichbleibenden radialen Abstand zu der Längsachse ausgebildet und eine Innenwand der Membranwandsegmente entlang der Längsachse mit einem sich zu der Längsachse hin verringernden radialen Abstand ausgebildet. Mit anderen Worten bedeutet dies, dass sich die Wandstärke der Membranwandsegmente, also eine Dicke der Membranwandsegmente, entlang der Längsachse verändert. Dabei wird die Membrandicke entlang der Längsachse entgegen der Senderichtung breiter, sodass sich die Innenwände der Membranwandsegmente an die Längsachse annähern. Durch die Membranwandstärke kann eine Masse der Membranwandsegmente beeinflusst werden, wobei die Masse dabei so gewählt werden kann, dass die Schwingungen der Membran in möglichst kurzer Zeit reduziert werden können.

Dabei kann es vorgesehen sein, dass in der Innenwand der Membranwandsegmente in der um die Längsachse des Membranbodens verlaufenden Umlaufrichtung eine Aussparung angeordnet ist, wobei das auf der Rückseite des Membranbodens angeordnete Wandlerelement des Ultraschallsensors bereichsweise in den Aussparungen der Membranwandsegmente angeordnet ist. Die Aussparung in den Membranwandsegmenten erstreckt sich dabei insbesondere von der jeweiligen

Bodenfläche bis zu einer vorbestimmten Höhe entlang der Längsachse des Membranbodens in der Innenwand der Membranwandsegmente. Die Aussparung wird dabei durch unterschiedliche Wandstärken der Membranwandsegmente entlang der Längsachse gebildet. Dabei können sich von der Außenkante und der Innenkante ausgehend, senkrecht auf dem Membranboden stehend, die Außenwand und die Innenwand bis zu der vorbestimmten Höhe erstrecken und somit jeweils einen Membranwandsegmentsockel bilden. Eine Wandstärke des Membranwandsegmentsockels entspricht dabei der radialen Breite der jeweiligen Bodenfläche. Ab der vorbestimmten Höhe nimmt die Wandstärke der Membranwandsegmente, insbesondere zu der Längsachse hin, also zur Membranbodenmitte, insbesondere sprunghaft zu, sodass ein durch die Innenkanten der Bodenflächen begrenzter Bereich des Membranbodens ab der vorbestimmten Höhe bereichsweise von den Membranwandsegmenten überdacht wird. Darüber hinaus wird das Wandlerelement auf der Rückseite des Membranbodens angeordnet, sodass ein Außenbereich des Wandlerelementes bereichsweise in den Aussparungen angeordnet ist beziehungsweise mit den Membranwandsegmenten überlappend ist und somit von diesen überdacht ist. Somit können die Membranwandsegmente besonders platzsparend auf dem Membranboden angeordnet werden, wobei eine besonders große Fläche zum Anordnen des Wandlerelementes bereitgestellt wird.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Membranwandsegmente beabstandet zu einem Außenumfang des Membranbodens auf einer Rückseite des Membranbodens unter Ausbildung eines zwischen den Membranwandsegmenten und dem Außenumfang verlaufenden Außenbereich des Membranbodens angeordnet sind. Anders ausgedrückt, sind die Außenkanten der Bodenflächen beabstandet zu dem Außenumfang des Membranbodens angeordnet, sodass die Membranwandsegmente zu der Längsachse hin auf dem Membranboden nach innen versetzt sind. Zwischen den Außenkanten und dem Außenumfang ist also bei gekrümmten Außenumfang und gekrümmten Außenkanten der Außenbereich des Membranbodens ringförmig ausgebildet. Die Membran kann beispielweise in einem Gehäuse angeordnet sein und über diesen Außenbereich beispielsweise mit dem Gehäuse verbunden sein.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung weist der Membranboden einen Stirnbereich und den in radialer Richtung angrenzenden Außenbereich auf, wobei der Stirnbereich eine erste Dicke aufweist und der Außenbereich eine im Vergleich zu ersten Dicke verringerte zweite Dicke aufweist. Der Membranboden weist also in der radialen Richtung unterschiedliche Dicken beziehungsweise Materialstärken auf, wobei der

Membranboden im Stirnbereich dicker ist als im Außenbereich. Die Membranwandsegmente sind auf dem Stirnbereich auf der Rückseite des Membranbodens angeordnet. Der Stirnbereich bildet also ein Podest aus, auf welchem die Membranwandsegmente im Vergleich zum Außenbereich erhöht angeordnet sind. Dabei kann es vorgesehen sein, dass der Membranwandsegmentsockel eines jeweiligen Membranwandsegments bereichsweise über den Stirnbereich herausragt, sodass der jeweilige Membranwandsegmentsockel bereichsweise mit dem Außenbereich überlappt, ihn jedoch nicht berührt. Durch die Dicke des Membranbodens kann somit zusätzlich eine schwingende Masse der Membran beeinflusst und an die spätere Anwendung des Ultraschallsensors angepasst werden.

Auch kann es vorgesehen sein, dass der Außenbereich des Membranbodens entlang des Außenumfangs bereichsweise überlappend mit einer Außenwand der Membranwandsegmente einen Membranbodenkragen bildend aufgebogen ist. Anders ausgedrückt, ist der Membranboden selbst topfförmig ausgebildet, wobei der Membranbodenkragen umlaufend um die Membranwandsegmente ausgebildet ist und der Membranbodenkragen dabei der Außenwand der Membranwandsegmente zugewandt ist. Der Außenbereich des Membranbodens ist dabei so weit aufgebogen, dass der Außenbereich beziehungsweise der Membranbodenkragen zumindest bereichsweise mit der Außenwand der Membranwandsegmente überlappt.

Bevorzugt weist der Ultraschallsensor ein Gehäuse zum Aufnehmen der Membranwandsegmente auf, wobei das Gehäuse ein entlang einer frontseitigen Gehäuseöffnung verlaufendes Befestigungselement aufweist, und der Außenbereich des Membranbodens an dem Befestigungselement anliegend angeordnet ist, wobei die Gehäuseöffnung von dem Membranboden bedeckt ist. Das Gehäuse ist separat zu der Membran ausgebildet und nimmt die Membran zumindest bereichsweise auf. Das Befestigungselement kann beispielsweise ebenfalls als ein Kragen ausgebildet sein, welcher sich entlang der frontseitigen Gehäuseöffnung um die frontseitige Gehäuseöffnung herum erstreckt. Beim Anordnen der Membran in dem Membrangehäuse werden die Membranwandsegmente in einem Innenraum des Gehäuses angeordnet und die Gehäuseöffnung frontseitig von dem Membranboden bedeckt. Dabei ist also die Rückseite des Membranbodens dem Innenraum des Gehäuses zugewandt. Die Gehäuseöffnung ist durch den Membranboden abgeschlossen. Dabei kann der Außenbereich des Membranbodens, insbesondere der Membranbodenkragen, an das Befestigungselement angelegt werden, sodass der Membranbodenkragen das Befestigungselement nach außen hin abdeckt. Anders

ausgedrückt, wird der topfförmige Membranboden über die Gehäuseöffnung und über das an der Gehäuseöffnung angeordnete Befestigungselement gestülpt. Somit wird die Gehäuseöffnung vollständig nach außen hin abgedeckt. Die Frontseite des Membranbodens, welche insbesondere mit einer Lackschicht in der Farbe des späteren Einbauortes beschichtet ist, ist dabei einem Umgebungsbereich außerhalb des Gehäuses zugewandt. Der Ultraschallsensor kann somit beispielsweise an einem Außenverkleidungsteil des Kraftfahrzeugs angeordnet werden und dort nahezu unsichtbar verbaut werden.

Dabei kann es vorgesehen sein, dass der Außenbereich des Membranbodens über eine schwingungsentkoppelnde Verbindungsmasse mit dem Befestigungselement stoffschlüssig verbunden ist, insbesondere die Verbindungsmasse in einem Querschnitt des Ultraschallsensors eine abgewinkelte Form ausbildet. Die schwingungsentkoppelnde Masse kann beispielsweise ein weicher Silikonklebstoff sein, welcher das Gehäuse schwingungstechnisch von der Membran entkoppelt. Somit kann beispielsweise ein Silikonring, wie er bisher bei Ultraschallsensoren vorgesehen war, entfallen. Die Verbindungsmasse ist dabei insbesondere zwischen der Rückseite des Membranbodens im Bereich des Membranbodenkragens und dem Befestigungselement angeordnet und erstreckt sich dabei insbesondere L-förmig über ein Kragende des Membranbodens, welches durch den Außenumfang des aufgebogenen Außenbereiches des Membranbodens gebildet ist. Somit sind das Kragende sowie die Rückseite des Membranbodens im Bereich des Membranbodenkragens über die Verbindungsmasse mit dem Befestigungselement verbunden, wodurch das Gehäuse besonders gut abgedichtet wird. Somit kann auch verhindert werden, dass schädliche Umwelteinflüsse, beispielsweise Feuchtigkeit und Schmutz, in das Innere des Gehäuses eindringt.

Auch kann es vorgesehen sein, dass das Innere des Gehäuses zur Dämpfung mit einem Schaum angefüllt ist. Der Schaum bedeckt dabei die Rückseite der Membran sowie die Membranwandsegmente vollständig. Insbesondere ist der Schaum auch zwischen dem Membrankragen und der Außenseite der Membranwandsegmente angeordnet.

Ein erfindungsgemäßes Kraftfahrzeug umfasst zumindest einen erfindungsgemäßen Ultraschallsensor. Der zumindest eine Ultraschallsensor kann beispielsweise zum Überwachen eines Umgebungsbereichs des Kraftfahrzeugs eingesetzt werden, wobei die durch den zumindest einen Ultraschallsensor erfassten Informationen über den Umgebungsbereich einem Fahrerassistenzsystem des Kraftfahrzeugs bereitgestellt

werden können. Das Kraftfahrzeug ist insbesondere als ein Personenkraftwagen ausgestaltet.

Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Herstellen eines Ultraschallsensors für ein Kraftfahrzeug mit einer Membran aufweisend einen Membranboden und eine Membranwand. Dabei wird der Ultraschallsensor zum Aussenden und/oder Empfangen von Ultraschallsignalen über den Membranboden ausgebildet. Außerdem wird die Membranwand separat zu dem Membranboden ausgebildet. Die Membran des Ultraschallsensors wird also nicht wie bisher beispielsweise aus einem Stück tiefengezogen, sondern aus Einzelteilen zusammengefügt, insbesondere zusammengeklebt. Dabei können beispielsweise zuerst die Membranwand sowie ein Piezoelement an einer Rückseite des Membranbodens angeklebt werden und ausgehärtet werden. In einem nächsten Schritt kann beispielsweise ein weicher Silikonklebstoff an einem Außenbereich beziehungsweise einem Außenrand des Membranbodens aufgebracht werden, welcher in einem nächsten Montageschritt den Membranboden mit einem Gehäuse des Ultraschallsensors schwingungstechnisch entkoppelt und verklebt. Dazu wird die verklebte Einheit aus Membranboden und Membranwand, welche bevorzugt aus schwingungsdämpfenden Membranwandsegmenten beziehungsweise Stiften besteht, an das Gehäuse gedrückt und dort ausgehärtet. Danach kann in an sich bekannter Weise eine Kontaktierung des Piezos zur Elektronik erfolgen und der Wandler beispielsweise dicht vergossen werden.

Die mit Bezug auf den erfindungsgemäßen Ultraschallsensor vorgestellten bevorzugten Ausführungsformen und deren Vorteile geltend entsprechend für das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug sowie für das erfindungsgemäße Verfahren.

Mit Angaben „oben“, „unten“, „vorne“, „hinten“, „horizontal“, „vertikal“, „radial“, „innen“, „außen“ „Senderichtung“ (R_A), „Umlaufrichtung“ (R_U), „radiale Richtung“ (R_r), „Längsachse“ (L), „horizontale Achse“ (H), „vertikale Achse“ (V), etc. sind bei bestimmungsgemäßem Gebrauch und bestimmungsgemäßem Anordnen des Membranbodens an der Membranwand und bei einem dann vor dem Ultraschallsensor stehenden und in Richtung des Ultraschallsensors blickenden Beobachter gegebenen Positionen und Orientierungen angegeben.

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

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

Im Folgenden wird die Erfindung nun anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels wie auch unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs, welches ein Fahrerassistenzsystem mit einer Mehrzahl von Ultraschallsensoren aufweist;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Ultraschallsensors in einer geschnittenen Seitenansicht;
- Fig. 3a eine schematische Darstellung einer Ausführungsform von Bodenflächen der Membranwandsegmente in einer Draufsicht;
- Fig. 3b eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform von Bodenflächen der Membranwandsegmente in einer Draufsicht;
- Fig. 4a eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Membranbodens in einer geschnittenen Seitenansicht; und
- Fig. 4b eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform eines Membranbodens in einer geschnittenen Seitenansicht.

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

Fig. 1 zeigt ein Kraftfahrzeug 1 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Kraftfahrzeug 1 ist im vorliegenden Fall als Personenkraftwagen ausgebildet. Das Kraftfahrzeug 1 weist ein Fahrerassistenzsystem 2 auf, welches wiederum eine Steuereinrichtung 3, die beispielsweise durch ein elektronisches Steuergerät des Kraftfahrzeugs 1 gebildet sein kann, umfasst. Darüber hinaus umfasst das Fahrerassistenzsystem 2 zumindest einen Ultraschallsensor 4.

Hier umfasst das Fahrerassistenzsystem 2 acht Ultraschallsensoren 4, von welchen vier Ultraschallsensoren 4 in einem Frontbereich 5 und vier weitere Ultraschallsensoren 4 in einem Heckbereich 6 des Kraftfahrzeugs 1 angeordnet sind. Die Ultraschallsensoren 4 sind insbesondere dazu ausgebildet, ein Objekt in einem Umgebungsbereich 7 des Kraftfahrzeugs zu erfassen. Des Weiteren können die Ultraschallsensoren 4 dazu ausgelegt sein, einen Abstand zu dem Objekt in dem Umgebungsbereich 7 des Kraftfahrzeugs 1 zu bestimmen.

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform eines Ultraschallsensors 4 in einer geschnittenen Seitenansicht. Der Ultraschallsensor 4 ist achsensymmetrisch bezüglich einer Längsachse L. Der Ultraschallsensor 4 weist eine topfförmige Membran 8 auf, welche durch einen Membranboden 9 sowie eine separat dazu ausgebildete Membranwand 10 gebildet ist, wobei der Ultraschallsensor 4 zum Aussenden von Ultraschallsignalen in einer Senderichtung R_A und zum Empfangen der Ultraschallsignale entgegen der Senderichtung R_A ausgebildet ist. Der Membranboden 9 weist in einer Draufsicht eine kreisförmige Fläche auf, welche durch einen Außenumfang A begrenzt ist. Der Membranboden 9 sowie die Membranwand 10 sind separat ausgebildete Einzelteile, welche in Kombination die topfförmige Membran 8 ausbilden. Der Membranboden 9 kann beispielsweise aus Aluminium, aus einem Kunststoff oder einer Faser, beispielsweise einer Karbonfaser, gebildet sein. Eine in die Senderichtung R_A weisende Frontseite 12 des Membranbodens 9 kann dabei mit einer Lackschicht beschichtet sein. In einer bestimmungsgemäßen Einbaulage des Ultraschallsensors 4 am Kraftfahrzeug 1 ist diese Frontseite 12 des Membranbodens 9 dem Umgebungsbereich 7 des Kraftfahrzeugs 1 zugewandt.

Die Membranwand 10 weist mehrere separat voneinander ausgestaltete Membranwandsegmente 11 auf, von welchen hier in der geschnittenen Seitenansicht

zwei gezeigt sind. Bevorzugt weist der Ultraschallsensor 4 jedoch vier Membranwandsegmente 11 auf, welche insbesondere identisch ausgebildet sind und welche um die senkrecht zu dem Membranboden 9 orientierten Längsachse L in einer Umlaufrichtung R_U gleichmäßig beabstandet beziehungsweise äquidistant angeordnet sind. Die Membranwandsegmente 11 können beispielsweise aus einer Keramik oder aus einem metallischen Werkstoff gebildet sein. Bodenflächen 13 der Membranwandsegmente 11 sind an einer Rückseite 14 des Membranbodens 9, welche der Frontseite 12 des Membranbodens 9 gegenüberliegt, angeordnet und mit dieser stoffschlüssig verbunden, insbesondere verklebt. Die Membranwandsegmente 11 dienen zum Erhöhen der Massenträgheit und der Steifigkeit des Membranbodens 9 und damit zur schnellen Schwingungsreduzierung des Membranbodens 9 nach dem Aussenden des Ultraschallsignals in Senderichtung R_A .

Die in Fig. 2 gezeigte Ausführungsform des Membranbodens 9 ist nochmals separat in Fig. 4a dargestellt. Der Membranboden 9 weist gemäß dieser Ausführungsform in radialer Richtung R_r unterschiedliche Dicken d_1 , d_2 auf. Dabei weist ein Stirnbereich 16, welcher sich in der radialen, nach außen führenden Richtung R_r bis zu einem Stirnbereichsrand 15 erstreckt, eine erste Dicke d_1 auf. Der sich ab dem Stirnbereichsrand 15 an den Stirnbereich 16 anschließende Außenbereich 17 weist eine im Vergleich zur ersten Dicke d_1 reduzierte zweite Dicke d_2 auf. Außerdem ist der Außenbereich 17 einen Membranbodenkragen 18 bildend aufgebogen, sodass der Membranboden 9 selbst topfförmig ausgebildet ist.

Fig. 4b zeigt eine alternative Ausführungsform eines Membranbodens 9, bei welchem der Membranboden 9 in radialer Richtung R_r eine einheitliche Dicke d aufweist. Auch hier ist der Außenbereich 17 des Membranbodens 9 den Membranbodenkragen 18 bildend aufgebogen, sodass der Membranboden 9 ebenfalls topfförmig ausgebildet ist.

Wieder Bezug nehmend auf Fig. 2 sind die Membranwandsegmente 11 auf dem Stirnbereich 16 des Membranbodens 9 an der Rückseite 14 des Membranbodens 9 angeordnet, wobei die Bodenflächen 13 der Membranwandsegmente 11 über den Stirnflächenrand 15 in radialer Richtung R_r hinausragen. Die über den Stirnflächenrand 15 radial hinausragenden Bereiche der Membranwandsegmente 11 bilden jeweils einen Membranwandsegmentsockel 37. Der Membranbodenkragen 18 überlappt unter Ausbildung eines Hohlraumes 19 axial bereichsweise mit einer Außenwand 20 der Membranwandsegmente 11, wobei die Rückseite 14 des Membranbodens 9 im Bereich des Membranbodenkragens 18 der Außenwand 20 der Membranwandsegmente 11

zugewandt ist. Ein radialer Abstand a_1 der Außenwand 20 der Membranwandsegmente 11 zu der Längsachse L ist dabei, außer im Bereich des Membranwandsegmentsockels 37, gleichbleibend ausgebildet.

Im Bereich des Membranwandsegmentsockels 37 ist an einer Innenwand 21 der Membranwandsegmente 11 eine Aussparung 22 ausgebildet. Ein Wandlerelement 23, beispielsweise ein Piezoelement, ist zur Schwingungserzeugung für die Membran 8 auf der Rückseite 14 des Membranbodens 9 bereichsweise in den Aussparungen 22 der Membranwandsegmente 11 angeordnet. Die Membranwandsegmente 11 überdachen das Wandlerelement 23 im Bereich der Aussparung 22 also bereichsweise. Entgegen der Senderichtung R_A oberhalb der Aussparung 22 verändert die Innenwand 21 der Membranwandsegmente 11 ihren radialen Abstand a_2 , a_3 zu der Längsachse L. So weist die oberhalb an die Aussparung 22 angrenzende Innenwand 21 der Membranwandsegmente 11 zu der Längsachse L einen radialen Abstand a_2 auf, welcher sich entgegen der Abstrahlrichtung R_A im Bereich einer Kante K auf einen radialen Abstand a_3 zu der Längsachse L verringert und schließlich wiederum zu einem radialen Abstand a_2 verbreitert. Die Innenwände 21 der Membranwandsegmente 11 bilden hier also eine Sanduhrform aus.

Über die geometrische Form der Bodenflächen 13 der Membranwandsegmente 11 kann ein Schallfeld des Ultraschallsensors 4 bestimmt beziehungsweise beeinflusst werden. Mögliche geometrische Formen der Bodenflächen 13 sind beispielhaft in den Fig. 3a und 3b dargestellt. In Fig. 3a ist eine Draufsicht einer Ausführungsform der Bodenflächen 13 der vier Membranwandsegmente 11 gezeigt. Der Membranboden 9 wird von einer horizontalen Achse H und von einer senkrecht darauf stehende vertikale Achse V – die Achsen H und V stehen senkrecht zur Achse L - in vier gleich große Kreissegmente unterteilt, wobei jeweils ein Membranwandsegment 11 in jeweils einem der Kreissegmente liegt. Zusätzlich ist die Kante K der Innenwand 21 der Membranwandsegmente 11 gezeigt. Die Bodenflächen 13 sind die Flächen, über welche die Membranwandsegmente 11 mit der Rückseite 14 des Membranbodens 9 verbunden sind. Die Innenwände 21 und die Außenwände 20 der Membranwandsegmente 11 erstrecken sich hier in die Zeichenebene hinein.

Die Bodenflächen 13 weisen hier eine Innenkante 24 und eine in radialer Richtung R_r weiter außen liegende Außenkante 25 auf. Ein Abstand zwischen der Innenkante 24 und der Außenkante 25 einer Bodenfläche 13 bildet eine radiale Breite b der Bodenflächen 13. Gemäß Fig. 3a verändert sich diese radiale Breite b in Umlaufrichtung R_U um die

Längsachse L nicht. Dies bedeutet, dass ein radialer Abstand von der Längsachse L zu der Innenkante 24 der Bodenflächen 13 sich nicht verändert und ein radialer Abstand von der Längsachse L zu der Außenkante 25 der Bodenflächen 13 in Umlaufrichtung R_U sich nicht verändert. Die Bodenflächen 13 der Membranwandsegmente 11 sind hier ringsegmentförmig ausgebildet, sodass ein Bereich 26, welcher durch die Innenkanten 24 der Bodenflächen 13 begrenzt wird, eine kreisförmige Form aufweist. Durch diesen kreisförmigen Bereich 26 kann mittels der Membran 8 ein rundes Schallfeld für den Ultraschallsensor 4 erzeugt werden.

Fig. 3b zeigt eine weitere Ausführungsform für Bodenflächen 13 der vier Membranwandsegmente 11. Hier verändert sich eine radiale Breite b_1 , b_2 der Bodenflächen 13 entlang der Umlaufrichtung R_U . Die Bodenflächen 13 der Membranwandsegmente 11 weisen dabei jeweils ein verdicktes Ende 27 mit einer ersten Breite b_1 und ein verjüngtes Ende 28 mit einer im Vergleich zur ersten Breite b_1 verringerten zweiten Breite b_2 auf. Die Verjüngung entsteht dabei hier durch einen sich vergrößernden radialen Abstand von der Längsachse L zu der Innenkante 24 einer jeweiligen Bodenfläche 13 entlang der Umlaufrichtung R_U . Der radiale Abstand von der Längsachse L zu der Außenkante 25 der jeweiligen Bodenfläche 13 entlang der Umlaufrichtung R_U verändert sich hier nicht. Dabei sind die verjüngten Enden 28 zweier benachbarter Bodenflächen 13 der horizontalen Achse H zugewandt und die verdickten Enden 27 zweier benachbarter Bodenflächen 13 der vertikalen Achse V zugewandt. Somit weist der durch die Innenkanten 24 der Bodenflächen 13 begrenzte Bereich 26 eine ovale beziehungsweise elliptische Form auf. Mittels dieser Bodenflächen 13 kann ein ovales Schallfeld erzeugt werden, welches horizontal breiter ist als vertikal.

Wieder Bezug nehmend auf Fig. 2 weist der Ultraschallsensor 4 zusätzlich ein Gehäuse 29 auf, welches separat zu der Membran 8 ausgebildet ist und die Membran 8 zumindest bereichsweise aufnimmt. In einem Innenraum 30 des Gehäuses 29 sind die Membranwandsegmente 11 angeordnet. Außerdem ist in dem Innenraum 30 des Gehäuses 29 eine Leiterplatte 31 angeordnet, an welcher ein Stecker 32 montiert ist. Der Stecker 32 ist über eine Litze 33 mit dem Wandlerelement 23 zum Kontaktieren des Wandlerelements 23 elektrisch verbunden. An einer frontseitigen Gehäuseöffnung ist der Membranboden 9 angeordnet, sodass der Membranboden 9 die Gehäuseöffnung vollständig bedeckt und das Gehäuse 29 somit frontseitig abschließt. Dabei ist die Rückseite 14 des Membranbodens 9 dem Innenraum 30 des Gehäuses 29 zugewandt. Der Innenraum 30 des Gehäuses 29 ist hier außerdem mit einem dämpfenden Schaum 36 aufgefüllt, welcher die Rückseite 14 des Membranbodens 9, die

Membranwandsegmente 11 und das Wandlerelement 23 vollständig bedeckt sowie den Hohlraum 19 zwischen dem Membranbodenkragen 18 und der Außenwand 20 der Membranwandsegmente 11 auffüllt.

Entlang der Gehäuseöffnung weist das Gehäuse 29 ein in Umlaufrichtung R_U umlaufendes Befestigungselement 34 auf, welches hier ebenfalls kragenförmig ausgebildet ist. Beim Anordnen der Membran 8 in dem Gehäuse 29 werden die Membranwandsegmente 11 im Innenraum 30 des Gehäuses 29 platziert und der Membranbodenkragen 18 anliegend an das Befestigungselement 34 angeordnet. Insbesondere sind die Frontseite 12 des Membranbodens 9 im Bereich des Membranbodenkragens 18 und eine an das Befestigungselement 34 angrenzende Außenwand 38 des Gehäuses 29 bündig angeordnet. Zum Abdichten der Gehäuseöffnung und zur Schwingungsentkoppelung des Gehäuses 29 von der Membran 8 ist zwischen dem Befestigungselement 34 und dem Membranbodenkragen 18 eine Verbindungsmasse 35 bereitgestellt, welche sich L-förmig beziehungsweise gewinkelt über die Rückseite 14 des Membranbodens 9 im Bereich des Membranbodenkragens 18 und über einen Rand des Membranbodenkragens 18 erstreckt. In axialer Richtung und somit in Richtung der Längsachse L betrachtet, ist das Befestigungselement 34 des Gehäuses 29 und der Membranbodenkragen 18 überlappend angeordnet, wobei der Membranbodenkragen 18 in radialer Richtung R_r weiter außen liegt. Das Befestigungselement 34 ist in die Außenwand 38 integriert beziehungsweise einstückig damit hergestellt und in radialer Richtung R_r weiter innen liegend als die weiter außen liegende Außenwand 38.

Patentansprüche

1. Ultraschallsensor (4) für ein Kraftfahrzeug (1) mit einer topfförmigen Membran (8) aufweisend einen Membranboden (9) und eine Membranwand (10), wobei der Ultraschallsensor (4) zum Aussenden und/oder Empfangen von Ultraschallsignalen über den Membranboden (9) ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranwand (10) separat zu dem Membranboden (9) ausgebildet ist.
2. Ultraschallsensor (4) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranwand (10) in zumindest zwei Membranwandsegmente (11) segmentiert ist, wobei die Membranwandsegmente (11) beabstandet zueinander an dem Membranboden (9) angeordnet sind und insbesondere stoffschlüssig mit dem Membranboden (9) verbunden sind.
3. Ultraschallsensor (4) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranwand (10) in vier Membranwandsegmente (11) segmentiert ist, wobei die vier Membranwandsegmente (11) in einer, um eine senkrecht zum Membranboden (9) orientierte Längsachse (L) verlaufenden Umlaufrichtung (R_U) gleichmäßig beabstandet zueinander an dem Membranboden (9) angeordnet sind.
4. Ultraschallsensor (4) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass Bodenflächen (13) der Membranwandsegmente (11) anliegend an einer Rückseite (14) des Membranbodens (9) auf dem Membranboden (9) angeordnet, und insbesondere mit der Rückseite (14) des Membranbodens (9) stoffschlüssig verbunden sind.
5. Ultraschallsensor (4) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass jedes der Membranwandsegmente (11) in einer um eine Längsachse (L) des Membranbodens (9) verlaufenden Umlaufrichtung (R_U) mit einer gleichbleibenden

radialen Breite (b) der Bodenfläche (13) des Membranwandsegments (11) ausgebildet ist, wobei ein durch Innenkanten (24) der Bodenflächen (13) der Membranwandsegmente (11) begrenzter Bereich (26) auf der Rückseite (14) des Membranbodens (9) kreisförmig ausgebildet ist.

6. Ultraschallsensor (4) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass jedes der Membranwandsegmente (11) entlang einer um eine Längsachse (L) des Membranbodens (9) verlaufenden Umlaufrichtung (R_U) mit einer sich verringernden radialen Breite (b_1, b_2) der Bodenfläche (13) ausgebildet ist, wobei ein durch Innenkanten (24) der Bodenflächen (13) der Membranwandsegmente (11) begrenzter Bereich (26) auf der Rückseite (14) des Membranbodens (9) ovalförmig ausgebildet ist.
7. Ultraschallsensor (4) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Außenwand (20) der Membranwandsegmente (11) entlang einer senkrecht zu dem Membranboden (9) orientierten Längsachse (L) mit einem gleichbleibenden radialen Abstand (a_1) zu der Längsachse (L) ausgebildet ist und eine Innenwand (21) der Membranwandsegmente (11) entlang der Längsachse (L) mit einem sich zu der Längsachse (L) verringernden radialen Abstand (a_2, a_3) ausgebildet ist.
8. Ultraschallsensor (4) nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Innenwand (21) der Membranwandsegmente (11) in einer um eine Längsachse (L) des Membranbodens (9) verlaufenden Umlaufrichtung (R_U) eine Aussparung (22) angeordnet ist, wobei ein auf einer Rückseite (14) des Membranbodens (9) angeordnetes Wandlerelement (23) des Ultraschallsensors (4) bereichsweise in den Aussparungen (22) der Membranwandsegmente (11) angeordnet ist.
9. Ultraschallsensor (4) nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranwandsegmente (11) beabstandet zu einem Außenumfang (A) des Membranbodens (9) auf einer Rückseite (14) des Membranbodens (9) unter

Ausbildung eines zwischen den Membranwandsegmenten (11) und dem Außenumfang (A) verlaufenden Außenbereiches (17) des Membranbodens (9) angeordnet sind.

10. Ultraschallsensor (4) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Membranboden (9) einen Stirnbereich (16) und den in radialer Richtung (R_r) angrenzenden Außenbereich (17) aufweist, wobei der Stirnbereich (16) eine erste Dicke (d_1) aufweist und der Außenbereich (17) eine im Vergleich zu ersten Dicke (d_1) verringerte zweite Dicke (d_2) aufweist. und die Membranwandsegmente (11) auf dem Stirnbereich (16) angeordnet sind.
11. Ultraschallsensor (4) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Außenbereich (17) des Membranbodens (9) entlang des Außenumfangs (A) bereichsweise überlappend mit einer Außenwand (20) der Membranwandsegmente (11) einen Membranbodenkragen (18) bildend aufgebogen ist.
12. Ultraschallsensor (4) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Ultraschallsensor (4) ein Gehäuse (29) zum Aufnehmen der Membranwandsegmente (11) aufweist, wobei das Gehäuse (29) ein entlang einer frontseitigen Gehäuseöffnung verlaufendes Befestigungselement (34) aufweist, und der Außenbereich (17) des Membranbodens (9) an dem Befestigungselement (34) anliegend angeordnet ist, wobei die Gehäuseöffnung von dem Membranboden (9) bedeckt ist.
13. Ultraschallsensor (4) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Außenbereich (17) des Membranbodens (9) über eine schwingungsentkoppelnde Verbindungsmasse (35) mit dem Befestigungselement (34) stoffschlüssig verbunden ist, insbesondere die Verbindungsmasse (35) in einem Querschnitt des Ultraschallsensors (4) eine abgewinkelte Form ausbildet.

14. Kraftfahrzeug (1) mit zumindest einem Ultraschallsensor (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
15. Verfahren zum Herstellen eines Ultraschallsensors (4) für ein Kraftfahrzeug (1) mit einer topfförmigen Membran (8) aufweisend einen Membranboden (9) und eine Membranwand (10), wobei der Ultraschallsensor (4) zum Aussenden und/oder Empfangen von Ultraschallsignalen über den Membranboden (9) ausgebildet wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranwand (10) separat zu dem Membranboden (9) ausgebildet wird.

1/4

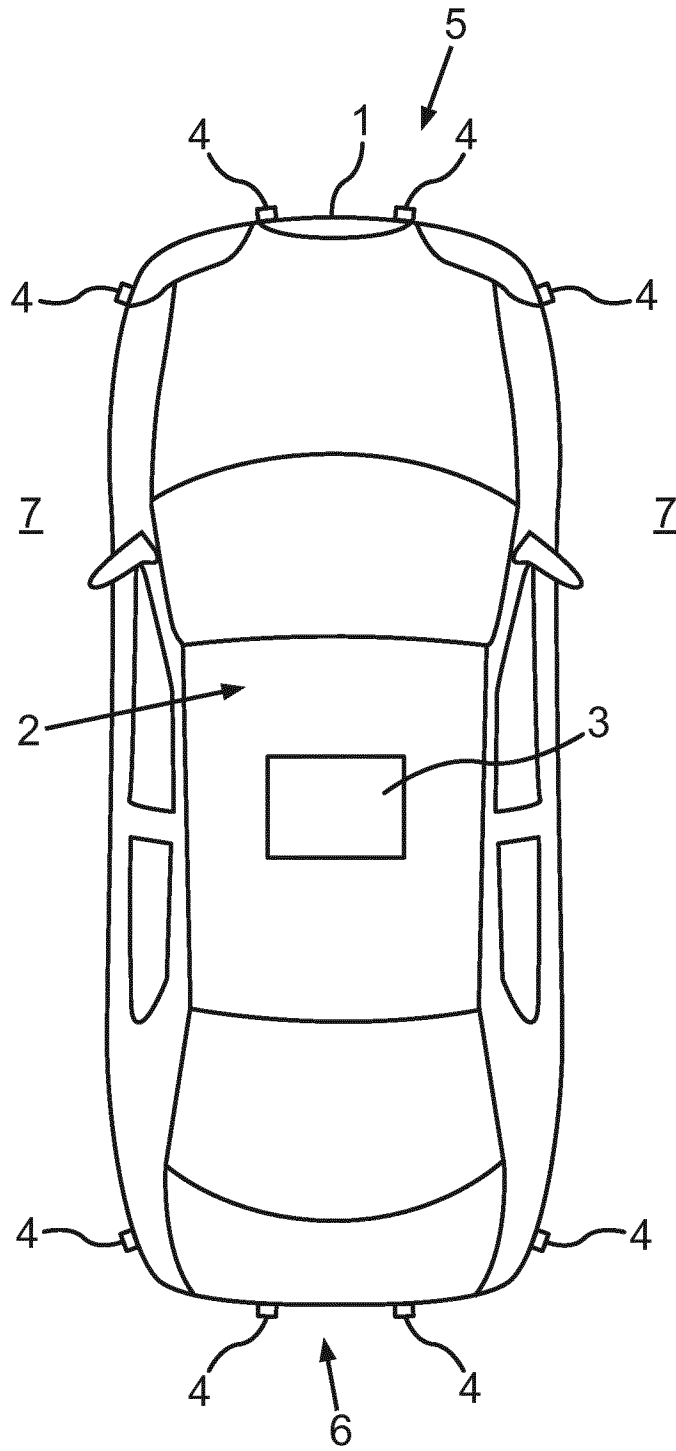


Fig.1

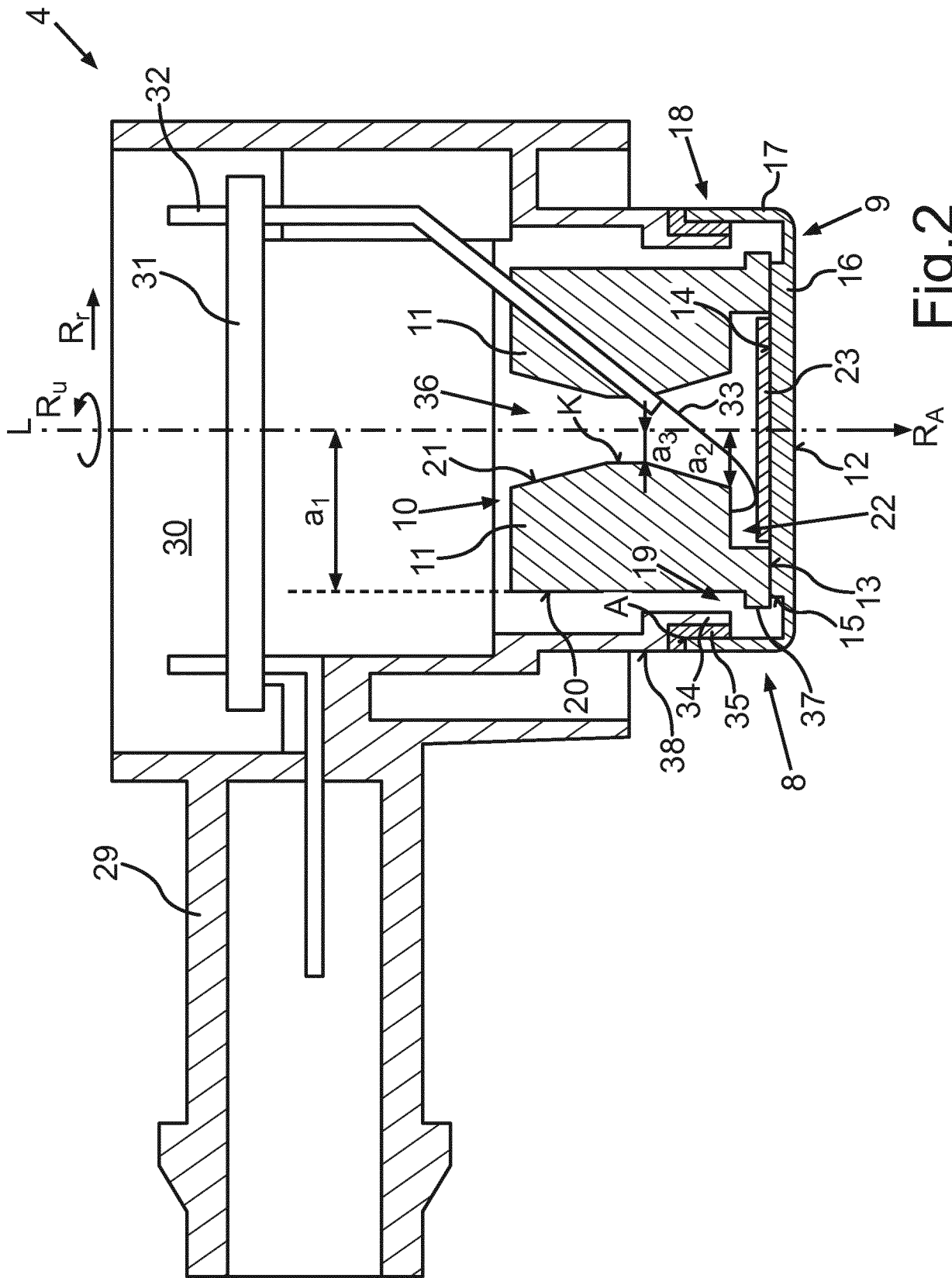


Fig. 2

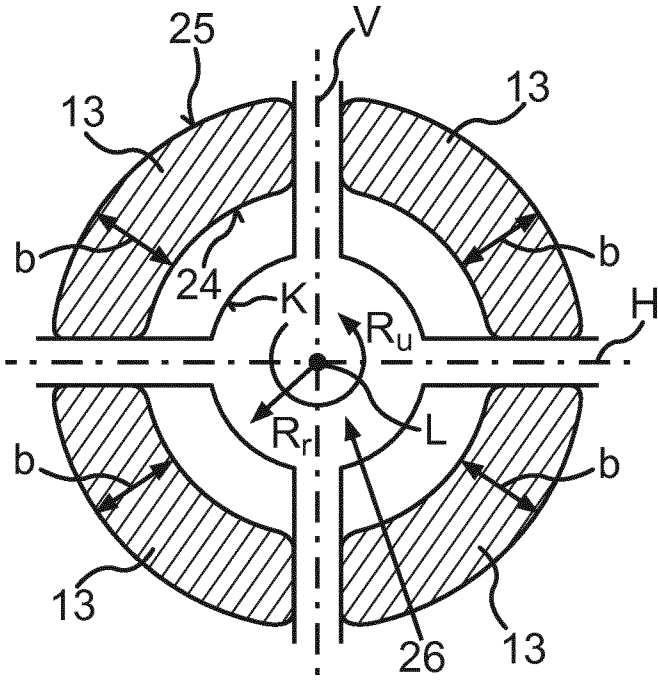


Fig.3a

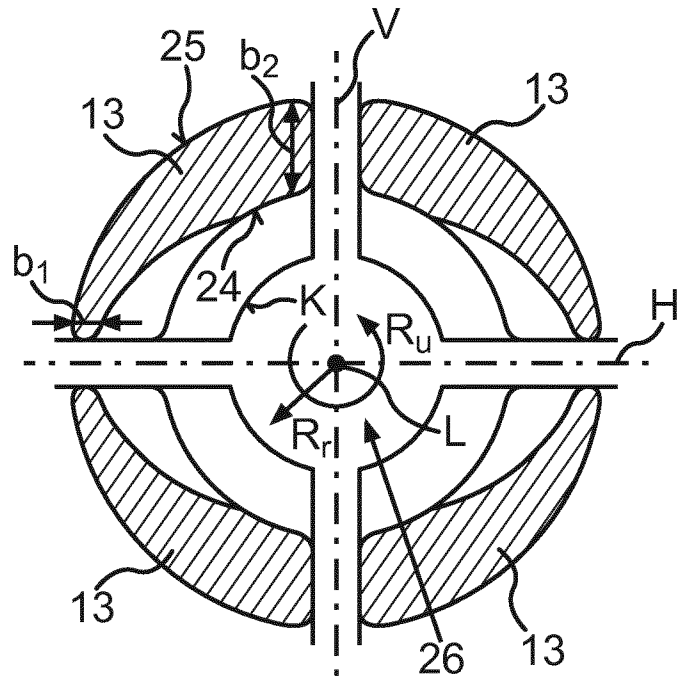


Fig.3b

4/4

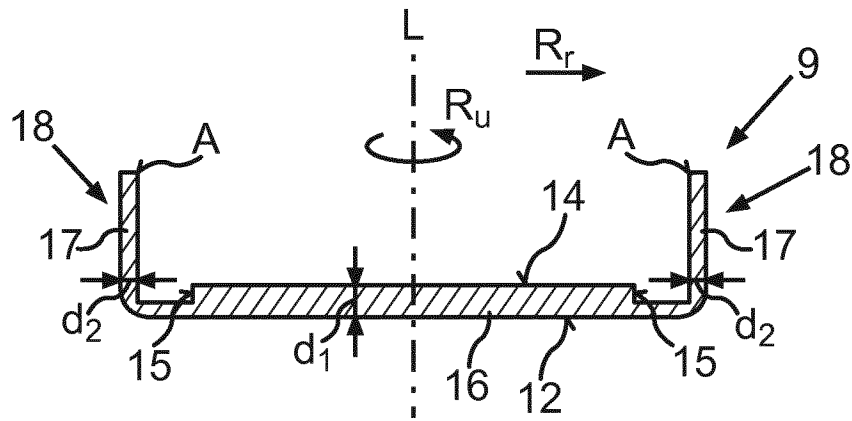


Fig.4a

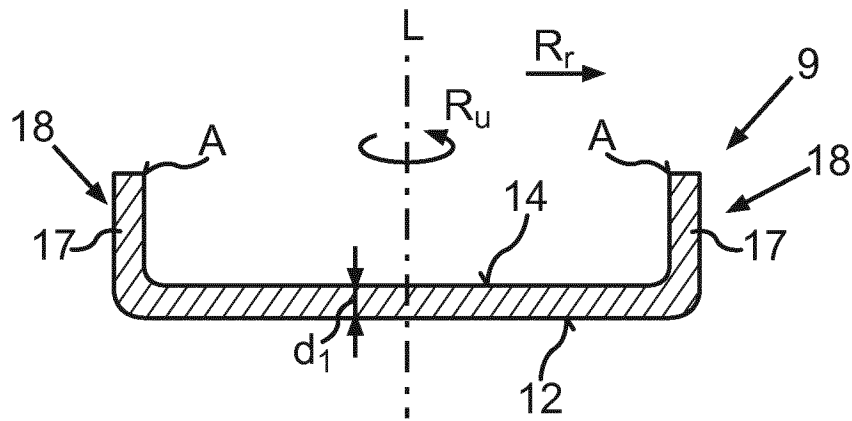


Fig.4b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/065696

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01S7/521 G01S15/93 G10K9/22 G10K11/00 B06B1/06
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 G10K 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.
Y A	WO 2013/178390 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 5 December 2013 (2013-12-05) abstract; figures 1A,1B,2,3 page 5, lines 25-32 page 7, lines 17-19 page 9, line 23 - page 12, line 3 -----	1-5,7,9, 12,13 6,8,10, 11
X	DE 10 2010 044995 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]) 15 March 2012 (2012-03-15)	1,14,15
Y	abstract; figure 2 paragraphs [0001], [0005] - [0011], [0026], [0034], [0037] -----	1-5,7,9, 12,13
X	EP 0 178 346 A1 (NGK SPARK PLUG CO [JP]) 23 April 1986 (1986-04-23)	1,14,15
Y	abstract; figures 3-5 page 7, line 27 - page 8, line 11 -----	1-5,7,9, 12,13
	-/--	

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 27 September 2016	Date of mailing of the international search report 11/10/2016
---	---

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 Lupo, Emanuela
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/065696

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2012 211011 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 2 January 2014 (2014-01-02)	1,14,15
Y	abstract; figures 1,3 paragraphs [0036] - [0038], [0042] - [0046]	1-5,7,9, 12,13

X	DE 699 15 902 T2 (MURATA MANUFACTURING CO. [JP]) 5 January 2005 (2005-01-05)	1,14,15
Y	paragraphs [0001], [0013], [0041], [0049]; figure 1	1-5,7,9, 12,13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/065696

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2013178390 A1	05-12-2013	CN 104541180 A	22-04-2015
		DE 102012209238 A1	05-12-2013
		EP 2856206 A1	08-04-2015
		US 2015124564 A1	07-05-2015
		WO 2013178390 A1	05-12-2013

DE 102010044995 A1	15-03-2012	NONE	

EP 0178346 A1	23-04-1986	DE 3505872 A1	21-11-1985
		DK 76485 A	22-08-1985
		EP 0178346 A1	23-04-1986
		FR 2559985 A1	23-08-1985
		US 4556814 A	03-12-1985

DE 102012211011 A1	02-01-2014	CN 104603870 A	06-05-2015
		DE 102012211011 A1	02-01-2014
		EP 2867888 A2	06-05-2015
		WO 2014000967 A2	03-01-2014

DE 69915902 T2	05-01-2005	DE 69915902 D1	06-05-2004
		DE 69915902 T2	05-01-2005
		EP 0930607 A2	21-07-1999
		EP 1265222 A1	11-12-2002
		JP 3721798 B2	30-11-2005
		JP H11266497 A	28-09-1999
		KR 19990067868 A	25-08-1999
		TW 539848 B	01-07-2003
		US 6047603 A	11-04-2000

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01S7/521 G01S15/93 G10K9/22 G10K11/00 B06B1/06 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01S G10K 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.
Y A	WO 2013/178390 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 5. Dezember 2013 (2013-12-05) Zusammenfassung; Abbildungen 1A,1B,2,3 Seite 5, Zeilen 25-32 Seite 7, Zeilen 17-19 Seite 9, Zeile 23 - Seite 12, Zeile 3 -----	1-5,7,9, 12,13 6,8,10, 11
X	DE 10 2010 044995 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN GMBH [DE]) 15. März 2012 (2012-03-15) Zusammenfassung; Abbildung 2	1,14,15
Y	Absätze [0001], [0005] - [0011], [0026], [0034], [0037] -----	1-5,7,9, 12,13
X	EP 0 178 346 A1 (NGK SPARK PLUG CO [JP]) 23. April 1986 (1986-04-23) Zusammenfassung; Abbildungen 3-5 Seite 7, Zeile 27 - Seite 8, Zeile 11 -----	1,14,15
Y		1-5,7,9, 12,13
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
27. September 2016		11/10/2016
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 Lupo, Emanuela

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2012 211011 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 2. Januar 2014 (2014-01-02)	1,14,15
Y	Zusammenfassung; Abbildungen 1,3 Absätze [0036] - [0038], [0042] - [0046] -----	1-5,7,9, 12,13
X	DE 699 15 902 T2 (MURATA MANUFACTURING CO. [JP]) 5. Januar 2005 (2005-01-05)	1,14,15
Y	Absätze [0001], [0013], [0041], [0049]; Abbildung 1 -----	1-5,7,9, 12,13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/065696

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2013178390 A1	05-12-2013	CN 104541180 A	22-04-2015
		DE 102012209238 A1	05-12-2013
		EP 2856206 A1	08-04-2015
		US 2015124564 A1	07-05-2015
		WO 2013178390 A1	05-12-2013

DE 102010044995 A1	15-03-2012	KEINE	

EP 0178346 A1	23-04-1986	DE 3505872 A1	21-11-1985
		DK 76485 A	22-08-1985
		EP 0178346 A1	23-04-1986
		FR 2559985 A1	23-08-1985
		US 4556814 A	03-12-1985

DE 102012211011 A1	02-01-2014	CN 104603870 A	06-05-2015
		DE 102012211011 A1	02-01-2014
		EP 2867888 A2	06-05-2015
		WO 2014000967 A2	03-01-2014

DE 69915902 T2	05-01-2005	DE 69915902 D1	06-05-2004
		DE 69915902 T2	05-01-2005
		EP 0930607 A2	21-07-1999
		EP 1265222 A1	11-12-2002
		JP 3721798 B2	30-11-2005
		JP H11266497 A	28-09-1999
		KR 19990067868 A	25-08-1999
		TW 539848 B	01-07-2003
		US 6047603 A	11-04-2000
