

(19)



(11)

EP 3 963 899 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
29.03.2023 Patentblatt 2023/13

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H04R 1/04 (2006.01) **H04R 1/08** (2006.01)
H04R 1/34 (2006.01) **G08G 1/017** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20720375.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H04R 1/04; G08G 1/0175; H04R 1/086;
H04R 1/345; H04R 2201/029; H04R 2410/07;
H04R 2499/13

(22) Anmeldetag: **08.04.2020**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2020/059968

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2020/224903 (12.11.2020 Gazette 2020/46)

(54) **VORRICHTUNG UND SYSTEM ZUR MESSUNG VON LAUTSTÄRKEN VON GERÄUSCHEN EINES STRASSENFAHRZEUGES IM STRASSENVERKEHR**

DEVICE AND SYSTEM FOR MEASURING THE SOUND VOLUMES OF NOISES OF A ROAD VEHICLE IN ROAD TRAFFIC

DISPOSITIF ET SYSTÈME PERMETTANT DE MESURER DES INTENSITÉS SONORES DE BRUITS D'UN VÉHICULE ROUTIER DANS LA CIRCULATION ROUTIÈRE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 566 182 JP-A- H03 113 700
JP-A- 2004 312 156 US-A- 3 661 224
US-A1- 2005 220 448 US-A1- 2013 083 957
US-A1- 2013 251 183 US-A1- 2019 082 256

(30) Priorität: **03.05.2019 DE 102019206329**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.03.2022 Patentblatt 2022/10

- **Anonymous: "Basel: Kommt jetzt der Blitzer gegen zu laute Autos?", , 16. April 2019 (2019-04-16), XP055706301, Gefunden im Internet:
URL:<https://twnews.ch/ch-news/basel-kommt-jetzt-der-blitzer-gegen-zu-laute-autos> [gefunden am 2020-06-18]**

(73) Patentinhaber: **ZF Friedrichshafen AG**
88046 Friedrichshafen (DE)

(72) Erfinder: **STROBEL, Markus**
88214 Ravensburg (DE)

EP 3 963 899 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein System zur Messung von Lautstärken von Geräuschen eines Straßenfahrzeuges im Straßenverkehr.

[0002] Lärmbelästigung, beispielsweise zu früher und/oder später Uhrzeit oder nachts, ist für viele Anwohner von Straßen ein großes Ärgernis. Verkehrslärm ist laut Statistiken die zweitstärkste Form der Umweltbelästigung nach der Luftverschmutzung. Verkehrslärm kann für Betroffene das Risiko von Herzkrankheiten und/oder Diabetes erhöhen. Als Maßnahmen gegen Lärmbelästigung sind Geschwindigkeitsmessenanlagen und Tempolimits bekannt.

[0003] Vorrichtungen zur Messung von Lautstärken von Geräuschen eines Straßenfahrzeuges im Straßenverkehr sind aus dem Stand der Technik US 2019/082256 A1, US 3 661 224 A und JP H03 113700 A bekannt. US 2019/082256 A1 beschreibt die Merkmale, die im einleitenden Teil des Anspruchs 1 genannt werden. Die Dokumente JP 2004 312156 A, US 2005/220448 A1, EP 2 566 182 A1, US 2013/251183 A1 und US 2013/083957 A1 zeigen Maßnahmen zum Schutz gegen Verschmutzung bei einem Akustiksensor.

[0004] Hier setzt die Erfindung an. Der Erfindung hat die Aufgabe zugrunde gelegen, die Maßnahmen gegen Lärmbelästigung im Straßenverkehr zu verbessern.

[0005] Die nachfolgenden Definitionen und weiteren Ausführungen gelten für den gesamten Gegenstand der Erfindung.

[0006] Die erfindungsgemäße Vorrichtung misst Lautstärken von Geräuschen eines Straßenfahrzeuges im Straßenverkehr. Die Vorrichtung löst die Aufgabe durch Systemeigenschaft aus der gezielten Abstimmung einzelner Komponenten der Vorrichtung aufeinander. Die Vorrichtung umfasst einen Akustiksensor. Ferner umfasst die Vorrichtung Schutzgitter zum Absichern der Vorrichtung gegen Eindringen von größeren Fremdkörpern. Das Schutzgitter umfassend wenigstens eine Öffnung für einen Einlass von Luftschall in die Vorrichtung. Die Öffnung ist axial versetzt zu einer Axialachse der Vorrichtung angeordnet. Außerdem umfasst die Vorrichtung einen Strömungsbypass. Der Strömungsbypass verläuft zwischen dem Schutzgitter und dem Akustiksensor. Damit werden durch Luftströmungen in die Vorrichtung eingetretene Fluide und/oder Fremdkörper von dem Akustiksensor weg aus der Vorrichtung heraus geleitet. Des Weiteren umfasst die Vorrichtung einen parallel zur Axialachse angeordneten Schallkanal, an dessen einen in Luftströmungsrichtung ersten Ende das Schutzgitter angeordnet ist und an dessen zweitem Ende der Akustiksensor angeordnet ist. Durchmesser, Länge, Volumen, Formgebung und/oder Materialeigenschaften des Schallkanals sind angepasst, um Eigenmoden der Vorrichtung zu dämpfen. Außerdem umfasst die Vorrichtung eine Leiterplatte. Die Leiterplatte umfasst Bauelemente und deren Verbindungen zur Vorverarbeitung von analogen oder digitalen Signalen des Akustiksen-

saurelemente sind ausgeführt zur analogen oder digitalen Signalverarbeitung und/oder zur Realisierung von Filterfunktionen, Funktionen zur Phasenumkehr, Kompressorfunktionen und/oder Verstärkerfunktionen. Ferner umfasst die Leiterplatte auf einer Seite der Leiterplatte den Akustiksensor. Beispielsweise ist der Akustiksensor auf der in Luftströmungsrichtung hinteren Seite der Leiterplatte angeordnet. In diesem Fall hat der Akustiksensor seine Schalleintrittsöffnung auf der Bauteilmontage-seite der Leiterplatte und die Leiterplatte umfasst eine Leiterplattenöffnung für den Schalleintritt. Alternativ ist der Akustiksensor auf der in Luftströmungsrichtung vorderen Seite der Leiterplatte angeordnet. In diesem Fall hat der Akustiksensor seine Schalleintrittsöffnung auf der der Bauteilmontage-seite der Leiterplatte gegenüberliegender Seite des Akustiksen-sors. Die Leiterplatte umfasst auch eine Recheneinheit. Die Recheneinheit ist ausgeführt, in Abhängigkeit von Signalen des Akustiksen-sors bei Erkennung einer Überschreitung einer Soll-Lautstärke ein Ansteuerungssignal für eine Erfassungseinheit zu erzeugen. Damit wird das Straßenfahrzeug zu erfasst. Ferner umfasst die Vorrichtung eine Schnittstelle, um das Ansteuerungssignal der Erfassungseinheit bereitzustellen.

[0007] Die Erfindung stellt eine Vorrichtung bereit, die die Lautstärke vorbeifahrender Straßenfahrzeuge erfasst und das Straßenfahrzeug bei Überschreitung eines Grenzwerts, ähnlich einer Geschwindigkeitsüberwachungsanlage, blitzen kann. Die Besonderheit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Funktionstüchtigkeit und Luftschallerfassung und dessen Wandlung unter schwierigen Umwelt- und Strömungsbedingungen, die im Straßenverkehr vorhanden sind. Diese Umgebungsbedingungen ergeben sich zusätzlich aus dem vorgesehenen Einsatz und/oder Installationsorten der Vorrichtung im Straßenverkehr, an denen relative Luftströmungen entstehen. Mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist Luftschall erfassbar und wandelbar in elektrische Signale in einem Temperaturbereich von -50°C bis $+90^{\circ}\text{C}$, beispielsweise -30°C bis $+70^{\circ}\text{C}$. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass die einzelnen Komponenten der Vorrichtung, beispielsweise der Akustiksensor, das Schutzgitter, die Öffnung für den Luftschalleinlass, das heißt die Schalleintrittsöffnung, der Strömungsbypass und der Schallkanal, unter Berücksichtigung von Luft- und/oder Körperschall, Aeroakustik, Strömungs- und Fluidodynamik, Elektronik und Mechanik aufeinander abgestimmt sind. Die erfindungsgemäße Vorrichtung stellt einen Wetterschutz für den Akustiksensor der Vorrichtung bereit. Damit können Geräusche im Straßenverkehr unter ungünstigen Wetterbedingungen, beispielsweise bei Niederschlag, gemessen werden. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden mittels des Akustiksen-sors Geräuschmessungen einzelner Straßenfahrzeuge durchgeführt. Wird bei einer derartigen Messung eine Soll-Lautstärke überschritten, steuert die Vorrichtung eine Erfassungseinheit an, um das jeweilige Straßenfahrzeug zu erfassen, zum

Beispiel zu fotografieren, vergleichbar mit einer Geschwindigkeitsmessanlage. Damit sind Tempolimits prinzipiell vermeidbar.

[0008] Straßenfahrzeuge sind beispielsweise Personenkraftwagen, Nutzkraftwagen oder Traktoren. Straßenfahrzeuge sind motorbetrieben, beispielsweise mittels Verbrennungsmotoren, elektrischen Motoren oder hybridelektrisch betrieben. Abhängig von einer Geschwindigkeit entstehen durch den Motor, Haftreibung zwischen Reifen und Straßenbelag sowie durch Strömungswiderstand des Straßenfahrzeuges Geräusche. Beispielsweise stellt das vorsätzliche Anfahren mit quietschenden Reifen eine Lärmbelastigung dar. Die Lautstärke dieser Geräusche ist die Amplitude, Schalldruck oder Schalldruckpegel des Luftschalls, der von diesen Geräuschen ausgeht. Beispielsweise ist ein Grenzwert von 80 Dezibel eine Soll-Lautstärke.

[0009] Die Vorrichtung stellt ein Gehäuse für den Akustiksensordar. Der Begriff Akustiksensord bezeichnet sowohl den Akustiksensord als Komponente der Vorrichtung als auch die gesamte Vorrichtung.

[0010] Ein Akustiksensord ist ein Sensor, der mechanische Schwingungen, beispielsweise verursacht durch Luftschallwellen, erfasst und in ein prozessierbares Signal, beispielsweise ein elektrisches Signal wie etwa eine elektrische Spannung, umformt. Das Signal, das der Akustiksensord ausgibt, korrespondiert zu der Lautstärke der Geräusche. Der Akustiksensord umfasst einen analogen und/oder digitalen Signalausgang. Die Umformung erfolgt in zwei Stufen. In einer ersten akustisch-mechanischen Umformungsstufe wird der Luftschall nach einem bestimmten Empfangsprinzip in die Bewegung eines Objektes umgeformt. In der zweiten mechanisch-elektrischen Umformungsstufe wird die Bewegung des Objektes nach einem bestimmten Wandlerprinzip in das elektrische Signal umgeformt. Beispiele für Akustiksensoren sind eine Anordnung eines Magneten und einer elektrischen Spule, Mikrofone, Beschleunigungsaufnehmer, Piezogeber oder Dehnungsmessstreifen. Ein mikro-elektromechanisches System, abgekürzt MEMS, umfassend eine Anordnung von Halbleiterelementen, die Schwingungen aufnehmen, ist auch als Akustiksensord einsetzbar.

[0011] Das Schutzgitter ist ein Gitter mit mechanischer Schutzfunktion. Das Schutzgitter ist so konstruiert, dass größere Fremdkörper, das heißt Partikel mit Durchmessern von wenigstens 2 mm, beispielsweise Schmutzpartikel wie etwa Schlamm- oder Staubpartikel, Rußpartikel, Salzkörner, Steine, Insekten, oder andere Partikel, die in der Luft enthalten sind, nicht in die Vorrichtung eindringen können.

[0012] Die Öffnung für den Lufteinlass ist in dem Schutzgitter derart positioniert, dass in axialer Sensorrichtung kein direkter Strahl und/oder Partikelstrom auf die erste Membran einwirkt. Damit ist durch die Anordnung und/oder Geometrie der Öffnung die erste Membran mechanisch geschützt. Nach einem Aspekt der Erfindung sind die Öffnung oder die Öffnungen im Wesent-

lichen 2 mm breit und im Wesentlichen 5mm lang.

[0013] Der Strömungsbypass sorgt dafür, dass durch den Lufteinlass eingetretene Fluide, beispielsweise Wasser, Luft, und kleine Partikel, wie etwa Schmutz und/oder Staub, sich nicht an der akustisch permeablen Membran agglomerieren, sondern durch eine Öffnungen am Ausgang des Strömungsbypasses für einen Lufteinlass wieder aus der Vorrichtung heraus befördert werden. In diesem Sinne ist der Strömungsbypass ein selbstreinigender Strömungsbypass. Der Strömungsbypass ist akustisch, strömungsakustisch und strömungsdynamisch ausgelegt, so dass die durch die Durchströmung generierte aeroakustische Schallentstehung gemindert wird und die wirkenden strömungsdynamischen Kräfte die nachfolgende Komponenten der Vorrichtung nicht negativ beeinflussen, beispielsweise schädigen oder degradieren.

[0014] Der Schallkanal dient der gezielten Schallführung der Luftschallwellen hin zu dem Akustiksensord. Der Schallkanal ist akustisch speziell dimensioniert, so dass sich möglichst keine oder nur wenige und schwache Eigenmoden im nutzbaren Frequenzbereich des Akustiksensors ausbilden. Diese gezielte Dimensionierung basiert im Wesentlichen auf geometrischen Größen, wie zum Beispiel Durchmesser, Länge, Volumen und Formgebung.

[0015] Die Leiterplatte wird auch Platine oder printed circuit board genannt. Die Bauteile der Leiterplatte umfassen beispielsweise Logikbausteine wie etwa ASICs oder FPGAs. Beispielsweise realisiert ein Bauteil einen Hochpassfilter, der Luftschallwellen mit Frequenzen größer als 300 Hz passieren lässt. Mittels Kompressorfunktionen wird ein Dynamikumfang eines Signals eingeschränkt. Die Bauteile sind beispielsweise direkt auf der Oberfläche der Leiterplatte montiert, beispielsweise gelötet, und werden auch surface mounted devices, abgekürzt SMD, genannt. Die Leiterplattenöffnung entspricht einem Loch oder einer Durchgangsbohrung auf der Leiterplatte für einen Eintritt des Luftschalls in den Akustiksensord, der auf der in Luftströmungsrichtung hinteren Seite der Leiterplatte angeordnet ist. Die in Luftströmungsrichtung hintere Seite der Leiterplatte ist die Oberfläche der Leiterplatte, auf der die Bauteile und der Akustiksensord angeordnet sind.

[0016] Eine Recheneinheit erhält Eingangswerte, berechnet aus diesen Eingangswerten nach einem bestimmten Prozess Ausgangswerte und gibt die Ausgangswerte aus. Beispielsweise ist eine Recheneinheit durch eine elektronische Schaltungseinheit realisiert. Logikbausteine, ASICs, FPGAs, CPUs und GPUs sind Recheneinheiten. Die Recheneinheit ist auf der Leiterplatte integriert, beispielsweise als ein surface mounted device, kurz SMD.

[0017] Eine Erfassungseinheit ist beispielsweise ein optisches, bildgebendes System, das ein Foto des Straßenfahrzeuges generiert. Damit wird das Straßenfahrzeug, von dem die Soll-Lautstärke überschritten wird, das heißt von dem eine Lärmbelastigung ausgeht, iden-

tifiziert. Damit können dröhnende Straßenfahrzeuge von der Polizei aus dem Verkehr gezogen werden und im Falle einer Überschreitung der Soll-Lautstärke Strafen verhängt werden. Damit kann für Betroffene, die der Lärmbelastung ausgesetzt sind, das Risiko von Herzkrankheiten und/oder Diabetes vermindert werden.

[0018] Die Schnittstelle ist kabelgebunden oder kabellos. Insbesondere ist die Schnittstelle für eine Signalübertragung mittels Funktechnologie ausgeführt.

[0019] Nach einem Aspekt der Erfindung ist die Vorrichtung mit einer Geschwindigkeitsüberwachungsanlage gekoppelt. Das heißt, die Erfassungseinheit ist eine Kamera der Geschwindigkeitsüberwachungsanlage und die Schnittstelle ist eine Schnittstelle zu der Geschwindigkeitsüberwachungsanlage. Die Geschwindigkeitsüberwachungsanlage ist eine stationäre Anlage oder eine mobile Anlage, zum Beispiel montiert auf einem Anhänger.

[0020] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst der Akustiksensord ein Mikrofon. Das Mikrofon umfasst eine Mikrofonkapsel und einen Wandler. In der Mikrofonkapsel erfolgt die akustisch-mechanische Umformung. Die Mikrofonkapsel umfasst beispielsweise eine Membran, die durch Luftschall zu Schwingungen ange regert wird. In dem Wandler erfolgt die mechanisch-elektrische Umwandlung. Der Wandler ist beispielsweise ein elektrodynamischer Wandler, wie etwa bei einem Tauchspulenmikrofon, oder ein elektrostatischer Wandler, wie etwa bei einem Kondensatormikrofon.

[0021] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung ist der Akustiksensord als ein MEMS-Mikrofon realisiert. MEMS-Mikrofone sind miniaturisierte Mikrofone, die beispielsweise in SMD-Technik ausgeführt sind zum direkten Einsatz auf der Leiterplatte. MEMS-Mikrofone besitzen kleine Abmessungen und sind einfach industriell zu verarbeiten, beispielsweise können MEMS-Mikrofone in einem Reflow-Lötprozess bestückt werden. Im Vergleich zu anderen Mikrofonen sind MEMS-Mikrofone unempfindlicher gegenüber hohen Temperaturen und damit für automobiler Anwendungen besonders gut geeignet. Alternativ ist der Akustiksensord ein Elektret-Kondensatormikrofon.

[0022] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst die Vorrichtung eine akustisch permeable, hydrophobe und/oder lipophobe erste Membran. Die erste Membran ist in Luftströmungsrichtung hinter dem Schutzgitter an dem ersten Ende des Schallkanals angeordnet. Der Strömungsby pass verläuft zwischen dem Schutzgitter und der ersten Membran.

[0023] Die erste Membran ist permeabel für Luftschallwellen. Durch das hydrophobe und/oder lipophobe Verhalten ist der Schallkanal gegen Immission durch beispielsweise Feuchtigkeit und Partikel geschützt. Die erste Membran ist nach einem weiteren Aspekt der Erfindung eine mikroporöse Membran. Mikroporös ist beispielsweise eine Membran mit $1,3 \times 10^9$ Poren/cm². Eine derartige Membran ist besonders wasserdicht und ermöglicht einen Schutz wenigstens nach IPX4K. Nach ei-

nem Aspekt der Erfindung ist die erste Membran ausgeführt, einen Schutz nach IP69K zu ermöglichen. Die Ziffer 6 in IP69K bedeutet völlige Dichtheit und damit den Schutz gegen Eindringen von Festkörpern und Staub. 9K bezeichnet den Schutz gegen Eindringen von Wasser bei Hochdruck-oder Dampfstrahlreinigung. Dies ist besonders vorteilhaft für einen Schutz in automobiler Anwendungen.

[0024] Die Schutzart gibt die Eignung von Bauteilen für verschiedene Umgebungsbedingungen an. Die geschützten Systeme werden in entsprechende Schutzarten, sogenannte International Protection, abgekürzt IP-Codes, eingeteilt. Die Norm ISO 20653:2013 Straßenfahrzeuge - Schutzarten (IP-Code) - Schutz gegen fremde Objekte, Wasser und Kontakt - Elektrische Ausrüstungen beschreibt den Stand für Straßenfahrzeuge. IPX6K bietet Schutz gegen starkes Strahlwasser unter erhöhtem Druck, spezifisch für Straßenfahrzeuge.

[0025] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung sind eine Formgebung und/oder Materialeigenschaften des Schutzgitters angepasst, um die erste Membran, den Schallkanal und/oder den Akustiksensord gegen strömungsdynamische und/oder statische Kräfte, die beispielsweise durch Fahrtwind oder Wetter entstehen, zu schützen. Das Schutzgitter und die Öffnungen des Schutzgitters sind beispielsweise rotationssymmetrisch ausgeführt. Das Schutzgitter ist beispielsweise aus einem Kunststoff gefertigt und ist derart geformt, das heißt besitzt eine derartige Geometrie, um einen Schutzbereich von wenigstens IPX6K zu bieten. Damit wird eine mechanische Schutzwirkung der Vorrichtung erzielt und der Akustiksensord gegen derartige Einwirkungen geschützt.

[0026] Beispielsweise umfasst das Schutzgitter ein offenporiges Material, beispielsweise ein Schaummaterial wie etwa ein offenporiges Polyurethanschaummaterial. Durch skalierbare Größe von Poren in dem Material kann eine Wind- und/oder Wasserabsorption eingestellt werden. Schaummaterialien zeichnen sich durch eine sehr niedrige Dichte und einfache Ver- und Bearbeitung aus. Schaumstoffe lassen sich besonders einfach aus Polyurethan herstellen. Offenporiger Polyurethanschaum wird auch Filterschaum genannt. Filterschaum eignet sich besonders gut für Windabsorption. Filterschaum wird nach Porengröße/Porenanzahl klassifiziert. Als Einheit dient die Anzahl von Poren pro Inch, abgekürzt PPI. Beispielsweise umfasst das Schutzgitter einen Filterschaum im Bereich 10 bis 80 PPI.

[0027] Das Schutzgitter ist nach einem weiteren Aspekt der Erfindung ein auswechselbares Schutzgitter, um bei größerer Verschmutzung ersetzt zu werden, ohne die komplette Vorrichtung ersetzen zu müssen.

[0028] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung sind eine Formgebung und/oder Materialeigenschaften des Strömungsby passes angepasst, um die durch die Luftströmung durch den Strömungsby pass erzeugte aeroakustische Schallentstehung zu dämpfen und/oder die erste Membran gegen strömungsdynamische und/oder

statische Kräfte zu schützen. Beispielsweise ist der Strömungsbyypass derart geformt, dass in dem Strömungsbyypass möglichst keine Kanten oder ähnliche Formen vorhanden sind, an denen Strömungsabrissse und/oder Strömungsverwirbelungen auftreten können. Strömungsabrissse und/oder Strömungsverwirbelungen generieren aeroakustische Schallentstehung. Strömungsabrissse und/oder Strömungsverwirbelungen generieren aeroakustische Schallentstehung. Durch gezielte Formgebung wird die Anfälligkeit für Strömungsabrissse und/oder Strömungsverwirbelungen stark gemindert und damit eine aeroakustische Schallentstehung ebenso. Dies ist insbesondere bei relativen Luftströmungen, beispielsweise während Bewegung der Vorrichtung bei Fahrt mit einem Straßenfahrzeug, vorteilhaft.

[0029] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung ist der Schallkanal an einem seiner beiden Enden offen und an dem anderen Ende mit einem Abschlusselement mit einem Reflexionsfaktor abgeschlossen. Offen bedeutet offen für einen Schalleintritt. In diesem Sinne ist der Schallkanal, an dessen Schalleintrittsöffnung eine akustisch permeable Membran angeordnet ist, an dieser Öffnung offen. In Abhängigkeit des Reflexionsfaktors ist eine Strömungsresistenz des Schallkanals einstellbar. Das Abschlusselement ist der Akustiksensord, beispielsweise das Mikrofon, oder die Leiterplatte.

[0030] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung besitzt der Schallkanal im Wesentlichen die Form eines Kegelstumpfes oder eines Hornteils und die erste Membran ist an dem ersten Ende des Schallkanals mit einer größeren ersten Fläche und der Akustiksensord an dem zweiten Ende des Schallkanals mit einer kleineren zweiten Fläche angeordnet. Ein Hornteil wie zum Beispiel in Fig. 1 der DE 38 43 033 C2 offenbart ist ein robustes System zur hochempfindlichen Detektion von Luftschallwellen. Ein Schallkanal in Form eines Hornteils koppelt den Empfänger akustisch besonders gut an das Schallfeld an, so dass möglichst viel der extern eintretenden Schallenergie am Empfänger ankommt. Damit wird eine minimale akustische Dämpfung des Schallenergieflusses realisiert.

[0031] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung sind der Schallkanal und der Strömungsbyypass durch ein Anströmbauteil realisiert. Das Anströmbauteil umfasst eine Ausbuchtung. Die Ausbuchtung umfasst einen in Axialachse durchgehenden Hohlraum, durch den der Schallkanal realisiert ist. Das Anströmbauteil ist mit dem Schutzgitter derart zusammengeführt, dass der Strömungsbyypass durch einen Freiraum zwischen dem Anströmbauteil und dem Schutzgitter realisiert ist. Das Anströmbauteil und dessen Ausbuchtung sind derart geformt, dass die durch die Luftströmung durch den Strömungsbyypass erzeugte aeroakustische Schallentstehung gedämpft wird. Beispielsweise umfassen das Anströmbauteil und dessen Ausbuchtung keine Strömungsabrisskanten im Strömungsbyypass.

[0032] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst die Vorrichtung ein Gehäuse, in dem die Leiterplatte

angeordnet ist. Das Gehäuse schützt die Leiterplatte und deren Bauteile vor mechanischen und/oder thermischen Einflüssen. Das Gehäuse umfasst Befestigungsmittel, beispielsweise Schrauben, um das Gehäuse und die Vorrichtung an einem Objekt einer Verkehrsinfrastruktur, beispielsweise einem Amplemast, einer Leitplanke oder einer Geschwindigkeitsüberprüfungsanlage, zu befestigen.

[0033] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung ist die Leiterplatte senkrecht oder parallel zu der Axialachse der Vorrichtung angeordnet. Bei der parallelen Anordnung der Leiterplatte ist das zweite Ende des Schallkanals in radialer Verlängerung einer Mantelfläche des Schallkanals angeordnet. Bei senkrechter Anordnung der Leiterplatte ist der Akustiksensord, beispielsweise das Mikrofon und/oder die Mikrofonkapsel, parallel zu der Axialachse der Vorrichtung an den Schallkanal angekoppelt. Bei paralleler Anordnung der Leiterplatte ist der Akustiksensord senkrecht zu der Axialachse der Vorrichtung, das heißt tangential, an den Schallkanal angekoppelt. Mit der parallelen Anordnung werden besonders gute Signale des Akustiksensors erhalten.

[0034] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst die Vorrichtung ein elastisches Dichtungsbauteil zur Ankopplung des Akustiksensors an den Schallkanal und/oder an die Leiterplatte. Das Dichtungsbauteil gleicht geometrische Toleranzen beim Zusammenbau der Vorrichtung aus. Die Elastizität sorgt für eine definierte Entkopplung des Akustiksensors, unter anderem der Mikrofonkapsel, von Körperschall. Ferner sorgt die Elastizität für eine akustisch geschlossene Verbindung des Schallkanals zur Mikrofonkapsel.

[0035] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst die Vorrichtung ein Entkopplungsbauteil zur Schwingungsdämpfung und/oder zur Körperschallentkopplung. Das Entkopplungsbauteil ist an einer Kopplungsstelle zwischen der Vorrichtung und einem Bauteil, in das die Vorrichtung einbaubar und/oder von diesem die Vorrichtung mechanisch haltbar ist, angeordnet. Das Entkopplungsbauteil ist aus einem Zweikomponenten-Werkstoff, der einen akustisch und/oder schwingungstechnisch wirkenden Impedanzsprung erzeugt, gefertigt. Der Zweikomponenten-Werkstoff umfasst einen relativ weichen Werkstoff mit relativ kleiner Impedanz und einen relativ harten Werkstoff mit relativ großer Impedanz. Der weiche Werkstoff ist in Luftströmungsrichtung vor dem harten Werkstoff angeordnet. Der Impedanzsprung ist über die gesamte Anlagefläche des Schutzgitters und des Entkopplungsbauteils durchgeführt. Das Entkopplungsbauteil ist beispielsweise ein Formteil. Beispielsweise sind das Schutzgitter und das Entkopplungsbauteil aus einem Spritzgussteil gebildet. Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung ist das Entkopplungsbauteil aus vibrationsdämpfenden Materialien unterschiedlicher Dichte gefertigt, beispielsweise aus gemischtzelligen Polyurethan-Schaumstoffen. Das Entkopplungsbauteil besitzt beispielsweise eine hohe mechanische Belastbarkeit und/oder gute Dämmeigenschaften. Mittels des Ent-

kopplungsbauteils ist die Vorrichtung unempfindlich gegen Erschütterungen haltbar.

[0036] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst die Vorrichtung eine zweite Membran zur Entlüftung der Vorrichtung. Die zweite Membran stellt einen statischen Druckausgleich für die Vorrichtung bereit. Durch die zweite Membran wird der anteilige statische Druck ausgeglichen. Ferner verhindert die zweite Membran eine Kondensatbildung in der Vorrichtung.

[0037] Erfindungsgemäß ist die Vorrichtung als ein Nachrüstbauteil an Objekte der Verkehrsinfrastruktur nachrüstbar.

[0038] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung ist die Recheneinheit ausgeführt, einen künstlich intelligenten Algorithmus zu prozessieren. Der künstlich intelligente Algorithmus ist trainiert, in Abhängigkeit der Signale des Akustiksensors die Straßenfahrzeuge zu klassifizieren. Die Soll-Lautstärke ist abhängig von dem klassifizierten Straßenfahrzeug. Der künstlich intelligente Algorithmus ist beispielsweise ein auf Klassifikation von Geräuschen von Straßenfahrzeugen trainiertes künstliches neuronales Netzwerk. Mittels des künstlich intelligenten Algorithmus erkennt die Vorrichtung, von welchem Typ von Straßenfahrzeug eine Lärmbelästigung ausgeht. Damit werden beispielsweise Geräusche und von diesen Geräuschen ausgehende Lärmbelästigungen von Traktoren oder Lastkraftwagen, die in der Regel lauter als Personenkraftwagen sind, von Geräuschen und von diesen Geräuschen ausgehende Lärmbelästigungen von Personenkraftwagen unterscheidbar. Damit erkennt die Vorrichtung, von welchem Typ Straßenfahrzeug F eine Lärmbelästigung ausgeht.

[0039] Das erfindungsgemäße System misst Lautstärken von Geräuschen eines Straßenfahrzeuges im Straßenverkehr. Das System umfasst eine erfindungsgemäße Vorrichtung und eine mit der Vorrichtung in Wirkverbindung stehende Erfassungseinheit. Die Erfassungseinheit ist in Fahrtrichtung des Straßenfahrzeuges hinter der Vorrichtung angeordnet. Die Erfassungseinheit erfasst in Abhängigkeit eines Ansteuerungssignals der Vorrichtung das Straßenfahrzeug. Misst beispielsweise die Vorrichtung, dass Geräusche, die von dem Straßenfahrzeug ausgehen, eine Soll-Lautstärke überschreiten, wird die Erfassungseinheit, die beispielsweise einige Meter hinter der Vorrichtung angeordnet ist, angesteuert und fotografiert das Straßenfahrzeug. Die Vorrichtung triggert die Erfassungseinheit vergleichbar einer Lichtschranke einer Geschwindigkeitsüberwachungsanlage.

[0040] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst die Erfassungseinheit eine Kamera. Damit wird das Straßenfahrzeug bei Überschreitung einer Soll-Lautstärke fotografiert. Zum Beispiel ist die Erfassungseinheit eine Geschwindigkeitsüberwachungsanlage, die eine Kamera umfasst.

[0041] Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung ist das System als ein mobiles System ausgeführt, zum Beispiel montiert auf einem Anhänger.

[0042] Die Erfindung wird beispielhaft in den folgenden

Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine 3D Ansicht eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2 eine Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Systems umfassend die Vorrichtung aus Fig. 1,

Fig. 3 eine isometrische Schnittansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 4 eine seitliche Schnittansicht des Ausführungsbeispiels aus Fig. 3,

Fig. 5 eine Explosionsdarstellung des Ausführungsbeispiels aus Fig. 3,

Fig. 6 eine Schnittansicht des Ausführungsbeispiels aus Fig. 1,

Fig. 7 eine seitliche Schnittansicht des Ausführungsbeispiels aus Fig. 1, und

Fig. 8 eine dreidimensionale Ansicht des Ausführungsbeispiels aus Fig. 1.

[0043] In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugsziffern gleiche oder funktionsähnliche Teile. Übersichtshalber sind in den einzelnen Figuren lediglich die für das jeweilige Verständnis relevanten Bezugsteile gekennzeichnet.

[0044] Fig. 1 zeigt ein Schutzgitter 2, eine Leiterplatte L, eine Recheneinheit 4 und eine Schnittstelle I eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung AKS. Detailansichten dieses Ausführungsbeispiels sind in den Fig. 6, 7 und 8 gezeigt.

[0045] Die Recheneinheit 4 ist auf der Leiterplatte L montiert. Die Recheneinheit 4 prozessiert ein künstliches neuronales Netzwerk. Das künstliche neuronale Netzwerk umfasst konvolutionale Schichten und/oder vollständig verbundene Schichten. Das künstliche neuronale Netzwerk ist trainiert, Geräusche von Straßenfahrzeugen F in Abhängigkeit des Typs des Straßenfahrzeuges F zu klassifizieren. Mittels des künstlich neuronalen Netzwerks erkennt die Vorrichtung, von welchem Typ von Straßenfahrzeug F eine Lärmbelästigung ausgeht. Die Recheneinheit 4 bestimmt in Abhängigkeit von Signalen eines Akustiksensors 1 der Vorrichtung AKS bei Erkennung einer Überschreitung einer Soll-Lautstärke ein Ansteuerungssignal für eine Erfassungseinheit K, um das Straßenfahrzeug F zu erfassen. Die Schnittstelle I stellt das Ansteuerungssignal der Erfassungseinheit K bereit, siehe auch Fig. 2.

[0046] Fig. 2 zeigt ein erfindungsgemäßes System. Das System umfasst die Vorrichtung AKS aus Fig. 1. Die Schnittstelle I der Vorrichtung AKS ist eine, beispielsweise

se drahtgebundene, Schnittstelle zu der Erfassungseinheit K. Die Erfassungseinheit K ist ein stationärer Verkehrsblitzer für Überwachung von Geschwindigkeitsüberschreitungen. Die Erfassungseinheit K umfasst eine Kamera CAM. Das Straßenfahrzeug F erzeugt bei Fahrt Geräusche. Die jeweiligen Luftschallwellen der Geräusche werden von der Vorrichtung AKS erfasst und ausgewertet. Erkennt die Recheneinheit 4 der Vorrichtung AKS eine Überschreitung der Soll-Lautstärke, wird über die Schnittstelle I der Vorrichtung AKS die Kamera CAM der Erfassungseinheit K angesteuert, um das Straßenfahrzeug zu erfassen und zu identifizieren. Das System ist beispielsweise auf einem Anhänger montiert, der an definierte Stellen, beispielsweise Stellen mit hoher Lärmbelastigung, gefahren werden kann. Damit ist das System mobil.

[0047] In den Fig. 3, 4 und 5 ist bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung AKS eine Leiterplatte L senkrecht zu einer Axialachse A der Vorrichtung AKS angeordnet. In den Fig. 1, 2, 6, 7 und 8 ist die Leiterplatte parallel zu der Axialachse A der Vorrichtung AKS angeordnet. Bei der parallelen Anordnung der Leiterplatte L ist ein zweites Ende E2 eines Schallkanals 7 in radialer Verlängerung einer Mantelfläche des Schallkanals 7 angeordnet. Die Beschreibungen zu den Fig. 3, 4 und 5 gelten, falls nicht anders angegeben, entsprechend für die Fig. 1, 2, 6, 7 und 8.

[0048] Die Vorrichtung AKS umfasst ein Bauteil B. Das Bauteil B hält die Vorrichtung AKS. Das Bauteil B ist beispielsweise ein Spritzgussformteil oder ein nach einem additiven Verfahren, beispielsweise 3D-Druck-Verfahren, hergestelltes Bauteil.

[0049] Das Bauteil B umfasst eine kreisförmige Öffnung. Das Bauteil B ist lediglich in den Fig. 3, 4 und 5 gezeigt. In diese Öffnung ist ein erfindungsgemäßes Schutzgitter 2 eingesetzt. Das Schutzgitter 2 ist mittels eines erfindungsgemäßen Entkopplungsbauteils 11 mit dem Bauteil B gekoppelt, siehe Fig. 3, 4 und 5. Beispielsweise sind das Schutzgitter 2 und das Entkopplungsbauteil 11 aus einem Spritzgussteil gefertigt. In den Fig. 3, 4 und 5 umfasst das Schutzgitter 2 vier symmetrisch angeordnete schlitzförmige Öffnungen 3a, 3b, 3c und 3d. Die Öffnungen 3a, 3b, 3c und 3d sind Eintrittsöffnungen für Luftschallwellen in die Vorrichtung AKS, ebenso die Öffnungen 3a, 3b und 3c in Fig. 1, 2, 6, 7 und 8. Die Luftschallwellen treten in Luftströmungsrichtung R in die Vorrichtung AKS ein. Die Öffnungen 3a, 3b, 3c und 3d sind axial versetzt zu einer Axialachse A der Vorrichtung AKS angeordnet. Die Explosionsdarstellung in Fig. 5 zeigt die Öffnungen 3a, 3b, 3c und 3d, das Schutzgitter 2 und das Entkopplungsbauteil 11 in einem zusammengeführten Zustand.

[0050] In das Entkopplungsbauteil 11 ist ein Anströmbauteil 8 erfindungsgemäß eingesetzt. Das Anströmbauteil 8 umfasst eine rotationssymmetrische Ausbuchtung 9. Das Anströmbauteil 8 ist derart eingesetzt, dass zwischen dem Anströmbauteil 8, dessen Ausbuchtung 9 und dem Schutzgitter 2 ein Freiraum vorhanden bleibt. Der

Freiraum bildet einen erfindungsgemäßen Strömungsbypass 6. Der Strömungsbypass 6 umfasst Luftauslässe 6a. Durch die Luftauslässe wird die Luft aus der Vorrichtung AKS ausgelassen.

[0051] Die Ausbuchtung 9 des Anströmbauteils 8 umfasst einen in Axialachse A durchgehenden Hohlraum H. Der Hohlraum H hat die Form eines Hornteils mit einer größeren ersten Fläche an einem ersten Ende E1 des Hohlraums H und einer kleineren zweiten Fläche an einem zweiten Ende E2. Die erste und die zweite Fläche sind jeweils Grund- oder Deckflächen des Hohlraums H und symmetrisch zur Axialachse A. Der Hohlraum H entsteht beispielsweise durch eine Bohrung in die Ausbuchtung.

[0052] Der Hohlraum H bildet einen Schallkanal 7. Die Luftschallwellen werden durch den Schallkanal 7 zu dem Akustiksensoren 1 geführt. Der Akustiksensoren 1 ist auf der in Luftströmungsrichtung R hinteren Seite der Leiterplatte L, das ist mit den elektronischen Bauteilen bestückte Oberfläche der Leiterplatte L, angeordnet. An dem ersten Ende E1 des Schallkanals 7 ist eine erfindungsgemäße erste Membran 5 angeordnet. In Verlängerung des zweiten Endes E2 des Schallkanals 7 ist der Akustiksensoren 1 angeordnet.

[0053] Der Akustiksensoren 1 ist ein elektroakustischer Sensor, beispielsweise ein Mikrofon. In den Ausführungsbeispielen ist der Akustiksensoren 1 ein MEMS-Mikrofon. Der Akustiksensoren 1 ist mittels eines Dichtungsbauteils 10 an den Schallkanal 7 und an eine Leiterplatte 7 angekoppelt.

[0054] Die Leiterplatte L ist in einem Gehäuse G angeordnet. Das Gehäuse G ist ein Elektronikgehäuse. Die Leiterplatte L umfasst Bauteile und deren Verbindungen zur Vorverarbeitung von analogen oder digitalen Signalen des Akustiksensors 1. Ferner umfasst die Leiterplatte L Steckeranbindungen S, um die Leiterplatte L und damit die Vorrichtung AKS mit einem elektronischen Steuergerät signaltechnisch zu verbinden. Das Gehäuse G umfasst eine zweite Membran 12 ausgeführt als Entlüftungsmembran zum statischen Druckausgleich des Gehäuses G und zur Verhinderung einer Kondensatbildung in dem Gehäuse G. Das Gehäuse G umfasst auch Befestigungsmittel 13, beispielsweise Schrauben.

45 Bezugszeichen

[0055]

1	Akustiksensoren
50 2	Schutzgitter
3a	Öffnung
3b	Öffnung
3c	Öffnung
3d	Öffnung
55 4	Recheneinheit
5	erste Membran
6	Strömungsbypass
6a	Luftauslass

7	Schallkanal	
8	Anströmbauteil	
9	Ausbuchtung	
10	Dichtungsbauteil	
11	Entkopplungsbauteil	5
13	Befestigungsmittel	
E1	erstes Ende	
E2	zweites Ende	
AKS	Vorrichtung	
A	Axialachse	10
R	Luftströmungsrichtung	
I	Schnittstelle	
K	Erfassungseinheit	
H	Hohlraum	
L	Leiterplatte	15
S	Steckeranbindung	
G	Gehäuse	
B	Bauteil	
F	Straßenfahrzeug	
CAM	Kamera	20

Patentansprüche

1. Vorrichtung (AKS) zur Messung von Lautstärken von Geräuschen eines Straßenfahrzeuges (F) im Straßenverkehr, die Vorrichtung (AKS) umfassend
- einen Akustiksensoren (1),
 - ein Schutzgitter (2) zum Absichern der Vorrichtung (AKS) gegen Eindringen von größeren Fremdkörpern, das Schutzgitter (2) umfassend wenigstens eine Öffnung (3a, 3b, 3c, 3d) für einen Einlass von Luftschall in die Vorrichtung (AKS), wobei die Öffnung (3a, 3b, 3c, 3d) axial versetzt zu einer Axialachse (A) der Vorrichtung (AKS) angeordnet ist,
 - eine Leiterplatte (L), die Leiterplatte (L) umfassend
 - o Bauelemente und deren Verbindungen zur Vorverarbeitung von analogen oder digitalen Signalen des Akustiksensors (1), wobei die Bauelemente ausgeführt sind zur analogen oder digitalen Signalverarbeitung und/oder zur Realisierung von Filterfunktionen, Funktionen zur Phasenumkehr, Kompressorfunktionen und/oder Verstärkerfunktionen,
 - o eine Recheneinheit (4), die ausgeführt ist, in Abhängigkeit von Signalen des Akustiksensors (1) bei Erkennung einer Überschreitung einer Soll-Lautstärke ein Ansteuerungssignal für eine Erfassungseinheit (K) zu erzeugen, um das Straßenfahrzeug (F) zu erfassen, und
 - eine Schnittstelle (I), um das Ansteuerungssi-
- gnal der Erfassungseinheit (K) bereitzustellen,
- dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung ferner umfasst:
- einen zwischen dem Schutzgitter und dem Akustiksensoren verlaufenden Strömungsbypass, um durch Luftströmungen in die Vorrichtung (AKS) eingetretene Fluide und/oder Fremdkörper von dem Akustiksensoren weg aus der Vorrichtung (AKS) herauszuleiten, und
 - einen Schallkanal, an dessen einem in Luftströmungsrichtung (R) ersten Ende (E1) das Schutzgitter angeordnet ist und an dessen zweitem Ende (E2) der Akustiksensoren angeordnet ist, wobei Durchmesser, Länge, Volumen, Formgebung und/oder Materialeigenschaften des Schallkanals angepasst sind, um Eigenmoden der Vorrichtung (AKS) zu dämpfen,
- wobei die Leiterplatte (L) ferner eine Leiterplattenöffnung, auf deren in Luftströmungsrichtung (R) hinteren Seite der Leiterplatte (L) der Akustiksensoren angeordnet ist, umfasst.
2. Vorrichtung (AKS) nach Anspruch 1, wobei der Akustiksensoren (1) ein Mikrofon umfasst, das Mikrofon umfassend eine Mikrofonskapsel und einen Wandler.
3. Vorrichtung (AKS) nach Anspruch 1 oder 2, umfassend eine akustisch permeable, hydrophobe und/oder lipophobe erste Membran (5), die in Luftströmungsrichtung (R) hinter dem Schutzgitter (2) an dem ersten Ende (E1) des Schallkanals (7) angeordnet ist, wobei der Strömungsbypass (6) zwischen dem Schutzgitter (2) und der ersten Membran (5) verläuft.
4. Vorrichtung (AKS) nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend ein elastisches Dichtungsbauteil (10) zur Ankopplung des Akustiksensors (1) an den Schallkanal (7) und/oder an die Leiterplatte (L).
5. Vorrichtung (AKS) nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend ein Entkopplungsbauteil (11) zur Schwingungsdämpfung und/oder zur Körperschallentkopplung, wobei das Entkopplungsbauteil (11) an einer Kopplungsstelle zwischen der Vorrichtung (AKS) und einem Bauteil (B), in das die Vorrichtung (AKS) einbaubar und/oder von diesem die Vorrichtung (AKS) mechanisch haltbar ist, angeordnet ist.
6. Vorrichtung (AKS) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Recheneinheit (4) ausgeführt ist, einen künstlich intelligenten Algorithmus zu pro-

zessieren, der trainiert ist, in Abhängigkeit der Signale des Akustiksensors (1) die Straßenfahrzeuge (F) zu klassifizieren, wobei die Soll-Lautstärke abhängig von dem klassifizierten Straßenfahrzeug (F) ist.

7. System zur Messung von Lautstärken von Geräuschen eines Straßenfahrzeuges (F) im Straßenverkehr, das System umfassend eine Vorrichtung (AKS) nach einem der vorangehenden Ansprüche und eine mit der Vorrichtung (AKS) in Wirkverbindung stehende Erfassungseinheit (K), wobei die Erfassungseinheit (K) in Fahrtrichtung des Straßenfahrzeuges (F) hinter der Vorrichtung (AKS) angeordnet ist und in Abhängigkeit eines Ansteuerungssignals der Vorrichtung (AKS) das Straßenfahrzeug erfasst.
8. System nach Anspruch 7, wobei die Erfassungseinheit (K) eine Kamera (CAM) umfasst.
9. System nach Anspruch 7 oder 8, wobei das System als ein mobiles System ausgeführt ist.

Claims

1. Apparatus (AKS) for measuring volumes of sounds from a road vehicle (F) in road traffic, the apparatus (AKS) comprising
 - an acoustic sensor (1),
 - a protective grille (2) for protecting the apparatus (AKS) from the ingress of coarser foreign bodies, the protective grille (2) comprising at least one opening (3a, 3b, 3c, 3d) for admitting airborne sound to the apparatus (AKS), the opening (3a, 3b, 3c, 3d) being arranged in a manner axially offset from an axial axis (A) of the apparatus (AKS),
 - a printed circuit board (L), the printed circuit board (L) comprising
 - elements and the connections therebetween for preprocessing analogue or digital signals from the acoustic sensor (1), the elements being designed for analogue or digital signal processing and/or to perform filter functions, phase inversion functions, compressor functions and/or amplifier functions,
 - a computing unit (4) designed to take signals from the acoustic sensor (1) as a basis for generating a control signal for a capture unit (K) when it has been identified that a setpoint volume has been exceeded, in order to capture the road vehicle (F), and

- an interface (I) in order to provide the control signal to the capture unit (K),

characterized in that the apparatus further comprises:

- a flow bypass, running between the protective grille and the acoustic sensor, in order to route fluids and/or foreign bodies that have entered the apparatus (AKS) by way of airflows away from the acoustic sensor out of the apparatus (AKS), and
- a sound channel, at whose one first end (E1) in the airflow direction (R) the protective grille is arranged and at whose second end (E2) the acoustic sensor is arranged, the diameter, length, volume, shaping and/or material properties of the sound channel being adapted to damp eigenmodes of the apparatus (AKS),

wherein the printed circuit board (L) further comprises a printed circuit board opening, on whose rear side of the printed circuit board (L) in the airflow direction (R) the acoustic sensor is arranged.

2. Apparatus (AKS) according to Claim 1, wherein the acoustic sensor (1) comprises a microphone, the microphone comprising a microphone capsule and a transducer.
3. Apparatus (AKS) according to Claim 1 or 2, comprising an acoustically permeable, hydrophobic and/or lipophobic first diaphragm (5) that is arranged downstream of the protective grille (2) in the airflow direction (R) at the first end (E1) of the sound channel (7), wherein the flow bypass (6) runs between the protective grille (2) and the first diaphragm (5).
4. Apparatus (AKS) according to one of the preceding claims, comprising an elastic sealing member (10) for coupling the acoustic sensor (1) to the sound channel (7) and/or to the printed circuit board (L).
5. Apparatus (AKS) according to one of the preceding claims, comprising a decoupling member (11) for damping vibration and/or for decoupling structure-borne sound, wherein the decoupling member (11) is arranged at a coupling point between the apparatus (AKS) and a member (B) in which the apparatus (AKS) is installable and/or by which the apparatus (AKS) is mechanically retainable.
6. Apparatus (AKS) according to one of the preceding claims, wherein the computing unit (4) is designed to process an artificially intelligent algorithm that is trained to take the signals from the acoustic sensor (1) as a basis for classifying the road vehicles (F), the setpoint volume being dependent on the classi-

fied road vehicle (F).

7. System for measuring volumes of sounds from a road vehicle (F) in road traffic, the system comprising an apparatus (AKS) according to one of the preceding claims and a capture unit (K) that is operatively connected to the apparatus (AKS), wherein the capture unit (K) is arranged downstream of the apparatus (AKS) in the direction of travel of the road vehicle (F) and captures the road vehicle on the basis of a control signal from the apparatus (AKS).
8. System according to Claim 7, wherein the capture unit (K) comprises a camera (CAM).
9. System according to Claim 7 or 8, wherein the system is embodied as a mobile system.

Revendications

1. Dispositif (AKS) de mesure du volume sonore d'un véhicule routier (F) dans le trafic routier, le dispositif (AKS) comprenant
- un capteur acoustique (1),
 - une grille de protection (2) destinée à protéger le dispositif (AKS) contre la pénétration de corps étrangers plus grossiers, la grille de protection (2) comprenant au moins une ouverture (3a, 3b, 3c, 3d) destinée à l'entrée de bruits aériens dans le dispositif (AKS), l'ouverture (3a, 3b, 3c, 3d) étant disposée en étant décalée axialement par rapport à un axe axial (A) du dispositif (AKS),
 - une carte de circuit imprimé (L), la carte de circuit imprimé (L) comprenant
 - des composants et leurs connexions destinés au prétraitement de signaux analogiques ou numériques du capteur acoustique (1), les composants étant conçus pour effectuer un traitement de signal analogique ou numérique et/ou mettre en œuvre des fonctions de filtrage, des fonctions d'inversion de phase, de fonctions de compression et/ou des fonctions d'amplification,
 - une unité de calcul (4) qui est conçue pour générer un signal de commande d'une unité de détection (K) afin de détecter le véhicule routier (F) en fonction de signaux du capteur acoustique (1) lorsqu'il détecte qu'un volume cible a été dépassé, et
 - une interface (I) pour fournir le signal de commande de l'unité de détection (K),

caractérisé en ce que le dispositif comprend en

outre :

- une dérivation d'écoulement qui s'étend entre la grille de protection et le capteur acoustique afin d'évacuer du dispositif (AKS) des fluides et/ou des corps étrangers qui sont entrés dans le dispositif (AKS) par le biais d'écoulement d'air et les éloigner du capteur acoustique, et
- un conduit acoustique, à la première extrémité (E1) duquel, par référence au sens de l'écoulement d'air (R), est disposée la grille de protection et à la deuxième extrémité (E2) duquel est disposé le capteur acoustique, le diamètre, la longueur, le volume, la forme et/ou les propriétés de matière du canal acoustique étant adaptés pour amortir des modes propres du dispositif (AKS),

la carte de circuit imprimé (L) comprenant en outre une ouverture de carte de circuit imprimé, le capteur acoustique étant disposé du côté arrière de la carte de circuit imprimé (L) par référence au sens d'écoulement d'air (R).

2. Dispositif (AKS) selon la revendication 1, le capteur acoustique (1) comprenant un microphone, le microphone comprenant une capsule de microphone et un transducteur.
3. Dispositif (AKS) selon la revendication 1 ou 2, comprenant une première membrane (5) acoustiquement perméable, hydrophobe et/ou lipophile qui est disposée derrière la grille de protection (2), par référence au sens d'écoulement d'air (R), à la première extrémité (E1) du conduit acoustique (7), la dérivation d'écoulement (6) s'étendant entre la grille de protection (2) et la première membrane (5).
4. Dispositif (AKS) selon l'une des revendications précédentes, comprenant un composant d'étanchéité élastique (10) destiné à accoupler le capteur acoustique (1) au conduit acoustique (7) et/ou à la carte de circuit imprimé (L).
5. Dispositif (AKS) selon l'une des revendications précédentes, comprenant un composant de découplage (11) destiné à amortir les vibrations et/ou à découpler des bruits de structure, le composant de découplage (11) étant disposé à un point de couplage entre le dispositif (AKS) et un composant (B) dans lequel le dispositif (AKS) peut être installé et/ou qui permet de maintenir mécaniquement le dispositif (AKS).
6. Dispositif (AKS) selon l'une des revendications précédentes, l'unité de calcul (4) étant conçue pour traiter un algorithme artificiellement intelligent qui a été soumis à un apprentissage pour classer les véhicu-

les routiers (F) en fonction des signaux du capteur acoustique (1), le volume cible dépendant du véhicule routier classé (F).

7. Système de mesure du volume de bruits d'un véhicule routier (F) dans le trafic routier, le système comprenant un dispositif (AKS) selon l'une des revendications précédentes et une unité de détection (K) en liaison fonctionnelle avec le dispositif (AKS), l'unité de détection (K) étant disposée derrière le dispositif (AKS) par référence au sens de déplacement du véhicule routier (F) et détectant le véhicule routier en fonction d'un signal de commande du dispositif (AKS).
5
10
15
8. Système selon la revendication 7, l'unité de détection (K) comprenant une caméra (CAM).
20
9. Système selon la revendication 7 ou 8, le système étant mis en œuvre en tant que système mobile.
25
30
35
40
45
50
55

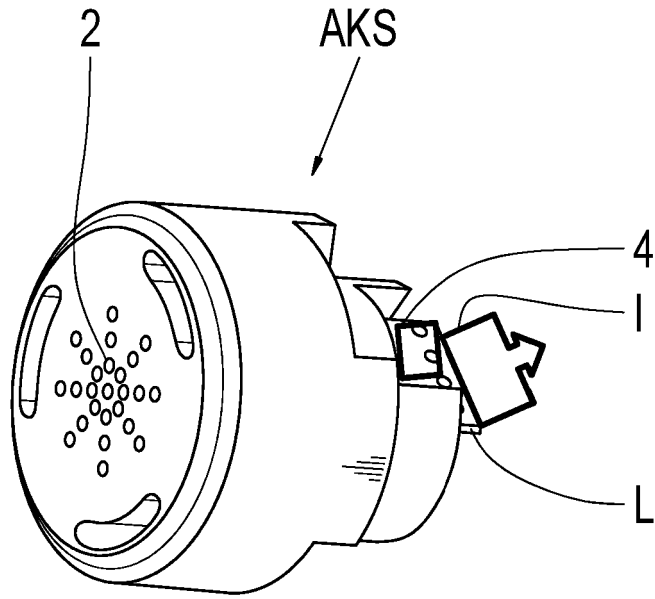


Fig. 1

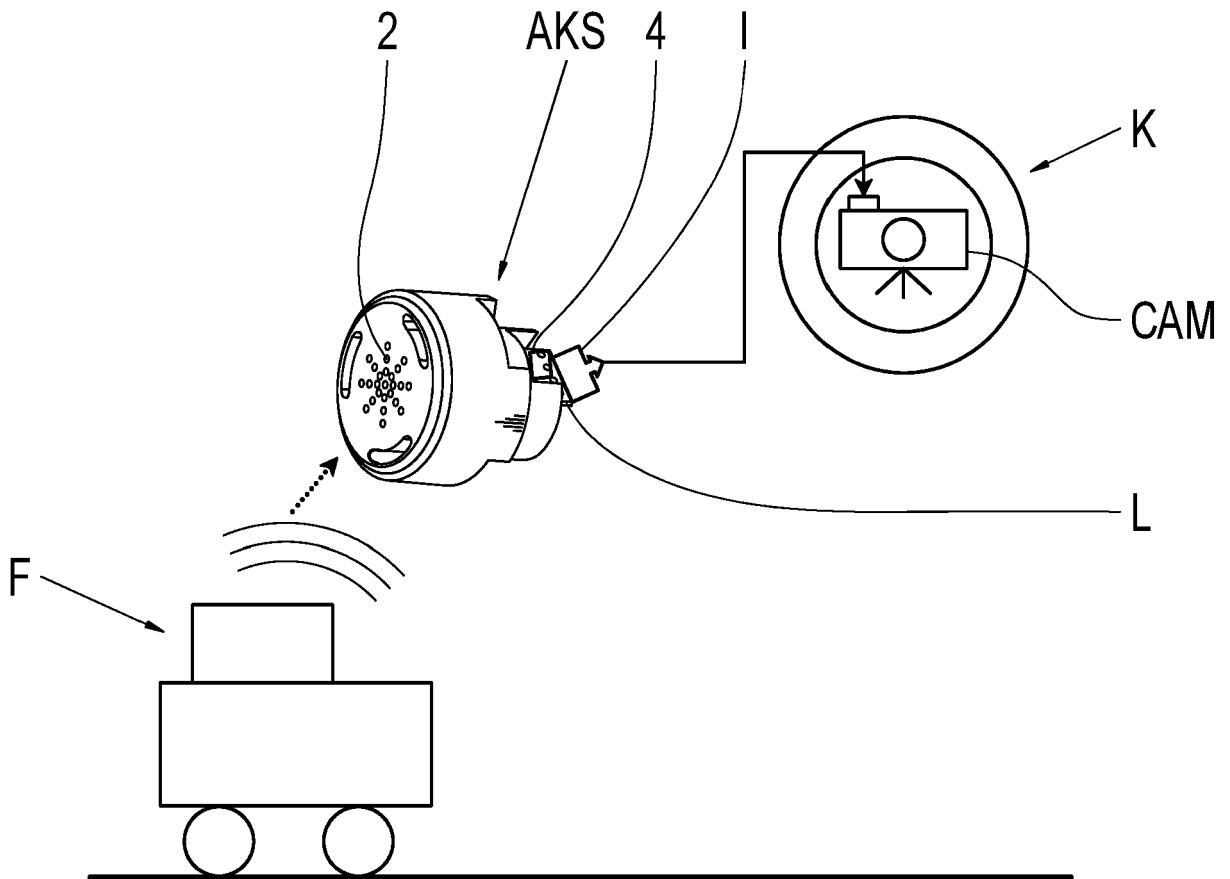


Fig. 2

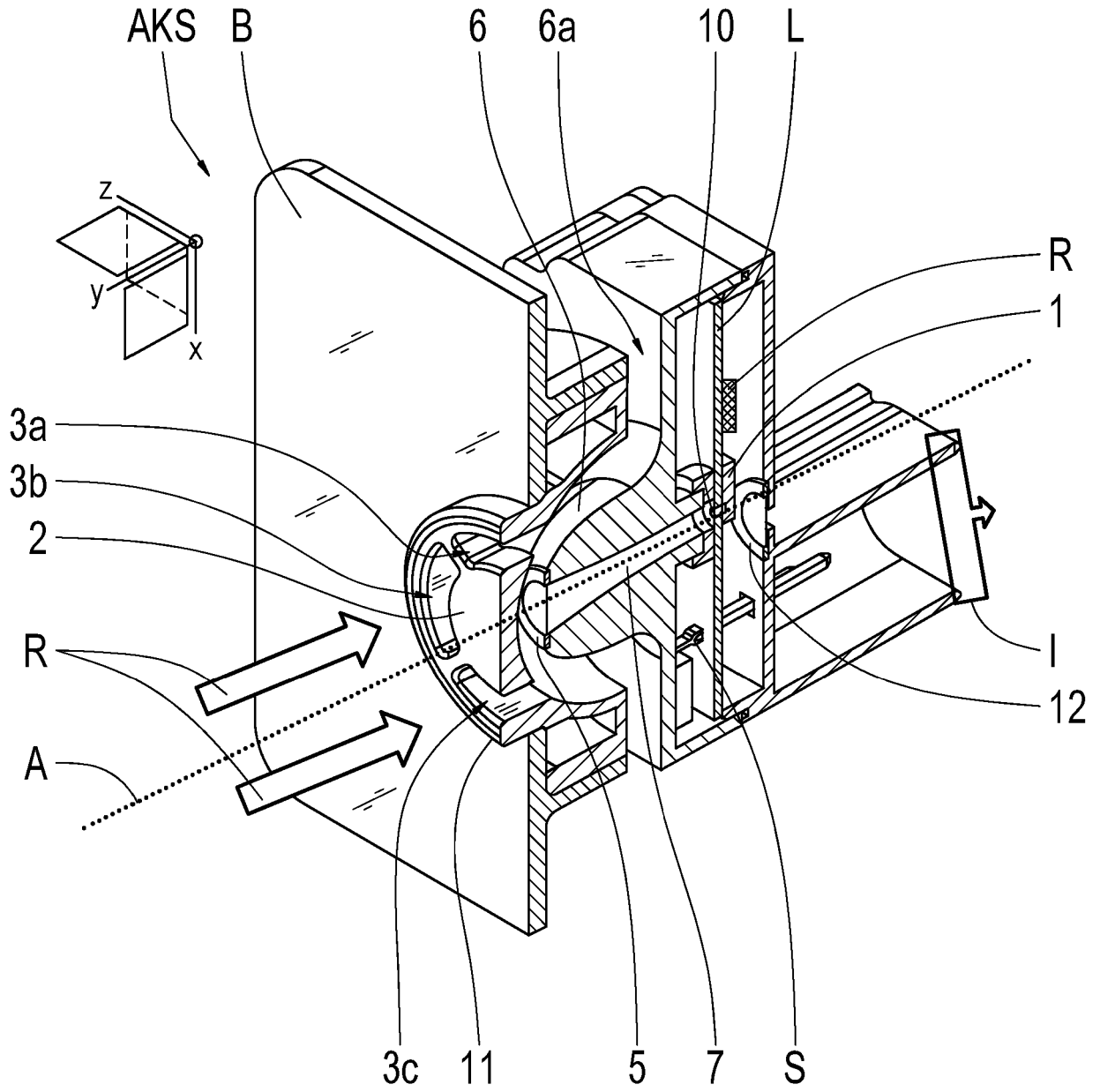


Fig. 3

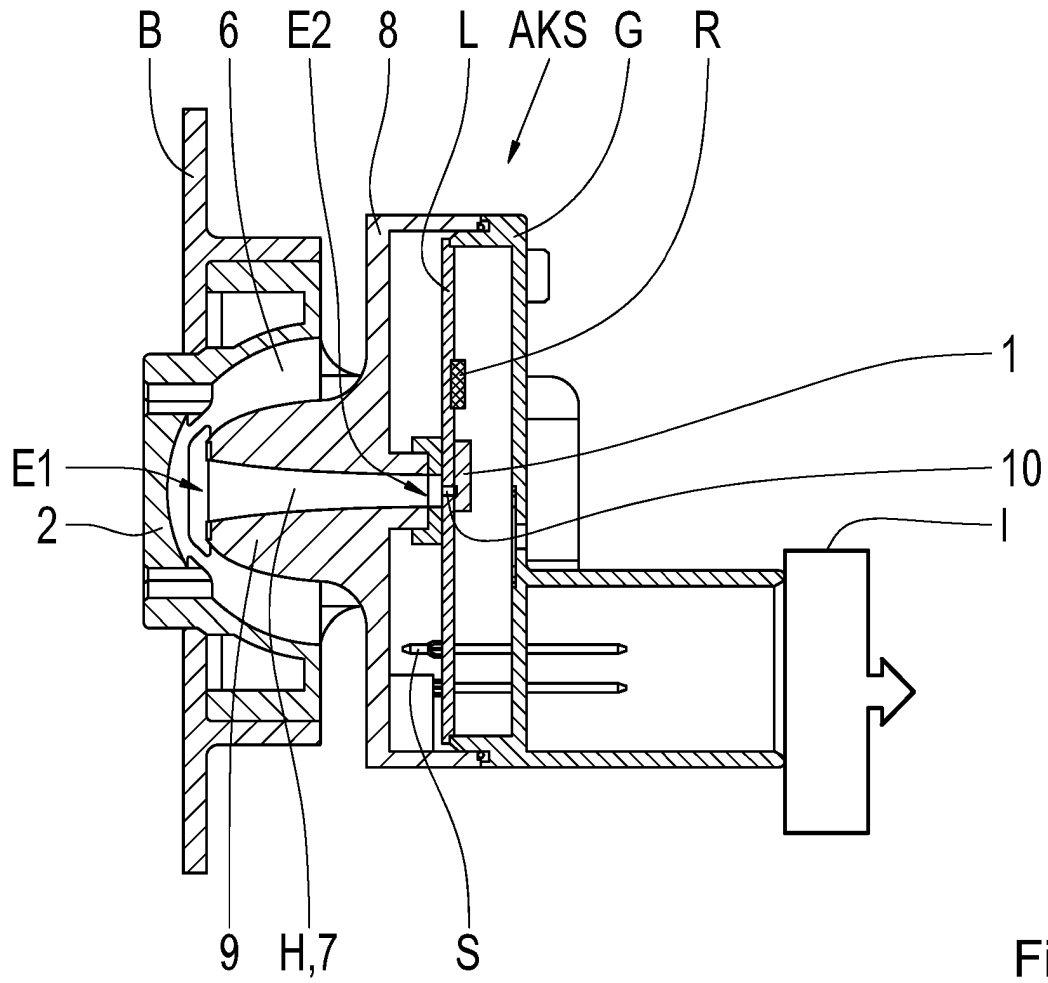


Fig. 4

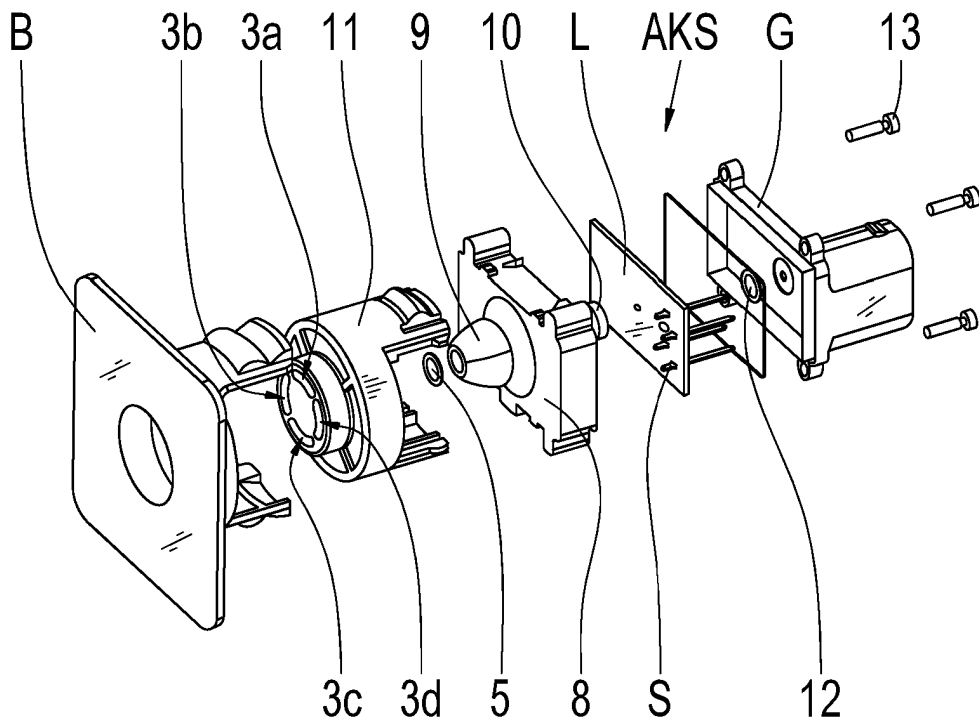


Fig. 5

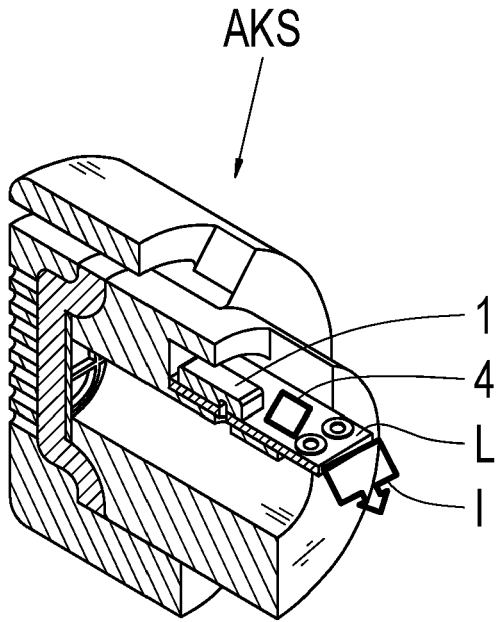


Fig. 6

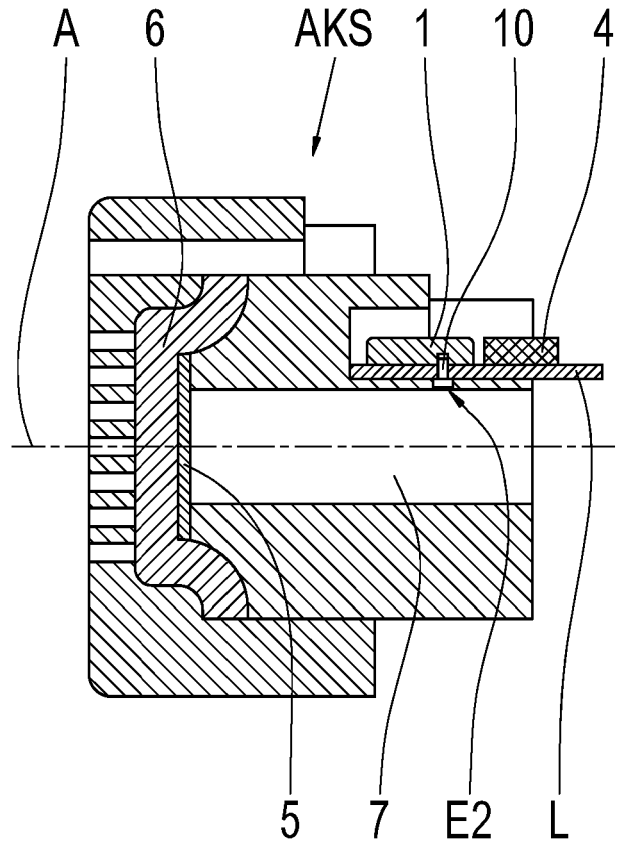


Fig. 7

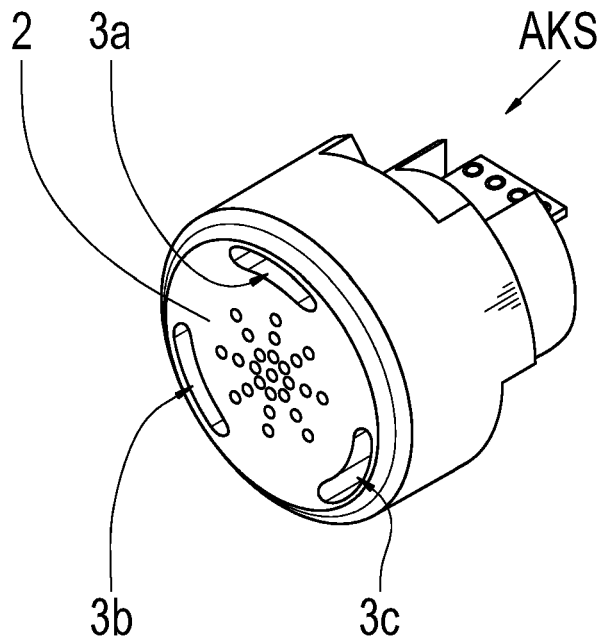


Fig. 8

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 2019082256 A1 [0003]
- US 3661224 A [0003]
- JP H03113700 A [0003]
- JP 2004312156 A [0003]
- US 2005220448 A1 [0003]
- EP 2566182 A1 [0003]
- US 2013251183 A1 [0003]
- US 2013083957 A1 [0003]
- DE 3843033 C2 [0030]