

(19)



(11)

EP 2 800 090 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
05.11.2014 Patentblatt 2014/45

(51) Int Cl.:
G10K 11/178 (2006.01) F01N 1/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14165579.5**

(22) Anmeldetag: **23.04.2014**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Wirth, Georg**
73230 Kirchheim/Teck (DE)
• **Sauter, Frank**
70771 Leinfelden-Echterdingen (DE)
• **Hölsch, Ralf**
78736 Epfendorf (DE)

(30) Priorität: **03.05.2013 DE 102013208186**

(71) Anmelder: **Eberspächer Exhaust Technology GmbH & Co. KG**
66539 Neunkirchen (DE)

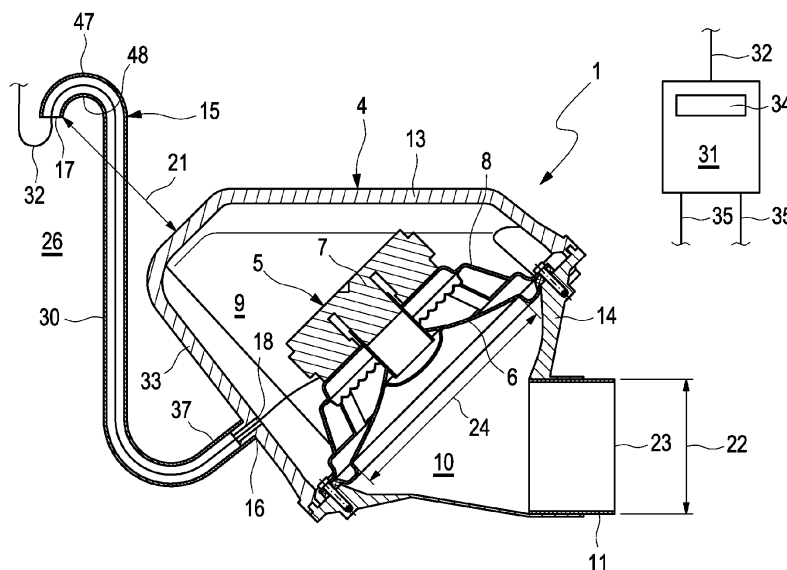
(74) Vertreter: **BRP Renaud & Partner mbB**
Rechtsanwälte Patentanwälte
Steuerberater
Königstraße 28
70173 Stuttgart (DE)

(54) Schallerzeuger für eine Abgasanlage

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schallerzeuger für eine Abgasanlage einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, mit einem Gehäuse, mit wenigstens einem im Gehäuse angeordneten elektroakustischem Wandler, dessen Membran im Gehäuse ein Rückvolumen von einem Vorvolumen trennt, und mit einem Anschlussrohr zum Anschließen des Schallerzeugers an eine abgasführende Abgasleitung der Abgasanlage, wobei das Anschlussrohr im angeschlossenen Zustand das Vorvolumen fluidisch und akustisch mit der

Abgasleitung verbindet.

Um zum Beispiel bei einer Überflutung des Gehäuses die Gefahr einer Beschädigung der Membran zu reduzieren, kann eine Druckausgleichsleitung vorgesehen sein, die mit einem proximalen Ende außen an das Gehäuse angeschlossen und dort durch eine Gehäuseöffnung hindurch fluidisch mit dem Rückvolumen verbunden ist, wobei ein distales Ende der Druckausgleichsleitung vom Gehäuse beabstandet angeordnet ist.

**Fig. 1**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schallerzeuger für eine Abgasanlage einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs. Die Erfindung betrifft außerdem ein mit einem derartigen Schallerzeuger ausgestattetes Kraftfahrzeug.

[0002] Ein Schallerzeuger dieser Art besitzt in einem Gehäuse zumindest einen elektroakustischen Wandler, vorzugsweise in Form eines Lautsprechers. Eine Membran des Wandlers trennt im Gehäuse ein Rückvolumen von einem Vorvolumen. Über ein Anschlussrohr kann der Schallerzeuger an eine abgasführende Abgasleitung der Abgasanlage angeschlossen werden, wobei dann das Anschlussrohr im angeschlossenen Zustand das Vorvolumen fluidisch und akustisch mit der Abgasleitung verbindet.

[0003] Ein derartiger Schallerzeuger kann beispielsweise als aktiver Schalldämpfer verwendet werden, um unerwünschte Geräusche zu reduzieren, die sich als Luftschall in der Abgasleitung ausbreiten. Mit Hilfe des elektroakustischen Wandlers wird hierzu entsprechender Gegenschall oder Antischall erzeugt und phasenverschoben abgestrahlt, so dass sich Schall und Antischall überlagern, was zu einer Reduzierung der Amplituden des störenden Schalls führt. Zusätzlich oder alternativ lässt sich ein derartiger Schallerzeuger auch dazu nutzen, gezielt bestimmte Motorgeräusche zu verstärken bzw. zu erzeugen. Auf diese Weise kann mit Hilfe eines derartigen Schallerzeugers der Sound einer Abgasanlage bzw. der Brennkraftmaschine gezielt beeinflusst werden.

[0004] Das im Gehäuse des Schallerzeugers eingeschlossene Rückvolumen besitzt einen Gehäuseinnendruck, der bei ruhender Membran im Wesentlichen mit einem im Vorvolumen herrschenden Außendruck im Gleichgewicht sein muss, damit die Membran ihre neutrale Mittellage einnehmen kann. Damit sich bei Wetteränderungen, die mit einer Änderung des Umgebungsdrucks einhergehen, und bei Temperaturänderungen keine dauerhaften Auslenkungen der Membran aus ihrer Neutrallage einstellen können, die zu einer Beschädigung der Membran führen können, kann das Gehäuse in herkömmlicher Weise mit einer Druckausgleichsöffnung ausgestattet sein, die einen statischen Druckausgleich zwischen dem Rückvolumen und einer Umgebung des Gehäuses ermöglicht. Damit eine derartige Druckausgleichsöffnung nur einen statischen Druckausgleich ermöglicht, während sie einen dynamischen Druckausgleich verhindert, ist eine derartige Druckausgleichsöffnung in der Regel mit einem entsprechend kleinen Öffnungsquerschnitt ausgestattet. Ein statischer Druckausgleich erfolgt üblicherweise mit einer Frequenz von weniger als 1 Hz. Im Unterschied dazu erfolgt ein dynamischer Druckausgleich in der Regel mit einer Frequenz von mehr als 10 Hz. Ein dynamischer Druckausgleich muss vermieden werden, um die Funktionsfähigkeit des Wandlers gewährleisten zu können.

[0005] Damit in einem Fahrzeugbetrieb Spritzwasser nicht durch die Druckausgleichsöffnung in das Gehäuse eindringen kann, ist es grundsätzlich möglich, die Druckausgleichsöffnung mit einem entsprechenden Spritzwasserschutz auszustatten. Ebenso ist denkbar, die Druckausgleichsöffnung mit einer semipermeablen Membran auszustatten, die für Flüssigkeit undurchlässig ist, während sie für Gas durchlässig ist. Die Gasdurchlässigkeit einer derartigen semipermeablen Membran ist dabei so gewählt, dass der erwünschte statische Druckausgleich möglich ist.

[0006] Bei Geländefahrzeugen sowie bei geländefähigen Fahrzeugen, insbesondere bei sogenannten SUVs, wobei es SUV für "Sport Utility Vehicle" steht, besteht außerdem das Problem, dass beim Durchfahren einer Wasserstelle das gesamte Gehäuse des Schallerzeugers von Wasser umspült sein kann. Zwar schützt eine semipermeable Membran auch dann noch vor einem Wassereintritt in das Gehäuse, jedoch kann sie gegen den außen anliegenden Wasserdruck keinen Druckausgleich für das Rückvolumen mehr sicherstellen. Insbesondere ist ein Strömungsweg für Umgebungsluft in das Rückvolumen durch das das Gehäuse umspülende Wasser versperrt. Während eines Normalbetriebs des Fahrzeugs heizt sich die Abgasanlage gegenüber der Umgebung deutlich auf. Insbesondere heizt sich auch das Gehäuse des Schallerzeugers auf. Dabei kann der im Rückvolumen proportional zur Temperatur ansteigende Druck permanent mit der Umgebung ausgeglichen werden, indem Luft aus dem Rückvolumen proportional zur Temperatur durch die Druckausgleichsöffnung in die Umgebung austritt. Durchfährt das Fahrzeug nun eine Wasserstelle, die so tief ist, dass es zu einer Überflutung des Gehäuses kommt, kühlt sich das Gehäuse in kurzer Zeit relativ stark ab, ebenso die im Rückvolumen eingeschlossene Luft. Für einen Druckausgleich müsste nun Luft aus der Umgebung in das Rückvolumen eintreten. Dieser Weg ist jedoch durch das Wasser blockiert, welches das Gehäuse umspült. Somit ist ein statischer Druckausgleich in diesem speziellen Fall nicht möglich. Die Membran wird dabei stark in Richtung Rückvolumen verstellt, wobei es zu einer dauerhaften Beschädigung der Membran kommen kann.

[0007] Des Weiteren kann es beim Durchfahren einer Wasserstelle dazu kommen, dass Wasser durch ein Endrohr der Abgasanlage in diese eindringt und dabei bis zum Schallerzeuger gelangt, wodurch dieser quasi auf der Seite seines Vorvolumens geflutet wird. Der Staudruck des Wassers drückt die Membran dabei ebenfalls in das Rückvolumen hinein. Gegen diesen Staudruck kann ein Membranantrieb des Wandlers die Membran nicht mehr antreiben oder nur noch sehr eingeschränkt. Da in diesem Fall die Leistung des in der Regel elektromagnetischen Membranantriebs nicht in Membranbewegungen gewandelt werden kann, kann es zu einer Überhitzung des Membranantriebs kommen.

[0008] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für einen Schallerzeuger der eingangs ge-

nannten Art bzw. für ein damit ausgestattetes Fahrzeug eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere dadurch auszeichnet, dass die Gefahr einer Beschädigung des Schallerzeugers beim Durchfahren einer Wasserstelle reduziert ist.

[0009] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0010] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, das Gehäuse mit einer Druckausgleichsleitung auszustatten, die mit einem proximalen Ende außen an das Gehäuse angeschlossen und dort durch eine Gehäuseöffnung hindurch fluidisch mit dem Rückvolumen verbunden ist, während gleichzeitig ein distales Ende der Druckausgleichsleitung vom Gehäuse beabstandet angeordnet und zur jeweiligen Umgebung offen ist. Durch die Verwendung einer derartigen Druckausgleichsleitung lässt sich bei entsprechender Länge der Druckausgleichsleitung ohne Weiteres das distale Ende der Druckausgleichsleitung so weit oberhalb des Gehäuses positionieren, dass auch bei vollständig überspültem Gehäuse ein Druckausgleich mit der Umgebung möglich ist, da sich das distale Ende der Druckausgleichsleitung auch dann noch oberhalb der Wasserlinie befindet. Die Druckausgleichsleitung funktioniert daher wie eine Art Schnorchel und ermöglicht einen statischen Druckausgleich für das Rückvolumen auch bei vollständig untergetauchtem Gehäuse.

[0011] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform kann eine Leitungslänge der Druckausgleichsleitung so groß sein, dass für das distale Ende ein Abstand zum Gehäuse einstellbar ist, der größer ist als ein Durchmesser des Anschlussrohrs an einem vom Gehäuse abgewandten Rohrende oder der größer ist als ein Durchmesser der Membran oder der größer ist als ein Durchmesser des Gehäuses im Bereich des Rückvolumens. Somit ist klargestellt, dass die Druckausgleichsleitung deutlich größer dimensioniert ist, als beispielsweise ein Anschlussstutzen, der an das Gehäuse zur Realisierung einer herkömmlichen Druckausgleichsöffnung angebaut sein kann. Durch eine entsprechend gewählte Leitungslänge lässt sich das distale Ende der Druckausgleichsleitung grundsätzlich an jeder beliebigen Stelle innerhalb und außerhalb des Fahrzeugs positionieren. Mit ihrem distalen Ende ist die Druckausgleichsleitung mit einer Umgebung der Druckausgleichsleitung fluidisch verbunden, wodurch insbesondere ein Luftaustausch und somit ein Druckausgleich zwischen dieser Umgebung und dem Rückvolumen möglich ist.

[0012] Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann in der Druckausgleichsleitung wenigstens eine Drosseleinrichtung angeordnet sein, die für das Rückvolumen einen statischen Druckausgleich ermöglicht und einen dynamischen Druckausgleich behindert. Auf diese Weise lässt sich die Druckausgleichsleitung selbst mit einem vergleichsweise großen offenen Querschnitt realisieren, insbesondere derart, dass grundsätzlich auch

ein dynamischer Druckausgleich möglich wäre. Die Verwendung einer Drosseleinrichtung ermöglicht dabei das Einstellen einer gezielten Drosselwirkung, wodurch die Druckausgleichsleitung eine erhöhte Funktionssicherheit besitzt. Eine derartige Drosseleinrichtung kann beispielsweise mit Hilfe einer semipermeablen Membran gebildet sein, die für Gas durchlässig und für Flüssigkeit undurchlässig ist.

[0013] Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann in der Druckausgleichsleitung wenigstens eine Filtereinrichtung angeordnet sein, die ein Eindringen von Verunreinigungen in das Rückvolumen behindert. Eine derartige Filtereinrichtung kann beispielsweise durch eine semipermeable Membran gebildet sein. Alternativ kann eine Filtereinrichtung auch durch einen offenporigen Schaumkörper gebildet sein.

[0014] Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann die Druckausgleichsleitung zwischen ihren Enden einen elastischen Schlauch oder ein steifes Rohr aufweisen. Die Verwendung eines elastischen Schlauchs zur Realisierung der Druckausgleichsleitung eröffnet eine vereinfachte Verlegungsmöglichkeit für die Druckausgleichsleitung am Fahrzeug. Die Verwendung eines steifen Rohrs zur Realisierung der Druckausgleichsleitung kann beispielsweise dazu genutzt werden, das Gehäuse an einer Peripherie des Fahrzeugs zu befestigen.

[0015] Entsprechend einer anderen vorteilhaften Ausführungsform, die auch eine eigenständige Lösung des Problems repräsentieren kann, da sie grundsätzlich auch ohne die vorgenannte Druckausgleichsleitung realisierbar ist, kann eine Steuereinrichtung zum Ansteuern eines Membranantriebs des Lautsprechers vorgesehen sein, die eine Notabschaltung besitzt. Die Notabschaltung ist so konfiguriert, dass sie im Falle einer Flutung des Vorvolumens mit einer Flüssigkeit zu einer Reduzierung oder Unterbrechung einer Stromzufuhr zum Membranantrieb führt. Zweckmäßig wird dabei die Stromzufuhr solange reduziert oder unterbrochen, bis die Flutung vorüber ist. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung den Stromverbrauch des Membranantriebs überwachen und anhand eines sich signifikant verändernden Stromverbrauchs eine Flutung des Vorvolumens identifizieren. Ebenso ist es möglich, eine entsprechende Sensorik vorzusehen, die eine Flutung der Abgasanlage identifiziert. Eine derartige Sensorik kann am Fahrzeug ohnehin vorhanden sein. Die Steuereinrichtung des Schallerzeugers kann dann auf entsprechende Weise beispielsweise mit einem Steuergerät des Fahrzeugs verbunden sein, um so die Flutung des Vorraums detektieren zu können.

[0016] Entsprechend einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann ein Kabelstrang zur Stromversorgung und/oder zur elektrischen Ansteuerung wenigstens einer im Rückvolumen angeordneten elektrischen Komponente des Schallerzeugers, wie zum Beispiel eines Membranantriebs, durch die ganze Druckausgleichsleitung oder zumindest durch einen das proximale Ende aufweisenden proximalen Endabschnitt der Druckaus-

gleichsleitung hindurchgeführt sein. Auf diese Weise kann die Druckausgleichsleitung zusätzlich dazu genutzt werden, den Kabelstrang durch eine Gehäusewand hindurchzuführen, so dass auf eine separate Wanddurchführung für den Kabelstrang verzichtet werden kann. Zumindest für den Fall, dass der Kabelstrang durch die ganze Druckausgleichsleitung hindurchgeführt wird, kann auf eine separate Abdichtung für die Kabeldurchführung verzichtet werden, die beispielsweise bei einer separaten Wanddurchführung zwingend erforderlich ist.

[0017] Der hier vorgestellte Schallerzeuger kann als aktiver Schalldämpfer ausgelegt sein, so dass der mit Hilfe des jeweiligen Wandlers generierte Schall bei entsprechender Phasenverschiebung eine Reduzierung der Amplituden unerwünschter Frequenzen von Schall ermöglicht, der sich in der Abgasanlage ausbreitet. Zusätzlich oder alternativ kann der Schallerzeuger auch als Soundgenerator verwendet werden, um gezielt bestimmte Frequenzen zu verstärken bzw. zu erzeugen. Besonders vorteilhaft ist eine kombinierte Anwendung, bei welcher mit Hilfe des Schallerzeugers bei bestimmten Frequenzen die Amplituden mit Antischall reduziert werden, während gleichzeitig bei bestimmten anderen Frequenzen die Amplituden verstärkt bzw. erzeugt werden.

[0018] Ein erfindungsgemäßes Fahrzeug umfasst eine Brennkraftmaschine zum Antreiben des Fahrzeugs sowie eine Abgasanlage zum Abführen von Abgas von der Brennkraftmaschine. Das Fahrzeug besitzt außerdem einen Unterboden, der an einer Fahrzeugunterseite angeordnet ist, die ihrerseits einem Untergrund zugewandt ist, auf dem das Fahrzeug steht oder fährt. Die Abgasanlage ist zumindest in einem von der Brennkraftmaschine entfernten Endabschnitt an einer dem Untergrund zugewandten Unterbodenunterseite angeordnet. Ferner weist die Abgasanlage in ihrem Endabschnitt zumindest einen Schallerzeuger der vorstehend beschriebenen Art auf. Die Abgasanlage besitzt in ihrem Endabschnitt eine abgasführende Abgasleitung, an die das Anschlussrohr des Schallerzeugers angeschlossen ist. Ferner ist vorgesehen, dass die Druckausgleichsleitung des Schallerzeugers mit ihrem distalen Ende oberhalb des Gehäuses des Schallerzeugers am Fahrzeug angeordnet ist.

[0019] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform kann das distale Ende der Druckausgleichsleitung an der Unterbodenunterseite angeordnet sein, wobei ein das distale Ende aufweisender distaler Endabschnitt der Druckausgleichsleitung so gebogen oder gekrümmt ist, dass das distale Ende nach unten offen ist. Hierdurch ergibt sich ein verbesserter Spritzwasserschutz.

[0020] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung kann der distale Endabschnitt ein Bogenstück aufweisen, das einen Bogen von mindestens 90° und insbesondere einen Bogen von maximal 180° definiert.

[0021] Sofern das distale Ende der Druckausgleichsleitung an der Unterbodenunterseite angeordnet ist, lässt sich das distale Ende beispielsweise im Bereich eines Radkastens positionieren, und zwar zweckmäßig in ei-

nem oberen Bereich des jeweiligen Radkastens. Ferner erfolgt die Positionierung des distalen Endes der Druckausgleichsleitung zweckmäßig oberhalb einer vorbestimmten maximalen Wattiefe, die für das jeweilige Fahrzeug vorgesehen ist. Beispielsweise kann eine Wattiefe von mindestens 500 mm ab dem Untergrund gewünscht sein.

[0022] Bei einer anderen Ausführungsform kann die Druckausgleichsleitung den Unterboden abgedichtet durchdringen, so dass das distale Ende an einer vom Untergrund abgewandten Unterbodenoberseite angeordnet ist. Beispielsweise kann das distale Ende dann in einem heckseitigen Kofferraum des Fahrzeugs oder in einem Innenraum des Fahrzeugs münden. Auf diese Weise ist ein Eindringen von Wasser in die Druckausgleichsleitung nahezu ausgeschlossen.

[0023] Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann der Endabschnitt der Abgasanlage mit der Abgasleitung und mit dem Gehäuse des Schallerzeugers unterhalb einer vorbestimmten maximalen Wattiefe des Fahrzeugs angeordnet sein. Auch das Endrohr kann unterhalb der Wattiefe angeordnet sein. Im Unterschied dazu ist das distale Ende der Druckausgleichsleitung oberhalb der Wattiefe angeordnet.

[0024] Entsprechend einer vorteilhaften Weiterbildung kann die Abgasleitung zu einem zur Umgebung offenen Endrohr der Abgasanlage führen oder durch das Endrohr gebildet sein, das ebenfalls unterhalb der maximalen Wattiefe mündet. In diesem Fall ist es möglich, dass der Endabschnitt der Abgasanlage beim Durchfahren einer Wasserstelle geflutet wird, derart, dass Wasser bis zum Vorraum des Schallerzeugers gelangt.

[0025] Die vorliegende Erfindung betrifft schließlich außerdem ein Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs der vorstehend beschriebenen Art. Dieses Betriebsverfahren charakterisiert sich dadurch, dass eine Stromzufuhr zu einem Membranantrieb des elektroakustischen Wandlers reduziert oder unterbrochen wird, sobald und solange das Vorvolumen des Gehäuses durch das Endrohr hindurch geflutet wird. Auf diese Weise kann effizient eine Überhitzung des Membranantriebs vermieden werden.

[0026] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0027] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0028] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

[0029] Es zeigen, jeweils schematisch

- Fig. 1 eine stark vereinfachte Schnittansicht eines Schallerzeugers,
- Fig. 2 eine isometrische Ansicht des Schallerzeugers, jedoch bei einer anderen Ausführungsform,
- Fig. 3 eine stark vereinfachte Seitenansicht eines Fahrzeugs in einem Heckbereich, das mit einem derartigen Schallerzeuger ausgestattet ist.

[0030] Entsprechend den Figuren 1 bis 3 umfasst ein Schallerzeuger 1, der für eine in Figur 3 teilweise dargestellte Abgasanlage 2 einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine eines nur in Figur 3 erkennbaren Fahrzeugs 3 vorgesehen ist, ein Gehäuse 4, in dem zumindest ein elektroakustischer Wandler 5, zum Beispiel in Form eines Lautsprechers, angeordnet ist. Der Wandler 5 besitzt eine Membran 6, einen Membranantrieb 7 und einen Käfig 8. Die Membran 6 trennt im Gehäuse 4 ein Rückvolumen 9 von einem Vorvolumen 10. Der Membranantrieb 7 arbeitet beispielsweise elektromagnetisch und dient zum Antreiben der Membran 6. Der Käfig 8 spannt die Membran 6 auf und trägt den Membranantrieb 7.

[0031] Der Schallerzeuger 1 weist außerdem ein Anschlussrohr 11 auf, mit dessen Hilfe der Schallerzeuger 1 an eine abgasführende Abgasleitung 12 der Abgasanlage 2 anschließbar ist. Im angeschlossenen Zustand dient das Anschlussrohr 11 zur fluidischen und akustischen Kopplung des Vorvolumens 10 mit der Abgasleitung 12 bzw. mit dem Inneren der Abgasleitung 12. Auf diese Weise können Schallwellen, die mit Hilfe der Membran 6 erzeugt werden, durch das Vorvolumen 10 und durch das Anschlussrohr 11 in die Abgasleitung 12 gelangen, um dort darin transportierten Schall zu verändern.

[0032] Gemäß Figur 1 kann das Gehäuse 4 ein topfförmiges Gehäuseteil 13 und ein deckelförmiges Gehäuseteil 14 aufweisen, das zum Verschließen einer Öffnung des topfförmigen Gehäuseteils 13 an dieses fest angebaut ist. Im Beispiel sind der Wandler 5 über dessen Käfig 8 sowie das Anschlussrohr 11 am deckelförmigen Gehäuseteil 14 angebracht. Ferner definiert das deckelförmige Gehäuseteil 14 das Vorvolumen 10. Im Unterschied dazu definiert das topfförmige Gehäuseteil 13 das Rückvolumen 9.

[0033] Der hier vorgestellte Schallerzeuger 1 weist außerdem eine Druckausgleichsleitung 15 auf, die bezüglich des Gehäuses 4 ein proximales Ende 16 sowie ein distales Ende 17 aufweist. Die Druckausgleichsleitung 15 ist mit ihrem proximalen Ende 16 außen an das Gehäuse 4 angeschlossen und dort durch eine Gehäuseöffnung 18 hindurch fluidisch mit dem Rückvolumen 9 verbunden. Im Unterschied dazu ist das distale Ende 17 vom Gehäuse 4 beabstandet angeordnet.

[0034] Die Druckausgleichsleitung 15 besitzt eine in

Figur 2 angedeutete Leitungslänge 19, die im Vergleich zu einem Durchmesser 20 groß ist. Insbesondere ist die Leitungslänge 19 mindestens zehnmal größer als der Leitungsdurchmesser 20. Durch die große Leitungslänge 19 lässt sich gemäß Figur 1 für das distale Ende 17 gegenüber dem Gehäuse 4 ein Abstand 21 einstellen, der größer ist als ein Durchmesser 22 des Anschlussrohrs 11 an einem vom Gehäuse 4 abgewandten Rohrende 23. Dieser Abstand 21 kann gemäß den Ausführungsformen der Figuren 2 und 3 auch größer sein als ein in Figur 1 eingezeichneter Durchmesser 24 der Membran 6. Ebenso kann dieser Abstand 21 größer sein als ein in Figur 2 eingetragener Durchmesser 25 des Gehäuses 4 im Bereich des Rückvolumens 9. Somit lässt sich das distale Ende 17, das zu einer Umgebung 26 offen ist, relativ weit vom Gehäuse 4 beabstandet anordnen.

[0035] Gemäß Figur 2 kann die Druckausgleichsleitung 15 zumindest eine Drosseleinrichtung 27 aufweisen. Die Drosseleinrichtung 27 ist so ausgelegt, dass sie einen statischen Druckausgleich zwischen dem Rückvolumen 9 und der Umgebung 26 ermöglicht, während sie einen dynamischen Druckausgleich zwischen dem Rückvolumen 9 und der Umgebung 26 behindert, während sie für Gas durchlässig ist.

[0036] Gemäß Figur 2 kann die Druckausgleichsleitung 15 außerdem eine Filtereinrichtung 28 aufweisen, die so gestaltet ist, dass sie ein Eindringen von flüssigen und/oder festen Verunreinigungen in das Rückvolumen 9 behindert, während sie für Gas durchlässig ist.

[0037] Zwischen ihren Enden 16, 17 kann die Druckausgleichsleitung 15 gemäß Figur 2 ein steifes Rohr 29 aufweisen. Alternativ dazu kann gemäß Figur 1 zwischen den Enden 16, 17 ein elastischer Schlauch 30 vorgesehen sein.

[0038] Gemäß Figur 1 kann der Schallerzeuger 1 außerdem mit einer Steuereinrichtung 31 ausgestattet sein, die zum Ansteuern des Membranantriebs 7 vorgesehen ist. Die Steuereinrichtung 31 ist zweckmäßig außerhalb des Gehäuses 4 angeordnet, beispielsweise an einer geeigneten Peripherie des Fahrzeugs 3. Zur Kopplung der Steuereinrichtung 31 mit dem Membranantrieb 7 ist ein Kabelstrang 32 vorgesehen, der auf geeignete Weise durch eine Gehäusewand 33 hindurchgeführt ist. Der Kabelstrang 32 dient dabei zur Stromversorgung sowie zur elektrischen Ansteuerung des Membranantriebs 7 sowie gegebenenfalls weiterer elektrischer und/oder elektronischer Komponenten des Wandlers 5 bzw. des Schallerzeugers 1.

[0039] Die Steuereinrichtung 31 weist eine Notabschaltung 34 auf, die so ausgestaltet bzw. programmiert ist, dass sie bei einer Flutung des Vorvolumens 10 mit einer Flüssigkeit eine Stromzufuhr zum Membranantrieb 7 reduziert oder bevorzugt unterbricht, vorzugsweise solange, bis die Flutung vorüber ist. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung 31 hierzu über entsprechende Signalleitungen 35 mit einer hierzu geeigneten, hier nicht gezeigten Sensorik gekoppelt sein. Ebenso kann die

Steuereinrichtung 31 an der Stromaufnahme des Membranantriebs 7 erkennen, ob eine Flutung des Vorraums 10 vorliegt.

[0040] Der zuvor genannte Kabelstrang 32 kann gemäß Figur 2 auf konventionelle Weise mit Hilfe einer Kabeldurchführung 36 durch die Gehäusewand 33 dicht hindurchgeführt sein. Alternativ ist es gemäß der in Figur 1 gezeigten, bevorzugten Lösung möglich, den Kabelstrang 32 durch die Druckausgleichsleitung 15 hindurchzuführen, so dass keine separate Kabeldurchführung 36 für den Kabelstrang 32 erforderlich ist. In Figur 1 ist der Kabelstrang 32 durch die ganze Druckausgleichsleitung 15 hindurchgeführt. Grundsätzlich ist auch denkbar, den Kabelstrang 32 nur durch einen Teil der Druckausgleichsleitung 15 hindurchzuführen, vorzugsweise zumindest durch einen das proximale Ende 16 aufweisenden proximalen Endabschnitt 37 der Druckausgleichsleitung 15.

[0041] Das in Figur 3 gezeigt Fahrzeug 3 besitzt in üblicher Weise eine hier nicht dargestellte Brennkraftmaschine zum Antreiben des Fahrzeugs 3. Das Fahrzeug 3 ist in Figur 3 in einem Heckbereich 38 dargestellt. Die Brennkraftmaschine befindet sich vorzugsweise in einem Frontbereich, der hier jedoch nicht dargestellt ist. Wie erwähnt weist das Fahrzeug 3 eine Abgasanlage 2 auf, die hier jedoch nur im Heckbereich 38 teilweise dargestellt ist. Die Abgasanlage 2 dient in üblicher Weise zum Abführen von Abgas von der Brennkraftmaschine.

[0042] Das Fahrzeug 3 besitzt ferner einen Unterboden 39, der sich in üblicher Weise an einer Fahrzeugunterseite 40 befindet, die einem Untergrund 41 zugewandt ist, auf dem das Fahrzeug 3 steht bzw. fährt. Die Abgasanlage 2 ist nun zumindest in einem von der Brennkraftmaschine entfernten Endabschnitt 42 an einer dem Untergrund 41 zugewandten Unterbodenunterseite 43 angeordnet. In diesem Endabschnitt 42 weist die Abgasanlage 2 den Schallerzeuger 1 auf sowie die Abgasleitung 12 auf. Die Abgasleitung 12 ist im vorliegenden Fall ein Endrohr 44, dessen Austrittsende 45 in eine Umgebung 46 mündet. Die Druckausgleichsleitung 15 ist am Fahrzeug 3 so angeordnet, dass sich ihr distales Ende 17 oberhalb des Gehäuses 4 befindet. Im Beispiel der Figur 3 ist das distale Ende 17 an der Unterbodenunterseite 43 angeordnet.

[0043] Gemäß den Figuren 1 bis 3 ist ein distaler Endabschnitt 47 der Druckausgleichsleitung 15, der das distale Ende 17 aufweist, so gebogen, dass das distale Ende 17 nach unten offen ist. Im Beispiel weist der distale Endabschnitt 47 hierzu ein Bogenstück 48 auf, das einen Bogen von etwa 180° definiert. Im Beispiel der Figur 3 ist der distale Endabschnitt 47 in einem Radkasten 49 positioniert. Jedenfalls befindet sich das distale Ende 17 oberhalb einer vorbestimmten maximalen Wartiniefe 50, die in Figur 3 durch eine strichpunktierte Linie angedeutet ist. Diese maximale Wartiniefe 50 kann beispielsweise 500 mm vom Untergrund 41 beabstandet sein.

[0044] Bei einer hier nicht gezeigten alternativen Ausführungsform kann die Druckausgleichsleitung 15 den

Unterboden 39 hinreichend abgedichtet durchdringen, derart, dass das distale Ende 17 an einer vom Untergrund 41 abgewandten Unterbodenoberseite 51 angeordnet ist. Beispielsweise kann das distale Ende 17 dann offen in einem Kofferraum oder in einem Heckraum oder in einem Innenraum des Fahrzeugs 3 münden.

[0045] Wie sich Figur 3 entnehmen lässt, ist der zuvor genannte Endabschnitt 42 der Abgasanlage 2 zumindest im Bereich der Abgasleitung 12 und somit des Endrohrs 44 sowie im Bereich des Gehäuses 4 des Schallerzeugers 1 unterhalb der maximalen Wartiniefe 50 angeordnet. Insbesondere ist die Austrittsöffnung 45 des Endrohrs 44 ebenfalls unterhalb dieser Wartiniefe 50 angeordnet.

[0046] Beim Durchfahren einer Wasserstelle kann es gemäß Figur 3 somit dazu kommen, dass zum einen die Abgasanlage 2 im Bereich des Endabschnitts 42 von außen überflutet wird. Ein möglicher Wasserstand ist in Fig. 3 mit 52 bezeichnet. Zum anderen kann besagter Endabschnitt 42 durch das Endrohr 44 hindurch auch von innen geflutet werden. Die Überflutung von außen führt zu einer raschen Abkühlung des Gehäuses 4 und somit zu einem Druckabbau im Rückvolumen 9. Dieser Druckabbau kann über die Druckausgleichsleitung 15 statisch ausgeglichen werden, wodurch eine Beschädigung der Membran 6 des Wandlers 5 vermieden werden kann. Die Flutung des Endbereichs 42 der Abgasanlage 2 kann auch zu einer Flutung des Vorvolumens 10 von innen führen, was ebenfalls zu einer unerwünschten Auslenkung der Membran 6 in Richtung Rückvolumen 9 führen kann. Gravierender ist in diesem Fall jedoch, dass der Membranantrieb 7 bei geflutetem Vorvolumen 10 die Membran 6 nicht mehr antreiben kann, wodurch der Membranantrieb 7 überhitzen kann. Wie weiter oben erläutert, kann die Steuereinrichtung 31 das Fluten des Vorvolumens 10 erkennen und dementsprechend zum Reduzieren bzw. zum Unterbrechen der Stromversorgung des Membranantriebs 7 reagieren, um auf diese Weise eine Überhitzung des Membranantriebs 7 zu vermeiden.

Patentansprüche

1. Schallerzeuger für eine Abgasanlage (2) einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs (3),

- mit einem Gehäuse (4),
- mit wenigstens einem im Gehäuse (4) angeordneten elektroakustischen Wandler (5), dessen Membran (6) im Gehäuse (4) ein Rückvolumen (9) von einem Vorvolumen (10) trennt,
- mit einem Anschlussrohr (11) zum Anschließen des Schallerzeugers (1) an eine abgasführende Abgasleitung (12) der Abgasanlage (2),
- wobei das Anschlussrohr (11) im angeschlossenen Zustand das Vorvolumen (10) fluidisch und akustisch mit der Abgasleitung (12) verbindet,

- gekennzeichnet durch** eine Druckausgleichsleitung (15), die mit einem proximalen Ende (16) außen an das Gehäuse (4) angeschlossen und dort **durch** eine Gehäuseöffnung (18) hindurch fluidisch mit dem Rückvolumen (9) verbunden ist, wobei ein distales Ende (17) der Druckausgleichsleitung (15) vom Gehäuse (4) beabstandet angeordnet ist.
2. Schallerzeuger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Leitungslänge (19) der Druckausgleichsleitung (15) so groß ist, dass für das distale Ende (17) ein Abstand (21) zum Gehäuse (4) einstellbar ist, der größer ist als ein Durchmesser (22) des Anschlussrohrs (11) an einem vom Gehäuse (4) abgewandten Rohrende (23) oder als ein Durchmesser (24) der Membran (6) oder als ein Durchmesser (25) des Gehäuses (4) im Bereich des Rückvolumens (9).
 3. Schallerzeuger nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Druckausgleichsleitung (15) wenigstens eine Drosseleinrichtung (27) angeordnet ist, die für das Rückvolumen (9) einen statischen Druckausgleich ermöglicht und einen dynamischen Druckausgleich behindert.
 4. Schallerzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Druckausgleichsleitung (15) wenigstens eine Filtereinrichtung (28) angeordnet ist, die ein Eindringen von Verunreinigungen in das Rückvolumen (9) behindert.
 5. Schallerzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckausgleichsleitung (15) zwischen ihren Enden (16, 17) einen elastischen Schlauch (30) oder ein steifes Rohr (29) aufweist.
 6. Schallerzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuereinrichtung (31) zum Ansteuern eines Membranantriebs (7) des elektroakustischen Wandlers (5) eine Notabschaltung (34) aufweist, die bei einer Flutung des Vorvolumens (10) mit einer Flüssigkeit eine Stromzufuhr zum Membranantrieb (7) reduziert oder unterbricht bis die Flutung vorüber ist.
 7. Schallerzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kabelstrang (32) zur Stromversorgung und/oder elektrischen Ansteuerung wenigstens einer im Rückvolumen (9) angeordneten elektrischen Komponente (7) des Schallerzeugers (1) durch die ganze Druckausgleichsleitung (15) oder zumindest durch einen das proximale Ende (16) aufweisenden proximalen Endabschnitt (37) der Druckausgleichsleitung (15) hindurchgeführt ist.
 8. Fahrzeug, insbesondere Personenkraftwagen,
 - mit einer Abgasanlage (2) zum Abführen von Abgas von einer Brennkraftmaschine des Fahrzeugs (3),
 - mit einem Unterboden (39), der an einer Fahrzeugunterseite (40) angeordnet ist, die einem Untergrund (41) zugewandt ist, auf dem das Fahrzeug (3) steht oder fährt,
 - wobei die Abgasanlage (2) zumindest in einem von der Brennkraftmaschine entfernten Endabschnitts (42) an einer dem Untergrund (41) zugewandten Unterbodenunterseite (43) angeordnet ist,
 - wobei die Abgasanlage (2) in ihrem Endabschnitt (42) wenigstens einen Schallerzeuger (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 aufweist,
 - wobei die Abgasanlage (2) in ihrem Endabschnitt (42) eine abgasführende Abgasleitung (12) aufweist, an die das Anschlussrohr (11) des Schallerzeugers (1) angeschlossen ist,
 - wobei die Druckausgleichsleitung (15) mit ihrem distalen Ende (17) oberhalb des Gehäuses (4) des Schallerzeugers (1) angeordnet ist.
 9. Fahrzeug nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - **dass** das distale Ende (17) der Druckausgleichsleitung (15) an der Unterbodenunterseite (43) angeordnet ist,
 - **dass** ein das distale Ende (17) aufweisender distaler Endabschnitt (47) der Druckausgleichsleitung (15) gebogen ist, so dass das distale Ende (17) nach unten offen ist.
 10. Fahrzeug nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der distale Endabschnitt (47) ein Bogenstück (48) aufweist, das einen Bogen von mindestens 90° definiert.
 11. Fahrzeug nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckausgleichsleitung (15) den Unterboden (39) durchdringt, so dass das distale Ende (17) an einer vom Untergrund (41) abgewandten Unterbodenoberseite (51) angeordnet ist.
 12. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Endabschnitt (42) der Abgasanlage (2) mit der Abgasleitung (12) und mit dem Gehäuse (4) des Schallerzeugers (1) unterhalb einer vorbestimmten

maximalen Wattiefe (50) des Fahrzeugs (3) angeordnet ist, während das distale Ende (17) der Druckausgleichsleitung (15) oberhalb der Wattiefe (50) angeordnet ist.

5

13. Fahrzeug nach Anspruch 12,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Abgasleitung (12) zu einem zur Umgebung (46) offenen Endrohr (44) der Abgasanlage (2) führt oder durch das Endrohr (44) gebildet ist, das ebenfalls unterhalb der maximalen Wattiefe (50) mündet.

10

14. Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs (3) nach Anspruch 13, bei dem eine Stromzufuhr zu einem Membranantrieb (7) des elektroakustischen Wandlers (5) reduziert oder unterbrochen wird, sobald und solange das Vorvolumen (10) des Gehäuses (4) durch das Endrohr (44) hindurch geflutet wird.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

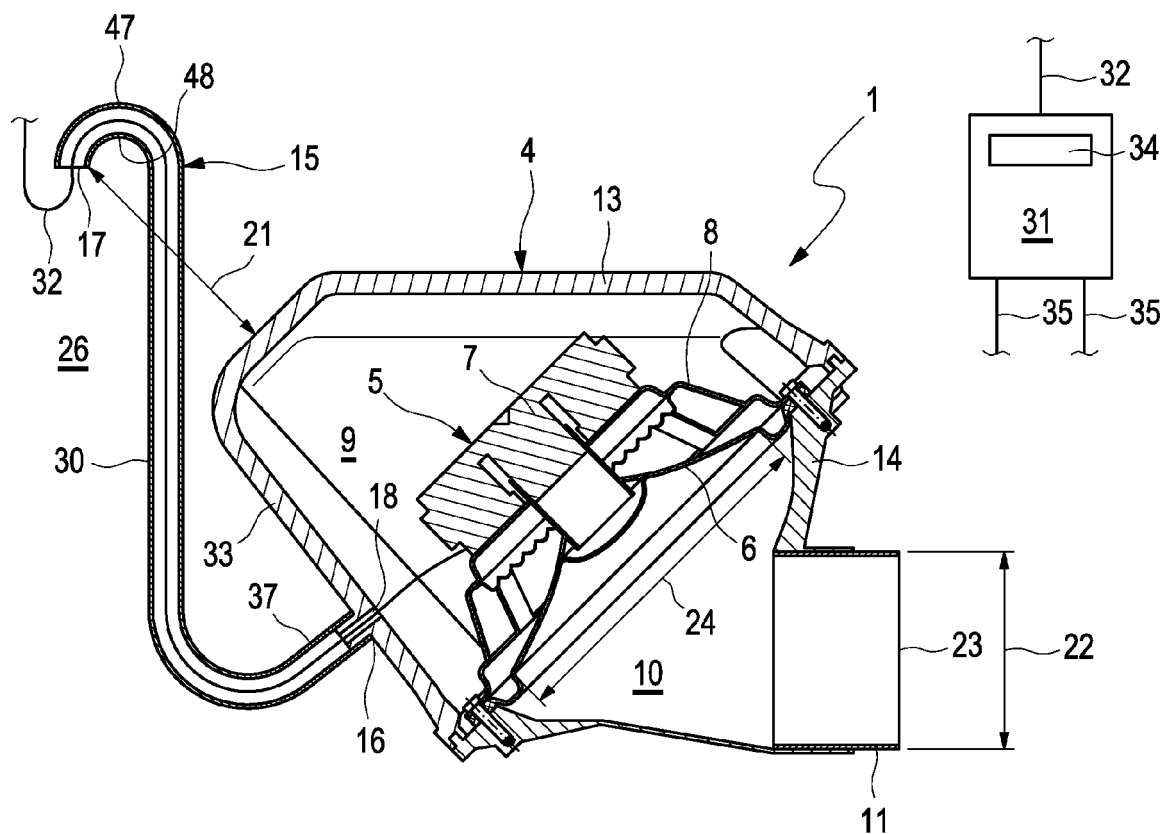


Fig. 1

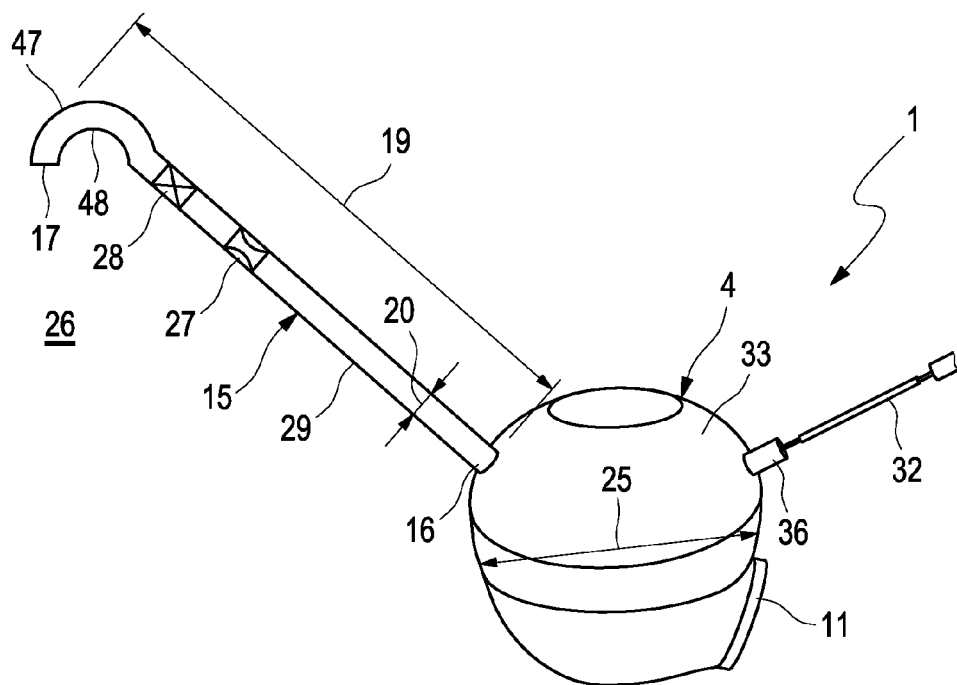


Fig. 2

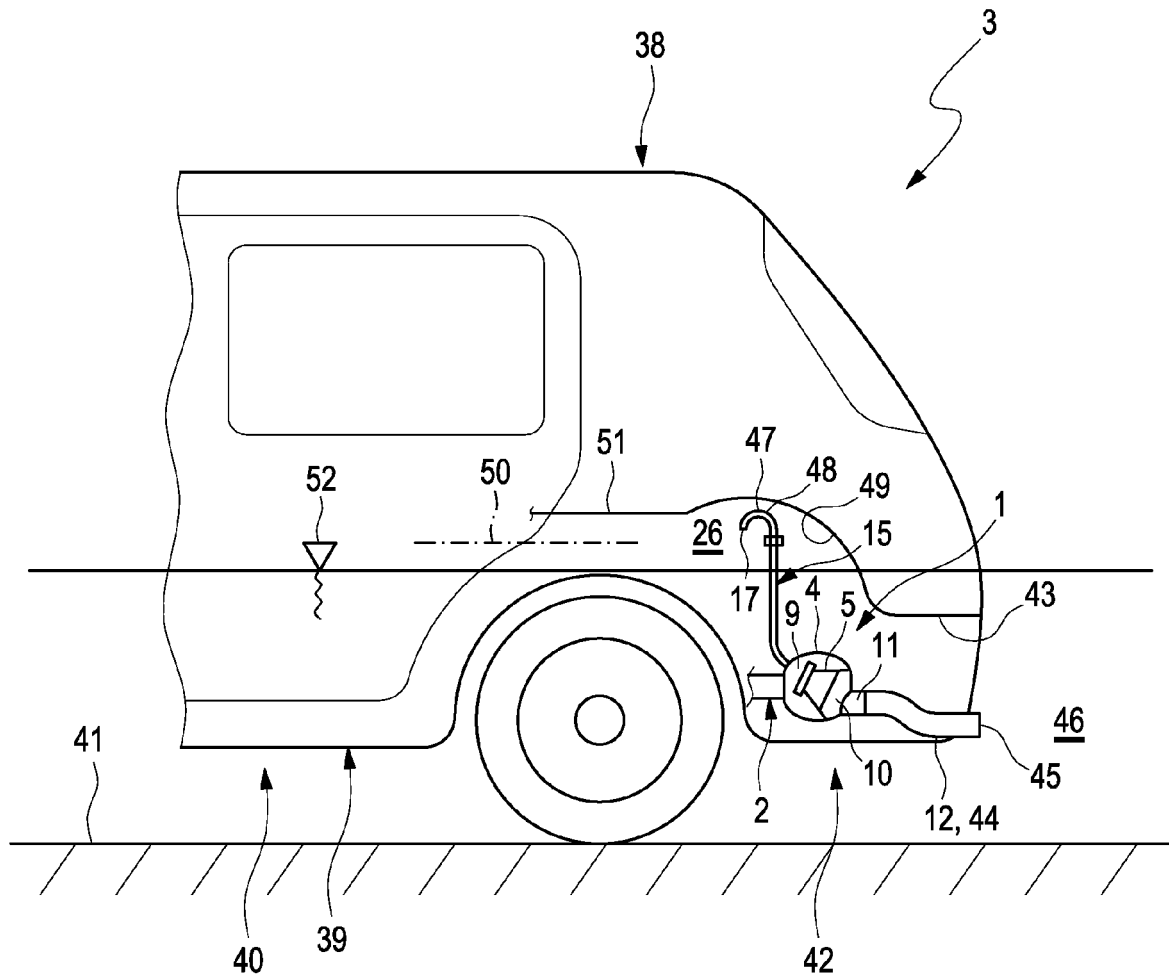


Fig. 3