

(19)



(11)

**EP 2 826 966 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**21.01.2015 Patentblatt 2015/04**

(51) Int Cl.:  
**F01N 1/06 (2006.01) G10K 11/16 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **14172712.3**

(22) Anmeldetag: **17.06.2014**

(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:  
• **Peitz, Maximilian**  
**73230 Kirchheim unter Teck (DE)**  
• **David, Steffen**  
**73614 Schorndorf (DE)**

(30) Priorität: **17.07.2013 DE 102013011937**

(74) Vertreter: **Diehl & Partner GbR**  
**Patentanwälte**  
**Erika-Mann-Strasse 9**  
**80636 München (DE)**

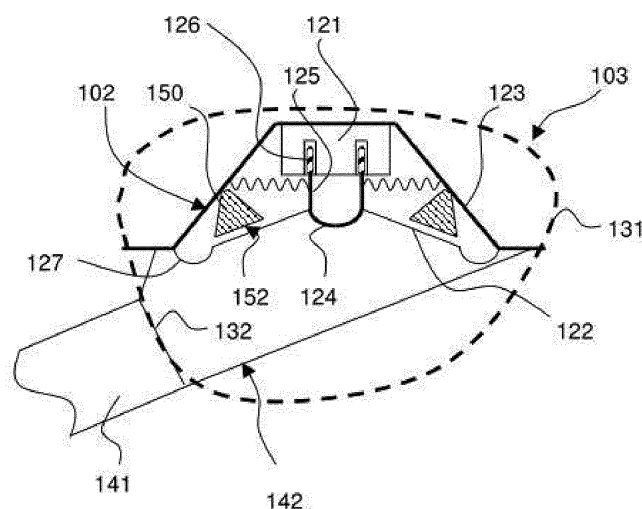
(71) Anmelder: **Eberspächer Exhaust Technology  
GmbH & Co. KG**  
**66539 Neunkirchen (DE)**

(54) **Schallerzeuger für ein Antischall-System zur Beeinflussung von Abgasgeräuschen und/oder Ansaugeräuschen eines Kraftfahrzeugs**

(57) Ein Schallerzeuger (103) für ein Antischall-System zur Beeinflussung von in Ansauganlagen oder Abgasanlagen von verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugen geführten Schallwellen weist einen Lautsprecherkorb (123), eine an dem Lautsprecherkorb (123) gehaltene Membran (122), einen an dem Lautsprecherkorb (123) gehaltenen Permanentmagneten (121), eine von einem Schwingspulenträger (125) getragene Schwingspule (126) und einen Membrananschlag (150) auf. Dabei ist die Schwingspule (126) in einem von dem

Permanentmagneten (121) erzeugten magnetischen Gleichfeld angeordnet, und wird der Schwingspulenträger (125) von der Membran (122) getragen. Der Membrananschlag (150) ist benachbart zur Membran (122) an dem Lautsprecherkorb (123) angeordnet und weist wenigstens einen Vorsprung (151) auf, der sich in Richtung der Membran (122) erstreckt.

Weiter werden ein Antischall-System, welches den Schallerzeuger verwendet, sowie ein Fahrzeug, welches dieses Antischall-System verwendet, offenbart.

**Fig. 3****EP 2 826 966 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Schallerzeuger für ein Antischall-System zur Beeinflussung von in Abgasanlagen von verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugen geführten Schallwellen (Abgasgeräuschen) und/oder zur Beeinflussung von in Ansauganlagen von Verbrennungsmotoren geführten Schallwellen (Ansauggeräuschen).

**[0002]** Unabhängig von der Bauform eines Verbrennungsmotors (beispielsweise Hubkolbenmotor, Rotationskolbenmotor oder Freikolbenmotor) werden infolge der hintereinander ablaufenden Arbeitstakte (insbesondere Ansaugen und Verdichten eines Kraftstoff-Luftgemischs, Arbeiten und Ausstoßen des verbrannten Kraftstoff-Luftgemischs) Geräusche erzeugt. Diese durchlaufen zum einen als Körperschall den Verbrennungsmotor und werden außen am Verbrennungsmotor als Luftschall abgestrahlt. Zum anderen durchlaufen die Geräusche als Luftschall zusammen mit dem verbrannten Kraftstoff-Luftgemisch eine mit dem Verbrennungsmotor in Fluidverbindung stehende Abgasanlage.

**[0003]** Diese Geräusche werden häufig als nachteilig empfunden. Zum einen gibt es gesetzliche Vorgaben zum Lärmschutz, die von Herstellern von verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugen einzuhalten sind. Diese gesetzlichen Vorgaben geben in der Regel einen im Betrieb des Fahrzeugs maximal zulässigen Schalldruck vor. Zum anderen versuchen Hersteller, den von ihnen erzeugten verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugen eine charakteristische Geräuscentwicklung aufzuprägen, welche zum Image des jeweiligen Herstellers passen und die Kunden ansprechen soll. Diese charakteristische Geräuscentwicklung lässt sich bei modernen Motoren mit geringem Hubraum häufig nicht mehr auf natürlichem Wege sicherstellen.

**[0004]** Die den Verbrennungsmotor als Körperschall durchlaufenden Geräusche lassen sich gut dämmen und stellen daher in der Regel kein Problem hinsichtlich des Lärmschutzes dar.

**[0005]** Die eine Abgasanlage des Verbrennungsmotors zusammen mit dem verbrannten Kraftstoff-Luftgemisch als Luftschall durchlaufenden Geräusche werden durch vor der Mündung der Abgasanlage angeordnete Schalldämpfer reduziert, welche ggf. vorhandenen Katalysatoren nachgeschaltet sind. Derartige Schalldämpfer können beispielsweise nach dem Absorptions- und/oder Reflexionsprinzip arbeiten. Beide Arbeitsweisen weisen den Nachteil auf, dass sie ein vergleichsweise großes Volumen beanspruchen und dem verbrannten Kraftstoff-Luftgemisch einen relativ hohen Widerstand entgegen setzen, wodurch der Gesamtwirkungsgrad des Fahrzeuges sinkt und der Kraftstoffverbrauch steigt.

**[0006]** Als Alternative oder zur Ergänzung von Schalldämpfern werden seit einiger Zeit sogenannte Antischall-Systeme entwickelt, die dem vom Verbrennungsmotor erzeugten und in der Abgasanlage geführten Luftschall einen elektroakustisch erzeugten Anti-Schall überlagern. Derartige Systeme sind beispielsweise aus den Dokumenten US 4,177,874, US 5,229,556, US 5,233,137, US 5,343,533, US 5,336,856, US 5,432,857, US 5,600,106, US 5,619,020, EP 0 373 188, EP 0 674 097, EP 0 755 045, EP 0 916 817, EP 1 055 804, EP 1 627 996, DE 197 51 596, DE 10 2006 042 224, DE 10 2008 018 085 und DE 10 2009 031 848 bekannt.

**[0007]** Derartige Antischall-Systeme verwenden üblicherweise einen sogenannten *Filtered-x Least mean squares* (FxLMS) Algorithmus, der versucht, den in der Abgasanlage geführten Luftschall durch Ausgabe von Schall über wenigstens einen mit der Abgasanlage in Fluidverbindung stehenden Lautsprecher auf Null (im Falle der Schallauslöschung) oder einen vorgegebenen Schwellwert (im Falle der Schallbeeinflussung) zu regeln. Zum Erzielen einer vollständigen destruktiven Interferenz der Schallwellen des in der Abgasanlage geführten Luftschalls und des vom Lautsprecher erzeugten Anti-Schalls müssen die vom Lautsprecher herrührenden Schallwellen nach Amplitude und Frequenz den in der Abgasanlage geführten Schallwellen entsprechen, relativ zu diesen jedoch eine Phasenverschiebung von 180° aufweisen. Entsprechen sich die in der Abgasanlage geführten Schallwellen des Luftschalls und die vom Lautsprecher erzeugten Schallwellen des Anti-Schalls zwar in der Frequenz, und weisen sie relativ zueinander eine Phasenverschiebung von 180° auf, entsprechen sich die Schallwellen aber nicht in der Amplitude, kommt es nur zu einer Abschwächung der in der Abgasanlage geführten Schallwellen des Luftschalls. Für jedes Frequenzband des im Abgasrohr geführten Luftschalls wird der Anti-Schall mittels des FxLMS-Algorithmus gesondert berechnet, indem eine geeignete Frequenz und Phasenlage von zwei zueinander um 90° verschobenen Sinusschwingungen bestimmt wird, und die erforderlichen Amplituden für diese Sinusschwingungen berechnet werden. Das Ziel von Antischall-Systemen ist es, dass die Schallauslöschung bzw. Schallbeeinflussung zumindest außerhalb, ggf. aber auch innerhalb der Abgasanlage hörbar und messbar ist. Die Bezeichnung Anti-Schall dient in diesem Dokument zur Unterscheidung zu dem in der Abgasanlage geführten Luftschall. Für sich alleine betrachtet handelt es sich bei Anti-Schall um gewöhnlichen Luftschall. Es wird betont, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die Verwendung eines FxLMS-Algorithmus beschränkt ist.

**[0008]** Auch in den Ansauganlagen von Verbrennungskraftmaschinen treten Schallwellen auf, die als störend empfunden werden können. Diese Schallwellen werden sowohl durch Turbulenzen in der Luftströmung als auch durch den Verbrennungsmotor selber hervorgerufen. Die Ansauganlage, die auch als Ansaugtrakt bezeichnet wird, umfasst alle Verbrennungsluft führenden Bauteile einer Verbrennungskraftmaschine, die sich vor der Brennkammer oder dem Brennraum befinden.

**[0009]** Ein Antischall-System zur Beeinflussung von in einer Abgasanlage eines verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugs geführten Schallwellen ist aus dem Dokument EP 2 108 791 A1 vorbekannt und wird im Folgenden anhand der Figuren 1 und 2 beschrieben.

**[0010]** Das in Figur 1 in schematischer Perspektivansicht gezeigte Antischall-System weist einen Schallerzeuger 3 in Form eines festen Gehäuses auf, welches einen elektrodynamischen Lautsprecher 2 enthält und über ein Y-Stück 1 an eine Abgasanlage 4 angebunden ist. Das Y-Stück 1 weist am Fuß des "Y" eine Mündung 43 auf, um in der Abgasanlage 4 geführtes Abgas nach außen abzugeben. Durch die Anbindung über das Y-Stück wird die thermische Belastung des im Schallerzeuger 3 aufgenommenen Lautsprechers 2 durch das in der Abgasanlage 4 geführte Abgas gering gehalten. Dies ist erforderlich, da herkömmliche Lautsprecher nur in einem Bereich von bis maximal 200°C arbeiten können, die Temperatur des in der Abgasanlage 4 geführten Abgases aber bis zu zwischen 400°C und 700°C betragen kann.

**[0011]** In Figur 2 ist schematisch eine Schnittansicht durch den Schallerzeuger 3 am Beispiel eines Tauchspulensprechers gezeigt. Ersichtlich weist der Lautsprecher 2 einen Permanentmagneten 21 und eine trichterförmige Membran 22 auf, welche gemeinsam von einem Lautsprecherkorb 23 getragen werden. Dabei ist die Membran 22 radial außen über eine elastische Sicke (nicht gezeigt) mit dem Lautsprecherkorb 23 verbunden und weist radial innen eine Schwingspule (nicht gezeigt) auf, welche in Bohrungen in dem Permanentmagneten 21 geführt wird. Durch Anlegen eines Wechselstroms an die Schwingspule wird über die Schwingspule aufgrund der Lorentzkraft eine Kraft auf die Membran 22 ausgeübt, die diese zum Schwingen veranlasst. Der Lautsprecherkorb 23 ist radial außen von einem Schalltrichter 42 gehalten, welcher über ein Verbindungsrohr 41 mit dem Y-Stück 1 verbunden ist. Die Verwendung des Schalltrichters 42 ist erforderlich, da die Fläche der Membran 22 des Lautsprechers 2 größer der Querschnittsfläche der Abgasanlage 4 im Bereich der Einkoppelung des Schalls ist. Dies ist erforderlich, um die benötigten Schallflüsse zu erreichen.

**[0012]** Bei dem vorstehend beschriebenen Aufbau besteht die Gefahr, dass es in Folge einer übermäßigen Auslenkung der Membran und der von der Membran gehaltenen Schwingspule zu einer mechanischen Beschädigung der Membran und/oder Schwingspule kommt. Ursächlich können beispielsweise äußere Einflüsse wie beispielsweise Eintauchen der Mündung der Abgasanlage in Wasser oder eine Verstopfung der Abgasanlage beispielsweise durch Dämmmaterial eines passiven Schalldämpfers sein. Auch kann beispielsweise ein hoher Umgebungsluftdruck dazu führen, dass an der dem Schalltrichter abgewandten Seite innerhalb des Schallerzeugers ein Unterdruck auftritt, der das Schwingungsverhalten der Membran ändert und diese in eine Richtung hin zum Permanentmagneten vorspannt. Schließlich kann auch ein Steuersignal, mit welchem der Lautsprecher betrieben wird, eine übermäßige Auslenkung der Membran hervorrufen, beispielsweise wenn das Steuersignal nicht gut genug an den verwendeten Lautsprecher angepasst ist, oder das Steuersignal den Lautsprecher mit seiner Eigenresonanz anregt.

**[0013]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Schallerzeuger für ein Antischall-System zur Beeinflussung von Abgasgeräuschen oder Ansauggeräuschen von verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugen bereitzustellen, welcher robust gegen eine übermäßige Auslenkung der Membran ist.

**[0014]** Die vorstehende Aufgabe wird durch die Kombination der Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen finden sich in den Unteransprüchen.

**[0015]** Ausführungsformen eines Schallerzeugers für ein Antischall-System zur Beeinflussung von in Abgasanlagen oder Ansauganlagen von verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugen geführten Schallwellen weisen einen Lautsprecherkorb, eine an dem Lautsprecherkorb gehaltene Membran, einen an dem Lautsprecherkorb gehaltenen Permanentmagneten, eine von einem Schwingspulenträger getragene Schwingspule und einen Membrananschlag auf. Der Membrananschlag stellt einen festen Anschlag für die Membran bereit. Die Schwingspule ist in einem von dem Permanentmagneten erzeugten magnetischen Gleichfeld angeordnet und wird von der Membran getragen. Der Membrananschlag weist wenigstens einen Vorsprung auf, der sich in Richtung der Membran erstreckt und in Ruhelage der Membran von dieser beabstandet ist. Somit wird eine übermäßige Auslenkung der Membran und damit der Schwingspule dadurch unterbunden, dass ein Bereich der Membran mit dem wenigstens einen Vorsprung des Membrananschlags in Anlage kommt.

**[0016]** Gemäß einer Ausführungsform weist der wenigstens eine Vorsprung des Membrananschlags (jeweils) wenigstens eine der Membran zugewandte Anschlagfläche auf. Dabei weisen die Anschlagflächen aller Vorsprünge des Membrananschlags gemeinsam in der Summe eine der Membran zugewandte Oberfläche auf, die mehr als 2 Prozent und weniger als 15 Prozent der Oberfläche der Membran und insbesondere mehr als 4 Prozent und weniger als 10 Prozent der Oberfläche der Membran und weiter insbesondere zwischen 7 Prozent und 9 Prozent der Oberfläche der Membran beträgt. Bei einer derartigen Dimensionierung der Anschlagflächen der Vorsprünge des Membrananschlags ist sicher gestellt, dass eine im Falle eines Anschlages der Membran auf die Anschlagflächen wirkende Kraft auf eine so große Membranfläche verteilt wird, dass eine Beschädigung der Membran mit hoher Wahrscheinlichkeit vermieden wird, und andererseits eine Beeinträchtigung der zwischen der Membran und dem Lautsprecherkorb strömenden Luft und damit der akustischen Eigenschaften des Schallerzeugers weitgehend vermieden wird.

**[0017]** Gemäß einer Ausführungsform weisen die Anschlagflächen aller Vorsprünge des Membrananschlags jeweils ausgehend vom Permanentmagneten eine größere Erstreckung in radialer Richtung als in Umfangsrichtung auf. Insbesondere können sich die Anschlagflächen aller Vorsprünge des Membrananschlags bei einer axialen Aufsicht auf den Permanentmagneten und den diesen umgebenden Membrananschlag in radialer Richtung erstrecken. Bei einer derartigen Orientierung der Anschlagflächen kann eine Beeinträchtigung der zwischen der Membran und dem Lautsprecherkorb strömenden Luft und damit der akustischen Eigenschaften des Schallerzeugers weiter reduziert werden.

**[0018]** Gemäß einer Ausführungsform weist der wenigstens eine Vorsprung des Membrananschlags eine der Membran zugewandte Anschlagfläche auf. Dann weist die Anschlagfläche des wenigstens einen Vorsprungs des Membrananschlags in Ruhelage der Membran einen Abstand von der Membran auf, der gleichzeitig über die ganze Erstreckung der Anschlagfläche des jeweiligen Vorsprungs im Wesentlichen konstant und für alle Vorsprünge des Membrananschlags gleich groß ist. Abweichungen kleiner 5 Prozent und insbesondere kleiner 3 Prozent und weiter insbesondere kleiner 1 Prozent sind jedoch zulässig. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass eine im Falle eines Anschlages der Membran auf die Anschlagflächen wirkende Kraft möglichst gleichmäßig auf alle Anschlagflächen und über die ganze der Membran zugewandte Oberfläche des wenigstens einen Vorsprungs verteilt wird.

**[0019]** Gemäß einer Ausführungsform beträgt der Abstand der der Membran zugewandten Anschlagfläche(n) des wenigstens einen Vorsprungs des Membrananschlags in Ruhelage der Membran wenigstens 3 mm und insbesondere wenigstens 6 mm und weiter insbesondere wenigstens 9 mm beträgt. Alternativ beträgt der Abstand der der Membran zugewandten Anschlagfläche(n) des wenigstens einen Vorsprungs des Membrananschlags in Ruhelage der Membran wenigstens 2 Prozent und insbesondere wenigstens 4 Prozent und weiter insbesondere wenigstens 6 Prozent eines maximalen Durchmessers der Membran. Auf diese Weise wird ein Anschlagen der Membran an den Membranansschlag im Normalbetrieb des Lautsprechers weitgehend vermieden.

**[0020]** Gemäß einer Ausführungsform weist der Membranansschlag einen freien inneren Durchmesser aufweist, der größer als ein größter Durchmesser des Schwingspulen-trägers ist. Somit ist die wenigstens eine der Membran zugewandte Anschlagfläche des wenigstens einen Vorsprungs des Membrananschlages außerhalb einer den Schwingspulen-träger üblicherweise abdeckenden Kalotte angeordnet. Auf diese Weise wird eine Kollision des Schwingspulen-trägers mit dem Membranansschlag vermieden.

**[0021]** Gemäß einer Ausführungsform weist der Membranansschlag einen größten äußeren Durchmesser auf, der kleiner als ein größter Durchmesser der Membran ist.

**[0022]** Gemäß einer Ausführungsform weist der Membranansschlag eine Vielzahl von voneinander beabstandeten Vorsprüngen auf, welche über einen Winkelbereich von 360° verteilt um den Permanentmagneten herum angeordnet sind. Diese Anordnung kann gleichmäßig oder ungleichmäßig erfolgen. Somit verteilt sich die Kraft im Falle eines Anschlages der Membran am Membranansschlag auf die Vielzahl von Vorsprüngen, wodurch sowohl eine Beschädigung der Membran als auch ein Verkippen der Membran infolge einer punktuellen und/oder einseitigen Belastung vermieden wird. Gleichzeitig wird eine Behinderung der zwischen der Membran und dem Lautsprecherkorb strömenden Luft und damit der akustischen Eigenschaften des Schallerzeugers durch den sich ergebenden skelettartigen Aufbau des Membrananschlages gering gehalten.

**[0023]** Gemäß einer Ausführungsform weist der Membranansschlag wenigstens vier und insbesondere wenigstens sechzehn und weiter insbesondere wenigstens vierundzwanzig Vorsprünge auf, welche um den Permanentmagneten herum über einen Winkelbereich von 360° verteilt angeordnet sind. Diese Anordnung kann gleichmäßig oder ungleichmäßig erfolgen. Je größer die Zahl der Vorsprünge gewählt wird, desto kleiner kann die wenigstens eine der Membran zugewandte Anschlagfläche der einzelnen Vorsprünge ausgebildet werden. Gemäß einer Ausführungsform weist der wenigstens eine Vorsprung des Membrananschlags an seiner der Membran zugewandten Anschlagfläche keine scharfen Kanten und/oder Radien kleiner 0,1 mm und insbesondere kleiner 0,5 mm und weiter insbesondere kleiner 1 mm auf, um eine Beschädigung der Membran im Falle eines Anschlages zu vermeiden.

**[0024]** Gemäß einer Ausführungsform weist der Membranansschlag einen ersten Ring auf, der konzentrisch zum Permanentmagneten an dem Lautsprecherkorb befestigt ist, und der den wenigstens einen Vorsprung trägt. Über diesen ersten Ring kann eine auf den wenigstens einen Vorsprung wirkende Kraft gleichmäßig an den Lautsprecherkorb abgeleitet werden.

**[0025]** Gemäß einer Ausführungsform weist der Membranansschlag einen zweiten Ring auf, der konzentrisch zum Permanentmagneten angeordnet ist, von dem wenigstens einen Vorsprung des Membrananschlages getragen wird, und eine von dem Lautsprecherkorb beabstandete Anschlagfläche für die Membran bildet. Gemäß einer Ausführungsform weist dieser zweite Ring einen maximalen Querschnitt von kleiner 5 mm und insbesondere kleiner 3 mm auf.

**[0026]** Gemäß einer Ausführungsform ist der Membranansschlag einstückig mit dem Lautsprecherkorb ausgebildet. Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist der Membranansschlag ein separates, an dem Lautsprecherkorb gehaltenes Bauteil.

**[0027]** Gemäß einer Ausführungsform sind der Membranansschlag, der Permanentmagnet und die Schwingspulen-träger bezüglich der Membran alle auf der gleichen Seite der Membran angeordnet. Somit ist die Membran nicht zwischen dem Membranansschlag, der Permanentmagnet und dem Schwingspulen-träger angeordnet.

**[0028]** Gemäß einer Ausführungsform ist der Membranansschlag ein einstückiges Teil aus Kunststoff oder Metall und insbesondere ein Gussteil und weiter insbesondere ein Spritzgussteil.

**[0029]** Gemäß einer Ausführungsform weist der Membranansschlag eine Shore-D-Härte von zwischen 50 und 95 und insbesondere von zwischen 70 und 80 auf. Gemäß einer Ausführungsform weist der Membranansschlag eine Kugeldruckhärte im trockenen Zustand nach DIN 53456 von zwischen 130 MPa und 170 MPa auf.

**[0030]** Gemäß einer Ausführungsform ist der Membranansschlag unelastisch und damit starr. Gemäß einer Ausfüh-

rungsform weist der Membrananschlag ein Elastizitätsmodul von mehr als 0,2 GPa und insbesondere von mehr als 1 GPa und weiter insbesondere von mehr als 10 GPa auf. Gemäß einer Ausführungsform weist der Membrananschlag ein Schubmodul von mehr als 0,05 GPa und insbesondere von mehr als 0,1 GPa und weiter insbesondere von mehr als 10 GPa auf.

**[0031]** Gemäß einer Ausführungsform ist die Membran trichterförmig und insbesondere nicht-abwickelbar trichterförmig (NAWI-Membran) oder kugelkalottenförmig, und ist die Spitze bzw. Deckfläche der trichterförmigen Membran bzw. der geometrische Mittelpunkt der kugelkalottenförmigen Membran dem Permanentmagneten zugewandt. Die Grundfläche der trichterförmigen oder kugelkalottenförmigen Membran ist somit dem Permanentmagneten abgewandt. Somit ist die Spitze bzw. Deckfläche der trichterförmigen Membran bzw. der geometrische Mittelpunkt der kugelkalottenförmigen Membran von dem Permanentmagneten weniger weit beabstandet, als die jeweilige Grundfläche der Membran. Nicht-abwickelbare trichterförmige oder kugelkalottenförmige Membranen sind besonders steif und erlauben so eine ganzflächige und gleichmäßige Bewegung der Membran. Alternativ ist aber beispielsweise auch eine konusförmige Membran möglich.

**[0032]** Gemäß einer Ausführungsform weist der Membrananschlag die Form eines Mantels eines rotationssymmetrischen Körpers auf. Der rotationssymmetrische Körper weist zwischen einer Grundfläche und einer Deckfläche eine Erstreckung in axialer Richtung auf. Die Grundfläche weist eine Erstreckung in radialer Richtung auf, die größer als die Erstreckung der Deckfläche in axialer Richtung ist. Der rotationssymmetrische Körper, dessen Mantelfläche von der Membran gebildet wird, ist so orientiert, dass die Grundfläche des rotationssymmetrischen Körpers von dem Permanentmagneten in axialer Richtung weiter beabstandet ist, als die Deckfläche des rotationssymmetrischen Körpers.

**[0033]** Gemäß einer Ausführungsform ist die insbesondere luftdichte Membran über eine insbesondere luftdichte Sicke mit dem Lautsprecherkorb verbunden.

**[0034]** Gemäß einer Ausführungsform weist der Schallerzeuger weiter ein Gehäuse auf, an dem der Lautsprecherkorb gehalten ist.

**[0035]** Gemäß einer Ausführungsform weist das Gehäuse eine Anschlussöffnung zur fluiden Anbindung einer Ansauganlage bzw. Abgasanlage auf.

**[0036]** Gemäß einer Ausführungsform erfolgt die Verbindung des Lautsprecherkorbes mit der daran befestigten Membran an dem Gehäuse luftdicht. Gemäß einer Ausführungsform erfolgt diese Verbindung mit dem Gehäuse mittelbar über einen luftdicht an dem Gehäuse befestigten Schalltrichter. Weiter teilt die Membran ein Innenvolumen des Gehäuses in einen von der Abgasanlage bzw. Ansauganlage abgetrennten Teil und einen mit der Abgasanlage bzw. Ansauganlage über die Anschlussöffnung in Fluidverbindung befindlichen Teil auf.

**[0037]** Da sich nur die Membran und ggf. ein Rand des Lautsprecherkorbes in dem Teil des Gehäuses befinden, welcher Teil sich mit der Abgasanlage bzw. Ansauganlage über die Anschlussöffnung in Fluidverbindung befindet, sind auch nur diese Elemente dem heißen und mit korrosiven Chemikalien belasteten Abgas bzw. der ggf. feuchten und/oder mit Schadstoffen belasteten angesaugten Luft ausgesetzt. Somit müssen neben der Innenwand des Gehäuses nur diese Elemente aus einem Material gebildet sein, welches dem Abgas und einem evtl. entstehenden Kondensat bzw. der Feuchtigkeit und Schadstoffen der angesaugten Luft widerstehen kann. Die übrigen Elemente des Schallerzeugers und insbesondere die empfindliche Schwingspule, welche aufgrund ohmscher Verluste ohnehin einer gewissen Temperaturbelastung ausgesetzt ist, werden hingegen durch die Membran und die Innenwand des Gehäuses von dem Abgas bzw. der angesaugten Luft abgeschirmt. Hierdurch wird auch die Gefahr eines Kurzschlusses der Schwingspule durch entstehendes Kondensat des Abgases bzw. Luftfeuchtigkeit der angesaugten Luft verringert.

**[0038]** Gemäß einer Ausführungsform ist das Gehäuse mit Ausnahme der Anschlussöffnung luftdicht.

**[0039]** Gemäß einer Ausführungsform trägt der Lautsprecherkorb ferner eine Zentriereinrichtung, welche mit dem Schwingspulenträger oder im Bereich des Schwingspulenträgers mit der Membran verbunden ist. Die Zentriereinrichtung stellt die Rückführung der Membran in die Ruhelage sowie die Zentrierung der Schwingspule gegenüber dem Permanentmagneten sicher.

**[0040]** Es wird betont, dass auf das Vorsehen einer Zentriereinrichtung verzichtet werden kann, wenn eine weitgehend reibungslose Führung der Schwingspule im Permanentmagneten erfolgt.

**[0041]** Gemäß einer Ausführungsform ist der Lautsprecherkorb aus Metall oder Kunststoff gebildet.

**[0042]** Gemäß einer Ausführungsform ist das Gehäuse des Schallerzeugers aus Metall oder Kunststoff gebildet.

**[0043]** Gemäß einer Ausführungsform ist das Gehäuse des Schallerzeugers aus zwei topfförmigen Schalen gebildet, welche miteinander luftdicht verlötet, verschweißt, verbördelt, vernietet, verklebt oder verschraubt sind.

**[0044]** Gemäß einer Ausführungsform ist die Membran aus Metall und insbesondere aus Aluminium oder Titan oder aus Kunststoff und insbesondere aus aromatischen Polyamiden gebildet.

**[0045]** Gemäß einer Ausführungsform weist der Permanentmagnet Seltene Erden und insbesondere Neodym auf und ist insbesondere aus einer Neodym-Eisen-Bor Legierung gebildet.

**[0046]** Ausführungsformen eines Antischall-Systems für Abgasanlagen und/oder Ansauganlagen eines verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugs weisen eine Antischall-Steuerung und wenigstens einen Schallerzeuger wie vorstehend beschrieben auf. Dabei ist die Schwingspule des wenigstens einen Schallerzeugers elektrisch mit der Antischall-

Steuerung verbunden. Die Antischall-Steuerung ist ausgebildet, wenigstens ein Steuersignal zu erzeugen und an die Schwingspule des wenigstens einen Schallerzeugers auszugeben. Das Steuersignal ist geeignet, Schall im Inneren der Abgasanlage bzw. Ansauganlage zumindest teilweise und bevorzugt vollständig auszulöschen, wenn die Schwingspule des wenigstens einen Schallerzeugers mit diesem Steuersignal betrieben wird. Diese Auslöschung kann dem Betrage nach und phasenrichtig erfolgen.

**[0047]** Ausführungsformen eines Kraftfahrzeugs weisen einen Verbrennungsmotor mit einer Motorsteuerung, eine Ansauganlage und eine Abgasanlage, die mit dem Verbrennungsmotor in Fluidverbindung stehen, sowie das vorstehend beschriebene Antischall-System auf. Dabei steht der wenigstens eine Schallerzeuger des Antischall-Systems mit der Ansauganlage oder Abgasanlage in Fluidverbindung. Weiter ist die Antischall-Steuerung des Antischall-Systems mit der Motorsteuerung des Verbrennungsmotors des Fahrzeugs verbunden.

**[0048]** Es wird darauf hingewiesen, dass die in dieser Beschreibung und den Ansprüchen zur Aufzählung von Merkmalen verwendeten Begriffe "umfassen", "aufweisen", "beinhalten", "enthalten" und "mit", sowie deren grammatikalische Abwandlungen, generell als nichtabschließende Aufzählung von Merkmalen, wie z. B. Verfahrensschritten, Einrichtungen, Bereichen, Größen und dergleichen aufzufassen sind, und in keiner Weise das Vorhandensein anderer oder zusätzlicher Merkmale oder Gruppierungen von anderen oder zusätzlichen Merkmalen ausschließen.

**[0049]** Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Ansprüchen sowie den Figuren. In den Figuren werden gleiche bzw. ähnliche Elemente mit gleichen bzw. ähnlichen Bezugszeichen bezeichnet. Es wird darauf hingewiesen, dass die Erfindung nicht auf die Ausführungsformen der beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern durch den Umfang der beiliegenden Patentansprüche bestimmt ist. Insbesondere können die einzelnen Merkmale bei erfindungsgemäßen Ausführungsformen in anderer Anzahl und Kombination als bei den untenstehend angeführten Beispielen verwirklicht sein. Bei der nachfolgenden Erläuterung einiger Ausführungsbeispiele der Erfindung wird auf die beiliegenden Figuren Bezug genommen, von denen

- |    |                   |   |
|----|-------------------|---|
| 25 | Figur 1           | schematisch eine perspektivische Ansicht eines Antischall-Systems nach dem Stand der Technik zeigt;   |
|    | Figur 2           | schematisch einen Querschnitt durch einen Schallerzeuger eines Antischall-Systems nach dem Stand der Technik zeigt;   |
| 30 | Figur 3           | schematisch einen Querschnitt durch einen Schallerzeuger eines Antischall-Systems gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zeigt;  |
|    | Figur 4A          | schematisch eine perspektivische Seitenansicht auf einen Membrananschlag gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt, wie er in dem Schallerzeuger aus Figur 3 verwendet wird; |
| 35 | Figur 4B          | schematisch eine perspektivische Ansicht von oben auf den Membrananschlag auf Figur 4A zeigt;   |
|    | Figur 4C          | schematisch eine perspektivische Ansicht von schräg unten auf den Membrananschlag auf Figur 4A zeigt;   |
| 40 | Figur 4D          | schematisch eine perspektivische Ansicht von schräg oben auf den Membrananschlag auf Figur 4A zeigt;  |
| 45 | Figuren 5A bis 5C | schematisch den Figuren 4A bis 4C entsprechende Ansichten eines Membrananschlages gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung zeigt;  |
|    | Figur 6           | schematisch ein Blockdiagramm einer Antischall-Steuerung eines Antischall-Systems gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zeigt; und  |
| 50 | Figur 7           | schematisch ein Kraftfahrzeug zeigt, in welches das erfindungsgemäße Antischall-System integriert ist.  |

**[0050]** In Figur 3 ist schematisch eine Schnittansicht durch den Schallerzeuger 103 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung gezeigt.

**[0051]** Der Schallerzeuger 103 weist ein Gehäuse 131 auf, welches in seinem Inneren einen Tauchspulenlautsprecher 102 aufnimmt. Der Lautsprecher 102 weist einen Permanentmagneten 121 aus Neodym-Eisen-Bor Legierung und eine konusförmige Membran 122 aus Kunststoff auf, welche gemeinsam von einem Lautsprecherkorb 123 aus Stahlblech

getragen werden. Dabei ist die konusförmige Membran 122 an ihrer Grundfläche radial außen über eine elastische Sicke 127 aus Kunststoff mit dem

[0052] Lautsprecherkorb 123 verbunden. Die Deckfläche der konusförmigen Membran 122 ist mittig durch eine Abdeckkappe 124 verschlossen. Im Bereich der Abdeckkappe 124 ist an der Membran 122 ein Schwingspulenträger 125 befestigt, welcher eine Schwingspule 126 trägt. Die Schwingspule 126 ist in einem von dem Permanentmagneten 121 erzeugten magnetischen Gleichfeld angeordnet. Hierfür weist der Permanentmagnet 121 eine entsprechende Ausnehmung auf. Der Permanentmagnet 121 kann weiter in Figur 3 nicht gezeigte Polplatten aufweisen. Durch Anlegen eines Wechselstroms an die Schwingspule 126, wird über die Schwingspule 126 und den Schwingspulenträger 125 aufgrund der Lorentzkraft eine Kraft auf die Membran 122 ausgeübt, die diese zum Schwingen veranlasst.

[0053] Die Deckfläche der konusförmigen Membran 122 mit der Abdeckkappe 124 ist dem Lautsprecherkorb 123 und dem Permanentmagneten 121 zugewandt, die Grundfläche der konusförmigen Membran 122 ist dem Lautsprecherkorb 123 und dem Permanentmagneten 121 abgewandt.

[0054] Der Lautsprecherkorb 123 ist radial außen luftdicht mit einer Innenwand des Gehäuses 131 des Schallerzeugers 103 verbunden, und ist weiter mit einem Schalltrichter 142 verbunden. Der Schalltrichter 142 ist über eine Anschlussöffnung 132 des Schallerzeugers 103 und ein Verbindungsrohr 141 mit der Ansauganlage und/oder Abgasanlage eines verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugs verbindbar. Da auch die Verbindung der Abdeckkappe 124 an der Membran 122 und die Anbindung der Membran 122 über die Sicke 127 an dem Lautsprecherkorb 123 luftdicht erfolgt, teilt der Lautsprecher 102 so das Innenvolumen des Schallerzeugers 103 in zwei voneinander hermetisch getrennte Teile. Damit sind der Schwingspulenträger 125 mit der Schwingspule 126 und der Permanentmagnet 121 durch die Membran 122, die Sicke 127, die Abdeckkappe 124 und den Lautsprecherkorb 123 hermetisch von dem korrosiven Abgas abgetrennt.

[0055] Weiter ist zwischen der Membran 122 und dem Lautsprecherkorb 123 ein Membrananschlag 150 aus Polycaprolactam (Polyamid 6) mit einer Kugeldruckhärte im trockenen Zustand nach DIN 53456 von 150 MPa angeordnet, der an dem Lautsprecherkorb 123 befestigt ist. Die vorliegende Erfindung ist aber nicht auf die Verwendung von Polycaprolactam mit der vorstehenden Härte beschränkt. Alternativ kann auch ein Polycaprolactam mit einem E-Modul im Biegeversuch von 2.800 MPa oder ein anderer Kunststoff und insbesondere ein Hartgummi verwendet werden. Der Membrananschlag 150 weist eine Vielzahl von um den Permanentmagneten 121 herum angeordneten Vorsprüngen 151 auf, die jeweils eine der Membran 122 zugewandte Anschlagsfläche 152 aufweisen. In Ruhelage der Membran 122 sind die Anschlagsflächen 152 aller Vorsprünge 151 des Membrananschlages 150 über ihre ganze der Membran 122 zugewandte Oberfläche um 5 mm beabstandet. Dieser Abstand entspricht 2 Prozent des maximalen Durchmesser der Membran 122. Bei übermäßiger Auslenkung der Membran 122 kommt die Membran 122 so gleichzeitig mit den Anschlagsflächen 152 aller Vorsprünge 151 in Anlage, so dass eine übermäßige Schwingung der Membran 122 unterbunden wird.

[0056] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Figuren 4A bis 4D der in Figur 3 verwendete Membrananschlag 150 näher erläutert. Dabei zeigt Figur 4A eine perspektivische Seitenansicht, Figur 4B eine perspektivische Ansicht von oben, Figur 4C eine perspektivische Ansicht von schräg unten und Figur 4D eine perspektivische Ansicht von schräg oben auf den Membrananschlag 150.

[0057] Wie aus den Figuren 4A bis 4D ersichtlich, weist der Membrananschlag 150 neunundzwanzig Vorsprünge 151 auf, welche gleichmäßig über einen Winkelbereich von 360° verteilt angeordnet sind und durch Spritzgießen einstückig mit einem ersten Ringabschnitt 153 gebildet sind. Der erste Ringabschnitt 153 dient zur Befestigung des Membrananschlages 150 an dem Lautsprecherkorb 123. Die Größe der Anschlagsflächen 152 der Vorsprünge 151 ist in der in den Figuren 3 und 4A-4D gezeigten Ausführungsform so gewählt, dass die Anschlagsflächen 152 aller Vorsprünge 151 gemeinsam eine Oberfläche aufweisen, die 8 Prozent der Oberfläche der Membran 122 beträgt. Um eine Beschädigung der Membran 122 zu vermeiden, sind die Kanten der Anschlagsflächen 152 abgerundet und weisen in der gezeigten Ausführungsform einen Radius von 0,5 mm auf.

[0058] Wie besonders gut aus Figur 3 ersichtlich, weist der Membrananschlag 150 an den Anschlagsflächen 152 einen größten Durchmesser auf, der dem größten Durchmesser der Membran 122 entspricht. Weiter weist der Membrananschlag 150 an den Anschlagsflächen 152 einen kleinsten Durchmesser auf, der größer als der größte Durchmesser der Abdeckkappe 124 und des darunter befindlichen Schwingspulenträgers 125 ist und in der in Figuren 3, 4A-4D gezeigten Ausführungsform 60 Prozent des größten Durchmesser der Membran 122 entspricht. In der in Figuren 3, 4A-4D gezeigten Ausführungsform weisen die an den Vorsprüngen 151 des Membrananschlages 150 ausgebildeten Anschlagsflächen 152 eine 8-mal so große Erstreckung in radialer Richtung als in Umfangsrichtung auf.

[0059] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Figuren 5A bis 5C ein alternativer Membrananschlag 150' beschrieben, der alternativ zu dem in Figur 3 gezeigten Membrananschlag 150 verwendet werden kann. Dabei zeigt Figur 5A eine perspektivische Seitenansicht, Figur 5B eine perspektivische Ansicht von oben, Figur 5C eine perspektivische Ansicht von schräg unten auf den Membrananschlag 150'. Da dieser alternative Membrananschlag 150' dem in den Figuren 4A bis 4D gezeigten Membrananschlag 150 sehr ähnlich geht, wird im Folgenden nur auf die Unterschiede eingegangen und ansonsten auf die vorstehenden Ausführungen verwiesen.

**[0060]** Der in den Figuren 5A bis 5C gezeigte alternative Membrananschlag 150' weist zwei einstückig mit den Vorsprüngen 151 ausgebildete zweite Ringabschnitte 154, 155 auf. Diese zweiten Ringabschnitte 154, 155 weisen eine Materialstärke von 4 mm auf und sind so angeordnet, dass ihre der Membran 122 in montiertem Zustand des Membrananschlages 150' zugewandte Oberfläche mit den Anschlagflächen 152 der Vorsprünge 151 fluchtet. In der gezeigten Ausführungsform sind die beiden zweiten Ringabschnitte 154, 155 an den radialen Endabschnitten der Anschlagflächen 152 angeordnet, und stellen so sicher, dass es an diesen Endabschnitten im Falle eines Anschlages der Membran 122 an den Anschlagflächen 152 nicht zu einer punktuellen Belastung der Membran 122 kommt.

**[0061]** In Figur 6 ist schematisch ein Antischall-System 7 gezeigt, welches den vorstehend beschriebenen Schallerzeuger 103 verwendet.

**[0062]** Ein erster Schallerzeuger 103 ist im Bereich einer Mündung 43 über ein Y-Stück 1 und ein Verbindungsrohr 141 an eine Abgasanlage 4 eines Fahrzeugs angebunden. Über die Mündung 43 wird in der Abgasanlage 4 geführtes Abgas nach außen abgegeben.

**[0063]** An dem Y-Stück 1 ist ein erstes Fehlermikrofon 9 in Form eines Drucksensors vorgesehen. Das Fehlermikrofon 9 misst Druckschwankungen und damit Schall im Inneren des Y-Stücks 1 in einem Abschnitt stromabwärts eines Bereichs, in dem die fluide Anbindung zwischen Abgasanlage 9 und Schallerzeuger 103 erfolgt. Es wird jedoch betont, dass das Fehlermikrofon 9 nur optional ist.

**[0064]** Ein zweiter Schallerzeuger 103' mit einem zweiten Lautsprecher 102' ist an eine Ansauganlage 10 des Fahrzeugs angebunden. Stromaufwärts eines Bereichs, in dem die fluide Anbindung zwischen Ansauganlage 10 und Schallerzeuger 103' erfolgt, ist in der Ansauganlage 10 ein zweites Fehlermikrofon 9' angeordnet. Auch hier wird betont, dass das Fehlermikrofon 9' nur optional ist.

**[0065]** Die Strömungsrichtung der in der Ansauganlage 10 geführten Luft bzw. des in der Abgasanlage 4 geführten Abgases ist durch Pfeile dargestellt.

**[0066]** Die Lautsprecher 102, 102' der Schallerzeuger 103, 103' und die Fehlermikrofone 9, 9' sind elektrisch mit einer Antischall-Steuerung 8 verbunden. Weiter ist die Antischall-Steuerung 8 über einen CAN-Bus mit einer Motorsteuerung 61 eines Verbrennungsmotors 6 verbunden. Es wird betont, dass die vorliegende Erfindung nicht auf einen CAN-Bus beschränkt ist.

**[0067]** Die Abgasanlage 4 kann weiter wenigstens einen zwischen dem Verbrennungsmotor 6 und dem Y-Stück 1 angeordneten Katalysator (nicht gezeigt) zur Reinigung des von dem Verbrennungsmotor 6 emittierten und in der Abgasanlage 4 geführten Abgases aufweisen.

**[0068]** Die allgemeine Funktionsweise des vorstehenden Antischall-Systems 7 ist wie folgt:

Anhand von durch die Fehlermikrofone 9, 9' gemessenem Schall und/oder von über den CAN-Bus empfangenen Betriebsparametern des Verbrennungsmotors 6 berechnet die Antischall-Steuerung 8 unter Verwendung eines *Filtered-x Least mean squares* (FxLMS) Algorithmus zwei digitale Steuersignale, welche jeweils eine weitgehende Auslöschung des im Inneren der Ansauganlage 10 bzw. der Abgasanlage 4 geführten Schalls durch Beaufschlagung mit Anti-Schall erlauben, und gibt diese an den jeweiligen Lautsprecher 102 bzw. 102' des Schallerzeugers 103 bzw. 103' aus.

In der Figur 7 ist schematisch ein Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor 6, einer Abgasanlage 4 und dem vorstehend beschriebenen Antischall-System 7 gezeigt. Die Schallerzeuger und die Lautsprecher des Antischall-Systems sind in Figur 6 nicht eigens gezeigt.

**[0069]** In den Figuren sind im Interesse einer übersichtlichen Darstellung nur diejenigen Elemente, Komponenten und Funktionen dargestellt, die einem Verständnis der vorliegenden Erfindung förderlich sind. Ausführungsformen der Erfindung sind jedoch nicht auf die dargestellten Elemente, Komponenten und Funktionen beschränkt, sondern enthalten weitere Elemente, Komponenten und Funktionen, soweit sie für ihre Verwendung oder ihren Funktionsumfang erforderlich sind.

## Patentansprüche

1. Schallerzeuger (103) für ein Antischall-System zur Beeinflussung von in Ansauganlagen oder Abgasanlagen von verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugen geführten Schallwellen, aufweisend:

einen Lautsprecherkorb (123);  
eine an dem Lautsprecherkorb (123) gehaltene Membran (122);  
einen an dem Lautsprecherkorb (123) gehaltenen Permanentmagneten (121);  
eine von einem Schwingspulenträger (125) getragene Schwingspule (126), welche in einem von dem Perma-



nentmagneten (121) erzeugten magnetischen Gleichfeld angeordnet ist, wobei der Schwingspulenträger (125) von der Membran (122) getragen wird; und einen Membrananschlag (150); wobei der Membrananschlag (150) benachbart zur Membran (122) an dem Lautsprecherkorb (123) angeordnet ist, und wobei der Membrananschlag (150) wenigstens einen Vorsprung (151) aufweist, der sich in Richtung der Membran (122) erstreckt.

2. Schallerzeuger (103) nach Anspruch 1, wobei der wenigstens eine Vorsprung (151) des Membrananschlags (150) eine der Membran (122) zugewandte Anschlagsfläche (152) aufweist, wobei die Anschlagsflächen (152) aller Vorsprünge (151) des Membrananschlags (150) gemeinsam eine Oberfläche aufweisen, die mehr als 2 Prozent und weniger als 15 Prozent der Oberfläche der Membran (122) oder mehr als 4 Prozent und weniger als 10 Prozent der Oberfläche der Membran (122) oder zwischen 7 Prozent und 9 Prozent der Oberfläche der Membran (122) beträgt.

3. Schallerzeuger (103) nach Anspruch 2, wobei die Anschlagsflächen (152) aller Vorsprünge (151) des Membrananschlags (150) jeweils ausgehend vom Permanentmagneten (121) eine größere Erstreckung in radialer Richtung als in Umfangsrichtung aufweisen.

4. Schallerzeuger (103) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der wenigstens eine Vorsprung (151) des Membrananschlags (150) eine der Membran (122) zugewandte Anschlagsfläche (152) aufweist; und wobei die Anschlagsfläche (152) des wenigstens einen Vorsprungs (151) des Membrananschlags (150) in Ruhelage der Membran (122) einen Abstand von der Membran (122) aufweist,

- der über die ganze Erstreckung der Anschlagsfläche (152) des jeweiligen Vorsprungs (151) konstant ist, und
- für alle Vorsprünge (151) des Membrananschlags (150) gleich groß ist,

5. Schallerzeuger (103) nach Anspruch 4, wobei die Anschlagsfläche (152) des wenigstens einen Vorsprungs (151) des Membrananschlags (150) in Ruhelage der Membran (122) einen Abstand von der Membran (122) aufweist, der wenigstens 3 mm und insbesondere wenigstens 6 mm und weiter insbesondere wenigstens 9 mm beträgt oder wenigstens 2 Prozent und insbesondere wenigstens 4 Prozent und weiter insbesondere wenigstens 6 Prozent eines maximalen Durchmessers der Membran (122) beträgt.

6. Schallerzeuger (103) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Membrananschlag (150) einen freien inneren Durchmesser aufweist, der größer als ein größter Durchmesser des Schwingspulenträgers (125) ist; und/oder wobei der Membrananschlag (150) einen größten äußeren Durchmesser aufweist, der kleiner als ein größter Durchmesser der Membran (122) ist.

7. Schallerzeuger (103) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Membrananschlag (150) eine Vielzahl von voneinander beabstandeten Vorsprüngen (151) aufweist, welche über einen Winkelbereich von 360° verteilt um den Permanentmagneten (121) herum angeordnet sind; oder wobei der Membrananschlag (150) eine Vielzahl von voneinander beabstandeten Vorsprüngen (151) aufweist, welche gleichmäßig über einen Winkelbereich von 360° verteilt um den Permanentmagneten (121) herum angeordnet sind; oder wobei der Membrananschlag (150) wenigstens vier und insbesondere wenigstens sechzehn und weiter insbesondere wenigstens vierundzwanzig Vorsprünge (151) aufweist, welche über einen Winkelbereich von 360° verteilt um den Permanentmagneten (121) herum angeordnet sind, wobei die Anordnung insbesondere gleichmäßig erfolgt; oder wobei der Membrananschlag (150) wenigstens vier und insbesondere wenigstens sechzehn und weiter insbesondere wenigstens vierundzwanzig Vorsprünge (151) aufweist, welche gleichmäßig über einen Winkelbereich von 360° verteilt um den Permanentmagneten (121) herum angeordnet sind.

8. Schallerzeuger (103) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Membrananschlag (150) einen ersten Ring (153) aufweist, der konzentrisch zum Permanentmagneten (121) an dem Lautsprecherkorb (123) befestigt ist, und der den wenigstens einen Vorsprung (151) trägt.

9. Schallerzeuger (103) nach Anspruch 8, wobei der Membrananschlag (150) weiter wenigstens einen zweiten Ring (154, 155) aufweist, der konzentrisch zum Permanentmagneten (121) angeordnet ist, von dem wenigstens einen Vorsprung (151) des Membrananschlages (150) getragen wird, und eine von dem Lautsprecherkorb (123) beabstandete Anschlagsfläche für die Membran (122) bildet.

10. Schallerzeuger (103) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Membrananschlag (150) einstückig mit dem Lautsprecherkorb (123) ausgebildet oder ein separates, an dem Lautsprecherkorb (123) befestigtes Bauteil ist; und/oder wobei der Membrananschlag (150) auf der selben Seite der Membran (122) angeordnet ist, wie der Permanentmagnet (121) und der Schwingspulenträger (125).

11. Schallerzeuger (103) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Membrananschlag (150) ein einstückiges Teil aus Kunststoff oder Metall und/oder ein Gussteil ist.

12. Schallerzeuger (103) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Membrananschlag (150) eine Shore-D-Härte von zwischen 50 und 95 und insbesondere von zwischen 70 und 80 aufweist; und/oder wobei der Membrananschlag (150) ein Elastizitätsmodul von größer 0,2 GPa oder von größer 1 GPa oder von größer 10 GPa aufweist; und/oder wobei der Membrananschlag (150) ein Schubmodul von größer 0,05 GPa oder von größer 0,1 GPa oder von größer 10 GPa aufweist; und/oder wobei der Membrananschlag (150) unelastisch ist.

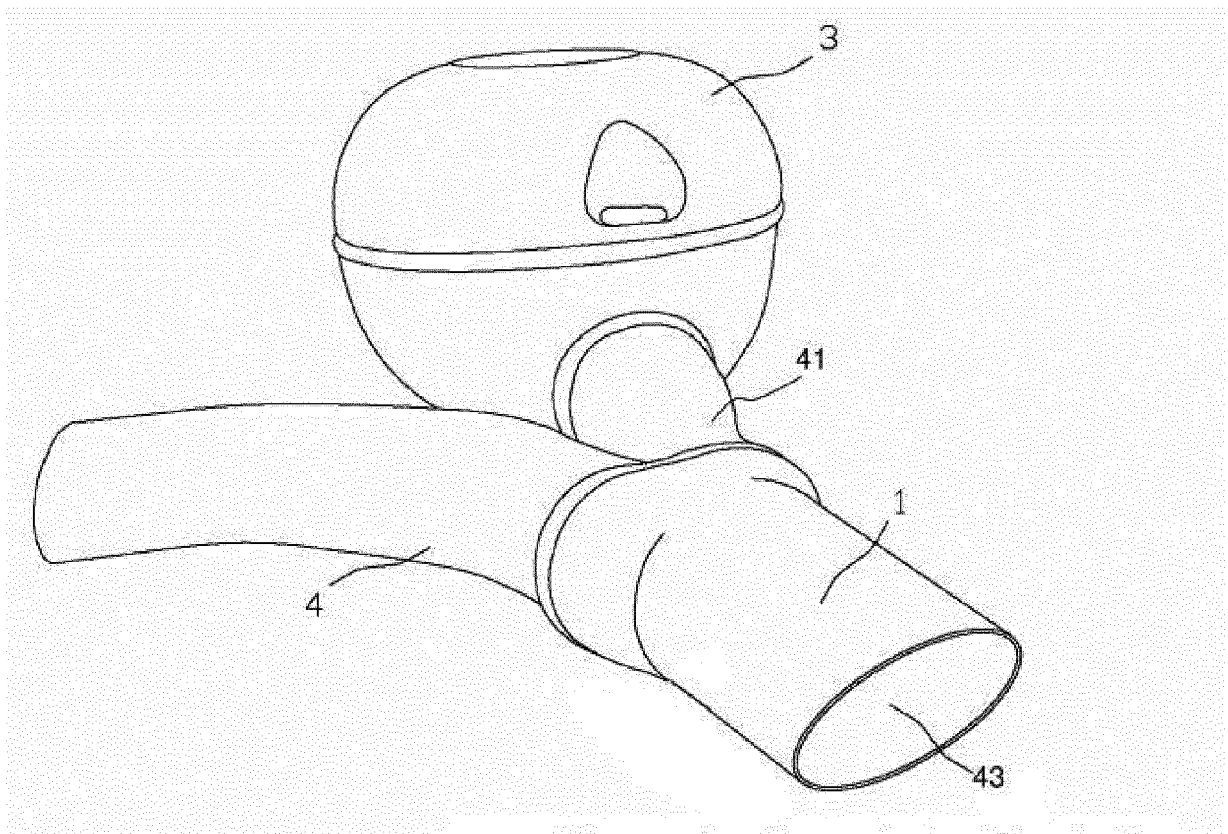
13. Schallerzeuger (103) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Membran (122) trichterförmig oder kugelkalottenförmig ist, wobei die Spitze bzw. Deckfläche der trichterförmigen Membran (122) bzw. der geometrische Mittelpunkt der kugelkalottenförmigen Membran dem Permanentmagneten zugewandt ist; wobei die insbesondere luftdichte Membran (122) über eine insbesondere luftdichte Sicke (127) mit dem Lautsprecherkorb (123) verbunden ist; und wobei der Schallerzeuger weiter ein Gehäuse (131) aufweist, an dem der Lautsprecherkorb (123) gehalten ist, wobei das Gehäuse (131) optional eine Anschlussöffnung zur fluiden Anbindung einer Ansauganlage bzw. Abgasanlage aufweist.

14. Antischall-System (7) für eine Ansauganlage (10) und/oder Abgasanlage (4) eines verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugs, aufweisend:

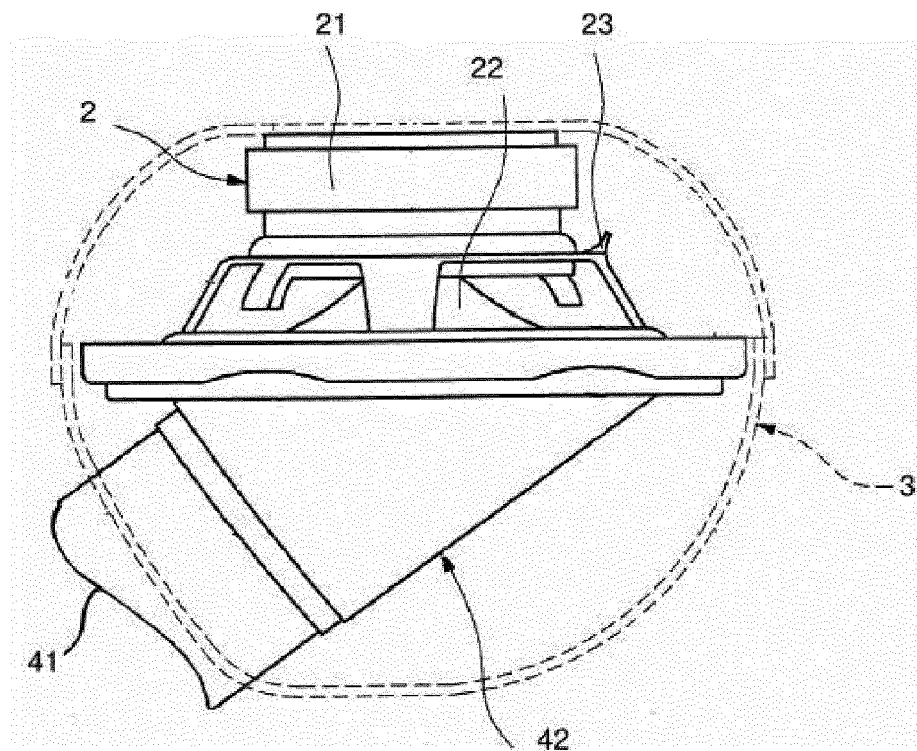
eine Antischall-Steuerung (8); und wenigstens einen Schallerzeuger (103) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Schwingspule (126) des wenigstens einen Schallerzeugers (103) elektrisch mit der Antischall-Steuerung (8) verbunden ist; wobei die Antischall-Steuerung (8) ausgebildet ist, wenigstens ein Steuersignal zu erzeugen und an die Schwingspule (126) des wenigstens einen Schallerzeugers (103) auszugeben, wobei das Steuersignal geeignet ist, Schall im Inneren der Ansauganlage und/oder Abgasanlage (4) zumindest teilweise und bevorzugt vollständig auszulöschen, wenn die Schwingspule (126) des wenigstens einen Schallerzeugers (103) mit diesem Steuersignal betrieben wird.

15. Kraftfahrzeug aufweisend:

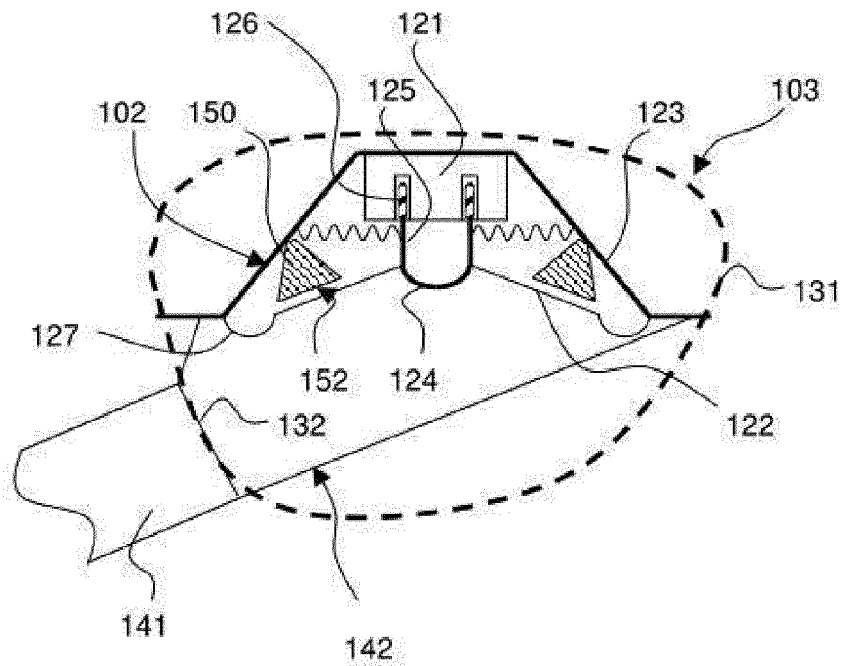
einen Verbrennungsmotor (6) mit einer Motorsteuerung (61); eine Ansauganlage (10) und eine Abgasanlage (4), die mit dem Verbrennungsmotor (6) in Fluidverbindung stehen; und eine Antischall-System (7) nach Anspruch 14, wobei der wenigstens eine Schallerzeuger (103) des Antischall-Systems (7) mit der Ansauganlage (10) oder Abgasanlage (4) in Fluidverbindung steht; und wobei die Antischall-Steuerung (8) des Antischall-Systems (7) elektrisch mit der Motorsteuerung (61) des Verbrennungsmotors (6) des Fahrzeugs verbunden ist.



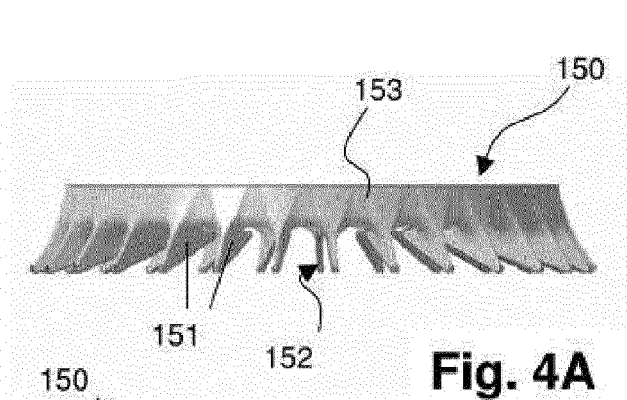
**Figur 1 - Stand der Technik**



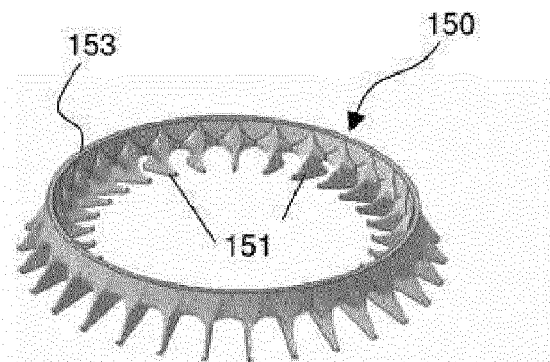
**Figur 2 - Stand der Technik**



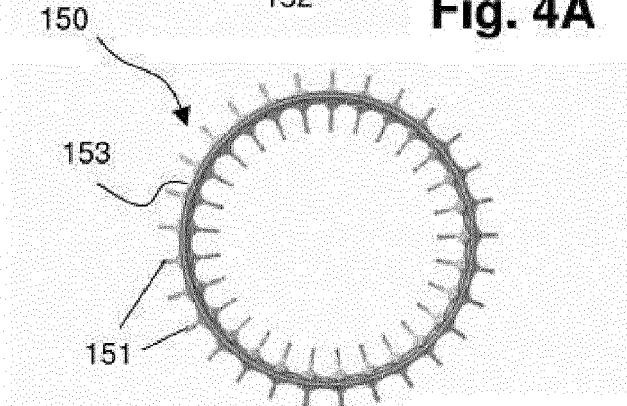
**Fig. 3**



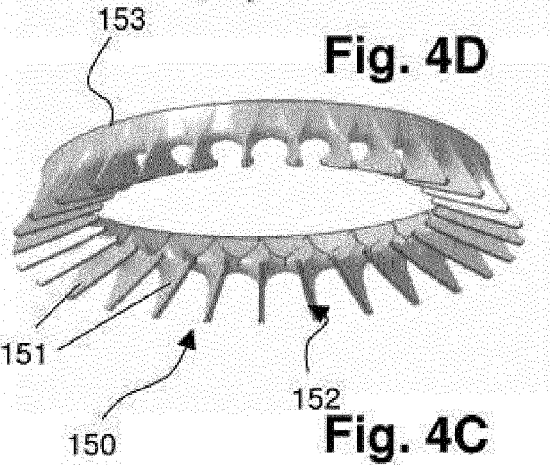
**Fig. 4A**



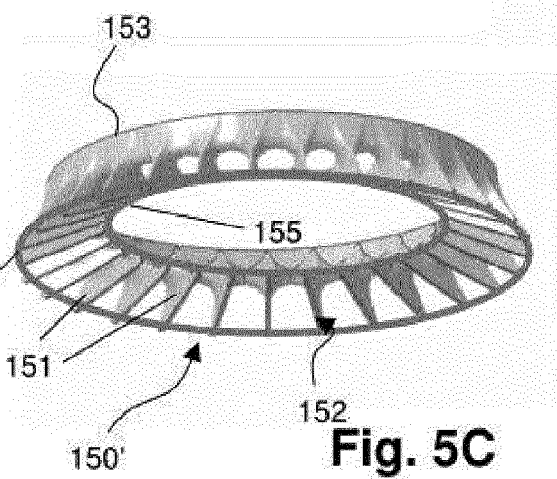
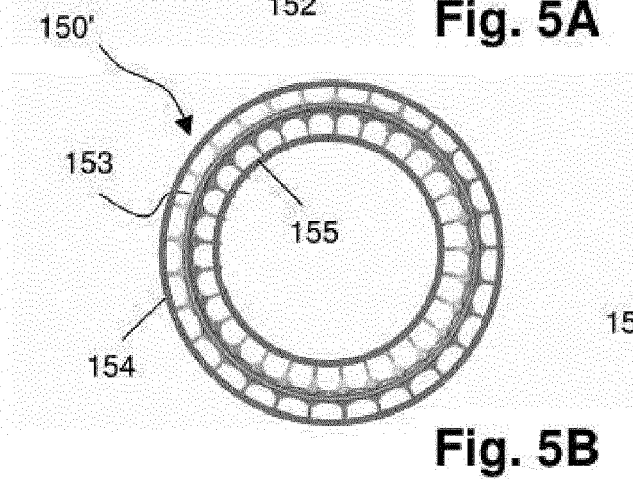
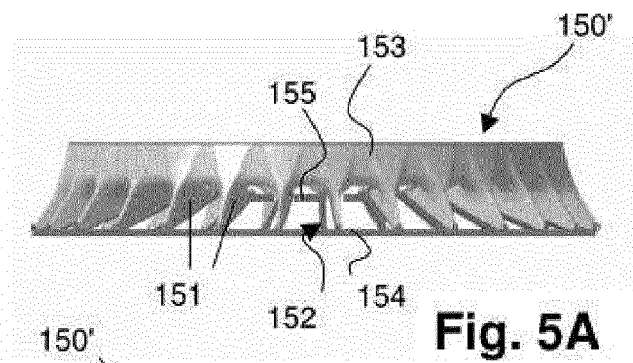
**Fig. 4D**

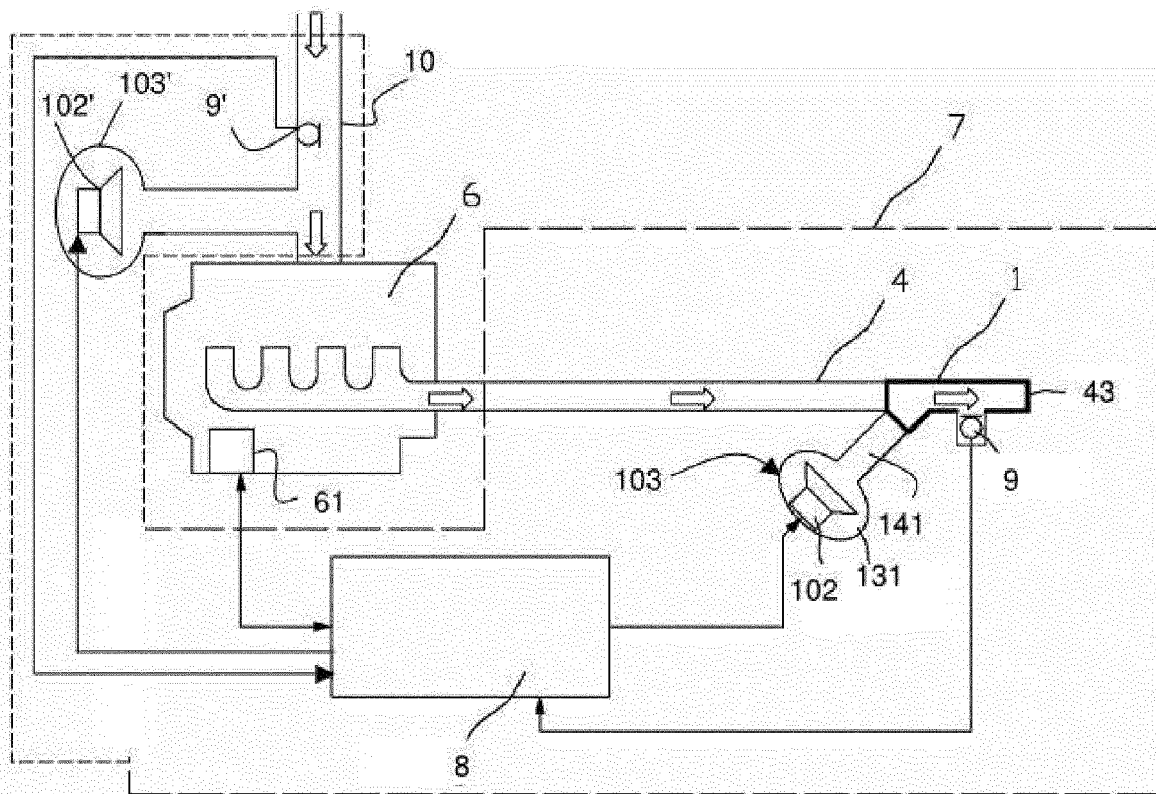


**Fig. 4B**

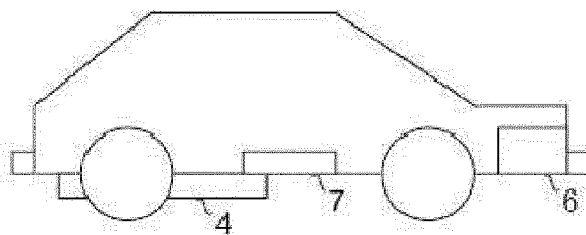


**Fig. 4C**





**Fig. 6**



**Fig. 7**



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 14 17 2712

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 1 515 583 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP] PANASONIC CORP [JP]) 16. März 2005 (2005-03-16)	1	INV. F01N1/06 G10K11/16
Y	* Zusammenfassung *	14,15	
A	* Absätze [0017] - [0022]; Abbildungen 1, 2, 5, 6 *	2-13	
	-----		
A	US 5 181 252 A (SAPIEJEWSKI ROMAN [US] ET AL) 19. Januar 1993 (1993-01-19) * Zusammenfassung; Abbildung 2 * * Abstützung der Lautsprechermembran 14 durch den Anschlag 15, siehe Fig. 2 *	1-15	
	-----		
Y,D	EP 2 108 791 A1 (EBERSPAECHER J GMBH & CO [DE]) 14. Oktober 2009 (2009-10-14)	14,15	
A	* Zusammenfassung; Abbildungen 2-4 *	1-13	
	-----		
A	CN 2 755 725 Y (ZHANG HONG [CN]) 1. Februar 2006 (2006-02-01) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1-15	
	-----		
A	DE 10 2011 106647 A1 (EBERSPAECHER J GMBH & CO [DE]) 10. Januar 2013 (2013-01-10) * das ganze Dokument *	1-15	
	-----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01N G10K H04R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 10. Dezember 2014	Prüfer Steinberger, Yvonne
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 3  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 17 2712

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-12-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1515583 A1	16-03-2005	CN 1698397 A	16-11-2005
		EP 1515583 A1	16-03-2005
		JP 3651470 B2	25-05-2005
		JP 2004304512 A	28-10-2004
		KR 20050030172 A	29-03-2005
		US 2005201588 A1	15-09-2005
		WO 2004089037 A1	14-10-2004
US 5181252 A	19-01-1993	KEINE	
EP 2108791 A1	14-10-2009	AT 490398 T	15-12-2010
		CN 101555818 A	14-10-2009
		DE 102008018085 A1	15-10-2009
		EP 2108791 A1	14-10-2009
		JP 5325642 B2	23-10-2013
		JP 2009250244 A	29-10-2009
		US 2009255754 A1	15-10-2009
CN 2755725 Y	01-02-2006	KEINE	
DE 102011106647 A1	10-01-2013	CN 102867509 A	09-01-2013
		DE 102011106647 A1	10-01-2013
		EP 2543835 A1	09-01-2013
		ES 2431540 T3	26-11-2013
		JP 5551214 B2	16-07-2014
		JP 2013015839 A	24-01-2013
		US 2013013147 A1	10-01-2013

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82



## 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 4177874 A [0006]
- US 5229556 A [0006]
- US 5233137 A [0006]
- US 5343533 A [0006]
- US 5336856 A [0006]
- US 5432857 A [0006]
- US 5600106 A [0006]
- US 5619020 A [0006]
- EP 0373188 A [0006]
- EP 0674097 A [0006]
- EP 0755045 A [0006]
- EP 0916817 A [0006]
- EP 1055804 A [0006]
- EP 1627996 A [0006]
- DE 19751596 [0006]
- DE 102006042224 [0006]
- DE 102008018085 [0006]
- DE 102009031848 [0006]
- EP 2108791 A1 [0009]