



(10) **DE 10 2012 109 872 B4** 2015.08.27

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 109 872.7**  
(22) Anmeldetag: **16.10.2012**  
(43) Offenlegungstag: **17.04.2014**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **27.08.2015**

(51) Int Cl.: **H04R 9/02 (2006.01)**  
**H04R 9/06 (2006.01)**  
**F01N 1/06 (2006.01)**  
**F28D 15/02 (2006.01)**  
**G10K 11/178 (2006.01)**  
**B60K 13/04 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Eberspächer Exhaust Technology GmbH & Co.  
KG, 66539 Neunkirchen, DE**

(72) Erfinder:  
**Wirth, Georg, 73230 Kirchheim, DE**

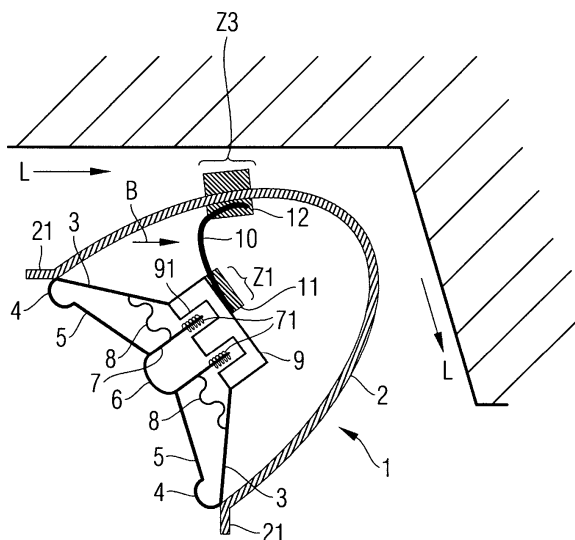
(74) Vertreter:  
**Patent- und Rechtsanwälte Diehl & Partner GbR,  
80636 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**US 2008 / 0 053 747 A1**  
**US 4 210 778 A**

(54) Bezeichnung: **Lautsprecher mit verbesserter thermischer Belastbarkeit**

(57) Hauptanspruch: Antischall-System (100) für Abgasanlagen eines verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugs, aufweisend:  
eine Antischall-Steuerung (102); und  
wenigstens einen Lautsprecher (1; 1'; 1''), welcher zum Empfang von Steuersignalen mit der Antischall-Steuerung (102) verbunden ist;  
wobei der Lautsprecher (1; 1'; 1'') in Abhängigkeit eines von der Antischall-Steuerung (102) empfangenen Steuersignals zum Erzeugen eines Anti-Schalls in einer Leitung (101) der Abgasanlage ausgebildet ist;  
wobei der Lautsprecher (1; 1'; 1'') aufweist:  
ein Lautsprechergehäuse (2; 2');  
einen Korb (3), welcher in dem Lautsprechergehäuse (2; 2') gehalten ist und einen Permanentmagneten (9) trägt; und  
eine Spule (91), welche in einem von dem Permanentmagneten (9) erzeugten magnetischen Gleichfeld angeordnet ist, und mit einer Membran (5) verbunden ist;  
wobei das Lautsprechergehäuse gegen Einflüsse von außen abgeschlossen ist; und  
wobei der wenigstens eine Lautsprecher (1; 1'; 1'') zum Empfang von Steuersignalen mit der Antischall-Steuerung (102) verbunden ist, wobei der Lautsprecher (1; 1'; 1'') in Abhängigkeit eines von der Antischall-Steuerung (102) empfangenen Steuersignals zum Erzeugen eines Anti-Schalls in einer Leitung (101) der Abgasanlage ausgebildet ist;  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Lautsprecher weiter wenigstens ein Wärmerohr (10) mit einer Heizzone (Z1) und einer Kühlzone (Z3) aufweist, wobei die Heizzone (Z1) an dem Permanentmagneten (9) und die Kühlzone (Z3) an dem Lautsprechergehäuse (2; 2') angeordnet ist;

wobei das Lautsprechergehäuse (2; 2') aus Kunststoff gebildet ist, und im Bereich, in welchem die Kühlzone (Z3) des wenigstens einen Wärmerohrs (10) angeordnet ist, einen abgedichteten oder eingespritzten Körper aufweist, dessen Wärmeleitfähigkeit wenigstens 100 W/(m·K) und insbesondere wenigstens 150 W/(m·K) beträgt.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Antischall-System mit wenigstens einem Lautsprecher, wie es in Abgasanlagen von verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugen bei der aktiven Auslöschung oder Beeinflussung von Schallwellen verwendet wird.

**[0002]** Das Dokument US 2008/0053747 A1 offenbart ein Antischall-System für Abgasanlagen eines verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugs mit den Merkmalen des Oberbegriffs des unabhängigen Anspruchs 1. Dabei ist der Permanentmagnet des Lautsprechers mittels eines wärmeleitenden Materials wie beispielsweise einer Wärmeleitpaste flächig mit dem Lautsprechergehäuse verbunden.

**[0003]** Ein Lautsprecher mit einem Lautsprechergehäuse, einem Lautsprecherkorb, einer Spule und einem Wärmerohr ist aus dem Dokument US 4,210,778 A bekannt. Der Lautsprecherkorb ist in dem Lautsprechergehäuse gehalten und trägt einen Permanentmagneten. Die Spule ist in einem von dem Permanentmagneten erzeugten magnetischen Gleichfeld angeordnet und mit einer Membran verbunden. Das Wärmerohr weist eine Heizzone und eine Kühlzone auf, wobei die Heizzone an dem Permanentmagneten und die Kühlzone in einer Öffnung in dem Lautsprechergehäuse angeordnet oder durch das Lautsprechergehäuse hindurch nach außerhalb des Lautsprechergehäuses geführt ist.

**[0004]** 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 Abgasanlage des Verbrennungsmotors.

**[0005]** 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 Hubraumvolumen häufig nicht mehr auf natürlichem Wege sicherstellen.

**[0006]** Die den Verbrennungsmotor als Körperschall durchlaufenden Geräusche lassen sich gut dämmen und stellen daher in der Regel kein Problem hinsichtlich des Lärmschutzes dar.

**[0007]** 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.

**[0008]** Als Alternative oder zur Ergänzung von Schalldämpfern werden seit einiger Zeit sogenannte Antischall-Systeme entwickelt, die den vom Verbrennungsmotor erzeugten und in der Abgasanlage geführten Luftschall 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.

**[0009]** Derartige Antischall-Systeme verwenden üblicherweise einen sogenannten Filtered-x Least Mean Squares (FxLMS) Algorithmus, der versucht, ein mittels eines Fehlermikrofons gemessenes Fehlersignal durch Ausgabe von Schall über wenigstens einen mit der Abgasanlage in Fluidverbindung stehenden Lautsprecher zumindest für ausgewählte Frequenzbänder auf Null zu regeln. Zum Erzielen einer 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 Grad aufweisen. 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 Grad verschobenen Sinusschwingungen bestimmt wird, und die Amplituden für diese Sinusschwingungen berechnet werden. Ziel von

Antischall-Systemen ist, dass die Schallauslöschung 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.

**[0010]** Ein entsprechendes Antischall-System kann von der Firma J. Eberspächer GmbH & Co. KG, Eberspächerstrasse 24, 73730 Esslingen, Deutschland bezogen werden.

**[0011]** Bei vorbekannten Antischall-Systemen für Abgasanlagen ist es nachteilig, dass es zu einer thermischen Überlastung einer Schwingspule des wenigstens einen Lautsprechers kommen kann. Ursächlich sind zum einen der mit dem Betrieb des Lautsprechers im Dauerbetrieb verbundene Energieeintrag, zum anderen die hohen Abgastemperaturen.

**[0012]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Antischall-Systemen für Abgasanlagen mit einem Lautsprecher bereitzustellen, der eine verbesserte thermische Belastbarkeit aufweist.

**[0013]** Die vorstehende Aufgabe wird durch die Kombination der Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen finden sich in den Unteransprüchen.

**[0014]** Ausführungsformen eines Antischall-Systems verwenden einen insbesondere elektrodynamischen Lautsprecher der ein Lautsprechergehäuse, einen Korb, welcher in dem Lautsprechergehäuse gehalten ist und einen Permanentmagneten trägt, eine Spule, welche in einem von dem Permanentmagneten erzeugten magnetischen Gleichfeld angeordnet ist, und mit einer Membran verbunden ist, und wenigstens ein Wärmerohr mit einer Heizzone und einer Kühlzone aufweist, wobei die Heizzone an dem Permanentmagneten und die Kühlzone an dem Lautsprechergehäuse angeordnet ist.

**[0015]** Ein Wärmerohr, das auch unter der Bezeichnung "Heatpipe" bekannt ist, ist ein Wärmeübertrager, der unter Nutzung von Verdampfungswärme eines Arbeitsmediums, welches in einem abgeschlossenen Volumen im Inneren des Wärmeübertragers angeordnet ist, eine höhere Wärmestromdichte erlaubt, als ein Festkörper mit gleichen Dimensionen. Zur Umwälzung des Arbeitsmediums sind keine mechanischen Hilfsmittel erforderlich, da die Umwälzung wahlweise mit Hilfe der Schwerkraft (Gravitationswärmerohr oder Thermosiphon) oder mittels Kapillaren (Heatpipe) erfolgt.

**[0016]** Durch Verwendung eines einerseits mit dem Permanentmagneten und andererseits mit dem Lautsprechergehäuse verbundenen Wärmerohrs ist es

möglich, unter Nutzung von Verdampfungswärme des im Wärmerohr enthaltenen Arbeitsmediums bei vergleichsweise geringem Materialeinsatz eine hohe Wärmestromdichte zwischen dem Permanentmagneten und dem Lautsprechergehäuse bereitzustellen. Somit ist es möglich, Wärme der Spule mittelbar über den Permanentmagneten, das Wärmerohr und das Lautsprechergehäuse nach außerhalb des Lautsprechers abzuführen.

**[0017]** Gemäß einer Ausführungsform weist das Wärmerohr ein durch eine Wandung festgelegtes schlauchförmiges hermetisch abgeschlossenes Volumen, im Inneren des Volumens aufgenommene Kapillaren und im Inneren des Volumens aufgenommenes Arbeitsmedium, welches das Volumen zu einem (insbesondere kleineren) Teil in flüssiger Form und zu einem (insbesondere größeren) Teil in gasförmiger Form ausfüllt, auf. Die Wandung kann aus Kunststoff oder Metall und insbesondere Kupfer bestehen. Die Kapillaren können von Röhrchen aus Kunststoff und/oder Metall und/oder einem Gewebe (insbesondere Metallgewebe) und/oder einem Geflecht (insbesondere Metallgeflecht) bereitgestellt werden. Bei dem Arbeitsmedium kann es sich insbesondere um  $(\text{CH}_3)\text{OH}$ ,  $(\text{CH}_3)\text{CO}_3\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$  handeln, da diese Stoffe eine Verdampfungstemperatur aufweisen, welche im Bereich der beim Betrieb des Lautsprechers auftretenden Temperatur der Spule und damit des Permanentmagneten liegt.

**[0018]** Gemäß einer Ausführungsform kann in dem abgeschlossenen Volumen des Wärmerohrs weiter ein Puffergas (z. B. Helium oder Argon) angeordnet sein, mittels welchem der Druck im Inneren des Volumens und damit der Siedepunkt des Arbeitsmediums eingestellt werden kann.

**[0019]** Gemäß einer Ausführungsform weist das Lautsprechergehäuse im Bereich der Anordnung des wenigstens einen Wärmerohrs an seiner Außenseite Kühlrippen auf. Hierdurch kann die von dem einen Wärmerohr bereitgestellte Wärme gut nach außerhalb des Lautsprechers abgeführt werden.

**[0020]** Gemäß einer Ausführungsform ist das wenigstens eine Wärmerohr dauerhaft und starr mit dem Permanentmagneten verbunden. Auf diese Weise bilden der Korb mit dem daran befestigten Permanentmagneten und dem Wärmerohr eine Einheit, was die Montage des Lautsprechers im Lautsprechergehäuse erleichtert. Weiter kann durch die dauerhafte und starre Befestigung der Heizzone des Wärmerohrs am Permanentmagneten ein guter Wärmeübergang zwischen dem Permanentmagneten und dem Wärmerohr sichergestellt werden. Gemäß einer Ausführungsform wird der Wärmeübergang durch Vorsehen einer Wärmeleitpaste unterstützt.

**[0021]** Gemäß einer Ausführungsform ist das wenigstens eine Wärmerohr an der Kühlzone lösbar und/oder verschiebbar mit dem Lautsprechergehäuse verbunden. Dies erleichtert zum einen eine Montage und stellt zum anderen sicher, dass Toleranzen und thermische Verspannungen ausgeglichen werden können. Gemäß einer Ausführungsform kann ein verbleibender Spalt durch Vorsehen einer Wärmeleitpaste ausgeglichen werden.

**[0022]** Gemäß einer Ausführungsform weist das wenigstens eine Wärmerohr an der Kühlzone und/oder der Heizzone einen Block aus einem Material auf, dessen Wärmeleitfähigkeit wenigstens  $100 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  und insbesondere wenigstens  $150 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  beträgt, und erfolgt die Anordnung der Kühlzone bzw. Heizzone des wenigstens einen Wärmerohrs am Permanentmagneten bzw. Lautsprechergehäuse mittelbar über den Block. Durch Verwendung eines derartigen Blocks kann die Fläche, über welche ein Wärmeübergang erfolgt, vergrößert werden.

**[0023]** Gemäß einer Ausführungsform weist jeder Block die einfache und insbesondere die doppelte Masse des wenigstens einen Wärmeleitrohrs auf. Gemäß einer Ausführungsform ist der Block aus Metall und insbesondere aus Kupfer, Silber oder Aluminium gebildet. Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist der Block aus Graphit gebildet.

**[0024]** Gemäß einer Ausführungsform erfolgt die Befestigung des Blocks am Permanentmagneten bzw. Lautsprechergehäuse durch eine Schnappverbindung oder durch Verschrauben oder durch Andrücken mittels einer Feder oder durch Verlöten oder durch Verkleben oder durch Verschweißen.

**[0025]** Gemäß einer Ausführungsform ist das Lautsprechergehäuse aus Kunststoff gebildet, und weist das Lautsprechergehäuse im Bereich, in welchem die Kühlzone des wenigstens einen Wärmerohrs angeordnet ist, einen abgedichteten oder eingespritzten Körper auf, dessen Wärmeleitfähigkeit wenigstens  $100 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  und insbesondere wenigstens  $150 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  beträgt. Beispielsweise kann ein Verbindungsstück aus Metall oder Graphit eingebracht sein, um eine hohe Wärmeleitfähigkeit in diesem Bereich sicherzustellen.

**[0026]** Gemäß einer Ausführungsform weist der Permanentmagnet wenigstens eine Bohrung auf, in welcher die Heizzone des wenigstens einen Wärmerohrs angeordnet ist, wobei die Spule die Bohrung zumindest abschnittsweise umgibt. Auf diese Weise kann die Heizzone des Wärmerohrs besonders nahe an die Spule herangeführt werden.

**[0027]** Ausführungsformen betreffen eine Verwendung des vorstehend beschriebenen Lautsprechers

für die aktive Auslöschung oder Beeinflussung von Schallwellen.

**[0028]** Ausführungsformen eines Antischall-Systems für Abgasanlagen eines verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugs weisen eine Antischall-Steuerung und wenigstens einen Lautsprecher mit den vorstehenden Merkmalen auf, welcher zum Empfang von Steuersignalen mit der Antischall-Steuerung verbunden ist, wobei der Lautsprecher in Abhängigkeit eines von der Antischall-Steuerung empfangenen Steuersignals zum Erzeugen eines Anti-Schalls in einem Schallerzeuger, welcher mit der Abgasanlage in Fluidverbindung gebracht werden kann, ausgebildet ist. Für die Lautsprecher von Antischall-Systemen für Abgasanlagen eines verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugs steht häufig nur ein sehr kleiner Bauraum zur Verfügung, so dass das Lautsprechergehäuse entsprechend klein gewählt werden muss. Dieses Gehäuse muss zudem hermetisch gegen Einflüsse von außen (Regen, Streusalz etc.) abgeschlossen sein. Zudem erfolgt die Anordnung in der Regel neben den die heißen Abgase führenden Leitungen der Abgasanlage und damit in einem Umfeld, in welchem von Hause aus vergleichsweise hohe Temperaturen vorliegen.

**[0029]** In diesem Zusammenhang 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.

**[0030]** 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 eines Ausführungsbeispiels der Erfindung wird auf die beiliegenden Figuren Bezug genommen, von denen

**[0031]** Fig. 1A eine schematische Querschnittsansicht auf einen Lautsprecher gemäß einer ersten Ausführungsform ist;

**[0032]** Fig. 1B eine Ansicht auf das Wärmerohr gemäß der ersten Ausführungsform aus Fig. 1A entlang der Blickrichtung B ist;

**[0033]** Fig. 1C eine schematische Querschnittsansicht durch ein Wärmerohr der ersten Ausführungsform aus Fig. 1A ist;

**[0034]** Fig. 2 eine schematische Querschnittsansicht auf einen Lautsprecher gemäß einer zweiten Ausführungsform ist;

**[0035]** Fig. 3 eine schematische Querschnittsansicht auf einen Lautsprecher gemäß einer dritten Ausführungsform ist;

**[0036]** Fig. 4 eine schematische Ansicht auf Komponenten eines Antischall-Systems für Abgasanlagen eines verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugs ist; und

**[0037]** Fig. 5 ein Blockdiagramm des Antischall-Systems aus Fig. 4 ist.

**[0038]** Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Fig. 1A, Fig. 1B und Fig. 1C ein Lautsprecher gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erläutert.

**[0039]** Der insgesamt mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnete Lautsprecher weist ein Lautsprechergehäuse 2 aus Kunststoff auf, welches über Anschlussflansche 21 mit Leitungen 101 einer Abgasanlage eines Antischall-Systems 100 verbunden werden kann. Das Lautsprechergehäuse 2 hält einen Korb 3 aus Metallblech, welcher einen Permanentmagneten 9 trägt. Der Korb 3 weist insgesamt die Form eines Kegelstumpfes auf. Der Korb 3 hält über eine Sicke 4 aus elastischem Kunststoff eine Membran 5 aus Kunststoff auf, welche Membran 5 insgesamt ebenfalls die Form eines Kegelstumpfes aufweist. An der Deckfläche des von der Membran 5 gebildeten Kegelstumpfes sind eine Abdeckkappe 6 sowie ein Spulenträger 7 befestigt. Der Spulenträger 7 ist an seinem der Membran 5 abgewandten Ende in einem in dem Permanentmagneten 9 vorgesehenen Ringspalt 91 angeordnet, und trägt eine Spule 71. Diese Spule 17 ist daher in einem von dem Permanentmagneten 9 erzeugten magnetischen Gleichfeld angeordnet. Es ist zu beachten, dass die Breite des Ringspalts 91 in der Figur stark überzeichnet ist. Der Spulenträger 7 wird mittels einer Zentrierspinne 8 gegenüber dem Ringspalt 91 zentriert. Bei der Zentrierspinne 8 handelt es sich um zwischen dem Spulenträger 7 und dem Korb 3 sternförmig aufgespannte Federn. Bei dem Korb 3, der Sicke 4, der Membran 5, der

Abdeckkappe 6, dem Spulenträger 7 sowie dem Permanentmagneten 9 handelt es sich in der gezeigten Ausführungsform um rotationssymmetrische Körper mit gleicher Symmetrieachse.

**[0040]** An dem Permanentmagneten 9 sind an der dem Korb 3 abgewandten Seite drei Wärmerohre 10 mit jeweils einer Heizzone Z1 und einer Kühlzone Z3 angeordnet. Dabei sind die Wärmerohre 10 an ihrer Heizzone Z1 in einen massiven Aluminiumblock 11 eingebettet. Der Aluminiumblock 11 ist flächig mit dem Permanentmagneten verklebt. An ihrer Kühlzone Z3 sind die Wärmerohre 10 in Nuten geführt, welche in einen weiteren massiven Aluminiumblock 12 eingebracht sind. Der Aluminiumblock 12 durchdringt die Wandung des Lautsprechergehäuses 2 und weist auf seiner den Wärmerohren abgewandten Seite Kühlrippen auf. Dies ist besonders gut aus Fig. 1B ersichtlich, welche die Wärmerohre 10 entlang der Blickrichtung B in Fig. 1A zeigt.

**[0041]** Wie aus Fig. 1A ersichtlich, werden die Kühlrippen des Aluminiumblocks 12 durch eine Luftführung mit Luft L beaufschlagt.

**[0042]** Die Funktionsweise und der genaue Aufbau der Wärmerohre 10 aus Fig. 1A und Fig. 1B wird nachfolgend anhand Fig. 1C erläutert. Fig. 1C zeigt eine schematische Querschnittsansicht durch ein Wärmerohr 10 aus Fig. 1A, wobei das Wärmerohr 10 noch nicht gebogen ist, sondern sich geradlinig erstreckt.

**[0043]** Das insgesamt zylindrische Wärmerohr 10 weist eine Wandung 13 aus Metall auf, welche im Inneren des Wärmerohrs ein schlauchförmiges hermetisch abgeschlossenes Volumen festlegt. Die Wandung 13 ist an der Innenseite des Wärmerohrs 10 mit einer Schicht aus Metallgeflecht 14 ausgekleidet, welches Metallgeflecht 14 Kapillaren bereitstellt. Das Metallgeflecht 14 ist mit einem Arbeitsmedium, im vorliegenden Fall (CH<sub>3</sub>)OH, getränkt. Das verbleibende Innenvolumen des Wärmerohrs 10 ist teilweise mit verdampftem (CH<sub>3</sub>)OH und teilweise mit Argon gefüllt, wobei das Argon lediglich dazu dient, den Druck im Inneren des Wärmerohrs 10 und damit den Siedepunkt des (CH<sub>3</sub>)OH einzustellen.

**[0044]** Wird der Wandung 13 des Wärmerohrs 10 nun in einer Heizzone Z1 Energie in Form von Wärme zugeführt, so verdampft das im Metallgeflecht 14 befindliche (CH<sub>3</sub>)OH in das freie Innenvolumen des Wärmerohrs 10. Gleichzeitig wird aufgrund der Kapillarkraft dem in der Heizzone Z1 befindlichen Metallgeflecht 14 flüssiges (CH<sub>3</sub>)OH zugeführt. Wird der Wandung 13 des Wärmerohrs 10 gleichzeitig in einer Kühlzone Z3 Energie in Form von Wärme entzogen, so kondensiert das gasförmige (CH<sub>3</sub>)OH wieder und trinkt das in der Kühlzone Z3 befindliche Metallgeflecht 14. Gleichzeitig strömt neues gasförmiges

(CH<sub>3</sub>)OH in den Bereich der Kühlzone Z3 nach. Der Fluss des flüssigen (CH<sub>3</sub>)OH ist in der Figur durch die Pfeile **15** und der Strom des gasförmigen (CH<sub>3</sub>)OH ist in der Figur durch die Pfeile **16** verdeutlicht. Die Heizzone Z1 wird auch als Verdampfungszone und die Kühlzone Z3 als Kondensationszone bezeichnet. Der Bereich Z2 zwischen Heizzone Z1 und Kühlzone Z3 wird als adiabatische Transportzone bezeichnet.

**[0045]** Die in der ersten Ausführungsform gezeigte Anordnung der Kühlzone Z3 oberhalb der Heizzone Z1 des Wärmerohrs **10** weist den Vorteil auf, dass der Rückfluss des Arbeitsmediums im Wärmerohr **10** durch die Schwerkraft unterstützt wird. Das Vorsehen eines Kapillaren bereitstellenden Metallgeflechts ist daher nur fakultativ.

**[0046]** Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf **Fig. 2** eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lautsprechers **1'** beschrieben. Da diese Ausführungsform der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform sehr ähnlich ist, wird im Folgenden nur auf Unterschiede eingegangen und ansonsten auf das vorstehend Gesagte verwiesen.

**[0047]** Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform dadurch, dass die Kühlzone Z3 des Wärmerohrs **10** unterhalb der Heizzone Z1 angeordnet ist. Somit ist für einen Rücktransport des im Wärmerohr **10** befindlichen Arbeitsmediums zwingend erforderlich, dass im Wärmerohr **10** entsprechende Kapillaren angeordnet sind. In dieser zweiten Ausführungsform handelt es sich bei dem Arbeitsmedium um NH<sub>3</sub> und werden die Kapillaren durch im Wärmerohr **10** befindliche Kunststoffröhrchen bereit gestellt.

**[0048]** Weiter unterscheidet sich die in **Fig. 2** gezeigte zweite Ausführungsform von der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform dadurch, dass das die Kühlzone Z3 des Wärmerohrs aufnehmende und die Kühlrippen an der Außenseite des Lautsprechergehäuses **2** bildende Material **12'** mit dem Material, aus welchem das Lautsprechergehäuse gebildet ist, identisch ist. Anders als in der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform sind die Wärmeleitrohre **10** in dieser Ausführungsform in der Kühlzone Z3 fest mit dem Lautsprechergehäuse **2** verbunden und werden in der Heizzone Z1 in Nuten geführt, die in einen mit dem Permanentmagneten **9** verklebten Kupferblock eingebracht sind. Zur Unterstützung der Wärmeleitung ist in den Nuten zudem Wärmeleitpaste angeordnet.

**[0049]** Auch in der Ausführungsform der **Fig. 2** ist im Permanentmagnet **9** ein Ringspalt angeordnet und trägt der Spulenträger **7** eine im Ringspalt angeordnete Spule, jedoch sind Ringspalt und Spule anders als in **Fig. 1A** nicht eigens gezeigt.

**[0050]** Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf **Fig. 3** eine dritte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Lautsprechers **1''** beschrieben. Da diese Ausführungsform der vorstehend beschriebenen ersten und zweiten Ausführungsform sehr ähnlich ist, wird im Folgenden nur auf Unterschiede eingegangen und ansonsten auf das vorstehend Gesagte verwiesen.

**[0051]** Die in **Fig. 3** gezeigte dritte Ausführungsform unterscheidet sich von der vorstehend beschriebenen ersten und zweiten Ausführungsform dadurch, dass nur zwei Wärmerohre **10** vorgesehen sind, die im Bereich ihrer Heizzone Z1 direkt in Bohrungen gehalten sind, welche innerhalb des die Spule **71** aufnehmenden Ringspalts **91** in den Permanentmagneten **9** eingebracht sind. Die Übertragung der Wärme von dem Permanentmagneten **9** auf die Wärmerohre **10** erfolgt somit unmittelbar. Im Bereich ihrer Kühlzone Z3 durchdringen die Wärmerohre **10** das Lautsprechergehäuse **2** und bilden so selber unmittelbar Kühlkörper aus, die an der Außenseite des Lautsprechergehäuses **2** angeordnet sind.

**[0052]** Abschließend wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 4** und **Fig. 5** die Verwendung eines erfindungsgemäßen Lautsprechers für die aktive Auslöschung oder Beeinflussung von Schallwellen in einem Antischall-System für Abgasanlagen eines verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugs beschrieben.

**[0053]** Da der Lautsprecher bis auf eine abweichende Form des Lautsprechergehäuses **2'** den in der ersten Ausführungsform beschriebenen Aufbau aufweist, wird im Folgenden nur auf die besonderen Merkmale des Antischall-Systems eingegangen.

**[0054]** Das Antischall-System **100** weist eine Antischall-Steuerung **102** auf, welche elektrisch zum Austausch von Steuer- bzw. Messsignalen mit der Motorsteuerung einer Verbrennungskraftmaschine **103**, einem in einer Leitungen **101** einer Abgasanlage des Antischall-Systems **100** angeordneten Fehlermikrofon **104** sowie dem Lautsprecher **1** verbunden ist. In Abhängigkeit von einem durch die Motorsteuerung der Verbrennungskraftmaschine **103** erfassten Betriebszustand der Verbrennungskraftmaschine **103** berechnet die Antischall-Steuerung **102** Steuersignale, welche dem Lautsprecher **1** zugeführt werden, um Anti-Schall zu erzeugen, welcher in der Leitung **101** geführten Luftschall in Betrag und Phase zumindest teilweise auslöscht. Über das Fehlermikrofon **104** kann eine weitere Regelung des Steuersignals erfolgen, so dass am Endrohr **105** der Abgasanlage Luftschall mit reduziertem Schalldruck ausgegeben wird. Der Lautsprecher **1** ist dabei so im Unterboden eines Kraftfahrzeugs montiert, dass er – wie in **Fig. 1A** gezeigt – durch Zufuhr von Fahrtwind eine zusätzliche Kühlung erfährt.

**[0055]** Es wird betont, dass die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele nur beispielhaft sind, und den durch die Ansprüche festgelegten Schutzbereich nicht beschränken sollen.

### Patentansprüche

1. Antischall-System (**100**) für Abgasanlagen eines verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugs, aufweisend:  
eine Antischall-Steuerung (**102**); und  
wenigstens einen Lautsprecher (**1**; **1'**; **1''**), welcher zum Empfang von Steuersignalen mit der Antischall-Steuerung (**102**) verbunden ist;  
wobei der Lautsprecher (**1**; **1'**; **1''**) in Abhängigkeit eines von der Antischall-Steuerung (**102**) empfangenen Steuersignals zum Erzeugen eines Anti-Schalls in einer Leitung (**101**) der Abgasanlage ausgebildet ist;  
wobei der Lautsprecher (**1**; **1'**; **1''**) aufweist:  
ein Lautsprechergehäuse (**2**; **2'**);  
einen Korb (**3**), welcher in dem Lautsprechergehäuse (**2**; **2'**) gehalten ist und einen Permanentmagneten (**9**) trägt; und  
eine Spule (**91**), welche in einem von dem Permanentmagneten (**9**) erzeugten magnetischen Gleichfeld angeordnet ist, und mit einer Membran (**5**) verbunden ist;  
wobei das Lautsprechergehäuse gegen Einflüsse von außen abgeschlossen ist; und  
wobei der wenigstens eine Lautsprecher (**1**; **1'**; **1''**) zum Empfang von Steuersignalen mit der Antischall-Steuerung (**102**) verbunden ist, wobei der Lautsprecher (**1**; **1'**; **1''**) in Abhängigkeit eines von der Antischall-Steuerung (**102**) empfangenen Steuersignals zum Erzeugen eines Anti-Schalls in einer Leitung (**101**) der Abgasanlage ausgebildet ist;  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass der Lautsprecher weiter wenigstens ein Wärmerohr (**10**) mit einer Heizzone (Z1) und einer Kühlzone (Z3) aufweist, wobei die Heizzone (Z1) an dem Permanentmagneten (**9**) und die Kühlzone (Z3) an dem Lautsprechergehäuse (**2**; **2'**) angeordnet ist;  
wobei das Lautsprechergehäuse (**2**; **2'**) aus Kunststoff gebildet ist, und im Bereich, in welchem die Kühlzone (Z3) des wenigstens einen Wärmerohrs (**10**) angeordnet ist, einen abgedichteten oder eingespritzten Körper aufweist, dessen Wärmeleitfähigkeit wenigstens 100 W/(m·K) und insbesondere wenigstens 150 W/(m·K) beträgt.

2. Antischall-System (**100**) nach Anspruch 1, wobei das Wärmerohr (**10**) aufweist:  
ein durch eine Wandung (**13**) festgelegtes schlauchförmiges hermetisch abgeschlossenes Volumen, wobei die Wandung (**13**) insbesondere aus Metall gebildet ist;  
im Inneren des Volumens aufgenommene Kapillaren (**14**), welche insbesondere von Kunststoffröhrchen und/oder Metallröhrchen und/oder einem Ge-

webe und/oder einem Geflecht bereitgestellt werden; und  
im Inneren des Volumens aufgenommenes Arbeitsmedium, insbesondere (CH<sub>3</sub>)OH, (CH<sub>3</sub>)CO, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, welches das Volumen zu einem kleineren Teil in flüssiger Form und zu einem größeren Teil in gasförmiger Form ausfüllt.

3. Antischall-System (**100**) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Lautsprechergehäuse (**2**; **2'**) im Bereich der Anordnung des wenigstens einen Wärmerohrs (**10**) an seiner Außenseite Kühlrippen aufweist.

4. Antischall-System (**100**) nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei das wenigstens eine Wärmerohr (**10**) dauerhaft und starr mit dem Permanentmagneten (**9**) verbunden ist.

5. Antischall-System (**100**) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das wenigstens eine Wärmerohr (**10**) an der Kühlzone (Z3) lösbar und/oder verschiebbar mit dem Lautsprechergehäuse (**2**; **2'**) verbunden ist.

6. Antischall-System (**100**) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das wenigstens eine Wärmerohr (**10**) an der Kühlzone (Z3) und/oder der Heizzone (Z1) einen Block aus einem Material aufweist, dessen Wärmeleitfähigkeit wenigstens 100 W/(m·K) und insbesondere wenigstens 150 W/(m·K) beträgt; und die Anordnung der Kühlzone (Z3) bzw. Heizzone (Z1) des wenigstens einen Wärmerohrs (**10**) am Permanentmagneten (**9**) bzw. Lautsprechergehäuse (**2**; **2'**) mittelbar über den Block erfolgt.

7. Antischall-System (**100**) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Permanentmagnet (**9**) wenigstens eine Bohrung aufweist, in welcher die Heizzone (Z1) des wenigstens einen Wärmerohrs (**10**) angeordnet ist, wobei die Spule (**91**) die Bohrung zumindest abschnittsweise umgibt.

8. Verwendung eines Lautsprechers mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 7 für die aktive Auslöschung oder Beeinflussung von Schallwellen.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

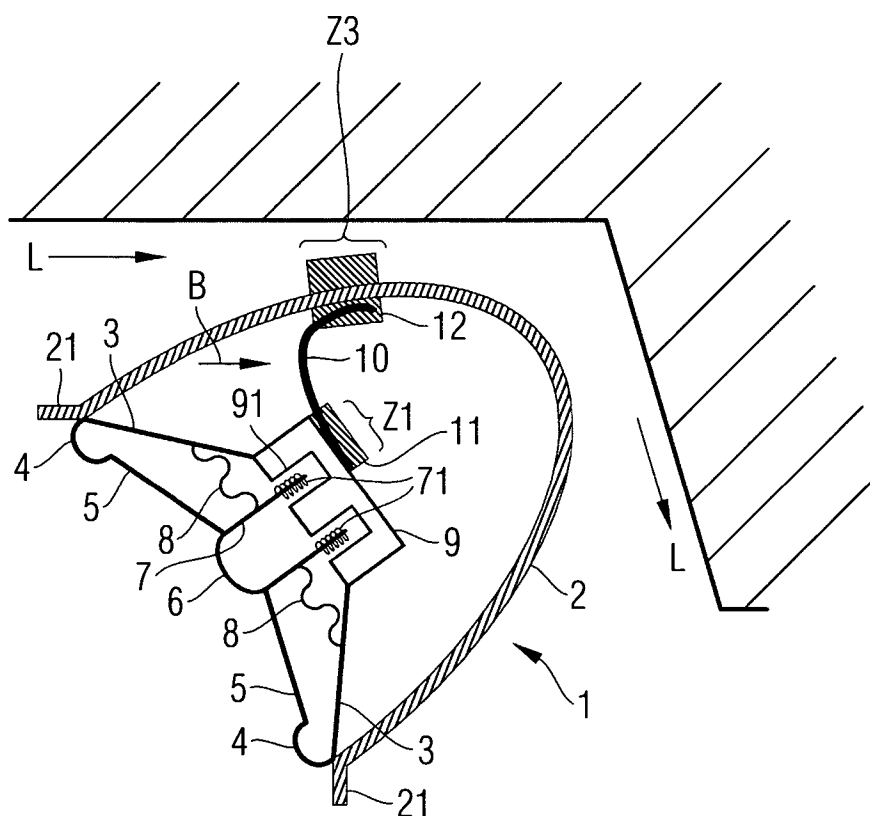


FIG 1A

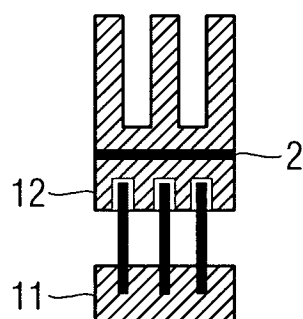


FIG 1B



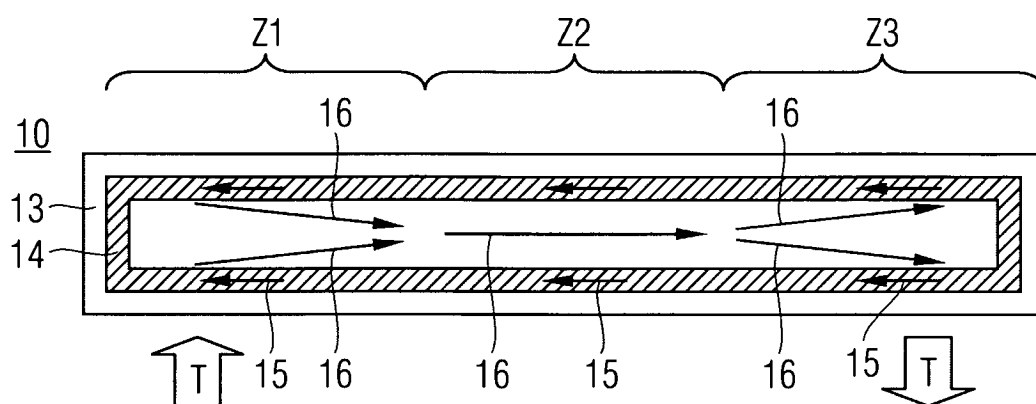


FIG 1C

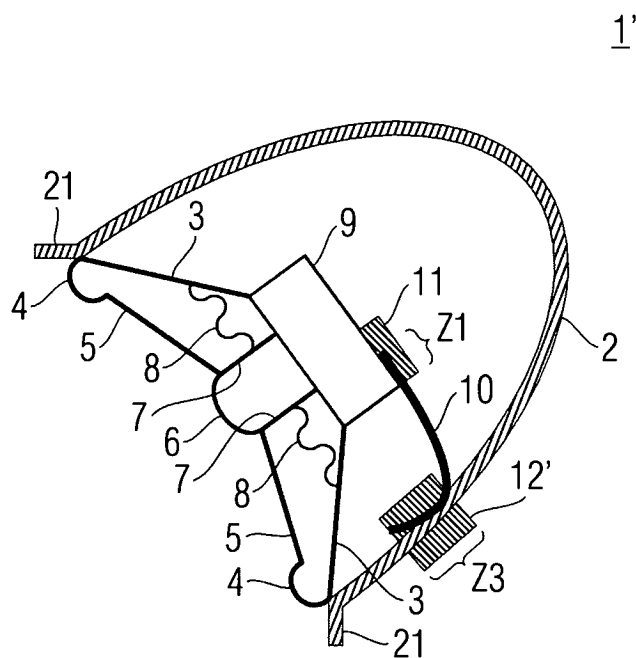


FIG 2

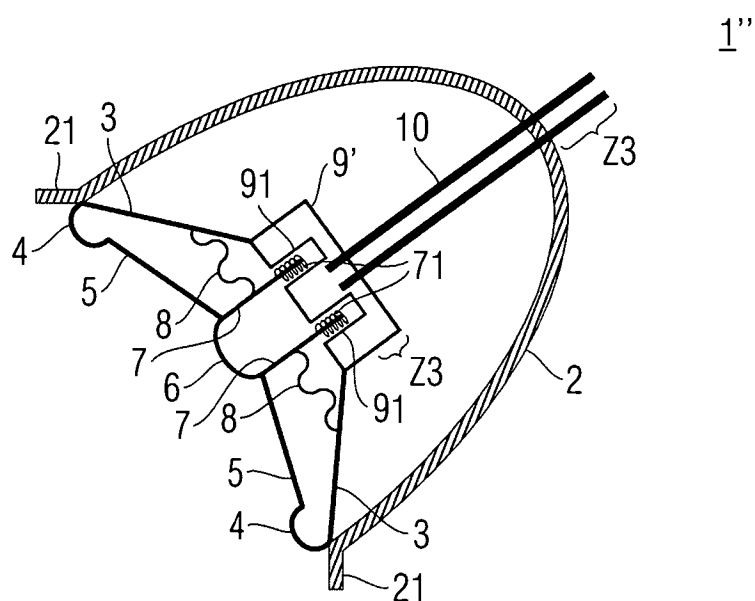


FIG 3

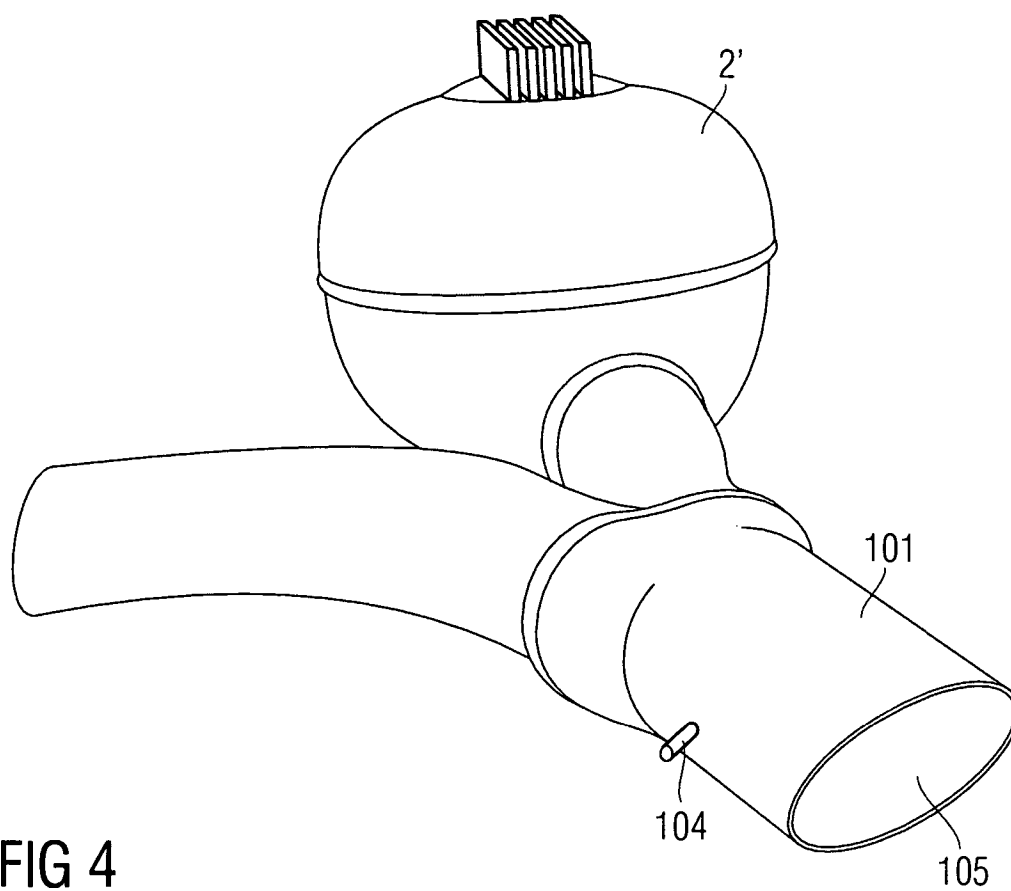


FIG 4

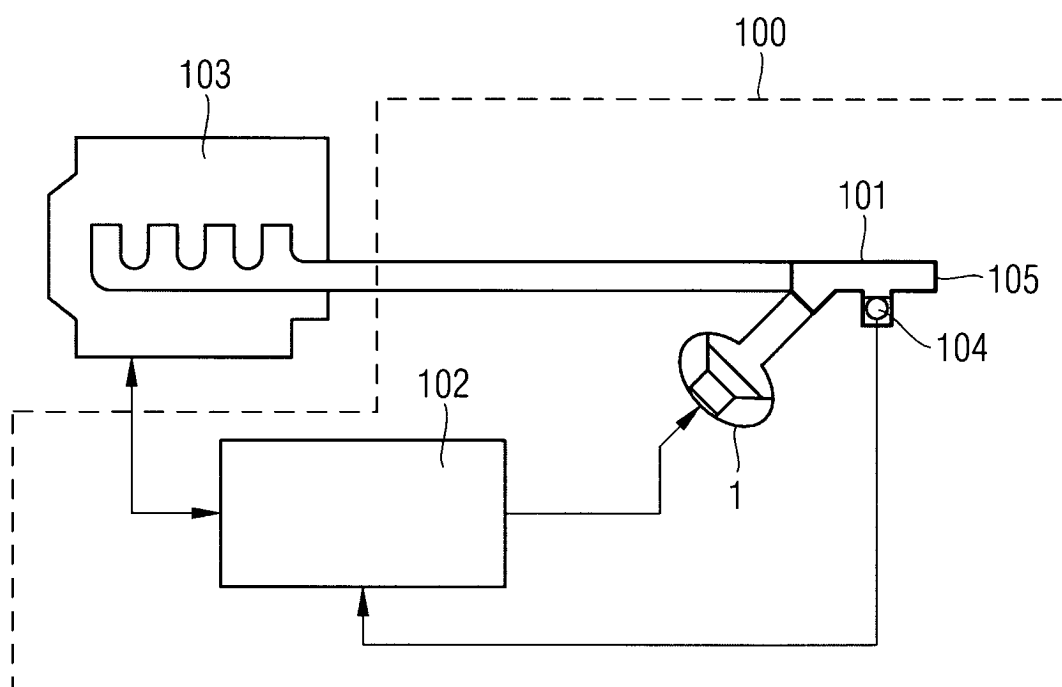


FIG 5