



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**12.03.2008 Patentblatt 2008/11**

(51) Int Cl.:  
**F01N 1/06<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **07113287.2**

(22) Anmeldetag: **27.07.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK YU**

(72) Erfinder:  
 • **KRÜGER, Jan**  
**73765, Neuhausen (DE)**  
 • **CASTOR, Frank**  
**73730, Esslingen (DE)**

(30) Priorität: **06.09.2006 DE 102006042224**

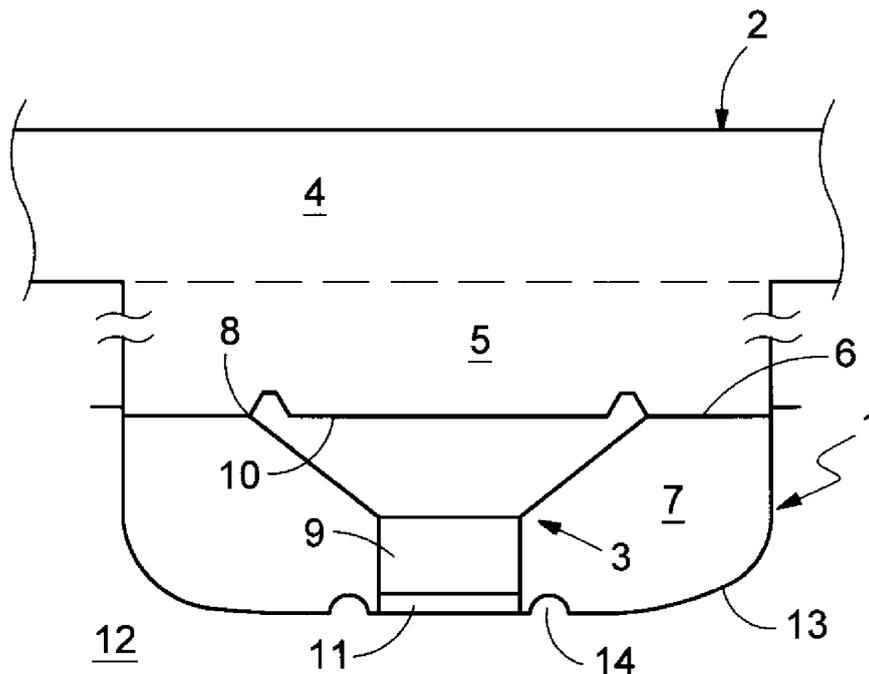
(74) Vertreter: **Bongen, Renaud & Partner**  
**Waiblinger Strasse 11**  
**70372 Stuttgart (DE)**

(71) Anmelder: **J. Eberspächer GmbH & Co. KG**  
**73730 Esslingen (DE)**

(54) **Aktiver Schalldämpfer für eine Abgasanlage**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen aktiven Schalldämpfer (1) für eine Abgasanlage (2) einer Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, mit zumindest einem Antischallerzeuger (3) zur Beaufschlagung von Abgas mit Antischall, wobei der Antischaller-

zeuger (3) einen Membranantrieb (9) aufweist, mit dem er über wenigstens ein Kopplungselement (11) wärmeleitend und schalldämpfend mit einer, mit der Umgebung (12) in Kontakt stehenden Außenwand (13) des Schalldämpfers (1) gekoppelt ist.



**Fig.1**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen aktiven Schalldämpfer für eine Abgasanlage einer Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug.

**[0002]** Aufgrund stetig steigenden Anforderungen hinsichtlich der erlaubten Schallemissionen von Abgasanlagen, kommen in den letzten Jahren vermehrt Abgasanlagen mit sogenannter aktiver Lärmbekämpfung durch Antischall zum Einsatz. Die Funktionsweise beruht dabei auf der Auslösung zweier sich überlagernder Schallsignale, wobei dem Störschall der Abgasanlage ein synthetisch erzeugtes, meist von Lautsprechern abgestrahltes, gegenphasiges Signal (Antischall) derart überlagert wird, dass das Störsignal vorzugsweise vollständig ausgelöscht wird. Ein Vorteil derartiger aktiver Systeme besteht insbesondere in deren geringer Baugröße und deren Flexibilität, wobei sich insbesondere moderne Systeme dynamisch an sich verändernde Betriebsbedingungen, wie beispielsweise verschiedene Drehzahlen oder verschiedene Motorengeräusche, anpassen können. Kritisch hingegen ist die Temperaturbelastung, welche üblicherweise in der Abgasanlage herrscht und welche von dem Antischallerzeuger über lange Zeit ohne Beeinträchtigungen ertragen werden muss. Dabei wird bei modernen Abgasanlage mit aktiven Schalldämpfern versucht, letztere wärmetechnisch von der Abgasanlage zu entkoppeln und/oder zusätzlich zu kühlen.

**[0003]** Aus der EP 1 055 804 B1 ist ein aktiver Abgasschalldämpfer für eine Abgasanlage in Kraftfahrzeugen bekannt, welcher ein Gehäuse umfasst, das von einem in seiner Rohrwand eine Schallkopplungsstelle aufweisenden Abgasrohr durchsetzt ist. Weiterhin ist eine Einspeisungsstelle für Antischall vorhanden, welche mit der Schallkopplungsstelle über den einen Resonanzkanal bildenden Innenraum des Gehäuses verbunden ist. Generell sind dabei der die Einspeisungsstelle enthaltende Abschnitt und der die Schallkopplungsstelle enthaltende Abschnitt des Resonanzkanals durch einen von Kühlluft durchströmten Kühlpalt voneinander getrennt, wodurch sich einerseits eine kompakte Bauweise und andererseits eine ausreichende Kühlung eines wärmeempfindlichen Lautsprechers verwirklichen lassen soll. Die Ausbildung des Kühlkanals bzw. des Kühlpaltes ist jedoch konstruktiv aufwändig und dadurch teuer.

**[0004]** Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für einen aktiven Abgasschalldämpfer eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, bei welcher insbesondere eine verbesserte Kühlung eines Antischallerzeugers durch eine konstruktiv einfache Maßnahme erreicht wird.

**[0005]** Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0006]** Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, bei einem aktiven Schalldämpfer für eine Abgasanlage einer Brennkraftmaschine einen

besonders hitzeempfindlichen Teil eines Antischallerzeugers wärmeübertragend und gleichzeitig schalldämpfend mit einer von kühler Umgebungsluft umströmten Außenwand zu verbinden und dadurch einerseits effektiv zu kühlen und andererseits eine Schallübertragung von einem Membrantrieb des Antischallerzeugers über die Außenwand in die Umgebung zu verhindern. Der Antischallerzeuger ist dabei zur Beaufschlagung von Abgasen mit Antischall ausgebildet und weist einen Membrantrieb, insbesondere einen elektromechanischen Membrantrieb, in der Art eines Schwingungserzeugers auf, welcher die erforderlichen Antischallsignale erzeugt und an eine Membran weiterleitet. Da insbesondere der Membrantrieb des Antischallerzeugers beim Betrieb des Antischallerzeugers zusätzlich zu den Abgasen Wärme produziert, ist es vorteilhaft, diesen aktiv zu kühlen, in dem er über ein wärmeleitendes und schalldämpfendes Kopplungselement mit oben erwähnter Außenwand gekoppelt wird. Die Wärme übertragende Kopplung zwischen der Außenwand und dem Membrantrieb des Antischallerzeugers führt zu einem Wärmeabfluss vom Membrantrieb über das Kopplungselement und die Außenwand in die Umgebung und dadurch zu einer aktiven Kühlung des Membrantriebs. Gleichzeitig wird durch die schalldämpfende Kopplung, beispielsweise einer mechanisch elastischen Kopplung, verhindert, dass sich Schwingungen des Membrantriebs auf die mit der Umgebung in Kontakt stehende Außenwand übertragen und dadurch die Schallemission reduzierende Wirkung des aktiven Schalldämpfers kontrahieren.

**[0007]** Zweckmäßig besteht das Kopplungselement aus einem wärmeleitenden und gleichzeitig schalldämpfenden Material. Denkbar sind hierbei gut wärmeleitende, zähe Substanzen, beispielsweise in Form von sogenannter Wärmeleitpaste oder eine Schicht eines gut wärmeleitenden, elastischen Materials, beispielsweise eines sogenannten Wärmeleit-Pads. Neben der hervorragenden Wärmeleitung erfüllen diese Substanzen bzw. Materialien durch die hohe Kompressibilität einen für die Fertigung nötigen Toleranzausgleich eines Spaltes zwischen der Außenwand und dem Membrantrieb des Antischallerzeugers, welcher zwar einerseits schalltechnisch vorhanden sein muss, andererseits jedoch so klein als möglich ausgeführt sein sollte. Eine derartige Wärmeleitpaste ermöglicht somit einen guten Wärmeübertrag zwischen dem Membrantrieb des Antischallerzeugers und der mit der Umgebung in Kontakt stehenden Außenwand, wodurch die Wärme über die Außenwand schnell abgeführt werden kann und dadurch eine effektive Kühlung des Membrantriebs erreicht werden kann. Gleichzeitig bewirkt die Elastizität der Wärmeleitpaste eine schalltechnische Entkopplung zwischen Membrantrieb und Außenwand.

**[0008]** Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung ist der Antischallerzeuger ein Lautsprecher, der eine vom Membrantrieb anregbare Schwingungsmembran aufweist. Dabei können handels-

übliche Lautsprecher in Betracht gezogen werden, welche eine erforderliche Bandbreite an Frequenzen zur Erzeugung geeigneten Antischalls abdecken. Wichtig ist dabei jedoch, dass der Lautsprecher zumindest eine gewisse Temperaturbelastung beeinträchtigungslos über längere Zeit ertragen kann, wobei der Lautsprecher in der Abgasanlage auftretende Temperaturen vorzugsweise über die gesamte Lebensdauer des aktiven Schalldämpfers ertragen kann.

**[0009]** Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung weist die mit der Umgebung in Kontakt stehende Außenwand zumindest eines der nachfolgenden Wärmeübertragungselemente auf: Sicke, strukturierte Oberfläche, Windleitelement. Alle drei genannte Wärmeübertragungselemente tragen dazu bei, eine Oberfläche der Außenwand zu vergrößern und dadurch einen Wärmeaustausch mit der Umgebung zu beschleunigen. Insbesondere Sicken oder Kühlrippen sind dabei zur Steigerung des Wärmeaustausches hinlänglich bekannt. Gleichfalls eingesetzt werden können sogenannte Windleitelemente, welche einen Fahrtwind so umlenken bzw. leiten, dass eine möglichst hohe Wärmeübertragungsrate erzielt werden kann. Richtig angeordnet, erhöhen sie eine Wärmeübertragung zwischen Umgebung und Außenwand und damit auch eine Wärmeübertragung zwischen dem Membranantrieb und der Außenwand, wodurch der Membranantrieb effektiver gekühlt werden kann und dadurch seine Lebensdauer verlängert werden kann.

**[0010]** Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

**[0011]** 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.

**[0012]** 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 Bauteile beziehen.

**[0013]** Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine Schnittdarstellung durch einen erfindungsgemäßen aktiven Schalldämpfer,

Fig. 2 eine Ansicht auf eine Außenseite des erfindungsgemäßen Schalldämpfers.

**[0014]** Entsprechend Fig. 1 umfasst ein erfindungsgemäßer, aktiver Schalldämpfer 1 für eine lediglich teilweise dargestellte Abgasanlage 2 einer Brennkraftmaschine zumindest einen Antischallerzeuger 3 zur Beaufschlagung von Abgas mit Antischall. Die Abgasanlage 2 kann dabei insbesondere wie in der Fig. 1 dargestellt ausge-

führt sein, in der sie ein abgasführendes Rohr 4 aufweist, welches im Bereich des Schalldämpfers 1 schalldurchlässig, insbesondere perforiert, ist. Denkbar ist selbstverständlich auch eine andere Anordnung bzw. Ausführungsform des abgasführenden Rohrs 4. Dabei steht ein Inneres des abgasführenden Rohrs 4 zumindest schalltechnisch gesehen kommunizierend mit einem ersten Raum 5 des aktiven Schalldämpfers 1 in Verbindung. Der erste Raum 5 seinerseits ist durch eine Trennwand 6 von einem zweiten Raum 7 getrennt, wobei die Trennwand 6 eine Wandöffnung 8 aufweist. Dabei sei ausdrücklich angemerkt, dass die gemäß Fig. 1 gewählte Darstellung mit dem abgasführenden Rohr 4, dem ersten Raum 5, der Trennwand 6 und dem zweiten Raum 7 rein exemplarisch zu verstehen ist, so dass auch andere Ausführungsformen bzw. andere Anordnungen des Antischallerzeugers 3 bezüglich der Abgasanlage 2 von der Erfindung mit umfasst sein sollen.

**[0015]** Im zweiten Raum 7 ist der Antischallerzeuger 3 angeordnet, wobei dieser zumindest aus einem schwingungserzeugenden Membranantrieb 9 und einer diese Schwingungen abstrahlende Membran 10 besteht. Dabei ist der Antischallerzeuger 3 so im zweiten Raum 7 angeordnet, dass er den ersten Raum 5 durch die Wandöffnung 8 hindurch mit Antischall beaufschlagt. Denkbar ist dabei, dass die Membran 10 des Antischallerzeugers 3 die Wandöffnung 8 dicht abschließt. Ebenfalls vorstellbar ist, dass die Membran 10 des Antischallerzeugers 3 Bestandteil der Trennwand 6 ist und beispielsweise zusammen mit dieser hergestellt wird.

**[0016]** Im Betrieb des aktiven Schalldämpfers 1 erzeugt der Antischallerzeuger 3 Schallsignale, welche die vom im Rohr 4 strömenden Abgasstrom ausgehenden Schallwellen vorzugsweise eliminiert. Dies kann beispielsweise über eine phasenverschobene Aussendung von Antischallsignalen erfolgen, welche die durch das im Abgasrohr 4 strömende Abgas erzeugte Störsignale derart überdeckt, dass letztere ausgelöscht werden.

**[0017]** Da die Abgasanlage 2 während des Betriebs relativ hohe Betriebstemperaturen erreichen kann und zudem der Membranantrieb 9 im Betrieb ebenfalls Wärme erzeugt, kann es zu hohen Temperaturbelastungen kommen, welche die Lebensdauer des Antischallerzeugers 3 beeinträchtigen. Um dem entgegen zu wirken und damit die Lebensdauer des Antischallerzeugers 3 verlängern zu können, sollte letzterer vorzugsweise gekühlt werden. Eine derartige Kühlung erreicht die erfindungsgemäße Lösung dadurch, dass der Membranantrieb 9 des Antischallerzeugers 3 über wenigstens ein Kopplungselement 11 wärmeleitend und schalldämpfend mit einer, mit der Umgebung 12 in Kontakt stehenden Außenwand 13 des Schalldämpfers 1 gekoppelt ist. Das wärmeleitende und schalldämpfende Kopplungselement 11 bewirkt dabei eine Wärmeübertragung vom Membranantrieb 9 über das Kopplungselement 11 in die Außenwand 13 des Schalldämpfers 1, von wo die Wärme in die Umgebung 12 abgeführt werden kann. Die Außenwand 13 wirkt somit als Kühloberfläche für den Mem-

branantrieb 9.

[0018] Die schalldämpfende Ausbildung des Kopplungselementes 11 hingegen verhindert eine Übertragung von Schall vom Antischallerzeuger 3 auf die Außenwand 13 und von dieser eine Abstrahlung in die Umgebung 12. Dabei kann das Kopplungselement 11 aus einem wärmeleitenden und gleichzeitig schalldämpfenden Material, beispielsweise in Form einer zähen Substanz, wie beispielsweise eine Wärmeleitpaste oder einer Schicht eines gut wärmeleitenden elastischen Materials bestehen. Neben einer erhöhten Wärmeleitung erfüllt eine derartige Substanz bzw. ein derartiges Material einen für die Fertigung des Schalldämpfers 1 nötigen Toleranzausgleich, da zwischen dem Membranantrieb 9 und der Außenwand 13 stets ein Spalt vorhanden sein muss, dieser jedoch so klein wie möglich sein sollte. Als Membranantrieb 9 kommt hierbei beispielsweise eine übliche Magnetspule in Betracht. Eine weitere wichtige Eigenschaft des Kopplungselements 11 ist eine gewisse mechanische Elastizität, welche eine Übertragung von Schallwellen vom Membranantrieb 9 über das Kopplungselement 11 in die Außenwand 13 verhindert. Hierdurch wird vermieden, dass die Außenwand 13 als schallabstrahlende Membran fungiert und dadurch die schalldämpfende Wirkung des Antischallerzeugers 3 zu Nichte macht. Das Kopplungselement 11 weist dabei üblicherweise eine Dicke von ca. 0,1 mm bis ca. 5 mm auf.

[0019] Um eine Wärmeübertragung zwischen der Außenwand 13 über das Kopplungselement 11 und dem Membranantrieb 9 des Antischallerzeugers 3 weiter steigern zu können und damit eine weiter verbesserte Kühlung des Membranantriebs 9 erreichen zu können, ist die mit der Umgebung 12 in Kontakt stehende Außenwand 13 des Schalldämpfers 1 so ausgebildet, dass eine erhöhte Wärmeübertragung zur Umgebung 12 stattfinden kann. Dies wird beispielsweise durch spezielle Wärmeübertragungselemente 14 oder durch eine entsprechende Ausgestaltung der Oberfläche der Außenwand 13 erreicht. Eine entsprechend gestaltete Oberfläche kann dabei eine stark zerklüftete Struktur aufweisen, wodurch die Oberfläche vergrößert wird und somit der Kühleffekt unterstützt wird. Als Wärmeübertragungselemente 14 kommen beispielsweise Rippen, Sicken und Windleitelemente in Betracht, welche ebenfalls die Oberfläche der Außenwand 13 vergrößern oder darüber hinaus eine spezifische Luftströmung erzeugen, welche die Kühlwirkung zusätzlich unterstützt. Dabei ist davon auszugehen, dass die Außenwand 13 des Schalldämpfers 1 üblicherweise unterhalb eines Kraftfahrzeugs angeordnet ist und dadurch im Betrieb des Kraftfahrzeugs dem Fahrtwind ausgesetzt wird.

[0020] Generell können dabei die Wärmeleitelemente 14 wie eben beschrieben beispielsweise als Sicken oder Rippen ausgebildet sein und entweder eine geradlinige oder eine gekrümmte Gestalt aufweisen. In Fig. 2 ist eine Sicke 14' an der Außenwand 13 ausgebildet, welche im wesentlichen kreisrund ist und welche an eine Form des Membranantriebs 9 angepasst ist, so dass die Sicke 14'

den Membranantrieb 9 umgibt. Allgemein gesprochen kann dabei eine dem Membranantrieb 9 zugewandte Oberfläche der Außenwand 13 an eine, der Außenwand 13 zugewandte Kontur des Membranantriebs 9 angepasst sein.

[0021] Die Kopplung zwischen dem Antischallerzeuger 3 und der Außenwand 13 durch das Kopplungselement 11 bewirkt darüber hinaus eine Versteifung der Außenwand 13, wodurch diese deutlich weniger vom Antischallerzeuger 3 erzeugten Antischall nach außen abstrahlt. Ohne jeden mechanischen Kontakt zwischen der Außenwand 13 und dem Membranantrieb 9 würde die Außenwand 13 aufgrund der hohen, durch den Antischallerzeuger 3 erzeugten Schalldruckpegel deutlich mehr Körperschall abstrahlen, so dass, um dem entgegen wirken zu können, die Blechstärke der Außenwand 13 signifikant erhöht werden müsste, was wiederum eine höhere Masse und höhere Kosten sowie einen höheren Wärmeleitwiderstand zur Folge hätte und dadurch die Wärmeabfuhr des Membranantriebs 9 verschlechtern würde.

#### Patentansprüche

1. Aktiver Schalldämpfer (1) für eine Abgasanlage (82) einer Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, mit zumindest einem Antischallerzeuger (3) zur Beaufschlagung von Abgas mit Antischall, wobei der Antischallerzeuger (3) einen Membranantrieb (9) aufweist, mit dem er über wenigstens ein Kopplungselement (11) wärmeleitend und schalldämpfend mit einer, mit der Umgebung (12) in Kontakt stehenden Außenwand (13) des Schalldämpfers (1) gekoppelt ist.
2. Schalldämpfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kopplungselement (11) aus einem wärmeleitenden und gleichzeitig schalldämpfenden Material besteht.
3. Schalldämpfer nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kopplungselement (11) eine Dicke von ca. 0,1 bis 5,0 mm aufweist.
4. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antischallerzeuger (3) ein Lautsprecher ist und eine vom Membranantrieb (9) anregbare Schwingungsmembran (10) aufweist.
5. Schalldämpfer nach einem Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mit der Umgebung (12) in Kontakt stehenden Außenwand (13) des Schalldämpfers (1) so ausgebildet ist, dass eine erhöhte Wärmeübertragung

zur Umgebung (12) stattfinden kann.

6. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die mit der Umgebung (12) in Kontakt stehende Außenwand (13) zumindest eines der nachfolgenden Wärmeübertragungselemente (14) aufweist: Sicke, strukturierte Oberfläche, Windleitelement. 5
7. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** eine dem Membrantrieb (9) zugewandte Oberfläche der Außenwand (13) an eine, der Außenwand (13) zugewandte Kontur des Membrantriebs (9) angepasst ist. 10  
 15
8. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** der aktive Schalldämpfer (1) ein abgasführendes, perforiertes Rohr (4) aufweist, das mit einem ersten Raum (5) schallübertragend verbunden ist, 20
  - **dass** der Antischallerzeuger (3) in einem, durch eine Trennwand (6) mit einer Wandöffnung (8) vom ersten Raum (5) getrennten zweiten Raum (7) angeordnet ist, wobei der Antischallerzeuger (3) den ersten Raum (5) durch die Wandöffnung (8) mit Antischall beaufschlagen kann. 25  
 30
9. Schalldämpfer nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** die Membran (10) des Antischallerzeugers (3) die Wandöffnung (8) dicht abschließt, und/oder 35
  - **dass** die Membran (10) des Antischallerzeugers (3) Bestandteil der Trennwand (6) ist. 40

45

50

55

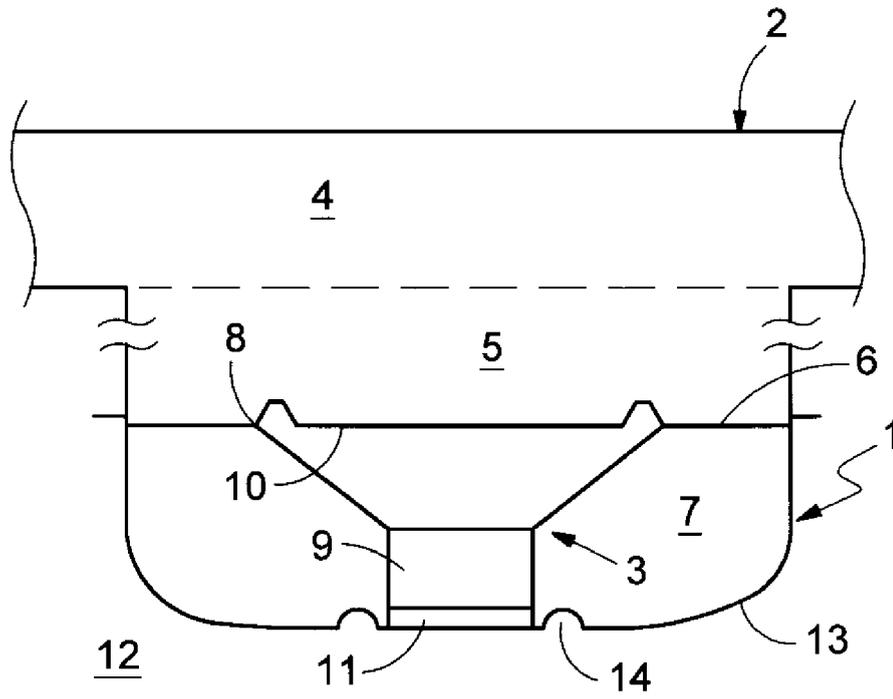


Fig.1

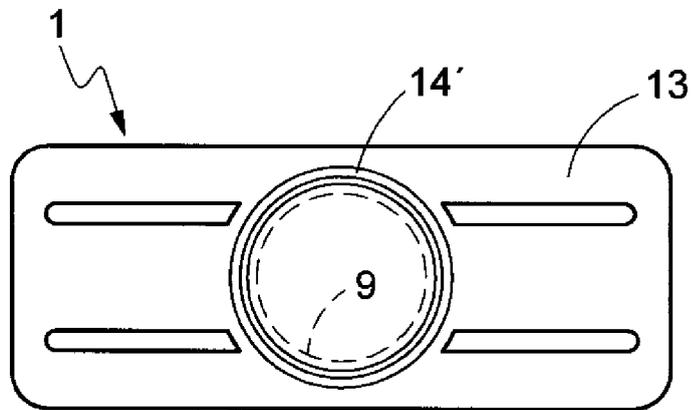


Fig.2

**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**

- EP 1055804 B1 [0003]