(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 138 700 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
08.10.2014 Patentblatt 2014/41

(51) Int Cl.:
F02M 35/024 *(2006.01)* ***F02M 35/14*** *(2006.01)*
F02M 35/02 *(2006.01)* ***F02M 35/10*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **09162269.6**

(22) Anmeldetag: **09.06.2009**

(54) **Luftfilter und damit ausgestattete Frischluftanlage**

Air filter and fresh air intake system equipped therewith

Filtre d'air et dispositif d'air frais équipé de celui-ci

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK TR

(30) Priorität: **25.06.2008 DE 102008030197**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.12.2009 Patentblatt 2009/53

(73) Patentinhaber: **Mahle International GmbH**
70376 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder: **Zirkelbach, Thomas**
71732, Tamm (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 152 132
EP-A2- 1 111 228
WO-A1-01/16477
JP-A- 8 270 518
JP-A- 9 126 076

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

EP 2 138 700 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Luftfilter für eine Frischluftanlage einer Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft außerdem eine mit einem derartigen Luftfilter ausgestattete Frischluftanlage einer Brennkraftmaschine, insbesondere in einem Kraftfahrzeug.

[0002] Aus der WO 01/16477 A1 ist ein Luftfilter für eine Frischluftanlage einer in einem Fahrzeug angeordneten Brennkraftmaschine bekannt. Das Luftfilter besitzt ein Filtergehäuse, das zwei aus Kunststoff hergestellte Gehäuseschalen aufweist. Im Filtergehäuse ist ein Filterelement so angeordnet, dass es einen Reinraum von einem Rohraum trennt. Beim bekannten Luftfilter weist eine der Gehäuseschalen eine Membran auf, die separat hergestellt ist und mit der Gehäuseschale verklebt ist. Die Membran dient dabei zur passiven Schallmodulation, beispielsweise um ein Ansauggeräusch der Brennkraftmaschine zu reduzieren bzw. um dieses in einer bestimmten Weise zu verändern.

[0003] Aus der EP 1 111 228 A2 ist ein weiteres Luftfilter bekannt, bei dem eine Membran integral mit einer Gehäuseschale hergestellt ist. Auch diese Membran wird passiv zu Schwingungen angeregt, um eine gezielte Soundmodulation zu ermöglichen.

[0004] Aus der US 2001/0049999 A1 ist eine Frischluftanlage für eine Brennkraftmaschine bekannt, die mit einer aktive Schallmodulationseinrichtung ausgestattet ist. Die Schallmodulationseinrichtung umfasst einen Lautsprecher, ein Mikrofon sowie ein Steuergerät, das eingangsseitig an das Mikrofon und ausgangsseitig an den Lautsprecher angeschlossen ist. Die Schallmodulationseinrichtung umfasst ferner ein Einrichtungsgehäuse, in dem der Lautsprecher mit einem eigenen Lautsprechergehäuse angeordnet ist, und ermöglicht eine aktive Schalldämpfung mittels Antischall. Die bekannte Frischluftanlage umfasst außerdem ein Luftfilter mit einem Filtergehäuse und einem darin angeordneten Filterelement. Dabei sind in einem Hauptgehäuse das Luftfilter mit seinem Filtergehäuse und die Schallmodulationseinrichtung mit ihrem Einrichtungsgehäuse angeordnet.

[0005] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für ein Luftfilter der eingangs genannten Art bzw. für eine damit ausgestattete Frischluftanlage eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere dadurch auszeichnet, dass sie einen relativ hohen Integrationsgrad aufweist, dabei einen relativ kompakten Aufbau besitzt und insbesondere preiswert herstellbar ist.

[0006] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0007] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, das Luftfilter mit einem Lautsprecher auszustatten, der beispielsweise ein Bestandteil einer Schallmodulationseinrichtung sein kann. Der Lautsprecher besitzt eine Lautsprechermembran, die mit einem elektromagnetischen Aktuator betätigbar ist. Beim erfindungsgemäßen Luftfilter ist die Lautsprechermembran integral mit einer der Gehäuseschalen spritzgeformt, während ein Lautsprechergehäuse an besagte Gehäuseschale angebaut ist.

[0008] Durch die bauliche Zusammenfassung des Luftfilters mit einem Lautsprecher erhält das Luftfilter eine zusätzliche Funktionalität. Insbesondere kann es für eine aktive Schallmodulationseinrichtung verwendet werden. Da die Lautsprechermembran integral mit einer der Gehäuseschalen des Filtergehäuses spritzgeformt ist, reduziert sich der Herstellungsaufwand, wobei gleichzeitig eine kompakte Bauweise realisierbar ist.

[0009] Für die Betätigung der Lautsprechermembran kann der Aktuator eine elektromagnetische Spule aufweisen, die mit einem an der Lautsprechermembran befestigten weichmagnetischen Anker zusammenwirkt. Entsprechend einer vorteilhaften Ausführungsform kann die Lautsprechermembran eine damit integral spritzgeformte Ankeraufnahme zum Festlegen des Ankers aufweisen. Hierdurch wird der Integrationsgrad weiter erhöht, was die Herstellungskosten senkt.

[0010] Der Integrationsgrad lässt sich entsprechend einer vorteilhaften Ausführungsform weiter steigern, wenn zumindest eine der Gehäuseschalen integral mit einer Mikrofonaufnahme spritzgeformt ist, mit deren Hilfe ein Mikrofon an der jeweiligen Gehäuseschale festlegbar ist. Alternativ kann zumindest eine der Gehäuseschalen integral mit einem Gehäuseteil eines Mikrofons spritzgeformt sein. Ein derartiges Mikrofon kann insbesondere ein Bestandteil einer Schallmodulationseinrichtung bilden.

[0011] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0012] 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.

[0013] 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.

[0014] Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine stark vereinfachte, schaltplanartige Prinzipdarstellung einer Brennkraftmaschine mit einer Frischluftanlage,

Fig. 2 eine stark vereinfachte Prinzipdarstellung eines Luftfilters im Längsschnitt,

Fig. 3 eine Ansicht wie in Fig. 2, jedoch bei einer anderen Ausführungsform,

Fig. 4 eine Ansicht wie in den Fig. 2 und 3, jedoch bei einer weiteren Ausführungsform,

Fig. 5a bis 5e stark vereinfachte, prinzipielle Schnittansichten eines Filtergehäuses im Bereich eines Mikrofons bzw. im Bereich eines Steuergeräts.

[0015] Entsprechend Fig. 1 ist eine Brennkraftmaschine 1, die insbesondere in einem hier nicht dargestellten Kraftfahrzeug angeordnet ist, eingangsseitig an eine Frischluftanlage 2 und ausgangsseitig an eine Abgasanlage 3 angeschlossen. Die Frischluftanlage 2 kann in üblicher Weise ein Luftfilter 4 aufweisen. Außerdem kann eine Schallmodulationseinrichtung 5 vorgesehen sein. Diese umfasst beispielsweise ein Steuergerät 6, zumindest einen Lautsprecher 7 und zumindest ein Mikrofon 8.

[0016] Der Lautsprecher 7 ist an ein Gehäuse 9 des Luftfilters 4 angebaut, in dem ein Filterelement 10 angeordnet ist. Im gezeigten Beispiel sind auch das Mikrofon 8 und das Steuergerät 6 an das Filtergehäuse 9 angebaut.

[0017] Die Schallmodulationseinrichtung 5 arbeitet mit Antischall und kann insbesondere eine aktive Schalldämpfung realisieren. Ebenso lässt sich mit Hilfe der Schallmodulationseinrichtung 5 gezielt ein gewünschter Sound generieren, sogenanntes Sounddesign.

[0018] Entsprechend den Fig. 2 bis 4 weist das Filtergehäuse 9 zumindest zwei aus Kunststoff spritzgeformte Gehäuseschalen 11, 12 auf. Diese sind in üblicher Weise aneinander befestigt, beispielsweise über komplementäre Flansche 13 und geeignete Befestigungselemente 14. Im Filtergehäuse 9 ist zumindest ein Filterelement 10 angeordnet. Dieses trennt im Filtergehäuse 9 einen Reinraum 15 von einem Rohraum 16. Das Gehäuse 9 weist einen Einlassanschluss 17 auf, über den entsprechend einem Pfeil 18 ungefilterte Luft in den Rohraum 16 eintritt. Außerdem weist das Gehäuse 9 einen Auslassanschluss 19 auf, über den entsprechend einem Pfeil 20 gefilterte Luft aus dem Reinraum 15 austritt. Hierzu ist das Filterelement 10 in üblicher Weise von Luft durchströmbar, wobei es für Verunreinigungen der Luft undurchlässig ist.

[0019] Entsprechend den Fig. 2 bis 4 bilden der Lautsprecher 7 und das Luftfilter 4 eine integrale Einheit. Hierzu ist ein Lautsprechergehäuse 21 an das Filtergehäuse 9 angebaut. Der Lautsprecher 7 besitzt eine Lautsprechermembran 22 und einen elektromagnetischen Aktuator 23 zur Betätigung der Membran 22. Der Aktuator 23 ist dabei im Lautsprechergehäuse 21 angeordnet. Die Membran 22 ist mit einer der Gehäuseschalen 11, 12 hier mit der mit 12 bezeichneten, in den Fig. 2 bis 4 jeweils unten dargestellten unteren Gehäuseschale 12 integral spritzgeformt. Die Lautsprechermembran 22 bildet somit zusammen mit der entsprechenden Gehäuseschale 12 ein einstückiges integrales Bauteil. Das Lautsprechergehäuse 21 ist an diejenige Gehäuseschale 12 angebaut, das die Lautsprechermembran 22 integral aufweist.

[0020] Die Lautsprechermembran 22 bildet einen Boden oder zumindest einen Wandabschnitt der jeweiligen Gehäuseschale 12. Bevorzugt ist die Lautsprechermembran 22 innerhalb des Filtergehäuses 9 so positioniert, dass sie den Rohraum 16 begrenzt. Alternativ kann die Lautsprechermembran 22 auch so angeordnet sein, dass sie den Reinraum 15 begrenzt. Die rohseitige Anordnung hat den Vorteil, dass eine Dämpfungswirkung des Filterelements 10 für von der Brennkraftmaschine 1 kommende Geräusche genutzt werden kann.

[0021] Für die Herstellung der integralen Einheit aus Gehäuseschale 12 mit Lautsprechermembran 22 gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. Grundsätzlich können die Gehäuseschale 12 und die Lautsprechermembram 22 aus dem gleichen Kunststoff hergestellt sein. Eine entsprechende Formgebung und/oder eine entsprechende Wandstärke kann die gewünschte Beweglichkeit der Lautsprechermembran 22 realisieren, während gleichzeitig die Gehäuseschale 12 im übrigen die erforderliche Festigkeit besitzt. Insbesondere lassen sich dadurch die Gehäuseschale 12 mit der Lautsprechermembran 22 mit der Spritzgusstechnik mit einem Schuss herstellen. Alternativ ist es ebenso möglich, die Gehäuseschale 12 und die Lautsprechermembran 22 mittels Zweischusstechnik herzustellen, wobei in einem ersten Schuss das eine Bauteil und in einem späteren zweiten Schuss das andere Bauteil gespritzt werden, wobei dies im gleichen Werkzeug erfolgen kann oder in unterschiedlichen Werkzeugen durchgeführt wird. Bei der Zweischusstechnik können insbesondere auch unterschiedliche Kunststoffe verwendet werden, so dass es insbesondere möglich ist, für die Gehäuseschale 12 einen Kunststoff mit höherer Steifigkeit zu wählen und für die Lautsprechermembran 22 einen Kunststoff mit höherer Elastizität zu wählen.

[0022] Der Aktuator 23 weist vorzugsweise zumindest eine elektromagnetische Spule 24 auf, die mit Hilfe einer entsprechenden Spulenaufnahme 25 am Lautsprechergehäuse 21 festgelegt ist. Der Aktuator 23 umfasst außerdem einen weichmagnetischen Anker 26, der mit einer geeigneten Ankeraufnahme 27 an der Membran 22 festgelegt ist. Bevorzugt ist die Ankeraufnahme 27 dabei mit der Lautsprechermembran 22 integral spritzgeformt. Alternativ kann die Ankeraufnahme 27 auch an die Membran 22 angeklebt oder angeschweißt sein. Ein Doppelpfeil 28 symbolisiert die Schwingungsanregung der Membran 22 durch den Aktuator 23.

[0023] Das Lautsprechergehäuse 21 kann beispielsweise an die jeweilige Gehäuseschale 12 angeschweißt sein. Ebenso kann eine Verklebung vorgesehen sein. Alternativ können auch hier nicht gezeigte lösbare Verbindungselemente vorgesehen sein, mit deren Hilfe das Lautsprechergehäuse 21 an der jeweiligen Gehäuseschale 12 befestigt ist. Hierbei kann es sich insbesondere im Clipselemente oder dergleichen handeln. Eine ent-

sprechende Befestigungszone ist in den Fig. mit 29 bezeichnet.

[0024] Die Fig. 2 bis 4 zeigen, dass für das Luftfilter 4 grundsätzlich beliebige Bauformen realisierbar sind. In den Beispielen werden beispielsweise plattenförmige Filterelemente 10 verwendet. Ebenso können auch ringkörperartige Filterelemente 10 zur Anwendung kommen.

[0025] Entsprechend Fig. 4 kann an eine der Gehäuseschalen 11, 12 ein Mikrofon 8 angebaut sein. Im Beispiel ist das Mirkofon 8 an diejenige Gehäuseschale 12 angebaut, die integral mit der Membran 22 hergestellt ist. Ebenso ist es möglich, das Mikrofon 8 an der anderen Gehäuseschale 11 anzubauen. Des weiteren können auch mehrere Mikrofone 8 vorgesehen sein. Zusätzlich oder alternativ kann an eine der Gehäuseschalen 11, 12 ein Steuergerät 6 angebaut sein. Im Beispiel ist das Steuergerät 6 an die andere Gehäuseschale 11 angebaut. Ebenso kann das Steuergerät 6 an die mit der Membran 22 ausgestattete Gehäuseschale 12 angebaut sein.

[0026] In den Fig. 5a bis 5e werden unterschiedliche Anbaumöglichkeiten bzw. Integrationsmöglichkeiten für ein Mikrofon 8 exemplarisch erläutert. Diese lassen sich auch analog für das Steuergerät 6 anwenden.

[0027] Entsprechend Fig. 5a kann die jeweilige Gehäuseschale 11, 12 integral mit einem Gehäuseteil 30 des Mikrofons 8 spritzgeformt sein. Die Gehäuseschale 11, 12 bildet im Beispiel einen Boden und eine seitliche Einfassung eines Mikrofongehäuses, das mit einem separaten Deckel 31 verschließbar ist. Das Mikrofon 8 umfasst einen Schallsensor 32, der über eine Signalleitung 33 an das Steuergerät 6 angeschlossen ist.

[0028] Die in Fig. 5b gezeigte Ausführungsform unterscheidet sich von der in Fig. 5a gezeigten Ausführungsform dadurch, dass die Gehäuseschale 11, 12 eine Öffnung 34 enthält, durch die der Schallsensor 32 - je nach Anordnung des Mikrofons 8 - mit dem Rohraum 16 oder mit dem Reinraum 15 des Filtergehäuses 9 kommunizierend verbunden ist.

[0029] Bei der in Fig. 5c gezeigten Ausführungsform ist an der jeweiligen Gehäuseschale 11, 12 eine Mikrofonaufnahme 35 integral ausgeformt. In diese Mikrofonaufnahme 35 kann das Mikrofon 8 eingesetzt werden. Ebenso kann die Mikrofonaufnahme 35 als integriertes Mikrofongehäuse dienen, das mit einem entsprechenden Deckel verschließbar ist. Optional kann auch hier wieder eine Öffnung 34 vorgesehen sein.

[0030] Fig. 5d zeigt eine Ausführungsform, die sich von der in Fig. 5c gezeigten Ausführungsform dadurch unterscheidet, dass die Aufnahme 35 von einem Kragen 36 eingefasst ist, der zur Festlegung des Deckels 31 genutzt werden kann.

[0031] Fig. 5e zeigt eine Variante, bei welcher das Mikrofon 8 im Inneren des Filtergehäuses 9 angeordnet ist, wobei insbesondere auch der Deckel 31 von innen montierbar ist.

[0032] Wie bereits erläutert, kann alternativ oder kumulativ auch das Steuergerät 6 auf entsprechende Weise wie das Mikrofon 8 zumindest teilweise baulich in das Filtergehäuse 9 integriert werden. Hierzu kann entsprechend Fig. 4 ein Steuergerätgehäuse 37 integral mit einer der Gehäuseschalen 11, 12 spritzgeformt sein und die eigentliche Steuerung 38 aufnehmen. Das Steuergerät 6 ist über eine Steuerleitung 39 mit dem Aktuator 23 verbunden. Die hier extern dargestellten Leitungen 33, 39 können bei einer vorteilhaften Ausführungsform auch unmittelbar an oder in den Gehäuseschalen 11, 12 verlaufen. Ebenso können die Leitungen 33, 39 innerhalb des Gehäuses 9 verlegt sein.

Patentansprüche

1. Luftfilter für eine Frischluftanlage (2) einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere in einem Kraftfahrzeug,

   - mit einem Filtergehäuse (9), das wenigstens zwei aus Kunststoff hergestellte Gehäuseschalen (11, 12) aufweist,
   - mit mindestens einem Filterelement (10), das im Filtergehäuse (9) einen Reinraum (15) von einem Rohraum (16) trennt,

   dadurch gekennzeichnet,

   - **dass** zumindest ein Lautsprecher (7) vorgesehen ist, der eine Lautsprechermembran (22), einen elektromagnetischen Aktuator (23) zum Betätigen der Lautsprechermembran (22) und ein Lautsprechergehäuse (21) zur Aufnahme des Aktuators (23) aufweist,
   - **dass** die Lautsprechermembran (22) integral mit einer der Gehäuseschalen (11, 12) spritzgeformt ist,
   - **dass** das Lautsprechergehäuse (21) an die die Lautsprechermembran (22) aufweisende Gehäuseschale (11, 12) angebaut ist.

2. Luftfilter nach Anspruch 1,
   dadurch gekennzeichnet,

   - **dass** der Aktuator (23) zumindest eine elektromagnetische Spule (24) aufweist, die mit einem an der Lautsprechermembran (22) befestigten weichmagnetischen Anker (26) zusammenwirkt,
   - **dass** die Lautsprechermembran (22) eine damit integral spritzgeformte Ankeraufnahme (27) zum Festlegen des Ankers (26) aufweist.

3. Luftfilter nach Anspruch 1 oder 2,
   dadurch gekennzeichnet,

   - **dass** das Lautsprechergehäuse (21) an die jeweilige Gehäuseschale (11, 12) angeschweißt ist, oder

- **dass** das Lautsprechergehäuse (21) mit lösbarem Verbindungselementen an der jeweiligen Gehäuseschale (11, 12) gefestigt ist, wobei das Lautsprechergehäuse (21) insbesondere mit der jeweiligen Gehäuseschale (11, 12) verclipst sein kann.

4. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Lautsprechermembran (22) den Rohraum (16) oder den Reinraum (15) begrenzt.

5. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** die Lautsprechermembran (22) und die zugehörige Gehäuseschale (11, 12) aus dem gleichen Kunststoff hergestellt sind, oder
- **dass** die Lautsprechermembran (22) aus einem anderen Kunststoff hergestellt ist, als die zugehörige Gehäuseschale (11, 12).

6. Luftfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** an zumindest eine der Gehäuseschalen (11, 12) ein Mikrofon (8) angebaut ist, und/oder
- **dass** zumindest eine der Gehäuseschalen (11, 12) integral mit einer Mikrofonaufnahme (35) spritzgeformt ist, mit der ein Mikrofon (8) an der jeweiligen Gehäuseschale (11, 12) festlegbar ist, und/oder
- **dass** zumindest eine der Gehäuseschalen (11, 12) integral mit einem Gehäuseteil (30) eines Mikrofons (8) spritzgeformt ist.

7. Luftfilter nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** das Mikrofon (8) einen Schallsenor (32) enthält, der im montierten Zustand mit dem Rohraum (16) oder mit dem Reinraum (15) kommunizierend verbunden ist.

8. Frischluftanlage einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere in einem Kraftfahrzeug,

- mit mindestens einem Luftfilter (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
- mit einer Schallmodulationseinrichtung (5), deren Steuergerät (6) an den Lautsprecher (7) des Luftfilters (4) angeschlossen ist.

9. Frischluftanlage nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Schallmodulationseinrichtung (5) zum Aktiven Bedämpfen von in der Frischluft durch das Luftfilter (4) transportiertem Schall ausgestaltet ist.

10. Frischluftanlage nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** das Steuergerät (6) an das am Luftfilter (4) angebrachte Mikrofon (8) angeschlossen ist.

Claims

1. An air filter for a fresh air system (2) of an internal combustion engine (1), in particular in a motor vehicle, comprising

- a filter housing (9) that has at least two housing shells (11, 12) made from plastic,
- at least one filter element (10) that separates in the filter housing (9) a pure chamber (15) from a crude chamber (16),

characterized in

- **that** at least one loudspeaker (7) is provided that has a loudspeaker membrane (22), an electromagnetic actuator (23) for actuating the loudspeaker membrane (22) and a loudspeaker housing (21) for accommodating the actuator (23),
- **that** the loudspeaker membrane (22) is injection moulded integrally with one of the housing shells (11, 12),
- **that** the loudspeaker housing (21) is mounted on the housing shell (11, 12) that has the loudspeaker membrane (22).

2. The air filter according to claim 1, **characterized in**

- **that** the actuator (23) has at least one electromagnetic coil (24) that interacts with a soft-magnetic armature (26) secured on the loudspeaker membrane (22),
- **that** the loudspeaker membrane (22) has an armature receptacle (27) integrally injection moulded thereon for fixing the armature (26).

3. The air filter according to claim 1 or claim 2, **characterized in**

- **that** the loudspeaker housing (21) is welded to the respective housing shell (11, 12), or
- **that** the loudspeaker housing (21) is secured on the respective housing shell (11, 12) by means of detachable connecting elements, wherein the loudspeaker housing (21) can in particular be clipped to the respective housing shell (11, 12).

4. The air filter according to any one of the claims 1 to 3, **characterized in** **that** the loudspeaker membrane (22) delimits the crude chamber (16) or the pure chamber (15).

5. The air filter according to any one of the claims 1 to 4, **characterized in**

- **that** the loudspeaker membrane (22) and the associated housing shell (11, 12) are made from the same plastic, or
- **that** the loudspeaker membrane (22) is made from a different plastic than the associated housing shell (11, 12).

6. The air filter according to any one of the claims 1 to 5, **characterized in**

- **that** a microphone (8) is mounted on at least one of the housing shells (11, 12), and/or
- **that** at least one of the housing shells (11, 12) is injection moulded integrally with a microphone receptacle (35) with which a microphone (8) can be fixed on the respective housing shell (11, 12), and/or
- **that** at least one of the housing shells (11, 12) is injection moulded integrally with a housing part (30) of a microphone (8).

7. The air filter according to claim 6, **characterized in** **that** the microphone (8) contains a sound sensor (32) which, in the assembled state, is connected in a communicating manner to the crude chamber (16) or to the pure chamber (15).

8. A fresh air system of an internal combustion engine (1), in particular in a motor vehicle, comprising

- at least one air filter (4) according to any one of the claims 1 to 7,
- a sound modulation device (5), the controller (6) of which is connected to the loudspeaker (7) of the air filter (4).

9. The fresh air system according to claim 8, **characterized in** **that** the sound modulation device (5) is configured for actively attenuating of sound transported in the fresh air through the air filter (4).

10. The fresh air system according to claim 8 or claim 9, **characterized in** **that** the controller (6) is connected to the microphone (8) attached to the air filter (4).

Revendications

1. Filtre à air pour une installation d'air frais (2) d'un moteur à combustion interne (1), notamment dans un véhicule automobile,

- comportant un logement de filtre (9), qui présente au moins deux coques de logement (11,12) fabriquées en plastique,
- comportant au moins un élément de filtre (10), qui sépare dans le logement de filtre (9) un espace purifié (15) d'un espace brut (16),

caractérisé en ce que

- au moins un haut-parleur (7) est prévu, qui présente une membrane de haut-parleur (22), un actionneur électromagnétique (23) pour actionner la membrane de haut-parleur (22) et un logement de haut-parleur (21) pour recevoir l'actionneur (23),
- la membrane de haut-parleur (22) est moulée par injection en un seul tenant avec une des coques de logement (11, 12),
- le logement de haut-parleur (21) est monté sur une coque de logement (11, 12) présentant la membrane de haut-parleur (22).

2. Filtre à air selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**

- l'actionneur (23) présente au moins une bobine électromagnétique (24) qui coopère avec une ancre (26) magnétique douce fixée sur la membrane de haut-parleur (22),
- la membrane de haut-parleur (22) présente un réceptacle d'ancre (27) moulé par injection en un seul tenant avec celle-ci pour immobiliser l'ancre (26).

3. Filtre à air selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**

- le logement de haut-parleur (21) est soudé sur la coque de logement respective (11, 12), ou
- le logement de haut-parleur (21) est fixée par des éléments de liaison amovible sur la coque de logements respective (11, 12), dans lequel le logement de haut-parleur (21) peut notamment être clipsé avec la coque de logement respective (11, 12).

4. Filtre à air selon une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la membrane de haut-parleur (22) délimite l'espace brut (16) ou l'espace purifié (15).

5. Filtre à air selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que**

- la membrane de haut-parleur (22) et la coque de logement correspondante (11, 12) sont fabriqués dans le même plastique, ou
- la membrane de haut-parleur (22) est fabriquée dans un autre plastique, que la coque de logement correspondante (11, 12).

6. Filtre à air selon un des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que**

- sur au moins un des coques de logement (11, 12) un microphone (8) est monté, et/ou
- au moins une des coques de logement (11, 12) est moulé par injection en un seul tenant avec un réceptacle de microphone (35), avec lequel un microphone (8) peut être fixé sur la coque de logement respective (11, 12), et/ou
- au moins un des coques de logement (11, 12) est moulé par injection en un seul tenant avec une partie de logement (30) d'un microphone (8).

7. Filtre à air selon la revendication 6, **caractérisé en ce que**
le microphone (8) contient un capteur de son (32), qui en l'état monté est relié de manière communicante avec l'espace brut (16) ou avec l'espace purifié (15).

8. Installation d'air frais d'un moteur à combustion interne (1), notamment dans un véhicule automobile,

- comportant au moins un filtre à air (4) selon une des revendications 1 à 7,
- comportant un dispositif de modulation du son (5), dont l'appareil de commande (6) est raccordé au haut-parleur (7) du filtre à air (4).

9. Installation d'air frais selon la revendication 8, **caractérisée en ce que**
le dispositif de modulation du son (5) est conçu afin d'activer l'atténuation du bruit transporté dans l'air frais à travers le filtre à air (4).

10. Installation d'air frais selon la revendication 8 ou 9, **caractérisée en ce que**
l'appareil de commande (6) est raccordé au microphone (8) monté sur le filtre à air (4).

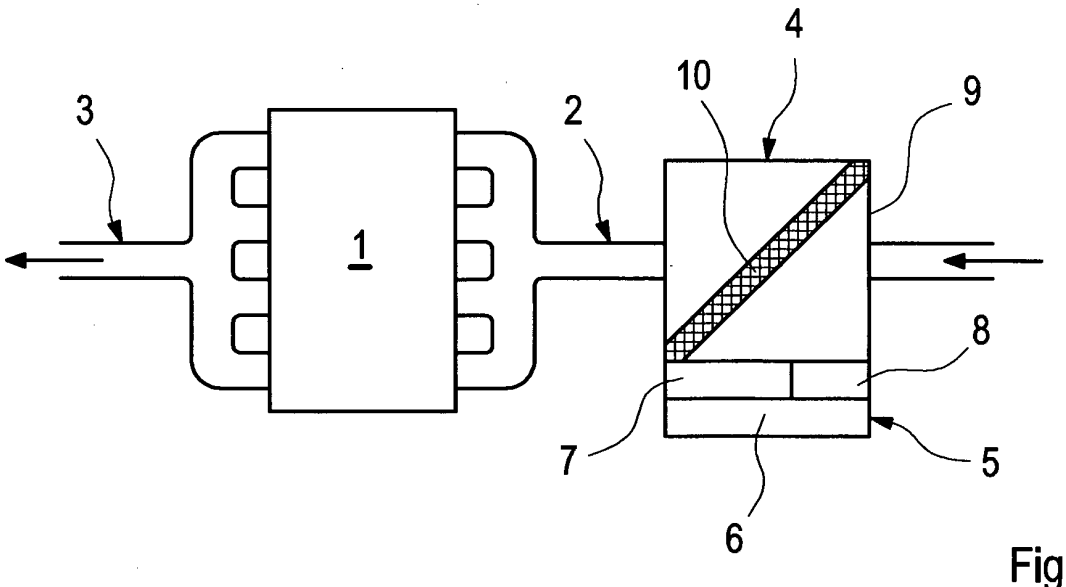

4
10
9
3
2
1
8
7
5
6

Fig. 1

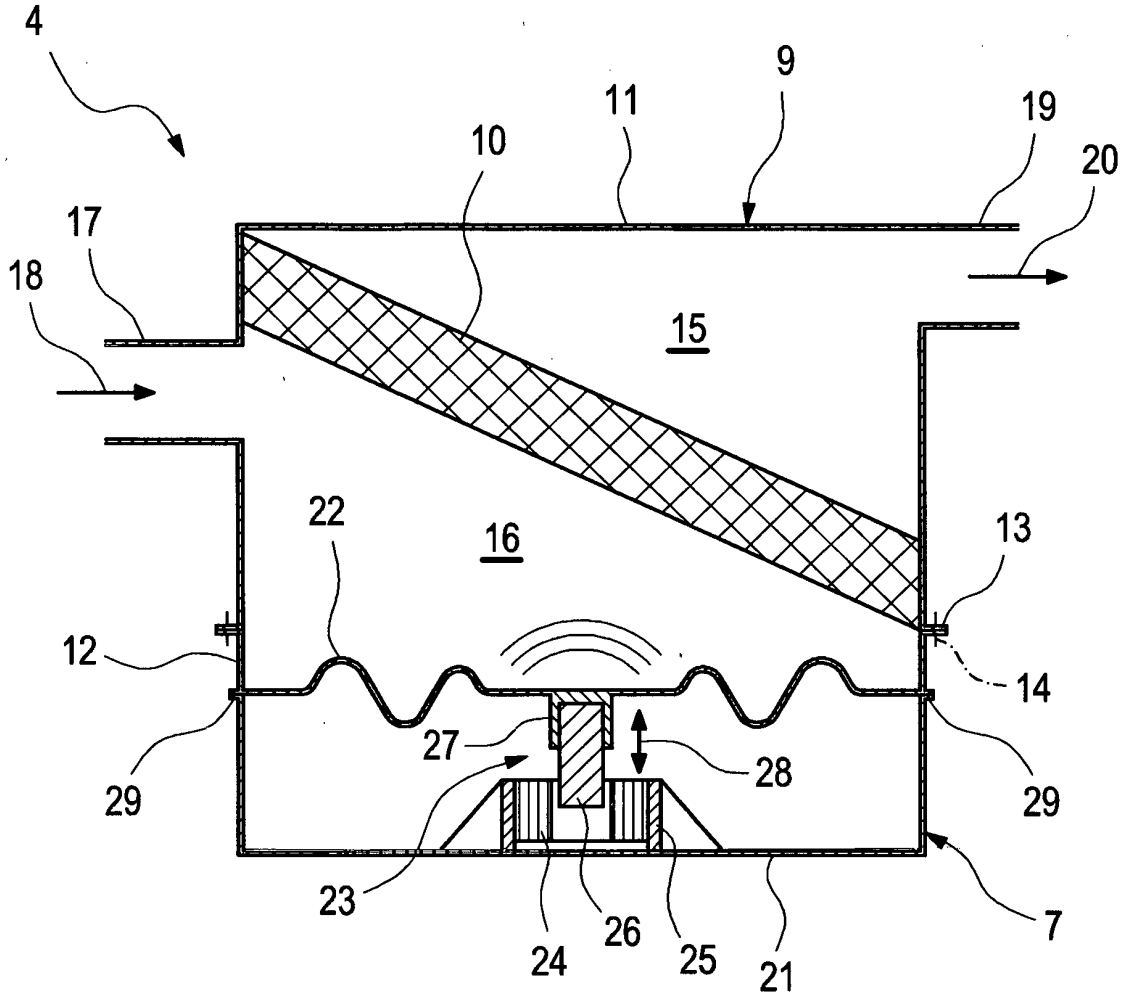

4
9
11
19
10
20
17
18
15
22
16
13
12
14
27
28
29
29
23
24
26
25
21
7

Fig. 2

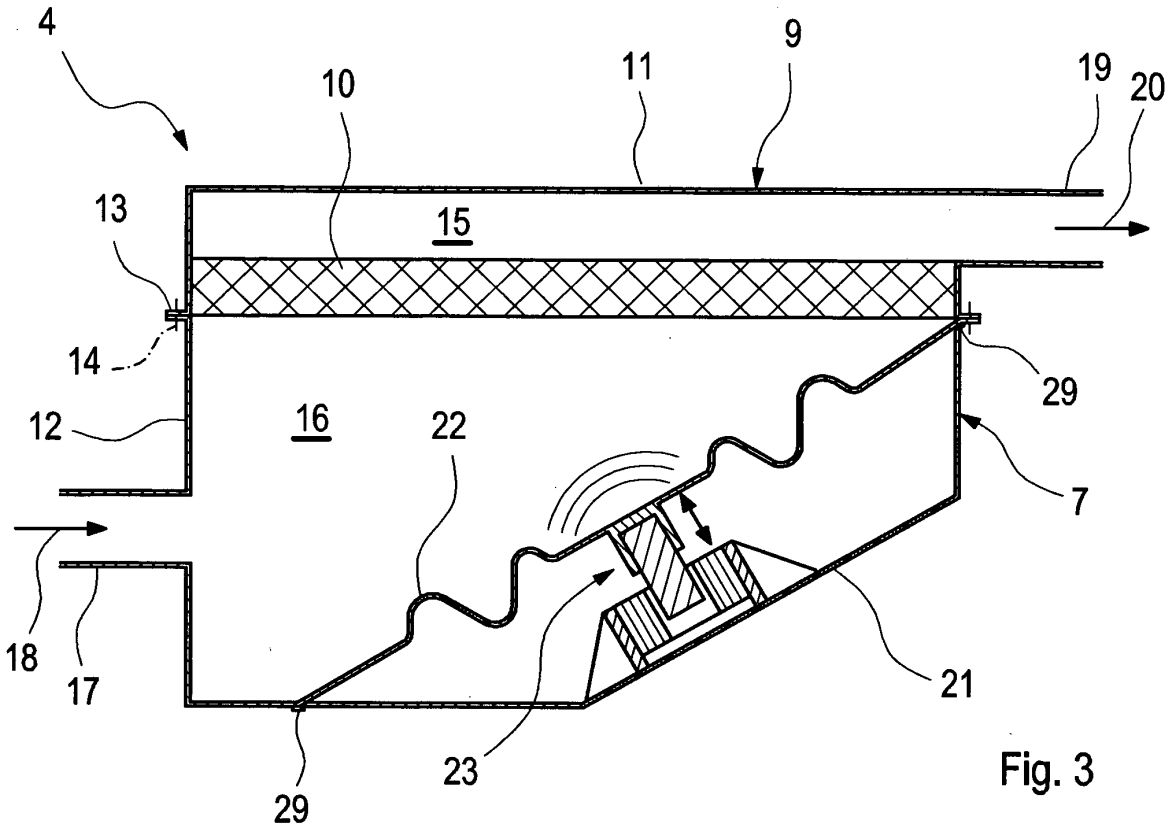

4
10
11
9
19
20
13
15
14
29
12
16
22
7
18
17
21
23
29

Fig. 3

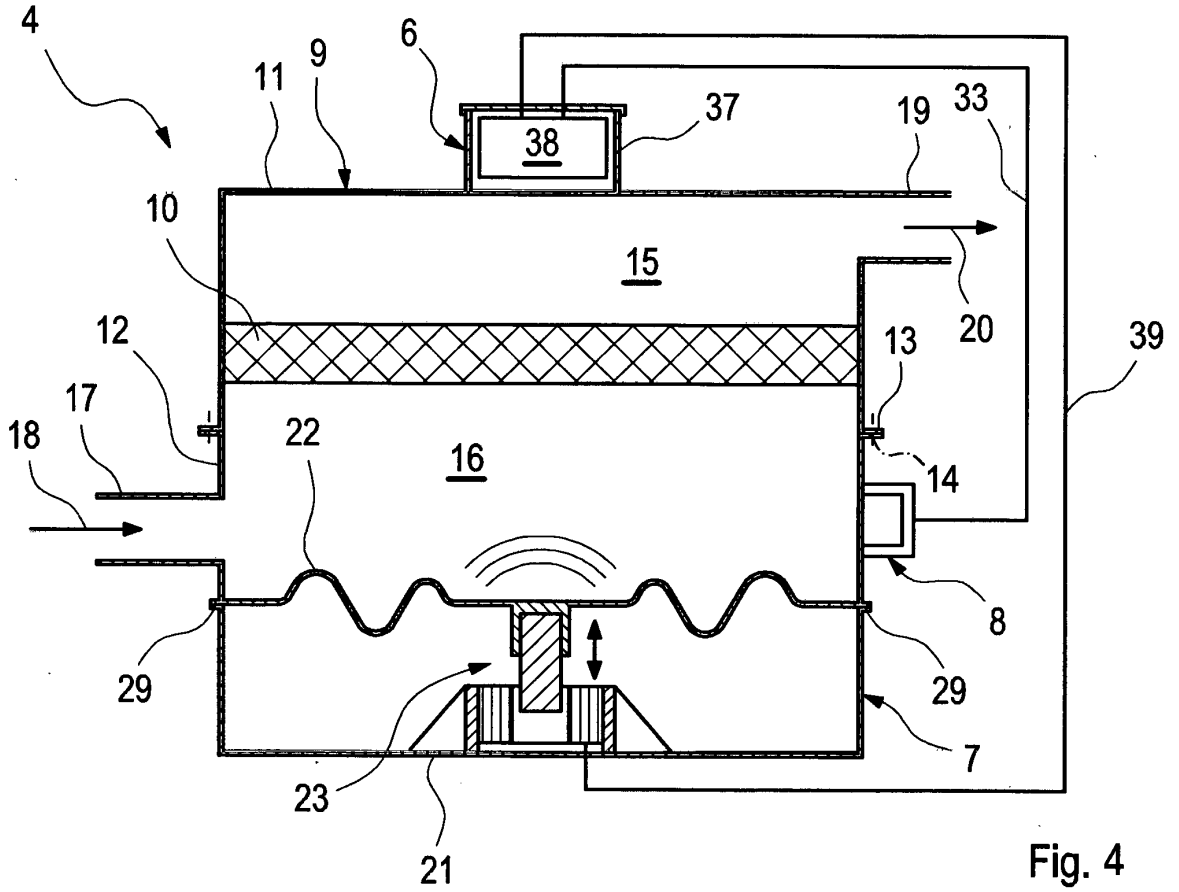

4
11
9
6
37
19
33
38
10
15
20
12
13
39
17
18
22
16
14
8
29
29
7
23
21

Fig. 4

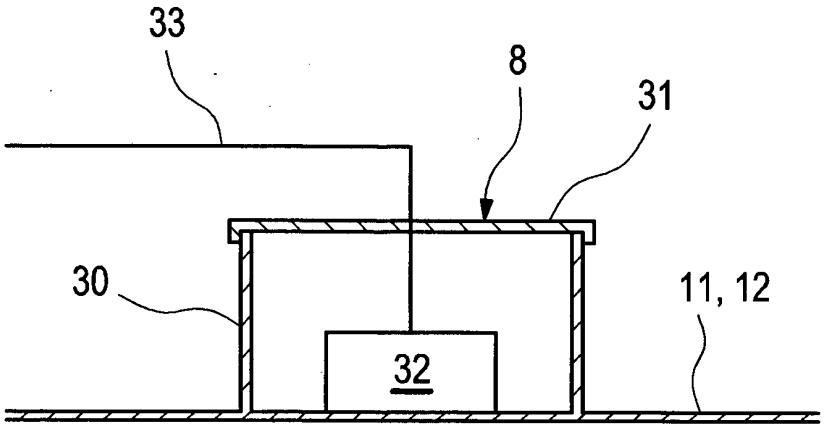


Fig. 5 a

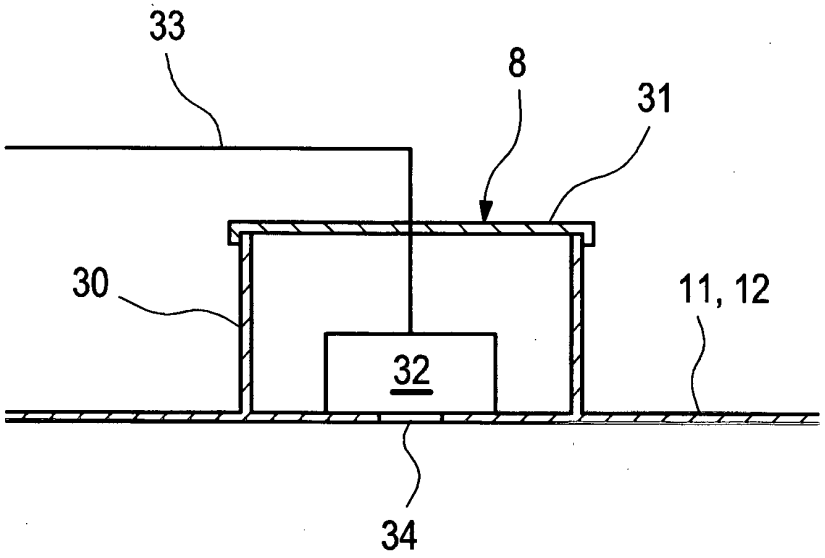


Fig. 5 b

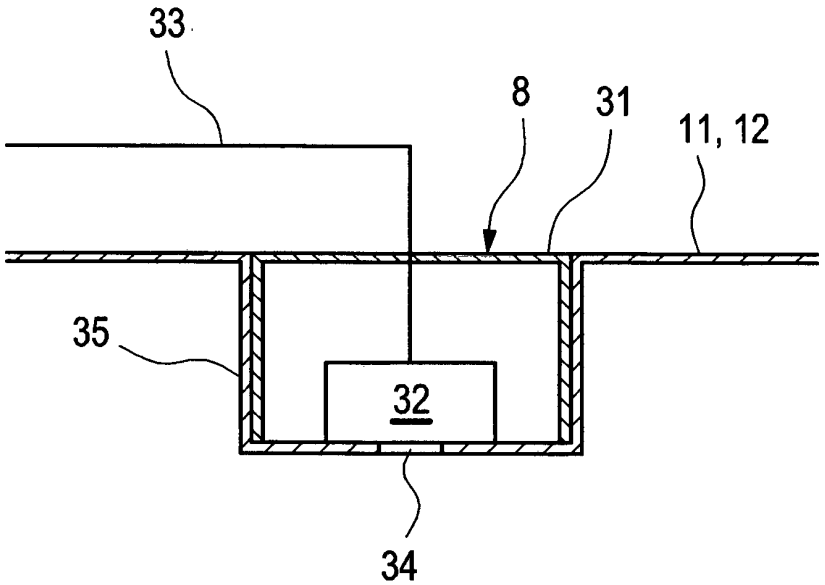


Fig. 5 c

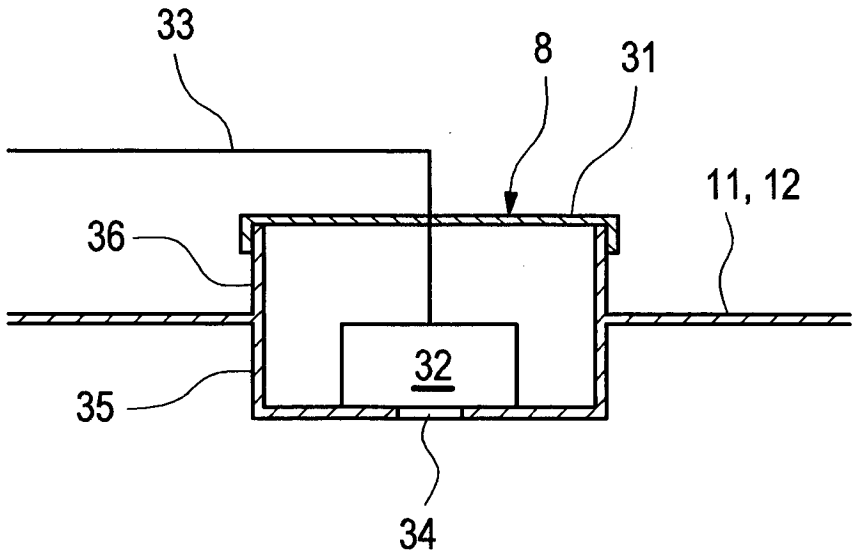


Fig. 5 d

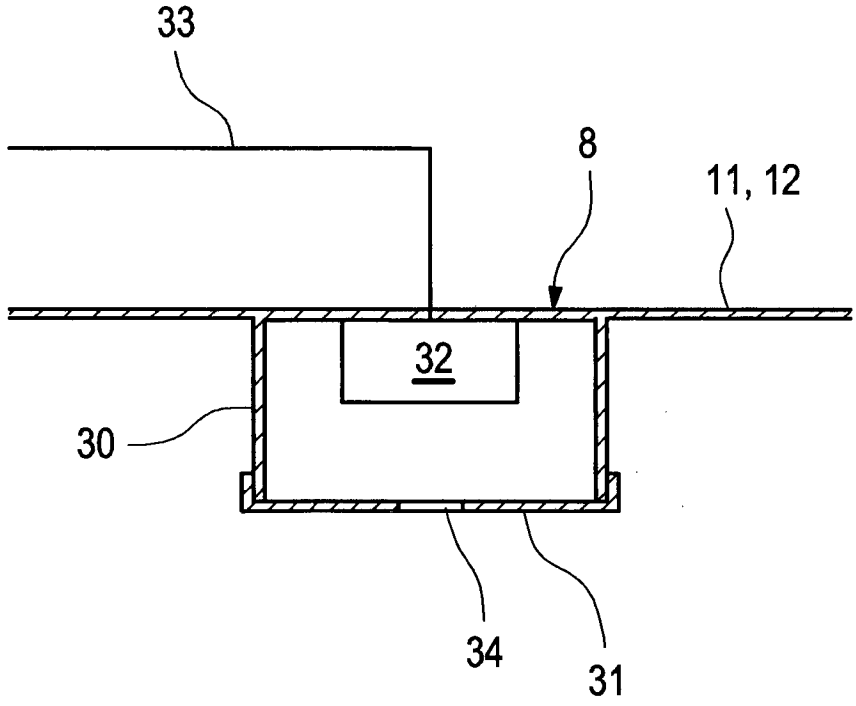


Fig. 5 e

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

- WO 0116477 A1 **[0002]**
- EP 1111228 A2 **[0003]**
- US 20010049999 A1 **[0004]**