



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.04.2004 Patentblatt 2004/15

(51) Int Cl.7: **F01N 1/04**

(21) Anmeldenummer: **03015081.7**

(22) Anmeldetag: **03.07.2003**

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

(72) Erfinder: **Humburg, Michael**
73035 Göppingen (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwalts-Partnerschaft,**
Rotermund + Pfusch + Bernhard
Waiblinger Strasse 11
70372 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **05.10.2002 DE 10246596**

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

(54) **Schalldämpfer**

(57) Die vorliegenden Erfindung betrifft einen Schalldämpfer (1), insbesondere einen Abgasschalldämpfer für ein Heizgerät, insbesondere für eine Standheizung oder für einen Zuheizer eines Kraftfahrzeugs. Der Schalldämpfer (1) weist ein Gehäuse (2) auf, in dem wenigstens ein durchströmbarer, schalldämpfender Ab-

sorber (3) angeordnet ist. Des Weiteren umfasst der Schalldämpfer (1) einen Gehäuseeinlaß (4) und einen Gehäuseauslaß (5).

Eine besonders preiswerte Herstellbarkeit ergibt sich dann, wenn der Absorber (3) und/oder das Gehäuse (2) durch Metallschaumformteile (7, 8) gebildet sind.

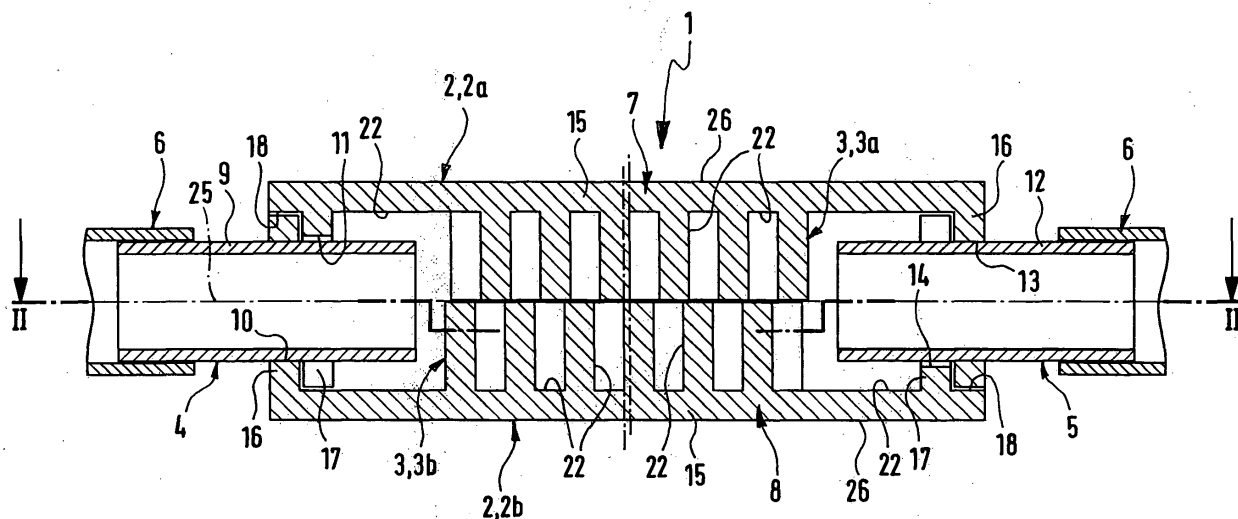


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schalldämpfer, insbesondere einen Abgasschalldämpfer für ein Heizgerät, insbesondere für eine Standheizung oder für einen Zuheizer eines Kraftfahrzeugs.

[0002] Üblicherweise umfasst ein Schalldämpfer ein Gehäuse, in dem wenigstens ein durchströmbarer, schalldämpfender Absorber angeordnet ist. Der Schalldämpfer ist für gewöhnlich für einen Einbau in eine strömungsführende Leitung vorgesehen, so dass der Schalldämpfer einen Gehäuseeinlaß und einen Gehäuseauslaß besitzt. Durch den Einbau des Schalldämpfers in die strömungsführende Leitung wird auch der Schalldämpfer von der jeweiligen Strömung durchströmt, wobei Schall, der von der jeweiligen Strömung mitgeführt wird, im Absorber des Schalldämpfers bedämpft wird.

[0003] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für einen Schalldämpfer der eingangs genannten Art eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die insbesondere im Rahmen einer Serienfertigung preiswert herstellbar ist.

[0004] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0005] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, Metallschaumformteile zur Ausbildung bzw. zur Formung des Absorbers und/oder des Gehäuses zu verwenden. Metallschaumformteile lassen sich besonders einfach und kostengünstig serienmäßig herstellen, wodurch auch für den Schalldämpfer eine kostengünstige Herstellung erzielbar ist.

[0006] Metallschäume bilden eine neuartige Werkstoffklasse unter den Metallen. Dabei werden im Werkstoff gezielt Poren erzeugt, beispielsweise um vorteilhafte mechanische Eigenschaften bei sehr geringem Gewicht zu erhalten. Die daraus entstehenden metallischen, zellularen Strukturen besitzen typischerweise eine Dichte zwischen 0,3 und 1 g/cm³ und damit ein so geringes Bauteilgewicht, wie es von Kunststoffteilen her bekannt ist. Allerdings zeigen Metallschäume im Vergleich zu Kunststoffen wesentlich bessere Eigenschaften hinsichtlich Steifigkeit, Festigkeit und Energieabsorption.

[0007] Metallschäume lassen sich aus einer Vielzahl metallischer Elemente herstellen. Am weitesten entwickelt sind hierbei die Schäume auf der Basis von Aluminium und Zink; ebenso sind Schäume auf der Basis von Eisen, Kupfer, Nickel, Blei und Magnesium herstellbar. Als Basis für Metallschäume werden Metallpulver verwendet, die in der Regel durch Zerstäuben metallischer Schmelzen mit Luft oder Schutzgas, wie z.B.

[0008] Stickstoff oder Erdgas, erzeugt werden. Eine Abstimmung auf die jeweils geforderten mechanischen und physikalischen Eigenschaften des Metallschaums erfolgt durch den Einsatz von Metallpulvermischungen

oder Legierungspulver, die anschließend mit Treibmittelpulver oder Schutzgas gemischt werden.

[0009] Zur Herstellung eines Metallschaumformteils kann eine Pulvermischung beispielsweise durch kaltisostatisches Pressen zu Bolzen vorkompaktiert werden, die anschließend durch Warmstrangpressen zu Profilen weiterverarbeitet werden können. Abschnitte dieser Profile können in einem formgebenden Werkzeug bis nahe an den Schmelzpunkt der Metalllegierung erwärmt werden, wobei das Treibmittel dann Gas abspaltet und Schaum entstehen lässt, der das formgebende Werkzeug ausfüllt. Nach dem Abkühlen kann dem ausgeschäumten Formwerkzeug ein Metallschaumformteil entnommen werden, das sich regelmäßig durch eine allseitig geschlossene Oberfläche auszeichnet und etwa 10 bis 25 % des Gewichts des vergleichbaren massiven Gußteils hat. Mit einem solchen Verfahren können Metallschäume aus fast allen bekannten Aluminium- und Zinklegierungen hergestellt werden.

[0010] Von besonderem Vorteil ist eine Ausführungsform, bei welcher der Absorber und/oder das Gehäuse durch zwei gleiche, im gleichen Werkzeug herstellbare Metallschaumformteile gebildet ist bzw. sind. Durch die Verwendung von zwei gleichen Metallschaumformteilen können die Kosten für ein weiteres Formwerkzeug eingespart werden. Des Weiteren vereinfachen sich Lagerhaltung und Logistik.

[0011] Bei einer Weiterbildung können die beiden Metallschaumformteile jeweils eine Gehäusehälfte mit integrierter Absorberhälfte umfassen. Bei dieser integrierten Bauweise müssen im wesentlichen nur noch zwei, sehr preiswert herstellbare Metallschaumformteile zusammengebaut werden, um das Gehäuse mit integriertem Absorber zu bilden. Die Montage des erfindungsgemäßen Schalldämpfers wird dadurch zusätzlich vereinfacht und noch preiswerter.

[0012] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0013] 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.

[0014] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder funktional gleiche oder ähnliche Bauteile beziehen.

[0015] Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine Schnittansicht durch einen erfindungsgemäßen Schalldämpfer entsprechend den Schnittlinien I in Fig. 2,

Fig. 2 eine Schnittansicht durch den Schalldämpfer entsprechend den Schnittlinien II in Fig. 1.

[0016] Entsprechend den Fig. 1 und 2 weist ein erfindungsgemäßer Schalldämpfer 1 ein Gehäuse 2, einen Absorber 3, einen Gehäuseeinlaß 4 sowie einen Gehäuseauslaß 5 auf. Der Schalldämpfer 1 kann in eine strömungsführende Leitung 6 so eingebunden werden, dass der von der Strömung der Leitung 6 ebenfalls durchströmt wird. Beispielsweise handelt es sich bei dieser Leitung 6 um eine Abgasleitung eines Heizgeräts, insbesondere eines motorunabhängig arbeitenden Heizgeräts, wie z.B. ein Zuheizter oder eine Standheizung, eines Kraftfahrzeugs. Schallwellen, die beispielsweise beim Betrieb des Heizgeräts entstehen, breiten sich in der Leitung 6 aus und können durch die Einbindung des Schalldämpfers 1 in die Leitung 6 ebenfalls in den Schalldämpfer 1 eintreten. Der Absorber 3 ist im Gehäuse 2 angeordnet und ist durchströmbar und dabei von schalldämpfender Wirkung. Auf diese Weise kann bei der Durchströmung des Schalldämpfers 1 der sich in der Strömung ausbreitende Schall gedämpft werden.

[0017] Erfindungsgemäß sind nun Absorber 3 bzw. Gehäuse 2 durch Metallschaumformteile 7, 8 gebildet. Derartige Metallschaumformteile 7, 8 lassen sich insbesondere als Gußteile, vorzugsweise als Druckgußteile, und somit im Rahmen einer Serienfertigung preiswert herstellen.

[0018] Bei der hier wiedergegebenen, bevorzugten Ausführungsform werden nur zwei Metallschaumformteile 7, 8 verwendet, die den Absorber 3 bzw. das Gehäuse 2 bilden und im folgenden als erstes Metallschaumformteil 7 und zweites Metallschaumformteil 8 bezeichnet werden. Zweckmäßig sind diese beiden Metallformteile 7, 8 als Gleichteile ausgestaltet, so dass sie im gleichen Werkzeug, insbesondere im gleichen Formwerkzeug herstellbar sind. Hierdurch können Mehrkosten für zusätzliche Werkzeuge eingespart werden.

[0019] Eine weitere Einsparung wird bei der hier gezeigten Ausführungsform dadurch ermöglicht, dass die beiden Metallschaumformteile 7, 8 jeweils eine Gehäuhälfte 2a bzw. 2b und jeweils eine Absorberhälfte 3a bzw. 3b aufweisen. Das bedeutet, dass je eine Gehäuhälfte 2a, 2b, integral mit einer Absorberhälfte 3a, 3b hergestellt ist. Somit werden für die Ausbildung des Gehäuses 2 und des Absorbers 3 insgesamt nur zwei, vorzugsweise identische, Metallschaumformteile 7, 8 benötigt. Der erfindungsgemäße Schalldämpfer 1 ist dadurch besonders preiswert herstellbar.

[0020] Bei der hier gezeigten Ausführungsform wird der Gehäuseeinlaß 4 durch ein Einlaßrohr 9 gebildet, das in eine in Umfangsrichtung geschlossene, also O-förmige Öffnung 10 eingesteckt ist; die im zweiten Metallschaumformteil 8 ausgebildet ist. Dabei ragt das Einlaßrohr 9 durch eine U-förmige Ausnehmung 11 hindurch, die am ersten Metallschaumformteil 7 ausgebildet ist. In entsprechender Weise ist auch der Gehäuseauslaß 5 durch ein Auslaßrohr 12 gebildet, dass zum

Einen in eine O-förmige Öffnung 13 des ersten Metallschaumformteils 7 eingesteckt ist und zum anderen eine U-förmige Ausnehmung 14 des zweiten Metallschaumformteils 8 durchsetzt.

[0021] Bei einer anderen Ausführungsform können die Rohre 9, 12 bereits bei der Herstellung der Metallschaumformteile 7, 8 in diese integriert werden, indem die Rohre 9, 12 vom Metallschaum umgossen bzw. umschäumt werden. Beispielsweise lassen sich Stahlrohre ohne weiteres von einem Aluminiumschaum umgießen bzw. umschäumen.

[0022] Die Metallschaumformteile 7, 8 besitzen jeweils einen Boden 15, von dem randseitig zwei Wandabschnitte 16 und 17 etwa senkrecht abstehen. Die beiden Wandabschnitte 16, 17 sind in der Ansicht gemäß Fig. 2 U-förmig gebildet und besitzen zweckmäßig dieselbe Wandstärke. Während der erste Wandabschnitt 16 jeweils bündig mit dem Rand des Bodens 15 abschließt, ist der zweite Wandabschnitt 17, zweckmäßig um eine Wandstärke, nach innen versetzt angeordnet, wodurch sich am Boden 15 ein Absatz 18 ausbildet, der in der Ansicht gemäß Fig. 2 ebenfalls U-förmig verläuft und insbesondere die Breite einer Wandstärke eines der Wandabschnitte 16, 17 besitzt.

[0023] Durch diese Bauweise sind die beiden formgleichen Metallschaumformteile 7, 8, um 180° zueinander verdreht, ineinander steckbar, derart, dass der erste Wandabschnitt 16 des einen Metallschaumformteils 7, 8 am Absatz 18 des jeweils anderen Metallschaumformteils 7, 8 zur Anlage kommt.

[0024] Die Öffnungen 10, 13 sind jeweils im außenliegenden ersten Wandabschnitt 16 ausgebildet. Hierdurch können die Rohre 9, 12 besonders einfach gegenüber dem Gehäuse 2 abgedichtet werden. Beispielsweise werden die Rohre 9, 12 von außen mit dem jeweiligen Metallschaumformteil 7, 8 verlötet. Die Ausnehmungen 11 und 14 sind dementsprechend an den innenliegenden, zweiten Wandabschnitten 17 ausgebildet, wodurch es möglich ist, die Rohre 9, 12 vorzumontieren, da es die U-förmigen Ausnehmungen 11, 14 erlauben, die beiden Metallschaumformteile 7, 8 auch bei vormontierten Rohren 9, 12 ineinander zu stecken.

[0025] Um das aus den beiden Metallschaumformteilen 7, 8 zusammengebaute Gehäuse 2 nach außen hinreichend gasdicht zu verschließen, werden die beiden Metallschaumformteile 7, 8 in geeigneter Weise miteinander verbunden. Beispielsweise werden die Metallschaumformteile 7, 8 miteinander verlötet, verschweißt oder verklebt; ebenso ist eine Verschraubung oder Vernietung denkbar, wenn die Dichtigkeit nach außen nicht besonders wirksam sein muss.

[0026] Bei der hier gezeigten bevorzugten Ausführungsform sind die beiden Absorberhälften 3a, 3b innerhalb des Gehäuses 2 so angeordnet, dass sie in einem Strömungspfad liegen, der sich innerhalb des Gehäuses 2 bei seiner Durchströmung zwischen dem Gehäuseeinlaß 4 und dem Gehäuseauslaß 5 ausbildet. Gemäß Fig. 2 sind die Absorberhälften 3a, 3b dabei so im

Gehäuse 2 positioniert, dass sie entsprechend Pfeilen 19 umströmbar sind.

[0027] Gemäß der hier gezeigten Ausführungsform besitzt jede Absorberhälfte 3a, 3b mehrere geradlinige Stege 20, die parallel zueinander verlaufen und voneinander beabstandet sind. Hierdurch werden zwischen benachbarten Stegen 20 Strömungskanäle 21 ausgebildet, durch welche die jeweilige Absorberhälfte 3a, 3b entsprechend Pfeilen 23 durchströmbar ist. Die Stege 20 und somit auch die Strömungskanäle 21 sind gegenüber einer durch Pfeile 24 symbolisierten Strömungsrichtung am Gehäuseeinlaß 4 bzw. am Gehäuseauslaß 5 geneigt, beispielsweise um etwa 45°. Die Stege 20 stehen dabei im wesentlichen senkrecht vom Boden 15 des jeweiligen Metallschaumformteils 7, 8 ab.

[0028] Da die beiden Metallschaumformteile 7, 8 identisch ausgebildet sind und für ihren Zusammenbau um 180° zueinander verdreht werden müssen, sind im Zusammenbauzustand die Stege 20 der einen Absorberhälfte 3a gegensinnig zu den Stegen 20 der anderen Absorberhälfte 3b geneigt. Das bedeutet, dass die Stege 20 der beiden Absorberhälfte 3a in einer Mittelebene 25 sich kreuzend aneinander grenzen. Hierdurch ergibt sich eine Mehrfachumlenkung für die Strömung innerhalb des Schalldämpfers 1, was für die Bedämpfung des mitgeführten Schalls vorteilhaft ist. Die hier für den Absorber 3 vorgeschlagene Formgebung ist als Beispiel und ohne Beschränkung der Allgemeinheit zu verstehen, da in Abhängigkeit der angestrebten Dämpfungswirkung, z.B. im Hinblick auf Störfrequenzen und Durchströmungswiderstände, grundsätzlich beliebige Gestaltungen zur Anwendung kommen können.

[0029] Grundsätzlich ist es möglich, die Metallschaumformteile 7, 8 mit einem offenporigen Schaum oder mit einem geschlossenporigen Schaum herzustellen. Bevorzugt wird eine Ausführungsform, bei der die Metallschaumformteile 7, 8 in Abschnitten, die bei zusammengebaute Schalldämpfer 1 eine Gehäuseaußenseite 26 bilden, eine geschlossenporige Außenhaut besitzen. Auf diese Weise ist das so gebildete Gehäuse 2, bei einer entsprechenden Abdichtung zwischen den zusammengesetzten Metallschaumformteilen 7, 8, nach außen gasdicht. Des Weiteren besitzt das Gehäuse 2 dadurch eine robuste Gehäuseaußenseite 26, so dass auf zusätzliche Verkleidungselemente oder Schalen verzichtet werden kann. Der erfindungsgemäße Schalldämpfer 1 wird dadurch besonders preiswert.

[0030] Die Abschnitte, welche die Gehäuseaußenseite 26 bilden, sind die Außenseiten der ersten Wandabschnitte 16 sowie die Außenseiten der Böden 15.

[0031] Für eine verbesserte Dämpfungswirkung ist es zweckmäßig, die Metallschaumformteile 7, 8 so auszubilden, dass sie in Bereichen, die bei zusammengebaute Schalldämpfer 1 einer Schallbeaufschlagung ausgesetzt sind, eine offenporige Oberfläche 22 aufweisen. Zweckmäßig sind das die im Betrieb des Schalldämpfers 1 von der Strömung durchströmten Abschnitte, also insbesondere die den Durchströmungskanälen 21 zu-

gewandten Oberflächen der Stege 20 sowie die Innenseiten der zweiten Wandabschnitte 17 und die Innenseiten der Böden 15.

[0032] Zweckmäßig erfolgt die Herstellung der Metallschaumformteile 7, 8 mit einem Gußverfahren, insbesondere mit einem Druckgußverfahren, derart, dass die dem Formwerkzeug entnommenen Zwischenprodukte eine geschlossenporige Außenhaut aufweisen. In den Bereichen, die im Betrieb des Schalldämpfers 1 der Schallbeaufschlagung ausgesetzt sind, erfolgt dann eine mechanische Nachbearbeitung, bei der in diesen Bereichen die Außenhaut entfernt wird, wodurch sich dort eine offenporige Oberfläche ausbildet.

[0033] Ebenso kann durch eine geeignete Gestaltung der Formwerkzeuge und/oder der Gießverfahren in bestimmten Zonen gezielt eine offenporige Oberfläche bereits durch den Gießvorgang erzeugt werden, so dass insbesondere keine Nachbearbeitung erforderlich ist.

[0034] Zusammenfassend lässt sich das Wesen der vorliegenden Erfindung dadurch umschreiben, dass zur Herstellung des Schalldämpfers 1 Metallschaumformteile 7, 8 verwendet werden, die Teile des Gehäuses 2 und/oder Teile des Absorbers 3 bilden und im Rahmen einer Serienfertigung preiswert herstellbar sind. Vorteilhaft werden zwei gleiche Metallschaumformteile 7, 8 verwendet, um daraus das Gehäuse 2 einschließlich integrierter Absorber 3 herzustellen.

Patentansprüche

1. Schalldämpfer, insbesondere Abgasschalldämpfer für ein Heizgerät, insbesondere für eine Standheizung oder für einen Zuheizung eines Kraftfahrzeugs,
 - mit einem Gehäuse (2), in dem wenigstens ein durchströmbarer, schalldämpfender Absorber (3) angeordnet ist,
 - mit einem Gehäuseeinlaß (4) und einem Gehäuseauslaß (5),
 - wobei der Absorber (3) und/oder das Gehäuse (2) durch Metallschaumformteile (7, 8) gebildet sind.
2. Schalldämpfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Absorber (3) und/oder das Gehäuse (2) durch zwei gleiche, im gleichen Werkzeug herstellbare Metallschaumformteile (7, 8) gebildet sind.
3. Schalldämpfer nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Metallschaumformteile (7, 8) jeweils eine Gehäusehälfte (2a, 2b) mit integrierter Absorberhälfte (3a, 3b) umfassen.
4. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Metallschaumformteile (7, 8) in Abschnitten, die bei zusammengebautem Schalldämpfer (1) eine Gehäuseaußenseite (26) bilden, eine Außenhaut mit geschlossenen Poren aufweisen.

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

dass die Metallschaumformteile (7, 8) in Bereichen, die bei zusammengebautem Schalldämpfer (1) einer Schallbeaufschlagung ausgesetzt sind, eine off-
5
10
fenporige Oberfläche (22) aufweisen.

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

dass die Metallschaumformteile (7, 8) als geschlos-
15
senporige Gußteile hergestellt sind, bei denen in Bereichen, die bei zusammengebautem Schalldämpfer (1) einer Schallbeaufschlagung ausgesetzt sind, eine off-
20
porige Oberfläche (22) durch mechanische Nachbearbeitung hergestellt ist.

7. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Metallschaumformteile (7, 8) als Gußteile
25
hergestellt sind, derart, dass sie in Abschnitten, die bei zusammengebautem Schalldämpfer (1) eine Gehäuseaußenseite (26) bilden, eine Außenhaut mit geschlossenen Poren und in Bereichen, die bei zusammengebautem Schalldämpfer (1) einer Schallbeaufschlagung ausgesetzt sind, eine off-
30
porige Oberfläche (22) aufweisen.

8. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Gehäuseeinlaß (4) durch ein in die Metall-
35
schaumformteile (7, 8) eingelegtes Einlaßrohr (9) gebildet ist und/oder dass der Gehäuseauslaß (5) durch ein in die Metallschaumformteile (7, 8) einge-
40
legtes Auslaßrohr (12) gebildet ist.

9. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet,**

dass das Einlaßrohr (9) und/oder das Auslaßrohr
45
(12) von Metallschaum umgossen oder umschäumt ist/sind, so dass das jeweilige Rohr (9, 12) einen integralen Bestandteil des jeweiligen Metallschaumformteils (7, 8) bildet.

10. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** der Absorber (3) aus zwei Absorberhälften (3a, 3b) besteht, die im Strömungspfad zwischen Gehäuseeinlaß (4) und Gehäuseauslaß (5) angeordnet sind,
55
- **dass** jede Absorberhälfte (3a, 3b) mehrere geradlinige, zueinander parallele und voneinander beabstandete Stege (20) aufweist, die ge-

genüber der Strömungsrichtung (24) am Gehäuseeinlaß (4) und/oder am Gehäuseauslaß (5) geneigt sind,

- **dass** die Stege (20) der einen Absorberhälfte (3a, 3b) gegensinnig zu den Stegen (20) der anderen Absorberhälfte (3b, 3a) geneigt sind.

11. Schalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Absorber (3) so im Gehäuse (2) angeordnet ist, dass er durchströmbar und umströmbar ist.

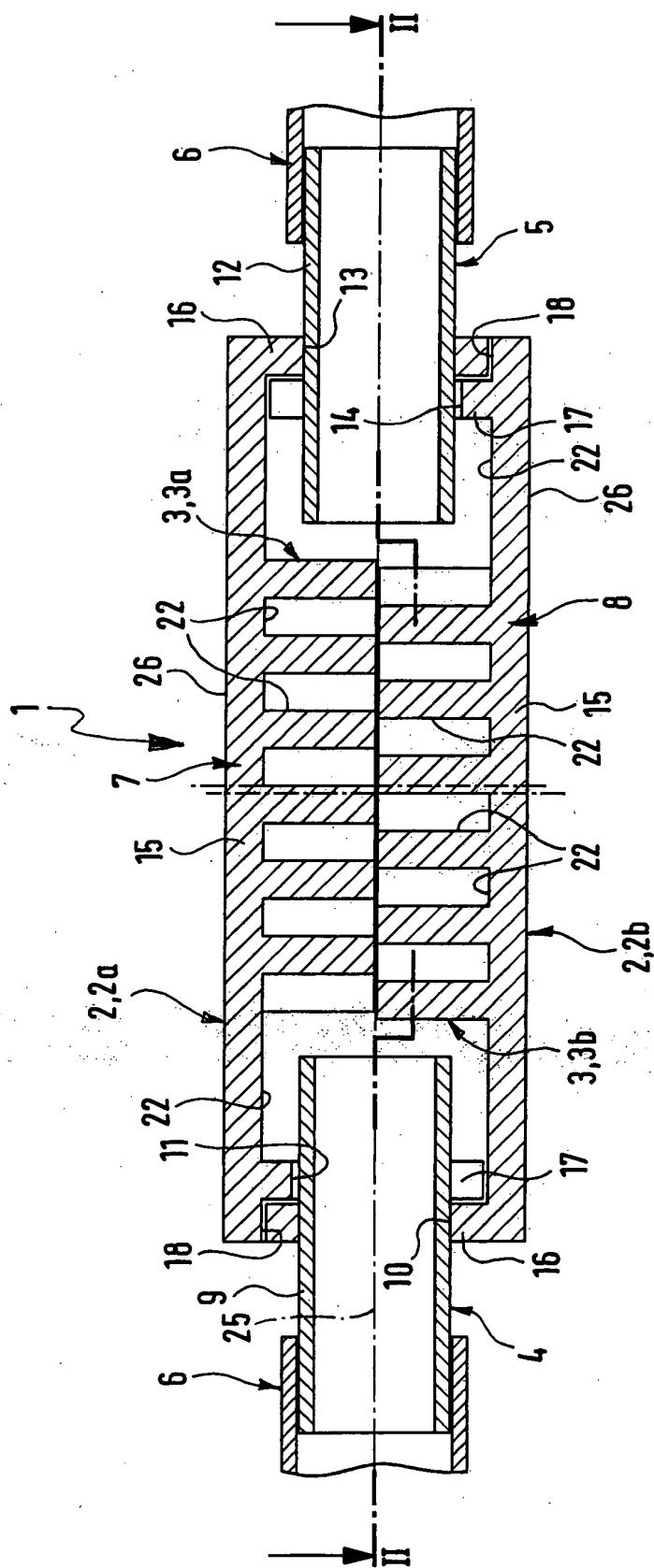


Fig. 1

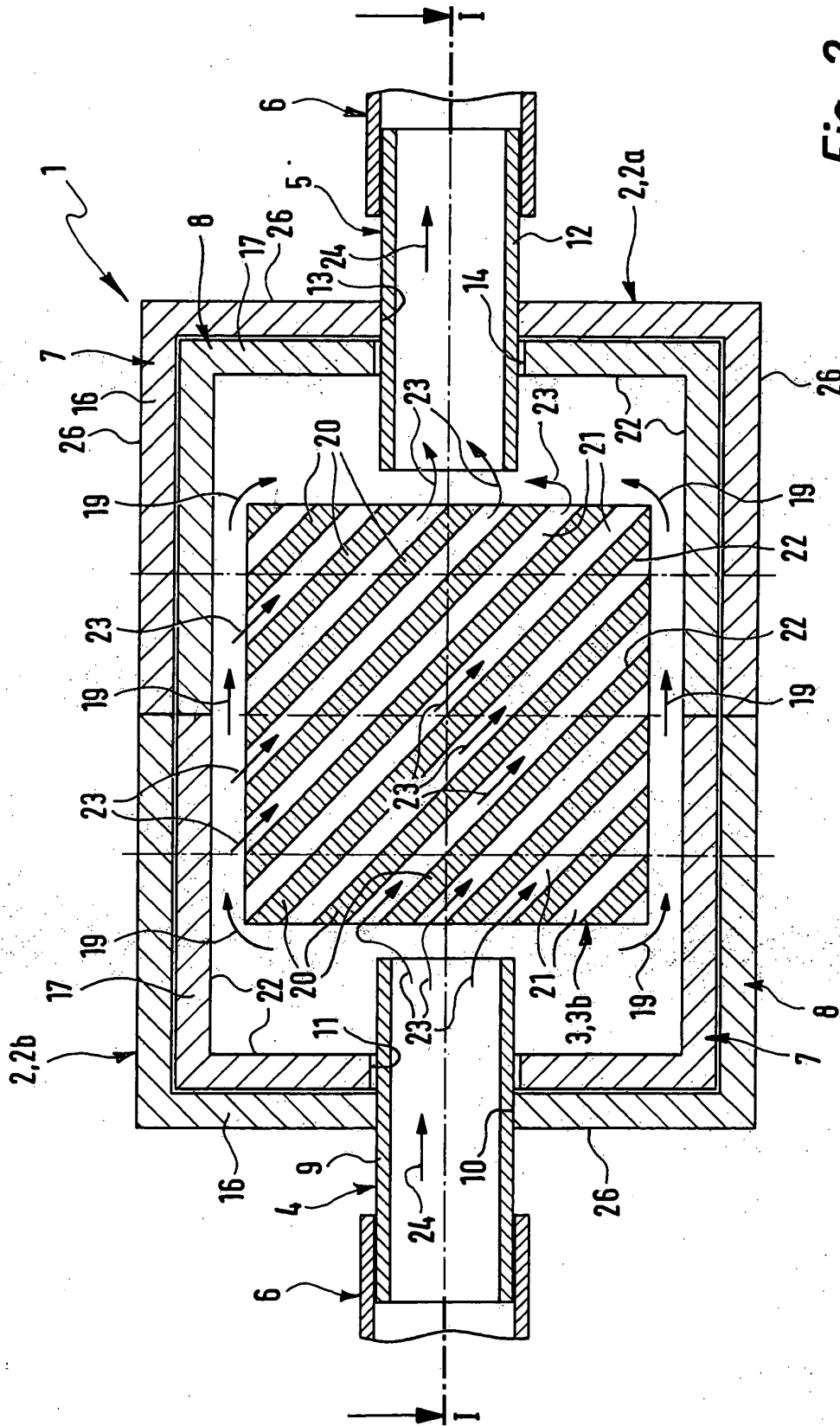


Fig. 2