



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 396 552 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
04.10.2017 Patentblatt 2017/40

(21) Anmeldenummer: **09795312.9**

(22) Anmeldetag: **20.11.2009**

(51) Int Cl.:
F04C 29/06 (2006.01) **F01N 1/08** (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2009/050064

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/091656 (19.08.2010 Gazette 2010/33)

(54) SCHALLDÄMPFER FÜR EINE STRÖMUNGS- ODER KOLBENMASCHINE

MUFFLER FOR A TURBO OR PISTON ENGINE

AMORTISSEUR DE BRUIT POUR UNE TURBOMACHINE OU MACHINE À PISTON

(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 SM TR**

(30) Priorität: **16.02.2009 DE 102009009168**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.12.2011 Patentblatt 2011/51

(73) Patentinhaber: **MAN Diesel & Turbo SE
86153 Augsburg (DE)**

(72) Erfinder:

- **BÜSSOW, Richard
46147 Oberhausen (DE)**
- **GÖDDE, Ralf
59174 Kamen (DE)**
- **THIEL, Udo
45886 Gelsenkirchen (DE)**

- **BARWANIEZ, Thomas
46049 Oberhausen (DE)**
- **JOSWIG, Daniela
46539 Dinslaken (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 0 542 169	EP-A1- 0 879 937
DE-A1- 19 957 711	DE-C1- 3 810 755
DE-C1- 10 120 974	FR-A1- 2 869 949
GB-A- 1 080 733	GB-A- 1 507 663
GB-A- 2 389 150	JP-A- 2000 213 328
US-A- 4 244 442	US-A- 5 507 159

- **DATABASE WPI Week 200641 Thomson
Scientific, London, GB; AN 2006-393314
XP002627398, & CN 1 721 484 A (ZHOUSHAN
HAISHAN SEALING MATERIALS CO LTD) 18.
Januar 2006 (2006-01-18)**

EP 2 396 552 B1

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 eingezahlt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schalldämpfer für eine Strömungs- oder Kolbenmaschine, insbesondere für einen Schraubenkompressor oder -expander, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Beim Betrieb von Strömungs- und Kolbenmaschinen treten häufig Schwingungen auf, die beispielsweise durch Druckschwankungen im Fluid, periodische Anregungen der Maschine oder dergleichen aufgeprägt werden und insbesondere zu unerwünschter Schallabstrahlung führen. Um die Weiterleitung und Abstrahlung von Schall zu reduzieren, ist es bekannt, Strömungs- und Kolbenmaschinen oder deren Stufen Schalldämpfer vor-/ und/oder nachzuschalten, die von dem Fluid durchströmt werden und dabei, in der Regel dissipativ, Druckschwankungen im Fluid reduzieren.

[0003] Aus betriebsinterner Praxis ist hierzu ein Schalldämpfer bekannt, in dem Fluid eine zentrale Dämpferkulisse umströmt, die in einem Gehäuse aufgenommen sind. Um die Weiterleitung und Abstrahlung von Schall zu reduzieren, ist das Gehäuse auf seiner Außenseite mit einem Sandmantel umgeben.

[0004] Die gattungsgemäße US 5 507 159 A offenbart eine Sammleranordnung eines Kühlzirkulationskompresors, wobei in den im Sammler befindenden Scheibenelementen an deren Enden Falze zur Schwingungsdämpfung vorhanden sind. In JP 2000 21 2228 A ist ein Abgasschalldämpfer offenbart, der zur Schalldämpfung an den Enden von Scheibenelementen, die den äußeren Mantel des Schalldämpfers mit dem inneren Abgasrohr verbinden, Dämpfungselemente vorsieht. Weitere Schalldämpfer sind in GB 2 389 150A, US 4 244 442 A und FR 2 869 949 A1 beschrieben.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen verbesserten Schalldämpfer für eine Strömungs- oder Kolbenmaschine, insbesondere für einen Schraubenkompressor zur Verfügung zu stellen.

[0006] Zur Lösung dieser Aufgabe ist ein Schalldämpfer nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 weitergebildet.

[0007] Anspruch 10 stellt ein Verfahren zur Herstellung einer besonderen Ausführung des erfindungsgemäßen Schalldämpfers unter Schutz, die weiteren Unteransprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen.

[0008] Die vorliegende Erfindung basiert zum einen auf der Erkenntnis, dass die bisherige Ummantelung mit Sand Schwingungen des Gehäuses nicht optimal dämpft, da der Sand aufgrund der Schwerkraftwirkung nicht überall gleichmäßig anliegt. Daher wird gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung vorgeschlagen, das Gehäuse auf seiner Außenseite durch einen schwingungsdämpfenden Mantel aus formbeständigem Material zu bedecken, so dass ein gleichmäßiger Kontakt zwischen Gehäuse und Mantel vorliegt. Vorteilhaft kann die Verwendung formbeständigen Materials auch die Befestigung des Mantels an dem Gehäuse vereinfachen.

[0009] Zum anderen trägt die vorliegende Erfindung der Erkenntnis Rechnung, dass Körperschall in Schalldämpfern, wie sie nach betriebsinterner Praxis bisher eingesetzt werden, in den im Betrieb relevanten Frequenzbereichen in wesentlichen Anteilen über die Innenrohre erfolgt, so dass die alleinige Dämpfung des Gehäuses auf seiner Außenseite durch den Sandmantel die Weiterleitung und Abstrahlung von Schall nicht optimal reduziert. Daher wird nach der Erfindung, die besonders bevorzugt mit dem vorstehend erläuterten Mantel aus formbeständigem Material kombiniert sein kann, vorgeschlagen, zwischen einer Rohranordnung und dem Gehäuse ein elastisches, schwingungsdämpfend ausgebildetes und scheibenförmiges Element anzudrehen. Hierdurch kann die Rohranordnung schwingungstechnisch teilweise entkoppelt und so insbesondere eine Weiterleitung von Körperschall reduziert werden.

[0010] Ein erfindungsgemäßer Schalldämpfer ist für eine Strömungs- oder Kolbenmaschine, insbesondere einen Kompressor, vorgesehen und wird mit besonderem Vorteil bei Schraubenkompressoren verwendet, die aufgrund Ihres Wirkmechanismus einer starken periodischen Schwingungsanregung ausgesetzt sind. Er umfasst ein ein-, oder bevorzugt, mehrteiliges Gehäuse, eine Rohranordnung mit einem oder, bevorzugt, mehreren Rohren zur Führung eines Fluids der Strömungs- bzw. Kolbenmaschine, etwa eines Prozessgases, einer Flüssigkeit oder dergleichen, und einer Scheibenanordnung mit einer oder, bevorzugt mehreren Scheiben, die lösbar, beispielsweise durch eine Verschraubung reibschlüssig geklemmt, oder unlösbar, beispielsweise durch Verschweißen, an dem Gehäuse befestigt sind und die Röhre der Rohranordnung tragen. Insbesondere können sind ein oder mehrere Scheiben auch, wenigstens teilweise, integral mit dem Gehäuse ausgebildet, beispielsweise ur- oder umgeformt sein.

[0011] Nach der vorliegenden Erfindung ist zwischen der Rohranordnung und dem Gehäuse wenigstens ein elastisches, schwingungsdämpfend ausgebildetes Element angeordnet, um die Rohranordnung gegenüber dem Gehäuse wenigstens teilweise schwingungstechnisch zu entkoppeln. Ein oder mehrere, vorzugsweise alle elastischen Elemente sind schwingungsdämpfend ausgebildet und weisen hierzu bezüglich relevanter Frequenzbereiche vorzugsweise höhere Dämpfungskonstanten auf. Eine höhere Dämpfungskonstante kann beispielsweise durch eine ausreichend große Amplitudenreduzierung im Frequenzgang des Schalldämpfers im Bereich relevanter Frequenzen gekennzeichnet sein. Insbesondere kann ein elastisches Element aus einem Elastomer, einem Thermo- oder Duroplast oder Dichtungsmaterialien, die auch für Flanschverbindungen eingesetzt werden, bestehen.

[0012] Durch die schwingungstechnische Entkopplung können Resonanzfrequenzen des Schalldämpfers und Amplitudenspitzen in seinem Frequenzgang, i.e. der Schwingungsantwort auf Anregungen über der Frequenz der Anregung, verschoben und so die Weiterleitung und

Abstrahlung von Schall reduziert werden. Durch schwingungsdämpfende Elemente kann zusätzlich Schwingungsenergie dissipiert und so die Weiterleitung und Abstrahlung von Schall noch weiter reduziert werden.

[0013] Eine oder mehrere, vorzugsweise alle Scheiben der Scheibenanordnung weisen ein elastisches Element auf. Hierzu kann beispielsweise ein scheibenförmiges, elastisches Element, beispielsweise aus einem Kunststoff wie Polystyrol, Dichtungsmaterialien oder einem anderen viskoelastischen Material, insbesondere aus Gummi, an einer Metalllage der Scheibe, vorzugsweise unlösbar, befestigt, beispielsweise hiermit verklebt, aufvulkanisiert oder aufgespritzt sein. Dabei umgeben je zwei Metalllagen sandwichartig ein scheibenförmiges elastisches Element.

[0014] Durch die, vorzugsweise dünnen, Metalllagen und das elastische Element sind die Scheiben biege- bzw. wölbelastisch und entkoppeln so die Rohre gegenüber dem Gehäuse. Zudem dissipiert ein schwingungsdämpfendes Element an den Scheiben Schwingungsenergie sowohl in an den Scheiben aufgehängten Rohren als auch Schwingungsenergie in dem auf die Scheiben auftreffenden Fluid.

[0015] Zusätzlich oder alternativ können auch zwischen einer oder mehreren, vorzugsweise allen Scheiben und der Rohranordnung elastische, bevorzugt schwingungsdämpfende Elemente angeordnet sein.

[0016] In einer bevorzugten Ausführung ist die Rohranordnung reibschlüssig an der Scheibenanordnung befestigt, indem beispielsweise Rohre der Rohranordnung in Bohrungen oder Hülsen ein- oder aufgeschoben sind, die in Scheiben ausgebildet bzw. an diesen befestigt sind. Dann können im Kontaktbereich zwischen Rohr und Scheibe elastische, bevorzugt schwingungsdämpfende Elemente, beispielsweise aus Kunststoff, Gummi oder anderen viskoelastischen Materialien angeordnet sein. Durch eine solche reibschlüssige Klemmverbindung kann zudem vorteilhaft die Montage und Demontage des Schalldämpfers vereinfacht werden.

[0017] Bevorzugt weisen ein oder mehrere, vorzugsweise alle Rohre der Rohranordnung Öffnungen quer zu einer Durchströmungsrichtung auf. Hierzu können Rohre beispielsweise aus Lochblechen, Drahtgeflecht oder der gleichen hergestellt sein. Das durch diese Öffnungen strömende Fluid reduziert Schwingungen, zudem werden die thermodynamischen Eigenschaft und das Gewicht das Schalldämpfers verbessert.

[0018] Zwischen Rohren der Rohranordnung: aber auch innerhalb einiger Rohre kann Dämpfungsmaterial, beispielsweise Mineralwolle, angeordnet sein, um Schwingungen im Fluid weiter zu dämpfen.

[0019] Bevorzugt wird der Durchmesser der Rohre so klein gewählt, dass Quermoden im Schalldämpfer reduziert werden können, Hierzu beträgt das Produkt aus, insbesondere hydraulischem, Durchmesser D des Rohres, der Kreiszahl π ; und der Ausstoßfrequenz f_A der Strömungs- bzw. Kolbenmaschine vorteilhafterweise höchstens das Doppelte, insbesondere höchstens das 1,8-fa-

che der Schallgeschwindigkeit c des Fluids der Strömungs- bzw. Kolbenmaschine, so dass gilt:

$$5 \quad D < \frac{1,8 \cdot c}{f_A \cdot \pi}.$$

[0020] Um gleichwohl einen ausreichenden Gesamtquerschnitt des Schalldämpfers zu realisieren, sind in einer bevorzugten Ausführung mehrere, insbesondere wenigstens drei Rohre vorzugsweise äquidistant, über den Umfang des Gehäuses verteilt in diesem aufgenommen.

[0021] Nach einer weiteren Ausführungsform kann das Gehäuse auf seiner Außenseite ganz oder teilweise mit einem schwingungsdämpfenden Mantel aus formbeständigem Material bedeckt sein. Dieser Mantel verschiebt zum einen durch seine Masse Resonanzfrequenzen des Schalldämpfers und Amplitudenspitzen in seinem Frequenzgang, zum anderen dämpft er insbesondere höherfrequente Schwingungen. Im Gegensatz zu Sandmänteln verbessert das formbeständige Material dabei den Kontakt und damit die schwingungstechnische Kopplung mit dem Gehäuse. Zudem hat sich herausgestellt, dass formbeständiges Material bessere Dämpfungseigenschaften aufweist.

[0022] Ein weiterer Vorteil formbeständigen Mantelmaterials besteht darin, dass es - im Gegensatz zu Sand, besser an dem Gehäuse angeordnet werden kann. Vorzugsweise kann es hierzu in flüssigem oder viskosem Zustand auf das Gehäuse aufgebracht werden, indem es beispielsweise aufgespritzt oder das Gehäuse in ein Bad aus formbeständigem Material getaucht wird, und sich dann am Gehäuse verfestigen, beispielsweise von selbst, unter Wärmezufuhr, in Reaktion mit Luft, oder durch Zugabe von Vernetzungsmittel aushärteten.

[0023] Bevorzugt ist das formbeständige Material haftend, i.e. haftet an anderen Oberflächen. Dies verbessert den Kontakt und damit die schwingungstechnische Kopplung mit dem Gehäuse noch weiter und vereinfacht auch die Befestigung an dem Gehäuse.

[0024] Als besonders geeignete formbeständige und haftende Materialien, die gleichermaßen gute Dämpfungseigenschaften aufweisen und gut handhabbar sind, haben sich Faserzementmörtel oder Kunststoff, insbesondere Polyurethan gezeigt.

[0025] Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus den Unteransprüchen und dem Ausführungsbeispiel. Hierzu zeigt, teilweise schematisiert, die einzige

Fig. 1: die obere Hälfte eines Schalldämpfers nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung im Längsschnitt.

[0026] Fig. 1 zeigt die obere Hälfte eines Schalldämpfers nach einer Ausführung der vorliegenden Erfindung im Längsschnitt. Er umfasst ein dreiteiliges Gehäuse mit

einem in Durchströmungsrichtung stromaufwärtigen vorderen Gehäuseteil 1.1, einem mit diesem über Flansche, wie in Fig. 1 durch strichpunktierte Linien angedeutet, verschraubten Mittelteil 1.2 sowie einem stromabwärtigen hinteren Gehäuseteil 1.3, der im Wesentlichen symmetrisch zum vorderen Gehäuseteil 1.1 ausgebildet und ebenfalls über Flansche mit dem Mittelteil 1.2 verschraubt ist.

[0027] Zwischen den Flanschen von vorderem Gehäuseteil 1.1 und Mittelteil 1.2 bzw. Mittelteil 1.2 und hinterem Gehäuseteil 1.3 ist jeweils eine Scheibe 3 bzw. 4 einer Scheibenanordnung reibschlüssig geklemmt. Diese Scheiben sind dreiteilig aufgebaut und umfassen jeweils eine elastische Scheibe 3.3 bzw. 4.3, welche sandwichartig zwischen Metalllagen 3.1, 3.2 bzw. 4.1, 4.2 aufgenommen und mit diesen verbunden ist. Die elastischen Scheiben 3.3, 4.3 sind aus Polystyrol und auf die Metalllagen 3.1, 3.2 bzw. 4.1, 4.2 aufgeklebt.

[0028] Die Scheiben 3, 4 weisen drei über den Innenumfang des Gehäuses gleichmäßig verteilte Bohrungen auf, die von Hülsen 3.4 bzw. 4.4 durchgriffen werden. Diese Hülsen weisen an ihrem Innenumfang einen Absatz auf und sind auf ihrem Außenumfang mit den Scheiben 3 bzw. 4 verschweißt, wie in Fig. 1 in fachüblicher Weise durch ausgefüllte Dreiecke angedeutet.

[0029] Etwa in der Mitte des Gehäuses 1 ist eine weitere, einteilige Scheibe 5 eingeschweißt, die mit den Bohrungen der Scheiben 3, 4 fluchtende Bohrungen aufweist, in die ebenfalls Hülsen 5.1 eingesteckt sind, die an ihrem Innenumfang einen zentralen, nach innen vorspringenden Absatz aufweisen und mit der Scheibe 5 verschweißt sind. Diese Scheibe erhöht die Steifigkeit des Schalldämpfers und wirkt insbesondere Schwingungen entgegen.

[0030] Drei parallele Paare miteinander fluchtender Rohre, von denen im oberen Längsschnitt der Fig. 1 nur eine Paar 2.1, 2.2 dargestellt ist, sind mit ihren Stirnseiten jeweils in die Hülsen 3.4, 5.1 bzw. 5.1, 4.4 reibschlüssig eingeschoben und durch diese klemmend im Gehäuse 1 gehalten, was vorteilhafterweise auch einen Ausgleich unterschiedlicher, beispielsweise thermisch bedingter, Längenänderungen von Gehäuse 1 und Rohren 2 ermöglicht. Zwischen Hülseninnen- und Rohraußenumfang ist dabei jeweils ein viskoelastisches Element in Form eines Gummi- oder Kunststoffringes 6, 7 bzw. 8 angeordnet. Die Rohre 2.1, 2.2 sind aus Lochblech hergestellt.

[0031] Im Wesentlichen auf der gesamten Außenumfangsfläche des Mittelteils 1.2 ist ein formbeständiger Mantel 9 aus Faserzementmörtel oder Polyurethan aufgebracht.

[0032] Der Schalldämpfer ist in der Lage, Druckpulsationen im Fluid, welches beispielsweise von einem Schraubenkompressor (nicht dargestellt) in den Schalldämpfer gefördert wird, zu dämpfen und zudem die Weiterleitung und Abstrahlung von Körperschall wirkungsvoll zu reduzieren:

- durch das Durchströmen der gelochten Rohre 2.1, 2.2 werden Druckpulsationen im Fluid gedämpft;

5 - durch die Aufhängung an Scheiben 3, 4 mit viskoelastischen Mittelschichten 3.3, 4.3 im Gehäuse 1 und die reibschlüssige Befestigung über viskoelastische Hülsen 6, 7, 8 an den Scheiben 3, 4 und 5 sind die Rohre 2.1, 2.2 gegen das Gehäuse 1 schwingungstechnisch im Wesentlichen entkoppelt, wobei weitergeleitete Schwingungen, insbesondere Körperschall, zusätzlich durch Verformungsarbeit der viskoelastischen Elemente 3.3, 4.3, 6, 7 und 8 dissipiert wird;

10 15 - die insoweit als schalltote Bleche wirkenden Scheiben 3, 4 dämpfen Schwingungen im Fluid; und
- der formbeständige Mantel 9 dämpft zusätzlich Schwingungen im Gehäuse 1.

20 25 30 **[0033]** Die vorgenannten Maßnahmen wirken vorteilhaft zusammen. Gleichwohl kann bereits durch eine dieser Maßnahmen eine vorteilhafte Schallreduzierung erreicht werden. So können beispielsweise in einer nicht dargestellten Abwandlung die Rohre 2.1, 2.2 direkt, i.e. ohne Zwischenschaltung von viskoelastischen Hülsen 6 bis 8, in die Hülsen 3.4, 4.4 bzw. 5.1 eingesteckt sein, was vorteilhaft die Dauerfestigkeit des Schalldämpfers und die Montage bzw. Demontage verbessern kann. Alternativ kann der Mantel 9 aus formbeständigem Material entfallen.

Bezugszeichenliste

35 [0034]

1.1-1.3	Gehäuseteile
3	Scheibe
3.1,3.3	Metalllage
40 3.3	elastisches Element
3.4	Hülse
4	Scheibe
4.1, 4.3	Metalllage
4.3	elastisches Element
45 4.4	Hülse
5	Scheibe
5.1	Hülse
6-8	elastisches Element
9	Mantel

50

Patentansprüche

1. Schalldämpfer für eine Strömungs- oder Kolbenmaschine, mit:

- einem Gehäuse (1.1-1.3);
- einer Scheibenanordnung mit wenigstens ei-

- ner Scheibe (3, 4, 5), die an dem Gehäuse befestigt ist; und
- einer an der Scheibenanordnung befestigten Rohranordnung mit wenigstens einem Rohr (2.1, 2.2) zur Führung eines Fluides der Strömungs- bzw. Kolbenmaschine, wobei
- 5 - zwischen der Rohranordnung und dem Gehäuse wenigstens ein elastisches, schwingungsdämpfend ausgebildetes Element (3.3, 4.3, 6, 7, 8) angeordnet ist, und wobei
- eine Scheibe (3, 4) der Scheibenanordnung ein elastisches, schwingungsdämpfend ausgebildetes und scheibenförmiges Element (3.3, 4.3) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Scheibe (3, 4) der Scheibenanordnung wenigstens eine Metalllage (3.1, 3.2, 4.1, 4.2) und ein daran befestigtes elastisches, schwingungsdämpfend ausgebildetes und scheibenförmiges Element (3.3.4.3) aufweist, wobei je zwei Metalllagen ein elastisches, schwingungsdämpfend ausgebildetes und scheibenförmiges Element sandwichartig umgeben.
2. Schalldämpfer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Scheibenanordnung und der Rohranordnung ein elastisches, schwingungsdämpfend ausgebildetes Element (S, 7, 8) angeordnet ist.
3. Schalldämpfer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohranordnung reibschlüssig an der Scheibenanordnung befestigt ist.
4. Schalldämpfer nach Anspruch 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Scheibenanordnung eine Hülse (3.4. 4.4, 5, 1) aufweist, in der ein Rohr (2.1, 2.2) der Rohranordnung reibschlüssig aufgenommen ist.
5. Schalldämpfer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Rohr (2.1) der Rohranordnung Öffnungen quer zu einer Durchströmungsrichtung aufweist.
6. Schalldämpfer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb und/oder außerhalb der Rohranordnung Dämpfungsmaterial angeordnet ist.
7. Schalldämpfer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Produkt aus einem Umfang ($D\pi$) eines Rohres der Rohranordnung und einer Ausstoßfrequenz (f_A) der Strömungs- bzw. Kolbenmaschine höchstens das Doppelte, insbesondere höchstens das 1,8-fache der Schallgeschwindigkeit (c) des Fluids der Strömungs- bzw. Kolbenmaschine beträgt ($D < 1,8c / \{f_A\pi\} < 2c / f_A\pi$).
8. Schalldämpfer, nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen schwingungsdämpfenden Mantel (9) aus formbeständigem Material, welcher das Gehäuse (2.2) auf seiner Außenseite wenigstens teilweise bedeckt.
9. Schalldämpfer nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das formbeständige Material Faserzementmörtel oder Kunststoff umfasst.
10. Verfahren zur Herstellung eines Schalldämpfers nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das formbeständige Material in flüssigem Zustand auf das Gehäuse aufgebracht wird und dort verfestigt.

Claims

20. 1. A silencer for a turbo or piston machine, with:
- a housing (1.1-1.3);
 - a disc arrangement with at least one disc (3, 4, 5), which is attached to the housing; and
 - a pipe arrangement attached to the disc arrangement with at least one pipe (2.1, 2.2) for conducting a fluid of the turbo or piston machine, wherein
 - between the pipe arrangement and the housing at least one elastic element (3.3, 4.3, 6, 7, 8) formed in a vibration-damping manner is arranged, and wherein
 - a disc (3.4) of the disc arrangement comprises an elastic and disc-shaped element (3.3, 4.3) formed in a vibration-damping manner, **characterized in that** a disc (3, 4) of the disc arrangement comprises at least one metal layer (3.1, 3.2, 4.1, 4.2) and an elastic and disc-shaped element (3.3.4.3) designed in a vibration-damping manner attached thereon, wherein two metal layers each surround an elastic and disc-shaped element formed in a vibration-damping manner sandwich-like.
25. 2. The silencer according to any one of the preceding claims, **characterized in that** between the disc arrangement and the pipe arrangement an elastic element (S, 7, 8) formed in a vibration-damping manner is arranged.
30. 3. The silencer according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the pipe arrangement is attached to the disc arrangement in a frictionally joined manner.
35. 4. The silencer according to Claim 3, **characterized in that** the disc arrangement comprises a sleeve (3.4.4.4, 5, 1), in which a pipe (2.1, 2.2) of the pipe

- arrangement is received in a frictionally joined manner.
5. The silencer according to any one of the preceding claims, **characterized in that** a pipe (2.1) of the pipe arrangement comprises openings transversely to a through-flow direction. 5
6. The silencer according to any one of the preceding claims, **characterized in that** within and/or outside the pipe arrangement damping material is arranged. 10
7. The silencer according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the product of a circumference ($D\pi$) of a pipe of the pipe arrangement and an expulsion frequency (f_A) of the turbo or piston machine maximally amounts to twice, in particular maximally 1.8 times the speed of sound (c) of the fluid of the turbo or piston machine ($D < 1.8c / \{f_A\pi\} < 2c / f_A\pi$). 15
8. The silencer according to any one of the preceding claims, **characterized by** a vibration-damping jacket (9) of dimensionally stable material, which at least partly covers the housing (2.2) on its outside. 20
9. The silencer according to Claim 8, **characterized in that** the dimensionally stable material comprises fibre cement mortar or plastic. 25
10. A method for producing a silencer according to any one of the Claims 8 or 9, **characterized in that** the dimensionally stable material is applied onto the housing in the liquid state where it solidifies. 30
- moins une couche métallique (3.1,3.2,4.1,4.2) et un élément en forme de disque, à configuration élastique amortissant les vibrations fixé dessus, dans lequel respectivement deux couches métalliques entourent en forme de sandwich un élément en forme de disque, à configuration élastique et amortissant les vibrations.
2. Silencieux d'échappement selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** entre l'agencement de disques et l'agencement de tuyaux est disposé un élément à configuration élastique, amortissant les vibrations (S,7,8). 35
3. Silencieux d'échappement selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'agencement de tuyaux est fixé par friction sur l'agencement de disques.
4. Silencieux d'échappement selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'agencement de disques présente un manchon (3.4,4.4,5,1), dans lequel un tuyau (2.1,2.2) de l'agencement de tuyaux est renfermé par friction. 40
5. Silencieux d'échappement selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** un tuyau (2.1) de l'agencement de tuyaux présente des ouvertures transversales à une direction d'écoulement.
6. Silencieux d'échappement selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** un matériau d'amortissement est disposé à l'intérieur et/ou à l'extérieur de l'agencement de tuyaux. 45
7. Silencieux d'échappement selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le produit sur une circonference (Dn) d'un tuyau de l'agencement de tuyaux et une fréquence de projection (f_A) du moteur à pistons, respectivement de la turbomachine s'élève au maximum au double, notamment au maximum à 1,8 fois la vitesse du son (c) du fluide de la turbomachine, respectivement machine à pistons ($D < 1,8c / \{f_A\pi\} < 2c / fAn$). 50
8. Silencieux d'échappement selon une des revendications précédentes, **caractérisé par** une gaine amortissant les vibrations (9) constituée d'un matériau dimensionnellement stable, qui recouvre le carter (2.2) au moins partiellement sur un côté extérieur. 55
9. Silencieux d'échappement selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le matériau dimensionnellement stable comprend du mortier de ciment fibreux ou du plastique.
10. Procédé de fabrication d'un silencieux d'échappe-

ment selon une des revendications 8 ou 9, **caractérisé en ce que** le matériau dimensionnellement stable est appliqué en l'état liquide sur le logement et y est fixé.

5

10

15

20

25

30

35

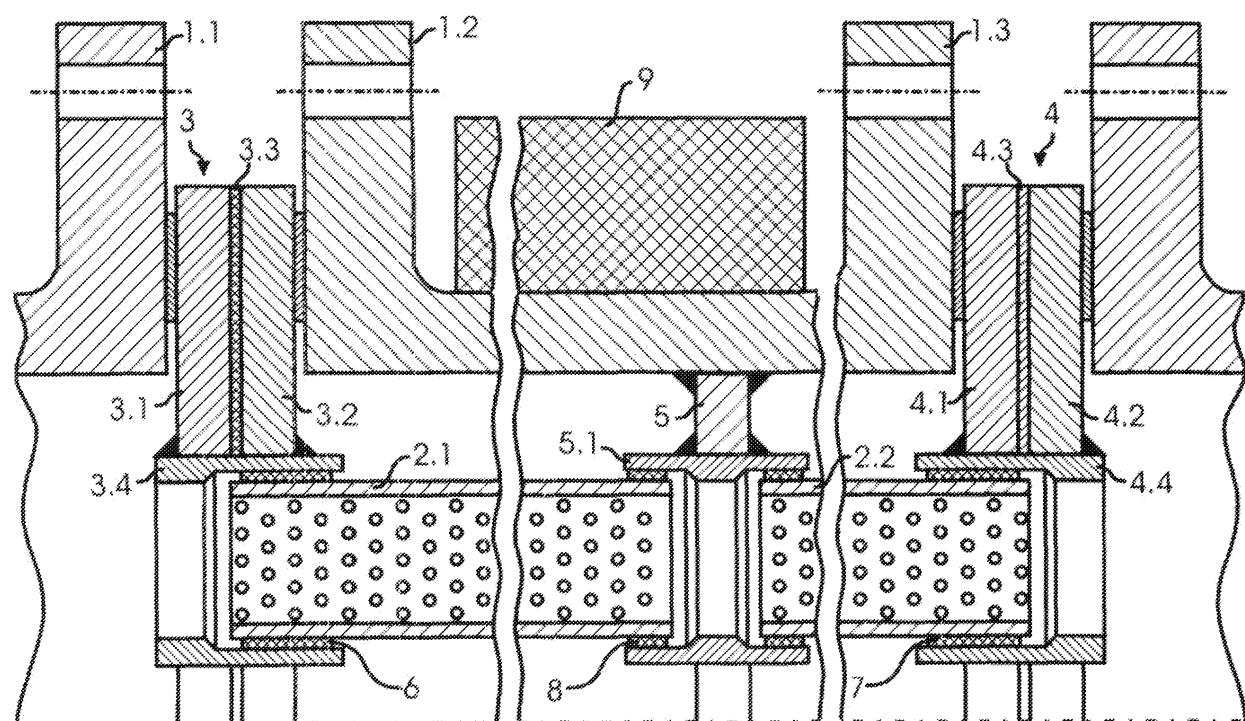
40

45

50

55

Fig. 1



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5507159 A [0004]
- JP 2000212228 A [0004]
- GB 2389150 A [0004]
- US 4244442 A [0004]
- FR 2869949 A1 [0004]