



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.03.2005 Patentblatt 2005/10

(51) Int Cl.7: **F02M 35/12**

(21) Anmeldenummer: **04019431.8**

(22) Anmeldetag: **16.08.2004**

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

- **Löwe, Hans-Joachim, Dr.**
38304 Wolfenbüttel (DE)
- **von der Hagen, Joachim, Dr.**
63589 Altenhasslau (DE)
- **Metz, Dietmar**
67149 Meckenheim (DE)
- **Stönnner, Helmut**
67227 Frankenthal (DE)

(30) Priorität: **08.09.2003 DE 10341319**

(71) Anmelder:

- **VERITAS AG**
63571 Gelnhausen (DE)
- **BorgWarner Inc.**
Chigaco, IL 60604 (US)

(74) Vertreter: **Grünecker, Kinkeldey,**
Stockmair & Schwanhäusser Anwaltssozietät
Maximilianstrasse 58
80538 München (DE)

(72) Erfinder:

- **Keller, Uwe**
63571 Gelnhausen (DE)

(54) **Schalldämpfer**

(57) Die Erfindung betrifft einen Schalldämpfer mit einem Innenteil (1) und einem das Innenteil umgebenden Außenteil (2), wobei das Innenteil (1) eine mit Öffnungen (3) versehene Innenwandung (4) und das Außenteil (2) eine entlang der Innenwandung (4) sich er-

streckende Außenwandung (5) bildet. Zur Verbesserung der Dämpfungseigenschaften sowie der Flexibilität des Schalldämpfers ist die Außenwandung (5) als Faltenbalg (6) ausgebildet, der mit der Innenwandung (4) einzelne Hohlräume (7) definiert, wobei die Öffnungen (3) der Innenwandung (4) in die Hohlräume (7) münden.

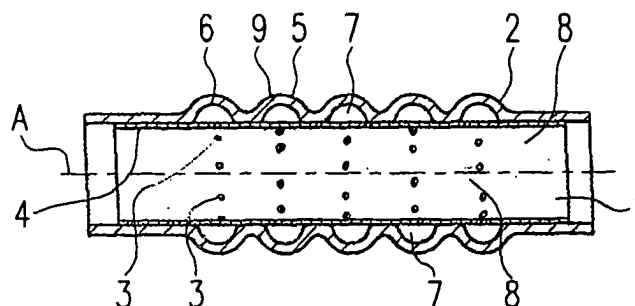


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Schalldämpfer mit einem Innenteil und einem das Innenteil umgebenden Außenteil, wobei das Innenteil eine mit Öffnungen versehene Innenwandung und das Außenteil eine entlang der Innenwandung sich erstreckende Außenwandung bildet.

[0002] Ein Schalldämpfer dieser Gattung ist aus der DE 195 04 223 A1 bekannt.

[0003] Schalldämpfer werden im Ansaugtrakt von Motoren, beispielsweise in Kraftfahrzeugen, zur Senkung von Geräuschemissionen verwendet. DE-OS 34 31 078 schlägt zu diesem Zweck einen Schalldämpfer vor, der im Wesentlichen aus einem Ansaugrohr besteht, das abschnittsweise aus einem schallabsorbierenden porösen Werkstoff gefertigt ist, wobei das Ansaugrohr in diesem Abschnitt von einem perforierten Metallrohr umgeben ist. Der vorstehend beschriebene Schalldämpfer genügt nicht den gestiegenen, an den Dämpfungsgrad gestellten Anforderungen. Problematisch ist insbesondere die Dämpfung der Geräusentwicklung von Motoren, die mit Abgasturboladersystemen ausgestattet sind. Im Betrieb kommt es bei solchen Ladersystemen zu Pulsationsgeräuschen, die durch kleinste geometrische Unregelmäßigkeiten eines Verdichterrades des Turboladers erzeugt werden. Diese Pulsationsgeräusche treten proportional zur Drehfrequenz des Abgasturboladers auf. Das dabei angeregte Frequenzband ist aufgrund des großen Betriebsdrehzahlbereiches sehr breitbandig. Deshalb ist eine besonders breitbandige Schalldämpfung erforderlich, um eine allgemeine Absenkung der Geräuschemission zu erreichen.

[0004] In der gattungsbildenden DE 195 04 223 A1 wird vorgeschlagen, das perforierte Rohr als Ansaugrohr zu verwenden, das von einem Zylinder mit einer geschlossenen ebenen Oberfläche umgeben ist. Zwischen dem innen angeordneten perforierten Ansaugrohr und dem das Ansaugrohr konzentrisch umgebenden Zylinder ist ein breiter durchgängiger Ringspalt gebildet. Die im perforierten Ansaugrohr vorgesehenen Öffnungen sind im Bereich dieses Ringspalt angeordnet, so dass der Ringspalt mit dem Inneren des Ansaugrohres kommunizieren kann. Die verbesserten Dämpfungseigenschaften dieses Schalldämpfers beruhen auf dem durch die Öffnungen im Ansaugrohr ermöglichten Luftmassenaustausch und Druckausgleich mit dem Ringspalt, wobei der den Ringspalt bildende Zylinder Druckverluste verhindert sowie eine weitere Senkung der Geräuschemission bewirkt. Allerdings ist der Dämpfungsgrad auch dieses Schalldämpfers nicht ausreichend, um eine breitbandige Absenkung der Geräuschemission gerade bei aufgeladenen Motoren zu erreichen.

[0005] DE 196 38 304 A1 offenbart einen Schalldämpfer, der insbesondere für Motoren mit Turboladern konzipiert ist. Dieser Schalldämpfer weist eine im Strömungskanal angeordnete Kammer auf, die mit mehreren parallel angeordneten und beabstandeten Ringblenden versehen ist. Zwischen zwei benachbarten Ringblenden ist jeweils ein Resonanzraum ausgebildet, der zu einer Schallabsenkung in einem bestimmten Frequenzbereich führt. Nachteilig an diesem Schalldämpfer ist, dass die Blenden Kanten aufweisen, über die der Strömungsweg des Gases führt. Der durch diese Kanten verursachte Strömungswiderstand beeinträchtigt den Wirkungsgrad des Ladersystems. Außerdem ist das Einsetzen der Blenden in die Schalldämpferkammer fertigungstechnisch aufwändig und dementsprechend kostenintensiv.

[0006] Überdies sind Dämpfungssysteme erhältlich und werden in Motoren benutzt, bei denen mehrere verschiedene Dämpferelemente in Reihe angeordnet sind, die für unterschiedliche Frequenzbänder ausgelegt sind. Derartige Dämpfersysteme benötigen aber einen übermäßig großen Bauraum.

[0007] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, einen Schalldämpfer zu schaffen, der einfach herzustellen ist und gute, insbesondere breitbandige Schalldämpfungseigenschaften aufweist.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Schalldämpfer mit den Merkmalen de Anspruchs 1 gelöst.

[0009] Der Vorteil des erfindungsgemäßen Schalldämpfers liegt darin, dass das Wirkprinzip eines Helmholtz-Resonators mit dem Wirkprinzip eines $\lambda/4$ -Reflektors kombiniert wird, so dass sowohl niedrigfrequente als auch höherfrequente Anteile gedämpft werden können. Der erfindungsgemäße Schalldämpfer erlaubt die Einstellung eines Frequenzbandes der Dämpfung entsprechend der zu dämpfenden Geräusche, die im jeweiligen Anwendungsfall auftreten. Darüber hinaus ist der erfindungsgemäße Schalldämpfer sehr preiswert herzustellen, da keine besondere Einbauten wie Blenden oder Kulissen erforderlich sind.

[0010] Der erfindungsgemäße Schalldämpfers erfordert nur geringen Bauraum, da das Innenteil des Schalldämpfers in eine ohnehin notwendige Elastomerstrecke im Ladelufttrakt integriert ist. Außerdem verbindet der erfindungsgemäße Schalldämpfer aufgrund der faltenbalgartigen Außenwandung den Vorteil einer flexiblen Bauweise mit guten Dämpfungseigenschaften.

[0011] In einer bevorzugten Ausführungsform erstreckt sich der Faltenbalg über den ganzen mit den Öffnungen versehenen Bereich der Innenwandung. Damit ist sichergestellt, dass die aus der Kombination zweier Wirkprinzipien (Helmholtz-Resonator und $\lambda/4$ -Reflektor) ergebenden synergistischen Effekte über die ganze Wirklänge bzw. den ganzen Wirkbereich des Innenteils zum Tragen kommen.

[0012] Vorteilhafterweise umfasst das Innenteil einen Schlauch oder ein Rohr, die jeweils radiale Öffnungen aufweisen. Diese Ausgestaltung bietet eine besonders einfache und kostengünstige Möglichkeit, den Schalldämpfer zu fertigen.

[0013] Das Innenteil kann auch Schlauchsegmente oder Rohrsegmente umfassen, die jeweils radiale Öffnungen aufweisen. Durch das segmentierte Innenteil wird eine besonders gute Flexibilität des Schalldämpfers erreicht.

[0014] In bevorzugter Weise ist das Innenteil am Außenteil thermisch angeformt. Dies erleichtert die Fertigung des Schalldämpfers, da in einem Arbeitsgang, d. h. während einer Wärmebehandlung, mehrere Verbindungspunkte bzw. Verbindungsflächen zwischen dem Innenteil und dem Außenteil hergestellt werden können. Das Innenteil kann mit dem Außenteil auch mechanisch verbunden sein.

[0015] In einer anderen Ausführungsform ist das Innenteil in eine Schnellkupplung integriert. Damit wird eine besonders einfache und schnelle Anbindung des Schalldämpfers an Anschlussbauteile bzw. Anschlusseleitungen erreicht.

[0016] In vorteilhafter Weise ist das Außenteil über die gesamte Länge des Innenteils flexibel, so dass sich der Schalldämpfer vollständig als flexible Strecke im Ladelufttrakt eines Motors nutzen lässt.

[0017] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Außenwandung konzentrisch zur Innenwandung angeordnet. Damit wird erreicht, dass die zwischen dem Faltenbalg und der Innenwandung gebildeten Hohlräume im Wesentlichen die gleiche Form und somit das gleiche Volumen aufweisen. Die Außenwandung kann auch konisch geformt sein, wodurch das Hohlraumvolumen des Faltenbalges in Längsrichtung des Schalldämpfers verändert wird.

[0018] Als Werkstoffe des Innenteils und des Außenteils haben sich NBR, CR, ECO, AEM, ACM, Silicon und FPM als zweckmäßig erwiesen. Das Innenteil kann auch aus Kunststoff hergestellt sein. Das Außenteil und/oder das Innenteil können einen Druckträger umfassen, wobei der Druckträger bei der Kunststoffausführung des Innenteils nicht erforderlich ist.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung erstreckt sich der Faltenbalg in Längsrichtung des Schalldämpfers über das Innenteil hinaus. Das bedeutet, dass ein Teil des Faltenbalgs direkt mit dem im Innenteil geführten gasförmigen Medium in Kontakt kommt.

[0020] Die Erfindung wird im Folgenden beispielhaft unter Bezug auf die beigefügten schematischen Zeichnungen näher beschrieben. In diesen zeigen

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen Schalldämpfer nach einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel;

Fig. 2 eine Explosivdarstellung des Schalldämpfers nach Fig. 1 und

Fig. 3 eine Seitenansicht des Schalldämpfers nach Fig. 1, wobei das Innenteil teilweise in das Außenteil eingeschoben ist.

[0021] Der in den Fig. 1 bis 3 gezeigte Schalldämpfer ist insbesondere, aber nicht ausschließlich für den Einsatz in einer Brennkraftmaschine konzipiert und wird möglichst nahe an der druckseitigen Austrittsöffnung eines Verdichtergehäuses eines Abgasturboladers angeordnet. Dämpfende Wirkung entfaltet der in den Fig. 1 bis 3 gezeigte Schalldämpfer natürlich auch an anderen Einbauorten, die dem Abgasturbolader nicht unmittelbar nachgeordnet sind.

[0022] Wie am besten in Fig. 1 zu erkennen, umfasst der Schalldämpfer ein Innenteil 1, das in ein Außenteil 2 gesteckt ist, so dass das Außenteil 2 das Innenteil 1 umgibt. Das Innenteil 1 weist in Längsrichtung A des Schalldämpfers einen Lufteinlass und einen Luftauslass sowie Anschlussbereiche auf, an denen nach- oder vorgeordnete Bauteile, wie Ladeluftschläuche angeschlossen werden.

[0023] Das Innenteil 1 ist als gelochter flexibler Schlauch und das Außenteil 2 als faltenbalgartiger Schlauch ausgeführt, so dass der gesamte Schalldämpfer flexible Eigenschaften aufweist. Das Innenteil 1 kann auch als starres Rohr hergestellt sein.

[0024] Wie weiter in Fig. 1 gezeigt, bildet das Innenteil 1 eine Innenwandung 4, in der radiale Öffnungen 3 vorgesehen sind. Die Öffnungen 3 sind in parallelen, sich in Umfangsrichtung der Innenwandung 4 erstreckenden Reihen 8 angeordnet. Jede Reihe 8 von Öffnungen 3 bildet also einen Kreis, dessen Radius dem Radius der Innenwandung 3 entspricht, und der senkrecht zur Längsachse A des Schalldämpfers angeordnet ist. Die Anzahl der Öffnungen 3 pro Reihe kann variieren und beträgt vorteilhafterweise acht bis zwölf Öffnungen 3. Eine geringere Anzahl oder eine größere Anzahl von Öffnungen 3 pro Reihe 8 ist ebenfalls möglich.

[0025] Wie des weiteren in den Fig. 1 bis 3 dargestellt, ist die die Innenwandung 4 umgebende Außenwandung 5 als Faltenbalg 6 ausgebildet. Im zusammengesteckten Zustand, also wenn das Innenteil 1 im Außenteil 2 angeordnet ist, bildet der Faltenbalg 6 mit der Innenwandung 4 einzelne Hohlräume 7. Diese Hohlräume 7 verlaufen in Umfangsrichtung um die Innenwandung 4 jeweils parallel zueinander.

[0026] In dem gezeigten Beispiel ist der Faltenbalg 6 als wellenförmig profilierter Schlauch ausgebildet, wobei eine Falte 9, abgesehen von den außenliegenden Falten, von zwei Wellentälern und einem Wellenberg begrenzt ist. Wie in Fig. 1 zu sehen, werden also die in den jeweiligen Wellenbergen der Falten 9 ausgebildeten Hohlräume 7 durch in Umfangsrichtung umlaufende Wellentäler seitlich voneinander abgegrenzt.

[0027] Im vorliegenden Beispiel liegen die Falten 9 im Bereich der Wellentäler an der Innenwandung 4 an. Die einzelnen Hohlräume 7 sind deshalb gegeneinander abgeschlossen.

[0028] Wie am besten in Fig. 1 zu erkennen, ist jede Reihe 8 von Öffnungen 3 einem Hohlraum 7 zugeordnet. Das bedeutet, dass die radialen Öffnungen 3 einer Reihe 8 so angeordnet sind, dass sie jeweils in einen

der Hohlräume 7 münden. Zweckmäßigerweise ist eine Reihe 8 von Öffnungen 3 konzentrisch zu dem Wellenscheitel der zugehörigen Falte 9 angeordnet. Eine zum Wellenscheitel einer Falte 9 versetzt angeordnete Reihe 8 ist ebenfalls denkbar, sofern gewährleistet ist, dass die Öffnungen 3 der Reihe 8 in den zugehörigen Hohlraum 7 münden. Wie im Zusammenhang mit Fig. 1 gezeigt, ist der Faltenbalg 6 entlang des ganzen perforierten Abschnittes der Innenwandung 4 vorgesehen und bildet dort die durch die Öffnungen 3 mit dem Inneren des Innenteils 1 kommunizierenden Hohlräume 7. Damit wird gewährleistet, dass die hervorragenden Dämpfungseigenschaften über die gesamte Wirklänge des Innenteils 1 zum Tragen kommen.

[0029] Wie ferner in Fig. 1 bis 3 zu erkennen, sind die Öffnungen 3 benachbarter Reihen 8 in Umfangsrichtung zueinander versetzt, derart, dass die Öffnung 3 einer Reihe 8 jeweils mittig zwischen zwei Öffnungen 3 der jeweils benachbarten Reihe 8 angeordnet ist.

[0030] Die gezeigte Anzahl der Falten 9 und Reihen 8 der Öffnungen 3 ist beispielhaft zu verstehen. Eine größere oder niedrigere Anzahl, im Extremfall nur eine einzige Falte 9, ist möglich.

[0031] Die Gesamtform des Außenteils 2 ist in dem gezeigten Beispiel im Wesentlichen zylindrisch, wobei die Mantelfläche, also die Außenwandung 5, nicht eben, sondern als Faltenbalg 6 ausgebildet ist. Das bedeutet, dass die Falten 9 des Faltenbalgs 6 jeweils gleiche Durchmesser und aufgrund der übereinstimmenden Geometrie auch gleiche Volumina aufweisen.

[0032] Es ist allerdings auch möglich, die Außenwandung 5 konisch auszubilden. Bei einer derartigen Ausgestaltung steigt der Durchmesser der Außenwandung 5 entlang der Längsachse A des Schalldämpfers an, so dass auch der Durchmesser der einzelnen Falten 9 und somit deren Volumina über die Schalldämpferlänge zunimmt, wodurch der Dämpfungsfrequenzbereich beeinflusst werden kann. Durch die konische Ausgestaltung der Außenwandung 5 wird außerdem die Entformbarkeit des Außenteils 2 bei der Herstellung verbessert.

[0033] Die Geometrie und die Anzahl der Falten 9 richtet sich dabei nach den Anforderungen hinsichtlich Dämpfung und Flexibilität im jeweiligen Anwendungsfall. Es ist denkbar, beispielsweise das Hohlraumvolumen, insbesondere die Hohlraumtiefe, also den Abstand zwischen der Innenwandung 4 und dem Wellenscheitel einer Falte 9, oder den Kurvenradius der einzelnen Falten 9 zu ändern.

[0034] Die Öffnungen 3 in der Innenwandung 4 des Innenteils 1 sind in diesem Beispiel als radiale Öffnungen mit einem kreisförmigen Querschnitt ausgeführt. Eine andere Querschnittsform, beispielsweise ovale Öffnungen, die sich in radialer Richtung erstrecken, ist ebenfalls denkbar. Es ist auch möglich, die Öffnungen 3 schlitzförmig auszubilden, wobei sich ein Schlitz in Umfangsrichtung in einem Teilabschnitt der Innenwandung 4 derart erstreckt, dass der Schlitz in den zugehörigen Hohlraum 7 mündet.

[0035] Zur Beibehaltung der Flexibilität des Schalldämpfers kann das Innenteil 1 aus mehreren voneinander getrennten Rohrsegmenten oder Schlauchsegmenten bestehen. Dabei kann jedes einzelne Segment des Innenteils 1 mit dem Außenteil 2 mechanisch oder stoffschlüssig verbunden sein. Das Innenteil 1 kann am Außenteil 2 durch einfaches oder mehrfaches Vulkanisieren befestigt sein. Eine mechanische Fixierung durch Schellen oder Ringe ist ebenfalls möglich. Die Fixierung des Innenteils 1 am Außenteil 2 kann an den beiden Enden des Schalldämpfers erfolgen oder auch an jeder einzelnen Falte 9.

[0036] Das Innenteil 1 kann ferner als Spritzgussteil ausgeführt sein, das in eine Schnellkupplung integriert ist.

[0037] Überdies ist es möglich, ein verkürztes Innenteil 1 zu verwenden, so dass der Faltenbalg 6 sich in Längsrichtung A des Schalldämpfers über die Innenwandung 4 hinaus erstreckt. Dieser sich über die Innenwandung 4 hinaus erstreckende Abschnitt des Faltenbalgs 6 wird nicht vom Innenteil 1 abgedeckt, wodurch eine Beeinflussung der Dämpfungscharakteristik des Schalldämpfers erreicht wird.

[0038] Als Schlauchmaterialien für den Innen- und den Außenschlauch kommen NBR, CR, ECO, AEM, ACM, Silicon und FPM in Frage. Das Innenteil kann auch aus Kunststoff hergestellt sein. Wenn flexible Schlauchmaterialien zum Einsatz kommen, wird ein Druckträger verwendet. Der Einsatz des Druckträgers ist besonders bei dem Außenteil 2 zweckmäßig. Beim Innenteil 1 kann in der Elastomerausführung auf den Druckträger verzichtet werden. Bei der Kunststoffausführung des Innenteils 1 entfällt der Druckträger.

[0039] Der beschriebene Schalldämpfer eignet sich besonders zur Absenkung von Geräuschemissionen, die in aufgeladenen Diesel- oder Ottomotoren auftreten. Selbstverständlich kann der Schalldämpfer aber auch auf anderen Gebieten eingesetzt werden, bei denen Luftschall wirksam gedämpft werden soll.

Patentansprüche

1. Schalldämpfer mit einem Innenteil (1) und einem das Innenteil (1) umgebenden Außenteil (2), wobei das Innenteil (1) eine mit Öffnungen (3) versehene Innenwandung (4) und das Außenteil (2) eine entlang der Innenwandung (4) sich erstreckende Außenwandung (5) bildet, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenwandung (5) als Faltenbalg (6) ausgebildet ist, der mit der Innenwandung (4) einzelne Hohlräume (7) definiert, wobei die Öffnungen (3) der Innenwandung (4) in die Hohlräume (7) münden.
2. Schalldämpfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Faltenbalg (6) sich über den ganzen mit den Öffnungen (3) versehenen Bereich

der Innenwandung (4) erstreckt.

3. Schalldämpfer nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innenteil (1) einen Schlauch oder ein Rohr umfasst, die jeweils radiale Öffnungen (3) aufweisen. 5
4. Schalldämpfer nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innenteil (1) Schlauchsegmente oder Rohrsegmente umfasst, der jeweils radiale Öffnungen (3) aufweisen. 10
5. Schalldämpfer nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innenteil (1) am Außenteil (2) thermisch angeformt ist. 15
6. Schalldämpfer nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innenteil (1) mit dem Außenteil (2) mechanisch verbunden ist. 20
7. Schalldämpfer nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innenteil (1) in eine Schnellkupplung integriert ist. 25
8. Schalldämpfer nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Außenteil (2) über die gesamte Länge des Innenteils (1) flexibel ist. 30
9. Schalldämpfer nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenwandung (5) konzentrisch zur Innenwandung (4) angeordnet ist. 35
10. Schalldämpfer nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenwandung (5) konisch geformt ist. 40
11. Schalldämpfer nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Werkstoffe des Innenteils und des Außenteils NBR, CR, ECO, AEM, ACM, Silicon und FPM umfassen. 45
12. Schalldämpfer nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innenteil (1) aus Kunststoff hergestellt ist.
13. Schalldämpfer nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Außenteil (2) und/oder das Innenteil (1) einen Druckträger umfasst. 50
14. Schalldämpfer nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Faltenbalg (6) sich in Längsrichtung des Schalldämpfers über das Innenteil (1) hinaus erstreckt. 55

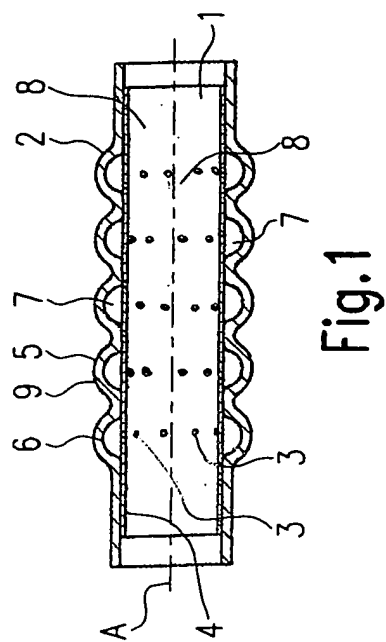
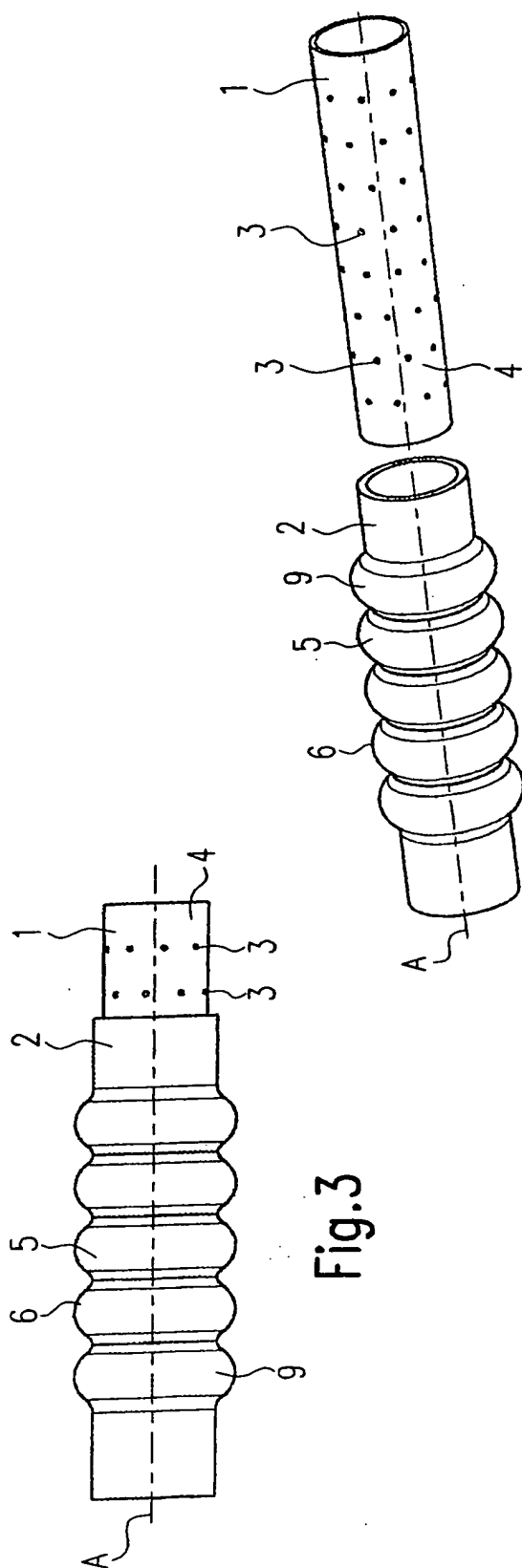


Fig.2

Fig.3

Fig.1