

(19)



(11)

**EP 4 498 015 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**29.01.2025 Patentblatt 2025/05**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**F24F 13/24<sup>(2006.01)</sup> G10K 11/172<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **24190538.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**F24F 13/24; G10K 11/172; F24F 2013/245**

(22) Anmeldetag: **24.07.2024**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA**

Benannte Validierungsstaaten:  
**GE KH MA MD TN**

(30) Priorität: **28.07.2023 DE 102023207269**

(71) Anmelder: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. 80686 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **TROLL, Agostino 70569 Stuttgart (DE)**

- **HERGET, Wolfgang 70569 Stuttgart (DE)**
- **KRÄMER, Michael 70569 Stuttgart (DE)**
- **BRANDSTÄTT, Peter 70569 Stuttgart (DE)**
- **TROGE, Jan 70569 Stuttgart (DE)**
- **Rohlfing, Jens 70569 Stuttgart (DE)**

(74) Vertreter: **Friese Goeden Patentanwälte PartGmbB Widenmayerstraße 49 80538 München (DE)**

### (54) **RESONANZSCHALLDÄMPFER UND DAMIT AUSGESTATTETER LÜFTUNGSKANAL**

(57) Die Erfindung betrifft einen Resonanzschalldämpfer (1) mit zumindest einer Wandung (3), welche zumindest einen ersten Kanal (21) mit einem ersten Ende (211) und einem zweiten Ende (212) begrenzt, wobei das zweite Ende (212) geschlossen ist und das erste Ende (211) eine erste Öffnung (215) aufweist, wobei der Resonanzschalldämpfer (1) weiterhin zumindest einen zweiten Kanal (22) mit einem ersten Ende (221) und einem zweiten Ende (222) aufweist, wobei das zweite Ende (222) geschlossen ist und das erste Ende (221) eine zweite Öffnung (225) aufweist, und wobei der erste und zweite Kanal (21, 22) in einer Symmetrieachse (4) des Resonanzschalldämpfers (1) rotationssymmetrisch zueinander angeordnet sind und der erste und der zweite Kanal (21, 22) jeweils als  $\lambda/4$ -Resonator mit einer Resonanzfrequenz von etwa 100 Hz bis etwa 500 Hz ausgebildet sind. Weiterhin betrifft die Erfindung einen mit einem solchen Resonanzschalldämpfer ausgestatteten Lüftungskanal.

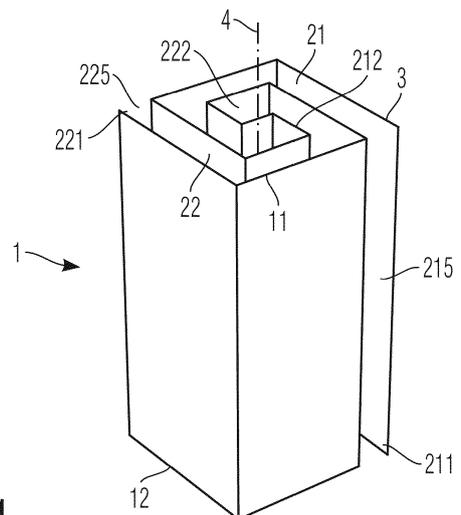


Fig. 1

**EP 4 498 015 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Resonanzschalldämpfer mit zumindest einer Wandung, welche zumindest einen ersten Kanal mit einem ersten Ende und einem zweiten Ende begrenzt, wobei das zweite Ende geschlossen ist und das erste Ende eine erste Öffnung aufweist, wobei der Resonanzschalldämpfer weiterhin zumindest einen zweiten Kanal mit einem ersten Ende und einem zweiten Ende aufweist, wobei das zweite Ende geschlossen ist und das erste Ende eine zweite Öffnung aufweist. Weiterhin betrifft die Erfindung einen mit einem solchen Resonanzschalldämpfer ausgestatteten Lüftungskanal. Solche Resonanzschalldämpfer können zur raumakustischen Optimierung eingesetzt werden.

**[0002]** Aus der US 2022/0415298 A1 ist ein Schalldämpfer für eine Klima- oder Lüftungsanlage bekannt. Dieser Schalldämpfer soll die Ausbreitung von Schallwellen im Gebäude über die Lüftungskanäle reduzieren. Hierzu enthält der Schalldämpfer eine erste Wandung und eine zweite Wandung, welche einen Kanal begrenzen. Dieser bekannte Schalldämpfer weist jedoch den Nachteil auf, dass die Bedämpfung tiefer Frequenzen unzureichend ist, sofern der Schalldämpfer nicht sehr viel Bauraum einnimmt. Beim Betrieb von Ventilatoren oder anderen Fördereinrichtungen entstehen jedoch insbesondere tiefe Frequenzen im Bereich von etwa 50 Hz bis etwa 400 Hz, welche innerhalb des Gebäudes störend wahrgenommen werden und deren Bedämpfung mit bekannten Schalldämpfern nur eingeschränkt möglich ist.

**[0003]** Ausgehend vom Stand der Technik liegt der Erfindung somit die Aufgabe zugrunde, einen Schalldämpfer anzugeben, welcher auch tiefe Frequenzen effektiv abschwächt, sodass diese im Gebäude weniger störend wahrgenommen werden.

**[0004]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung kann die Aufgabe durch einen Resonanzschalldämpfer gelöst werden. Der Resonanzschalldämpfer kann in zumindest einer Ausführung eine Wandung aufweisen, welche zumindest einen ersten Kanal begrenzt. Der erste Kanal kann ein erstes Ende und ein gegenüberliegendes zweites Ende aufweisen. Der erste Kanal kann geradlinig verlaufen. In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann der erste Kanal abschnittsweise geradlinig mit dazwischen angeordneten Knicken oder Biegungen verlaufen. Schließlich kann der erste Kanal zumindest abschnittsweise oder auch vollständig gekrümmt sein.

**[0005]** In einigen Ausführungsformen kann das zweite Ende des ersten Kanals geschlossen sein, d. h. der erste Kanal weist am zweiten Ende entweder eine vollständig geschlossene Wandung auf oder aber eine Wandung, welche nur geringfügige Öffnungen aufweist, welche akustisch nicht wirksam sind.

**[0006]** In einigen Ausführungsformen kann das erste Ende des Kanals eine erste Öffnung aufweisen. Die erste

Öffnung kann so ausgestaltet sein, dass diese eine Luftströmung aufnehmen kann bzw. dass eine Luftströmung durch die erste Öffnung in den ersten Kanal eintreten kann. Diese Luftströmung kann oszillierend sein und insofern eine Schallwelle repräsentieren.

**[0007]** In einigen Ausführungsformen kann der Resonanzschalldämpfer weiterhin zumindest einen zweiten Kanal enthalten. Der zweite Kanal kann ein erstes Ende und ein gegenüberliegendes zweites Ende aufweisen. Der zweite Kanal kann geradlinig verlaufen. In anderen Ausführungsformen kann der zweite Kanal abschnittsweise geradlinig mit dazwischen angeordneten Knicken oder Biegungen verlaufen. Schließlich kann der zweite Kanal zumindest abschnittsweise oder auch vollständig gekrümmt sein.

**[0008]** In einigen Ausführungsformen kann das zweite Ende des zweiten Kanals geschlossen sein, d. h. der zweite Kanal weist am zweiten Ende entweder eine vollständig geschlossene Wandung auf oder aber eine Wandung, welche nur geringfügige Öffnungen aufweist, welche akustisch nicht wirksam sind.

**[0009]** In einigen Ausführungsformen kann das erste Ende des zweiten Kanals eine erste Öffnung aufweisen. Die erste Öffnung kann so ausgestaltet sein, dass diese eine Luftströmung aufnehmen kann bzw. dass eine Luftströmung durch die erste Öffnung in den zweiten Kanal eintreten kann. Diese Luftströmung kann oszillierend sein und insofern eine Schallwelle repräsentieren.

**[0010]** In einigen Ausführungsformen wird nun vorgeschlagen, dass der erste und der zweite Kanal in einer Symmetrieachse des Resonanzschalldämpfers rotationssymmetrisch zueinander angeordnet sind. Dieses Merkmal kann die Wirkung haben, dass der Resonanzschalldämpfer eine größere Dämpfung aufweist als bekannte Resonanzschalldämpfer mit nur einem Kanal. Darüber hinaus kann der Resonanzschalldämpfer Schall aus unterschiedlichen Richtungen dämpfen, sofern die ersten und zweiten Öffnungen der ersten und zweiten Kanäle in unterschiedliche Richtungen zeigen. Hierdurch kann der für den Resonanzschalldämpfer benötigte Bauraum reduziert sein, insbesondere dann, wenn Schall aus unterschiedlichen Richtungen auf den Resonanzschalldämpfer trifft.

**[0011]** In einigen Ausführungsformen kann der erste und zweite Kanal in zumindest einem Längsabschnitt eine gemeinsame Wandung aufweisen. Hierdurch kann der Hersteaufwand des Resonanzschalldämpfers reduziert sein. Darüber hinaus kann in einigen Ausführungsformen das Gewicht des Resonanzschalldämpfers und/oder der benötigte Bauraum verringert sein.

**[0012]** In einigen Ausführungsformen kann der erste und zweite Kanal in einer Symmetrieachse des Resonanzschalldämpfers eine zweizählige Symmetrie aufweisen. Dies bedeutet, dass der erste und zweite Kanal relativ zueinander so angeordnet sind, dass der erste Kanal gedanklich durch eine Drehung um 180° mit dem zweiten Kanal in Deckung gebracht werden kann. Der Resonanzschalldämpfer weist somit in Schönlies-Sym-

bolik eine C<sub>2</sub>-Achse auf. Hierdurch können die erste und zweite Öffnung in entgegengesetzte Richtungen weisen, sodass Schall aus entgegengesetzten Richtungen durch den Resonanzschalldämpfer reduziert werden kann.

**[0013]** In einigen Ausführungsformen kann der Resonanzschalldämpfer genau zwei Kanäle aufweisen, d.h. den ersten und den zweiten Kanal, aber keine weiteren Kanäle.

**[0014]** In einigen Ausführungsformen können der erste und der zweite Kanal die gleiche Form und Größe aufweisen. Da in diesem Fall beide Kanäle die gleiche Resonanzfrequenz haben, wird der Schall bei dieser Frequenz besonders effektiv gedämpft.

**[0015]** In einigen Ausführungsformen können der erste und der zweite Kanal eine nicht verschwindende Krümmung aufweisen. Die Krümmung ist dabei wie üblich als zweite Ableitung des Verlaufs definiert. Eine nicht verschwindende Krümmung bedeutet, dass der erste und der zweite Kanal nicht über die gesamte Länge geradlinig verlaufen. Ein gekrümmter Kanal kann eine erhebliche Längsausdehnung erreichen, um auf diese Weise insbesondere tiefe Frequenzen effektiv zu dämpfen, ohne eine Baugröße zu erreichen, welche die Integration in raum- oder prozesslufttechnische Anlagen erschwert oder verunmöglicht.

**[0016]** In einigen Ausführungsformen kann der erste und der zweite Kanal zumindest abschnittsweise gekrümmt sein. Auf diese Weise können geradlinige Abschnitte durch gekrümmte Abschnitte miteinander verbunden werden, sodass die Form des Kanals an den zur Verfügung stehenden Bauraum angepasst werden kann.

**[0017]** In einigen Ausführungsformen kann der erste und der zweite Kanal zumindest eine Biegung aufweisen, welche an zumindest einen geradlinigen Abschnitt angrenzt.

**[0018]** In einigen Ausführungsformen kann der erste und der zweite Kanal einen viereckigen Querschnitt aufweisen. In einigen Ausführungsformen kann der viereckige Querschnitt rechteckig sein. Dies ermöglicht beispielsweise die Herstellung als Endlosstrang, welcher vor dem Einbau in eine raum- oder prozesslufttechnische Anlage nur noch abgelängt werden muss. Darüber hinaus kann die Integration in rechteckige Lüftungskanäle vereinfacht sein.

**[0019]** In einigen Ausführungsformen kann der Resonanzschalldämpfer einstückig gefertigt sein. Dies kann beispielsweise durch Biegen eines Blechstreifens und/oder durch Extrudieren und/oder durch Strangpressen erfolgen.

**[0020]** In einigen Ausführungsformen kann der Resonanzschalldämpfer aus einem Metall oder einer Legierung oder einem Polymer gefertigt sein. Dies ermöglicht einerseits einfache Herstellung und andererseits geringes Gewicht und mechanische Stabilität.

**[0021]** In einigen Ausführungsformen kann die Wandung eine Wandstärke von etwa 0,3 mm bis etwa 1,5 mm aufweisen. In anderen Ausführungsformen kann die Wandung eine Wandstärke von etwa 0,4 mm bis etwa

0,8 mm aufweisen. Hierdurch kann der Resonanzschalldämpfer einerseits einfach hergestellt werden, ein geringes Gewicht und eine hohe mechanische Stabilität aufweisen, insbesondere auch in Umgebungen, in welchen die Luftströmung abrasive Verschmutzungen mitführt.

**[0022]** In einigen Ausführungsformen kann der erste und der zweite Kanal jeweils eine Länge von etwa 20 cm bis etwa 170 cm aufweisen. In anderen Ausführungsformen kann der erste und der zweite Kanal jeweils eine Länge von etwa 30 cm bis etwa 85 cm aufweisen. In wiederum anderen Ausführungsformen kann der erste und der zweite Kanal jeweils eine Länge von etwa 25 cm bis etwa 80 cm aufweisen. Hierbei handelt es sich jeweils um die vollständige, akustisch wirksame Länge der Kanäle, auch wenn diese durch Biegungen oder Knicke nicht geradlinig verlaufen. Die Länge der ersten und der zweiten Kanäle beeinflussen die Resonanzfrequenz und das Dämpfungsverhalten, so dass der Resonanzschalldämpfer für einen vorgegebenen Einsatzzweck optimiert werden kann.

**[0023]** In einigen Ausführungsformen kann der erste und der zweite Kanal jeweils als  $\lambda/4$ -Resonator mit einer Resonanzfrequenz von etwa 100 Hz bis etwa 500 Hz ausgebildet sein. In anderen Ausführungsformen kann der erste und der zweite Kanal jeweils als  $\lambda/4$ -Resonator mit einer Resonanzfrequenz von etwa 200 Hz bis etwa 300 Hz ausgebildet sein. Ein solcher Resonanzschalldämpfer kann insbesondere Geräusche effektiv unterdrücken, welche von Gebläsen, Ventilatoren oder anderen Luftfördereinrichtungen hervorgerufen und sich über Lüftungskanäle im Gebäude ausbreiten. Hierdurch kann ein an sich bekannter Kulissenschalldämpfer für höhere Frequenzen sinnvoll ergänzt werden, um beispielsweise tieffrequente Lüftergeräusche effektiv zu unterdrücken.

**[0024]** In einigen Ausführungsformen kann an der Oberkante und/oder an der Unterkante des Resonanzschalldämpfers ein Flansch und/oder ein Dichtungselement angeordnet sein. Hierdurch kann der Resonanzschalldämpfer in einfacher Weise in einen Lüftungskanal eingesetzt werden, wobei der Boden und der Deckel des Lüftungskanals gleichzeitig den oberen bzw. unteren Abschluss des Resonanzschalldämpfers bilden, sodass der im Resonanzschalldämpfer ausgebildete erste und zweite Kanal bis auf die erste und zweite Öffnung allseitig geschlossen sind.

**[0025]** In einigen Ausführungsformen kann der Resonanzschalldämpfer eine Länge und/oder eine Breite von etwa 100 mm bis etwa 220 mm aufweisen. In anderen Ausführungsformen kann der Resonanzschalldämpfer eine Länge und/oder eine Breite von etwa 125 mm bis etwa 200 mm aufweisen. Die Abmessungen des Resonanzschalldämpfers sind in diesen Fällen kompatibel mit den Abmessungen gängiger Kulissenschalldämpfer, sodass ein einfacher Austausch eines Kulissenschalldämpfers gegen den hier vorgeschlagenen Resonanzschalldämpfer erfolgen kann oder der Resonanzschalldämpfer in einfacher Weise mit Kulissenschalldämpfern

für höhere Frequenzen kombiniert werden kann.

**[0026]** In einigen Ausführungsformen betrifft diese einen Lüftungskanal mit einem vorstehend beschriebenen Resonanzschalldämpfer. Der Resonanzschalldämpfer kann dabei im inneren des Lüftungskanals angeordnet sein. Der Resonanzschalldämpfer kann somit ohne die Notwendigkeit zusätzlichen Bauraums in ein Gebäude integriert sein.

**[0027]** In einigen Ausführungsformen kann der Resonanzschalldämpfer eine geringere Breite aufweisen als der Lüftungskanal und in etwa symmetrisch im Lüftungskanal angeordnet sein. Auf diese Weise kann die Raum- oder Prozessluft beidseitig am Resonanzschalldämpfer vorbeiströmen, wobei Schallwellen im Lüftungskanal effektiv bedämpft werden.

**[0028]** In einigen Ausführungsformen kann ein Lüftungskanal zwischen einem und sechs Resonanzschalldämpfer enthalten. In anderen Ausführungsformen kann ein Lüftungskanal zwischen zwei und vier Resonanzschalldämpfer enthalten. In einigen Ausführungsformen kann der bzw. die Resonanzschalldämpfer in zumindest einem Frequenzband eine Schalldämpfung von etwa 30 dB bis etwa 60 dB aufweisen. In anderen Ausführungsformen kann der Resonanzschalldämpfer in zumindest einem Frequenzband eine Schalldämpfung von etwa 40 dB bis etwa 50 dB aufweisen. Dadurch können störende Lüftungsgeräusche in Gebäuden so weit gedämpft werden, dass diese vom Benutzer des Gebäudes nicht mehr störend wahrgenommen werden.

**[0029]** In einigen Ausführungsformen kann der Lüftungskanal eine U-Schiene aufweisen, welche zur Aufnahme von zumindest einem Resonanzschalldämpfer eingerichtet ist. Diese erlaubt eine einfache Positionierung und einen zuverlässigen, dichtenden Einbau des vorgeschlagenen Resonanzschalldämpfers im Lüftungskanal. Die U-Schiene kann dabei am Boden und/oder am Deckel des Lüftungskanals durch Kleben, Nieten, Schrauben oder Schweißen befestigt sein.

**[0030]** Nachfolgend soll die Erfindung anhand von Figuren und Ausführungsbeispielen ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens näher erläutert werden. Dabei zeigt

Figur 1 einen Resonanzschalldämpfer nach einer ersten Ausführungsform in der Ansicht.

Figur 2 erläutert ein mögliches Herstellungsverfahren des Resonanzschalldämpfers gemäß Figur 1.

Figur 3 zeigt den Resonanzschalldämpfer gemäß Figur 1 im Schnitt.

Figur 4 zeigt eine zweite Ausführungsform eines Resonanzschalldämpfers im Schnitt.

Figur 5 zeigt eine dritte Ausführungsform eines Resonanzschalldämpfers im Schnitt.

Figur 6 zeigt eine vierte Ausführungsform eines Resonanzschalldämpfers im Schnitt.

Figur 7 zeigt den Einbau eines Resonanzschalldämpfers in einem Lüftungskanal gemäß einer ersten Ausführungsform.

Figur 8 zeigt den Einbau eines Resonanzschalldämpfers in einem Lüftungskanal gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Figur 9 zeigt die Durchgangsdämpfung des Resonanzschalldämpfers gemäß Figur 1.

**[0031]** Anhand der Figuren 1, 2 und 3 wird eine erste Ausführungsform des vorgeschlagenen Resonanzschalldämpfers näher erläutert. Wie aus Figur 1 ersichtlich ist, ist der vorgeschlagene Resonanzschalldämpfer 1 in etwa quaderförmig. Der Resonanzschalldämpfer 1 ist aus einer einzigen Materiallage, beispielsweise einem Blech, durch Biegen hergestellt. Das Blech kann beispielsweise ein Aluminiumblech oder ein Stahlblech sein. Das Blech kann mit einer Beschichtung versehen sein, beispielsweise einer Eloxalschicht oder einer Feuerverzinkung oder einer Farbbeschichtung oder einer bituminösen Beschichtung. Hierdurch kann die Korrosionsbeständigkeit verbessert sein oder das Schwingungsverhalten beeinflusst werden. Das Blech bildet die Wandung 3 eines ersten Kanals 21 und eines zweiten Kanals 22.

**[0032]** Der erste Kanal 21 weist ein erstes Ende 211 und ein zweites Ende 212 auf. Dabei ist das zweite Ende 212 im quaderförmigen Resonanzschalldämpfer innen gelegen und geschlossen. Demgegenüber weist das erste Ende 211 eine erste Öffnung 215 auf. Durch diese Öffnung 215 kann eine Luftströmung in den ersten Kanal 21 eintreten, insbesondere eine oszillierende Luftströmung bzw. eine Schallwelle.

**[0033]** Weiterhin weist der Resonanzschalldämpfer 1 einen zweiten Kanal 22 auf. Auch der zweite Kanal 22 weist ein erstes Ende 221 und ein zweites Ende 222 auf. Auch das zweite Ende 222 des zweiten Kanals 22 ist geschlossen. Das erste Ende 221 des zweiten Kanals 22 weist eine zweite Öffnung 225 auf. Auch in die zweite Öffnung 225 kann eine Luftströmung in den zweiten Kanal 22 eintreten, insbesondere eine oszillierende Luftströmung bzw. eine Schallwelle.

**[0034]** Aufgrund der Quaderform des Resonanzschalldämpfers 1 weisen die ersten und zweiten Öffnungen 215 und 225 sowie der erste und zweite Kanal 21 und 22 einen im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt auf. Die Breite eines Kanals kann dabei zwischen etwa 10 mm und etwa 50 mm oder zwischen etwa 20 mm und etwa 35 mm betragen.

**[0035]** Wie aus Figur 1 ersichtlich ist, weist sowohl der erste als auch der zweite Kanal 21 und 22 vier geradlinige Abschnitte auf, welche durch rechtwinklige Knicke miteinander verbunden sind. Die gesamte Länge des jewei-

ligen Kanals 21, 22 ist somit wie bei einem Blasinstrument zur Ersparnis von Bauraum aufgewickelt.

**[0036]** Die zwischen der Oberkante 11 und der Unterkante 12 gemessene Höhe des Resonanzschalldämpfers kann in einigen Ausführungsformen der Innenhöhe eines Lüftungskanals entsprechen, sodass der Resonanzschalldämpfer in einfacher Weise durch Einkleben oder durch Klemmsitz mit oder ohne dazwischenliegenden Dichtungselementen in einen Lüftungskanal eingebaut werden kann. Darüber hinaus kann die Grundfläche des erfindungsgemäßen Resonanzschalldämpfers so gewählt sein, dass dieser keinen größeren Bauraum aufweist als bekannte Kulissenschalldämpfer mit Mineralwollefüllung. Hierdurch kann ein einfacher Austausch bzw. eine Kompatibilität zu den bekannten Kulissenschalldämpfern erzielt werden.

**[0037]** Wie insbesondere der Querschnitt gemäß Figur 3 zeigt, weisen der erste Kanal 21 und der zweite Kanal 22 die gleiche Form und Größe auf. Beide Kanäle sind um eine Symmetrieachse 4 des Resonanzschalldämpfers 1 rotationssymmetrisch zueinander angeordnet. Dies bedeutet, dass der erste und der zweite Kanal relativ zueinander so angeordnet sind, dass der erste Kanal gedanklich durch eine Drehung um  $180^\circ$  mit dem zweiten Kanal in Deckung gebracht werden kann. Ebenso kann der zweite Kanal 22 gedanklich durch eine Drehung um  $180^\circ$  mit dem ersten Kanal 21 in Deckung gebracht werden. Der erste und der zweite Kanal 21 und 22 weisen somit in einigen Längsabschnitten eine gemeinsame Wandung 3 auf.

**[0038]** Die gesamte, abgewickelte Länge eines Kanals 21 bzw. 22 kann zwischen etwa 20 cm bis etwa 170 cm betragen. Hierdurch kann jeder der Kanäle 21 und 22 jeweils als  $\lambda/4$ -Resonator mit einer Resonanzfrequenz von etwa 100 Hz bis etwa 500 Hz oder von etwa 200 Hz bis etwa 300 Hz wirken.

**[0039]** Wird der erfindungsgemäße Resonanzschalldämpfer beidseitig mit Schall beaufschlagt, kann dieser eine Minderung der Schallausbreitung von etwa 6 dB bis etwa 8 dB bewirken. Eine Mehrzahl sequenziell hintereinander geschalteter Resonanzschalldämpfer kann eine entsprechend größere Schallminderung bewirken.

**[0040]** Anhand der Figur 2 wird die mögliche Herstellung eines Resonanzschalldämpfers näher erläutert. Wie in Figur 2 ersichtlich ist, wird der Resonanzschalldämpfer 1 gemäß der ersten Ausführungsform aus einem einzigen Blech aus einem Metall oder einer Legierung durch mehrfaches Abkanten gefertigt. Das als Halbzeug verwendete Blech bildet somit die Wandung 3 des späteren Resonanzschalldämpfers 1. Das Blech kann hierzu eine Dicke von etwa 0,3 mm bis etwa 1,5 mm aufweisen. In einigen Ausführungsformen kann die Wandstärke zwischen etwa 0,4 mm bis etwa 0,8 mm betragen.

**[0041]** Zur Herstellung wird ein Abkantwerkzeug mit einem Pressstempel 63 und einem Gesenk 64 verwendet. Der Pressstempel 63 weist eine langgestreckte Form vergleichsweise geringer Höhe auf, sodass dieser

auf der Innenseite des sich bildenden Kanals 21 bzw. 22 aufgenommen werden kann. Der Pressstempel 63 ist über längliche, an den Stirnseiten angreifende Aufnahmeelemente 62 mit der Werkzeugaufnahme 61 einer hydraulischen Presse verbunden. Durch das Zusammenwirken des Gesenks 64 mit dem Pressstempel 63 können in der Wandung 3 in etwa rechtwinklige Knicke eingearbeitet werden. Durch zehnfaches Abkanten kann auf diese Weise mit geringem Aufwand aus einem einzigen Blechstreifen der in Figur 1 gezeigte, komplexe Resonanzschalldämpfer gefertigt werden.

**[0042]** Es ist anzumerken, dass das anhand der Figur 2 gezeigte Herstellungsverfahren lediglich beispielhaft zu verstehen ist. In anderen Ausführungsformen kann das in Figur 1 bzw. Figur 3 gezeigte Profil des Resonanzschalldämpfers auch durch Strangpressen, Extrudieren oder Spritzgießen aus einer Aluminiumlegierung oder einem Polymer, insbesondere einem Thermoplast, gefertigt werden. Der Resonanzschalldämpfer kann dann als Endlosprofil hergestellt und auf die gewünschte Höhe abgelängt werden.

**[0043]** Anhand der Figur 4 wird der Querschnitt einer zweiten Ausführungsform des Resonanzschalldämpfers näher erläutert. Gleiche Bestandteile der Erfindung sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, sodass sich die Beschreibung auf die wesentlichen Unterschiede beschränkt.

**[0044]** Wie Figur 4 zeigt, enthält auch die zweite Ausführungsform zwei Kanäle 21 und 22, welche einseitig geschlossen sind und einseitig eine erste und zweite Öffnung 215 und 225 aufweisen. Die Kanäle 21 und 22 gemäß der zweiten Ausführungsform weisen eine geringere Anzahl an Biegungen auf. Hierdurch kann die Herstellung vereinfacht sein. Darüber hinaus kann die jeweilige, zwischen dem ersten Ende 211 und dem zweiten Ende 212 gemessene Länge geringer sein, sodass sich eine höhere Resonanzfrequenz ergibt. Es versteht sich von selbst, dass der Fachmann die Länge der Kanäle und damit die Resonanzfrequenz des Resonanzschalldämpfers an den jeweiligen Anwendungsfall bzw. das jeweils zu bedämpfende Geräuschspektrum anpassen wird.

**[0045]** Anhand der Figur 5 wird ein drittes Ausführungsbeispiel des Resonanzschalldämpfers näher erläutert. Auch im Querschnitt des dritten Ausführungsbeispiels sind gleiche Bestandteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0046]** Auch der Resonanzschalldämpfer gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel weist zwei Kanäle 21 und 22 auf, welche jeweils nur einen einzigen Knick bzw. eine Biegung aufweisen. Die jeweiligen Kanäle haben somit die Form eines großen L. Im zentralen Bereich haben der erste Kanal 21 einerseits und der zweite Kanal 22 andererseits keinen gemeinsamen Wandabschnitt, sodass sich dort ein Hohlraum 25 ergibt. Der Hohlraum 25 kann mit einem porösen Schallabsorber versehen sein oder auch Befestigungselemente für den Resonanzschalldämpfer aufnehmen. Im Mittelpunkt des zentralen Hohlraums 25 ist wiederum die Symmetrieachse 4 angeord-

net, um welche der erste und der zweite Kanal 21 und 22 rotationssymmetrisch zueinander angeordnet sind.

**[0047]** Anhand der Figur 6 wird der Querschnitt eines vierten Ausführungsbeispiels des Resonanzschalldämpfers näher erläutert. Der Resonanzschalldämpfer gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel weist keinen geradlinigen Längsabschnitt auf. Hierdurch ergibt sich der optische Eindruck einer Spirale. Die Außenkontur des Resonanzschalldämpfers ist somit nicht quaderförmig, wie in Figur 1 gezeigt, sondern elliptisch.

**[0048]** Anhand der Figuren 7 und 8 wird die Integration eines erfindungsgemäßen Resonanzschalldämpfers in einen Lüftungskanal 5 näher erläutert. Wie Figur 7 zeigt, ist der Lüftungskanal im dargestellten Ausführungsbeispiel in etwa rechteckig im Querschnitt. Der Lüftungskanal 5 kann in an sich bekannter Weise aus Stahlblech oder Kunststoff gefertigt sein.

**[0049]** Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind drei Resonanzschalldämpfer 1a, 1b und 1c symmetrisch im Lüftungskanal angeordnet, wobei die ersten Öffnungen 215 zu einer Seite zeigen und die gegenüberliegenden zweiten Öffnungen 225 zur anderen Seiten zeigen. In anderen Ausführungsformen kann die Anzahl der eingesetzten Resonanzschalldämpfer auch größer oder geringer sein. Beispielsweise können zwischen einem und sechs oder auch zwischen zwei und vier Resonanzschalldämpfer an einer Stelle des Lüftungskanals eingesetzt werden. Diese können eine identische oder unterschiedliche Resonanzfrequenz aufweisen.

**[0050]** Bei Betrieb des Lüftungskanals in einer raumlufttechnischen Anlage oder einer prozesslufttechnischen Anlage strömt die Luft somit rechts und links an den Resonanzschalldämpfern vorbei. Zusammen mit der Luft werden störende Schallemissionen durch den Lüftungskanal übertragen, beispielsweise durch Ventilatoren oder andere Fördereinrichtungen, welche dazu eingesetzt werden, die Luftströmung durch den Lüftungskanal aufrechtzuerhalten. Die störenden Schallemissionen können über die Öffnungen 215 und 225 in die ersten und zweiten Kanäle der Resonanzschalldämpfer 1a, 1b und 1c eindringen. Aufgrund der Wirkung der Kanäle als  $\lambda/4$ -Resonatoren wird die Schallemission in einem durch die Länge des Kanals vorgegebenen Frequenzband um etwa 30 dB bis etwa 60 dB oder um etwa 40 dB bis etwa 50 dB geschwächt. An der Mündung des Lüftungskanals, beispielsweise in einem Wohn- oder Arbeitsraum, kann die Schallemission somit nicht mehr oder nur noch gedämpft wahrgenommen werden. Eine größere Anzahl an Resonanzschalldämpfern bewirkt dabei eine größere Schwächung der störenden Schallemissionen.

**[0051]** Wie Figur 7 weiter zeigt, haben die Resonanzschalldämpfer 1 jeweils eine Höhe, welche der Innenhöhe des Lüftungskanals entspricht. Die Oberkante 11 und die Unterkante 12 eines jeden Resonanzschalldämpfers 1 kann somit dichtend am Boden bzw. am Deckel des Lüftungskanals 5 abschließen. Hierdurch werden die Kanäle 21 bzw. 22 bis auf die Öffnungen

215 bzw. 225 allseitig geschlossen, sodass diese ihre Wirkung als  $\lambda/4$ -Resonatoren erfüllen können.

**[0052]** Anhand der Figur 8 wird eine zweite Ausführungsform eines Lüftungskanals 5 näher erläutert. Gleiche Bestandteile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, sodass sich die nachfolgende Beschreibung auf die wesentlichen Unterschiede beschränkt. Wie in Figur 8 ersichtlich ist, enthält der Lüftungskanal 5 am Boden eine U-Schiene 55. Diese kann durch Kleben, Löten, Schweißen oder Nieten im Material des Lüftungskanals 5 befestigt sein. Die U-Schiene kann einerseits als Positionierhilfe dienen, in welche die Resonanzschalldämpfer 1a, 1b und 1c eingesetzt werden können, um eine im Wesentlichen symmetrische Positionierung innerhalb des Lüftungskanals 5 sicherzustellen. Darüber hinaus kann die U-Schiene auch dazu dienen, die Unterseite 12 des Resonanzschalldämpfers abzudichten. Hierzu kann in der U-Schiene ein Dichtungselement aus einem Polymer oder einem Gummi eingelegt sein.

**[0053]** Auch wenn dies in Figur 8 nicht dargestellt ist, kann eine gleichartige U-Schiene am Deckel des Lüftungskanals 5 angeordnet sein.

**[0054]** Figur 9 erläutert die Durchgangsdämpfung auf der Ordinate gegen die Frequenz auf der Abszisse für die erste Ausführungsform eines Resonanzschalldämpfers, wie dieser in den Figuren 1 und 3 dargestellt ist. Der beispielhaft verwendete Resonanzschalldämpfer weist eine Kantenlänge von 125 mm auf. Der Resonanzschalldämpfer ist damit mit gängigen Kulissenschalldämpfern in den Abmessungen kompatibel und kann somit in einfacher Weise im Austausch oder auch ergänzend zu gängigen Kulissenschalldämpfern erwendet werden. Die Länge der beiden Kanäle 21 und 22 beträgt im dargestellten Ausführungsbeispiel jeweils 34 cm. Hieraus ergibt sich eine Resonanzfrequenz des  $\lambda/4$ -Resonators von etwa 250 Hz. Wie Figur 9 zeigt, erreicht die Durchgangsdämpfung von drei hintereinander in einen Lüftungskanal eingebauten Resonanzschalldämpfern mit 35 dB bei dieser Resonanzfrequenz ihren Maximalwert. Daneben werden auch höhere Frequenzen zwischen etwa 330 Hz bis etwa 450 Hz noch effektiv bedämpft, sodass insbesondere niederfrequente Schallemissionen von Ventilatoren effizient bedämpft werden.

**[0055]** Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die dargestellten Ausführungsformen beschränkt. Die vorstehende Beschreibung ist daher nicht als beschränkend, sondern als erläuternd anzusehen. Die nachfolgenden Ansprüche sind so zu verstehen, dass ein genanntes Merkmal in zumindest einer Ausführungsform der Erfindung vorhanden ist. Dies schließt die Anwesenheit weiterer Merkmale nicht aus. Sofern die Ansprüche und die vorstehende Beschreibung "erste" und "zweite" Ausführungsformen definieren, so dient diese Bezeichnung der Unterscheidung zweier gleichartiger Ausführungsformen, ohne eine Rangfolge festzulegen.

## Patentansprüche

1. Resonanzschalldämpfer (1) mit zumindest einer Wandung (3), welche zumindest einen ersten Kanal (21) mit einem ersten Ende (211) und einem zweiten Ende (212) begrenzt, wobei das zweite Ende (212) geschlossen ist und das erste Ende (211) eine erste Öffnung (215) aufweist, und
- der Resonanzschalldämpfer (1) weiterhin zumindest einen zweiten Kanal (22) mit einem ersten Ende (221) und einem zweiten Ende (222) aufweist, wobei das zweite Ende (222) geschlossen ist und das erste Ende (221) eine zweite Öffnung (225) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und zweite Kanal (21, 22) in einer Symmetrieachse (4) des Resonanzschalldämpfers (1) rotationssymmetrisch zueinander angeordnet sind und der erste und der zweite Kanal (21, 22) jeweils als  $\lambda/4$ -Resonator mit einer Resonanzfrequenz von etwa 100 Hz bis etwa 500 Hz ausgebildet sind.
2. Resonanzschalldämpfer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und zweite Kanal (21, 22) in zumindest einem Längsabschnitt eine gemeinsame Wandung aufweisen.
3. Resonanzschalldämpfer nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und zweite Kanal (21, 22) in der Symmetrieachse (4) des Resonanzschalldämpfers (1) eine zweizählige Symmetrie aufweisen und/oder dass der Resonanzschalldämpfer (1) genau zwei Kanäle (21, 22) aufweist.
4. Resonanzschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und der zweite Kanal (21, 22) die gleiche Form und Größe aufweisen.
5. Resonanzschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und der zweite Kanal (21, 22) eine nicht verschwindende Krümmung aufweisen oder
- dass der erste und der zweite Kanal (21, 22) zumindest abschnittsweise gekrümmt sind oder dass der erste und der zweite Kanal (21, 22) zumindest eine Biegung aufweisen, welche an zumindest einen geradlinigen Abschnitt angrenzt.
6. Resonanzschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste
- und der zweite Kanal (21, 22) einen viereckigen Querschnitt aufweisen.
7. Resonanzschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieser einstückig gefertigt ist und/oder dass dieser aus einem Metall oder einer Legierung oder einem Polymer gefertigt ist.
8. Resonanzschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wandung (3) eine Wandstärke von etwa 0,3 mm bis etwa 1,5 mm oder von etwa 0,4 mm bis etwa 0,8 mm aufweist.
9. Resonanzschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und der zweite Kanal (21, 22) jeweils eine Länge von etwa 20 cm bis etwa 170 cm oder von etwa 30 cm bis etwa 85 cm oder 25 cm bis etwa 80 cm aufweist und/oder dass der erste und der zweite Kanal (21, 22) jeweils als  $\lambda/4$ -Resonator mit einer Resonanzfrequenz von etwa 200 Hz bis etwa 300 Hz ausgebildet sind.
10. Resonanzschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dessen Oberkante (11) und/oder an dessen Unterkante (12) ein Flansch und/oder ein Dichtungselement angeordnet ist.
11. Resonanzschalldämpfer nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieser eine Länge und/oder eine Breite von etwa 100 mm bis etwa 220 mm oder von etwa 125 mm bis etwa 200 mm aufweist
12. Lüftungskanal (5) mit zumindest einem Resonanzschalldämpfer (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11.
13. Lüftungskanal nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Resonanzschalldämpfer (1) eine geringere Breite aufweist als der Lüftungskanal (5) und in etwa symmetrisch im Lüftungskanal angeordnet ist.
14. Lüftungskanal nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieser zwischen 1 und 6 oder zwischen 2 und 4 Resonanzschalldämpfer (1) enthält.
15. Lüftungskanal nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** dieser eine Innen-

höhe aufweist, welche der Höhe der oder des Resonanzschalldämpfers (1) entspricht und/oder dass der oder die Resonanzschalldämpfer (1) in den Lüftungskanal eingeklebt oder eingeklemmt sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

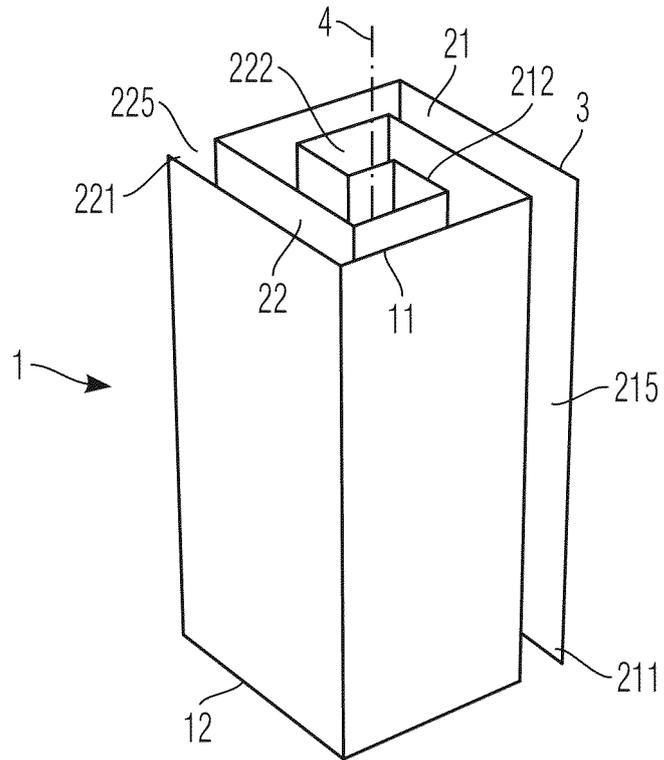


Fig. 1

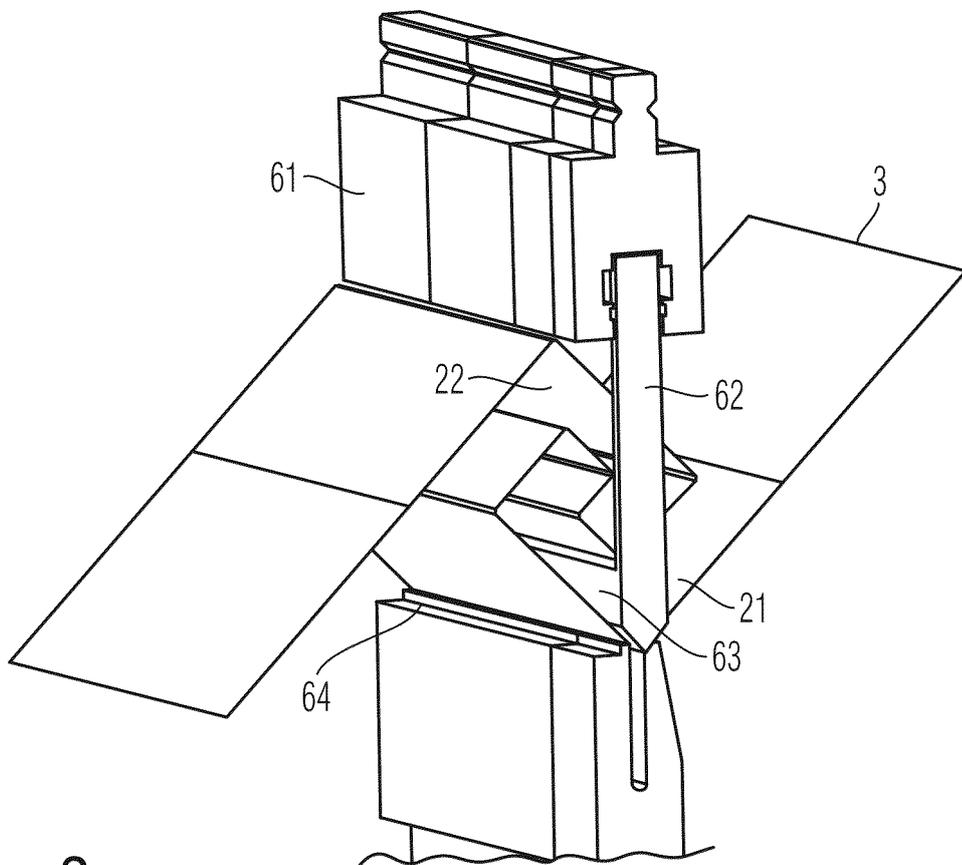


Fig. 2

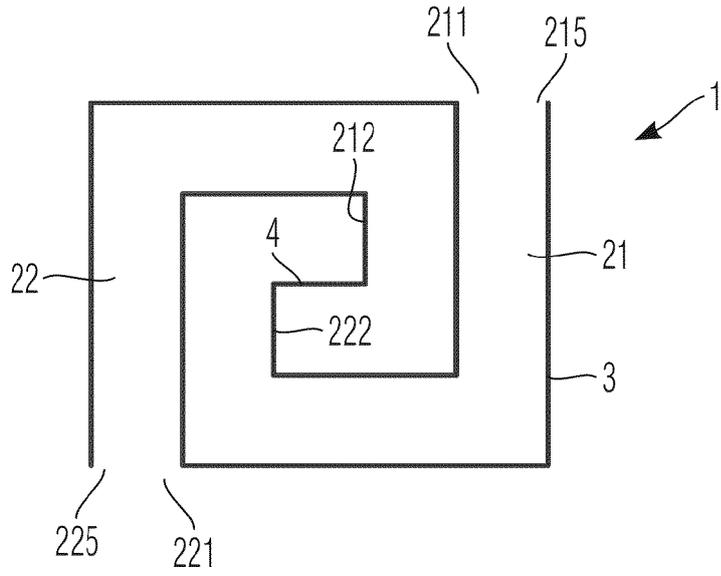


Fig. 3

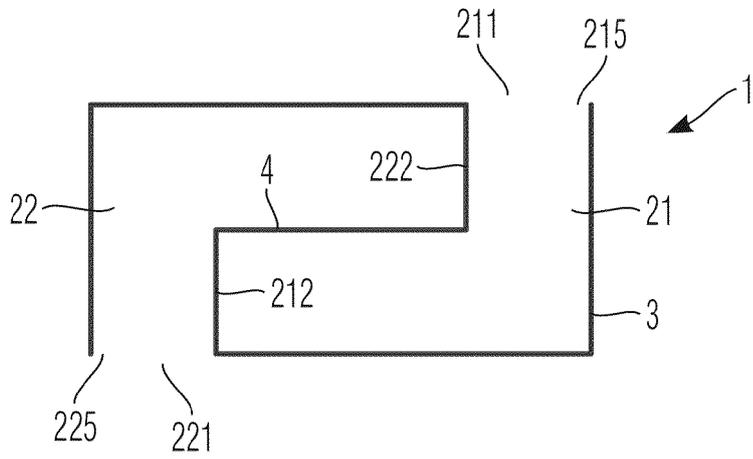


Fig. 4

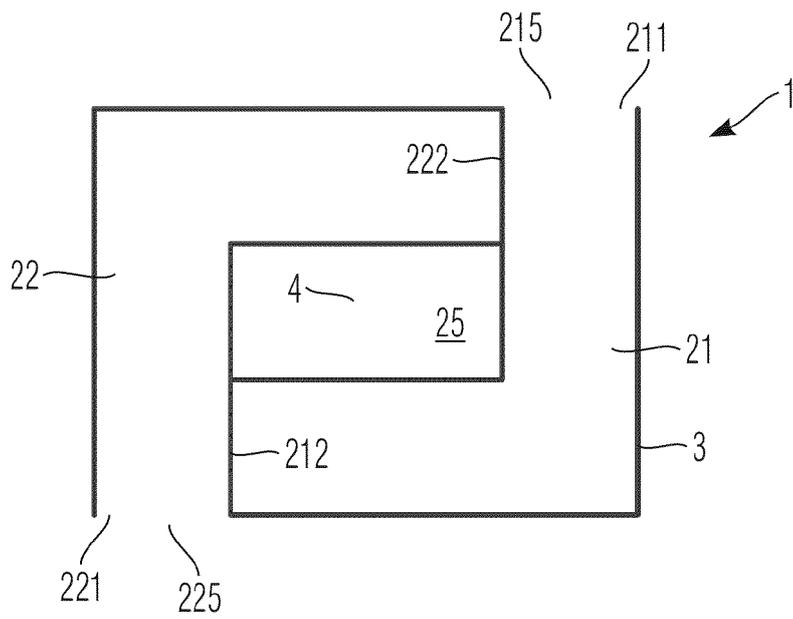


Fig. 5

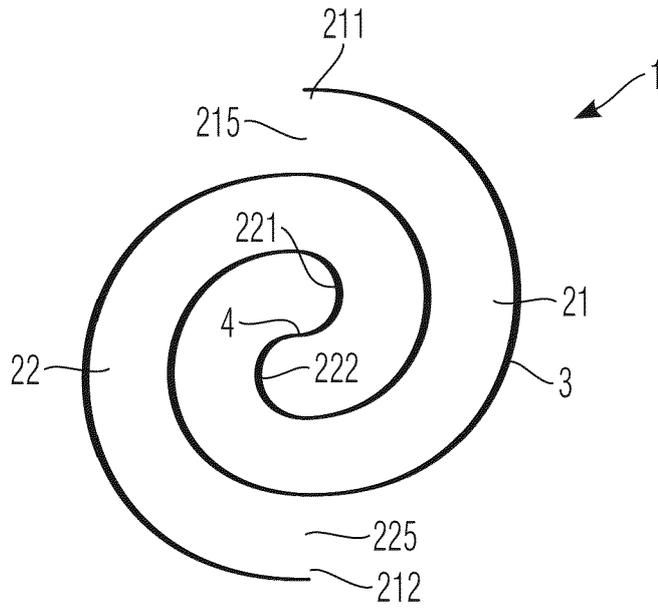


Fig. 6

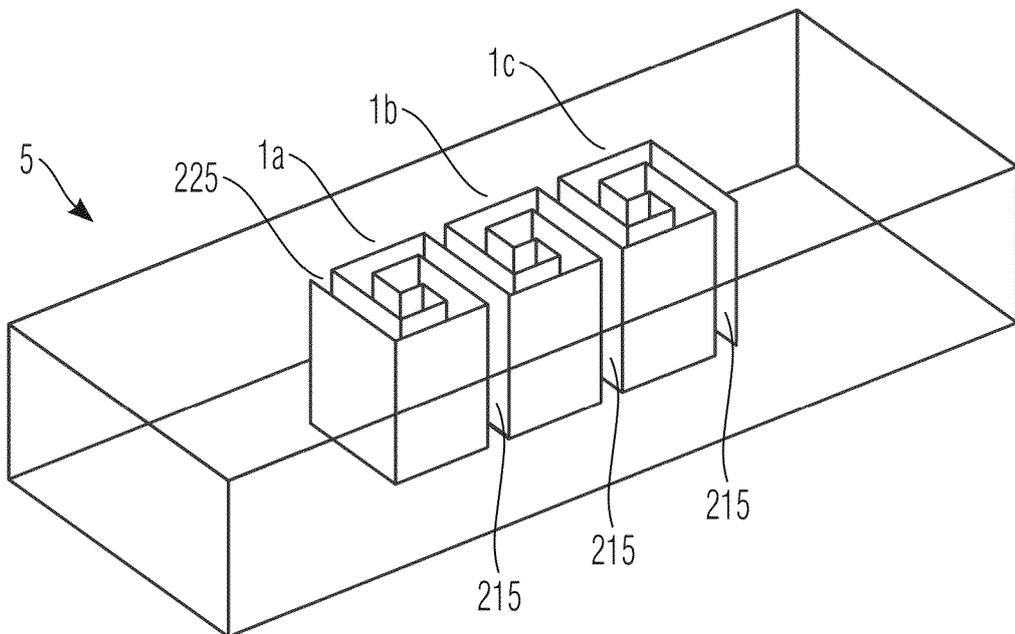


Fig. 7

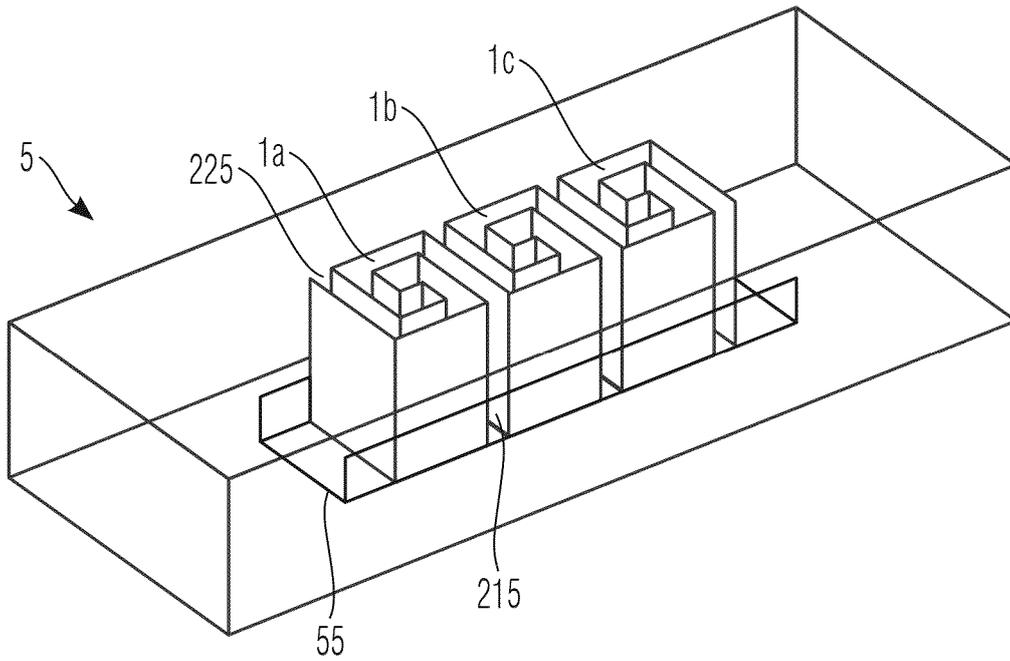


Fig. 8

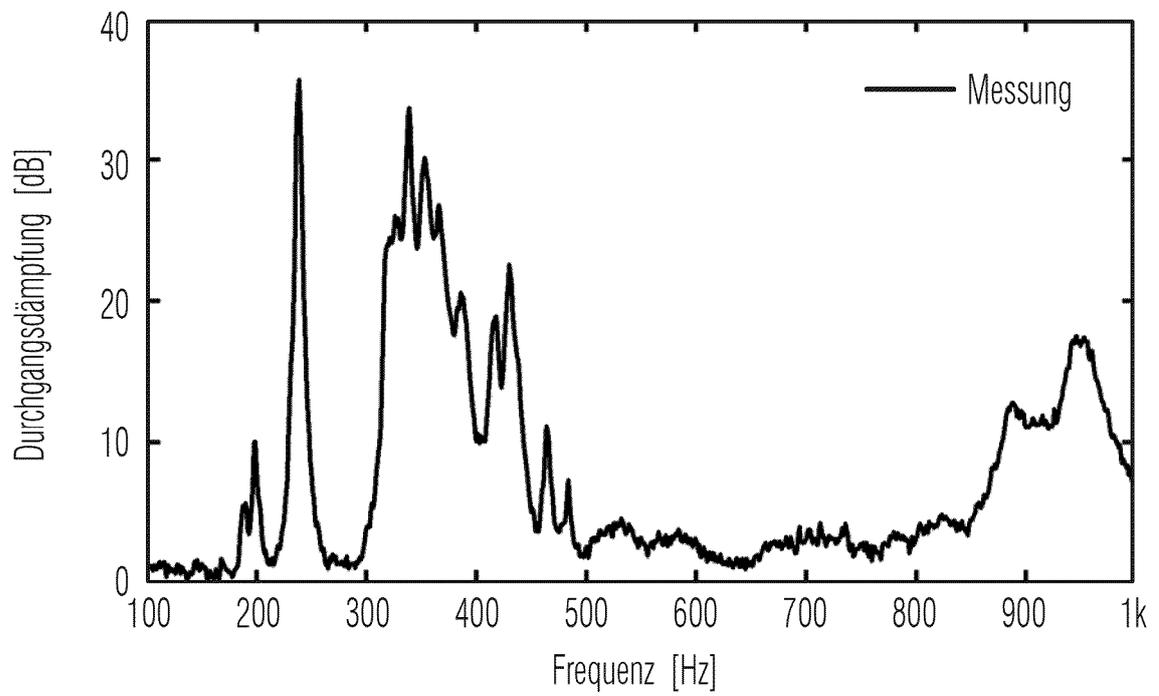


Fig. 9



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 24 19 0538

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM 1503 03.92 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2021/142773 A1 (SU XIAOSHI [US] ET AL) 13. Mai 2021 (2021-05-13)	1	INV. F24F13/24 G10K11/172
Y	* das ganze Dokument *	2-15	
X	US 10 714 070 B1 (SU XIAOSHI [US] ET AL) 14. Juli 2020 (2020-07-14)	1	
Y	* das ganze Dokument *	2-15	
Y	JP 7 039910 B2 (FUJI XEROX CO LTD) 23. März 2022 (2022-03-23)	2-15	
	* das ganze Dokument *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F24F G10K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>6. Dezember 2024</b>	Prüfer <b>Decking, Oliver</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 24 19 0538

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06 - 12 - 2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 2021142773 A1	13-05-2021	CN 115280409 A	01-11-2022
			EP 4059008 A1	21-09-2022
			JP 2023503240 A	27-01-2023
			US 2021142773 A1	13-05-2021
			WO 2021096683 A1	20-05-2021
20	US 10714070 B1	14-07-2020	CN 112071296 A	11-12-2020
			JP 2021005076 A	14-01-2021
			US 10714070 B1	14-07-2020
			US 2020388265 A1	10-12-2020
25	JP 7039910 B2	23-03-2022	CN 109581848 A	05-04-2019
			JP 7039910 B2	23-03-2022
			JP 2019061195 A	18-04-2019
			US 2019092058 A1	28-03-2019
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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 20220415298 A1 [0002]