



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.01.2013 Patentblatt 2013/02

(51) Int Cl.:
G10K 11/172 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12175285.1**

(22) Anmeldetag: **06.07.2012**

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

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

(72) Erfinder: **Leistner, Philip**
70569 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **08.07.2011 DE 102011107484**

(54) **Schallabsorber aus mechanisch flexiblen Halmen**

(57) Vorgestellt wird ein Schallabsorber mit einer Vielzahl von Verbindungselementen (2) und Verbreiterungselementen (3), wobei die Verbreiterungselemente (3) mittels der Verbindungselemente (2) in einem jeweils gewünschten Abstand von einem flächigen Element (1) angeordnet oder anordenbar sind. Dabei bilden die Verbreiterungselemente (3) und die zwischen den Verbreiterungselementen (3) benachbarter Verbindungsele-

mente (2) verbleibenden Zwischenräume (4) eine Anordnung mit der akustischen Wirkung einer mikroperforierten Platte bilden. Zwischen den Verbreiterungselementen (3) und dem flächigen Element (1) kann sich ein Luftraum mit der akustischen Wirkung einer Feder ausbilden, so dass eine auftreffende Schallwelle die Luftmasse in den Zwischenräumen (4) zu Schwingungen vor dem Luftraum anregen kann und so eine Dämpfung der Schallwelle erfolgen kann.

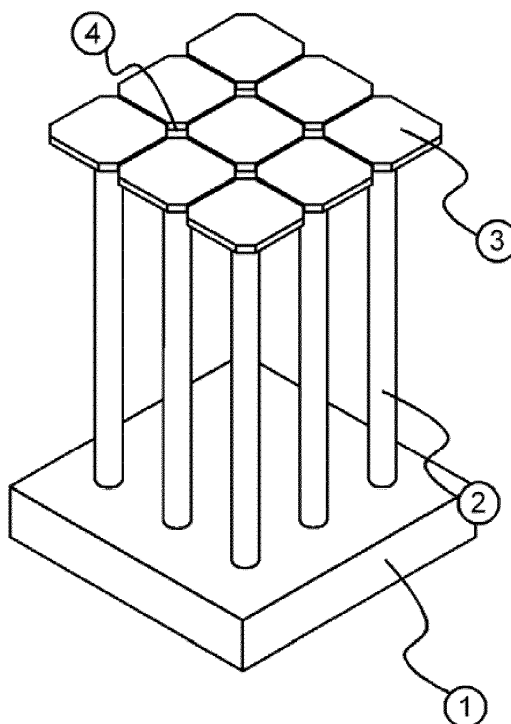


Fig. 3

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schallabsorber nach Art eines mikroperforierten Absorbers bei dem im Abstand vor einer Wand eine mikroperforierte Fläche angeordnet ist. Zwischen der mikroperforierten Fläche und der Wand befindet sich ein Luftraum. Auftreffende Schallwellen regen das Luftvolumen in den kleinen Öffnungen der Fläche zu Schwingungen an. Der Luftraum zwischen mikroperforierter Fläche und Wand kann als Feder für die Schwingung des Luftvolumens in den Öffnungen dienen. Damit kann eine Dämpfung dieser Schwingung erfolgen.

Stand der Technik

[0002] Eine für die Praxis wesentliche Gruppe von Schallabsorbern besteht aus akustisch durchlässigen Flächengebilden, z.B. Gewebe, mikroperforierte Platten und Folien, und einem durch Abstandshalter gebildeten Rückvolumen [Fuchs, H.: Schallabsorber und Schalldämpfer, Fasold, W., Veres, E.: Bauphysikalische Entwurfslehre, DE 4315759, DE 4437196] wie in Fig. 1 dargestellt. Die Ausgestaltungen dieses Prinzips sind sehr vielfältig und auch an unterschiedliche Einsatzansprüche angepasst. Neben der Aufgabe zu einem niedrigen Preis mikroperforierte Materialien bereitzustellen bleiben zwei Schwierigkeiten bislang jedoch nur unzureichend gelöst. Erstens muss bei einer erforderlichen Reinigung des Rückraums das Flächengebilde von den Abstandshaltern gelöst und anschließend wieder befestigt werden. Bei Platten mit einer gewissen Eigensteifigkeit sind es meist Schraub- oder Steckverbindungen, die bei größeren Flächen eine beachtliche Anzahl erreichen können. Bei flexiblen Folien oder Membranen [DE 19754107] hingegen dienen Spannvorrichtungen der Befestigung. Alle diese Befestigungsarten führen zu erhöhtem zeitlichem Aufwand und oft auch zum Risiko, dass wiederholtes Lösen und Anbringen Schäden verursacht.

[0003] Zweitens ist bei zahlreichen Anwendungen von Schallabsorbern eine Robustheit gegenüber mechanischer Beanspruchung erforderlich. Die so genannte Ballwurfsicherheit bei schallabsorbierenden Verkleidungen in Turnhallen stellt ein Beispiel in diesem Sinne dar. Um dieser Beanspruchung standzuhalten, werden bislang vorwiegend besonders steife, meist auch dicke Flächengebilde verwendet. Eine seltener genutzte Alternative dazu sind hoch elastische Flächengebilde, die nach der Beanspruchung wieder in ihre Ausgangsform zurückkehren, wie z.B. schallabsorbierende Vorhänge aus Textilien oder Membranen. Allerdings verringert sich hier wiederum der Spielraum für Reinigbarkeit, da textile Flächengebilde zu regelrechten Staub- und Geruchsfängern werden können. Es geht also nicht um den Einzelnachweis von Eigenschaften, sondern um eine Gesamtschau. Daher sind auch Reinigungsklappen und dergleichen in sta-

bilen Flächengebilden nachteilig, da sie meist mit beweglichen und daher mechanisch empfindlichen Schließvorrichtungen verbunden sind.

[0004] Neben den Ansprüchen an Reinigbarkeit und Robustheit müssen aber auch noch andere Forderungen von Schallabsorbern erfüllt werden. Ein ästhetisches Erscheinungsbild, ein geringes Gewicht sowie niedrige Kosten für Herstellung und Montage gehören dazu. Um mit den eingangs beschriebenen Flächengebilden vor einem Rückvolumen auch ohne Füllung mit Dämmstoffmatten ein möglichst breitbandig hohes Schallabsorptionsvermögen zu erreichen, sind mehrlagige Konstruktionen notwendig. Das Rückvolumen hinter einem Flächengebilde wird dann z.B. von einem weiteren Flächengebilde geteilt. Damit sind weitere Abstandshalter und dergleichen verbunden, die offenkundig z.B. die Reinigbarkeit des Rückvolumens weiter erschweren.

[0005] Aus der DE 10 2009 033 048 A1 ist ein Schallwellenabsorptionselement bekannt, welches Pixel aufweist, die auf einer Oberfläche, z.B. Rückwand, angebracht sind. Mehrere dieser Pixel mit unterschiedlicher Größe und Form können nebeneinander und übereinander angeordnet sein, so dass sich Hohlräume nach Art von Zwickeln ergeben, in die Schallwellen eindringen können. Damit durchdringt der Schall das Schallwellenabsorptionselement. Bei dieser Durchdringung treten Reibung und Resonanzeffekte auf, die insgesamt zur Absorption führen sollen. Geometrisch und akustisch entspricht dieses Element der Gattung der haufwerksporigen porösen Schallabsorber. Die regelmäßige Anordnung der Pixel (analog einem Granulat) und vor allem die Herstellungsverfahren (Druck, Abziehfolie, elektrostatische Beschichtung) auf einer Oberfläche sind Merkmale einer besonderen Spielart dieses Typs. Einfache montierbare Flächengebilde und eine Reinigbarkeit sind damit jedoch ebenfalls nicht zu erreichen.

[0006] Aus der FR 2 238 411 ist eine Vorrichtung bekannt, bei der vor einer Oberfläche (Rückwand) mindestens eine weitere Fläche schwingfähig angebracht ist, die aus einer viskoelastischen Schicht, charakterisiert durch Elastizitätsmodul und mechanischen Verlustfaktor, zwischen zwei starren Schichten besteht. Auftreffende Schallwellen versetzen das resultierende, mechanisch schwingfähige Gebilde in (Biege-) Schwingungen, infolge dessen auftreffende Schallwellen gedämpft werden. Mehrere dieser Gebilde können getrennt voneinander vor einer Fläche angebracht werden, um die elastischen Resonanzschwingungen auf unterschiedliche Frequenzen z.B. breitbandig abzustimmen. Diese Vorrichtung entspricht einer Kombination aus an sich bekannten Masse-Feder-Absorbern und Plattenschwingern und stellt durch die geometrische Ausgestaltung eine Besonderheit dar.

Beschreibung

[0007] Aufgabe dieser Erfindung ist daher ein einfach herstellbarer mechanisch robuster und gestaltbarer

Schallabsorber, der akustisch wie eine Schichtfolge aus Flächengebilden mit einem oder mehreren dazwischen liegenden Abständen wirkt. Von großem Vorteil ist dabei eine Struktur, die eine einfache Herstellung und Montage möglichst großformatiger Module ermöglicht. Zusätzlich sollte ein einfach reinigbarer Schallabsorber bereitgestellt werden.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Schallabsorber mit einer Vielzahl von Verbindungselementen und Verbreiterungselementen vorgeschlagen. Dabei sind die Verbreiterungselemente mittels der Verbindungselemente in einem jeweils gewünschten Abstand von einem flächigen Element angeordnet oder anordenbar. Die Verbreiterungselemente und die zwischen den Verbreiterungselementen benachbarter Verbindungselemente verbleibenden Zwischenräume bilden eine Anordnung mit der akustischen Wirkung einer mikroperforierten Platte. Zwischen den Verbreiterungselementen und dem flächigen Element bildet sich ein Luftraum mit der akustischen Wirkung einer Feder aus. Eine auftreffende Schallwelle kann somit die Luftmasse in den Zwischenräumen zu Schwingungen vor dem Luftraum anregen. Die Luft im Luftraum dient als Feder für die Schwingungen. Durch Reibung werden diese Schwingungen gedämpft. Durch die vorgeschilderte Anordnung wird also ein Schallabsorber geschaffen, der wie ein im Stand der Technik bekannter mikroperforierter Absorber auftreffende Schallwellen dämpfen kann. Dafür müssen die Querschnitte der Zwischenräume eine Ausdehnung weniger mm haben, wie dies bei mikroperforierten Öffnungen der Fall ist.

[0009] Diese Anordnung unterscheidet sich von der eingangs geschilderten Anordnung nach DE 10 2009 033 048 A1. In der DE 10 2009 033 048 A1 tritt der Schall in die für hohe Absorption erforderlichen vielen Bereiche (Schichten) zwischen den Pixeln ein und wird dort gedämpft. Es erfolgt keine Anregung der Luftmasse in den Zwischenräumen, für die die Luftmasse in einem Luftraum als Feder dienen würde. Somit kann mit der oben geschilderten Anordnung bei gleicher Schalldämpfung der Material- und Raumbedarf im Vergleich zur Anordnung nach DE 10 2009 033 048 A1 reduziert werden. Weitere Eigenschaften, wie z.B. Reinigbarkeit und Kosteneinsparung, sind wesentliche Unterscheidungsmerkmale.

[0010] Auch gegenüber der FR 2 238 411 ergibt sich ein reduzierter Platzbedarf. Auch in der FR 2 238 411 ist eine Ausführungsform beschrieben, die eine Vielzahl von Verbindungselementen und Verbreiterungselementen aufweist, wobei die Verbreiterungselemente mittels der Verbindungselemente in einem gewünschten Abstand von einem flächigem Element angeordnet sind. In der FR 2 238 411 findet sich dabei kein Hinweis, dass eine Anordnung mit der akustischen Wirkung einer mikroperforierten Platte gebildet würde. Die genannte Größe der Verbindungselemente von 150 mm steht dem auch entgegen. Übliche Größenordnungen für die Öffnungen einer mikroperforierten Platte liegen unter 1 mm, die Abstände zwischen den Öffnungen betragen beispielsweise

20 mm. Es sind auch andere Werte möglich. Schlitze im Abstand von 150 mm, wie in FR 2 238 411 erwähnt, führen aber nicht zu einer akustisch wirksamen mikroperforierten Platte.

[0011] Die vorliegend geschilderte Anordnung hingegen wirkt akustisch vergleichbar wie ein klassischer mikroperforierter Absorber. Vorteilhaft ist, dass auf die bisweilen aufwändige Mikroperforation verzichtet werden kann. Allein durch die passende Anordnung der Verbreiterungselemente bilden sich die akustisch wirksamen Zwischenräume aus. Damit eröffnen sich neue Produktionsmöglichkeiten. So könnten die Verbreiterungselemente auf eine Folie aufgebracht werden. Die Verbindungselemente befinden sich auf der der Folie abgewandten Seite der Verbreiterungselemente und können dort aufgebracht werden. Im Regelfall wird es sich aber anbieten, Bauteile zu verwenden, welche aus einem Stück bestehen und ein Verbreiterungselement und ein Verbindungselement enthalten. Sodann können die Verbindungselemente auf der den Verbreiterungselementen abgewandten Seite auf ein flächiges Element aufgebracht werden, etwa durch Aufkleben. In einem letzten Schritt ist die Folie abziehen. Es sind aber auch eine Reihe anderer Produktionsmethoden denkbar.

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Verbindungselemente mechanisch flexibel ausgebildet, sodass bei Bedarf eine reversible Verschiebung der Verbindungs- und/oder Verbreiterungselemente erfolgen und damit eine verbesserte Reinigung ermöglicht werden kann. Damit wird ein entscheidender Vorteil gegenüber bisher bekannten mikroperforierten Absorbern erreicht. Wie oben ausgeführt können die bisher bekannten mikroperforierten Absorber mitunter schlecht gereinigt werden. Durch entsprechend gewählte mechanisch flexible Verbindungselemente ist es möglich, die Verbindungs- und Verbreiterungselemente gleichsam wie die Elemente einer Bürste seitlich zu verschieben um so den Abstand zwischen benachbarten Verbreiterungselementen zu erhöhen. Damit ist es möglich eine Reinigungsflüssigkeit, z. B. Wasser, bei Bedarf versehen mit einem Reinigungszusatz, einzubringen. Möglich ist es auch, eine Reinigungsflüssigkeit auf die Verbreiterungselemente aufzuspritzen und durch die dadurch ausgeübte Kraft die Verbreiterungselemente von einander weg zu bewegen, so dass die Reinigungsflüssigkeit in die Zwischenräume zwischen den Verbreiterungselementen eindringen kann und auch in den Luftraum, der sich hinter den Verbreiterungselementen, also im Raum zwischen den Verbreiterungselementen und dem flächigen Element, befindet, einzudringen. Damit ist eine Reinigung der Umschließungsflächen dieses Luftraums möglich. Die mechanisch flexiblen Verbindungselemente müssen dabei so ausgestaltet sein, dass einerseits eine Verschiebung zu vorgenanntem Reinigungszweck möglich ist. Andererseits müssen die Elemente eine gewisse Stabilität aufweisen, so dass nach der Reinigung die Verbindungselemente und damit die Verbreiterungselemente wieder in den gewünschten Zustand zurückkehren.

Wie erläutert ist es für die akustische Wirksamkeit erforderlich, dass sich die Abstände zwischen benachbarten Verbreitungselementen, welche die akustisch wirksamen Zwischenräume bestimmen, in einem gewünschten Größenbereich befinden. Darüber hinaus ist eine solche Anordnung in Bereichen aufzufinden, bei denen das Aussehen des Schallabsorbers eine Rolle spielt. Es ist also auch die Forderung zu erfüllen, dass der Schallabsorber einen optisch ansprechenden Aufbau in seinem Ruhezustand hat. Hinsichtlich der mechanischen Flexibilität ist schließlich zu erwähnen, dass die mechanische Flexibilität eine Bewegung zur Seite ermöglichen soll, also zur Änderung des Abstands zwischen benachbarten Verbindungselementen dienen soll. In Richtung längs des Verbindungselements, also zwischen Verbreitungselement und flächigem Element ist keine mechanische Flexibilität erforderlich. Hier ist je nach Bedarf vielmehr Stabilität zu gewährleisten, etwa um Ballwürfen standzuhalten

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Verbindungselemente nach Art eines Halms ausgebildet. Durch derartige Halme wird der Zwischenraum zwischen den Verbreitungselement und dem flächigen Element nur geringfügig ausgefüllt. Es verbleibt somit ein großer Luftraum, so dass ein großes Luftvolumen vorhanden sein kann, welches als akustisch wirksame Feder wie oben beschrieben wirken kann. Bevorzugt sind die Halme in der Mitte eines jeweiligen Verbreitungselements angebracht, wobei normalerweise ein Halm für ein Verbreitungselement ausreichend ist. Es wäre aber auch denkbar, mehrere Halme für ein Verbreitungselement vorzusehen. Eine Anordnung aus einem Verbreitungselement und einem Verbindungselement, welches als Halm ausgeführt ist, kann durch ein Spritzgussverfahren problemlos hergestellt werden.

[0014] In einer weiteren Ausführungsform sind die Verbindungselemente nach Art eines Stegs ausgeführt. Man kann sich den Querschnitt aus Verbreitungselement und Verbindungselement in diesem Fall als ein T-Profil vorstellen. Freilich ist man nicht auf entsprechend flach ausgebildete Verbreitungselemente angewiesen. Auch müssen die Stege nicht in der Mitte der Verbreitungselemente angeordnet sein.

[0015] Möglich ist dabei ein Aufbau, bei dem ein größeres flächiges Element mit mehreren Stegen und mehreren jeweils zugeordneten, im Regelfall flachen Verbreitungselementen gebildet ist. Die durch die Verbreitungselemente gebildete Fläche gleicht einer mikroperforierten Platte, wobei die mikroperforierten Öffnungen als mikroperforierte Schlitze ausgebildet sind. Eine solche Anordnung ist akustisch gut brauchbar. Zwar mag eine Anordnung, bei der die einzelnen Zwischenräume nicht wie Schlitze ausgebildet sind, sondern wie kleine Löcher bisweilen akustisch etwas günstiger sein. Die hier beschriebene Anordnung hat jedoch den Vorteil, dass das flächige Element, die Verbindungselemente und die Verbreitungselemente aus einem hinterschneidungsfreien Stück gefertigt werden können. Betrachtet man

sich das Bauteil im Querschnitt so handelt es sich um eine Fläche, auf der eine Reihe von benachbarten T-Profilen aufgebracht ist. Es ist zu erkennen, dass eine solche Anordnung durch ein Spritzgussverfahren oder auch durch ein Extrusionsverfahren in einfacher Weise hergestellt werden kann. Hierbei können auch große Flächen preisgünstig hergestellt werden. Der so erstellte Schallabsorber braucht nur noch auf die gewünschte Wand oder die gewünschte Decke aufgebracht zu werden.

[0016] Je nach gewünschter optischer und/oder akustischer Wirkung können die Verbreitungselemente als flache und/oder kugelförmige und/oder zapfenförmige und/oder streifenförmige Elemente ausgebildet sein. Akustisch entscheidend sind in erster Linie die Zwischenräume zwischen den einzelnen Verbreitungselementen. Die Gestalt der einzelnen Verbreitungselemente kann sich dabei auch an optischen Wünschen orientieren. Es ist möglich, in einem Schallabsorber verschiedenartige Verbreitungselemente vorzusehen.

[0017] Wie bereits angesprochen können die Verbreitungselemente so ausgebildet und angeordnet sein, dass die verbleibenden Zwischenräume einen schlitzförmigen Querschnitt haben. Alternativ ist es auch möglich, die Verbreitungselemente so auszubilden und anzuordnen, dass die verbleibenden Zwischenräume einen rautenförmigen oder kreisförmigen Querschnitt haben. Neben den akustischen Anforderungen wird man sich hierbei an optischen Anforderungen und an einer einfachen und damit preisgünstigen Herstellbarkeit orientieren. Ein besonderer Aspekt ist hierbei auch die oben geschilderte einfache Reinigbarkeit des Schallabsorbers.

[0018] Es ist möglich, Verbreitungselemente mit wellenförmigen Rändern vorzusehen. Durch derartige wellenförmige Ränder können gewünschte Zwischenräume zwischen benachbarten Verbreitungselementen erzielt werden.

[0019] Je nach Anforderungen können die Verbindungselemente und/oder Verbreitungselemente und/oder das flächige Element gefärbt und/oder beschichtet und/oder aus transparentem und/oder transluzentem und/oder Licht leitenden Material bestehen. In vielen Fällen werden die Elemente nicht allein aus diesem Material bestehen, jedoch solches enthalten. Wie bereits in anderem Zusammenhang erwähnt, spielen hierbei akustische, optische und herstellungstechnische Aspekte eine Rolle neben der Reinigbarkeit.

[0020] Eine zusätzliche akustische Dämpfung kann erreicht werden, in dem die Verbreitungselemente aus porösem Material insbesondere aus textilem, faserigem, geschäumtem oder mikroperforiertem Material bestehen oder dieses enthalten. Denkbar ist es hierbei, dass der Frequenzbereich, in dem die Porosität der Verbreitungselemente akustisch wirksam ist und der Frequenzbereich, in dem der vorgeschilderte Aufbau des Schallabsorbers als solcher wirksam ist, sich unterscheiden. Damit kann ein und derselbe Schallabsorber in verschiedenen Frequenzbereichen wirksam sein.

[0021] Bevorzugt sind die Verbindungselemente und die Verbreiterungselemente in einem gemeinsamen Arbeitsgang herstellbar. Hierzu ist es insbesondere günstig, wenn die Verbindungselemente und die Verbreiterungselemente aus demselben Material bestehen. Bevorzugt ist hierbei ein einziger Arbeitsgang. Allerdings ist in vielen Fällen der Begriff "ein Arbeitsgang" weit zu verstehen nicht auf einen einzigen Arbeitsgang beschränkt. So könnte es sein, dass sich die Verbindungselemente und Verbreiterungselemente etwa in einem Spritzgussverfahren hergestellt werden und anschließend in einem chemischen Bad eine gewünschte Oberflächenbehandlung erfolgt. Es verbleibt der Vorteil, dass es nicht verschiedener Arbeitsgänge zum Herstellen der Verbindungselemente und Verbreiterungselemente bedarf und insbesondere, dass es nicht erforderlich ist, die Elemente anschließend in irgendeiner Weise zu verbinden.

[0022] Es versteht sich, dass in die obigen Betrachtungen auch das flächige Element einzubeziehen ist. So können Verbindungselemente, Verbreiterungselemente und das flächige Element in einem gemeinsamen Arbeitsgang hergestellt werden. Theoretisch ist es auch denkbar, flächiges Element und Verbindungselemente in einem Arbeitsgang herzustellen und anschließend die Verbreiterungselemente in irgendeiner Weise aufzubringen. Es versteht sich, dass im Regelfall hierzu die jeweiligen Elemente, die in einem gemeinsamen Arbeitsgang hergestellt werden, aus demselben Material bestehen. Dies ist jedoch nicht zwingend. So könnte etwa ein Extrusionsverfahren gewählt werden, bei dem für die einzelnen Elemente eine etwas andere Materialzusammensetzung in den Düsen bevorzugt vorhanden ist.

[0023] In einer weiteren Ausführungsform sind die Verbindungselemente und die Verbreiterungselemente so ausgeführt, dass sich geöffnete Röhren oder andere einseitig geöffnete Hohlräume nach Art von Hohlraumresonatoren ausbilden. So ist etwa daran zu denken, die oben genannten Halme als innen geöffnete Röhren auszubilden. Dabei ist es freilich erforderlich, dass sich gegebenenfalls auch in den Verbreiterungselementen eine entsprechende Öffnung befindet. Damit kann eine zusätzliche Schalldämpfung erzielt werden. Freilich ist hierbei wieder eine gewisse Verschmutzung dieser Öffnungen hinzunehmen. Da diese Öffnungen, nicht wie die Zwischenräume zwischen benachbarten Verbreiterungselementen, beim Einsatz mechanisch flexibler Verbindungselemente in ihrer Größe verändert werden können, existieren somit wie im Stand der Technik üblich Öffnungen, die mitunter schlecht reinigbar sind. Je nach Einsatzzweck und nach Größe der Öffnungen wäre dies aber in manchen Fällen durchaus hinzunehmen.

[0024] Bei Bedarf können je nach Einsatzzweck die Verbindungselemente und/oder Verbreiterungselemente und/oder das flächige Element elektrisch leitend und/oder magnetisch ausgeführt werden. Auf diese Weise dient der Schallabsorber auch zur elektromagnetischen Abschirmung des jeweiligen Raumes.

[0025] In einer weiteren Ausführung ist mindestens ei-

ne weitere Ebene mit einer Anordnung von Verbreiterungselementen vorhanden. Dann kann sich ein Luft-
raum mit der akustischen Wirkung einer Feder sich zwischen zwei Ebenen mit einer Anordnung von Verbreiterungselementen ausbilden. Damit ist es möglich eine weitere Anordnung von Verbreiterungselementen zu schaffen, bei der die Zwischenräume zwischen benachbarten Verbreiterungselementen größer oder kleiner sind als in der bereits vorhandenen. Dies gestattet vor allem die Dämpfung anderer Frequenzbereiche. Die Verbindungselemente können in diesem Fall die Verbreiterungselemente einer Ebene mit denen einer weiteren Ebene verbinden. Dabei können durchgängige Verbindungselemente geschaffen werden, die sich vom flächigen Element in alle Ebenen mit Verbreiterungselementen erstrecken. Die Verbreiterungselemente können beispielsweise eine Bohrung aufweisen, durch die Verbindungselemente gesteckt werden. Es ist aber auch möglich, insbesondere bei Verbindungselementen nach Art eines Stegs ein einstückiges Element zu schaffen, umfassend das flächige Element, die Verbindungselemente und mehrere Ebenen mit Verbreiterungselementen, wobei Zwischenräume zwischen benachbarten Verbreiterungselementen verbleiben. Es versteht sich, dass der Begriff Ebene nicht in einem geometrisch engen Sinn ausgelegt werden darf.

[0026] Wie bereits angeführt kann der Schallabsorber auf eine Wand und/oder eine Decke aufgebracht werden. Dabei kann das flächige Element auf die Wand und/oder die Decke aufgebracht werden. Alternativ ist es auch möglich, dass die Wand und/oder die Decke das flächige Element selbst bilden. Akustisch ist beides möglich, so dass die Auswahl vor allem von der jeweils preisgünstigen Herstellbarkeit abhängen dürfte.

[0027] Darzustellen ist, dass eine Vielzahl von Anordnungen, die aus einem ersten Element aufgebaut sind, welches als Verbindungselement dienen kann und einem zweiten Element, welches als Verbreiterungselement dienen kann, als Komponente für einen Schallabsorber, wie oben beschrieben dienen kann. Somit können irgendwelche billigen Massenbauteile, die eigentlich für andere Zwecke konzipiert worden sind, auch zur Herstellung eines oben geschilderten Schallabsorbers eingesetzt werden. Analoge Betrachtungen sind theoretisch auch bei einer Anordnung zutreffend, bei der zusätzlich ein Element vorhanden ist, welches als flächiges Element dienen kann. Ferner könnten sich für völlig andere Anwendungszwecke auch Anordnungen finden, welche ein erstes Element aufweisen, welches als Verbindungselement und ein zweites Element, welches als flächiges Element dienen kann. Die vorgenannten Erwägungen gelten dann selbstverständlich entsprechend.

[0028] Der vorgenannte Schallabsorber kann zur Schalldämpfung in Räumen von Gebäuden und/oder Fahrzeugen eingesetzt werden. Ferner ist ein Einsatz in Kapselungen und/oder Kabinen und/oder Kanälen von technischen Anlagen und Geräten möglich.

Weitere Details und Ausführungsbeispiele

[0029] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Figuren näher beschrieben, wobei manche Wiederholungen nicht auszuschließen sind.

[0030] Dabei zeigen

Fig. 1 Eine schematische Darstellung von Schallabsorbern aus akustisch durchlässigen Flächengebilden (5), z.B. Gewebe, mikroperforierte Platten und Folien, mit einem Rückvolumen vor einer Rückwand (1). (Stand der Technik)

Fig. 2 Eine beispielhafte Ausführung der Hauptbestandteile Rückwand (1), daran befestigter Halm (2) und vorderseitiges Verbreitungselement (3) des erfindungsgemäßen Schallabsorbers.

Fig. 3 Eine beispielhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Schallabsorbers, bestehend aus Rückwand (1), daran befestigten Halmen (2) mit vorderseitigen Verbreitungselementen (3) und Mikroöffnungen (4).

Fig. 4 Eine beispielhafte Ausführung des erfindungsgemäßen Schallabsorbers mit Halm (2) mit einem vorderseitigen und einem weiteren Verbreitungselement (3) als Voraussetzung eines mehrschichtigen Aufbaus.

Fig. 5 Eine beispielhafte Ausführung des erfindungsgemäßen Schallabsorbers mit Halm (2) nach Art einer vorderseitig geöffneten Röhre (6) als akustischer Wellenleiter oder Lambda-Viertel-Resonator.

Fig. 6 Eine beispielhafte Ausführung des erfindungsgemäßen Schallabsorbers mit dünnen und flexiblen Stegen (7) und vorderseitigen Streifen (8) an Stelle von Halmen (2) und Verbreitungselementen (3).

[0031] Kernstück einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schallabsorbers sind mechanisch flexible Halme (2) nach Art von dünnen Borsten oder Stielen. Das Material orientiert sich in erster Linie an einer dauerhaften, reversiblen Biegsamkeit und Formstabilität, d.h. sowohl Kunststoffe als auch Metalle (Drähte) sind dafür geeignet. Ihre Länge bestimmt im Wesentlichen die Dicke des Schallabsorbers, d.h. die Tiefe des maximalen Rückvolumens, und ist daher ein akustischer Auslegungsparameter zur Festlegung des Schallabsorptionsspektrums. Das rückseitige Ende der mechanisch flexiblen Halme (2) ist auf einer Rückwand (1) befestigt. Diese Rückwand (1) wiederum wird auf der Raumboberfläche, z.B. der Wand oder Decke, montiert. Der Querschnitt der Halme (2) kann zylindrisch oder auch anders geformt sein. Entlang ihrer Längsausdehnung weisen die Halme (2) Verbreitungselemente (3) in Abständen zur Rückwand (3) auf, z.B. alle Halme (2) an den gleichen Stellen, siehe Fig. 2 und Fig. 3. Eines dieser Verbreitungselemente (3) befindet sich am vorderseitigen, zum

Raum weisenden Ende der Halme (2). Diese vorderseitigen Verbreitungselemente (3) ergeben zusammen eine mit Mikroöffnungen (4) gleichsam perforierte oder geschlitzte Fläche, die als Vorderseite des erfindungsgemäßen Schallabsorbers fungiert. Die Mikrolöcher oder Mikroschlitz (4) resultieren aus festgelegten Abständen zwischen den Verbreitungselementen (3). Die Dimensionen der resultierenden Mikroöffnungen (4) sind, neben der Länge der Halme (2), akustische Auslegungsparameter zur Festlegung des Schallabsorptionsspektrums.

[0032] Für die Verbreitungselemente (3) kann auf unterschiedliche Materialien, z.B. Kunststoffe, Metalle, zurückgegriffen werden, wobei sich ein fertigungstechnischer Vorteil ergibt, wenn Rückwand (1), Halme (2) und Verbreitungselemente (3) aus einem Material bestehen. In diesem Fall lassen sich kostengünstige Urformungsverfahren, z.B. Spritzgießen, für den erfindungsgemäßen Schallabsorber in seiner Gesamtheit verwenden. Diese Möglichkeit, mit einem Fertigungsschritt und aus einem Material ein vollständiges, betriebsfertiges Bauteil zur Schallabsorption herzustellen, ist bislang einzigartig. Bei Verwendung elastischer Materialien und einer bedarfsweise biegsamen Gestalt geben einzelne Halme (2) samt ihrer Verbreitungselemente (3) im Fall von mechanischer Beanspruchung nach und kehren anschließend in ihren Ursprungszustand zurück. Dies kann man sich wie das Verhalten von Bürsten vorstellen. Eine bewusste Verformung der Halme (2) ermöglicht den Zugriff auf das Volumen hinter der Vorderseite für Reinigungszwecke, z.B. zum ausspülen oder aussaugen des Rückvolumens.

[0033] Die Halme (2) können in regelmäßigem aber auch unregelmäßigem Muster auf der Rückwand (1) angeordnet sein. Die Dicke der Halme (2) sowie ihre mittlere Anzahl pro Flächeneinheit, z.B. pro Quadratmeter, sind ebenfalls variabel. Akustisch sind vielmehr die Gestalt und Anordnung der Verbreitungselemente (3) entscheidend. Bei rechteckigen Verbreitungselementen (3) sind schlitzförmige Abstände dazwischen vorzusehen. Werden die Ecken abgestumpft, bilden sich rautenförmige Mikroöffnungen (4), analog stellen sich die Durchdringungen bei wellenförmig berandeten Verbreitungselementen (3) dar. In allen Fällen ist neben der Dimension der Mikroöffnungen (4) die Dicke der Verbreitungselemente (3) als akustischer Auslegungsparameter zu berücksichtigen. Dies gilt für alle Verbreitungselemente (3), ob an der zum Raum weisenden Vorderseite des erfindungsgemäßen Schallabsorbers oder an anderen Stellen der Halme (2), siehe Fig. 5. Die dadurch entstehenden Ebenen mit Mikroöffnungen (4) mit jeweils schallabsorbierenden Eigenschaften können im Sinne eines geschichteten Systems je nach Anforderung an Höhe und Breitbandigkeit der Schallabsorption gleich oder unterschiedlich gestaltet sein. Auch können diese Schichten hinter der vorderseitigen Ebene in Höhenstufen versetzt zueinander angeordnet sein.

[0034] Aus gestalterischen Gründen sind auch kugel-

oder zapfenförmige oder anders geformte Verbreitungselemente (3) möglich. Dann müssen die jeweils engsten verbleibenden Stellen Mikroöffnungen (4) mit den beabsichtigten Abmessungen bilden. Auf diese Weise lassen sich unterschiedliche Oberflächeneindrücke herstellen. Auch die Mikroperforation der Verbreitungselemente (3) selbst ist möglich, allerdings sind dann diese Mikrolöcher nicht mehr ohne weiteres reinigbar. Dies gilt auch für eine Ausgestaltung, bei der die Halme (2) nach Art von vorderseitig offenen Röhren (6) gestaltet sind, siehe Fig. 5, so dass ein so genannter Wellenleiter oder Lambda-Viertel-Resonator entsteht. Dessen Schallabsorption lässt sich mittels der Röhrenlänge auf bestimmte Frequenzen abstimmen. Schließlich können die Verbreitungselemente (3) auch aus Verbreitungselementen (3) aus porösem Material, z.B. aus textilen, faserigen oder geschäumtem Material bestehen. Sie bilden eine geschlossene, aber dennoch Schall absorbierende Oberfläche zum Raum mit einem Rückvolumen dahinter. Dem Vorteil geringerer Ansprüche an die Fertigungspräzision stehen Einschränkungen bezüglich der Reinigbarkeit gegenüber.

[0035] Die Halme (2) und Verbeerungen (3) können gefärbt oder beschichtet sein. Um Beleuchtungsfunktionen oder auch Lichteffekte zu erzielen, können sie z.B. aus transparentem, transluzentem oder lichtleitendem Material bestehen. Auch eine in Längsrichtung der Halme (2) tragfähige Ausführung von Halmen (2) und vorderseitigen Verbreitungselementen (3) ist vorteilhaft, wenn in dieser Richtung mechanische Lasten auftreten. Eine mit diesem Ziel verfolgte auch fertigungstechnische Vereinfachung ergibt sich, wenn statt der dünnen Halme (2) dünne und dennoch flexible Stege (7) verwendet werden. In diesem Fall befinden sich anstelle von Verbreitungselementen (3) flache Streifen (8) mit dazwischen verbleibenden Schlitzten auf den Stegen (7) der in einer Richtung ausgedehnten Struktur, siehe Fig. 6.

Patentansprüche

1. Schallabsorber mit einer Vielzahl von Verbindungselementen (2) und Verbreitungselementen (3), wobei die Verbreitungselemente (3) mittels der Verbindungselemente (2) in einem jeweils gewünschten Abstand von einem flächigen Element (1) angeordnet oder anordenbar sind, wobei die Verbreitungselemente (3) und die zwischen den Verbreitungselementen (3) benachbarten Verbindungselemente (2) verbleibenden Zwischenräume (4) eine Anordnung mit der akustischen Wirkung einer mikroperforierten Platte bilden, wobei sich zwischen den Verbreitungselementen (3) und dem flächigen Element (1) ein Luftraum mit der akustischen Wirkung einer Feder ausbilden kann, so dass eine auftreffende Schallwelle die Luftmasse in den Zwischenräumen (4) zu Schwingun-

gen vor dem Luftraum anregen kann und so eine Dämpfung der Schallwelle erfolgen kann.

2. Schallabsorber nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungselemente (2) mechanisch flexibel ausgebildet sind, so dass bei Bedarf eine reversible Verschiebung der Verbindungselemente (2) und/oder Verbreitungselemente (3) erfolgen und damit eine verbesserte Reinigung ermöglicht werden kann.
3. Schallabsorber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungselemente (2) nach Art eines Halms ausgebildet sind.
4. Schallabsorber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungselemente (2) nach Art eines Stegs (7) ausgebildet sind.
5. Schallabsorber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbreitungselemente (3) als flache und/oder kugelförmige und/oder zapfenförmige und/oder streifenförmige Elemente ausgebildet sind.
6. Schallabsorber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbreitungselemente (3) so ausgebildet und angeordnet sind, dass die verbleibenden Zwischenräume (4) einen schlitzförmigen, und/oder rautenförmigen und/oder kreisförmigen Querschnitt haben.
7. Schallabsorber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbreitungselemente (3) wellenförmige Ränder aufweisen.
8. Schallabsorber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungselemente (2) und/oder die Verbreitungselemente (3) und/oder das flächige Element (1) gefärbt und/oder beschichtet sind und/oder aus transparentem und/oder transluzentem und/oder lichtleitendem Material bestehen oder dieses enthalten.
9. Schallabsorber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbreitungselemente (3) aus porösem Material, insbesondere textilem, faserigem, geschäumtem oder mikroperforiertem Material bestehen oder dieses enthalten.
10. Schallabsorber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungselemente (2) und die Verbreitungselemente (3) in einem gemeinsamen Arbeitsgang her-

stellbar sind, wobei die Verbindungselemente (2) und die Verbreiterungselemente (3) insbesondere aus demselben Material bestehen.

11. Schallabsorber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungselemente (2) und die Verbreiterungselemente (3) so ausgeführt sind, dass sich geöffnete Röhren oder andere einseitig geöffnete Hohlräume nach Art von Hohlraumresonatoren ausbilden. 5
10
12. Schallabsorber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungselemente (2) und/oder die Verbreiterungselemente (3) und/oder das flächige Element (1) elektrisch leitend und/oder magnetisch sind. 15
13. Schallabsorber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine weitere Ebene mit einer Anordnung von Verbreiterungselementen (3) vorhanden ist. 20
14. Schallabsorber nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schallabsorber auf eine Wand und/oder eine Decke aufgebracht werden kann, wobei das flächige Element (1) auf die Wand und/oder Decke aufgebracht werden kann oder die Wand und/oder die Decke das flächige Element (1) bilden. 25
30
15. Verwendung einer Anordnung aufgebaut aus einem ersten Element, welches als Verbindungselement (2) dienen kann und einem zweiten Element, welches als Verbreiterungselement (3) dienen kann, als Komponente für einen Schallabsorber nach einem der vorhergehenden Ansprüche. 35
16. Verwendung eines Schallabsorbers nach einem der Ansprüche 1 bis 14 zur Schalldämpfung in Räumen von Gebäuden und/oder von Fahrzeugen, sowie in Kapselungen und/oder Kabinen und/oder Kanälen von technischen Anlagen und Geräten. 40
45
50
55

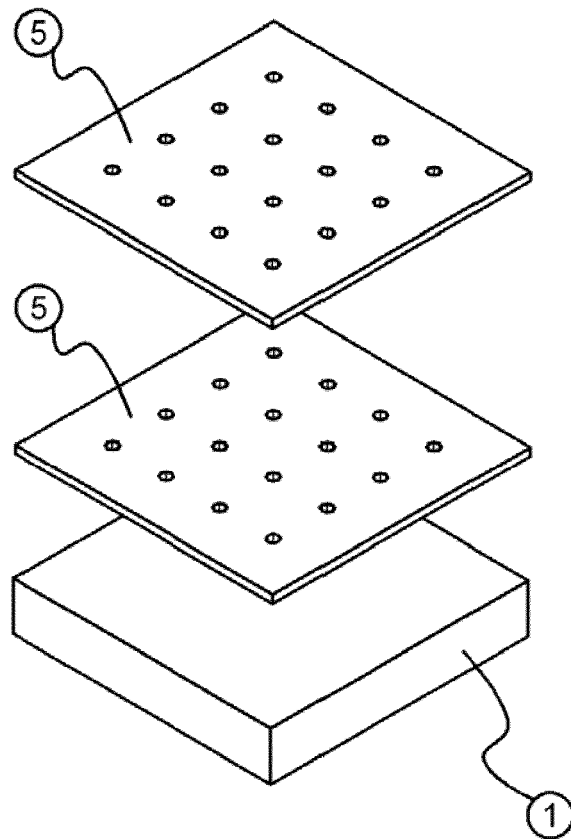


Fig. 1 (Stand der Technik)

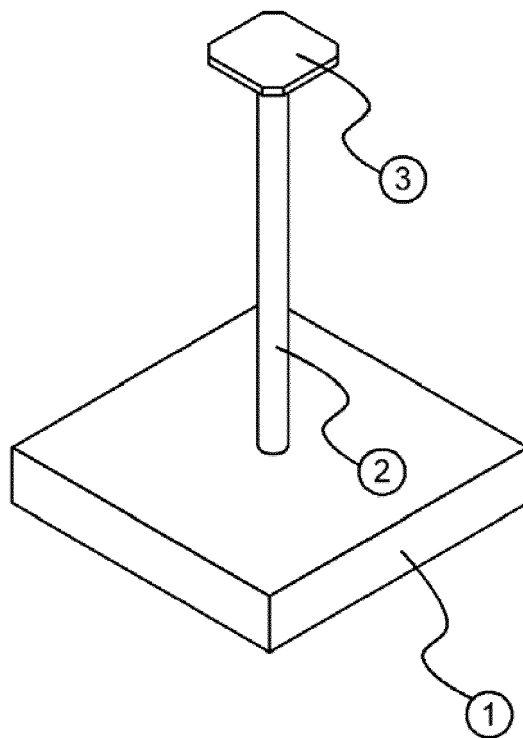


Fig. 2

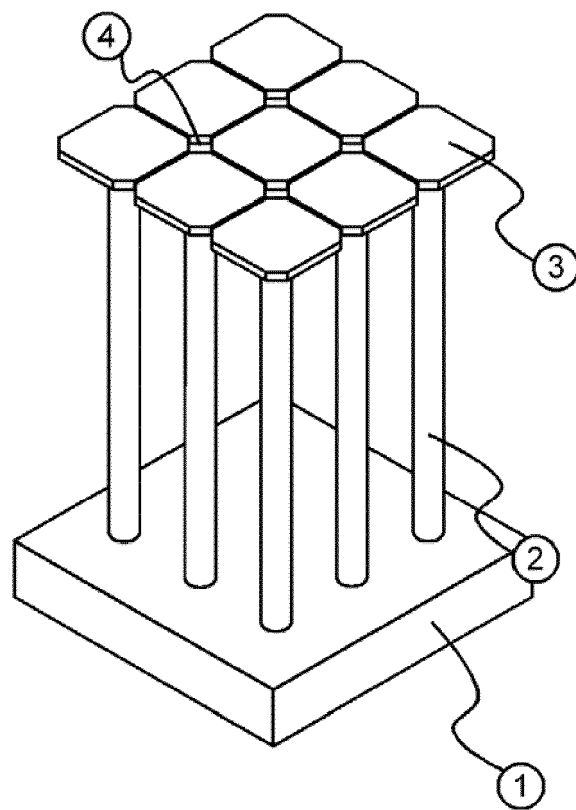


Fig. 3

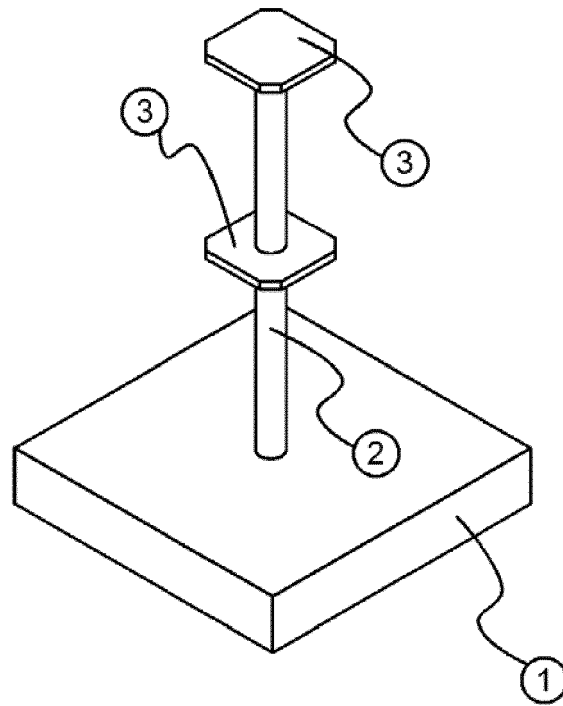


Fig. 4

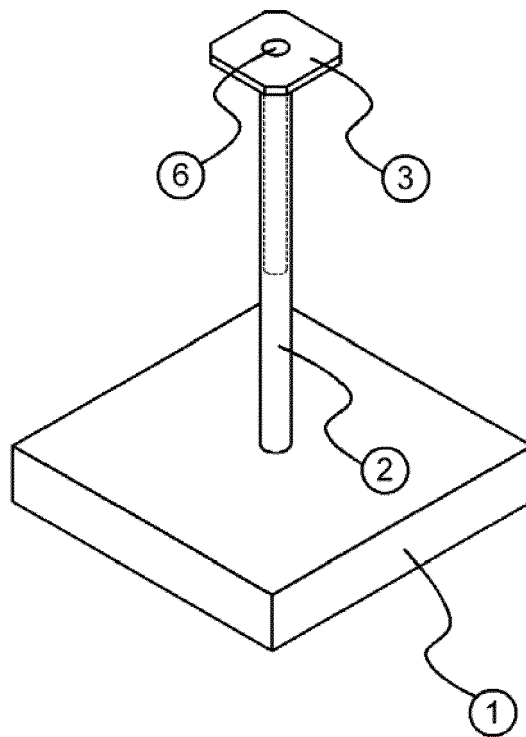


Fig. 5

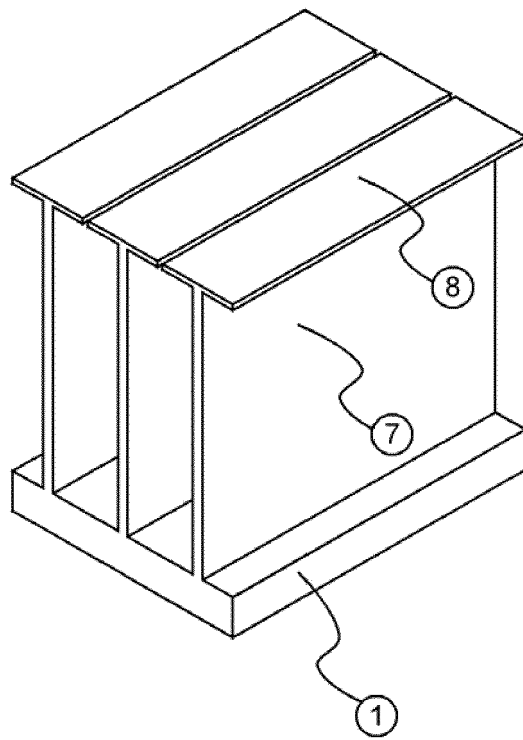


Fig. 6

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

- DE 4315759 [0002]
- DE 4437196 [0002]
- DE 19754107 [0002]
- DE 102009033048 A1 [0005] [0009]
- FR 2238411 [0006] [0010]