



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 575 127 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.06.2023 Patentblatt 2023/23

(21) Anmeldenummer: **11007957.1**

(22) Anmeldetag: **01.10.2011**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
G10K 11/162^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
G10K 11/162

(54) SCHALLABSORPTIONSELEMENT

ACOUSTIC ABSORPTION ELEMENT

ELÉMENT D'ABSORPTION ACOUSTIQUE

(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**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.04.2013 Patentblatt 2013/14

(73) Patentinhaber: **Dukta GmbH
8053 Zürich (CH)**

(72) Erfinder:
• **Christian Kuhn
CH-8001 Zürich (CH)**
• **Serge Lunin
CH-8053 Witikon (CH)**

(74) Vertreter: **Schaad, Balass, Menzl & Partner AG
Bellerivestrasse 20
Postfach
8034 Zürich (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 138 842 EP-A2- 2 020 194
WO-A1-03/030144 DE-U1- 9 116 233
US-A1- 2005 133 302 US-A1- 2010 301 161
US-B2- 7 484 592**

• **Dukta: "Dukta Flexible Wood", Instagram, 31 December 2009 (2009-12-31), XP055910771, Retrieved from the Internet:
URL:<https://www.instagram.com/p/Bmfmer4gXL>
4/ [retrieved on 2018-11-26]**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Schallabsorptionselement gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung des Schallabsorptionselementes.

5 **[0002]** Schall, der in einem Raum erzeugt wird, breitet sich als Luftschallwelle aus und trifft auf Raumbegrenzungsfächen, die den Schall teilweise absorbieren und teilweise reflektieren. Je nach der angestrebten Raumakustik kann es erforderlich sein, zusätzliche Elemente zur Absorption oder zur Reflexion bzw. zur Streuung des Schalls vorzusehen.

10 **[0003]** Gattungsbildende Schallabsorptionselemente sind dem Fachmann schon seit langer Zeit bekannt. Sie werden je nach Funktionsweise entweder den porösen Absorbern oder den Resonanzabsorbern zugeordnet. Während bei den porösen Absorbern die Schallenergie durch Reibung der Luftmoleküle im Absorber in Wärme umgewandelt wird, wird sie bei Resonanzabsorbern, welche eine schwingende Masse und eine Feder umfassen, in kinetische Energie der Masse umgewandelt. Als Masse kann in sog. Plattenschwingern etwa Sperrholz, Gipskarton oder Pressspan zum Einsatz kommen. In gelochten Platten (sog. Lochplattenschwinger) wirkt die im Loch schwingende Luft als Masse. Dabei wird die Feder durch das hinter der Platte eingeschlossene Luftvolumen gebildet.

15 **[0004]** Eine Vorrichtung zur Herstellung einer gelochten Platte wird etwa in EP-A-0686963 beschrieben. Diese umfasst eine rotierende Trommel und eine Mehrzahl von darauf angebrachten flexiblen Polymerplatten mit darin eingebetteten Nadeln, welche dazu bestimmt sind, ein vorgegebenes Spalmuster auf ein Akustikpaneel aufzubringen.

20 **[0005]** Die CH-B-698170 wiederum bezieht sich auf ein Schallabsorptionselement in Form eines genoppten Bleches mit Löchern, wobei die Löcher als schlitzartige Öffnungen mit glatten Kanten und glatten Enden ausgebildet sind.

25 **[0006]** US 2010/0301161 bezieht sich auf eine akustische Beschichtung für ein Flugzeug, welche eine reflektive Schicht, eine alveolare Struktur und eine akustisch resistive Struktur umfasst. Die akustisch resistive Struktur umfasst eine strukturelle Schicht mit Öffnungen, welche darauf ausgelegt sind, die Luftströmung nicht zu unterbrechen, die benötigte mechanische Festigkeit zu gewährleisten und Schallwellen durchzulassen.

30 **[0007]** US 7,484,592 offenbart ein akustisches Dämpfungspaneel mit einer mittig angeordneten zellulären Struktur, welche auf einer Seite von einer akustiv resistiven Schicht flankiert ist und auf der anderen Seite von einem Reflektor. Die akustisch resistive Schicht umfasst eine strukturelle Komponente mit Öffnungen oder Löchern, welche gewährleisten sollen, dass Schallwellen durchgelassen werden.

35 **[0008]** Ein insbesondere auf die Verbesserung der Raumakustik gerichtetes Schallabsorptionselement wird in der CH-B-697277 offenbart. Dieses weist eine Frontseite und eine Vielzahl von sich von der Frontseite in das Element erstreckenden, rotationssymmetrischen Ausnehmungen auf, die einen Abschnitt aufweisen, in dem sie sich - in Blickrichtung von aussen zur Frontseite - im Querschnitt verjüngen.

40 **[0009]** Allerdings sind die in der CH-B-697277 beschriebenen Schallabsorptionselemente in ihrer Herstellung relativ aufwändig. Zudem werden die Resonanzfrequenzen durch den rückseitigen Rand der Ausnehmungen bzw. deren Begrenzung bestimmt, wobei unterschiedliche Ausformungen der Begrenzung unterschiedliche Resonanzfrequenzen bewirken. Somit ist ein auf einen spezifischen Raum ausgelegtes Element gemäss CH-B-697277 in seiner Verwendung auf diesen Raum limitiert und kann hinsichtlich der Schallabsorptionseigenschaften nicht einfach an die akustischen Gegebenheiten eines anderen Raumes angepasst werden. EP1138842 und EP2020194 offenbaren ein ähnliches Schallabsorptionselement.

45 **[0010]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es nun, ein Schallabsorptionselement mit sehr guten Absorptionseigenschaften zur Verfügung zu stellen, welches einfach hergestellt werden und in flexibler Weise optimal an die jeweilige Raumakustik angepasst werden kann.

[0011] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Schallabsorptionselement gemäss Anspruch 1. Bevorzugte Ausführungsformen werden in den abhängigen Ansprüchen wiedergegeben.

50 **[0012]** Mithin betrifft die Erfindung ein Schallabsorptionselement umfassend eine Platte mit einer ersten Plattenoberfläche, die dazu bestimmt ist, einer Schallquelle zugewandt zu sein, und einer der ersten Plattenoberfläche gegenüberliegenden und um die Dicke der Platte beabstandeten zweiten Plattenoberfläche sowie zwei einander gegenüberliegenden Plattenseitenflächen.

55 **[0013]** Die Platte weist in Querrichtung verlaufende Schallabsorptionsspalte auf, welche in Dickenrichtung durchgehend und in Querrichtung nicht durchgehend sind und deren Breite jeweils von zwei voneinander beabstandeten Spaltseitenflächen begrenzt wird. Die Schallabsorptionsspalte sind somit offen, wodurch der auf das Schallabsorptionselement auftreffende Schall nach dem Prinzip des Lochplattenschwingers die sich im jeweiligen Spalt befindliche Luft in Schwingung versetzt.

[0014] Mindestens zwei Schallabsorptionsspalte sind in (zur Querrichtung rechtwinklig verlaufender) Längsrichtung aufeinanderfolgend angeordnet.

60 **[0015]** Erfindungsgemäss geht nun ein erster Teil der Schallabsorptionsspalte von einer ersten der beiden Plattenseitenflächen aus und an dieser in Dickenrichtung durch die Platte hindurch; ein zweiter Teil der Schallabsorptionsspalte geht von der zweiten der beiden Plattenseitenflächen aus und an dieser in Dickenrichtung durch die Platte hindurch. Dabei sind jeweils zwei in Längsrichtung aufeinanderfolgende Schallabsorptionsspalte in Querrichtung versetzt zuein-

ander und miteinander überlappend angeordnet.

[0016] Durch die spezifische Anordnung der Schallabsorptionsspalte ist die Platte flexibel. Dies beinhaltet, dass die Platte (durch Krafteinwirkung parallel zu deren Ebene) sowohl elastisch gestreckt als auch gestaucht werden kann. Zudem liegt eine Flexibilität quer zur Ebene der Platte vor. Insbesondere kann die Platte elastisch gebogen bzw. (durch Wirkung eines Torsionsmoments) verdreht werden.

[0017] Die Platte ist selbst dann flexibel, wenn ein Holz und/oder Kunststoff umfassendes Material verwendet wird, welches naturgemäß starr ist.

[0018] Die Erfindung erlaubt es somit, in nahezu unbegrenzter Weise die Topographie des Schallabsorptionselemente nach den jeweiligen Raumforderungen auszurichten. Insbesondere können die Schallabsorptionsspalte bzw. die zwischen den Schallabsorptionsspalten ausgebildeten Materialstege derart auf die Schallquelle ausgerichtet werden, dass eine optimale Schallabsorption (durch die Spalte) bzw. Schallreflexion und Schallstreuung (durch das Material) erhalten wird. Gleichzeitig erlaubt die Flexibilität der Platte eine nahezu beliebige Anpassung des Luftvolumens auf der der Schallquelle abgewandten Seite der Platte, wodurch ein sehr breites Frequenzspektrum absorbiert werden kann.

[0019] Zudem kann mit der erfindungsgemäßen Anordnung der Schallabsorptionsspalte gar eine derart hohe Flexibilität erreicht werden, dass die Platte durch tieffrequenten Schall in Schwingung versetzt wird und somit in diesem Frequenzbereich auch durch das Material der Platte selbst eine Schallabsorption erzielt wird.

[0020] Insgesamt erlaubt die Erfindung somit sowohl hinsichtlich der Schallabsorption als auch hinsichtlich der Schallreflexion und der Schallstreuung eine optimale Anpassung an die jeweilige Raumakustik, wobei auch hinsichtlich Anpassung an die Raumgeometrie kaum Grenzen gesetzt sind.

[0021] Das Schallabsorptionselement der vorliegenden Erfindung weist somit zwingend offene Schallabsorptionsspalte auf. Es unterscheidet sich von vorbekannten Schallabsorptionselementen grundlegend dadurch, dass das Material aufgrund der Anordnung der Schallabsorptionsspalte flexibel ist.

[0022] In der Regel ist die Breite des Schallabsorptionsspaltes, d.h. der Abstand von der einen Spaltseitenfläche zur anderen Spaltseitenfläche eines Spaltes, größer als ca. 1.5 mm, bevorzugt größer als ca. 3 mm.

[0023] Nebst der Spaltbreite sind im Übrigen auch die Spaltlänge sowie der jeweilige Abstand von Spalt zu Spalt für die Flexibilität der Platte und die Absorptionseigenschaften des Schallabsorptionselemente bestimmd. Auch diese können je nach Zielsetzung optimal angepasst werden. In der Regel liegt die Spaltlänge in einem Bereich von 40 mm bis 200 mm, bevorzugt in einem Bereich von 50 mm bis 80 mm. Der Abstand zwischen zwei in Längsrichtung aufeinanderfolgende Spalte liegt in der Regel in einem Bereich von 2 mm bis 15 mm, bevorzugt in einem Bereich von 2 mm bis 10 mm und besonders bevorzugt in einem Bereich von 3 mm bis 5 mm.

[0024] Da das Schallabsorptionselement insbesondere auf die Verwendung in Räumen eines Gebäudes ausgerichtet ist, ist die Platte vorzugsweise aus einem Holz und/oder Kunststoff umfassenden Material gebildet, wie es üblicherweise für Wandverkleidungen zum Einsatz kommt. Wie erwähnt ist die Platte durch die erfindungsgemäße Anordnung der Schallabsorptionsspalte auch bei der Wahl dieses Materials flexibel.

[0025] Im Sinne einer möglichst gleichmässigen Flexibilität der Platte gehen gemäß einer bevorzugten Ausführungsform die von den Plattenseitenflächen ausgehenden Schallabsorptionsspalte in Längsrichtung abwechselungsweise von gegenüberliegenden Plattenseitenflächen aus.

[0026] Weiter ist bevorzugt, dass jeder zweite der in Längsrichtung aufeinander angeordneten Schallabsorptionsspalte bezüglich seiner Ausdehnung und seiner Anordnung in Querrichtung identisch ausgestaltet ist, was ebenfalls im Sinne einer gleichmässigen Flexibilität und im Übrigen einer hoch ästhetischen Erscheinung ist.

[0027] Weiter ist bevorzugt, dass die Schallabsorptionsspalte in einem Schnitt durch eine parallel zu den Plattenoberflächen verlaufende Schnittebene eine rechteckige Form aufweisen. Eine solche Platte ist herstellungstechnisch leicht zugänglich, wie unten im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ausgeführt wird, und zeigt im Übrigen sehr gute Absorptionseigenschaften.

[0028] Diesbezüglich ist weiter bevorzugt, dass im ungebogenen Zustand der Platte die Spaltseitenflächen in zu einander im Wesentlichen parallelen Ebenen verlaufen. Dies steht im Widerspruch zu den einschlägigen Dokumenten des Stands der Technik, insbesondere zur Lehre der CH-B-697277, gemäß welcher es gerade wesentlich ist, dass die Seitenwand der Ausnehmung eine sich über die Tiefe der Aufnehmung ändernde Neigung aufweist.

[0029] Denkbar ist aber auch, dass die Schallabsorptionsspalte in einem Schnitt durch eine parallel zu den Plattenoberflächen verlaufende Schnittebene eine andere achsensymmetrische Form als eine rechteckige Form aufweisen. Insbesondere denkbar ist eine Linsenform.

[0030] Erfindungsgemäß sind die Schallabsorptionsspalte derart ausgestaltet, dass ihre Ausdehnung in Querrichtung der Platte (d.h. ihre Länge) in Dickenrichtung mindestens abschnittsweise kontinuierlich abnimmt. Hierdurch ergibt sich eine Schallaufnehmer- bzw. Schallsammlungswirkung, was die Absorptionseigenschaften des erfindungsgemäßen Schallabsorptionselemente weiter verstärkt.

[0031] Es hat sich überraschenderweise gezeigt, dass auch bei dieser Ausführungsform eine ausreichende Flexibilität der Platte erhalten wird, vorausgesetzt, dass die in Längsrichtung aufeinanderfolgenden Schallabsorptionsspalte auf einer der Plattenoberflächen in Querrichtung miteinander überlappen, während auf der anderen Plattenoberfläche zwei

in Längsrichtung aufeinanderfolgende Schallabsorptionsspalte in Querrichtung ebenfalls miteinander überlappen oder deren Enden miteinander bündig verlaufen (d.h. in Querrichtung einen Abstand von ca. 0 mm aufweisen).

[0032] Soll unter Beibehaltung der Vorteile dieser bevorzugten Ausführungsform eine Platte zur Verfügung gestellt werden, die auf beiden Plattenoberflächen ein identisches Spaltmuster aufweist, so kann die Platte aus zwei identischen Teilplatten mit jeweils unterschiedlichem Spaltmuster auf ihren Teilplattenoberflächen gebildet sein, wobei die Teilplatten derart verbunden sind, dass die jeweiligen Teilplattenoberflächen mit gleichem Spaltmuster aufeinander liegen. Die resultierende Platte weist somit auf beiden Seiten das gleiche Spaltmuster auf; obschon sie aus zwei Teilplatten gebildet ist, ist sie nichtsdestotrotz flexibel.

[0033] In der Regel sind diejenigen Teilplattenoberflächen miteinander verbunden, auf denen die Schallabsorptionsspalte eine geringere Länge haben als auf der dieser gegenüberliegenden Teilplattenoberfläche.

[0034] In diesem Zusammenhang ist weiter denkbar, zwischen den Platten eine textile Schicht vorzusehen. Diese kann etwa zur Anpassung der Flexibilität bzw. der Festigkeit der Platte verwendet werden. Insbesondere denkbar ist aber auch, ein schallabsorbierendes Textil, wie etwa ein Akustikvlies, vorzusehen, um die Absorptionseigenschaften zusätzlich zu erhöhen.

[0035] Die Verbindung der beiden Platten kann über jede erdenklische, dem Fachmann als geeignet erscheinende Methode vorgenommen werden und erfolgt in der Regel über eine Verklebung.

[0036] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform liegen in Querrichtung mindestens zwei der Schallabsorptionsspalte auf einer Geraden. Mithin liegen auf einer in Querrichtung verlaufenden Geraden mehrere separate Schallabsorptionsspalte vor, die durch Materialstege voneinander getrennt sind. Dadurch kann die A20182EP/28.09.2011

[0037] Flexibilität der Platte in nahezu beliebiger Weise angepasst werden, ohne dass deren Stabilität in unannehmbarer Weise beeinträchtigt würde. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform geht dabei von den auf einer Geraden liegenden Schallabsorptionsspalte mindestens einer von keiner der beiden Plattenseitenwänden aus. Dadurch wird eine sehr hohe Festigkeit gewährleistet, ohne dass dies die erreichbare Flexibilität stark beeinträchtigen würde.

[0038] Je nach Zielsetzung kann es weiter bevorzugt sein, dass ein Schallabsorptionsspalt bzw. zwei oder mehrere auf einer Geraden liegende Schallabsorptionsspalte in einem oberflächennahen Bereich eine von der einen Plattenseitenfläche zur anderen Plattenseitenfläche durchgehende Nut bilden. Dabei ist denkbar, dass die Nut lediglich auf einer oder beiden Plattenoberflächen ausgebildet ist.

[0039] In der Regel sind die in Längsrichtung aufeinanderfolgenden Schallabsorptionsspalte jeweils gleich voneinander beabstandet, was bewirkt, dass über die gesamte Länge des Bauelements eine gleichmäßige Flexibilität erreicht wird.

[0040] Weiter ist denkbar, dass die Platte zwei weitere, zu den beschriebenen Plattenoberflächen und Plattenseitenflächen rechtwinklig verlaufende Plattenoberflächen aufweist, in denen ihrerseits Schallabsorptionsspalte wie oben beschrieben angeordnet sind. Dabei entspricht die Längsrichtung bezüglich der ersten zwei einander gegenüberliegenden Plattenoberflächen der Dickenrichtung bezüglich der zweiten zwei einander gegenüberliegenden Plattenoberflächen und umgekehrt.

[0041] Gemäß einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung des oben beschriebenen Schallabsorptionselementes, wobei die Platte ausgehend von einem plattenförmigen Gebilde erhalten wird, in welchem die Absorptionsspalte durch Abtragen von Material ausgebildet werden.

[0042] Gemäß einer besonders einfachen und daher bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erfolgt das Abtragen von Material mittels einer Kreissäge, vorzugsweise einem Mehrblatt-Kreissägenaggregat.

[0043] Dabei ist denkbar, dass das Fräsen lediglich von einer Seite erfolgt, d.h. dass die Kreissäge lediglich in eine der beiden Plattenoberflächen abgesenkt wird. Dadurch ergibt sich in der Regel für die der Kreissäge zugewandte Plattenoberfläche eine grösere Spaltlänge (entsprechend einer näher beim Kreismittelpunkt liegenden Sehne) als für die der Kreissäge abgewandte Plattenoberfläche (entsprechend einer weiter vom Kreismittelpunkt entfernten Sehne), was der oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsform entspricht.

[0044] Bevorzugt wird die Kreissäge in Querrichtung parallel zur Plattenoberfläche gefahren, wobei sie an den hierzu vorgesehenen Stellen in Dickenrichtung in die Platte abgesenkt wird. Besonders bevorzugt oszilliert die Kreissäge in Dickenrichtung während sie in Querrichtung gefahren wird, wobei sie eine sinusförmige Kurve beschreibt.

[0045] Die Erfindung wird anhand der Figuren detailliert illustriert. Von diesen zeigt:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Platte einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schallabsorptionselementes in gebogenem Zustand;

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht einer Platte einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schallabsorptionselementes in gebogenem Zustand;

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht einer Platte einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schallabsorptionselementes in gebogenem Zustand in Explosionsdarstellung, wobei die Platte zwei Teilplatten und eine

dazwischen angeordnete Textileinlage umfasst;

Fig. 4 einen Ausschnitt einer Plattenoberfläche gemäss einer weiteren Ausführungsform der Erfindung in der Draufsicht;

5 Fig. 5 einen Schnitt eines Teils der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform durch eine quer zur Plattenebene verlaufende Schnittebene;

10 Fig. 6 einen Schnitt eines Teils der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform durch eine quer zur Plattenebene verlaufende Schnittebene; und

15 Fig. 7 eine graphische Darstellung der für einzelne Frequenzen gemessenen Nachhallzeit in einem Raum mit eingebauten Schallabsorptionselementen gemäss der vorliegenden Erfindung im Vergleich zur Nachhallzeit in einem Raum ohne erfindungsgemässen Schallabsorptionselementen.

[0046] Wie in Fig. 1 in Verbindung mit Fig. 4 gezeigt wird, umfasst die Platte 2 des erfindungsgemässen Schallabsorptionselements eine erste Plattenoberfläche 4 und eine der ersten Plattenoberfläche gegenüberliegende, in einer Ebene parallel dazu verlaufende und um die Dicke der Platte beabstandete zweite Plattenoberfläche 6. Die Platte definiert eine Längsrichtung L und eine Querrichtung Q, wie in Fig. 4 gezeigt ist.

20 **[0047]** Die Platte weist im Übrigen zwei einander gegenüberliegende Plattenseitenflächen 8, 10 auf, die in einer Ebene rechtwinklig zu den Plattenoberflächen 4, 6 verlaufen.

[0048] Wie weiter aus Fig. 1 und 4 ersichtlich ist, weist die Platte 2 in Querrichtung verlaufende Schallabsorptionsspalte 12 auf. Diese sind in Dickenrichtung D durchgehend (siehe etwa Fig. 5) und in Querrichtung Q nicht durchgehend und werden jeweils von zwei voneinander beabstandeten Spaltseitenflächen 14, 16 begrenzt.

25 **[0049]** In Längsrichtung L sind mehrere Schallabsorptionsspalte 12 aufeinanderfolgend angeordnet. Dabei geht ein erster Teil 12a der Schallabsorptionsspalte 12 von einer ersten der beiden Plattenseitenflächen 8 aus und an dieser in Dickenrichtung durch die Platte hindurch. Ein zweiter Teil 12b der Schallabsorptionsspalte 12 geht von der zweiten der beiden Plattenseitenflächen 10 aus und an dieser in Dickenrichtung durch die Platte hindurch. Jeweils zwei in Längsrichtung L aufeinanderfolgende Schallabsorptionsspalte 12 sind in Querrichtung Q versetzt zueinander und miteinander überlappend angeordnet.

30 **[0050]** Wie in der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform gezeigt ist, ist jeder zweite der in Längsrichtung L aufeinander angeordneten Schallabsorptionsspalte 12 bezüglich seiner Ausdehnung und seiner Anordnung in Querrichtung Q identisch ausgestaltet. Die Schallabsorptionsspalte 12 weisen dabei eine rechteckige Form auf, wobei deren Ausdehnung in Querrichtung Q in Dickenrichtung D kontinuierlich abnimmt, sodass die Ausdehnung des jeweiligen Schallabsorptionsspaltes 12 in Querrichtung Q auf der ersten Plattenoberfläche 4 grösser ist als auf der zweiten Plattenoberfläche 6.

35 **[0051]** In der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform sind die Schallabsorptionsspalte 12 derart in die Platte eingefräst, dass sie (lediglich) auf einer der beiden Plattenoberflächen 4 in einem oberflächennahen Bereich 15 eine von der einen Plattenseitenfläche 8 zur anderen Plattenseitenfläche 10 durchgehende Nut 17 bilden. Eine solche Platte wird etwa dann erhalten, wenn das Einfräsen zur Erzeugung der Schallabsorptionsspalte lediglich von einer Seite her erfolgt, in 40 der Figur von der Seite der ersten Plattenoberfläche 4 her. Denkbar ist etwa, dass das Einfräsen mit einer Kreissäge erfolgt, wobei diese - während sie in Richtung von einer Plattenseitenfläche 8 bzw. 10 zur anderen Plattenseitenfläche 10 bzw. 8 gefahren wird - permanent in das Material der Platte einsägt.

45 **[0052]** Eine entsprechende Schnittdarstellung ist in Fig. 5 gezeigt. Gemäss dieser werden Materialstege 18 erhalten, welche im Schnitt annähernd die Form eines gleichschenkligen und symmetrischen Trapezes aufweisen, wobei die beiden Diagonalen leicht konkav gebogen sind. Im Bereich der Plattenseitenflächen werden entsprechend Materialstege 18' erhalten, die eine Form eines rechtwinkligen Dreiecks mit im Schnitt konkav gebogener Hypotenuse erhalten. Die Biegung röhrt daher, dass beim Einsägen die Neigung des Spalteinschnitts in Dickenrichtung D von der ersten Plattenoberfläche 4 zur zweiten Plattenoberfläche 6 kontinuierlich abnimmt bzw. von der zweiten Plattenoberfläche 6 zur ersten Plattenoberfläche 4 kontinuierlich zunimmt.

50 **[0053]** Die in Fig. 2 gezeigte Ausführungsform unterscheidet sich von der in Fig. 1 gezeigten zum einen durch eine grössere Dicke der Platte 2. Zum anderen bilden die Schallabsorptionsspalte 12 auf beiden Plattenoberflächen 4, 6 eine durchgehende Nut 17 in einem jeweiligen oberflächennahen Bereich 15. Eine solche Platte wird etwa dann erhalten, wenn das Einfräsen zur Erzeugung der Schallabsorptionsspalte von beiden Seiten her erfolgt; eine entsprechende Schnittdarstellung mit einem im Schnitt annähernd die Form eines Sechsecks bzw. eines gleichschenkligen Dreiecks aufweisenden Materialsteg 18" bzw. 18'" ist in Analogie zu Fig. 5 in Fig. 6 gezeigt.

55 **[0054]** Alternativ ist denkbar, zwei Platten gemäss Fig. 1 als Teilplatten 2a, 2b miteinander zu verbinden, wobei die Teilplattenoberflächen 6a, 6b, auf denen die Schallabsorptionsspalte 12 keine durchgehende Nut bilden, miteinander verbunden werden. Die dadurch erhaltene Platte weist eine der Platte der Fig. 2 entsprechende äussere Erscheinung

auf, d.h. dass auf beiden Plattenoberflächen 4a, 4b die Schallabsorptionsspalte eine durchgehende Nut bilden. Denkbar ist weiter, dass zwischen den Teilplatten 2a, 2b eine textile Einlage 20 - wie zum Beispiel ein Akustikvlies - eingelegt wird, wie in Fig. 3 gezeigt wird.

[0055] Die mit dem erfindungsgemäßen Schallabsorptionselemente erhaltene Schallabsorption wird mittels der in Fig. 7 gezeigten Messresultate der Nachhallzeit aufgezeigt. Die den Resultaten zugrunde liegende Messung erfolgte nach der Norm SN EN ISO 3382 "Akustik - Messungen von Parametern der Raumakustik - Teil 2: Nachhallzeit in gewöhnlichen Räumen (ISO 3382-2:2008)", wobei das Präzisionsverfahren verwendet wurde.

[0056] Konkret erfolgte die Messung in einem der üblichen Nutzung entsprechend möblierten Raum, wobei Fenster und Türen geschlossen waren.

[0057] Die für die jeweiligen Oktavbänder gemessenen Nachhallzeiten sind in Tabelle 1 wiedergegeben, wobei die für einen mit den erfindungsgemäßen Schallabsorptionselementen ausgestatteten Raum erhaltenen Werte den Werten für einen Raum ohne besagte Elemente (Referenz) gegenübergestellt werden. Die Messunsicherheiten im Sinne einer Standardabweichung in % des Messwerts sind in Tabelle 2 wiedergeben.

Tabelle 1

Oktavband	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz
mit Schallabsorptionselement	1.90	1.95	1.95	1.77	1.62	1.29
Referenz	0.91	0.98	0.95	0.96	0.91	0.77

Tabelle 2

Oktavband	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 KHz	2 KHz	4 KHz
mit Schallabsorptionselement	2	1	1	1	1	1
Referenz	3	2	2	1	1	1

[0058] Die in Fig. 7 gezeigte graphische Darstellung dieser Resultate zeigt anschaulich die erfindungsgemäß erhaltene Verminderung der Nachhallzeit aufgrund der Schallabsorption. Diese zeigte sich auch in einer stark verbesserten Sprachverständlichkeit, die - nach der Norm EN 60268-16 gemessen - für Räume mit dem erfindungsgemäßen Schallabsorptionselement durchgehend gut war.

Patentansprüche

- Schallabsorptionselement umfassend eine Platte (2) mit einer ersten Plattenoberfläche (4), die dazu bestimmt ist, einer Schallquelle zugewandt zu sein, und einer der ersten Plattenoberfläche gegenüberliegenden und um die Dicke der Platte beabstandeten zweiten Plattenoberfläche (6) sowie zwei einander gegenüberliegenden Plattenseitenflächen (8, 10),

wobei die Platte in Querrichtung verlaufende Schallabsorptionsspalte (12) aufweist, welche in Dickenrichtung (D) durchgehend und in Querrichtung (Q) nicht durchgehend sind und deren Breite jeweils von zwei voneinander beabstandeten Spaltseitenflächen (14, 16) begrenzt wird, und mindestens zwei Schallabsorptionsspalte (12) in Längsrichtung (L) aufeinanderfolgend angeordnet sind,

ein erster Teil der Schallabsorptionsspalte (12a) von einer ersten der beiden Plattenseitenflächen (8) ausgeht und an dieser in Dickenrichtung (D) durch die Platte (2) hindurchgeht, ein zweiter Teil der Schallabsorptionsspalte (12b) von der zweiten der beiden Plattenseitenflächen (10) ausgeht und an dieser in Dickenrichtung (D) durch die Platte hindurchgeht und jeweils zwei in Längsrichtung (L) aufeinanderfolgende Schallabsorptionsspalte (12) in Querrichtung (Q) versetzt zueinander und miteinander überlappend angeordnet sind und wobei die Schallabsorptionsspalte (12) derart ausgestaltet sind, dass ihre Ausdehnung in Querrichtung (Q) der Platte (2) in Dickenrichtung (D) mindestens abschnittsweise kontinuierlich abnimmt, wobei die in Längsrichtung (L) aufeinanderfolgenden Schallabsorptionsspalte (12) auf einer der Plattenoberflächen (4) in Querrichtung (Q) miteinander überlappen, wobei auf der anderen Plattenoberfläche (6) zwei der in Längsrichtung (L) aufeinanderfolgenden Schallabsorptionsspalte (12) in Querrichtung (Q) ebenfalls miteinander überlappen oder deren Enden miteinander bündig verlaufen.

2. Schallabsorptionselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Platte (2) aus einem Holz und/oder Kunststoff umfassenden Material ist.
- 5 3. Schallabsorptionselement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Platte (2) flexibel ist.
4. Schallabsorptionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die von den Plattenseitenflächen (8, 10) ausgehenden Schallabsorptionsspalte in Längsrichtung (L) abwechselungsweise von gegenüberliegenden Plattenseitenflächen ausgehen.
- 10 5. Schallabsorptionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder zweite der in Längsrichtung (L) aufeinander angeordneten Schallabsorptionsspalte (12) bezüglich seiner Ausdehnung und seiner Anordnung in Querrichtung (Q) identisch ausgestaltet ist.
- 15 6. Schallabsorptionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schallabsorptionsspalte (12) in einem Schnitt durch eine parallel zu den Plattenoberflächen (4, 6) verlaufende Schnittebene eine rechteckige Form aufweisen.
- 20 7. Schallabsorptionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im unbogenen Zustand der Platte (2) die Spaltenseitenflächen (14, 16) in zueinander im Wesentlichen parallelen Ebenen verlaufen.
8. Schallabsorptionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Querrichtung (Q) mindestens zwei der Schallabsorptionsspalte (12) auf einer Geraden liegen.
- 25 9. Schallabsorptionselement nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** von den auf einer Geraden liegenden Schallabsorptionsspalten (12) mindestens einer von keiner der beiden Plattenseitenwänden (8, 10) ausgeht.
10. Schallabsorptionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Schallabsorptionsspalt (12) bzw. mindestens zwei auf einer Geraden liegende Schallabsorptionsspalte (12) in einem oberflächennahen Bereich (15) eine von der einen Plattenseitenfläche (8) zur anderen Plattenseitenfläche (10) durchgehende Nut (17) bilden.
- 30 11. Schallabsorptionselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es weiter einen Träger mit einer Basis und einem die Basis umgebenden Rahmen umfasst, von welchem die Platte gehalten wird.
- 35 12. Schallabsorptionselement nach Anspruch 11, wobei die Platte in nicht-planer Form vom Rahmen gehalten wird.
13. Verfahren zur Herstellung eines Schallabsorptionselements nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Platte ausgehend von einem plattenförmigen Gebilde erhalten wird, in welchem die Absorptionsspalte durch Abtragen von Material ausgebildet werden.
- 40 14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abtragen von Material mittels einer Kreissäge, vorzugsweise einem Mehrblatt-Kreissägenaggregat erfolgt.
- 45

Claims

1. Sound absorption element comprising a plate (2) having a first plate surface (4) which is intended to face a sound source and having a second plate surface (6) which is situated opposite to the first plate surface and spaced apart therefrom by the thickness of the plate, and also two mutually opposite plate side surfaces (8, 10),
- 50 wherein the plate has sound absorption gaps (12) running in a transverse direction, which are continuous in a thickness direction (D) and noncontinuous in the transverse direction (Q) and the width of which is in each case delimited by two gap side surfaces (14, 16) that are spaced apart from one another, and at least two sound absorption gaps (12) are arranged successively in a longitudinal direction (L),
- 55 a first part of the sound absorption gaps (12a) proceeds from a first of the two plate side surfaces (8) and passes in the thickness direction (D) through the plate (2) on said side surface, a second part of the sound absorption

gaps (12b) proceeds from the second of the two plate side surfaces (10) and passes in the thickness direction (D) through the plate on said side surface and in each case two sound absorption gaps (12) which are successive in the longitudinal direction (L) are arranged offset relative to one another and so as to overlap in the transverse direction (Q), and wherein the sound absorption gaps (12) are designed in such a way that their extent in the transverse direction (Q) of the plate (2) continuously decreases, at least in certain portions, in the thickness direction (D), wherein the sound absorption gaps (12) which are successive in the longitudinal direction (L) overlap in the transverse direction (Q) on one of the plate surfaces (4), wherein two of the sound absorption gaps (12) which are successive in the longitudinal direction (L) also overlap or the ends thereof run flush with one another in the transverse direction (Q) on the other plate surface (6).

- 5 2. Sound absorption element according to Claim 1, **characterized in that** the plate (2) is composed of a material comprising wood and/or plastic.
- 10 3. Sound absorption element according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the plate (2) is flexible.
- 15 4. Sound absorption element according to one of the preceding claims, **characterized in that** the sound absorption gaps proceeding from the plate side surfaces (8, 10) alternately proceed from opposite plate side surfaces in the longitudinal direction (L) .
- 20 5. Sound absorption element according to one of the preceding claims, **characterized in that** each second one of the sound absorption gaps (12) arranged on top of one another in the longitudinal direction (L) is of identical design with regard to its extent and its arrangement in the transverse direction (Q).
- 25 6. Sound absorption element according to one of the preceding claims, **characterized in that** the sound absorption gaps (12) have a rectangular shape in a section through a section plane running parallel to the plate surfaces (4, 6) .
- 30 7. Sound absorption element according to one of the preceding claims, **characterized in that**, in the non-bent state of the plate (2), the gap side surfaces (14, 16) run in planes which are substantially parallel to one another.
- 35 8. Sound absorption element according to one of the preceding claims, **characterized in that** at least two of the sound absorption gaps (12) lie on a straight line in the transverse direction (Q).
- 40 9. Sound absorption element according to Claim 8, **characterized in that** at least neither of the two plate side surfaces (8, 10) proceeds from the sound absorption gaps (12) lying on a straight line.
- 45 10. Sound absorption element according to one of the preceding claims, **characterized in that** a sound absorption gap (12) or at least two sound absorption gaps (12) lying on a straight line form, in a region (15) near the surface, a groove (17) which is continuous from the one plate side surface (8) to the other plate side surface (10).
- 50 11. Sound absorption element according to one of the preceding claims, **characterized in that** it further comprises a carrier with a base and a frame which surrounds the base and by which the plate is held.
- 55 12. Sound absorption element according to Claim 11, wherein the plate is held in a non-planar shape by the frame.
- 60 13. Method for producing a sound absorption element according to one of the preceding claims, **characterized in that** the plate is obtained from a plate-like structure in which the absorption gaps are formed by removal of material.
- 65 14. Method according to Claim 13, **characterized in that** the removal of material is effected by means of a circular saw, preferably a multi-blade circular saw unit.

Revendications

- 55 1. Élément d'absorption acoustique comprenant une plaque (2) avec une première surface de plaque (4) qui est destinée à être tournée vers une source sonore et une deuxième surface de plaque (6) opposée à la première surface de plaque et espacée de l'épaisseur de la plaque, ainsi que deux surfaces latérales de plaque (8, 10) opposées l'une à l'autre, la plaque présentant des fentes d'absorption acoustique (12) s'étendant dans la direction transversale, qui sont continues dans la direction de l'épaisseur (D) et non continues dans la direction transversale

(Q) et dont la largeur est respectivement limitée par deux surfaces latérales de fente (14, 16) espacées l'une de l'autre, et au moins deux fentes d'absorption acoustique (12) étant disposées l'une après l'autre dans la direction longitudinale (L), une première partie des fentes d'absorption acoustique (12a) part d'une première des deux surfaces latérales de plaque (8) et traverse celle-ci dans la direction de l'épaisseur (D), une deuxième partie des fentes d'absorption acoustique (12b) part de la deuxième des deux surfaces latérales de plaque (10) et traverse celle-ci dans la direction de l'épaisseur (D) et chaque fois deux fentes d'absorption acoustique (12) se succèdent dans la direction longitudinale (L) sont disposées de manière décalée l'une par rapport à l'autre dans la direction transversale (Q) et se chevauchent l'une l'autre et, les fentes d'absorption acoustique (12) étant conçues de telle sorte que leur extension dans la direction transversale (Q) de la plaque (2) diminue de manière continue au moins par sections dans la direction de l'épaisseur (D), les fentes d'absorption acoustique (12) qui se succèdent dans la direction longitudinale (L) se chevauchant les unes les autres dans la direction transversale (Q) sur l'une des surfaces de plaque (4), sur l'autre surface de plaque (6), deux des fentes d'absorption acoustique (12) se succèdent dans la direction longitudinale (L) se chevauchent également l'une l'autre dans la direction transversale (Q) ou leurs extrémités s'étendent à fleur l'une de l'autre.

- 5 2. Élément d'absorption acoustique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la plaque (2) est constituée d'un matériau comprenant du bois et/ou du plastique.
- 10 3. Élément d'absorption acoustique selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la plaque (2) est flexible.
- 15 4. Élément d'absorption acoustique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les fentes d'absorption acoustique partant des surfaces latérales de plaque (8, 10) partent alternativement de surfaces latérales de plaque opposées dans la direction longitudinale (L).
- 20 5. Élément d'absorption acoustique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une fente d'absorption acoustique (12) sur deux, disposées l'une sur l'autre dans la direction longitudinale (L), est conçue de manière identique en ce qui concerne son étendue et sa disposition dans la direction transversale (Q).**
- 25 6. Élément d'absorption acoustique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les fentes d'absorption acoustique (12) présentent une forme rectangulaire en coupe à travers un plan de coupe parallèle aux surfaces de plaque (4, 6).
- 30 7. Élément d'absorption acoustique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, à l'état non plié de la plaque (2), les surfaces latérales de fente (14, 16) s'étendent dans des plans sensiblement parallèles entre eux.
- 35 8. Élément d'absorption acoustique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, dans la direction transversale (Q), au moins deux des fentes d'absorption acoustique (12) sont situées sur une ligne droite.
- 40 9. Élément d'absorption acoustique selon la revendication 8, **caractérisé en ce que**, parmi les fentes d'absorption acoustique (12) situées sur une ligne droite, au moins une ne part d'aucune des deux surfaces latérales de plaque (8, 10).
- 45 10. Élément d'absorption acoustique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une fente d'absorption acoustique (12) ou au moins deux fentes d'absorption acoustique (12) situées sur une ligne droite forment dans une zone proche de la surface (15) une rainure (17) continue de l'une des surfaces latérales de plaque (8) à l'autre surface latérale de plaque (10).**
- 50 11. Élément d'absorption acoustique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il comprend en outre un support avec une base et un cadre entourant la base, par lequel la plaque est maintenue.**
- 55 12. Élément d'absorption acoustique selon la revendication 11, dans lequel la plaque est maintenue par le cadre sous une forme non plane.
- 60 13. Procédé de fabrication d'un élément d'absorption acoustique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la plaque est obtenue à partir d'une structure en forme de plaque dans laquelle les fentes d'absorption sont formées par enlèvement de matière.

EP 2 575 127 B1

- 14.** Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** l'enlèvement de matière est réalisé au moyen d'une scie circulaire, de préférence un groupe de scies circulaires à lames multiples.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

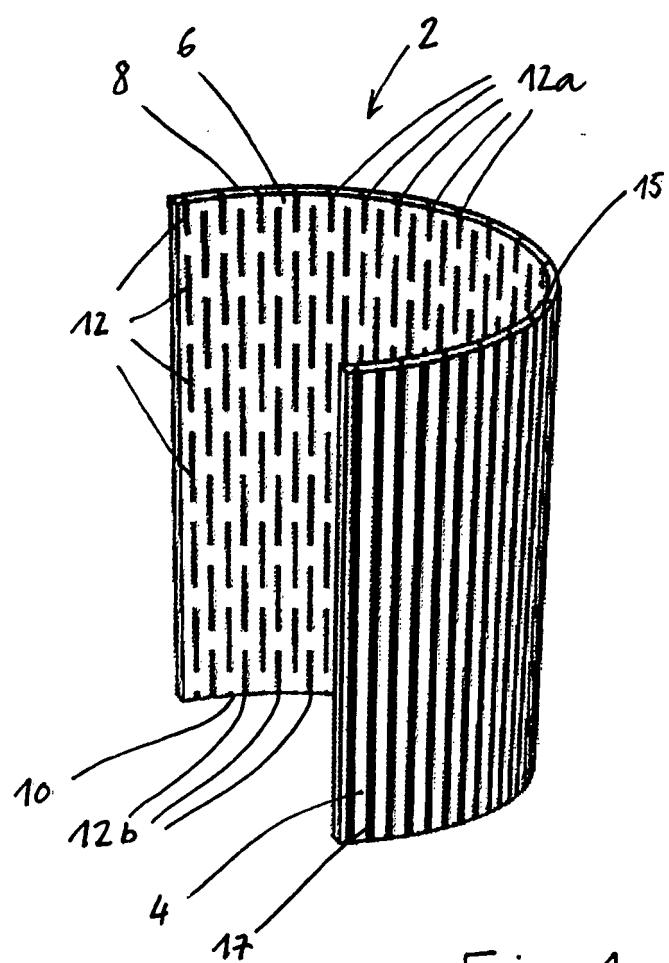


Fig. 1

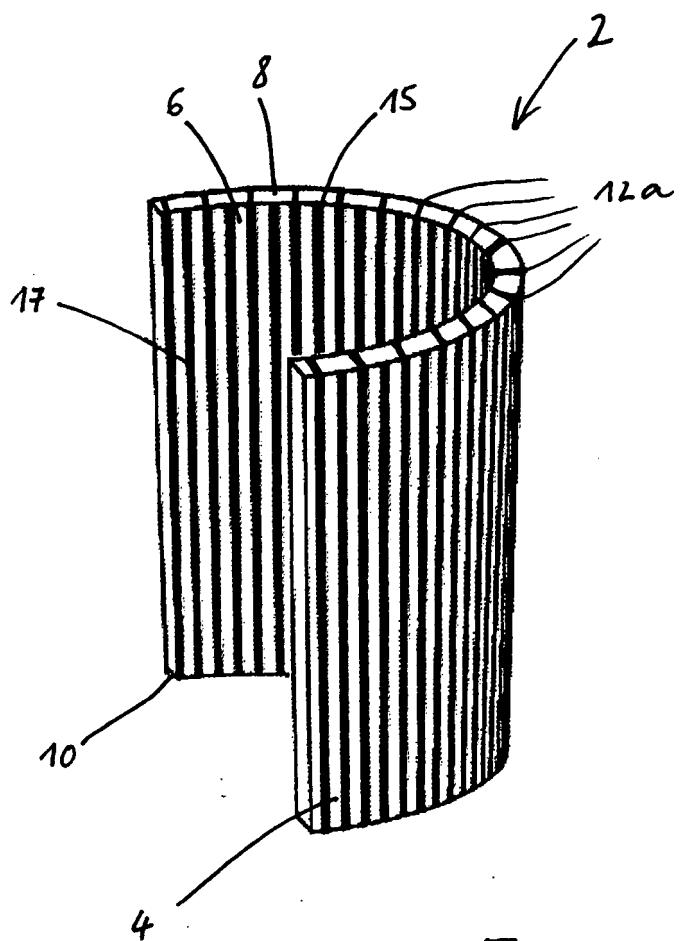


Fig. 2

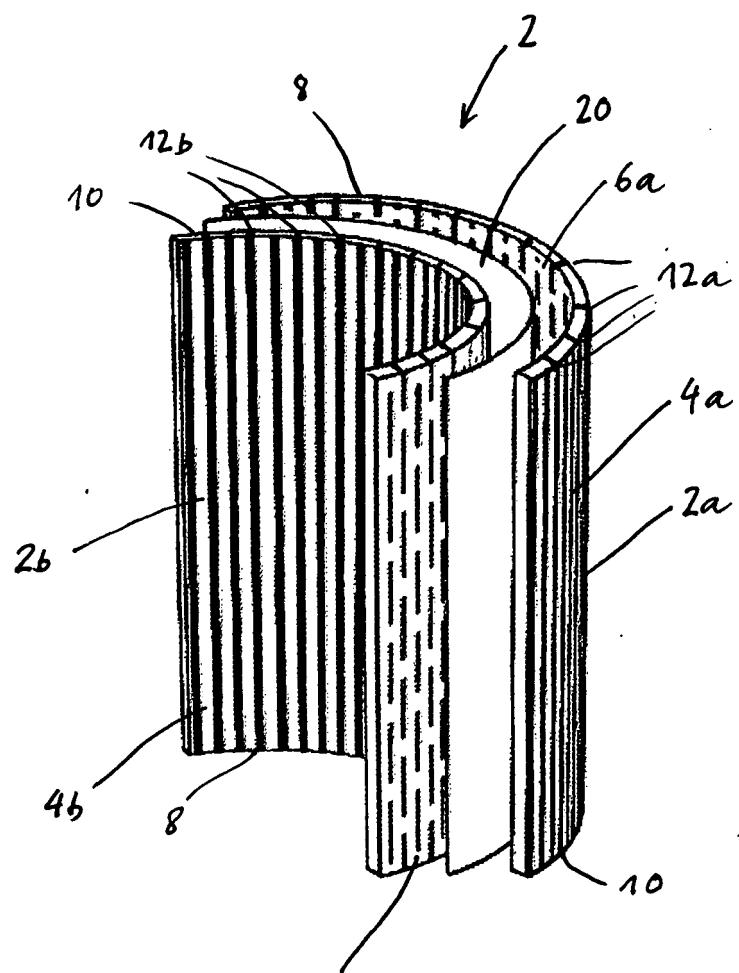


Fig. 3

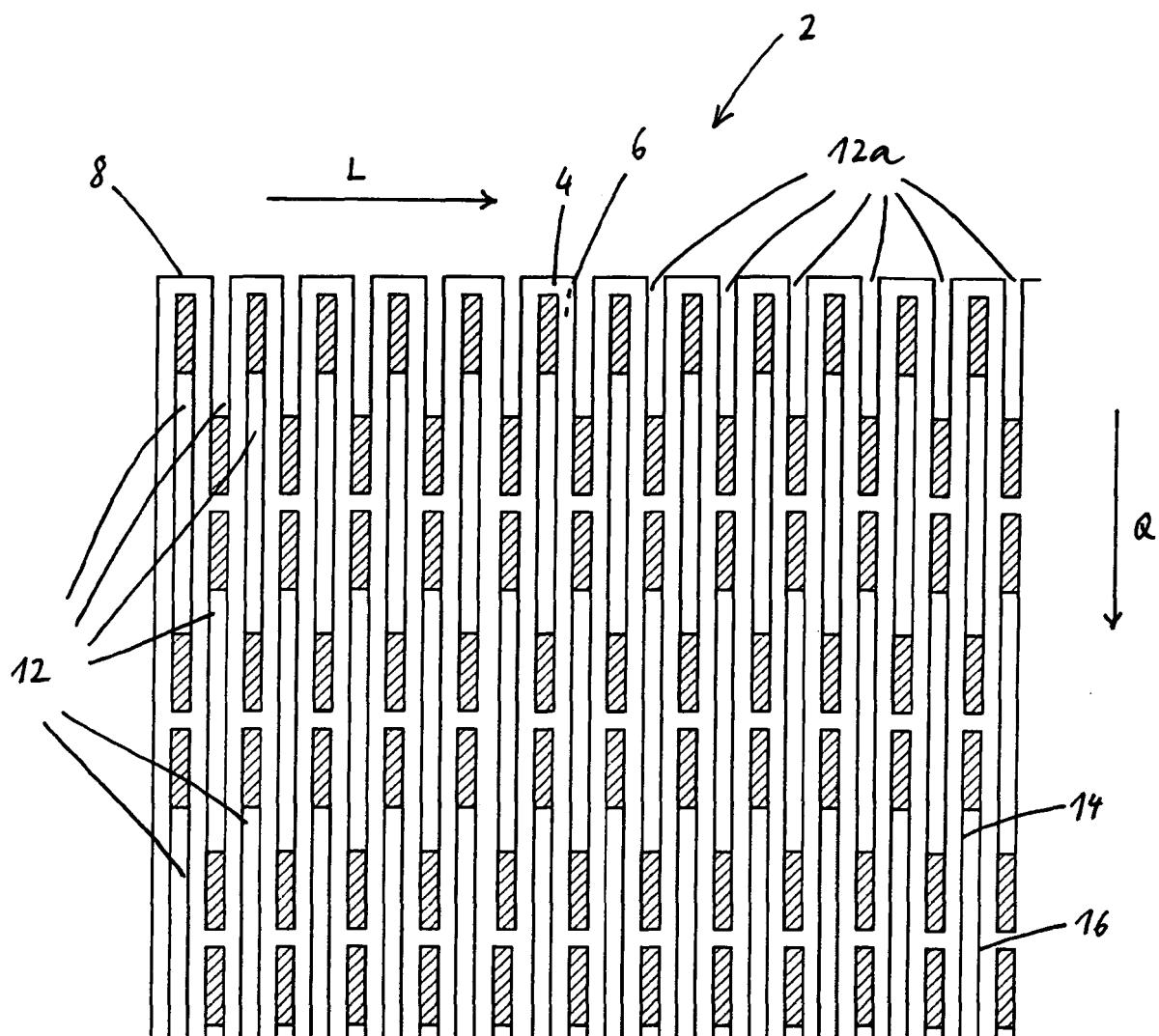
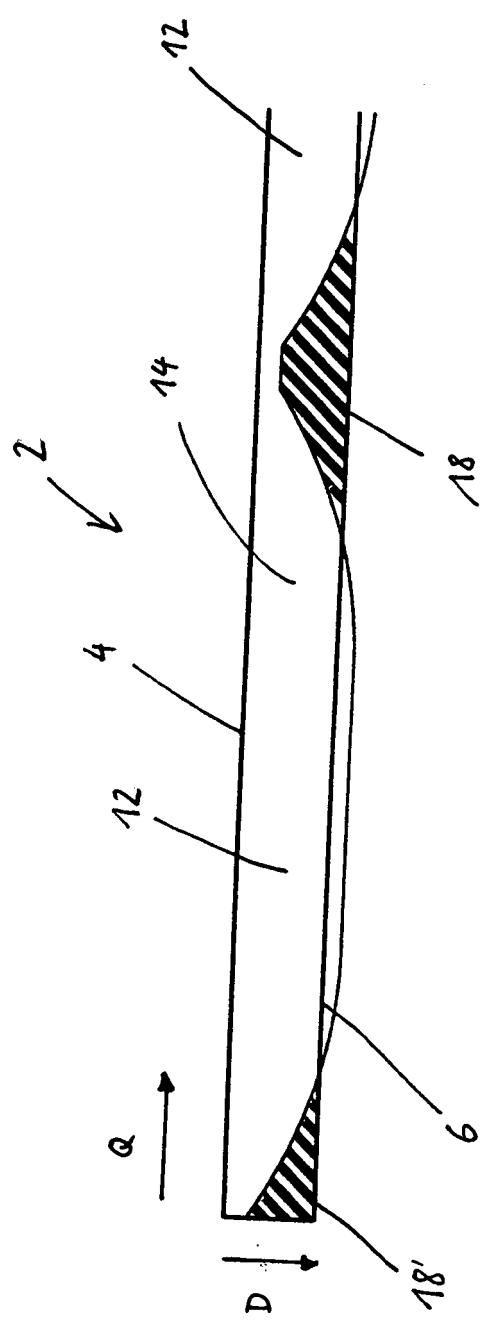


Fig. 4

Fig. 5



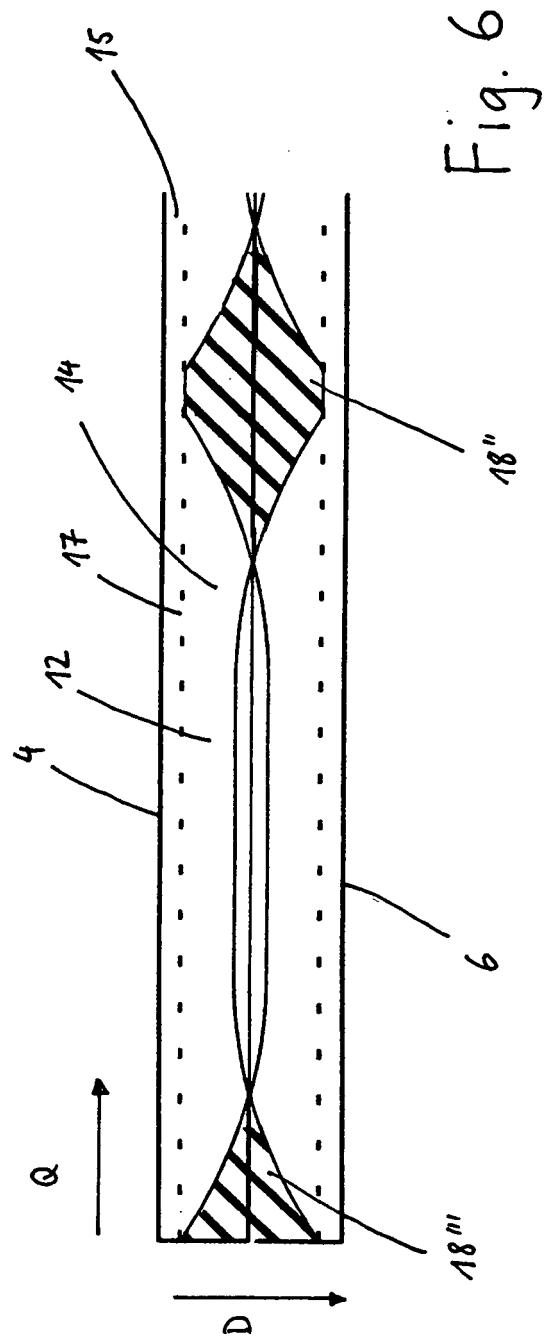


Fig. 6

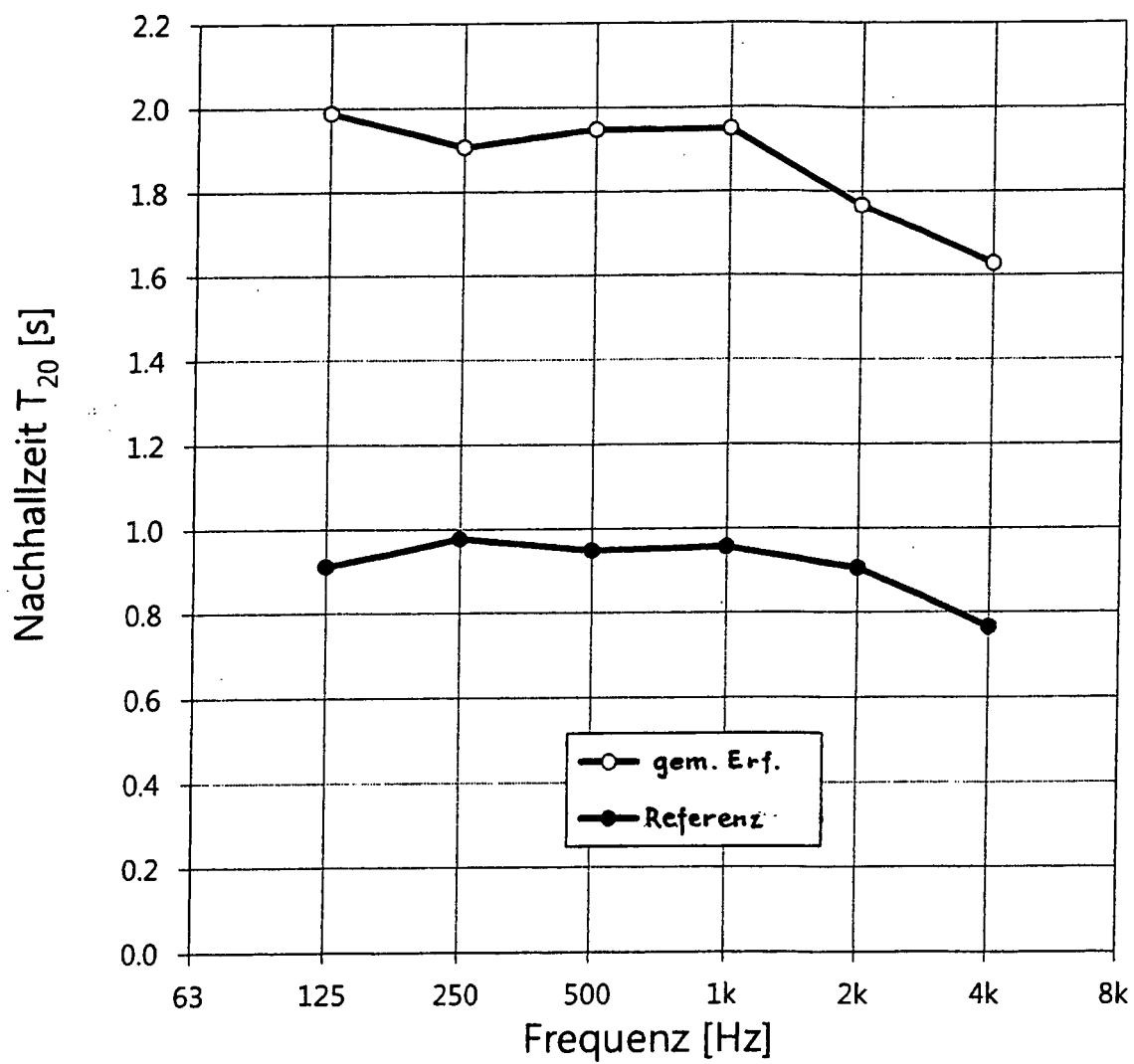


Fig. 7

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

- EP 0686963 A [0004]
- CH 698170 B [0005]
- US 20100301161 A [0006]
- US 7484592 B [0007]
- CH 697277 B [0008] [0009] [0028]
- EP 1138842 A [0009]
- EP 2020194 A [0009]