



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.03.2007 Patentblatt 2007/13

(51) Int Cl.:
G10K 11/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05405554.6**

(22) Anmeldetag: **22.09.2005**

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

• **Krenger Stefan**
3604 Thun (CH)

(74) Vertreter: **Roshardt, Werner Alfred**
Keller & Partner
Patentanwälte AG
Schmiedenplatz 5
Postfach
3000 Bern 7 (CH)

(71) Anmelder: **USM Holding AG**
3073 Gümligen (CH)

(72) Erfinder:
• **Schärer, Alexander**
3073 Gümligen (CH)

(54) **Einrichtungssystem zur Beeinflussung der Raumakustik**

(57) Ein Einrichtungssystem zur Beeinflussung der Raumakustik, umfasst mindestens ein Möbel (1) mit einer im Wesentlichen kubischen Form mit vier vertikalen Seitenflächen, einem horizontalen Boden und einer horizontalen Decke, wobei mindestens zwei, bevorzugt mindestens drei, der Seitenflächen zur Schallabsorption derart modifiziert und angeordnet sind, dass ein Schallabsorptionsgrad des Möbels (21a...21e) in einem Frequenzbereich zwischen 150 und 400 Hz sein Maximum

annimmt; sowie mindestens einen flächigen Schallabsorber (22,23,24) zur Steigerung der Schallabsorption in einem Frequenzbereich von über 400 Hz. Die modifizierten Seitenflächen (4) sind bevorzugt als gelochte Platten, insbesondere als Lochbleche, mit einem Lochdurchmesser von mindestens je 2 mm und einem Perforationsgrad von mindestens 20% ausgeführt, wobei auf mindestens einer Seite der gelochten Platten ein Faserstoff aus einem porösen Material mit einer Dicke von maximal 1 mm angeordnet ist.

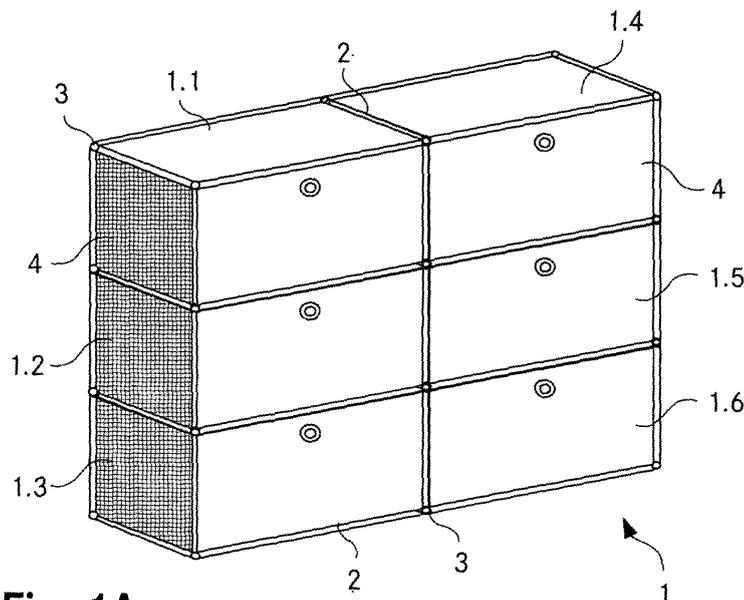


Fig. 1A

Beschreibung

Technisches Gebiet

5 [0001] Die Erfindung betrifft ein Einrichtungssystem zur Beeinflussung der Raumakustik, ein Möbel für ein derartiges Einrichtungssystem sowie ein Verfahren zur Beeinflussung der Raumakustik.

Stand der Technik

10 [0002] Die Qualität eines Raumes, d. h. seine Eignung für den vorgesehenen Zweck (Wohnen, Arbeit, Schulung etc.) hängt massgeblich auch von seinen akustischen Eigenschaften ab. An diese werden je nach Verwendungszweck eines Raums unterschiedliche Anforderungen gestellt. Die Nachhallzeit, ein zentraler Parameter zur Charakterisierung der Raumakustik, soll beispielsweise in einer Kirche üblicherweise grösser sein als in einem Konzertsaal oder gar einem Arbeits-, Wohn- oder Schulungsraum.

15 [0003] Die Akustik eines Raums wird zunächst einmal durch die Raumgeometrie und die für den Boden, die Wände und die Decke verwendeten Materialien festgelegt. Weitere Einflüsse ergeben sich durch die Raumeinrichtung und auch durch im Raum befindliche Personen.

20 [0004] Bei Büros, Arbeits-, Werk- Schulungs- und Wohnräumen ist insbesondere eine gute Sprachverständlichkeit wichtig. Damit diese gewährleistet ist, sollte die Nachhallzeit insbesondere in einem Frequenzbereich von ca. 250 bis 2000 Hz einen gewissen Wert (üblicherweise zwischen 0.6 und 1.0 s) nicht überschreiten. Die Nachhallzeit ist zudem ohne akustische Optimierung in üblichen Räumen für verschiedene Frequenzen unterschiedlich, was bewirkt, dass gewisse Frequenzbereiche relativ zu anderen länger nachklingen und sich somit die Klangfarbe zeitlich ändert. Derartige frequenzabhängige Unterschiede sollten ebenfalls auf ein zulässiges Mass reduziert werden.

25 [0005] Um eine befriedigende Raumakustik zu erreichen, werden neben der entsprechenden Konzeption der Raumgeometrie und der Auswahl der verwendeten Materialien deshalb unterstützend spezifische Einrichtungselemente eingesetzt, welche die Akustik von Räumen gezielt beeinflussen. Diesen kommt eine umso grössere Bedeutung zu, wenn ein akustisch an sich unbefriedigender, aber bereits bestehender Raum hinsichtlich einer vorgesehenen Nutzung akustisch optimiert werden soll oder wenn bestehende Räume einer Nutzung mit anderen akustischen Erfordernissen zugeführt werden.

30 [0006] Die Einrichtungselemente können primär zwei Aufgaben wahrnehmen, nämlich den Schall zu absorbieren und/oder ihn umzulenken. Bekannt ist die Verwendung von flächigen Absorberelementen in der Art von Paneelen, welche im Wand- und/oder Deckenbereich angebracht werden und primär die Aufgabe haben, Schall zu absorbieren und somit die Nachhallzeit insgesamt zu verringern. Weiter bekannt sind Akustik-Raumteiler, welche freistehend im Raum aufgestellt werden und zusätzlich auch eine schallenkende Wirkung haben können.

35 [0007] Die bekannten Wand- und Deckenpanels lassen sich nicht in jedem Raum mit genügender wirksamer Fläche integrieren, beispielsweise weil grosse Wandflächen durch unmittelbar davor stehende Möbel verdeckt sind, weil grosse Fensterflächen vorhanden sind oder weil sich die Absorber nur schwer in die Raum-Innenarchitektur oder das Beleuchtungskonzept integrieren lassen. Die bekannten Raumteiler (Stellwände) erfordern zusätzlichen Stellplatz und vermindern so die nutzbare Raumfläche, sie können zudem nicht in ihrer akustisch optimalen Anordnung platziert werden sondern sind primär der funktionellen Aufteilung des Raums untergeordnet. Es hat sich überdies gezeigt, dass mit den bekannten Mitteln das Problem der Klangfarbenänderungen nur mit einem hohen Aufwand in den Griff bekommen werden kann.

Darstellung der Erfindung

45 [0008] Aufgabe der Erfindung ist es, ein dem eingangs genannten technischen Gebiet zugehöriges Einrichtungssystem zu schaffen, welches sich in eine Vielzahl von Räume, insbesondere in Büros, Arbeits-, Werk- Schulungs- und Wohnräume, integrieren lässt, platzsparend ist und eine erhebliche Verbesserung der Raumakustik, insbesondere auch hinsichtlich der Verminderung von Klangfarbenänderungen, ermöglicht.

50 [0009] Die Lösung der Aufgabe ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 definiert. Gemäss der Erfindung umfasst das Einrichtungssystem mindestens ein Möbel mit einer im Wesentlichen kubischen Form mit vier vertikalen Seitenflächen, einem horizontalen Boden und einer horizontalen Decke, wobei mindestens zwei, bevorzugt mindestens drei, der Seitenflächen zur Schallabsorption derart modifiziert und angeordnet sind, dass ein Schallabsorptionsgrad des Möbels in einem Frequenzbereich zwischen 150 und 400 Hz sein Maximum annimmt. Das Einrichtungssystem umfasst zudem mindestens einen flächigen Schallabsorber zur Steigerung der Schallabsorption in einem Frequenzbereich von über 400 Hz.

55 [0010] Das Einrichtungssystem beinhaltet somit komplementäre Elemente, deren akustische Eigenschaften sich ergänzen. Im Bereich zwischen 150 und 400 Hz liegt die Grundfrequenz menschlicher Sprechstimmen, es kommt ihm

also bei der Optimierung der Raumakustik in Büros, Arbeits-, Werk- Schulungs- und Wohnräumen, in welchen sich Menschen aufhalten und miteinander kommunizieren, telefonieren, Radio hören oder fernsehen eine grosse Bedeutung zu. Untersuchungen haben nun aber ergeben, dass gerade Schallemissionen in diesem Frequenzbereich durch übliche Raumeinrichtungen meist nicht ausreichend abgedämpft werden. Somit ist die Nachhallzeit in diesem Frequenzbereich zu gross, der Raum wird als lärmig empfunden und die Sprachverständlichkeit ist beeinträchtigt. Bei höheren Frequenzen ist die Dämpfung grösser, was zu einer Verschiebung des Geräuschspektrums in den tieffrequenten Bereich und damit zu Klangfarbenänderungen führt. Auch übliche flächige Schallabsorber wie Decken- oder Wandabsorber, Akustikpanels, Teppiche, Vorhänge etc. haben ihre Absorptionsmaxima zumeist in einem Bereich von über 400 Hz.

[0011] Durch das erfindungsgemässe Einrichtungssystem wird nun die Schallabsorption im tiefen Frequenzbereich durch das angegebene, besonders im tieferen Frequenzbereich schallabsorbierende Möbel unterstützt. Im Rahmen des erfindungsgemässen Einrichtungssystems ergänzen sich somit die flächigen, primär an den Raumbegrenzungen (Boden, Wände, Decke) angeordneten Absorber und das oder die körperhafte(n), gegebenenfalls im Raum verteilten Möbel, so dass eine gute und möglichst frequenzunabhängige Schallabsorption im interessierenden Frequenzbereich von ca. 150 bis ca. 2500 Hz erreicht werden kann.

[0012] Bei einem Verfahren zur Beeinflussung der Raumakustik werden somit das genannte Möbel oder mehrere solcher Möbel derart angeordnet, dass eine gewünschte Schallabsorption in einem Frequenzbereich von 150 bis 400 Hz erreicht wird, und ergänzend wird mindestens ein flächiger Schallabsorber derart angeordnet, dass eine gewünschte Schallabsorption in einem Frequenzbereich von über 400 Hz erreicht wird.

[0013] Bevorzugt ist der flächige Schallabsorber ein an einer Raumdecke oder einer Raumwand befestigbares Panel. Derartige Panels sind bekannt und ermöglichen eine hohe Schallabsorption bei Frequenzen von 400 Hz und mehr.

[0014] Alternativ wird die Schallabsorption in diesem Bereich durch schallabsorbierende flächige Raumteiler (Akustik-Stehpanels), durch Bodenbeläge, Decken- oder Wandelemente und/oder flächige Textilien (z. B. Teppiche, Vorhänge) wahrgenommen.

[0015] Die modifizierten Seitenflächen des erfindungsgemässen Möbels sind mit Vorteil als gelochte Platten, insbesondere als Lochbleche, mit einem Lochdurchmesser von mindestens je 2 mm und einem Perforationsgrad von mindestens 20% ausgeführt, wobei auf mindestens einer Seite der gelochten Platten ein Faserstoff aus einem porösen Material mit einer Dicke von maximal 1 mm angeordnet ist. Es hat sich herausgestellt, dass eine derartige Kombination eine hohe Schallabsorption auch bei tiefen Frequenzen ermöglicht, gleichzeitig aber auch für die Möbel-Seitenflächen hinsichtlich Stabilität, Handhabung und Ästhetik gut geeignet ist.

[0016] Für die gelochten Platten hinsichtlich Ästhetik, Stabilität und Handhabung besonders vorteilhaft sind Lochbleche, es eignen sich aber auch gelochte Platten aus Holz oder Kunststoff. Im Vergleich mit sogenannten "Mikroperforationen", bei welchen der Lochdurchmesser üblicherweise nur ca. 0.5 mm beträgt und der Perforationsgrad (d. h. das Verhältnis zwischen der Summe der Lochflächen und der Gesamtfläche) deutlich geringer ist, ergeben sich deutlich tiefere Herstellungskosten bei gleichwertiger Schalldämmung im interessierenden Frequenzbereich. Der dünne Faserstoff ermöglicht im Vergleich mit anderen schallabsorbierenden Materialien höherer Dicke (z. B. Schaumstoffen) ein ästhetisch befriedigendes Möbeldesign und erfordert keine oder höchstens geringfügige Designanpassungen bei vorhandenen Möbelkonstruktionen. Er ist zudem leicht und einfach verarbeitbar, indem er beispielsweise auf die gelochte Platte grossflächig aufgeklebt werden kann.

[0017] Bevorzugt ist der Faserstoff nur auf der Innenseite der gelochten Platten angeordnet, während die Aussenseite der gelochten Platten unbedeckt ist. Die stärker beanspruchte Aussenseite wird somit durch die vergleichsweise widerstandsfähige und einfach zu reinigende gelochte Platte, z. B. durch ein Lochblech, gebildet, während der Faserstoff auf der Innenseite durch die gelochte Platte von Einwirkungen geschützt ist.

[0018] Alternativ ist der Faserstoff ergänzend oder ausschliesslich an der Möbelaussenseite angeordnet. Es ist auch möglich, den Faserstoff bei verschiedenen Seitenflächen desselben Möbels unterschiedlich anzuordnen.

[0019] Für das erfindungsgemässe Möbel geeignet ist insbesondere ein Faserstoff, der aus in einer Kunstharzmatrix eingebetteten Zellulose- und/oder Glasfasern besteht und bevorzugt eine Dicke von 0.1 - 0.4 mm aufweist. Ein entsprechendes Material ist z. B. unter dem Namen "SoundTex" von der Firma Freudenberg, Weinheim, Deutschland verfügbar. Es weist eine Dicke von lediglich 0.2 mm auf, es nimmt aber aufgrund seiner porösen Materialstruktur grosse Schallenergien auf und ist im Rahmen des erfindungsgemässen Möbels besonders gut für die Erzielung der hohen Schallabsorption im Bereich 150-400 Hz geeignet. Das Material lässt sich dank einer Beschichtung mit Heisschmelzkleber einfach, schnell und dauerhaft an der gelochten Platte, insbesondere an einem Lochblech, anbringen.

[0020] Der Lochdurchmesser beträgt mit Vorteil zwischen 3 und 8 mm und der Perforationsgrad zwischen 25 und 50 %. Dadurch ergeben sich gelochte Platten, welche im Zusammenwirken mit dem Faserstoff eine hohe Schallabsorption ermöglichen, kostengünstig herstellbar sind und dem Möbel eine ausreichende Stabilität verleihen. Die konkret zu wählenden Werte des Lochdurchmessers und des Perforationsgrads richten sich insbesondere nach dem für die gelochte Platte verwendeten Material.

[0021] Mit Vorteil weist das Möbel eine gitterartige Struktur auf, welche durch miteinander verbundene Streben gebildet wird, wobei die durch die gelochten Platten gebildeten Seitenflächen zwischen den Streben gehalten sind. Mit derartigen

Möbeln lassen sich auf einfache Weise ganze Möbelsysteme aufbauen, die Streben sorgen zudem für die strukturelle Stabilität des Möbels, so dass die seitlichen Flächen hinsichtlich einer optimalen Schallabsorption ausgelegt werden können. Die seitlichen Platten können insbesondere eine geringe Dicke und einen akustisch optimalen Perforationsgrad aufweisen.

5 **[0022]** Bei einem erfindungsgemässen Möbel kann eine der Seitenflächen des Möbels durch eine öffnbare Türe gebildet sein, wobei die Türe nicht zur Schallabsorption modifiziert ist. Bei der Türe kann es sich insbesondere um eine Klapp-, Auszieh- oder Einschiebetüre handeln. Es hat sich gezeigt, dass in der Regel zum Erreichen einer hohen Schallabsorption die Modifizierung von drei Seitenflächen ausreicht und die zusätzliche Modifizierung der Türe den Absorptionsgrad nicht überproportional steigert. Eine konventionell ausgebildete Türe kann aber - besonders wenn die
10 Türe mechanisch stabil sein muss, beispielsweise um im aufgeklappten Zustand als Ablage dienen zu können - deutlich kostengünstiger hergestellt werden als eine in akustischer Hinsicht modifizierte (welche beispielsweise eine gelochte Platte und ein Vlies umfasst).

15 **[0023]** Wenn eine maximale Schallabsorption gewünscht ist, kann auch die Türe zur Schallabsorption modifiziert sein. Sie ist in diesem Fall beispielsweise aus zwei parallel miteinander verbundenen Lochblechen aufgebaut, an deren einander zugewandten Innenseiten das Akustik-Vlies angebracht ist. Messungen haben ergeben, dass ein rundum modifiziertes Möbel entgegen den Erwartungen eine gute Schallabsorption zeigt, dass es also trotz der jeweils beidseitigen Perforationen nicht gleichsam schalltransparent wird.

20 **[0024]** Die Tiefe der im Rahmen der Erfindung verwendeten Möbel beträgt mit Vorteil zwischen 20 und 60 cm. Im Rahmen des Einrichtungssystems wirken derartige Möbel nicht nur mit einzelnen Flächen, z. B. mit ihren Stirnflächen, schallabsorbierend sondern als Körper und wirken somit komplementär zu flächigen Schallabsorbern.

[0025] Aus der nachfolgenden Detailbeschreibung und der Gesamtheit der Patentansprüche ergeben sich weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Merkmalskombinationen der Erfindung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- 25 **[0026]** Die zur Erläuterung des Ausführungsbeispiels verwendeten Zeichnungen zeigen:
- Fig. 1A, 1B Schematische Ansichten erfindungsgemässer Möbel;
- 30 Fig. 2A eine schematische Ansicht eines Lochblechs für eine Seitenfläche eines erfindungsgemässen Möbels;
- Fig. 2B einen Querschnitt durch den Randbereich des Blechs für die Seitenfläche;
- Fig.3 eine Aufstellung erfindungsgemässer Möbel zur Durchführungen von Schallabsorptionsmessungen im
35 Hallraum;
- Fig. 4 eine Darstellung der äquivalenten Schallabsorptionsfläche in Abhängigkeit der Frequenz für ein herkömmliches Möbelement;
- 40 Fig. 5-7 Darstellungen der Schallabsorptionsfläche in Abhängigkeit der Frequenz für erfindungsgemässe Möbel;
- Fig. 8-10 Darstellungen zum Vergleich der Schallabsorption eines erfindungsgemässen Möbelements mit anderen Schallabsorbern; und
- 45 Fig. 11 eine schematische Darstellung eines Beispiels für ein erfindungsgemässes Einrichtungssystem.

[0027] Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Wege zur Ausführung der Erfindung

50 **[0028]** Die Figuren 1A, 1B zeigen schematische Aussenansichten erfindungsgemässer Möbel. Die Figur 1A zeigt ein Möbel 1, welches Teil eines Möbelsystems ist und aus sechs Elementen 1.1...1.6 zusammengesetzt ist. Jedes der Elemente ist quaderförmig und hat die Abmessungen 750x395x375 mm (BxHxT). Die Abmessungen des dargestellten Möbels 1 sind 1525x1092x375 mm (BxHxT). Das Möbel 1 umfasst eine gitterartige Struktur, welche durch verchromte
55 Stahlrohre 2 gebildet ist, die an den Eck- und Knotenpunkten mit verchromten Messingkugeln 3 verschraubt sind. Zwischen den verchromten Stahlrohren 2 sind Verkleidungselemente 4 aus pulverbeschichtetem Metallblech befestigt. An den vertikalen Vorderseiten der Elemente 1.1...1.6 ist das Verkleidungselement 4 jeweils eine Klapptür, welche um eine Schwenkachse am unteren Türtrand nach vorne ausgeklappt werden kann. Das Möbelsystem ist flexibel konzipiert

und ermöglicht aufgrund der gitterartigen Struktur einen Aufbau verschiedenartigster Möbel und Möbelkombinationen, sowohl was die Geometrie als auch was die verwendeten Verkleidungselemente angeht. Beispielsweise können Verkleidungselemente aus Glas oder einem anderen Material verwendet werden, die Türe kann weggelassen, oder beispielsweise durch einen Auszug oder eine Einschiebetüre ersetzt werden.

[0029] Die Figur 1B zeigt ein Möbel 5, welches aus einem einzelnen Element aufgebaut ist, wobei in dieser Darstellung die Möberrückseite sichtbar ist.

[0030] Die vertikalen Seitenflächen der Möbel 1, 5 rechts und links sowie hinten, d. h. die Rückwand und die Seitenwände, sind mit Verkleidungselementen versehen, welche durch Lochbleche gebildet sind, auf welche innenseitig ein schallabsorbierendes Vlies aufgebracht ist.

[0031] Die Figur 2A zeigt eine schematische Ansicht eines Lochblechs 6 für eine Seitenfläche, wobei zugunsten einer übersichtlicheren Darstellung nur die jeweils äussersten Reihen der Lochung dargestellt sind. Die Lochung setzt sich jedoch innerhalb der dargestellten Reihen mit derselben Lochgrösse und denselben Lochabständen fort, so dass die gesamte Aussenfläche des Blechs gleichmässig gelocht ist. Die Löcher 7 sind rund und weisen einen Durchmesser von 5 mm auf, die Zentren benachbarter Löcher 7 einer Reihe haben einen Abstand von 10 mm. Benachbarte Reihen haben einen Abstand von 5 mm, ihre Löcher 7 sind jeweils um den halben Lochabstand, d. h. um 5 mm versetzt. Es ergibt sich somit ein Perforationsgrad von ca. 30 %, d. h. die Summe der Lochflächen beträgt 30% der gesamten ebenen Blechfläche.

[0032] Das in der Figur 2A dargestellte Blech 6 wird in seinen Randbereichen nach innen gefaltet, wie in der Figur 2B schematisch im Querschnitt dargestellt. Es bildet somit eine passende Aufnahme für die Stahlrohre 2 der Möbelstruktur und kann zwischen diesen gehalten werden. Auf die Innenseite des Blechs ist das Vlies 8 aufgebracht. Seine Fläche entspricht ungefähr der Fläche des ebenen Bereichs des Blechs 6, die Löcher 7 sind somit sämtlich auf ihrer Innenseite durch das Vlies 8 abgedeckt. Das Vlies 8 besteht aus Zellulose- und Glasfasern, welche mittels Kunstharz gebunden sind. Die Vliesstruktur ist wirr, seine Dicke beträgt ca. 0.2 mm. Geeignet ist beispielsweise der Vliesstoff SoundTex® C 1986 SP/WP der Firma Freudenberg, Weinheim, Deutschland.

[0033] Mit vier wie oben im Zusammenhang mit der Figur 1 beschriebenen Möbeln 1a...1d wurden (gemäss ISO 354) Messungen im Hallraum 9 durchgeführt, wobei die akustischen Eigenschaften unterschiedlicher Anordnungen modifizierter Seitenflächen untersucht wurden.

[0034] Als Nachhallzeit T_{rev} wird im Folgenden, wie allgemein üblich, die Zeitdauer zwischen dem Unterbrechungzeitpunkt einer Schallemission (inkl. eine Beruhigungsdauer t_0) und dem Zeitpunkt t_{60} , der einer Abnahme des Schalldrucks von 1 zu 1'000 (60 dB) entspricht, verstanden. Aus der Nachhallzeit T_{rev} und dem Raumvolumen lässt sich mittels der sogenannten "Formel von Sabine" die äquivalente akustische Schallabsorptionsfläche A bestimmen:

$$T_{rev} = 0.163 \frac{V}{A}.$$

[0035] Die äquivalente akustische Schallabsorptionsfläche A ist ein Mass für die Absorptionswirkung von Materialien im Raum und ermöglicht einen direkten Vergleich zwischen verschiedenen, insbesondere auch zwischen flächigen und körperhaften, Schallabsorbern. Sie entspricht einer idealen äquivalenten Absorptionsmittelfläche, wobei ein ideales Absorptionsmittel ein (hypothetisches) Material ist, das bei allen Frequenzen 100 % absorbierend ist und keine Reflexionen erzeugt ("offenes Fenster"). Zu beachten ist, dass die Nachhallzeit T_{rev} und damit auch die äquivalente akustische Schallabsorptionsfläche A von der Frequenz f der Schallemission abhängig sind.

[0036] Der für die Messungen eingesetzte Hallraum mit einem Volumen von 214 m³ hat Nachhallzeiten von ca. 20 s bei 100 Hz sowie von ca. 2 s bei 5'000 Hz, den beiden Grenzwerten des im Rahmen der Messung erfassten Frequenzbereichs.

[0037] In einem ersten Schritt wurde die Nachhallzeit T_{rev} des leeren Hallraums bei Frequenzen von 100 Hz bis 5'000 Hz mit Dritteloktavsprünge bei 100, 125, 160, 200, 250 ... 5'000 Hz gemessen. Dazu wurde als Schallemission weisses Rauschen verwendet, nach Unterbrechung der Emission erfolgte die Messung des akustischen Pegels mit zehn gleichmässig im Raum verteilten Präzisionsmikrofonen, so dass die jeweilige Nachhallzeit bestimmt werden konnte.

[0038] Anschliessend wurde das gleiche Verfahren auf den Hallraum mit den Prüflingen angewandt. Dazu wurden vier Möbel 1a...1d gemäss Figur 1 wie in der Figur 3 skizziert im Hallraum 9 aufgestellt. Unter Berücksichtigung des Hallraumvolumens V und der gemessenen Nachhallzeiten mit und ohne Prüfling konnten nun für alle untersuchten Frequenzen die äquivalenten akustischen Schallabsorptionsflächen A_1 (leerer Hallraum) und A_2 (Hallraum mit Prüfling) bestimmt werden, wobei die Formel von Sabine mit einer Korrektur zum Ausgleich von Temperatureinflüssen verwendet wurde:

$$A = 55.3 \frac{V}{c \cdot T},$$

wobei c die Schallgeschwindigkeit in der Luft bei der untersuchten Temperatur ist ($c=331+0.6\tau$, wenn τ die Temperatur in Grad Celsius angibt). Aus den bestimmten Schallabsorptionsflächen A_1 und A_2 konnte anschliessend die äquivalente Schallabsorptionsfläche A_x des Prüflings selbst durch Subtraktion bestimmt werden:

$$A_x = A_2 - A_1.$$

[0039] Diese ermöglicht Aussagen über das Schallabsorptionsvermögen der untersuchten Möbelkonfigurationen bei unterschiedlichen Frequenzen.

[0040] Die Figuren 4-7 sind Darstellungen der äquivalenten Schallabsorptionsfläche A_x pro Element in m^2 , abhängig von den untersuchten Frequenzen von 100 bis 5000 Hz, bei welchen Möbel mit unterschiedlich ausgebildeten Seitenflächen und Türen untersucht worden sind:

Möbel	Figur	Türe	Seiten- und Rückwände
1	Fig. 4	ja; nicht modifiziert	nicht modifiziert
2	Fig. 5	ja; modifiziert	modifiziert
3	Fig. 6	ja; nicht modifiziert	modifiziert
4	Fig. 7	nein	modifiziert

[0041] Modifizierte Wände sind ausgebildet wie oben im Zusammenhang mit den Figuren 1 und 2 beschrieben, d. h. sie sind durch ein Lochblech (mit einem Perforationsgrad von 30 %) gebildet, hinter welchem das beschriebene Vlies angeordnet ist. Die modifizierte Türe umfasst sowohl auf ihrer Innen- wie auf ihrer Aussenseite je ein Lochblech mit Vlies.

[0042] Wie aus dem Vergleich der Figuren 4 und 5 deutlich erkennbar ist, führen die modifizierten Flächen zu einer stark gesteigerten Schallabsorption bei sämtlichen Frequenzen über 100 Hz. Das rundum modifizierte, erfindungsgemässe Möbel zeigt eine besonders gute Schallabsorption bei Frequenzen zwischen 160 und 400 Hz, die maximale Schallabsorption ergibt sich bei 200-250 Hz.

[0043] Die Figur 6 zeigt das Absorptionsvermögen einer Variante, bei welcher die Türe nicht modifiziert ist. Dies hat insofern Vorteile, als die Ausbildung der Türe mit Lochblechen und Vlies deutlich höhere Kosten verursacht als die Modifikation der Seitenwände bzw. der Rückwand. Wie gut sichtbar ist, ergibt sich zwar eine etwas geringere Schallabsorption, der Grundcharakter mit einer maximalen Schallabsorption im Bereich von 160 bis 315 Hz ist aber gegenüber der Maximalvariante unverändert. In diesem Frequenzbereich liegt die Reduktion der äquivalenten Schallabsorptionsfläche A aufgrund der fehlenden Modifikation der Türe bei ungefähr 16 %, während sie bei höheren Frequenzen bei ca. 38 % liegt.

[0044] Die Figur 7 zeigt das Absorptionsvermögen einer weiteren Variante, bei welcher keine Türe vorhanden ist, also eines offenen Regals. Die Werte sind bei tiefen Frequenzen etwas tiefer als bei der Variante mit der herkömmlichen Türe, bei höheren Frequenzen sind sie etwas höher. Auch hier ist aber der Grundcharakter derselbe, mit einem Absorptionsmaximum bei 200 bis 400 Hz.

[0045] Ähnliche Messungen wurden für weitere Möbelkonfigurationen durchgeführt, bei welchen jeweils mindestens zwei Seitenflächen der Möbel durch gelochte Platten mit Akustikvlies gemäss der weiter oben beschriebenen Ausführung gebildet waren. Bei all diesen Messungen wurde eine maximale Schallabsorption im Frequenzbereich zwischen 150 und 400 Hz beobachtet.

[0046] Die Figuren 8 bis 10 zeigen Vergleiche zwischen dem Absorptionsvermögen des modifizierten, erfindungsgemässen Möbels und bekannten Akustikelementen zur Schallabsorption, wobei wiederum die äquivalente Absorptionsfläche pro Element in m^2 angegeben ist. Für die Vergleiche wurde das in den Figuren 1 und 2 dargestellte Möbel mit modifizierten Seiten- und Rückwänden aber nicht modifizierter Türe herangezogen. Die Schallabsorptionskurve des Möbels entspricht also derjenigen in der Figur 6.

[0047] Die Figur 8 zeigt einen Vergleich zu einem flächigen Display (als Beispiel für einen üblichen flächigen Schallabsorber), welches ganzflächig mit Lochplatten und einem Schaumstoffmaterial ausgerüstet ist. Wie aus der Darstellung

gut ersichtlich ist, übertrifft die Schallabsorption des Möbels (Kurve 10) diejenige des Displays (Kurve 11) in einem Frequenzbereich von unter 500 Hz deutlich, teilweise um ein Mehrfaches. Soll in diesem Frequenzbereich durch den Einsatz solcher Displays dieselbe Schallabsorption erreicht werden wie mit dem erfindungsgemässen Möbel, sind sehr grosse Displayflächen notwendig. Im höheren Frequenzbereich zeigt das flächige, akustisch optimierte Display eine etwas höhere Schallabsorption als das Möbel.

[0048] Die Figur 9 zeigt einen Vergleich zu einem wiederum flächigen Akustikpanel zur freistehenden Aufstellung mit einer Fläche von 1.42 m², wobei hier das Möbel (Kurve 10) im gesamten Frequenzbereich eine höhere Schallabsorption aufweist als das Akustikpanel (Kurve 12). Wiederum ergibt sich der grösste Unterschied im Bereich zwischen 125 und 400 Hz. Um in diesem Bereich dieselbe Absorptionswirkung zu erreichen, wären (unter der Voraussetzung eines frequenzunabhängigen und linearen Zusammenhangs zwischen Fläche und Schallabsorption) ca. 7.4 m² Panelfläche notwendig.

[0049] Die Figur 10 zeigt schliesslich den Vergleich mit einem Wand- bzw. Deckenpanel, welches mit derselben Lochplatten/Vlies-Kombination ausgerüstet ist wie das oben dargestellte Möbel und welches eine Fläche von 4 m² aufweist. Weil dieselben schallabsorbierenden Materialien eingesetzt wurden, zeigt diese Darstellung also die qualitativen und quantitativen Unterschiede der Schallabsorption mittels flächigen Schallabsorbern und mittels des erfindungsgemässen, körperhaften Möbels. Wiederum wird im tiefen Frequenzbereich (unter 400 Hz) mit dem körperhaften Möbel (Kurve 10) eine deutlich höhere Schallabsorption erreicht als mit dem flächigen Schallabsorber (Kurve 13), obwohl die Summe der projizierten Flächen des Möbels deutlich kleiner sind als die Fläche des Wand- bzw. Deckenpanels.

[0050] Bei höheren Frequenzen, insbesondere bei solchen über 1000 Hz, ergibt sich tendenziell eine bessere Schallabsorption durch den flächigen Absorber.

[0051] Ein erfindungsgemässes Einrichtungssystem umfasst deshalb sowohl mindestens ein erfindungsgemässes Möbel, welches Schall mit Frequenzen von ca. 100-400 Hz absorbiert, als auch mindestens einen flächigen Absorber, welcher ergänzend die Absorption von Schall mit Frequenzen von mehr als 400 Hz derart verstärkt, dass ein gewünschter Absorptionswert erreicht wird. Ein Beispiel für ein erfindungsgemässes Einrichtungssystem ist in der Figur 11 dargestellt. Dieses umfasst fünf erfindungsgemässe Möbel 21a...21e mit modifizierten Seitenflächen gemäss Figur 1 sowie mehrere flächige Schallabsorber, nämlich zwei Wandabsorber 22, 23 sowie einen Deckenabsorber 24.

[0052] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Insbesondere die verwendeten Möbel können im Hinblick auf ihre Form, Grösse und auf die verwendeten Materialien variieren. Bei einem Möbel können sämtliche Aussenflächen (also gegebenenfalls auch der Boden und die Decke) für eine höhere Schallabsorption modifiziert sein, es können aber auch nur beispielsweise die beiden Seitenwände oder eine Seiten- und die Rückwand modifiziert sein. Im Rahmen eines erfindungsgemässen Einrichtungssystem können mehrere, auch unterschiedliche Möbel sowie mehrere, auch unterschiedliche flächige Schallabsorber verwendet werden.

[0053] Zusammenfassend ist festzustellen, dass durch die Erfindung ein Einrichtungssystem geschaffen wird, welches sich in eine Vielzahl von Räume, insbesondere in Büros, Arbeits-, Werk- Schulungs- und Wohnräume, integrieren lässt, platzsparend ist und eine erhebliche Verbesserung der Raumakustik, insbesondere auch hinsichtlich der Verminderung von Klangfarbenänderungen, ermöglicht.

Patentansprüche

1. Einrichtungssystem zur Beeinflussung der Raumakustik, umfassend

a) mindestens ein Möbel (1, 1.1...1.6, 5, 21a...21e) mit einer im Wesentlichen kubischen Form mit vier vertikalen Seitenflächen, einem horizontalen Boden und einer horizontalen Decke, wobei mindestens zwei, bevorzugt mindestens drei, der Seitenflächen (4) zur Schallabsorption derart modifiziert und angeordnet sind, dass ein Schallabsorptionsgrad des Möbels (1, 1.1...1.6, 5, 21a...21e) in einem Frequenzbereich zwischen 150 und 400 Hz sein Maximum annimmt; sowie

b) mindestens einen flächigen Schallabsorber (22, 23, 24) zur Steigerung der Schallabsorption in einem Frequenzbereich von über 400 Hz.

2. Einrichtungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die modifizierten Seitenflächen (4) als gelochte Platten (6), insbesondere als Lochbleche, mit einem Lochdurchmesser von mindestens je 2 mm und einem Perforationsgrad von mindestens 20% ausgeführt sind, wobei auf mindestens einer Seite der gelochten Platten (6) ein Faserstoff (8) aus einem porösen Material mit einer Dicke von maximal 1 mm angeordnet ist.

3. Einrichtungssystem nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Faserstoff (8) auf einer Innenseite der gelochten Platten (6) angeordnet ist, während eine Aussenseite der gelochten Platten (6) unbedeckt ist.

EP 1 768 100 A1

4. Einrichtungssystem nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Faserstoff (8) aus in einer Kunstharzmatrix eingebetteten Zellulose- und/oder Glasfasern besteht und bevorzugt eine Dicke von 0.1 - 0.4 mm aufweist.
5. Einrichtungssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lochdurchmesser zwischen 3 und 8 mm und der Perforationsgrad zwischen 25 und 50 % beträgt.
6. Einrichtungssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Möbel (1, 1.1...1.6, 5, 21a...21e) eine gitterartige Struktur aufweist, welche durch miteinander verbundene Streben (2) gebildet wird, wobei die durch die gelochten Platten (6) gebildeten Seitenflächen (4) zwischen den Streben (2) gehalten sind.
7. Einrichtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine der Seitenflächen (4) des Möbels (1, 1.1...1.6, 5, 21a...21e) durch eine offenbare Türe gebildet ist, wobei die Türe nicht zur Schallabsorption modifiziert ist.
8. Einrichtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Tiefe des Möbels (1, 1.1...1.6, 5, 21a...21e) zwischen 20 und 60 cm beträgt.
9. Einrichtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der flächige Schallabsorber (22, 23, 24) ein an einer Raumdecke oder einer Raumwand befestigbares Panel ist.
10. Möbel, insbesondere für ein Einrichtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit einer im Wesentlichen kubischen Form mit vier vertikalen Seitenflächen, einem horizontalen Boden und einer horizontalen Decke, wobei zur Schallabsorption mindestens zwei, bevorzugt mindestens drei, der Seitenflächen (4) zur Schallabsorption derart modifiziert und angeordnet sind, dass ein Schallabsorptionsgrad des Möbels (1, 1.1...1.6, 5, 21a...21e) in einem Frequenzbereich zwischen 150 und 400 Hz sein Maximum annimmt.
11. Möbel nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die modifizierten Seitenflächen (4) als gelochte Platten (6), insbesondere als Lochbleche, mit einem Lochdurchmesser von mindestens je 2 mm und einem Perforationsgrad von mindestens 20% ausgeführt sind, wobei auf mindestens einer Seite der gelochten Platten (6) ein Faserstoff (8) aus einem porösen Material mit einer Dicke von maximal 1 mm angeordnet ist.
12. Verfahren zur Beeinflussung der Raumakustik, wobei mindestens ein Möbel (1, 1.1...1.6, 5, 21a...21e) mit einer im Wesentlichen kubischen Form mit vier vertikalen Seitenflächen, einem horizontalen Boden und einer horizontalen Decke, wobei zur Schallabsorption mindestens zwei, bevorzugt mindestens drei, der Seitenflächen (4) zur Schallabsorption derart modifiziert und angeordnet sind, dass ein Schallabsorptionsgrad des Möbels (1, 1.1...1.6, 5, 21a...21e) in einem Frequenzbereich zwischen 150 und 400 Hz sein Maximum annimmt, derart angeordnet wird, dass eine gewünschte Schallabsorption in einem Frequenzbereich von 150 bis 400 Hz erreicht wird und wobei ergänzend mindestens ein flächiger Schallabsorber (22, 23, 24) derart angeordnet wird, dass eine gewünschte Schallabsorption in einem Frequenzbereich von über 400 Hz erreicht wird.

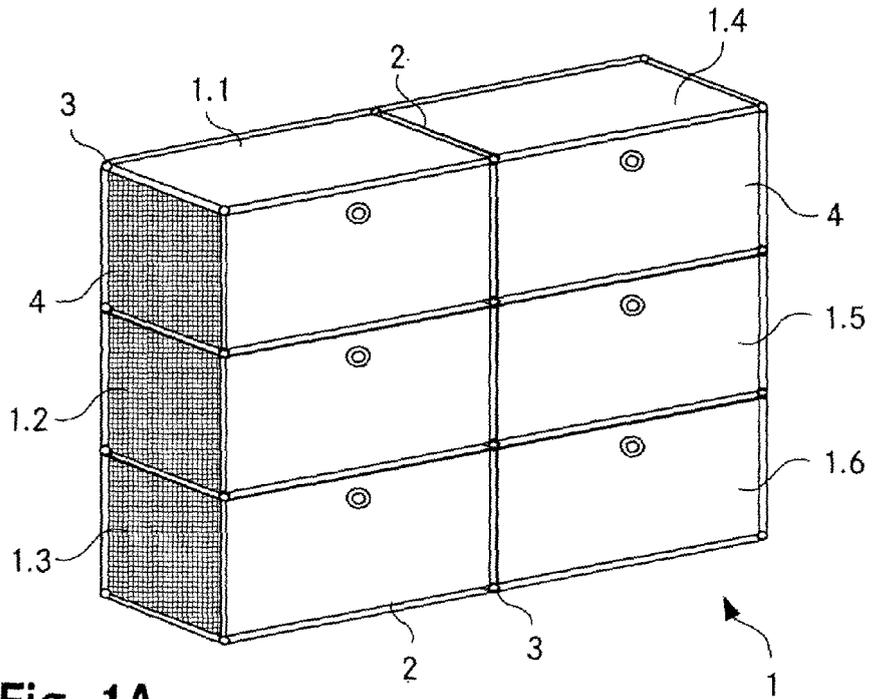


Fig. 1A

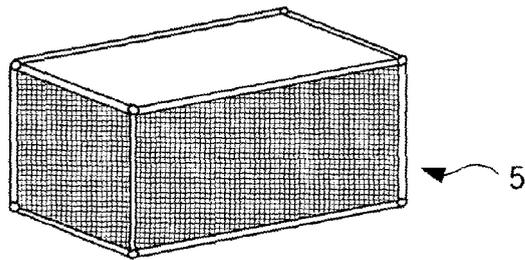


Fig. 1B

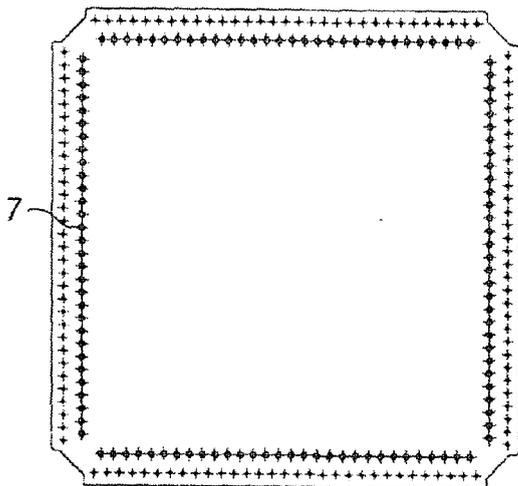


Fig. 2A

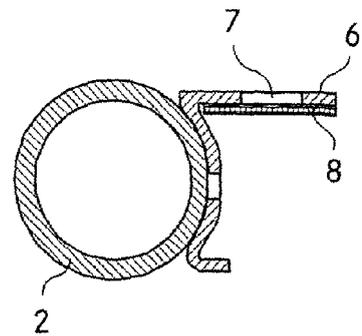


Fig. 2B

Fig. 3

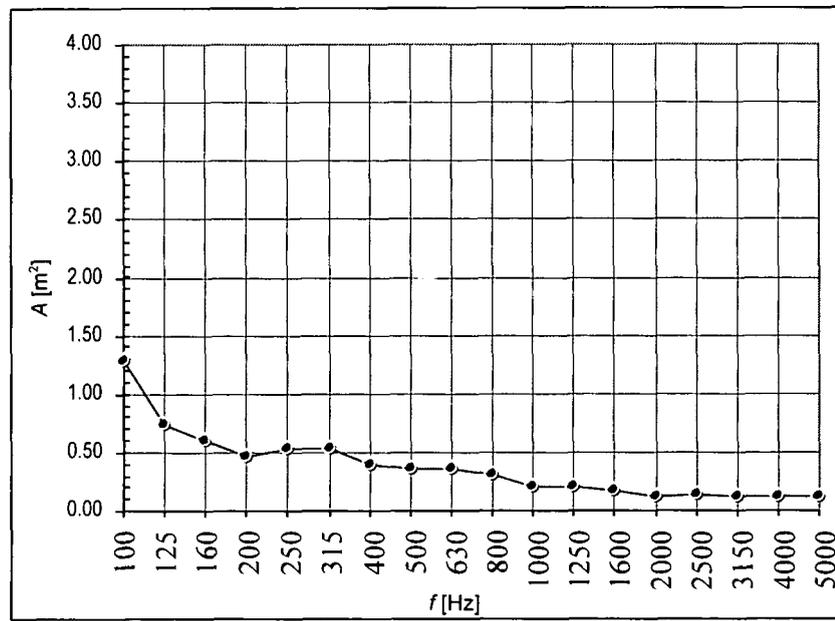
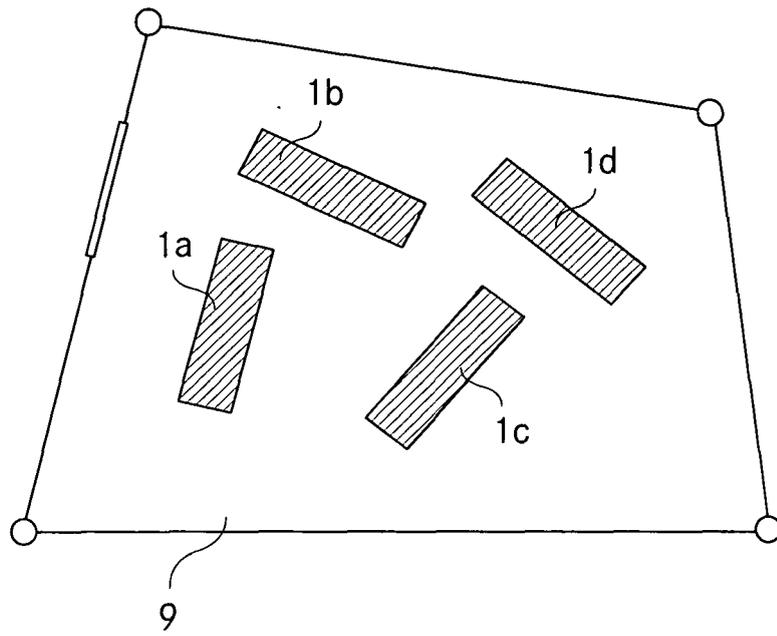


Fig. 4

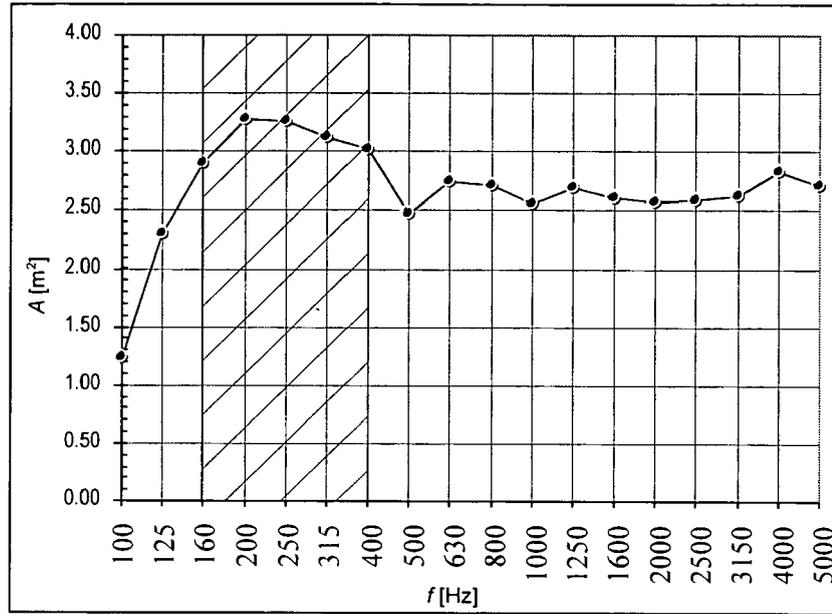


Fig. 5

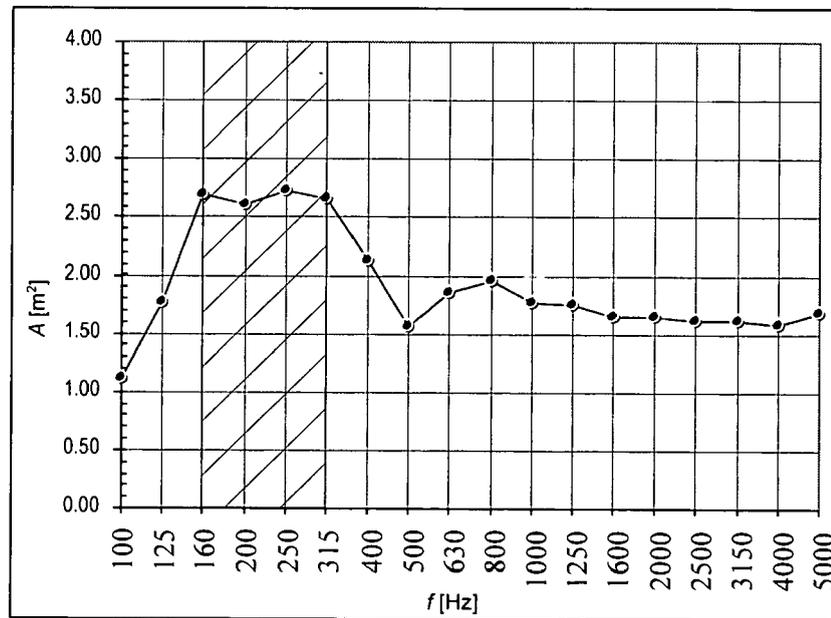


Fig. 6

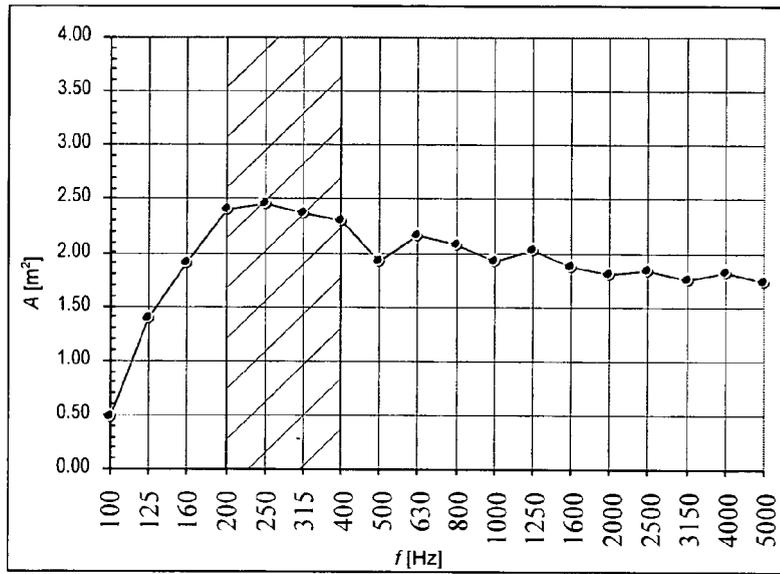


Fig. 7

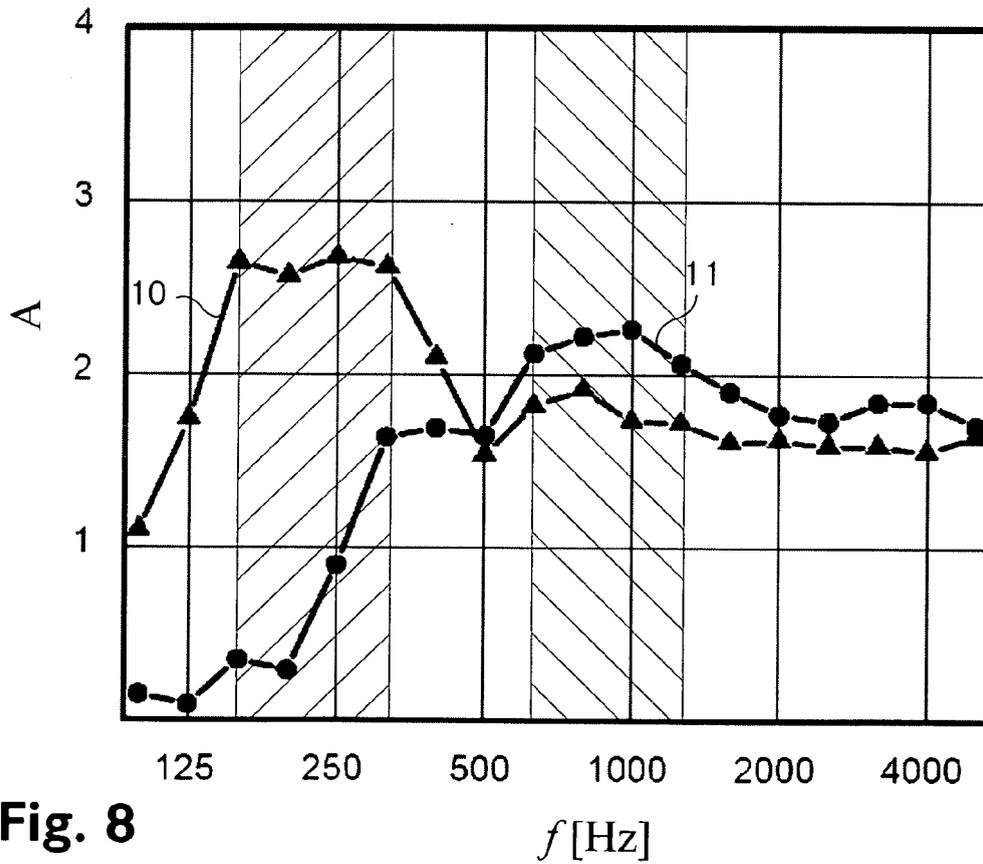


Fig. 8

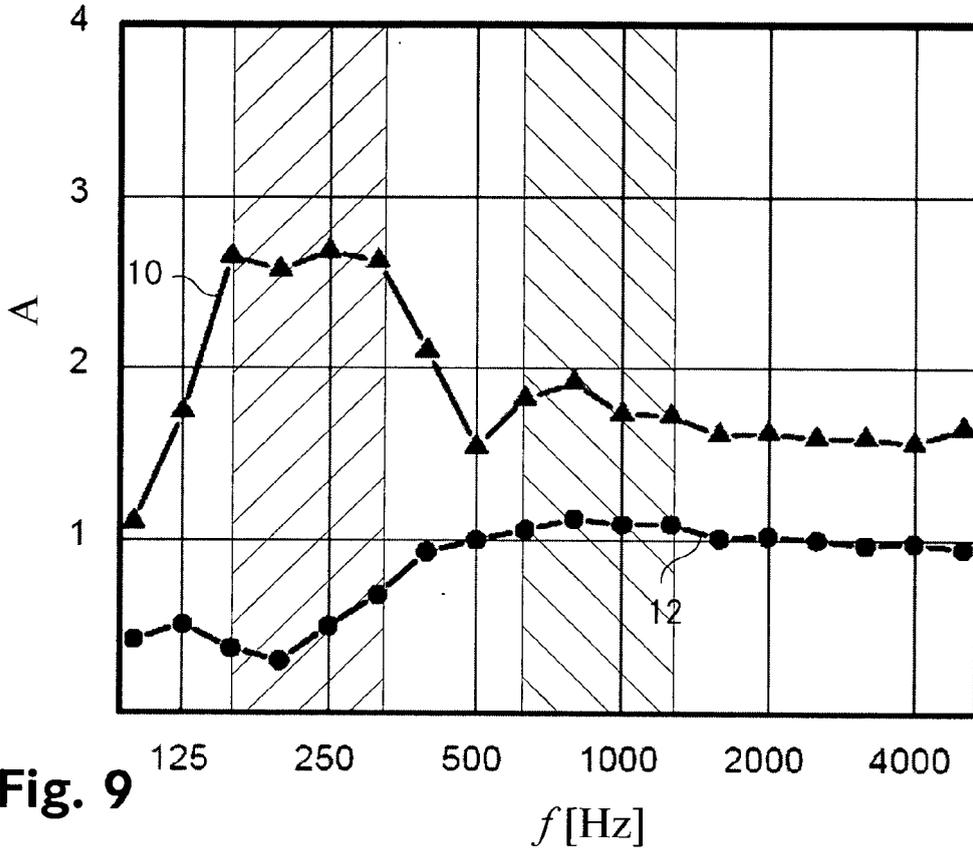


Fig. 9

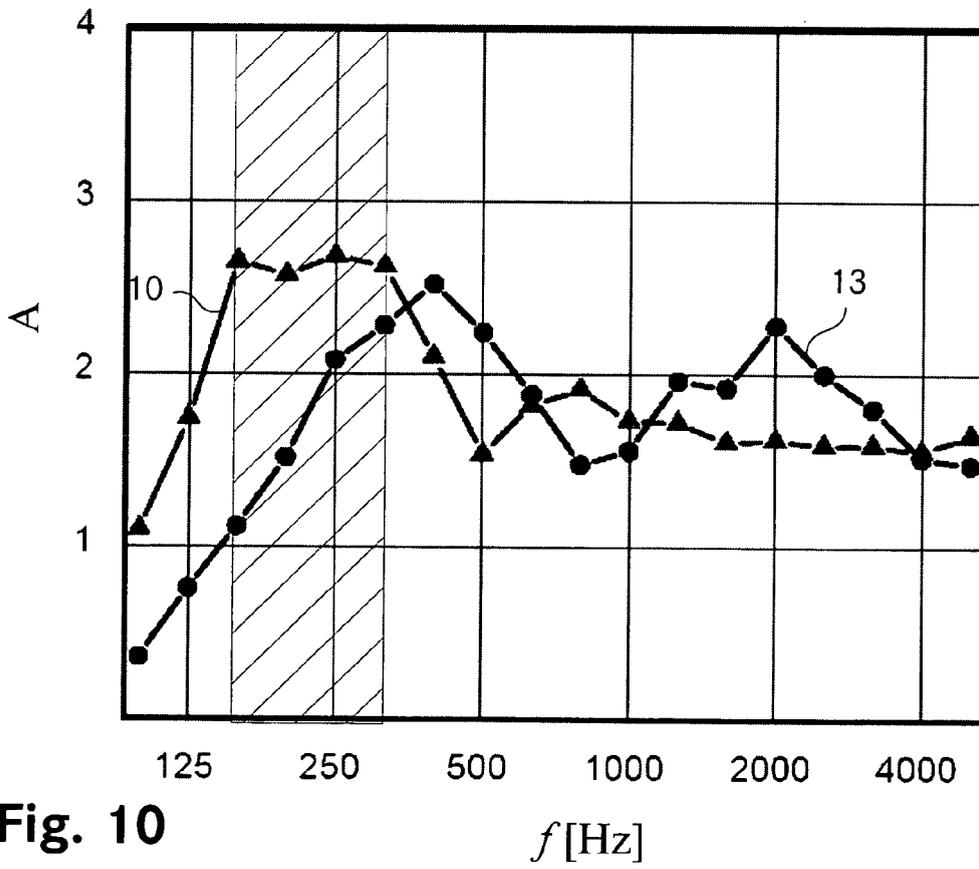


Fig. 10

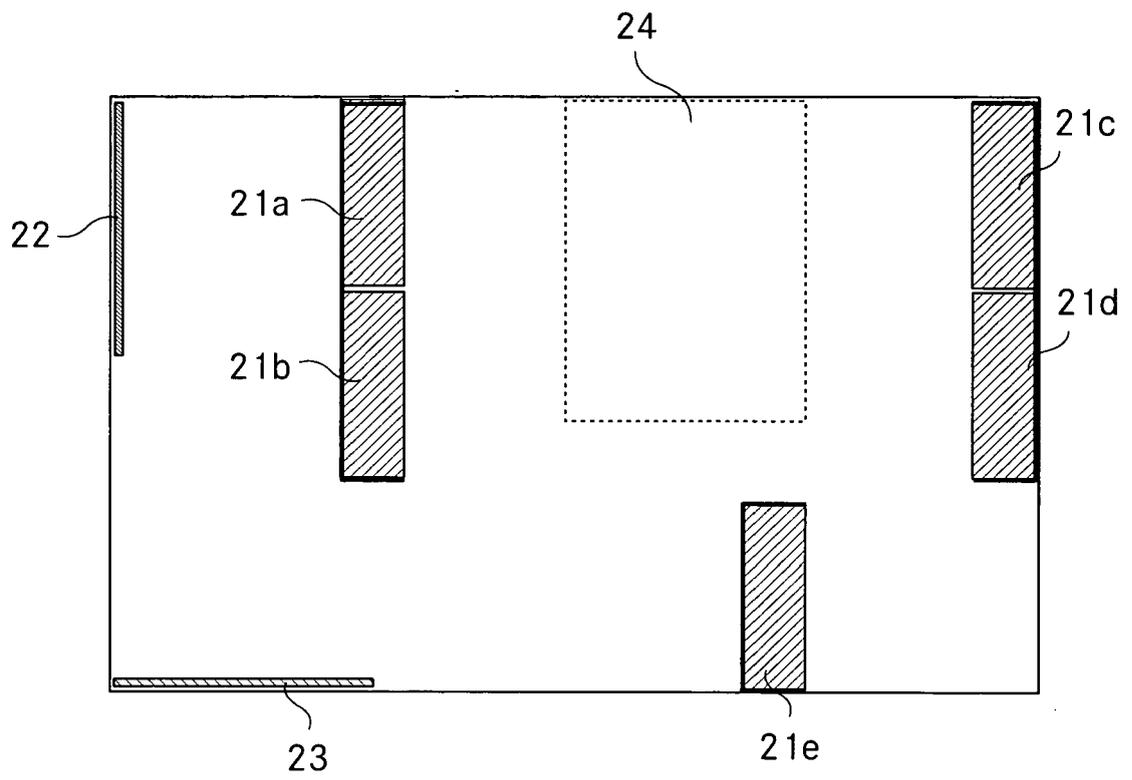


Fig. 11



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2004 040112 A1 (HOLZINDUSTRIE LEITINGER GMBH, WIES) 10. März 2005 (2005-03-10)	1,9,10,12	G10K11/16
Y	* Absätze [0003], [0007], [0008], [0023], [0029], [0031], [0044]; Ansprüche 28,32 *	2-8,11	
Y	----- US 4 347 912 A (FLOCKE ET AL) 7. September 1982 (1982-09-07) * Spalte 4, Zeile 2 - Zeile 8 * * Spalte 5, Zeile 3 - Zeile 24 *	2-8,11	
Y	----- GB 2 363 364 A (* COLLINS & AIKMAN AUTOMOTIVE SYSTEMS LIMITED) 19. Dezember 2001 (2001-12-19) * Zusammenfassung * * Seite 4, Zeile 1 - Zeile 15; Abbildungen 1,4 *	4	
Y	----- US 4 830 140 A (FRIDH ET AL) 16. Mai 1989 (1989-05-16) * das ganze Dokument *	5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Y	----- DE 42 06 615 A1 (STEINBECK, HERBERT, 35619 BRAUNFELS, DE; HAEUSLER, HEINZ-FRIEDRICH, 69) 16. September 1993 (1993-09-16) * Zusammenfassung; Anspruch 1 *	5	G10K E04B
X	----- WO 2005/083676 A (WILHELM KARMANN GMBH; BORNE, PETER) 9. September 2005 (2005-09-09) * Seite 6, Absatz 1 * * Spalte 5, Zeile 3 - Zeile 24 * * Seite 11, Absatz 1 *	1,9,10,12	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 13. Februar 2006	Prüfer Thomas, J
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 : nichtschriftliche 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	

2
EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

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

EP 05 40 5554

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.

13-02-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102004040112 A1	10-03-2005	AT 12962003 A	15-07-2005
US 4347912 A	07-09-1982	CH 646745 A5	14-12-1984
		DE 2947607 A1	27-05-1981
		FR 2470210 A1	29-05-1981
		GB 2063960 A	10-06-1981
		SE 440524 B	05-08-1985
		SE 8004617 A	27-05-1981
GB 2363364 A	19-12-2001	AU 6825101 A	24-12-2001
		CA 2412009 A1	20-12-2001
		EP 1292466 A1	19-03-2003
		JP 2004516972 T	10-06-2004
		WO 0196151 A1	20-12-2001
US 4830140 A	16-05-1989	CA 1298210 C	31-03-1992
		DE 3806564 A1	15-09-1988
		DK 108988 A	03-09-1988
		FI 880945 A	03-09-1988
		FR 2611777 A1	09-09-1988
		GB 2203772 A	26-10-1988
		NO 880906 A	05-09-1988
		SE 461048 B	18-12-1989
		SE 8700858 A	03-09-1988
DE 4206615 A1	16-09-1993	KEINE	
WO 2005083676 A	09-09-2005	DE 102004009080 A1	22-09-2005

EPO FORM P0461

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