

(19)



(11)

EP 2 054 562 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
13.02.2013 Bulletin 2013/07

(51) Int Cl.:
E04B 1/84 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06794322.5**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2006/001940

(22) Date de dépôt: **10.08.2006**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2008/017737 (14.02.2008 Gazette 2008/07)

(54) **ENSEMBLE ACOUSTIQUEMENT ABSORBANT**

SCHALLDÄMPFUNGSANORDNUNG

SOUND-ABSORBING ASSEMBLY

(84) Etats contractants désignés:
**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**

(43) Date de publication de la demande:
06.05.2009 Bulletin 2009/19

(73) Titulaire: **Brevetix
68680 Kembs (FR)**

(72) Inventeurs:
• **SCHERRER, Jean-Marc
F-68400 Riedisheim (FR)**

• **NOCKE, Christian
26121 Oldenburg (DE)**

(74) Mandataire: **Breesé, Pierre et al
Fidal Innovation
32, Place Ronde
92035 Paris - La Défense Cedex (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A1- 0 816 583 WO-A1-00/05707
DE-U- 1 738 778 DE-U1- 9 320 543
FR-A- 1 090 617 US-A1- 5 700 527
US-A1- 2001 050 197**

EP 2 054 562 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un ensemble acoustiquement absorbant destiné à constituer un élément de paroi disposé dans une enceinte, telle que par exemple un appartement, une salle de concert, l'habitacle d'un véhicule etc, et permettant de contrôler l'état d'absorption acoustique de celle-ci.

[0002] On sait que le contrôle de l'absorption des sons par des parois a fait appel à des dispositifs divers comprenant des éléments d'absorption passifs constitués de matériaux poreux présentant la propriété de transformer en chaleur les vibrations sonores qu'ils recevaient en raison des phénomènes de friction auxquels ces matériaux étaient soumis du fait de ces vibrations.

[0003] On sait que l'utilisation de tels éléments absorbants présente un certain nombre d'inconvénients, à savoir notamment leur encombrement et leur poids ainsi que leur faculté de n'absorber les vibrations sonores que dans des domaines réduits du spectre.

[0004] On a également proposé de faire appel à des éléments de paroi rigides perforés d'une série de trous répartis régulièrement sur leur surface, ces trous perforés ayant des diamètres de l'ordre de 5 à 6 mm. On a constaté que de tels éléments absorbants présentaient de notables inconvénients et notamment une très faible efficacité s'ils n'étaient combinés à des éléments poreux.

[0005] On a ensuite proposé (Publications Dah-You Maa "Theory and design of microperforated panel sound-absorbing constructions". Scientia Sinica 18(1):55-71 -1975-) de faire appel à des parois percées de perforations de faible diamètre, dénommées "micro-perforations", dont les diamètres sont inférieurs à 2 mm, et préférentiellement supérieurs à 0,1 mm, qui sont réparties de façon régulière sur la surface d'un panneau ou d'une toile absorbante, à des distances déterminées les unes des autres, les parois ayant elles-mêmes une épaisseur déterminée et étant disposées à une distance déterminée de la surface d'une paroi arrière pleine (voir également US5,700,727 ; US20010050197, EP0816483 et DE9320543).

[0006] Il a été établi que l'on pouvait déterminer une impédance acoustique Z de l'ensemble constitué de la toile et du volume d'air compris entre celle-ci et la paroi arrière pleine de sorte que l'on a :

$$Z_{MPP} = r + j\omega m \quad (\text{impédance de la toile})$$

$$Z_{air} = -j \cot(\omega D / c_0 \cos(\theta)) \quad (\text{impédance de l'air})$$

$$Z(\theta) = Z_{air}(\theta) + Z_{mpp} \cos\theta$$

[0007] On obtient ainsi le coefficient d'absorption $\alpha(\theta)$ c'est-à-dire l'impédance pour un panneau d'incidence θ déterminé :

$$\alpha(\theta) = 4 \operatorname{Re}\{Z(\theta)\} / [1 + \operatorname{Re}\{Z_{MPA}(\theta)\}]^2 + [\operatorname{Im}\{Z(\theta)\}]^2$$

et de façon statistique en intégrant la valeur de $\alpha(\theta)$ on obtient l'absorption globale d'un panneau, à savoir:

$$\alpha_{globale} = \int_0^\pi \alpha(\theta) \cdot \sin 2\theta \cdot d\theta$$

[0008] On a ainsi été établi que le spectre d'absorption, c'est-à-dire la courbe représentant la variation de l'absorption de la paroi $\alpha_{globale}$ en fonction de la fréquence sonore émise est liée au diamètre des micro-perforations, et que, tous les paramètres étant égaux par ailleurs, l'absorption $\alpha_{globale}$ était meilleure dans les hautes fréquences lorsque les diamètres des micro-perforations étaient plus importants. A l'inverse, pour des micro-perforations de plus faible diamètre l'absorption était améliorée dans les basses fréquences.

[0009] On connaît également des perfectionnements apportés aux matériaux de revêtement pour l'absorption du son,

tels que ceux décrits dans la demande de brevet FR 1 090 617. Ces perfectionnements consistent, principalement, à constituer des produits comportant au moins une couche de matériau absorbant le son et étant aptes à recevoir les ondes sonores incidentes à travers des trous ménagés notamment dans une plaque de recouvrement recouvrant ladite couche de matériau absorbant, lesdits trous présentant des ouvertures de passage différentes et étant de préférence distribués de façon à ce que la distance séparant les trous de même ouverture soit d'autant plus importante que cette ouverture est grande. Ladite plaque de recouvrement est en outre réalisée dans une matière de préférence rigide, telle que par exemple l'amiante-ciment ou tout autre aggloméré, même à base de bois, et est liée à la couche par tout moyen approprié, tel que le collage ou autre. Par conséquent, la plaque de recouvrement pourvue de perforations n'est pas libre de ses mouvements ce qui empêche d'accroître encore le phénomène de dissipation des vibrations sonores et donc d'augmenter le coefficient d'absorption α et d'élargir la bande d'absorption acoustique efficace.

[0010] La présente invention a pour but de proposer un ensemble acoustique permettant d'élargir la bande d'absorption acoustique efficace d'un ensemble acoustique faisant appel à une ou plusieurs parois percées de micro-perforations, cet ensemble acoustique étant destiné à constituer par exemple une fausse paroi d'une pièce c'est-à-dire une cloison ou un plafond, mais également un revêtement intérieur d'un véhicule etc...

[0011] La présente invention a ainsi pour objet un ensemble absorbant acoustique destiné à constituer, à l'intérieur d'une enceinte, au moins un élément de paroi, cet ensemble comportant au moins un support pourvu de micro-perforations dont le diamètre est inférieur à 2mm, ledit support étant destiné à s'étendre sensiblement parallèlement à une paroi adjacente, ledit ensemble acoustique comprenant au moins deux séries de micro-perforations se distribuant sur ledit support, lesdites séries de micro-perforations ayant des surfaces différentes et se distribuant sur un seul support remarquable en ce que lesdites perforations (d_1, d_2) desdites deux séries de perforations sont des micro-perforations dont le diamètre est inférieur à 2mm, en ce que lesdites micro-perforations (d_1) de plus petite surface se distribuent sur le seul support suivant un maillage de forme triangulaire et en ce que lesdites micro-perforations (d_2) de plus grande surface se distribuent sur le support suivant un maillage de forme carrée ou rectangulaire.

[0012] La paroi adjacente peut avantageusement être une paroi pleine.

[0013] Préférentiellement les supports de l'ensemble acoustique suivant l'invention seront constitués de nappes tendues, notamment constituées de films en polychlorure de vinyle (PVC), dont l'épaisseur sera préférentiellement comprise entre 0,1 et 0,3 mm, mais pourront également être formés d'éléments rigides.

[0014] Lorsque, suivant l'invention, l'ensemble acoustique sera constitué de deux parois, et lorsque les micro-perforations de chacune de ces parois auront des surfaces différentes, la paroi pourvue des micro-perforations de plus petite surface sera située du côté de la paroi pleine.

[0015] L'ensemble acoustique pourra également bien entendu être constitué d'au moins deux parois parallèles planes ou non comportant chacune une association de deux séries de micro-perforations, de surfaces différentes.

[0016] Préférentiellement les micro-perforations seront de forme circulaire et se distribueront préférentiellement suivant un maillage de forme carrée ou rectangulaire.

[0017] On décrira ci-après, à titre d'exemple non limitatif, une forme d'exécution de la présente invention, en référence au dessin annexé sur lequel :

La figure 1 est une vue partielle schématique en perspective d'une toile micro-perforée suivant l'état antérieur de la technique qui est mise en oeuvre ainsi que représenté sur la figure 2,

La figure 2 est un dessin schématique en coupe verticale d'un exemple de disposition d'une toile tendue micro-perforée par rapport à un plafond,

La figure 3 est un graphique représentant la variation de l'absorption sonore d'une toile micro-perforée du type de celle représentée sur la figure 1 mise en oeuvre suivant la figure 2, en fonction de la fréquence sonore.

La figure 4 est une vue partielle schématique en perspective d'une toile micro-perforée suivant l'état antérieur de la technique et comportant des micro-perforations et des écartements plus importants que dans le mode de mise en oeuvre représenté sur la figure 1.

La figure 5 est un graphique représentant la variation de l'absorption sonore d'une toile micro-perforée du type de celle représentée sur la figure 4 mise en oeuvre suivant la figure 2, en fonction de la fréquence sonore,

Les figures 6a et 6b sont des vue partielles schématiques en plan d'une toile micro-perforée suivant l'invention qui est pourvue d'orifices de même types que ceux représentés respectivement sur les figures 1 et 4, respectivement avec un maillage carré et un maillage triangulaire.

La figure 7 est un graphique représentant la variation de l'absorption sonore d'un ensemble acoustique suivant

l'invention constitué d'une toile micro-perforée du type de celle représentée sur les figures 6a et 6b mise en oeuvre dans une réalisation suivant la figure 1, en fonction de la fréquence sonore.

La figure 8 est un dessin schématique en coupe verticale d'un exemple de disposition de deux toiles micro-perforées par rapport à un plafond,

La figure 9 est un graphique représentant la variation de l'absorption sonore d'un ensemble acoustique suivant l'invention constitué de deux toiles micro-perforées superposées et identiques.

La figure 10 est un graphique représentant la variation de l'absorption sonore d'un ensemble acoustique suivant l'invention constitué de deux toiles micro-perforées superposées, dont le diamètre et l'écartement des micro-perforations sont différents.

[0018] On a représenté sur la figure 1 une toile 3 qui est pourvue de micro-perforations d_1 qui sont régulièrement réparties sur toute sa surface. Ces perforations, qui sont de forme circulaire, ont un diamètre de 0,2 mm et sont espacées les unes des autres d'une distance b_1 de 2 mm. Ainsi que représenté sur la figure 2, cette toile 3 est tendue parallèlement à un plafond 1 d'une pièce à une distance D de celui-ci égale à 100 mm.

[0019] On a représenté sur la figure 3 un schéma montrant le spectre d'absorption obtenu par l'ensemble acoustique ainsi constitué en fonction de la fréquence sonore appliquée. On constate ainsi sur cette figure que le maximum d'absorption de cet ensemble se situe à une fréquence de l'ordre de 900 Hz et que pour une absorption de 0,5 celle-ci s'étend d'une fréquence d'environ 350 Hz jusqu'à environ 2.700 Hz, soit environ un intervalle de fréquence de l'ordre de 2.350 Hz.

[0020] De même on a représenté sur la figure 5 le spectre d'absorption d'un ensemble acoustique comprenant une toile de nature et d'épaisseur identique à la précédente et qui est pourvue de micro-perforations de 0,5 mm de diamètre qui sont espacées les unes des autres d'une distance 12 égale à 14 mm et qui, comme la première, est disposée à une distance du plafond 1 égale à 100 mm, en fonction de la fréquence, et l'on constate que sur celle-ci le maximum d'absorption se situe à une fréquence voisine de 300 Hz et que pour une absorption de 0,5 celle-ci s'étend d'une fréquence d'environ 170 Hz jusqu'à environ 500 Hz, soit environ un intervalle de fréquence de l'ordre de 330 Hz.

[0021] On a représenté sur les figures 6a et 6b un ensemble absorbant acoustique réalisé suivant l'invention et qui est constitué d'une paroi unique 3 formée d'une toile en polychlorure de vinyle (PVC) de faible épaisseur (0,17 mm) destinée à constituer un faux plafond d'une pièce et qui, à cet effet, est tendue à une distance D de 100 mm sous le vrai plafond 1 de celle-ci ainsi que représenté sur la figure 1. On a réalisé au travers de cette toile 3 deux séries de micro-perforations, qui se distribuent de façon régulière sur la totalité de sa surface, à savoir d'une part des perforations d_1 dont le diamètre est de 0,2mm et qui se répartissent suivant un maillage de forme carrée (figure 6a) ou triangulaire (figure 6b) et d'autre part des perforations d_2 de diamètre 0,5mm, ces perforations étant disposées à des distances respectives de leurs homologues de 2mm et 14mm.

[0022] On a représenté sur la figure 7 la courbe représentant l'absorption de cet ensemble acoustique. On constate sur cette figure que, si l'on prend en compte une absorption de l'ordre de 0,5, celle-ci s'étend d'une fréquence d'environ 180 Hz jusqu'à environ 3.000 Hz, soit environ un intervalle de fréquence de l'ordre de 2.800 Hz alors que cet intervalle de fréquence était seulement de 1.600 Hz pour le premier ensemble acoustique mettant en oeuvre des perforations de 0,2 mm et d'environ 330 Hz pour le second ensemble acoustique mettant en oeuvre des perforations de 0,5 mm.

[0023] La présente invention permet donc bien d'étendre de façon substantielle la largeur du spectre sonore pour lequel l'absorption obtenue est efficace.

[0024] Dans un autre mode de mise en oeuvre de l'invention, représenté sur la figure 8, les micro-perforations se distribuent sur deux toiles 3a et 3b de même épaisseur égale à 0,17 mm qui sont parallèles entre elles et à la paroi pleine formée par le plafond 1. Suivant l'invention la première toile 3a est disposée à une distance D_1 du plafond 1 égale à 80 mm et est percée de micro-perforations de 2 mm de diamètre qui se répartissent uniformément sur celle-ci et qui forment un maillage de forme triangulaire, et la seconde toile 3b est disposée sous la première à une distance D_2 de celle-ci égale à 20 mm et est percée de micro-perforations également de 2 mm de diamètre qui se répartissent comme les précédentes.

[0025] On a représenté sur la figure 9 le spectre d'absorption acoustique d'un tel ensemble. On constate également qu'une telle disposition permet d'obtenir une absorption α conséquente de 0,5 dans un domaine de fréquences s'étendant d'environ 300 Hz jusqu'à 5000 Hz, soit sur une plage de fréquences de l'ordre de 4700 Hz.

[0026] Dans un autre mode de mise en oeuvre de l'invention l'ensemble acoustique est également constitué de deux toiles 3a et 3b de mêmes épaisseurs respectives et qui sont disposées ainsi que précédemment. La première toile 3a est uniformément perforée par des trous de 0,2 mm de diamètre qui sont répartis de façon uniforme sur sa surface et sont écartés les uns des autres d'une distance de 2 mm. La seconde toile 3b quant à elle est uniformément perforée par des trous plus gros, de 0,5 mm de diamètre, qui sont répartis de façon uniforme sur sa surface et qui sont écartés

les uns des autres d'une distance de 14 mm.

[0027] On a représenté sur la figure 10 le spectre d'absorption acoustique d'un tel ensemble. On constate qu'une telle disposition permet d'obtenir une absorption α conséquente de 0,5 dans un domaine de fréquences s'étendant d'environ 150 Hz à 5000 Hz soit sur une plage de fréquences de l'ordre de 4850 Hz.

[0028] La présente invention permet bien ainsi d'étendre l'intervalle des fréquences qui sont absorbées par des parois minces pourvues de micro-perforations.

[0029] On pourrait également bien entendu suivant l'invention réaliser un ensemble acoustique à deux parois superposées dont chacune comporte des micro-perforations de diamètres différents.

Revendications

1. Ensemble absorbant acoustique destiné à constituer, à l'intérieur d'une enceinte, au moins un élément de paroi, cet ensemble comportant au moins un support pourvu de micro-perforations dont le diamètre est inférieur à 2mm, ledit support (3,3a,3b) étant destiné à s'étendre sensiblement parallèlement à une paroi adjacente (1), ledit ensemble acoustique comprenant au moins deux séries de perforations (d_1, d_2) se distribuant sur ledit support (3,3a,3b), lesdites séries de perforations (d_1, d_2) ayant des surfaces différentes et se distribuant sur un seul support (3) **caractérisé en ce que** lesdites perforations (d_1, d_2) desdites deux séries de perforations sont des micro-perforations dont le diamètre est inférieur à 2mm, **en ce que** lesdites micro-perforations (d_1) de plus petite surface se distribuent sur le seul support suivant un maillage de forme triangulaire et **en ce que** lesdites micro-perforations (d_2) de plus grande surface se distribuent sur le support suivant un maillage de forme carrée ou rectangulaire.
2. Ensemble acoustique suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite paroi adjacente peut être une paroi pleine.
3. Ensemble acoustique suivant l'une des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** les séries de micro-perforations (d_1, d_2) se distribuent sur au moins deux supports (3a,3b).
4. Ensemble acoustique suivant la revendication 3 **caractérisé en ce que** les micro-perforations (d_1) ont des surfaces identiques.
5. Ensemble acoustique suivant l'une des revendications précédentes **caractérisé en ce que** le support est constitué d'une nappe tendue (3,3a,3b).
6. Ensemble acoustique suivant l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le support est constitué d'un élément rigide.
7. Ensemble acoustique suivant l'une des revendications 3 à 4 **caractérisé en ce que** les supports (3a,3b) sont parallèles.

Claims

1. A sound-absorbing assembly designed to form, within an enclosure, at least one wall element, with the assembly comprising at least one support provided with micro-perforations the diameter of which is less than 2mm, with said support (3, 3a, 3b) being so designed as to extend approximately parallel to an adjacent wall (1), said sound assembly comprising at least two series of micro-perforations (d_1, d_2) distributed over said support (3, 3a, 3b), said series of perforations (d_1, d_2) having different surfaces and being distributed over one single support (3), **characterized in that** said perforations (d_1, d_2) of said two series of perforations are micro-perforations, the diameter of which is less than 2mm, **in that** said micro-perforations (d_1) having a smaller surface are distributed over the single support according to a triangular shaped mesh and **in that** said micro-perforations (d_2), having a larger surface are distributed over the support according to a square or rectangular shaped mesh.
2. A sound-absorbing assembly according to claim 1, **characterized in that** said adjacent wall may be a solid wall.
3. A A sound-absorbing assembly according to one of claims 1 and 2, **characterized in that** the series of micro-perforations (d_1, d_2) are distributed over at least two supports (3a, 3b).

4. A sound-absorbing assembly according to claim 3, **characterized in that** the micro- perforations (d1) have identical surfaces.
5. A sound-absorbing assembly according to one of the preceding claims, **characterized in that** the support consists of a stretched sheet (3, 3a, 3b).
6. A sound-absorbing assembly according to one of claims 1 to 4, **characterized in that** the support consists of a rigid element.
7. A sound-absorbing assembly according to one of claims 3 to 4, **characterized in that** the supports (3a, 3b) are parallel-laid.

Patentansprüche

1. Akustische, absorbierende Struktur, die dazu bestimmt ist, im Innern einer Einfassung wenigstens ein Wandelement zu bilden, wobei diese Struktur wenigstens einen Träger umfasst, der mit Mikroperforationen versehen ist, deren Durchmesser kleiner als 2 mm ist, wobei der genannte Träger (3, 3a, 3b) dazu bestimmt ist, sich deutlich parallel zu einer anliegenden Wand (1) zu erstrecken, wobei die genannte akustische Struktur wenigstens zwei Perforationsserien (d₁, d₂) umfasst, die sich über den genannten Träger (3, 3a, 3b) erstrecken, wobei die genannten Perforationsserien (d₁, d₂) unterschiedliche Flächen haben und sich auf einem einzigen Träger (3) verteilen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannten Perforationen (d₁, d₂) der genannten zwei Perforationsserien Mikro-Perforationen sind, deren Durchmesser kleiner ist als 2 mm, dass die genannten Mikro-Perforationen (d₁) mit kleinerer Oberfläche sich auf dem einzigen Träger gemäß einer Vernetzung in dreieckiger Form verteilen und dass die genannten Mikro-Perforationen (d₂) mit einer größeren Oberfläche sich auf dem Träger gemäß einer Vernetzung in quadratischer oder rechteckiger Form verteilen.
2. Akustische Struktur gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannte anliegende Wand eine massive Wand sein kann.
3. Akustische Struktur gemäß Anspruch 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Serien der Mikro-Perforationen (d₁, d₂) sich wenigstens auf zwei Trägern (3a, 3b) verteilen.
4. Akustische Struktur gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikro-Perforationen (d₁) identische Oberflächen haben.
5. Akustische Struktur gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Träger aus einer gespannten Fläche (3, 3a, 3b) gebildet wird.
6. Akustische Struktur gemäß Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Träger aus einem steifen Element gebildet wird.
7. Akustisches Element gemäß Anspruch 3 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Träger (3a, 3b) parallel sind.

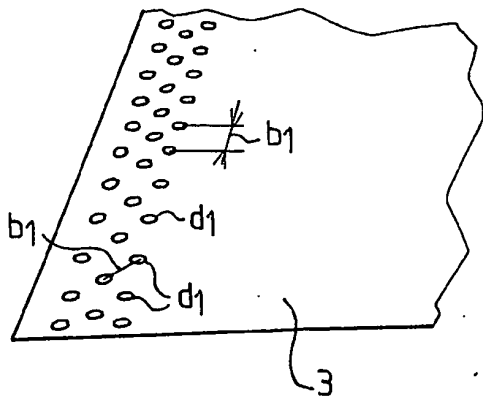


FIG. 1

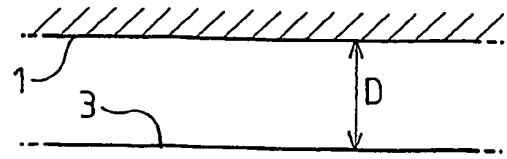


FIG. 2

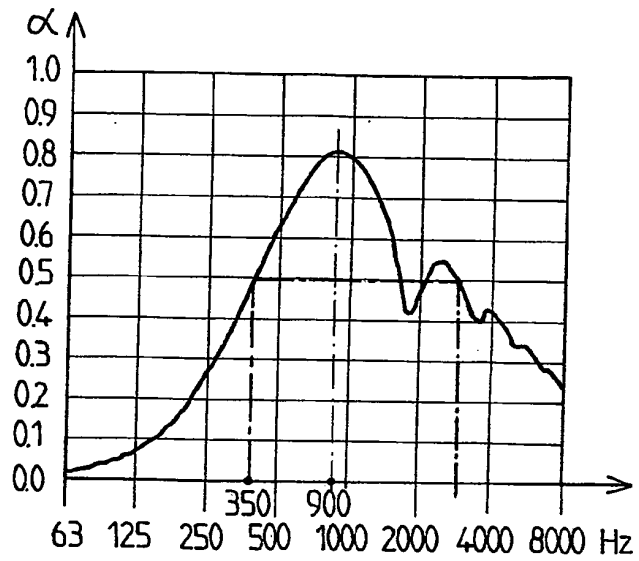


FIG. 3

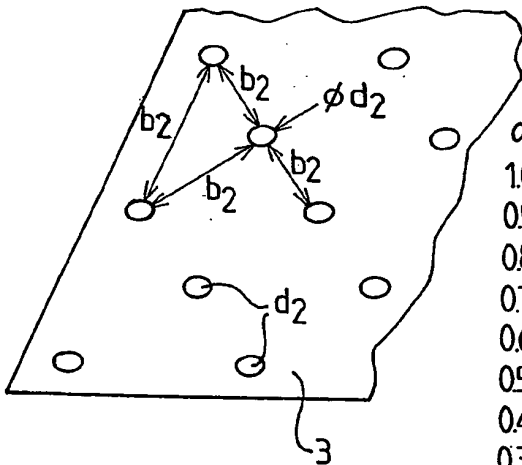


FIG. 4

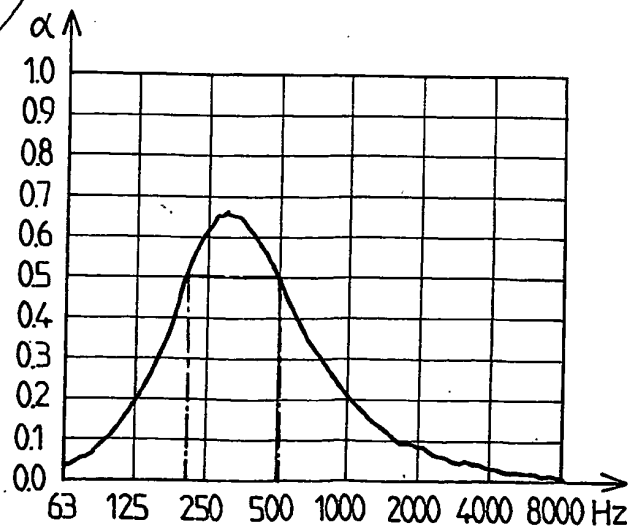
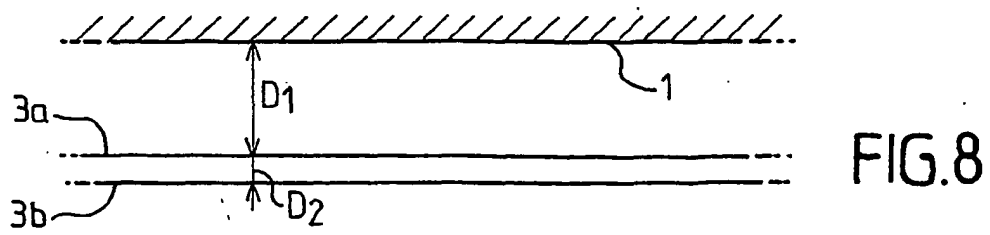
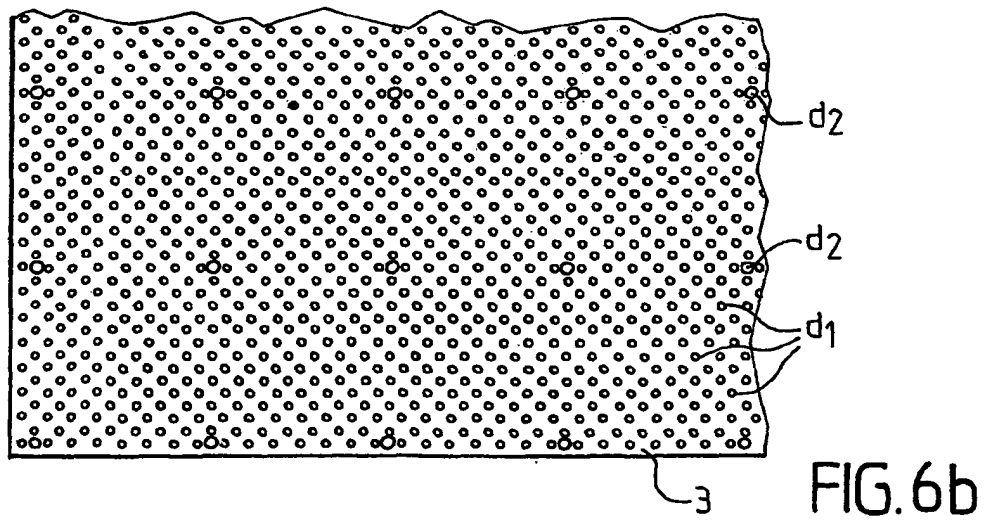
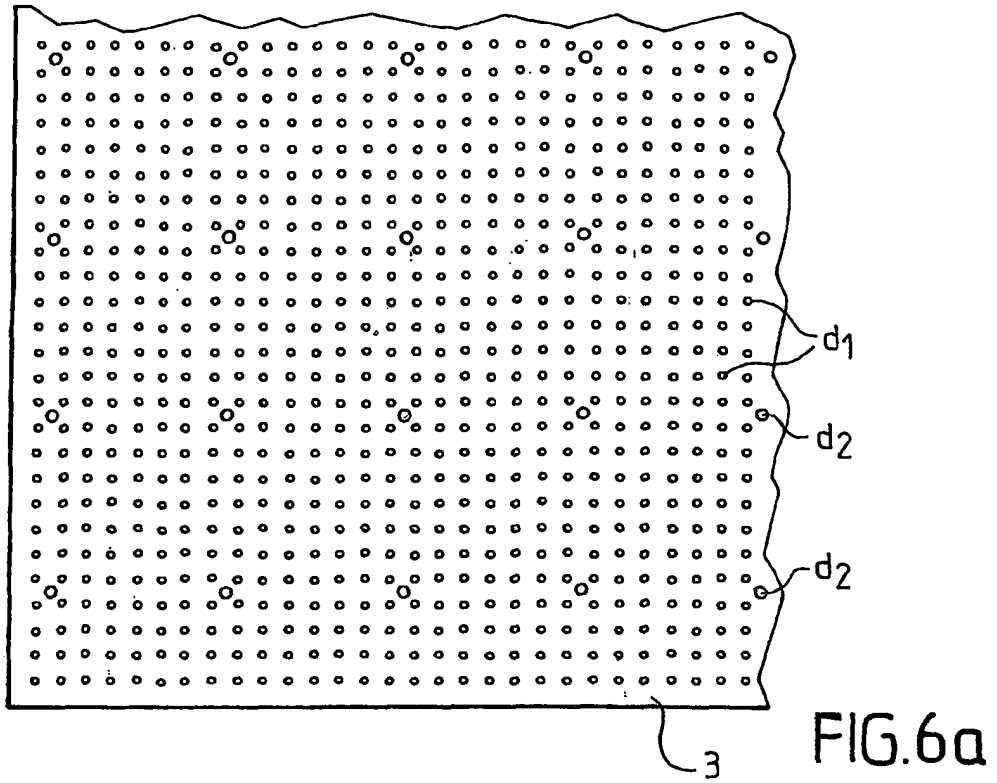


FIG. 5



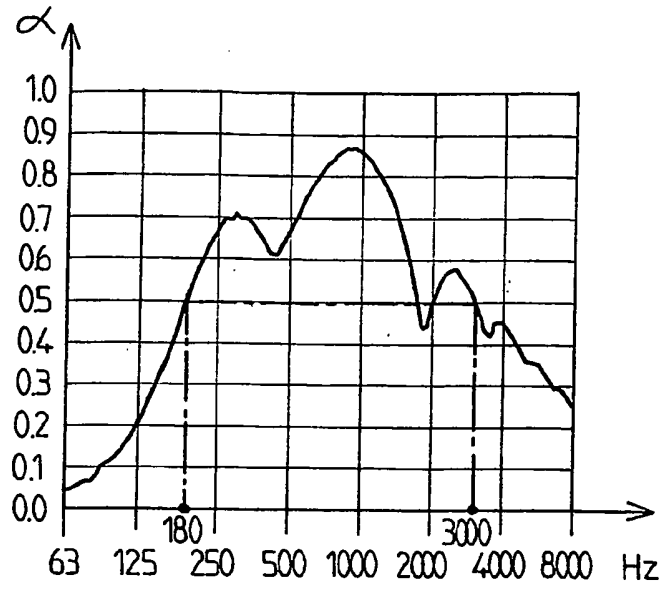


FIG. 7

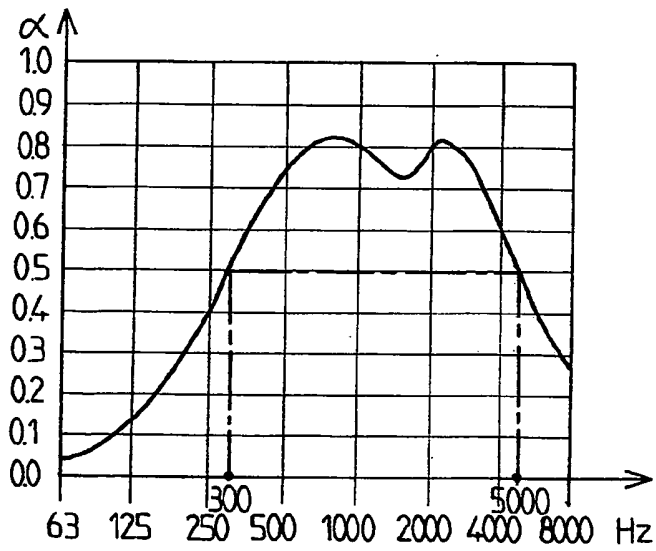


FIG. 9

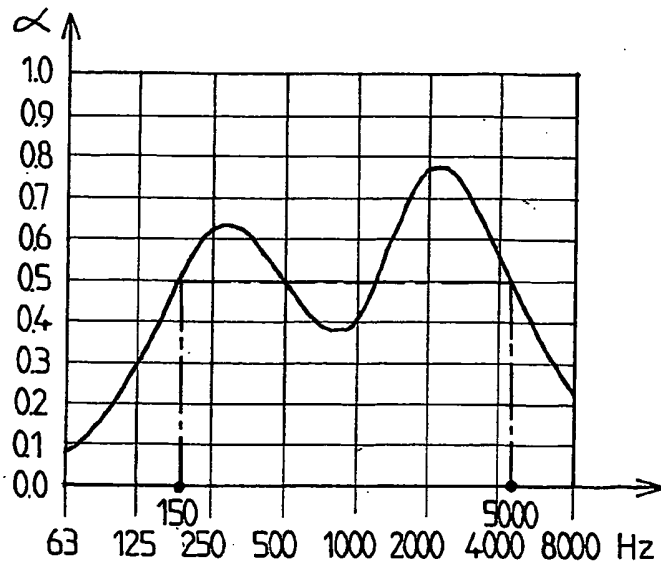


FIG. 10

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 5700727 A [0005]
- US 20010050197 A [0005]
- EP 0816483 A [0005]
- DE 9320543 [0005]
- FR 1090617 [0009]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **DAH-YOU MAA.** Theory and design of microperforated panel sound-absorbing constructions. *Scientia Sinica*, vol. 18 (1), 55-711975 [0005]