(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 544 846 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.04.2015 Patentblatt 2015/17

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

(21) Anmeldenummer: **04029672.5**

(22) Anmeldetag: **15.12.2004**

(54) **Schallabsorbierendes flächiges Schaumstoffmaterial**

Flat sound absorbing foam material

Matériau alvéolaire plat insonorisant

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

(30) Priorität: **15.12.2003 DE 10358595**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.06.2005 Patentblatt 2005/25

(73) Patentinhaber: **Cellofoam GmbH & Co. KG**
88400 Biberach (DE)

(72) Erfinder: **Roellinghoff, Juergen**
88437 Maselheim (DE)

(74) Vertreter: **Klingseisen, Franz et al**
Klingseisen & Partner
Bräuhausstrasse 2
80331 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 2 246 621
DE-A1- 3 313 001
DE-C1- 3 219 339

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).

EP 1 544 846 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein schallabsorbierendes, flächiges bzw. schichtförmiges Schaumstoffmaterial, insbesondere zum Auskleiden von Schalldämmhauben und Einhausungen, Motorhauben und dergleichen.

[0002] Es ist bekannt, für Auskleidungen von Schalldämmhauben und dergleichen eine Lage Schaumstoffmaterial zu verwenden. Die Schaumstoffschicht kann durch Anschmelzen eine mikroporöse Oberflächenschicht aufweisen. Die Schallabsorptionswirkung solcher Schaumstoffauskleidungen hängt neben Materialeigenschaften und Aufbau des Absorbers vor allem von der Dicke der Schaumstoffschicht ab.

[0003] DE 2 246 621 beschreibt eine Akustikplatte mit Erhöhungen und Vertiefungen.

[0004] Bei der Schallabsorption geht es darum, aus der einfallenden Schallwelle möglichst hohe Energieanteile abzuführen bzw. zu absorbieren. Die höchste Energieebene einer Schallwelle liegt im Bereich der maximalen Amplitude, d. h. der vertikalen Schwingung der Luftteilchen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung, die bei $\lambda/4$ und $3/4\ \lambda$ am höchsten ist. Dies bedeutet für einen porösen Absorber wie Schaumstoffmaterial, dass für eine gute Wirkung der Schallabsorption umso höhere Schichtdicken benötigt werden, je niedriger die Schallfrequenz ist bzw. je größer die Wellenlänge der Schallwelle ist. Nimmt man beispielsweise eine Schallfrequenz von 1000 Hz, so ergibt sich unter Berücksichtigung der Schallgeschwindigkeit eine Wellenlänge von 0,33 m, wobei die maximale Amplitude bei 8 bzw. 24 cm auftritt. Selbst mit einem idealen porösen Absorber, der unter 8 cm dick ist, kann man keine vollständige Absorption erreichen. Um 99,9 % des Schalls bei 100 Hz abzubauen, müsste die Absorberdicke etwa 82 cm stark sein.

[0005] In Motorkapseln, Maschinenverkleidungen, insbesondere im KFZ-Bereich, bei Klimakanälen und dergleichen ist es in der Regel nicht möglich, Schichtdicken des schallabsorbierenden Materials über 50 mm einzusetzen. Damit stellen die niedrigen, aber immer deutlich vorhandenen Frequenzbereiche < 1000 Hz unlösbare Probleme dar, weil die Schichtdicke nicht erhöht werden kann.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Schallabsorptionswirkung bei einem schichtförmigen Schaumstoffmaterial deutlich zu verbessern, ohne dass die Schichtdicke erhöht werden muss.

[0007] Diese Aufgabe wird, gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0008] Die Erfindung wird beispielsweise anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Schnittansicht durch eine Schaumstoffschicht,

Fig. 2 ein Diagramm, das den Schallabsorptionsgrad in Abhängigkeit von der Schallfrequenz wiedergibt,

Fig. 3 ein Diagramm, das den Absorptionskoeffizienten in Abhängigkeit von der Frequenz bei einer Schaumstoffschicht wiedergibt,

Fig. 4 ein Diagramm, das die Pegelabnahme als Funktion des Schallabsorptionsgrads wiedergibt, und

Fig. 5 eine Tabelle, die die subjektiv empfundene Lautstärkenreduzierung wiedergibt.

[0009] Fig. 1 zeigt schematisch einen Querschnitt durch eine Schicht 1 aus Polyurethanschaum, die einen porösen Absorber darstellt und eine durchschnittliche Schichtdicke von beispielsweise 15 mm hat. Die dem Schalleinfall abgewandte Rückseite der Schaumstoffschicht 1, die an einer nicht dargestellten Verkleidungswand zum Anliegen kommt, kann eben ausgebildet sein, während die dem Schalleinfall zugewandte Oberfläche mit versetzt zueinander angeordneten flachen Erhöhungen 1a und dazwischen liegenden flachen Vertiefungen 1b versehen ist. Der Abstand der Erhöhungen 1a kann beispielsweise etwa 50 mm betragen und die Höhendifferenz zu einer Vertiefung 1b ca. 10 bis 12 mm. Durch diese Oberflächenstruktur ergibt sich gegenüber einer Schaumstoffschicht von 15 mm Dicke mit ebener Oberfläche etwa eine Verdoppelung der Schallschluckfläche.

[0010] Mit 1c ist eine Oberflächenschicht der Schaumstoffschicht bezeichnet, die durch Anschmelzen und Verbrennen von etwa 2 bis 3 mm des Schaumstoffinaterials an der Oberfläche ausgebildet wird, beispielsweise indem eine heiße Walze unter Druck über die Schaumstoffschicht abgerollt wird. Hierdurch ergibt sich eine weitgehend geschlossene Oberfläche aus den Verbrennungsrückständen des Schaumstoffmaterials, insbesondere Polyurethan, die aber mikroporös ist. Diese Oberflächenschicht 1c wirkt als schwingungsfähige Membran und kann eine Dicke im Bereich von 10 bis 15 μ haben.

[0011] Diese mikroporöse Oberflächenschicht bzw. Haut 1c ist für Luft durchlässig, nicht aber für Wasser oder Öl, wegen der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten.

[0012] In der Oberflächenschicht 1c werden vorzugsweise Einprägungen vorgesehen, die die Oberfläche für den einfallenden Schall vergrößern und Beugungseffekte des Schalls verstärken. Als Beispiel sind sich kreuzende bzw. rautenförmig angeordnete Nutabschnitte 1d in Fig. 1 angedeutet, die in die Oberflächenschicht 1c eingeprägt sind und eine Tiefe von 1 bis 3 mm haben können.

[0013] Die Absorption eines Schallschluckmaterials hängt auch sehr stark vom Einfallswinkel einer Schallwelle ab. Fig. 3 zeigt den Absorptionskoeffizienten bei diffusem Schalleinfall in Abhängigkeit von der Frequenz. In der Praxis treten bei diffusen Schallfeldern alle Einfallswinkel auf. Die Oberflächenstruktur nach Fig. 1 ergibt einen optimalen durchschnittlichen Einfallswinkel. Durch den zum großen Teil schrägen Schalleinfall auf die Oberfläche treten nahezu wandparallele Komponenten der Schallamplitude auf, bei denen die Längsausdehnung der Schaumstoffschicht zur Wirkung kommt, so dass diese Komponenten wie durch eine sehr dicke Schaumstoff-

lage wirksam absorbiert werden. Hierdurch werden Schallabsorptionswerte erzielt, die über die allein durch die Schichtdicke rechnerisch erzielbare Schallabsorptionswirkung deutlich hinausgehen und sonst nur mit vielfachen Schichtdicken eines üblichen flächigen Schaumstoffmaterials erreicht werden. Diese hohen Schallabsorptionswerte werden unterstützt durch auftretende Beugungseffekte an den Einprägungen 1d, die vorzugsweise in Rautenstruktur an der Oberfläche vorgesehen sind.

[0014] Fig. 2 zeigt den Schallabsorptionsgrad von erfindungsgemäß gestalteten Schaumstoffschichten bei unterschiedlichen durchschnittlichen Dickenabmessungen in Abhängigkeit von der Schallfrequenz. So wird bei einer durchschnittlichen Schichtdicke von 30 mm und 630 Hz ein Absorptionswert α über 1,0 erreicht, wobei 1,0 100 % entspricht. Für einen solchen Absorptionswert wird bei einer Schaumstoffschicht einheitlicher Dicke, also ohne die erfindungsgemäße Wellenstruktur der mikroporösen Oberfläche, eine Schichtdicke von 130 mm benötigt. Die praktische Bedeutung derartiger Absorptionswerte wird durch die Fig. 4 und 5 verdeutlicht. Fig. 4 zeigt die Schallpegelabnahme als Funktion des Schallabsorptionsgrads α. Fig. 5 gibt die subjektiv empfundene Lautstärkenreduzierung wieder. Danach entspricht z. B. eine Schallpegelreduzierung von 5 dB bei einem Schallpegel von 60 dB bereits einer Lautstärkenreduzierung für das menschliche Ohr von 29 %.

[0015] Die Rückseite der Schaumstoffschicht 1 kann mit einem Verstärkungsmaterial beschichtet sein. Sie kann auch selbstklebend ausgebildet sein, um die Anbringung an einer Wand zu erleichtem.

[0016] Es sind verschiedene Abwandlungen der beschriebenen Gestaltung der Oberfläche einer Schaumstoffschicht möglich. So kann der Abstand der flachen Erhöhungen 1a variiert werden, wie auch die Höhe zwischen Erhöhung und Vertiefung. So kann der Abstand zwischen den Erhöhungen 1a 40 - 60 mm, insbesondere 45 - 55 mm betragen. Die Höhe zwischen Erhöhung und Vertiefung kann dabei 8 - 15 mm betragen. In besonderen Fällen kann ein Abstand der Erhöhungen von bis zu 100 mm verwendet werden. Insgesamt wird eine möglichst flache Oberflächenstrukturierung vorgesehen, um die Nachteile partiell geringer Volumendichte und damit schlechterer Absorption weitgehend zu vermeiden.

[0017] Die wellenförmige Oberflächenstruktur ist unabhängig von der verwendeten Schichtdicke des Schaumstoffs. Bei einer gegebenen Dicke der Schaumstoffschicht wird die wellige Oberflächenstruktur so ausgelegt, dass bei geringst möglicher Profiltiefe eine Vergrößerung der Oberfläche von etwa 180 - 250 % erzielt wird. Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 mit einem Abstand der Erhöhungen von 50 mm und einer Differenz zwischen Erhöhung und Vertiefung von 10 bis 12 mm ergibt sich etwa eine Verdoppelung der Oberfläche bzw. eine Erhöhung der Oberfläche von etw 200 %.

[0018] Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel folgt die Schnittlinie in Fig. 1 etwa einer Sinuskurve. Es ist aber auch möglich, die Vertiefungen beispielsweise tiefer auszubilden und die Erhöhungen breiter zu gestalten als die Vertiefungen. Wesentlich ist hierbei, dass sich flache kuppenförmige Erhöhungen 1a ergeben und auch die Vertiefungen 1b derart flach abgerundet konkav gestaltet sind, dass sich eine stetige Neigungsänderung der Oberfläche ergibt.

[0019] Die beschriebene Oberflächenstruktur führt bei verschiedenen Arten von Schaumstoffmaterial zu einer wesentlichen Verbesserung der Schallabsorptionswirkung.

[0020] Durch die eingeprägten Nutabschnitte 1d in der Oberflächenschicht wird deren mikroporöse Struktur im Bereich der Nuten 1d etwas offener, sodass höhere Frequenzen besser aufgenommen und absorbiert werden können.

[0021] Vorzugsweise wird als Schaumstoffmaterial Polyurethan ester verwendet, der eine etwa 40 % offenzellige und etwa 60 % geschlossenzellige Struktur hat.

Patentansprüche

1. Schallabsoibieiendes, schichtfözmiges Schaumstoffmaterial, dessen dem Schalleinfall zugewandte Oberfläche mit Erhöhungen (1a) und Vertiefungen (1b) derart versehen ist, dass im Verhältnis zu einer Schaumstoffschicht von einheitlicher Dicke und gleichem Volumen pro Flächeneinheit die Oberfläche für den einfallenden Schall etwa auf zumindest das Doppelte vergrößert ist, wobei das Schaumstoffmaterial, der den Schalleinfall zugewandten Oberfläche eine mikroporöse Oberflächenschicht (1c) aufweist.

2. SchaumstoSmaterial nach Anspruch 1, wobei die Oberfläche um etwa 180 - 250 % gegenüber einer ebenen Oberfläche durch flache Erhöhungen vergrößert ist.

3. Schaumstoffmaterial nach Anspruch 1 oder 2, wobei im Querschnitt den Schaumstoffschicht (1) die Oberfläche eine wellenfözmige Struktur hat und in den Iälein der Schnittlinie versetzt dazu Erhöhungen einer benachbarten Schnittlinie angeordnet sind

4. Schaumstoffmaterial nach Anspruch 3, wobei die Erhöhungen (1a) einen Abstand von etwa 40 - 60 mm von einander haben und die Höhe zwischen Erhöhung und Veitiefung etwa 8 - 15 mm beträgt.

5. Schaumstoffmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Oberfläche mit Einprägungen, wie rautenförmig angeordneten Nutabschnitten (1d) oder kleineren Vertiefungen versehen ist

Claims

1. Sound-absorbing, sheet-like foam material, whose surface which faces the sound incidence is provided with elevations (1a) and recesses (1b) such that, in relation to a foam layer of uniform thickness and of the same volume per unit area, the surface area for the incident sound is increased approximately by at least two times, wherein the foam material of the surface facing the sound incidence has a microporous surface layer (1 c)

2. Foam material of claim 1, wherein the surface is enlarged by approximately 180 to 250% in relation to a flat surface by flat elevations.

3. Foam material according to claim 1 or 2, wherein in the cross-section of the foam layer (1) the surface has a wave-shaped structure, and in the valleys of the line of intersection, elevations of an adjacent line of intersection are arranged offset thereto

4. Foam material according to claim 3, wherein the elevations (1 a) have a distance of approximately 40 to 60 mm from one another and the height between elevation and recess is approximately 8 to 15 mm

5. Foam material according to any one of the preceding claims, wherein the surface is provided with indentations, like groove portions (1d) arranged in a diamond-shaped manner or like smaller recesses.

Revendications

1. Matériau d'absorption acoustique en mousse en forme de feuille, dont la surface face à l'incidence sonore est fournie avec des saillies (1a) et des creux (1 b) de sorte que, par rapport à une couche de matériau en mousse d'une épaisseur uniforme et du même volume par unité de surface, la surface pour l'incidence sonore est approximativement augmentée par au moins deux fois, dans lequel le matériau en mousse de la surface face à l'incidence sonore a une couche de surface microporeuse (1c)

2. Matériau en mousse selon la revendication 1, dans lequel la surface est augmentée par environ 180 à 250% par rapport à une surface plane par des saillies plates.

3. Matériau en mousse selon la revendication 1 ou 2, dans lequel, dans une section transversale de la couche en mousse (1), la surface a une structure ondulée et dans les dépressions de l'intersection sont disposées des saillies d'une intersection adjacente, décalées par rapport aux dépressions.

4. Matériau en mousse selon la revendication 3, dans lequel les saillies (1a) ont une distance d'environ 40 - 60 mm les unes des autres, et la hauteur entre les saillies et les dépressions est environ 8 à 15 mm

5. Matériau en mousse selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la surface est fournie avec des empreintes, comme des parties de rainure (1d) disposées en forme de losange ou comme des dépressions plus pentites.

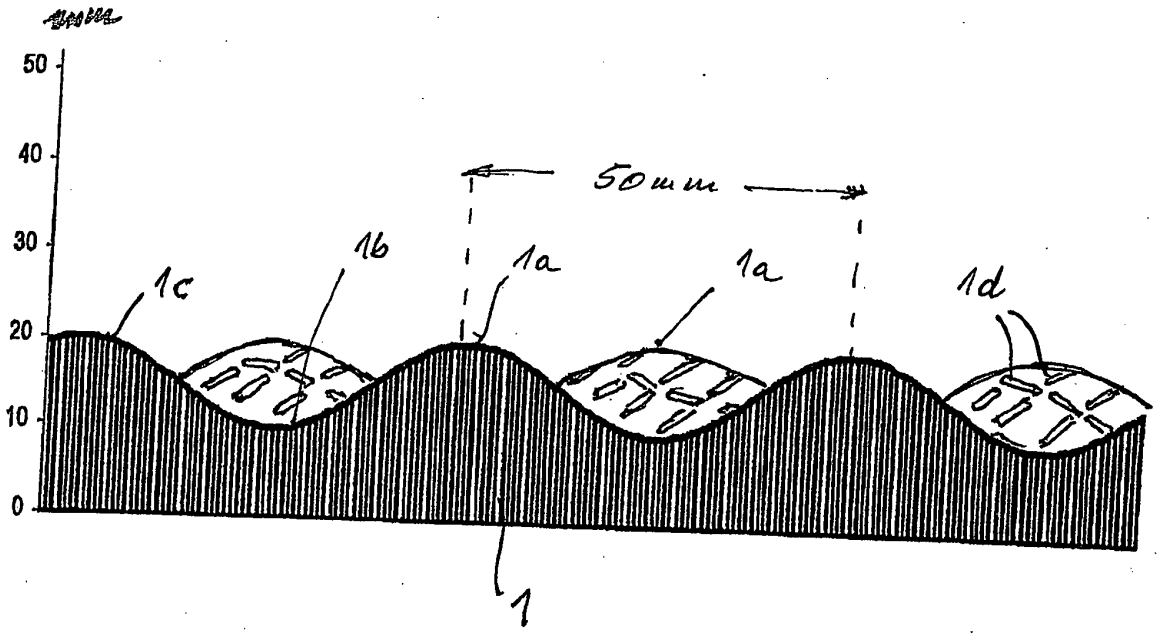


Fig. 1

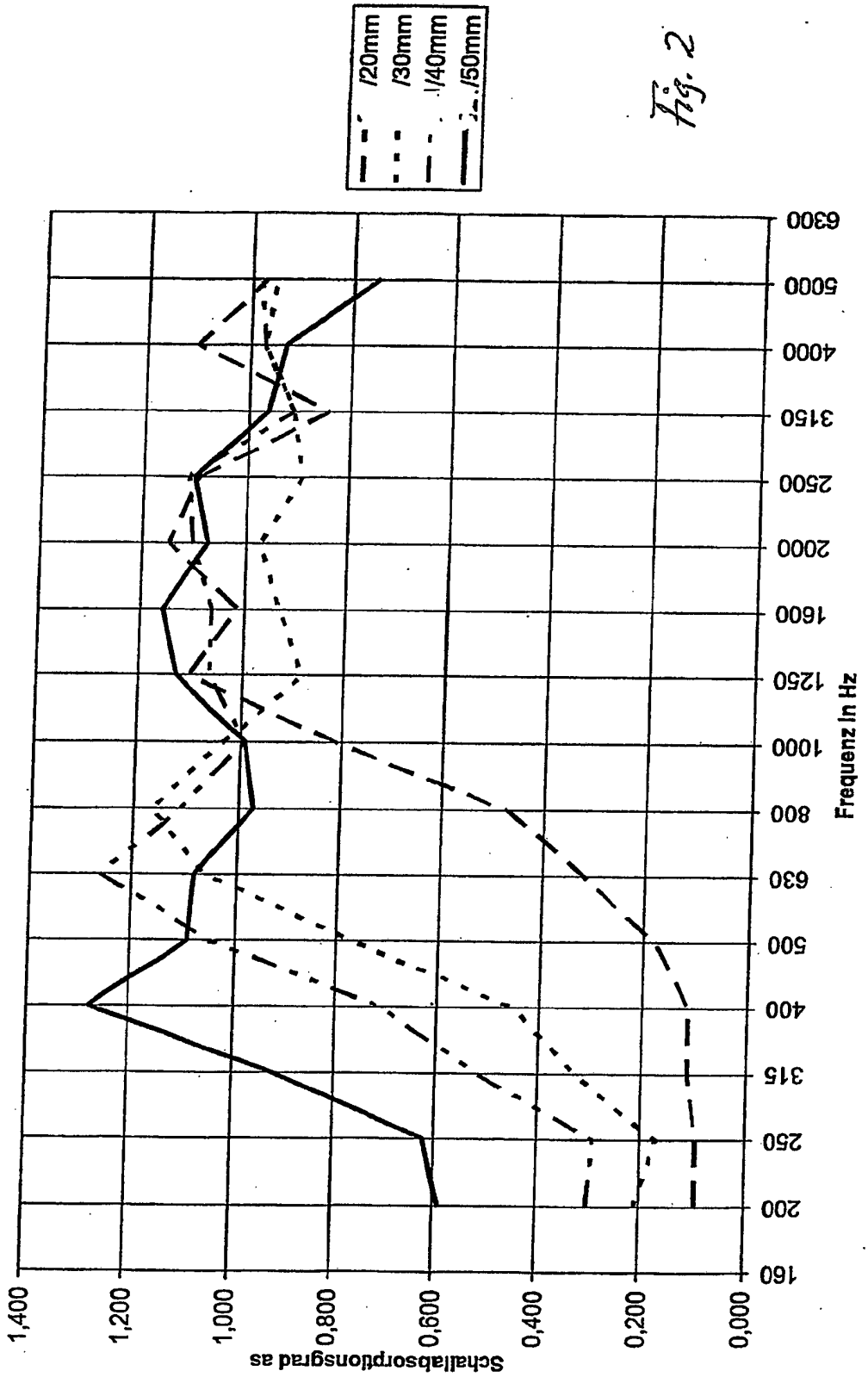

/20mm
/30mm
/40mm
/50mm
Schallabsorptionsgrad as
1,400
1,200
1,000
0,800
0,600
0,400
0,200
0,000
Frequenz in Hz
160
200
250
315
400
500
630
800
1000
1250
1600
2000
2500
3150
4000
5000
6300

Fig. 2

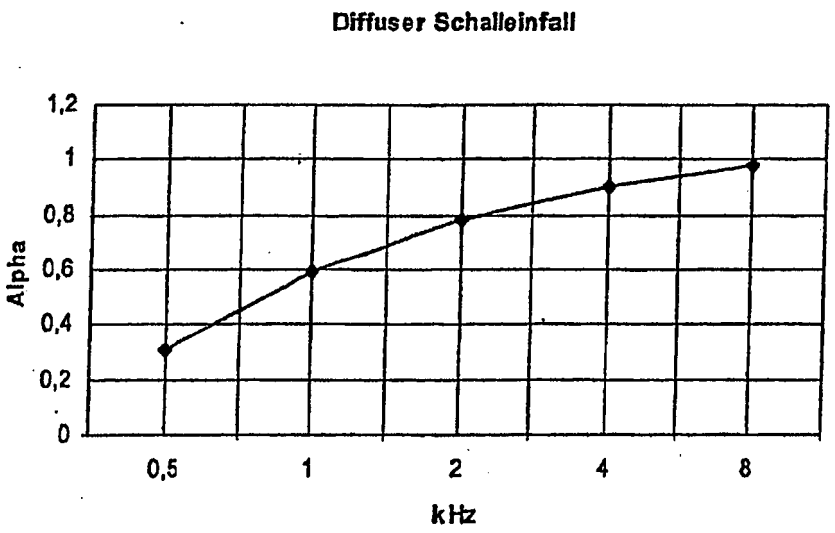


Fig. 3

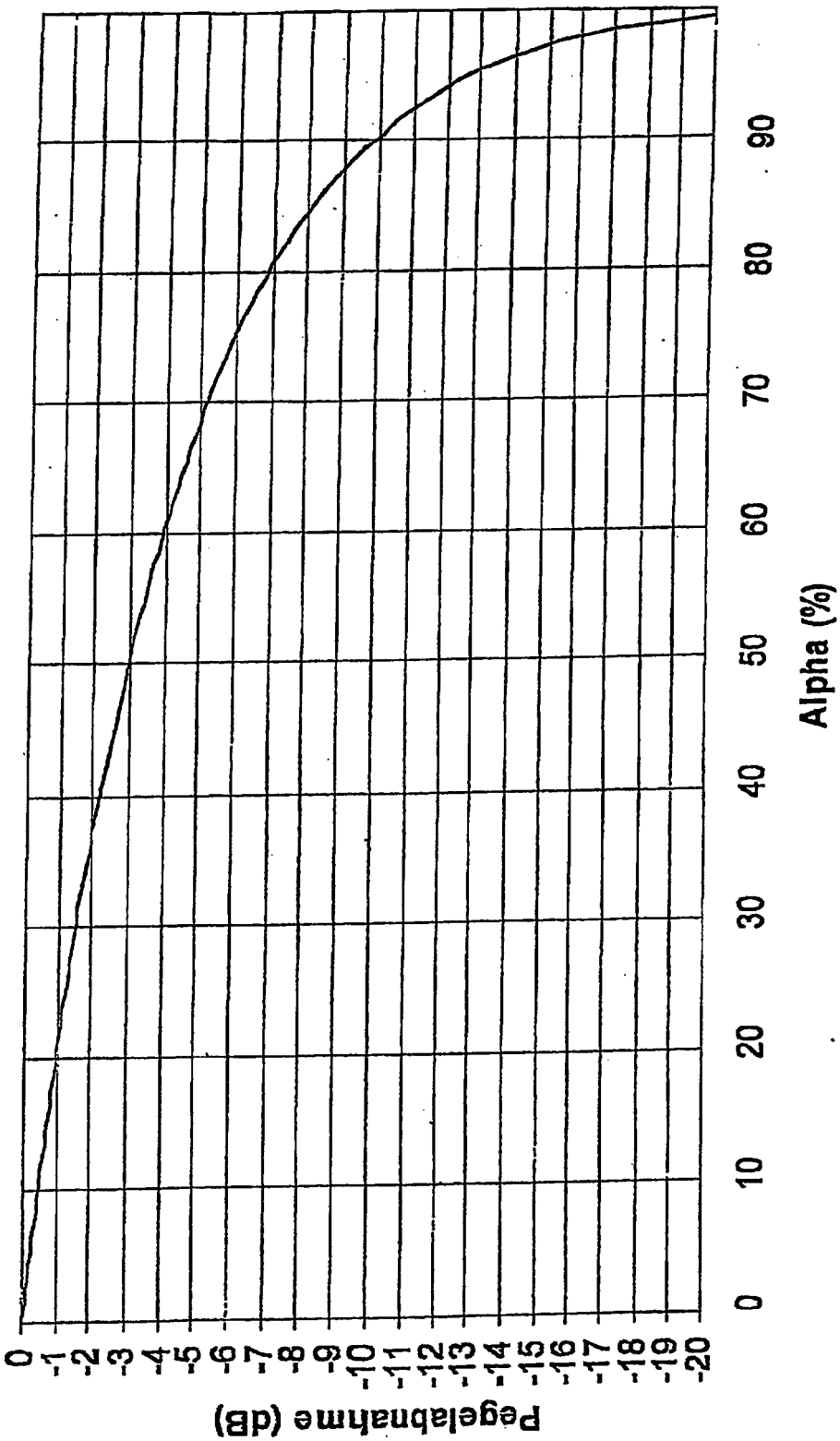

Pegelabnahme (dB)
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
Alpha (%)

Fig. 4

Schallpegel vor der Reduzierung	Schallpegel Reduzierung in dB													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
	Lautstärken-Reduzierung in %													
40 dB	17	24	31	37	43	48	53	58	63	71	77	82	87	90
50 dB	13	19	25	32	38	43	47	52	56	63	69	75	80	84
60 dB	12	18	24	29	34	38	42	46	50	56	62	69	73	78
70 dB	12	17	22	26	30	34	38	42	45	52	58	64	68	72
80 dB	15	21	27	33	38	42	47	50	54	59	64	67	71	75
90 dB	15	22	28	34	39	44	48	52	55	62	67	72	76	79
100 dB	16	23	30	35	40	44	49	53	57	63	69	74	77	81
110 dB	16	24	30	36	41	46	51	55	59	66	71	75	79	82
120 dB	17	25	32	38	43	48	53	58	61	68	73	77	81	84
130 dB	17	24	31	37	42	47	52	56	60	67	73	77	81	84

Fig. 5

EP 1 544 846 B1

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 2246621 **[0003]**