



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 406 792 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
24.11.2004 Patentblatt 2004/48

(51) Int Cl.7: **B60R 13/08**, E04B 1/84,
G10K 11/172

(21) Anmeldenummer: **02764576.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2002/006106

(22) Anmeldetag: **04.06.2002**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/008237 (30.01.2003 Gazette 2003/05)

(54) **SCHALLABSCHIRMELEMENT**
SOUNDPROOFING ELEMENT
ELEMENT D'ISOLATION PHONIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

(30) Priorität: **17.07.2001 DE 10134783**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.04.2004 Patentblatt 2004/16

(73) Patentinhaber: **Faist Automotive GmbH & Co. KG**
86369 Krumbach (DE)

(72) Erfinder:
• **SCHWEIGGART, Franz**
89284 Pfaffenhofen an der Roth (DE)

- **KOCH, Franz**
89335 Ichenhausen (DE)
- **PATSOURAS, Dimitrios**
85221 Dachau (DE)
- **PFAFFELHUBER, Klaus**
89312 Günzburg (DE)

(74) Vertreter: **Müller, Hans-Jürgen**
Maximilianstrasse 6
80539 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 524 566 WO-A-00/68039
WO-A-99/35007 WO-A-99/44816
DE-B- 1 264 021 FR-A- 1 352 581
US-A- 3 985 198

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 406 792 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Schallabschirmelement mit mindestens einer viele kleine Durchbrechungen aufweisenden Platte nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Derartige Schallabschirmelemente, die beispielsweise zum Schutz vor Schallausbreitung aus dem Lärmbereich eines Raumes in einen Nachbarraum und/oder zum Abdecken schallreflektierender oder schallerzeugender Bauteile verwendet werden, sind bereits bekannt (WO 00/68039 und WO 99/44816). Dabei ist die Bemessung des mittleren Durchmessers bzw. der als Löcher, Schlitze oder dergleichen ausgebildeten kleinen Durchbrechungen ebenso wichtig wie der Flächenanteil, welcher solche Durchbrechungen auf der Gesamfläche des Schallabschirmelements aufweist. Dieses sogenannte "Lochflächenverhältnis" soll ebenso wie der mittlere Durchmesser oder die Breite der Durchbrechungen sehr klein sein. Lochflächenverhältnisse zwischen 0,01 % und 10 % sowie mittlere Durchmesser bzw. Breiten der Durchbrechungen zwischen 0,01 mm und 1 mm werden bevorzugt.

[0003] Bei solchen Schallabschirmelementen ist es auch bereits bekannt, mehrere solcher mit vielen kleinen Durchbrechungen versehenen Platten parallel hintereinander vor beispielsweise der schallreflektierenden Wand anzuordnen und durch Abstandhalter voneinander im Abstand zu halten.

[0004] Darüber hinaus ist es auch bekannt (DE-AS 1 180 155), eine aus mindestens drei Schichten bestehende Schalldämpfungsplatte mit gelochten Frontplatten und sandwichartig zwischen Front- und Rückplatte eingesetzter Hartfaserplatte auszurüsten; dabei sind auch große Löcher vorgesehen, welche durch das 3-Platten-System hindurchgehen und vor allem der Belüftung dienen.

[0005] Bei schallisolierenden, aus Kunststoff verformten Bauteilen ist es auch bekannt (US 4 479 992), stark hervorspringende dünne Wandteile dadurch mechanisch zu stabilisieren, daß sie auf der Rückseite mit einer wabenförmigen Versteifungsstruktur versehen sind.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Schallabschirmelemente der eingangs genannten Gattung hinsichtlich ihrer Schallabsorption auf möglichst einfache Weise und mit niedrigen Herstellungskosten noch weiter zu verbessern.

[0007] Die Erfindung ist im Anspruch 1 gekennzeichnet, und in weiteren Unteransprüchen und in der Beschreibung sind bevorzugte Ausbildungsformen beansprucht bzw. beschrieben.

[0008] Es hat sich sehr überraschenderweise gezeigt, daß die Schallabsorption dann erfindungsgemäß verbessert werden kann, wenn hinter der Platte ein System von Kammern angeordnet ist, welche durch Trennwände voneinander getrennt sind. Die Platte dient dann gewissermaßen als frontseitige Abdeckung des Kammer-Systems, bei dem die Trennwände im wesentlichen

unter rechtem Winkel zur Platte verlaufen. Ein solches "Kasten- bzw. Kassettensystem" ist schematisch in Figur 1 gezeigt. Messungen haben bestätigt, daß die äquivalente Absorptionsfläche, welche ein Maß für die Absorption insbesondere im hörbaren Schallwellenbereich repräsentiert, ganz erheblich und für bestimmte Frequenzbereiche um das Mehrfache verbessert werden kann. Diese Ergebnisse sind nicht voraussehbar gewesen, selbst wenn es bekannt war, zwischen einer perforierten Außenschicht und einer rückseitigen Abdeckplatte gelochtes Material insbesondere aus Schaumstoff anzuordnen (US 3 770 560). Die erfindungsgemäße Ausbildung ist auch nicht etwa mit bereits seit langem bekannten Helmholtz-Resonatoren vergleichbar, welche im Querschnitt im Wesentlichen kreisförmige Kammern in beispielsweise Kunststoff aufweisen, die entweder mit einer dünnen schwingfähigen Abdeckfolie oder mit einer Frontplatte abgedeckt sind, die für jede Helmholtz-Kammer eine Durchbrechung aufweist.

[0009] Bei der Erfindung werden die Kammern bevorzugt im Querschnitt rechteckförmig ausgebildet, so daß die Trennwände jeweils in einer im Wesentlichen geraden Ebene verlaufen, wodurch sich die Herstellung auch großflächiger Schallabschirmelemente sehr erleichtert. Die Trennwände können aber auch bienenwabenartig ausgebildet oder durch aneinandergelegte Rohrstücke gebildet sein. Die Kammern haben eine lichte Breite zwischen 10 mm und 300 mm. Die Trennwände sollten möglichst dünnwandig sein; die Wandstärken betragen zwischen 0,5 mm und 5 mm, und 3 mm.

[0010] Als Material für die Trennwände empfiehlt sich vor allem Polypropylen bei einer kasettierten Unterbodenverkleidung von Kraftfahrzeugen. Bei Hochtemperaturanwendungen sind auch Metalle, z.B. Aluminium, für die Trennwände vorteilhaft.

[0011] Für die Platte ist ein Lochflächenverhältnis zwischen 1 % und 8 % besonders bevorzugt, und der mittlere Durchmesser oder die Breite der kleinen Durchbrechungen sollte zwischen 0,05 mm und 1 mm betragen. Das System der Kammern und Trennwände sollte an der der Platte abgewandten Seite an eine Rückwand anschließen; diese kann gleichfalls als Platte ausgebildet sein. Die Rückwand kann aber auch fehlen.

[0012] Die Kammern sind bevorzugt luftgefüllt. Es wird vermutet, daß die Luftschwingungen hinter der mit kleinen Durchbrechungen, insbesondere kleinen kreisförmigen Löchern versehenen "Lochplatte" durch die als "Querwände" angeordneten Trennwände derart beeinflusst werden, daß ein erheblich größerer Anteil an "Schallenergie" in der davorliegenden mikroperforierten Platte gedämpft wird.

[0013] Anhand der Zeichnung wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung im Folgenden beschrieben. Dabei zeigen:

Figur 1 eine schematische Teilansicht (teilweise aufgerissen) auf ein erfindungsgemäßes Schallab-

schirmelement und

Figuren 2 und 3 Kurven für die äquivalente Absorptionsfläche in m^2 in Abhängigkeit von der Meßfrequenz f in Hz.

[0014] Gemäß Figur 1 ist hinter der mit kleinen als Löchern ausgebildeten Durchbrechungen 2 versehenen Platte 1 ein System 3 von Kammern 4 angeordnet, welche durch orthogonal zur Platte 1 sich erstreckende Trennwände 5 gebildet sind. Die Kammern 4 sind bei diesem Beispiel im Querschnitt rechteckförmig, insbesondere quadratförmig, mit einer Breite B und einer Tiefe T zwischen der Rückseite der Platte 1 und der Rückwand 6, welche gleichfalls aus einer Platte bestehen kann. Diese Rückwand kann jedoch auch entfallen, was überraschenderweise das Absorptionsverhalten kaum verändert. Die Trennwände 5 weisen eine möglichst geringe Wandstärke S auf, die vor allem eine genügende Stabilität des insbesondere selbsttragenden Kammer-systems A von "Kassetten" zu gewährleisten hat.

[0015] Bei einem Messungen unterworfenen Ausführungsbeispiel beträgt die Wanddicke d der Platte 1 etwa 2 mm. Es werden Lochdurchmesser D von 0,8 mm verwendet und das Lochflächenverhältnis, d.h. der Anteil der von den Löchern eingenommenen Fläche an der Gesamtfläche der Platte 1, beträgt 0,5 %. Das Kammer-system 3 weist eine Tiefe T von 30 mm auf. Die Kammer- bzw. Trennwände 5 mit einer Wandstärke S von 2 mm bestehen aus Polypropylen.

[0016] Deren Breite B ist in der nachfolgenden Tabelle angegeben. Die Platte 1 besteht aus transparentem Spritzguß; sie weist eine Wanddicke d von 2 mm auf.

[0017] Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weisen die Kammern 4 die Höhe H und die Breite B auf. Die Abmessung der gesamten gemessenen Anordnung beträgt 1.200 mm x 800 mm

	B (mm)	H (mm)
A	800	1.200
B	400	400
C	200	200
D	100	100
E	50	50
F	ohne Kammern, nur mit Abstandbolzen	

[0018] In Figur 2 ist die äquivalente Absorptionsfläche (m^2) (gemessen in der Alpha-Kabine) in Abhängigkeit von der Meßfrequenz für die Beispiele A bis F der Tabelle, d.h. für unterschiedliche Breiten und Höhen der Kammern 4 aufgeführt. Wenn die gelochte Platte 1 ohne Trennwände im Abstand T von der Rückwand 6 angeordnet ist, was durch geeignete Abstandhalter realisiert werden kann, ergibt sich die Kurve F. Mit zunehmender Begrenzung der Breite B und Höhe H der Kammern 4 werden höhere Absorptionswerte bzw. α -Werte er-

reicht. Die äquivalente Absorptionsfläche wird bei beispielsweise 500 Hz auf 600 %, d.h. um das Fünffache vergrößert. Selbst bei einer Frequenz f von 8 kHz ergibt sich noch eine Vergrößerung der äquivalenten Absorptionsfläche auf mehr als das Doppelte.

[0019] Figur 3 zeigt bei gleichen Kassettierungsmaßnahmen wie im vorherigen Beispiel die Abhängigkeit des Absorptionsverlaufes vom "Kassettierungsgrad", wenn eine hochfrequente Abstimmung der Mikroperforation gewählt wird. Im Gegensatz zu Figur 2 beträgt der Abstand, d.h. die Tiefe T , der mikroperforierten Platte 1 zur Rückwand 6 aber nur $T = 20$ mm. Auch hier ist durch die Kassettierung eine erhebliche Verbesserung der Absorption erreichbar, selbst wenn die prozentuale Steigerung weniger groß ausfällt als bei der tieffrequenten Abstimmung. Die Wanddicke d der Platte 1 beträgt $d = 0,5$ mm mit schlitzförmigen Durchbrechungen 2 von 0,1 mm Breite bei einem Lochflächenverhältnis von 5 %.

[0020] Das erfindungsgemäße Schallabschirmelement ist nicht nur in Räumen, sondern auch zur Abschirmung von Maschinen und lärmverursachenden Aggregaten in Kraftfahrzeugen anwendbar. Auch in Flugzeugen und insbesondere Fahrgastschiffen, in denen der Kabinenbereich besonders lärmgeschützt sein soll, ergeben sich bevorzugte Anwendungsbereiche.

[0021] Die Herstellung des Schallabschirmelements kann durch beispielsweise folgende bevorzugte Herstellungsverfahren so erfolgen, daß die die Kammern bildenden Trennwände mit der die Kammern abdeckenden Platte bzw. Schicht eine mechanische Baueinheit bilden:

1. Es wird eine thermoplastische Kunststoff-Folie von einem Heizfeld erwärmt und dann insb. mittels Vakuum in ein die Kammern bildendes Tiefziehwerkzeug gezogen. Die Folie schmiegt sich der Kammerkontur an und erhärtet durch Erkalten. Die Durchbrechungen können durch Perforieren der Kammerböden, welche die Platte bzw. Schicht bilden, mittels Nadelfeldern hergestellt werden. Dies ist entweder noch im Tiefziehwerkzeug oder auch nachträglich nach dem Entformen möglich. Statt des Vakuum-Tiefziehverfahrens ist auch ein entsprechendes Blasverfahren anwendbar, bei dem die thermoplastische Kunststoff-Folie durch den Blasdruck an die Kontur des formgebenden Blasformwerkzeugs gedrückt wird.

2. Es werden Vliese, Schäume, Folien oder plastische Massen in eine Kammerstruktur verpresst. Dabei ist das Kaltverpressen von vorher thermisch erhitzten thermoplastischen Materialien oder das Heißverpressen von duroplastischen Materialien möglich. Auch hier können die Durchbrechungen durch Perforieren entweder im Presswerkzeug selbst oder nachträglich eingebracht werden. Darüber hinaus ist es dabei auch möglich, schon vorab

"perforiertes" Material entsprechend zu verformen. Dazu kann ein dünnes Vlies Anwendung finden, welches einen mittleren Öffnungsanteil und einen mittleren Öffnungsdurchmesser aufweist, welche den Bemessungsregeln für die Durchbrechungen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 entsprechen.

3. Ein die Platte bzw. die Schicht einerseits und die Trennwände der Kammer andererseits integrierendes Bauteil kann auch durch Gießen, Spritzgießen, Spritzpressen oder Spritzprägen hergestellt werden. Dabei empfiehlt sich auch hier die Verwendung ein und desselben Materials für Platte und Trennwände. Nach einer bevorzugten Ausbildung werden an eine mit den Durchbrechungen versehene insb. nadelgewalzte Folie aus Polypropylen, insb. eine Aluminiumpolypropylenverbundschicht, die Trennwände mit der Kammerstruktur aus insb. Polypropylen angespritzt.

Patentansprüche

1. Schallabschirmelement mit mindestens einer viele kleine Durchbrechungen (2) aufweisenden Schallabsorberplatte (1) und mit einem System (3) von Kammern (4), bei dem die Platte (1) eine Dicke (d) zwischen 0,001 mm und 50 mm aufweist und als frontseitige Abdeckung des Systems (3) von Kammern (4) dient, und bei der der mittlere Durchmesser oder die Breite der Durchbrechung (2) zwischen 0,001 mm und 2 mm und das Lochflächenverhältnis zwischen 0,01 % und 8 % betragen, und bei dem die Trennwände (5) zwischen den Kammern (4) im wesentlichen unter rechtem Winkel zur Ebene der Platte (1) verlaufen,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Kammern (4) eine lichte Breite (B) zwischen 0,5 und 20 cm und die Trennwände (5) eine Wandstärke (S) zwischen 0,5 mm und 4 mm aufweisen.
2. Schallabschirmelement nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß die Platte mit den Trennwänden als einstückige Baneinheit ausgebildet und zwar aus einer Folie tiefgezogen und/oder im Blasverfahren oder durch Anspritzen der Trennwände (15) an eine nadelgewalzte Folie hergestellt ist.
3. Schallabschirmelement nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Kammern (4) im Querschnitt rechteckförmig ausgebildet sind und sich die Trennwände (5) jeweils in einer im wesentlichen geraden Ebene erstrecken.

4. Schallabschirmelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Lochflächenverhältnis der Platte (1) zwischen 1 % und 8 % beträgt.
5. Schallabschirmelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß der mittlere Durchmesser oder die Breite der Durchbrechungen (2) zwischen 0,05 mm und 0,7 mm beträgt.
6. Schallabschirmelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Platte (1) aus einem Aluminium-Polypropylen-Verbund besteht.
7. Schallabschirmelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Trennwände (5) aus Polypropylen bestehen.
8. Schallabschirmelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß das System (3) von Kammern (4) und Trennwänden (5) an der der Platte (1) abgewandten Seite durch eine Rückwand (6) abgedeckt ist.
9. Schallabschirmelement nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Rückwand (6) als Platte ausgebildet ist.
10. Schallabschirmelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß die nadelgewalzte Folie aus einem Aluminium-Polypropylen-Verbund besteht.

Claims

1. Sound proofing element with at least one sound absorber plate (1) comprising many small openings (2) and with a system (3) of chambers (4), wherein the plate (1) comprises a thickness (d) between 0.001 mm and 50 mm and serves as a front-side cover of the system (3) of chambers (4), and wherein the average diameter or the width of the opening (2) is between 0.001 mm and 2 mm and the hole surface ratio is between 0.01 % and 8 %, and wherein the partitions (5) between the chambers (4) substantially extend under a right angle with respect to the plane of the plate (1),
characterised in

that the chambers (4) comprise an internal width (B) between 0.5 and 20 cm and the partitions (5) comprise a wall thickness (S) between 0.5 mm and 4 mm.

2. A sound proofing element according to claim 1,
characterised in that the plate is configured as an integral component together with the partitions, namely is manufactured via deep drawing from a foil and/or in a blowing process or via injection of the partitions (15) to a porcupine-rolled foil.
3. A sound proofing element according to claim 1 or 2,
characterised in that the chambers (4) are configured to have a rectangular cross-section and the partitions (5) respectively extend in a substantially straight plane.
4. A sound proofing element according to any of the preceding claims,
characterised in that the hole surface ratio of the plate (1) is between 1 % and 8 %.
5. A sound proofing element according to any of the preceding claims,
characterised in that the average diameter or the width of the openings (2) is between 0.05 and 0.7 mm.
6. A sound proofing element according to any of the preceding claims,
characterised in that the plate (1) consists of an aluminium-polypropylene composite material.
7. A sound proofing element according to any of the preceding claims,
characterised in that the partitions (5) consist of polypropylene.
8. A sound proofing element according to any of the preceding claims,
characterised in that the system (3) of chambers (4) and partitions (5) is covered by a rear wall (6) on the side facing away from the plate (1).
9. A sound proofing element according to claim 8,
characterised in that the rear wall (6) is configured as a plate.
10. A sound proofing element according to any of the preceding claims 2 to 9,
characterised in that the porcupine-rolled foil consists of an aluminium-polypropylene composite material.

Revendications

1. Élément d'isolation sonore avec au moins une plaque absorbeur de son (1) comprenant beaucoup de petits ajours (2) et avec un système (3) de chambres (4), dans lequel la plaque (1) comprend une épaisseur (d) entre 0,001 mm et 50 mm et sert comme couverture du côté frontal du système (3) de chambres (4), et dans laquelle le diamètre moyen ou la largeur de l'ajour (2) est entre 0,001 mm et 2 mm et le rapport surface-trou est entre 0,01 % et 8 %, et dans lequel les cloisons (5) entre les chambres (4) s'étendent essentiellement sous un angle droit par rapport au plan de la plaque (1),
caractérisé en ce que les chambres (4) comprennent une largeur (B) entre 0,5 et 20 cm et les cloisons (5) comprennent une épaisseur (S) entre 0,5 mm et 4 mm.
2. Élément d'isolation sonore selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la plaque est configurée comme un module intégral avec les cloisons, à savoir est emboutie à partir d'une feuille et/ou produit par une méthode de soufflage ou par injection des cloisons (15) à une feuille cylindrée aux aiguilles.
3. Élément d'isolation sonore selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce que les chambres (4) sont configurées pour avoir une section rectangulaire et les cloisons (5) s'étendent respectivement dans un plan essentiellement droit.
4. Élément d'isolation sonore selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que le rapport surface-trou de la plaque (1) est entre 1 % et 8 %.
5. Élément d'isolation sonore selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que le diamètre moyen ou la largeur des ajours (2) est entre 0,05 mm et 0,7 mm.
6. Élément d'isolation sonore selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que la plaque (1) consiste en un matériau composite aluminium-polypropylène.
7. Élément d'isolation sonore selon l'une des revendications précédentes,
caractérisé en ce que les cloisons (5) consistent en polypropylène.
8. Élément d'isolation sonore selon l'une des re-

vendications précédentes,

caractérisé en ce que

le système (3) de chambres (4) et de cloisons (5)
est couvert par une paroi postérieure du côté dé-
tourné de la plaque (1).

5

9. Élément d'isolation sonore selon la revendica-
tion 8,

caractérisé en ce que

la paroi postérieure (6) est configurée comme une
plaque.

10

10. Élément d'isolation sonore selon l'une des re-
vendications précédentes 2 à 9,

caractérisé en ce que

la feuille cylindrée aux aiguilles consiste en un ma-
tériel composite aluminium-polypropylène.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

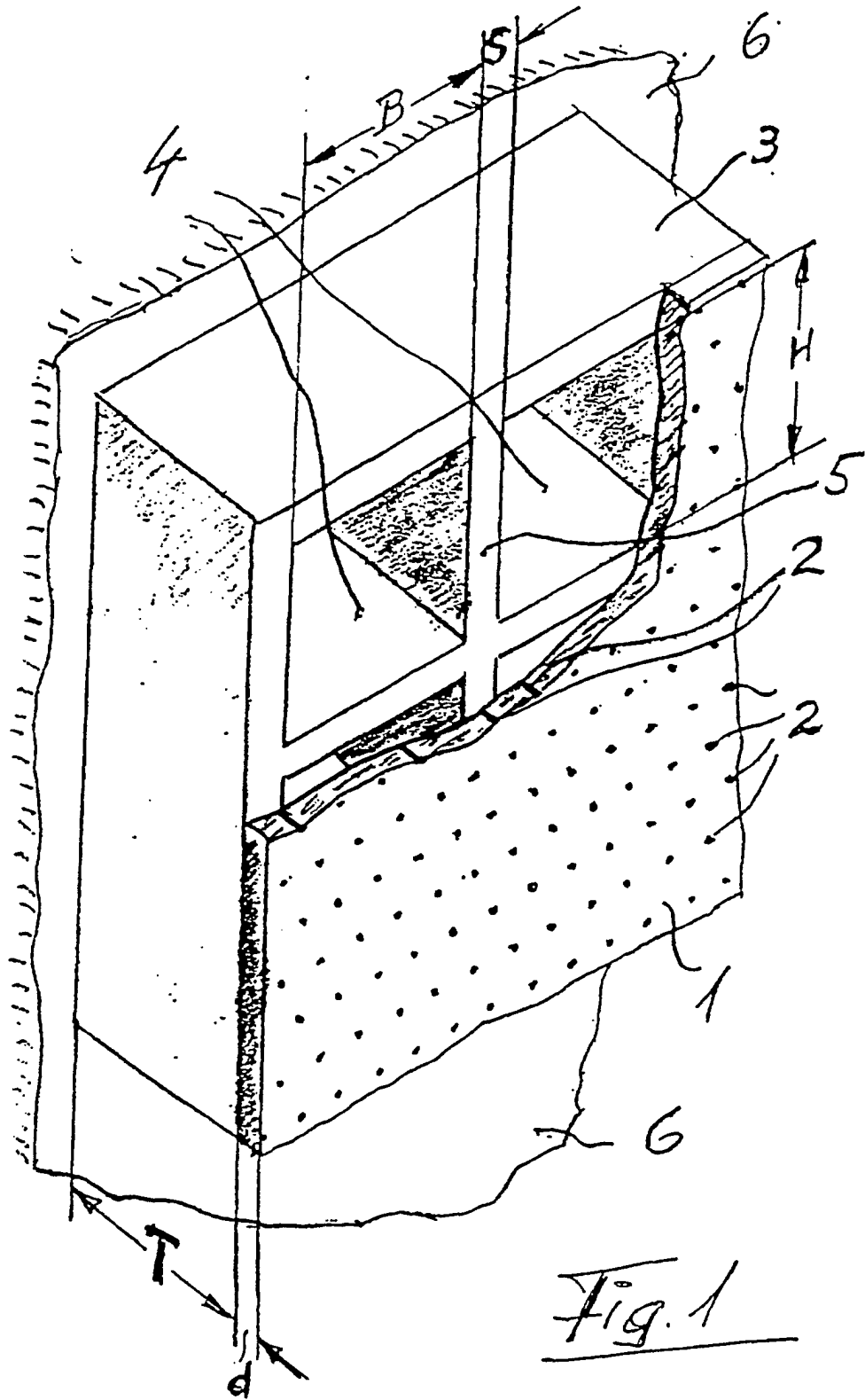
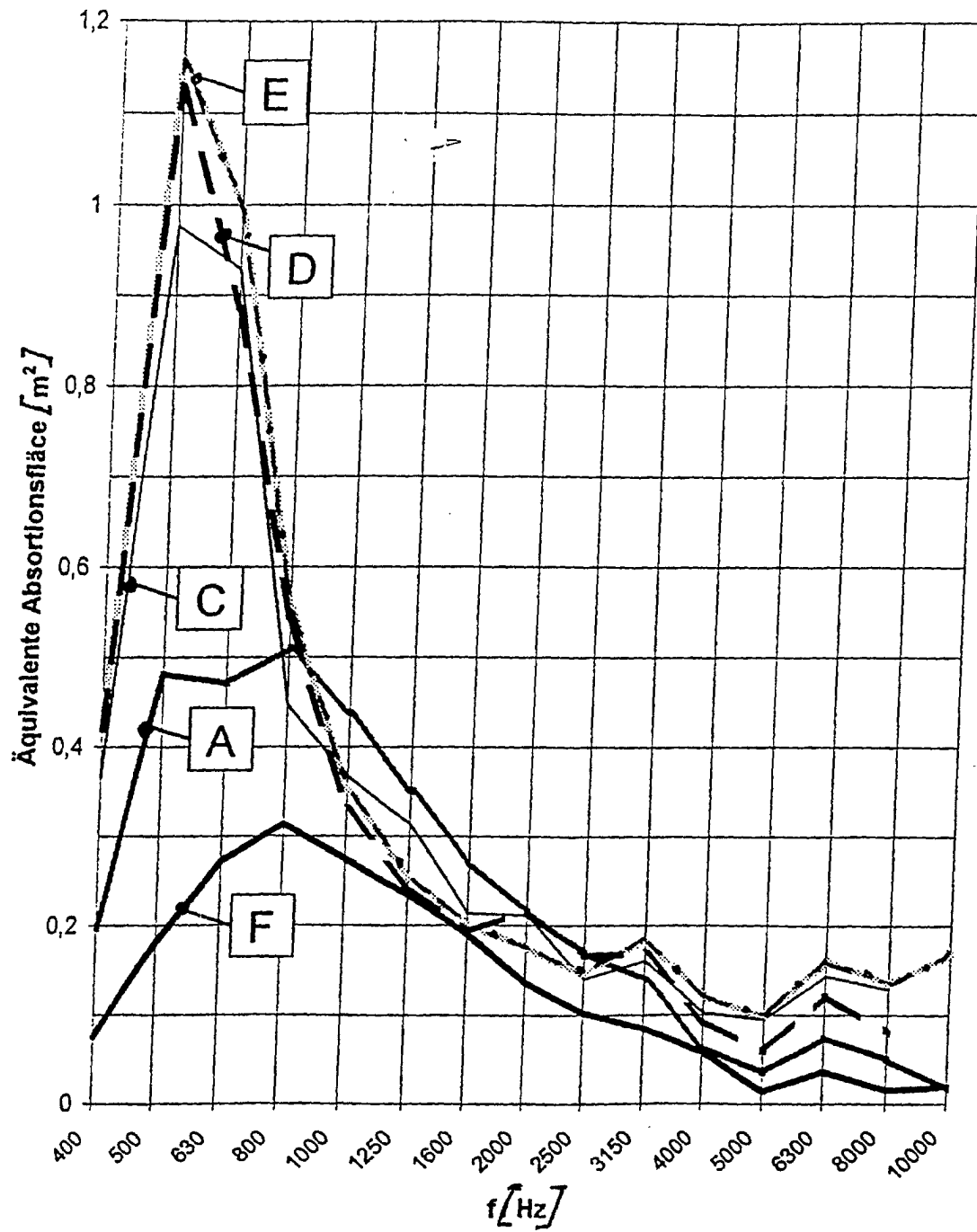


Fig. 2

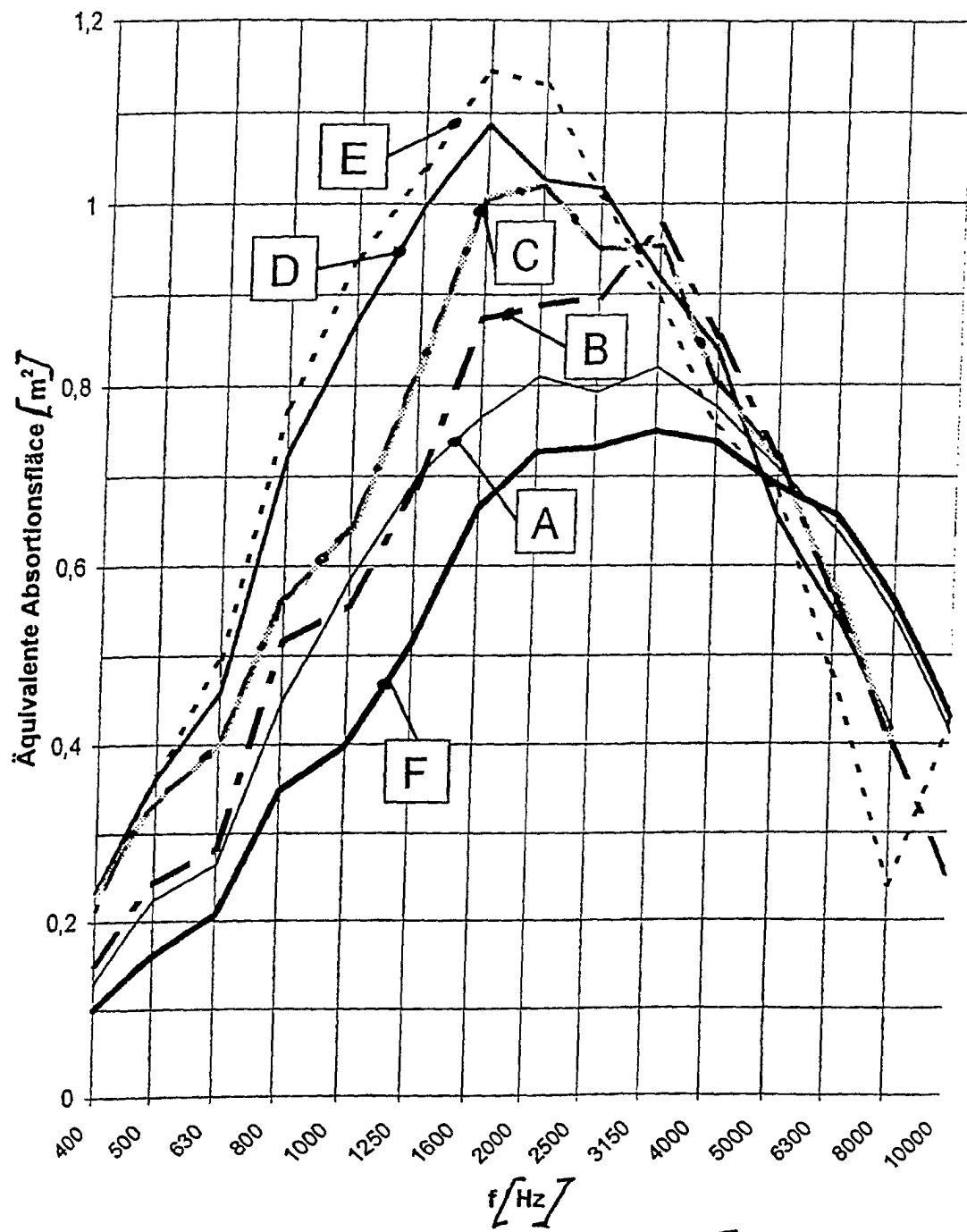


Fig. 3