



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 544 847 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.06.2005 Patentblatt 2005/25

(51) Int Cl.7: **G10K 11/172**

(21) Anmeldenummer: **04029695.6**

(22) Anmeldetag: **15.12.2004**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

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

(74) Vertreter: **Klingseisen, Franz et al**
Zumstein & Klingseisen
Patentanwälte
Postfach 10 15 61
80089 München (DE)

(30) Priorität: **15.12.2003 DE 10358593**

(71) Anmelder: **Cellofoam GmbH & Co. KG**
88400 Biberach (DE)

(54) **Schallabsorbierendes flächiges Schaumstoffmaterial**

(57) Bei einem schallabsorbierenden, schichtförmigen Schaumstoffmaterial, dessen dem Schalleinfall zugewandte Oberfläche mit Erhöhungen und Vertiefungen

versehen ist, wird über dieses Oberflächenprofil eine Folie derart gespannt, dass sie im Bereich der Erhöhungen am Schaumstoffmaterial anliegt und in einem Abstand über den Vertiefungen verläuft.

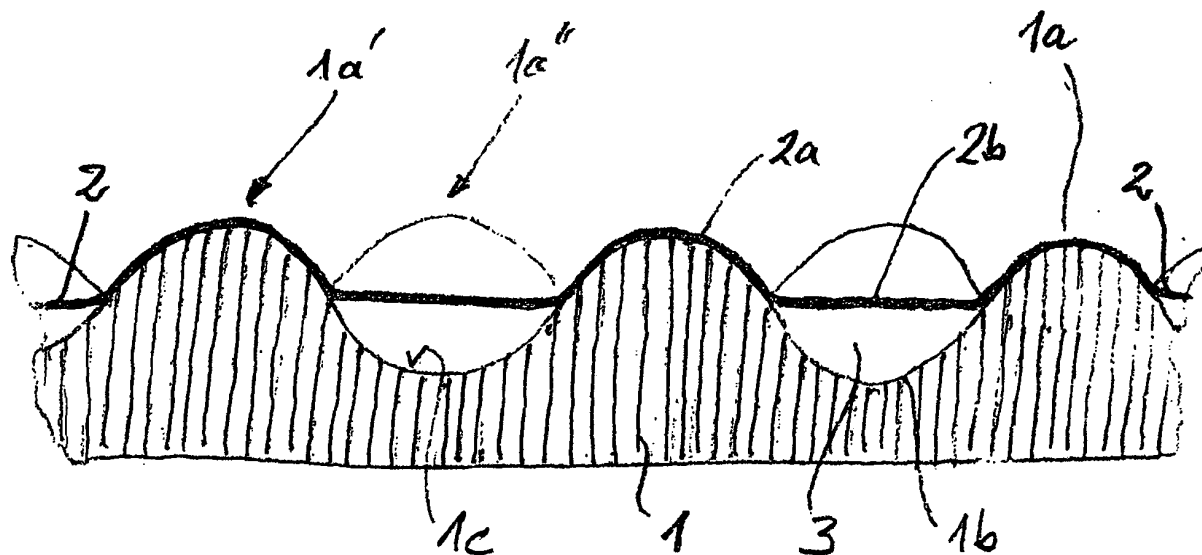


FIG. 1

EP 1 544 847 A2

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 Schallabsorptionswirkung solcher Schaumstoffauskleidungen hängt neben Materialeigenschaften und Aufbau des Absorbers vor allem von der Dicke der Schaumstoffschicht ab.

[0003] 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 Schwingung der Luftteilchen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung, die bei $\lambda/2$ 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.

[0004] 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.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Schallabsorptionswirkung bei einem schichtförmigen Schaumstoffmaterial deutlich zu verbessern, ohne dass die Schichtdicke erhöht werden muss.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass auf der dem Schalleinfall zugewandten Oberfläche der Schaumstoffschicht eine Folie über Erhöhungen und Vertiefungen des Schaumstoffmaterials derart gespannt ist, dass die Folie im Bereich der kuppenförmigen Erhöhungen an dem Schaumstoffmaterial flächig anliegt und in einem Abstand über den Vertiefungen gespannt verläuft. Hierdurch ergibt sich auf der Oberfläche der Schaumstoffschicht eine Kombination von Folienabsorbern im Bereich der auf den Erhöhungen anliegenden Folie und von Membranabsorbern im Bereich der in einem Abstand über den Vertiefungen gespannten Folie. Durch diese Ausgestaltung werden Schallabsorptionswerte erzielt, die deutlich höher liegen

als bei einer Schaumstoffschicht von gleichbleibender Dicke und gleichem Volumen pro Flächeneinheit, wenn man von einem entsprechenden Volumen pro Flächeneinheit bei einer erfindungsgemäßen Schaumstoffschicht ausgeht.

[0007] Die Erfindung wird beispielsweise anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Schnittansicht durch eine Schaumstoffschicht mit Folie,

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

Fig. 3 eine Schnittansicht einer abgewandelten Ausführungsform.

[0008] Fig. 1 zeigt schematisch einen Querschnitt durch eine Schicht 1 aus Polyurethanschaum. Die dem Schalleinfall abgewandte Rückseite der Schaumstoffschicht, die an einer nicht dargestellten Verkleidungswand zum Anliegen kommt, kann eben ausgebildet sein, während die dem Schalleinfall zugewandte Oberfläche mit versetzt zueinander angeordneten konvexen Erhöhungen 1a und dazwischen liegenden konkaven Vertiefungen 1b versehen ist. Über diese wellige Oberfläche ist eine elastische, weiche Folie 2 gespannt, die an den Erhöhungen 1a flächig an den Kuppen anliegt und im Bereich der Vertiefungen 1b einen Abstand von der Schaumstoffoberfläche 1c hat. Es ergibt sich in der Draufsicht auf die Schaumstoffschicht etwa eine durch die ebenen Folienabschnitte 2b gebildete Ebene, aus der die von der Folie überzogenen Kuppen 2a der Erhöhungen 1a herausragen und gegebenenfalls die Sattelbereiche zwischen den Erhöhungen, wenn die Folie auch an diesen anliegt, wie dies bei einer bevorzugten Ausführungsform der Fall ist.

[0009] Im Bereich der kuppenförmigen Erhöhungen 1a und gegebenenfalls der Sattelbereiche zwischen den Erhöhungen kann die elastische Folie 2 durch Kleben oder Anschmelzen mit dem Schaumstoffmaterial der Schicht 1 verbunden sein. Es ergibt sich in diesem Bereich ein Masse-Feder-System für die Schallabsorption. Diese Folienabsorberbereiche 2a können in der Draufsicht auf die Oberfläche eine etwa kreisförmige Gestalt haben. Bei einem praktischen Ausführungsbeispiel ist die Folie 2 derart großflächig mit den Kuppen 1a verbunden, dass auch der zwischen den Kuppen 1a' und 1a" in Fig. 1 liegende Sattelbereich an der Folie anliegt. Wie Fig. 1 zeigt, umschließt bei dieser Ausführungsform die Folie 2 etwa die über der Mittellinie liegenden Wellenbereiche 2a, wobei die Folienbereiche 2b etwa auf der Mittellinie der Wellenlinie liegen. Bei dieser großflächigen Anlage der Folie 2 an den Erhöhungen 1a ergibt sich in der Draufsicht eine gitterartige Struktur der Folienabsorberbereiche, wobei diese Folienabsorberbereiche 2a den dazwischen liegenden Membranabsorberbereich 2b umgeben, der etwa eine Kreisform hat.

[0010] Zwischen diesen nach außen konvexen bzw. kuppenförmigen Folienabsorberbereichen 2a ist die Folie 2 frei über die Vertiefungen 1b gespannt, wobei sich ein Membranabsorberbereich 2b ergibt, bei dem die Folie 2 die auftreffenden Schallwellen in den dahinter liegenden Hohlraum 3 zwischen Folie 2 und Schaumstoffoberfläche 1c ableitet, in dem sie durch das poröse Schaumstoffmaterial absorbiert werden.

[0011] Die Folie 2 ist luftdicht ausgebildet und sie kann eine Stärke von beispielsweise etwa 40 μ haben. Sie kann z. B. aus Polyurethan bestehen. Die Oberfläche der Folie kann wasser-, ölund kraftstoffdicht ausgebildet sein. Die luftdichte Folie 2 versiegelt die Oberfläche und sie kann antifungizid ausgerüstet werden, um einen Schutz gegen Schimmelbildung zu gewährleisten.

[0012] Die Folie 2 kann eine Stärke von 20 bis 100 μ , vorzugsweise 30 bis 50 μ haben.

[0013] Vorzugsweise wird die Folie 2 durch Anschmelzen mit den Kuppen der Erhöhungen 1a verbunden, wobei die Folienstärke im Anlagebereich 2a durch Wärmeeinwirkung und Dehnung beispielsweise auf 20 μ verringert wird, während sie im freien Bereich über den Vertiefungen 1b die ursprüngliche Stärke von 40 μ beibehält. Hierdurch können die Folienabsorberbereiche 2a durch Verringerung der Masse der Folie 2 optimiert werden, während zugleich die Folie 2 im Membranabsorberbereich 2b eine für einen Membranabsorber günstige Dicke bzw. Masse aufweist.

[0014] Vorzugsweise wird die Folie im Anlagebereich 2a an den Kuppen der Erhöhungen 1a so gedehnt, dass sie in diesem Anlagebereich 2a mikroporös wird, während sie im Membranabsorberbereich 2b geschlossen bleibt. Diese mikroporösen Bereiche sind für Luft durchlässig, nicht aber für Wasser oder Öl aufgrund deren Oberflächenspannung.

[0015] Die Schaumstoffoberfläche ist vorzugsweise offenporig, insbesondere im Bereich 1c der Vertiefungen. Hierdurch wird die Schallabsorption begünstigt.

[0016] Die glatte Folie 2 bildet eine Versiegelung der offenporigen Struktur der Schaumstoffoberfläche. Die Folienabdeckung der Hohlräume 3 im Profil der Schaumstoffoberfläche ergibt einen Membranabsorberbereich 2b, bei dem die Membran-Eigenfrequenzen der Folie auf tiefere und mittlere Frequenzbereiche ausgelegt werden können, so dass sich in diesem Bereich eine optimale Absorption ergibt. In den Folienabsorberbereichen 2a, in denen die Folie 2 auf dem Schaumstoffmaterial aufliegt, entsteht aufgrund des geringen Massenwiderstands der Folie ein schalldurchlässiges, gedämpftes System mit einem Optimum der Schallabsorption in höheren Frequenzbereichen.

[0017] Im Membranabsorberbereich 2b ergibt sich durch die Anlage der Ränder an dem weichen und elastischen Schaumstoff ein akustisch gedämpfter Randbereich der eingespannten Folie 2, wodurch die Wirkung dieser Membranabsorberbereiche 2b durch den gedämpften Randbereich erhöht wird, durch den stö-

rende Resonanzen vermieden werden.

[0018] Der Bereich der aufliegenden Folie (Folienabsorberbereiche 2a) ist vor allem im mittleren bis höheren Frequenzbereich, also über 1000 Hz wirksam. Die Folie wird hierbei auf dem Schaumstoff weich gelagert. Durch Anschmelzen der Folie 2 am Schaumstoffmaterial wird auch dieses in einem Dickenbereich von etwa 1/10 mm angeschmolzen, wodurch die Folie 2 weich und schwingend gelagert wird. Vorzugsweise ist der Massenwiderstand der Folie in diesem Bereich nicht größer als der Wellenwiderstand der Luft, d. h. die Folienstärke ist so ausgelegt, dass sie alle Frequenzen unter einer gegebenen Höchsthäufigkeit absorbiert. Es soll keine Reflexion des Schalls an der Folie auftreten.

[0019] Der Anlagebereich der Folie 2 am Schaumstoffmaterial 1 kann beispielsweise 40 bis 60 % der Oberfläche betragen, je nach Auslegung der Schallabsorption. Vorzugsweise wird ein Anlagebereich 2a in der Draufsicht in Fig. 1 und 3 von etwa 50 % vorgesehen.

[0020] Die nach außen konvexe Gestalt der Folienabsorberbereiche 2a ist auch hinsichtlich des diffusen Schalleinfalls von Vorteil, weil durch diese Wellenform der Oberfläche schräg einfallende Komponenten der Schallamplitude wirksam absorbiert werden können, wobei die Längsausdehnung der Schaumstoffschicht und damit eine dickere wirksame Schaumstofflage für diese schräg einfallenden oder nahezu wandparallelen Komponenten wirksam wird.

[0021] Die Form der Vertiefungen 1b bzw. der Hohlräume 3 kann variieren. Fig. 1 zeigt eine etwa sinusförmige Schnittlinie, wobei der frei eingespannte Folienbereich etwa auf der Nulllinie dieser Sinuslinie liegt. Die Vertiefungen 1b können auch tiefer und in anderer Form gestaltet sein. Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit im Schnitt etwa rechteckigen Vertiefungen. Auch bei dieser Ausführungsform ist die Folie an den Rändern weich gelagert bzw. gedämpft.

[0022] Auch können die Kuppen oval in der Draufsicht anstelle von kreisförmig ausgebildet sein, sodass sich auch ein ovaler Anlagebereich 2a der Folie ergibt.

[0023] Es sind verschiedene Abwandlungen der beschriebenen Gestaltung der Oberfläche einer Schaumstoffschicht möglich. So kann der Abstand der Erhöhungen 1a variiert werden, wie auch die Höhe zwischen Erhöhung und Vertiefung. Die Kuppenform der Folienabsorberbereiche 2a kann auch flacher gestaltet sein, während die Membranabsorberbereiche 2b eine größere Vertiefung auch in anderer Gestalt aufweisen können.

[0024] Die beschriebene Oberflächenstruktur einer Schaumstoffschicht kann unabhängig von der Schichtdicke vorgesehen werden. Sie bringt auch bei verschiedenen Arten von Schaumstoffmaterial eine deutliche Verbesserung der Absorptionswirkung. Vorzugsweise wird für die Folie 2 das gleiche Material wie für den Schaumstoff 1 verwendet, insbesondere Polyurethan. Hierdurch wird eine weiche und schwingungsfähige Lagerung der Folie 2 beim Anschmelzen am Träger-

schaum 1 erreicht.

[0025] Vorzugsweise wird die Oberflächenstruktur bzw. das Oberflächenprofil so ausgelegt, dass sich durch die Folienabsorberbereiche 2a eine merkliche Vergrößerung der Oberfläche gegenüber einer Schaumstoffschicht mit ebener Fläche ergibt. 5

[0026] 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 von etwa 0,84 erreicht, wobei der Wert 1,0 100 % entspricht. Für einen solchen Absorptionswert wird bei einer Schaumstoffschicht einheitlicher Dicke, also ohne die erfindungsgemäße Oberflächengestaltung, eine Schichtdicke von 110 mm benötigt. Es ergibt sich somit gegenüber einer Schaumstoffschicht mit ebener Oberfläche bei gleichem Volumen pro Flächeneinheit eine wesentliche Verbesserung der Schallabsorptionswirkung. 10 15 20

[0027] Die Rückseite der Schaumstoffschicht kann mit einem Verstärkungsmaterial beschichtet sein und sie kann auch selbstklebend ausgebildet sein, um die Anbringung an einer Wand zu erleichtern.

[0028] Vorzugsweise wird als Schaumstoffmaterial Polyurethanäther verwendet, der eine etwa 80 % offenzellige und etwa 20 % geschlossenzellige Struktur hat. 25

Patentansprüche 30

1. Schallabsorbierendes, schichtförmiges Schaumstoffmaterial, dessen dem Schalleinfall zugewandte Oberfläche mit Erhöhungen (1a) und Vertiefungen (1b) versehen ist, wobei über diesem Oberflächenprofil eine Folie (2) derart angeordnet ist, dass sie im Bereich der kuppenförmigen Erhöhungen (1a) am Schaumstoffmaterial flächig anliegt und in einem Abstand über den Vertiefungen (1b) verläuft. 35 40
2. Schaumstoffmaterial nach Anspruch 1, wobei die Folie (2) im Anlagebereich (2a) durch Anschmelzen mit dem Schaumstoffmaterial verbunden ist.
3. Schaumstoffmaterial nach Anspruch 1 oder 2, wobei die durch den Anlagebereich (2a) der Folie (2) gebildeten Folienabsorber eine nach außen konvexe Form haben. 45
4. Schaumstoffmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Folie (2) im Anlagebereich (2a) dünner ausgebildet ist als im frei liegenden Bereich über den Vertiefungen (1b). 50
5. Schaumstoffmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Oberfläche des Schaumstoffmaterials wellenförmig gestaltet ist. 55

6. Schaumstoffmaterial nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schaumstoffoberfläche (1c) in den von der Folie (2) überspannten Bereichen offenporig ausgebildet ist.

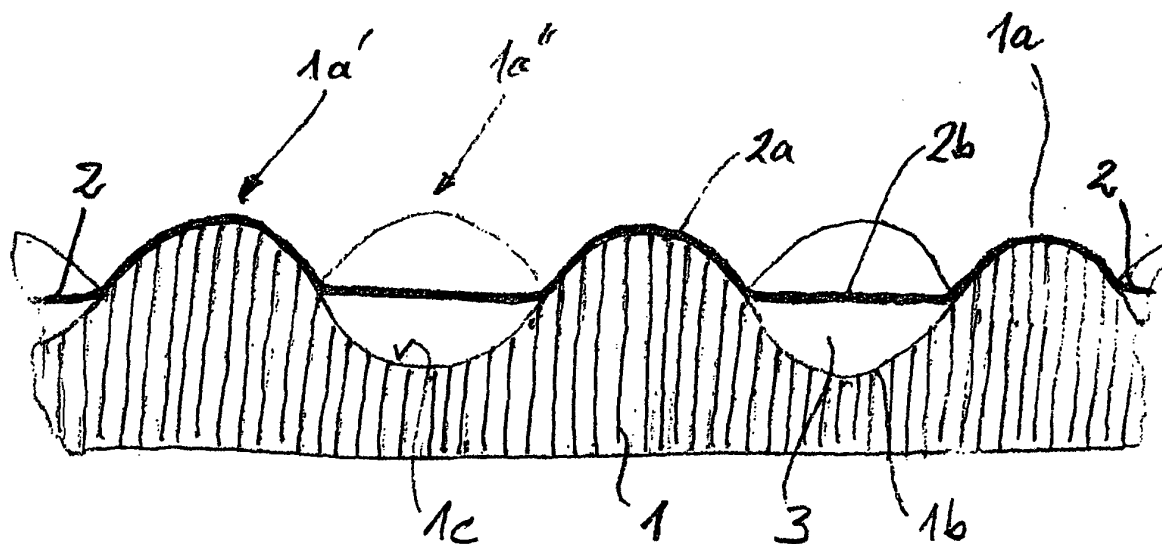


FIG. 1

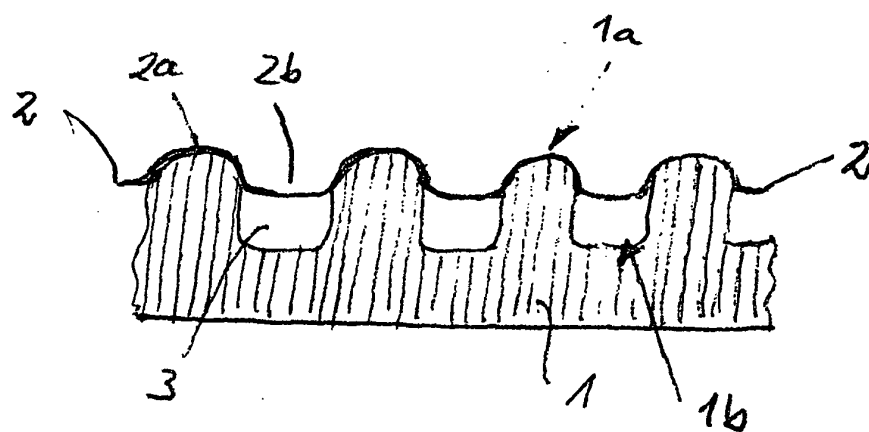


FIG. 3

