

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 692 731 A5

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>: B 60 R 013/08  
B 60 R 019/02  
B 32 B 005/22

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑲ Gesuchsnummer: 00034/98

⑳ Anmeldungsdatum: 09.01.1998

㉔ Patent erteilt: 15.10.2002

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 15.10.2002

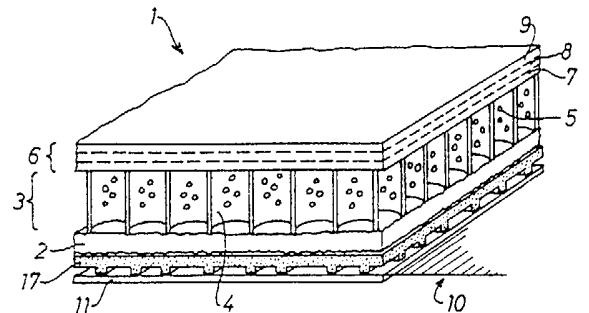
⑦③ Inhaber:  
Rieter Automotive (International) AG,  
Seestrasse 15, 8702 Zollikon (CH)

⑦② Erfinder:  
Alts, Thorsten, Prof. Dr. rer. nat., Pestalozzistrasse 32,  
64401 Gross-Bieberau (DE)

⑦④ Vertreter:  
Ritscher & Seifert, Patentanwälte VSP,  
Kreuzstrasse 82, 8032 Zürich (CH)

⑤④ Ultraleichter, schall- und schockabsorbierender Bausatz.

⑤⑦ Ultraleichter, schall- und schockabsorbierender Bausatz mit mindestens einer Auflageschicht 2, einer Zwischenschicht 3 und einer Abdeckschicht 6, welche Zwischenschicht 3 aus einer Vielzahl nebeneinander angeordneter Hohlkörper 4 gebildet ist, deren Wandungen perforiert sind und damit ein komplexes Hohlraumlabirinth bilden. Die Abdeckschicht 6 weist bevorzugterweise eine mikroporöse Versteifungsschicht 8 auf, mit welcher ein Luftströmungswiderstand von  $900 \text{ Ns/m}^3 < R_t < 2000 \text{ Ns/m}^3$  erzeugt wird. Die Wandungen der Hohlkörper 4 sind derart dimensioniert, dass diese eine Stauchung von mindestens 50% bei einer maximalen Plateauspannung von  $0,5 \text{ MPa} < \sigma < 1,2 \text{ MPa}$  zulassen und dabei eine Aufprallenergie von ca.  $0,5 \text{ MJ/m}^3$  inelastisch vollständig in Deformationsarbeit umwandeln.



## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Montagepaket, einen ultraleichten, schall- und schockabsorbierenden Bausatz für Motorfahrzeuge und deren Verwendung gemäss Ansprüchen 1, 11, 14, 16, 17.

Grossflächige Fahrzeugteile, wie Bodenblech, Dachblech, Motorhaube, Kofferraumdeckel oder Türen und Seitenverkleidungen, neigen auf Grund ihrer geringen Eigenstabilität dazu, sich beim Fahren zu deformieren, zu vibrieren und zu schwingen. Diesem Verhalten wird konventioneller Weise durch das Anbringen von Dämpfungsmaterial, insbesondere von Bitumenschwerschichten, entgegengewirkt. Um die Übertragung von Fahrgeräuschen ins Wageninnere zu reduzieren, werden in der Automobilindustrie seit längerem mehrschichtige Schallsolationspakete eingesetzt. Diese Schallsolationspakete sind in der Regel als Feder-Masse-Systeme konzipiert und weisen alle eine mit einer elastischen Federschicht gekoppelte Schwerschicht auf, um die Vibrationen der grossflächigen Karosserieteile zu dämpfen und den Luftschalldurchgang zu dämmen.

Ein solches Schallsolationspaket ist beispielsweise in der EP-0 334 178 beschrieben und umfasst im Wesentlichen eine dem schwingfähigen Karosserieteil zugewandte, weichelastische Schaumstoffschicht, welche als Feder des Feder-Masse-Systems wirkt, eine als Masse des Feder-Masse-Systems wirkende, nahezu kompakte, luftundurchlässige Schicht aus demselben Material sowie eine darüber angeordnete Dekor- resp. Teppichschicht. Durch diesen Aufbau kann das Gewicht der Schwerschicht um bis zu 40% reduziert werden und kann damit auch das Gewicht des gesamten Schallsolationssystems gegenüber den bekannten Feder-Masse-Systemen, allerdings mit Einbussen bei der akustischen Wirksamkeit, reduziert werden. Generell führen Feder-Masse-Anordnungen immer zu Resonanzeinbrüchen in der Schallsolation, die regelmässig im Frequenzbereich der niederen Motorordnungen liegen und dort besonders unerwünscht sind. Dieses Phänomen verbietet also grundsätzlich eine extreme Leichtbauweise.

Es ist jedoch das generelle Bestreben der Automobilindustrie, das Gewicht der Fahrzeuge und insbesondere der Innenausstattungen weiter zu reduzieren. Es ist deshalb in der PCT/CH 96/00381 vorgeschlagen worden, ein schallsolisierendes Bauteil zu schaffen, welches über 50% leichter ist, als herkömmliche Schallsolationspakete. Der Aufbau dieses Bauteils unterscheidet sich von den oben beschriebenen Solationspaketen dadurch, dass die Schwerschicht der konventionellen Feder-Masse-Systeme durch eine leichtgewichtige, relativ dünne, mikroporöse und steife Faserschicht ersetzt ist und dem Strömungsverhalten der Luft im Grenzbereich zwischen Karosserieteil und Montagepaket besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird. Damit wird grundsätzlich der relativ schwergewichtige Dämmungsmechanismus der herkömmlichen Feder-Masse-Systeme zu Gunsten einer leichtgewichtigen und effizienten Schallsorptionsfähigkeit reduziert.

Es ist darüber hinaus das Bestreben der Automobilindustrie, die Fahrzeuge im Innenraum auch mit

schockabsorbierenden Mitteln auszurüsten, um die Passagiere im Falle einer Fahrzeugkollision vor schwereren Verletzungen möglichst zu bewahren. Dazu werden heute die Fahrgastzellen mit einer schockabsorbierenden Verkleidung ausgerüstet. Solche Verkleidungen umfassen in der Regel eine mehr oder weniger teure Teppichlage, die mit einer schockabsorbierenden Schicht hinterlegt ist. Diese schockabsorbierenden Innenverkleidungen sind geeignet, um die Aufprallenergie von 90 Joule und Kraftstösse von weniger als 400 daN vollständig zu absorbieren. Auch diese Verkleidungen sind als Feder-Masse-Systeme aufgebaut und weisen deren bekannte Nachteile auf. Darüber hinaus weisen diese kombinierten schock- und schallsorbierenden Verkleidungen eine unerwünscht grosse Dicke auf. Es ist deshalb auch schon vorgeschlagen worden, ein dünnes Verkleidungsteil mit verbesserten schall- und schockabsorbierenden Eigenschaften zu schaffen. Auch dieses System verhält sich im Wesentlichen als ein Feder-Masse-System und macht zusätzlich Gebrauch von dissipativen Mechanismen im Grenzbereich zwischen Karosserieteil und Isolations-  
teil.

Aus der US-4 479 992 sind auch schallsorbierende Bauteile bekannt, die nicht als Feder-Masse-System konzipiert sind. Diese Bauteile weisen eine wabenförmige Struktur auf, welche mit mindestens einem offenporigen Vlies abgedeckt ist. Diese Bauteile sind verhältnismässig voluminös und lassen sich in einfacher Weise verformen, d.h. eignen sich nicht als Schockabsorber.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verkleidungsteil für Fahrzeuginnenräume zu schaffen, welches die Eigenschaften der herkömmlichen Schallsolationen und Schockabsorber kombiniert, ohne deshalb schwerer und voluminöser als dieselben zu sein. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein dünnes, ultraleichtes, schall- und schockabsorbierendes Verkleidungsteil zu schaffen.

Dies wird erfindungsgemäss durch ein Montagepaket mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst und insbesondere durch ein schwerschichtfreies Montagepaket mit mehreren Schichten, wobei eine dieser Schichten eine Vielzahl nebeneinander angeordneter Hohlkörper aufweist, deren Wandungen im Wesentlichen senkrecht zur Montagefläche stehen und seitlich durchbrochen, vorzugsweise mindestens partiell geschlitzt sind, derart, dass dadurch ein zusammenhängendes Hohlraumlabirinth gebildet wird.

Mit einem solchen Hohlraumlabirinth kann einerseits die akustische Absorptionswirksamkeit in substantieller Weise verbessert werden, resp. kann die Gesamtdicke des Montagepakets im Vergleich zu konventionellen Systemen ohne Einbusse an akustischer Absorptionswirksamkeit reduziert werden. Andererseits weisen die im Wesentlichen senkrecht zur Montagefläche stehenden Wandungen der Hohlkörper ein besonders vorteilhaftes Stauchverhalten auf. Prallt ein Körper auf das Montagepaket, so stauen diese Aufprallkräfte die im Wesentlichen in Aufprallrichtung stehenden Wandungen, resp. knicken oder brechen diese Wandungen.

Es versteht sich, dass der Fachmann durch ge-

eignete Wahl und Dimensionierung des Materials das gewünschte Stauchverhalten erzeugen kann. Für die vorliegende Anwendung ist ein plateauartiges Stauchverhalten erwünscht.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind deshalb die Wandungen der Hohlkörper derart dimensioniert, dass diese eine Stauchung von mindestens 50% bei einer maximalen Plateauspannung von  $0,5 \text{ MPa} < \sigma < 1,2 \text{ MPa}$  zulassen und dabei eine Aufprallenergie von ca.  $0,5 \text{ MJ/m}^3$  inelastisch vollständig in Deformationsarbeit umwandeln.

In einer weiteren Ausführungsform weist dieses Montagepaket eine mikroporöse Versteifungsschicht auf, welche einen totalen Luftströmungswiderstand von  $900 \text{ Ns/m}^3 < R_t < 2000 \text{ Ns/m}^3$ , eine Biegesteifigkeit von  $0,027 \text{ Nm} < B < 0,275 \text{ Nm}$  und eine Flächenmasse von  $0,3 \text{ kg/m}^2 < m_f < 0,7 \text{ kg/m}^2$  aufweist.

Eine solche äusserst leichte Versteifungsschicht ist für die akustische Wirksamkeit des Montagepakets wichtig. Der Luftströmungswiderstand beeinflusst das Absorptionsverhalten dieser Schicht wesentlich und kann durch die Wahl einer geeigneten offenporigen Struktur (Faservlies oder Schaum) bestimmt werden. Die relativ hohe Biegesteifigkeit dieser Schicht ist für den tief frequenten Bereich von Bedeutung und kann in erheblichem Masse dazu beitragen, dass das gesamte Montagepaket selbsttragend ist.

Weitere Ausführungsformen des erfindungsgemässen Bausatzes und deren besondere technische Merkmale sind aus den abhängigen Patentansprüchen ersichtlich.

Die Vorteile dieser akustisch wirksamen Schockabsorberanordnung sind dem Fachmann unmittelbar ersichtlich und insbesondere in der schwerschnittfreien, d.h. ultraleichten und dünnen Bauweise zu sehen.

Nachfolgend soll die Erfindung anhand einiger Ausführungsbeispiele und mithilfe der Figuren näher erläutert werden. Dabei zeigt:

Fig. 1 schematische Darstellung des erfindungsgemässen Montagepaketes und Bausatzes;

Fig. 2 schematische Darstellung einer Weiterbildung des erfindungsgemässen Montagepaketes und Bausatzes;

Fig. 3a schematische Darstellung eines Querschnitts durch eine bevorzugte Ausführungsform der Zwischenschicht des erfindungsgemässen Montagepaketes;

Fig. 3b schematische Darstellung eines Querschnitts durch eine wabenförmige Ausführungsform der Zwischenschicht des erfindungsgemässen Montagepaketes;

Fig. 3c schematische Darstellung eines Querschnitts durch eine rautenförmige Ausführungsform der Zwischenschicht des erfindungsgemässen Montagepaketes;

Fig. 3d schematische Darstellung eines Querschnitts durch eine prismatische Ausführungsform der Zwischenschicht des erfindungsgemässen Montagepaketes;

Fig. 4 Messkurve zum Stauchverhalten des erfindungsgemässen Montagepaketes;

Fig. 5 Messkurve zum Absorptionsverhalten des erfindungsgemässen Montagepaketes.

Anhand der Fig. 1 soll der Aufbau des Montagepakets und die Funktionsweise des beanspruchten Bausatzes näher erläutert werden. Das in Fig. 1 dargestellte Montagepaket 1 weist eine Auflage-schicht 2 auf, die vorzugsweise aus einem porösen Vlies, insbesondere einem porösen Polypropylen-Vlies, besteht. Eine Zwischenschicht 3 ist aus einer Vielzahl röhrenförmiger Elemente 4 aufgebaut, deren Wandungen mindestens partiell geschlitzt sind, derart, dass die Hohlräume der einzelnen röhrenförmigen Elemente 4 über diese schlitzförmigen Öffnungen 5 miteinander verbunden sind und dadurch ein zusammenhängendes Hohlraumlabirinth bilden. Es ist wesentlich für die vorliegende Erfindung, dass die Wandungen dieser röhrenförmiger Elemente 4 im Wesentlichen senkrecht zur Montagefläche 10 stehen, d.h. in Richtung eines zu erwartenden Aufpralls stehen. Diese röhrenförmigen Elemente 4 können auch aus einem thermoplastischen Kunststoffmaterial, insbesondere einem Polyethylen, hergestellt sein und weisen in einer bevorzugten Ausführungsform einen Durchmesser von 5–12 mm und eine Höhe von 10–25 mm auf. Die Wandstärke dieser röhrenförmigen Elemente 4 ist derart gewählt, dass die Anforderungen an ein schockabsorbierendes Element im Fahrzeugbereich erfüllt werden, das heisst, diese Zwischenschicht 3 eine Aufprallenergie von ca. 90 Joules vollständig in Deformationsarbeit umwandeln kann. In einer bevorzugten Ausführungsform sind diese Röhren aus Polyethylen gefertigt und im oberen resp. unteren Randbereich miteinander verschmolzen. Es versteht sich, dass diese Röhren auch aus anderen geeigneten Materialien gefertigt sein können, bspw. aus Polypropylen, aus flammfestem Papier, Aramid, Kevlar oder Aluminium. Auf dieser Zwischenschicht 3 ist eine Abdeckschicht 6 aufgelegt, welche ebenfalls aus einem Polypropylen-Vlies gefertigt sein kann. Diese Abdeckschicht 6 kann auch aus einer Mehrzahl verschiedenartiger Lagen aufgebaut sein, und insbesondere eine stärker verpresste Vlieslage 7 aus bspw. Polypropylen, eine steife mikroporöse Lage 8 und eine Dekorlage 9 umfassen.

Dieses Montagepaket 1 wird für die Lärmreduktion und Schockabsorption in Fahrzeugen auf ein Karosserieteil 11 aufgebracht, vorzugsweise nur aufgelegt. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Auflageschicht 2 auf ihrer dem Karosserieteil 11 zugewandten Seite reliefartig verformt. Die durch das vibrierende und schwingende Karosserieteil 11 erzeugten Luftdruckschwankungen und Luftströmungen werden im Wesentlichen in der Zwischenschicht 3 absorbiert resp. aufgehoben. Insbesondere führt das mit der Zwischenschicht 3 erzeugte Hohlraumlabirinth dazu, dass die lokal unterschiedlich starken Luftströmungen ausgeglichen und dissipiert werden. Eine zusätzliche schallabsorbierende Funktion wird durch die reliefartig verformte Auflageschicht 2 ausgeübt, indem die lokal unterschiedlich starken und gerichteten Luftströmungen im Bereich zwischen dem Karosserieteil 11 und der Auflageschicht 2 geführt werden.

Das erfindungsgemässe Montagepaket 1 unterscheidet sich von bekannten schallabsorbierenden Isolationspaketen durch die Verwendung einer steifen, aber luftdurchlässigen Zwischenschicht 3, welche so ausgebildet ist, dass die durch das Schallfeld erzeugten Luftschwingungen durch ein Hohlraumlabirinth geführt werden.

Die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform des erfindungsgemässen Montagepakets 1 weist wiederum eine Zwischenschicht 3 auf, welche zwischen einer Auflageschicht 2 und einer Abdeckschicht 6 angeordnet ist. Bei dieser Ausführungsform weisen die röhrenförmigen Elemente 4 Perforationen 5 in Form von Löchern auf und stehen die Wandungen dieser Elemente 4 im Wesentlichen senkrecht zur Montagefläche 10. Durch diese Perforationen 5 entsteht in der Zwischenschicht 3 ein zusammenhängendes Hohlraumlabirinth. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das gesamte Montagepaket 1 mit einer Dämpfungsschicht 17 verbunden, welche wiederum auf dem Karosserieteil 11 aufliegt. In bevorzugten Ausführungsformen ist die Dämpfungsschicht 17 eine EPDM-Schicht und ist karosserieteilseitig strukturiert und nur lose aufgelegt. In einer weiteren Ausführungsform ist diese Dämpfungsschicht 17 mit dem Karosserieteil 11 fest verbunden und liegt die Auflageschicht 2 des Montagepakets 1 lose auf der Dämpfungsschicht 17. In dieser Ausführungsform können entweder die Auflageschicht 2 dämpfungsschichtseitig oder die Dämpfungsschicht 17 auflageschichtseitig strukturiert sein, um zwischen diesen beiden Schichten 2, 17 eine zusammenhängende Luftschicht zu erzeugen. Es versteht sich, dass in einer einfachsten Ausführungsform diese Schichten 2, 17 fest miteinander verbunden, bspw. verklebt, sein können. Wie beim Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 1 kann die Abdeckschicht 6 wiederum mehrere Lagen umfassen, vorzugsweise eine Dekorlage 9, eine mikroporöse Lage 8 und eine verpresste Vlieslage 7.

Fig. 3a zeigt einen Querschnitt durch eine erfindungsgemässe Zwischenschicht 3, welche aus einer Vielzahl zylindrischer Elemente 4 aufgebaut ist. Diese Elemente 4 sind vorzugsweise aus Polypropylen gefertigt und an ihren oberen resp. unteren Rändern miteinander verschmolzen. Dadurch entsteht eine steife und selbsttragende Schicht, die gewährleistet, dass das gesamte Montagepaket 1 unter seinem Eigengewicht seine Form beibehält. Die Perforationen 5 in dieser Zwischenschicht 3 können schlitzförmig ausgebildet sein und sich über die ganze Höhe der zylindrischen Elemente 4 erstrecken. Es versteht sich, dass an Stelle solcher Schlitzlöcher auch anders geformte Perforationen vorgesehen sein können, insbesondere in Form einer Vielzahl von Löchern. Erfindungsgemäss sind die Perforationen 5 derart angeordnet, dass die einzelnen röhrenförmigen Hohlräume 12 und die Zwischenräume miteinander in labyrinthartiger Weise verbunden sind.

Fig. 3b zeigt einen wabenförmig strukturierten Aufbau der Zwischenschicht 3. Auch bei diesem Aufbau sind die Wandungen der einzelnen Waben durchbrochen und bilden die Kammern ein zusammenhängendes Hohlraumlabirinth. Auch bei dieser

Ausführungsform sind die Wandungen derart dimensioniert, dass das gesamte Montagepaket den Erfordernissen einer schockabsorbierenden Fahrzeugverkleidung genügen.

Fig. 3c zeigt eine Zwischenschicht 3 mit rautenförmigen Zellen 15, die über Öffnungen 16 miteinander verbunden sind. Es versteht sich, dass der Fachmann andere aus einer Vielzahl von Kammern aufgebaute Zwischenschichten in Betracht zieht, um eine steife schockabsorbierende Schicht zu schaffen, welche durch geeignete Perforationen auch akustisch wirksam ist. Insbesondere wird der Fachmann auch eine Zwischenschicht 3 mit prismatischen Zellen in Betracht ziehen, wie in Fig. 3d dargestellt, und die für die jeweilige Anwendung vorteilhafteste Anordnung wählen.

Die aus Fig. 4 ersichtliche Messkurve 19 zeigt das Stauchverhalten des erfindungsgemässen Montagepaketes bei Stauchung. Dabei ist auf der Abszisse die prozentuale Verformung aufgetragen, während auf der Ordinate die ausgeübte Spannung in N/mm<sup>2</sup> aufgetragen ist. Aus dem dargestellten Verlauf der Messkurve 19 ist ersichtlich, dass bei geringen Spannungswerten unterhalb 0,5 N/mm<sup>2</sup> keine substantielle Verformung des Montagepakets 1 und insbesondere der Zwischenschicht 3 auftritt. Bei diesen Werten können die einzelnen Röhrenchen der ausgeübten Spannung elastisch ausweichen und wird eine allfällige Deformation wieder vollständig zurückgebildet. Oberhalb dieser Spannungen beginnen die einzelnen Röhrenchen zu knicken und/oder zu brechen. In diesem Plateau-Bereich wird also der wesentliche Teil der Aufprallenergie in Deformationsarbeit umgewandelt und bleibt die Spannung im Wesentlichen konstant. Der Fachmann im Automobilbau kennt Schockabsorber, die ein entsprechendes Stauchverhalten aufweisen und ist ohne weiteres in der Lage, eine Zwischenschicht 3 mit dem erforderlichen Verhalten zu dimensionieren. Insbesondere kennt er die Minimalanforderungen an schockabsorbierende Bauteile und wird darauf achten, dass das Stauchverhalten innerhalb der vorgegebenen Toleranzfelder 21 liegt.

Die in Fig. 5 dargestellten Messkurven zeigen das akustische Absorptionsverhalten unterschiedlicher Ausführungsformen des erfindungsgemässen Bausatzes. So zeigt die Kurve 22 den Verlauf der frequenzabhängigen Absorption für ein Montagepaket mit einer ca. 10,5 mm hohen Zwischenschicht aus Kunststoffröhren mit einem Flächengewicht von ca. 730 g/m<sup>2</sup>, einer mikroporösen Versteifungsschicht, insbesondere einer hochverpressten, ca. 1,4 mm dicken Faservlieschicht mit einem Flächengewicht von ca. 700 g/m<sup>2</sup> und einer Dekorschicht mit einem Flächengewicht von ca. 240 g/m<sup>2</sup>. Bei dieser Ausführungsform zeigt sich, dass der Absorptionskoeffizient  $\alpha$  für Frequenzen oberhalb 1000 Hz bei ca. 0,8 liegt, während dieser für Frequenzen unterhalb 1000 Hz kontinuierlich abfällt und bei ca. 500 Hz einen Wert von 0,4 aufweist.

Die in der gleichen Fig. 5 dargestellte Messkurve 23 zeigt das frequenzabhängige Absorptionsverhalten eines direkt auf dem Boden aufliegenden Montagepakets mit einer ca. 21 mm dicken Zwischenschicht aus Kunststoffröhren und einem Flächengewicht

gewicht von 1240 g/m<sup>2</sup>. Dieses Montagepaket weist wiederum ein hoch verpresstes, ca. 1,4 mm dickes Faservlies mit ca. 700 g/m<sup>2</sup> Flächengewicht und eine Finition 6 mit einem Flächengewicht von ca. 240 g/m<sup>2</sup>. Auch bei dieser Ausführungsform liegt der Absorptionskoeffizient für Frequenzen oberhalb 1000 Hz bei ca. 0,8. Eine deutliche Verbesserung des Absorptionsverhaltens wird im Bereich unterhalb 1000 Hz ersichtlich.

Dieses Montagepaket kann überall dort eingesetzt werden, wo schock- und schallabsorbierende Eigenschaften erforderlich sind, insbesondere also in LKWs und PKWs, um den oberen Bereich der äusseren Stirnwand damit auszurüsten.

Es versteht sich von selbst, dass dieses Montagepaket beim Aufkleben versteifend wirkt und deshalb auch an anderen Fahrzeugteilen angebracht werden kann. Insbesondere also zur Verkleidung des Passagierraums, des Motor- und Gepäckraums, an den A-, B- oder C-Säulen, am Fahrzeugdach, im crashempfindlichen Teil des Fussraums, in der Türseitenverkleidung, im Kofferraum, im Bereich der Reserverad-Überbrückung, im Bereich der inneren und äusseren Stirnwand etc. Diese zusätzliche Versteifung führt dazu, dass die unerwünschten Resonanzeinbrüche bei der Schallisolation in einen tief frequenteren Bereich verschoben werden.

Je nach Anwendung kann die Hohlkörperstruktur dieses Montagepakets auch aus hitzebeständigem Papier, Kevlar, Aramid oder Aluminium gefertigt sein. Insbesondere lässt sich dieses Montagepaket in Space-Frame-Fahrzeugen einsetzen.

#### Patentansprüche

1. Schwerschichtfreies und selbsttragendes Montagepaket für eine schall- und schockabsorbierende Fahrzeugverkleidung mit mindestens einer Auflage-schicht (2), einer Zwischenschicht (3) und einer Ab-deckschicht (6), wobei die Zwischenschicht eine Vielzahl nebeneinander angeordneter Hohlkörper aufweist, deren Wandungen im Wesentlichen senkrecht zur Montagefläche stehen, dadurch gekenn-zeichnet, dass die Wandungen der Hohlkörper seitlich durchbrochen, vorzugsweise partiell geschlitzt sind, derart, dass dadurch ein zusammenhängen-des Hohlraumlabirinth gebildet ist.

2. Montagepaket nach Anspruch 1, dadurch gekenn-zeichnet, dass die Wandungen der Hohlkörper derart dimensioniert sind, dass diese eine Stau-chung von mindestens 50% bei einer maximalen Plateauspannung von 0,5 MPa  $< \sigma < 1,2$  MPa zu-lassen und dabei eine Aufprallenergie von ca. 0,5 MJ/m<sup>3</sup> inelastisch vollständig in Deformationsar-beit umwandeln.

3. Montagepaket nach Anspruch 1 oder 2, da-durch gekennzeichnet, dass dieses eine mikroporöse Versteifungsschicht umfasst, welche einen totalen Luftströmungswiderstand von 900 Ns/m<sup>3</sup>  $< R_t < 2000$  Ns/m<sup>3</sup>, eine Biegesteifigkeit von 0,027 Nm  $< B < 0,275$  Nm und eine Flächenmasse von 0,3 kg/m<sup>2</sup>  $< m_F < 0,7$  kg/m<sup>2</sup> aufweist.

4. Montagepaket nach Anspruch 1, 2 oder 3, da-durch gekennzeichnet, dass die Zwischenschicht eine Hohlraumstruktur aus einer Vielzahl nebenei-

inander angeordneter Röhrrchen mit einem Durch-messer von 5 bis 12 mm und einer Höhe von 5 bis 40 mm umfasst.

5. Montagepaket nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischen-schicht eine wabenförmige, insbesondere eine bie-nenwabenförmige, eine rautenförmige oder eine prismatische Hohlraumstruktur aufweist.

6. Montagepaket nach Anspruch 4 oder 5, da-durch gekennzeichnet, dass die Hohlraumstruktur aus einem Kunststoffmaterial, insbesondere einem thermoplastischen Material, und vorzugsweise aus PP oder PE, gefertigt ist.

7. Montagepaket nach Anspruch 6, dadurch ge-kennzeichnet, dass die einzelnen Elemente der Hohlraumstruktur mindestens stirnseitig miteinan-der verschmolzen sind.

8. Montagepaket nach Anspruch 4 oder 5, da-durch gekennzeichnet, dass die Zwischenschicht aus Papier, insbesondere einem hitzebeständigen Papier, aus Kevlar, Aramid, oder Aluminium gefe-rtigt ist.

9. Montagepaket nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Auflage-schicht (2) ein poröses PP-Vlies, PE-Vlies oder Mischfaservlies aus chemischen und natürlichen Fasern umfasst.

10. Montagepaket nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass dieses eine Dämpfungsschicht (17) aufweist.

11. Ultraleichter Bausatz für die Lärmreduktion und Schockabsorption in Fahrzeugen, bei welchem mindestens ein flächiges Karosserieteil (11) und ein Montagepaket (1) mit den Merkmalen des An-spruchs 1 miteinander zusammenwirken, wobei zwi-schen diesem Montagepaket (1) und dem flächigen Karosserieteil (11) eine zusammenhängende Luft-schicht ausgebildet ist.

12. Bausatz nach Anspruch 11, dadurch gekenn-zeichnet, dass zwischen dem Montagepaket (1) und dem flächigen Karosserieteil (11) eine Dämpfungsschicht (17) angeordnet ist.

13. Bausatz nach Anspruch 12, dadurch gekenn-zeichnet, dass die Dämpfungsschicht (17) reliefartig ausgeformt ist, derart, dass diese lediglich partiell am flächigen Fahrzeugteil anliegt und sich die zusammenhängende Luftschicht zwischen dem flä-chigen Karosserieteil (11) und der Dämpfungsschicht (17) bildet.

14. Ultraleichter Bausatz für die Lärmreduktion und Schockabsorption in Fahrzeugen, bei welchem mindestens ein flächiges Karosserieteil (11) und ein Montagepaket (1) mit den Merkmalen eines der An-sprüche 1 bis 10 miteinander fest verbunden sind.

15. Bausatz nach Anspruch 14, dadurch gekenn-zeichnet, dass das flächige Karosserieteil (11) ein Organoblech, ein Aluminiumblech oder ein Kunst-stoffteil, insbesondere aus GMT, ist.

16. Verwendung des Montagepakets nach An-spruch 1 im Passagierraum, im Motor- und Gepäck-raum, insbesondere in den A-, B-, C-Säulen von Fahrzeugen, im crashempfindlichen Teil des Fuss-raums, in der Türseitenverkleidung, im Kofferraum, in der Reserverad-Überbrückung, in der inneren und äusseren Stirnwand, in der Motorhaube, in der

LKW-Rückwand oder als Bodengruppe bei Space-Frame-Fahrzeugen und im Fahrzeugdach.

17. Verwendung des Bausatzes nach Anspruch 11 oder 14 im crashempfindlichen Teil des Fußraums, in der Türseitenverkleidung, im Kofferraum, in der Reserverad-Überbrückung, in der inneren und äusseren Stirnwand, in der Motorhaube, in der LKW-Rückwand oder als Bodengruppe bei Space-Frame-Fahrzeugen.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

6

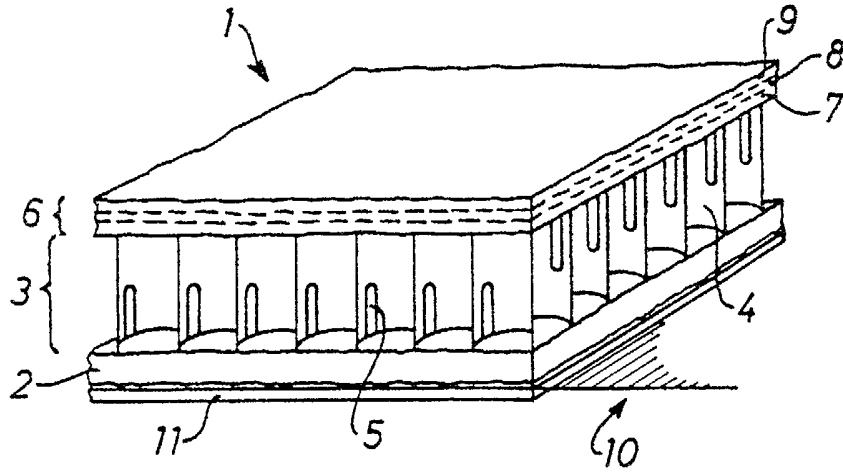


Fig. 1

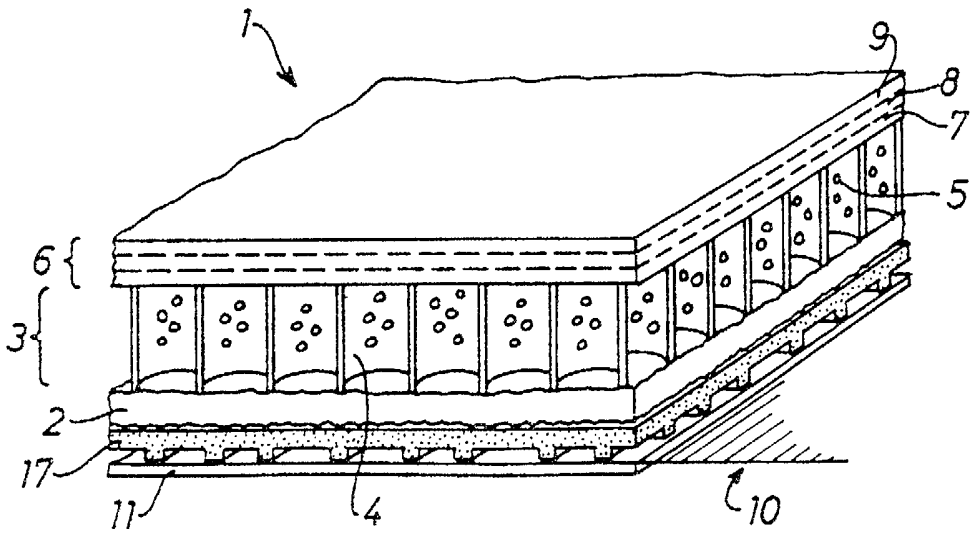


Fig. 2

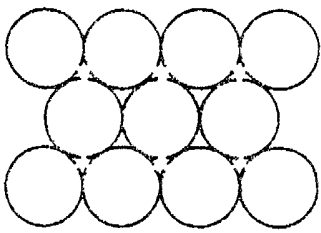


Fig. 3a

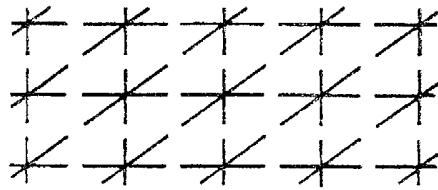


Fig. 3d



Fig. 3c

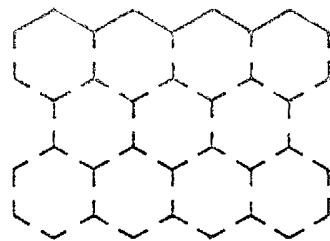


Fig. 3b

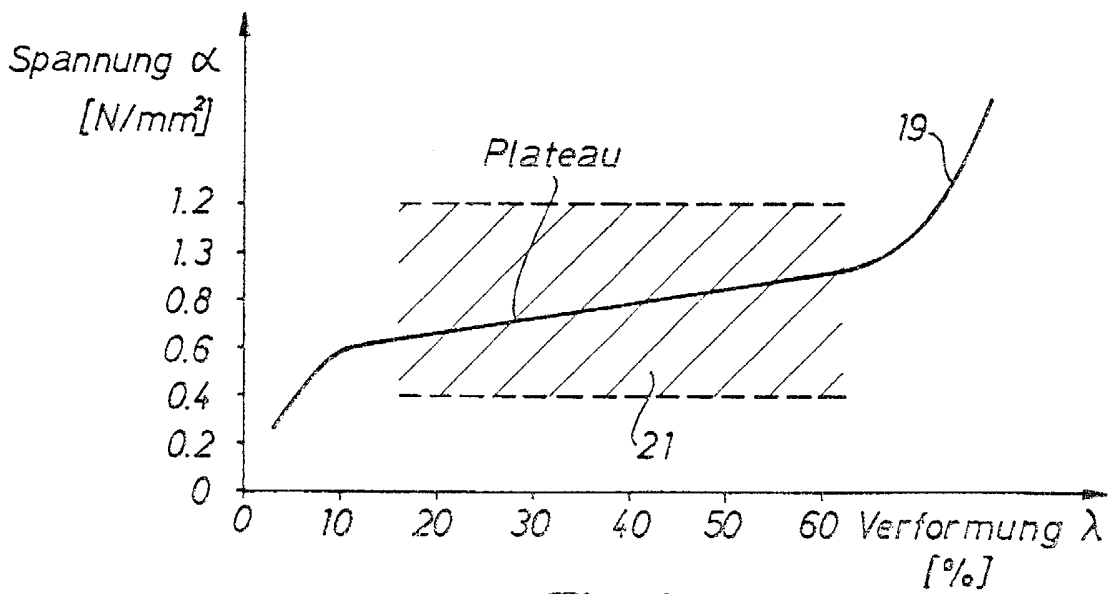


Fig. 4



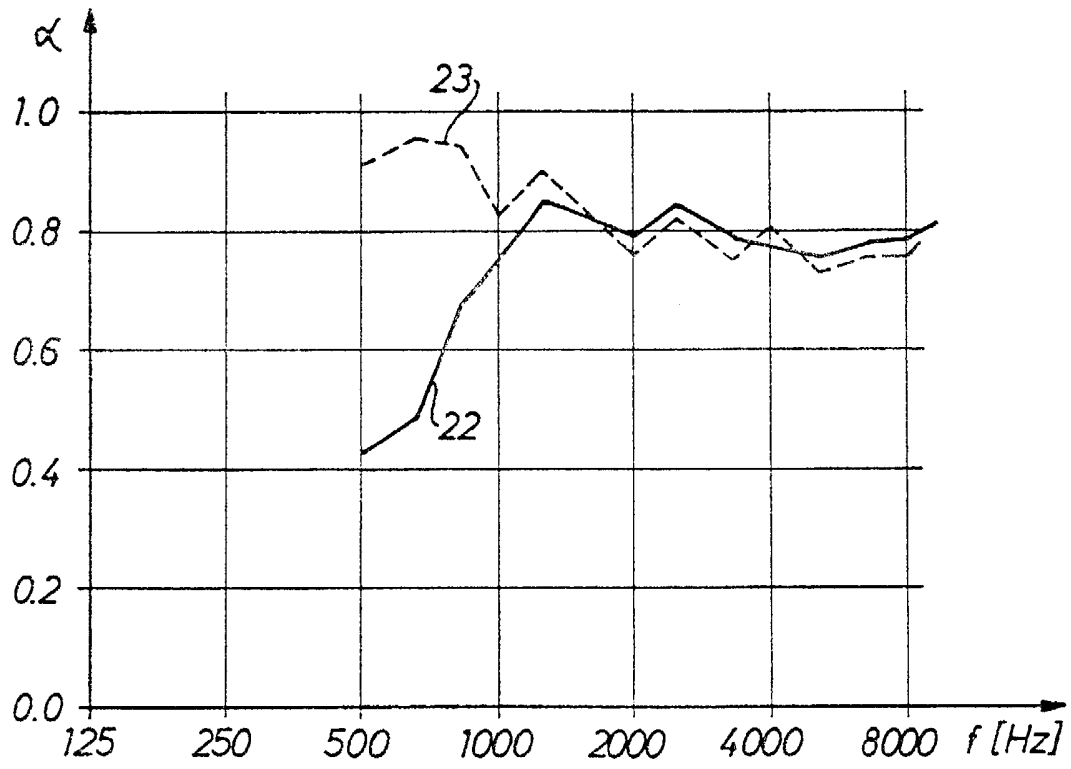


Fig. 5